

PORTALGREEN II

November 2025

Technischer Leitfaden für Power-to-Gas-Anlagen

Revision im Rahmen von Portal Green II

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AUTOREN

GRS	Dr. Florian Berchtold
	Dr. Bert Geyer
	Rainer Wenke
	Clemens Heitsch
	Dr. Manuela Jopen
DBI	Josephine Glandien
	Daniel Schulz
DVGW	Denise Badowsky
	Janosch Rommelfanger

UNTERSTÜTZUNG DURCH ASSOZIIERTE PARTNER

Avacon Netz GmbH

Epeg Energieplanung

EWE NETZ GmbH

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Frank P. Matthes Ingenieurbüro

Thüga Aktiengesellschaft

Westnetz GmbH

RÜCKMELDUNGEN GERNE AN

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) GmbH
Schwertnergasse 1, 50667 Köln

Dr.-Ing. Florian Berchtold

+49 89 32004450

florian.berchtold@grs.de

→ <https://www.grs.de>

WEITERE KONTAKTE

DVGW

Josef-Wirmer-Str. 1-3, 53123 Bonn

Janosch Rommelfanger

+49 228 9188-625

janosch.rommelfanger@dvgw.de

→ <https://www.dvgw.de>

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Karl-Heine-Straße 109/111, 04229 Leipzig

Josephine Glandien

+49 341 2457141

josephine.glandien@dbi-gruppe.de

→ <https://www.dbi-gruppe.de>

IMPRESSUM

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH (DBI GUT)

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH (Layout und Satz)

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

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des BMWF unter dem Förderkennzeichen 03EI3078A/B/C gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Bildnachweis: Cover S.1: adobestock/Viks_jin

Stand: November 2025

Vorwort

Im Rahmen des Verbundvorhabens PORTAL GREEN II haben die Verbundpartner DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH sowie der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) neue Leitfäden erstellt bzw. bestehende Leitfäden aktualisiert, um den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland zu unterstützen.

Ausgehend von den im Vorgängerprojekt PORTAL GREEN (Laufzeit bis 2020) entwickelten Leitfäden für die Planung, Genehmigung und den Betrieb von Power-to-Gas (PtG)-Anlagen zur Wasserstofferzeugung behandeln die neuen Leitfäden aus PORTAL GREEN II den Um- und Ausbau der Gasnetzinfrastruktur – von der Planung und Genehmigung über den Bau bis hin zum Betrieb – für den Wasserstofftransport zur Versorgung der Allgemeinheit. Im November 2025 wurden somit insgesamt fünf Leitfäden veröffentlicht:

- der **Genehmigungsrechtliche Leitfaden** und der **Technische Leitfaden** für Wasserstoff-Netzinfrastrukturen,
- die aktualisierten Versionen des **Genehmigungsrechtlichen Leitfadens** und des **Technischen Leitfadens für PtG-Anlagen** aus PORTAL GREEN, sowie
- der **Leitfaden für Wasserstoffanlagen in der Technischen Gebäudeausrüstung** als Anhang zum Technischen Leitfaden für PtG-Anlagen.

PORTAL GREEN II wurde in der Laufzeit vom 01.01.2023 bis zum 31.12.2025 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) gefördert (Förderkennzeichen: 03EI3078A/B/C). Insbesondere danken wir dem Projektträger Jülich für die unterstützende Projektbegleitung im Auftrag des BMWE.

Ein zentraler Bestandteil bei der Erstellung der Leitfäden war der Austausch mit Akteuren der Wasserstoffwirtschaft. Besonders hervorzuheben sind die assoziierten Partner Avacon Netz GmbH, Epeg Energieplanung, EWE Netz GmbH, Frank P. Matthes Ingenieurbüro, Thüga AG, TÜV Rheinland Industrie Service GmbH und Westnetz GmbH. Darüber hinaus wurden zahlreiche Gespräche und Umfragen mit Vertretern aus Anwaltskanzleien, zugelassenen Überwachungsstellen, Beraterfirmen, Behörden sowie Gasnetzbetreibern geführt und zwei große Stakeholder-Workshops veranstaltet. Für diese wertvolle Unterstützung bedanken wir uns herzlich.

Die Leitfäden wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Die Verbundpartner von PORTAL GREEN II übernehmen jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Inhalte. Da die Aussagen keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben, können in der Praxis je nach Einzelfall Abweichungen auftreten. Gesetzliche Vorschriften sind stets verbindlich und eine eigenverantwortliche Prüfung bleibt unerlässlich.

Der vorliegende Technische Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN richtet sich an Betreiber von PtG-Anlagen zur Wasserstoffherzeugung und gibt einen Überblick über die gesetzlichen Vorgaben von der Planung bis zum Betrieb der Anlagen, zu den Pflichten von Betreibern, auch wenn sie im Sinne des Produktsicherheitsgesetzes als Hersteller gelten, sowie zu den technischen Anforderungen an die Anlagen. Die vorliegende Version basiert auf der Version von 2020 und wurde an die gültigen deutschen Rechtsvorschriften mit Stand September 2025 angepasst. Dabei sind insbesondere das neue Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen sowie die Änderungen im Produktsicherheitsgesetz, der EU-Maschinenverordnung und der Gesetzgebung im Rahmen der Cybersicherheit zu nennen. Die Aktualisierung wurde durch das PORTAL GREEN II-Team vorgenommen und von zahlreichen Personen im Laufe der Erstellung kommentiert. Dabei sind besonders zu erwähnen:

- Dieter Drews (TÜV Rheinland),
- Felix Fahling (DVGW),
- Benno Farkas (Siemens Energy Austria GmbH, Österreich),
- Julius Lorenz (Technische Universität Dresden) und
- Ralf Schmitt (TÜV Rheinland).

Ihnen und allen Beteiligten gilt großer Dank.

Vorwort der Leitfaden-Version 2020

Großer Dank gilt dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, durch deren Mittel das diesem Leitfaden zugrundeliegende Forschungsvorhaben gefördert wurde (Förderkennzeichen: 03ET6135). Insbesondere danken wir Hr. Dr. Lutterbach (PT Jülich) für die unterstützende Projektbegleitung im Auftrag des BMWi. DANKE!

Darüber hinaus möchten wir allen Menschen danken, die uns im Laufe des Projekts mit Ihrer Zeit, Ihren Fragen und Ihrer Sachkenntnis tatkräftig unterstützt haben, sei es durch die aktive Teilnahme an unseren Workshops und Arbeitstreffen, auf unsere E-Mail-Anfragen hin oder durch das Ausfüllen von Fragebögen im Rahmen unserer Umfragen. Insbesondere möchten wir an dieser Stelle danken:

- Ursula Aich (Regierungspräsidium Darmstadt, a. D.), Richtlinienvertreterin ATEX
- York Augustin (Sozialministerium Schleswig-Holstein)
- Michael Borzel (Thüringer Landesamt für Verbraucherschutz), Richtlinienvertreter „Druck“
- Dieter Drews (TÜV Rheinland)
- Benno Farkas (Siemens Energy Austria GmbH, Österreich)
- Steffen Schirrmeister (Thyssen Krupp)
- Albert Seemann (BGETEM)
- Alexander Wooning (Sunfire)

Die Inhalte dieses Leitfadens wurden in gemeinsamer Arbeit des gesamten PORTAL GREEN Konsortiums erstellt. Die gestalterische Aufbereitung der für diesen Leitfaden erstellten Grafiken wurde jeweils durch den als Urheber genannten Partner ausgeführt. Die Erarbeitung der in den Grafiken dargestellten Inhalte erfolgte teilweise in Zusammenarbeit mehrerer Partner.

Wir haben den Sachstand nach bestem Wissen und Gewissen recherchiert und den Leitfaden mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen wir keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge und eventuelle Druckfehler. Grundsätzlich gilt für alle dargestellten Sachverhalte, dass diese nicht pauschal gültig sind. Es ist in jedem Fall eine Einzelfallbetrachtung erforderlich, in Folge derer es zu Abweichung von den dargestellten Sachverhalten kommen kann. Dieser Leitfaden entbindet daher in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften und der eigenverantwortlichen Prüfung.

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort.....	I
1	Ziel und Anwendungsbereich	1
2	Stand der Entwicklung von Power-to-Gas-Anlagen in Deutschland....	5
2.1	Technisch-wirtschaftliche Entwicklungen	6
2.2	Überblick über Elektrolyseurtechnologien	9
3	PtG-Anlage als Referenzanlage des Leitfadens	13
3.1	Aufbau der PtG-Anlage.....	13
3.2	Anlagengrenzen	14
4	Anzuwendende Rechtsvorschriften und Technische Regelwerke	19
4.1	Überblick	19
4.2	Einordnung der PtG-Anlage und der Rolle des Betreibers	22
4.3	Auswirkungen der Einordnung und Übersicht zum Leitfaden	39
5	Pflichten für Betreiber aus Sicht des Arbeitsschutzes und der Betriebssicherheit	43
5.1	Überblick über relevante Gesetze und Pflichten für Betreiber	43
5.2	Gefährdungsbeurteilung	66
5.3	Brandschutz.....	76
5.4	Explosionsschutz.....	79
5.5	Prüfungen im Verantwortungsbereich des Betreibers	86
5.6	Informationssicherheit für besonders wichtige und wichtige Einrichtungen.....	96
6	Pflichten für Hersteller aus Sicht der Produktsicherheit	99
6.1	EU-Konformitätsbewertungsverfahren	102
6.2	Cybersicherheit im EU-Konformitätsbewertungsverfahren	116
6.3	Risikobeurteilung	118

7	Technische Anforderungen an PtG-Anlagen	125
7.1	PtG-Anlage und ihre Komponenten	125
7.2	Wesentliche sicherheitsrelevante Systeme und Schutzmaßnahmen	156
7.3	Anforderungen an PtG-Energieanlagen	166
8	Anforderungen durch Nutzungszweige	171
8.1	Einspeisung in ein Gasnetz	171
8.2	Abgabe über eine Wasserstoff-Tankstelle bzw. Gasfüllanlage	172
8.3	Nutzung in der Industrie	174
8.4	Rückverstromung	175
9	Hinweise zum Ablauf von der Planung bis zum Betrieb einer PtG- Anlage	177
9.1	Planung und Auslegung	179
9.2	Inverkehrbringung und Inbetriebnahme der Anlage	181
9.3	Betrieb der PtG-Anlage	182
	Literaturverzeichnis	185
	Abbildungsverzeichnis	187
	Tabellenverzeichnis	189
	Abkürzungsverzeichnis	191
A	Begriffe	195
B	Verzeichnis der Rechtsvorschriften	201
C	Weitere Leitfäden zu PtG-Anlagen	211

1 Ziel und Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden gibt zukünftigen und aktuellen Betreibern einer kommerziell genutzten Power-to-Gas-Anlage (PtG-Anlage) einen Überblick über die gesetzlichen und technischen Anforderungen von der Planung bis zum Betrieb der Anlage. Zudem werden Pflichten von Herstellern beschrieben, die in bestimmten Fällen vom Betreiber zu erfüllen sind. PtG-Anlagen bestehen aus der Elektrolyseanlage zur Produktion von Wasserstoff und den anschließenden Anlagen zu dessen Weiterverarbeitung und Nutzung. In diesem Leitfaden liegt der Schwerpunkt auf der Wasser-Elektrolyseanlage mit deren Nebenanlagen zur Versorgung mit Strom und Wasser bis hin zur Aufbereitung, Verdichtung und Speicherung des gasförmigen Wasserstoffs in Druckgasbehältern zur Weiterverwendung in den jeweiligen Nutzungszweigen. Als mögliche Nutzungszweige werden die Einspeisung in ein öffentliches bzw. betriebsinternes Gasnetz, die Abgabe an einer Wasserstofftankstelle, die Nutzung des Wasserstoffs für industrielle Zwecke bzw. die Rückverstromung skizziert. Die weitere Verarbeitung des Wasserstoffs (z. B. zur Erzeugung von Methan oder Ammoniak) ist nicht im Leitfaden enthalten. Der Genehmigungsprozess wird im genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTALGREEN beschrieben und wird daher hier nicht behandelt.

Es werden die einschlägigen EU-Richtlinien und Verordnungen, die deutschen Gesetze und Verordnungen sowie Technischen Regeln und Normen dargestellt. Den Schwerpunkt bilden dabei die Gesetze zum Arbeitsschutz und zur Produktsicherheit. Es wurde jeweils die gültige Ausfertigung im September 2025 verwendet. Im Vergleich zur Version des Leitfadens von 2020 haben sich grundlegende Änderungen in den Rechtsvorschriften ergeben, die in der hier vorliegenden Version von 2025 einbezogen wurden. Hierbei sind insbesondere folgende Rechtsvorschriften zu betonen:

- die Änderungen zu überwachungsbedürftigen Anlagen im Produktsicherheitsgesetz und das neue Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen, wobei die angedachten unterlagerten Verordnungen (Verordnung über überwachungsbedürftige Anlagen, Arbeitsmittelbenutzungs-Verordnung) noch nicht veröffentlicht wurden und deswegen nicht im Leitfaden beschrieben werden; dafür werden die zum Veröffentlichungszeitpunkt des Leitfadens gültigen Vorgaben aus der Betriebssicherheitsverordnung bzw. dem Produktsicherheitsgesetz einbezogen,

- die Abschaffung der europäischen Maschinenrichtlinie und die Entwicklung einer neuen europäischen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230, die vollständig ab dem 20.01.2027 in Kraft tritt und die deutsche Maschinenverordnung¹ ersetzt,
- die deutsche Umsetzung der europäischen Richtlinie über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union (NIS-2-Richtlinie) EU/2022/2555 mit dem NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz (NIS2UmsuCG), das zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens im Regierungsentwurf vorlag,
- das KRITIS-Dachgesetz (zum Veröffentlichungszeitpunkt des Leitfadens im Regierungsentwurf), welches die europäische Richtlinie zur Resilienz kritischer Einrichtungen (CER-Richtlinie) (EU) 2022/2557 umsetzt; sowie
- die Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1115 „Sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen“ mit der TRBS 1115 Blatt 1 zur Cybersicherheit.

Zudem werden in diesem Leitfaden, im Vergleich zur Vorgängerversion, die aktuellen Entwicklungen von PtG-Anlagen in Deutschland dargestellt und die Technischen Anforderungen an PtG-Anlagen und ihre Komponenten genauer beschrieben.

Damit ist der Leitfaden wie folgt aufgebaut:

- Im Kapitel 2 wird die **Entwicklung von PtG-Anlagen** in Deutschland beschrieben und ein Überblick über aktuelle Elektrolyse-Technologien gegeben. Dieses Kapitel dient als Hintergrund für die Planung von neuen PtG-Anlagen.
- Das Kapitel 3 stellt die **Referenzanlage** dar, die in diesem Leitfaden betrachtet wird und geht dazu auch auf die Systemgrenzen ein.
- Im Kapitel 4 wird ein **Überblick über die hier relevanten Rechtsvorschriften** gegeben und die zentralen Begriffe (Betreiber, Hersteller) für diesen Leitfaden definiert, sowie erläutert, wie eine PtG-Anlage den jeweiligen Rechtsvorschriften zugeordnet werden kann (insb. als überwachungsbedürftige Anlage, erlaubnispflichtige Anlage

¹ EU-Verordnungen gelten unmittelbar in allen Mitgliedstaaten. EU-Richtlinien hingegen verpflichten die Mitgliedstaaten nur zum Erreichen eines bestimmten Ziels und müssen dafür erst in nationales Recht umgesetzt werden.

und als PtG-Energieanlage). Im Kapitel 4.3 werden die **Auswirkungen dieser Zuordnung skizziert und auf die weiteren Inhalte des Leitfadens** verwiesen.

- Das Kapitel 5 adressiert die **Pflichten von Betreibern einer PtG-Anlage** und fasst dazu die relevanten Gesetze und Verordnungen zusammen. Anschließend werden bestimmte Pflichten zur Gefährdungsbeurteilung, zum Brandschutz, zum Explosionsschutz, zur Prüfung der PtG-Anlage sowie zur Informationssicherheit im Detail erläutert.
- Im Kapitel 6 werden die **Pflichten eines Herstellers** aus Sicht der Produktsicherheit beschrieben, wobei, wie im Kapitel 4 erläutert, ein Betreiber auch gleichzeitig Hersteller der Anlage sein kann. Dazu werden zunächst die einschlägigen EU-Rechtsvorschriften skizziert und anschließend die Pflichten im Rahmen des EU-Konformitätsbewertungsverfahrens, die Vorgaben zur Cybersicherheit sowie die Risikobeurteilung einer PtG-Anlage dargestellt.
- Das Kapitel 7 gibt einen Überblick über die **technischen Anforderungen an die PtG-Anlage** und ihre Komponenten, an die wesentlichen sicherheitsrelevanten Systeme und Schutzmaßnahmen sowie an PtG-Energieanlagen. Damit werden die Hintergründe für die technische Auslegung und Umsetzung der PtG-Anlage für den Betreiber dargestellt.
- Im Kapitel 8 werden die **Nutzungszweige der PtG-Anlage** kurz skizziert. Die hier behandelten Nutzungszweige sind die Einspeisung des Wasserstoffs in ein betriebliches bzw. öffentliches Gasnetz, die Abgabe an einer Wasserstoff-Tankstelle, die Nutzung des Wasserstoffs in der Industrie sowie die Rückverstromung. Dieses Kapitel gibt lediglich einen Überblick und verweist auf weitere Literatur.
- Abschließend werden im Kapitel 9 Hinweise zur **Planung, zur Inbetriebnahme und zum Betrieb der PtG-Anlage** gegeben und dazu die behandelten Inhalte des Leitfadens aufgegriffen.
- Im Anhang werden **zentrale Begriffe** erläutert, ein Überblick über alle verwendeten **Rechtsvorschriften** mit deren Vollzitataten gegeben, sowie auf weitere **thematisch verwandte Leitfäden** verwiesen.

Einen zusammenfassenden Überblick über die Struktur und Themen des Leitfadens gibt Abb. 1.1.

Grundlagen	Kapitel 2 ➤ PtG-Anlagen in Deutschland ➤ Technisch -wirtschaftliche Entwicklungen ➤ Überblick zu Elektrolyseurtechnologien	Kapitel 3 ➤ PtG-Referenzanlage ➤ Aufbau der PtG -Anlage ➤ Anlagengrenzen
Rechtsvorschriften und Technische Regelwerke	Kapitel 4 ➤ Überblick über Rechtsvorschriften und Technische Regelwerke ➤ Einordnung der Begriffe: überwachungsbedürftige Anlage, erlaubnispflichtige Anlage, Energieanlage, Betreiber, Hersteller	
	Kapitel 4.3: Verweis auf relevante Kapitel je nach Einordnung	
Pflichten für Betreiber und Hersteller	Kapitel 5 ➤ Pflichten für Betreiber aus Sicht des Arbeitsschutzes ➤ Gefährdungsbeurteilung, Brandschutz, Explosionsschutz und Prüfungen	Kapitel 6 ➤ Pflichten für Hersteller nach ProdSG ➤ EU-Konformitäts -bewertungsverfahren
Technische Anforderungen	Kapitel 7 ➤ Technische Anforderungen an die PtG-Anlage ➤ Komponenten ➤ sicherheitsrelevante Systeme ➤ Schutzmaßnahmen ➤ Hintergrund für die Planung und Auslegung einer Anlage	Kapitel 8 ➤ Anforderungen durch Nutzungszweige ➤ Einspeisung in ein Gasnetz ➤ Abgabe über eine H2 -Tankstelle / Gasfüllanlage ➤ Nutzung in der Industrie ➤ Rückverstromung
Hinweise zum Ablauf von der Planung bis zum Betrieb	Kapitel 9 ➤ Planung und Auslegung ➤ Inverkehrbringung und Inbetriebnahme ➤ Betrieb der PtG-Anlage	
Anhänge	➤ Erläuterungen zu Begriffen im Leitfaden ➤ Überblick über verwendete Rechtsvorschriften ➤ Weitere Leitfäden zu PtG -Anlagen	

Abb. 1.1 *Übersicht über den Aufbau des Leitfadens*

2 **Stand der Entwicklung von Power-to-Gas-Anlagen in Deutschland**

In diesem Kapitel wird zunächst der Stand der Entwicklung von PtG-Anlagen in Deutschland seit dem Vorgängervorhaben PORTAL GREEN (Laufzeit bis Dezember 2020) zusammengefasst und darauf aufbauend auf die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Elektrolysetechnologien eingegangen.

Generell dienen PtG-Anlagen zur Umwandlung von elektrischer Energie in gasförmige Brennstoffe wie Wasserstoff oder seine Derivate wie beispielsweise Methan oder Ammoniak. In einem ersten Schritt erzeugt die Elektrolyseanlage als zentrale Einheit einer PtG-Anlage Wasserstoff. In einem zweiten Schritt kann der erzeugte Wasserstoff weiterverarbeitet werden, beispielsweise mit Kohlenstoffdioxid durch Methanisierung zu Methan. Die erzeugten Produkte dienen als gasförmige Energieträger, die man über weitere Infrastrukturen wie Wasserstoffnetze oder Erdgasnetze verteilen, bzw. vor Ort speichern und nutzen kann. Neben der direkten Nutzung als technisches Gas kann bei Bedarf auch eine Rückverstromung erfolgen.

Mit der Unterstützung der Datenbank der Internationalen Energieagentur IEA² und der Datenbank „Wasserstoffkompass“ der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften und der DECHEMA³ zeichnen sich in Deutschland seit 2020 zwei Trends ab:

- zum einen werden PtG-Anlagen überwiegend zur Produktion von Wasserstoff genutzt,
- zum anderen wurden erste Investitionsentscheidungen durch die Industrie für den Aufbau von PtG-Anlagen mit 50 MW oder mehr für CO₂-intensive Produktionsprozesse vor Ort getroffen.

Die Verbreitung der ersten größeren PtG-Anlagen in Deutschland wird in Tab. 2.1 zusammengefasst. Diese Übersicht zeigt große PtG-Anlagen, die nach deren Förderung

² IEA: Hydrogen Production and Infrastructure Projects Database - Data product - IEA. Stand vom 13. September 2024, erreichbar unter <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-production-and-infrastructure-projects-database>.

³ acatech, D.: Wasserstoffkompass. Hrsg.: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., DECHEMA, erreichbar unter <https://www.wasserstoff-kompass.de/handlungsfelder/#/>.

auch im freien Markt bestehen müssen, in dem der Erfolg und Weiterbetrieb hauptsächlich von genehmigungsrechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten abhängt.

Tab. 2.1 Beispiele aktueller Investitionsentscheidungen für Proton Austausch-Membran (PEM)-Elektrolyseanlagen ab 100 MW^{4,5,6}

Investor, Projektname, Ort	Elektrolyse-technologie	Elektrische Eingangsleistung in MW	Geplante Inbetriebnahme
EWE, Clean Hydrogen Coastline 1 Emden	PEM	320 MW (davon 40 MW Hilfsfunktionen)	2027
RWE, GET H ₂ -Nukleus, Lingen	PEM (+AEL)	300 MW	2027
Shell, Refhyne II, Wesseling	PEM	100 MW	2027
BP, LGH2/GET H ₂ , Lingen	offen	100 MW	2027

2.1 Technisch-wirtschaftliche Entwicklungen

Die Investitionen in Großanlagen wie in Tab. 2.1 sind zumeist an Industriesektoren geknüpft, die bisher viel CO₂ emittieren und aufgrund ihrer technologischen Herausforderungen schwer zu dekarbonisieren sind. Diese Industrien betreffen im Allgemeinen:

- die Stahlherstellung,
- die Synthese von Methanol, Ammoniak,
- die Zementherstellung sowie
- die Luft- und Schifffahrt.

Andere Nutzungen von Wasserstoff, beispielsweise für die Mobilität, als technisches Gas, zum Heizen oder als Energiespeicher zur Rückverstromung, sind bisher mit kleineren Leistungen der verwendeten PtG-Anlagen verbunden (bspw. Energiepark Bad

⁴ Allnoch, N.: BP steigt in das Wasserstoff-Geschäft am Standort Lingen ein – Grünes Licht für Lingen Green Hydrogen. IWR.de GmbH, 24. Dezember 2024, <https://www.iwr.de/news/bp-steigt-in-das-wasserstoff-geschaeft-am-standort-lingen-ein-gruenes-licht-fuer-lingen-green-hydrogen-news38977>.

⁵ acatech, D.: Wasserstoffkompass. Hrsg.: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., DECHEMA, erreichbar unter https://www.wasserstoff-kompass.de/handlungsfelder#.

⁶ Argus Media: Europe sees record hydrogen FIDs. Hrsg.: argus, Stand vom 30. Juli 2024, erreichbar unter https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2592874-europe-sees-record-hydrogen-fids?utm_source=chatgpt.com.

Lauchstädt⁷ mit 30 MW, Wasserstoffwerk Osterweddingen⁸ mit 10 MW oder der Energiepark Mainz⁹ mit 6 MW).

Da der Wasserstoff aufgrund seines Herstellungsprozesses ein Produkt mit hohem Veredelungsgrad und Kosten darstellt, muss generell die Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffnutzung betrachtet werden. Danfoss, ein Unternehmen im Bereich Energieeffizienz, zeigte in Studien, dass der Ersatz von Erdgas durch grünen Wasserstoff zur Beheizung von Häusern sechsmal mehr elektrische Energie von Windkraftanlagen erfordert als die Nutzung von elektrischen Wärmepumpen oder Abwärme aus Industrieanlagen im Rahmen eines Fernwärmesystems¹⁰. Zu einem vergleichbaren Ergebnis gelangt auch das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH mit der Untersuchung von 19.000 Wohnungen in Deutschland¹¹. Entsprechend wird die Nutzung von Wasserstoff immer von den Randbedingungen des Anwendungsfalls und den verfügbaren Alternativen abhängen.

Dabei wird die Wirtschaftlichkeit von PtG-Anlagen maßgeblich durch den Strompreis der benötigten elektrischen Energie der PtG-Anlage beeinflusst. Im Jahr 2025 werden etwa 50 kWh Strom für 1 kg Wasserstoff benötigt, was ca. 4,5 kWh/Nm³ entspricht (1 Norm-m³ Wasserstoff bei 0 °C und 10013 mbar entspricht 0,0899 kg Wasserstoff). Die US-amerikanischen Non-Profit-Organisation Clean Air Task Force (CATF) gibt in einem Bericht an, dass der Strompreis bei Berücksichtigung der Kosten für Kompression, Spei-

⁷ Energiepark Bad Lauchstädt: <https://energiepark-bad-lauchstaedt.de/>.

⁸ Energiepark Osterweddingen: <https://enertrag.com/de/projekte-show-cases/wasserstoff-projekte/wasserstoffwerk-osterweddingen>.

⁹ Energiepark Mainz: <https://www.mainzer-stadtwerke.de/projekte/energiepark>.

¹⁰ Danfoss: Designing a resilient district energy infrastructure, White Paper. Hrsg.: Danfoss, erreichbar unter <http://assets.danfoss.com/documents/latest/207344/BE424741808063en-000101.pdf>.

¹¹ climate.NRW: Wasserstoffimporte - Bewertung der Realisierbarkeit von Wasserstoffimporten gemäß den Zielvorgaben der Nationalen Wasserstoffstrategie bis zum Jahr 2030, Ein Ergebnis der Themenfelder 1 (Technologien und Infrastrukturen) und 4 (Rahmenbedingungen und Geschäftsmodelle) des Forschungsprojektes SCI4climate.NRW. https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Technologie_und_Infrastrukturen/realisierbarkeit-von-wasserstoffimporten-nationale-wasserstoffstrategie-2030.pdf.

cherung, Übertragung und Verteilung 50% bis 75% der Produktionskosten des Wasserstoffs ausmachen.¹² Detaillierte Abschätzungen der Produktionskosten in Deutschland durch die Stiftung Umweltrecht¹³ bestätigen diese Abschätzung.

Die Kosten für die Elektrolyse können durch unterschiedliche Maßnahmen gesenkt werden:

- Die Entwicklungen der Elektrolysetechnologien konzentrieren sich darauf, die Leistung der PtG-Anlagen flexibel anzupassen, ohne dass es zu negativen Effekten hinsichtlich der Effizienz oder Betriebsdauer (z. B. durch die Degradation der Komponenten) kommt. Bei einem flexiblen Betrieb der PtG-Anlage kann somit auf die Verfügbarkeit von Stromangeboten und Stromkosten reagiert werden.
- Neben den Stromkosten fallen Gestehungs- und Wasserverbrauchskosten an. Die richtige Dimensionierung der Anlage bezogen auf den Wasserstoffbedarf des Abnehmers ist eine Voraussetzung für niedrige Gestehungskosten für kleine Anlagen. Der Online-Rechner der Organisation CATF bietet eine Abschätzung, um die effiziente Leistung einer PtG-Anlage für die Wasserstoff-Abnahmemenge des Verbrauchers zu erreichen.¹⁴
- Weiterhin kann die Abwärme einer PtG-Anlage als sekundäre Energiequelle für andere Anwendungen genutzt werden. Dies steigert die Effizienz der Elektrolyse, da ca. ein Drittel des benötigten Stroms in Wärmeenergie umgewandelt wird. Die Entwicklung eines klimaneutralen Stadtquartiers in Esslingen¹⁵ mit 1 MW Elektrolyseleistung verfolgt dieses Ziel. Neben dem hohen Anteil der Eigenversorgung mit erneuerbarer Energie wird zur Steigerung der Gesamteffizienz des Elektrolyseprozesses die anfallende Abwärme in ein Nahwärmenetz eingespeist. Dadurch kann der Nutzungsgrad von rund 55 bis 60 Prozent auf 80 bis 85 Prozent angehoben werden.

¹² Clean Air Task Force: Hydrogen Production via Electrolysis, The Limits of Potential Cost Declines, November 2023, <https://cdn.catf.us/wp-content/uploads/2023/11/21103902/hydrogen-production-electrolysis.pdf>.

¹³ Stiftung Umweltrecht: „Kosten für die grüne Wasserstoffproduktion“, Vortrag, 28.01.2025, https://stiftung-umweltenergierecht.de/veranstaltungen/veranstaltungen-2025/kosten_fuer_die_gruene_wasserstoffproduktion/.

¹⁴ Clean Air Task Force CATF – Hydrogen Production Calculator: <https://www.catf.us/hydrogen-converter/>

¹⁵ Neue Weststadt Esslingen: <https://neue-weststadt.de/>.

- Abschließend können Kosten durch Serienproduktion und Hochskalierung von Elektrolyseanlagen verbessert werden. Hervorzuheben ist dabei das Projekt H2Giga¹⁶, in dem 120 Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen von 2021 bis 2025 gemeinsam an diesem Ziel arbeiten. Im Rahmen des Projektes arbeitet auch die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH¹⁷ auf die Vereinfachung von Genehmigungsprozessen hin, um den Antragsprozess zu beschleunigen und die Kosten in diesen Bereichen zu senken.

2.2 Überblick über Elektrolyseurtechnologien

Die Recherche zu derzeit eingesetzten Elektrolysetechnologien zeigt, dass die Alkalische Elektrolyse (AEL) und die Protonen-Austauschmembran-Elektrolyse (PEM-EL) aktuell in der Anwendung vorherrschen. Neue Elektrolysetechnologien, wie die Hochtemperatur-Elektrolyse (HTEL) bzw. die Festoxid-Elektrolyseur-Zelle (solide oxide electrolyser cell, SOEC, als eine Untergruppe der HTEL), oder die Anionen-Austauschmembran-Elektrolyse (AEM-EL) befinden sich auf dem Weg zur Industrialisierung. Somit sind folgende vier Elektrolyseverfahren relevant:

- die Alkalische Elektrolyse (AEL),
- die Protonen-Austausch-Membran-Elektrolyse (PEM-EL),
- die Hochtemperaturelektrolyse (HTEL, SOEC) sowie
- die Anionen-Austausch-Membran-Elektrolyse (AEM-EL).

¹⁶ H2Giga: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2giga>.

¹⁷ DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH – H2Giga: <https://www.dbi-gruppe.de/h%E2%82%82giga-rechtliche-grundlagen-fuer-den-hochlauf-der-elektrolysetechnologie/>.

Diese Technologien haben unterschiedliche Eigenschaften, welche anhand unterschiedlicher Quellen im Folgenden zusammengefasst werden^{18,19,20,21,22,23,24}.

- Die AEL wird seit über 100 Jahren kommerziell genutzt und ist derzeit auf einem „Technology Readiness Level“ (TRL) von 8 bis 9. Sie ist insgesamt eine sehr robuste und kostengünstige Technologie mit bis zu über 100.000 Betriebsstunden und gut geeignet für großskalige Anwendungen.
- Die PEM-EL konnte sich in den vergangenen ca. 20 Jahren in kommerziellen Anwendungen etablieren und bietet weiteres Entwicklungs- bzw. Optimierungspotenzial bei einem derzeitigen TRL von 7 bis 8. Die PEM-EL ermöglicht eine Wasserstoffproduktion mit hoher Wasserstoffreinheit bei flexibler Leistung und insgesamt einem höheren Wirkungsgrad als AEL. Allerdings sind die Kosten aufgrund der verwendeten Stoffe (Platin, Iridium) relativ hoch und die Betriebsdauer der Membran (zwischen 50.000 und 100.000 Stunden) gering.
- Die HTEL bzw. SOEC hat unter den vier Technologien die höchste Effizienz, insbesondere wenn die notwendige Wärme zum Erreichen der Betriebstemperatur (bis zu 900 °C) aus anderen Prozessen genutzt werden kann. Durch die hohen Betriebstemperaturen und die Materialbelastungen bei schwankenden Temperaturen ist die HTEL allerdings nicht für einen flexiblen Betrieb geeignet. Zudem befindet sich die Technologie noch im Entwicklungsstadium (TRL 6-7), was sich auch in der niedrigeren Betriebsdauer widerspiegelt.

¹⁸ <https://www.elektrolyseur-vergleich.de/>

¹⁹ Azam, Noor Izham Mohd Adam et al.: Investigation of Performance of Ani-on Exchange Membrane AEM Electrolysis with different Operation Conditions. Hrsg.: MDPI, Polymers 2023. 15(5), März 2023

²⁰ Marius Holst, Anna Wunsch, Christoph Hank, Johannes Jacobs, Felix Kulenkampff, Connor Thelen, Joachim Went: Offshore-Wasserstofferzeugung mittels Offshore-Windenergie als Insellösung, Projekt-OffsH2ore-Abschlussbericht-2023. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 102 S., Oktober 2023

²¹ Polednia, M. E. a.: Analyse der Wasserstoffwirtschaft in Ostdeutschland in Hinblick auf die Rolle der chemisch-pharmazeutischen Industrie, Schlussbericht. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES, September 2024

²² DVGW - Wasserbedarf für die Elektrolyse:
<https://www.dvgw.de/leistungen/publikationen/publikationsliste/h2o-gesamtbedarf-fuer-elektrolyse>

²³ Nguyen, E. et al.: “Impacts of intermittency on low-temperature electrolysis technologies: A comprehensive review”, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 70, 12 June 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924019049>

²⁴ Frank Graf, René Schoof, Markus Zdrallek: Power-to-Gas – Grundlagen, Konzepte, Lösungen, 1. Auflage, Vulkan-Verlag, ISBN: 978-3-8356-7445-5, Essen, 2021

- Die AEM-EL kombiniert die Vorteile der AEL und der PEM-EL, wodurch sie keine teuren Materialien benötigt, Wasserstoff mit einem hohen Reinheitsgrad liefern kann und zudem die Leistung flexibel steuerbar ist. Der junge Entwicklungsstand (TRL 6-7) zeigt sich allerdings durch die geringste Betriebsdauer unter den vier Technologien.

Tab. 2.2 und Tab. 2.3 geben eine Übersicht zu den Elektrolysetechnologien.

Tab. 2.2 Übersicht aktueller Elektrolysetechnologien

	AEL	PEM-EL	HTEL, SOEC	AEM-EL
Vorteile	kostengünstig, robust, hohe Betriebsdauer	hohe Reaktionsgeschwindigkeit und Effizienz, hohe Reinheit des Wasserstoffs	höchste Effizienz, Integration in Wärmequellen	keine Edelmetalle, gute Skalierbarkeit, Effizienz wie PEM-EL aber geringere Kosten
Nachteile	Geringe Flexibilität bei der Elektrolyseleistung	Mittlere Betriebsdauer, teure Materialien (<i>Iridium</i> , <i>Platin</i>)	Hoher Verschleiß, nur für Großanlagen geeignet	Membrandegradation, geringe Stromdichten
TRL	8-9	7-8	6-7	6-7

Tab. 2.3 Betriebsanforderungen unterschiedlicher Elektrolysetechnologien

	AEL	PEM-EL	HTEL, SOEC	AEM-EL
Energie-Bedarfe des Stacks (Durchschnitt)	4,2–5,8 kWh/Nm ³	4,5–6,8 kWh/Nm ³	3,7–3,8 kWh/Nm ³	~4,3 kWh/Nm ³
Wirkungsgrad der Stacks	bis 70%	bis 80%	bis 85%	ca. 70%
Betriebsdauer	bis zu über 100.000 h	zwischen 50.000 h und 100.000 h	unter 50.000 h	unter 50.000 h
Betriebs-temperatur	70 – 90 °C	55 – 70 °C	700 – 900 °C	30 – 70 °C
Betriebsdruck	1-30 bar	1-35 bar	1-50 bar	1-35 bar
Wasserverbrauch	12 bis 13 kg Prozesswasser pro kg Wasserstoff H ₂ (ohne Kühlwasser)			

Die Vor- und Nachteile zeigen auf, dass die geeignete Elektrolysetechnologie auch von der Betriebsweise und der Anwendung abhängt. Generell können PtG-Anlagen im Grundlastbetrieb mit konstanter oder flexibler Produktionsrate betrieben werden. Im Grundlastbetrieb wird die PtG-Anlage am optimalen Betriebspunkt gefahren, was in Bezug auf die Effizienz den größten Nutzen bringt. Diese Betriebsweise stellt auch die geringsten Anforderungen an die Materialien und ermöglicht so eine hohe Betriebsdauer der Anlage. Allerdings können die Kosten für den Wasserstoff ansteigen, wenn die Anlage in Zeiten hoher Strompreise bei voller Leistung betrieben wird. Soll die PtG-Anlage entsprechend dem Stromangebot gefahren werden (abhängig von den Kosten oder einer externen, evtl. erneuerbaren Stromquelle) muss die Leistung der Anlage flexibel gesteuert werden können. Insofern eignen sich

- PEM-EL und AEM-EL für den flexiblen Betrieb und wenn hohe Anforderungen an die Wasserstoffreinheit bestehen. Auch wenn sich die AEM-EL noch in der Entwicklung befindet, gibt es schon zahlreiche Anwendungsfälle. Zudem können sich häufige Lastwechsel negativ auf die Betriebsdauer von beiden Technologien auswirken.
- die AEL und die HTEL für einen Betrieb mit konstanter Leistung. Dabei zeichnet sich die AEL durch die lange Betriebsdauer aus, während die HTEL in industriellen Prozessen mit externer Wärmequelle Vorteile bringen kann.

3 PtG-Anlage als Referenzanlage des Leitfadens

Für Betreiber von PtG-Anlagen ist die Abgrenzung zu Versorgern und Abnehmern wichtig, etwa bei Wasser-, Strom-, Abwasser-, Abwärme- oder Wasserstoffschnittstellen, weshalb genaue Systemgrenzen definiert werden sollten. Diese Grenzen bestimmen, wer für Betrieb, Instandhaltung und Sicherheit verantwortlich ist. Je nach Anschlussart und Infrastruktur greifen unterschiedliche Regelwerke, Satzungen oder technische Anschlussbedingungen (TAB) der Verteilnetzbetreiber. Dieses Kapitel zeigt typische Varianten solcher Schnittstellen und erklärt, welche gesetzlichen und technischen Anforderungen Betreiber beachten müssen, um ihre Anlage rechtssicher und effizient zu integrieren.

3.1 Aufbau der PtG-Anlage

Der Aufbau der in diesem Leitfaden betrachteten PtG-Referenzanlage zur Herstellung von Wasserstoff ist in Abb. 3.1 dargestellt, wobei in diesem Leitfaden der Fokus auf der Elektrolyseanlage zur Wasserstofferzeugung, -aufbereitung, -verdichtung und -speicherung für die Nutzungszweige liegt. Die wesentlichen Teilsysteme umfassen den Netzanschluss, die Wasserversorgung und -aufbereitung, das Kühlsystem, das Inertgasspülsystem sowie die nachgeschaltete Gasanalyse und -aufbereitung. Die bei der Elektrolyse entstehende Abwärme kann über einen Wärmetauscher abgeführt und zur Effizienzsteigerung weiter genutzt werden. Der erzeugte Wasserstoff wird in der Regel verdichtet und kann in Druckgasbehältern gespeichert werden. Anschließend kann der Wasserstoff entweder in ein Gasnetz eingespeist oder über eine Tankstelle abgegeben werden. Weitere Nutzungsmöglichkeiten sind die Verwendung als technisches Gas bzw. die Rückverstromung. Die einzelnen Systeme und Komponenten werden im Kapitel 7 beschrieben. Im Kapitel 8 wird auf die Nutzungszweige der PtG-Anlage eingegangen.

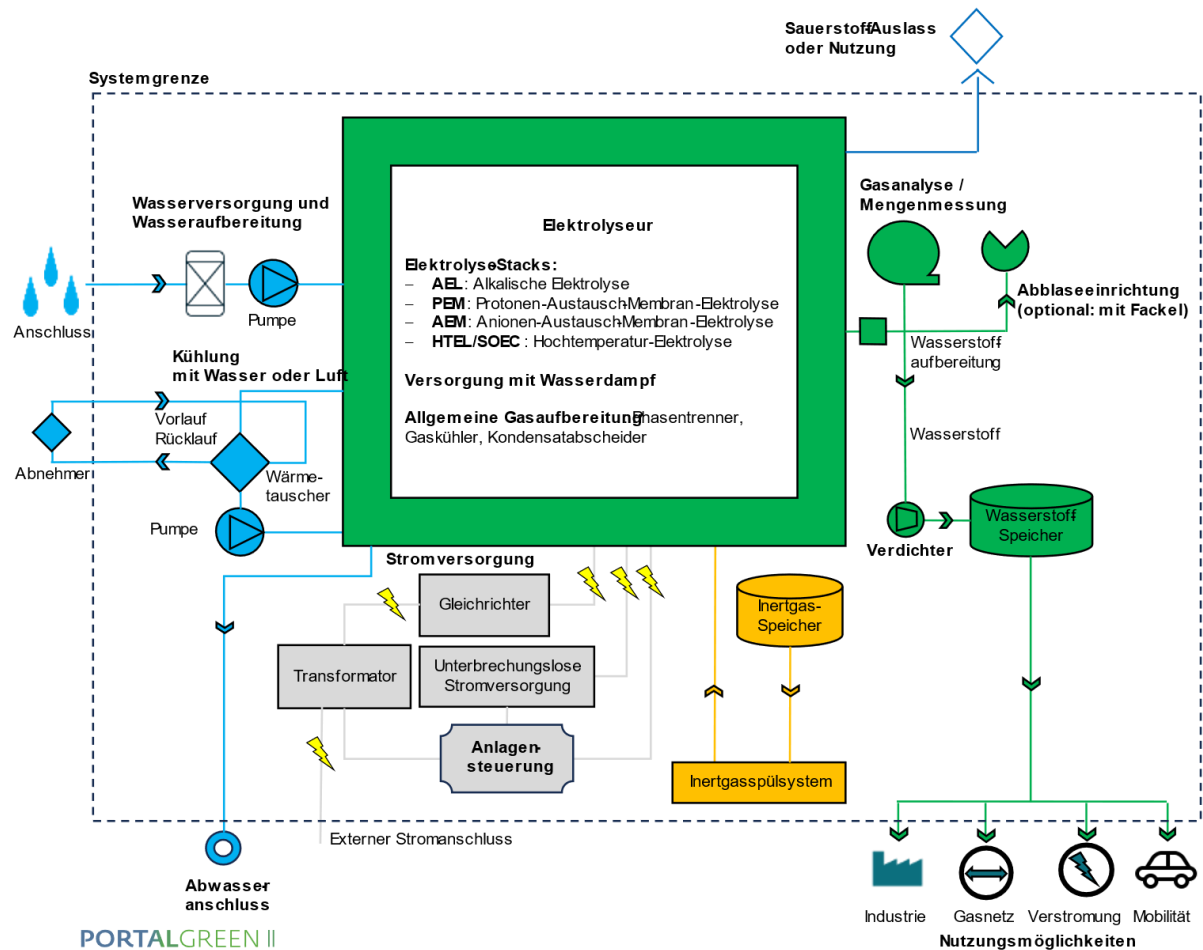


Abb. 3.1 Allgemeiner Aufbau einer PtG-Anlage bestehend aus der Elektrolyseanlage und anschließenden Anlagen der Wasserstoffnutzungspfade; der Fokus des Leitfadens (Systemgrenze) liegt auf der Elektrolyseanlage und den Anlagen zur Wasserstoffaufbereitung, Verdichtung und Speicherung für die Nutzungszweige

3.2 Anlagengrenzen

Bei der Definition der Anlagengrenzen sind verschiedene Optionen möglich. Deswegen wurde in den folgenden Unterkapiteln beispielhaft eine Variante der jeweiligen Systemgrenze eingezeichnet. Dort wird auch beschrieben, wo die jeweiligen Systemgrenzen liegen und in welchen Verordnungen oder Verträgen sie festgelegt sind. Hierbei wird zwischen den Eingangsanschlüssen (Wasser, Strom, Wärme), den Ausgangsanschlüssen (Abwasser, Abwärme) sowie den Anschlüssen zu den Nutzungszweigen unterschieden.

3.2.1 Wasser

Die Systemgrenze zwischen dem Wasserverteilnetz und der Kundenanlage befindet sich in Abb. 3.2 hinter dem Flansch der Absperrarmatur (Hauptabsperrarmatur) der Verbindungsleitung zwischen Verteilnetz und Kundenanlage. Der Hausanschluss, zu welchem auch die Messeinrichtung gehört, befindet sich im Eigentum des Wasserversorgungsunternehmens, auch wenn dieser auf dem Grundstück des Kunden liegt.

Zwischen dem Industrieunternehmen und dem Wasserversorger werden bilateral individuelle Netzanschlussverträge geschlossen, deren Basis oft die „Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser“ (AVBWasserV) oder die Satzung des versorgenden Zweckverbands ist. Es gibt dabei keinen Standardvertrag und Eigentumsgrenzen etc. werden individuell vereinbart. Im ersten Schritt muss der Industrie-/Gewerbekunde einen Antrag für die Trinkwasserversorgung / Schmutzwasserentsorgung stellen. Der Versorger prüft dann die Voraussetzungen (z. B. Menge, Qualität, Druck), auf deren Grundlage dann der Vertrag geschlossen wird.

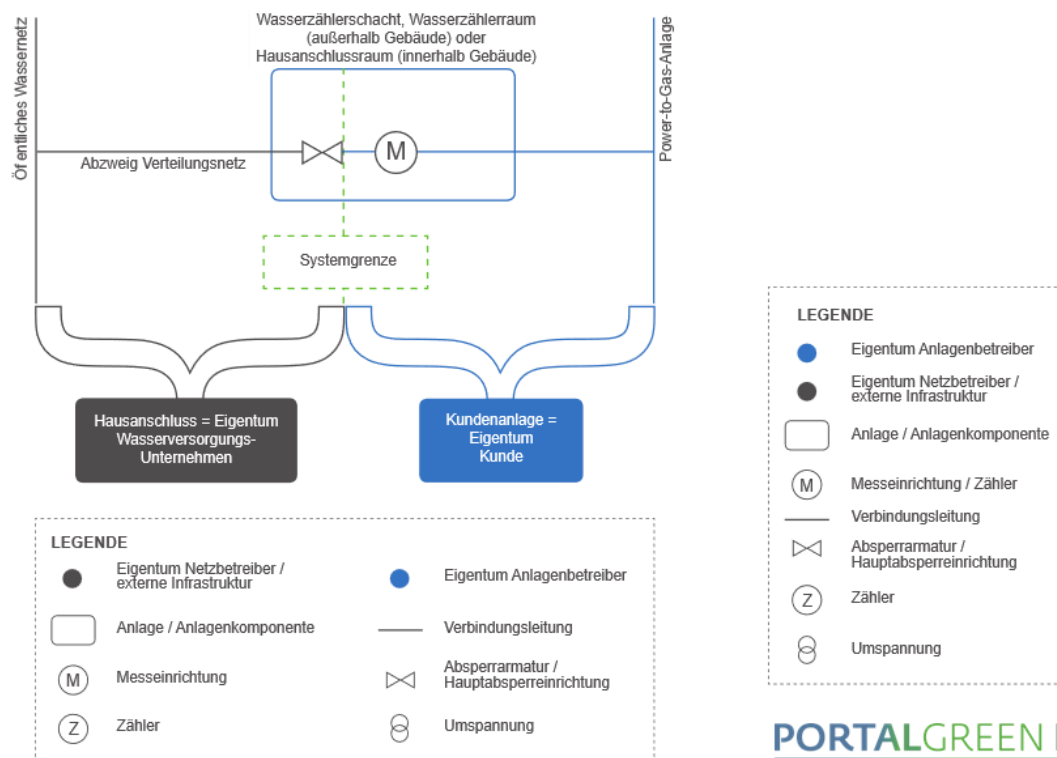


Abb. 3.2 Wasserversorgung: Systemgrenze nach Angaben der AVBWasserV

3.2.2 Strom

Die verschiedenen Netzbetreiber haben für die jeweiligen Netzebenen standardisierte Ausgestaltungen des Anschlusses und der Eigentumsgrenze zum Anschlussnehmer erarbeitet und in ihren Technischen Anschlussbedingungen (TAB) veröffentlicht. Diese sind in der Regel auf der Internetseite des Netzbetreibers zu finden. Die endgültige Festlegung der Systemgrenze geschieht bilateral zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer im Netzanschlussvertrag. Somit kann keine allgemeingültige Aussage zu der Eigentumsgrenze getroffen werden.

Die in Abb. 3.3 dargestellte Grenze ist eine beispielhafte, standardisierte Ausgestaltung eines Netzbetreibers. Die Mittelspannungsebene wurde als repräsentative Spannungsebene für aktuelle Anlagen gewählt. Die Systemgrenze zwischen dem Mittelspannungsnetz und der Kundenanlage befindet sich hier hinter den Kabelendverschlüssen der mittelspannungsseitigen Kabelanbindung in der Kundenstation.

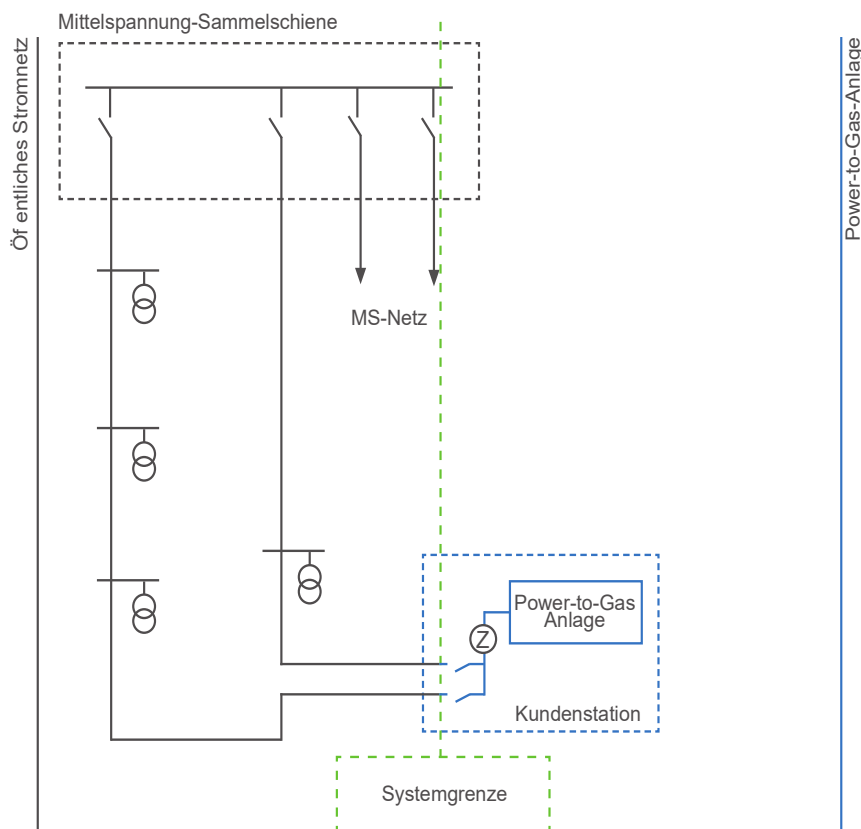


Abb. 3.3 Systemgrenze zwischen dem Mittelspannungsnetz 10 kV und der PtG-Anlage gemäß der SW-Kiel Netz GmbH

3.2.3 Abwasser

Die Systemgrenze zwischen privatem Entwässerungsbereich und öffentlicher Abwasseranlage befindet sich in der Regel an der ersten zugänglichen Stelle des privaten Grundstücks. Ist eine solche nicht vorhanden, kann auch die Grundstücksgrenze die Schnittstelle zwischen privater und öffentlicher Abwasseranlage sein. Meist werden Systemgrenze und Eigentumsverhältnisse von der Kommune in der Entwässerungssatzung festgelegt oder im Falle von Industrieunternehmen bilateral ausgehandelt.

Gängige praktikable Systemgrenzen sind der Revisionsschacht auf dem Grundstück oder an der Grundstücksgrenze, die Revisionsöffnung im Gebäude, die Grundstücksgrenze, der Stutzen oder Abzweig am öffentlichen Kanal, oder die Gebäudeaußenkante.

3.2.4 Abwärme

Die Systemgrenze zwischen der PtG-Anlage und dem Fernwärmenetz bzw. dem externen Wärmeabnehmer befindet sich üblicherweise am Flansch nach der Absperrarmatur des versorgenden Heizsystems in der Versorgungsleitung zum Abnehmer. Die nachfolgende Leitung, durch die die Wärme transportiert wird, gehört folglich dem Abnehmer.

Die endgültige Festlegung der Systemgrenze und Eigentumsverhältnisse wird individuell per Vertrag geregelt und geschieht, unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und Grundstücksgrenzen, bilateral zwischen Wärmeerzeuger und Fernwärmenetzbetreiber bzw. Wärmeabnehmer.

3.2.5 Anschlüsse der Nutzungszeige

Die Systemgrenze zwischen der PtG-Anlage und dem jeweiligen Nutzungszeig (Wasserstoff-Tankstelle / Industriegebiet / Rückverstromung / Erdgas- bzw. Wasserstoffnetz) befindet sich hinter dem Flansch der Absperrarmatur am Beginn der Verbindungsleitung aus dem Zwischenspeicher und der Einspeiseanlage für den jeweiligen Nutzungszeig (siehe Abb. 3.4). Sollte kein Zwischenspeicher vorhanden sein, wird die Systemgrenze an der Verbindungsleitung nach der Absperrarmatur der PtG-Anlage (einschließlich Wasserstoffaufbereitung, Verdichtung) bzw. vor der Absperrarmatur des Abnehmers gezogen.

Für jeden Nutzungszeitpunkt gilt: die genaue Festlegung der Systemgrenze und der Eigentumsverhältnisse sowie der Investitionskosten für den Anschluss geschieht, unter Berücksichtigung der Grundstücksgrenzen, bilateral zwischen Anlagenbetreiber und Wasserstoffabnehmer.

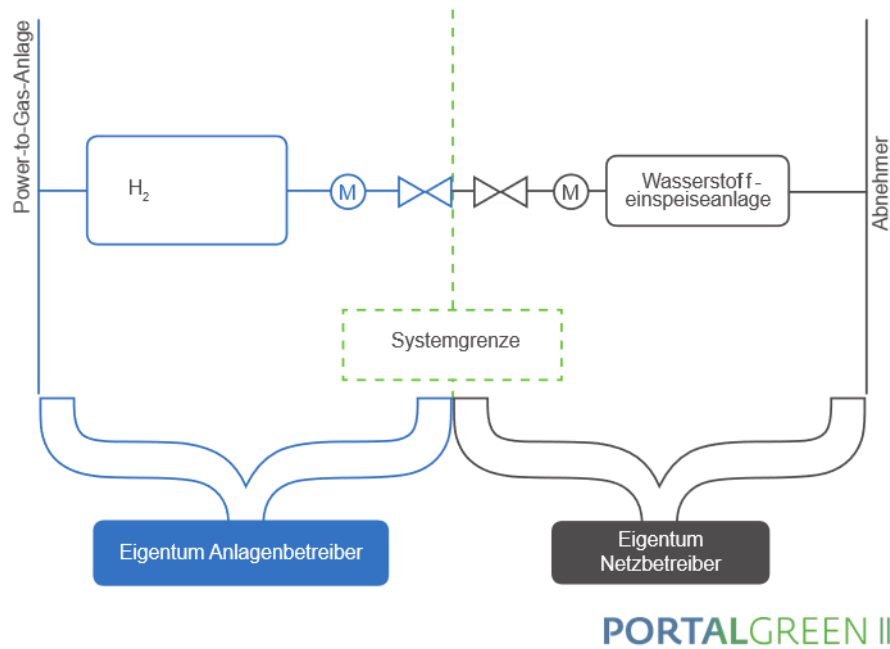


Abb. 3.4 Systemgrenze zwischen PtG-Anlage und dem jeweiligen Nutzungszeitpunkt;
M steht in dieser Abbildung für Messungen des Gasdurchflusses

4 Anzuwendende Rechtsvorschriften und Technische Regelwerke

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die relevanten Rechtsvorschriften (EU-Richtlinien und -Verordnungen, Gesetze, Verordnungen) und technischen Regelwerke für Planung, Inbetriebnahme und Betrieb von PtG-Anlagen gegeben sowie zentrale Begriffe für die nachfolgenden Kapitel des Leitfadens eingeführt. Dazu wird im Kapitel 4.1 die übergeordnete Struktur der Rechtsvorschriften und Regelwerke dargestellt und dabei die relevanten Quellen aufgezeigt. Anschließend wird im Kapitel 4.2 erläutert, wie eine PtG-Anlage den jeweiligen Rechtsvorschriften zugeordnet werden kann und wann welche Rechtsvorschriften vom Betreiber zu berücksichtigen sind. Dieses Kapitel ist zentral für den weiteren Inhalt des Leitfadens. Die genannten Inhalte werden abschließend im Kapitel 4.3 noch einmal zusammengefasst und dort die Auswirkungen der Zuordnungen skizziert.

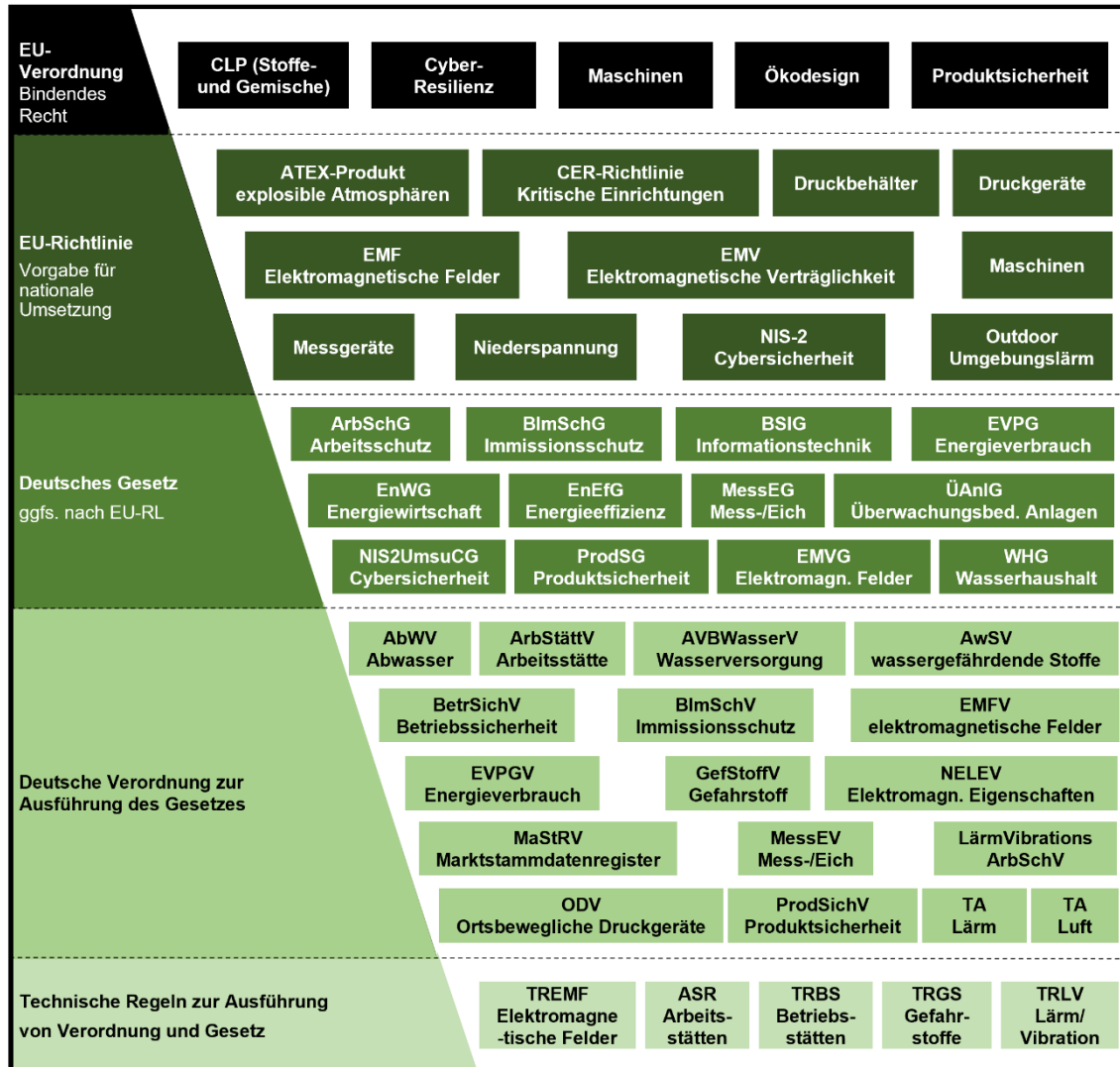
4.1 Überblick

Es gibt eine Vielzahl von europäischen (EU) Rechtsvorschriften (Richtlinien und Verordnungen), nationalen Rechtsvorschriften sowie technischen Regelwerken, die bei Errichtung, Inbetriebnahme und Betrieb von PtG-Anlagen berücksichtigt werden müssen. Dabei beschränkt sich dieser Leitfaden auf Rechtsvorschriften, die technische Aspekte adressieren. Genehmigungsrechtliche Aspekte werden im genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN beschrieben.

