

4 ANLAGE UND BETRIEB

In diesem Kapitel sind folgende Unterlagen beigefügt:

- 4.1 Anlage und Betrieb – Beschreibungen
- 4.2 Schematische Darstellung (Fließbild)
- 4.3 Maschinenaufstellungsplan
- 4.4 Immissionsprognose Lärm
- 4.5 Formulare 2 bis 8.5*
- 4.6 Angaben bei IED-Anlagen
- 4.7 Ergänzende Informationen zum Explosionsschutzkonzept (Abschnitt 4.1.3) und zu den Maßnahmen zum Schutz von Beschäftigten sowie Angaben zu Arbeitsräumen und Sozialeinrichtungen (Abschnitt 4.1.1)

*Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die im Antrag enthaltenen Formulare.

Formular	Inhalt	Enthalten Ja / Nein	Ggf. Begründung
Formular 2	Betriebseinheiten	Ja	
Formular 3	Technische Daten – Einsatzseite / Produktseite	Ja	
Formular 4 Blatt 1	Emissionen Luft	Ja	
Formular 4 Blatt 2	Emissionen Abwasser	Ja	
Formular 4 Blatt 3	Verwertung / Beseitigung von Abfällen	Ja	
Formular 5	Quellenverzeichnis Luft	Ja	
Formular 6 Blatt 1	Abgasreinigung	Nein	Keine Abgasreinigung vorhanden.
Formular 6 Blatt 2	Abwasserreinigung und /-behandlung	Nein	Keine Abwasserreinigung oder - behandlung vorhanden.
Formular 7	Niederschlagsentwässerung	Ja	
Formular 8.1	Anlagen zum Lagern flüssiger oder gasförmiger wassergefährdender Stoffe	Nein	Keine Lagerung flüssiger oder gasförmiger Stoffe.
Formular 8.2	Anlagen zum Lagern fester wassergefährdender Stoffe	Nein	Keine Lagerung fester Stoffe.
Formular 8.3	Anlagen zum Abfüllen / Umschlagen flüssiger oder gasförmiger wassergefährdender Stoffe	Nein	Kein Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe.
Formular 8.4	Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe		
Formular 8.5	Rohrleitungen zum Transport wassergefährdender Stoffe	Nein	Keine Rohrleitungen zum Transport wassergefährdender Stoffe vorhanden.

4.1 ANLAGE UND BETRIEB – BESCHREIBUNGEN

2 MW Elektrolyse Anlage in Düsseldorf – Stand 24.11.2023

4.1	Anlage und Betrieb	2
4.1.1	Herstellungs- / Produktions- / Behandlungsverfahren und technische Einrichtungen	3
4.1.1.1	Übersicht	3
4.1.1.2	Anlagen- und Prozessbeschreibung	4
	Wasseraufbereitung	4
	Elektrolyse	4
	Sicherer Ausgangszustand / Inertisierung	5
	Anfahren	5
	Normalbetrieb	6
	Abfahren	6
	Gasreinigung	7
	Kühlsystem	7
	H2 Übergabe	8
	Sonstige Einrichtungen	8
	Automatisierter Anlagenbetrieb	9
	Betriebsorganisation	9
4.1.1.3	Medienversorgung	9
	Energieversorgung	9
	Druckluft	10
	Stickstoff	10
	Trinkwasser und Demineralisiertes Wasser	10
	Abwasser	10
4.1.1.4	Energie- und Massenbilanz	11
4.1.2	Maßnahmen zur effizienten Energienutzung	11
4.1.3	Maßnahmen zur Anlagensicherheit	11
4.1.4	Maßnahmen zum Schutz von Beschäftigten sowie Angaben zu Arbeitsräumen und Sozialeinrichtungen	14
4.1.5	Abwasserrelevante technische Abläufe	14
4.1.6	Kühlsysteme	14
4.1.7	Maßnahmen zur Abfallvermeidung	14
4.1.8	Maßnahmen zum Schutz und zur Vorsorge von Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen, Licht und sonstigen Emissionen / Immissionen und Gefahren	14
4.1.9	Maßnahmen zum Umgang mit wassergefährdeten Stoffen/Apparateliste	15
4.1.10	Darstellung der Auswahl der Werkstoffe zu den eingesetzten Stoffen / Apparateliste	15
4.1.11	Darstellung zu Eingriffen in Boden und Grundwasser	15
4.1.12	Maßnahmen für den Fall der Betriebseinstellung	15

4.1 Anlage und Betrieb

Das zu genehmigende System ist eine verfahrenstechnische Anlage mit dem Ziel der Erzeugung von Wasserstoff mittels erneuerbaren Stroms in einem PEM-Elektrolyseur.

Die Anlage besteht im Wesentlichen aus zwei im Freien aufgestellten 40-Fuss-Technikcontainern und einem weiteren Lagercontainer und einer Mittelspannungsschaltanlage und den zugehörigen Rohrleitungen und Verkabelungen. Der grüne Wasserstoff wird anschließend über eine oberirdische Leitung zu der direkt angrenzenden Wasserstoff-Tankstelle am Höherweg 202a der Fa. H2-MOBILITY transportiert. Der Übergabepunkt liegt an der Grundstücksgrenze zu dem von H2-MOBILITY angemieteten Gelände.

Der Standort liegt auf dem Betriebsgelände der Stadtwerke Düsseldorf in der Nachbarschaft zu dem Heizkraftwerk Flingern und der Müllverbrennungsanlage (MVA) in Düsseldorf-Flingern. Die H2-Anlage soll mit einem Flächenbedarf von ca. 500 m² auf einer bisher unbebauten, durchgängig asphaltierten Fläche errichtet werden, die im Bebauungsplan als Industriefläche vorgesehen ist.

Westlich und nördlich des Standortes befindet sich das Betriebsgelände der Stadtwerke. Unmittelbar westlich der Grundstücksgrenze liegt der Standort der zukünftigen Tankstelle, die von der Fa. H2-MOBILITY geplant und betrieben wird. Der erzeugte Wasserstoff wird an der Grundstücksgrenze an die Fa. H2-MOBILITY übergeben. Das unmittelbar nördlich angrenzende Gelände ist an die Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung (AWISTA Logistik GmbH) verpachtet.

Am Standort existieren eine Vielzahl von Einrichtungen und Anlagen, die für die hier geplante Wasserstoffproduktion mitgenutzt werden können, dies beinhaltet:

- Wasserversorgung
- Stromversorgung
- Einrichtungen für das Betriebspersonal
- Büros, Werkstätten, Waage
- Betriebsorganisation und Personal

Die Verkehrsanbindung erfolgt über die Straße „Höherweg“.

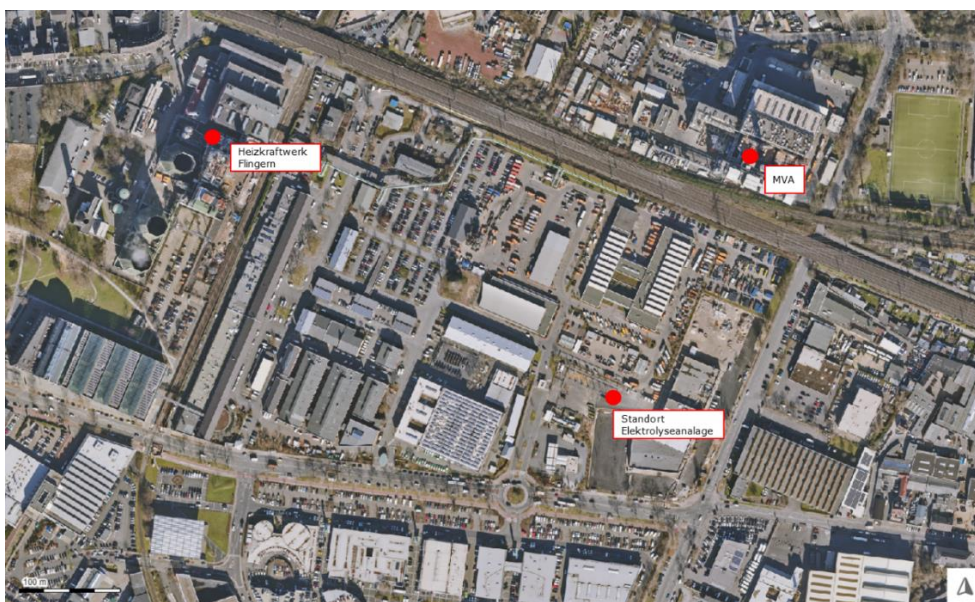


Abbildung 1-1: Luftbild Standort (Geoportal Düsseldorf)

4.1.1 Herstellungs- / Produktions- / Behandlungsverfahren und technische Einrichtungen

4.1.1.1 Übersicht

Die Wasserstoffherzeugungsanlage besteht aus zwei 1 MW PEM-Elektrolyseanlagen (oder einer 2 MW PEM-Elektrolyseanlage) welche aus mehreren Stacks zusammengesetzt sind. Bei einer maximalen Leistung von bis zu 2,3 MW_{el} werden bis zu 46 kg Wasserstoff pro Stunde erzeugt.

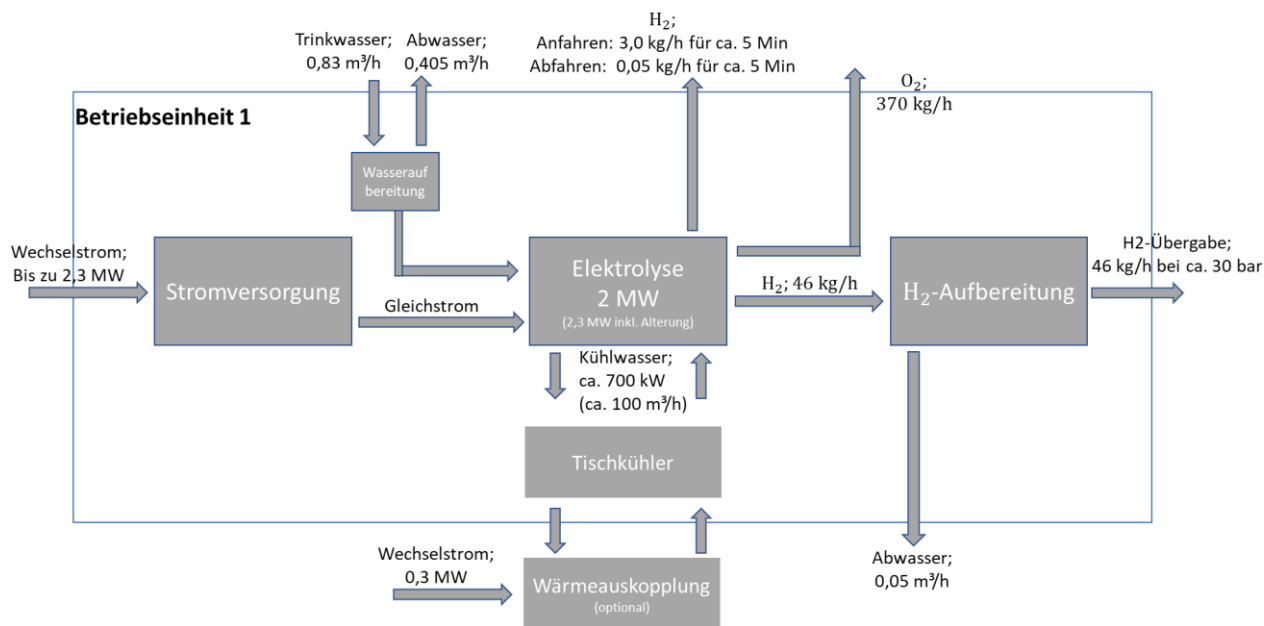


Abbildung 1-2: Stoffströme Wasserstoffherzeugungsanlage

Die Gesamtanlage besteht im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

- Strominfrastruktur
 - Mittelspannungsschaltanlage 10 kV
 - Transformator & Gleichrichter für die Elektrolyse
 - Hilfstransformator 10 kV/400V
 - Niederspannungshauptverteilung
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für sicherheitsrelevante Einrichtungen
- 2x 1 MW Elektrolyseur oder 1x 2MW Elektrolyseur
 - Wasseraufbereitung von Trinkwasser zu demineralisiertem Wasser
 - Geschlossenes Kühlsystem
 - Rückkühler
 - Kühlwasserpumpen
 - Wärmetauscher
 - Opt. Kaltwassersatz (falls notwendig)
 - Gasreinigung
 - DeOxo für Wasserstoff (Katalytische Entfernung von Sauerstoff im Produktgas)
 - Gastrockner für Wasserstoff
 - Gasanalytik
 - Abblaseleitungen über dem Dach
 - Wasserstoff
 - Sauerstoff

- optionale Wärmeauskopplung inkl. Wärmepumpe

4.1.1.2 Anlagen- und Prozessbeschreibung

Der Betrieb der Anlage ist für die Erzeugung von biogenem Wasserstoff geplant. Der Bezug des hierfür benötigten Stroms wird durch die Stadtwerke Düsseldorf sichergestellt. Die Anlage ist für eine Betriebsdauer von 8.760 h/a geplant.

Tabelle 1-1: Übersicht Stoffmengen

#	Element	Einheit	Wert
1	max. Leistungsaufnahme (ohne Nebenanlagen)	[MW]	2,3
2	max. Wasserstofferzeugung	[kg/h]	46
		[Nm ³ /h]	512 ¹
3	Druckniveau Wasserstoff	[barg]	ca. 30
4	max. Sauerstofferzeugung	[kg/h]	370
		[Nm ³ /h]	260 ¹
5	Druckniveau Sauerstoff	[barg]	0 – 30
6	max. Trinkwasserbedarf	[m ³ /h]	0,83
7	max. Abwassermenge	[m ³ /h]	0,455

¹nach DIN1343

Wasseraufbereitung

Die Elektrolyse benötigt für den Betrieb demineralisiertes Wasser, also Trinkwasser, dem die enthaltenen Ionen entzogen wurden. Es wird auch vollentsalztes Wasser bzw. Deionat genannt. Das Trinkwasser wird aus dem öffentlichen Versorgungsnetz entnommen und der Wasseraufbereitungsanlage zur Erzeugung des demineralisierten Wassers zugeführt. Diese besteht aus verschiedenen Aufbereitungsschritten, die je nach Anforderung des ausgewählten Herstellers und der vorhandenen Qualität des Trinkwassers Anwendung finden:

- Filtration
- Enthärtung
- Entsalzung durch Umkehrosmose
- Entgasung
- Elektrodeionisation
- Ionentauscher

Im Normalfall ist eine Umkehrosmose ausreichend, mit der demineralisiertes Wasser mit einer Leitfähigkeit von ca. 0,5-3 µS/cm erzeugt werden kann. Eine genaue Trinkwasseranalyse kann in Verbindung mit den Anforderungen des Elektrolyseherstellers zu zusätzlichen (oben genannten) Aufbereitungsmethoden führen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein Zwischenspeicher/Puffertank inkl. Pumpe zwischen Wasseraufbereitung und Stacks vorhanden ist (Lieferumfang Elektrolyse).

Technologiebedingt fällt Abwasser an (siehe Punkt 4.1.1.3 für Menge und Qualität).

Elektrolyse

Als Elektrolyseverfahren wird eine trockene Elektrolyse („PEM-Elektrolyse“) eingesetzt. Derzeit ist der genaue Hersteller noch nicht ausgewählt, daher sind die Beschreibungen generisch. Erfahrungsgemäß sind die Unterschiede zwischen den PEM-Elektrolyseuren in Bezug auf die Leistungsdaten und die Massen- und Energiebilanzen gering.

Der wesentliche Einsatzstoff für die Elektrolyse ist neben Strom das demineralisierte Wasser.

Das zentrale Bauteil der Elektrolyse sind in Serie geschaltete Elektrolysezellen, der sogenannte Zellstapel (Stack). Jede dieser Zellen wird über die angelegte Gleichspannung mit Strom versorgt. Die Membran zwischen Anode und Kathode ist semipermeabel und nur für Protonen durchgängig (PEM = Proton-Exchange-Membrane). In diesen Zellen wird das demineralisierte Wasser in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten.

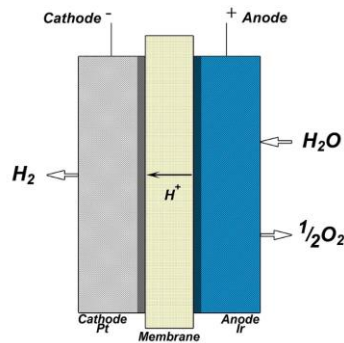


Abbildung 1-3: Einzelne Elektrolysezelle

Sicherer Ausgangszustand / Inertisierung

In Abhängigkeit des letzten Betriebszustandes kann eine Spülung mit Stickstoff notwendig sein (z.B. Erstinbetriebnahme, Wartung, etc.), um sauerstoffhaltige Umgebungsluft aus der Anlage auszutreiben und ein sicheres Anfahren zu gewährleisten. Das so entstehende Gemisch aus Luft und Stickstoff wird über Rohrleitungen zu einer zentralen Abblaseleitung geführt und in die Atmosphäre abgegeben. Dieser Vorgang kann bis zu 15 Minuten dauern.

Im Normalfall bleibt das System unter Wasserstoffatmosphäre (Kathode) bzw. Sauerstoffatmosphäre (Anode). Dabei kann der Systemdruck etwas entspannt werden, allerdings immer über Atmosphärendruck, um Lufteindringen zu verhindern. Das Eindringen von Umgebungsluft (genauer: Sauerstoff) kann bei vorhandenem Wasserstoff zu einem explosionsfähigen Gemisch führen und ist deshalb stets zu verhindern.

Das System kann aus diesen beiden Zuständen sicher angefahren werden:

- Zustand 1: Inertisiert mit Stickstoff (gegebenenfalls über Umgebungsdruck)
- Zustand 2: Sicher abgefahren unter H_2/O_2 -Atmosphäre über Umgebungsdruck

Anfahren

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Anfahr-Szenarien:

Cold-Standby (Zustand 1):

- Systemtemperatur \approx Umgebungstemperatur
- Systemdruck \approx Umgebungsdruck
- Zeit bis max. Produktion: ca. 5-30 min
- System durch Stickstoff inertisiert

Beim Anfahrprozess werden die Stacks unter Spannung gesetzt und die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion langsam auf den vorgegebenen Betriebspunkt erhöht. Die Temperatur erhöht sich durch die Reaktion, der Druck wird vom System kontinuierlich aufgebaut. Während des gesamten Anfahrprozesses werden die erzeugten Gase (H_2 und O_2) über die Abblaseleitungen an die Umgebung abgegeben, bis die benötigte Qualität an Produktgas erreicht wird. Im vorliegenden Fall sind das bis zu 23 kg $H_2/30$ min. Danach wird in den Normalbetrieb übergegangen.

Hot-Standby (Zustand 2):

- Systemtemperatur \approx Betriebstemperatur (ca. 55°C)
- Systemdruck > Umgebungsdruck (Bis zu 30bar)
- Zeit bis max. Produktion: ca. 0,5 – 5min
- System unter H₂/O₂-Atmosphäre

Beim Anfahrprozess werden die Stacks unter Spannung gesetzt und die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion auf den vorgegebenen Betriebspunkt erhöht. Danach wird in den Normalbetrieb übergegangen.

Normalbetrieb

Die einzelnen Stacks werden mit einem Betriebsdruck von ca. 30 bar und einer Betriebstemperatur von ca. 55°C betrieben. Aus der elektrochemischen Reaktion in der Elektrolysezelle entstehen zwei 2-Phasengemische:

- Wasserstoff mit Wasser
- Sauerstoff mit Wasser

Diese werden jeweils einem Wasserabscheider (z.B. Tröpfchenabscheider) zugeführt, um den Gasstrom vom überwiegenden Anteil an Wasser zu trennen. Das abgetrennte Wasser wird dem Stack erneut zugeführt (sog. Rezyklat).

Sauerstoff:

Der wassergesättigte Sauerstoffstrom wird aus dem Elektrolyseur mit ca. 50°C und bis zu 30 bar (erwartet: ca. 3 bar) abgeführt. Dieser kann je nach Hersteller noch gekühlt werden, um den Taupunkt zu senken und weiteres Wasser zurückzugewinnen. Anschließend wird der Sauerstoff über eine Abblaseleitung über dem Containerdach abgeblasen und in die Atmosphäre abgegeben.

Wasserstoff:

Der wassergesättigte Wasserstoffstrom wird aus dem Elektrolyseur mit ca. 50°C und bis zu 30 bar abgeführt, in einem Verteiler gesammelt und anschließend der Gasreinigung zugeführt.

Abfahren

Grundsätzlich gibt es mindestens zwei verschiedene Abfahr-Szenarien:

Not-Aus:

- Unsichere Betriebsbedingungen (z.B. Druck/Temperatur zu hoch)
- Gassensoren detektieren zu hohen Wasserstoffgehalt im Container
- Stromausfall
- Mindestmenge Stickstoff nicht verfügbar
- Manuelle Betätigung
- ...

Beim Abfahrprozess wird sofort die Spannungsversorgung der Stacks abgeschaltet, wodurch die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion und die Abwärmeproduktion innerhalb weniger Sekunden komplett gestoppt wird. Es folgt eine Druckentlastung aller unter Druck stehenden Bauteile über die Abblaseleitungen und eine Inertisierung der Anlage durch Spülung mit Stickstoff. Gegebenenfalls wird die Steuerung über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung versorgt, falls die reguläre Versorgung nicht verfügbar ist.

Es erfolgt eine Zwangsbelüftung des Containers über Ventilatoren.

Kontrolliertes Abfahren:

- Keine Abnahme des Wasserstoffs
- Kein erneuerbarer Strom verfügbar

- Unkritischer Systemalarm (z.B. Probleme bei der Wasserversorgung oder Druckluft)
- ...

Beim Abfahrprozess wird die Spannungsversorgung der Stacks heruntergeregt, wodurch die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion und die Abwärmeproduktion kontrolliert herunterfährt. Bei längerem Stillstand (Herstellerspezifisch) erfolgt eine Druckentlastung aller unter Druck stehenden Bauteile über die Abblaseleitungen auf wenige mbar über Umgebungsdruck. Bei kürzeren Stillständen (Herstellerspezifisch) verweilt das System unter Druck. Es erfolgt keine Inertisierung mit Stickstoff.

Gasreinigung

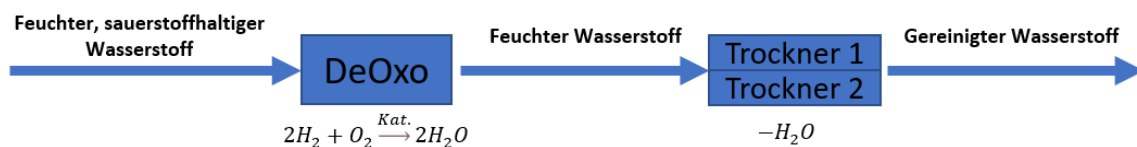
Eine Sammelleitung führt den wassergesättigten Wasserstoffstrom aus dem Elektrolyseur mit ca. 50°C und bis zu 30 bar der Gasreinigung zu. Diese besteht aus zwei Komponenten:

- Deoxidiser („DeOxo“)
- Trockner

Im Deoxo wird das Gas über einen Katalysator (z.B. Pt/Pd) geleitet, um den Sauerstoff reaktiv zu entfernen. Dabei reagiert enthaltener Restsauerstoff mit einem Teil des Wasserstoffs und es entsteht zusätzliches Wasser.

Da bei diesem Prozess außerdem Wärme entsteht, wird der Gasstrom im Deoxo gekühlt. Dadurch wird dem Gasstrom durch Kondensation Wasser entzogen.

Der feuchte und vorgekühlte Wasserstoff durchströmt anschließend den Trockner, in dem sich ein Adsorptionsbett befindet. Insgesamt sind mindestens zwei Trocknungseinheiten vorhanden, von denen eine aktiv durchströmt wird und die andere im Regenerationsmodus ist. Das enthaltene Trocknungsmittel bindet die enthaltene Feuchte durch Adsorption. Nach einer gewissen Zeit ist das Adsorptionsbett beladen („voll“) und muss regeneriert werden. Dies kann je nach verwendetem Verfahren eine Spülung mit trockenem Wasserstoff oder eine Aufheizung mit anschließender Abkühlung sein.