Die **grundlegende Struktur der Rechtsvorschriften und technischen Regelwerke** ist anhand der relevanten Vorschriften für diesen Leitfaden in Abb. 4.1 dargestellt. EU-Richtlinien gelten im Gegensatz zu EU-Verordnungen nicht unmittelbar, sondern müssen jeweils in nationales Recht umgesetzt werden. Viele der in Abb. 4.1 gezeigten EU-Richtlinien werden durch das deutsche Produktsicherheitsgesetz²⁵ (ProdSG) und das

²⁵ Produktsicherheitsgesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2021/ProdSG.pdf

Arbeitsschutzgesetz²⁶ (ArbSchG) sowie die jeweils unterlagerten deutschen Verordnungen umgesetzt²⁷. Da nationale Rechtsvorschriften oftmals auf die Inhalte der jeweils umgesetzten EU-Richtlinien verweisen oder auch wortgleiche Texte beinhalten, wird in diesem Leitfaden je nach Relevanz die nationale oder die europäische Rechtsvorschrift herangezogen.



PORTALGREEN II

Abb. 4.1 Hierarchische Struktur der relevanten Gesetze, Richtlinien, Verordnungen und technischen Regelwerke

²⁶ ArbSchG: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/>

²⁷ Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gibt unter folgender Adresse über den aktuellen Stand der untergeordneten Verordnungen Auskunft:
https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/Regelwerk_node.html

Beim Betrieb von PtG-Anlagen sind zunächst die folgenden **Technischen Regeln** zu berücksichtigen, die den Stand der Technik beschreiben:

- Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS),
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS),
- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR),
- Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) und
- Technische Regeln zu Elektromagnetischen Feldern (TREM-F).

Darüber hinaus sind **Normen und Regeln** von weiteren privatwirtschaftlichen Verbänden wie dem Deutschen Institut für Normung (DIN) sowie EU-weit harmonisierte Normen einzuhalten. Die EU-weit harmonisierten Normen beziehen sich in der Regel auf die Herstellung von Produkten. Aufgrund der Vielzahl an Normen und Regelwerken werden in diesem Leitfaden hauptsächlich übergeordnete Normen und Regeln oder Regelreihen genannt, anhand derer bei Bedarf eine vertiefte Recherche durchgeführt werden kann. Eine umfassende Übersicht zu Normen und Regelwerken bieten

- die Datenbank der Normungsroadmap Wasserstofftechnologien²⁸,
- das Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE²⁹ zu Normen mit Bezug auf PtX-Anlagen,
- die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA) „Normenverzeichnisse“³⁰ mit einem Überblick über harmonisierte Normen in einer übersichtlichen Struktur und basierend auf nachfolgender Quelle,
- die Europäische Kommission „Harmonised Standards“³¹ mit einem Überblick über harmonisierte Normen, beispielsweise zu „Machinery“ (Maschinenverordnung) oder zu „Pressure equipment“ (Druckgeräte-Richtlinie).

²⁸ Datenbank der Normungsroadmap Wasserstofftechnologien: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normensuche>

²⁹ TransHyDE: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/aktuelles/news/transhyde/uebersicht>

³⁰ BAUA Normenverzeichnis: <https://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Gesetzliche-und-hoheitliche-Aufgaben/Produktsicherheitsgesetz/Normenverzeichnisse.html>

³¹ EU Harmonised Standards: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/european-standards/harmonised-standards_en

4.2 Einordnung der PtG-Anlage und der Rolle des Betreibers

Um zu bestimmen, **welche Rechtsvorschriften** bei der Planung, dem Bau oder dem Betrieb von PtG-Anlagen **zur Anwendung kommen**, müssen zunächst die folgenden Fragen geklärt werden

- Wird die PtG-Anlage als Energieanlage nach Energiewirtschaftsgesetz³² (EnWG), als überwachungsbedürftige Anlage oder als erlaubnispflichtige Anlage im Sinne des Gesetzes über überwachungsbedürftige Anlagen³³ (ÜAnlG) und der Betriebssicherheitsverordnung³⁴ (BetrSichV) eingestuft?
- Ist der Betreiber einer PtG-Anlage gleichzeitig ihr Hersteller im Sinne des ProdSG?
- Wann gilt der Betreiber einer PtG-Anlage als Arbeitgeber?

Für die zweite und dritte Frage ist zunächst wichtig, wer als **Betreiber der PtG-Anlage** gilt. Der Begriff „Betreiber“ ist nicht allgemein festgelegt. In Bezug auf überwachungsbedürftige Anlagen wird im § 2 Abs. 3 ÜAnlG ein Betreiber definiert als „natürliche oder juristische Personen, die [...] bestimmenden Einfluss auf die Errichtung, die Änderung oder den Betrieb“ ausüben. Generell kann diese Sichtweise, insbesondere der „bestimmende Einfluss“ auf den Betrieb, auch auf die Verwendung von PtG-Anlagen allgemein übertragen werden, sollte im Zweifelsfall aber immer unter den beteiligten Personen bzw. Organisationen geklärt werden.

In den Unterkapiteln 4.2.1 bis 4.2.3 werden die drei oben gestellten Fragen beantwortet. Das anschließende Kapitel 4.3 fasst die Auswirkungen der jeweiligen Einordnungen zusammen.

4.2.1 Einordnung der PtG-Anlage

In diesem Kapitel wird dargestellt, nach welchen Kriterien eine PtG-Anlage als Energieanlage, überwachungsbedürftige Anlage oder erlaubnispflichtige Anlage eingeordnet werden kann. Sehr kurz und vereinfachend zusammengefasst ist eine PtG-Anlage

³² Energiewirtschaftsgesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/

³³ ÜAnlG: https://www.gesetze-im-internet.de/_anlg/

³⁴ Betriebssicherheitsverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/; Die BetrSichV soll durch die Verordnung für überwachungsbedürftige Anlagen ersetzt werden. Im November 2025 gilt allerdings immer noch die BetrSichV.

- eine **Energieanlage**, wenn sie Energie (Wasserstoff, Elektrizität) in ein öffentliches Energieversorgungsnetz einspeist,
- eine **überwachungsbedürftige Anlage**, wenn sie gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken dient oder durch sie Beschäftigte gefährdet werden können und sie aufgrund des Anlagentyps als überwachungsbedürftige Anlage vom Gesetzgeber definiert wurde (Anlagen in Zusammenhang mit Druck oder Explosionsgefahren),
- eine **erlaubnispflichtige Anlage**, wenn sie eine Dampfkesselanlage ab einer bestimmten Größe, eine Füllanlage von ortsbeweglichen Druckgeräten ab einer Füllkapazität von 10 kg je Stunde, bzw. eine Gasfüllanlage für Fahrzeuge mit Brennstoff oder Treibstoff umfasst.

In den nachfolgenden Unterkapiteln wird die Einstufung einer PtG-Anlage in die drei Anlagentypen genauer erläutert. Abschließend folgen eine Zusammenfassung und Diskussion dieser Einstufung. Von der Einstufung hängt ab, welche Anforderungen an die Anlage bestehen.

4.2.1.1 Energieanlage

Energieanlagen werden im **Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)** geregelt. Dazu werden im § 3 EnWG die wesentlichen Begriffe definiert. Diesen Begriffen folgend, kann eine PtG-Anlage oder ein Teil der PtG-Anlage als Energieanlage eingestuft werden, wenn sie Energie, z. B. Wasserstoff oder Elektrizität nach der Rückverstromung mit einer Brennstoffzelle bzw. einem Blockheizkraftwerk, in ein leitungsgebundenes Energieversorgungsnetz einspeist³⁵. Hingegen kann eine PtG-Anlage nicht als Energieanlage eingestuft werden, wenn der Wasserstoff nicht-leitungsgebunden mit Fahrzeugen (Straßenfahrzeug, Schiff, Zug) abgegeben wird. Zur genaueren Definition einer Energieanlage sind nachfolgend die relevanten Begriffe aus § 3 EnWG dargestellt:

- „**Energieanlagen**“ als „Anlagen zur Erzeugung, Speicherung, Fortleitung oder Abgabe von **Energie**, soweit sie nicht lediglich der Übertragung von Signalen dienen [...]“ (§ 3 Nr. 15 EnWG),

³⁵ Die Definition der Kundenanlage nach § 3 Nr. 24a EnWG wurde durch ein Urteil vom Europäischen Gerichtshof am 28.11.2024 als nicht gültig erklärt. Hierzu auch die Stellungnahme der Bundesnetzagentur und ein BGH-Urteil:
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Aktuelles/Kundenanlagen/start.html>

- „**Energie**“ ist „Elektrizität, Gas und Wasserstoff, soweit sie zur **leitungsgebundenen Energieversorgung** verwendet werden“ (§ 3 Nr. 14 EnWG),
- Wasserstoff wird zudem den Begriffen „Gas“ und „Biogas“ zugeordnet, wenn er durch Wasserelektrolyse erzeugt worden ist (§ 3 Nr. 10g und 19a EnWG),
- „**Energieversorgungsnetze**“ sind „Elektrizitätsversorgungsnetze und **Gasversorgungsnetze** über eine oder mehrere Spannungsebenen bzw. Druckstufen mit Ausnahme von **Kundenanlagen** im Sinne der Nummern 24a und 24b sowie im Rahmen des Teil 5 [des EnWG zur Planfeststellung] Wasserstoffnetze)“ (§ 3 Nr. 16 EnWG),
- „**Gasversorgungsnetze**“ sind alle Fernleitungsnetze und Gasverteilnetze oder Gasspeicheranlagen, die für den Zugang zur Fernleitung bzw. zur Verteilung erforderlich sind und einem / mehreren Energieversorgungsunternehmen gehören bzw. von ihnen betrieben werden (§ 3 Nr. 20 EnWG),
- „**Kundenanlagen**“ sind **Energieanlagen** zur Abgabe von Energie (überwiegend für häusliche Anwendungen), „a) die sich auf einem räumlich zusammengehörenden Gebiet befinden oder bei der durch eine Direktleitung nach Nummer 12 mit einer maximalen Leitungslänge von 5 000 Metern und einer Nennspannung von 10 bis einschließlich 40 Kilovolt Anlagen nach § 3 Nummer 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes angebunden sind“ und „c) für die Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs bei der Versorgung mit Elektrizität und Gas unbedeutend sind“ (§ 3 Nr. 24a EnWG); dazu gelten noch weitere Kriterien.
- „**Kundenanlagen zur betrieblichen Eigenversorgung**“ sind **Energieanlagen** zur Abgabe von Energie wie in § 3 Nr. 24a EnWG, nur mit einer Änderung zum Buchstaben „c) fast ausschließlich dem betriebsnotwendigen Transport von Energie innerhalb des eigenen Unternehmens oder zu verbundenen Unternehmen oder fast ausschließlich dem der Bestimmung des Betriebs geschuldeten Abtransport in ein Energieversorgungsnetz dienen“ (§ 3 Nr. 24b EnWG).

4.2.1.2 Überwachungsbedürftige Anlage

Überwachungsbedürftige Anlagen werden seit 2022 im „**Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen**“ (ÜAnIG) geregelt (davor im ProdSG). Nach § 2 Nr. 1 ÜAnIG sind überwachungsbedürftige Anlagen

- solche, die gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken dienen oder durch die Beschäftigte gefährdet werden können, und
- die aufgrund ihrer Risiken für die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten in einer Verordnung nach § 31 ÜAnlG als überwachungsbedürftige Anlagen definiert wurden.

Dabei ist zu beachten, dass nach § 1 Abs. 3 Nr. 2 ÜAnlG das Gesetz nicht gilt „soweit in anderen Rechtsvorschriften entsprechende oder weitergehende Vorschriften vorgesehen sind“, was auf die im Energiewirtschaftsgesetz geregelten Energieanlagen zutrifft.

Gemäß § 31 ÜAnlG soll eine Verordnung erstellt werden, welche die Einstufung einer Anlage als überwachungsbedürftige Anlage regelt und dann auch die BetrSichV ersetzt. Diese Verordnung war zum Erstellungszeitpunkt dieses Leitfadens noch nicht verfügbar. Bis zu ihrem Inkrafttreten gilt nach § 34 ÜAnlG weiterhin die Liste der überwachungsbedürftigen Anlagen des **§ 2 Nr. 30 ProdSG vom 8. November 2011** in der Fassung der Änderung vom 19. Juni 2020. Darin sind u. a. genannt:

- a) Dampfkesselanlagen mit Ausnahme von Dampfkesselanlagen auf Seeschiffen,
- b) Druckbehälteranlagen außer Dampfkesselanlagen,
- c) Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen,
- d) Leitungen unter innerem Überdruck für brennbare, ätzende oder giftige Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten, sowie
- f) Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Zu diesen Anlagen gehören auch Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen, die dem sicheren Betrieb der überwachungsbedürftigen Anlage dienen.

Nach **§ 2 Nr. 13 BetrSichV** werden im Anhang II BetrSichV ebenfalls folgende überwachungsbedürftige Anlagen definiert, die die oben genannte Liste ergänzen:

- Abschnitt 3 (Explosionsgefährdungen): Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen („Gesamtheit der explosionsschutzrelevanten Arbeitsmittel einschließlich der Verbindungselemente sowie der explosionsschutzrelevanten Gebäudeteile“ nach Anhang II, Abschnitt 3, Nr. 2 BetrSichV)

- Abschnitt 4 (Druckanlagen, siehe detaillierten Wortlaut in Anhang II, Abschnitt 4, Nr. 2.1 und 2.2 BetrSichV): Druckanlagen sind u. a.
 - a) Dampfkesselanlagen,
 - b) Druckbehälteranlagen (außer Dampfkesselanlagen),
 - c) Füllanlagen (Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter) zur Befüllung von Druckbehältern, ortsbeweglichen Druckgeräten oder Land-, Wasser-, Luftfahrzeugen mit Gasen zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff,
 - d) Rohrleitungen unter innerem Überdruck für entzündbare oder ätzende Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten in Zusammenhang mit Wasserstoff.

Zudem müssen Druckanlagen entweder sein oder enthalten: Druckgeräte (entsprechend der EU-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU³⁶), ortsbewegliche Druckgeräte (entsprechend der EU-Richtlinie für ortsbewegliche Druckgeräte 2010/35/EU³⁷) oder einfache Druckbehälter (entsprechend der EU-Richtlinie über einfache Druckbehälter 2014/29/EU³⁸).

- Weiterhin sind nach § 2 Nr. 13 BetrSichV erlaubnispflichtige Anlagen gemäß § 18 BetrSichV ebenfalls überwachungsbedürftige Anlagen (siehe Abschnitt 4.2.1.3 dieses Leitfadens).
- Allerdings gelten entsprechend § 1 Abs. 4 BetrSichV die Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen (Abschnitt 3 BetrSichV) nicht für Energieanlagen im Sinne des § 3 EnWG, soweit sie Druckanlagen im Sinne der Buchstaben b, c oder d sind. Die Anforderungen an Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (Buchstabe f) nach Abschnitt 3 BetrSichV sind auch bei Energieanlagen einzuhalten.

Zusammenfassend ist eine PtG-Anlage oder ein Teil der PtG-Anlage überwachungsbedürftig, wenn die Anlage

- gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken dient oder durch die Anlage Beschäftigte gefährdet werden können und

³⁶ EU-Druckgeräterichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0068>

³⁷ EU-Richtlinie 2010/35/EU: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex%3A32010L0035>

³⁸ EU-Druckbehälterrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0029>

- in der Liste des § 2 Nr. 30 ProdSG in der Fassung vom 8. November 2011 enthalten ist bzw. im Anhang II Nr. 2.1 und 2.2 BetrSichV beschrieben wird, wobei für eine PtG-Anlage insbesondere die Einordnung als Anlage in explosionsgefährdeten Bereichen oder als Druckanlage relevant ist.

Dabei ist zu beachten, dass Druckanlagen im Sinne der Buchstaben b, c oder d des § 2 Nr. 30 ProdSG in der Fassung vom 8. November 2011 (Druckanlagen) nicht nach Abschnitt 3 BetrSichV überwachungsbedürftig sind, wenn sie Energieanlagen sind (siehe dazu auch § 1 Abs. 3 Nr. 2 ÜAnlG, mit dem Energieanlagen vom ÜAnlG ausgenommen werden). Die Anforderungen an Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (Buchstabe f) sind auch bei Energieanlagen einzuhalten. Zudem ist jede erlaubnispflichtige Anlage auch eine überwachungsbedürftige Anlage.

4.2.1.3 Erlaubnispflichtige Anlage

Eine Erlaubnis der zuständigen Behörde (i. d. R. die Gewerbeaufsicht) ist **nach § 18 BetrSichV bei Errichtung, Betrieb und Änderung** u. a. für folgende Anlagentypen einzuholen und wird üblicherweise im Rahmen der Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) behandelt (siehe hierzu Kapitel 6 des genehmigungsrechtlichen Leitfadens für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN):

- Dampfkesselanlagen nach BetrSichV (siehe vorheriges Unterkapitel zur BetrSichV Anhang II Abschnitt 4 Buchstabe a), die nach Artikel 13 in Verbindung mit Anhang II Diagramm 5 der EU-Richtlinie 2014/68/EU (EU-Druckgeräterichtlinie) in die Kategorie IV einzustufen sind,
- Anlagen mit Druckgeräten nach BetrSichV (siehe vorheriges Unterkapitel zur BetrSichV Anhang II Abschnitt 4 Buchstabe c, Füllanlagen), in denen mit einer Füllkapazität von mehr als 10 Kilogramm je Stunde ortsbewegliche Druckgeräte mit Druckgasen zur Abgabe an Andere befüllt werden, und
- Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen im Sinne von Anhang 1 Nummer 2.2 der EU-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008³⁹ (CLP-Verordnung zur Klassifizierung (C), Kennzeichnung (L) und Verpackung (P) von Stoffen und Gemischen) zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff (Gasfüllanlagen).

³⁹ CLP-Verordnung: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32008R1272>

Somit ist eine **PtG-Anlage erlaubnispflichtig**, wenn sie eine Dampfkesselanlage oder Füllanlagen ab einer bestimmten Größe umfasst oder eine Gasfüllanlage für Fahrzeuge mit Brennstoff oder Treibstoff einbezieht.

4.2.1.4 Zusammenfassung und Beispiele zur Einordnung

Auf Basis der dargestellten Gesetze und Verordnungen kann eine PtG-Anlage als Energieanlage, überwachungsbedürftige Anlage bzw. erlaubnispflichtige Anlage eingestuft werden. Die Einstufung als eine Energieanlage hängt von deren Nutzung ab, während die Einstufung als überwachungsbedürftige oder erlaubnispflichtige Anlage von der Anlage bzw. deren Anlagenteilen abhängt. Für die Einstufung von Teilen einer PtG-Anlage als überwachungsbedürftige bzw. erlaubnispflichtige Anlage werden in Tab. 4.1 Beispiele gegeben.

Tab. 4.1 Beispiele für die Einstufung als überwachungsbedürftige bzw. erlaubnispflichtige Anlage

Einstufung als überwachungsbedürftige Anlage	Beispiel entsprechend der Einstufung
Dampfkesselanlage Erlaubnispflichtig , wenn in Kat. IV nach Anhang II, Diagramm 5 der Druckgeräterichtlinie (EU-Richtlinie 2014/68/EU) einzustufen	- Dampfkessel eines Kraftwerks mit Dampfkreisläufen
Druckbehälteranlagen	- Elektrolyseure mit Überdruck
Füllanlagen, die dazu bestimmt sind, dass mit ihnen Folgendes befüllt wird (mit Ausnahme von Energieanlagen nach § 1 Abs. 4 BetrSichV): - Druckbehälter, - ortsbewegliche Druckgeräte, - Land-, Wasser- oder Luftfahrzeuge mit Treib- oder Brennstoff (Gasfüllanlage) Erlaubnispflichtig , wenn Befüllung von ortsbeweglichen Druckgeräten mit Druckgasen zur Abgabe an Andere mit Füllkapazität > 10 kg/h	- Speichertanks - Füllanlagen für ortsbewegliche Druckgasflaschen - Wasserstoff-Gasfüllanlage
Rohrleitungsanlagen unter innerem Überdruck für entzündbare oder ätzende Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten (mit Ausnahme der Druckgefährdungen, wenn die Rohrleitungsanlagen Energieanlagen sind)	- Leitungen mit Wasserstoff
Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	- Elektrolyseanlage

Zudem bestehen folgende Beziehungen zwischen einer Energieanlage und einer überwachungsbedürftigen sowie einer erlaubnispflichtigen Anlage:

- eine erlaubnispflichtige Anlage ist immer eine überwachungsbedürftige Anlage,
- eine überwachungsbedürftige Anlage muss nicht erlaubnispflichtig sein,
- eine Druckanlage, die eine Energieanlage ist, ist keine überwachungsbedürftige Anlage, und
- eine Anlage bzw. ein Anlagenteil in einem explosionsgefährdeten Bereich ist überwachungsbedürftig, auch wenn sie eine Energieanlage oder ein Teil davon ist. Gleiches gilt für erlaubnispflichtige Anlagen anstelle von überwachungsbedürftigen Anlagen.

Im letzten Fall können zwei Behörden die Aufsicht über die PtG-Anlage haben: für Energieanlagen ist die Energieaufsicht zuständig und für überwachungsbedürftige Anlagen die Gewerbeaufsicht (siehe hierzu Kapitel 4.3). Dementsprechend sollte mit den Behörden besprochen werden, wie die Aufsicht geregelt wird.

4.2.2 Hersteller im Sinne des Produktsicherheitsgesetzes

Das **Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)** gilt nach § 1 „wenn im Rahmen einer Geschäftstätigkeit Produkte auf dem Markt bereitgestellt, ausgestellt oder erstmals verwendet werden“. Nach § 2 Nr. 21 ProdSG ist ein Produkt eine „Ware, ein Stoff oder ein Gemisch, das durch einen Fertigungsprozess hergestellt worden ist“, und dementsprechend besteht die PtG-Anlage aus Produkten.

Nach dem ProdSG hat ein Hersteller eines Produktes im Europäischen Binnenmarkt die Pflicht, die Vorgaben aus dem ProdSG sowie die Anforderungen der relevanten Produktsicherheitsverordnungen (ProdSV) an das Produkt einzuhalten und dafür Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen. Dabei sind neben den deutschen ProdSVen auch zunehmend die europäischen Verordnungen zur Produktregulierung⁴⁰ zu berücksichtigen. In Bezug auf PtG-Anlagen ist dabei insbesondere die Frage von Bedeutung, **wer für welche Teile der PtG-Anlage als Hersteller nach ProdSG** gilt. Diese Frage kann auch für Betreiber einer PtG-Anlage wichtig sein, da Betreiber auch Hersteller nach ProdSG sein können.

⁴⁰ „New legislative framework“ der EU:
https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/goods/new-legislative-framework_en

Der Hintergrund zur Beantwortung dieser Frage wird in den beiden folgenden Unterkapiteln dargestellt. Im ersten Unterkapitel wird der Begriff „Hersteller“ allgemein eingeführt und gezeigt, welche Teile welcher ProdSV zugeordnet werden können. Im zweiten Unterkapitel werden darauf aufbauend die Schlussfolgerungen für eine PtG-Anlage gezogen und dafür vier charakteristische Fälle beschrieben, wann ein Betreiber auch Hersteller von Teilen der Anlage ist.

4.2.2.1 Definition im Produktsicherheitsgesetz und dessen Verordnungen

Nach § 2 Nr. 15 ProdSG ist ein „Hersteller jede natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses Produkt in ihrem eigenen Namen oder unter ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet; als Hersteller gilt auch jeder, der

- geschäftsmäßig seinen Namen, seine Handelsmarke oder ein anderes unterscheidungskräftiges Kennzeichen an einem Produkt anbringt und sich dadurch als Hersteller ausgibt oder
- ein Produkt wiederaufarbeitet oder die Sicherheitseigenschaften eines Verbraucherprodukts beeinflusst und dieses anschließend auf dem Markt bereitstellt“.

In den ProdSVen wird der Begriff Hersteller genauer definiert.

Dazu wird zuerst die Frage geklärt, welche **ProdSV wann anzuwenden** ist. In Bezug auf PtG-Anlagen können verschiedene deutsche ProdSVen relevant sein, die in Tab. 4.2 mit ihren Anwendungsbereichen zusammengefasst sind (vgl. VAIS-Merkblatt 12 /VAI 22/). Da für PtG-Anlagen insbesondere die Maschinenverordnung (9. ProdSV)⁴¹, die Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV)⁴² und die Druckgeräteverordnung (14. ProdSV)⁴³ relevant sind, wird auf diese hier im Leitfaden genauer eingegangen. Diese drei Verordnungen setzen die EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG⁴⁴, die EU-ATEX-

⁴¹ Maschinenverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_9/

⁴² Explosionsschutzprodukteverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_11_2016/

⁴³ Druckgeräteverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_14_2016/

⁴⁴ EU-Maschinenrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32006L0042>

Produktrichtlinie 2014/34/EU⁴⁵ bzw. die EU-Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU in deutsches Recht um. Die EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird am 20.01.2027 vollständig durch die EU-Maschinenverordnung 2023/1230/EU⁴⁶ abgelöst, welche dann auch alle Regelungen der deutschen Maschinenverordnung (9. ProdSV) ersetzt.

Bei der Entscheidung, welche Verordnungen anzuwenden sind, **wird die Anlage in kleinere Bestandteile über Teilanlagen, Systeme und Teilsysteme bis auf Komponentenebene unterteilt**. Für jedes Teil muss geprüft werden, ob eine der Verordnungen auf das Teil anwendbar ist. Wenn ja, muss das Teil der oder auch den Verordnungen entsprechen. Das zusammengebaute Produkt (z. B. eine Teilanlage) muss ebenfalls mit den Anforderungen aller anwendbaren Verordnungen übereinstimmen, wobei auf die Teile des zusammengebauten Produkts unterschiedliche Verordnungen Anwendung finden können. Beispielsweise regelt die Maschinenverordnung (9. ProdSV) Produkte (Maschinen) mit einem Antriebssystem und mindestens einem beweglichen Teil (bspw. Pumpen). Bestimmte Komponenten der Leittechnik (Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen) können der Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) zugeordnet werden und die Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) wird auf unter Druck stehende Teile (Stack, Rohrleitungen, Verdichter, Wasserstoffspeicher) einer PtG-Anlage angewendet. Genauere Erläuterungen zur Maschinenverordnung (9. ProdSV), zur Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) und zur Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) folgen am Ende dieses Kapitels. Für Wasserstoff-Verdichter können u. a. alle drei Verordnungen relevant sein.

⁴⁵ ATEX-Produktrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0034>

⁴⁶ EU-Maschinenverordnung: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1230/oj?locale=de>

Tab. 4.2 Für PtG-Anlagen relevante ProdSVen

Verordnung (Deutschland / EU)	Anwendungsbereich
Verordnung über elektrische Betriebsmittel (1. ProdSV) ⁴⁷ EU-Richtlinie 2014/35/EU ⁴⁸	§ 1 Satz 1: „...neue elektrische Betriebsmittel, die auf dem Markt bereitgestellt werden, ... zur Verwendung bei einer Nennspannung zwischen 50 und 1 000 Volt für Wechselstrom und zwischen 75 und 1 500 Volt für Gleichstrom“
Verordnung über einfache Druckbehälter (6. ProdSV) ⁴⁹ EU-Richtlinie 2014/29/EU	§ 1 Satz 1: „...neue serienmäßig hergestellte einfache Druckbehälter..., die auf dem Markt bereitgestellt werden“
Maschinenverordnung (9. ProdSV) EU-Richtlinie 2006/42/EG im Übergang bis 19.01.2027 zur EU-Verordnung 2023/1230/EU	§ 1 Satz 1: „... die Bereitstellung auf dem Markt und die Inbetriebnahme von folgenden neuen Produkten: 1. Maschinen, 2. auswechselbare Ausrüstungen, 3. Sicherheitsbauteile, 4. Lastaufnahmemittel, 5. Ketten, Seile und Gurte, 6. abnehmbare Gelenkwellen und 7. unvollständige Maschinen.
Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/34/EU	§ 1 Satz 1 „...folgende neuen Produkte, die auf dem Markt bereitgestellt, ausgestellt oder erstmals verwendet werden ...: 1. Geräte und Schutzsysteme, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, 2. Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, die zur Verwendung außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, jedoch im Hinblick auf Explosionsrisiken für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind oder zum sicheren Betrieb beitragen, und 3. Komponenten, die zum Einbau in die in Nummer 1 genannten Geräte und Schutzsysteme bestimmt sind.
Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/68/EU	§1 Satz 1 „...neue Druckgeräte und Baugruppen mit einem maximal zulässigen Druck von über 0,5 bar, die auf dem Markt bereitgestellt, ausgestellt oder erstmals verwendet werden“

Bei der Bewertung des Anwendungsbereiches müssen ebenfalls die hier nicht dargestellten Bereiche berücksichtigt werden, auf die die jeweilige Verordnung nicht anzuwenden ist (siehe hierzu Tab. 6.2).

⁴⁷ 1. ProdSV: https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_1/

⁴⁸ EU-Niederspannungsrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0035>

⁴⁹ 6. ProdSV: https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_6/BJNR059710016.html

Die Definitionen des Begriffs **„Hersteller“** in den verschiedenen ProdSVen wird in Tab. 4.3 zusammengefasst. Dabei ist hervorzuheben, dass die Druckgeräte-, Maschinen- und Explosionsschutzprodukteverordnung den Zusatz „für den Eigengebrauch“ bzw. „für ihre eigenen Zwecke“ in der Definition des „Herstellers“ enthalten. Dieser Zusatz wird in anderen ProdSVen nicht gemacht.

Tab. 4.3 Definition des Begriffs „Hersteller“ in verschiedenen ProdSVen

Produktsicherheitsverordnung	Definition „Hersteller“
Verordnung über elektrische Betriebsmittel (1. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/35/EU	Jede natürliche oder juristische Person, die ein elektrisches Betriebsmittel herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses elektrische Betriebsmittel unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet.
Verordnung über einfache Druckbehälter (6. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/29/EU	Jede natürliche oder juristische Person, die einen einfachen Druckbehälter herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und diesen einfachen Druckbehälter unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet
Maschinenverordnung (9. ProdSV) EU-Richtlinie 2006/42/EG bzw. EU-Verordnung 2023/1230/EU	Jede natürliche oder juristische Person, die eine von dieser Verordnung erfasste Maschine oder eine unvollständige Maschine konstruiert oder baut und für die Übereinstimmung der Maschine oder unvollständigen Maschine mit dieser Verordnung im Hinblick auf ihr Inverkehrbringen unter ihrem eigenen Namen oder Warenzeichen oder für den Eigengebrauch verantwortlich ist . Wenn kein Hersteller im Sinne des Satzes 1 vorhanden ist, wird jede natürliche oder juristische Person, die eine von dieser Verordnung erfasste Maschine oder unvollständige Maschine in den Verkehr bringt oder in Betrieb nimmt, als Hersteller betrachtet.
Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/34/EU	Jede natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses Produkt unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet oder für ihre eigenen Zwecke verwendet .
Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) EU-Richtlinie 2014/68/EU	Jede natürliche oder juristische Person, die ein Druckgerät oder eine Baugruppe herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses Druckgerät oder diese Baugruppe unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet oder für eigene Zwecke verwendet .

Abschließend wird noch genauer auf weitere relevante Begriffe der Maschinenverordnung (9. ProdSV), der Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) und der Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) eingegangen.

Erläuterungen zur Maschinenverordnung (9. ProdSV)

Zur Interpretation des Anwendungsbereichs der Maschinenverordnung (9. ProdSV) sind die folgenden Begriffsdefinitionen relevant:

- **Unvollständige Maschine:** „ist eine Gesamtheit, die fast eine Maschine bildet, für sich genommen aber keine bestimmte Funktion erfüllen kann. Ein Antriebssystem stellt eine unvollständige Maschine dar. Eine unvollständige Maschine ist nur dazu bestimmt, in andere Maschinen oder unvollständige Maschinen oder Ausrüstungen eingebaut oder mit ihnen zusammengefügt zu werden, um zusammen mit ihnen eine Maschine im Sinne dieser Verordnung zu bilden.“ (§ 2, Satz 8)
- **Maschine:** „eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines beziehungsweise eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind“ (§2, Satz 2 a). Dabei können in einer Maschine auch einzelne Teile fehlen bzw. kann eine Maschine auch erst funktionsfähig sein, wenn sie nach der Installation in einem Gebäude funktionsfähig ist (§ 2, Satz 2 b, c).
- **Gesamtheit von Maschinen:** Mehrere Maschinen die, „damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit von Maschinen funktionieren“ (§ 2, Satz 2 d). Siehe dazu auch den Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG der Europäischen Kommission⁵⁰ (Abschnitt zu § 38).

Mit Bezug zur PtG-Anlage haben die Begriffe folgende Bedeutung:

- Für eine unvollständige Maschine (z. B. ein Verdichter ohne Schutzvorrichtungen) wird von ihrem Hersteller kein EU-Konformitätsbewertungsverfahren entsprechend

⁵⁰ Europäische Kommission: Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (Auflage 2.3):
<https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Arbeitsschutz/leitfaden-fuer-anwendung-maschinenrichtlinie-2006-42-eg.html>

der Maschinenverordnung durchgeführt (ggf. aber durch andere ProdSVen), sondern eine Einbauerklärung mit Risikobeurteilung und Montageanleitung mitgeliefert; wird die unvollständige Maschine durch den Betreiber der PtG-Anlage entsprechend der Einbauerklärung mit anderen Teilen zu einer Maschine zusammengefügt, gilt er als Hersteller und muss das Konformitätsbewertungsverfahren nach Maschinenverordnung durchführen.

- Die Definition von Maschinen trifft beispielsweise auf Pumpen, Verdichter, etc. zu, die durch deren Hersteller entsprechend der Maschinenverordnung bewertet werden.
- Die Definition der „Gesamtheit von Maschinen“ (bspw. Fertigungsstraßen) wird in der Regel nicht auf PtG-Anlagen oder ihre Teilanlagen angewendet, da ihre einzelnen Maschinen nicht direkt zusammenwirken, sondern über die Prozesse (Umwandlung von Wasser zu Wasserstoff) miteinander verbunden sind. Somit gilt ein Betreiber einer PtG-Anlage, in der er mehrere Maschinen verbaut hat, nicht als Hersteller im Sinne der Maschinenverordnung. Entsprechend des VAIS-Merkblatts 12 /VAI 22/ kann jedoch ein atmosphärischer Elektrolyseur mit eigener Steuerung ggf. als Gesamtheit von Maschinen angesehen werden.

Erläuterungen zur Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV)

Die Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) gilt für Geräte und Schutzsysteme und deren Komponenten, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind und zudem für Sicherheits- Kontroll- und Regelvorrichtungen, wenn sie im Hinblick auf Explosionsschutzrisiken für den sicheren Betrieb von Geräten oder Schutzsystemen erforderlich sind, auch wenn sich die Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche befinden. Diese Teile werden im Sinne der Verordnung als Produkt bezeichnet.

Dabei sind entsprechend § 2 der Explosionsschutzprodukteverordnung:

- **Geräte:** Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugungssysteme, die
 - a) einzeln oder kombiniert zur Erzeugung, Übertragung, Speicherung, Messung, Regelung oder Umwandlung von Energien oder zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind und

- b) eigene potenzielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.
- **Schutzsysteme:** Alle Vorrichtungen mit Ausnahme der Komponenten von Geräten, die anlaufende Explosionen umgehend stoppen oder den von einer Explosion betroffenen Bereich begrenzen sollen und als Systeme mit autonomer Funktion gesondert auf dem Markt bereitgestellt werden, und
- **Komponenten:** Solche Bauteile, die für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind, ohne jedoch selbst eine autonome Funktion zu erfüllen.

Somit müssen alle Geräte, Schutzsysteme oder Komponenten in einem **explosionsgefährdeten Bereich einer PtG-Anlage** auch den Anforderungen der Explosionsschutzprodukteverordnung (11. ProdSV) entsprechen, wofür die Hersteller dieser Teile das entsprechende EU-Konformitätsbewertungsverfahren durchführen müssen. Ein Betreiber einer PtG-Anlage ist in der Regel nicht der Hersteller dieser Teile.

Erläuterungen zur Druckgeräteverordnung (14. ProdSV)

Um zu entscheiden, welche Produkte in den Anwendungsbereich der Druckgeräteverordnung (14. ProdSV) fallen, sind folgende Begriffsdefinitionen zu betrachten:

- **Druck:** „der auf den Atmosphärendruck bezogene Druck, das heißt ein Überdruck“ (§ 2 Nr. 2, Druckgeräteverordnung),
- **Druckgerät:** „Behälter, Rohrleitungen, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion und druckhaltende Ausrüstungsteile, ggf. einschließlich an drucktragenden Teilen angebrachte Elemente wie Flansche, Stutzen, Kupplungen, Trageelemente, Hebeösen“ (§ 2 Nr. 3, Druckgeräteverordnung),
- **Baugruppe:** „mehrere Druckgeräte, die von einem Hersteller zu einer zusammenhängenden funktionalen Einheit verbunden werden“ (§ 2 Nr. 1, Druckgeräteverordnung).

Dementsprechend kann eine **Baugruppe aus einem unter Druck betriebenen Elektrolyseur, den Rohrleitungen, einem Verdichter und einem Druckgasspeicher** bestehen, die eine funktionale Einheit bilden. Wird diese Baugruppe durch den Betreiber

der PtG-Anlage zusammengesetzt, gilt er als Hersteller der Baugruppe und muss das entsprechende EU-Konformitätsbewertungsverfahren durchführen.

4.2.2.2 Schlussfolgerungen für PtG-Anlagen

Wie in Abb. 4.2 illustriert, muss bei der **Errichtung einer PtG-Anlage** auf jeder Ebene der Komponenten, Teilsysteme, Systeme, Teilanlagen und der Anlage geprüft werden, ob aus den Teilen der Ebene eine Baugruppe (Druckgeräteverordnung), eine Maschine, insbesondere aus unfertigen Maschinen (Maschinenverordnung) oder ein Gerät (Explosionsschutzprodukteverordnung) gebildet werden kann. Ist dies der Fall und setzt der Betreiber der PtG-Anlage ihre Teile selbst zusammen bzw. ändert die Sicherheitseigenschaften und bringt diese in Verkehr – in der Maschinenverordnung, der Druckgeräteverordnung und der Explosionsschutzprodukteverordnung gilt dies auch für den Gebrauch zu eigenem Zweck – ist der Betreiber auch Hersteller des Produkts der zusammengesetzten Teile und muss deswegen die Pflichten eines Herstellers erfüllen und u. a. ein EU-Konformitätsbewertungsverfahren mit CE-Kennzeichnung dafür durchführen.

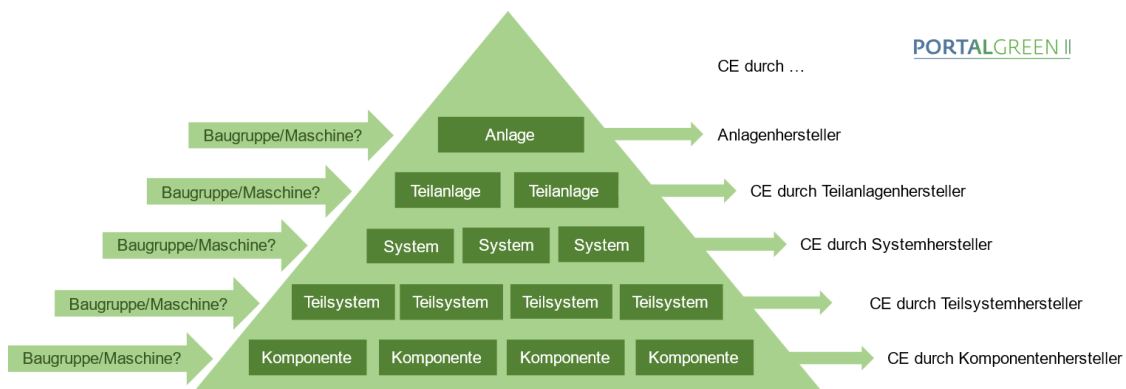


Abb. 4.2 Grundsätzlicher Aufbau einer Anlage aus den Teilen der unterschiedlichen Ebenen

Für **PtG-Anlagen** sind vier Fälle zu unterscheiden /VAI 22/, /FAR 23/:

- Wenn eine PtG-Anlage, zum Beispiel in einem **Container, funktionsfertig** gekauft und nur durch den Anschluss von Leitungen etc. installiert wird, ist der Betreiber kein Hersteller im Sinne des ProdSG, da keine neue Baugruppe oder Maschine entsteht.
- Wenn eine PtG-Anlage vor Ort **durch den Betreiber aus unterschiedlichen Teilen zusammengesetzt** wird, muss wie in Abb. 4.2 gezeigt auf jeder Ebene geprüft werden, ob eine Baugruppe oder eine Maschine entsteht. Ist dies der Fall, sind durch

den Betreiber (bzw. dann auch den Hersteller im Sinne des ProdSG) die Pflichten eines Herstellers auf dieser Ebene zu erfüllen. Dies kann beispielsweise auf alle unter Druck stehende Teile einer PtG-Anlage zutreffen, die eine Baugruppe bilden und ggf. an andere fertige Maschinen (bzw. zur Wasserversorgung) angeschlossen sind.

- Wird die **PtG-Anlage vor Ort von einer Fachfirma errichtet**, gilt unter den im vorherigen Spiegelstrich genannten Voraussetzungen die Fachfirma als Hersteller der Anlage bzw. ihrer Teile.
- Eine PtG-Anlage kann aber auch aus **einer Elektrolyseanlage und anderen angeschlossenen Systemen**, wie zum Beispiel zur Gasnetzeinspeisung, einer Wasserstofftankstelle oder weiteren Anlagen zur Verwendung oder Umwandlung des Wasserstoffs bestehen. Diese unterschiedlichen Systeme stehen in der Regel nicht in einem funktionellen Zusammenhang bzw. wirken nicht vollumfänglich zusammen, sodass sie weder einer Baugruppe (Druckgeräteverordnung) noch einer Maschine bzw. Gesamtheit von Maschinen (Maschinenverordnung) entsprechen. Ihre Bestandteile (die alle eine EU-Konformitätserklärung durch ihren Hersteller haben) können daher vom Betreiber einer PtG-Anlage zusammengefügt werden, ohne dass der Betreiber zum Hersteller der Gesamtanlage wird. Die EU-Konformitätserklärungen sollten dann zusammen vorgehalten werden.

Diese Beispiele können jedoch nicht pauschal auf verschiedene konkrete PtG-Anlagen-Projekte übertragen werden. Insbesondere beim zweiten und vierten Fall müssen Betreiber und Hersteller der Teile klären, wer für die Konformitätsbewertung der Anlage und ihrer Teile verantwortlich ist.

4.2.3 PtG-Anlagenbetreiber als Arbeitgeber

Das **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)** und seine unterlagerten Verordnungen (BetrSichV, GefStoffV, ...) richten sich an Arbeitgeber. Nach § 2 Abs. 3 ArbSchG sind Arbeitgeber natürliche und juristische Personen sowie rechtsfähige Personengesellschaften, die andere Personen beschäftigen (Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer). Darüber hinaus steht nach § 2 Abs. 3 BetrSichV eine Person dem Arbeitgeber gleich, die „zu gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken eine überwachungsbedürftige Anlage verwendet“, obwohl die Person selbst keine Personen beschäftigt.

Dementsprechend ist ein **Betreiber einer PtG-Anlage, der Mitarbeiter beschäftigt oder bei dem die Anlage (auch ohne Mitarbeiter) als überwachungsbedürftige Anlage eingestuft wurde, immer auch ein Arbeitgeber** im Sinne des ArbSchG und der BetrSichV mit den daraus folgenden Pflichten. Die grundlegende Pflicht für den Betreiber einer überwachungsbedürftigen Anlage ist dabei im § 3 Abs. 1 ÜAnIG sehr weit gefasst: „Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass die überwachungsbedürftigen Anlagen so errichtet, geändert und betrieben werden, dass die Sicherheit und der Gesundheitsschutz Beschäftigter und anderer Personen gewährleistet ist.“ Dementsprechend muss der Betreiber auch für die sichere Verwendung von Arbeitsmitteln und deren Stand der Technik sorgen, wenn beispielsweise Angestellte einer Fremdfirma an der PtG-Anlage arbeiten.

4.3 Auswirkungen der Einordnung und Übersicht zum Leitfaden

Die oben dargestellte Zuordnung der PtG-Anlage zu einem der drei Anlagentypen (Energieanlage, überwachungsbedürftige Anlage, erlaubnispflichtige Anlage) sowie die Rolle eines Betreibers, Herstellers oder Arbeitgebers haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Pflichten des Betreibers, der ggf. auch Pflichten eines Herstellers übernehmen muss, auf die Anforderungen an die Anlage und auf die zuständige Behörde für die Genehmigung der Anlage. In diesem Kapitel wird ein kurzer Überblick über die unterschiedlichen Auswirkungen gegeben und dabei auch auf die relevanten Kapitel des Leitfadens verwiesen.

Die **Pflichten für Betreiber** und ggf. Arbeitgeber einer PtG-Anlage werden im **Kapitel 5** beschrieben. Kapitel 5.1 gibt dazu einen Überblick über alle relevanten Rechtsvorschriften und geht dabei auf die jeweiligen Pflichten der Betreiber ein. Diese hängen u. a. von der Einstufung der PtG-Anlage und ihrer Größe ab. In den Kapiteln 5.2 bis 5.6 werden die grundlegenden Pflichten genauer beschrieben, beispielsweise

- die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen,
- die Sicherstellung des Brandschutzes und des Explosionsschutzes sowie
- die Durchführung von Prüfungen (Schutzmaßnahmen, Arbeitsmittel, ...).

Im Kapitel 5.1.7 werden alle Pflichten zusammengefasst.

Die **Pflichten für Hersteller** werden im **Kapitel 6** dargestellt. Hierzu gehört insbesondere die Durchführung

- des EU-Konformitätsbewertungsverfahrens sowie
- der Risikobeurteilung des Produkts.

Da digitale Elemente in Steuerungssystemen von Anlagen eingesetzt werden, die auch per Fernzugriff erreichbar und damit für Angriffe von außen empfänglich sein können, ist eine gemeinsame Betrachtung der technischen Sicherheit und der Informationssicherheit wichtig. Dies gilt auch für PtG-Anlagen (ggf. ab einer bestimmten Produktionsleistung bzw. Betriebsgröße), weshalb in den Kapiteln 5.6 und 6.2 auf die entsprechenden **Pflichten für Betreiber und Hersteller im Rahmen der Informationssicherheit bzw. Cybersicherheit** eingegangen wird.

Die charakteristische Anforderung an **überwachungsbedürftige Anlagen bzw. erlaubnispflichtige Anlagen** ist, dass die vor Inbetriebnahme, Wiederinbetriebnahme und in regelmäßigen Abständen von externen Prüfern (i. d. R. zugelassenen Überwachungsstellen) überprüft werden müssen bzw. eine Betriebserlaubnis von der zuständigen Aufsichtsbehörde benötigen. Auf die Prüfungen wird in Kapitel 5.5.3 genauer eingegangen. Die Aufsicht für solche Anlagen hat die Gewerbeaufsichtsbehörde, die die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und des Gesundheitsschutzes beim Betrieb dieser Anlagen überwacht. Die Gewerbeaufsicht ist abhängig vom Bundesland entweder auf Landesebene (z. B. in Berlin, Brandenburg, Rheinland-Pfalz, ...) bzw. auf Ebene der Bezirksregierungen / Bezirkspräsidien (z. B. Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen, ...) angesiedelt.

An Betreiber von **Energieanlagen** werden weitgehend ähnliche Anforderungen gestellt, wie an Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen, insbesondere in Bezug auf die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, den Explosionsschutz und die notwendigen Prüfungen. Allerdings ist für Energieanlagen im Vergleich zu überwachungsbedürftigen Anlagen eine andere Aufsichtsbehörde zuständig (abgesehen vom Explosionsschutz, der bei Energieanlagen auch der Gewerbeaufsichtsbehörde unterliegt). Sie befindet sich auf Ebene der Landesregierungen, zumeist im Ministerium für Wirtschaft oder Energie, und hat die Überwachung und Regulierung der Energieversorgung zur Aufgabe. Die Pflichten für Betreiber von Energieanlagen werden in den Kapiteln 5.1.6 (allgemeine Pflichten) und 5.5.5 (Prüfungen) genauer dargestellt.

Sind **gleichzeitig mehr als 5000 kg Wasserstoff in einem Betriebsbereich⁵¹ mit einer PtG-Anlage vorhanden oder vorgesehen**, wird dieser Bereich der unteren oder oberen Klasse im Sinne der **Störfall-Verordnung** (Störfall-VO, 12. BImSchV⁵²) zugeordnet, womit dann auch die Störfall-VO von dem Betreiber zu berücksichtigen ist. Weitere Informationen dazu werden im Kapitel 5.1.5 gegeben.

Im gewerblichen Kontext müssen PtG-Anlagen als Arbeitsmittel nach § 4 BetrSichV dem **Stand der Technik** entsprechen. Der Stand der Technik wird allgemein im Kapitel 7.1 dieses Leitfadens beschrieben, wobei es zwei Besonderheiten gibt:

- Bei **Energieanlagen** kann der Stand der Technik nach § 49 Abs. 2 EnWG angenommen werden, wenn die Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Gas nach dem Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) und die Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität nach dem Regelwerk des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE) errichtet wurden. Darauf wird auch im Kapitel 5.1.6 in Zusammenhang mit den Pflichten für Betreiber von Energieanlagen, sowie im Kapitel 7.3 mit direktem Bezug zu den technischen Anforderungen an Energieanlagen eingegangen. In beiden Fällen wird auf das DVGW-Regelwerk Bezug genommen, wobei das DVGW-Arbeitsblatt G 220 „Power-to-Gas Energieanlagen: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb“ im Zentrum steht. In Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt G 220 werden PtG-Anlagen, die eine Energieanlage sind, hier im Leitfaden als PtG-Energieanlagen bezeichnet.
- In Betriebsbereichen im Anwendungsbereich der **Störfall-VO** müssen die Beschaffenheit und der Betrieb der darauf befindlichen Anlagen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Darauf wird auch kurz im Kapitel 5.1.5 eingegangen.

Diese unterschiedlichen Vorgaben zum Stand der Technik zwischen der BetrSichV und dem DVGW- bzw. VDE-Regelwerk müssen je nach Einsatzzweck der PtG-Anlage von

⁵¹ Der Begriff Betriebsbereich wird im § 3 Abs. 5a BImSchG wie folgt definiert: „der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich [mit gefährlichen Stoffen] in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen oder Tätigkeiten auch bei Lagerung“, wenn darin die in der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) beschriebenen Mengen an gefährlichen Stoffen „tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein werden, oder soweit vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass die genannten gefährlichen Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen anfallen“

⁵² Störfall-Verordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_12_2000/

den Herstellern beachtet werden. Dies betrifft insbesondere die unterschiedlichen zuständigen Stellen (Aufsichtsbehörden, Stellen für die Prüfung der Anlage), die sich an den Regelwerken orientieren.

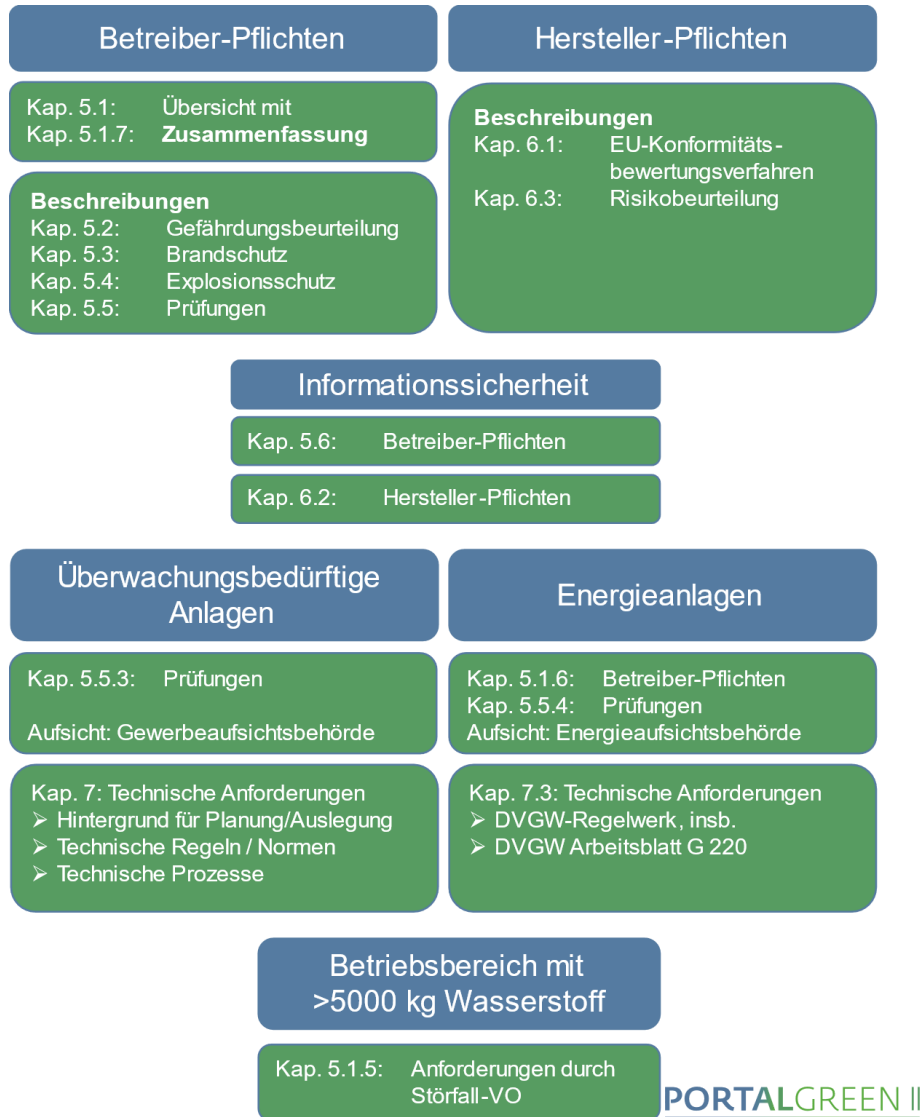


Abb. 4.3 Übersicht der je nach Einordnung der PtG-Anlage relevanten Pflichten

5 Pflichten für Betreiber aus Sicht des Arbeitsschutzes und der Betriebssicherheit

In diesem Kapitel werden Pflichten im Rahmen des Arbeitsschutzes und der Betriebssicherheit für den Betreiber einer PtG-Anlage behandelt. Die nachfolgend dargestellten Pflichten sind weitgehend für alle Betreiber von PtG-Anlagen gültig. Zusätzliche Pflichten bestehen für den Betreiber, wenn die Anlage als eine überwachungsbedürftige Anlage eingestuft wurde, sie in den Geltungsbereich der Störfall-VO fällt oder sie eine Energieanlage ist. Für die Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen ist zusätzlich zu beachten, dass sie Arbeitgeber im Sinne der BetrSichV sind, auch wenn sie keine eigenen Mitarbeiter beschäftigen.

Im Kapitel 5.1 wird ein **Überblick über die relevanten Gesetze und Pflichten für Betreiber** gegeben. Die meisten Pflichten werden dabei nur stichpunktartig mit ihrem Bezug zu den Rechtsvorschriften erwähnt, da sie allgemein für Betreiber unterschiedlicher Anlagen bzw. Arbeitgeber gelten. Am Ende des Überblicks im Kapitel 5.1.7 werden die **Pflichten in der Tab. 5.1 werden alle Pflichten zusammengefasst**.

Tab. 5.1 **zusammengefasst** und in den anschließenden Kapiteln auf folgende Pflichten mit Fokus auf PtG-Anlagen eingegangen:

- Durchführung von **Gefährdungsbeurteilungen**,
- Sicherstellung des **Brandschutzes** und des **Explosionsschutzes**,
- Durchführung von **Prüfungen** (Schutzmaßnahmen, Arbeitsmittel, ...), sowie
- **Informationssicherheit**.

5.1 Überblick über relevante Gesetze und Pflichten für Betreiber

Pflichten für Betreiber von PtG-Anlagen werden in unterschiedlichen Gesetzen definiert, die durch Verordnungen und weitergehenden Regeln spezifiziert werden (siehe Abb. 5.1). Dementsprechend wird in diesem Kapitel auf die folgenden Bereiche eingegangen:

- Kapitel 5.1.1: Grundlegend für den Betrieb einer betrieblich genutzten PtG-Anlage ist das **ArbSchG mit den Verordnungen** für Arbeitsstätten (ArbStättV), zu Lärm- und Vibrationsschutz (LärmVibrationsArbSchV), zur Betriebssicherheit (BetrSichV), zu

Gefahrstoffen (GefStoffV) und zu elektromagnetischen Feldern (EMFV). In den Verordnungen wird die Einhaltung des Standes der Technik gefordert. Dieser wird in den entsprechenden Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), für Betriebssicherheit (TRBS), für Gefahrstoffe (TRGS) und für Lärm (TRLV-Lärm) konkretisiert. Diese Technischen Regeln werden fortlaufend auf ihre Aktualität überprüft und ggf. angepasst.

- Kapitel 5.1.2: Weiterhin fallen die in diesem Leitfaden betrachteten PtG-Anlagen in den Bereich des **BImSchG** mit den technischen Anleitungen zur Reinhaltung von Luft (TA-Luft) und zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm), die ebenfalls Pflichten für den Betreiber der Anlagen vorgeben.
- Kapitel 5.1.3: Die NIS-2-Richtlinie EU/2022/2555 der EU beschreibt ebenfalls Anforderungen für Betreiber von PtG-Anlagen im Rahmen der **Informationssicherheit**, die in deutsches Recht umgesetzt werden sollen.
- Kapitel 5.1.4: Im Falle der Einstufung der PtG-Anlage als **überwachungsbedürftige Anlage** gelten die in Abschnitt 2 des ÜAnlG und in Abschnitt 3 der BetrSichV⁵³ festgeschriebenen Pflichten für den Betreiber.
- Kapitel 5.1.5: Noch weitergehende Pflichten bestehen für Betreiber von PtG-Anlagen, die in den Bereich der **Störfall-VO** (12. BImSchV) fallen.
- Kapitel 5.1.6: Für **PtG-Energieanlagen** werden Pflichten für Betreiber durch das Energiewirtschaftsgesetz und dadurch durch das DVGW-Regelwerk vorgegeben.

Eine **Zusammenfassung aller Pflichten** aus den unterschiedlichen Bereichen folgt im Kapitel 5.1.7.

⁵³ Die BetrSichV soll durch eine Verordnung für überwachungsbedürftige Anlagen ersetzt werden. Zum Erstellungszeitpunkt dieses Leitfadens gilt allerdings immer noch die BetrSichV.

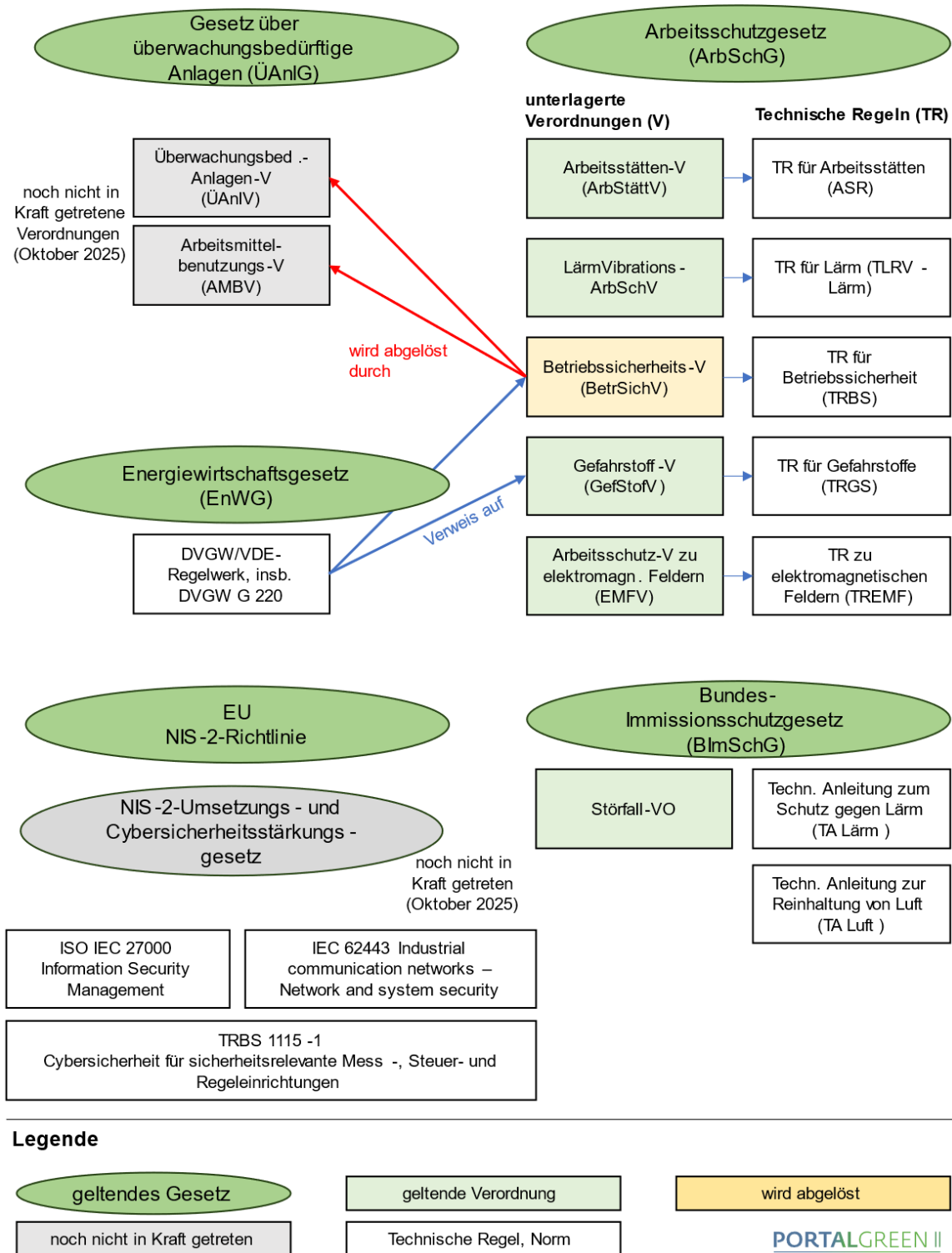


Abb. 5.1 Für den Arbeitsschutz und die Betriebssicherheit relevante Gesetze mit deren unterlagerten Verordnungen, Technischen Regeln, technischen Anleitungen bzw. Normen

5.1.1 Aufgaben und Pflichten im Rahmen des ArbSchG

In den folgenden Unterkapiteln wird ein kurzer Überblick zu den Pflichten des Arbeitgebers im Rahmen des ArbSchG und den unterlagerten Verordnungen gegeben. Eine aktuelle Übersicht über die Verordnungen des ArbSchG stellt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) auf ihrer Internetseite zum Regelwerk⁵⁴ zur Verfügung.

5.1.1.1 Arbeitsschutzgesetz

Das Arbeitsschutzgesetz⁵⁵ hat nach § 1 ArbSchG das Ziel „**Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten** bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern“ und definiert dazu im Abschnitt 2 die „Pflichten des Arbeitgebers“. Neben den Grundpflichten des Arbeitgebers (§ 3 ArbSchG) und den allgemeinen Grundsätzen (§ 4 ArbSchG) sind hervorzuheben:

- die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen für die Aufgaben der Beschäftigten nach § 5 ArbSchG und deren Dokumentation nach § 6 ArbSchG,
- die Erste Hilfe, Brandbekämpfung und Evakuierung der Beschäftigten nach §§ 9 und 10 ArbSchG und
- die Unterweisung der Beschäftigten über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz nach § 12 ArbSchG.

5.1.1.2 Arbeitsstättenverordnung

Aufbauend auf dem ArbSchG beschreibt die Arbeitsstättenverordnung⁵⁶ weitere Pflichten des Arbeitgebers zum Arbeitsschutz in Arbeitsstätten. Nach § 3 ArbStättV müssen Gefährdungsbeurteilungen zum Errichten und Betreiben einer Arbeitsstätte durchgeführt und nach § 3a ArbStättV die Arbeitsstätte entsprechend eingerichtet werden. Die Sicherheitseinrichtungen (z. B. Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtung) müssen in regelmäßigen Abständen geprüft werden (§ 4 Nr.3 ArbStättV). Zudem sind die Beschäftigten entsprechend zu unterweisen (§ 6 ArbStättV).

⁵⁴ BAUA Regelwerk: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk>

⁵⁵ ArbSchG: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/>

⁵⁶ ArbStättV: https://www.gesetze-im-internet.de/arbst_ttv_2004/

Weiterhin werden die Pflichten im Anhang der Arbeitsstättenverordnung konkretisiert. Hier sind insbesondere Maßnahmen gegen Brände (Abschnitt 2.2 ArbStättV), Fluchtwege und Notausgänge (Abschnitt 2.3 ArbStättV) sowie Maßnahmen gegen Lärm (Abschnitt 3.7 ArbStättV) zu nennen.

5.1.1.3 Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung⁵⁷ dient dem Schutz der Beschäftigten vor Lärmbelastungen. Nach § 3 LärmVibrationsArbSchV hat der Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzustellen, ob die Beschäftigten Lärm oder Vibrationen ausgesetzt sind oder sein können. Zudem werden im § 6 LärmVibrationsArbSchV Auslösewerte für die Lärmexposition vorgegeben, ab denen weitere Maßnahmen (§ 7 LärmVibrationsArbSchV) ergriffen werden müssen. Die unteren Auslösewerte für den Tages-Lärmexpositionspegel und den Spitzenschalldruckpegel sind 80 dB(A) bzw. 135 dB(C). Ab diesen Werten sollen z. B. dämmende Maßnahmen den Pegel senken und ggf. müssen den Beschäftigten Gehörschütze zur Verfügung gestellt werden. Nach § 11 LärmVibrationsArbSchV sind die Beschäftigten entsprechend zu unterweisen.

Die Vorgaben werden in der Technischen Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV) konkretisiert. Weiterhin werden in der Technischen Regel für Arbeitsstätten (ASR A3.7 „Lärm“) Vorgaben in Bezug auf den Lärmschutz an Arbeitsstätten gemacht.

Bei **PtG-Anlagen kann eine Lärmbelastung für Beschäftigte** insbesondere durch Kühler, Kompressoren, Pumpen oder Ventilatoren entstehen. Die entsprechenden Lärmpegel hängen stark von der jeweiligen Leistung, Größe und Bauart der Komponenten sowie ihrer Umgebung ab. Von in Bezug auf Geräuschemissionen relevanten Maschinen werden die Schalleistungspegel in der Betriebsanleitung angegeben bzw. können in der Regel beim Hersteller erfragt werden. Die Lärmbelastung in einer Arbeitsstätte hängt jedoch auch von der Umgebung ab, weswegen im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung die Lärmbelastung bewertet werden muss. Hinweise dazu gibt Abschnitt 7 der ASR A3.7 mit unterschiedlich komplexen Bewertungsverfahren.

⁵⁷ LärmVibrationsArbSchV: https://www.gesetze-im-internet.de/l_rmvibrationsarb-schv/BJNR026110007.html

5.1.1.4 Betriebssicherheitsverordnung

Im Abschnitt 2 BetrSichV werden Vorgaben zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen zu Arbeitsmitteln und zu Schutzmaßnahmen gemacht. Laut § 2 BetrSichV sind Arbeitsmittel auch „Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie Überwachungsbedürftige Anlagen“ und könnten somit auch PtG-Anlagen sein.

In § 3 BetrSichV wird deutlich darauf hingewiesen, dass eine CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel nicht von der **Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung** entbindet. Die Gefährdungsbeurteilung muss von einer fachkundigen Person durchgeführt werden. Dabei sind auch Art und Umfang von erforderlichen Prüfungen der Arbeitsmittel sowie die Fristen von wiederkehrenden Prüfungen festzulegen. Zusätzlich muss die Gefährdungsbeurteilung selbst regelmäßig überprüft werden, wobei der aktuelle Stand der Technik zu berücksichtigen ist. Die Ergebnisse müssen zudem dokumentiert werden. Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung muss der Arbeitgeber die notwendigen Schutzmaßnahmen zur Verwendung des Arbeitsmittels bereitstellen und sie angemessen in die betriebliche Organisation einbinden und die Beschäftigten entsprechend unterweisen (§ 12 BetrSichV).

Die §§ 4 und 6 der BetrSichV beschreiben die Grundpflichten des Arbeitgebers und die grundlegenden Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln. Dabei spielt insbesondere die **regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen** eine Rolle.

Die §§ 8 und 9 BetrSichV behandeln **Schutzmaßnahmen bei Gefährdungen durch Energien**. Entsprechend § 8 Abs. 2 BetrSichV müssen sicherheitstechnisch erforderliche Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen (MSR-Einrichtungen) vom Betreiber in Arbeitsmitteln vorgesehen werden, damit die Arbeitsmittel sicher und zuverlässig verwendet werden können. Nach Abschnitt 2.10 der TRBS 1201 (Prüfungen von Arbeitsmitteln und Überwachungsbedürftigen Anlagen) dienen MSR-Einrichtungen zur sicheren Verwendung von Arbeitsmitteln und bestehen aus miteinander verbundenen Sensor-, Aktor- und Logikeinheiten. Prüfungen der MSR-Einrichtungen werden in der TRBS 1115 (Sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen) und TRBS 1115 Teil 1 zur Cybersicherheit von MSR-Einrichtungen beschrieben, wobei Cybersicherheit entsprechend Abschnitt 2.2 der TRBS 1115 Teil 1 „alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um Netz- und Informationssysteme, die Nutzer solcher Systeme und andere von Cyberbedrohungen betroffene Personen zu schützen“ einschließt. Nach § 8 Abs. 6 BetrSichV muss ein kraftbetriebenes Arbeitsmittel beispielsweise über eine „Notbefehlseinrichtung zum sicheren Stillsetzen

des gesamten Arbeitsmittels“ verfügen. Weiterhin müssen nach § 9 BetrSichV die Arbeitsmittel, die in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verwendet werden, entsprechend ausgelegt sein.

Der § 11 BetrSichV verpflichtet den Arbeitgeber, Maßnahmen zur Beherrschung „instabiler Zustände“ zu treffen, insbesondere **bei An-/Abfahr- und Erprobungsvorgängen**. Zudem müssen Informationen über Maßnahmen bei Notfällen für die Beschäftigten und die Rettungsdienste zur Verfügung stehen.

Entsprechend § 12 BetrSichV müssen die **Beschäftigten** über den sicheren Umgang mit Arbeitsmitteln informiert sein. Dies gilt vor allem bei der erstmaligen Verwendung.

Bei der **Zusammenarbeit verschiedener Arbeitgeber** muss nach § 13 BetrSichV ein Koordinator schriftlich bestellt werden, wenn eine erhöhte Gefahr für Arbeitnehmer besteht. Der Koordinator muss die erforderlichen Schutzmaßnahmen zwischen den Arbeitgebern abstimmen.

Zudem muss der Arbeitgeber nach §14 BetrSichV

- Arbeitsmittel, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt, vor der erstmaligen Verwendung und
- Arbeitsmittel, die Schäden verursachenden Einflüssen ausgesetzt sind, wiederkehrend

von einer zur Prüfung befähigten Person nach § 2 Abs. 6 BetrSichV prüfen lassen. Nach prüfpflichtigen Änderungen (siehe Anhang A dieses Leitfadens) muss ebenfalls eine Prüfung durchgeführt werden. **Die Prüfungen müssen dokumentiert werden.**

Weitere Vorgaben durch die BetrSichV mit Bezug zu überwachungsbedürftigen Anlagen werden im Kapitel 5.1.4 beschrieben.

5.1.1.5 Gefahrstoffverordnung

Die Gefahrstoffverordnung⁵⁸ (GefStoffV) hat das Ziel, „den Menschen und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen“, wobei der Abschnitt 2 GefStoffV auf die Informationspflichten für das Inverkehrbringen von gefährlichen Stoffen und Gemischen eingeht und die Abschnitte 3 bis 6 für Tätigkeiten gelten, bei denen Beschäftigte Gefährdungen durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse ausgesetzt sein können.

Im Abschnitt 2 GefStoffV werden mit dem § 3 GefStoffV entsprechend der CLP-Verordnung⁵⁹ EG Nr. 1272/2008 **Gefahrenklassen für Gefahrstoffe** definiert. Nach Abschnitt 2 GefStoffV müssen die Stoffe vor dem **Inverkehrbringen durch den Lieferanten** in eine Gefahrenklasse eingruppiert (§ 3), entsprechend verpackt (§ 4) und anschließend ein Sicherheitsdatenblatt (§ 5) für die Weitergabe entlang der Lieferkette ausgestellt werden. Entsprechend Artikel 2 CLP-Verordnung ist ein Lieferant ein „Hersteller [des Stoffes, ...] der einen Stoff [...] in Verkehr bringt“, wobei als Inverkehrbringen die „entgeltliche oder unentgeltliche Abgabe an Dritte oder Bereitstellung für Dritte“ gilt. Der Betreiber der PtG-Anlage kann somit auch Lieferant sein.

Entsprechend der Nummerierung der CLP-Verordnung Anhang I (siehe auch § 3 Abs. 2 GefStoffV) kann Wasserstoff der Gefahrenklasse 2.2 (entzündbare Gase) und Sauerstoff der Gefahrenklasse 2.4 (oxidierende Gase) zugeordnet werden, womit beide nach § 2 Abs. 1 GefStoffV Gefahrstoffe sind, was auch generell auf unter Druck stehende Gase (Gefahrenklasse 2.5) zutrifft. Kaliumhydroxid bzw. Kalilauge wird in alkalischen Elektrolyseuren verwendet und entspricht den Gefahrenklassen 2.16 (korrosiv gegenüber Metallen), 3.1 (akute Toxizität), 3.2 (Ätz- und Reizwirkung auf die Haut) und 3.3 (schwere Augenschädigungen / Augenreizungen). Zudem kann auch Ammoniak zur Kühlung der Elektrolyseanlage eingesetzt werden und ist ebenfalls ein Gefahrstoff mit den Gefahrenklassen 2.16, 3.2, 3.3, 3.8 (spezifische Zielorgan-Toxizität) und 4.1 (gewässergefährdend).

Im Abschnitt 3 GefStoffV werden dem Arbeitgeber weitergehende Vorgaben bei der Durchführung einer **Gefährdungsbeurteilung** (§ 6 GefStoffV) gemacht sowie **Grund-**

⁵⁸ Gefahrstoffverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv_2010/

⁵⁹ CLP-Verordnung: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32008R1272>

pflichten (§ 7 GefStoffV) des Arbeitgebers beschrieben. In Bezug auf die Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber ein Verzeichnis über alle im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe zu führen sowie ein Explosionsschutzdokument (§ 6 Abs. 9 GefStoffV) zu erstellen. Entsprechend der Grundpflichten in § 7 GefStoffV darf der Arbeitgeber die Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und entsprechende Schutzmaßnahmen ergriffen wurden (§ 7 Abs. 1 und 2 GefStoffV). Dabei ist der Arbeitgeber für die Aufbewahrung, Prüfung und Erneuerung der Schutzausrüstung verantwortlich (§ 7 Abs. 6 GefStoffV). Zudem muss der Arbeitgeber die Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen regelmäßig, mindestens jedes dritte Jahr, überprüfen und deren Ergebnisse vorzugsweise zusammen mit der Gefährdungsbeurteilung dokumentieren (§ 7 Abs. 7 GefStoffV).

Im Abschnitt 4 GefStoffV wird u. a. auf die **allgemeinen Schutzmaßnahmen** (§ 8 GefStoffV), Schutzmaßnahmen **gegen Brand- und Explosionsgefährdungen** (§ 11 GefStoffV zusammen mit Anhang I Nr. 1 GefStoffV), **Betriebsstörungen, Unfälle und Notfälle** (§ 13 GefStoffV) und die Unterrichtung und Unterweisung von Beschäftigten (§ 14 GefStoffV) eingegangen. Die allgemeinen Schutzmaßnahmen umfassen die geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes, die geeignete Arbeitsorganisation und die Bereitstellung der geeigneten Arbeitsmittel. Im § 13 GefStoffV werden Vorgaben zu Maßnahmen bei Betriebsstörungen und Notfällen gemacht. Demnach muss der Arbeitgeber geeignete Notfallmaßnahmen festlegen, die bei Notfällen zu ergreifen sind (einschließlich Erste-Hilfe-Einrichtungen und regelmäßiger Übungen). Weiterhin muss der Arbeitgeber sicherstellen, dass Informationen zu geeigneten Maßnahmen zur Verfügung stehen und auch betriebsfremde Notfalldienste darauf Zugriff haben. Nach § 14 GefStoffV hat der Arbeitgeber die Pflicht, eine schriftliche Betriebsanweisung zu erstellen, die der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV Rechnung trägt, und diese den Beschäftigten in verständlicher Form zugänglich zu machen.

5.1.1.6 Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern

Die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (EMFV)⁶⁰ stellt Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf elektromagnetische Felder. Bei PtG-Anlagen können relevante elektromagnetische

⁶⁰ EMFV: <https://www.gesetze-im-internet.de/emfv/BJNR253110016.html>

Felder vornehmlich am **Transformator oder Gleichrichter** entstehen und bei **größeren PtG-Anlagen** eine zunehmende Rolle spielen.

Die für die **Gefährdungsbeurteilung** notwendigen Informationen kann sich der Arbeitgeber beim Hersteller der verwendeten Arbeitsmittel oder ggf. durch Berechnungen oder Messungen beschaffen. Berechnung, Messung und Beurteilung müssen durch eine fachkundige Person oder mit Beratung einer fachkundigen Person durchgeführt werden. Der Arbeitgeber hat Maßnahmen zur Vermeidung und zur Verringerung der Gefährdungen zu treffen. Dazu zählen technische Maßnahmen wie Abschirmung der relevanten Komponenten oder räumliche Trennung von Arbeitsbereichen, organisatorische Maßnahmen wie Zutrittsbeschränkungen und Warnschilder zur Begrenzung von Ausmaß und Dauer der Exposition und, wenn diese Maßnahmen nicht ausreichen oder nicht anwendbar sind, eine geeignete persönliche Schutzausrüstung.

Zur Umsetzung der verbindlichen Vorgaben der EMFV werden **Technische Regeln** zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (TREMf) gegeben. Zusätzlich stellt die EU einen **nicht verbindlichen Leitfaden**⁶¹ zur Verfügung, der die Umsetzung der Vorgaben der entsprechenden EU-Richtlinie 2013/35/EU⁶² erleichtern soll und dabei auch besonders auf kleine und mittlere Unternehmen eingeht. Dieser Leitfaden umfasst insgesamt drei Bände:

- Band 1 „Praktischer Leitfaden“⁶³,
- Band 2 „Fallstudien“⁶⁴ und
- Band 3 „kleine und mittlere Unternehmen“⁶⁵.

⁶¹ EU-Leitfaden zur Richtlinie 2013/35/EU
<https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/c5fb1d53-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

⁶² EU-Richtlinie 2013/35/EU:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32013L0035>

⁶³ EU-Leitfaden Band 1:
<https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/c6440d35-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

⁶⁴ EU-Leitfaden Band 1:
<https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/e71e8b3f-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

⁶⁵ EU-Leitfaden Band 1:
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c5fb1d53-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1/language-en>

Entsprechend der Tabelle 3.2 des Band 3 ist hauptsächlich eine Bewertung für Anlagen mit Stromkreisen ggf. mit Transformatoren mit einem Nennstrom von über 100 A durchzuführen. Zusätzlich müssen Anlagen berücksichtigt werden, wenn sich „besonders gefährdete Personen“ (z. B. Personen mit aktiven oder passiven implantierten medizinischen Geräten) in der Nähe aufhalten können.

5.1.2 Pflichten aus dem BImSchG zum Schutz gegen Lärm- und Luft-Immissionen

Das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)⁶⁶ dient dem Schutz der Menschen, Tiere und Natur vor schädlichen Umwelteinwirkungen (§ 1 BImSchG). Es gilt insbesondere bei der Errichtung und dem Betrieb von Anlagen (§ 2 BImSchG), wobei Anlagen nach § 3 Abs. 5 BImSchG auch „Betriebsstätten und sonstige ortsfeste Einrichtungen; oder Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche technische Einrichtungen“ sein können. Damit werden auch Betriebsstätten, auf denen eine PtG-Anlage betrieben wird, oder die PtG-Anlage selbst einbezogen. Das Gesetz unterscheidet zwischen genehmigungsbedürftigen und nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen nach Immissionsschutzrecht, wobei die Genehmigungsbedürftigkeit im vereinfachten Verfahren ab einer elektrischen Nennleistung von 5 MW besteht und das förmliche Verfahren ab einer Produktionskapazität von 50 t/d durchgeführt werden muss. Mehr Informationen dazu werden im genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN gegeben.

Im BImSchG werden auch **Vorgaben zum Betrieb von genehmigungsbedürftigen Anlagen** (erster Abschnitt) und **nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen** (zweiter Abschnitt) gemacht.

- Im § 5 BImSchG werden die Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen (ab 5 MW Nennleistung bei PtG-Anlagen) genannt. Demnach sind die Anlagen so „zu errichten und zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren“ nicht hervorgerufen werden können, sowie „Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren“ getroffen werden.

⁶⁶ BImSchG: <https://www.gesetze-im-internet.de/bimsg/>

- Betreiber von nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (unter 5 MW Nennleistung bei PtG-Anlagen) haben nach § 22 BImSchG abgeschwächte Pflichten in Bezug auf Immissionen. Die nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass „schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind“ und „nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden“. Diese Pflichten gelten ebenfalls, wenn die Anlagen für nicht gewerbliche und nicht im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen betrieben werden und dann nur in Bezug auf schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche.

Zu diesen Pflichten wurden u. a. die **Technischen Anleitungen** zur Reinhaltung von Luft (TA Luft) und zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) im Rahmen von § 48 BImSchG erlassen. Die **TA Luft** gibt in Abschnitt 4 (genehmigungsbedürftige Anlagen) und Abschnitt 5 (nicht genehmigungsbedürftige Anlagen) Immissionsgrenzwerte vor. In der Regel sind diese Grenzwerte nicht für PtG-Anlagen relevant. Die **TA Lärm** definiert ebenfalls Pflichten für die Betreiber von genehmigungsbedürftigen (Kapitel 3) und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Kapitel 4) zum Schutz der Allgemeinheit vor bzw. zur Vorsorge gegen schädliche Schallemissionen. Im Kapitel 6 werden Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden zusammen mit weiteren Vorgaben für die Ermittlung von Geräuschemissionen beschrieben. Die Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden betragen 70 dB(A) in Industriegebieten bzw. 65 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts in Gewerbegebieten. Zusätzlich können auch lokale Behörden Grenzwerte für Schallimmissionen vorgeben.

Zusammenfassend können für den **Betreiber einer PtG-Anlage** folgende Anforderungen aus dem BImSchG relevant sein:

- Ableitung von Abgasen über Schornsteine (TA Luft);
- ggf. Installation von Fackeln zum Schutz vor explosionsfähigen Atmosphären (TA Luft);
- Schutz und Vorsorge gegen Lärm-Immissionen, insbesondere von Kompressoren oder Kühlern (TA Lärm).

Entsprechend der EU-Outdoor-Richtlinie 2000/14/EG⁶⁷ wird auf den für Geräuschentwicklung relevanten Maschinen der Schallleistungspegel angegeben. Informationen dazu können auch beim Hersteller der PtG-Anlage erfragt werden.

5.1.3 Pflichten im Rahmen der Informationssicherheit

Mit Blick auf die Informationssicherheit ist für Betreiber von PtG-Anlagen insbesondere die europäische **NIS-2-Richtlinie EU/2022/2555**⁶⁸ über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in allen EU-Ländern relevant. Die NIS-2-Richtlinie soll in Deutschland durch das „Gesetz zur Umsetzung der NIS-2-Richtlinie und zur Regelung wesentlicher Grundzüge des Informationssicherheitsmanagements in der Bundesverwaltung“ (zum Erstellungszeitpunkt dieses Leitfadens als Regierungsentwurf⁶⁹ verabschiedet, aber noch nicht verkündet, – **NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz** NIS2UmsuCG) umgesetzt werden, mit dem auch das BSI-Gesetz⁷⁰ grundlegend reformiert wird. Das Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik⁷¹ (BSI) bietet eine umfangreiche Hilfe für Unternehmen zu ihrer Einstufung entsprechend der NIS-2-Richtlinie bzw. des NIS2UmsuCG und den erforderlichen Maßnahmen.

Im NIS2UmsuCG (Bearbeitungsstand 25.07.2025) werden im Teil 3 Vorgaben zur Sicherheit in der Informationstechnik von Einrichtungen gemacht. Der Anwendungsbereich dieses Teils umfasst nach

- § 28 Abs. 1 Nr. 4 NIS2UmsuCG „**besonders wichtige Einrichtungen**“, worunter große Unternehmen (mehr als 250 Mitarbeiter oder mehr als 50 Millionen Euro Jahresumsatz) der Anlage 1 NIS2UmsuCG fallen und für
- § 28 Abs. 2 Nr. 3 NIS2UmsuCG „**wichtige Einrichtungen**“, die auch mittlere Unternehmen (mehr als 50 Mitarbeiter oder mehr als 10 Millionen Euro Jahresumsatz) der Anlage 1 NIS2UmsuCG umfassen.

⁶⁷ EU-Outdoor-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32000L0014>

⁶⁸ NIS-2-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj?locale=de>

⁶⁹ NIS2UmsuCG: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/CI1/nis2umsucg.html>

⁷⁰ BSI-Gesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/bsig_2009/

⁷¹ BSI-Hilfen zur NIS-2 Verordnung: <https://www.bsi.bund.de/dok/nis-2>

Die Anlage 1 des Teil 3 NIS2UmsuCG definiert Sektoren für besonders wichtige und wichtige Einrichtungen zu denen nach Nr. 1.4.8 auch „**Betreiber im Bereich der Wasserstoffherzeugung, -speicherung und -fernleitung**“ zählen.

Unter besonders wichtige Einrichtungen fallen nach § 28 Abs. 1 Nr. 1 NIS2UmsuCG auch Betreiber kritischer Anlagen, wobei nach § 1 Nr. 22 NIS2UmsuCG eine kritische Anlage „für die Erbringung einer kritischen Dienstleistung erheblich ist“ und in einer Verordnung nach § 56 Abs. 4 NIS2UmsuCG definiert wird. Diese Verordnung war zum Veröffentlichungszeitpunkt des Leitfadens noch nicht verfügbar. Von Betreibern kritischer Anlagen ist auch das **KRITIS-Dachgesetz** zu beachten, welches die europäische CER-Richtlinie (EU) 2022/2557⁷² über die **Resilienz kritischer Einrichtungen** in nationales Recht umsetzt und zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Leitfadens als Regierungsentwurf verabschiedet, aber noch nicht verkündet wurde.

Die Pflichten für Betreiber wesentlicher und wichtiger Einrichtungen werden vornehmlich im Teil 3 des NIS2UmsuCG beschrieben. Diese Pflichten, die auch für Betreiber von PtG-Anlagen gelten können, werden im **Kapitel 5.6** dieses Leitfadens genauer beschrieben.

5.1.4 Pflichten der Betreiber von überwachungsbedürftigen Anlagen

Das ÜAnIG und die BetrSichV beschreiben Pflichten für Betreiber von überwachungsbedürftigen Anlagen.

Gemäß Abschnitt 2 ÜAnIG hat ein Betreiber Pflichten in folgenden Bereichen:

- § 3: Erfüllung **grundlegender Anforderungen** an überwachungsbedürftige Anlagen (Gewährleistung der Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen, Errichtung der Anlage entsprechend den geltenden Gesetzen und Verordnungen),
- § 4: Durchführung von **Gefährdungsbeurteilungen**,
- § 5: Umsetzung von **Schutzmaßnahmen** entsprechend des Standes der Technik; die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen muss vor der ersten Inbetriebnahme geprüft werden,

⁷² CER-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32022L2557>

- § 6: **Zusammenarbeit** mit Betreibern von anderen überwachungsbedürftigen Anlagen, so dass Wechselwirkungen benachbarter Anlagen nicht zu Gefährdungen führen können,
- § 7: **Prüfung** der Anlage durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) vor der ersten Inbetriebnahme, vor einer Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen, nach außergewöhnlichen Ereignissen sowie wiederkehrend,
- § 8: Wenn eine Anlage Mängel aufweist, darf sie nicht weiterbetrieben werden.

Im **Abschnitt 3 BetrSichV** werden dem Arbeitgeber ebenfalls die Prüfung vor Inbetriebnahme, vor Wiederinbetriebnahme und wiederkehrende Prüfungen durch eine ZÜS vorgeschrieben. Weitere Ausführungen dazu sind in der TRBS 1201 zu finden.

5.1.5 Pflichten der Betreiber im Rahmen der Störfall-Verordnung

Die Störfall-VO (12. BImSchV⁷³) wurde aufgrund des BImSchG erlassen und **gilt für alle Betriebsbereiche ab einer bestimmten Mengenschwelle** von gefährlichen Stoffen. Der Begriff „Betriebsbereich“ wird im § 3 Abs. 5a BImSchG wie folgt definiert: „der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich [mit gefährlichen Stoffen] in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen oder Tätigkeiten auch bei Lagerung“, wenn darin die in der Störfall-VO beschriebenen Mengen an gefährlichen Stoffen „tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein werden, oder soweit vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass die genannten gefährlichen Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen anfallen“. Die Mengenschwellen für Wasserstoff nach Anhang 1 Störfall-VO betragen 5 000 kg (entspricht ca. 200 m³ bei 300 bar) für Betriebsbereiche der unteren Klasse und 50 000 kg für Betriebsbereiche der oberen Klasse nach § 2 Nr. 1 und Nr. 2 Störfall-VO, für Sauerstoff liegen die Mengenschwellen bei 200 000 und 2 000 000 kg, wobei jeder Betriebsbereich immer nur eine Mengenschwelle hat, in der alle Gefahrenstoffe nach den Gleichungen in Anhang I Nr. 5 Störfall-VO summiert werden⁷⁴.

⁷³ Störfall-Verordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_12_2000/

⁷⁴ Bei doppelter Menge von Wasserstoff als der Menge von Sauerstoff ergibt sich eine kombinierte Mengenschwelle von ca. 4939 kg Wasserstoff und ca. 2469 kg Sauerstoff.

Nach §§ 3 und 4 Störfall-VO hat der Betreiber die Pflicht, geeignete Maßnahmen gegen Gefahren zu treffen und Störfälle zu verhindern. Die Anlage und deren Betrieb müssen dazu im Einklang mit dem **Stand der Sicherheitstechnik** sein. Der Stand der Sicherheitstechnik bezieht sich dabei auf den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, die die praktische Eignung zur Gewährleistung der Anlagensicherheit und Betriebssicherheit gesichert erscheinen lassen. Dazu müssen insbesondere **Maßnahmen gegen Brände und Explosionen** getroffen werden und ausreichend Warn-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen sowie zuverlässige Mess-, Steuer- bzw. Regeleinrichtungen eingesetzt werden. Zudem muss nach § 5 Störfall-VO der Betreiber **die Auswirkungen von Störfällen begrenzen** und dafür Maßnahmen treffen. Nach § 6 Störfall-VO muss die **Anlage ständig überwacht und regelmäßig gewartet** werden. Zudem muss der Betreiber **Informationen mit der Behörde austauschen** (z. B. Sicherheitsbericht, Gefahrenabwehrpläne, ...). § 6 Abs. 2 Störfall-VO gibt weiter vor, dass der Betreiber mit der Behörde zusammenarbeitet, um die Öffentlichkeit zu informieren und mit benachbarten Betriebsstätten zu kooperieren. Weiterhin besteht eine **Anzeigepflicht für den Bau oder die Änderung des Betriebsbereichs** mindestens einen Monat vor dessen Errichtung bei der Behörde (§ 7 Störfall-VO), sowie die Erstellung eines **Konzepts zur Verhinderung von Störfällen** (§ 8 Störfall-VO) und die **Information der Öffentlichkeit** (§ 8a Störfall-VO).

Für **Betriebsbereiche der oberen Klasse** müssen zusätzliche Pflichten nach Abschnitt 2 im zweiten Teil der Störfall-VO erfüllt werden. Dazu ist nach § 9 Störfall-VO ein **Sicherheitsbericht** zu erstellen, der mindestens alle 5 Jahre zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren ist. Weiterhin müssen **Alarm- und Gefahrenabwehrpläne** erstellt werden (§ 10 Störfall-VO) und die Beschäftigten über die vorgesehenen Inhalte informiert und angehört werden. Zudem müssen die **Beschäftigten** vor ihrer erstmaligen Beschäftigungsaufnahme und danach mindestens alle drei Jahre über die für sie in den internen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen vorgesehenen Verhaltensregeln **unterwiesen** werden. Weiterhin müssen die Pläne in Abständen von höchstens drei Jahren überprüft und erprobt werden. In § 11 Störfall-VO werden zusätzliche Pflichten zur **Information der Öffentlichkeit** entsprechend Anhang V Teil 1 Störfall-VO verlangt und in § 12 Störfall-VO weitere **Berichtspflichten** auferlegt.

Für Anlagen, die in den Bereich der Störfall-VO fallen (siehe Kapitel 5.1.5) erarbeitet die Kommission für Anlagensicherheit (KAS)⁷⁵ u. a. die „**Technischen Regeln Anlagensicherheit (TRAS)**“ sowie „**KAS-Leitfäden**“. Die TRAS sind für die Anlagenbetreiber bindend und die KAS-Leitfäden dienen zur Unterstützung der Anlagenbetreiber bei der Anlagensicherheit. In diesem Leitfaden werden die KAS-Leitfäden KAS-51 (siehe Kapitel 5.6 zur Informationssicherheit) und KAS-63 (siehe Kapitel 7.2.8 zum Abstand von Anlagen mit Wasserstoff zu anderen Anlagen) behandelt.

5.1.6 Pflichten für Betreiber von PtG-Energieanlagen

Im Energiewirtschaftsgesetz⁷⁶ werden mit dem § 49 EnWG Anforderungen an Energieanlagen gestellt. Im § 49 Abs. 1 EnWG wird vom Betreiber einer Energieanlage gefordert, dass die Energieanlage „so zu errichten und zu betreiben [ist], dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die **allgemein anerkannten Regeln der Technik** zu beachten“. Die anerkannten Regeln der Technik werden nach § 49 Abs. 2 EnWG erfüllt, wenn das **DVGW-Regelwerk und das VDE-Regelwerk** eingehalten werden. Zudem müssen nach § 49 Abs. 5 und 6 EnWG die Betreiber von Energieanlagen im Einzelfall der **Energieaufsichtsbehörde**⁷⁷ Informationen über technische und wirtschaftliche Verhältnisse geben, so dass die Energieaufsichtsbehörde die Maßnahmen zur Sicherstellung der technischen Sicherheit der Energieanlage treffen kann. Nach § 49 Abs. 5 und 7 EnWG dürfen Personen der Energieaufsichtsbehörde Betriebsgrundstücke, Geschäftsräume und Einrichtungen des Betreibers der Energieanlage betreten, um dort Prüfungen vorzunehmen und Unterlagen einzusehen.

Das **DVGW-Arbeitsblatt G 220** „Power-to-Gas Energieanlagen: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb“ beschreibt weitere Pflichten im Rahmen des Arbeitsschutzes und der Betriebssicherheit für den Betreiber einer PtG-Energieanlage. Nach Kapitel 4 des DVGW G 220 muss der Betreiber dafür sorgen, dass die PtG-Energieanlage über ihre gesamte Betriebsdauer die vorgesehene Nutzung erfüllt und „weder Personen oder Sachen noch die Umwelt ursächlich durch die Anlage geschädigt

⁷⁵ Kommission für Anlagensicherheit: <https://www.kas-bmu.de/>

⁷⁶ Energiewirtschaftsgesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/

⁷⁷ Die Energieaufsichtsbehörde ist je nach Bundesland häufig beim Ministerium für Wirtschaft, Umwelt oder Energie angesiedelt.

werden“. Dazu müssen die **Allgemeinen Anforderungen sowie Anforderungen an Baugruppen, Komponenten und Bauteile** nach Kapitel 5 und 6 DVGW G 220 erfüllt werden. In diesem Zusammenhang werden auch die **grundlegenden Pflichten für Betreiber** beschrieben, wie sie auch für Betreiber von überwachungsbedürftigen Anlagen gelten. Auf bestimmte Punkte des DVGW G 220 (A) wird im Folgenden eingegangen:

- Im Kapitel 5.8 wird die Durchführung einer **Gefährdungsbeurteilung** der PtG-Energieanlage als Arbeitsmittel vorgegeben. Diese soll sich nach der BetrSichV richten. Dabei ist auch das DVGW-Arbeitsblatt G 491 zu berücksichtigen.
- Wenn ein Betreiber auch als **Hersteller von Teilen der PtG-Energieanlage** gilt, muss er ebenfalls die Pflichten eines Herstellers erfüllen (siehe Kapitel 5.9 des DVGW G 220), die sich generell nicht von den Pflichten für Hersteller anderer Produkte unterscheiden. In diesem Leitfaden werden die Pflichten eines Herstellers im Kapitel 6 beschrieben.
- Die Maßnahmen zum **Brand- und Explosionsschutz** werden im Kapitel 5.10 des DVGW G 220 beschrieben. Die angegebenen Quellen sind ebenfalls ähnlich zum Brand- und Explosionsschutz von anderen überwachungsbedürftigen Anlagen.
- Für **Arbeiten an Gasleitungen** nach Kapitel 5.16 des DVGW G 220 sind die DGUV Information 203-092 und die DGUV Regel 100-500 (Abschnitt 2.3.1), sowie die TRBS 1112 bzw. TRGS 407 zu beachten.
- Nach Kapitel 10 des DVGW G 220 muss die **Prüfung der PtG-Energieanlage**, wie überwachungsbedürftige Anlagen, vor der Inbetriebnahme, vor der Wiederinbetriebnahme nach wesentlichen Änderungen sowie wiederkehrend durchgeführt werden. Dafür ist wie bei überwachungsbedürftigen Anlagen der Betreiber verantwortlich. Auf die Prüfungen von PtG-Energieanlagen wird speziell im Kapitel 5.5.4 dieses Leitfadens eingegangen. In diesem Zusammenhang werden „wesentliche Änderungen“ von PtG-Anlagen, die ggf. eine erneute Prüfung der Anlage erfordern können genauer im Kapitel 5.13 des DVGW G 220 beschrieben (siehe dazu Anhang A dieses Leitfadens).
- Im Kapitel 11.2 des DVGW G 220 werden die **notwendigen Unterlagen** zusammengefasst, die beim Betrieb der Anlage vorgehalten werden müssen. Darunter fallen u. a.: Schemazeichnungen der Anlage, die Gefährdungsbeurteilung, das Explosionsschutzdokument, sowie ein Plan für wiederkehrende Prüfungen.

- Die PtG-Anlage muss nach Kapitel 11.3 des DVGW G 220 entsprechend der DVGW-Arbeitsblätter G 495, G 265-3 und G 265-2 einer **Instandhaltung** unterzogen werden, um u. a. sicherzustellen, dass die PtG-Anlage auf die richtigen Drücke eingestellt und gegen Schmutz, Flüssigkeit, Einfrieren, sowie andere Einflüsse geschützt sind, die ihre Funktion beeinträchtigen können.
- Bei der **Außerbetriebsetzung** der Anlage sind die DVGW-Arbeitsblätter G 466-1 und G 495 zu berücksichtigen (siehe Kapitel 12 des DVGW G 220).
- Die **Betreiber unterschiedlicher Teilanlagen** sollen sich nach Kapitel 13 des DVGW G 220 zur Inbetriebnahme und zum **Betrieb miteinander abstimmen** (z. B. über sicherheitstechnische Funktionen, den Betrieb, die Instandhaltung, zum Verhalten bei Ereignissen, ...).
- Gemäß Kapitel 14 des DVGW G 220 muss die **Anlagendokumentation** in Anlehnung an die DVGW-Arbeitsblätter G 265-1, G 466-1, G 491 und G 497 erfolgen.

Bei der Errichtung und dem Betrieb von Gasleitungen, die als Energieanlagen der Versorgung mit Gas dienen und für einen maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 16 bar ausgelegt sind, gilt die Verordnung über **Gashochdruckleitungen** (Gashochdruckleitungsverordnung, GasHDrLtgV)⁷⁸. Darin werden im § 3 GasHDrLtgV Anforderungen an die Errichtung beschrieben (siehe hierzu Kapitel 7.1.13 dieses Leitfadens) und im § 4 GasHDrLtgV Anforderungen an den Betrieb genannt, die durch den Betreiber zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen aus dem § 4 GasHDrLtgV sind hier kurz skizziert (genaue Beschreibung siehe Verordnung):

- Die Leitung muss in ordnungsgemäßen Zustand erhalten, überwacht und überprüft werden.
 - Für die Prüffristen (Höchstfristen) werden Zeiträume im DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 vorgegeben.
 - Es sind **Betriebsstellen** einzurichten, die ständig bereit sind, Meldungen entgegenzunehmen.
 - Es ist ein **Bereitschaftsdienst** zu unterhalten, der Folgeschäden verhindern kann.

⁷⁸ GasHDrLtgV: https://www.gesetze-im-internet.de/gashdrltg_v_2011/

- Wesentliche Betriebsvorgänge sind zu dokumentieren.
- Der Betreiber muss über ein **Managementsystem** zur Gewährleistung der technischen Sicherheit verfügen.

5.1.7 Zusammenfassung der Pflichten für Betreiber und Arbeitgeber

In den vorangegangenen Unterkapiteln wurden die Pflichten für Arbeitgeber nach ArbSchG (Kapitel 5.1.1), für Betreiber nach Bundesimmissionsschutzgesetz (Kapitel 5.1.2), für mittlere und große Unternehmen von Anlagen zur Wasserstofferzeugung im Rahmen der Informationssicherheit (Kapitel 5.1.3), für Betreiber bzw. Arbeitgeber von überwachungsbedürftigen Anlagen (Kapitel 5.1.4), für Betreiber von Anlagen, die der Störfall-VO unterliegen (Kapitel 5.1.5) und für Betreiber von PtG-Energieanlagen (Kapitel 5.1.6) dargestellt. In der Tab. 5.1 **werden alle Pflichten zusammengefasst**.

Tab. 5.1 *Übersicht der Pflichten aus dem Arbeitsschutz für Arbeitgeber (grün), Immissionsschutz (gelb), im Rahmen der Informationssicherheit für mittlere und große Unternehmen von Anlagen zur Wasserstofferzeugung (blau), für Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen (orange), für Betreiber von Betriebsbereichen der unteren bzw. der oberen Klasse der Störfall-VO (rot), für Betreiber von PtG-Energieanlagen (grau)*

Pflicht	Beschreibung / Anwendungsbereich	Gesetz / Verordnung
Grundpflichten	allgemein	§§ 3, 4 ArbSchG
	zum Einrichten und Betrieb von Arbeitsstätten	§ 3a ArbStättV
	zur Verwendung von Arbeitsmitteln	§§ 4, 5 BetrSichV
	im Umgang mit Gefahrstoffen	§ 7 GefStoffV
	Erfüllung grundlegender Anforderungen an überwachungsbedürftige Anlagen	§ 3 ÜAnlG
	Erfüllung grundlegender Anforderungen an PtG-Energieanlagen	§ 49 EnWG
	von Gashochdruckleitungsanlagen	§§ 3, 4 GasHDrLtgV

Pflicht	Beschreibung / Anwendungsbereich	Gesetz / Verordnung
Gefährdungsbeurteilung (siehe Kap. 5.2)	allgemein	§§ 5, 6 ArbSchG
	Einrichtung und Betrieb der Arbeitsstätte	§ 3 ArbStättV
	zum Schutz vor Lärm	§ 3 LärmVibrationsArbSchV
	zur Verwendung von Arbeitsmitteln	§ 3 BetrSichV
	zum Umgang mit Gefahrstoffen	§ 6 GefStoffV
	zum Schutz vor elektromagnetischen Feldern	§ 3 EMFV
	von überwachungsbedürftigen Anlagen	§ 4 ÜAnIG
	von PtG-Energieanlagen	DVGW G 220
Schutzmaßnahmen	allgemein	§§ 9, 10 ArbSchG
	zur Verwendung von Arbeitsmitteln (einschließlich sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen)	§§ 6, 8, 9 BetrSichV
	Schutz der Beschäftigten vor Lärm	ArbStättV Anhang 3.7 LärmVibrationsArbSchV
	Schutz der Allgemeinheit vor Lärm	TA Lärm
	im Umgang mit Gefahrstoffen	§ 8 GefStoffV
	vor elektromagnetischen Feldern bis 10 MHz	§§ 10ff EMFV
	ggf. Einsatz einer Fackel beim Abblasen von Wasserstoff	TA Luft (Absatz 5.4.8.3.1c)
	ggf. Ableitung von Abgasen über Schornsteine	TA Luft (Abschnitt 5.5)
	allgemein in einer überwachungsbedürftigen Anlage	§ 5 ÜAnIG
	kein Weiterbetrieb einer überwachungsbedürftigen Anlage bei Mängeln	§ 8 ÜAnIG
	Maßnahmen entsprechend dem Stand der Sicherheitstechnik	§§ 3, 4 Störfall-VO
	Maßnahmen zur ständigen Überwachung und Wartung des Betriebsbereichs	§ 6 Störfall-VO
	Erstellung eines Konzepts zur Verhinderung von Störfällen	§ 8 Störfall-VO
	allgemein in einer PtG-Energieanlage	DVGW G 220
	von Gashochdruckleitungsanlagen (Betriebsstellen einrichten, Bereitschaftsdienst betreiben)	§ 4 GasHDrLtGv

Pflicht	Beschreibung / Anwendungsbereich	Gesetz / Verordnung
Brand- und Explosions-schutz-maßnahmen (siehe Kap. 5.3 und 5.4)	Arbeitsstätten	Abschnitt 2.2 und 2.3 im Anhang zu § 3 ArbStättV
	Im Umgang mit Gefahrstoffen	§ 11 GefStoffV und Anhang I Nummer 1 GefStoffV
	Maßnahmen entsprechend dem Stand der Sicherheitstechnik	§§ 3, 4 Störfall-VO
	in einer PtG-Energieanlage	DVGW G 220
Notfallmaßnahmen	Allgemein	§ 10 ArbSchG
	in Arbeitsstätten	§ 11 BetrSichV
	im Umgang mit Gefahrstoffen	§ 13 GefStoffV
	zur Begrenzung der Auswirkung von Störfällen	§ 5 Störfall-VO
Prüfungen (siehe Kap. 5.5)	von Sicherheitseinrichtungen	§ 4 (3) ArbStättV
	von Arbeitsmitteln und sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen	§ 14 BetrSichV
	einer überwachungsbedürftigen Anlage durch ZÜS oder zur Prüfung befähigter Personen	§ 7 ÜAnIG Abschnitt 3 BetrSichV
	von PtG-Energieanlagen	DVGW G 220
	von Gashochdruckleitungsanlagen	§ 4 GasHDrLtgV
Unterweisung der Beschäftigten	allgemein	§ 12 ArbSchG
	zur Errichtung und Betrieb der Arbeitsstätte	§ 6 ArbStättV
	zur Verwendung von Arbeitsmitteln	§ 12 BetrSichV
	über den Umgang mit Gefahrstoffen	§ 14 GefStoffV
	entsprechend den Alarm- und Gefahrenabwehrplänen in Betriebsbereichen der oberen Klasse	§ 10 Störfall-VO
Dokumentation	Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung und abgeleiteten Sicherheitsmaßnahmen	§ 6 ArbSchG und allen Verordnungen
	Sicherheitsdatenblatt für selbst erzeugte und vertriebene Gase und Gemische	§ 5 GefStoffV
	Explosionsschutz-Dokument	§ 6 Nr. 10 GefStoffV
	im Betrieb verwendete Gefahrstoffe	§ 6 Nr. 12 GefStoffV
	Sicherheitsbericht für Betriebsbereiche der oberen Klasse	§ 9 Störfall-VO

Pflicht	Beschreibung / Anwendungsbereich	Gesetz / Verordnung
Dokumentation (Fortsetzung)	Alarm- und Gefahrenabwehrpläne für Betriebsbereiche der oberen Klasse	§ 10 Störfall-VO
	weitere Berichtspflichten für Betriebsbereiche der oberen Klasse	§ 12 Störfall-VO
	für den Betrieb von PtG-Energieanlagen	DVGW G 220
	wesentliche Betriebsvorgänge von Gashochdruckleitungsanlagen	§§ 3, 4 GasHDrLtgV
im Rahmen der Informationssicherheit (siehe Kap. 5.6)	für Betreiber von Anlagen zur Wasserstoffherzeugung	NIS-2-Richtlinie, NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz
bei der Inverkehrbringung	von Wasserstoff / Sauerstoff	Abschnitt 2 GefStoffV
	ggf. Odorierung von Wasserstoff, der in ein Gasnetz eingespeist wird (PtG-Energieanlage)	DVGW G 220
	Instandhaltung der PtG-Energieanlage entsprechend verschiedenen Vorschriften	DVGW G 220
	Außerbetriebsetzung der PtG-Energieanlage	DVGW G 220
Zusammenarbeit mit anderen Arbeitgebern / Betreibern	Bestellung eines Koordinators bei einer erhöhten Gefährdung von Arbeitnehmern	§ 13 BetrSichV
	von überwachungsbedürftigen Anlagen bei räumlicher Nähe	§ 6 ÜAnIG
	mit benachbarten Betriebsstätten über die Behörde	§ 6 Abs. 2 Störfall-VO
	von Betreibern unterschiedlicher Teilanlagen einer PtG-Energieanlage	DVGW G 220
Beantragung der Betriebserlaubnis	von erlaubnispflichtigen Anlagen	§ 18 Nr. 3 BetrSichV
Anzeigepflicht	des Betriebsbereiches bei der zuständigen Behörde	§ 7 Störfall-VO
Auskunftspflicht	im Einzelfall von Betreibern von PtG-Energieanlagen gegenüber der Energieaufsichtsbehörde und Ermöglichung des Zutritts von Personen der Energieaufsichtsbehörde zum Betriebsgrundstück	§ 49 Absätze 5, 6 und 7 EnWG
Information der Öffentlichkeit	entsprechend Anhang V Teil 1 Störfall-VO	§ 8a Störfall-VO
	weitere Informationspflichten für Betriebsbereiche der oberen Klasse	§ 11 Störfall-VO

In den nächsten Kapiteln wird auf die Gefährdungsbeurteilung (Kapitel 5.2), Maßnahmen im Brandschutz (Kapitel 5.3), im Explosionsschutz (Kapitel 5.4) und im Rahmen der Informationssicherheit (Kapitel 5.6) genauer eingegangen. Die Grundpflichten, die weiteren Schutz- und Notfallmaßnahmen, die Unterweisung der Arbeitnehmer sowie die Dokumentation werden nicht im Einzelnen beschrieben, sondern zusammen mit den anderen Themen dargestellt.

5.2 Gefährdungsbeurteilung

Wie in Tab. 5.1 zusammengefasst, legen sowohl das ArbSchG und das ÜAnIG als auch die verschiedenen nachgelagerten Verordnungen Anforderungen an Gefährdungsbeurteilungen fest. Eine Gefährdungsbeurteilung dient dazu, **potenzielle Gefahren systematisch zu identifizieren, zu bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen**. Für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung ist der Arbeitgeber / Betreiber verantwortlich.

Die Gefährdungsbeurteilung ist nicht zu verwechseln mit der Risikobeurteilung. Die Risikobeurteilung muss entsprechend des ProdSG vor der Inverkehrbringung eines Produktes durch den Hersteller durchgeführt werden. Sie fällt damit nicht in den Aufgabenbereich des Betreibers einer PtG-Anlage, solange er nicht auch Hersteller der PtG-Anlage ist. Die Durchführung der Risikobeurteilung durch den Hersteller wird im Kapitel 6.3 beschrieben.

Im den folgenden beiden Unterkapiteln wird auf die Anforderungen an eine Gefährdungsbeurteilung eingegangen sowie deren grundsätzlicher Ablauf beschrieben. Anschließend werden die relevanten Technischen Regeln dargestellt sowie Hinweise auf weiterführende Literatur gegeben.

5.2.1 Anforderungen an Gefährdungsbeurteilung

Sowohl das **ArbSchG** und das **ÜAnIG** als auch die für PtG-Anlagen relevanten **ArbStättV**, **BetrSichV** und **GefStoffV** fordern vom Arbeitgeber die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung vor erstmaligem Einrichten und Betreiben eines Arbeitsplatzes (ArbStättV), vor der Verwendung von Arbeitsmitteln (BetrSichV), sowie vor Ausübung von

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (GefStoffV). In der BetrSichV wird explizit darauf hingewiesen, dass das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung nicht von der Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung entbindet.

In den verschiedenen Verordnungen werden **Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung** einer Anlage gestellt. Dabei müssen alle Verordnungen, die entsprechend ihren Anwendungsbereichen für den konkreten Anwendungsfall relevant sind, in die Gefährdungsbeurteilung einbezogen werden. Es reicht somit nicht, unter den relevanten Verordnungen nur eine auszuwählen und die Gefährdungsbeurteilung danach durchzuführen. Eine Zusammenfassung der in den verschiedenen Verordnungen behandelten Gefährdungen und Aspekte sind in Tab. 5.2 dargestellt. Anschließend werden die Anforderungen skizziert.

Tab. 5.2 Die entsprechend den verschiedenen Verordnungen zu betrachtenden Gefährdungen

Rechtsvorschrift	zu betrachtende Gefährdungen
ArbSchG ⁷⁹	- Gefährdung am Arbeitsplatz (Gestaltung, Abläufe)
ÜAnIG ⁸⁰	- Gefährdung beim Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen
ArbStättV ⁸¹	- Gefährdungen beim Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätte inkl. der dabei auftretenden Auswirkungen auf Arbeitsorganisation und Arbeitsabläufe in der Arbeitsstätte, - Physische und psychische Belastungen, - Bei Bildschirmarbeitsplätzen: Belastung der Augen / Sehvermögen
BetrSichV ⁸²	- Gefährdungen durch Verwendung der Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung, inkl. Tätigkeiten wie Montieren, Bedienen, Einstellen, Gebrauchen, Betreiben, Instandhalten, Reinigen, Prüfen, Umbauen, Erproben, Demontieren, Transportieren und Überwachen
GefStoffV ⁸³	- Gefährdung durch Umgang mit Gefahrstoffen, - Gefährdungen durch Instandhaltungs-/Wartungsarbeiten sowie Bedien- und Überwachungsarbeiten, - Brand- und Explosionsgefährdung.

⁷⁹ ArbSchG: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/>

⁸⁰ ÜAnIG: <https://www.gesetze-im-internet.de/ anlg/>

⁸¹ ArbStättV: https://www.gesetze-im-internet.de/arbst_ttv_2004/

⁸² Betriebssicherheitsverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/

⁸³ Gefahrstoffverordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/gefstov_2010/

Fachkunde

Das ArbSchG und die Verordnungen fordern, dass die Gefährdungsbeurteilung durch fachkundige Personen durchgeführt wird (siehe hierzu Anhang A).

Dokumentation und Aktualisierung

Das ArbSchG und die hier genannten Verordnungen fordern grundsätzlich die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung. Laut BetrSichV dürfen bereits vorhandene Gefährdungsbeurteilungen verwendet werden, wenn sie die Gefährdungen am jeweiligen Arbeitsplatz abdecken. Zusätzlich zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung fordert die GefStoffV die Erstellung eines Explosionsschutzdokuments und die Einteilung der Explosionsschutz-Zonen. Außerdem wird ein Verzeichnis der im Betrieb befindlichen Gefahrstoffe gefordert. Die BetrSichV und die GefStoffV fordern eine regelmäßige Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung. Außerdem werden in den Verordnungen Voraussetzungen genannt, unter denen die Gefährdungsbeurteilung sofort zu aktualisieren ist.

Schutzmaßnahmen

Alle Verordnungen fordern, dass die anhand der Gefährdungsbeurteilung abgeleiteten Schutzmaßnahmen dem Stand der Technik entsprechen. Daneben wird auch auf die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales bekannt gemachten Regeln und Erkenntnisse⁸⁴ verwiesen.

Betriebsanweisung und Unterweisung

Das ArbSchG sowie die betrachteten Verordnungen fordern eine Unterweisung. Sie muss vor Aufnahme der Tätigkeit oder erstmaliger Verwendung des Arbeitsmittels erfolgen. Nach GefStoffV und BetrSichV muss es eine schriftliche Betriebsanweisung sowie eine mündliche Unterweisung geben, die jährlich (GefStoffV) in verständlicher Form und Sprache bzw. regelmäßig wiederkehrend (BetrSichV) wiederholt werden muss. Die schriftliche Betriebsanweisung und die Unterweisung sind bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen zu aktualisieren. Die TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ befasst sich explizit mit diesem Thema.

⁸⁴ BAUA Regelwerk: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk>

Instandhaltung

Laut BetrSichV sind Instandhaltungsmaßnahmen auf Grundlage einer entsprechenden Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Dabei sollte die Betriebsanleitung des Herstellers berücksichtigt werden. Die Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von fachkundigen und unterwiesenen Beschäftigten oder durch Beschäftigte von Fremdfirmen mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden. Der Arbeitgeber hat dabei alle Maßnahmen zu treffen, um eine sichere Durchführung der Instandhaltungsarbeiten zu gewährleisten.

Betriebsstörungen und Unfälle

Laut BetrSichV und GefStoffV hat der Arbeitgeber Informationen über Maßnahmen bei Notfällen zur Verfügung zu stellen. Laut BetrSichV müssen diese auch den Rettungsdiensten zur Verfügung gestellt werden, sofern sie für Rettungseinsätze benötigt werden. Laut GefStoffV sind angemessene Erste-Hilfe-Einrichtungen bereitzustellen und Sicherheitsübungen in regelmäßigem Abstand durchzuführen.

5.2.2 Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung

Der Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung wird u. a. in Kapitel 5 der Technischen Regel für Betriebssicherheit **TRBS 1111 („Gefährdungsbeurteilung“)** und in Kapitel 5 der Technischen Regel für **Arbeitsstätten ASR V3** anschaulich dargestellt und beschrieben. Die Abb. 5.2 zeigt in Anlehnung an die Darstellung der ASR V3 den Prozess der Gefährdungsbeurteilung im Überblick. Demnach folgt nach der Vorbereitung die Umsetzung in den Schritten 1 bis 5.

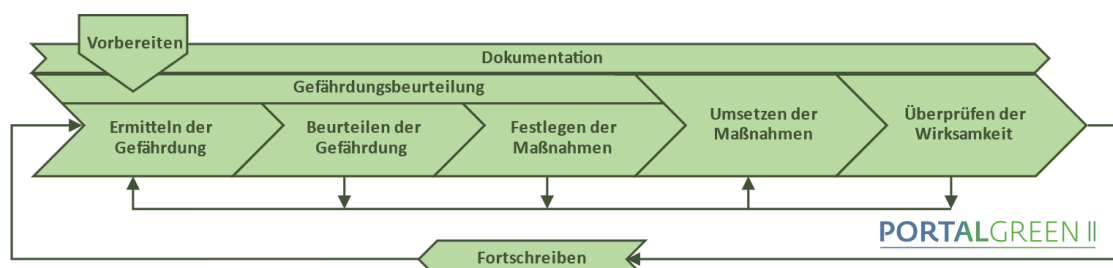


Abb. 5.2 Ablauf der Gefährdungsbeurteilung entsprechend der ASR V3

Vorbereiten der Gefährdungsbeurteilung: Vor Beginn der Gefährdungsbeurteilung werden alle notwendigen Informationen beschafft. Dazu gehören u. a. einschlägige Rechtsvorschriften und Regelwerke (siehe Kapitel 5.2.3), branchenspezifische Regeln

und Informationen, ggf. vorhandene Betriebsanweisungen des Betreibers, Erfahrungswerte zur eignen bzw. zu anderen ähnlichen Anlagen sowie die Dokumentationen des Herstellers zur Anlage. Dabei sind insbesondere die in der Betriebsanleitung beschriebenen Restrisiken zu berücksichtigen.