Diese beiden Prozesse sind notwendig, um die für Mobilitätsanwendungen notwendige Reinheit zu erreichen. Der Wasserstoff kann anschließend verdichtet (Nicht Bestandteil dieser Genehmigung) und in Fahrzeuge abgefüllt werden (Nicht Bestandteil dieser Genehmigung).

Kühlsystem

Elektrolyseure haben im Neuzustand einen Wirkungsgrad von ca. 80 %, sodass von den 2,0 MW_{el} eingesetzter Leistung ca. 0,40 MW_{th} als abzuführende Wärme anfallen. Mit fortschreitender Alterung (Richtwert Degradation: Ca. 1 % pro Jahr) der Membranen in den Stacks sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 65 % und die abzuführende Wärmemenge steigt auf ca. 0,7 MW_{th}. Die Stacks haben nach Herstellerangaben eine erwartete Lebensdauer von ca. 60.000 - 80.000 Betriebsstunden, das entspricht etwa 8-12 Jahre. Die Degradation ist bei häufigen Lastwechseln und Start/Stop Vorgängen erhöht.

Die Kühlung der Anlage erfolgt über ein geschlossenes Kühlwassersystem mit trockenen Rückkühlern (z.B. Tischkühler oder V-Kühler) auf dem Containerdach oder am Boden. Die Abwärme wird an die Umgebungsluft abgegeben. Das Kühlmedium wird eine Mischung aus demineralisiertem Wasser, 30-40% Glycol und Additiven (z.B. gegen Algenwachstum) sein.

Die Vorlauftemperatur der Rückkühler entspricht bei einer Betriebstemperatur (Elektrolyse) von 55°C etwa 40°C.

Der Kühlwasserbedarf wird in einer Größenordnung von ca. 100 m³/h bei einem ΔT von 10°C und einer Eintrittstemperatur von 35°C liegen. Dies gilt für das Ende der Stack Lebenszeit und an warmen Sommertagen. Bei tieferen Wassertemperaturen bzw. Umgebungstemperaturen und einem höheren ΔT sinkt der Kühlwasserbedarf.

Es besteht die Möglichkeit, dass dieses Temperaturniveau über eine Wärmepumpe (Optional) angehoben wird und an einen externen Verbraucher (z.B. Fernwärmenetz der Stadt Düsseldorf) abgegeben wird.

Herstellerbedingt kann es zum Einsatz adiabater Vorkühlung, Hybrid Kühlern oder der Notwendigkeit eines Kaltwassersatzes kommen, falls die Vorlauftemperaturen aus der Trockenkühlung zu hoch sind und keinen ganzjährigen Betrieb zulassen. Eine Nasskühlung wird nicht angestrebt.

H2 Übergabe

Der produzierte, gereinigte und getrocknete Wasserstoff wird über eine oberirdische Leitung mit ca. 30 bar zu der direkt angrenzenden Tankstelle am Höherweg 202a der Fa. H2-MOBILITY transportiert. Der Übergabepunkt des Wasserstoffs liegt an der Grundstücksgrenze zu dem von der H2-MOBILITY angemieteten Gelände. Die Tankstelle inkl. Verdichtung und Speicherung wird separat von H2-MOBILITY geplant, genehmigt und betrieben.

Sonstige Einrichtungen

An der Ostseite der Anlage ist ein Zufahrtstor vorgesehen, welches über das benachbarte Gelände und die bestehende Zufahrt des angrenzenden Geländes über die Betriebsstraße der Awista Logistik GmbH erreichbar ist. Dieses dient als Zufahrt für Wartungsfahrzeuge etc. und für die Feuerwehr.

Die Flächen zwischen den Container werden so befestigt, dass auch größere und schwere Teile z.B. durch Gabelstapler aus den Containern herausgehoben und bewegt werden können.

Am Standort wird ein 20-Fuss-Container als Lager für Material und Werkzeug und als Büro für Vorhaltung der Anlagendokumentation u.ä. aufgestellt. Dies stellt keinen dauerhaften Arbeitsplatz dar.

Das für Spülungen benötigte Stickstoffgas wird in handelsüblichen Flaschenbündeln von je 6 – 12 Flaschen bereitgestellt. Die Flaschenbündel werden außen so aufgestellt, dass sie für LKW-Krane von der Betriebsstraße aus zugänglich sind. Die genauen Positionen werden im Rahmen der Detailplanung festgelegt.

Die gesamte Anlage ist vollständig eingezäunt und so gegen den Zutritt Unbefugter gesichert. Für die Zufahrt ist ein Tor vorgesehen, dass von den berechtigten Personen (Wartungspersonal etc.) per Keycard o.ä. Lösung geöffnet und geschlossen wird.

Für die optionale Wärmeauskopplung sind Aufstellflächen für einen 20-Fuss-Container und einen 10-Fuss-Container (1x Wärmeauskopplung aus dem Kühlkreis der Elektrolyse, 1x Wärmepumpe und Technik Sekundärkreis) vorgesehen, sowie einen Pufferspeicher für Wärme.

Löschwasserhydranten sind in unmittelbarer Nähe vorhanden (Nähere Informationen: siehe Brandschutzkonzept).

Automatisierter Anlagenbetrieb

Die Anlagensteuerung (Prozessleitsystem) der Anlage wird komplett auf die durchgehend besetzte Kraftwerkswarte übertragen, so dass auf Auffälligkeiten, Störungen etc. unmittelbar reagiert werden kann.

Der Anlagenbetrieb erfolgt weitgehend automatisiert, so dass für den Regelbetrieb keine manuellen Arbeiten vom Betriebspersonal durchzuführen sind. Personal ist auf der Anlage für Kontrollgänge, Wartungen und Reparaturen anwesend.

Betriebsorganisation

Die H2-Anlage wird vollständig in die bestehende Betriebsorganisation des Kraftwerkes Flingern eingebunden, dies betrifft u.a.

- Die Betriebsleitung
- Die Anlagenüberwachung über die Kraftwerkswarte
- Regelmäßige Kontrollgänge
- Organisation, Steuerung und Abnahmen aller notwendigen Wartungen und Reparaturen
- Organisation, Steuerung und Abnahmen aller vorgeschriebenen Prüfungen durch ZÜS,
- Gutachter, Behörden etc.
- Erstmaßnahmen bei Störungen und Havarien
- Beschaffung von Betriebsstoffen (z.B. Stickstoff, Antiscalant, etc.)

Durch den Einsatz des erfahrenen Personals des Kraftwerkes ist von Beginn an eine hohe Qualität der Betriebsführung sichergestellt.

4.1.1.3 Medienversorgung

Die Versorgung der Anlage mit den notwendigen Medien erfolgt über Rohrleitungen und Kabel

- aus dem nahegelegenen Kraftwerk
- aus dem betriebseigenen Versorgungsnetz
- aus dem öffentlichen Versorgungsnetz.

Energieversorgung

Die maximale Leistungsaufnahme der Elektrolyseanlage beträgt zum End-of-Life bis zu 2,94 MW inkl. aller Nebenanlagen. Die Versorgung erfolgt größtenteils über eine 10 kV Leitung aus dem Kraftwerk Flingern. Kleinverbraucher der 400V-Ebene werden über einen separaten Transformator (10kV/400V) am Elektrolysestandort versorgt.

- Die Stromversorgung der Elektrolyse erfolgt auf der 10 kV_{AC} Ebene aus dem benachbarten Kraftwerk Flingern der SWD AG, um die Übertragungsverluste zu minimieren. Die Übertragung auf der 10 kV_{AC} Ebene von dem bereits vorhandenen Transformator erfolgt durch die neue Verlegung eines unterirdischen 10-kV-Kabels zu einer neu zu errichtenden Mittelspannungsschaltanlage (MSS).
- Die neue MSS wird in die Trafostation integriert und ist mit einer Außentür versehen, die den direkten Zugang durch den Netzbetreiber zulässt.
- In der Elektrolyseanlage wird über einen neuen Transformator auf die Arbeitsspannung der Elektrolyse (ca. 400 – 1.000 V_{AC}) umgespannt und anschließend mittels Gleichrichter auf Gleichstrom (ca. 400 – 1.000 V_{DC}) umgerichtet. Damit werden die Stacks der Anlage versorgt, in denen das demineralisierte Wasser elektrochemisch in Sauerstoff und Wasserstoff umgewandelt wird.
- Notstrom wird über das öffentliche Netz der Stadt Düsseldorf vorgesehen. Elektrolyseanlagen verfügen über ein eigenes unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem, das sicherstellt, dass

sie im Falle eines Netzwerkausfalls eigenständig in einen gesicherten Betriebszustand versetzt werden können.

- Die Anlage wird grundsätzlich auch bei Stromausfall durch NC- und NO-Ventile in einen sicheren Betriebszustand geführt („Normally Closed“ bzw. „Normally Open“).
- Die Anlagensteuerung wird über eine interne Pufferbatterie abgesichert.

Druckluft

Die Druckluftversorgung der Elektrolyseanlage (z.B. zum Schalten pneumatischer Ventile) erfolgt durch einen mitgelieferten Kompressor mit Speichereinheit im Lieferumfang der Elektrolyse. Die Versorgung der einzelnen Betriebseinheiten und Verbraucher erfolgt über Rohrleitungen und Schlauchverbindungen.

Stickstoff

Die Stickstoffversorgung der Elektrolyseanlage zur Inertisierung der Wasserstoff-führenden Anlagenbereiche erfolgt durch handelsübliche Flaschenbündel (200-300 bar), die im Freien aufgestellt werden. Über eine Druckregelarmatur wird der Druck auf etwa 3-10 bar heruntergeregelt und mittels Rohrverbindungen für den sicheren Anlagenbetrieb bereitgestellt.

Stickstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, welches zu 78 % in der Atmosphäre enthalten ist. Es ist kein Treibhausgas und unter den vorliegenden Bedingungen inert und nicht reaktiv mit Wasserstoff und Sauerstoff.

Die notwendige Logistik für die Flaschenbündel erfolgt über Gashändler mittels Fahrzeugkran und/oder Gabelstapler über die Betriebsstraße.

Die genau Aufstellposition der Flaschenbündel im Außenbereich wird im Rahmen der Detailplanung festgelegt.

Trinkwasser und Demineralisiertes Wasser

Die Versorgung der Elektrolyseanlage mit Trinkwasser erfolgt durch die Stadtwerke Düsseldorf. Es wird eine Trinkwassermenge von maximal 0,83 m³/h benötigt. Die Aufbereitung des Trinkwassers zu demineralisiertem Wasser zur Versorgung der Stacks erfolgt über eine mitgelieferte Wasseraufbereitungsanlage im Lieferumfang der Elektrolyse.

Der stöchiometrische Bedarf an demineralisiertem Wasser bei maximaler Nennleistung nach Alterung (2,3 MW) beträgt ca. 375 l/h. Durch den Austrag von Tröpfchen sowie wassergesättigtem Wasserstoff und Sauerstoff aus den Stacks ist der reale Bedarf etwas höher, aber derzeit nicht genauer zu definieren.

Aus dem Betrieb der Wasseraufbereitung, der Elektrolyse und der Gasreinigung fällt überschüssiges demineralisiertes Wasser und Kondensat (ebenfalls demineralisiertes Wasser) aus der Gastrocknung an.

Abwasser

Es wird eine Trinkwassermenge von maximal 0,83 m³/h verwendet und stöchiometrisch eine Menge an demineralisiertem Wasser von 375 l/h benötigt. Damit ergibt sich eine maximale Abwassermenge von 455 l/h bei maximaler Nennlast.

Die größte Abwasserquelle ist die Erzeugung des demineralisierten Wassers in der Wasseraufbereitungsanlage. Weiteres Abwasser kann bei der Gasreinigung anfallen.

Die Qualität des Abwassers entspricht der zugeführten Trinkwasserqualität mit einer aufkonzentrierten

Anzahl der enthaltenen Ionen um den Faktor 2-4. Calcium und Magnesium können während Spülprozessen Werte bis Faktor 25 (Ca) bzw. Faktor 20 (Mg) annehmen. Es sind keine weiteren Stoffe im Abwasser enthalten. Der pH-Wert entspricht etwa der Eingangsqualität.

Die Abwassereinleitung erfolgt über eine Indirekteinleitung in einen vorhandenen DN250 Abwasserkanal (Mischwassersystem) direkt nördlich des Betriebsgrundstücks.

4.1.1.4 Energie- und Massenbilanz

Da derzeit noch keine Lieferanten für die Elektrolysetechnik ausgewählt ist, wurden für die Massenbilanz typische Werte von den Herstellern erfragt und ausgewertet. Die in diesem Antrag verwendete Massen- und Energiebilanz ist insgesamt konservativ abgeschätzt bzw. stellt die Bandbreiten dar:

Wirkungsgrad der Elektrolyse:

- Zu Betriebsbeginn ca. 80 % der eingesetzten Elektroenergie
- Nach ca. 60.000-80.000 Betriebsstunden (ca. 10 Jahre) erwartet: ca. 65 %

Strombedarf:

- Elektrolyse ca. 2 MW_{el}
- Nach 60.000-80.000 Betriebsstunden (ca. 10 Jahre) erwartet: ca. 2,3 MW_{el} zum Ausgleich des gesunkenen Wirkungsgrads der Elektrolyse
- Elektrolyse nach Alterung inklusiver aller Nebenanlagen (ohne Wärmepumpe): ca. 2,64 MW_{el}
- Wärmepumpe (optional): 0,3 MW_{el}

Kühlbedarf der Elektrolyse

- Zu Betriebsbeginn ca. 0,4 MW
- Nach 60.000-80.000 Betriebsstunden (ca. 10 Jahre) erwartet: ca. 0,7 MW

Wasserstoffherzeugung

- Bis zu 46 kg H₂/h
- Erwartungswert etwa 36 kg H₂/h

4.1.2 Maßnahmen zur effizienten Energienutzung

Im Betrieb der Anlage stellt der Energieverbrauch der Anlage den größten Kostenfaktor dar. Etwa 70-90% der OPEX-Kosten sind Stromkosten. Seitens des Anlagenbetreibers besteht deshalb ein kontinuierliches Interesse an höchstmöglicher Effizienz der Anlage, welche über Wartungsverträge kontinuierlich geprüft und optimiert wird.

4.1.3 Maßnahmen zur Anlagensicherheit

Da noch kein Lieferant für die Anlage ausgewählt wurde, ist eine detaillierte Anlagenplanung inkl. aller Planungsschritte zur Anlagensicherheit bezüglich Brandschutzes und Explosionsschutz noch nicht erfolgt.

Für diesen Genehmigungsantrag wurden fachliche Stellungnahmen der einschlägigen Gutachter erarbeitet, die im Rahmen der Ausführungsplanung umgesetzt werden.

Die finalen Gutachten werden in enger Abstimmung der Gutachter mit dem Anlagenlieferanten erarbeitet und die vorgeschriebenen Prüfungen und Abnahmen werden im Rahmen der Anlagenerrichtung und Inbetriebnahme durchgeführt. Dies beinhaltet nach dem derzeitigen Sachstand die folgenden Bereiche:

- Brandschutz (siehe Kapitel 3)
- Explosionsschutz

Die Elektrolyseanlage besitzt keine störfallrelevanten Anlagenteile. Aufgrund der geringen Inventarmengen und großen Entfernungen schließen wir die Auslösung eines Störfalls an dem Kraftwerk Flingern oder der Müllverbrennungsanlage durch einen Unfall an der Elektrolyseanlage aus. Eine erläuternde Begründung ist dem Antrag in Kapitel 6 beigefügt.

Derzeit ist noch in Klärung wie die Anlage auf der Kraftwerkswarte eingebunden wird. Sollte die Anlage über eine öffentliche Ethernet Verbindung eingebunden sein, werden entsprechende Cybersecurity Maßnahmen getroffen, um ein Eindringen von außen zu verhindern. Alternativen können andere Kommunikationsprotokolle wie z.B. Profinet, Profibus oder eine andere Direktverbindung sein. Herstellerbedingt ist es möglich, dass eine Variante bereits fixiert ist.

Weiterhin ist es möglich, dass bestimmte Anlagenparameter durch Wartungsverträge oder kontinuierliche Verbesserungsprozesse über den Hersteller per Remote Zugriff als ausschließlicher Lesezugriff einsehbar sind. Eine Anlagensteuerung ist über diese Schnittstelle nicht möglich bzw. notwendig. Diese Verbindung wird ebenfalls entsprechend abgesichert.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0
Telefax +49(209)98308 11

www.mbbm-ind.com

Dr.-Ing. Kai Humberg
Telefon +49(209)98308 47
kai.humberg@mbbm-ind.com

29. November 2023
M177187/01 Version 1 HMB/SALI

Stadtwerke Düsseldorf – Elektrolyseur am Höherweg

Explosionsschutzkonzept i. S. d. § 6 (9) Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Bericht Nr. M177187/01

Auftraggeber:	Stadtwerke Düsseldorf AG Höherweg 100 40233 Düsseldorf
Auftragsnummer:	240/4550074083
Bearbeitet von:	Dr.-Ing. Kai Humberg Dipl.-Ing. (FH) Daniel Radespiel
Berichtsumfang:	Insgesamt 61 Seiten, davon 53 Seiten Textteil 4 Seiten Anhang A 4 Seiten Anhang B

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	4
1.1	Abgrenzung	4
1.2	Verantwortlichkeit für den Betriebsbereich	5
2	Grundlagen	6
2.1	Betreiberunterlagen	6
2.2	Literaturquellen	6
3	Anlagenbeschreibung	9
3.1	Art und Lage der Anlage	9
3.2	Beschreibung Elektrolyseanlage	9
4	Stoffdaten und sicherheitstechnische Kenndaten	16
5	Gefährdungsbeurteilung – Vorgehensweise	17
5.1	Beurteilung der Explosionsgefahr	17
5.2	Ermittlung der explosionschutztechnisch relevanten Anlagenteile/Bereiche	18
5.3	Primärer Explosionsschutz	18
6	Schutzkonzept – Vorgehensweise	20
6.1	Allgemeines	20
6.2	Zoneneinteilung	20
6.3	Sekundärer Explosionsschutz	20
6.4	Tertiärer Explosionsschutz	21
6.5	Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725	21
6.6	Kennzeichnung von Geräten und Schutzsystemen	23
6.7	Organisatorische Maßnahmen	25
6.8	Allgemeine Maßnahmen	28
7	Gefährdungsbeurteilung/Schutzkonzept	30
7.1	Behälter für demineralisiertes Wasser	30
7.2	Elektrolyse	35
7.3	Gasreinigung	42
7.4	Gastransport zum Verbraucher	46
8	Zusammenfassung der Zielvorgaben (ZV)	50
9	Fazit	53

Anhang A Ermittlung explosionsschutztechnisch relevanter Anlagenteile

Anhang B R&I-Schema

S:\MIPROJ\177M177187\M177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

1 Situation und Aufgabenstellung

1.1 Allgemeines

Die Stadtwerke Düsseldorf AG, nachfolgend auch kurz SWD genannt, beabsichtigen die Errichtung einer 2-MW-Elektrolyseanlage zur Erzeugung von grünem Wasserstoff am Standort Höherweg in Düsseldorf.

Die Ausführung des Elektrolyseurs erfolgt als 2 × 1 MW oder 1 × 2 MW Anlage. Die Anlage soll bis zu 46 kg Wasserstoff pro Stunde produzieren können. Die elektrische Stromversorgung des Elektrolyseurs wird auf Mittelspannungsebene über eine Direktleitung aus dem Kraftwerk Flingern realisiert.

Als Elektrolyseverfahren wird eine trockene Elektrolyse (PEM) vorgesehen.

Der produzierte Wasserstoff wird über eine oberirdische Leitung zu der direkt angrenzenden (zukünftigen) Tankstelle am Höherweg 202a der Fa. H2-MOBILITY transportiert. Der Übergabepunkt des Wasserstoffs liegt an der Grundstücksgrenze zu dem von der H2-MOBILITY angemieteten Gelände.

Die geplante Anlage wird in Technikcontainern im Freien aufgestellt. Zusätzlich sollen Werkstatt-/Materialcontainer sowie ggf. eine Trafostation mit den zugehörigen Rohrleitungen, Verkabelungen etc. eingerichtet werden.

Bei dem gehandhabten Stoff Wasserstoff (H₂) handelt es sich um ein entzündbares Gas. Aufgrund des explosionschutztechnischen Gefährdungspotenzials von Wasserstoff ist prinzipiell mit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) bzw. gefährlicher explosionsfähiger Gemische (g. e. G.) zu rechnen.

Aufgrund der vorgenannten Gefährdung wird für die geplante Anlage ein Explosionsschutzkonzept i. S. v. § 6 (9) Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) i. V. m. Anhang I Nr. 1 erstellt.

1.2 Abgrenzung

Im Rahmen des vorliegenden Explosionsschutzkonzepts werden die nachfolgenden potenziell explosionsgefährdeten Anlagen und Anlagenteile sowie zugehöriger Peripherie (Rohrleitungen, Sicherheits-Ausblaseventile etc.) der Elektrolyseanlage berücksichtigt. Die Auswahl der potenziell explosionsgefährdeten Anlagen und Anlagenteile erfolgte nach dem Schema im Anhang A.

Tabelle 1. Übersicht über die potenziell explosionsgefährdeten Betriebseinheiten (BE) und die dazugehörigen Anlagen und Anlagenteile (aus Betreiberunterlagen [2]).