1. Ermitteln der Gefährdungen: Mithilfe der vorhandenen Informationen können die möglichen Gefährdungen durch eine PtG-Anlage ermittelt werden. Dabei sollte der Ist-Zustand bzw. der Planungsstand der Anlage sowie deren Umgebung berücksichtigt werden. Als Grundlage können Technische Regeln dienen. Tab. 5.3 gibt Beispiele für mögliche Gefährdungen durch eine PtG-Anlage.

Tab. 5.3 Identifikation der Gefährdungen für PtG-Anlagen

Gefahr und Ursache	Gefährdung und beispielhafte Maßnahmen
Brand- und Explosionsgefahr (Wasserstoffgas)	Gefährdung - Wasserstoff ist hochentzündlich und bildet mit Luft explosive Gemische Maßnahmen - Verwendung explosionsgeschützter Komponenten (siehe Kapitel 5.4 dieses Leitfadens) - Überwachung der Gaskonzentration mit Wasserstoff-Detektoren - Installation von Belüftungssystemen zur Vermeidung von Gasansammlungen - Erdung und Potenzialausgleich, um elektrostatische Entladungen zu vermeiden - striktes Rauch- und Feuerverbot im gesamten Anlagenbereich
Elektrische Gefährdungen (Hochspannung)	Gefährdung - Beim Elektrolysevorgang werden hohe Spannungen und Stromstärken benötigt Maßnahmen - Erdung von Komponenten - Isolierung und regelmäßige Prüfung elektrischer Komponenten - Beschilderung und Absicherung gefährdeter Bereiche - Schulung des Personals im sicheren Umgang mit Hochspannungsanlagen
Gefährdung durch austretenden Sauerstoff (Brandgefahr)	Gefährdung - Sauerstoff erhöht die Brandgefahr erheblich Maßnahmen - Abführung des Sauerstoffs in sichere Bereiche - Vermeidung von brennbaren Materialien in der Nähe der Elektrolysezelle

Gefahr und Ursache	Gefährdung und beispielhafte Maßnahmen
Chemische Gefährdungen (Elektrolytflüssigkeiten)	Gefährdung - Je nach Elektrolyttyp (z. B. Kalilauge, Schwefelsäure für PEM-Elektrolyseur) besteht Verätzungsgefahr Maßnahmen - Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) wie Schutzbrille und säurebeständigen Handschuhen - Notduschen und Augenspüleinrichtungen in unmittelbarer Nähe - Geschlossene Systeme zur Vermeidung von Leckagen
Mechanische Gefährdungen (Druckbehälter)	Gefährdung - Wasserstoffspeicher oder -kompressoren stehen unter hohem Druck Maßnahmen - Regelmäßige Druck- und Dichtheitsprüfungen - Sicherheitsventile und Berstscheiben zur Druckentlastung - Automatische Abschaltung bei Drucküberschreitung
Thermische Gefährdungen (Erhitzung durch Elektrolyse)	Gefährdung - Bei intensiven Elektrolysevorgängen können sich Komponenten stark erhitzen Maßnahmen - Kühlkreisläufe zur Wärmeabfuhr - Temperaturüberwachung mit Sensoren - Abschaltung bei Überhitzung
Gefährdungen durch Fehlfunktionen oder Störungen	Gefährdung - Defekte Komponenten oder Softwarefehler können zu gefährlichen Situationen führen Maßnahmen - Sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen nach TRBS 1115 - Redundante Überwachungssysteme und regelmäßige Wartungen - Not-Aus-Taster an leicht zugänglichen Stellen - Notfallpläne und regelmäßige Sicherheitsübungen

2. Beurteilen der Gefährdungen: Die Beurteilung der Gefährdungen erfolgt immer im Hinblick auf die Schutzziele. Im Rahmen des ArbSchG und des ÜAnlG ist das Schutzziel die Sicherheit der Beschäftigten sowie anderer Personen (Abschnitt 5.3.2 ASR V3, § 3 Abs. 1 ÜAnlG).

3. Festlegung von Maßnahmen: Können die Schutzziele nicht eingehalten werden, sind weitere Maßnahmen festzulegen. Ein typischer Ansatz für den Einsatz von Schutzmaßnahmen ist ein fünfstufiges hierarchisches Modell (bspw. nach Abschnitt 5.4. 2 ASR V3). Angefangen mit der höchsten Hierarchiestufe können mögliche Schutzmaßnahmen beim Betrieb einer PtG-Anlage sein:

- Stufe 5: **Quelle der Gefährdung beseitigen** (typische Maßnahmen unabhängig von der PtG-Anlage):
 - ersetzen von Arbeitsmitteln,
 - ersetzen gefährlicher Stoffe durch ungefährliche / weniger gefährliche Stoffe.
- Stufe 4: **Technische Maßnahmen:**
 - technisch dichte bzw. dauerhaft technisch dichte Konstruktion der Wasserstoffleitungen und -speicher unter Berücksichtigung der Druckfestigkeit,
 - Gasdetektoren zur frühzeitigen Erkennung von Wasserstoffleckagen,
 - Verwendung von Produkten entsprechend der ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU,
 - sichere Ableitung von Wasserstoff durch Ventilationssysteme,
 - Einsatz sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen nach TRBS 1115.
- Stufe 3: **Organisatorische Maßnahmen:**
 - regelmäßige Wartung und Prüfung gemäß BetrSichV,
 - Schulung der Mitarbeiter,
 - Kontrolle von Maßnahmen an der Anlage durch eine Person,
 - Erstellung, Anwendung und Kontrolle eines Sicherheitskonzepts.
- Stufe 2: **Personenbezogene Schutzmaßnahmen:**
 - Beachtung der Elektrostatik für Kleidung in Explosionsschutz-Zonen,
 - Zutrittsbeschränkungen (für Dritte), bzw. Zutrittskontrollen,
 - Bereitstellung von persönlicher Schutzausrüstung.
- Stufe 1: Gefährdungen durch **Qualifikation der Beschäftigten** reduzieren.

4. Umsetzen der Maßnahmen: Die festgelegten Maßnahmen werden umgesetzt, wobei Maßnahmen mit einer höheren Hierarchiestufe anderen möglichen Maßnahmen mit einer niedrigeren Hierarchiestufe bevorzugt werden sollen.

5. Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahme: Nachdem eine Maßnahme eingesetzt wurde, ist sie zu überprüfen. Dabei ist festzustellen, ob die Maßnahme die Gefährdung beseitigt oder hinreichend gesenkt hat. Zudem muss überprüft werden, ob aus der Maßnahme andere Gefährdungen entstehen. Wenn das Schutzziel nicht erreicht wurde, können mit Beginn der Gefährdungsermittlung weitere Schutzmaßnahmen (ggf. mit niedrigerer Hierarchiestufe) ermittelt und eingesetzt werden.

Dokumentation und Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung: Die Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert werden. Dabei sind entsprechend § 3 Abs. 8 BetrSichV folgende Punkte festzuhalten:

- die Gefährdung, die bei der Verwendung des Arbeitsmittels auftritt;
- die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen;
- Abweichungen von den Regeln der Technik bzw. anderer Vorgaben; sowie
- Art, Umfang der erforderlichen Prüfungen, sowie Fristen für die wiederkehrende Prüfung.

Die Gefährdungsbeurteilung wird kontinuierlich fortgeschrieben und spätestens mit Ablauf der Frist überprüft.

5.2.3 Übersicht über relevante Technische Regeln

Je nach Verordnung können unterschiedliche Technische Regeln für die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden. Einige für PtG-Anlagen relevante Technische Regeln werden nachfolgend kurz beschrieben.

TRBS konkretisieren die BetrSichV:

- Die **TRBS 1111** („Gefährdungsbeurteilung“) soll bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach BetrSichV unterstützen und enthält allgemeine Erläuterungen.
- Die **TRBS 1112** („Instandhaltung“) gilt für die Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen für Beschäftigte bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen. Sie ist anzuwenden bei Planung und Ausführung von Instandhaltungsarbeiten, bei der Störungssuche und der Erprobung nach Instandsetzung.

- Die Vorgaben der **TRBS 1115** („Sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen“) dienen der dauerhaften Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen, die als technische Schutzmaßnahme für die sichere Verwendung eines Arbeitsmittels bzw. überwachungsbedürftigen Anlage eingesetzt werden.
- Die **TRBS 1115 Teil 1** („Cybersicherheit“) geht auf Cybersicherheitsmaßnahmen für MSR-Einrichtungen ein.
- **TRBS 1112 Teil 1** („Explosionsgefährdungen“) ergänzt die TRBS 1112 zum Thema Explosionsgefährdungen bei Instandhaltungsarbeiten. Sie befasst sich mit der Ermittlung besonderer Maßnahmen bei Instandhaltungsarbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen, Instandhaltungsarbeiten, durch die eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann und bei Instandhaltungsarbeiten in nicht explosionsgefährdeten Bereichen, die Auswirkungen auf explosionsgefährdete Bereiche haben können.
- Die **TRBS 1201** konkretisiert die Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen.
- Die **TRBS 1201 Teil 1** bezieht sich dabei auf die Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.
- Die **TRBS 2141** beschreibt die Gefährdungen durch Dampf und Druck.
- Die **TRBS 3151 / TRGS 751** dient der Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen bzw. Gasfüllanlagen.
- Die **TRBS 3146 / TRGS 746** gilt für ortsfeste Druckanlagen zur Lagerung von Gasen. In den Anwendungsbereich fallen das Errichten, Aufstellen, Befüllen, Entleeren, Instandhalten, Stillsetzen und Demontieren.

TRGS konkretisieren die GefStoffV:

- Die **TRGS 400** (Gefährdungsbeurteilung) beschreibt allgemein die Vorgehensweise bei der Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe nach GefStoffV.
- Die **TRGS 407** (Tätigkeiten mit Gasen) gibt ergänzende Hinweise zur TRGS 400 über die Vorgehensweisen bei der Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung sowie gasspezifische Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gasen.

- **TRGS 500** (Schutzmaßnahmen) konkretisiert die GefStoffV durch die Beschreibung von Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.
- Die **TRGS 555** ist für die Information der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen anzuwenden.
- Die **TRGS 720** bis **TRGS 724** beziehen sich auf Gefährdungen durch explosionsfähige Gemische.
- Die **TRGS 725** beschreibt dabei MSR-Einrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen.
- Die **TRGS 727** behandelt Maßnahmen zur Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung.
- Die **TRGS 800** gibt Brandschutzmaßnahmen vor.

ASR konkretisieren ArbStättV:

- **ASR V3** gilt für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten.

5.2.4 Literatur zur Gefährdungsbeurteilung

Zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung stehen bereits eine Reihe von Handlungshilfen und Leitfäden zur Verfügung. Eine Auswahl wird im Folgenden gegeben:

- DGUV Information 203-092 „Arbeitssicherheit beim Betrieb von Gasanlagen – Handlungshilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung“⁸⁵;
- DGUV Information 213-701 „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der GefStoffV – Allgemeiner Teil“⁸⁶;
- DGUV Aktuell FBETEM-007 „Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen“⁸⁷;

⁸⁵ DGUV Information 203-092: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3435>

⁸⁶ DGUV Information 213-701: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/548>

⁸⁷ DGUV Aktuell FBETEM-007: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4749>

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, „Handbuch Gefährdungsbeurteilung“⁸⁸ (Internetseite mit genereller Übersicht und Verweis auf Dokumente).

5.3 Brandschutz

Anforderungen an den Brandschutz werden generell im Baurecht und im Arbeitsschutzrecht gestellt. In den nächsten beiden Unterkapiteln wird auf diese Bereiche eingegangen. Zu Informationen für Feuerwehren zu PtG-Anlagen werden weiterführende Quellen im Anhang C gegeben.

5.3.1 Anforderungen aus dem Baurecht

Im Rahmen des Baurechts werden Anforderungen an den Brandschutz in unterschiedlichen Verordnungen bzw. Richtlinien gestellt, insbesondere der Bauordnung, der Industriebauordnung, sowie der Leitungsanlagenrichtlinie. Diese Vorschriften werden durch die Bundesländer erlassen, sind aber an die jeweiligen Muster-Vorschriften angelehnt, die durch die Bauministerkonferenz⁸⁹ beschlossen werden. Die konkrete Umsetzung der darin gestellten Anforderungen ist spezifisch für jedes Bauvorhaben und wird von Personen mit Fach- oder Sachkunde durchgeführt. Aus diesem Grund beschränkt sich dieses Kapitel auf einen Überblick zu den relevanten Vorschriften mit Blick auf PtG-Anlagen. Zusätzlich wird auf das ggf. notwendige Brandschutzkonzept bzw. Brandschutznachweis eingegangen.

Die **Bauordnungen der Bundesländer** stellen grundlegende Anforderungen an den Brandschutz von allen Bauwerken (Vorbeugung der Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch, Ermöglichung der Rettung von Menschen und Tieren bei einem Brand, Ermöglichung von Löschmaßnahmen), die vom Eigentümer des Bauwerks eingehalten werden müssen und im Baugenehmigungsverfahren überprüft werden (siehe Kapitel 2.3 des genehmigungsrechtlichen Leitfadens für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN). Diese Anforderungen werden beispielsweise im § 14 der Muster-Bauordnung

⁸⁸ BAUA Handbuch Gefährdungsbeurteilung:
https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung/Gefaehrdungsbeurteilung/Handbuch-Gefaehrdungsbeurteilung/Gefaehrdungsbeurteilung_node

⁸⁹ Musterrichtlinien Bauministerkonferenz:
<https://www.bauministerkonferenz.de/verzeichnis.aspx?id=986&o=7590986>

(MBO) gestellt. Der Entstehung von Bränden soll durch Vorgaben an Bauprodukte (Dritter Abschnitt MBO) und an die technische Gebäudeausrüstung (Sechster Abschnitt MBO) vorgebeugt werden. Zur Vermeidung der Ausbreitung von Feuer und Rauch werden Anforderungen an Baustoffe, Wände, Decken und Türen gestellt (Vierter Abschnitt MBO). Die Rettung von Personen und das Löschen von Bränden soll durch die Vorschriften für Rettungswege ermöglicht werden, die zugleich Feuerwehrangegriffswege sein können (Fünfter Abschnitt MBO). Für PtG-Anlagen sind folgende Aspekte der Bauordnung besonders relevant:

- Bauliche Anlagen, deren Nutzung mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist, können als Sonderbau nach § 2 Abs. 4 Nr. 19 MBO eingestuft werden (siehe auch Muster-Industriebaurichtlinie). Dabei sind insbesondere die Anforderungen an die Trennwände und Decken zwischen der PtG-Anlage und anderen Nutzungseinheiten zu beachten.
- PtG-Anlagen außerhalb von Gebäuden müssen insbesondere die Abstandsflächen zu Gebäuden bzw. zur Grundstücksgrenze einhalten (i. d. R. mindestens 3 m nach § 6 MBO).
- An Wasserstoffanlagen, die als technische Gebäudeausrüstung zur Eigenversorgung mit Wasserstoff genutzt werden, werden besondere Anforderungen an die Anlage und an Aufstellräume solcher Anlagen gestellt. Auf diese Anforderungen wird im Leitfaden für Wasserstoffanlagen der technischen Gebäudeausrüstung von PORTAL GREEN eingegangen.

Die **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen** (MVV TB), bzw. die Umsetzung in den Bundesländern, konkretisiert die technischen Anforderungen an bauliche Anlagen. Sie wird vom Deutschen Institut für Bautechnik⁹⁰ veröffentlicht. Im Kapitel A.2 MVV TB werden die Begriffe aus der Musterbauordnung genauer beschrieben und dazu Verweise auf weitere Normen oder technische Regeln gegeben.

Industriebauten sind entsprechend der **Muster-Industriebaurichtlinie** (Nr. 3.1) „Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten die-

⁹⁰ Deutsches Institut für Bautechnik: www.dibt.de

nen“. An Industriebauten werden in den jeweiligen Industriebaurichtlinien der Bundesländer Anforderungen zum Brandschutz gestellt. Dabei sind insbesondere Anforderungen an den Löschwasserbedarf, Zugänglichkeit, Rettungswege, Rauchableitung, Brandmeldeanlagen, sowie Feuerwiderstände von Bauteilen zu beachten. Gebäude oder Gebäudeteile mit PtG-Anlagen sind demnach Industriebauten, wenn der erzeugte Wasserstoff industriell oder gewerblich genutzt wird. Da die Anforderungen an Industriebauten von der konkreten Nutzung des Gebäudes abhängen, können keine generellen Aussagen für PtG-Anlagen getroffen werden.

Die **Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie** (MLAR) und die Richtlinien der Bundesländer gelten für Rohrleitungen und elektrische Leitungen (einschließlich ihrer Armaturen etc.), insbesondere in notwendigen Treppenräumen oder Fluren sowie bei der Durchführung von Rohrleitungen oder elektrischen Leitungen durch Wände oder Decken. Rohrleitungsanlagen für brennbare Medien (Wasserstoff) werden im Abschnitt 3.4 MLAR und Wanddurchführungen im Abschnitt 4 MLAR geregelt. Der Abschnitt 4 MLAR gilt nicht für Gebäude der Gebäudeklasse 1 oder 2, was Einfamilienhäusern entspricht, und nicht innerhalb von Nutzungseinheiten mit weniger als 400 m². Die Vorgaben (z. B. Rohrleitungen mit Wasserstoff müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen; Rohrleitungen müssen in Abschottungen durch Wände geführt werden, die die gleiche Feuerwiderstandsdauer haben wie die Wand) dienen zur Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch.

Im Rahmen der Baugenehmigung ist in folgenden Fällen die **Anfertigung eines Brandschutzkonzeptes bzw. Brandschutznachweises** notwendig:

- bei der Abweichung des Bauwerks von baurechtlichen Anforderungen,
- wenn das Gebäude der PtG-Anlage von der Genehmigungsbehörde als Sonderbau eingestuft wird (z. B. nach §2 Absatz 4 Nr. 19 Muster-Bauordnung „bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist“),
- bzw. bei Industriebauten.

Das Brandschutzkonzept muss im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens bei der Behörde eingereicht werden und wird von der Behörde geprüft. Die Verantwortung für die Erstellung trägt der Antragsteller der Baugenehmigung, die Erstellung erfolgt in der

Regel durch einen Fachplaner. Fachplaner können zum Beispiel Bauingenieure mit entsprechender Qualifikation sein. Bei Änderungen des Bauwerks muss das Brandschutzkonzept aktualisiert werden.

5.3.2 Anforderungen aus dem Arbeitsschutzrecht

Im Rahmen des Arbeitsschutzrechts werden noch weitere Anforderungen an den Brandschutz gestellt. Hierbei sind insbesondere die ArbStättV, die BetrSichV und die GefStoffV zu berücksichtigen.

Im Rahmen der **Gefährdungsbeurteilung** nach § 3 ArbStättV müssen Maßnahmen entsprechend den Kapiteln 2.1 (gegen Brände) und 2.2 (Flucht und Rettungswege) im Anhang der ArbStättV getroffen werden. Diese Maßnahmen werden in den Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“ und ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge“ konkretisiert. Dazu gibt auch die DGUV Information 205-001 „Betrieblicher Brandschutz in der Praxis“⁹¹ konkrete Beispiele.

Zum Umgang von Beschäftigten mit Gefahrstoffen hat der Arbeitgeber gemäß § 11 GefStoffV besondere Schutzmaßnahmen zu treffen, um Gefährdungen durch Brände und Explosionen zu vermeiden bzw. zu verringern. Darauf aufbauend beschreibt die **TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“** die Bewertung von Brandgefahren im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sowie konkrete Brandschutzmaßnahmen und die Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Die Brandschutzmaßnahmen beziehen sich insbesondere auf die Reduzierung von brennbaren Stoffen, die Vermeidung der Brandentstehung, die Begrenzung der Brand- und Rauchausbreitung, sowie die Selbst- und Fremdrettung der Beschäftigten.

5.4 Explosionsschutz

Der Explosionsschutz ist ein zentraler Aspekt bei der Sicherheit von PtG-Anlagen. Dazu werden zunächst die Grundlagen zum Explosionsschutz beschrieben und dafür wesentliche Begriffe und Technische Regeln eingeführt. Abschließend wird eine Übersicht zu weiterführenden Quellen gegeben.

⁹¹ DGUV Information 205-001: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/324/betrieblicher-brandschutz-in-der-praxis>

Im Rahmen der **Gefährdungsbeurteilung** nach § 6 Absatz 4 GefStoffV muss der Arbeitgeber feststellen, bei welchen Tätigkeiten Brand- und Explosionsgefährdungen durch Stoffe entstehen können und aufbauend darauf dem Stand der Technik entsprechende Schutzmaßnahmen bestimmen. Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden, beispielsweise einer Fachkraft für Arbeitssicherheit (§ 6 Abs. 11 GefStoffV). Die Dokumentation der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung und der Schutzmaßnahmen erfolgt im **Explosionsschutzdokument** und muss vor der ersten Aufnahme einer Tätigkeit erfolgen (§ 6 Abs. 8 und 9 GefStoffV), zudem müssen die Arbeitnehmer nach § 12 ArbSchG darin regelmäßig unterwiesen werden.

Drei Stufen des Explosionsschutzes

Im § 11 GefStoffV werden die Maßnahmen zum Explosionsschutz grundlegend vorgegeben und im Anhang I Nr. 1 GefStoffV konkretisiert. Die Vorgehensweise zum Explosionsschutz wird in der TRGS 720 (Abschnitt 3) beschrieben. Die dort aufgeführten Maßnahmen basieren auf den drei Stufen des Explosionsschutzes (siehe dazu auch Abb. 5.3):

- Vermeidung oder Einschränkung explosionsfähiger Atmosphären (TRGS 722),
- Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären (TRGS 723),
- Konstruktiver Explosionsschutz, um die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß einzuschränken (TRGS 724).

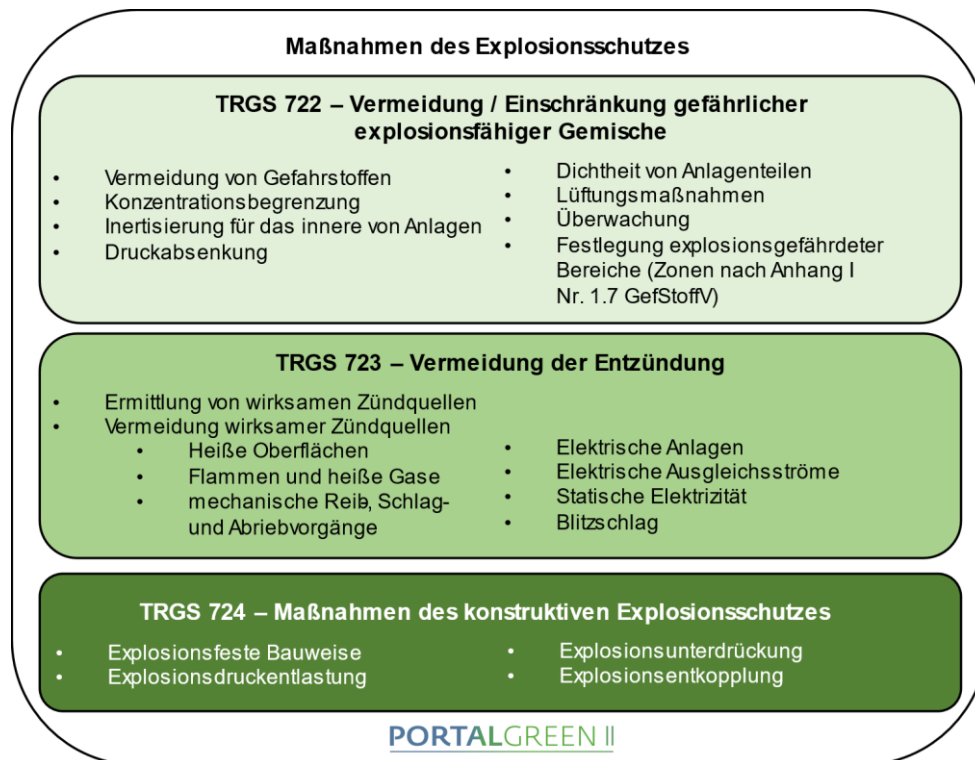


Abb. 5.3 Beispiele für Maßnahmen zur Umsetzung des Explosionsschutzes

Explosionsschutz-Zonen

In diesem Zusammenhang werden im **Anhang I Abschnitt 1.7 GefStoffV** folgende Explosionsschutz-Zonen definiert, die die Häufigkeit für das Auftreten einer Explosion anzeigen:

- die Zone 0 „ist ein Bereich, in dem eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln **ständig, über lange Zeiträume oder häufig** vorhanden ist“;
- die Zone 1 „ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb **gelegentlich** eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann“; und
- die Zone 2 „ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise **nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit**“.

Die explosionsgefährdeten Bereiche müssen mit dem Zeichen in Abb. 5.4 nach Anhang I Nr. 1.6, Abs. 5 GefStoffV gekennzeichnet werden.



Abb. 5.4 Warnzeichen D-W021: Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre

Zur Bestimmung der Explosionsschutz-Zonen einer PtG-Anlage kann die **DIN EN IEC 60079-10-1 VDE 0165-101:2022-02** verwendet werden. Dabei müssen folgende Eigenschaften von Wasserstoff berücksichtigt werden⁹²:

- eine im Vergleich zur Umgebungsluft sehr geringe Dichte von ca. 0,09 kg/m³ bei 0 °C, wodurch Wasserstoff in Umgebungsluft nach oben steigt, wobei auch Vermischungen mit der Umgebungsluft zu berücksichtigen sind, sowie
- ein großer Bereich der explosionsfähigen Atmosphäre zwischen der unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.-% und der oberen Explosionsgrenze von 77 Vol.-% (zum Vergleich: die obere Explosionsgrenze von Methan beträgt nur 16,5 Vol.-%). Die obere Explosionsgrenze ist in der Praxis nur relevant, wenn der Auftrieb des Wasserstoffs durch Raumdecken, das Anlagengehäuse oder sonstige Bauteile verhindert wird.

Die **DGUV Regel 113-001**⁹³ liefert eine ausführliche Beispielsammlung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche und bezieht sich dabei auch auf Elektrolyseanlagen. Angelehnt an diese Regel gibt die Tab. 5.4 Beispiele für die Einordnung der Zonen einer Elektrolyseanlage und ihrer Teile in Räumen und im Freien.

⁹² GisChem, Datenblatt Wasserstoff, https://www.gischem.de/download/01_0-001333-74-0-000000_1_1_727.PDF

⁹³ DGUV Regel 113-001: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/906/explosionsschutz-regeln-ex-rl> (online frei verfügbar bei <https://www.bgrci.de/ex-rl-beispielsammlung/dguv-regel-113-001>)

Tab. 5.4 Beispiele für die Zoneneinteilung einer Elektrolyseanlage entsprechend der DGUV 113-001

Bauteil	Zone	Nr. in DGUV 113-001 – Anlage 4
Behälter, Rohrleitungen (auf Dauer technisch dicht)	keine Zone	1.1.1 a) 1.2.7.5
Behälter, Rohrleitungen (technisch dicht, mit Raumlüftung)	Zone 2 im Nahbereich	1.1.1 b2)
Entnahmestellen (technisch dicht) mit Absperrventil und Sicherheitseinrichtung bei regelmäßigen Kontrollen	Zone 2 im Nahbereich (Ausdehnung abhängig von Freisetzungsrate und Belüftung)	1.2.1.4 c)
Atmosphärische Elektrolyse (technisch dicht) mit unterschiedlichen Anforderungen für Belüftung (natürlich / technisch), Detektion und organisatorische Maßnahmen	keine Zone	1.2.7.1.1.1.
Druckelektrolyseanlage in großem Raum bei unterschiedlichen organisatorischen Maßnahmen (technisch dicht mit bestimmten organisatorischen Maßnahmen, deckennahe Gaswarnanlage mit Voralarm, Überwachung von Prozessparametern mit automatischer Abschaltung)	keine Zone; Zone 2 im Deckenbereich (wenn z. B. keine Gaswarnanlage)	1.2.7.1.3.1
Verdichter im Raum (technisch dicht, Gaswarnanlage mit automatischer Aktivierung der technischen Lüftung bzw. Abschaltung der Anlage)	Zone 2 im ganzen Raum; Zone 1 im Bereich der Entwässerung	1.2.7.2.1
Verdichter im Raum (technisch dicht mit natürlicher Belüftung)	Zone 1 im ganzen Raum; Zone 2 um Be- und Entlüftungsöffnungen nach außen	1.2.7.2.2
Entnahmearmaturen im Freien mit natürlicher Lüftung	Zone 1 im Nahbereich des Kupplungsstücks	1.2.7.7.2
Geführte Auslässe ins Freie (betriebsmäßiger Auslass bei An- und Abfahren, bei Überdruckereignissen)	Zone 1 im Nahbereich der Austrittsstelle; Zone 2 um Zone 1, Ausdehnung in Abhängigkeit der Austrittsmenge	1.2.7.8

In Bezug auf die Zonen-Einteilung wurde in dem **DVGW Forschungsprojekt HyLeak**⁹⁴ mittels Simulationen untersucht, wie sich bei einem Austritt von Wasserstoff die Gaskonzentrationen im Raum bzw. in der Luft verteilen und wie dies bewertet werden kann. Die höhere Leckage-Rate, die geringere Dichte und die höhere Diffusivität von Wasserstoff führen demnach zu einem ausgedehnteren Konzentrationsfeld im Vergleich zu Methan bzw. Erdgas.

Vermeidung explosionsfähiger Atmosphären

Zur Vermeidung einer explosionsfähigen Atmosphäre kann die Anlage entsprechend ausgelegt werden. Dazu werden beispielsweise Rohrleitungen und andere Komponenten „technisch dicht“ bzw. „auf Dauer technisch dicht“ ausgeführt (siehe TRGS 722, Abschnitt 4.5 mit Beispielen und konstruktiven Merkmalen). Bei technisch dichten Anlagenteilen sind seltene Freisetzungen entzündbarer Gase während des Betriebs möglich. Bei auf Dauer technisch dichten Anlagenteilen kann davon ausgegangen werden, dass es während der gesamten Betriebsdauer der Anlage zu keiner Freisetzung kommt. Somit wird im Bereich von auf Dauer technisch dichten Komponenten in der Regel keine Explosionsschutz-Zone festgelegt, was geringere Anforderungen in Bezug auf die Vermeidung der Entzündung mit sich bringt. Allerdings sind auf Dauer technisch dichte Komponenten für Wasserstoff schwierig zu realisieren (insbesondere bei Verbindungen). Der Betreiber muss auch nach dem Öffnen und Schließen von Verbindungen die Dichtheit weiterhin gewährleisten und die Teile ggf. warten bzw. überwachen.

Vermeidung von Zündquellen

Eine weitere wichtige Eigenschaft von Wasserstoff ist seine sehr niedrige Zündenergie in einem zündfähigen Wasserstoff-Luft-Gemisch. Die Zündenergie ist so gering, dass **elektrostatische Aufladungen** an Gegenständen für eine Zündung ausreichen können. Dazu gibt die TRGS 727 Hinweise zur Vermeidung der Zündung durch elektrische Aufladung.

⁹⁴ DVGW-Forschungsprojekt HyLeak „Leckage-Raten und Konzentrationsfelder in Räumen“:
<https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-hyleak>

Um die Entzündung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären zu vermeiden, müssen insbesondere **geeignete Geräte** eingesetzt werden, die entsprechend der Häufigkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre ausgelegt sind. Diese Geräte werden vom Hersteller nach Artikel 6 Abs. 6 ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU **entsprechend ihrer Auslegung gekennzeichnet**. Die Abb. 5.5 zeigt dafür ein Beispiel mit folgenden Erklärungen:

- Die Gerätegruppe gibt Hinweise auf den möglichen Einsatzbereich: Geräte der Gruppe I sind für den Bergbau geeignet, Geräte der Gruppe II in allen Explosionsbereichen außerhalb des Bergbaus.
- Die Gerätekategorie zeigt an für welche Zone das Gerät geeignet ist:
 - 1G für Zonen 0 bis 2;
 - 2G für Zonen 1 und 2;
 - 3G für Zone 2; wobei das G für Gas steht.
- Die Explosionsuntergruppe für Wasserstoff ist IIc.
- Die geeignete Temperaturklasse für Wasserstoff ist T1.



Abb. 5.5 Kennzeichnung, die an einem Gerät zum Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen anzubringen ist

Literaturverweise

Zusammenfassend bieten die TRGS 720, TRGS 721, DGUV Information 213-106⁹⁵ sowie die DGUV Regel 113-001⁹⁶ ausführliche Hintergrundinformationen zum Explosionsschutz bzw. zum Explosionsschutzdokument. Die DIN EN 1127-1 beschreibt die Grundlagen und die Methodik zum Explosionsschutz und zur Risikobewertung. Zudem gibt die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGR CI) auf ihrer Internetseite⁹⁷ Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Explosionsschutz.

5.5 Prüfungen im Verantwortungsbereich des Betreibers

Wie in Kapitel 5.1 aufgezeigt, werden in mehreren Gesetzen und Verordnungen Vorgaben zur Prüfung der PtG-Anlage durch den Betreiber gemacht. Dabei sind insbesondere

- die Prüfung von **Sicherheitseinrichtungen** entsprechend des § 4 Absatz 3 ArbStättV,
- die Prüfung von **Arbeitsmitteln** im Rahmen des § 14 BetrSichV,
- die Prüfung von **überwachungsbedürftigen Anlagen** nach § 7 ÜAnIG sowie §§ 15, 16 BetrSichV,
- die Prüfung **sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen**, sowie
- die Prüfung von **Energieanlagen** nach § 49 EnWG zusammen mit dem DVGW-Arbeitsblatt G 220

zu nennen. Auf diese Prüfungen wird in den folgenden Unterkapiteln eingegangen.

5.5.1 Prüfung von Sicherheitseinrichtungen nach § 4 Abs. 3 ArbStättV

Nach § 4 Abs. 3 ArbStättV muss der Arbeitgeber Sicherheitseinrichtungen instand halten und regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit prüfen, sowie die Prüfungen dokumentieren.

⁹⁵ DGUV Information 213-106: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3360>

⁹⁶ DGUV-Regel 113-001: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/906/explosionsschutz-regeln-ex-rl>

⁹⁷ BGR CI FAQ zu Explosionsschutz: <https://www.bgrci.de/exinfode/ex-schutz-wissen/antworten-auf-haeufig-gestellte-fragen/explosionsschutz/>

Hierzu werden insbesondere die Sicherheitsbeleuchtung, Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtungen, Notaggregate und Notschalter genannt. Weiterführende Informationen sind in folgenden Quellen zu finden:

- Abschnitt 9 Absatz 10 ASR-A2-3 „**Fluchtwege und Notausgänge**“ zur Instandhaltung und Prüfung der Sicherheitsbeleuchtung bei Fristen mit Verweis auf Herstellerangaben und den anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN EN 50172 VDE 0108-100 „Sicherheitsbeleuchtungsanlagen“),
- Abschnitt 7.4 ASR-A2-2 „**Maßnahmen gegen Brände**“ zur Instandhaltung und Prüfung von Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtungen mit Fristen entsprechend den Herstellerangaben,
- in Bezug auf **Notstromaggregate** sind die anerkannten Regeln der Technik zu beachten, beispielsweise die Normenreihe DIN VDE 0100 mit der DIN VDE 0100-551 (Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen) und der DIN VDE 0100-560 (Einrichtungen für Sicherheitszwecke), sowie
- für **Notschalter**, die anerkannten Regeln der Technik mit der DIN EN 60204-1 „Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen“.

5.5.2 Prüfung von Arbeitsmitteln

Nach §14 BetrSichV muss der Arbeitgeber die verwendeten Arbeitsmittel in folgenden Fällen von einer **zur Prüfung befähigten Person** (nach TRBS 1203, siehe Anhang A) prüfen lassen:

- nach Abs. 1: wenn die Sicherheit des Arbeitsmittels von den Montagebedingungen abhängt (u. a. vorschriftsmäßige Montage vor erstmaliger Verwendung); dabei sind Prüfinhalte, die im Rahmen eines Konformitätsbewertungsverfahrens durchgeführt wurden, nicht erneut zu prüfen,
- nach Abs. 2: wenn das Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen ausgesetzt ist, sind wiederkehrende Prüfungen durchzuführen; die Frist für die Prüfung eines Arbeitsmittels ist in der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 Abs. 6 BetrSichV zu ermitteln,
- nach Abs. 3: nach prüfpflichtigen Änderungen des Arbeitsmittels (siehe Anhang A dieses Leitfadens).

Entsprechend § 14 Abs. 7 BetrSichV müssen die Ergebnisse der Prüfungen **dokumentiert** und die Dokumentation mindestens bis zur nächsten Prüfung aufbewahrt werden.

Weitere Hinweise zur Durchführung der Prüfungen von Arbeitsmitteln werden in der TRBS 1201 (Prüfungen von Arbeitsmitteln) sowie in der TRBS 1201 Teil 2 (für druckbeaufschlagte Arbeitsmittel nach § 14 BetrSichV, die keine überwachungsbedürftigen Anlagen sind) gegeben.

5.5.3 Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen

Wird eine PtG-Anlage als überwachungsbedürftige Anlage eingestuft (siehe Kapitel 4.2.1), muss der Betreiber bei der Prüfung der Anlage die **Vorgaben des § 7 ÜAnIG** erfüllen. Demnach muss die Anlage auf ihren sicheren und ordnungsgemäßen Zustand

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen,
- nach außergewöhnlichen Ereignissen,
- regelmäßig wiederkehrend und
- nach Feststellung von Mängeln entsprechend § 10 ÜAnIG

geprüft werden. Wie in Kapitel 4.2.1.2 dieses Leitfadens beschrieben, sollen diese Vorgaben durch die geplante Verordnung nach § 31 ÜAnIG spezifiziert werden. Solange diese Verordnung nicht in Kraft getreten ist, gelten weiterhin die entsprechenden Vorgaben der §§ 15 bis 17 BetrSichV.

In den **§§ 15 bis 17 BetrSichV** werden die Prüfungen von überwachungsbedürftigen Anlagen beschrieben. Für die Durchführung der Prüfungen ist der Betreiber der Anlage verantwortlich und die Prüfungen müssen, sofern nicht anders vorgegeben, durch eine ZÜS durchgeführt werden. Nach § 15 BetrSichV muss vor der Inbetriebnahme oder der Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen geprüft werden, ob die technischen Unterlagen, z. B. die EU-Konformitätserklärungen der Komponenten, vorhanden und plausibel sind und ob die PtG-Anlage entsprechend errichtet bzw. geändert wurde (Ordnungsprüfung). Weiterhin ist zu prüfen, ob die sicherheitstechnischen Maßnahmen geeignet und funktionsfähig sind und ob die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Fristen für die nächste wiederkehrende Prüfung zutreffend bestimmt wurden (technische

Prüfung). Diese Grundsätze müssen auch in den wiederkehrenden Prüfungen nach § 16 BetrSichV festgestellt werden. Die Prüffristen für die wiederkehrenden Prüfungen werden im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung festgelegt, wobei dazu Höchstfristen vorgegeben werden. § 17 BetrSichV beschreibt die Dokumentation der Prüfungen. Die Dokumentation ist während des gesamten Betriebs der Anlage am Betriebsort aufzubewahren, was auch in elektronischer Form möglich ist.

Diese Prüfungen sind nach Maßgabe des **Anhang 2 BetrSichV** durchzuführen. Dazu werden Vorgaben in Bezug auf den Explosionsschutz im Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV und in Bezug auf Druckanlagen im Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV gemacht. Auf die Prüfungen im Rahmen des Explosionsschutzes und im Rahmen von Druckanlagen wird in den Kapiteln 5.5.3.1 und 5.5.3.2 eingegangen.

Zudem sollen überwachungsbedürftige Anlagen bei den Prüfungen nach §§15, 16 und 18 BetrSichV auch im Hinblick auf **Maßnahmen zur Cybersicherheit** durch zugelassene Überwachungsstellen überprüft werden⁹⁸. Die Maßnahmen zum Schutz vor Cyberangriffen sollen in einer Gefährdungsanalyse durch den Betreiber festgelegt werden. Die Prüfung erfolgt entsprechend der TRBS-1115 Teil 1 und, sofern verfügbar, weiteren Vorschriften. Die Normen ISO IEC 27001 oder der DIN EN IEC 62443 können zur weiteren Information dazu herangezogen werden. Hintergründe dazu werden im Kapitel 5.6 gegeben.

5.5.3.1 Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Die grundlegenden Anforderungen an die Prüfungen auf Explosionsgefährdungen einer PtG-Anlage sind in **Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV** aufgeführt. Die Prüfungen umfassen auch MSR-Einrichtungen sowie beispielsweise Gaswarngeräte und Lüftungsanlagen, die dem sicheren Betrieb der Anlage dienen.

Prüfungen zur Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme werden im Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4 BetrSichV beschrieben. Für die **erfolgreiche Prüfung bei Inbetriebnahme** ist erforderlich, dass

⁹⁸ Beschluss des ZÜS-Erfahrungsaustauschkreises (EK ZÜS) am 20.12.2024 zur „Prüfung der Maßnahmen des Betreibers gegen Cyberbedrohungen von überwachungsbedürftigen Anlagen“:
<https://www.tuev-verband.de/anlagen/anlagentechnik/ek-zues/beschluesse>

- die für die Prüfung benötigten Unterlagen (Explosionsschutzkonzept, Aufstellungspläne, Zonenpläne, sicherheitstechnische Kennzahlen) vollständig und plausibel sind,
- die Anlage entsprechend der GefStoffV errichtet wurde,
- die festgelegten technischen Maßnahmen zum Explosionsschutz geeignet sind und funktionieren,
- die organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, und
- die Frist für die nächste wiederkehrende Prüfung zutreffend festgelegt wurde.
- Bei erlaubnispflichtigen Anlagen muss zusätzlich die Einhaltung der Maßnahmen zum Brandschutz geprüft werden.

Die Prüfung vor Wiederinbetriebnahme darf sich darauf beschränken, ob die Anlage entsprechend den Vorgaben geändert wurde und vorschriftsmäßig funktioniert.

Die Prüfungen bei **Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme** dürfen mit Ausnahme von erlaubnispflichtigen Anlagen auch von einer zur Prüfung befähigten Person nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV (einschlägige Berufsausbildung oder Studium mit Berufserfahrung und umfassende Kenntnisse zum Regelwerk) durchgeführt werden. Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen, etc. können von zur Prüfung befähigten Personen entsprechend Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.1 BetrSichV (einschlägige Berufsausbildung, entsprechende einjährige Erfahrungen bei Herstellung, Betrieb oder Instandhaltung, aktuelle Kenntnisse zum Explosionsschutz) geprüft werden.

Wiederkehrende Prüfungen werden in Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.1 BetrSichV spezifiziert. Die Prüfung der PtG-Anlage muss demnach mindestens alle sechs Jahre erfolgen (durch eine ZÜS oder zur Prüfung befähigte Person nach Nr. 3.3). Die Prüffrist für Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen nach Nr. 5.2 beträgt maximal drei Jahre (durch eine zur Prüfung befähigte Person nach Nr. 3.1). Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen nach Nr. 5.3 müssen von einer zur Prüfung befähigten Person nach Nr. 3.1 jährlich geprüft werden. Bei erlaubnispflichtigen Anlagen müssen zusätzlich auch die Maßnahmen im Brandschutz durch die ZÜS geprüft werden. Die Anforderungen für die Prüfungen legt der Betreiber nach § 3 Abs. 6 BetrSichV fest.

Die hier beschriebenen Vorgaben werden insbesondere in den folgenden Teilen der TRBS 1201 spezifiziert:

- TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“, sowie
- TRBS 1201 Teil 3 „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der EU-Richtlinie 2014/34/EU“ (ATEX-Produktrichtlinie).

5.5.3.2 Prüfung von Druckanlagen

Der Abschnitt 4 des Anhang 2 BetrSichV enthält Prüfvorschriften für überwachungsbedürftige Druckanlagen und deren Anlagenteile. Anlagenteile können nach Nr. 2.2 Buchstabe e in Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV auch ortsbewegliche Druckgeräte im Sinne der EU-Richtlinie 2010/35/EU⁹⁹ für ortsbewegliche Druckgeräte sein.

Die Prüfungen müssen vor Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen sowie wiederkehrend durchgeführt werden. Bei den **Prüfungen ist festzustellen, ob**

- die benötigten technischen Unterlagen vorhanden und plausibel sind,
- sich die Druckanlage in einem sicheren Zustand befindet und sicher verwendet werden kann, und ob
- die festgelegten technischen Maßnahmen geeignet und funktionsfähig, sowie die organisatorischen Maßnahmen geeignet sind.

Die Prüfung vor Wiederinbetriebnahme darf sich darauf beschränken, ob die Anlage entsprechend den Vorgaben geändert wurde und vorschriftsmäßig funktioniert. Wiederkehrende Prüfungen bestehen aus der äußeren Prüfung, der inneren Prüfung und der Festigkeitsprüfung. Bei den Prüfungen von Druckanlagen werden keine höheren Anforderungen an erlaubnispflichtige Anlagen gestellt.

Im Folgenden werden zunächst die Prüfständigkeiten von zugelassenen Überwachungsstellen bzw. zur Prüfung befähigten Personen dargestellt, anschließend wird auf die Höchstfristen für wiederkehrende Prüfungen eingegangen. Diese Vorgaben werden

⁹⁹ EU-Richtlinie 2010/35/EU: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex%3A32010L0035>

in der TRBS 1201 Teil 2 „Prüfung und Kontrollen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck“ detailliert beschrieben.

Prüfzuständigkeiten

Die Zuständigkeiten für die Prüfung werden in **Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 BetrSichV** vorgegeben. Ob die Prüfung durch eine ZÜS oder eine zur Prüfung befähigte Person durchgeführt werden darf, hängt vom Volumen (V) in Liter und dem Betriebsdruck (PS) in bar der verwendeten Druckgeräte sowie von der Fluidgruppe des Gases (1: Wasserstoff, Sauerstoff; 2: Stickstoff, Umgebungsluft) ab. Dabei sind folgende Tabellen aus Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 BetrSichV relevant:

- Tabelle 3: Druckbehälter / ortsbewegliche Druckgeräte für Gase der Fluidgruppe 1,
- Tabelle 4: Druckbehälter / ortsbewegliche Druckgeräte für Gase der Fluidgruppe 2,
- Tabelle 7: einfache Druckbehälter (Behälter mit Luft oder Stickstoff bis 30 bar und maximal 10000 bar*Liter sowie weiteren Einschränkungen im Sinne der EU-Richtlinie 2014/29/EU¹⁰⁰ über einfache Druckbehälter), sowie
- Tabelle 8: Rohrleitungen für entzündbare Gase.

Daraus ergeben sich in Bezug auf Druckbehälter die in Tab. 5.5 **vereinfacht zusammengefassten Prüfzuständigkeiten**. Nach Anhang 2 Abschnitt 4 Tabelle 8 Nr. 6 BetrSichV können die Inbetriebnahme-, Wiederinbetriebnahme- und wiederkehrenden Prüfungen von Rohrleitungen bis $PS \cdot DN \leq 2000 \text{ bar} \cdot \text{mm}$ von zur Prüfung befähigten Personen durchgeführt werden, sonst von zugelassenen Überwachungsstellen. **Anforderungen an die zur Prüfung befähigten Person** werden in Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 3 BetrSichV gestellt.

¹⁰⁰ EU-Druckbehälterrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0029>

Tab. 5.5 *Prüfzuständigkeiten nach Tabellen 3, 4 und 7 des Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 BetrSichV für Druckbehälter und ortsbewegliche Druckgeräte (vereinfacht dargestellt)*

Druckgerät	bei Inbetriebnahme, Wiederinbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
$25 < PS * V \leq 200$	zur Prüfung befähigte Person oder ZÜS	zur Prüfung befähigte Person oder ZÜS
$200 < PS * V \leq 1000$	ZÜS	zur Prüfung befähigte Person oder ZÜS
$PS * V > 1000$	ZÜS	ZÜS

Volumen (V) in Liter und Betriebsdruck (PS) in bar des Druckgeräts

Prüffristen

Die maximale Prüffrist für eine Druckanlage und ihre Anlagenteile beträgt nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 5 BetrSichV 10 Jahre. Für bestimmte Druckanlagen werden jedoch spezielle Höchstfristen in Nummer 7, Tabelle 12 vorgegeben, die in den folgenden Absätzen erläutert werden.

Für Anlagenteile einer **Druckanlage, die durch zugelassene Überwachungsstellen geprüft** werden, gelten die Höchstfristen in Tab. 5.6 entsprechend Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 5.8 Tabelle 1 BetrSichV.

Tab. 5.6 *Anzuwendende Höchstfristen für wiederkehrende Prüfungen von Anlagenteilen einer Druckanlage, die durch zugelassene Überwachungsstellen geprüft werden müssen (nach Tabelle 1 Abschnitt 4 Anhang II BetrSichV)*

Anlagenteil	Äußere Prüfung	Innere Prüfung	Festigkeitsprüfung
Druckbehälter nach Nr. 6 Tabelle 3 und 4 (siehe oben)	2 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
Einfache Druckbehälter nach Nr. 6 Tabelle 7	entfällt	5 Jahre	10 Jahre
Rohrleitungen nach Nr. 6 Tabelle 8	5 Jahre	entfällt	5 Jahre

Für **wiederkehrende Prüfungen von bestimmten Druckanlagen bzw. Anlagenteilen** nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 7 BetrSichV, die durch **zur Prüfung befähigte Personen** durchgeführt werden können, gelten die in Tab. 5.7 dargestellten Höchstfristen entsprechend Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 7 Tabelle 12 BetrSichV.

Tab. 5.7 Anzuwendende Höchstfristen für wiederkehrende Prüfungen von Anlagen-
teilen einer Druckanlage, die durch zur Prüfung befähigte Personen geprüft
werden dürfen, nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 7 Tabelle 12 BetrSichV.

Prüfgegenstand aus Anhang 2 Ab- schnitt 4 Be- trSichV	Äußere Prüfung	Innere Prüfung	Festigkeits- prüfung	Nummer in Tabelle 12
Rohrleitungen aus Nr. 6 Tabelle 8	5 Jahre	entfällt	5 Jahre	7.5
nicht erdgedeckte Druckbehälter nach Nr. 6 Tabellen 3 und 4	2 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	7.14 c
Ortsbewegliche Druckgeräte, die auf dem Betriebs- gelände verwendet werden nach Nr. 6 Tabellen 3 bis 6	10 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	7.29 b

5.5.4 Überprüfung sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen

Hintergründe zu sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen werden im Kapitel 5.1.1.4 dieses Leitfadens zur BetrSichV gegeben.

Die Überprüfung der Wirksamkeit der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen entsprechend der **TRBS 1115 und TRBS 1115 Teil 1** zur Cybersicherheit können vorab oder im Rahmen der Prüfung vor Inbetriebnahme erfolgen. Die Kontrolle der Funktionsfähigkeit der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen und die zugehörigen Maßnahmen der Cybersicherheit hat, entsprechend den Festlegungen in der Gefährdungsbeurteilung, regelmäßig zu erfolgen. In der Regel ist eine Prüffrist von 12 Monaten ausreichend. Personen, die diese Überprüfungen und Kontrollen durchführen, müssen über eine besondere Fachkunde in diesen Bereichen verfügen.

5.5.5 Prüfung von Energieanlagen

Wie in Kapitel 5.1.6 dargestellt, werden Prüfungen von PtG-Energieanlagen im Kapitel 10 des **DVGW-Arbeitsblattes G 220** vorgegeben. Dazu sind alle für überwachungsbedürftige Anlagen relevanten Gesetze und Verordnungen (ArbSchG, BetrSichV, GefStoffV, ...) zu beachten. Daraus ergeben sich grundsätzlich die gleichen Vorgaben für

die Prüfung einer PtG-Energieanlage wie für überwachungsbedürftige Anlagen. Im Folgenden werden jedoch einige Besonderheiten hervorgehoben.

- Die notwendigen **Prüfungen durch den Hersteller** der PtG-Anlage werden im Kapitel 10.2 des DVGW G 220 beschrieben.
- Die Prüfungen in Kapitel 10.3 des DVGW G 220 müssen durch **Sachverständige** (Angehörige einer anerkannten Inspektionsstelle, die durch eine Zertifizierungsstelle als Sachverständige zertifiziert wurden) durchgeführt werden. Bei „Up-stream Design Pressure“ kleiner 5 bar kann die Prüfung durch **Sachkundige** (im Sinne des DVGW-Merkblatts G 102 mit Schulung zur Sachkunde) erfolgen. Siehe hierzu auch Anhang A dieses Leitfadens.
- Die Anlage darf erst betrieben werden, wenn der Sachverständige bzw. Sachkundige hinsichtlich der Dichtheit, Festigkeit, den Sicherheitseinrichtungen, Wechselwirkungen mit verbundenen Anlagen sowie hinsichtlich der Schutzziele festgestellt hat, dass **keine sicherheitstechnischen Bedenken** bestehen.
- Dazu wird eine **Ordnungsprüfung** durchgeführt, in der die TRBS 1201 einbezogen wird. Weiterhin werden weitere Bescheinigungen (zur Druckabsicherung, über den Betriebsdruck des nachgelagerten Systems, Herstellererklärung mit Nachweis der Befähigung des Herstellers nach DVGW-Arbeitsblatt G 493-1 und G 265-3, Erklärung der Schweißaufsicht gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 350, Bescheinigung der Prüfung nach § 15 und Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4.1 BetrSichV zum Explosionsschutz durch ZÜS bzw. zur Prüfung befähigte Person inklusive der Geräte nach ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU¹⁰¹) in die Ordnungsprüfung mit einbezogen.
- Zudem erfolgt die Prüfung der **Anlagenanbindungen** (Festigkeit und Dichtheit der Rohrleitungsanbindungen, die der PtG-Anlage zugeordnet werden) und
- der Nachweis der **Gasdichtheit** entsprechend TRGS 722 (technisch dicht) mit regelmäßiger Wiederholung, mindestens einmal jährlich.
- Die sonstigen Prüfungen in Kapitel 10.4 des DVGW G 220 umfassen die Prüfung der **Explosionssicherheit** bei Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme nach § 15 BetrSichV, die Prüfung der Geräte nach ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU sowie

¹⁰¹ ATEX-Produktrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0034>

- die Prüfung **der elektrischen Anlage** entsprechend § 14 BetrSichV durch eine zur Prüfung befähigte Person nach BetrSichV und TRBS 1203.
- Die Prüfung bei **Auslegungsdrücken über 16 bar** entsprechend der GasHDrLtgV ist vorgeschrieben.
- Zudem wird die **Funktion der PtG-Anlage** geprüft, insbesondere die Sicherheitseinrichtungen, Absperrarmaturen und Überdruckschutzeinrichtungen der Druckmessgeräte.

Die Prüfung muss abschließend dokumentiert und die Dokumentation aufbewahrt werden.

5.6 Informationssicherheit für besonders wichtige und wichtige Einrichtungen

Die europäische NIS-2-Richtlinie EU/2022/2555¹⁰² und das deutsche NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz (NIS2UmsuCG¹⁰³, zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Leitfadens als Regierungsentwurf verabschiedet, aber noch nicht veröffentlicht) wurden im Kapitel 5.1.3 eingeführt. Entsprechend der Fassung des NIS2UmsuCG vom 25.07.2025 können **Betreiber im Bereich der Wasserstoffherzeugung, -speicherung und -fernleitung** als besonders wichtige Einrichtungen (im Falle großer Unternehmen) bzw. als wichtige Einrichtungen (im Falle mittlerer Unternehmen) eingestuft werden. Unter besonders wichtige Einrichtungen fallen auch **kritische Anlagen**, wobei eine genaue Beschreibung der kritischen Anlagen in einer Verordnung erfolgen soll, die zum Veröffentlichungszeitpunkt dieses Leitfadens noch nicht vorlag.

Die **Pflichten für Betreiber** besonders wichtiger und wichtiger Einrichtungen im Rahmen der Informationssicherheit werden im Artikel 1 Teil 3 NIS2UmsuCG beschrieben. Allerdings gelten nach § 28 Abs. 5 Nr. 2 NIS2UmsuCG die §§ 30, 31, 32, 35, 36, 38, 39, 61 und 62 NIS2UmsuCG **nicht für besonders wichtige und wichtige Einrichtungen, die Energieversorgungsnetze oder Energieanlagen betreiben und die den §§ 5c bis 5e EnWG** unterliegen (in den §§ 5c bis 5e EnWG werden ähnliche Pflichten mit

¹⁰² NIS-2-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj?locale=de>

¹⁰³ NIS2UmsuCG: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/CI1/nis2umsucg.html>

Bezug auf Energieanlagen beschrieben wie in den im § 28 Abs. 5 Nr. 2 NIS2UmsuCG genannten Paragraphen). Auf die Pflichten im Artikel 1 Teil 3 NIS2UmsuCG wird hier zunächst eingegangen, abschließend werden Verweise auf weitere Vorschriften bzw. Leitlinien gegeben.

- Nach § 30 Abs. 1 NIS2UmsuCG sollen Betreiber besonders wichtiger und wichtiger Einrichtungen **Risikomanagementmaßnahmen** ergreifen. Diese umfassen technische und organisatorische Maßnahmen, um Störungen der Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit zu vermeiden und Auswirkungen von Sicherheitsvorfällen möglichst gering zu halten. Der § 30 Abs. 2 geht näher auf den Umfang der Risikoanalyse ein, diese können aber nach § 30 Abs. 4 noch weiter durch die EU vorgegeben werden.
- Zu den Risikomanagementmaßnahmen gehört nach § 30 Abs. 6 auch, dass besonders wichtige und wichtige Einrichtungen Produkte, Dienste, oder Prozesse von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) nur verwenden, wenn diese über eine spezielle **Cybersicherheitszertifizierung** verfügen.
- Der § 31 NIS2UmsuCG beschreibt weitergehende Risikomanagementmaßnahmen für Betreiber kritischer Anlagen. Darunter fällt der Einsatz von Systemen zur **Angriffserkennung**.
- Im § 32 NIS2UmsuCG werden **Meldepflichten** von besonders wichtigen und wichtigen Einrichtungen festgelegt. Demnach müssen Erstmeldungen von erheblichen Sicherheitsvorfällen unverzüglich (innerhalb von 24 h) erfolgen. Spätestens nach 72 h muss eine Aktualisierung der Erstmeldung erfolgen. Nach spätestens einem Monat wird eine Abschlussmeldung des Vorfalls gefordert.
- Entsprechend § 33 NIS2UmsuCG müssen sich besonders wichtige und wichtige Einrichtungen bei einer **Registrierungsstelle** des BSI und des Bundesamtes für den Bevölkerungsschutz und die Katastrophenhilfe (BBK) registrieren lassen. Zum Veröffentlichungszeitpunkt des Leitfadens stand die Registrierungsstelle noch nicht zur Verfügung.
- Der § 35 NIS2UmsuCG gibt **Unterrichtungspflichten** vor, nach denen der Betreiber verpflichtet werden kann, die Empfänger seiner Dienstleistungen über einen erheblichen Sicherheitsvorfall zu unterrichten.
- § 36 NIS2UmsuCG definiert die **Rückmeldung des BSI** nach einem erheblichen Sicherheitsvorfall an den Betreiber.

- § 38 NIS2UmsuCG umfasst Umsetzungs-, Überwachungs- und Schulungspflichten für die **Geschäftsleitungen** besonders wichtiger und wichtiger Einrichtungen.
- § 39 NIS2UmsuCG definiert **Nachweispflichten** der umgesetzten Maßnahmen.
- Entsprechend § 61 NIS2UmsuCG kann das zuständige Bundesamt gegenüber einzelnen besonders wichtigen Einrichtungen **Audits, Prüfungen und Zertifizierungen** verlangen.

Die konkreten Anforderungen sollen in der entsprechenden deutschen Verordnung (zum Veröffentlichungszeitpunkt des Leitfadens noch nicht verfügbar) festgelegt werden. Bis-her können die **technischen Normenreihen**

- ISO IEC 27000 Informationstechnik – Sicherheitsverfahren – Informationssicherheitsmanagementsysteme und
- IEC 62443 IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme

für die technische Umsetzung verwendet werden.

Verweise auf weitere Literatur: Als mögliche Vorgehensweise für die Umsetzung der ISO IEC 27000 hat das BSI den **IT-Grundschutz**¹⁰⁴ („Weg in die Basis-Absicherung“) etabliert und stellt dafür beispielsweise Checklisten zur Umsetzung bereit. Eine weitere ausführliche Beschreibung bietet das **IT-Grundschutzkompendium**¹⁰⁵ des BSI. Weitere Anforderungen und Leitsätze sind in der **TRBS 1115 Teil 1** „Cybersicherheit für sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen“ und der **KAS-51** „Leitfaden – Maßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter“ der Kommission für Anlagensicherheit (relevant für Betriebe, die im Geltungsbereich der Störfall-VO liegen) enthalten.