Betriebseinheit	Bezeichnung
BE 1 – 2	Behälter für demineralisiertes Wasser, ca. 1,5 m ³
BE 2 – 2	Behälter für demineralisiertes Wasser, ca. 1,5 m ³
BE 1 – 3	Elektrolyseur
BE 2 – 3	Elektrolyseur
	H ₂ -Entlüftung
	O ₂ -Entlüftung

Betriebseinheit	Bezeichnung
BE 1 – 5	Gasreinigung
BE 2 – 5	Gasreinigung Gastransportleitungen zum Verbraucher

1.3 Verantwortlichkeit für den Betriebsbereich

Verantwortlich für den Betrieb der Elektrolyseanlage der SWD sind folgende Personen:

- Betriebsleiter Heizkraftwerke
- Stellv. Betriebsleiter Heizkraftwerke

2 Grundlagen

2.1 Betreiberunterlagen

Für die explosionsschutztechnische Betrachtung der unter Abschnitt 1.2 genannten Anlagen und Anlagenteile wurden vom Betreiber die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Anlage und Betrieb – Beschreibungen, erstellt durch die Ramboll Deutschland GmbH, Stand 24.11.2023
- [2] R&I Fließbild, erstellt durch die Ramboll Deutschland GmbH, Stand 24.11.2023

2.2 Literaturquellen

Für die Erstellung des vorliegenden Explosionsschutzkonzepts wurden insbesondere die nachfolgend aufgeführten Literaturquellen verwendet:

- [3] 11. ProdSV: Explosionsschutzprodukteverordnung, Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz, vom 06.01.2016, letzte Änderung 27.07.2021
- [4] ASR A1.3: Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR), Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung vom 28.02.2013, letzte Änderung 01.03.2022
- [5] BetrSichV: Betriebssicherheitsverordnung – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln vom 03.02.2015, letzte Änderung am 27.07.2021
- [6] BGV A3/DGUV Vorschrift 3, Elektrische Anlagen und Betriebsmittel – Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV)-, Ausgabe 01/1997
- [7] BGV A8/DGUV Vorschrift 9 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz, Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV)-, Ausgabe 09/2002
- [8] DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Stand 12/2022
- [9] DIN EN 1127-1: Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik, Stand 10/2019
- [10] DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1): Explosionsgefährdete Bereiche, Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen, Stand 10/2014
- [11] DIN EN IEC 60079-0:2019-09 (VDE 0170-1:2019-09): Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2017); Deutsche Fassung; Stand 09/2019 inkl. DIN EN IEX 60079-0 Berichtigung 1:2021-04 von April 2021
- [12] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1:2011-10): Blitzschutz, Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Ausgabedatum vom 10/2011)
- [13] DVGW G 442: Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen vom 07/2015

- [14] GefStoffV: Gefahrstoffverordnung, Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, vom 26.11.2010, letzte Änderung 21.07.2021
- [15] GESTIS-Stoffdatenbank: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Onlinedatenbank
- [16] RL 1999/92/EG: Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, Stand 28.01.2000 (RL 2007/30/EG vom 27.06.2007)
- [17] RL 2014/34/EU: Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26.02.2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen – ATEX-Produkt-Richtlinie, Stand 29.03.2014 (ABl. Nr. L 96 vom 29.03.2014 S. 309)
- [18] TRBS 1112: Instandhaltung, Technische Regeln für Betriebssicherheit, Stand 14.03.2019 (GMBI. Nr. 13 – 16 vom 23.05.2019 S. 218)
- [19] TRBS 1112 Teil 1: Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen, Technische Regeln für Betriebssicherheit, Stand 15.03.2010 (GMBI. Nr. 29 vom 12.05.2010 S. 615)
- [20] TRGS 555: Betriebsanweisungen und Information der Beschäftigten, Technische Regeln für Gefahrstoffe, Stand vom 09.02.2017 (GMBI. Nr. 15 vom 20.04.2017 S. 275)
- [21] TRGS 720: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Gemische vom 26.06.2020 (GMBI. Nr. 21 vom 24.07.2020 S. 419, ber. 2021 S. 399)
- [22] TRGS 721: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Gemische, Beurteilung der Explosionsgefährdung vom 07.09.2020 (GMBI. Nr. 38 vom 02.10.2020 S. 807; 01.12.2020 S. 1116)
- [23] TRGS 722: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische vom 18.02.2021 (GMBI. Nr. 17 – 19 vom 16.03.2021 S. 399, 23.03.2022 S. 196)
- [24] TRGS 723: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische vom 02.07.2019 (GMBI. Nr. 33/34 vom 26.08.2019 S. 638; 07.09.2020 S. 815)
- [25] TRGS 724: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken vom 02.07.2019 (GMBI. Nr. 33/34 vom 26.08.2019 S. 656)

- [26] TRGS 725: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre-, Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen vom 05. April 2023 (GMBI. Nr. 33/34 vom 05.06.2023 S. 727)
- [27] TRGS 727: Technische Regeln für Gefahrstoffe, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung vom 28.01.2016 (GMBI Nr. 12 – 17 vom 26.04.2016 S. 256, ber. S. 623)

3 Anlagenbeschreibung

3.1 Art und Lage der Anlage

Der Standort liegt auf dem Betriebsgelände der SWD in der Nachbarschaft zum Heizkraftwerk Flingern und der Müllverbrennungsanlage (MVA) in Düsseldorf-Flingern.

Die Elektrolyseanlage soll auf einer bisher unbebauten, durchgängig asphaltierten Fläche errichtet werden.

Westlich und nördlich des Standorts befindet sich das Betriebsgelände der Stadtwerke. Unmittelbar westlich der Grundstücksgrenze liegt der Standort der zukünftigen Tankstelle, die von der Fa. H2-MOBILITY geplant und betrieben wird. Der erzeugte Wasserstoff wird an der Grundstücksgrenze an die Fa. H2-MOBILITY übergeben.

Die Verkehrsanbindung erfolgt über die Straße „Höherweg“.

3.2 Beschreibung Elektrolyseanlage

Die Wasserstofferzeugungsanlage besteht aus zwei 1 MW PEM-Elektrolyseuren (oder einem 2 MW PEM-Elektrolyseur), welche aus mehreren Stacks zusammengesetzt sind.

Die Gesamtanlage besteht im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

- Strominfrastruktur
 - Mittelspannungsschaltanlage 10 kV
 - Transformator und Gleichrichter für den Elektrolyseur
 - Optionaler Hilfstransformator 10 kV / 400 V (falls notwendig)
 - Niederspannungshauptverteilung
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für sicherheitsrelevante Einrichtungen
- 2 × 1-MW-Elektrolyseur oder 1 × 2-MW-Elektrolyseur
 - Wasseraufbereitung von Trinkwasser zu demineralisiertem Wasser
 - Geschlossenes Kühlsystem
 - Rückkühler (Containerdach)
 - Kühlwasserpumpen
 - Wärmetauscher
 - Optionaler Kaltwassersatz (falls notwendig)
 - Gasreinigung
 - DeOxo für Wasserstoff (katalytische Entfernung von Sauerstoff)
 - Gastrockner für Wasserstoff
 - Gasanalytik

- Abblaseleitungen über Dach
 - Wasserstoff
 - Sauerstoff
- (Optionale Wärmeauskopplung inklusive Wärmepumpe)

3.2.1 Wasseraufbereitung

Die Elektrolyse benötigt für den Betrieb demineralisiertes Wasser; also Trinkwasser, dem die enthaltenen Ionen entzogen wurden. Es wird auch vollentsalztes Wasser bzw. Deionat genannt. Das Trinkwasser wird aus dem öffentlichen Versorgungsnetz entnommen und der Wasseraufbereitungsanlage zur Erzeugung des demineralisierten Wassers zugeführt. Diese besteht aus verschiedenen Aufbereitungsschritten, die – je nach Anforderung des ausgewählten Herstellers und der vorhandenen Qualität des Trinkwassers – Anwendung finden:

- Filtration
- Enthärtung
- Entsalzung durch Umkehrosmose
- Entgasung
- Elektrodeionisation
- Ionentauscher

Im Normalfall ist eine Umkehrosmose ausreichend, mit der demineralisiertes Wasser mit einer Leitfähigkeit von ca. 0,5 – 3 μS erzeugt werden kann. Eine genaue Trinkwasseranalyse kann i. V. m. den Anforderungen des Elektrolyseherstellers zu zusätzlichen (o. g.) Aufbereitungsmethoden führen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein Zwischenspeicher/Puffertank inklusive Pumpe zwischen Wasseraufbereitung und Stacks vorhanden ist (Lieferumfang Elektrolyse).

3.2.2 Elektrolyseur

Als Elektrolyseverfahren wird eine trockene Elektrolyse („PEM-Elektrolyse“) eingesetzt. Derzeit ist der genaue Hersteller noch nicht ausgewählt, daher sind die Beschreibungen generisch. Erfahrungsgemäß sind die Unterschiede zwischen den PEM-Elektrolyseuren in Bezug auf die Leistungsdaten und die Massen- und Energiebilanzen aber relativ gering.

Der wesentliche Einsatzstoff für die Elektrolyse ist neben Strom das demineralisierte Wasser.

Das zentrale Bauteil der Elektrolyse sind in Serie geschaltete Elektrolysezellen, der sog. Zellstapel (Stack). Jede dieser Zellen wird über die angelegte Gleichspannung mit Strom versorgt. Die Membran zwischen Anode und Kathode ist semipermeabel und nur für Protonen durchgängig (PEM = Proton-Exchange-Membrane). In diesen Zellen wird das demineralisierte Wasser in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten.

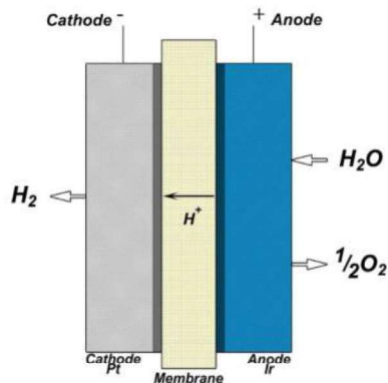


Abbildung 1. Einzelne Elektrolysezelle. Bild entnommen aus [1].

Sicherer Ausgangszustand / Inertisierung

In Abhängigkeit des letzten Betriebszustands kann eine Spülung mit Stickstoff notwendig sein (z. B. Erstinbetriebnahme, Wartung etc.), um sauerstoffhaltige Umgebungsluft aus der Anlage auszutreiben und ein sicheres Anfahren zu gewährleisten. Das so entstehende Gemisch aus Luft und Stickstoff wird über Rohrleitungen zu einer zentralen Abblaseleitung geführt und in die Atmosphäre abgegeben. Dieser Vorgang kann bis zu 15 Minuten dauern.

Im Normalfall bleibt das System unter Wasserstoffatmosphäre (Kathode) bzw. Sauerstoffatmosphäre (Anode). Dabei kann der Systemdruck etwas entspannt werden, allerdings immer über Atmosphärendruck, um Lufteindringen zu verhindern. Das Eindringen von Umgebungsluft (genauer: Sauerstoff) kann bei vorhandenem Wasserstoff zu einem explosionsfähigen Gemisch führen und ist deshalb stets zu verhindern.

Das System kann aus diesen beiden Zuständen sicher angefahren werden:

- Zustand 1: Inertisiert mit Stickstoff (ggf. über Umgebungsdruck)
- Zustand 2: Sicher abgefahren unter H_2 -/ O_2 -Atmosphäre über Umgebungsdruck

Anfahren

Grundsätzlich gibt es mindestens zwei verschiedene Anfahr-Szenarien:

Cold-Standby (Zustand 1)

- Systemtemperatur \approx Umgebungstemperatur
- Systemdruck \approx Umgebungsdruck
- Zeit bis max. Produktion: Ca. 5 – 30 min
- System durch Stickstoff inertisiert

Beim Anfahrprozess werden die Stacks unter Spannung gesetzt und die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion langsam auf den vorgegebenen Betriebspunkt erhöht. Die Temperatur erhöht sich durch die Reaktion, der Druck wird vom System kontinuierlich aufgebaut. Während des gesamten Anfahrprozesses werden die erzeugten Gase (H_2 und O_2) über die Abblaseleitungen an die Umgebung abgegeben, bis die benötigte Qualität erreicht wird.

Danach wird in den Normalbetrieb übergegangen.

Hot-Standby (Zustand 2)

- Systemtemperatur \approx Betriebstemperatur (ca. 55 °C)
- Systemdruck > Umgebungsdruck (bis zu 30 bar)
- Zeit bis max. Produktion: Ca. 0,5 – 5 min
- System unter H_2 -/ O_2 -Atmosphäre

Beim Anfahrprozess werden die Stacks unter Spannung gesetzt und die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion auf den vorgegebenen Betriebspunkt erhöht.

Danach wird in den Normalbetrieb übergegangen.

Normalbetrieb

Die einzelnen Stacks werden mit einem Betriebsdruck von ca. 30 bar und einer Betriebstemperatur von ca. 55 °C betrieben. Aus der elektrochemischen Reaktion in der Elektrolysezelle entstehen zwei 2-Phasengemische:

- Wasserstoff mit Wasser
- Sauerstoff mit Wasser

Diese werden jeweils einem Wasserabscheider (z.B. Tröpfchenabscheider) zugeführt, um den Gasstrom vom überwiegenden Anteil an Wasser zu trennen.

Für die explosionsschutztechnische Bewertung wird konservativ angenommen, dass das abgetrennte Wasser über den Behälter für demineralisiertes Wasser dem Stack erneut zugeführt wird (sog. Rezyklat).

Sauerstoff

Der wassergesättigte Sauerstoffstrom wird aus dem Elektrolyseur mit ca. 50 °C und bis zu 30 bar (erwartet: Ca. 3 bar) abgeführt. Dieser kann je nach Hersteller noch gekühlt werden, um den Taupunkt zu senken und weiteres Wasser zurückzugewinnen. Anschließend wird der Sauerstoff über eine Ausblaseleitung über dem Containerdach abgeblasen und in die Atmosphäre abgegeben.

Wasserstoff

Der wassergesättigte Wasserstoffstrom wird aus dem Elektrolyseur mit ca. 50 °C und bis zu 30 bar abgeführt, in einem Verteiler gesammelt und anschließend der Gasreinigung zugeführt.

Abfahren

Grundsätzlich gibt es mindestens zwei verschiedene Abfahr-Szenarien:

Not-Aus

- Unsichere Betriebsbedingungen (z. B. Druck/Temperatur zu hoch)
- Gassensoren detektieren zu hohen Wasserstoffgehalt im Container
- Stromausfall
- Mindestmenge Stickstoff nicht verfügbar
- Manuelle Betätigung
- ...

Beim Abfahrprozess wird sofort die Spannungsversorgung der Stacks abgeschaltet, wodurch die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion und die Abwärmeproduktion innerhalb weniger Sekunden komplett gestoppt wird. Es folgt eine Druckentlastung aller unter Druck stehenden Bauteile über die Abblaseleitungen und eine Inertisierung der Anlage durch Spülung mit Stickstoff. Ggf. wird die Steuerung über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung versorgt, falls die reguläre Versorgung nicht verfügbar ist. Es erfolgt eine Zwangsbelüftung des Containers über Ventilatoren.

Kontrolliertes Abfahren

- Keine Abnahme des Wasserstoffs
- Kein erneuerbarer Strom verfügbar
- Unkritischer Systemalarm (z. B. Probleme bei der Wasserversorgung oder Druckluft)
- ...

Beim Abfahrprozess wird die Spannungsversorgung der Stacks heruntergeregelt, wodurch die Wasserstoff-/Sauerstoffproduktion und die Abwärmeproduktion kontrolliert auf 0 fällt. Bei längerem Stillstand (Herstellerspezifisch) erfolgt eine Druckentlastung aller unter Druck stehenden Bauteile über die Abblaseleitungen auf wenige mbar über Umgebungsdruck. Bei kürzeren Stillständen (Herstellerspezifisch) verweilt das System unter Druck. Es erfolgt keine Inertisierung mit Stickstoff.

3.2.3 Gasreinigung

Eine Sammelleitung führt den wassergesättigten Wasserstoffstrom aus dem Elektrolyseur mit ca. 50 °C und bis zu 30 bar der Gasreinigung zu. Diese besteht aus zwei Komponenten:

- Deoxidiser („DeOxo“)
- Trockner

Im Deoxo wird das Gas über einen Katalysator (z. B. Pt/Pd) geleitet, um den Sauerstoff reaktiv zu entfernen. Dabei reagiert enthaltener Restsauerstoff mit einem Teil des Wasserstoffs und es entsteht zusätzliches Wasser.

Da bei diesem Prozess außerdem Wärme entsteht, wird der Gasstrom im Deoxo gekühlt. Dadurch wird dem Gasstrom durch Kondensation Wasser entzogen.

Der feuchte und vorgekühlte Wasserstoff durchströmt anschließend den Trockner, in dem sich ein Adsorptionsbett befindet. Insgesamt sind mindestens zwei Trocknungseinheiten vorhanden, von denen eine aktiv durchströmt wird und die andere im Regenerationsmodus ist. Das enthaltene Trocknungsmittel bindet die enthaltene Feuchte durch Adsorption. Nach einer gewissen Zeit ist das Adsorptionsbett beladen („voll“) und muss regeneriert werden. Dies kann je nach verwendetem Verfahren eine Spülung mit trockenem Wasserstoff oder eine Aufheizung mit anschließender Abkühlung sein.

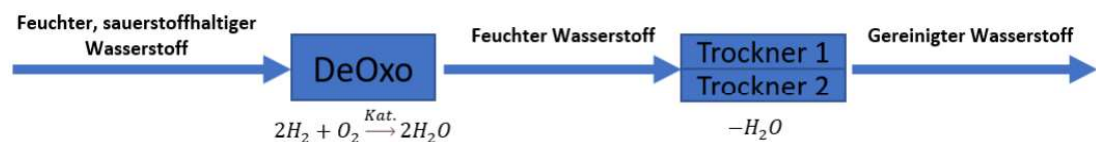


Abbildung 2. Blockschaubild Gasreinigung. Bild entnommen aus [1].

Diese beiden Prozesse sind notwendig, um die für Mobilitätsanwendungen notwendige Reinheit zu erreichen. Der Wasserstoff kann anschließend verdichtet (nicht Bestandteil dieser Anlage) und in Fahrzeuge abgefüllt werden (nicht Bestandteil dieser Anlage).

3.2.4 Kühlsystem

Elektrolyseure haben im Neuzustand einen Wirkungsgrad von ca. 80 %, sodass von den 2,0 MW_{el} eingesetzter Leistung ca. 0,40 MW_{th} als abzuführende Wärme anfallen. Mit fortschreitender Alterung (Richtwert Degradation: Ca. 1 % pro Jahr) der Membranen in den Stacks sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 65 % und die abzuführende Wärmemenge steigt auf ca. 0,7 MW_{th}. Die Stacks haben nach Herstellerangaben eine erwartete Lebensdauer von ca. 60 000 bis 80 000 Betriebsstunden, das entspricht etwa acht bis zwölf Jahren. Die Degradation ist bei häufigen Lastwechseln und Start-/Stop-Vorgängen erhöht. Die Kühlung der Anlage erfolgt über ein geschlossenes Kühlwassersystem mit trockenen Rückkühlern (z. B. Tischkühler oder V-Kühler) auf dem Containerdach. Die Abwärme wird an die Umgebungsluft abgegeben. Das Kühlmedium wird eine Mischung aus demineralisiertem Wasser, 30 – 40 % Glycol und Additiven (z. B. gegen Algenwachstum) sein.

Die Vorlauftemperatur der Rückkühler entspricht bei einer Betriebstemperatur (Elektrolyse) von 55 °C etwa 40 °C.

Es besteht die Möglichkeit, dass dieses Temperaturniveau über eine Wärmepumpe angehoben wird und an einen externen Verbraucher (z. B. Fernwärmenetz der Stadt Düsseldorf) abgegeben wird.

Herstellerbedingt kann es zum Einsatz adiabater Vorkühlung, Hybrid Kühlern oder der Notwendigkeit eines Kaltwassersatzes kommen, falls die Vorlauftemperaturen aus der Trockenkühlung zu hoch sind und keinen ganzjährigen Betrieb zulassen. Eine Nasskühlung wird nicht angestrebt.

3.2.5 H₂-Übergabe

Der produzierte und gereinigte Wasserstoff wird über eine oberirdische Leitung mit ca. 30 bar zu der direkt angrenzenden Tankstelle am Höherweg 202a der Fa. H2-MOBILITY transportiert. Der Übergabepunkt des Wasserstoffs liegt an der Grundstücksgrenze zu dem von der H2-MOBILITY angemieteten Gelände. Die Tankstelle inklusive Verdichtung und Speicherung wird separat von H2-MOBILITY geplant und betrieben.

4 Stoffdaten und sicherheitstechnische Kenndaten

In den Anlagen und Anlagenteilen der Elektrolyseanlage wird u. a. Wasserstoff gehandhabt, welcher unter den herrschenden Betriebsbedingungen g. e. A. und/oder g. e. G. erzeugen kann.

Gem. Nr. 2.2 (7) TRGS 720 [21] wird g. e. A. als g. e. G. mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar) definiert.

Die explosionsschutztechnisch relevanten sicherheitstechnischen Kenndaten von Wasserstoff sind tabellarisch in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführt und wurden der GESTIS-Stoffdatenbank [15] entnommen.

Tabelle 2. Sicherheitstechnische Kennzahlen der explosionsschutztechnisch relevanten Stoffe (hier: Wasserstoff).

Stoffdaten / sicherheitstechnische Kennzahlen	Einheit	Wasserstoff
Zündtemperatur	°C	560
Flammpunkt	°C	--
Untere Explosionsgrenze (UEG)	Vol.-%	4
Obere Explosionsgrenze (OEG)	Vol.-%	77
Untere Explosionsgrenze (UEG)	g/m ³	3,4
Obere Explosionsgrenze (OEG)	g/m ³	65
Explosionsgruppe	--	IIC
Sauerstoffgrenzkonzentration	Vol.-%	4,3
Medianwert	µm	--
Max. Explosionsdruck	Bar	8,3
KSt-Wert	bar * m/s	--
Mindestzündenergie	mJ	0,016
Temperaturklasse	--	T1
Max. Oberflächentemperatur	°C	450 ^{a)}
Selbstentzündungstemperatur	°C	--

^{a)} Die angegebene maximale Oberflächentemperatur ist aus der Temperaturklasse abgeleitet.

5 Gefährdungsbeurteilung – Vorgehensweise

5.1 Allgemeines

Nach § 3 BetrSichV [5] und §§ 6 und 11 GefStoffV [14] i. V. m. Anhang I, Nr. 1.6 (2) GefStoffV [14] hat der Arbeitgeber die Wahrscheinlichkeit und Dauer des Auftretens von g. e. A. (vgl. Nr. 2.2 (7) TRGS 720 [21]) und/oder g. e. G. (vgl. Nr. 2.2 (5) TRGS 720 [21]), die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins der Aktivierung und des Wirksamwerdens von Zündquellen sowie das Ausmaß der zu erwartenden Auswirkungen von Explosionen zu beurteilen (Grundlagen nach TRGS 720 [21] und nach TRGS 721 [22]).

Nach Nr. 2.2, insbesondere (5) und (7), TRGS 720 [21] ist

- g. e. G. ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden und
- g. e. A. ein g. e. G. mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar).

5.2 Beurteilung der Explosionsgefahr

Die Beurteilung hat nach Nr. 3 TRGS 721 [22] nur für Anlagen und/oder Bereiche zu erfolgen, bei denen die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. nicht sicher verhindert werden kann.

Diese Voraussetzungen sind nachfolgend für Gase (gilt auch für Dämpfe und Nebel) beschrieben.

Gase

Für Gase gelten im Allgemeinen die folgenden Voraussetzungen für die Bildung von g. e. A. / g. e. G.

- Brennbares Gas
- Ausreichende Dispersion
- Überschreitung der unteren Explosionsgrenze (UEG)
- Unterschreitung der oberen Explosionsgrenze (OEG)
- Ausreichender Sauerstoffgehalt
- Zusammenhängendes Volumen an explosionsfähiger Atmosphäre von mehr als 10 l bzw. bei kleinen Räumen 1/10 000 des Raumvolumens¹

¹ Auch kleinere Mengen können bereits gefahrdrohend sein, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe von Menschen befinden [23].

5.3 Ermittlung der explosionsschutztechnisch relevanten Anlagenteile/-bereiche

Die Anlagenteile/-bereiche gem. Abschnitt 1.2, in denen aufgrund der gehandhabten Stoffe mit der Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre (e. A.) und/oder explosionsfähigem Gemisch (e. G.) zu rechnen ist, werden im Rahmen der tabellarischen Bewertung in Abschnitt 7 näher betrachtet.

Da eine Bewertung der g. e. A. und/oder g. e. G. nur in Anlagenteilen/-bereichen erforderlich ist, in denen diese nicht sicher verhindert werden kann, sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zunächst die primären Schutzmaßnahmen vor der Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. gem. TRGS 722 [23] zu berücksichtigen.

5.4 Primärer Explosionsschutz

Als primäre Schutzmaßnahmen werden Maßnahmen bezeichnet, durch die eine Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. vermieden oder, wenn eine vollständige Verhinderung nicht möglich ist, eingeschränkt wird.

Bereits in der Planungsphase einer Anlage sind die konzeptionellen Überlegungen wie beispielsweise verfahrenstechnische Maßnahmen, Bauart und räumliche Anordnung der Anlagen und Anlagenteile i. S. v. Nr. 3.1 TRGS 722 [23] zu beachten.

Das Vermeiden oder Einschränken von g. e. A. und/oder g. e. G. ist gem. TRGS 722 [23] (Vermeidung oder Einschränkung g. e. G.) grundsätzlich möglich durch:

- Vermeiden von Gefahrstoffen, die g. e. G. zu bilden vermögen (Nr. 4.1)
- Konzentrationsbegrenzung für Gase und Dämpfe (Nr. 4.2.1 und Nr. 4.2.2)
- Konzentrationsbegrenzung für Stäube (Nr. 4.2.1 und Nr. 4.2.3)
- Inertisierung für das Innere von Anlagen (Nr. 4.3)
- Vermeidung g. e. G. durch Druckabsenkung oder Reduzierung der Auswirkung durch Druckabsenkung (Nr. 4.4)
- Dichtheit von Anlagenteilen (Nr. 4.5)
- Lüftungsmaßnahmen (Nr. 4.6)
- Überwachung der Konzentration in der Umgebung von Anlagen oder Anlagenteilen (Nr. 4.7)

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung wird sowohl das Innere als auch die Umgebung von Apparaturen berücksichtigt.