¹⁰⁴ BSI IT Grundschutz: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/it-grundschutz_node.html

¹⁰⁵ BSI IT Grundschutzkompendium: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/IT-Grundschutz-Kompendium/it-grundschutz-kompendium_node.html

6 Pflichten für Hersteller aus Sicht der Produktsicherheit

In diesem Kapitel werden die Pflichten von Herstellern beschrieben, wobei ein Betreiber einer PtG-Anlage nach ProdSG auch gleichzeitig ein Hersteller von Teilen der Anlage sein kann. Dies gilt insbesondere, wie in Kapitel 4.2.2 dargestellt, wenn auf Ebene der Komponenten, Teilsysteme, Systeme oder Teilanlagen unterschiedliche Teile von dem Betreiber selbst zusammengesetzt werden und daraus eine Baugruppe (Druckgeräteverordnung) oder Maschine (Maschinenverordnung) entsteht. In diesem Kapitel wird **allgemein auf Hersteller eines Produkts** Bezug genommen, wobei im speziellen die Hersteller der Teile einer PtG-Anlage gemeint sind.

Insbesondere muss ein Hersteller dafür sorgen, dass das **Produkt alle deutschen und europäischen Anforderungen zur Produktsicherheit erfüllt**. Die grundlegende EU-Verordnung dafür ist die Verordnung (EU) 2023/988¹⁰⁶ über die allgemeine Produktsicherheit (EU-ProdSV). In Bezug auf die Produktsicherheit gibt es noch weitere europäische Verordnungen, die unmittelbar in Deutschland gelten, sowie EU-Richtlinien, die im Rahmen des deutschen ProdSG¹⁰⁷ mit den ProdSVen in deutsches Recht umgesetzt werden. Abseits der Produktsicherheit können noch weitere EU-Rechtsvorschriften und deren deutsche Umsetzung für Hersteller im Bereich von PtG-Anlagen relevant sein. Tab. 6.1 gibt dazu einen Überblick, anschließend werden die Pflichten für Hersteller aus dem ProdSG zusammengefasst und darauf aufbauend in den Kapiteln 6.1 bis 6.3 weiter vertieft.

¹⁰⁶ EU-ProdSV: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/988/oj?locale=de>

¹⁰⁷ Produktsicherheitsgesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2021/

Tab. 6.1 Relevante EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit für Hersteller im Bereich von PtG-Anlagen und deren Umsetzung in deutsches Recht (die Quellenverweise folgen ohne Fußnoten am Ende der Tabelle)

Bereich	EU-Rechtsvorschriften (Richtlinien / Verordnungen)	Umsetzung in deutsches Recht
im Rahmen der Produktsicherheit		
Elektrische Betriebsmittel	Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU	1. ProdSV über elektrische Betriebsmittel
Druckbehälter (für Luft oder Stickstoff bis 30 bar und weitere Einschränkungen)	Druckbehälterrichtlinie 2014/29/EU	6. ProdSV über einfache Druckbehälter
Maschinen (Vorrichtung mit Antriebssystem und mindestens einem beweglichen Teil)	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bis 19.01.2027, danach Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 ab 20.01.2027	9. ProdSV – Maschinenverordnung; die EU-Maschinenverordnung soll die 9. ProdSV ab dem Jahr 2027 ablösen
Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen	ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU	11. ProdSV – Explosionschutzprodukteverordnung
Druckgeräte als Teil einer Druckanlage	Druckgeräte Richtlinie 2014/68/EU	14. ProdSV - Druckgeräteverordnung
sonstige Bereiche		
Geräuschemissionen von im Freien betriebenen Geräte und Maschinen	Outdoor-Richtlinie 2000/14/EG über Geräuschemissionen im Freien betriebener Geräte und Maschinen	32. BImSchV – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung
Ortsbewegliche Druckgeräte	Ortsbewegliche-Druckgeräte-Richtlinie 2010/35/EU	Ortsbewegliche-Druckgeräte-Verordnung ODV
Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen bzw. durch sie beeinträchtigt werden können	EMV-Richtlinie 2014/30/EU über die elektromagnetische Verträglichkeit	Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz EMVG
Mess- oder Eichgeräte	Messgeräte Richtlinie 2014/32/EU	Mess- und Eichgesetz Messeg
Energieverbrauchsrelevante Produkte	Verordnung (EU) 2024/1781 für Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte (ESPR)	Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz EVPG und dessen Verordnung zur Durchführung EVPGV
Über das Internet vernetzte Produkte mit digitalen Elementen	Cyberresilienz-Verordnung (EU) 2024/2847 (Cyber-Resilience-Act)	Für Deutschland gültig (wird bis Ende 2027 vollständig eingeführt)

Quellenverweise EU-Rechtsvorschriften:

Niederspannungsrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0035>
Druckbehälterrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0029>
Maschinenrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32006L0042>
Maschinenverordnung: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1230/oj?locale=de>
ATEX-Produktrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0034>
Druckgeräte richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0068>
Outdoor-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32000L0014>
Ortsbew. Druckgerte-RL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex%3A32010L0035>
EMV-Richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0030>
Messgeräte richtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0032>
Ökodesign-Verordnung: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj?locale=de>
Cyberresilienz-Verordnung: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/2847/oj/deu?locale=de>

Quellenverweise deutsches Recht:

Elektrische Betriebsmittel (1. ProdSV): https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_1/
Einfache Druckbehälter (6. ProdSV): https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_6/
Maschinen (9. ProdSV): https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_9/
Explosionsschutzprodukte (11. ProdSV): https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_11_2016/
Druckgeräteverordnung (14. ProdSV): https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_14_2016/
Lärmschutz (32. BImSchV): https://www.gesetze-im-internet.de/bimsv_32/
Ortsbewegliche Druckgeräte: <https://www.gesetze-im-internet.de/odv/>
EMVG: https://www.gesetze-im-internet.de/emvg_2016/
MessEG: <https://www.gesetze-im-internet.de/messeg/>
EVPG: <https://www.gesetze-im-internet.de/ebpg/>
EVPG-Verordnung: <https://www.gesetze-im-internet.de/evpgv/>

Aus dem **ProdSG** ergeben sich die folgenden generellen Pflichten für Hersteller, die vor dem Inverkehrbringen des Produkts erfüllt sein müssen:

- Analyse, welche deutschen Produktsicherheitsverordnungen und EU-Rechtsvorschriften in welchem Umfang anzuwenden sind,
- Umsetzung der Vorgaben aus den Vorschriften,
- Beurteilung, ob das Produkt den entsprechenden Anforderungen genügt (Konformitätsbewertung),
- Erstellen einer EU-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung des Produkts, sowie
- Bereitstellung einer Gebrauchsanleitung in deutscher Sprache.

Dafür müssen Hersteller **im Bereich von PtG-Energieanlagen** einen Nachweis ihrer Befähigung nach DVGW-Arbeitsblatt G 493-1 und G 265-3 oder einem gleichwertigen Nachweis erbringen.

Darüber hinaus ergeben sich aus den unterlagerten Verordnungen grundsätzliche Anforderungen, hinsichtlich der **Kennzeichnung des Produkts** (bspw. mit einer Seriennummer in der Maschinenverordnung, Explosionsschutzkennzeichnung in Explosionsschutzprodukteverordnung), dem **Beifügen von technischen Unterlagen** (bspw.

Betriebsanleitung, Sicherheitsinformationen, EU-Konformitätserklärung) und zur **Aufbewahrung der technischen Unterlagen** für einen bestimmten Zeitraum (häufig 10 Jahre ab Inverkehrbringen).

In den folgenden Kapiteln werden bestimmte Pflichten des Herstellers weiter ausgeführt. Im Kapitel 6.1 wird das **EU-Konformitätsbewertungsverfahren** beschrieben und dazu auch darauf eingegangen, welche EU-Verordnungen oder Richtlinien auf welche Teile einer PtG-Anlage anzuwenden sind. Im Kapitel 6.2 wird speziell auf die Pflichten des Herstellers im Rahmen der **EU-Cyberresilienz-Verordnung** eingegangen, da diese Ende 2024 in Kraft trat und bis Ende 2027 vollständig eingeführt wird (siehe dazu auch die Umsetzung der NIS-2-Richtlinie mit Pflichten für Betreiber in den Kapiteln 5.1.3 und 5.6). Die Durchführung einer **Risikobewertung** (nicht zu verwechseln mit der Gefährdungsbeurteilung durch den Betreiber im Kapitel 5.2) ist ein weiterer zentraler Bestandteil der EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit, u. a. der EU-Druckgeräte richtlinie oder der EU-Maschinenrichtlinie bzw. -verordnung, und wird abschließend im Kapitel 6.3 beschrieben.

6.1 EU-Konformitätsbewertungsverfahren

Eine der Pflichten des Herstellers eines Produkts, bevor es in Verkehr gebracht werden darf, ist die Durchführung des EU-Konformitätsbewertungsverfahrens. Dies gilt auch für den Hersteller von **Teilen einer PtG-Anlage**, wenn auf sie eine oder mehrere EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit angewendet werden können (bspw. auf eine Baugruppe in der EU-Druckgeräte richtlinie oder auf eine Maschine in der EU-Maschinenverordnung). Das Konformitätsbewertungsverfahren ist auch erneut durchzuführen, wenn Teile des Produkts wesentlich verändert wurden. Der Begriff „wesentliche Änderung“ wird im Anhang A dieses Leitfadens präzisiert.

In einem EU-Konformitätsbewertungsverfahren wird überprüft und durch den Hersteller bestätigt, dass das bewertete Produkt (ein Teil einer PtG-Anlage) und alle Teile des Produkts den **Anforderungen aller zutreffenden EU-Rechtsvorschriften** zur Produktsicherheit entsprechen. Dafür muss am Anfang des Verfahrens durch den Hersteller geklärt werden, welche EU-Rechtsvorschriften anzuwenden sind (siehe Unterkapitel 6.1.1). Die Durchführung des Verfahrens wird im Unterkapitel 6.1.2 dargestellt. Das Verfahren endet mit der Erstellung der Konformitätserklärung und der CE-Kennzeichnung des Produkts (siehe Unterkapitel 6.1.3).

Für weitergehende Informationen zu diesem Thema werden folgende Quellen empfohlen:

- der ausführliche „Leitfaden für die Umsetzung der Produktvorschrift der EU 2016 („Blue Guide“)“ der EU¹⁰⁸,
- das VAIS Merkblatt „Inverkehrbringen von Wasser-Elektrolyseanlagen“ (**VAIS MB 12**) des Verbands für Anlagentechnik und Industrieservice e.V.¹⁰⁹ /VAI 22/,
- der **Leitfaden** „Konformität und Genehmigungs-Management von industriellen Anlagen – Ein Leitfaden für die Praxis“ herausgegeben von der **Siemens Energy Austria GmbH** /FAR 23/, sowie
- die **notifizierten Stellen** (zertifizierte Prüfstelle), die in bestimmten Fällen die Konformitätsbewertung von Herstellern begleiten bzw. selbst Kontrollen vornehmen. Die EU bietet eine Übersicht¹¹⁰ über alle registrierten „notified bodies“, NANDO, innerhalb der EU.

6.1.1 Anzuwendende Rechtsvorschriften

Der Hersteller eines Produkts muss zu Beginn des EU-Konformitätsbewertungsverfahrens prüfen, welche EU-Rechtsvorschriften auf das Produkt bzw. seine Teile anzuwenden sind. Dazu sind folgende **Grundsätze** zu beachten:

- Jedes Produkt innerhalb des europäischen Binnenmarktes muss den Anforderungen aller auf das Produkt anwendbaren Produktsicherheitsverordnungen entsprechen.
- Dabei kann ein Produkt entweder ein Einzelteil oder ein zusammengebautes Produkt, beispielsweise aus Baugruppen oder Maschinen oder Einzelteilen, sein.
- Die Teile eines zusammengebauten Produkts müssen nicht alle den Anforderungen der gleichen Verordnung entsprechen.

¹⁰⁸ Leitfaden für die Umsetzung der Produktvorschrift:
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016XC0726\(02\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016XC0726(02))

¹⁰⁹ VAIS Merkblätter: <https://www.vais.de/fachpublikationen/merkblaetter.html>

¹¹⁰ Notified Bodies – Übersicht: <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/home>

- Jedoch muss jedes Teil eines zusammengebauten Produkts mit der / den jeweils zutreffenden Verordnungen übereinstimmen.
- Das zusammengebaute Produkt muss ebenfalls über eine Konformitätsbewertung entsprechend den anwendbaren Produktsicherheitsverordnungen verfügen.

Die Tab. 6.2 zeigt die **Anwendungsbereiche aller relevanten EU-Rechtsvorschriften** und ihrer deutschen Umsetzungen. Diese Anwendungsbereiche wurden aus den entsprechenden EU-Rechtsvorschriften in die deutschen Rechtsvorschriften wortgleich übernommen. Anschließend werden Beispiele für die Zuordnung zu Teilen einer PtG-Anlage gegeben.

Tab. 6.2 Anwendungsbereiche von EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit und ihrer zugehörigen deutschen Gesetze und Verordnungen

Gesetz/Verordnung (EU-Rechtsvorschriften)	Anwendungsbereich
1. ProdSV über elektrische Betriebsmittel (EU-Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU)	Elektrische Betriebsmittel mit einer Nennspannung von: • 50 bis 1000 V für Wechselstrom, 75 bis 1500 V für Gleichstrom. Nicht anzuwenden auf (Auswahl in Bezug auf PtG-Anlagen): • elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsfähiger Atmosphäre (→ 11. ProdSV), • Elektrizitätszähler und • Kunden- und anwendungsspezifisch angefertigte Erprobungsmodule.
6. ProdSV über einfache Druckbehälter (EU-Druckbehälterrichtlinie 2014/29/EU)	Einfache Druckbehälter (müssen folgende Kriterien erfüllen): • serienmäßig hergestellte geschweißte Behälter, • relativer Überdruck >0,5 bar und ≤30 bar, • ausschließlich für Luft oder Stickstoff, • nicht für Flammenwirkung ausgelegt, • drucktragende Teile und Verbindungen sind aus unlegiertem Qualitätsstahl, unlegiertem Aluminium oder nicht aushärtbaren Aluminiumlegierungen hergestellt, • Druckinhaltsprodukt max. 10.000 bar*Liter, • Temperatur > -50 °C und ≤ 300 °C bei Behältern aus Stahl und ≤100 °C bei Behältern aus Aluminium (-Legierung). Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen.

Gesetz/Verordnung (EU-Rechtsvorschriften)	Anwendungsbereich
9. ProdSV - Maschinenverordnung (EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (wird ab 20. Januar 2027 vollständig abgelöst durch EU-Maschinenverordnung (EU) 2023/1230)	• Maschinen Gesamtheit verbundener Teile mit Antriebssystem und mindestens einem beweglichen Teil, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt wurden • eine einbaufertige Gesamtheit, die erst nach der Installation funktionsfähig ist • eine Gesamtheit von Maschinen Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen.
11. ProdSV – Explosionschutzprodukteverordnung (ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU)	• Geräte und Schutzsysteme, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, • Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, auch wenn diese zur Verwendung außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, jedoch im Hinblick auf Explosionsrisiken für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind oder zum sicheren Betrieb beitragen. Nicht anzuwenden auf (Auswahl in Bezug auf PtG-Anlagen): • Geräte, die zur Verwendung in häuslicher und nichtkommerzieller Umgebung bestimmt sind, in der eine explosionsfähige Atmosphäre nur selten und lediglich infolge eines unbeabsichtigten Brennstoffaustritts gebildet werden kann • persönliche Schutzausrüstungen
14. ProdSV - Druckgeräteverordnung (EU-Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU)	• Druckgeräte und Baugruppen mit maximal zulässigem Druck von über 0,5 bar, • Druckgeräte sind Behälter, Rohrleitungen, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion und druckhaltende Ausrüstungsteile, gegebenenfalls einschließlich an drucktragenden Teilen angebrachter Elemente wie Flansche, Stutzen, Kupplungen, Trageelemente, Hebeösen, • Baugruppen sind mehrere Druckgeräte, die von einem Hersteller zu einer zusammenhängenden funktionalen Einheit verbunden werden. Nicht anzuwenden auf (Auswahl in Bezug auf PtG-Anlagen): • Fernleitungen aus einem Rohr oder einem Rohrsystem für die Durchleitung von Fluiden oder Stoffen zu oder von einer Anlage ab einschließlich der letzten Absperrvorrichtung im Bereich der Anlage einschließlich aller Nebenausrüstungen, • Netze für die Versorgung, die Verteilung und den Abfluss von Wasser und ihrer Geräte, • einfache Druckbehälter nach 6. ProdSV/EU-Druckbehälter-Richtlinie 2014/29/EU, • Geräte, die nach Artikel 13 der Druckgeräte richtlinie höchstens unter Kategorie I fallen und u. a. von einer der folgenden Verordnungen/Richtlinie erfasst werden: – 1. ProdSV/EU-Niederspannungs-Richtlinie 2014/35/EU – 9. ProdSV/EU-Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG und 2023/1230 – 11. ProdSV/ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU

Gesetz/Verordnung (EU-Rechtsvorschriften)	Anwendungsbereich
32. BImSchV: Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (Outdoor-Richtlinie 2000/14/EG)	Zur Verwendung im Freien vorgesehene Geräte und Maschinen, die im Anhang der Verordnung definiert werden (u. a. Kompressoren < 350 kW, Elektromotor, Wasserpumpe, ...). Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen.
Ortsbewegliche Druckgeräte Verordnung ODV (Ortsbewegliche-Druckgeräte-Richtlinie 2010/35/EU)	- ortsbewegliche Druckgeräte (Druckgefäße u. ggf. ihre Ventile und andere Zubehörteile, Tanks, Gascontainer mit mehreren Elementen, ...). Nicht anzuwenden auf (Auswahl in Bezug auf PtG-Anlagen): - ortsbewegliche Druckgeräte, die ausschließlich zur Beförderung gefährlicher Güter zwischen Mitgliedsstaaten und Drittländern verwendet werden.
Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz EMVG (EMV-Richtlinie 2014/30/EU)	- alle Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch elektromagnetische Störungen beeinträchtigt werden kann. Nicht anzuwenden auf (Auswahl in Bezug auf PtG-Anlagen): - auf Geräte im Sinne des Funkanlagengesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1947) sind nur die §§ 27 und 30 EMVG anzuwenden, - auf folgende Betriebsmittel finden nur die §§ 27 bis 30 dieses Gesetzes entsprechende Anwendung: Betriebsmittel, die - aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften eine so niedrige elektromagnetische Emission haben oder in so geringem Umfang zur elektromagnetischen Emission beitragen, dass ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten und sonstigen Betriebsmitteln in ihrer Umgebung möglich ist, und - unter Einfluss der bei ihrem Einsatz üblichen elektromagnetischen Störungen ohne unzumutbare Beeinträchtigung betrieben werden können, oder - kunden- und anwendungsspezifisch angefertigte Erprobungsmodule, die von Fachleuten ausschließlich in Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen für Forschungs- und Entwicklungszwecke verwendet werden.
Mess- oder Eichgesetz MessEG (EU-Messgeräte-Richtlinie 2014/32/EU)	- Geräte und Systeme mit einer Messfunktion: - Wasserzähler (MI-001), - Gaszähler und Mengenumwerter, - Elektrizitätszähler für Wirkverbrauch, - Wärmezähler, - Messanlagen für die kontinuierliche und dynamische Messung von Mengen von Flüssigkeiten außer Wasser, selbsttätige Waagen, - Maßverkörperungen, - Geräte zur Messung von Längen und ihrer Kombinationen und - Abgasanalysatoren. Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen.

Gesetz/Verordnung (EU-Rechtsvorschriften)	Anwendungsbereich
Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz EVPG (Verordnung (EU) 2024/1781 für Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte ESPR)	- energieverbrauchsrelevante Produkte sowie Bauteile und Baugruppen, die zum Einbau in energieverbrauchsrelevante Produkte bestimmt sind. - Anmerkung: Energieverbrauchsrelevante Produkte sind alle Produkte, deren Nutzung den Verbrauch von Energie beeinflussen (also auch Dämmstoffe, ...). Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen.
Cyberresilienz-Verordnung (EU) 2024/2847	Produkte mit digitalen Elementen (siehe Kapitel 6.2 dieses Leitfadens) Keine für PtG-Anlagen relevanten Ausnahmen

Die konkreten Anwendungsbereiche der EU-Rechtsvorschriften müssen einzeln für die jeweiligen Teile der Anlage geprüft werden. Tab. 6.3 gibt Beispiele für die Zuordnung der EU-Rechtsvorschriften zu Komponenten einer PtG-Anlage (vgl. /VAI 22/).

Die EU-Rechtsvorschriften beziehen sich häufig auf die Einhaltung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen, die **harmonisierten Normen helfen bei deren Einhaltung** (bspw. in der EU-Maschinenverordnung mit Artikel 20). Stimmt das Produkt mit diesen Normen überein, wird vermutet, dass das Produkt die Vorgaben der Rechtsvorschrift einhält. Eine frühzeitige Normenrecherche ist daher ratsam (siehe dazu eine Sammlung von Übersichten am Ende des Kapitels 4.1).

Tab. 6.3 Beispielhafte Zuordnung der Komponenten einer PtG-Anlage aus Abb. 3.1 zu den einzelnen EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit

Komponenten	Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU	Druckbehälterrichtlinie 2014/29/EU	Maschinenverordnung (EU) 2023/1230	ATEX-Produkttrichtlinie 2014/34/EU	Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU	Outdoor-Richtlinie 2000/14/EG	Ortsbewegliche Druckgeräte Richtlinie 2010/35/EU	EMV-Richtlinie 2014/30/EU	Messgeräte-Richtlinie 2014/32/EG	Ökodesign Verordnung (EU) 2024/1781	Cyberresilienzverordnung (EU) 2024/2847
Wasseraufbereitung	X		X		X	X				X	
Wasserpumpe	X		X		X	X				X	
Wärmetauscher (Kühlung)					X						
Pumpe (Kühlung)	X		X		X	X				X	
Elektrolyseur (atmosphärisch)	X			X						X	
Elektrolyseur (Druck)	X			X	X					X	
Gleichrichter (Stromanschluss)	X									X	
Transformator (Stromanschluss)	X					X		X		X	
USV* (Stromanschluss)	X									X	
Anlagensteuerung	X	X		X						X	X
Stickstoffspeicher		X			X		X				
Inertgasspülsystem	X	X	X		X						
Sauerstoff-Auslass					X						
Gasanalyse / Mengenmessung	X			X	X				X		
Wasserstoff-Abblaseeinrichtung					X						
Wasserstoff-Verdichter	X		X	X	X	X				X	
Wasserstoff-Speicher		X		X	X		X				

*Unterbrechungslose Stromversorgung

6.1.2 Ablauf des Konformitätsbewertungsverfahrens

Das genaue Vorgehen im Konformitätsbewertungsverfahren ist von der jeweils anzuwendenden EU-Rechtsvorschrift abhängig, jedoch basieren **alle Verfahren auf grundlegenden Modulen**, die in ihren Grundzügen zwischen den Verordnungen ähnlich sind. Grundlage dafür sind die insgesamt 16 Module im Anhang II des Beschlusses 768/2008/EG¹¹¹ über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten. Jede EU-Rechtsvorschrift gibt eine Auswahl aus diesen Modulen bzw. Modulkombinationen vor. Die genauen Anforderungen in einem Modul werden in der jeweiligen Verordnung beschrieben und dabei in vielen Modulen auch auf die Anwendung der harmonisierten Normen verwiesen. Alle Module außer Modul A und C sehen die Einbindung einer **notifizierten Stelle** vor. Diese kann vom Hersteller frei aus allen in der EU zertifizierten Stellen¹¹² gewählt werden und begleitet bzw. kontrolliert die Konformitätsbewertung.

Die Tab. 6.4 gibt einen **Überblick über die Module** aus dem EU-Beschluss 768/2008/EG. Anschließend wird genauer auf das Vorgehen in der EU-Druckgeräte-Richtlinie, der ATEX-Produktrichtlinie und der EU-Maschinenverordnung mit Bezug zu PtG-Anlagen eingegangen. Danach wird ein Fazit zur Auswahl möglicher Module für die Bewertung von Teilen einer PtG-Anlage gegeben.

¹¹¹ Beschluss Nr. 768/2008/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung des Beschlusses 93/465/EWG des Rates: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32008D0768>

¹¹² Übersicht über notifizierte Stellen der EU: <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/home> (notified bodies, NANDU).

Tab. 6.4 *Kurzbeschreibung der Module zum EU-Konformitätsbewertungsverfahren aus Anhang II des Beschlusses 768/2008/EG (detaillierte Beschreibungen sind entweder im Beschluss oder der jeweiligen EU-Rechtsvorschrift enthalten)*

Modul	Kurzbeschreibung
A	Interne Fertigungskontrolle Hersteller ist für eine durchgängige interne Fertigungskontrolle selbst verantwortlich, hält technische Unterlagen bereit, stellt für jedes einzelne Gerät die Konformitätserklärung aus und bringt das CE-Kennzeichen an.
A2	Interne Fertigungskontrolle mit überwachten Geräteprüfungen in unregelmäßigen Abständen Hersteller ist für die durchgängige interne Fertigungskontrolle selbst verantwortlich, hält technische Unterlagen bereit, stellt für jedes einzelne Gerät die Konformitätserklärung aus und bringt das CE-Kennzeichen an. Zusätzlich finden überwachte Geräteprüfungen durch notifizierte Stelle in unregelmäßigen Abständen statt.
B-B	Baumusterprüfung – Baumuster Prüfung des technischen Entwurfs mit Hilfe von technischen Unterlagen und zusätzlichen Nachweisen sowie Prüfung eines repräsentativen Musters des vollständigen Geräts durch notifizierte Stelle.
B-E	Entwurfsprüfung – Entwurfsmuster Prüfung des technischen Entwurfs mit Hilfe von technischen Unterlagen und zusätzlichen Nachweisen durch notifizierte Stelle, keine Prüfung eines Musters.
C	Konformität mit dem Baumuster auf der Grundlage einer internen Fertigungskontrolle Hersteller erklärt Konformität jedes Gerätes mit der in der EU-Baumusterprüfbescheinigung beschriebenen Bauart nach interner Produktprüfung, stellt für jedes einzelne Gerät die Konformitätserklärung aus und bringt CE-Kennzeichen an. Hersteller hält zudem technische Unterlagen bereit.
C1	Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer internen Fertigungskontrolle mit überwachten Produktprüfungen Hersteller erklärt Konformität jedes Gerätes mit der in der EU-Baumusterprüfbescheinigung beschriebenen Bauart nach interner Produktprüfung, die Prüfungen finden unter Verantwortung einer notifizierten Stelle statt.
C2	Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer internen Fertigungskontrolle mit überwachten Geräteprüfungen in unregelmäßigen Abständen Hersteller erklärt Konformität jedes Gerätes mit der in der EU-Baumusterprüfbescheinigung beschriebenen Bauart nach interner Produktprüfung, notifizierte Stelle oder akkreditierte interne Stelle führt in unregelmäßigen Abständen Stichproben durch.
D	Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer Qualitätssicherung (QS) bezogen auf den Produktionsprozess Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit der EU-Baumusterprüfbescheinigung und hält technische Unterlagen bereit. Hersteller betreibt QS-System für Herstellung, Endabnahme und Prüfung von Geräten. Das QS-System wird durch die notifizierte Stelle bewertet, die Einhaltung des QS-Systems wird durch die notifizierte Stelle durch Audits und unangemeldete Besichtigungen überwacht. Hersteller hält notifizierte Stelle über geplante Änderungen des QS-Systems auf dem Laufenden und notifizierte Stelle überprüft diese.

Modul	Kurzbeschreibung
D1	Qualitätssicherung bezogen auf den Produktionsprozess Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit den Anforderungen der geltenden EU-Richtlinie und hält technische Unterlagen bereit. Hersteller betreibt QS-System für Herstellung, Endabnahme und Prüfung von Geräten, das QS-System wird durch die notifizierte Stelle bewertet, Einhaltung des QS-Systems wird durch die notifizierte Stelle durch Audits und unangemeldete Besichtigungen überwacht. Hersteller hält notifizierte Stelle über geplante Änderungen des QS-Systems auf dem Laufenden und notifizierte Stelle überprüft diese.
E	Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer Qualitätssicherung bezogen auf das Gerät Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit der EU-Baumusterprüfbescheinigung und hält technische Unterlagen bereit. Hersteller betreibt QS-System für die Endabnahme des Fertigprodukts und die Prüfung der betreffenden Druckgeräte. QS-System wird durch die notifizierte Stelle bewertet, Einhaltung des QS-Systems wird durch die notifizierte Stelle durch Audits und unangemeldete Besichtigungen überwacht. Hersteller hält notifizierte Stelle über geplante Änderungen des QS-Systems auf dem Laufenden und notifizierte Stelle überprüft diese.
E1	Qualitätssicherung von Endabnahme und Prüfung der Geräte Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit den Anforderungen der geltenden EU-Richtlinie und hält technische Unterlagen bereit. Hersteller betreibt QS-System für die Endabnahme des Fertigprodukts und die Prüfung der betreffenden Druckgeräte. QS-System wird durch die notifizierte Stelle bewertet, Einhaltung des QS-Systems wird durch die notifizierte Stelle durch Audits und unangemeldete Besichtigungen überwacht. Hersteller hält notifizierte Stelle über geplante Änderungen des QS-Systems auf dem Laufenden und notifizierte Stelle überprüft diese.
F	Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer Produktprüfung Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit der EU-Baumusterprüfbescheinigung und hält technische Unterlagen bereit. Notifizierte Stelle prüft Übereinstimmung jedes einzelnen Gerätes mit der EU-Baumusterprüfbescheinigung und den Anforderungen der anzuwendenden Richtlinie.
F1	Prüfung der Produkte Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit den Anforderungen der anzuwendenden Richtlinie und hält technische Unterlagen bereit. Notifizierte Stelle prüft Übereinstimmung jedes einzelnen Gerätes ODER nimmt statistische Prüfungen vor (nach Wahl des Herstellers).
G	Konformität auf Grundlage einer Einzelprüfung Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit den Anforderungen der anzuwendenden Richtlinie und hält technische Unterlagen bereit, notifizierte Stelle prüft Übereinstimmung jedes einzelnen Gerätes.
H	Konformität auf der Grundlage einer umfassenden Qualitätssicherung Hersteller versichert Konformität jedes Gerätes mit den Anforderungen der anzuwendenden Richtlinie und hält technische Unterlagen bereit. Hersteller betreibt ein QS-System für Entwicklung, Herstellung, Endabnahme und Prüfung der Geräte. Hersteller beantragt bei notifizierter Stelle Bewertung seines QS-Systems und notifizierte Stelle prüft dieses. Notifizierte Stelle überwacht QS-System durch regelmäßige Audits sowie unangemeldete Besichtigungen.

6.1.2.1 EU-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

In der EU-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU wird das Konformitätsbewertungsverfahren in Artikel 14 beschrieben. Darin werden die zur Auswahl stehenden Module in Abhängigkeit der **Kategorie I bis IV des Druckgeräts** definiert. Die Kategorie des Druckgeräts wird mit Artikel 13 der Richtlinie bestimmt. Sie hängt

- von der Gruppe des Fluids (Wasserstoff und Sauerstoff gehören zur Fluidgruppe 1, Stickstoff und Umgebungsluft gehören zur Fluidgruppe 2) sowie
- vom Gefahrenpotenzial (Druck PS und Volumen V) und
- vom Typ (Behälter, Rohrleitung, Ausrüstungsteil mit Sicherheitsfunktion) des Druckgeräts ab.

Das **Gefahrenpotenzial** kann im Anhang II der Richtlinie mithilfe von Diagrammen (siehe Abb. 6.1) bestimmt werden.

Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktionen müssen die im Anhang I genannten wesentlichen Anforderungen erfüllen und werden nach Anhang II Absatz 2 der Kategorie IV zugeordnet. Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion sind nach Artikel 2 Nr. 4 bzw. Artikel 4 Abs. 1 Buchstabe d Einrichtungen zur unmittelbaren Druckbegrenzung wie Sicherheitsventile oder Begrenzungseinrichtungen, die Korrekturvorrichtungen auslösen sowie Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion, auch wenn sie Bestandteil einer Baugruppe sind.

Modulzuordnung: Entsprechend Artikel 14 sind auf Druckgeräte

- der Kategorie I nur das Modul A,
- der Kategorie II die Module A2 oder D1 oder E1,
- der Kategorie III die Module B-E + D oder B-E + F oder B-B + E oder B-B + C2 oder H, sowie
- der Kategorie IV die Module B-B + D oder B-B + F oder Modul G oder Modul H1

anzuwenden. Die genauen Anforderungen in den Modulen sind im Anhang III der Druckgeräterichtlinie beschrieben.

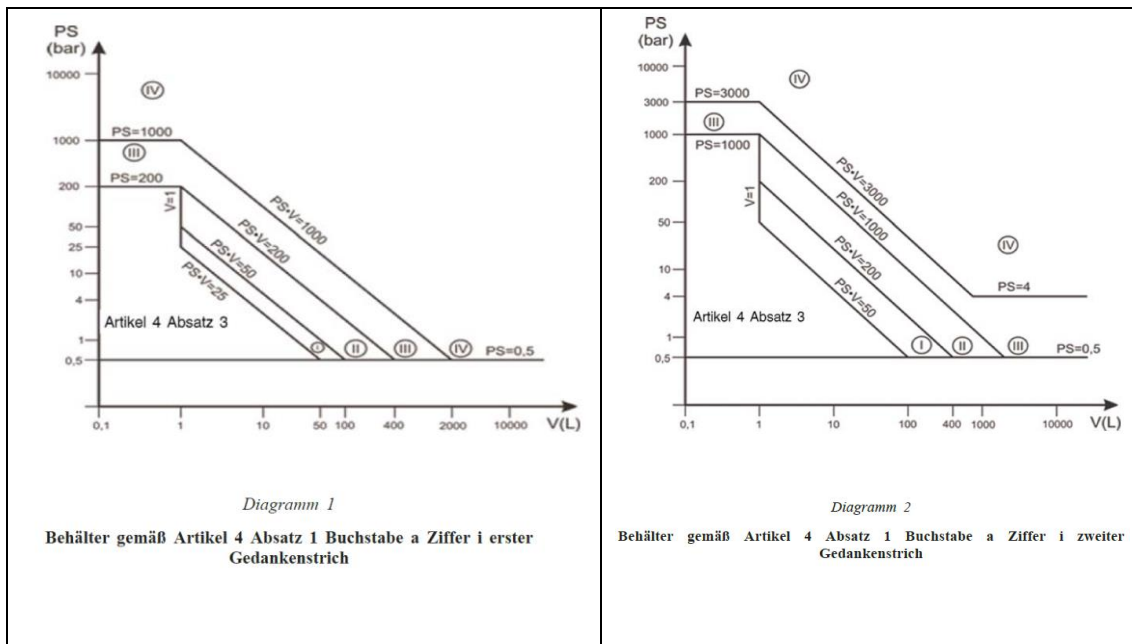


Abb. 6.1 Diagramme zur Bestimmung der Kategorie des Druckgeräts entsprechend der EU-Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU Anhang II (links: für Fluidgruppe 1, rechts: für Fluidgruppe 2)

6.1.2.2 ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU

Die ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU beschreibt das EU-Konformitätsbewertungsverfahren in Artikel 13. Dabei werden die für das Verfahren möglichen Module entsprechend der **Gerätegruppe bzw. der Gerätekategorie** der ATEX-Produktrichtlinie vorgegeben. Hintergründe zur Gerätegruppe und der Gerätekategorie werden in Kapitel 5.4 dieses Leitfadens dargestellt.

In Tab. 6.5 werden die **Modulkombinationen** für die Gerätekategorien 1, 2, 3 (Einsatzbereich in den Explosionsschutz-Zonen 0, 1, 2) der Gerätegruppe II (Geräte in allen Bereichen außer im Bergbau) zusammengefasst. Die Module werden in den Anhängen III bis IV der Richtlinie beschrieben.

Tab. 6.5 *Modulkombinationen für das Konformitätsbewertungsverfahren nach ATEX-Produkttrichtlinie für Geräte der Gerätegruppe II*

Geräteklasse (der Gerätegruppe II)	Modul bzw. Modulkombination
1	Module B-B mit D oder F
2 für Motoren mit innerer Verbrennung und für elektrische Geräte dieser Gruppe	Module B-B mit C1 oder E
2 für sonstige Geräte	Modul A
3	Modul A
1, 2, 3	Modul G als Alternative

6.1.2.3 EU-Maschinenverordnung 2023/1230

Das Konformitätsbewertungsverfahren nach EU-Maschinenverordnung 2023/1230 wird in Artikel 25 beschrieben und hängt von der Kategorie der zu bewertenden Maschine ab. Die Kategorie einer Maschine kann in Anhang I der Maschinenverordnung den **Teilen A oder B zugeordnet werden bzw. auch keinem der beiden Teile**, wenn die Maschine weder auf Teil A noch auf Teil B zutrifft. Letzteres gilt für die meisten Maschinen in einer PtG-Anlage.

Die Tab. 6.6 nennt Beispiele für **Maschinen der Teile A und B**, die ggf. Bezug zu einer PtG-Anlage haben können. Weiterhin werden im Artikel 25 folgende Module für das Konformitätsbewertungsverfahren vorgegeben:

- Maschinen in Teil A: Modul B-B + Modul C oder Modul H oder Modul G,
- Maschinen in Teil B: Modul A oder Modul B-B + Modul C oder Modul H oder Modul G,
- alle anderen Maschinen: Modul A.

Die genauen Anforderungen in den Modulen werden in Anhang II und den darauffolgenden Anhängen der EU-Maschinenverordnung beschrieben.

Tab. 6.6 Beispiele für die Einteilung von Maschinenkategorien nach Anhang I Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 (Anmerkung: die gezeigten Beispiele in Teil A wurden neu in die Verordnung aufgenommen); die Tabelle gibt nicht die vollständige Übersicht aus dem Anhang I wieder, sondern bezieht nur die am ehesten denkbaren Bestandteile einer PtG-Anlage ein

Beispiele für Teil A	Beispiele für Teil B
Sicherheitsbauteile mit vollständig oder teilweise selbstentwickelndem Verhalten unter Verwendung von Ansätzen des maschinellen Lernens, die Sicherheitsfunktionen gewährleisten	Schutzeinrichtungen zur Personendetektion
Maschinen, die über eingebettete Systeme mit vollständig oder teilweise selbstentwickelndem Verhalten unter Verwendung von Ansätzen des maschinellen Lernens verfügen, die Sicherheitsfunktionen gewährleisten, die nicht gesondert in Verkehr gebracht wurden, nur in Bezug auf diese Systeme	Logikeinheiten für Sicherheitsfunktionen

6.1.2.4 Auswahl der Module für PtG-Anlagen

Wie die letzten Abschnitte gezeigt haben, stehen in der Druckgeräte-richtlinie und der ATEX-Produktrichtlinie der EU mehrere Modul-Kombinationen zur Verfügung, die je nach Produktionsweise der Anlage und ihrer Teile für die Bewertung gewählt werden können. Der „Blue Guide“ der EU beschreibt im Kapitel 5.1.9 Grundsätze, die bei der Modulauswahl berücksichtigt werden können. Sie können auch auf Teile von PtG-Anlagen übertragen werden.

- Die Module, die QS-Systeme des Herstellers in Bezug auf Entwicklung, Fertigung und Prüfung von Produkten fordern (D, D1, E, E1, H), sind auf die Serienfertigung von Produkten ausgerichtet. Sie sind demnach für Hersteller von vielen gleichen Produkten geeignet, beispielsweise von Teilen, die für die Serienfertigung von PtG-Anlagen in Containern oder von Wasserstoffanlagen für die technische Gebäudeausrüstung hergestellt werden.
- Bei einer individuellen Anfertigung eines Produkts für eine einzelne PtG-Anlage, die am Anlagenstandort aus Einzelteilen errichtet wird, sind die Module A, A2 oder G zu erwägen.

6.1.3 EU-Konformitätserklärung und Kennzeichnung

Am Ende des Konformitätsbewertungsverfahrens bestätigt der Hersteller die Konformität seines Produktes mit den Anforderungen der einschlägigen EU-Rechtsvorschrift in einer Konformitätserklärung. Gelten für ein Produkt mehrere EU-Rechtsvorschriften, in denen

eine Konformitätserklärung vorgeschrieben ist, ist eine einzige Konformitätserklärung auszustellen, in der alle geltenden EU-Rechtsvorschriften anzugeben sind. Der Inhalt der Konformitätserklärung wird dabei vorgegeben (z. B. im Anhang IV der Druckgeräte-richtlinie; im Anhang V der EU-Maschinenverordnung), zur genauen Ausgestaltung (Formatierung, Formulierungen, ...) der Konformitätserklärung werden aber keine Vorgaben gemacht.

Zudem muss der Hersteller am Ende des Konformitätsbewertungsverfahrens die CE-Kennzeichnung ggf. mit der Kennnummer der notifizierten Stelle auf dem Produkt anbringen (siehe § 7 Abs. 1 und Abs. 3-5 ProdSG). Sie muss sichtbar, lesbar und dauerhaft auf dem Produkt / Typenschild (oder der Verpackung) angebracht sein. Erst danach darf das Produkt in den Verkehr gebracht werden.

6.2 Cybersicherheit im EU-Konformitätsbewertungsverfahren

Im Dezember 2024 trat die **Cyberresilienz-Verordnung (EU) 2024/2847** (Cyber-Resilience-Act, CRA) der EU in Kraft, in der Vorgaben zur Cybersicherheit von Produkten in Deutschland und der EU gemacht werden (siehe dazu auch die Vorgaben in der EU-Maschinenverordnung im Kapitel 6.1.2 mit Tab. 6.6 und die Umsetzung der EU NIS-2-Richtlinie für Betreiber in den Kapiteln 5.1.3 und 5.6).

Nach Artikel 2 Abs. 1 CRA gilt die Verordnung „für auf dem Markt bereitgestellte **Produkte mit digitalen Elementen**, deren bestimmungsgemäßer Zweck oder vernünftigerweise vorhersehbare Verwendung eine direkte oder indirekte logische oder physische Datenverbindung mit einem Gerät oder Netz einschließt“. Nach Artikel 3 Abs. 1 CRA sind „Produkte mit digitalen Elementen“ „ein Software- oder Hardwareprodukt und dessen Datenfernverarbeitungslösungen [...]“, wobei Software der „Teil eines elektronischen Informationssystems, der aus Computercode besteht“ ist und Hardware „ein physisches elektronisches Informationssystem, das digitale Daten verarbeiten, speichern oder übertragen kann“ ist. Die CRA kann somit auch für Teile von PtG-Anlagen relevant sein und wird in diesem Kapitel dargestellt und dabei wird auch auf weitere Quellen und Hilfen verwiesen.

In Artikel 3 CRA werden mit Bezug zur Verordnung (EU) 2019/881 weitere Begriffe definiert:

- „**Cybersicherheit** bezeichnet alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um Netz- und Informationssysteme, die Nutzer solcher Systeme und andere von Cyberbedrohungen betroffene Personen zu schützen“,
- „**Cyberbedrohung** bezeichnet einen möglichen Umstand, ein mögliches Ereignis oder eine mögliche Handlung, der/das/die Netz- und Informationssysteme, die Nutzer dieser Systeme und andere Personen schädigen, stören oder anderweitig beeinträchtigen könnte“.

6.2.1 Pflichten für Hersteller im Rahmen des CRA

Der Artikel 13 CRA beschreibt die Pflichten für Hersteller von Produkten mit digitalen Elementen. Nach Abs. 1 und 2 müssen die Hersteller gewährleisten, dass das Produkt die **grundlegenden Cybersicherheitsanforderungen und Verfahren** nach Anhang I CRA entspricht und dafür eine Bewertung der Cybersicherheitsrisiken durchführen. Die Ergebnisse der **Risikobewertung** müssen in dem Produkt (von der Planung bis zur Wartung) berücksichtigt werden und zudem in die technische Dokumentation (Artikel 31, Anhang VII CRA) aufgenommen werden.

Bevor ein Produkt mit digitalen Elementen in Verkehr gebracht werden darf (gilt nach Ende 2027), muss nach Artikel 32 CRA der Hersteller ein **Konformitätsbewertungsverfahren** durchführen. Die Konformitätsbewertungsstellen dafür sollen ab Juni 2026 eingerichtet sein. In dem Verfahren wird geprüft, ob das Produkt den Anforderungen nach Anhang I CRA entspricht. Dazu kann zwischen folgenden Verfahren gewählt werden: Modul A; Modul B + Modul C; Modul H; sowie ein Modul, das speziell für die Bewertung von Produkten mit digitalen Elementen durch die EU konzipiert wird (Artikel 27, Abs. 9 CRA). Die Konformität des Produkts mit den Vorgaben der Verordnung kann nach Artikel 27 CRA vermutet werden, wenn das Produkt den harmonisierten Normen der EU entspricht (zum Erstellungszeitpunkt dieses Leitfadens gab es noch keine entsprechenden harmonisierten Normen, weswegen die Normenreihe IEC 62443 genutzt werden kann, welche nicht als harmonisierte Norm zählt). Nach dem erfolgreichen Bewertungsverfahren wird das Produkt mit dem **CE-Kennzeichen** gekennzeichnet (Artikel 30 CRA), mit dem der Hersteller auch einen Support-Zeitraum (z. B. für Software-Updates) garantiert.

6.2.2 Schlussfolgerungen für PtG-Anlagen

In der Regel enthalten PtG-Anlagen **Produkte mit digitalen Elementen**. Im EU-Konformitätsbewertungsverfahren von Teilen einer PtG-Anlage muss somit geprüft werden, ob das Teil auch ein Produkt mit digitalen Elementen enthält, und ob dieses Produkt mit digitalen Elementen durch dessen Hersteller einem **Konformitätsbewertungsverfahren des CRA unterzogen wurde** (siehe der Grundsätze zur Konformitätsbewertung in Kapitel 6.1.1 dieses Leitfadens). Die Übereinstimmung ist ab Ende 2027 an der CE-Kennzeichnung des Herstellers des Produkts mit digitalen Elementen zu erkennen. Das Produkt muss auch entsprechend der Anforderungen in der Anlage eingesetzt werden.

Weiterführende Quellen: Das BSI stellt auf der Internetseite „Cyber Resilience Act – Cybersicherheit EU-weit gedacht“¹¹³ aktuelle Informationen zur Umsetzung des CRA bereit. Weiterhin werden dort Antworten auf häufig gestellte Fragen gegeben. Beispielsweise wird erläutert, wie sich Hersteller auf die Umsetzung des CRA vorbereiten können und dass kleine oder mittlere Unternehmen bei der Umsetzung besonders unterstützt werden. Zudem stellt das BSI die technische Richtlinie „BSI TR-03183 Cyber-Resilienz-Anforderungen“¹¹⁴ (bei der Veröffentlichung dieses Leitfadens im Entwurf) bereit, in der Hinweise zur Umsetzung des CRA gegeben werden.

6.3 Risikobeurteilung

Grundlegende gesetzliche Anforderungen

Risiko wird im Rahmen der Produktsicherheit generell definiert als „die Kombination aus der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefahr, die einen Schaden verursacht, und der Schwere des möglichen Schadens“ (§ 3 Nr. 22 ProdSG). Der Schaden kann sich dabei auf Personen, die Umwelt oder sonstige Rechtsgüter beziehen. Bei PtG-Anlagen stehen Risiken vor allem in Zusammenhang mit den Gefahren durch brennbare, oxidierende und unter Druck stehende Gase, eventuell hohe Temperaturen, sowie durch Elektrizität.

¹¹³ Cyber Resilience Act – Cybersicherheit EU-weit gedacht: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Cyber_Resilience_Act/cyber_resilience_act_node.html

¹¹⁴ BSI TR-03183 Cyber-Resilienz-Anforderungen: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/Technische-Richtlinien/TR-nach-Thema-sortiert/tr03183/TR-03183_node.html

Das **Ziel einer Risikobeurteilung** im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens eines Produkts ist die Minimierung der Gefahren. Sie liegt in der Verantwortung des Herstellers, sollte aber in einem Team von mehreren Konstrukteuren, Anwendern und Technikern durchgeführt werden¹¹⁵, um keine der möglichen Gefahren zu übersehen. Sie sollte generell frühzeitig bei der Planung und Entwicklung des Produkts begonnen und kontinuierlich über die gesamte Betriebszeit bis zur Demontage aktuell gehalten werden. Das Ziel der Risikobeurteilung steht auch in Zusammenhang mit dem ProdSG, das nach § 3 Abs. 1 Punkt 2 ProdSG fordert, dass die „Sicherheit und Gesundheit von Personen oder [die Umwelt bzw. sonstige Rechtsgüter] bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung nicht gefährdet“ werden. Eine Risikobeurteilung kann somit immer durchgeführt werden, um den Anforderungen des ProdSG Rechnung zu tragen.

Konkret wird die Risikobeurteilung eines Produkts von **EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit und in harmonisierten Normen der EU** gefordert. Beispiele für Verweise auf Risikobeurteilungen sind:

- Niederspannungsrichtlinie: Anhang III (Modul A),
- Druckbehälterrichtlinie: Anhang II, Punkt 1.3 c (Modul B-B),
- Maschinenverordnung: Anhang III Teil B „Allgemeine Grundsätze“ Punkt 1,
- ATEX-Produktrichtlinie: Anhang VIII, Punkt 2 (Modul A), Anhang III, Punkt 3c (Modul B-B) und Anhang IX, Punkt 2.1 (Modul G),
- Druckgeräte richtlinie: Anhang I, 3. Vorbemerkung (generell),
- EMV-Richtlinie: Anhang II (Modul A) und III (Modul B-B), sowie die
- Verordnung (EU) 2023/988 über die allgemeine Produktsicherheit.

Dabei wird ebenfalls darauf verwiesen, dass das „Produkt [...] dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung so konstruiert und gebaut werden [muss], dass Gefährdungen ausgeschlossen sind oder, falls dies nicht möglich ist, dass alle relevanten Risiken minimiert werden“ (Beispiel aus Anhang III Teil B Abs. 1 Maschinenverordnung).

¹¹⁵ TÜV Süd – „Risikobeurteilung bei Maschinen – Der Leitfaden zur europäischen Vorschrift“:
<https://www.tuvsud.com/de-de/indust-re/maschinensicherheit-info/maschinenrichtlinie/risikobeurteilung>

Vorgehen bei der Risikobeurteilung

Die **ISO 22734:2019 zu Wasserstofferzeugern** und die DIN EN ISO 22734-1:2024-10 - Entwurf (soll die ISO 22734:2019 ablösen) verweisen in Bezug auf das Vorgehen zur Risikobeurteilung des Wasserstofferzeugers (Elektrolyseanlage) auf die **DIN EN ISO 12100:2011-03** „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“. Die DIN EN ISO 12100 behandelt die Risikobeurteilung und die Risikominderung allgemein von Maschinen. Der Prozess zur Risikobeurteilung und Risikominderung soll iterativ durchgeführt werden und enthält folgende, in Abb. 6.2 illustrierte Schritte.

- Bei der **Festlegung von Grenzen** sind neben Verwendungsgrenzen (einschließlich Fehlanwendungen durch z. B. Anwender, Techniker, ...) auch räumliche (bspw. wie in Kapitel 3) und zeitliche Grenzen (von der Entwicklung bis zur Demontage) zu berücksichtigen.
- Bei der **Identifizierung der Gefährdungen** sollen das Eingreifen durch Personen inklusive Fehlanwendungen und alle Betriebszustände der Maschine (Ausfall eines oder mehrerer Bauteile) berücksichtigt werden.
- Die **Risikoeinschätzung** erfolgt für jede Gefährdungssituation (Gefährdung und spezifischer Ablauf von Ereignissen). Dazu wird für jede Gefährdung das Schadensausmaß sowie die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadensausmaßes bestimmt. Die Einschätzung beider Faktoren kann entweder qualitativ oder quantitativ durchgeführt werden. Für die quantitative Analyse fehlen oft Informationen, weswegen häufig eine qualitative bzw. semi-quantitative Vorgehensweise gewählt wird. Bei der Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit werden die Gefährdungsexposition der Person (oder anderer Rechtsgüter), der Eintritt des Gefährdungsereignisses, sowie Möglichkeiten zur Begrenzung des Schadens einbezogen.
- Die **Risikobewertung** erfolgt im Hinblick auf das Erreichen einer „hinreichenden Risikominimierung“. Diese ist erreicht, wenn alle Betriebsbedingungen und alle Eingriffsmöglichkeiten berücksichtigt wurden, die Gefährdungen beseitigt sind (inhärent sichere Konstruktion), die Risiken vermindert wurden (technische Schutzmaßnahmen, ergänzende Schutzmaßnahmen) oder die Benutzer über Restrisiken informiert werden. Dabei sollen die Arbeitsbedingungen und die Benutzerfreundlichkeit nicht durch die Schutzmaßnahmen eingeschränkt werden. Weiterhin soll ggf. auch die Anwendung der Anlage im nicht-gewerblichen Bereich (Anwendung von nicht geschulten Personen) berücksichtigt werden.

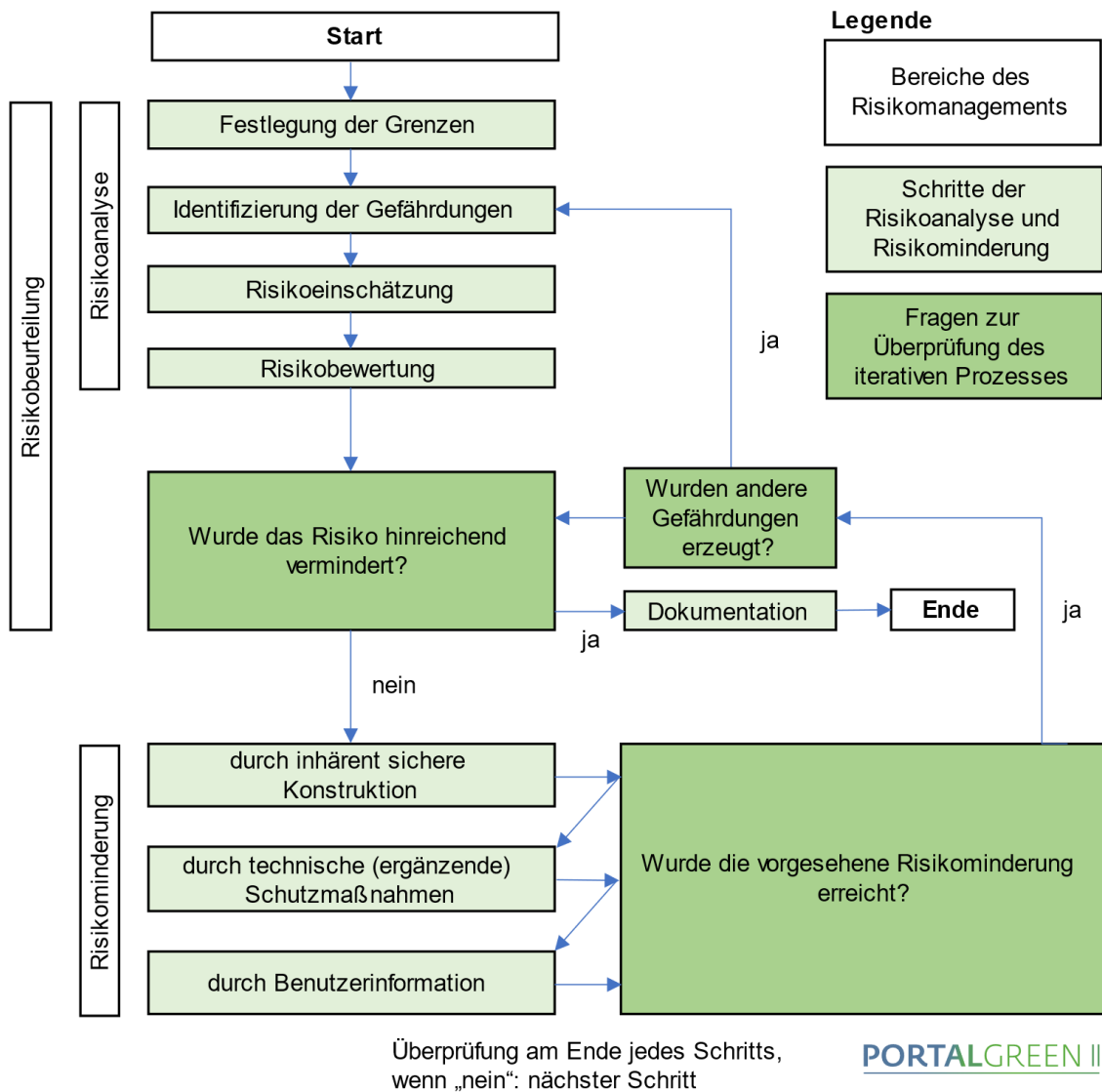


Abb. 6.2 Iterativer Prozess der Risikobewertung und Risikominderung in Anlehnung an DIN EN ISO 12100

In Bezug auf die **Methoden zur Risikoanalyse** verweist die ISO 22734:2019 auf die IEC 31010 VDE 0050-1:2024-12 „Risikomanagement – Verfahren zur Risikobeurteilung“, insbesondere auf den Anhang B. Darin werden unterschiedliche Methoden im Rahmen des Risikomanagements ohne Bezug zu konkreten Anwendungsfällen beschrieben. Zur Identifizierung von Gefährdungen kann beispielsweise die „Hazard Operability Study“ (HAZOP) eingesetzt werden, mit der gezielt nach Abweichungen vom Normalbetrieb und den Ursachen dafür gesucht wird. Die „Failure Mode and Effects Analysis“ (FMEA) eignet sich für die qualitative oder semi-quantitative Risikoeinschätzung. Für die quantitative Risikoeinschätzung sind die Ereignisbaumanalyse (Event Tree Analysis) in Kombination mit der Fehlerbaumanalyse (Fault Tree Analysis) und Monte

Carlo-Methoden üblich. Die Beschreibung der Methoden in der IEC 31010 ist sehr kurz und generisch. Einen guten Überblick zur HAZOP bietet die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit¹¹⁶, in der auch die DGUV Mitglied ist. Weiterhin können die DIN EN 61882:2017-02 „HAZOP-Verfahren – Anwendungsleitfaden“ und die DIN EN 60812:2006-11 „Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen - Verfahren für die Fehlzustandsart- und -Auswirkungsanalyse (FMEA)“ herangezogen werden.

Hinweise für PtG-Anlagen

Abschließend werden noch bestimmte Aspekte zur Risikoanalyse einer PtG-Anlage dargestellt, die Darstellung erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Generell sollen von den zulässigen Werten abweichende Parameter (Spannungen, Temperatur, Druck, Elektrolytfüllstand, ...) insbesondere in den Stacks, dem Kompressor und dem Speicher, sowie Leckagen angenommen werden, um deren Auswirkungen auf die Anlage und die Umgebung zu untersuchen. Dabei müssen Fehlhandlungen von Personen sowie abweichende Umgebungsbedingungen (hohe Umgebungstemperatur, Vereisung, usw.) in Betracht gezogen werden. Bei der Analyse der Auswirkungen stehen die Freisetzung von Gasen (Wasserstoff und Sauerstoff), die Bildung zündfähiger Gemische und deren mögliche Entzündung sowie die Bildung einer mit Sauerstoff angereicherten Atmosphäre und die Möglichkeit von dadurch begünstigten Selbstentzündungen von Komponenten (bspw. in Zusammenhang mit Fetten) im Fokus. Dabei werden mögliche Maßnahmen im Rahmen des Explosionsschutzes berücksichtigt (siehe Kapitel 5.4 dieses Leitfadens), insbesondere die Detektion der Gase sowie die natürliche oder technische Belüftung. Hier sollten auch Ausfälle bzw. abweichende Parameter aller Komponenten mit sicherheitsrelevanten Funktionen in die Risikoanalyse einbezogen werden. Weitere zu berücksichtigende Aspekte sind:

- Abweichungen in der Qualität des Prozesswassers, des Reinstwassers, von Wasserstoff und Sauerstoff (insbesondere die Feuchtigkeit),
- Gasaustritte an der Druckentlastungsöffnung,

¹¹⁶ Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit (IVSS) – Sektion für Prävention in der chemischen Industrie: „Das PAAG-/HAZOP-Verfahren und weitere praxisbewährte Methoden – Risikobeurteilung in der Anlagensicherheit“ 2/2020; erreichbar unter https://www.bgrci.de/fileadmin/BGRCI/Microsites/Anlagensicherheit/Onlineportal_Anlagensicherheit/issa-01_Gesamtdokument.pdf

- das Versagen bzw. Verzögerungen von Absperrventilen, des Not-Halt, der Gasdetektion und weiterer Sicherheitseinrichtungen sowie
- besondere Anforderungen an die Anlage und das Personal während des Probebetriebs zur Inbetriebnahme.

Bei der Bewertung der Schäden werden insbesondere Auswirkungen auf Personen betrachtet, für den Betreiber können aber auch weitere mögliche Schäden (Auswirkungen auf die Umgebung wie z. B. andere Anlagen, Betriebsausfälle, ...) relevant sein.

7 Technische Anforderungen an PtG-Anlagen

Dieses Kapitel soll einen grundlegenden technischen Hintergrund für die Planung und Auslegung einer PtG-Anlage bieten. Dazu wird ein Überblick über die technischen Anforderungen an die PtG-Anlage und ihre Komponenten gegeben und dazu auf technische Regeln und Normen verwiesen sowie auf die technischen Prozesse eingegangen. Im Kapitel 7.1 werden die betrieblichen Komponenten der PtG-Anlage und anschließend im Kapitel 7.2 wesentliche sicherheitsrelevante Systeme und Schutzmaßnahmen beschrieben. Abschließend werden im Kapitel 7.3 die technischen Anforderungen an eine PtG-Energieanlage zusammengefasst. Auf diesen Beschreibungen aufbauend werden im Kapitel 9 weitere Hinweise zur Planung und Auslegung gegeben.

Die Pflichten für den Betreiber, insbesondere die Prüfung der PtG-Anlage, und die grundlegenden Pflichten des Herstellers werden in den Kapiteln 5 und 6 beschrieben.

7.1 PtG-Anlage und ihre Komponenten

Im Kapitel 2 wird auf die unterschiedlichen Technologien zur Wasser-Elektrolyse eingegangen, sowie die Systemgrenzen der PtG-Anlage und die grundlegenden Komponenten in Kapitel 3 mit Abb. 3.1 beschrieben und dargestellt. Aufbauend darauf wird hier ein Überblick über relevante Normen und Technische Regeln für PtG-Anlagen gegeben und in den weiteren Unterkapiteln zentrale Aspekte zu den Komponenten erläutert.

In den letzten Jahren sind für PtG-Anlagen Normen und Richtlinien erstellt bzw. weiterentwickelt worden, von denen die wesentlichen hier kurz ausgeführt werden.

- **ISO 22734:2019-09** „Wasserstofferzeuger auf der Grundlage der Elektrolyse von Wasser – industrielle, gewerbliche und häusliche Anwendungen“ gibt normative Anforderungen an Komponenten, an die Prüfverfahren und die Kennzeichnungen der Anlage und der Ausrüstungsteile sowie an die Dokumentation des Wasserstofferzeugers. Die **DIN EN ISO 22734-1:2024** – Entwurf „Wasserstofferzeuger auf Grundlage der Elektrolyse von Wasser – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfberichte und Sicherheitsanforderungen“ ist eine Weiterentwicklung der ISO 22734:2019-09. Die inhaltsgleiche **ISO 22734-1:2025** „Hydrogen generators using water electrolysis – Part 1: Safety“ liegt seit 2025 in der finalen Fassung vor. Daran anknüpfend wird die **ISO/WD TS 22734-2** „Hydrogen generators using water electrolysis – Part 2:

Testing guidance for performing electricity grid service“ entwickelt (Stand: September 2025).

- Die **ISO/TR 15916:2015-12** „Grundsätzliche Betrachtungen zur Sicherheit von Wasserstoffsystemen“ umfasst die Themen Erzeugungsanlagen, Wasserstoffeigenschaften, Transport- und Verteilnetze, Speicherung, Industrie, Mobilität, Werkstoffe und Materialien, Bauteile und Sicherheit und Datenschnittstellen. Diese Norm soll 2025 oder 2026 durch ISO/DTS 15916 „Hydrogen technologies – Basic considerations for the safety of hydrogen systems“ ersetzt werden.
- Die im September 2025 in Entstehung befindliche **Richtlinien-Reihe VDI 4635 „Power-to-X“** soll dazu dienen, die Begrifflichkeiten in Zusammenhang mit der Umwandlung von Energie in Gas, Flüssigkeiten, Feststoffe und Wärme zu vereinheitlichen und dazu Aspekte der Planung, Auslegung, Inbetriebnahme und Betrieb sowie Genehmigungs- und Sicherheitsfragen zu erläutern. In Bezug auf PtG-Anlagen zur Produktion von Wasserstoff sind folgende Blätter zu nennen:
 - Blatt 1.1 „Power-to-X – Übergeordnete Aspekte“ (mögliches Erscheinungsdatum 2026),
 - Blatt 1.2 „Power-to-X – Systemische Aspekte“ (mögliches Erscheinungsdatum 2026),
 - Blatt 2.1 „Power-to-X – Power-to-Gas“ (mögliches Erscheinungsdatum 2026),
 - Blatt 3.1 „Power-to-X – Wasserstoffherzeugung durch Wasserelektrolyse“ (Entwurf April 2025, Einspruchsfrist endet am 31.12.2025).
 - Blatt 4.1 „Power-to-X – Genehmigungsverfahren für Power-to-X-Anlagen“ (Expertenempfehlung, August 2025)
 - Blatt 4.2 „Power-to-X – Sicherheit und Sicherung“ (Expertenempfehlung, mögliches Erscheinungsdatum 2026)
- Mit dem **VDMA-Einheitsblatt 6924X „Leitfaden zu Anforderungen an Wasserstoff-Anlagen und -Systeme in Deutschland und Europa – VDMA Einheitsblatt 6924X DE/EN“** wird das Ziel verfolgt, alle Anforderungen an eine PtG-Anlage zu beschreiben, die für eine erfolgreiche Genehmigung der Anlage benötigt werden.

- Das DVGW-Arbeitsblatt G 220 (August 2021) „Power-to-Gas Energieanlagen: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb“ beschreibt den Stand der Technik von PtG-Anlagen, die als Energieanlagen eingestuft wurden (siehe dazu auch Kapitel 4.3).

Wie in Kapitel 4.1 erwähnt, gibt es verschiedene Datenbanken, die eine umfassende Auskunft über Technische Regeln speziell zur Elektrolyse geben. Hierbei sind zu nennen:

- Die **Datenbank der Normungsroadmap Wasserstofftechnologien** zu allen Normen der relevanten Regelwerksgeber (DIN, DKE, DVGW, NWB, VDA, VDI, VDMA)¹¹⁷,
- die **Datenbank des Wasserstoff-Leitprojekts „TransHyDE“**¹¹⁸ zu Normen und technischen Regelwerken in Zusammenhang mit Wasserstoff, Flüssigwasserstoff, Ammoniak, und flüssige organische Wasserstoffträger, sowie
- das **Normenverzeichnis**¹¹⁹ der **BAUA über harmonisierten Normen der EU** mit Bezug zum ProdSG.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden unterschiedliche Aspekte zu Komponenten einer PtG-Anlage betrachtet:

- In den Unterkapiteln 7.1.1 bis 7.1.3 werden die generellen **technischen Anforderungen an die Bauteile einer PtG-Anlage** und den Elektrolyseur beschrieben, die insbesondere durch Wasserstoff und die Elektrolyse-Prozesse entstehen, und dabei auch auf die **Wasserstoffversprödung** und die Verwendung von **PFAS** (Per- und Polyflourierte Alkylverbindungen) eingegangen.
- In den Unterkapiteln 7.1.4, 7.1.5 und 7.1.6 werden die **Strom- und Wasserversorgung** der PtG-Anlage dargestellt und die Anforderungen an die **Wasseraufbereitung** und die **Abwasserentsorgung** erläutert.

¹¹⁷ Datenbank der Normungsroadmap Wasserstoff: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normensuche>

¹¹⁸ TransHyDE: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/aktuelles/news/transhyde/uebersicht>

¹¹⁹ BAUA Normenverzeichnis: <https://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Gesetzliche-und-hoheitliche-Aufgaben/Produktsicherheitsgesetz/Normenverzeichnisse.html>

- Anschließend werden in den Unterkapiteln 7.1.7 bis 7.1.9 die Spülung der PtG-Anlage mit **Inertgas** sowie die **Kühlung und Belüftung** der Anlage beschrieben.
- Je nach Nutzung werden unterschiedliche Anforderungen an die Wasserstoffqualität gestellt, die auch im Hinblick auf die Sicherheit überprüft werden muss. Dazu wird in den Unterkapiteln 7.1.10 und 7.1.11 die **Gasanalyse** sowie die ggf. notwendige **eichpflichtige Messtechnik** beschrieben.
- Die Weiterleitung und Speicherung des Wasserstoffs werden in den Unterkapiteln 7.1.12 bis 7.1.14 behandelt (**Verdichtung, Leitung, Speicherung**).
- Abschließend werden in Unterkapitel 7.1.15 die zentralen Aspekte zur **Steuerung** der Elektrolyse und der vorab genannten Hilfssysteme erläutert.

7.1.1 Generelle Anforderungen an Bauteile und Wasserstoffversprödung

Allgemeine Anforderungen: Entsprechend der ISO 22734 müssen alle Bauteile einer PtG-Anlage sowie die an sie angeschlossenen Geräte den Belastungen der Anlage entsprechend ausgelegt sein, wobei sowohl die bei der Elektrolyse zum Einsatz kommenden Prozesse und Stoffe als auch Temperaturen, Drücke und andere mechanische Belastungen (z. B. Vibrationen) zu berücksichtigen sind. Wie in Tab. 2.3 gezeigt, werden Elektrolyseure auch bei Drücken von über 30 bar und Temperaturen zwischen 50 °C und 90 °C bzw. bei Temperaturen über 700 °C (HTEL) betrieben, wobei Druck und Temperatur bei einer nachfolgenden Verdichtung weiter ansteigen.

Wasserstoffversprödung: Eine wasserstoffreiche Umgebung unter hohem Druck und Temperatur, gepaart mit dynamischen Belastungen bzw. Zugspannungen der Materialien, begünstigen die Versprödung von bestimmten Materialien durch Wasserstoff. Deswegen muss die Wasserstoffversprödung bei der Wahl der Materialien und bei der Auslegung der Anlage über ihre gesamte Betriebsdauer berücksichtigt werden. Die Versprödung wird durch Wechselwirkungen von Wasserstoff mit den Materialien verursacht und betrifft insbesondere einige hochfeste Stähle sowie Titan oder Aluminium. Sie führt zur Verringerung der Materialfestigkeit und kann so einen großen Einfluss auf die Betriebsdauer der Komponenten haben. Um Wasserstoffversprödung zu vermeiden bzw. zu verlangsamen werden geeignete Materialien, in der Regel austenitische Stähle, verwendet bzw. die Materialien beschichtet.

Unabhängig davon sollte die Möglichkeit der Wasserstoffversprödung von Materialien in der Gefährdungsbeurteilung einer PtG-Anlage betrachtet werden. Dazu gibt die DIN 50969-3:2018-06 „Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl – Teil 3: Nachträglich betriebsbedingte Einflüsse und erweiterte Prüfung“ weitere Grundlagen und Möglichkeiten der Prüfung von Bauteilen aus Stahl auf eine vorliegende Sprödbruchgefährdung. Weitere Hintergründe mit Bezug zu PtG-Energieanlagen sind im DVGW-Arbeitsblatt G 220 (Abschnitt 7.4) zu finden.

7.1.2 Elektrolyseur

Elektrolyseure dienen zur Umwandlung von Wasser (Prozesswasser, siehe dazu Kapitel 7.1.6) in Wasserstoff und Sauerstoff unter Einsatz von Gleichstrom. Dieses Kapitel beschreibt den generellen Aufbau, die Funktionsweise am Beispiel einer PEM-EL und leitet daran die technischen Anforderungen an die Materialien, die Technik und den Betrieb des Elektrolyseurs ab.

Genereller Aufbau: Ein Elektrolyseur besteht häufig aus mehreren Elektrolyse-Zellen, die zu Zellenstapeln verbunden sind und mit anderen Systemen (bspw. zur Stromversorgung) in einer Baugruppe zusammengeführt werden. Die Zelle ist die grundlegende Einheit und besteht aus zwei Elektroden, den Elektrolyten und ggf. einer Membran bzw. einem Diaphragma zum Ladungsaustausch. Der Elektrolyt ist entweder eine alkalische Flüssigkeit (AEL und AEM-EL), ein Polymer-Festelektrolyt (PEM-EL) bzw. eine Festoxidkeramik (HTEL). Da bei der Elektrolyse Wärme entsteht, muss jede Zelle gekühlt werden. Die bei der Elektrolyse erzeugten Gase Wasserstoff und Sauerstoff werden über dafür vorgesehene Anschlüsse in der Baugruppe abgeführt. Einen guten Überblick über die unterschiedlichen Typen von Elektrolyseuren und deren Aufbau gibt das Buch „Power-to-Gas – Grundlagen, Konzepte, Lösungen“ /GRA 21/.

Funktionsweise: Als Beispiel zur Veranschaulichung wird die Funktionsweise einer PEM-EL-Zelle erläutert /GRA 21/, um anschließend allgemein auf die technischen Anforderungen an Elektrolyseure einzugehen. Die Funktionsweise einer PEM-EL-Zelle ist in Abb. 7.1 schematisch dargestellt. Sie besteht aus zwei Halbzellen, die durch eine Membran getrennt sind. Die Membran ermöglicht den Austausch von Protonen (positiv geladenen Wasserstoff-Ionen) zwischen den beiden Halbzellen und dient gleichzeitig als Separator für Wasserstoff und Sauerstoff. Auf der Membran sind dünne Katalysator-

schichten als Elektroden (negativ geladene Kathode, positiv geladene Anode) aufgebracht. Auf die Elektroden werden zudem poröse Transportschichten aufgetragen, die sowohl die Wasser- als auch die Stromverteilung und den Gastransport ermöglichen. Das außen angeordnete Flussfeld (bipolare Platte) sorgt für die gleichmäßige Verteilung des Wassers über die aktive Fläche der Zelle und ermöglicht den Abtransport der Gase. Das Wasser wird kontinuierlich über eine Zirkulationspumpe zur Anode geleitet, dort über die Transportschicht verteilt und anschließend wieder zur Pumpe zurückgeführt. An der Anode wird das Wasser durch die angelegte elektrische Spannung und den Katalysator in Protonen, Elektronen und Sauerstoff aufgespalten. Die Protonen wandern durch die Membran zur Kathode, wo sie mit Elektronen aus der Stromquelle zu Wasserstoffgas reduziert werden. Der Sauerstoff verbleibt an der Anode. Beide Gase werden über die Transportschicht abgeführt.

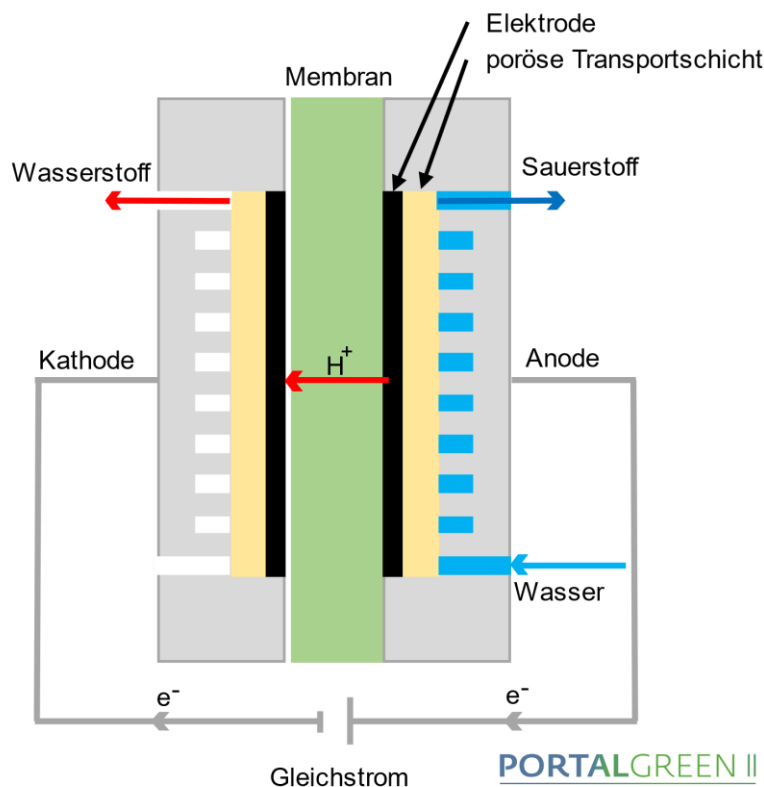


Abb. 7.1 Schematische Darstellung einer PEM-EL und der wesentlichen Prozesse (nicht maßstabsgetreu)

Die verwendeten **Materialien, die Technik und der Betrieb** müssen folgende Eigenschaften besitzen bzw. Randbedingungen und technische Anforderungen erfüllen, um den Prozess der PEM-EL effizient zu betreiben /GRA 21/:

- Die Membran einer PEM-EL besteht in der Regel aus perfluorierten Sulfonsäure-Copolymeren. Diese erlauben eine geringe Dicke der Membran bei gleichzeitiger geringer Gasdurchlässigkeit. Trotzdem kommt es zur Permeation von Sauerstoff, weshalb die Sauerstoffkonzentration im Wasserstoff gemessen wird.
- Die Katalysatorschichten beschleunigen den Elektrolyseprozess, wofür häufig Iridiumoxid für die Anodenseite bzw. Platin für die Kathodenseite verwendet wird.
- Für einen effizienten Betrieb erfolgt die Elektrolyse bei Temperaturen zwischen 55 °C und 70 °C. Da kontinuierlich Energie zugeführt wird, muss die beim Elektrolyseprozess freiwerdende Wärme über Wärmetauscher abgeführt werden. Eine Abweichung von der normalen Betriebstemperatur kann die Betriebsdauer der Membran und der Katalysatoren verkürzen.
- Um die Effizienz der Elektrolyse zu steigern, wird der Druck durch Regelventile an der Anode und der Kathode zwischen 30 und 45 bar gehalten. Es ist möglich, die Anoden-Seite bei Atmosphärendruck zu betreiben, was eine deutlich geringere Permeation von Sauerstoff auf die Kathodenseite bewirkt, allerdings eine deutlich stabilere Konstruktion erfordert.
- Während der Elektrolyse gelangt auch Wasser von der Anodenseite auf die Kathodenseite, weswegen das Wasser vom Wasserstoff abgetrennt werden muss. Über einen Kondensatabscheider wird es wieder zur Anodenseite zurückgeführt.
- Die verwendeten Materialien und Prozesse erfordern eine regelmäßige Wartung der Zellen, wobei die Herstellerangaben berücksichtigt werden sollten. Zum einen kann es zu Ablagerungen an der Membran und den Katalysatoren kommen, was Einfluss auf die Effizienz der Elektrolyse hat. Zum anderen muss die Membran auf Undichtigkeiten überprüft werden, um die Vermischung von Wasserstoff und Sauerstoff zu vermeiden.
- Weiterhin müssen für einen zuverlässigen Betrieb der Anlage die vom Hersteller vorgegebenen Betriebsbedingungen (insbesondere Temperatur und Feuchtigkeit) eingehalten werden.

7.1.3 PFAS in Elektrolyseuren – aktueller Stand

Um die technischen Anforderungen an die Materialien durch die Prozesse in Elektrolyseuren zu erfüllen, werden per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS – per- and polyfluoroalkyl substances), u. a. perfluorierte Sulfonsäuren, aufgrund ihrer guten Stabilität insbesondere in PEM-EL aber auch in anderen Elektrolyse-Technologien eingesetzt, z. B. in Membranen, Elektroden oder Dichtungen.

Problematische Eigenschaften von PFAS: Die Stoffgruppe PFAS umfasst eine Vielzahl von künstlich hergestellten Chemikalien, die in verschiedenen Nutzungsbereichen sehr weit verbreitet sind (z. B. Textilien, Elektronikgeräte, Medizinprodukte, usw.). Problematisch ist, dass ein Großteil der PFAS oder ihrer Abbauprodukte sehr stabil sind und nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden. Sobald sie in die Umwelt freigesetzt werden, verweilen sie dort lange oder dauerhaft und können sich in gelöster Form auch gut verteilen. Zudem ist eine Entfernung von PFAS aus der Umwelt schwierig und kann kostenintensiv sein. Für einige PFAS wurden toxische und/oder bioakkumulierende Eigenschaften sowohl für Menschen als auch für die Umwelt nachgewiesen.

Aktuelle politische Entwicklung: Aufgrund der umwelt- und gesundheitsschädlichen Auswirkungen von PFAS wurde von fünf nationalen Behörden (Dänemark, Deutschland, Niederlande, Norwegen, Schweden) 2023 bei der ECHA (European Chemical Agency) ein Vorschlag¹²⁰ zur Beschränkung von PFAS eingereicht, um diese dann in die REACH-Verordnung (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), die Chemikalienverordnung der EU, aufzunehmen. Die ECHA führte öffentliche Konsultationen durch und lässt eine Risikobewertung und sozioökonomische Analyse durchführen. Diese Arbeiten sollen bis Ende 2025 durchgeführt und anschließend innerhalb der EU bewertet werden. In den Institutionen der EU wird dann gemeinsam mit den EU-Mitgliedstaaten über eine mögliche Beschränkung von PFAS entschieden. Weitere und aktuelle Informationen zu PFAS werden vom Umweltbundesamt auf dem PFAS-Portal¹²¹ veröffentlicht.

Technische Entwicklungen: Verschiedene Forschungseinrichtungen und -projekte befassen sich mit Alternativen zu PFAS in Elektrolyseuren, wie z. B. das H₂Giga-Projekt

¹²⁰ ECHA: [Registry of restriction intentions until outcome - ECHA](#)

¹²¹ Umweltbundesamt PFAS-Portal: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffe-ihre-eigenschaften/stoffgruppen/pfas-portal-start>.

Fluorfreie MEA¹²², das Projekt „Entwicklung einer fluorfreien Wasserelektrolyse“ (FFWD)¹²³, das Fraunhofer IAP¹²⁴, das Fraunhofer ISE¹²⁵, das EU-Projekt PROMISER¹²⁶ oder das EU-Projekt HYScale¹²⁷.

7.1.4 Strombedarf und Stromversorgung

Strombedarf: In Tab. 2.3 wird der Strombedarf der unterschiedlichen Elektrolyseurtechnologien angegeben. Demnach kann grob von einem Strombedarf von 5 kWh/Nm³ bzw. 55 kWh/kg H₂ oder einer Wasserstoffproduktion von 20 g H₂/kWh ausgegangen werden. Entsprechend der gewünschten Wasserstoffproduktion kann damit der Strombedarf für die Elektrolyse berechnet werden, wobei auch die Nebenanlagen, insbesondere zur Kühlung, Wasserversorgung und Verdichtung, berücksichtigt werden müssen.

Netzanschluss: Der Anschluss an ein öffentliches Stromnetz erfolgt entsprechend des Strombedarfs auf unterschiedlichen Spannungsebenen des Stromnetzes, um die Anlage effizient mit Strom versorgen zu können.

- Kleine PtG-Anlagen, bis wenige 100 kW Nennleistung, können an das Niederspannungsnetz mit 400 V angeschlossen werden.
- Mittlere PtG-Anlagen mit Nennleistungen von bis zu mehreren 10 MW werden über das Mittelspannungsnetz (10 - 30 kV) versorgt.
- Große PtG-Anlagen mit noch größerer Leistung können auch an das Hochspannungsnetz (110 kV) angeschlossen werden.

Anschlussbedingungen: Für den Anschluss von PtG-Anlagen (als elektrischer Verbraucher) an das Stromnetz gelten die Technischen Anschlussregeln des VDE (Niederspannung: VDE-AR-N 4100; Mittelspannung: VDE-AR-N 4110; Hochspannung: VDE-

¹²² H2Giga: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2giga/projekte>

¹²³ Hahn-Schickard: Entwicklung einer fluorfreien Wasserelektrolyse: <https://www.hahn-schickard.de/projekt-detail/entwicklung-einer-fluorfreien-wasserelektrolyse-ffwd>

¹²⁴ Fraunhofer IAP – PFAS-freie Membranen für die Elektrolyse: <https://www.iap.fraunhofer.de/de/jahresbericht/2023/pfas.html#PFAS-freie-Membranen-fuer-die-Elektrolyse>

¹²⁵ Fraunhofer ISE – GIRAFFE: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/giraffe.html>

¹²⁶ EU-Projekt PROMISER: <https://cordis.europa.eu/project/id/101192151/de>

¹²⁷ EU-Projekt HYScale: <https://www.hyscale.eu/>

AR-N 4120) sowie die Technischen Anschlussbedingungen des jeweiligen Netzbetreibers. Demnach müssen PtG-Anlagen generell netzverträglich sein, d. h., dass die PtG-Anlage keine negativen Einflüsse auf die Stabilität des Stromnetzes haben darf (beispielsweise dürfen die Anlagen bei kurzen Spannungsschwankungen nicht vom Netz getrennt werden). Entsprechend der Marktstammdatenregisterverordnung¹²⁸ müssen Stromverbrauchseinheiten (also auch PtG-Anlagen) im Marktstammdatenregister¹²⁹ angemeldet werden, wenn die Stromverbrauchseinheiten an das Hoch- oder Höchstspannungsnetz angeschlossen sind (§ 5 Abs. 1 und Abs. 2 Nr. 2 MaStRV).

Anforderung an Netzdienlichkeit: Eine Anlage, die am Mittelspannungsnetz mit einer Leistung von über 135 kW versorgt wird, ist eine netzrelevante Verbrauchsanlage und muss entsprechend der VDE-AR-N 4110 netzdienlich sein. Netzdienlichkeit besteht, wenn die Anlage zusätzlich zur Netzverträglichkeit über

- ein Lastmanagement (dynamische Anpassung der Leistung der PtG-Anlage an die verfügbare Netzleistung) und über
- Möglichkeiten zur Frequenzunterstützung (bei Unterfrequenz des Netzes wird die Leistung verringert und bei Überfrequenz des Netzes wird die Leistung erhöht) verfügt sowie
- die Netzspannung durch Einspeisung von Blindleistung aus dem Gleichrichter stützen kann.

Dazu kann ggf. die PtG-Anlage auch direkt vom Netzbetreiber gesteuert werden¹³⁰.

Versorgung des Elektrolyseurs: Die Spannungsaufnahme des Elektrolyseurs hängt von der Technologie und der Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen ab und erfolgt mit Gleichstrom. Entsprechend wird die Netzspannung zuerst über einen oder mehrere Transformatoren auf die Eingangsspannung des Gleichrichters gebracht. Der Gleichrichter wandelt den Wechselstrom in Gleichstrom um und passt die Ausgangsspannung an die Spannungsaufnahme des Elektrolyseurs an. Durch die Transformation, die Gleich-

¹²⁸ MaStRV: <https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/>

¹²⁹ Marktstammdatenregister: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

¹³⁰ siehe hierzu auch das VDE-Impulspapier „Netzdienliche Integration von Elektrolyseuren“, Stand 12/2022; erreichbar unter <https://www.vde.com>

richtung und die dadurch erzeugten hohen Stromstärken wird Wärme frei, die über Kühlsysteme (entweder Luft- oder Wasserkühlung) abgeführt werden muss. Insbesondere bei schwankenden Eingangsspannungen (beispielsweise bei der Versorgung der Anlage mit erneuerbaren Energien), kann eine Zwischenspeicherung der elektrischen Energie in Batterien sinnvoll sein, um die PtG-Anlage möglichst konstant betreiben zu können.

Im Rahmen der elektrischen Sicherheit werden alle metallischen Teile einer PtG-Anlage geerdet, wobei bei Teilen in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmte zusätzliche Maßnahmen nach IEC 60079-14 „Explosionsgefährdete Bereiche – Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“ zu beachten sind.

7.1.5 Wasserbedarf, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

In diesem Kapitel wird zunächst der Wasserbedarf für die Elektrolyse und die Kühlung skizziert. Anschließend wird kurz auf die Versorgung mit Wasser eingegangen und daran anknüpfend die Anforderungen an die Abwasserentsorgung dargestellt. Ein wesentlicher Punkt dabei ist der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Abschließend werden die Vorgaben zur Löschwasser-Rückhaltung beschrieben.

Wasserbedarf für die Elektrolyse und deren Kühlung

Basierend auf der Zusammensetzung eines Wassermoleküls werden theoretisch etwa 9 kg reines Wasser für die Elektrolyse von 1 kg Wasserstoff benötigt, in der Praxis wird aber zusätzliches Wasser für die Aufbereitung des Prozesswassers und ggf. für die Kühlung der Elektrolyse-Prozesse benötigt. Um den ungefähren Bedarf an Prozesswasser und Kühlwasser zu bestimmen, hat der DVGW ein Forschungsprojekt durchgeführt und im Bericht „Gesamtwasserbedarf für die Wasserelektrolyse“¹³¹ zusammengefasst. Demnach hängt der Wasserbedarf hauptsächlich von vier Faktoren ab:

- Art und Betriebsweise des Kühlverfahrens,
- Art, Zustand, Wirkungsgrad und Betriebsweise des Elektrolyseurs,

¹³¹ DVGW – Gesamtwasserbedarf für die Wasserelektrolyse:
<https://www.dvgw.de/leistungen/publikationen/publikationsliste/h2o-gesamtbedarf-fuer-elektrolyse>

- Zusammensetzung des Rohwassers (insbesondere Salzgehalt, Reinheit) und Verlust bei der Aufbereitung sowie
- klimatische Bedingungen am Standort (Temperatur, Luftfeuchte).

Unter den im DVGW-Bericht getroffenen Annahmen werden ca. 12 bis 13 kg Prozesswasser für die Elektrolyse von 1 kg Wasserstoff benötigt (2 bis 3 kg Wasser werden nach der Aufbereitung abgeführt). Die Menge an Kühlwasser beträgt in Abhängigkeit vom Kühlsystem 920 bis 2.450 kg (bei Durchlaufkühlung, Entnahme und direkter Rückgabe in ein Wasserreservoir), 29 bis 53 kg (bei Umlaufkühlung mit Rückführung in die Wasseraufbereitung, wobei 15 bis 35 kg des Kühlwassers und zusätzliche 2 bis 5 kg Prozesswasser verdunsten oder abgeleitet werden) oder kein Kühlwasser bei Luftkühlung. Weiterhin kann bei den ersten beiden Kühlverfahren durch die Nutzung der Abwärme (Vorwärmung der Elektrolyse, Wasseraufbereitung, Nahwärmenetze, ...) die notwendige Menge an Kühlwasser teils erheblich reduziert werden. Auch wenn Kühlwasser an sich nicht „verbraucht“ wird (es wird erwärmt in das Wasserreservoir zurückgegeben), wird es dennoch benötigt. Deshalb sollten bei der Auswahl des Standorts für eine PtG-Anlage auch die Verfügbarkeit von Wasser sowie das verwendete Kühlsystem berücksichtigt werden.

Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Die Benutzung von Gewässern (oberirdisch, Grundwasser, Küstengewässer), z. B. zur Entnahme oder zum Einleiten von Wasser oder das Einbringen von Stoffen, bedarf nach § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)¹³² einer Erlaubnis oder Bewilligung durch die im Bundesland zuständige Behörde. Zudem muss die Abwasserbeseitigung über das Kanalnetz (Indirekteinleitung) genehmigt werden. Dabei ist auch die Abwasserverordnung (AbwV)¹³³, insbesondere Anhang 31 zur Wasseraufbereitung/Kühlsystemen, sowie die Entwässerungssatzung der Gemeinde zu beachten. Nähere Informationen zur Erlaubnis der Benutzung von Wasser und zur Genehmigung der Beseitigung von Abwasser werden im genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN (Kapitel 9.2) gegeben.

¹³² Wasserhaushaltsgesetz: https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/

¹³³ Abwasserverordnung: <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/>

Anforderungen durch wassergefährdende Stoffe

Werden in der PtG-Anlage wassergefährdende Stoffe¹³⁴ verwendet (z. B. Wasser-Glykol-Gemische als Kühlmittel und bei alkalischer Elektrolyse Kalilauge mit der Wassergefährdungsklasse WGK 1) werden in Abschnitt 3 WHG weitere gesetzliche Anforderungen an die Anlage gestellt. Demnach darf durch die Anlage keine „nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern“ entstehen (§ 62 Abs. 1 WHG). Deshalb muss eine entsprechende Anlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden (§ 62 Abs. 2 WHG). Zudem wird dort auf die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen verwiesen.

Die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)¹³⁵ dient dem Schutz von Gewässern vor wassergefährdenden Stoffen aus Anlagen (§ 1 AwSV). Sie findet keine Anwendung auf Anlagen mit nicht mehr als 0,22 m³ flüssiger wassergefährdender Stoffe oder nicht mehr als 200 kg gasförmiger oder fester wassergefährdender Stoffe, wenn die Anlagen sich außerhalb von Schutzgebieten befinden. Sie findet auch keine Anwendung, wenn „der Umfang der wassergefährdenden Stoffe, [...], während der gesamten Betriebsdauer der Anlage unerheblich ist“. Die Grenzen der Anlage müssen vom Betreiber nach § 14 AwSV festgelegt und dokumentiert werden. Die Anwendung der AwSV hängt somit von der Art und Größe der PtG-Anlage ab und kann von der zuständigen Behörde auf Antrag festgestellt werden.

Findet die AwSV auf die PtG-Anlage Anwendung, hat der Betreiber die Technischen Regeln nach § 15 AwSV, insbesondere die Technische Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) des DIN und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), einzuhalten. Der Betreiber muss sicherstellen, dass wassergefährdende Stoffe nicht austreten können bzw. dass austretende wassergefährdende Stoffe schnell und zuverlässig erkannt und zurückgehalten werden (§ 17 AwSV). Dies gilt auch bei Brandereignissen (§ 20 AwSV), wozu zusätzlich die Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie einzuhalten ist.

¹³⁴ Das Umweltbundesamt bietet unter <https://webriigoletto.uba.de/Rigoletto/> eine Datenbank zur Recherche, welche Stoffe wassergefährdend sind.

¹³⁵ AwSV: <https://www.gesetze-im-internet.de/awsv/>

Löschwasser-Rückhaltung

Die Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie der Bundesländer findet Anwendung, wenn sich mehr als 1 t stark wassergefährdende Stoffe (WGK 3) (bei wassergefährdenden (WGK 2) bzw. schwach wassergefährdenden (WGK 1) Stoffen bis zu 10 t bzw. 100 t) in der baulichen Anlage bzw. ihrem Lagerabschnitt befinden. In den meisten PtG-Anlagen sind entsprechende Mengen nicht zu erwarten, die Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie kann aber bei PtG-Anlagen mit Produktion von Methanol oder Ammoniak (beides wassergefährdend, WGK 2) relevant sein.

7.1.6 Wasseraufbereitung

Das **Prozesswasser** für die Elektrolyse kommt als Rohwasser normalerweise aus einer öffentlichen Leitung, einem Brunnen oder einem offenen Gewässer. Es enthält deswegen Verunreinigungen wie Ionen (z. B. von Natrium, Kalium, Chlor, Sulfate), Metalle (z. B. Eisen, Kupfer), organische Stoffe (wie Öle oder Fette) und sonstige Partikel (z. B. Sand). Diese Verunreinigungen können im Elektrolyseur zu Membranschäden, Elektrodenverschleiß, Korrosion oder zum Effizienzverlust (Verunreinigungen können die Leitfähigkeit des Wassers erhöhen und so den Energieverbrauch steigern) führen. Aus diesem Grund muss das Prozesswasser aufbereitet werden, bevor es zur Elektrolyse genutzt werden kann.

Das **System zur Wasseraufbereitung** besteht aus unterschiedlichen Komponenten wie einer physikalischen und chemischen Reinigung, einer Qualitätskontrolle, einem Zwischenspeicher für das gereinigte Wasser, ggf. einer Vorwärmung sowie einer Abwasserrückführung¹³⁶ /GRA 21/. Die Reinigung kann mit mehreren Verfahren erfolgen:

- der mechanischen Reinigung mit Vorfilter und Kiesfilter zur Entfernung grober Partikel,
- der Umkehrosmose (physikalisches Membranverfahren) zur Entfernung von Ionen,
- der Elektro-Deionisation (chemische Filtration) zur weiteren Reduzierung der Ionen,

¹³⁶ Elektrolyseurvergleich – Wasserreinheit für die Elektrolyse:
<https://www.elektrolyseur-vergleich.de/wasserreinheit/>

- der Ultrafiltration (physikalisches Membranverfahren) zur Entfernung der organischen Stoffe,
- einem Aktivkohlefilter zur weiteren Adsorption von organischen Stoffen sowie
- der UV-Behandlung, die antibakteriell wirkt und organische Rückstände weiter reduziert.

Der Reinigungsprozess wird in der Anlage kontinuierlich überprüft. Dazu wird die elektrische Leitfähigkeit des Wassers (Anteil an Ionen), die organischen Verunreinigungen sowie die Partikelanzahl im Wasser gemessen. Je nach Einsatz der unterschiedlichen Reinigungsmethoden kann mit abnehmendem Verunreinigungsgrad zwischen demineralisiertem Wasser, deionisiertem Wasser, ultrareinem Wasser und der reinsten Stufe Reinstwasser unterschieden werden.

Die verschiedenen Elektrolyseurtechnologien (siehe Kapitel 2.2) haben unterschiedliche **Anforderungen an die Qualität des Prozesswassers**. Dabei

- ist die AEL am wenigsten empfindlich gegen Verunreinigungen, so dass oft demineralisiertes bzw. deionisiertes Wasser ausreicht,
- ist die PEM-EL am empfindlichsten gegen Verunreinigungen (ultrareines Wasser oder Reinstwasser wird benötigt),
- hat die AEM-EL eine Empfindlichkeit zwischen PEM-EL und AEL (demineralisiertes bzw. deionisiertes Wasser ist ausreichend) und
- ist die HTEL/SOEC aufgrund der Verwendung von Wasserdampf für die Elektrolyse unempfindlich gegen Verunreinigungen (demineralisiertes Wasser kann verwendet werden).

Aufgrund der möglichen Beeinträchtigungen am Elektrolyseur ist die Wasseraufbereitung ein zentraler Aspekt für einen zuverlässigen Betrieb. Aus diesem Grund ist eine regelmäßige Kontrolle ihrer Funktionsfähigkeit und ggf. das Vorhalten von Ersatzteilen zu empfehlen und ggf. mit dem Hersteller der Anlage abzustimmen.

7.1.7 Inertgasspülsystem

Je nach Anlagenauslegung kann vor dem Anfahren und ggf. beim Abfahren der PtG-Anlage das Spülen der Leitungen und Systeme mit Inertgas vorgesehen sein. Das dafür

eingesetzte Inertgas soll die Vermischung von Wasserstoff und Luft und somit das Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre in den Rohrleitungen verhindern (siehe Kapitel 4.3 der TRGS 722). Dafür wird häufig Stickstoff als Inertgas eingesetzt bzw. das Inertgas vom Hersteller der Anlage spezifiziert. Um die Membran des Elektrolyseurs nicht zu verunreinigen, muss auf die Qualität des Inertgases geachtet werden.

Wenn Inertgas zum Betrieb der Anlage nötig ist, muss vor dem Anfahren sichergestellt sein, dass ausreichend Inertgas vorhanden ist (bspw. in Druckgasbehältern).

7.1.8 Kühltssystem und Abwärmenutzung

Wärmemenge: PtG-Anlagen haben bezogen auf ihre elektrische Nennleistung einen Wirkungsgrad von ca. 55 bis 65 % (PEM-EL) bzw. 65 bis 75 % (HTEL, SOEC), wobei der Wirkungsgrad der Stacks um 10 bis 15 % höher liegt /GRA 21/. Demensprechend werden ca. 30 bis 40 % der eingesetzten elektrischen Energie in Wärme umgewandelt, die zum Schutz der Systeme und zur Effizienz der Elektrolyse abgeführt werden muss. Die dafür eingesetzten Systeme sind somit zentral für den zuverlässigen Betrieb der Anlage und sollten deshalb regelmäßig gemäß Angaben der Systemhersteller kontrolliert und ggf. auch Ersatzteile vorgehalten werden.

Kühlverfahren: PtG-Anlagen werden in der Regel mit Wasser bzw. Wasser-Glykol-Gemischen gekühlt, wobei zwei prinzipielle Kühlverfahren zum Einsatz kommen können, die Durchlaufkühlung und die Umlaufkühlung¹³⁷ (siehe hierzu auch Kapitel 7.1.5). Bei der Durchlaufkühlung wird Wasser aus einem großen Reservoir (z. B. Gewässer) entnommen, zur Kühlung der Anlage verwendet und anschließend wieder in das Gewässer zurückgeführt (Vorgaben hierzu im Kapitel 7.1.5). Dieses Verfahren ist sinnvoll bei kleinen bis mittelgroßen PtG-Anlagen (im niedrigen MW-Bereich ohne HTEL bzw. SOEC) und wenn die Abwärme der PtG-Anlage nicht genutzt werden soll. Bei der Umlaufkühlung sind drei Verfahren möglich: in einem geschlossenen Kreislauf mit einem Wärmetauscher zu einem Nachkühlkreislauf bzw. Wärmeabnehmer; in einem halboffenen Kreislauf mit einem großen Puffertank für das Kühlwasser zur Abkühlung und ggf. Wärmeentnahme über Wärmetauscher (i. d. R. nur bei kleineren PtG-Anlagen sinnvoll); oder in einem offenen Kreislauf mit der Abfuhr von Wärme über Verdunstungskühler. Bei

¹³⁷ DVGW – Gesamtwasserbedarf für die Wasserelektrolyse:
<https://www.dvgw.de/leistungen/publikationen/publikationsliste/h2o-gesamtbedarf-fuer-elektrolyse>

komplexeren PtG-Anlagen mit mehreren Einheiten werden geschlossene innere Kühlkreisläufe mit einem äußeren Kühlkreislauf der vorgenannten Möglichkeiten kombiniert. Die dafür eingesetzten Pumpen, Leitungen und Wärmetauscher müssen dem Kühlwasserbedarf entsprechen, der mit den Angaben in Kapitel 7.1.5 abgeschätzt werden kann.

Luftkühlung: Bei kleinen PtG-Anlagen unter 100 kW Nennleistung bzw. auch bei der Raumkühlung der PtG-Anlage kann eine Luftkühlung eingesetzt werden. Dabei wird das Gehäuse bzw. der Raum der PtG-Anlage mit Lüftern aktiv durchströmt und so die Wärme abgeführt. Zusätzlich können auch Lüfter an Wärmetauschern angebracht sein, um diese zu kühlen.

Notkühlung: Unabhängig von der Art des Kühlsystems muss die Regelung der Kühlung auf den Elektrolyseprozess abgestimmt sein und flexibel auf Temperaturänderungen innerhalb der Anlage reagieren. Ggf. sind auch Notkühlsysteme vorzusehen, die bei ungeplant hohen Temperaturen aktiviert werden können. Die Notkühlsysteme können entweder mit einer Reserveleistung in den betrieblich eingeplanten Pumpen oder mit zusätzlichen Pumpen und Kühlkreisläufen umgesetzt werden.

Abwärmenutzung: Die Nutzung der Abwärme ist ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Kühlung von PtG-Anlagen, da dadurch die 30 bis 40 % der eingesetzten Energie ggf. weiter genutzt werden kann. Dazu wird die Wärme über Wärmetauscher aus dem Kühlsystem ausgekoppelt. Bei niedrigen Betriebstemperaturen der Elektrolyseure (z. B. 40 – 90 °C von PEM-EL, AEM-EL, AEL) bietet sich die Beheizung von Räumen oder Gebäuden an, wobei auch zusätzliche Wärmepumpen eingesetzt werden können. Bei HTEL/SOEC wird die Abwärme zur Vorwärmung der Elektrolyseure und des Prozesswassers bzw. des Dampfes verwendet und zudem die Luft auf der Kathodenseite vorgewärmt, wofür die Produktgase (Wasserstoff, Sauerstoff) mit Wärmetauschern abgekühlt werden.

Verpflichtende Wärmerückgewinnung: Gemäß § 8 Energieeffizienzgesetz EnEFG¹³⁸ muss ein Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 7,5 GWh pro Jahr (entspricht etwa einer kontinuierlichen elektrischen Leistungsaufnahme von 850 kW) ein Energie- oder Umweltmanagementsystem einführen. Dazu sind insbesondere Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung und -nutzung zu identifizieren,

¹³⁸ EnEFG: <https://www.gesetze-im-internet.de/eneffg/>

was bei der Planung der PtG-Anlage bereits berücksichtigt werden kann. Eine grundlegende Norm zur Implementierung eines Energiemanagementsystems ist die DIN EN ISO 50001:2018-12 „Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“.

7.1.9 Belüftung des Raumes

Die Belüftung des Raumes (bzw. des Containers) einer PtG-Anlage ist nicht nur zur Regulierung der Temperatur und der Luftqualität, sondern auch im Explosionsschutz eine zentrale Maßnahme. Zunächst wird auf Anforderungen an die Entlüftung der PtG-Anlage eingegangen, da sie als betriebliche Maßnahme direkten Einfluss auf die Belüftung des Raumes haben kann. Anschließend wird die Belüftung zur Gewährleistung der Raumluftqualität sowie die Belüftung im Rahmen des Explosionsschutzes dargestellt. Am Ende dieses Kapitels werden Hinweise zur Größe von Be- und Entlüftungsöffnungen zur natürlichen Lüftung genannt.

Entlüftung: Um sicherzustellen, dass die PtG-Anlage nach dem Betrieb keinen Wasserstoff und keinen Sauerstoff mehr enthält, werden die Leitungen für Wasserstoff und Sauerstoff direkt nach dem Abfahren der Anlage entlüftet, ggf. unter dem Einsatz von Inertgas. Dabei ist zu beachten, dass Wasserstoff und Sauerstoff nicht vermischt und dass die Entlüftungsöffnungen nicht durch äußere Einflüsse (insbesondere durch betriebliche Maßnahmen) verschlossen werden können. Die Entlüftung kann entweder in den Raum oder direkt ins Freie erfolgen, wobei letzteres im Rahmen des Explosionsschutzes vorzuziehen ist. Bei der Entlüftung in den Raum muss sichergestellt sein, dass die Konzentration von Wasserstoff in der Raumluft zu jedem Zeitpunkt deutlich geringer ist als die untere Explosionsgrenze von Wasserstoff (4 Vol.%). Zudem soll die Sauerstoffkonzentration nur geringfügig ansteigen. Bei der Belüftung ins Freie muss insbesondere das Eindringen von Regenwasser verhindert werden, dazu kann auch das EIGA Doc 211/24 „Hydrogen Vent Systems for Customer Applications“¹³⁹ herangezogen werden.

Bei der **Belüftung zur Gewährleistung der Raumluftqualität** muss darauf geachtet werden, dass die Vorgaben des Herstellers für den Betrieb der PtG-Anlage hinsichtlich der Temperatur und der Feuchte der Umgebungsluft sowie des Luftdrucks eingehalten werden. Die Lüftung kann dabei entweder natürlich oder technisch erfolgen. In beiden

¹³⁹ European Industrial Gases Association AISBL: https://www.eiga.eu/ct_documents/doc211-pdf/

Fällen sollte sich die Zuluftöffnung möglichst am Boden und die Abluftöffnung an der höchsten Stelle des Raumes befinden und zudem die Belüftung zur Raumluftqualität mit der Belüftung im Rahmen des Explosionsschutzes abgestimmt sein (auch die automatische Abschaltung einer technischen Belüftung bei einer Branddetektion, um eine weitere Sauerstoffzufuhr zum Brandherd zu unterbinden).

Die **notwendigen Belüftungsmaßnahmen zum Explosionsschutz** werden in der Gefährdungsbeurteilung bestimmt und im Explosionsschutzdokument festgeschrieben (siehe Kapitel 5.2 und 5.4 dieses Leitfadens). Grundlegend hierfür ist die TRGS 722, die in den Kapiteln 4.6.2 und 4.6.3 Maßnahmen zur natürlichen Belüftung und zur technischen Belüftung beschreibt. Zudem kann die DIN EN IEC 60079-10-1 (VDE 0165-101):2022-02 „Explosionsgefährdete Bereiche“ zur Bemessung der Belüftung herangezogen werden. Die Wahl der Art der Belüftung (natürlich/technisch) kann einen Einfluss auf die Einstufung und Ausdehnung der Explosionsschutz-Zonen haben (siehe Tab. 5.4 in Kapitel 5.4 des Leitfadens). Bei beiden Varianten sollte beachtet werden, dass die Zuluftöffnung abseits der Abluftöffnungen (der Raumluft und zur Entlüftung der Anlage) liegt, um eine Rückführung von Wasserstoff oder Sauerstoff in den Raum zu vermeiden. Eine natürliche Belüftung kann bei ungehindertem Ein- und Auslass der Luft und einer Temperaturdifferenz von 5 K zwischen Raumluft und Außenluft ähnliche oder größere Luftwechsel erreichen als eine technische Belüftung und deswegen in diesen Fällen als gleichwertig angesehen werden (siehe Kapitel 4.6.2, Abs. 4, TRGS 722). Die technische Belüftung sollte die natürliche Strömung der abzuführenden Gase und der Luftströmung unterstützen. Ist entsprechend der Gefährdungsbeurteilung eine Überwachung des Raumes notwendig, sind Maßnahmen einzuplanen, um beim Ausfall der technischen Belüftung den sicheren Zustand der Anlage erhalten zu können. Bei der Führung von Abluftleitungen (insbesondere, wenn sie Wasserstoff enthalten kann) sind die Vorgaben der Leitungsanlagen-Richtlinien zu beachten (siehe Kapitel 5.3.1).

Freier Querschnitt für die natürliche Belüftung (Informationsquelle): In den DVGW-Arbeitsblättern G 491 „Gasdruckregelanlagen“ und G 265-3 „Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb“ werden jeweils Mindestanforderungen an den freien Querschnitt von natürlichen Be- und Entlüftungsöffnungen gestellt. Abhängig von der individuellen Anlagenkonfiguration und von den Aufstellbedingungen muss der freie Querschnitt der Be- und Entlüftungsöffnungen jeweils mindestens 0,25 % bis 0,5 % der

Grundfläche des Raumes betragen. Im DVGW-Arbeitsblatt G 731 zu Wasserstoff-Füllanlagen (zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens noch in der Entwurfsfassung) wird ein freier Querschnitt von mindestens 1 % der Grundfläche des Raumes gefordert. Die Vorgaben sind für PtG-Anlagen, die nicht als Energieanlagen eingestuft sind, nicht bindend und dienen hier zur Orientierung.

7.1.10 Gasanalyse und Wasserstoffaufbereitung

Zweck der Gasanalyse: Wie in Kapitel 7.1.2 beschrieben, werden Wasserstoff und Sauerstoff bei der Elektrolyse nicht in reinem Zustand erzeugt, sondern enthalten Feuchtigkeit, Gase und Dämpfe aus dem Elektrolyseprozess sowie Sauerstoff im Wasserstoffstrom bzw. Wasserstoff im Sauerstoffstrom /GRA 21/. Dementsprechend müssen die Gasströme vor der weiteren Verwendung getrocknet, analysiert und ggf. gereinigt werden, um

- insbesondere die Wasserstoffqualität sicherzustellen,
- anhand von Gasverunreinigungen mögliche Abweichungen im Elektrolyseprozess festzustellen (z. B. Schädigung der Membran durch erhöhten Sauerstoffgehalt im Wasserstoffstrom),
- mögliche Gefährdungen frühzeitig zu erkennen (v. a. die Bildung zündfähiger Gemische von Wasserstoff und Sauerstoff),
- die Funktionsfähigkeit der Anlage in Bezug auf die Gastrocknung bzw. Gasreinigung zu überprüfen als auch
- die Effizienz der Elektrolyse über Mengenmessungen des produzierten Wasserstoffs und der benötigten elektrischen Energie zu bestimmen.

Vorgehen zur Gasanalyse und Wasserstoffaufbereitung: In der Regel erfolgt direkt nach der Elektrolyse die Gastrocknung im Wasserstoffstrom auf der Kathodenseite sowie die Entfernung von Sauerstoff über Membranen bzw. Adsorptionsmittel. Die Sauerstoffkonzentration wird anschließend gemessen, um mögliche Gefährdungen durch die Vermischung von Wasserstoff und Sauerstoff frühzeitig zu erkennen. Ggf. wird die Sauerstoffkonzentration auch schon vor der Gastrocknung gemessen, um den Elektrolyseprozess zu überprüfen. Anschließend erfolgen die Mengenmessung und die Gasanalyse, um die Reinheit des Wasserstoffs zu überprüfen und weitere Spurengase zu identifizieren. Dabei können je nach Produktanforderung unterschiedliche Sensoren

sowie Analysetechniken zum Einsatz kommen. In kommerziell vertriebenen PtG-Anlagen sind die notwendigen Geräte häufig schon integriert.

Die **Reinheit von Wasserstoff** wird häufig mit dem Schema „Wasserstoff x.y“ angegeben, wobei x die Anzahl der Ziffer 9 in der Prozentangabe der Wasserstoffkonzentration und y die nachfolgende Zahl angeben (Bsp.: Wasserstoff 3.7 entspricht 99.97 Vol. % Wasserstoff; Wasserstoff 5.0 entspricht 99,9990 Vol. % Wasserstoff). Je nach Verwendungszweck des Wasserstoffs werden unterschiedliche Produkthanforderungen durch Normen und Regeln vorgegeben. Beispielsweise gibt es für die Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff für Fahrzeuge unterschiedliche Normen:

- DIN EN 17124:2019-07 „Wasserstoff als Kraftstoff“: Hier werden für PEM-EL-Brennstoffzellen eine Wasserstoffreinheit von 3.7 sowie weitere Maximalkonzentrationen für Stoffe wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasserdampf, ... vorgegeben.
- ISO 14687:2025 „Hydrogen fuel quality – Product specification“,
- DIN ISO 21087:2022-03 „Gasanalyse – Analytische Methoden für Wasserstoff als Kraftstoff – Protonenaustauschmembran (PEM-EL)-Brennstoffzellenanwendung für Straßenfahrzeuge“,
- DIN EN 17127:2019-09 „Wasserstofftankstellen im Außenbereich zur Abgabe gasförmigen Wasserstoffs und Betankungsprotokolle umfassend“.

Vorgaben an die Reinheit bei der Versorgung der Öffentlichkeit: Bei der Einspeisung in ein Gasnetz zur öffentlichen Versorgung (Energieanlage) ist das DVGW-Arbeitsblatt G 260:2021 „Gasbeschaffenheit“ zu beachten, worin zwei Reinheitsstufen mit mindestens 98 % bzw. 99.97 Vol.% Anteil an Wasserstoff definiert werden. Dabei sind auch Messgeräte entsprechend der Technischen Richtlinie PTB TR-G 19 „Messgeräte für Gas – Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz“ einzusetzen. In diesem Zusammenhang beschreibt das DVGW-Arbeitsblatt G 220, dass der Betreiber der PtG-Anlage die stofflichen Zusammensetzungen und physikalischen Eigenschaften festlegen und „quasi kontinuierlich“ überwachen muss, um ungewollte Betriebszustände der Anlage, wenn nötig, korrigieren zu können. Die für die Einspeisung relevante Brennwertbestimmung erfolgt nach der DIN EN ISO 6976:2016-12.

7.1.11 Eichpflichtige Messtechnik

Gesetzliche Vorgaben: Wenn der mit der PtG-Anlage erzeugte Wasserstoff gewerblich verkauft werden soll, muss die verkaufte Menge und Zusammensetzung mit geeichten Messgeräten bestimmt werden. Den gesetzlichen Hintergrund dazu stellt das Mess- und Eichgesetz (MesseEG)¹⁴⁰ mit § 31 MesseEG (Messgeräte müssen den Vorgaben des Gesetzes und der unterliegenden Verordnungen entsprechen) sowie § 3 Nr. 13 MesseEG (Messgeräte sind alle Geräte mit Messfunktion, die zur Verwendung im geschäftlichen Bereich bestimmt sind). Die dem Gesetz unterliegende Verordnung ist die Mess- und Eichverordnung (MesseEV)¹⁴¹, die mit § 1 Abs. 1 MesseEV, die eichpflichtigen Messgrößen festlegt (bspw. Masse, Temperatur, Druck, Volumen, sonstige Messgrößen bei der Lieferung von strömenden Gasen, Wärme). Weiterhin wird mit § 34 MesseEV die Eichfrist generell auf zwei Jahre festgelegt, sofern in Anhang 7 MesseEV nicht anders bestimmt (selbsttätige Kontrollwaage: ein Jahr; Fristen für unterschiedliche Methoden zur Volumenmessung strömender Gase ab fünf Jahre). Für die Eichung von Messgeräten gibt es in jedem Bundesland mehrere Eichämter bzw. staatlich anerkannte Prüfstellen, die die Eichung mit einem Eichsiegel bestätigen, auf dem auch die nächste notwendige Eichung vermerkt ist.

Anwendung in PtG-Anlagen: Bei gewerblich genutzten PtG-Anlagen ist somit auf den Einsatz von eichfähigen Messgeräten zu achten. Für reinen gasförmigen Wasserstoff stehen hierfür bereits Messgeräte zur Volumenstrommessung zur Verfügung, wobei auf die Angaben in der Herstellerklärung geachtet werden sollte. Die Prüfung der Messgeräte muss nach den auf dem Eichsiegel festgelegten Fristen erfolgen. Messgeräte für Anwendungen, die bisher nicht auf dem Markt verfügbar sind, können selbst aufgebaut und anschließend von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt geprüft werden¹⁴¹.

Vorgaben für PtG-Energieanlagen: Für die Eichung von Gasmessanlagen in Energieanlagen verweist das DVGW-Arbeitsblatt G 220 in Kapitel 8.3 auf die DVGW-Arbeitsblätter G 260 („Gasbeschaffenheit“) und G 492 („Gas-Messanlagen für einen Betriebsdruck bis einschließlich 100 bar“) sowie auf die Vorgaben der Technischen Richtlinie der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt TR-G 19, die auch auf Messgeräte für

¹⁴⁰ MesseEG: <https://www.gesetze-im-internet.de/messeeg/>

¹⁴¹ MesseEV: <https://www.gesetze-im-internet.de/messeev/>

reinen Wasserstoff anzuwenden ist. Für Sauerstoff-Messanlagen wird auf Hersteller-Angaben sowie auf den EIGA Standard IGC Doc 13/12/E „Oxygen Pipeline and Piping Systems“¹⁴² verwiesen. Zur Messung von Wärme werden die Anforderungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB-A 22 „Messgeräte für thermische Energie – Warm- und Heißwasserzähler für Wärmetauscher-Kreislaufsysteme“ sowie die technischen Richtlinien K 7.1 „Messgeräte für Wärme – Richtlinie für die Eichung von Wärmemessgeräten und Teilgeräten“ und K 9 „Inbetriebnahme von Wärme- und Kältezählern“ genannt. Die Messbeständigkeit sowie die Messrichtigkeit von Gaszählern von 100% Wasserstoff wurde dabei in dem DVGW-Forschungsprojekt G202110 „H2-Messrichtigkeit von Gaszählern“ und dem dazugehörigen Folgeprojekt G202111 „H2-Messrichtigkeit in Niederdrucknetzen bis 2 bar Effektivdruck“ untersucht.

7.1.12 Verdichter

Wasserstoff ist nach der Elektrolyse entweder drucklos oder hat einen Druck von bis zu 35 bar. Aufgrund seiner geringen volumenbezogenen Energiedichte wird der Wasserstoff nach der Aufbereitung häufig noch weiter verdichtet. Die Verdichtung erfolgt dabei bis auf den gewünschten Ausgangsdruck (i. d. R. bis zu 300 bar bzw. 700 bar für Fahrzeuge).

Die Verdichtung von Wasserstoff stellt hohe **Anforderungen an die Technik** und den Betrieb des Verdichters. Dabei sind folgende Aspekte hervorzuheben:

- Aufgrund der physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff ist dessen Ausgangstemperatur nach der Verdichtung deutlich höher als bei Erdgas und die Wärmeentwicklung größer. Wärmeenergie wird über dafür ausgelegte Wärmetauscher abgeführt.
- Bei der Verdichtung kommt es auch zu höheren Strömungsgeschwindigkeiten als bei Erdgas, die zusammen mit dem Verdichtungsprozess (bewegte Teile wie Kolben, Schrauben oder Turbinen) für verstärkte Vibrationen und Geräuschentwicklungen sorgen. Um die dadurch möglichen Auswirkungen zu reduzieren, werden die Verdichter vibrationsgedämmt aufgestellt und Maßnahmen zur Schallisolierung unternommen.

¹⁴² European Industrial Gases Association: <https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC013.pdf>

- Weiterhin werden Verdichter unabhängig von der Verdichtungstechnik häufig trockenlaufend bzw. ölfrei betrieben, damit der Wasserstoff nicht in Verbindung mit Ölen oder Fetten kommt.
- Die hohen Drücke und Temperaturen begünstigen zudem die Wasserstoffversprödung (vgl. Kapitel 7.1.1). Aus diesem Grund werden Wasserstoffverdichter in der Regel aus bestimmten austenitischen Stählen bzw. Edelstahllegierungen gefertigt.