Für die explosionsschutztechnische Betrachtung wird i. S. v. Abschnitt 2.2 (2) TRGS 720 [21] der Normalbetrieb berücksichtigt.

5.4.1 Normalbetrieb

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem die Arbeitsmittel oder Anlagen und deren Einrichtungen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt oder betrieben werden. Die Auslegungsparameter sind der Verfahrensbeschreibung und den Herstellerdokumentationen der jeweiligen Geräte und Anlagen zu entnehmen.

Auch Inspektion und Wartung sowie die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe können zum Normalbetrieb gehören, z. B. die geringe Freisetzung von Stoffen

- aus Dichtungen, deren Wirkungen auf der Benetzung durch die geförderte Flüssigkeit beruht oder
- bei betriebsüblichen Störungen (z. B. Abrutschen eines Sacks von einer Fülleinrichtung).

Störungen (z. B. Versagen von Dichtungen, Pumpen oder Flanschen oder die Freisetzung von Stoffen infolge von Unfällen) hingegen, die z. B. eine Instandsetzung oder Abschaltung erfordern, werden nicht als Normalbetrieb angesehen.

Im Normalbetrieb wird zuerst festgestellt, ob es überhaupt zu g. e. A. und/oder g. e. G. kommen kann. Sollte dies der Fall sein, wird als Nächstes festgestellt, ob die Gefährdung verhindert oder eingeschränkt werden kann.

5.4.2 Betriebsstörungen (kein Normalbetrieb)

Bei Betriebsstörungen wird festgestellt, um welche Art der Störung es sich handelt. Es ist im Rahmen einer betriebsstörungsspezifischen Gefährdungsbeurteilung zu beurteilen, ob durch diese Betriebsstörung die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. prinzipiell möglich ist. Entsprechende Schutzmaßnahmen sind dann zu ergreifen, insbesondere bei Tätigkeiten zur Beseitigung der Betriebsstörung.

Für die Erstellung einer explosionsschutztechnischen Gefährdungsbeurteilung für Instandhaltungsarbeiten wird insbesondere auf die Regelwerke TRBS 1112 [18] und TRBS 1112, Teil 1 [19] verwiesen.

6 Schutzkonzept – Vorgehensweise

6.1 Allgemeines

Ist die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. durch die primären Schutzmaßnahmen nicht sicher auszuschließen, so werden im Schutzkonzept eine weiterführende Bewertung sowie eine Zoneneinteilung vorgenommen.

Anlagenteile/-bereiche, in denen die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. sicher verhindert wird, gelten als zonenfrei. Dies gilt auch für Anlagen/Bereiche, für die im Rahmen der vorliegenden explosionsschutztechnischen Beurteilung entsprechende Maßnahmen vorgesehen sind, wenn diese Maßnahmen zu einer sicheren Vermeidung von g. e. A. und/oder g. e. G. führen.

Für Betriebsbereiche und Anlagenteile, bei denen die Bildung von g. e. A. und/oder g. e. G. nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist in Abschnitt 7 eine tabellarische Bewertung dokumentiert.

6.2 Zoneneinteilung

Im Rahmen des Schutzkonzepts wird zunächst die Explosionsschutzzone gem. Anhang 1, Nr. 1, Punkt 1.7 GefStoffV [14] unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von g. e. A. und/oder g. e. G. festgelegt.

Für Gase gilt:

- Zone 0
ist ein Bereich, in dem g. e. A. als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- Zone 1
ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb gelegentlich g. e. A. als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.
- Zone 2
ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb g. e. A. als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

Aus der eingeteilten Zone ergeben sich im Folgenden die weiterführenden Maßnahmen, die sich aus der Anforderung an die Zone ergeben.

6.3 Sekundärer Explosionsschutz

Für die explosionsgefährdeten Anlagenteile/-bereiche sind mögliche Zündquellen, die zu einer Explosion führen können, nach Möglichkeit zu vermeiden.

Als Zündquellen gem. TRGS 723 [24] sind zu berücksichtigen:

- Heiße Oberflächen (Nr. 5.2)
- Flammen und heiße Gase (Nr. 5.3)
- Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge (Nr. 5.4), auch beim Einsatz von Werkzeugen (Nr. 5.15)

- Elektrische Anlagen (Nr. 5.5)
- Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz (Nr. 5.6)
- Statische Elektrizität (Nr. 5.7)
- Blitzschlag (Nr. 5.8)
- Elektromagnetische Felder im Bereich der Frequenzen von 9×10^3 Hz bis 3×10^{11} Hz (Nr. 5.9)
- Elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz bzw. Wellenlängen von 1000 μm bis 0,1 μm (optischer Spektralbereich) (Nr. 5.10)
- Ionisierende Strahlung (Nr. 5.11)
- Ultraschall (Nr. 5.12)
- Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase (Nr. 5.13)
- Chemische Reaktionen (Nr. 5.14)

6.4 Tertiärer Explosionsschutz

Ist eine Zündung nicht sicher zu verhindern, so ist durch entsprechende Schutzmaßnahmen (tertiärer Explosionsschutz) die Auswirkung einer eventuell auftretenden Explosion zu minimieren.

Als tertiäre Explosionsschutzmaßnahmen gem. TRGS 724 [25] gelten:

- Explosionsfeste Bauweise (Nr. 2.4)
- Explosionsdruckentlastung (Nr. 2.5)
- Explosionsunterdrückung (Nr. 2.7)
- Explosionstechnische Entkopplung (Nr. 2.9)

Unter Berücksichtigung aller vorgenannten Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass keine Gefährdung des Anlagenpersonals und Dritter durch den Betrieb der Anlage zu erwarten ist.

6.5 Bewertung der Explosionssicherheit unter Berücksichtigung der TRGS 725

Maßnahmen gegen Explosionen und damit das Explosionsschutzkonzept sind als ausreichend sicher zu bewerten, wenn entweder das Explosionsereignis als sehr selten einzustufen ist oder wenn die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß reduziert sind.

Das Explosionsschutzkonzept wird entsprechend TRGS 722 [23], TRGS 723 [24] und TRGS 724 [25] entwickelt (Explosionsschutzmaßnahmen). Die einzelnen Explosionsschutzmaßnahmen werden hinsichtlich ihrer erforderlichen Verfügbarkeit bewertet (vgl. Tabelle 3). Eine geeignete Ausführung der technischen Maßnahmen zum Explosionsschutz wird vorausgesetzt. Ergibt die Bewertung, dass zur Erreichung der benötigten Verfügbarkeit der Ex-Schutzmaßnahme zusätzliche Ex-Einrichtungen² erforderlich sind, z. B. um den Ausfall der Explosionsschutzmaßnahme zu identifizieren, wird der erforderliche Beitrag der Ex-Einrichtung ermittelt.

In der Bewertung zur Explosionssicherheit in Abschnitt 7 wird die Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme mit der erforderlichen Verfügbarkeit verglichen. Eine Ex-Einrichtung ist erforderlich, wenn die vorhandene Verfügbarkeit geringer ist als die erforderliche Verfügbarkeit.

Tabelle 3. Erforderliche Verfügbarkeit von Explosionsschutzmaßnahmen in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer g. e. A. und einer wirksamen Zündquelle auf Basis des Betriebskonzepts (vgl. TRGS 725 [26]).

Zone auf Basis des Betriebskonzepts	Zone 0/20	Zone 1/21	Zone 2/22	keine Zone
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzepts	Erforderliche Verfügbarkeit einer Explosionsschutzmaßnahme			
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltener Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich

Die Zuverlässigkeit wird in Klassifizierungsstufen angegeben (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4. Erzielbare Klassifizierungsstufen für Ex-Einrichtungen (Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung).

Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend
Klassifizierungsstufe	K3	K2	K1

² Ex-Einrichtungen sind sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen i. S. d. Explosionssicherheit, z. B. Volumenstrommessung einer technischen Lüftung mit Alarmierung und nachfolgenden organisatorischen Maßnahmen (vgl. TRGS 725 [26])

Die erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung kann aus dem Delta der erforderlichen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme und der vorhandenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme bestimmt werden (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5. Erforderliche Zuverlässigkeit von Ex-Einrichtungen in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen (vgl. TRGS 725 [26]).

Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	keine
Vorhandene Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahme	Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung			
Sehr hoch	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Hoch	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Ausreichend	Hoch (K2)	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Keine	Sehr hoch (K3)	Hoch (K2)	Ausreichend (K1)	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich

6.6 Kennzeichnung von Geräten und Schutzsystemen

Das Schutzkonzept gibt auch die explosionsschutztechnische Gerätespezifikation für die Arbeitsmittel vor, die in den jeweiligen Zonen eingesetzt werden.

Die Spezifikation der Arbeitsmittel erfolgt dabei gem. Richtlinie 2014/34/EU [17] (Explosionsschutzrichtlinie) bzw. 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (11. ProdSV) [3].

Nach § 9 (4) BetrSichV [5] sowie Anhang 1 Nr. 1 Punkt 1.8 (2) GefStoffV [14] sind in allen Bereichen, in denen explosionsfähige Gas-/Luft-Gemische vorhanden sein können, Geräte und Schutzsysteme entsprechend den Kategorien gem. RL 2014/34/EU [17] auszuwählen.

Ist auch die Zündung der g. e. A. nicht sicher zu verhindern, so ist sicherzustellen, dass tertiäre Explosionsschutzmaßnahmen gem. TRGS 724 [25] ergriffen werden.

Die nachfolgend aufgeführte Kennzeichnung der Arbeitsmittel muss aus explosionsschutztechnischer Sicht mindestens auf den Geräten und Schutzsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen vorhanden sein.

Zusätzlich und wenn erforderlich, müssen auch alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise gem. Anhang II, Nr. 1.0.5., RL 2014/34/EU [17] angebracht werden.

Tabelle 6. Gerätekenzeichnung für Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen durch Gase, Dämpfe und Nebel nach RL 2014/34/EU [17].

Zone	Kenzeichnung (Gerätegruppe, Kategorie)
0	II 1 G
1	II 2 G
2	II 3 G

Stoffspezifisch werden im Rahmen der Kenzeichnung noch zusätzlich die Zündschutzart, die Explosionsgruppe (IIA, IIB oder IIC), die Temperaturklasse (T1 bis T6) und das Geräteschutzniveau EPL (Ga, Gb, Gc) angegeben (siehe EN 60079-0:2018 [11]).

Die Temperaturklasse der Geräte und Schutzsysteme (elektrische und nicht elektrische Betriebsmittel) hängt bei Gasen, Dämpfen und Nebeln ausschließlich von der Zündtemperatur ab.

Bei Geräten für den Einsatz in Explosionsschutzzonen muss die maximale Oberflächentemperatur in der Betriebsanleitung und auf dem Gerät verzeichnet sein.

Gem. Abschnitt 5.2 TRGS 723 [24] gilt:

- Für die Zone 0
 - muss sichergestellt und durch Kontrolle der Wirksamkeit nachgewiesen sein, dass die Temperaturen der Oberflächen, die mit e. A. in Berührung kommen, 80 % der Zündtemperatur bzw. des zur Temperaturklasse gehörenden unteren Werts der Zündtemperatur nicht überschreiten.
 - sind eventuelle Temperaturerhöhungen durch beispielsweise Wärmestau oder chemische Reaktionen zu berücksichtigen.
- Für die Zone 1
 - muss die maximale Oberflächentemperatur derart begrenzt werden, dass sie 80 % der Zündtemperatur nur selten überschreitet.
 - ist eine dauerhafte Überschreitung der Oberflächentemperatur bis zur Zündtemperatur zulässig, wenn die Oberflächentemperatur unter den Betriebsverhältnissen sicher begrenzt bleibt.
- Für die Zone 2
 - muss die maximale Oberflächentemperatur derart begrenzt werden, dass die Zündtemperatur im Normalbetrieb nicht überschritten wird.
 - sind Arbeitsmittel mit Oberflächentemperaturen oberhalb der Zündtemperatur insbesondere in Freianlagen in Sonderfällen zulässig, wenn hinreichende Sicherheit durch die betrieblichen Verhältnisse (z. B. erhöhte Strömung der e. A. durch Windbewegung) gewährleistet ist.

Existiert keine Angabe, so ist die Oberflächentemperatur kleiner 85 °C.

Gem. Abschnitt 5.2.2 (4) TRGS 723 [24] gelten für die maximalen Oberflächentemperaturen folgende Kennzeichnungsregeln:

- Geräte, Komponenten oder Schutzsysteme der Kategorien 1G bis 3G sind mit der minimalen Temperaturklasse bzw. der niedrigsten maximalen Oberflächentemperatur zu kennzeichnen, für die sie geeignet sind. Dabei sind die Sicherheitsabstände bereits zu berücksichtigen.

6.7 Organisatorische Maßnahmen

6.7.1 Allgemeines

In Hinsicht auf die organisatorischen Maßnahmen und Kennzeichnungspflichten sind i. S. v. § 11 und § 14 GefStoffV [14] i. V. m. Anhang I Nr. 1 GefStoffV im Explosionsschutzkonzept die folgenden Angaben darzustellen.

6.7.2 Unterweisung der Beschäftigten

Es sind Zeitpunkt, Art und Weise der Information sowie verwendete Unterlagen bezüglich Unterweisung der Beschäftigten zu benennen (vgl. TRGS 555 [20]).

Maßnahmen im Betriebsbereich/Anlagenbereich

- ZV 1** Die Bestandsbelegschaft sowie neu eingestelltes Personal sind über die in den betrachteten Anlagen auftretenden Gefahren zu unterweisen und mit den zu ihrer Abwendung einzuleitenden Maßnahmen vertraut zu machen. In die Belehrung werden die Betriebs- und Bedienungsanleitungen, geltende Standardarbeitsanweisungen sowie Merkblätter und Richtlinien der Berufsgenossenschaften und die Stoffdatenblätter der verwendeten Stoffe mit einbezogen. Im Weiteren ist das Personal fortlaufend und wiederkehrend jährlich zum Arbeits- und Brandschutz sowie zum Umgang mit Gefahrstoffen und explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen zu unterweisen. Die arbeitsplatzspezifischen Unterweisungen erfolgen durch den verantwortlichen Betriebsleiter bzw. dessen Beauftragten.
- ZV 2** Mitarbeiter von Fremdfirmen sind vor Arbeitsaufnahme durch den zuständigen Leiter der betrachteten Anlagen zu unterweisen.
- ZV 3** In die oben beschriebenen Unterweisungen des Betriebspersonals und der Mitarbeiter von Fremdfirmen sind die erforderlichen Unterweisungen hinsichtlich des Umgangs mit explosionsschutztechnisch relevanten Stoffen auf Basis der erstellten Betriebsanweisung zu integrieren. Über die durchgeführten Schulungen ist ein Nachweis zu führen.

6.7.3 Schriftliche Anweisung, Arbeitsfreigabe, Aufsicht

Neben den verfahrenstechnischen Anweisungen sind alle erforderlichen organisatorischen Schutzmaßnahmen in Form von eindeutigen Betriebs-/Arbeitsanweisungen schriftlich zu formulieren, den Mitarbeitern zur Kenntnis zu geben und deren Einhaltung stichprobenartig zu überprüfen.

Zu den schriftlichen Anweisungen gehört auch die Darstellung des Arbeitsfreigabesystems für gefährliche Tätigkeiten, insbesondere solche in Ex-Zonen und Tätigkeiten, die durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeiten gefährlich werden können.

Maßnahmen Betriebsbereich/Anlagenbereich

- ZV 4** Für die explosionsschutztechnisch relevanten Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. In diesen sind auch die Explosionsgefahren der gehandhabten Stoffe zu integrieren.
- ZV 5** Die Vorgehensweise bei Störungen ist in den Betriebsanweisungen gemäß GefStoffV [14] zu dokumentieren und an geeigneter Stelle zu hinterlegen.
- ZV 6** Es ist ein Freigabeverfahren zu etablieren, das insbesondere bei Arbeiten durch Fremdfirmen in explosionsgefährdeten Bereichen angewendet ist.
- ZV 7** Die Umsetzung der Betriebsanweisung ist stichprobenartig zu überprüfen.

6.7.4 Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche

Die explosionsgefährdeten Bereiche sind an ihren Zugängen mit Warnzeichen nach Anhang III Richtlinie 1999/92/EG [16] zu kennzeichnen.



Warnzeichen Ex-Zone (D-W021)

Maßnahmen im Betriebsbereich/Anlagenbereich

- ZV 8** Bereiche mit ausgewiesenen Explosionsschutzzonen sind dauerhaft und gut sichtbar mit dem Warnzeichen W21 gem. BGV A8/DGUV-V9 [7] Anlage 2 Nr. 2 bzw. mit dem Warnzeichen D-W021 gem. ASR A1.3 [4] zu kennzeichnen. Zonen in geschlossenen Systemen, die ohne Werkzeug nicht geöffnet werden können, bedürfen keiner speziellen Kennzeichnung.

6.7.5 Verbot von Zündquellen

In explosionsgefährdeten Bereichen sind Zündquellen wie z. B. das Rauchen und die Verwendung von offenem Feuer und offenem Licht zu verbieten. Ferner ist das Betreten von explosionsgefährdeten Bereichen durch Unbefugte zu verbieten.



Verbot von Zündquellen (P003)



Verbot des Zutritts für Unbefugte (D-P006)

Maßnahmen im Betriebsbereich/Anlagenbereich

ZV 9 In Bereichen mit Explosionsschutz zonen ist konkret darauf hinzuweisen, dass externe Zündquellen zu vermeiden sind. Dies ist durch gut sichtbare und dauerhafte Beschilderung der betroffenen Bereiche sicherzustellen. Auf das Verbot von Zündquellen und das Verbot des Zutritts für Unbefugte ist durch die Beschilderung P003 und D-P006 gem. ASR A1.3 [4] hinzuweisen.

6.7.6 Prüfungen

Anlagen, Anlagenteile und Apparaturen in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu prüfen:

- Nach § 15 BetrSichV [5] vor der ersten Inbetriebnahme, nach einer prüfpflichtigen Änderung auf Basis von Anhang 2 Abschnitt 3 Unterpunkt 4 BetrSichV [5]
- Nach § 16 BetrSichV [5]
 - wiederkehrend **mindestens jährlich** gem. Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.3 BetrSichV [5] durch eine befähigte Person bezogen auf alle Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen
 - wiederkehrend **mindestens alle drei Jahre** gem. Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.2 BetrSichV [5] durch eine befähigte Person oder eine ZÜS (zugelassene Überwachungsstelle) bezogen auf die Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen i. S. d. Richtlinie 2014/34/EU [17]
 - wiederkehrend **mindestens alle sechs Jahre** gem. Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.1 BetrSichV [5] durch eine befähigte Person oder eine ZÜS bezogen auf Explosionssicherheit unter Berücksichtigung des Explosionsschutzdokuments und der Zoneneinteilung
- Durch Ermittlung ggf. kürzerer Prüffristen auf Grundlage der Erkenntnisse einer sicherheitstechnischen Bewertung durch den Betreiber (Einhaltung der Prüffristen gem. Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.2 und Nr. 5.3 BetrSichV [5], falls kein Instandhaltungskonzept gem. Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.4 BetrSichV [5] vorliegt.)

Die Ergebnisse der Prüfungen sind nach § 17 BetrSichV [5] aufzuzeichnen und am Betriebsort aufzubewahren.

Dies gilt unabhängig von den ggf. durch andere Vorschriften bzw. die arbeitsmittelbezogene Gefährdungsbeurteilung ermittelten Prüffristen (z. B. elektrische Prüfung gem. BGV A3/DGUV-V3 [6]).

Maßnahmen im Betriebsbereich/Anlagenbereich

- ZV 10** Es ist eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 15 BetrSichV [5] auf Basis von Anhang 2, Abschnitt 3, Unterpunkt 4.1 BetrSichV [5] durchzuführen. Die Prüfung ist zu dokumentieren.
- ZV 11** Elektrische Geräte/Anlagen und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß eines noch zu erstellenden Prüfplans regelmäßig durch eine befähigte Elektrofachkraft zu warten und zu prüfen. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren.

6.8 Allgemeine Maßnahmen

Neben den in Abschnitt 7 enthaltenen spezifischen Explosionsschutzmaßnahmen für die einzelnen Anlagenteile sind zusätzlich die folgenden, für alle Zonenbereiche erforderlichen allgemeinen Explosionsschutzmaßnahmen zu beachten:

- Einsatz von Arbeitsmitteln, die für die jeweilige Zone geeignet sind (Nachweis der Eignung der Arbeitsmittel anhand der Konformitätserklärung des Herstellers gem. RL 2014/34/EU [17] bzw. 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (11. ProdSV) [3] oder alternativ ein gleichwertiger Nachweis, beispielsweise im Rahmen einer Zündquellenanalyse)
- Erdung der in den Zonenbereichen betriebenen Anlagen und Anlagenteile
- Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung in den Bereichen der Zonen 0 und 1 (Ableitwiderstände $< 10^6$ Ohm). Weiterhin muss das Personal im Bereich der Zone 1 mit geeigneter Schutzkleidung, z. B. leitfähigem Schuhwerk, sowie mit nicht aufladbaren Arbeitsmitteln ausgestattet sein. Die Fußböden müssen mindestens ableitfähig sein.
- Zur Vermeidung von mechanischen Funken sind bei Arbeiten in den Zonenbereichen Werkzeuge aus Edelstahl oder Kupfer bzw. Kupferlegierungen zu verwenden, da diese einen vergleichsweise geringeren Energieinhalt aufweisen. Alternativ ist vor Beginn von Arbeiten (insbesondere Instandhaltungsmaßnahmen) in ausgewiesenen explosionsgefährdeten Bereichen beispielsweise durch Freischaltmaßnahmen des Bereichs und die dazugehörige Freimessung ein Arbeiten mit Arbeitsmitteln zulässig, die nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sind.
- Reinigungsmaßnahmen sind mit explosionsgeschützten Arbeitsmitteln (z. B. Staubsaugern) durchzuführen. Alternativ kann auch eine feuchte Reinigung vorgesehen werden, bei der Staubaufwirbelungen durch die Vorgehensweise verhindert werden (Betriebsanweisung).
- Alle unter den Explosionsschutzmaßnahmen aufgeführten Sicherstellungen, Prüfungen und Kontrollen sind durch EMR-Einrichtungen oder Betriebsanweisungen zu realisieren.

- ZV 12** Die allgemeinen Maßnahmen im Abschnitt 6.8 sind, soweit sie auf die explosionsgefährdeten Bereiche der Anlagen und Anlagenteile der hier betrachteten Anlagenbereiche zutreffen, in geeigneter Weise umzusetzen.

7 Gefährdungsbeurteilung/Schutzkonzept

7.1 Allgemeines

Nachfolgend wird für die geplante Elektrolyseanlage der SWD die explosionsschutztechnische Bewertung in tabellarischer Form dargestellt.

Die geplanten Anlagenteile der Elektrolyseanlage werden zum Teil unter atmosphärischen Bedingungen – Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar (vgl. hierzu auch Nr. 2.2 (7) TRGS 720 [21] oder § 2 (13) GefStoffV [14]) – betrieben.

Ebenso ist für die betrachtete Anlage Luft bzw. Luftsauerstoff als Oxidationsmittel anzusetzen. Außerhalb atmosphärischer Bedingungen mit den o. g. Grenzen wird der Begriff e. G. verwendet.

Somit wird in nachfolgender tabellarischer Auflistung g. e. A. sowie g. e. G. betrachtet.

7.2 Behälter für demineralisiertes Wasser

Lfd. Nr.	01
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2)
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> Demineralisiertes Wasser Wasserstoff (H₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoff (H₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> Eventuell „ausperlender“ Wasserstoff aus rezykliertem Prozesswasser
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> Oberirdische Aufstellung in Containern Geschlossene Anlagenteile Technische Lüftung der Container Umgebungsdruck Umgebungstemperatur
<p>Hinweis: Die folgende explosionsschutztechnische Bewertung erfolgt unter der Annahme, dass das in der Gasreinigung anfallende abgeschiedene Prozesswasser in den Behälter für demineralisiertes Wasser zurückgeführt wird. Eine genaue Prozessführung steht in der zum Zeitpunkt der Berichterstellung vorliegenden Planungsphase noch nicht fest und muss nach Vorliegen der entsprechenden Herstellerunterlagen ggf. angepasst werden.</p>	
<p>Betriebskonzept und primäre Schutzmaßnahmen</p>	
<p>Allgemein</p> <ul style="list-style-type: none"> Betrieb der Anlage durch geschultes Anlagenpersonal <p>ZV 13 Sofern in die Behälter für demineralisiertes Wasser auch abgeschiedenes Wasser aus der Wasserstoffaufbereitung geleitet wird, sind die Behälter mit Wasserstoffsensoren zu versehen (Voralarm und Hauptalarm mit automatischer Abschaltung der Anlage).</p>	

Lfd. Nr.	01	
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD	
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage	
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2) 	
ZV 14	<p>Sofern in die Behälter für demineralisiertes Wasser auch abgeschiedenes Wasser aus der Wasserstoffaufbereitung geleitet wird, sind die Behälter mit einem Anschluss an den Wasserstoffausbläser (H₂-Entlüftung) zu versehen.</p>	
Gefährdungsbeurteilung		
Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2)		
<p>Die Bildung von g. e. A. ist innerhalb der Behälter für demineralisiertes Wasser durch das „Ausperlen“ von Wasserstoff aus der Gasreinigung zurückgeführtem Wasser normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und kurzzeitig möglich.</p> <p>Die Bildung von g. e. A. ist außerhalb der Behälter aufgrund der primären Schutzmaßnahmen vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>		
Zoneneinteilung		
		Bemerkung (falls erforderlich)
Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2)	<ul style="list-style-type: none"> Zone 2 (innerhalb) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A. ist normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 b1.2)
	<ul style="list-style-type: none"> Zonenfrei (außerhalb, ganzer Raum) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A. ist vernünftigerweise ausgeschlossen vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.2.7.1.3.1 c1)
Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzonen)		
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen	
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> Basis: Wasserstoff <ul style="list-style-type: none"> Zone 2: Max. 450 °C (Temperaturklasse T1) 	
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen bzw. bestimmungsgemäße Verbrennung) 	
Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge	<ul style="list-style-type: none"> Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis: Wasserstoff): <ul style="list-style-type: none"> Zone 2: II 3G IIC T1 (2G oder 1G auch zulässig) Verwendung funkenarmer Werkzeuge 	
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis: Wasserstoff): <ul style="list-style-type: none"> Zone 2: II 3G IIC T1 (2G oder 1G auch zulässig) 	
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<p>ZV 15 Alle elektrischen Verbindungen, in denen Ausgleichsströme fließen sowie kathodischer Korrosionsschutz der Anlagenteile sind in den Potentialausgleich zu integrieren (vgl. TRGS 727 [27]).</p>	

Lfd. Nr.	01
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2)
Fortsetzung Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzzonen)	
Statische Elektrizität	ZV 16 Maßnahmen gemäß TRGS 727 [27] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu treffen
Blitzschlag	ZV 17 Maßnahmen gegen einen Blitzeinschlag sind vorzusehen oder es ist ein entsprechendes Blitzschutzgutachten „Risikobewertung Blitzschlag i. S. v. DIN EN 62305 (VDE 0185-305)“ [12] zu erstellen
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> Bei direkter Einwirkung des Strahlungsfelds einer kontinuierlichen Hochfrequenzquelle mit einem Frequenzbereich von $9 \cdot 10^3$ Hz bis $3 \cdot 10^{10}$ Hz auf eine e. A. der Zonen 1 und 2 darf die eingestrahlte Spitzenleistung aufgrund des Vorliegens von Stoffen der Explosionsgruppe IIC nicht mehr als 2 W gemittelt über 20 μS betragen (vgl. TRGS 723 Nr. 5.9.2 Abs. 5 [24]). Sollten gepulste elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von $9 \cdot 10^3$ Hz bis $3 \cdot 10^{10}$ Hz vorhanden sein, sind die Maßnahmen nach Nr. 5.9.2 Abs. 7 TRGS 723 [24] umzusetzen.
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)
Tertiäre Schutzmaßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> Nicht erforderlich aufgrund der primären und sekundären Explosionsschutzmaßnahmen 	

Lfd. Nr.	01			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2) 			
Bewertung gemäß TRGS 725				
<i>Hinweis: Die Bewertung gemäß TRGS 725 ist vorläufig und auf das konkret geplante Betriebskonzept seitens des auszuwählenden Anlagenherstellers anzupassen</i>				
<i>Betriebskonzept</i>				
<p>Im bestimmungsgemäßen Betrieb gilt die Anlage durch die Kombination aus technisch dichter Ausführung i. V. m. den unter den primären Schutzmaßnahmen aufgeführten organisatorischen Maßnahmen als auf Dauer technisch dicht. Kleine Leckagen werden durch die Gaswarnanlage erkannt sowie der ggf. austretende Wasserstoff über die technische Raumlüftung ins Freie geleitet.</p> <p>Innerhalb des Behälters für demineralisiertes Wasser wird die Wasserstoffkonzentration überwacht (vgl. ZV 13).</p>				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzepts</i>				
Zone 2	Innerhalb des Containers			
Zone 2	Innerhalb des Behälters für demineralisiertes Wasser			
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
<i>Keine vorhanden</i>	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Begründung</i>	Ausfall der Lüftung und der Gaswarnanlagen nur bei Betriebsstörung zu erwarten. Ausfall nur bei Motorversagen (Lüfter) bzw. zentralem Stromausfall denkbar.			
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzepts	Zone auf Basis des Betriebskonzeptes			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Innerhalb des Behälters für demineralisiertes Wasser: Im Normalbetrieb (betriebsmäßig) keine Zündquellen vorhanden, somit keine weiteren Maßnahmen erforderlich				

S:\MIPROJ\177M177187\177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

Lfd. Nr.	01			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Behälter für demineralisiertes Wasser (BE 1-2 und BE 2-2) 			
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
<p>Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) TRGS 725 [26] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzepts sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.</p>				

7.3 Elektrolyse

Lfd. Nr.	02
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Demineralisiertes Wasser • Wasserstoff (H₂) • Sauerstoff (O₂) • Stickstoff (N₂) • Abwasser
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoff (H₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoffproduktion • Transport in den Rohrleitungen • Abblasen von Wasserstoff • Umsetzung von Restsauerstoff zu Wasserdampf
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Oberirdische Aufstellung in Containern • Geschlossene Anlagenteile • Technische Lüftung der Container • Hochfahren der technischen Belüftung der Container bei Betriebsstörung (Gasaustritt), beispielsweise durch zusätzlichen Not-Lüfter • Überdruck in allen gasbeaufschlagten Anlagenteilen, in denen mit H₂ umgegangen wird

Lfd. Nr.	02
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung
Betriebskonzept und Primäre Schutzmaßnahmen	
Allgemein	
<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb der Anlage durch geschultes Anlagenpersonal • Anlagenteile auf Dauer technisch dicht i. S. v. 4.5.2 TRGS 722 [23] durch technische dichte Ausführung i. S. v. 4.5.3 TRGS 722 [23] in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen i. S. v. 4.5.2 Abs. 10 TRGS 722 [23], insbesondere durch folgende Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> • Ein signifikantes Austreten von Wasserstoff ist durch fachgerecht ausgewählte und montierte Dichtungssysteme verhindert. • Der Anpressdruck der Zellenrahmen wird regelmäßig im Rahmen der Wartung nach Herstellerempfehlungen und Betreibererfahrungen kontrolliert. • Der Elektrolyseur ist vollständig mit Wasser oder einer wässrigen Lösung gefüllt. Die Dichtungssysteme der Gasabscheider sind auf Dauer technisch dicht ausgeführt. • Leckagen können frühzeitig aufgrund von Austritt von Wasser oder einer wässrigen Lösung erkannt werden. Die daraus entgasende Wasserstoffmenge ist sehr gering. • Es werden regelmäßige Begehungen nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt. • Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgeräten erkannt. • Deckennahe Gaswarnanlage mit Voralarm, sodass Undichtigkeiten erkannt werden, bevor g. e. A. auftritt und automatischer frühzeitiger Abschaltung der Anlage mit Druckabbau innerhalb von 15 min. – 20 min. vorhanden <p>ZV 18 Die Container sind mit einer technischen Lüftung auszustatten. Die Lüftung muss in Deckennähe wirksam sein. Toträume in Deckennähe sind zu vermeiden. Die Lüftung ist zu überwachen, beispielsweise durch den Einsatz eines Strömungswächters oder durch ein geeignetes Differenzdrucküberwachungssystem. Eine Drehzahlüberwachung ist nicht ausreichend. Alternativ zur Installation einer technischen Lüftung kann im Inneren der Container eine Zone 2 festgelegt werden. Dementsprechend müssten alle verbauten Komponenten für den Einsatz in Zone 2 geeignet sein.</p>	
Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3)	
<ul style="list-style-type: none"> • Zwei mögliche Anfahrvorgänge <ul style="list-style-type: none"> • Anlage vor Anfahren mit Stickstoff inertisiert („Cold-Standby“) <ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliches Spülen der Anlage mit Stickstoff bis Sauerstoffgehalt sicher unterhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration von Wasserstoff liegt (siehe hierzu ZV 19) • Beispielsweise bei Inbetriebnahme nach längeren Standzeiten oder nach Wartungsarbeiten • Anfahren unter H₂-/O₂-Atmosphäre („Hot-Standby“) <ul style="list-style-type: none"> • Nach kontrolliertem Abfahren der Anlage • System ca. bei Umgebungsdruck <p>ZV 19 Die Inertisierung ist sicherzustellen. Der Restsauerstoffgehalt muss dabei deutlich unterhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration von Wasserstoff (4,3 Vol.-%) liegen. Die Inertisierungsmaßnahmen sind auf Basis der Herstellerangaben im Rahmen der Detailplanung zu konkretisieren.</p>	

Lfd. Nr.	02
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung
ZV 20	Die Wasserstoffkonzentration in der Sauerstoffleitung ist zu überwachen, um beispielsweise einen Membranriss oder die Diffusion von Wasserstoff auf die Sauerstoffseite rechtzeitig zu erkennen.
H₂- und O₂-Entlüftung <ul style="list-style-type: none"> • Ausblaseleitungen werden über Dach geführt • Mündungsöffnung ins Freie – natürliche Lüftung gem. Nr. 4.6.2 TRGS 722 [23] <p><i>Hinweis: Sofern keine Zoneneinteilung innerhalb der Ausblaseleitungen gewünscht ist, ist eine Inertisierung mit Stickstoff möglich.</i></p>	
Gefährdungsbeurteilung	
Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) Die Bildung von g. e. A ist innerhalb der Elektrolyseanlage wasserstoffseitig aufgrund der sicheren Überschreitung der OEG (oberen Explosionsschutzgrenze) vernünftigerweise ausgeschlossen. Die Bildung von g. e. A ist innerhalb der Elektrolyseanlage sauerstoffseitig durch ggf. zurückdiffundierenden Wasserstoff auf die Sauerstoffseite normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und kurzzeitig möglich. Die Bildung von g. e. A. ist außerhalb der Elektrolyseanlage, innerhalb der Containers, aufgrund der primären Schutzmaßnahmen vernünftigerweise ausgeschlossen. H₂- und O₂-Entlüftung Die Bildung von g. e. A. ist innerhalb der Sauerstoff-Ausblaseleitung und um deren Mündung ins Freie durch ggf. zurückdiffundierenden Wasserstoff auf die Sauerstoffseite normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und kurzzeitig möglich. Die Bildung von g. e. A. ist innerhalb der Wasserstoff-Ausblaseleitung und um deren Mündung ins Freie gelegentlich möglich.	

Lfd. Nr.	02	
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD	
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage	
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung 	
Zoneneinteilung		
		Bemerkung (falls erforderlich)
Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3)	<ul style="list-style-type: none"> • Zonenfrei (innerhalb, wasserstoffseitig) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist vernünftigerweise ausgeschlossen In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 a1)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zone 2 (innerhalb, sauerstoffseitig) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 b1.2)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zonenfrei (außerhalb, ganzer Raum) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist vernünftigerweise ausgeschlossen vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.2.7.1.3.1 c1)
H₂-Entlüftung	<ul style="list-style-type: none"> • Zone 1 (innerhalb der Ausblaseleitung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist gelegentlich zu erwarten In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anhang 4, Nr. 1.3 c1.3)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zone 1 (im Nahbereich, 0,5 m um die Austrittsstelle herum) • Zone 2 (um die o.g. Zone 1 herum, Ausdehnung gemäß anerkannter Berechnungsmethode) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anhang 4, Nr. 1.2.7.8 <p><i>Hinweis: Zur genaueren Bestimmung der Ausdehnung der Explosionsschutzzonen können nach Abschluss der Detailplanung Berechnungen beispielsweise nach DVGW G 442 durchgeführt werden, sofern dies nicht schon durch den Hersteller erfolgt ist.</i></p>
O₂-Entlüftung	<ul style="list-style-type: none"> • Zone 2 (innerhalb der Ausblaseleitung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 b1.2)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zone 2 (1 m um die Austrittsstelle herum) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildung von g. e. A. ist normalerweise nicht und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit zu erwarten Zonenübertrag aus dem Inneren der Ausblaseleitung

Lfd. Nr.	02
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung
Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzzonen)	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> • Basis: Wasserstoff <ul style="list-style-type: none"> • Zone 1: Max. 450 °C (Temperaturklasse T1) • Zone 2: Max. 450 °C (Temperaturklasse T1)
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen bzw. bestimmungsgemäße Verbrennung)
Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis: Wasserstoff): <ul style="list-style-type: none"> • Zone 1: II 2G IIC T1 (1G auch zulässig) • Zone 2: II 3G IIC T1 (2G oder 1G auch zulässig) • Verwendung funkenarmer Werkzeuge
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführung der Geräte folgendermaßen (Basis: Wasserstoff): <ul style="list-style-type: none"> • Zone 1: II 2G IIC T1 (1G auch zulässig) • Zone 2: II 3G IIC T1 (2G oder 1G auch zulässig)
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	ZV 21 Alle elektrischen Verbindungen, in denen Ausgleichsströme fließen sowie kathodischer Korrosionsschutz der Anlagenteile sind in den Potenzialausgleich zu integrieren (vgl. TRGS 727 [27]).
Statische Elektrizität	ZV 22 Maßnahmen gemäß TRGS 727 [27] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu treffen
Blitzschlag	ZV 23 Maßnahmen gegen einen Blitzeinschlag sind vorzusehen oder es ist ein entsprechendes Blitzschutzgutachten „Risikobewertung Blitzschlag i. S. v. DIN EN 62305 (VDE 0185-305)“ [12] zu erstellen.
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> • Bei direkter Einwirkung des Strahlungsfelds einer kontinuierlichen Hochfrequenzquelle mit einem Frequenzbereich von $9 \cdot 10^3$ Hz bis $3 \cdot 10^{10}$ Hz auf eine e. A. der Zonen 1 und 2 darf die eingestrahlte Spitzenleistung aufgrund des Vorliegens von Stoffen der Explosionsgruppe IIC nicht mehr als 2 W gemittelt über 20 µS betragen (vgl. TRGS 723 Nr. 5.9.2 Abs. 5 [24]). Sollten gepulste elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von $9 \cdot 10^3$ Hz bis $3 \cdot 10^{10}$ Hz vorhanden sein, sind die Maßnahmen nach Nr. 5.9.2 Abs. 7 TRGS 723 [24] umzusetzen.

Lfd. Nr.	02			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung 			
Fortsetzung Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzzonen)				
Elektromagnetische Strahlung	• Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)			
Ionisierende Strahlung	• Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)			
Ultraschall	• Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)			
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	• Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)			
Chemische Reaktionen	• Entfällt (verfahrenstechnisch nicht vorgesehen)			
Tertiäre Schutzmaßnahmen				
• Nicht erforderlich aufgrund der primären und sekundären Explosionsschutzmaßnahmen				
Bewertung gemäß TRGS 725				
<i>Hinweis: Die Bewertung gemäß TRGS 725 ist vorläufig und auf das konkret geplante Betriebskonzept seitens des auszuwählenden Anlagenherstellers anzupassen</i>				
<i>Betriebskonzept</i>				
<p>Im bestimmungsgemäßen Betrieb gilt die Anlage durch die Kombination aus technisch dichter Ausführung i. V. m. den unter den primären Schutzmaßnahmen aufgeführten organisatorischen Maßnahmen als auf Dauer technisch dicht. Kleine Leckagen werden durch die Gaswarnanlage erkannt sowie der ggf. austretende Wasserstoff über die technische Raumlüftung ins Freie geleitet.</p> <p>Innerhalb des Behälters für demineralisiertes Wasser sowie innerhalb der Sauerstoffleitung wird die Wasserstoffkonzentration überwacht.</p>				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzepts</i>				
Zone 2	Innerhalb des Containers			
Zone 2	Innerhalb der Sauerstoffleitung			
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
<i>Keine vorhanden</i>	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Begründung</i>	Ausfall der Lüftung und der Gaswarnanlagen nur bei Betriebsstörung zu erwarten. Ausfall nur bei Motorversagen (Lüfter) bzw. zentralem Stromausfall denkbar.			

S:\MIPROJ\177M177187\177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

Lfd. Nr.	02			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyseanlage (BE 1-3 und BE 2-3) • H₂-Entlüftung • O₂-Entlüftung 			
Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzepts	Zone auf Basis des Betriebskonzepts			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Innerhalb der Sauerstoffleitung: Im Normalbetrieb (betriebsmäßig) keine Zündquellen vorhanden, somit keine weiteren Maßnahmen erforderlich				
Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung				
-	K3	K2	K1	Keine
Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) TRGS 725 [26] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzepts sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.				

7.4 Gasreinigung

Lfd. Nr.	03
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Gasreinigung (BE 1-5 und BE 2-5)
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Demineralisiertes Wasser • Wasserstoff (H₂) • Stickstoff (N₂) • Abwasser • Trocknungsmittel • Kühflüssigkeit (Glycol-Wasser-Gemisch)
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoff (H₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Transport in den Rohrleitungen • Wasserstoff-Gaswäsche • Umsetzung von Restsauerstoff zu Wasserdampf • Gaskühlung und -trocknung
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Oberirdische Aufstellung in Containern • Geschlossene Anlagenteile • Technische Lüftung der Container • Hochfahren der technischen Belüftung der Container bei Betriebsstörung (Gasaustritt), beispielsweise durch zusätzlichen Not-Lüfter • Überdruck in allen gasbeaufschlagten Anlagenteilen, in denen mit H₂ umgegangen wird

Lfd. Nr.	03
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Gasreinigung (BE 1-5 und BE 2-5)
Betriebskonzept und Primäre Schutzmaßnahmen	
<p>Allgemein</p> <ul style="list-style-type: none"> Betrieb der Anlage durch geschultes Anlagenpersonal Anlagenteile auf Dauer technisch dicht i. S. v. 4.5.2 TRGS 722 [23] durch technische dichte Ausführung i. S. v. 4.5.3 TRGS 722 [23] in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen i. S. v. 4.5.2 Abs. 10 TRGS 722 [23], insbesondere durch folgende Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> Ein signifikantes Austreten von Wasserstoff ist durch fachgerecht ausgewählte und montierte Dichtungssysteme verhindert. Es werden regelmäßige Begehungen nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt. Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgeräten erkannt. Deckennahe Gaswarnanlage mit Voralarm, sodass Undichtigkeiten erkannt werden, bevor g. e. A. auftritt und automatischer frühzeitiger Abschaltung der Anlage mit Druckabbau innerhalb von 15 min – 20 min. vorhanden. Die Container sind mit einer technischen Lüftung auszustatten (vgl. auch ZV 18). Die Lüftung muss in Deckennähe wirksam sein. Toträume in Deckennähe sind zu vermeiden. Die Lüftung ist zu überwachen, beispielsweise durch den Einsatz eines Strömungswächters oder durch ein geeignetes Differenzdrucküberwachungssystem. Eine Drehzahlüberwachung ist nicht ausreichend. Alternativ zur Installation einer technischen Lüftung kann im Inneren der Container eine Zone 2 festgelegt werden. Dementsprechend müssten alle verbauten Komponenten für den Einsatz in Zone 2 geeignet sein. Wasserstoffkonzentration innerhalb geschlossener Anlagenteile im Normalbetrieb weit oberhalb der OEG 	
Gefährdungsbeurteilung	
<p>Die Bildung von g. e. A ist innerhalb der Anlagenteile der Gasreinigung insbesondere aufgrund der sicheren Überschreitung der OEG (oberen Explosionsschutzgrenze) vernünftigerweise ausgeschlossen. Die Bildung von g. e. A. ist außerhalb der Anlagenteile der Gasreinigung, innerhalb der Containers, aufgrund der primären Schutzmaßnahmen vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>	

Lfd. Nr.	03	
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD	
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage	
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Gasreinigung (BE 1-5 und BE 2-5) 	
Zoneneinteilung		
		Bemerkung (falls erforderlich)
Gasreinigung (BE 1-5 und BE 2-5)	<ul style="list-style-type: none"> Zonenfrei (innerhalb) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A. ist vernünftigerweise ausgeschlossen In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 a1)
	<ul style="list-style-type: none"> Zonenfrei (außerhalb, ganzer Raum) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A. ist vernünftigerweise ausgeschlossen vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.2.7.1.3.1 c1)
Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzzonen)		
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen	
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Blitzschlag	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt 	
Tertiäre Schutzmaßnahmen		
<ul style="list-style-type: none"> Nicht erforderlich aufgrund der primären und sekundären Explosionsschutzmaßnahmen 		

Lfd. Nr.	03			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Gasreinigung (BE 1-5 und BE 2-5) 			
Bewertung gemäß TRGS 725				
<i>Hinweis: Die Bewertung gemäß TRGS 725 ist vorläufig und auf das konkret geplante Betriebskonzept seitens des auszuwählenden Anlagenherstellers anzupassen</i>				
<i>Betriebskonzept</i>				
Im bestimmungsgemäßen Betrieb gilt die Anlage durch die Kombination aus technisch dichter Ausführung i. V. m. den unter den primären Schutzmaßnahmen aufgeführten organisatorischen Maßnahmen als auf Dauer technisch dicht. Kleine Leckagen werden durch die Gaswarnanlage erkannt sowie der ggf. austretende Wasserstoff über die technische Raumlüftung ins Freie geleitet.				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzepts</i>				
Zone 2	Innerhalb des Containers			
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
<i>Keine vorhanden</i>	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Begründung</i>	Ausfall der Lüftung und der Gaswarnanlagen nur bei Betriebsstörung zu erwarten. Ausfall nur bei Motorversagen (Lüfter) bzw. zentralem Stromausfall denkbar.			
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzepts	Zone auf Basis des Betriebskonzepts			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) TRGS 725 [26] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzepts sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.				