Aufgrund der hohen Drücke, der Wärmeentwicklung, der Vibrationen und möglichen Wasserstoffversprödung stellt die **Dichtheit des Verdichters** eine besondere Herausforderung dar. Deshalb müssen sowohl der Verdichter selbst als auch seine Umgebung, inklusive der Maßnahmen bei Wasserstoffaustritt (z. B. Detektion und Belüftung), bei der Festlegung der Explosionsschutz-Zonen berücksichtigt werden (siehe Kapitel 5.4 und Tab. 5.4). Zu den weiteren Einrichtungen und Maßnahmen an einem Verdichter zählen: Sicherheitsventile zur Druckentlastung, die automatische Abschaltung bei Abweichungen von Betriebsparametern (unzulässiger Ein- und Ausgangsdruck, überhöhte Gastemperaturen) sowie Entlüftungsvorrichtungen zur betrieblichen Entlüftung.

7.1.13 Wasserstoffleitungen

Wasserstoffleitungen außerhalb der Elektrolyseanlage zu einem Speicher oder zu einem Verbraucher können sowohl im Gebäude der PtG-Anlage als auch außerhalb eines Gebäudes unter der Erde oder oberirdisch verlegt sein. Grundsätzlich ist dabei zwischen Leitungen zu unterscheiden, die mit dem öffentlichen Gasnetz verbunden sind (beispielsweise zur Einspeisung von Wasserstoff in das Gasnetz bzw. zur Versorgung von Verbrauchern aus dem Gasnetz) und Leitungen, die nicht damit verbunden sind (beispielsweise von der PtG-Anlage zu einem Speicher).

7.1.13.1 Mit einem öffentlichen Gasnetz verbundene Leitungen

Leitungen, die mit dem öffentlichen Gasnetz verbunden sind, müssen grundsätzlich den Anforderungen des DVGW-Regelwerkes sowie den DGUV-Vorschriften entsprechen. Dabei sind folgende **Arbeitsblätter und Merkblätter** grundlegend:

- DVGW-Arbeitsblatt G 600 „Technische Regel für Gasinstallationen“ (DVGW-TRGI) für Gasinstallationen in Gebäuden bis maximal 1 bar. Die TRGI behandelt zwar keine Leitungsanlagen mit 100 % Wasserstoff, die Vorgaben sind aber prinzipiell übertrag-

bar, eventuell müssen bei bestehenden Leitungen einzelne Komponenten ausgetauscht werden¹⁴³. Hintergründe zur Leitungsbemessung mit bis zu 100 % Wasserstoff im Rahmen der TRGI bietet das DBI¹⁴⁴. Das DVGW Merkblatt G 655 „Leitfaden H₂-Ready Gasanwendungen“ kann für Hinweise zur Wasserstofftauglichkeit von Komponenten herangezogen werden.

- DVGW Merkblatt G 221 „Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff“ und die DVGW-Merkblätter G 407, G 408, G 409 zur Umstellung von Gasleitungen (Stahl, Kunststoff) auf Wasserstoff,
- DVGW-Arbeitsblätter G 462, G 465-1 und G 465-2 zur Errichtung, Inbetriebnahme, Überprüfung und Instandsetzung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck,
- DVGW-Arbeitsblätter G 463, G 464 und 466-1 zur Planung, Errichtung, Betrieb und Instandsetzung von Gasleitungen über 16 bar und damit zusammenhängend sowie
- DVGW-Information Gas Nr. 10 zu Gasanlagen auf dem Werksgelände im Bereich betrieblicher Gasanwendungen (auch mit Wasserstoff) und einer Übersicht weiterer relevanter DVGW-Arbeitsblätter,
- DVGW-Arbeitsblätter G 614-1 und G 614-2 zu freiverlegten (oberirdischen) Gasleitungen auf dem Werksgelände und
- DGUV 203-090, DGUV 203-092, FB ETEM-007 zur Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung, letzteres speziell für Wasserstoffanlagen und -leitungen.

Die genannten DVGW-Arbeitsblätter und Merkblätter vom zweiten bis fünften Spiegelstrich gelten auch für Leitungen auf gewerblichen Grundstücken und für 100 % Wasserstoff. Entsprechend des DVGW-Arbeitsblattes G 220, Kapitel 9.2, müssen die Anforderungen an die Rohrleitungen in einer Gefährdungsbeurteilung bestimmt werden.

¹⁴³ Kai-Uwe Schuhmann et al: „Wasserstoff in der häuslichen Anwendung – Standortbestimmung für die zukünftige Gebäudebeheizung (Teil 1): https://www.dvgw-ebi.de/medien/dvgw-ebi/2_themen/publikationen/2024_april_ewp_strauss1.pdf

¹⁴⁴ DBI 2021: „Betrachtung der Leitungsdimensionierung nach TRGI in Haushalt und Gewerbe für hohe Wasserstoffmenge im Erdgas“, https://www.dbi-gruppe.de/wp-content/uploads/2023/09/2021_Bericht-GWB_81.pdf

Gashochdruckleitungen: Gasleitungen, die als Energieanlagen der Versorgung mit Gas dienen und für einen maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 16 bar ausgelegt sind, müssen folgende Anforderungen aus § 3 GasHDrLtgV erfüllen (genaue Beschreibung siehe Verordnung):

- Sie sind in einem Schutzstreifen zu verlegen und deren Verlauf und notwendige Armaturen sind zu kennzeichnen.
- Sie sind gegen äußere Einwirkungen zu schützen.
- Sie müssen über Sicherheitseinrichtungen verfügen, die unzulässig hohe Drücke verhindern, die Drücke sind laufend zu messen und die Leitungen müssen über Absperrorgane an zugänglichen Stellen verfügen.

7.1.13.2 Leitungen ohne Verbindungen zu einem öffentlichen Gasnetz

Gesetzliche Vorgaben: Für Leitungen, die nicht mit dem öffentlichen Gasnetz verbunden sind, gelten die Vorgaben des ÜAnlG, der BetrSichV, der GefStoffV und ggf. der EG-Druckgeräterichtlinie (soweit anwendbar über 0,5 bar) sowie deren unterlagerten Technischen Regeln wie z. B.

- TRBS 3146/TRGS 746 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“ und
- TRGS 201 „Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ sowie die Normenreihen,
- DIN EN 13480 „Metallische industrielle Rohrleitungen“,
- DIN EN 15001-1:2023-04¹⁴⁵ und
- DIN EN 15001-2:2023-04¹⁴⁶ zu Gasleitungsanlagen.

¹⁴⁵ Titel: „Gasinfrastruktur - Gasleitungsanlagen mit einem Betriebsdruck größer 0,5 bar für industrielle Installationen und größer 5 bar für industrielle und nicht-industrielle Installationen - Teil 1: Detaillierte funktionale Anforderungen an Planung, Material, Bau, Inspektion und Prüfung; Deutsche Fassung EN 15001-1:2023“

¹⁴⁶ Titel: „Gasversorgungssysteme - Gasleitungsanlagen mit einem Betriebsdruck größer 0,5 bar für industrielle Installationen und größer 5 bar für industrielle und nicht-industrielle Installationen - Teil 2: Detaillierte funktionale Anforderungen an Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung; Deutsche Fassung EN 15001-2:2023“

Gefährdungsbeurteilung: Die Anforderungen zur Sicherheit der Rohrleitungen werden ebenfalls in einer Gefährdungsbeurteilung bestimmt (TRBS 3146, Kapitel 3). Hierbei sind insbesondere Gefährdungen durch Leckagen, Brände sowie mechanische Einwirkungen zu berücksichtigen und technische, organisatorische oder personenbezogene Maßnahmen festzulegen. Dabei sollen Rohrleitungen mit möglichst wenigen lösbaren Verbindungen ausgeführt und gefahrlos entspannt werden können (siehe Kapitel 4.4, Abs. 12 und 13, TRBS 3146). Zur Erkennung und zur Beschränkung von Leckagen können beispielsweise Gasdetektoren und Möglichkeiten zur Absperrung von Leitungen eingesetzt werden.

Kennzeichnung: Zur Vorbeugung von Beschädigungen und zur Vermeidung von Fehlhandlungen werden Rohrleitungen nach Abschnitt 4.5.3 der TRGS 201 gekennzeichnet. Dementsprechend wird nach Anhang 3 der TRGS 201 gemäß der Gruppe des in der Rohrleitung befindlichen Stoffes mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet und jeweils auch die Durchflussrichtung angezeigt.

- Wasserstoffleitungen (Gruppe „brennbare Gase“) werden mit Gelb als Hintergrundfarbe, Rot als zweiter Farbe (bspw. als Rahmen) und mit schwarzer Beschriftung, i. d. R. „Wasserstoff“, gekennzeichnet (siehe Abb. 7.2),
- Sauerstoffleitungen sind blau mit weißer Aufschrift, z. B. „Sauerstoff“,
- Wasserleitungen sind grün mit weißer Aufschrift, z. B. „Wasser“, und
- Wasserdampfleitungen sind rot mit weißer Aufschrift, z. B. „Wasserdampf“.

In Abschnitt 4.5.3 der TRGS 201 wird die Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen in Rohrleitungen beschrieben. Die Kennzeichnung hat nach Abschnitt 4.3 Abs. 1 TRGS 201 entsprechend Abschnitt 2 und 3 GefStoffV zu erfolgen, worin in § 4 Abs. 3 GefStoffV die Beschriftung in deutscher Sprache gefordert wird.



Abb. 7.2 Beispiel für mögliche Kennzeichnungen einer Wasserstoff-Leitung

Brandschutz: Bei Leitungsanlagen im Inneren von Gebäuden bestehen insbesondere Anforderungen zur Einhaltung des Brandschutzes. Dabei macht die Leitungsanlagenrichtlinie Vorgaben für Leitungsanlagen in notwendigen Treppenträumen und Fluren sowie bei der Durchführung durch Wände und Decken. Eine Übersicht dazu bietet Kapitel 5.3.1.

Oberirdische Leitungen müssen entsprechend Kapitel 4.4 Abs. 11 TRBS 3146 außerhalb von Verkehrsbereichen verlegt werden. Zudem müssen weitere mögliche mechanische Einwirkungen berücksichtigt werden. Zum Schutz der Leitung können je nach Leitungsgröße und Länge die Verlegung in Kanälen oder zusätzliche bauliche Absperrungen bzw. Hindernisse eingesetzt werden. Die DIN EN 13480-4:2024-12 „Metallische Industrielle Rohrleitungen – Fertigung und Verlegung“ gibt weitere Vorgaben für die Verlegung zu den anderen Teilen der DIN EN 13480.

Für **erdverlegte Rohrleitungen** ist die DIN EN 13480-6 anzuwenden. Demnach werden Rohrleitungen in der Regel mit 80 cm Überdeckung verlegt, je nach Schutz können Leitungen auch zwischen 40 cm bis 100 cm vergraben sein. Die Rohrleitungen müssen gegen mechanische Belastungen und Korrosion geschützt sein. Zudem wird der Verlauf der Rohrleitung durch eine Beschilderung an der Oberfläche angezeigt und durch ein darüber verlaufendes Warnband (i. d. R. gelb mit schwarzer Schrift) gekennzeichnet.

7.1.14 Wasserstoffspeicher

Druckgasbehälter zur Speicherung von Wasserstoff werden in der Regel oberirdisch außerhalb von Gebäuden aufgestellt, wobei ein Druck von bis 300 bar üblich ist (Ausnahmen davon sind Speicher für Tankstellen mit Drücken bis 700 bar, bzw. spezielle Speichersysteme für erdgedeckte Druckgasspeicher). Zudem kann Wasserstoff auch in Niederdruckspeichern (bei 10 bis 50 mbar) gespeichert werden, was allerdings große Volumen benötigt. Eine weitere Möglichkeit sind Metallhydridspeicher. Weiterhin wird an Salzkavernen-Untergrundgasspeicher geforscht (weiterführende Quelle in Anhang C). Da die drei zuletzt genannten Technologien nicht weit verbreitet sind, wird im Folgenden nur auf die Druckgasbehälter eingegangen.

Gesetzliche Anforderungen: Als Druckgeräte müssen Wasserstoffspeicher entweder der EU-Richtlinie 2014/68/EU für ortsfeste Druckgeräte oder der EU-Richtlinie 2010/35/EU für ortsbewegliche Druckgeräte entsprechen. Dabei können ortsbewegliche Druckgeräte auch ortsfest eingesetzt werden, was zu anderen Prüfanforderungen führen

kann (siehe Tab. 5.7 unter Berücksichtigung der Tab. 5.5 im Kapitel 5.5.3.2 dieses Leitfadens mit Verweis auf Nr. 7.29b in Tabelle 12 des Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV). Weitere relevante Anforderungen an die Wasserstoffspeicher ergeben sich unter anderem aus der

- TRBS 3146/TRGS 746 „Ortsfeste Druckanlagen für Gase“, die in der
- Technischen Leitlinie des Industriegaseverband e.V. „IGV-TL-01B- Rev 4“¹⁴⁷ zur Aufstellung von ortsfesten Druckgasbehältern sowie dem
- Positionspapier des Industriegaseverbands e.V. „IGV-PP-10B- Rev 1“¹⁴⁸ zum Anfahrerschutz für ortsfeste Druckgasbehälter aufgegriffen werden.

Allgemeine Schutzmaßnahmen: Die TRBS 3146 gilt sowohl für ortsfeste Druckbehälter als auch nach Kapitel 2, Abs. 7 TRBS 3146 für ortsbewegliche Druckbehälter, soweit diese an der Füllanlage vorhanden sind. Im Kapitel 4 der TRBS 3146 werden Schutzmaßnahmen beschrieben, die entsprechend der Gefährdungsanalyse umgesetzt werden können. Wesentliche allgemeine Schutzmaßnahmen (Kapitel 4.4.1) sind:

- Wenn Ansteigen des Drucks über den maximal zulässigen Druck möglich ist, sind Sicherheitsventile mit ausreichendem Ausflussmassenstrom vorzusehen (Abs. 3).
- Zur Vermeidung von Überdruck durch Überfüllung sind geeignete Mess-, Steuer- und Regel-Sicherheitseinrichtungen erforderlich (Abs. 7).
- Füllanschlüsse müssen so beschaffen und gekennzeichnet sein, dass eine Verwechslung der zu füllenden Gase hinreichend sicher verhindert werden kann (Abs. 10).
- Füllanschlüsse sollen im Freien angeordnet sein (Abs. 15).

¹⁴⁷ Industriegaseverband e.V.: „Aufstellung von ortsfesten Druckgasbehältern, IGV-TL-01B-Rev4“, https://www.industriegaseverband.de/download-file/IGV-TL-01B-Rev4_Tankaufstellung_2022-01-31_final.pdf

¹⁴⁸ Industriegaseverband e.V.: „Anfahrerschutz für ortsfeste Druckgasbehälter inkl. deren Ausrüstungsteile, IGV-PP-10B-Rev1“, <https://www.industriegaseverband.de/download-file/igv-pp-10brev1anfahrerschutz2020-11-01.pdf>

Schutzmaßnahmen für Speicher von entzündbaren Gasen sind (Kapitel 4.4.3 der TRBS 3146):

- Rohranschlüsse an ortsfeste Druckgasbehälter müssen zur Verhinderung der Freisetzung wie folgt ausgerüstet sein (Abs. 3):
 - Mit Absperrarmatur, die gefahrlos betätigt werden kann.
 - Probenahmestellen mit einer Einrichtung, durch die sichergestellt ist, dass betriebsbedingt nur geringe, zu keiner Gefährdung führende Gasmengen austreten können.
- Wenn störungsbedingt freigesetztes und entzündetes Gas den ortsfesten Druckgasbehälter bzw. seine Stützen oder Standzargen befeuern kann, ist ausreichender Schutz gegen Selbstbefeuerung erforderlich.
- Weiterhin werden in Kapitel 4.4.3.1 der TRBS zusätzliche Anforderungen bei mehr als 3 t entzündlicher Gase gemacht.

Schutzmaßnahmen zur Aufstellung einer ortsfesten Druckanlage sind (Kapitel 4.5.1 der TRBS 3146):

- Sie muss vor mechanischer Einwirkung von außen (z. B. Fahrzeuge) geschützt werden, so dass Beschäftigte oder andere Personen nicht gefährdet werden können (Abs. 3).
- Der Behälter muss von allen Seiten besichtigt werden können (Abs. 7).
- Der Behälter darf seine Lage nicht unzulässig ändern und muss ggf. gegen Aufschwimmen gesichert werden (Abs. 9).

Schutzmaßnahmen für ortsfeste Druckanlagen im Freien sind (Kapitel 4.5.3, TRBS 3146):

- Schutz der Druckanlage vor mechanischer Beschädigung durch das Anfahren von Fahrzeugen mit einem Schutzabstand oder mit einem geeigneten Anfahrschutz (Kapitel 4.5.3, Abs. 2),
- Schutz gegen mögliche Brandlasten in der Umgebung in Abhängigkeit vom Gefahrenpotenzial, bspw. durch eine Mauer (Kapitel 4.5.3.1, Abs. 1),

- Schutz gegen eine unzulässige Erwärmung im Brandfall bei 90 min. Brandeinwirkung von ortsfesten und ortsbeweglichen Druckgasbehältern, die an eine Füllanlage angeschlossen sind (Kapitel 4.5.3.1, Abs. 4).

Abschließend werden im Kapitel 4.9 der TRBS 3146 **Maßnahmen im Brandfall** beschrieben. Demnach muss eine Einrichtung zur Unterbrechung der Gaszufuhr im Brandfall an einer sicheren Stelle vorhanden sein (Abs. 1), außerdem müssen Feuerlöscheinrichtungen entsprechend der ASR A2.2 vorgehalten werden, ggf. zusätzliche Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung (Abs. 2).

Die Technische Leitlinie IGV-TL01B-Rev4 gibt dazu noch **weitere Anmerkungen** und das Positionspapier IGV-PP-10B-Rev1 beschreibt im Detail die technische Umsetzung des **Anfahrerschutzes**.

7.1.15 Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung wird durch unterschiedliche Normen geregelt, beispielsweise der DIN EN 61508-1 VDE 0803-1:2011-02¹⁴⁹ zur Funktionalen Sicherheit, der DIN EN IEC 62061:2023-02 VDE 0113-50:2023-02¹⁵⁰ zur Funktionalen Sicherheit von Maschinen sowie der DIN EN ISO 13849-1:2016-06¹⁵¹ zu sicherheitsbezogenen Teilen der Anlagensteuerung.

Allgemeine Beschreibung: Grundsätzlich muss eine PtG-Anlage über ein Steuerungssystem verfügen, das den zuverlässigen und sicheren Betrieb der Anlage ermöglicht. Dazu verläuft die Anlagensteuerung weitgehend automatisiert, wobei manuelle Befehle vor Ort oder Befehle über Fernsteuerungssysteme einbezogen werden. Die manuelle Steuerung vor Ort muss deutlich gekennzeichnet sein. Eine gesetzliche Vorgabe zur Fernsteuerung besteht für Anlagen ab 135 kW Nennleistung im Rahmen der Netzdienlichkeit (siehe Kapitel 7.1.4).

¹⁴⁹ Titel: „Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

¹⁵⁰ Titel: „Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021)“

¹⁵¹ Titel: „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze (ISO 13849-1:2015)“

Vorgaben für die Fernsteuerung: Die Fernsteuerung darf selbst nicht zu unsicheren Bedingungen führen (auch im Rahmen der Cybersicherheit) und muss der manuellen Steuerung sowie den von der Anlage gesteuerten Sicherheitsfunktionen immer Vorrang geben. Sie benötigt eine aktive Freischaltung, welche im Fall einer manuellen Steuerung vor Ort widerrufen bzw. gesperrt werden kann (beispielsweise bei Wartungsarbeiten). Ab Dezember 2027 müssen entsprechende Systeme mit Kommunikations- oder Fernzugriffsmöglichkeiten die Anforderungen des „Cyber-Resilience-Act“ der EU erfüllen, was der Hersteller des Systems mit dem CE-Kennzeichen bestätigen muss (siehe Kapitel 6.2). Beim Kauf entsprechender Geräte ist auf die CE-Kennzeichnung zu achten.

Steuerung von Schutzfunktionen: Das Steuerungssystem überprüft und überwacht automatisiert vor dem Anfahren und während des Betriebs die vom Hersteller vorgegebenen und in der Gefährdungsbeurteilung definierten Systeme und Schutzfunktionen auf ihre Verfügbarkeit und ordnungsgemäße Funktion. Beim Betrieb wird sichergestellt, dass die Systeme innerhalb der vorgesehenen Betriebsparameter betrieben werden. Dazu erhält das Steuerungssystem Informationen über Sensoren innerhalb und außerhalb der Anlage (u. a. Zellstrom, Zellspannung, Temperatur, Druck, Gasreinheit, Wasserqualität, Füllstände, Umgebungsbedingungen, ...) und steuert die für den Betrieb relevanten Systeme, wie Wasserversorgung und -aufbereitung, Inertgasspülung, Kühl- und Belüftungssysteme, Systeme zur Gasanalyse sowie zur Verdichtung und Speicherung des Wasserstoffs. Im Fall eines Fehlers im Steuerungssystem darf die Steuerung nicht aus dem Stillstand zu einem automatischen Start führen, keinen Stopp der Anlage verhindern und Schutzfunktionen nicht außer Kraft setzen. Weiterhin muss die Anlagensteuerung in der Lage sein, bei einem Einzelfehler oder bei vom normalen Betrieb abweichenden Parametern die Anlage in einen sicheren Zustand zu bringen und die für den Fall festgelegten Schutzfunktionen auszulösen, wie zum Beispiel Notabschaltung, Druckentlastung oder Havarielüftung.

7.2 Wesentliche sicherheitsrelevante Systeme und Schutzmaßnahmen

Die Sicherheit einer PtG-Anlage wird durch den Hersteller in der Risikobeurteilung (siehe Kapitel 6.3) und durch den Betreiber in der Gefährdungsbeurteilung (siehe Kapitel 5.2) untersucht und darin geeignete Systeme und Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit festgelegt. In diesem Kapitel wird auf folgende wesentliche sicherheitsrelevante Systeme und Schutzmaßnahmen eingegangen.

- Ergänzend zu den vorangegangenen Informationen zum Explosionsschutz (Explosionsschutz-Zonen und Vermeidung von Zündquellen, siehe Kapitel 5.4) wird im Unterkapitel 7.2.1 auf **technische Aspekte zum Explosionsschutz** in einer PtG-Anlage eingegangen.
- Der **Blitzschutz** einer PtG-Anlage dient sowohl dem Explosionsschutz zur Vermeidung von Zündquellen als auch zum Schutz der Anlage vor Überspannungen (siehe Unterkapitel 7.2.2).
- Um im Falle eines Austritts von Wasserstoff geeignete Maßnahmen einleiten zu können, muss zunächst eine **Detektion** des ausgetretenen Wasserstoffs und dann eine **Warnung** erfolgen (siehe Unterkapitel 7.2.3).
- Anschließend kann eine **automatische oder manuelle Abschaltung** erfolgen, um eine weitere Produktion von Wasserstoff zu verhindern (siehe Unterkapitel 7.2.4).
- Parallel dazu kann der Wasserstoff in der Anlage über eine **Abblaseeinrichtung** ausgelassen werden (siehe Unterkapitel 7.2.5).
- Die Umgebung der PtG-Anlage kann mithilfe einer **Havarielüftung** bzw. Notbelüftung mechanisch belüftet werden, um das Entstehen eines zündfähigen Luft-Wasserstoff-Gemisches zu verhindern (siehe Unterkapitel 7.2.6).
- Bei der leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung von Haushalten ist die **Odorierung** eine vorgeschriebene Schutzmaßnahme. Im Unterkapitel 7.2.7 werden die Vorgaben dafür skizziert und offene Fragen in Bezug auf die Anwendung der Odorierung in anderen Nutzungszweigen beschrieben.
- Abschließend wird mit Bezug zu Betriebsbereichen, die in den Anwendungsbereich der **Störfall-VO** fallen (mehr als 5.000 kg Wasserstoff), ein Leitfaden der Kommission für Anlagensicherheit zur Bestimmung des Sicherheitsabstandes des Betriebsbereiches zu anderen Anlagen zusammengefasst (siehe Unterkapitel 7.2.8).

7.2.1 Explosionsschutz innerhalb der PtG-Anlage

Ein zentraler Aspekt bei der Sicherheit von PtG-Anlagen ist der Explosionsschutz. Die Grundlagen zur Bestimmung der Zonen im Explosionsschutz und zur Vermeidung von Zündquellen werden im Kapitel 5.4 beschrieben. Im Kapitel 7.1.9 wird auf die Belüftung des Raumes zur Vermeidung von explosionsfähigen Atmosphären eingegangen.

Der Explosionsschutz innerhalb der PtG-Anlage wird durch den Hersteller sichergestellt und in der Risikobeurteilung überprüft (siehe Kapitel 6.3) und ggf. Maßnahmen zum Explosionsschutz daran ausgerichtet. Damit soll sichergestellt werden, dass innerhalb und außerhalb der PtG-Anlage keine explosionsfähige Atmosphäre entsteht und dafür die Wasserstoffkonzentration in Luft deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.% gehalten wird. Insbesondere dürfen Wasserstoff und Sauerstoff nicht vermischt werden. Dazu werden Wasserstoff-führende Bauteile dauerhaft verbunden oder die Verbindungen mit Rohrblenden versehen, gleiches gilt für die Sauerstoff-führenden Bauteile.

Eine weitere Möglichkeit zur Vermeidung einer explosionsfähigen Atmosphäre ist die natürliche Belüftung durch Lüftungsöffnungen im Anlagengehäuse. Unter Berücksichtigung dieser Maßnahmen können Szenarien zum Wasserstoffaustritt angenommen und die auftretenden Konzentrationen in der PtG-Anlage berechnet werden. Wenn die natürliche Belüftung nicht ausreicht, um die Wasserstoffkonzentration deutlich unter 4 Vol.% zu halten, kann eine technische Belüftung eingesetzt werden. Zudem kann die Wasserstoffkonzentration in der Anlage gemessen und die technische Belüftung im Bedarfsfall aktiviert bzw. die Anlage abgeschaltet werden.

7.2.2 Blitz- und Überspannungsschutz

Der Blitzschutz dient zum einen zur Vermeidung von Zündquellen (als Teil des Explosionsschutzes) und zum anderen der Vermeidung von Schädigungen von Personen und elektrischen Geräten durch Überspannung. Entsprechend wird im Blitzschutz zwischen dem inneren und äußeren Blitzschutz unterschieden. Der innere Blitzschutz befasst sich im Wesentlichen mit dem Überspannungsschutz, während für den äußeren Blitzschutz primär Fangeinrichtungen, Ableitungen und Erdungen relevant sind (siehe Abb. 7.3).

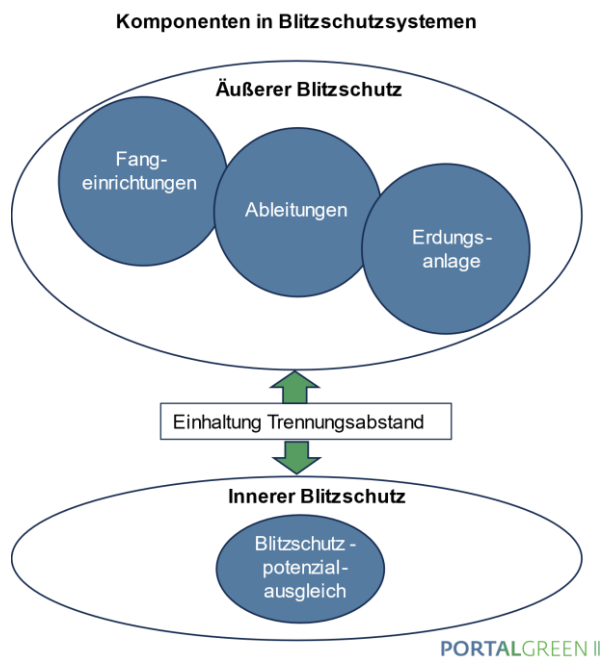


Abb. 7.3 Übersicht zum äußeren und inneren Blitzschutz

Normative Vorgaben: Die Normenreihe DIN 62305 „Blitzschutz“ beschreibt die Grundlagen zur Blitzschutzanlage und zum Blitzschutzkonzept. Sie befasst sich in verschiedenen Teilen und Beiblättern mit allgemeinen Aspekten des Blitz- und Überspannungsschutzes. Behandelt werden allgemeine Grundsätze, Risikomanagement, elektrische und elektronische Systeme sowie der Schutz von Personen und baulichen Anlagen. Die eigentlichen Schutznormen bilden Teil 3 und Teil 4 dieser Reihe, während Teil 1 und Teil 2 zwei vorangestellte allgemeingültige Normen darstellen. Zur Bemessung des Blitzschutzes werden bauliche Anlagen je nach ihrer Gefährdung in die Blitzschutzklassen I (höchster Blitzschutz) bis IV (geringster Blitzschutz) eingeteilt. Die Position der Fangeinrichtungen kann mittels des Blitzschutzkugelverfahrens bestimmt werden. Der Blitzschutzkugelradius wird mit zunehmender Blitzschutzklasse größer. Zudem nimmt auch der Abstand zwischen den Blitzableitern und Erdungen zu.

Zusätzlich zur Normenreihe DIN 62305 existieren weitere spezifische DIN-Normen zu relevanten Prüfungen, zu Beeinflussungs-, Blitz- und Überspannungsschutz von Einrichtungen der Informationstechnik, zu relevanten Einrichtungsbestimmungen, zur informationstechnischen Verkabelung und weiterem. Eine Auflistung kann der DIN VDE 0845 Beiblatt 1; 2010-11; „Überspannungsschutz von Einrichtungen der Informationstechnik

(IT-Anlagen)“ entnommen werden. Eine andere Übersicht zu Blitzschutznormen bietet die DKE „Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik“¹⁵².

Vorgaben im Rahmen des Explosionsschutzes: Nachdem im Rahmen des Explosionsschutzes die Explosionsschutz-Zonen einer PtG-Anlage bestimmt wurden, kann auch die Blitzschutzanlage bemessen werden (siehe TRGS 723, Abschnitt 5.8). Für explosionsgefährdete Bereiche der Zone 2 müssen nach TRGS 723, Abschnitt 5.8.2, keine gesonderten Blitzschutzmaßnahmen hinsichtlich des Explosionsschutzes getroffen werden. Fang- und Ableiteinrichtungen dürfen innerhalb der Zone aufgestellt werden. Gesonderte Blitzschutzmaßnahmen sind für explosionsgefährdete Bereiche der Zone 0 und 1 zu beachten. Fang- oder Ableiteinrichtungen müssen außerhalb dieser Bereiche aufgestellt werden, so dass kein Blitzkanal sie kreuzt. Der Überschlag des Blitzstroms von den Ableitwegen auf Anlagenteile, die nicht über einen blitzstromtragfähigen Potenzialausgleich oder über Überspannungsschutzorgane mit dem Ableitungsweg verbunden sind, muss durch einen ausreichenden Sicherheitsabstand verhindert werden. Eine unzulässige Erwärmung der Ableitwege muss durch deren Dimensionierung vermieden werden, damit sie nicht zur Zündquelle werden. Der Abschnitt 5.8.2, Abs. 8, TRGS 723 gibt zum Schutz der Zonen 0 und 1 einen Blitzschutzkugelradius von 30 m und einen Scheitelwert des Blitzstromes von 150 kA vor (entspricht Blitzschutzklasse II). Zudem gelten Behälter, Kuppeln zum Witterungsschutz und Rohrleitungen bei einer Mindestwanddicke von 4 mm (Stahl) bzw. 7 mm (Aluminium) auch als blitzstromtragfähig (Abschnitt 5.8.2, Abs. 6 der TRGS 723). Weiterhin wird für den Blitzschutz von Behältern und Füll- und Entleerstellen auf die TRGS 509 und für den Blitzschutz von Betankungsanlagen auf die TRGS 3151/TRGS 751 verwiesen (Abschnitt 5.8.2 Abs. 10 der TRGS 723).

Blitzschutz bei Energieanlagen: Die Gas-Information Nr. 17 des DVGW enthält einen Leitfaden zur Umsetzung der Anforderungen des Blitzschutzes für Anlagen der Gas- und Wasserstoffversorgung. Darin wird auf die Risikobetrachtung und Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Blitzeinwirkungen, die Erstellung des Blitzschutzkonzeptes, die Umsetzung und Dokumentation sowie Prüfungen und die Wartung von Blitzschutzsystemen eingegangen.

¹⁵² <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/core-safety/blitzschutznormen>

7.2.3 Gaswarneinrichtung

Anforderungen: Eine Gaswarneinrichtung dient dazu, die Wasserstoffkonzentration an der Anlage zu messen und davor zu warnen. Bei Erreichen eines Vorgabewertes der Wasserstoffkonzentration in der Umgebungsluft wird durch die Gaswarneinrichtung ein Alarm ausgelöst, auf den die Anlagensteuerung mit der Einleitung von Maßnahmen zur Verhinderung einer Entzündung reagiert. Die DGUV Information 213-057 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz“¹⁵³ enthält umfangreiche Informationen zu und Anforderungen an Gaswarneinrichtungen (z. B. zu Auswahl, Kalibrierung und Justierung, Festlegung von Kontrollfristen und Instandhaltung). Zur Festlegung von Alarmschwellen zur Überwachung brennbarer Gase wird dort angegeben, dass diese üblicherweise zwischen 10 % und 40 % der UEG liegen (für Wasserstoff entspricht das einer Konzentration von 0,4 Vol.-% bis 1,6 Vol.-%). Alarmschwellen oberhalb von 40 % der UEG sollten laut DGUV Information 213-057 nicht eingestellt werden. Die Alarmschwellen und die bei Alarmauslösung zu treffenden Maßnahmen müssen spezifisch für jeden Anwendungsfall im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Geeignete Normen für den Nachweis der Güte der Sensoren sind für Wasserstoff die ISO 26142:2010 „Hydrogen detection apparatus – stationary applications“ und für Sauerstoff die DIN EN 50104 (VDE 0400-20):2020-08 „Elektrische Geräte für die Detektion und Messung von Sauerstoff“.

Mögliche Maßnahmen: Gaswarneinrichtungen besitzen meist einen Vor- und einen Hauptalarm. Bei Auslösung des Voralarms bei einer geringen Wasserstoffkonzentration in der Raumluft (z. B. 10 % der UEG) können frühzeitige Maßnahmen vor Erreichen des Hauptalarms ergriffen werden. Beispiele sind das sichere Herunterfahren der Anlage und die Aktivierung einer Havarielüftung, die durch Verdünnung mit Luft den Konzentrationsanstieg des Wasserstoffs in der Raumluft begrenzt. Der Hauptalarm greift erst bei einer höheren Wasserstoffkonzentration (z. B. 40 % der UEG). Eine mögliche Maßnahme kann das Entlüften der Anlage über eine Abblase-Einrichtung sein. Für den Fall der Nichtverfügbarkeit der Gaswarneinrichtung müssen nach DGUV Information 213-057 geeignete Ersatzmaßnahmen festgelegt werden. Die Planung einer Gaswarneinrichtung darf nach Abschnitt 11.4 der DGUV Information 213-057 nur durch eine fachkundige Person erfolgen.

¹⁵³ DGUV Information 213-057 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz“, <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/283/gaswarneinrichtungen-fuer-den-explosionsschutz-einsatz-und-betrieb>

Das DVGW-Arbeitsblatt G 220 verweist für Gaswarneinrichtungen im Explosionsschutz von PtG-Energieanlagen ebenfalls auf die DGUV Information 213-057 sowie auf die TRGS 721, TRGS 722 und die DGUV Regel 113-001 und gibt die oben genannten Normen für die Wasserstoffsensorik und Sauerstoffmesstechnik vor.

7.2.4 Notabschaltung

Die Notabschaltung kann in Ergänzung zu anderen Schutzmaßnahmen dazu eingesetzt werden, unmittelbar drohende oder eintretende Gefahren zu vermeiden. Die Notabschaltung kann durch verschiedene Auslöser, wie z. B. Überschreitung bestimmter Druck- bzw. Temperaturwerte, einer bestimmten Wasserstoffkonzentration in der Raumluft oder manuell über das Betätigen eines Not-Aus-Schalters bzw. Not-Halt-Schalters (EU-Maschinenverordnung EU/2023/1230) aktiviert werden.

Die dadurch ausgelösten Schutzfunktionen (bspw. Abschaltung der Elektrolyse, Abschaltung des Stroms im relevanten Bereich oder Druckentlastung über die Abblaseeinrichtung) werden in der Risikobeurteilung des Herstellers oder in der Gefährdungsbeurteilung des Betreibers (zu Druckgefährdungen nach TRBS 2141 bzw. im Rahmen des Explosionsschutzes) festgelegt.

Entsprechend der EU-Maschinenverordnung (Anhang III Teil B Abschnitt 1.2.4.3) muss das Not-Halt-Befehlsgerät den gefährlichen Vorgang schnellstmöglich zum Stillstand bringen, ohne dass dadurch zusätzliche Risiken entstehen. Die Not-Halt-Schalter müssen gut ersichtlich, gut erreichbar und unabhängig von der Betriebsart jederzeit verfügbar sein. Die Funktion muss alle anderen Befehle übersteuern, wobei auch andere Schutzfunktionen entsprechend der Risikobeurteilung in Gang gesetzt werden können (bspw. Notbelüftung). Die Not-Halt-Funktion darf nur durch eine geeignete Betätigung wieder freigegeben werden.

7.2.5 Abblase-Einrichtung

Eine Abblase-Einrichtung dient dazu, im Notfall kurzfristig das in der Anlage vorhandene Wasserstoffinventar über eine Abblase-Leitung und -Öffnung ins Freie zu entlasten. Aufgrund der geringen Dichte von Wasserstoff ist das vertikale Abblasen nach oben zu bevorzugen, um den natürlichen Auftrieb des Wasserstoffs und die Verdünnung in der Umgebungsluft zu unterstützen.

Allgemeine Anforderungen: Bei der Auslegung und Positionierung der Abblase-Öffnung sind Brand- und Explosionsgefahren, die durch das Abblasen entstehen können, zu vermeiden. Die potenziellen Gefährdungen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln und geeignete Schutzmaßnahmen als Teil des Explosionsschutzkonzeptes festzulegen. Die explosionsgefährdeten Zonen am Auslass der Abblaseleitung (siehe Tab. 5.4) müssen sich außerhalb der Nähe von Gebäudeöffnungen und elektrischen Leitungen sowie außerhalb der Reichweite von Personen befinden, wobei auch der Druck und die Wärmestrahlung im Fall einer Entzündung zu berücksichtigen sind (vgl. EIGA Doc 211 24 „Hydrogen Vent Systems for Customer Applications“). Es muss sichergestellt sein, dass sich abgeblasener Wasserstoff nicht unter Dachüberhängen oder Gebäudevorsprüngen ansammeln kann. Die Zone um den Auslass der Abblase-Leitung sollte durch ein Hinweisschild (siehe Abb. 5.4) gekennzeichnet sein.

Gefährdungen durch Wasserstoff: Im Rahmen des DVGW Forschungsprojektes H2Sicherheit¹⁵⁴ wurden Gefährdungen durch Wasserstoff-Ausbläser mit Experimenten und Simulationen untersucht. Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse:

- Bei den Versuchen kam es sehr oft zu einer Entzündung des ausgeblasenen Wasserstoffs. Grundlage dafür ist die sehr geringe Zündenergie von Wasserstoff, wobei die genauen Gründe für die Entzündung noch nicht vollständig geklärt sind.
- Beim Ausblasen und der Entzündung wurden starke Geräuschentwicklungen beobachtet, die in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden müssen. Größere Ausbläser verringern die Geräuschentwicklung.
- Lambda-förmige Ausbläser sollten vor anderen Bauformen (S- oder T-förmige Ausbläser) bevorzugt werden, da sie nach oben ausblasen.

Blitzschutz: Bei einem Blitzeinschlag in eine Abblase-Leitung kann es zur Verbrennung oder Explosion der dort austretenden Gase oder Gemische kommen. Deswegen müssen die explosionsgefährdeten Bereiche der Zone 1 der Abblase-Einrichtung (entsprechend Nr. 5.8.2 Abs. 1 TRGS 723 ist ein Blitzschutz der Zone 2 nicht nötig) durch geeignete Maßnahmen gegen direkten Blitzeinschlag, Teilblitzströme bzw. Spannungen geschützt werden. Dies kann durch eine Blitzschutzanlage erfolgen (Informationen zur

¹⁵⁴ DVGW-Forschungsprojekt „H2Sicherheit: Gefährdungsbereiche an Leitungen zur Atmosphäre von Gasanlagen“: <https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-h2-sicherheit>

Auslegung der Blitzschutzanlage in Kapitel 7.2.2). Auslässe von metallischen Abblase-Leitungen müssen nicht gegen einen direkten Blitzeinschlag geschützt werden, wenn die Ableitung blitzstromtragfähig (wirksamer Leiterquerschnitt mindestens 16 mm² Cu oder leitwertgleich) zur Erdungsanlage ist.

In Bezug auf **Eigenverbrauchstankstellen** gibt die TRBS 3151/TRGS 751 „Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen“ detaillierte Anforderungen an Abblase-Einrichtungen, die zum Teil direkt auf Wasserstoff bezogen sind und sinngemäß auf Abblase-Einrichtungen der PtG-Anlage übertragbar sind.

7.2.6 Havarielüftung bzw. Notbelüftung

Eine Havarielüftung bzw. Notbelüftung wird im Notfall bei einer zu hohen Wasserstoffkonzentration in Luft durch die Gaswarneinrichtung ausgelöst und sorgt mit einer hohen Luftwechselrate bei höchster Leistung dafür, dass das Wasserstoff-Luft-Gemisch die untere Explosionsgrenze nicht erreicht und somit eine explosionsfähige Atmosphäre verhindert wird (vgl. Abschnitt 4.7.3, Abs. 1, TRGS 722). Die Lüftung sollte einen ausreichenden Luftdurchsatz erzeugen können, um bei der maximal anzunehmenden Wasserstoff-Leckagerate den Wasserstoffanteil in der Raumluft deutlich unter der unteren Explosionsgrenze von Wasserstoff halten zu können. Der dafür notwendige Volumenstrom wird in der Gefährdungsbeurteilung bestimmt und die Belüftungseinrichtung entsprechend ausgelegt werden.

7.2.7 Gasodorierung

Wasserstoff ist sowohl geruchs- als auch farblos und kann von Personen nicht ohne Hilfsmittel wahrgenommen werden. Durch die Zugabe von sogenannten Odoriermitteln können Gase mit einem Warngeruch versehen werden, damit Gasleckagen mit dem Geruchssinn erkannt werden können. Im Sinne des DVGW-Arbeitsblatts G 280 „Gasodorierung“ (Ausgabe 08/2025) ist die Odorierung in erster Linie eine Sicherheitsmaßnahme für die öffentliche Gasversorgung und soll entsprechend der DIN EN ISO 13734 erfolgen.

Gemäß des DVGW-Arbeitsblattes G 220 (Abschnitt 5.14) kann für PtG-Energieanlagen bei der **leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung von Haushalten** die Odorierung erforderlich sein, falls sie nicht der Netzbetreiber übernimmt. Die Odorierung erfolgt

dann in der Regel im Verteilnetz zu den Haushalten. Durch den kleineren volumenspezifischen Energiegehalt von Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas müssen die Dosierpumpe und die Größe des Odoriermittelbehälters anders ausgelegt werden. Dementsprechend ist auch der Befüllzyklus der Odorieranlage unterschiedlich. Weiterhin müssen mögliche Querempfindlichkeiten der verwendeten Messgeräte zwischen Wasserstoff und dem Odoriermittel beachtet und die entsprechenden Betriebsmittel verwendet werden.

In anderen Nutzungszweigen als der Versorgung der Öffentlichkeit ist die Odorierung von Wasserstoff bisher nicht üblich. Falls sie im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung als eine Schutzmaßnahme eingesetzt werden soll, sind folgende Besonderheiten zu beachten, die im DVGW-Forschungsprojekt „H2-Odor“¹⁵⁵ untersucht wurden:

- **Rückverstromung von Wasserstoff** (bspw. in Fahrzeugen oder zur Eigenversorgung): Schwefelhaltige Odoriermittel wie Norbornen und Tetrahydrothiophen (THT) können zu einem signifikanten Spannungsverlust der Brennstoffzelle führen. Selbst nach der Zugabe von reinem Wasserstoff zur Regeneration kann die volle Leistungsfähigkeit nicht wiederhergestellt werden. Im Gegensatz dazu zeigen schwefelfreie Odoriermittel wie Acrylate (Gasodor® S-Free) und Norbornen einen geringeren Spannungsverlust, der nach der Spülung mit reinem Wasserstoff wieder bis zur Ausgangsleistung ausgeglichen werden kann.
- **Nutzung des Wasserstoffs mit hohen Reinheitsanforderungen:** Bei einem Reinheitsgrad von $\geq 99,97$ Vol.-% verbleiben nur 300 ppm für andere Gasbestandteile. Bei einer maximalen Konzentration von 300 ppm kann allerdings kein derzeit genutztes Odoriermittel für eine ausreichende Odorierung sorgen. Nach aktuellem Stand des Wissens erscheint es daher notwendig, vor Anwendungen mit entsprechend hohen Reinheitsanforderungen das Odoriermittel wieder zu entfernen (Deodorierung).

¹⁵⁵ H2-Odor: Wasserstoff-Odorierung als ein Sicherheitselement bei der Versorgung der Allgemeinheit, <https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-h2-odor>

In dem aktuell laufenden Folgeprojekt H₂-Odor II¹⁵⁶ (Projektende 04/2026) werden die Mindest-Odoriermittelkonzentrationen von mehreren schwefelhaltigen und schwefelfreien Odoriermitteln (THT, Gasodor® S-Free, Scentinel® E, Spotleak® 1005, Gasodor® Hydrogen, Cyclohexen und Norbornen) weiter untersucht. Außerdem werden verschiedene Adsorptionsverfahren auf ihre Eignung zur Deodorierung getestet und unterschiedliche Arten und Techniken der Odorierung getestet.

7.2.8 Sicherheitsabstände zu anderen Anlagen im Rahmen der Störfall-VO

Für Anlagen, die in den Bereich der Störfall-VO fallen (siehe Kapitel 5.1.5), hat die Kommission für Anlagensicherheit den Leitfaden KAS-63 „Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands für Anlagen mit gasförmigem Wasserstoff“¹⁵⁷ veröffentlicht. In diesem Leitfaden werden unter konservativen Annahmen Freisetzungsszenarien bei unterschiedlichen Drücken des Wasserstoffs (von unter 100 bar bis 1.000 bar) und bei zwei Leckflächen (180 mm² bei Rohrleitungen bis max. 15 mm Durchmesser und 490 mm² bei Rohrleitungen mit größerem Durchmesser) berechnet. Der Sicherheitsabstand wird angenommen, wenn der Explosionsüberdruck 50 mbar sowie die thermische Bestrahlungsstärke 1,6 kW/m² nicht überschreitet. Daraus ergibt sich für einen Druck des Wasserstoffs von 300 bar ein Sicherheitsabstand zu einer anderen Anlage von 80 m (180 mm² Leckfläche) bzw. 140 m (490 mm² Leckfläche).

Die verwendeten Methoden im Leitfaden KAS-63 sind allgemein für gasförmigen Wasserstoff gültig und können auf andere Szenarien übertragen werden.

7.3 Anforderungen an PtG-Energieanlagen

Übersicht: PtG-Energieanlagen (siehe Kapitel 4.2.1.1) haben in einigen Bereichen unterschiedliche Anforderungen als PtG-Anlagen, die als überwachungsbedürftige Anlage entsprechend der BetrSichV eingestuft wurden. Dabei ist insbesondere das DVGW-

¹⁵⁶ H₂-Odor II: Wasserstoff-Odorierung als ein Sicherheitselement bei der Versorgung der Allgemeinheit (Phase 2),
<https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-h2-odor-ii>

¹⁵⁷ KAS-Leitfäden:
<https://www.kas-bmu.de/kas-publikationen/kas-leitfaeden-arbeits-und-vollzugshilfen.html>

Regelwerk hervorzuheben, auf dessen Grundlage der Stand der Technik einer PtG-Anlage nachgewiesen werden kann (siehe Kapitel 4.2.3). Einige weitere technische Anforderungen wurden schon in Kapitel 5.1.6 (Pflichten von Betreibern von PtG-Energieanlagen), in Kapitel 5.5.4 (Prüfung von PtG-Energieanlagen), in Kapitel 7.1 (Anforderungen an die Wasserstoffqualität bei der Einspeisung ins Gasnetz, siehe Gasanalyse; Anforderungen an die Eichung von Messgeräten, Anforderungen an Wasserstoffleitungen, insbesondere mit Bezug zur Gashochdruckleitungsverordnung) und in Kapitel 7.2.7 (Odo-risierung) aufgezeigt. Im Folgenden wird auf weitere technische Anforderungen in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt G 220 eingegangen.

Grundlegend gilt das **DVGW-Arbeitsblatt G 220** für die Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und den Betrieb von Power-to-Gas-Energieanlagen zur Erzeugung von Gasen nach dem EnWG. Sie umfasst dabei die Elektrolyse, eine mögliche Methanisierung sowie die physikalische und chemische Aufbereitung der Gase auf das entsprechende Niveau der 2. oder 5. Gasfamilie des DVGW-Arbeitsblattes G 260. Der Anwendungsbereich endet hinter der letzten Absperreinrichtung in Richtung möglicher Anwendungen und umfasst ebenfalls nicht die Versorgung mit Strom oder Prozessmedien.

In Kapitel 5.1 der DVGW G 220 wird im Zusammenhang mit den **allgemeinen Anforderungen** an eine PtG-Energieanlage auf die DVGW-Arbeitsblätter

- G 491 „Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar“,
- G 265-3 „Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze“ und
- G 495 „Gasanlagen – Betrieb und Instandhaltung“ verwiesen. Weiterhin sollen die Bauteile entsprechend der DIN 30690-1 „Bauteile in Anlagen der Gasversorgung – Teil 1: Anforderungen an Bauteile in Gasversorgungsanlagen“

verwiesen und dabei auch Vorgaben an die Gasspezifika (siehe Kapitel 5.4 DVGW G 220) gestellt. Den DVGW-Arbeitsblättern folgend werden PtG-Energieanlagen in der Regel nicht für Drücke über 100 bar ausgelegt, da dieser auch die maximale Belastung der Gastransportnetze darstellt. Dies betrifft ebenfalls die Druckfestigkeit und die Druckabsicherung, die nach DIN EN 14382 (Gas-Sicherheitsabsperreinrichtungen bis 100 bar) erfolgen kann (Kapitel 5.2 und Kapitel 5.3, DVGW G 220).

Sollen für eine neu zu errichtende PtG-Energieanlage **bestehende Gasinfrastrukturen** genutzt werden, sind diese ebenfalls als neu zu behandeln (siehe Kapitel 5.15, DVGW G 220) und sämtliche Vorgaben der G 220 sowohl auf die Neuanlage als auch auf die Altanlage anzuwenden. Die Eignung alter Gasinfrastruktur kann über Hersteller-erklärungen, Erprobung, Betriebsbewährung in Vergleichsanlagen etc. nachgewiesen werden.

Vorgaben zum Elektrolyseur: Während die DVGW G 220 die gesamte Energieanlage betrachtet, verweist sie in Bezug auf den eigentlichen Elektrolyseur auf die Anforderungen der ISO 22734. Weiterhin werden die Technischen Regeln ISO/TR 15916, die U.S. amerikanische Norm ANSI/AIAA G-095A „American National Standard – Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems“ sowie die Kanadische Norm CAN/BNQ 1784-000 „Canadian Hydrogen Installation Code“ genannt.

Vorgaben zur Gasbeschaffenheit: Sofern die für die nachfolgenden Systeme notwendige Gasbeschaffenheit nicht gewährleistet werden kann, müssen am Übergabepunkt der Sauerstoffgehalt im Wasserstoff bzw. der Wasserstoffgehalt im Sauerstoff sowie der Gasdruck, die Gastemperatur und die Gasfeuchte gemessen werden. In diesem Zusammenhang werden auch die eichpflichtigen Messungen (Kapitel 8.3 von DVGW G 220) und die stoffliche Zusammensetzung (Kapitel 8.4 von DVGW G 220) beschrieben (siehe hierzu die Kapitel 7.1.10 und 7.1.11 dieses Leitfadens).

Nutzung der Abwärme und des Sauerstoffs: Im Kapitel 8.8 der DVGW G 220 wird speziell auf die Nutzung der Abwärme und des Sauerstoffs eingegangen. Für die Nutzung der Abwärme werden offene und geschlossene Kreisläufe beschrieben (mit Wasser, Wärmeträgerölen oder Salzschnmelzen), wobei für neue PtG-Energieanlagen geschlossene Systeme zu verwenden sind. Für die Nutzung der Wärme in fremden Prozessen (z. B. ein Nah- oder Fernwärmenetz) soll eine hydraulische Trennung erfolgen. Für die Nutzung von Sauerstoff ist insbesondere die Qualität des Sauerstoffs nachzuweisen und die Auskopplung darf den Elektrolyseprozess nicht negativ beeinflussen. Falls der Sauerstoff zwischenzeitlich nicht genutzt werden kann, muss er gefahrlos in die Umgebung abgegeben werden.

Im Kapitel 9 der DVGW G 220 werden Vorgaben zu **Rohrleitungen** gemacht und dabei auf weitere DVGW-Arbeitsblätter verwiesen (siehe hierzu Kapitel 7.1.13 dieses Leitfadens). Weitere Vorgaben werden für Funktionsleitungen gemacht, wie Abblase- oder

Entspannungsleitungen (DIN EN ISO 4126 „Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck“).

Abschließend wird im Kapitel 11 der DVGW G 220 die **Instandhaltung** der PtG-Energieanlage beschrieben (siehe hierzu Kapitel 5.1.6).

8 Anforderungen durch Nutzungszweige

In diesem Kapitel werden Anforderungen an die PtG-Anlage dargestellt, die durch folgende Nutzungszweige des Wasserstoffs entstehen:

- der **Einspeisung des Wasserstoffs in ein Gasnetz**, das entweder an ein Gasnetz **zur öffentlichen Versorgung** angeschlossen ist oder **davon getrennt betrieben** wird (ausschließlich betriebseigene Versorgung),
- der Abgabe des Wasserstoffs an eine **Wasserstoff-Tankstelle**,
- der Nutzung des Wasserstoffs in der **Industrie**, sowie
- der **Rückverstromung** des gespeicherten Wasserstoffs.

Aufgrund der Vielfalt der möglichen Ausgestaltung der Wasserstoffstoffnutzung gibt die Beschreibung der Anforderungen einen Überblick über bestimmte Aspekte und gesetzliche Grundlagen und baut dazu auf die vorhergehenden Inhalte des Leitfadens auf. Für einen konkreten Anwendungsfall müssen die Anforderungen im Detail betrachtet werden, wofür die Beschreibungen eine Grundlage sein kann.

Ausführungen zur genehmigungsrechtlichen Situation für die einzelnen Nutzungszweige werden im Kapitel 3 des genehmigungsrechtlichen Leitfadens für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN dargestellt.

8.1 Einspeisung in ein Gasnetz

Bei der Einspeisung in ein Gasnetz wird grundsätzlich zwischen einem Gasnetz zur betriebseigenen Versorgung ohne Anschluss an das öffentliche Gasnetz und einem Gasnetz mit Anschluss zur öffentlichen Gasversorgung unterschieden, wobei damit auch die betriebseigene Versorgung abgedeckt werden kann. Beide Fälle werden hier zusammengefasst.

Wenn eine PtG-Anlage in ein **privat betriebenes Gasnetz ohne Anschluss an die öffentliche Gasversorgung** einspeisen soll, müssen insbesondere Anforderungen an die Gasqualität und Quantität mit den Verbrauchern abgestimmt werden. Hierzu werden die

Grundlagen zur Gasbeschaffenheit und zur eichpflichtigen Messtechnik in den Unterkapiteln 7.1.10 und 7.1.11 beschrieben. Die Anforderungen an die Gasleitungen sind im Kapitel 7.1.13 dargestellt.

Wenn eine PtG-Anlage in ein **Gasnetz mit Anschluss an die öffentliche Gasversorgung** einspeist, wird sie als PtG-Energieanlage eingestuft (siehe hierzu Kapitel 4.2.1.1). Daraus ergeben sich für PtG-Energieanlagen im Vergleich zu anderen PtG-Anlagen sowohl unterschiedliche Pflichten für den Betreiber (siehe Kapitel 5.1.6) als auch unterschiedliche Anforderungen an die PtG-Anlage (siehe Kapitel 7.3). Weiterhin werden spezielle Anforderungen an die Gasbeschaffenheit und die eichpflichtige Messtechnik in den Unterkapiteln 7.1.10 und 7.1.11 beschrieben. Zudem ist die Odorierung des Wasserstoffs eine wesentliche Maßnahme zur Sicherheit der Verbraucher, wenn häusliche Anwendungen nachgeschaltet sind, wobei die Odorierung in der Regel in der Leitung und nicht in der PtG-Energieanlage erfolgt (siehe Kapitel 7.2.7). Außerdem muss eine PtG-Energieanlage vom Betreiber entsprechend der MaStRV¹⁵⁸ als Gaserzeugungseinheit im Marktstammdatenregister¹⁵⁹ angemeldet werden, wenn sie unmittelbar oder mittelbar an das Gasnetz angeschlossen wird (§ 5 Abs. 1 und Abs. 2 Nr. 2 MaStRV).

8.2 Abgabe über eine Wasserstoff-Tankstelle bzw. Gasfüllanlage

Allgemeine Anforderungen: Wasserstoff-Tankstellen bzw. Gasfüllanlagen sind nach § 18 Abs. 1 Nr. 3 BetrSichV „Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen im Sinne [der CLP-Verordnung¹⁶⁰] zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff“. Entsprechend diesem Paragraphen sind sie erlaubnispflichtige und demnach überwachungsbedürftige Anlagen (siehe Kapitel 4.2.1.3 und 4.2.1.4). Die Vorgaben für überwachungsbedürftige Anlagen nach Abschnitt 3 (§§15-18) BetrSichV gelten nicht für Energieanlagen (siehe Kapitel 4.2.1.1), wenn diese eine Druckanlage entsprechend Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 2 Buchstaben b, c, d BetrSichV ist (siehe § 1 Abs. 4 BetrSichV). Allerdings gelten entsprechend des § 1 Abs. 4 BetrSichV die Vorgaben für überwachungsbedürftige Anlagen (Abschnitt 3 BetrSichV) schon „für Gasfüllanlagen, die Energieanlagen im Sinne des § 3 Nummer 15 des Energiewirtschaftsgesetzes sind und nicht auf dem Betriebsgelände von

¹⁵⁸ MaStRV: <https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/BJNR084210017.html>

¹⁵⁹ Marktstammdatenregister: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

¹⁶⁰ CLP-Verordnung: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32008R1272>

Unternehmen der öffentlichen Gasversorgung von diesen errichtet und betrieben werden.“ Insofern können Wasserstoff-Tankstellen erlaubnispflichtige und überwachungsbedürftige Gasfüllanlagen sein, auch wenn sie eine Energieanlage sind, die sich nicht auf dem Betriebsgelände eines Unternehmens zur öffentlichen Gasversorgung befindet.

Für Wasserstoff-Tankstellen gibt es **detaillierte Leitfäden und Übersichten**:

- H2Well: „Verfahrensleitfaden für die Planung dezentraler Wasserstoffinfrastruktursysteme für Mobilitätsanwendungen“¹⁶¹,
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: „Wasserstoff-Tankstellen – Ein Leitfaden für Anwender und Entscheider“¹⁶²,
- NOW GmbH: „Genehmigungsleitfaden Wasserstoff-Tankstellen“¹⁶³.
- Ein Leitfaden für Busse mit alternativen Antrieben (u. a. mit Brennstoffzellen-Antrieb) wird in Anhang C referenziert.

Neben den allgemeinen Bestimmungen aus dem ArbSchG sind für Wasserstoff-Tankstellen insbesondere folgende **Technische Regeln und Normen** zu beachten:

- **TRBS 3151/TRGS 751**: „Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen“,
- **TRBS 1122**: „Änderungen von Gasfüllanlagen, Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen - Ermittlung der Prüfpflicht nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV und der Erlaubnispflicht gemäß § 18 BetrSichV“,
- die Vorgaben für **wassergefährdende Stoffe** (siehe Kapitel 7.1.5), wobei bestimmte Vorgaben für Eigenverbrauchstankstellen nach § 2 Abs. 12 AwSV¹⁶⁴ gemacht werden,

¹⁶¹ Saskia Wagner, Mak Jentsch: „H2Well - Verfahrensleitfaden für die Planung dezentraler Wasserstoffinfrastruktursysteme für Mobilitätsanwendungen“, Bauhaus-Universität Weimar, September 2023, <https://www.h2well.de/neuigkeiten-leseansicht/h2-infrastruktur-leitfaden.html>

¹⁶² Hessisches Umweltministerium: „Wasserstoff-Tankstellen – Ein Leitfaden für Anwender und Entscheider“: https://www.h2bz-hessen.de/mm/Wasserstofftankstellen_web.pdf

¹⁶³ NOW GmbH: „Genehmigungsleitfaden Wasserstoff-Tankstellen“: https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2022/03/NOW_Genehmigungleitfaden_H2-Tankstellen.pdf

¹⁶⁴ AwSV: <https://www.gesetze-im-internet.de/awsv/>

- **DIN EN 17124:2022-12:** “Wasserstoff als Kraftstoff - Produktfestlegung und Qualitätssicherung für Wasserstoffbetankungsanlagen zur Abgabe gasförmigen Wasserstoffs - Protonenaustauschmembran (PEM-EL)-Brennstoffzellenanwendungen für Fahrzeuge“,
- **DIN EN 17127:2019-09:** “Wasserstofftankstellen im Außenbereich zur Abgabe gasförmigen Wasserstoffs und Betankungsprotokolle umfassend; Deutsche Fassung“;
- **DIN EN ISO 17268:2024-06:** “Anschlussvorrichtungen für die Betankung von Landfahrzeugen mit gasförmigem Wasserstoff (ISO 17268:2020); Deutsche Fassung EN ISO 17268:2020“,
- **ISO 19880-1:2020:** „Gaseous hydrogen – Fuelling stations, Part 1: General requirements“, sowie
- folgende Normen der SAE International (USA):
 - **SAE J2600 (2015):** “Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fueling Connection Devices J2600_201510“,
 - **SAE J2601 (2020):** “Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles J2601_202005“.
- Für Wasserstoff-Tankstellen, die **Energieanlagen** sind, ist das DVGW-Arbeitsblatt **DVGW G 731 (Entwurf 09/2024)** „Wasserstoff-Füllanlagen; Planung, Bau, Prüfung und Inbetriebnahme“ anzuwenden und kann auch als allgemeine Informationsquelle verwendet werden. Es fasst den Stand der Technik als Kompendium verschiedener technischer Regeln zusammen.

Für die Betankung von Schienenfahrzeugen sind weitere spezifische Normen für Bahnanwendungen zu beachten.

8.3 Nutzung in der Industrie

Generell werden Industriegebiete durch den Flächennutzungsplan der Gemeinde vorgegeben und Industriebauten in der **Muster-Industriebaurichtlinie** mit Abschnitt 3.1 (MIndBauRL) als „Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen“ definiert.

Weitere Anforderungen: An Industriebauten werden bestimmte Anforderungen im Rahmen des Brandschutzes gestellt (siehe Kapitel 5.3.1). Bei entsprechender Größe der PtG-Anlage müssen insbesondere die Vorgaben aus der Störfall-VO berücksichtigt werden (siehe Kapitel 5.1.5), wofür auch die Technischen Regeln für Anlagensicherheit (TRAS) bzw. die KAS-Leitfäden hilfreich sein können. Beispielsweise gibt der Leitfaden KAS-51 Maßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter (siehe dazu Kapitel 5.6).

Abstand zu anderen Gefahrstoffen: Weiterhin sind in der Gefährdungsbeurteilung der PtG-Anlage in einem Industriebetrieb oder auf einem Industriegebiet weitere in der Nähe gelagerte Stoffe, insbesondere Gefahrstoffe, zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen die Anlagen bzw. die Speicher besonders baulich oder durch Abstand voneinander getrennt werden. Hinweise dazu kann die KAS-63 geben (siehe Kapitel 7.2.8).

Zusätzlich können für Industriebauten spezielle Anforderungen der jeweiligen Branche gelten. Beispielsweise gibt der Verband der chemischen Industrie eigene Leitfäden¹⁶⁵ heraus.

8.4 Rückverstromung

Der mit einer PtG-Anlage erzeugte und gespeicherte Wasserstoff kann wieder rückverstromt werden, beispielsweise, wenn saisonal bedingt wenig Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung steht. Die Rückverstromung erfolgt mit einer KWK-Anlage (Kraft-Wärme-Kopplung, nach § 2 Abs. 8 MaStRV eine „ortsfeste technische Anlage, in der gleichzeitig Strom und Nutzwärme erzeugt werden“ kann, bspw. eine Brennstoffzelle oder ein Blockheizkraftwerk). Wenn die KWK-Anlage an das öffentliche Stromnetz angeschlossen wird, ist sie nach § 3 Nr. 15 EnWG eine Energieanlage, wofür der Stand der Technik entsprechend dem Regelwerk des VDE nachzuweisen ist (siehe Kapitel 4.3).

Da die Erzeugung von Strom nur eine Nutzungsmöglichkeit des erzeugten Wasserstoffs darstellt, wird nicht auf weitere Details zum Stand der Technik für KWK-Anlagen eingegangen (Anmerkung: die Vorgaben in den Kapiteln 5.1.6 und 7.3 gelten vornehmlich für PtG-Energieanlagen und nicht für Energieanlagen zur Stromerzeugung). In den folgenden Absätzen werden die Vorgaben zum Netzanschluss erläutert.

¹⁶⁵ Verband der chemischen Industrie - Leitfäden: <https://www.vci.de/services/leitfaeden/listenseite.jsp>

Wie Verbrauchsanlagen (PtG-Anlagen, siehe dazu auch Kapitel 7.1.4) muss auch eine KWK-Anlage den **Technischen Anschlussregeln** des VDE für Erzeugungsanlagen entsprechen (VDE-AR-N 4105, VDE-AR-N 4110, VDE-AR-N 4120 für den Anschluss an das Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetz). Weiterhin müssen die Technischen Anschlussbedingungen des Stromnetzbetreibers beachtet werden. Zudem ist die Anlage nach § 2 Abs. 11 MaStRV eine Stromerzeugungseinheit und muss im Marktstammdatenregister registriert werden.

Für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen ist nach den genannten Technischen Anschlussregeln des VDE eine **EZA-Konformitätserklärung** erforderlich, mit der bestätigt wird, dass die errichtete und in Betrieb genommene Erzeugungsanlage den Anforderungen der Netzanschlussbedingungen entspricht und zudem gemäß Anlagenzertifikat errichtet und in Betrieb gesetzt wurde. Die EZA-Konformitätserklärung muss spätestens sechs Monate nach der Inbetriebnahme vorliegen. Grundlage für die EZA-Konformitätserklärung sind u. a. ein Anlagenzertifikat, eine Inbetriebnahme-Bestätigung und Prüfprotokolle. Den gesetzlichen Hintergrund dazu gibt die Verordnung zum Nachweis von elektrotechnischen Eigenschaften von Energieanlagen (NELEV)¹⁶⁶, in der auch die Anforderungen an die Zertifizierungsstelle vorgegeben werden.

¹⁶⁶ NELEV: <https://www.gesetze-im-internet.de/nelev/>

9 Hinweise zum Ablauf von der Planung bis zum Betrieb einer PtG-Anlage

Die Abb. 9.1 gibt einen Überblick über den Ablauf von der Planung bis zum Betrieb einer PtG-Anlage. Die dort skizzierten Aufgaben und Pflichten von Betreibern und Herstellern werden in den Kapiteln 5 und 6 dieses Leitfadens genauer beschrieben. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird insbesondere auf folgende Inhalte eingegangen und der bisherige Inhalt des Leitfadens zusammengefasst:

- die **Standortwahl** für eine Anlage und deren **Auslegung** im Rahmen der Planungsphase (Kapitel 9.1),
- das **Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme** der Anlage mit dem Übergang der Verantwortung für die Anlage vom Hersteller auf den Betreiber (Kapitel 9.2),
- den **Betrieb** der Anlage (Kapitel 9.3).

Neben einer Zusammenfassung der bisherigen Inhalte dieses Leitfadens werden zur Auslegung und zum Betrieb weitere Hinweise zum **umweltfreundlichen Betrieb** aus dem DVGW-Arbeitsblatt G 220 (informativer Anhang A) gegeben.

Nach der Planung und Auslegung der PtG-Anlage kann deren **Genehmigung** erfolgen. Es wird empfohlen, schon während der Planungsphase Beratungsgespräche zwischen Antragsteller (Betreiber) und Behörde durchzuführen und dazu möglichst früh auf die Behörde zuzugehen. Dabei ist vorab, bzw. mit der Behörde, die Einordnung der Anlage als überwachungsbedürftige Anlage, erlaubnispflichtige Anlage oder PtG-Energieanlage (siehe Kapitel 4.2.1) zu klären. Ein frühzeitiger Kontakt mit der Behörde und das Einreichen der vollständigen Genehmigungsunterlagen können zu einem möglichst kurzen und effizienten Genehmigungsprozess beitragen. Weitere Informationen zu den notwendigen Unterlagen und zum Genehmigungsablauf werden im genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN beschrieben.

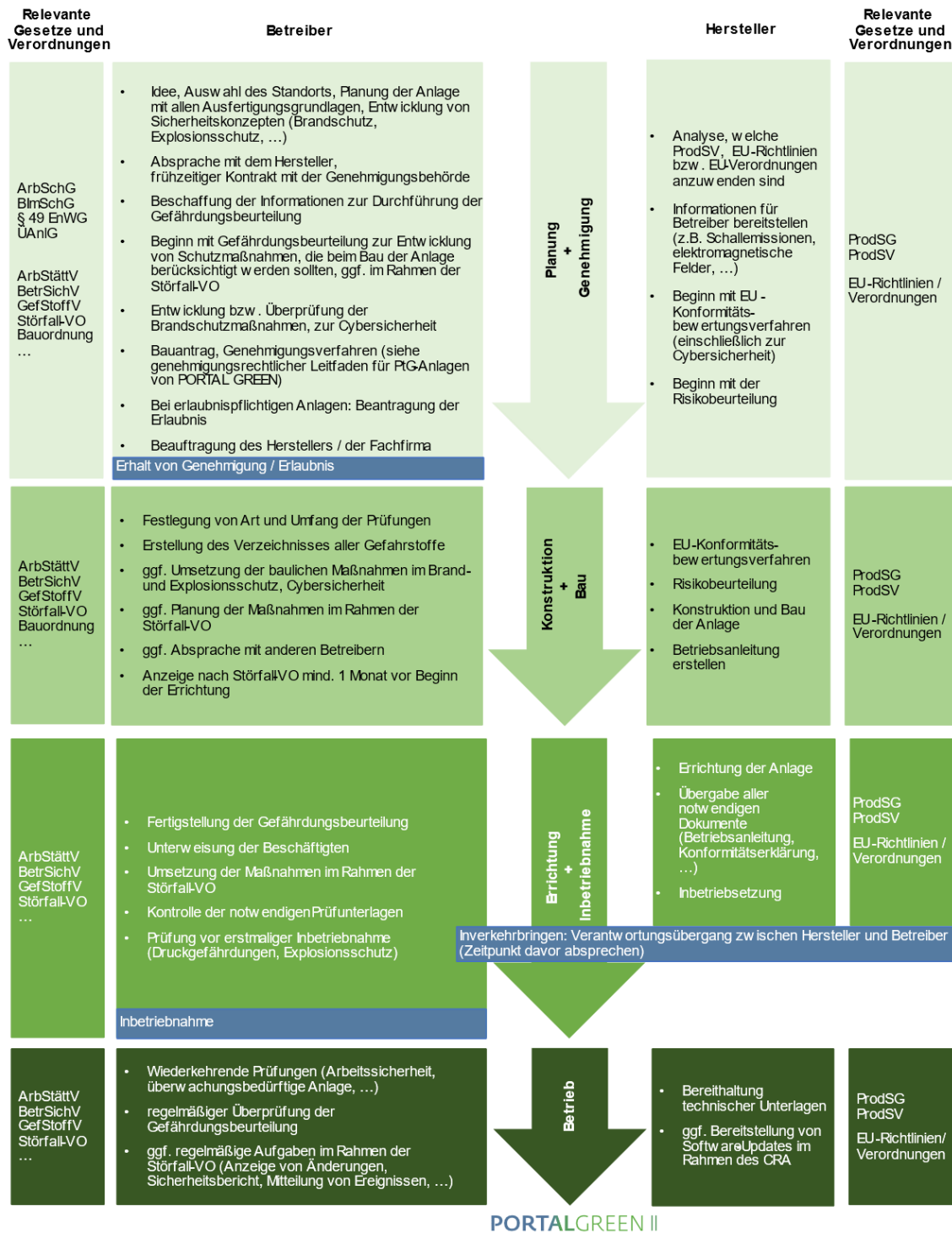


Abb. 9.1 Ablauf von der Planung bis zum Betrieb einer PtG-Anlage mit relevanten Rechtsvorschriften

9.1 Planung und Auslegung

Standortwahl: Neben Anforderungen durch den geplanten Nutzungszweig (siehe Kapitel 8) hängt die Standortwahl für die PtG-Anlage auch von weiteren Faktoren ab, die vom Betreiber berücksichtigt werden sollten. Diese beziehen sich insbesondere auf die ausreichende Versorgung mit Elektrizität (siehe Kapitel 7.1.4) und Wasser (siehe Kapitel 7.1.5). Bei der Standortwahl kann aber auch ein weiterer Nutzungszweig für die Anlage in Betracht gezogen werden, um die Abnahme des Wasserstoffs nicht nur von einem Nutzungszweig / Abnehmer abhängig zu machen. Dabei können auch Abnehmer von Sauerstoff oder Wärme einbezogen werden. Daneben sind ggf. verfügbare externe Wärmequellen aus anderen Betrieben oder aus eigenen Anlagen für den Betrieb von Hochtemperaturelektrolyseuren (HTEL, SOEC) bzw. zum Vorwärmen der Elektrolyseure nutzbar. In diesem Zusammenhang sollten auch die Systemgrenzen mit den Versorgern bzw. Abnehmern der Anlage geklärt werden (siehe Kapitel 3.2). Weitere Faktoren bei der Standortwahl können die (Akzeptanz der) Öffentlichkeit oder Aspekte des Naturschutzes sein. Die Öffentlichkeit ist insbesondere während des Genehmigungsprozesses im Falle eines förmlichen immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens (siehe Kapitel 5.1.2), eines Planfeststellungsverfahrens bzw. eines Plangenehmigungsverfahrens einzubeziehen (siehe dazu den genehmigungsrechtlichen Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN, insbesondere Kapitel 9.1 und 11.6 zum Naturschutz und der Öffentlichkeitsbeteiligung).

Betriebsweise: Der Nutzungszweig und die Elektrizitätsversorgung (ggf. auch von der Wasser- oder Wärmeversorgung) können die Wahl der Betriebsweise der Anlage durch den Betreiber beeinflussen (siehe Kapitel 2.2). Dabei wird generell zwischen Grundlastbetrieb und einer flexiblen Fahrweise unterschieden. Der Grundlastbetrieb dient zur konstanten Wasserstoffversorgung insbesondere im Industriebereich. Bei der flexiblen Fahrweise wird die Leistung an bestimmten Faktoren festgemacht (Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen, Stromkosten, Wasserstoffbedarf). Dabei können unterschiedliche Möglichkeiten genutzt werden, um die PtG-Anlage konstanter zu betreiben, bspw. die Nutzung von Speichern (Batterien zur kurzzeitigen Stromspeicherung von erneuerbaren Energien; Zwischenspeicher für Wasserstoff, um eine konstantere Abgabe von Wasserstoff zu gewährleisten) oder der parallele Einsatz mehrerer Elektrolyse-Module. Generell hat die Betriebsweise einen maßgeblichen Einfluss auf die Wahl der Elektrolyseur-Technologie (siehe Kapitel 2.2), weshalb auch eine Absprache mit Herstellern sinnvoll ist.

Auslegung der Anlage: Die Systeme der PtG-Anlage werden in Absprache zwischen Betreiber und Hersteller ausgelegt und dabei die gewünschte Produktionsleistung von Wasserstoff, der Nutzungszweig, die Betriebsweise der Anlage, sowie die Elektrolyseur-Technologie berücksichtigt. Dazu werden insbesondere die Stromversorgung (siehe Kapitel 7.1.4), die Wasserversorgung und -aufbereitung (siehe Kapitel 7.1.5), das Kühlsystem (siehe Kapitel 7.1.8), die Gasanalyse und Wasserstoffaufbereitung (siehe Kapitel 7.1.10), die Verdichtung (siehe Kapitel 7.1.12) und die Speicherung (siehe Kapitel 7.1.14) aufeinander abgestimmt und die optimalen Betriebsparameter (Temperatur, Druck, pH-Wert, Reinheit von Wasserstoff) gewählt. Der Einsatz von effizienten Kühlsystemen und Verdichtern (ggf. bedarfsangepasste gestaffelte Verdichtung auf mehrere Druckstufen) kann die Energieeffizienz beim Betrieb erhöhen. Weiter kann die Nutzung von Abwärme die Energieeffizienz deutlich erhöhen, was insbesondere bei größeren PtG-Anlagen im Rahmen des Energieeffizienzgesetzes zu beachten ist (siehe hierzu Kapitel 7.1.8). Abweichungen der Betriebsparameter aus den vom Hersteller vorgegebenen Bereichen können zu einer verringerten Effizienz des Elektrolyseprozesses, zu einer geringeren Betriebsdauer oder zu Schäden bzw. Ausfällen von Systemen führen.

In Bezug auf einen **umweltfreundlichen Betrieb** können bei der Auslegung der PtG-Anlage weitere Faktoren eine Rolle spielen (siehe DVGW-Arbeitsblatt G 220, Anhang A). Dazu sollte die Anlagensteuerung auf die Einhaltung der optimalen Betriebsparameter des Elektrolyseurs und von energiesparenden Betriebspunkten der Hilfssysteme sowie auf die Vermeidung von energieintensiven Prozessen (z. B. unnötig hohe Verdichtung) ausgerichtet werden. Die Überwachung der Energiebilanz des Produktionsprozesses und der einzelnen Systeme kann Hinweise auf Veränderungen in der Effizienz geben. Weitere wesentliche Aspekte für einen umweltfreundlichen Betrieb sind

- die Nutzung von Abwärme, von Sauerstoff und von Wasserstoff, auch wenn er eine unzureichende Qualität für den ursprünglichen Nutzungszweig hat,
- die Wiederverwendung von Hilfsstoffen (Prozesswasser, Kühlwasser),
- der Einsatz von betriebsbewährten Komponenten bzw. Systemen zur Reduktion von Instandhaltungsarbeiten, Erhöhung der Systemverfügbarkeit und Erhöhung der Betriebsdauer,
- die Auswahl von Technologien mit möglichst geringer Menge umweltgefährdender Stoffe, und
- die Berücksichtigung der Stilllegung schon bei der Planung der PtG-Anlage.

Für einen sicheren Betrieb ist zudem die ausreichende **Dimensionierung und Auslegung der sicherheitsrelevanten Systeme** von Bedeutung. Hierzu sind die Belüftung des Raumes (Kapitel 7.1.9), die Zoneneinteilung (Kapitel 5.4), die Gaswarneinrichtungen (Kapitel 7.2.3), die Dichtheit der Wasserstoff- und Sauerstoffführenden Teile der Anlage sowie die Havarielüftung (Kapitel 7.2.6) auf unterschiedliche Szenarien auszulegen. Die Szenarien werden dafür in der Gefährdungsbeurteilung festgelegt. Diese Auslegung darf ausschließlich durch fachkundige Personen durchgeführt werden. Weiterhin tragen die weiteren Maßnahmen zum Brandschutz, zum Explosionsschutz, zur Informationssicherheit, sowie die Prüfungen und weitere Systeme und Schutzmaßnahmen zum sicheren Betrieb der Anlage bei und müssen bei der Planung berücksichtigt werden (siehe dazu Kapitel 5.2 bis 5.6 und 7.2).

Zur Genehmigung reicht der Betreiber die erforderlichen Unterlagen vollständig ein, worunter auch das Schutzkonzept der Anlage basierend auf der Gefährdungsbeurteilung, sowie das Prüfkonzept fallen (siehe Kapitel 5.2, Kapitel 5.5 und der genehmigungsrechtliche Leitfaden für PtG-Anlagen von PORTAL GREEN). Gegebenenfalls sind auch Maßnahmen im Rahmen der Störfall-Verordnung (siehe Kapitel 5.1.5) durchzuführen. Nach der Genehmigung beginnt der Hersteller mit der **Konstruktion und dem Bau** der PtG-Anlage bzw. ihrer Teile und schließt das Konformitätsbewertungsverfahren und die Risikobeurteilung ab (siehe Kapitel 6). Der Betreiber kann in dieser Zeit notwendige bauliche Maßnahmen vor Ort durchführen.

9.2 Inverkehrbringung und Inbetriebnahme der Anlage

Errichtung: Die PtG-Anlage wird vom Betreiber, Hersteller oder einer Fachfirma an ihrem Standort errichtet. Der Betreiber kann dann die Gefährdungsbeurteilung fertigstellen, seine Beschäftigten entsprechend unterweisen und falls notwendig Unterweisungen für Fremdpersonal vorbereiten. Bei Einzelanfertigungen wird anschließend die Anlage durch den Hersteller in Verkehr gebracht und vom Betreiber in Betrieb genommen. Siehe dazu auch weitere Informationen im VAIS-Merkblatt MB 12 /VAI 22/.

Das **Inverkehrbringen** ist nach § 2 Nr. 16 ProdSG die „erstmalige Bereitstellung eines Produkts auf dem Unionsmarkt“ und liegt in der Verantwortung des Herstellers. Es kann auch die Montage der Anlage an ihrem Standort einschließen und muss dann eine erste Systemerprobung umfassen. In der Systemerprobung wird die Funktion der Anlage und

ihrer Teile überprüft. Das Inverkehrbringen schließt mit der Übergabe der Konformitätserklärung und der gültigen Betriebsanleitung durch den Hersteller an den Betreiber ab, wobei auch die Verantwortung für die Anlage vom Hersteller auf den Betreiber übergeht. Der genaue Zeitpunkt der Verantwortungsübergabe sollte vorab zwischen Hersteller und Betreiber geklärt werden.

Überprüfung: Vor der Inbetriebnahme durch den Betreiber wird die Anlage unter anderem auf ihre Dichtheit und auf den Explosionsschutz hin geprüft (siehe Kapitel 5.5). Diese Prüfung liegt im Verantwortungsbereich des Betreibers und wird in der Regel durch Fachfirmen und/oder zugelassene Überwachungsstellen durchgeführt.

Inbetriebnahme: Nach dieser Überprüfung wird die PtG-Anlage erstmalig in Betrieb genommen. Dies erfolgt in der Regel noch zusammen mit dem Hersteller bzw. der Fachfirma, die die PtG-Anlage gebaut hat. Die Überprüfung umfasst insbesondere eine Funktionsprüfung, ggf. eine Anpassung der Anlagenparameter sowie einen Testbetrieb. Darauf kann ein Leistungsnachweis der Elektrolyseanlage erfolgen. Diese Schritte zur Inbetriebnahme sollten ebenfalls vorab mit dem Hersteller oder der Fachfirma besprochen und ggf. vertraglich festgelegt werden. Beim Leistungsnachweis für gewerblich genutzte Anlagen können unterschiedliche Leistungsparameter der Anlage gemessen und mit der zwischen Hersteller und Betreiber vereinbarten Leistung abgeglichen werden (siehe VAIS-Merkblatt MB 12 /VAI 22/).

9.3 Betrieb der PtG-Anlage

Wiederkehrende Prüfung: Während des Betriebs muss die PtG-Anlage wiederkehrend geprüft (siehe Kapitel 5.5) und regelmäßig gewartet werden. Bei der Wartung sind die Vorgaben des bzw. der Hersteller der PtG-Anlage und ihrer Teile zu beachten. Indikatoren für zusätzliche notwendige Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten können Veränderungen in der Wasserqualität, der Effizienz der Elektrolyse (Energieverbrauch pro produzierter Menge Wasserstoff) oder der Wasserstoffqualität sein. Weiterhin muss auf die Aktualität der Gefährdungsbeurteilung und zugehöriger Unterlagen (bspw. zum Brandschutz und Explosionsschutz, siehe Kapitel 5.3 und 5.4) geachtet werden.

Auch beim Betrieb kann auf eine **umweltfreundliche Fahrweise** geachtet werden (siehe den informativen Anhang A.2 des DVGW G 220). Dazu können zunächst Erfolgs-

kriterien für einen optimalen / umweltfreundlichen Betrieb für alle Anlagenzustände, Lastfälle und Fahrweisen definiert werden. Die Anlage kann anschließend nach diesen Kriterien (automatisiert) gesteuert werden. Dabei sollten insbesondere häufige / unnötige An- und Abfahrvorgänge bzw. Kaltstarts vermieden werden, wozu die Systeme während der Auslegung aufeinander abgestimmt werden (siehe Kapitel 9.1). Weiterhin sollte auf die Vermeidung von lärmintensiven Fahrweisen, den Einsatz von regenerativen Stoffen und die Reduzierung von umweltgefährdenden Stoffen geachtet werden. Dabei spielen auch die regelmäßige Wartung und Instandhaltung sowie der sichere Betrieb (insbesondere Brand- und Explosionsschutz, Cybersicherheit) eine Rolle.

Literaturverzeichnis

- /FAR 23/ Farkas, Benno/Müller, Ansgar (2023): „Konformität und Genehmigungs-Management von industriellen Anlagen – Ein Leitfaden für die Praxis“, Ausgabe 3.0 (2023-09), Siemens Energy Austria GmbH, Wien 2023.
- /GRA 21/ Graf, F., Schoof, R., Zdrallek, M.: „Power-to-Gas – Grundlagen, Konzepte, Lösungen“, 1. Auflage, Vulkan-Verlag, ISBN: 978-3-8356-7445-5, Essen, 2021.
- /VAI 22/ Verband für Anlagentechnik und Industrieservice (VAIS): „Inverkehrbringen von Wasser-Elektrolyseanlagen“ (VAIS MB 12), Düsseldorf, November 2022.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Übersicht über den Aufbau des Leitfadens	4
Abb. 3.1	Allgemeiner Aufbau einer PtG-Anlage bestehend aus der Elektrolyseanlage und anschließenden Anlagen der Wasserstoffnutzungspfade; der Fokus des Leitfadens (Systemgrenze) liegt auf der Elektrolyseanlage und den Anlagen zur Wasserstoffaufbereitung, Verdichtung und Speicherung für die Nutzungszweige	14
Abb. 3.2	Wasserversorgung: Systemgrenze nach Angaben der AVBWasserV	15
Abb. 3.3	Systemgrenze zwischen dem Mittelspannungsnetz 10 kV und der PtG-Anlage gemäß der SW-Kiel Netz GmbH.....	16
Abb. 3.4	Systemgrenze zwischen PtG-Anlage und dem jeweiligen Nutzungszweig; M steht in dieser Abbildung für Messungen des Gasdurchflusses	18
Abb. 4.1	Hierarchische Struktur der relevanten Gesetze, Richtlinien, Verordnungen und technischen Regelwerke.....	20
Abb. 4.2	Grundsätzlicher Aufbau einer Anlage aus den Teilen der unterschiedlichen Ebenen.....	37
Abb. 4.3	Übersicht der je nach Einordnung der PtG-Anlage relevanten Pflichten.....	42
Abb. 5.1	Für den Arbeitsschutz und die Betriebssicherheit relevante Gesetze mit deren unterlagerten Verordnungen, Technischen Regeln, technischen Anleitungen bzw. Normen	45
Abb. 5.2	Ablauf der Gefährdungsbeurteilung entsprechend der ASR V3	69
Abb. 5.3	Beispiele für Maßnahmen zur Umsetzung des Explosionsschutzes.....	81
Abb. 5.4	Warnzeichen D-W021: Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre	82
Abb. 5.5	Kennzeichnung, die an einem Gerät zum Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen anzubringenden ist	85
Abb. 6.1	Diagramme zur Bestimmung der Kategorie des Druckgeräts entsprechend der EU-Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU Anhang II (links: für Fluidgruppe 1, rechts: für Fluidgruppe 2)	113
Abb. 6.2	Iterativer Prozess der Risikobewertung und Risikominderung in Anlehnung an DIN EN ISO 12100.....	121

Abb. 7.1	Schematische Darstellung einer PEM-EL und der wesentlichen Prozesse (nicht maßstabsgetreu)	130
Abb. 7.2	Beispiel für mögliche Kennzeichnungen einer Wasserstoff-Leitung	151
Abb. 7.3	Übersicht zum äußeren und inneren Blitzschutz	159
Abb. 9.1	Ablauf von der Planung bis zum Betrieb einer PtG-Anlage mit relevanten Rechtsvorschriften.....	178

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Beispiele aktueller Investitionsentscheidungen für Proton Austausch-Membran (PEM)-Elektrolyseanlagen ab 100 MW“	6
Tab. 2.2	Übersicht aktueller Elektrolysetechnologien.....	11
Tab. 2.3	Betriebsanforderungen unterschiedlicher Elektrolysetechnologien	11
Tab. 4.1	Beispiele für die Einstufung als überwachungsbedürftige bzw. erlaubnispflichtige Anlage	28
Tab. 4.2	Für PtG-Anlagen relevante ProdSVen	32
Tab. 4.3	Definition des Begriffs „Hersteller“ in verschiedenen ProdSVen.....	33
Tab. 5.1	Übersicht der Pflichten aus dem Arbeitsschutz für Arbeitgeber (grün), Immissionsschutz (gelb), im Rahmen der Informationssicherheit für mittlere und große Unternehmen von Anlagen zur Wasserstofferzeugung (blau), für Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen (orange), für Betreiber von Betriebsbereichen der unteren bzw. der oberen Klasse der Störfall-VO (rot), für Betreiber von PtG-Energieanlagen (grau)	62
Tab. 5.2	Die entsprechend den verschiedenen Verordnungen zu betrachtenden Gefährdungen	67
Tab. 5.3	Identifikation der Gefährdungen für PtG-Anlagen.....	70
Tab. 5.4	Beispiele für die Zoneneinteilung einer Elektrolyseanlage entsprechend der DGUV 113-001.....	83
Tab. 5.5	Prüfzuständigkeiten nach Tabellen 3, 4 und 7 des Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 6 BetrSichV für Druckbehälter und ortsbewegliche Druckgeräte (vereinfacht dargestellt)	93
Tab. 5.6	Anzuwendende Höchstfristen für wiederkehrende Prüfungen von Anlagenteilen einer Druckanlage, die durch zugelassene Überwachungsstellen geprüft werden müssen (nach Tabelle 1 Abschnitt 4 Anhang II BetrSichV)	93
Tab. 5.7	Anzuwendende Höchstfristen für wiederkehrende Prüfungen von Anlagenteilen einer Druckanlage, die durch zur Prüfung befähigte Personen geprüft werden dürfen, nach Anhang 2 Abschnitt 4 Nr. 7 Tabelle 12 BetrSichV.	94
Tab. 6.1	Relevante EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit für Hersteller im Bereich von PtG-Anlagen und deren Umsetzung in deutsches	

	Recht (die Quellenverweise folgen ohne Fußnoten am Ende der Tabelle)	100
Tab. 6.2	Anwendungsbereiche von EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit und ihrer zugehörigen deutschen Gesetze und Verordnungen.....	104
Tab. 6.3	Beispielhafte Zuordnung der Komponenten einer PtG-Anlage aus Abb. 3.1 zu den einzelnen EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit	108
Tab. 6.4	Kurzbeschreibung der Module zum EU-Konformitätsbewertungsverfahren aus Anhang II des Beschlusses 768/2008/EG (detaillierte Beschreibungen sind entweder im Beschluss oder der jeweiligen EU-Rechtsvorschrift enthalten).....	110
Tab. 6.5	Modulkombinationen für das Konformitätsbewertungsverfahren nach ATEX-Produktrichtlinie für Geräte der Gerätegruppe II	114
Tab. 6.6	Beispiele für die Einteilung von Maschinenkategorien nach Anhang I Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 (Anmerkung: die gezeigten Beispiele in Teil A wurden neu in die Verordnung aufgenommen); die Tabelle gibt nicht die vollständige Übersicht aus dem Anhang I wieder, sondern bezieht nur die am ehesten denkbaren Bestandteile einer PtG-Anlage ein	115

Abkürzungsverzeichnis

AbwV	Abwasserverordnung
AEL	Alkalische Elektrolyse
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Technische Regel für Arbeitsstätten
ATEX	atmosphère explosive
AVBWasserV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser
BAUA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BGRCl	Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BSI	Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik
CER-Richtlinie	EU-Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen
CLP-Verordnung	EU-Verordnung über die Klassifizierung (C), Kennzeichnung (L) und Verpackung (P) von Stoffen und Gemischen
CRA	Cyber-Resilience-Act (EU-Cyberresilienz-Verordnung)
dB	Dezibel
DBI	DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
DGUV	Deutsche gesetzliche Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
ECHA	European Chemical Agency
EIGA	European Industrial Gases Association AISBL
EMFV	Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
Energy	Energieeffizienzgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz

FB ETEM	Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse des DGUV
GasHDrLtgV	Gashochdruckleitungsverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
HTEL	Hochtemperatur-Elektrolyse
IGV	Industriegaseverband
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
KRITIS	Kritische Infrastruktur
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LärmVibrations-ArbSchV	Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
MaStRV	Marktstammdatenregisterverordnung
MBO	Musterbauordnung
MessEG	Mess- und Eichgesetz
MessEV	Mess- und Eichverordnung
MIndBauRL	Muster-Industriebaurichtlinie
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie
MSR-Einrichtungen	Mess-, Steuer-, Regel-Einrichtungen
MVV TB	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
NELEV	Verordnung zum Nachweis von elektrotechnischen Eigenschaften von Energieanlagen
NIS-2-Richtlinie	EU-Richtlinie über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union
NIS2UmsuCG	NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz
PEM-EL	Protonen-Austauschmembran-Elektrolyse
PFAS	Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen
PORTAL GREEN	Power-to-Gas-Leitfaden zur Integration erneuerbarer Energien
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
ProdSV	Produktsicherheitsverordnung
PS	Betriebsdruck
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

SOEC	Festoxid-Elektrolyseur (solid oxide electrolyser)
Störfall-VO	Störfall-Verordnung
TA	Technische Anleitung
TAB	Technische Anschlussbedingungen
THT	Tetrahydrothiophen
TLRV-Lärm	Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-verordnung
TRAS	Technische Regeln Anlagensicherheit
TRBS	Technische Regeln der Betriebssicherheit
TREMF	Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern
TRGI	Technische Regel für Gasinstallationen des DVGW
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRLV	Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-verordnung
TRwS	Technische Regeln wassergefährdender Stoffe
ÜAnIG	Gesetz für überwachungsbedürftige Anlagen
UEG	Untere Explosionsgrenze
V	Volumen
VAIS	Verband für Anlagentechnik und Industrieservice
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
VDMA	Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten e.V.
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle

A Begriffe

Für die Anwendung dieses Leitfadens gelten die folgenden Begriffe:

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
Arbeitsmittel	„Arbeitsmittel sind Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen.“ § 2 Abs. 1 BetrSichV
Arbeitgeber, Betreiber, Hersteller	Arbeitgeber sind nach § 2 Abs. 3 ArbSchG „natürliche und juristische Personen und rechtsfähige Personengesellschaften, die Personen nach Absatz 2 beschäftigen.“ Zudem ist eine Person, die nach § 2 Abs. 3 BetrSichV „zu gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken eine überwachungsbedürftige Anlage verwendet“, dem Arbeitgeber gleichgestellt, auch wenn sie selbst keine Personen beschäftigt (siehe Kapitel 4.3). Betreiber sind nach § 2 Abs. 3 ÜAnIG „natürliche oder juristische Personen, die [...] bestimmenden Einfluss auf die Errichtung, die Änderung oder den Betrieb“ ausüben. Diese Definition, insbesondere die Eigenschaft des „bestimmenden Einflusses“ wird in diesem Leitfaden übernommen (siehe Kapitel 4.2). Ein Hersteller nach § 2 Nr. 15 ProdSG ist „jede natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses Produkt in ihrem eigenen Namen oder unter ihrer eigenen Handelsmarke vermarktet; ...“ (siehe Kapitel 4.2.2.1).
Baugruppe	Baugruppen sind entsprechend § 2 Nr. 1, Druckgeräteverordnung (11. ProdSV) „mehrere Druckgeräte, die von einem Hersteller zu einer zusammenhängenden funktionalen Einheit verbunden werden“ (siehe Kapitel 4.2.2.1).
Betreiber	Siehe Arbeitgeber
Cyberbedrohung	Artikel 3 CRA definiert mit Verweis auf die Verordnung (EU) 2019/881 (siehe Kapitel 6.2): Möglicher Umstand, ein mögliches Ereignis oder eine mögliche Handlung, der/das/die Netz- und Informationssysteme, die Nutzer dieser Systeme und andere Personen schädigen, stören oder anderweitig beeinträchtigen könnte.“
Cybersicherheit	Artikel 3 CRA definiert mit Verweis auf die Verordnung (EU) 2019/881 (siehe Kapitel 6.2): „Alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um Netz- und Informationssysteme, die Nutzer solcher Systeme und andere von Cyberbedrohungen betroffene Personen zu schützen.“

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
Druckanlage	Definition im Leitfaden entsprechend Anhang II, Abschnitt 4, Nr. 2.1 und 2.2 BetrSichV (siehe Kapitel 4.2.1.2).
Elektrolyseanlage	Besteht „aus einem oder mehreren Elektrolyseuren und Nebenanlagen, wie Wasseraufbereitung und Wassernachspeisung, Gastrocknung/-kühlung, Gasverdichtung, Inertisierung, Systemsteuerung“ /VAI 22/. Siehe dazu auch Kapitel 1, 3.1 und 7.1.
Elektrolyseur	„Ist eine Anordnung von einem oder mehreren Stacks und der zugehörigen Balance of Plant (BoP): Stack-Temperierung (Wärmetauscher, Zirkulationspumpen, ggf. elektrische Beheizung), Gas-Wasser-Abscheider, Gleichrichter; weitere Bestandteile sind Rohrleitungen, Armaturen und Verbindungen sowie Regel- und Steuerungstechnik“ /VAI 22/. Siehe hierzu insbesondere Kapitel 7.1.2.
Energieanlage	Energieanlagen sind „Anlagen zur Erzeugung, Speicherung, Fortleitung oder Abgabe von Energie, soweit sie nicht lediglich der Übertragung von Signalen dienen [...]“ (§ 3 Nr. 15 EnWG). Die weiteren relevanten Begriffe werden in Kapitel 4.2.1.1 dieses Leitfadens genannt. PtG-Energieanlagen sind entsprechend DVGW-Arbeitsblatt G 220 „Betrieblich, funktional, sicherheits- und steuerungstechnisch verbundene technische Einrichtungen zur Wandlung von elektrischer Energie in ein brennbares Gas unter Verwendung von weiteren Hilfsstoffen, wie z. B. Wasser. Dabei entstehende Prozesswärme kann ausgekoppelt und anderen Systemen zur Verfügung gestellt werden.“ In diesem Leitfaden (siehe Kapitel 4.3) wird entsprechend des Anwendungsbereichs des DVGW-Arbeitsblatts G 220 die Nutzung der PtG-Anlage als Energieanlage hervorgehoben: „Power-to-Gas-Energieanlagen zur Erzeugung von Gasen nach dem Energiewirtschaftsgesetz, die über Einspeiseanlagen nach dem DVGW-Merkblatt G 265-3 in Netze der öffentlichen Gasversorgung mit Gasen und/oder Gasgemischen nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 eingespeist werden.“ Dieser Leitfaden beschränkt sich dabei weitgehend auf die Erzeugung und Weiterleitung von gasförmigem Wasserstoff.
Erlaubnispflichtige Anlage	Definition im Leitfaden entsprechend des § 18 BetrSichV, siehe Kapitel 4.2.1.3 und 4.2.1.4).
Errichtung	„Errichtung umfasst die Montage und Installation am Verwendungsort.“, § 2 Abs. 12 BetrSichV (siehe Kapitel 9.2).
EU-Konformitätsbewertungsverfahren	Das EU-Konformitätsbewertungsverfahren muss entsprechend der relevanten Rechtsvorschriften der EU vor dem Inverkehrbringen eines Produkts oder nach wesentlichen Änderungen durch den Hersteller durchgeführt werden. Es schließt mit der EU-Konformitätserklärung und der CE-Kennzeichnung des Produkts ab. Siehe dazu Kapitel 6.1.

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
fachkundige Person, zur Prüfung befähigte Person (nach BetrSichV) und Sachkundige, Sachverständige (nach DVGW-Regelwerk)	Im Rahmen der BetrSichV ist: – fachkundig, „wer zur Ausübung einer in dieser Verordnung bestimmten Aufgabe über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung, Berufserfahrung oder eine zeitnahe ausgeübte entsprechende berufliche Tätigkeit. Die Fachkenntnisse sind durch Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten.“ (§ 2 Abs. 5 BetrSichV) – „Zur Prüfung befähigte Person“ ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt; soweit hinsichtlich der Prüfung von Arbeitsmitteln in den Anhängen 2 und 3 weitergehende Anforderungen festgelegt sind, sind diese zu erfüllen“ (§ 2 Abs. 6 BetrSichV). Beispielsweise werden im Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3 BetrSichV Anforderungen an zur Prüfung befähigten Personen im Explosionsschutz beschrieben. Die TRBS 1203 („Zur Prüfung befähigte Person“) beschreibt allgemein Anforderungen. Mit Bezug zu PtG-Energieanlagen sind im Regelwerk des DVGW: – „Sachkundige“ der Gasinfrastruktur erfüllen die Qualifikationsanforderungen nach DVGW-Arbeitsblatt G 102. – „Sachverständige“ im Sinne des DVGW-Arbeitsblatts G 220 sind „die Sachverständigen, die einer für Prüfungen von Gasanlagen nach diesem Arbeitsblatt anerkannten Inspektionsstelle angehören oder die von einer Zertifizierungsstelle als Sachverständige für Prüfungen nach diesem Arbeitsblatt zertifiziert wurden. Für die Sachverständigen gelten die im DVGW-Arbeitsblatt G 100 genannten Qualifikationsanforderungen.“

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
Gefährdungsbeurteilung	Die Gefährdungsbeurteilung wird im Rahmen des ArbSchG und des ÜAnIG in vielen nachgeordneten Verordnungen vom Arbeitgeber bzw. Betreiber gefordert (siehe Kapitel 5.2). Beispiele sind: Nach § 3 Abs. 1 BetrSichV hat „der Arbeitgeber vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.“ Nach § 4 ÜAnIG hat „der Betreiber, vorbehaltlich einer abweichenden Regelung in einer auf Grund des § 31 erlassenen Rechtsverordnung, die Gefährdungen, die beim Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen auftreten können, zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren.“ Die Verantwortung liegt somit immer in der Verantwortung des Betreibers und ist nicht mit der Risikobeurteilung durch den Hersteller zu verwechseln.
Hersteller	siehe Arbeitgeber
Inbetriebnahme	Artikel 3, Nr. 2 EU-Maschinenverordnung „Inbetriebnahme bezeichnet die erstmalige bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine oder eines dazugehörigen Produkts in der Union“ (siehe Kapitel 9.2)
Inverkehrbringung	Ist die erstmalige Bereitstellung eines Produkts innerhalb der EU und wird in den jeweiligen Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit spezifisch definiert (siehe Kapitel 9.2), bspw.: – Artikel 2, Nr. 2 EU-Druckgeräterichtlinie „Inverkehrbringen: die erstmalige Bereitstellung eines Behälters auf dem Unionsmarkt“. – Artikel 3, Nr. 12 EU-Maschinenverordnung „Inverkehrbringen bezeichnet die erstmalige Bereitstellung eines Produkts, das in den Anwendungsbereich dieser Verordnung fällt, auf dem Unionsmarkt“.
Konformitätsbewertungsverfahren	siehe EU-Konformitätsbewertungsverfahren
Maschine	Entsprechend § 2, Satz 2 a Maschinenverordnung (9. ProdSV) „eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines beziehungsweise eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind“ (siehe Kapitel 4.2.2.1).

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
Produkt	Entsprechend § 2 Nr. 21 ProdSG eine „Ware, ein Stoff oder ein Gemisch, das durch einen Fertigungsprozess hergestellt worden ist“ (siehe Kapitel 4.2.2).
Prüfpflichtige Änderung	„Prüfpflichtige Änderung ist jede Maßnahme, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird. Auch Instandsetzungsarbeiten können solche Maßnahmen sein.“ § 2, Abs. 9 BetrSichV.
PtG-Anlage	Besteht „aus der Elektrolyseanlage und die anschließenden Anlagenkonstellationen der verschiedenen Wasserstoffnutzungspfade, wie z. B. Methanisierung, Einspeisung ins Gasnetz, industrielle Nutzung, Rückverstromung“ /VAI 22/. In diesem Leitfaden liegt der Fokus auf der Elektrolyseanlage und der Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser sowie auf dessen Aufbereitung und Speicherung in Druckgasbehältern für die weiteren Nutzungspfade (siehe Kapitel 1 und 3).
PtG-Energieanlage	siehe Energieanlage
Rechtsvorschrift	In diesem Leitfaden ist eine Rechtsvorschrift entweder eine EU-Richtlinie, EU-Verordnung oder ein Gesetz oder eine Verordnung innerhalb Deutschlands. Siehe dazu Kapitel 4.1.
Risikobeurteilung	Die Durchführung einer Risikobewertung ist ein zentraler Bestandteil der EU-Rechtsvorschriften zur Produktsicherheit, u. a. der EU-Druckgeräte-Richtlinie oder der EU-Maschinenrichtlinie bzw. -verordnung und dient der Bewertung und Vermeidung von Risiken. Sie muss vom Hersteller eines Produkts vor dessen Inverkehrbringung oder nach wesentlichen Änderungen durchgeführt werden. Die Risikobeurteilung des Herstellers entspricht nicht der Gefährdungsbeurteilung durch den Betreiber. Siehe dazu Kapitel 6.3.
Sachkundige nach DVGW-Regelwerk	siehe fachkundige Person
Sachverständige nach DVGW-Regelwerk	siehe fachkundige Person
Überwachungsbedürftige Anlage	Definition im Leitfaden entsprechend des § 2 Nr. 1 ÜAnlG, siehe Kapitel 4.2.1.2 und 4.2.1.4).

Begriff	Kurzerklärung mit Verweis auf Kapitel in diesem Leitfaden
Wesentliche Änderung	Der Begriff „wesentliche Änderung“ wird im Rahmen der Produktsicherheitsverordnungen in Artikel 3 Nr. 16 EU-Maschinenverordnung definiert als „eine vom Hersteller nicht vorgesehene oder geplante physische oder digitale Veränderung einer Maschine oder eines dazugehörigen Produkts nach deren bzw. dessen Inverkehrbringen oder Inbetriebnahme, die die Sicherheit der jeweiligen Maschine oder des dazugehörigen Produkts beeinträchtigt, indem eine neue Gefährdung entsteht oder sich ein bestehendes Risiko erhöht, wodurch es erforderlich wird, a) die Maschine oder das dazugehörige Produkt, um trennende oder nichttrennende Schutzeinrichtungen zu ergänzen, deren Einbindung eine Anpassung des bestehenden Sicherheitssteuersystems erforderlich macht, oder b) zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung der Stabilität oder der Festigkeit der jeweiligen Maschine oder des dazugehörigen Produkts zu ergreifen“ (siehe Kapitel 6.1). Für PtG-Energieanlagen werden „wesentliche Änderungen“ im Kap. 5.13 des DVGW-Arbeitsblatts G 220 wie folgt beschrieben „Führt eine Veränderung an der Power-to-Gas-Energieanlage zu einer neuen Gefährdung oder zu einer Erhöhung vorhandener Risiken und sind die vorhandenen Schutzmaßnahmen bzw. Schutzfunktionen hierfür nicht ausreichend oder geeignet, liegt eine Wesentliche Änderung vor“. Dazu gehören laut Arbeitsblatt (Auswahl): Änderungen, die das Sicherheitskonzept berühren, Umbau und Änderung der Sicherheitstechnik und Schutzfunktionen; Erhöhung der Leistung oder des Betriebsdrucks, Anlagenerweiterungen, Einsatz neuer Gefahrstoffe, ...
Zugelassene Überwachungsstelle	Zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) für überwachungsbedürftige Anlagen sind „Prüfstellen, die von der Zulassungsbehörde für einen bestimmten Aufgabenbereich als Prüfstellen für überwachungsbedürftige Anlagen zugelassen sind.“ § 2 Abs. 4 ÜAnlG. Sie müssen Anforderungen nach Anhang 2 Abschnitt 1 BetrSichV erfüllen.
zur Prüfung befähigte Person	siehe fachkundige Person

B Verzeichnis der Rechtsvorschriften

EU-Verordnungen

Abkürzung	Vollzitat
VERORDNUNG (EU) 2024/2847 (Cyberresilienz-Verordnung)	VERORDNUNG (EU) 2024/2847 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über horizontale Cybersicherheitsanforderungen für Produkte mit digitalen Elementen und zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 168/2013 und (EU) 2019/1020 und der Richtlinie (EU) 2020/1828 (Cyberresilienz-Verordnung) Stand: 23. Oktober 2024 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/2847/oj/deu?locale=de
VERORDNUNG (EU) 2024/1781 (Ökodesign-Richtlinie)	VERORDNUNG (EU) 2024/1781 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2020/1828 und der Verordnung (EU) 2023/1542 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG Stand: 13. Juni 2024 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj?locale=de
VERORDNUNG (EU) 2023/1230 (EU-Maschinenverordnung)	VERORDNUNG (EU) 2023/1230 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates Stand: 14. Juni 2023 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1230/oj?locale=de

EU-Richtlinien (mit absteigender Jahreszahl der Veröffentlichung)

Abkürzung	Vollzitat
RICHTLINIE (EU) 2022/2555 (NIS-2-Richtlinie)	RICHTLINIE (EU) 2022/2555 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148 (NIS-2-Richtlinie) Stand: 14. Dezember 2022 https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj?locale=de
RICHTLINIE (EU) 2022/2557 (CER-Richtlinie)	RICHTLINIE (EU) 2022/2557 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über die Resilienz kritischer Einrichtungen und zur Aufhebung der Richtlinie 2008/114/EG des Rates Stand: 14. Dezember 2022 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32022L2557
RICHTLINIE 2014/68/EU (EU-Druckgeräte richtlinie)	RICHTLINIE 2014/68/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt (Neufassung) Stand: 15. Mai 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0068
RICHTLINIE 2014/35/EU (EU-Niederspannungsrichtlinie))	RICHTLINIE 2014/35/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt Stand: 26. Februar 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0035

Abkürzung	Vollzitat
RICHTLINIE 2014/34/EU (ATEX-Produktrichtlinie)	RICHTLINIE 2014/34/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung) Stand: 26. Februar 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0034
RICHTLINIE 2014/32/EU (EU-Messgeräte richtlinie)	RICHTLINIE 2014/32/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt (Neufassung) Stand: 26. Februar 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0032
RICHTLINIE 2014/30/EU (EMV-Richtlinie)	RICHTLINIE 2014/30/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (Neufassung) Stand: 26. Februar 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32014L0030
RICHTLINIE 2014/29/EU (EU-Druckbehälterrichtlinie)	RICHTLINIE 2014/29/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung einfacher Druckbehälter auf dem Markt Stand: 26. Februar 2014 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32014L0029

Abkürzung	Vollzitat
RICHTLINIE 2013/35/EU (Elektromagnetische Felder)	RICHTLINIE 2013/35/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (20. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/40/EG Stand: 26. Juni 2013 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex:32013L0035
RICHTLINIE 2010/35/EU (ortsbewegliche Druckgeräte)	RICHTLINIE 2010/35/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über ortsbewegliche Druckgeräte und zur Aufhebung der Richtlinien des Rates 76/767/EWG, 84/525/EWG, 84/526/EWG, 84/527/EWG und 1999/36/EG Stand: 16. Juni 2010 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=celex%3A32010L0035
RICHTLINIE 2006/42/EG (EU-Maschinenrichtlinie)	RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) Stand: 17. Mai 2006 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32006L0042

Gesetze Deutschland

Abkürzung	Vollzitat
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 32 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 236) geändert worden ist Stand: 15. Juli 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/BJNR124610996.html
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist Stand: 12. August 2025 https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BJNR007210974.html
BSI-Gesetz	BSI-Gesetz vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2821), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1982) geändert worden ist Stand: 23. Juni 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/bsig_2009/BJNR282110009.html
EMVG	Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz vom 14. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2879), das zuletzt durch Artikel 51 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1858) geändert worden ist Stand: 23. Juni 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/emvg_2016/BJNR287910016.html
EnEfG	Energieeffizienzgesetz vom 13. November 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 309) Stand: 13. November 2023 https://www.gesetze-im-internet.de/enefg/BJNR1350B0023.html
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 51) geändert worden ist Stand: 21. Februar 2025 https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/BJNR197010005.html

Abkürzung	Vollzitat
EVPG	Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 260 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist Stand: 19. Juni 2020 https://www.gesetze-im-internet.de/ebpg/BJNR025800008.html
MessEG	Mess- und Eichgesetz vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722, 2723), das zuletzt durch Artikel 38 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 323) geändert worden ist Stand: 23. Oktober 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/messeg/BJNR272300013.html
NIS2UmsuCG	Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der NIS-2-Richtlinie und zur Regelung wesentlicher Grundzüge des Informationssicherheitsmanagements in der Bundesverwaltung (NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz) Stand: - https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/CI1/nis2umsucg.html
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3147), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2021/BJNR314700021.html
ÜAnlG	ÜAnlG: Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3162) Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/anlg/BJNR316200021.html
WHG	Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist Stand: 12. August 2025 https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BJNR258510009.html

Verordnungen Deutschland

Abkürzung	Vollzitat
AbWV	Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. April 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 132) geändert worden ist Stand: 17. April 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/BJNR056610997.html
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 27. März 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 109) geändert worden ist Stand: 27. März 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/arbst_v_2004/BJNR217910004.html
AVBWasserV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 750, 1067), die zuletzt durch Artikel 8 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert worden ist Stand: 11. Dezember 2014 https://www.gesetze-im-internet.de/avbwas-serv/BJNR007500980.html
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), die durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist Stand: 19. Juni 2020 https://www.gesetze-im-internet.de/awsv/BJNR090500017.html
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), die zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/betr-sichv_2015/BJNR004910015.html

Abkürzung	Vollzitat
12. BImSchV (Störfall-Verordnung)	12. BImSchV: Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I S. 483), die zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist Stand: 3. Juli 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/bim-schv_12_2000/BJNR060310000.html
EMFV	Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern vom 15. November 2016 (BGBl. I S. 2531), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. April 2019 (BGBl. I S. 554) geändert worden ist Stand: 30. April 2019 https://www.gesetze-im-internet.de/emfv/BJNR253110016.html
EVPG-Verordnung	EVPG-Verordnung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3221), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 5. Mai 2021 (BGBl. I S. 942) geändert worden ist Stand: 5. Mai 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/evpgv/BJNR322110013.html
GasHDrLtgV	Gashochdruckleitungsverordnung vom 18. Mai 2011 (BGBl. I S. 928), die zuletzt durch Artikel 24 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist. Stand: 13. Mai 2019 https://www.gesetze-im-internet.de/gashdrltgv_2011/
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Dezember 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 384) geändert worden ist Stand: 2. Dezember 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/gef-stoffv_2010/BJNR164400010.html

Abkürzung	Vollzitat
LärmVibrations-ArbSchV	Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115) geändert worden ist Stand: 21. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/l_rmvibrationsarb-schv/BJNR026110007.html
MaStRV	Marktstammdatenregisterverordnung vom 10. April 2017 (BGBl. I S. 842), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 11. Dezember 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 402) geändert worden ist Stand: 11. Dezember 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/BJNR084210017.html
MessEV	Mess- und Eichverordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010, 2011), die zuletzt durch Artikel 13 der Verordnung vom 11. Dezember 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 411) geändert worden ist Stand: 11. Dezember 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/messev/BJNR201100014.html
NELEV	Elektrotechnische-Eigenschaften-Nachweis-Verordnung vom 12. Juni 2017 (BGBl. I S. 1651), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 16. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 158) geändert worden ist Stand: 16. Mai 2024 https://www.gesetze-im-internet.de/nelev/BJNR165100017.html
ODV	Ortsbewegliche-Druckgeräte-Verordnung vom 29. November 2011 (BGBl. I S. 2349), die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 19. Juni 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 147) geändert worden ist Stand: 19. Juni 2025 https://www.gesetze-im-internet.de/odv/BJNR234910011.html
1. ProdSV	1. ProdSV: Verordnung über elektrische Betriebsmittel vom 17. März 2016 (BGBl. I S. 502), die durch Artikel 20 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_1/BJNR050200016.html

Abkürzung	Vollzitat
6. ProdSV	6. ProdSV: Verordnung über einfache Druckbehälter vom 6. April 2016 (BGBl. I S. 597), die durch Artikel 22 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg2011v_6/BJNR059710016.html
9. ProdSV (Maschinenverordnung)	9. ProdSV: Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) vom 12. Mai 1993 (BGBl. I S. 704), die zuletzt durch Artikel 23 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_9/BJNR070410993.html
11. ProdSV (Explosionsschutzprodukteverordnung)	Explosionsschutzprodukteverordnung vom 6. Januar 2016 (BGBl. I S. 39), die durch Artikel 25 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_11_2016/BJNR003900016.html
14. ProdSV (Druckgeräteverordnung)	14. ProdSV: Druckgeräteverordnung vom 13. Mai 2015 (BGBl. I S. 692), die zuletzt durch Artikel 28 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist Stand: 27. Juli 2021 https://www.gesetze-im-internet.de/gsgv_14_2016/BJNR069200015.html

C Weitere Leitfäden zu PtG-Anlagen

Während der Projektlaufzeit von PORTAL GREEN II wurden unterschiedliche Leitfäden in Zusammenhang mit PtG-Anlagen veröffentlicht. Hier wird eine (nicht vollständige) Auswahl zu folgenden Themenschwerpunkten gegeben: Genehmigung, Produktsicherheit, Arbeitsschutz, Betreiberpflichten, Wasserstoff-Busse, Salzkavernen-Untergrundspeichern, Wasserstoffnutzung in der Schweiz und Einsatzinformationen für Feuerwehren.

- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI): Vollzugsleitfaden „Genehmigung und Überwachung von Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff durch die Elektrolyse von Wasser („Elektrolyseure“)\“, UMK-Umlaufbeschlüsse XX/2022, - Entwurfsstand 04.09.2024, https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2024_58.pdf.

Geht auf das **Genehmigungsverfahren, Produktsicherheit und Betreiberpflichten** ein.

- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): „Handlungshilfe für Genehmigungsverfahren und zur Überwachung von Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser“, Stand 13.07.2021, <https://wasserstoffwirtschaft.sh/file/handlungshilfeelektrolyse.pdf>.

Behandelt u. a. den **Arbeitsschutz, das Baurecht, den Naturschutz sowie die Betreiberpflichten**.

- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): „Genehmigung und Überwachung von Elektrolyseuren zur Herstellung von Wasserstoff in Baden-Württemberg“, Mai 2023, https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Genehmigung-und-Ueberwachung-Elektrolyseure-zur-Herstellung-von-Wasserstoff.pdf.

Behandelt u. a. den **Arbeitsschutz, das Baurecht, den Naturschutz sowie die Betreiberpflichten**.

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): „NOW GmbH – Leitfaden für Busse mit alternativen Antrieben“, 2021, https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/03/Leitfaden-fuer-Busse-mit-alternativen-Antrieben_NOW.pdf.

Beschreibt u. a. die **Technik von Brennstoffzellen-Bussen**.

- Zwanzig20 – HYPOS – Verbundvorhaben: H2-UGS „Begleitforschung zur Eignung von Salzkavernen-Untergrundgasspeichern zur geologischen Speicherung von Wasserstoff aus fluktuierenden, regenerativen Quellen“, 2022, https://www.h2ugs.de/wp-content/uploads/2022/10/220826_BMBF_FKZ_03ZZ0721A-I.pdf.
Beschreibt vielfältige Aspekte zu **Salzkavernen-Untergrundgasspeichern**.
- Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF): „Wasserstoff und dessen Gefahren – Ein Leitfaden für die Feuerwehren“, 2008, https://www.fwvbw.de/fileadmin/Downloads/Einsatz_Wasserstoffleitfaden.pdf.
Gibt Empfehlungen zur **Gefahrenvorbeugung und Gefahrenabwehr für Feuerwehren**.
- DVGW: „Informationen für die Feuerwehr - Power-to-Gas-Anlagen“, 2023, <https://www.dvgw.de/leistungen/publikationen/publikationsliste/informationen-fuer-feuerwehr>.
Faltblatt für **Feuerwehren zur Vorbereitung auf Einsätze an PtG-Anlagen**. Teil des Informationspakets „Informationen für die Feuerwehr“.
- GebäudeKlima Schweiz GKS – Schweizerischer Verband für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik: „Wasserstoffeinsatz in der Industrie und der Gebäudetechnik“, 2023, https://gebaeudeklima-schweiz.ch/index.php?section=Media1&act=download&path=/media/archive1/Fachthemen/Info-%20und%20Merkblaetter/&file=Leitfaden_H2.pdf.
Beschreibt u. a. die **Wasserstoffnutzung in stationären Anlagen** (bspw. zur Wärmeerzeugung) in der Schweiz.