S:\MIPROJ\177187\M177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

7.5 Gastransport zum Verbraucher

Lfd. Nr.	04
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Transportleitungen von den Elektrolysecontainern zur Wasserstoffübergabestelle an der H₂-Tankstelle
Gehandhabte Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoff (H₂) • Stickstoff (N₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoff (H₂)
Explosionsschutztechnisch relevante Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Gastransport in Gasleitungen unter Druck (mögliche Freisetzung von H₂ bei Leckagen an lösbaren Rohrleitungsverbindungen)
Örtliche Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Oberirdische Aufstellung in Containern und im Freien • Geschlossene Anlagenteile • Technische Lüftung der Container • Hochfahren der technischen Belüftung der Container bei Betriebsstörung (Gasaustritt), bspw. durch zusätzlichen Not-Lüfter • Überdruck in allen gasbeaufschlagten Anlagenteilen, in denen mit H₂ umgegangen wird
Betriebskonzept und Primäre Schutzmaßnahmen	
<p>Allgemein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb der Anlage durch geschultes Anlagenpersonal • Anlagenteile auf Dauer technisch dicht i. S. v. 4.5.2 TRGS 722 [23] durch technische dichte Ausführung i. S. v. 4.5.3 TRGS 722 [23] in Kombination mit organisatorischen Maßnahmen i. S. v. 4.5.2 Abs. 10 TRGS 722 [23], insbesondere durch folgende Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> • Ein signifikantes Austreten von Wasserstoff ist durch fachgerecht ausgewählte und montierte Dichtungssysteme verhindert. • Es werden regelmäßige Begehungen nach Herstellerangabe und Betreibererfahrungen durchgeführt. • Kleine Leckagen werden mit Lecksuchgeräten erkannt. • Deckennahe Gaswarnanlage mit Voralarm in Containern, sodass Undichtigkeiten erkannt werden, bevor g. e. A. auftritt und automatischer frühzeitiger Abschaltung der Anlage mit Druckabbau innerhalb von 15 min – 20 min vorhanden. • Die Container sind mit einer technischen Lüftung auszustatten (vgl. auch ZV 18). Die Lüftung muss in Deckennähe wirksam sein. Toträume in Deckennähe sind zu vermeiden. Die Lüftung ist zu überwachen, beispielsweise durch den Einsatz eines Strömungswächters oder durch ein geeignetes Differenzdrucküberwachungssystem. Eine Drehzahlüberwachung ist nicht ausreichend. Alternativ zur Installation einer technischen Lüftung kann im Inneren der Container eine Zone 2 festgelegt werden. Dementsprechend müssten alle verbauten Komponenten für den Einsatz in Zone 2 geeignet sein. • Wasserstoffkonzentration innerhalb geschlossener Anlagenteile im Normalbetrieb weit oberhalb der OEG 	

S:\MIPROJ\177M177187\177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

Lfd. Nr.	04	
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD	
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage	
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Transportleitungen von den Elektrolysecontainern zur Wasserstoffübergabestelle an der H₂-Tankstelle 	
Gefährdungsbeurteilung		
<p>Die Bildung von g. e. A ist innerhalb der Anlagenteile der Gastransportleitung insbesondere aufgrund der sicheren Überschreitung der OEG (oberen Explosionsschutzgrenze) vernünftigerweise ausgeschlossen.</p> <p>Die Bildung von g. e. A ist außerhalb der Gastransportleitung, innerhalb der Containers oder im Nahbereich von lösbaren Rohrleitungsverbindungen, aufgrund der primären Schutzmaßnahmen vernünftigerweise ausgeschlossen.</p>		
Zoneneinteilung		
		Bemerkung (falls erforderlich)
Gastransportleitung	<ul style="list-style-type: none"> Zonenfrei (innerhalb) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A ist vernünftigerweise ausgeschlossen In Anlehnung an DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.3 a1)
	<ul style="list-style-type: none"> Zonenfrei (außerhalb, ganzer Raum bzw. im Freien) 	<ul style="list-style-type: none"> Bildung von g. e. A ist vernünftigerweise ausgeschlossen vgl. DGUV-R 113-001 [8], Anlage 4, Nr. 1.2.7.1.3.1 c1)

Lfd. Nr.	04
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Transportleitungen von den Elektrolysecontainern zur Wasserstoffübergabestelle an der H₂-Tankstelle
Sekundäre Schutzmaßnahmen (zur Anwendung in Explosionsschutzzonen)	
Zündquellenart	Bemerkung/Schutzmaßnahmen
Heiße Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Flammen und heiße Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Elektrische Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Blitzschlag	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Elektromagnetische Felder	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Chemische Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> Entfällt
Tertiäre Schutzmaßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> Nicht erforderlich aufgrund der primären und sekundären Explosionsschutzmaßnahmen 	

Lfd. Nr.	04			
Anlage	Elektrolyseanlage der SWD			
Anlagenbereich	Elektrolyseanlage			
Anlagenteile	<ul style="list-style-type: none"> Transportleitungen von den Elektrolysecontainern zur Wasserstoffübergabestelle an der H₂-Tankstelle 			
Bewertung gemäß TRGS 725				
<i>Hinweis: Die Bewertung gemäß TRGS 725 ist vorläufig und auf das konkret geplante Betriebskonzept seitens des auszuwählenden Anlagenherstellers anzupassen</i>				
<i>Betriebskonzept</i>				
Im bestimmungsgemäßen Betrieb gilt die Anlage durch die Kombination aus technisch dichter Ausführung i. V. m. den unter den primären Schutzmaßnahmen aufgeführten organisatorischen Maßnahmen als auf Dauer technisch dicht. Kleine Leckagen werden durch die Gaswarnanlage erkannt sowie der ggf. austretende Wasserstoff über die technische Raumlüftung ins Freie geleitet.				
<i>Zone auf Basis des Betriebskonzepts</i>				
Zone 2	Innerhalb des Containers			
<i>Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
<i>Keine vorhanden</i>	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine
<i>Begründung</i>	Ausfall der Lüftung und der Gaswarnanlagen nur bei Betriebsstörung zu erwarten. Ausfall nur bei Motorversagen (Lüfter) bzw. zentralem Stromausfall denkbar.			
<i>Erforderliche Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen</i>				
Zündquellenbewertung auf Basis des Betriebskonzepts	Zone auf Basis des Betriebskonzepts			
	0/20	1/21	2/22	Zonenfrei
Zündquelle im Normalbetrieb (betriebsmäßig) vorhanden	Sehr hoch	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen vorhanden	Hoch	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im seltenen Fehlerfall oder bei seltenen Betriebsstörungen vorhanden	Ausreichend	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
Zündquelle im sehr seltenen Fehlerfall vorhanden	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
<i>Erforderliche Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung</i>				
-	K3	K2	K1	Keine
Die Explosionssicherheit nach Nr. 3.2 (3) TRGS 725 [26] wird unter Berücksichtigung des Betriebskonzepts sowie unter Umsetzung der vorgegebenen Verfügbarkeit der Explosionsschutzmaßnahmen und der erforderlichen Zuverlässigkeit der Ex-Einrichtung erreicht.				

S:\MIPROJ\177187\M177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

8 Zusammenfassung der Zielvorgaben (ZV)

- ZV 1 Die Bestandsbelegschaft sowie neu eingestelltes Personal sind über die in den betrachteten Anlagen auftretenden Gefahren zu unterweisen und mit den zu ihrer Abwendung einzuleitenden Maßnahmen vertraut zu machen. In die Belehrung werden die Betriebs- und Bedienungsanleitungen, geltende Standardarbeitsanweisungen sowie Merkblätter und Richtlinien der Berufsgenossenschaften und die Stoffdatenblätter der verwendeten Stoffe mit einbezogen. Im Weiteren ist das Personal fortlaufend und wiederkehrend jährlich zum Arbeits- und Brandschutz sowie zum Umgang mit Gefahrstoffen und explosionschutztechnisch relevanten Stoffen zu unterweisen. Die arbeitsplatzspezifischen Unterweisungen erfolgen durch den verantwortlichen Betriebsleiter bzw. dessen Beauftragten.
- ZV 2 Mitarbeiter von Fremdfirmen sind vor Arbeitsaufnahme durch den zuständigen Leiter der betrachteten Anlagen zu unterweisen.
- ZV 3 In die oben beschriebenen Unterweisungen des Betriebspersonals und der Mitarbeiter von Fremdfirmen sind die erforderlichen Unterweisungen hinsichtlich des Umgangs mit explosionschutztechnisch relevanten Stoffen auf Basis der erstellten Betriebsanweisung zu integrieren. Über die durchgeführten Schulungen ist ein Nachweis zu führen.
- ZV 4 Für die explosionschutztechnisch relevanten Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. In diesen sind auch die Explosionsgefahren der gehandhabten Stoffe zu integrieren.
- ZV 5 Die Vorgehensweise bei Störungen ist in den Betriebsanweisungen gemäß GefStoffV [14] zu dokumentieren und an geeigneter Stelle zu hinterlegen.
- ZV 6 Es ist ein Freigabeverfahren zu etablieren, das insbesondere bei Arbeiten durch Fremdfirmen in explosionsgefährdeten Bereichen angewendet ist.
- ZV 7 Die Umsetzung der Betriebsanweisung ist stichprobenartig zu überprüfen.
- ZV 8 Bereiche mit ausgewiesenen Explosionsschutzzonen sind dauerhaft und gut sichtbar mit dem Warnzeichen W21 gem. BGV A8/DGUV-V9 [7] Anlage 2 Nr. 2 bzw. mit dem Warnzeichen D-W021 gem. ASR A1.3 [4] zu kennzeichnen. Zonen in geschlossenen Systemen, die ohne Werkzeug nicht geöffnet werden können, bedürfen keiner speziellen Kennzeichnung.

- ZV 9 In Bereichen mit Explosionsschutzonen ist konkret darauf hinzuweisen, dass externe Zündquellen zu vermeiden sind. Dies ist durch gut sichtbare und dauerhafte Beschilderung der betroffenen Bereiche sicherzustellen. Auf das Verbot von Zündquellen und das Verbot des Zutritts für Unbefugte ist durch die Beschilderung P003 und D-P006 gem. ASR A1.3 [4] hinzuweisen.
- ZV 10 Es ist eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 15 BetrSichV [5] auf Basis von Anhang 2, Abschnitt 3, Unterpunkt 4.1 BetrSichV [5] durchzuführen. Die Prüfung ist zu dokumentieren.
- ZV 11 Elektrische Geräte/Anlagen und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen sind gemäß eines noch zu erstellenden Prüfplans regelmäßig durch eine befähigte Elektrofachkraft zu warten und zu prüfen. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren.
- ZV 12 Die allgemeinen Maßnahmen im Abschnitt 6.8 sind, soweit sie auf die explosionsgefährdeten Bereiche der Anlagen und Anlagenteile der hier betrachteten Anlagenbereiche zutreffen, in geeigneter Weise umzusetzen.
- ZV 13 Sofern in die Behälter für demineralisiertes Wasser auch abgeschiedenes Wasser aus der Wasserstoffaufbereitung geleitet wird, sind die Behälter mit Wasserstoffsensoren zu versehen (Voralarm und Hauptalarm mit automatischer Abschaltung der Anlage).
- ZV 14 Sofern in die Behälter für demineralisiertes Wasser auch abgeschiedenes Wasser aus der Wasserstoffaufbereitung geleitet wird, sind die Behälter mit einem Anschluss an den Wasserstoffausbläser (H₂-Entlüftung) zu versehen.
- ZV 15 Alle elektrischen Verbindungen, in denen Ausgleichsströme fließen sowie kathodischer Korrosionsschutz der Anlagenteile sind in den Potentialausgleich zu integrieren (vgl. TRGS 727 [27]).
- ZV 16 Maßnahmen gemäß TRGS 727 [27] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu treffen
- ZV 17 Maßnahmen gegen einen Blitzeinschlag sind vorzusehen oder es ist ein entsprechendes Blitzschutzgutachten „Risikobewertung Blitzeinschlag i. S. v. DIN EN 62305 (VDE 0185-305)“ [12] zu erstellen

- ZV 18 Die Container sind mit einer technischen Lüftung auszustatten. Die Lüftung muss in Deckennähe wirksam sein. Toträume in Deckennähe sind zu vermeiden. Die Lüftung ist zu überwachen, beispielsweise durch den Einsatz eines Strömungswächters oder durch ein geeignetes Differenzdrucküberwachungssystem. Eine Drehzahlüberwachung ist nicht ausreichend. Alternativ zur Installation einer technischen Lüftung kann im Inneren der Container eine Zone 2 festgelegt werden. Dementsprechend müssten alle verbauten Komponenten für den Einsatz in Zone 2 geeignet sein.
- ZV 19 Die Inertisierung ist sicherzustellen. Der Restsauerstoffgehalt muss dabei deutlich unterhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration von Wasserstoff (4,3 Vol.-%) liegen. Die Inertisierungsmaßnahmen sind auf Basis der Herstellerangaben im Rahmen der Detailplanung zu konkretisieren.
- ZV 20 Die Wasserstoffkonzentration in der Sauerstoffleitung ist zu überwachen, um beispielsweise einen Membranriss oder die Diffusion von Wasserstoff auf die Sauerstoffseite rechtzeitig zu erkennen.
- ZV 21 Alle elektrischen Verbindungen, in denen Ausgleichsströme fließen sowie kathodischer Korrosionsschutz der Anlagenteile sind in den Potenzialausgleich zu integrieren (vgl. TRGS 727 [27]).
- ZV 22 Maßnahmen gemäß TRGS 727 [27] gegen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, insbesondere Erdung bzw. Verbindung mit Erde leitfähiger bzw. ableitfähiger Anlagenteile sowie Vermeidung isolierender Materialien in explosionsgefährdeten Bereichen sind zu treffen
- ZV 23 Maßnahmen gegen einen Blitzeinschlag sind vorzusehen oder es ist ein entsprechendes Blitzschutzgutachten „Risikobewertung Blitzschlag i. S. v. DIN EN 62305 (VDE 0185-305)“ [12] zu erstellen.

9 Fazit

Unter Berücksichtigung der Umsetzung der in Abschnitt 8 genannten Zielvorgaben bestehen nach Ansicht der Unterzeichner gegen die Errichtung und den Betrieb der Elektrolyseanlage keine explosionsschutztechnischen Bedenken.

Die vorliegende Betrachtung erfolgte für den Normalbetrieb (Regelbetrieb). Unvorhersehbare, individuelle Störungen und Stofffreisetzungen sowie Gefahren durch Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sind nicht Inhalt dieser Gefährdungsbeurteilung.



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Radespiel



Dr.-Ing. Kai Humberg

Anhang A

Ermittlung explosionsschutztechnisch relevanter Anlagenteile

S:\MIPROJ\177M177187\M177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

Grundlage für die Aufzählung sind die für die Elektrolyseanlage von SWD zur Verfügung gestellten Betreiberunterlagen bzw. Planungsunterlagen (vgl. Abschnitt 2.1) und deren Auswertung durch die Unterzeichner.

Die in nachfolgender Tabelle A 1. aufgeführten Anlagenteile/-bereiche beziehen sich sinngemäß auf die Einteilung in Anlagenbereiche aus den vorgelegten Unterlagen (vgl. Abschnitt 7).

Die Bewertung gem. dem Schema Explosionsschutz (vgl. Abbildung A 1) erfolgt entlang der in den Entscheidungssymbolen angegebenen Nummern. Die Ermittlung der Möglichkeit der Bildung e. A. (Endziffer -13) bedeutet nicht, dass für die Anlagen/Anlagenteile eine Explosionsschutzzone auszuweisen ist. Eine genaue Bewertung der Gefährdung der einzelnen Anlagen und/oder Anlagenteile erfolgt unter Abschnitt 7 des vorliegenden Dokuments.

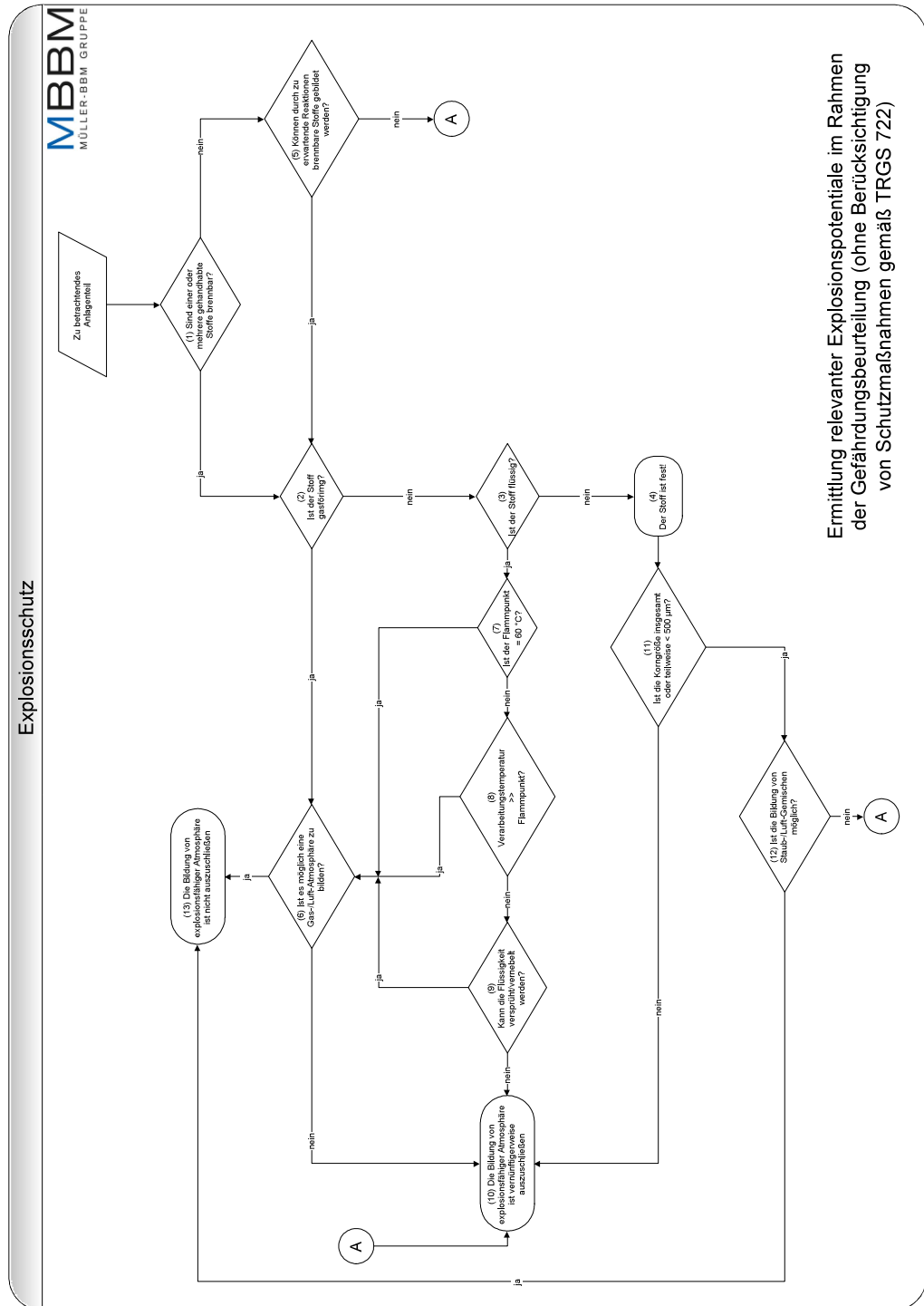
Durch Fettdruck hervorgehobene Anlagenbereiche beinhalten Anlagenteile, welche im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (Abschnitt 7) berücksichtigt werden.

Tabelle A 1.. Ermittlung explosionsschutztechnisch relevanter Anlagenteile/Anlagenbereiche der Energie- und Kältezentrale.

Betriebs- einheit gem. [2]	Anlagenbereich/Anlagenteil	Bewertung gem. Schema Explosionsschutz (vgl. Abbildung A 1)
BE 0 - 1	Stickstoffversorgung	1-5-10
BE 0 - 2	Druckluftversorgung	1-5-10
BE 1 - 1	Demi-Wasseraufbereitung	1-5-10
BE 2 - 1	Demi-Wasseraufbereitung	1-5-10
BE 1 – 2	Behälter für demineralisiertes Wasser, ca. 1,5 m³	1-2-6-13
BE 2 – 2	Behälter für demineralisiertes Wasser, ca. 1,5 m³	1-2-6-13
BE 1 – 3	Elektrolyseur	1-2-6-13
BE 2 – 3	Elektrolyseur	1-2-6-13
	H₂-Entlüftung	1-2-6-13
	O₂-Entlüftung	1-2-6-13
BE 1 – 4	Tischkühler	1-2-3-7-8-9-10
BE 2 – 4	Tischkühler	1-2-3-7-8-9-10
BE 1 – 5	Gasreinigung	1-2-6-13
BE 2 – 5	Gasreinigung	1-2-6-13
	Gastransportleitungen zum Verbraucher	1-2-6-13

Betriebs- einheit gem. [2]	Anlagenbereich/Anlagenteil	Bewertung gem. Schema Explosionsschutz (vgl. Abbildung A 1)
BE 3 – 1	Wärmepumpe (Optional)	1-2-6-13 ³
BE 3 – 2	Pufferspeicher (Optional)	1-2-3-7-8-9-10
BE 3 – 3	Druckhaltung (Optional)	1-2-3-7-8-9-10
BE 3 – 4	Wärmeübertrager (Optional)	1-2-3-7-8-9-10

³ Für die optionale Wärmepumpe liegen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine beurteilungsfähigen Spezifikationen vor. Es ist möglich, dass in der Wärmepumpe ein entzündbares Kältemittel zum Einsatz kommt und diese daher prinzipiell explosionsschutztechnisch relevant ist. Aufgrund der fehlenden Spezifikationen wird die Wärmepumpe in diesem Explosionsschutzkonzept zunächst nicht näher betrachtet und bei Vorlage spezifischer Herstellerinformationen ergänzt.



Ermittlung relevanter Explosionspotentiale im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (ohne Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen gemäß TRGS 722)

Abbildung A 1. Schema Explosionsschutz.

Anhang B

R&I-Schema

S:\M\PROJ\177M\177187\M177187_01_BER_1D.DOCX:29. 11. 2023

4.1.4 Maßnahmen zum Schutz von Beschäftigten sowie Angaben zu Arbeitsräumen und Sozialeinrichtungen

Da noch kein Lieferant für die Anlage ausgewählt wurde, ist eine detaillierte Anlagenplanung inkl. aller Planungsschritte zur Anlagensicherheit bezüglich Arbeitsschutzes noch nicht erfolgt. Die notwendigen Maßnahmen zum Arbeitsschutz werden im Rahmen der Ausführungsplanung zusammen mit den Anlagelieferanten ausgearbeitet. Es ist kein dauerhafter Arbeitsraum oder Sozialeinrichtungen am Standort der Elektrolyse vorgesehen.

4.1.5 Abwasserrelevante technische Abläufe

Der geringfügige Abwasserstrom an unbedenklichem (demineralisiertem) Wasser aus dem Elektrolyseprozess wird in das bestehende Mischwassersystem des Betriebsgeländes eingeleitet (Indirekteinleitung). Anfallendes Regenwasser wird ebenfalls über das bestehende System eingeleitet. Eine detaillierte Beschreibung der Abwasserquellen und -mengen ist in Abschnitt 4.1.1.2 zu finden.

4.1.6 Kühlsysteme

Die im Elektrolyseprozess entstehende überschüssige Wärme wird über Tischkühler an die Umgebungsluft abgegeben. Eine detaillierte Beschreibung des Kühlsystems ist in Abschnitt 4.1.1.2 gegeben. Eine Abwärmenutzung wird derzeit geprüft.

4.1.7 Maßnahmen zur Abfallvermeidung

Im normalen Anlagenbetrieb fallen keine Produktionsabfälle aus dem Prozess an.

Wartungen und Reparaturen werden im Wesentlichen durch externe Servicefirmen durchgeführt, die ihre Abfälle, wie Verpackungen, ausgebaute Altteile etc. selbst abtransportieren und entsorgen bzw. verwerten.

Da auf dem Anlagenstandort keine festen Arbeitsplätze vorhanden sind, fallen auch keine hausmüllähnlichen Abfälle o.ä. an.

4.1.8 Maßnahmen zum Schutz und zur Vorsorge von Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen, Licht und sonstigen Emissionen / Immissionen und Gefahren

Vom Anlagenbetrieb gehen keine schädlichen Abgase aus. Der erzeugte Sauerstoff aus den Elektrolyseurbehälter wird kontinuierlich in Rohrleitungen gesammelt und über einen ca. 3 m hohen Ablassmast über Containerdach frei in die Atmosphäre abgegeben. Während des An- und Abfahrens werden kleine Mengen eines Gemischs aus Wasserstoff und Stickstoff über einen zweiten Mast ins Freie abgelassen.

Alle Anlagenteile werde schalltechnisch so ausgelegt bzw. gekapselt, dass in den definierten Immissionsorten die tags und nachts geltenden Schallgrenzwerte deutlich unterschritten werden. Ein Schallgutachten liegt dem Antrag bei.

Es treten keine Erschütterungen durch den Anlagenbetrieb auf.

Bis auf für die Anlagenwartung notwendige Fahrzeuge entsteht durch den Anlagenbetrieb kein Fahrzeugverkehr.

Sicherheitsrelevante Anlagenteile werden allgemein dauerhaft beleuchtet. Weitere Lichtquellen werden nachts abgeschaltet. In unmittelbarer Sichtnähe grenzt kein Wohngebiet an.

4.1.9 Maßnahmen zum Umgang mit wassergefährdeten Stoffen/Apparateliste

Im Rahmen der Detailplanung wird die vollständige Umsetzung der AwSV sichergestellt. Im Kapitel 8 dieses Antrags ist eine Anlagendokumentation der AwSV-Anlagen und der eingesetzten Stoffe zu finden.

4.1.10 Darstellung der Auswahl der Werkstoffe zu den eingesetzten Stoffen / Apparateliste

Die Auswahl geeigneter Werkstoffe in der Elektrolyseanlage ist essenziell, um die Anforderungen an Sicherheit und Leistung zu erfüllen. Sie unterliegen verschiedenen Standards und Normen, darunter die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) und die Druckgeräterichtlinie (2014/68/EU). Weitere relevante Regelwerke werden in den späteren Planungsphasen nach dem aktuellen Stand der Technik mit einbezogen und berücksichtigt.

4.1.11 Darstellung zu Eingriffen in Boden und Grundwasser

Der Standort ist eine Altlast mit bereits bestehenden Vorgaben zur vollständigen Versiegelung. Die bestehenden Vorgaben werden weiterhin umgesetzt. Im Rahmen der Baumaßnahmen wird ausschließlich in der oberen, sauberen Bodenschicht gearbeitet und nicht in die Altlast eingegriffen. Ein Eingriff in das Grundwasser erfolgt nicht. Ein Auszug aus dem Altlastenkataster ist in Kapitel 8 dieses Antrags beigefügt.

4.1.12 Maßnahmen für den Fall der Betriebseinstellung

Im Fall der Betriebseinstellung wird die Anlage, falls keine andere sinnvolle Nutzung der Einreichungen möglich ist, vollständig zurückgebaut:

Die Anlage wird zunächst komplett stillgelegt, entleert und von der Stromversorgung getrennt. Die weitgehend aus metallischen Werkstoffen bestehenden Elektrolyseure werden zu Recyclingbetrieben abtransportiert und dort geordnet zerlegt und dem Metallrecycling zugeführt. Elektrische und elektronische Komponenten sowie die Verkabelung werden zuvor gesondert ausgebaut und dem Recycling zugeführt.

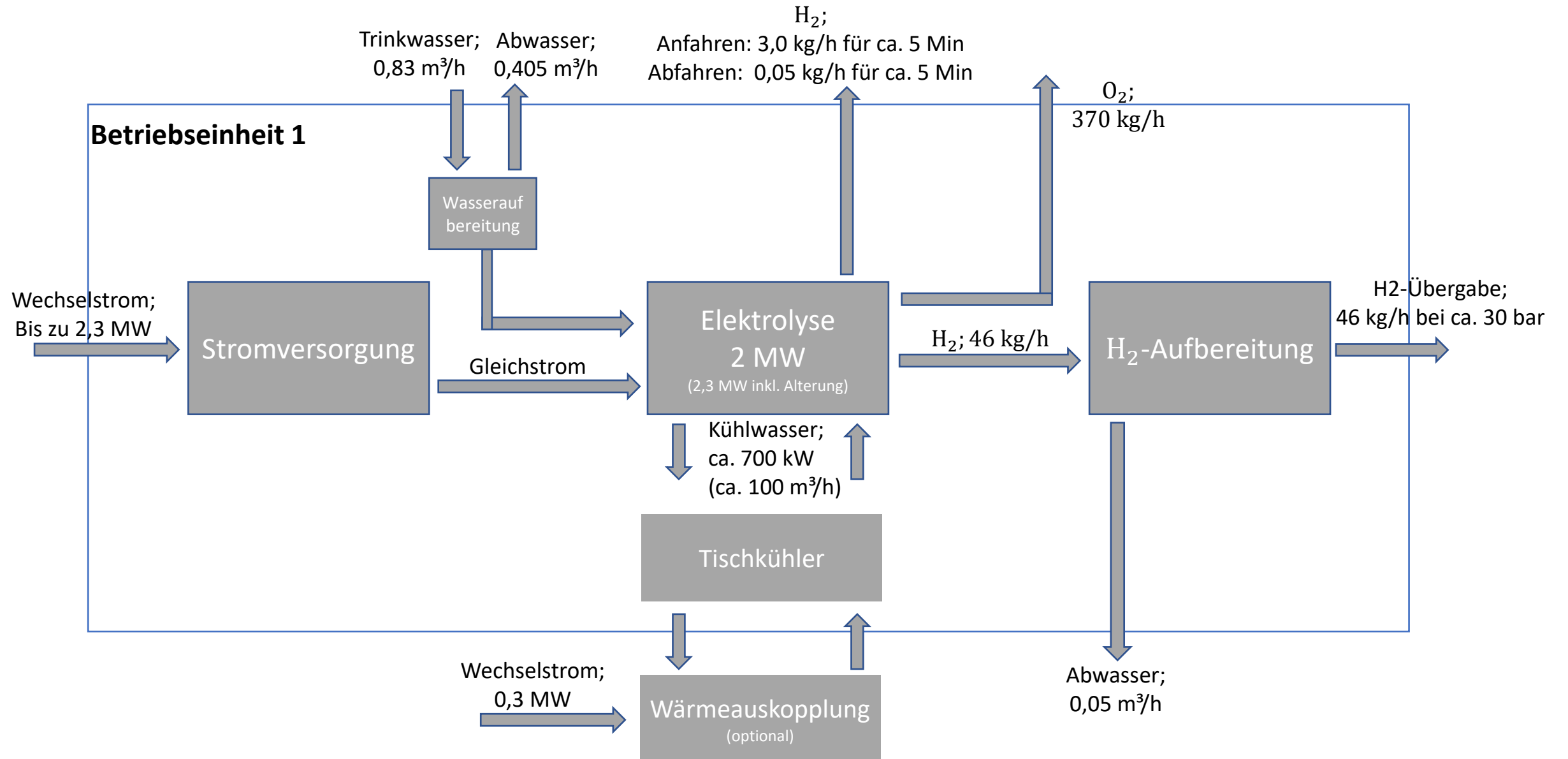
Örtlich verbaute, oberirdische Rohrleitungen und Installationen werden zurückgebaut und recycelt.

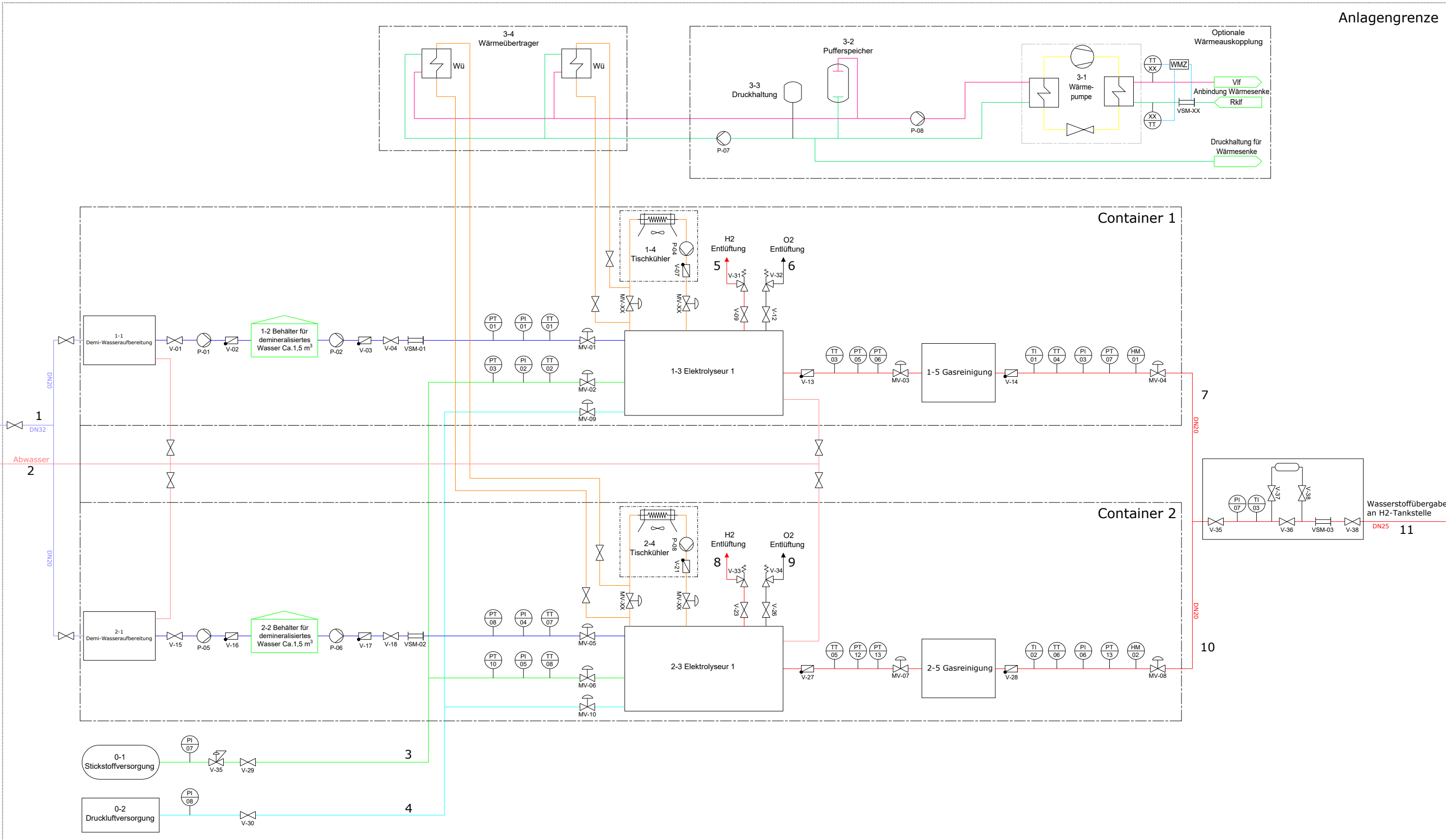
Unterirdisch verlegt sind Teile der Elektrokabel und Leitungen für Wasser. Diese können zunächst im Boden verbleiben und bei Bedarf ausgegraben werden.

Ebenso können die verbleibenden Streifen- und Flächenfundamente aus Stahlbeton zunächst verbleiben und erst bei einer Neunutzung der Fläche zurückgebaut werden, da von ihnen keine Gefährdungen ausgehen.

STOFFSTROMFLIESSBILD GENEHMIGUNG

Stand 20.11.2023





LEGENDE

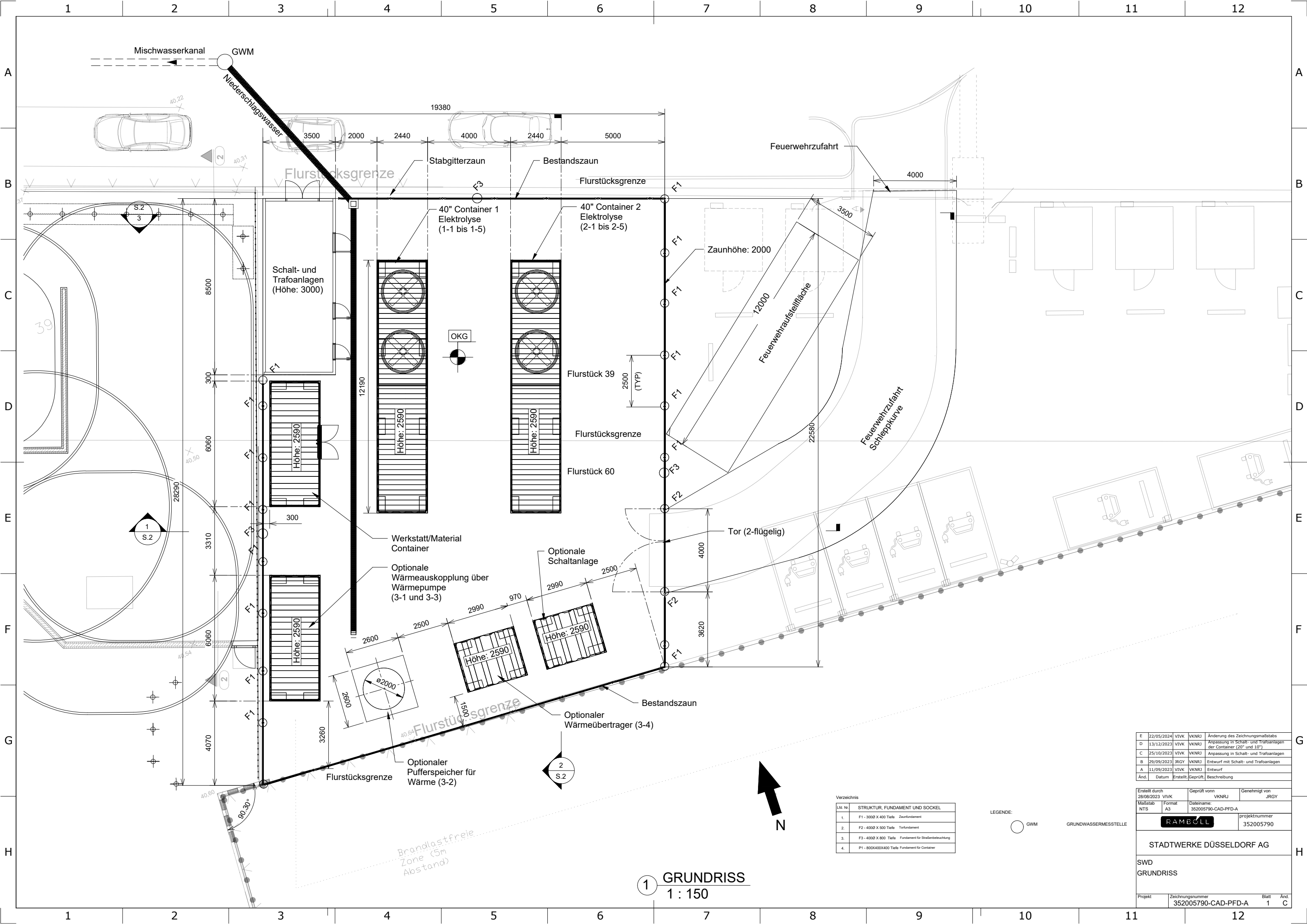
	Kühlwasser		Durchflussmesser
	Demin Wasser		Temperaturtransmitter
	Wasserstoff (35-40 Bar)		Temperaturmessgerät
	Wasserstoff (300-350 Bar)		Drucksensor
	Druckluft		Druckmessgerät
	Stickstoff		Druckschalter
	Sauerstoff		Wasserstoff-massensensor
	Wärmeauskopplung VL		Manuelles Ventil
	Wärmeauskopplung RL		Rückschlagventil
			Solenoidventil
			Pneumatisches Ventil
			Entlüftung (Sicherer Ort)
			Sicherheitsventil
			Doppelsicherheitsventil
			Teilsystem Steuerungseinheit
			Pumpe
			Druckregelventil

Notiz: Instrumentierung nur exemplarisch

Erstellt durch	11/09/2023	PBKN	JRGY	Entwurf mit Wärmeauskopplung
Geprüft von	11/09/2023	PBKN	JRGY	Entwurf für Vorplanung
Genehmigt von				
Maßstab	A3	Dateiname:	352005790-CAD-PFD-A	
NTS		Erstellt	Geprüft	Beschreibung
RAMEÜLL		projektnummer 352005790		
STADTWERKE DÜSSELDORF AG				
SWD R&I der 2 MW-Wasserstoffanlage				
Projekt	352005790-CAD-PFD-A	Blatt	1	And. B

Wasserstofftankstelle

Anlagengrenze



1 GRUNDRISS
1 : 150

Verzeichnis

Lfd. Nr.	STRUKTUR, FUNDAMENT UND SOCKEL
1.	F1 - 3000 X 400 Tiefe Zanfundament
2.	F2 - 4000 X 500 Tiefe Tortfundament
3.	F3 - 4000 X 800 Tiefe Fundament für Straßenbeleuchtung
4.	P1 - 800X400X400 Tiefe Fundament für Container

LEGENDE:

	GWM	GRUNDWASSERMESSTELLE
--	-----	----------------------

E	22/05/2024	VVK	VKNRJ	Änderung des Zeichnungsmaßstabs
D	13/12/2023	VVK	VKNRJ	Anpassung in Schalt- und Trafoanlagen der Container (20" und 10")
C	25/10/2023	VVK	VKNRJ	Anpassung in Schalt- und Trafoanlagen
B	29/09/2023	JRGY	VKNRJ	Entwurf mit Schalt- und Trafoanlagen
A	11/09/2023	VVK	VKNRJ	Entwurf
Änd.	Datum	Erstellt	Geprüft	Beschreibung

Erstellt durch	28/08/2023	VVK	VKNRJ	Geprüft von	VKNRJ	Genehmigt von	JRGY
Maßstab	NTS	Format	A3	Dateiname:	352005790-CAD-PFD-A	projektnummer	352005790
STADTWERKE DÜSSELDORF AG							
SWD GRUNDRISS							
Projekt	Zeichnungsnummer			Blatt		Änd.	
	352005790-CAD-PFD-A			1		C	

4.4 IMMISSIONSPROGNOSE / GUTACHTEN

Da bis auf möglichen auftretenden Schall keine relevanten Emissionen im Anlagenbetrieb auftreten, ist nach Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde ausschließlich ein Schallgutachten im Antrag enthalten.

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH

Immissionsschutz / Lärmschutz

Akkreditiertes Prüfinstitut



**Geräuschimmissionsprognose zum Neubau einer
Elektrolyseur-Anlage zur Erzeugung von
Wasserstoff der Stadtwerke Düsseldorf AG am
Standort „Höherweg 200“ in Düsseldorf (Stand
11/2023)**

TÜV-Bericht Nr.: EuL/21261064/02
Köln, 24. November 2023

www.umwelt-tuv.de



energy@de.tuv.com

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH
D – 51105 Köln, Am Grauen Stein
Tel.-Nr.: 0221 806-5200, Fax-Nr.: 0221 806-1349**

Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

- Leerseite -

Geräuschimmissionsprognose zum Neubau einer Elektrolyseur-Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff der Stadtwerke Düsseldorf AG am Standort „Höherweg 200“ in Düsseldorf (Stand 11/2023)

GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGE NACH BImSchG:	Ja (4. BImSchV, Anhang 1, Nr. 4.1.12)
AUFTRAGGEBER:	Stadtwerke Düsseldorf AG Höherweg 100 40233 Düsseldorf
ANSPRECHPARTNER:	Herr Peter Leiders hpleiders@swd-ag.de
TÜV-ANGEBOTS-NR.:	EuL/87672941/2023
TÜV-AUFTRAGS-NR.:	EuL/21261064/02
TÜV-KUNDEN-NR.:	1008039
AUFTRAG VOM:	12.09.2023
BEARBEITER:	Dipl.-Ing. Ralf Job Tel.: +49 221 806-2435 E-Mail: Ralf.Job@de.tuv.com
FACHLICH VERANTWORTLICH:	Dipl.-Ing. Ralf Job
ANSCHRIFT:	TÜV Rheinland Energy GmbH Immissionsschutz / Lärmschutz Am Grauen Stein D – 51105 Köln
SEITENZAHL:	40
BERICHT VOM:	24. November 2023

- Leerseite -

Inhaltsverzeichnis

Blatt

1	Aufgabenstellung	7
2	Vorgehensweise	7
3	Grundlagen	8
3.1	Örtliche Verhältnisse	8
3.2	Immissionsschutzanforderungen	8
3.2.1	Beurteilungspegel	8
3.2.2	Spitzenpegelkriterium	12
3.2.3	Tieffrequente Geräusche	12
3.2.4	Anlagenbedingte Verkehrsgeräusche auf öffentlichen Verkehrsflächen	12
3.3	Anlagenbeschreibung	12
4	Geräuschemissionen	13
4.1	Allgemeine Angaben	13
4.2	H ₂ -Elektrolyseur	14
4.2.1	Anlagenbeschreibung	14
4.2.2	Schallabstrahlung über die Außenbauteile der Container	15
4.2.3	Außenquellen	16
4.3	Schaltanlage und Trafo	16
4.3.1	Anlagenbeschreibung	16
4.3.2	Außenquellen	17
4.4	Wärmepumpe	17
4.4.1	Anlagenbeschreibung	17
4.4.2	Schallabstrahlung über die Außenbauteile der Container	18
4.4.3	Außenquellen	18
4.5	Allgemeine Anforderungen	19
4.6	Fortgang der Planung	19
5	Berechnung der Geräuschimmissionen	20
6	Beurteilung der Geräuschsituation	20
6.1	Beurteilungspegel	20
6.1.1	Beurteilungsansätze	20
6.1.2	Beurteilungspegel und Richtwertvergleich	22
6.2	Spitzenpegel	22

6.3	Tieffrequente Geräusche.....	23
7	Qualität der Prognose.....	23
8	Zusammenfassung.....	24
Anhang 1 :	Verwendete Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen.....	25
A1.1	Gesetzliche Regelungen	25
A1.2	Normen und Richtlinien	25
A1.3	Weitere Unterlagen	26
Anhang 2 :	Schallquellenplan	27
Anhang 3 :	Beschreibung der Geräuschemissionen.....	28
A3.1	Ermittlung der Schalleistungspegel der Geräuschquellen.....	28
A3.2	Übersicht zu den verwendeten Oktavspektren	28
A3.3	Dokumentation des Emissionsmodells	29
Anhang 4 :	Berechnung der Geräuschmissionen.....	32

1 Aufgabenstellung

Die Firma Stadtwerke Düsseldorf AG (nachfolgend SWD genannt) beabsichtigt auf ihrem Betriebsgrundstück am Höherweg 200 in Düsseldorf-Flingern eine Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff (H₂) mittels Elektrolyse von Wasser (H₂-Anlage) zu errichten und zu betreiben. Der erzeugte Wasserstoff soll über eine oberirdische Leitung zu der noch zu errichtenden westlich angrenzenden Tankstelle am Höherweg 202a der Firma H2-MOBILITY gefördert werden. Im Rahmen der Genehmigung für das o.g. Vorhaben sollen die Geräuschemissionen durch die geplante Anlage auf die angrenzende schutzwürdige Bebauung ermittelt und anhand der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [2] beurteilt werden. Die Anlage fällt unter die 4. BImSchV, Anhang 1, Nr. 4.1.12. Die Ermittlung der Geräuschemissionen erfolgt anhand einer detaillierten Prognose gemäß Nr. A.2.3 TA Lärm.

Da die Anlage kontinuierlich 24 Stunden am Tag in Betrieb ist wird ausschließlich der kritische Beurteilungszeitraum nachts (22:00 – 06:00 Uhr) untersucht. Mit der Einhaltung der Immissionsschutzanforderungen nachts ist die Einhaltung der Immissionsschutzanforderungen tags verbunden.

In dem TÜV-Bericht Nr. EuL/21261064/01 vom 27.10.2023 [21] wurden bereits die Geräuschemissionen durch die H₂-Anlage prognostiziert. Zwischenzeitlich hat sich die Anlagenplanung geändert. In diesem Bericht werden die Geräuschemissionen auf Basis des Aufstellungsplans vom 07.11.2023 (20231107_SWD-ELY_Aufstellplan_V6.pdf) ermittelt und beurteilt. Die Geräuschemissionen und schalltechnischen Anforderungen an die Quellen haben sich mit der neuen Aufstellungsplanung im Vergleich zur der 1. Prognose [21] nicht verändert.

2 Vorgehensweise

Im Zuge der schalltechnischen Untersuchung werden die folgenden Arbeitsschritte durchgeführt:

- Beschreibung von Geräuschemissionen (Schallleistungspegel) der geplanten immissionsrelevanten Anlagen auf dem Betriebsgelände. Mit relevantem Freiflächengeschehen (Fahrverkehr, Be- und Entladegeschehen) ist nicht zu rechnen.
- Erstellung eines digitalen Berechnungsmodells (DBM) für das Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der Topographie des Geländes, der Gebäude und der Anlagen sowie der wesentlichen Schallquellen.

- Durchführung von Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 [4] auf Grundlage des DBM zur Ermittlung der Geräuschimmissionen in der Umgebung durch die geplante Anlage für die Nacht (22:00 – 06:00 Uhr). Ggf. auftretende Abschirmungen und Reflexionen auf dem Ausbreitungsweg werden bei den Berechnungen berücksichtigt.
- Beurteilung der Geräuschsituation für den Nachtzeitraum nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm [2].

3 Grundlagen

3.1 Örtliche Verhältnisse

Das maßgebliche Grundstück „Höherweg 200“ befindet sich in Düsseldorf-Flingern im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 02/016 „Westlich Ronsdorfer Straße“ und ist demnach als Industriegebiet (GI) festgesetzt. Das Betriebsgrundstück ist von gewerblichen bzw. industriellen Nutzungen umgeben.

In unmittelbarer Nachbarschaft zum Betriebsgrundstück befinden sich keine Wohnnutzungen. Die nächstgelegenen Wohnhäuser liegen nordöstlich an der Ronsdorfer Straße ca. 230 m von der neuen Anlage entfernt. Weitere Wohngebäude befinden sich westlich am Höhenweg bzw. an der Kettwiger Straße, nordwestlich an der Behrenstraße sowie nordöstlich an der Rosmarinstraße in Entfernungen von ca. 480 – 750 m zum Anlagengrundstück. Darüber hinaus liegt nordöstlich in ca. 310 m Entfernung die Kleingartenanlage „Hagenbuttenweg“. Dauerhaftes Wohnen ist hier nicht genehmigt bzw. genehmigungsfähig, wodurch hier ein reduzierter Schutzanspruch besteht.

Abbildung 3.1, Seite 11, zeigt das Untersuchungsgebiet mit dem Standort der Anlage.

3.2 Immissionsschutzanforderungen

3.2.1 Beurteilungspegel

Die Beurteilung der Betriebsgeräusche erfolgt nach der 6. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz [1] TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm von 1998 mit Änderung 2017 unter Berücksichtigung der Klarstellung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit hinsichtlich redaktioneller Fehler [2]. Nach TA Lärm sind die Betriebsgeräusche zur Tageszeit (06:00 - 22:00 Uhr) und zur

Nachtzeit (22:00 - 06:00 Uhr) getrennt zu beurteilen. Tags ist ein Bezugszeitraum von 16 h maßgebend, nachts ist die volle Nachtstunde zu betrachten in der die höchsten Geräuscheinwirkungen zu erwarten sind (lauteste Nachtstunde zw. 22:00 und 06:00 Uhr). Wie in Kapitel 1 beschrieben, wird nachfolgend ausschließlich der Beurteilungszeitraum nachts (22:00 – 06:00 Uhr) betrachtet.

Zur Beurteilung der Geräuschemissionen nach TA Lärm sind die Beurteilungspegel der Betriebsgeräusche für den maßgeblichen Immissionsort, 0.5 m außerhalb des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes¹ zu bilden und mit den Immissionsrichtwerten (IRW) zu vergleichen. Die an den Immissionsorten einzuhaltenden Immissionsrichtwerte ergeben sich nach TA Lärm entsprechend den Gebietsausweisungen im Bebauungsplan oder bei nicht vorhandenem B-Plan entsprechend der Schutzbedürftigkeit (§ 34/35 BauGB).

Um den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sicherzustellen, dürfen laut Nummer 3.2.1 der TA Lärm die Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort nicht überschritten werden. Unter der Gesamtbelastung ist die Belastung an einem Immissionsort zu verstehen, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die TA Lärm gilt. Wirken neben der zu beurteilenden Anlage (Zusatzbelastung) auf den maßgeblichen Immissionsort noch weitere Anlagengeräusche (Vorbelastung) ein, muss sichergestellt werden, dass die Immissionsrichtwerte durch alle Anlagen gemeinsam eingehalten werden.

Unterschreitet die von einer nach BImSchG [1] genehmigungsbedürftigen Anlage ausgehende Zusatzbelastung die zulässigen Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB, so ist der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag in der Regel als nicht relevant anzusehen. Die Genehmigung für diese Anlage darf in diesen Fällen auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung in der Regel nicht versagt werden (Nr. 3.2.1 TA Lärm). In Anlehnung an Nummer 4.2 c) TA Lärm wird dies auch auf nicht genehmigungsbedürftige Anlagen angewendet.

Liegen die Geräuschemissionen der zur beurteilenden Anlage mehr als 10 dB unter den Immissionsrichtwerten, so liegen nach Nr. 2.2 TA Lärm die Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereiches der Anlage und die Geräusche sind damit in der Regel als nicht immissionsrelevant einzustufen.

¹ Schutzbedürftig im Sinne der DIN 4109 [7], u.a. Wohn- und Büroräume, etc.

Von der Stadt Düsseldorf wurden sechs Immissionsorte mit den dazugehörigen Gebietsausweisungen vorgeschlagen, die entsprechend berücksichtigt werden [20]. Auf die Immissionsorte wirken eine Vielzahl an gewerblichen und industriellen Nutzungen ein. Die Vorbelastung durch diese Nutzungen ist nicht bekannt. Daher wird im vorliegenden Fall geprüft, ob die Geräusche der H₂-Anlage die Immissionsrichtwerte nachts um mindestens 10 dB unterschreiten.

In der nachfolgenden Tabelle 3.1 sind die maßgeblichen Immissionsorte, die Gebietseinstufungen gemäß Bebauungsplan bzw. entsprechend der Schutzbedürftigkeit, die Geschosshöhe sowie die Immissionsrichtwerte (IRW) dargestellt.

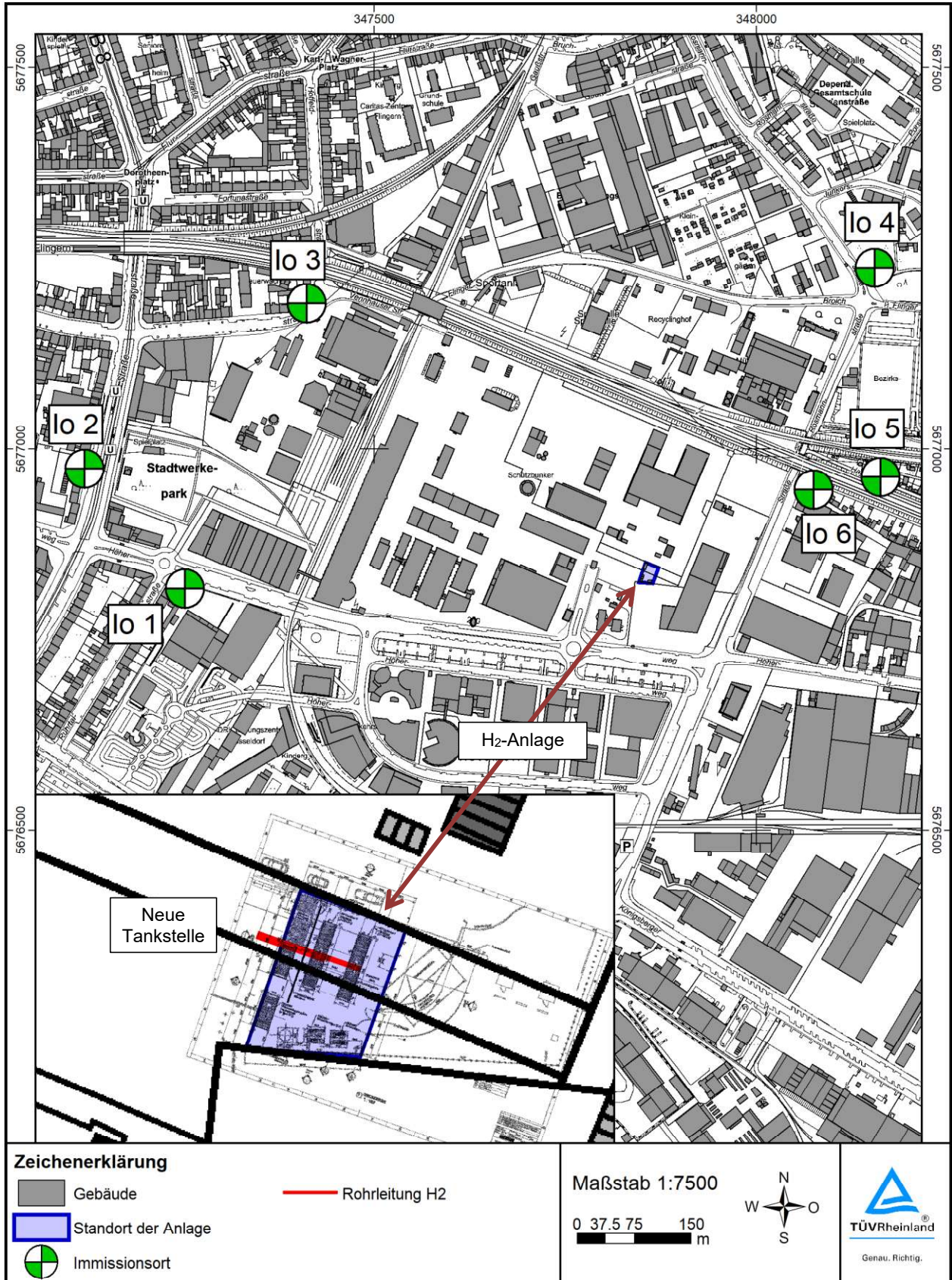
Tabelle 3.1: *Maßgebliche Immissionsorte, Gebietseinstufung und Immissionsrichtwert*

Immissionsort	Gebiets-einstufung	Anzahl Ge-schosse	Immissionsrichtwert in dB(A)	
			tags (6-22 Uhr)	nachts (22-6 Uhr)
Io 1 – Höherweg 61	WA ^{a)}	V	55	40
Io 2 – Kettwiger Str. 46	WB ^{b)}	V	55 ^{b)}	40 ^{b)}
Io 3 – Behrenstraße 84	WA ^{a)}	V	55	40
Io 4 – Rosmarinstraße 66	MI ^{c)}	I	60	45
Io 5 – Kleingartenanlage Hagebuttenweg	KG ^{d)}	II	55 ^{d)}	55 ^{d)}
Io 6 – Ronsdorfer Str. 2	GE ^{e)}	II	65	50

^{a)} Gemäß § 34/35 BauGB
^{b)} Gemäß Bebauungsplan 5676-047 (An der Icklack / Kettwiger Str.)
 Die TA Lärm enthält keine Immissionsrichtwerte für besondere Wohngebiete (WB). Die Bebauung im Bereich der Kettwiger Straße ist überwiegend von Wohnnutzungen geprägt. Daher werden die Immissionsrichtwerte für Allgemeine Wohngebiete (WA) zugrunde gelegt.
^{c)} Gemäß Bebauungsplan 5777-042 (Porschestr. / Junkerstr.)
^{d)} Die TA Lärm enthält keine Immissionsrichtwerte für Kleingartenanlagen (KG). Nach Beiblatt 1 zur DIN 18005 [10] gelten für Kleingartenanlagen Orientierungswerte von 55 dB(A) am Tag und in der Nacht, was dem Immissionsrichtwert nach TA Lärm für ein Allgemeines Wohngebiet am Tag entspricht. Aufgrund der unmittelbaren bestehenden Nachbarschaft der Kleingartenanlage zu den Gewerbe- und Industriegebieten (Gemengelage) ist u.E. auch der Immissionsrichtwert für Mischgebiete von 60 dB(A) gerechtfertigt. Vorsorglich wird im Rahmen dieser Untersuchung jedoch der niedrigere Wert von 55 dB(A) zugrunde gelegt.
^{e)} Gemäß Bebauungsplan 5776-010 (nördlich Höherweg).

Die Lage und Bezeichnung der Immissionsorte können der Abbildung 3.1, Seite 11 entnommen werden.

Abbildung 3.1: Übersichtsplan mit Lage und Bezeichnung der Immissionsorte



3.2.2 *Spitzenpegelkriterium*

Gemäß Nummer 6.1 der TA Lärm dürfen auch einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert am Tage um nicht mehr als 30 dB und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB überschreiten (Spitzenpegelkriterium).

3.2.3 *Tieffrequente Geräusche*

Gemäß Nr. 7.3 TA Lärm ist zu prüfen, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche (Frequenzbereich < 90 Hz) in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern auftreten können. Die Ermittlung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche erfolgten anhand der DIN 45680 [11].

3.2.4 *Anlagenbedingte Verkehrsgeräusche auf öffentlichen Verkehrsflächen*

Gemäß Nummer 7.4 TA Lärm ist zu prüfen, ob der anlagenbedingte Verkehr unzulässige Geräuschimmissionen auf öffentlichen Straßen verursacht. Im vorliegenden Fall erfolgt durch den Betrieb der geplanten Anlage kein relevanter Zu- und Abfahrtverkehr auf öffentlichen Straßen. Somit werden im vorliegenden Fall keine organisatorischen Maßnahmen zur Reduzierung der anlagenbedingten Verkehrsgeräusche auf öffentlichen Straßen erforderlich.

3.3 **Anlagenbeschreibung**

Die Lieferant der Anlage ist derzeit noch nicht bekannt. Daher werden nachfolgend die Hauptkomponenten der Anlagen sowie mögliche Schallquellen beschrieben. In Kapitel 4, Seite 13 ff. werden dann für diese Schallquellen maximal zulässige Emissionen beschrieben.

Die Erzeugung von Wasserstoff mit einer Leistung von 2 MW erfolgt in Elektrolyseuren, die in Containern untergebracht werden sollen. Die geplante Anlage soll bis zu 46 kg Wasserstoff pro Stunde produzieren. Die elektrische Stromversorgung des Elektrolyseurs erfolgt über eine Mittelspannungsebene direkt aus dem Kraftwerk Flingern der SWD. Der produzierte Wasserstoff (30 bar) wird über eine oberirdische Rohrleitung einer noch zu errichtenden Tankstelle zugeführt (Höherweg 202a), die direkt westlich an die H₂-Anlage angrenzt. Die Verdichtung des Gases (Kompressorenbetrieb) erfolgt dabei auf dem Gelände der Tankstelle und ist damit für diese Untersuchung nicht relevant.

Neben den Elektrolyseuren werden ein Schaltcontainer mit Trafo und ein Container für eine Wärmepumpe (Wärmeauskopplung) berücksichtigt. Die Geräusche der Container für die Werkstatt, die Wärmeanbindung (optionaler Wärmeüberträger) und einer optionalen Schaltanlage sowie des Wärmespeichers sind nicht relevant.

Außer bei Reparatur- und Wartungsarbeiten im Tageszeitraum entsteht durch den Betrieb der Anlage kein relevantes Freiflächengeschehen (Fahrverkehr, Be- und Entladegeschehen).

Die Lage und Bezeichnung der Betriebseinheiten können der Abbildung A 2.1, Seite 27 entnommen werden.

4 Geräuschemissionen

4.1 Allgemeine Angaben

Wie bereits in Kapitel 3.3, Seite 12 beschrieben liegen noch keine Details zu den geplanten Anlagen vor. Nachfolgend werden Geräuschemissionen beschrieben, die zu einer Einhaltung von zulässigen Immissionsrichtwerten in der Nachbarschaft der zu beurteilenden Anlage führen (siehe Kapitel 3.2, Seite 8 ff.) und die den Stand der Technik zur Lärminderung im Sinne Nr. 2.5 erfüllen.

Als kennzeichnende Größe für die abgestrahlte Geräuschemission wird der Schallleistungspegel L_{WA} verwendet. Anhand der Schallleistungspegel erfolgen der Vergleich der verschiedenen Emittenten und die Berechnung der Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft.

Relevante Geräusche entstehen durch die Schallabstrahlung über die Außenbauteile der Container sowie durch Außenquellen. Mit relevantem Freiflächengeschehen ist nicht zu rechnen.

Bei der Schallabstrahlung über die Außenbauteile werden aus den Rauminnenpegeln und der Schalldämmung der Außenbauteile (Wände, Dächer, Fenster, Tore, Öffnungen) die ins Freie abgestrahlten Schallleistungspegel der Elemente nach DIN EN 12354, Teil 4 [5] berechnet. Für die Außenquellen werden maximal zulässige Schallleistungspegel vorgegeben.

Anmerkung zu den bewerteten Bau-Schalldämmmaßen R'_{w}

Das bewertete Bau-Schalldämmmaß R'_{w} kennzeichnet die Luftschalldämmung eines Bauteils mit bauüblichen Nebenwegen und stellt damit die Dämmung im gebrauchsfähigen Zustand dar. Die in Prüfzeugnissen dargestellten Schalldämmmaße von Bauteilen werden üblicherweise in Prüfständen ermittelt. Sollten Werte aus Prüfzeugnissen herangezogen werden, so müssen diese bei Wänden, Decken und Fenstern um das Vorhaltemaß von 2 dB sowie bei Türen und Toren um 5 dB über den in der Tabelle 4.1, Seite 15 bzw. Tabelle 4.4, Seite 18 aufgeführten Schalldämmmaßen liegen.

Einzelheiten zur Berechnung der Schalleistungspegel, die angesetzten Oktavspektren und die ermittelten Schalleistungspegel aller Quellen können dem Anhang 3, Seite 28 ff. entnommen werden. Die Lage und Bezeichnung der wesentlichen Schallquellen sind in der Abbildung A 2.1, Seite 27 dargestellt. Die Quellnummern in der Abbildung A 2.1 entsprechen den Nummern der Berechnungstabellen im Kapitel A3.3, Seite 29 bzw. Anhang 4.

Nachfolgend werden die Geräuschquellen und die für die Berechnung der Geräuschemissionen zugrunde gelegten Ansätze beschrieben.

4.2 H₂-Elektrolyseur

4.2.1 Anlagenbeschreibung

Für die trockene Elektrolyse (Polymer-Elektrolyt-Membran PEM) mit einer Gesamtleistung von 2 MW sollen zwei 40 Fuß-Container (je 1 MW) mit maximalen Abmessungen von L x B x H = 12.2 m x 2.5 m x 3.0 m aufgestellt werden. Sollte nur ein Container realisiert werden, können die nachfolgend beschriebenen Geräuschemissionen der Elektrolyseure entsprechend addiert werden.

Zur Belüftung der Container wird an der Nordseite eine Schallquelle für die Zuluft (Quellhöhe $h_Q = 2.8$ m) sowie auf dem Dach eine für die Abluft ($h_Q = 1.5$ m über Dach) berücksichtigt. Die Zu- und Abluft kann z.B. über ein Lüftungsgitter mit bzw. ohne Ventilator erfolgen. Für die Kühlung ist auf jedem Container ein Kühlaggregat vorgesehen ($h_Q = 2.0$ m über Dach).

Während des Betriebes der Anlage wird kontinuierlich produzierter Sauerstoff (2 – 4 bar) über einen Kamin abgeführt ($h_Q = 3.0$ m über Dach).

Beim Anfahren der Elektrolyseure wird darüber hinaus Wasserstoff (30 bar) über einen Kamin abgeleitet. Beim „warmen“ Anfahren dauert dieser Vorgang max. 1 Minute. Wird die Anlage im „kalten“ Zustand angefahren, kann dieser Vorgang 10 – 15 min andauern, da zunächst eine Qualität des Gases sichergestellt werden muss. Das „kalte“ Anfahren findet überwiegend im Tageszeitraum z.B. nach Wartungsarbeiten statt, jedoch kann dies auch im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden. Für die Ausbreitungsberechnung wird das Ausblasen von Wasserstoff über einen Kamin ($h_Q = 3.0$ m über Dach) für 20 min in der lautesten Nachtstunde angesetzt.

Für die Förderung des Wasserstoffs zur benachbarten geplanten Tankstelle wird je Container (Elektrolyseur) eine Rohrleitung berücksichtigt, die bis zum Übergabepunkt ca. 5 m westlich des Betriebsgrundstücks verläuft ($h_Q = 3.5$ m über Gelände).

4.2.2 Schallabstrahlung über die Außenbauteile der Container

Für die Schallausbreitungsberechnung wird als Maximalannahme für den gesamten Container ein Innenpegel von $L_i = 90$ dB(A) zugrunde gelegt. Es wird von einem kontinuierlichen Betrieb der Anlagen von 24 h am Tag ausgegangen.

Damit keine unzulässigen Geräuschemissionen in der Nachbarschaft entstehen, sollten die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten bewerteten Bau-Schalldämmmaße R'_w der Außenbauteile mindestens eingehalten werden. Andere Bauteile können auch verwendet werden, wenn die schalltechnischen Eigenschaften gleich oder besser sind.

Tabelle 4.1: *Bewertete Bau-Schalldämmmaße R'_w der Container – Elektrolyseur*

Bauteil	Bau-Schalldämmmaß R'_w in dB	Mögliche Ausführung
Wände, Dach	$R'_w \geq 25$	Stahlblech
Türen (Nordseite)	$R'_w \geq 21$	Stahltür

Die Türen bleiben während des Betriebes der Anlagen geschlossen.

Der genaue Aufbau der abstrahlenden Außenbauteile sowie die bewerteten Bau-Schalldämmmaße R'_w können der Berechnungstabelle im Kapitel A3.3, Seite 29 entnommen werden.

4.2.3 Außenquellen

In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal zulässigen Schalleistungspegel L_{WAd}^2 entsprechend DIN EN ISO 4871 [15] der geplanten Außenquellen sowie die Einsatzzeiten am Tag dargestellt.

Tabelle 4.2: Schalleistungspegel der Außenquellen sowie Einsatzzeiten – Elektrolyseur

Quell-Nr. gemäß Anhang	Quelle	Schalleistungspegel (L_{WAd}) in dB(A)	Einsatzzeit
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	85	24 h
EO11	EL Ost: Abluft Dach	87	24 h
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	91	24 h
EO13	EL Ost: Kamin (O ₂)	88	24 h
EO14	EL Ost: Kamin (H ₂)	93	20 min in der lautesten Nachtstunde
EO15	EL Ost: Leitung H ₂ zu Tankstelle	90 ^{a)}	24 h
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	85	24 h
EW11	EL West: Abluft Dach	87	24 h
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	91	24 h
EW13	EL West: Kamin (O ₂)	88	24 h
EW14	EL West: Kamin (H ₂)	93	20 min in der lautesten Nachtstunde
EW15	EL West: Leitung H ₂ zu Tankstelle	88 ^{b)}	24 h
^{a)} Längenbezogener Schalleistungspegel $L_{W'} = 77$ dB(A)/m bei einer Länge der Leitung von $L = 18$ m. ^{b)} Längenbezogener Schalleistungspegel $L_{W'} = 77$ dB(A)/m bei einer Länge der Leitung von $L = 12$ m.			

Je nach Ausführung kann insbesondere bei den Zu- und Abluftquellen sowie bei den Kaminen der Einbau von Schalldämpfern erforderlich werden.

4.3 Schaltanlage und Trafo

4.3.1 Anlagenbeschreibung

Die Schaltanlagen und der Trafo sollen in einem Gebäude in der Nordwestecke des Betriebsgrundstücks untergebracht werden. Schallabstrahlungen über die Außenbauteile des Gebäudes sind nicht relevant. Jedoch können Geräusche zur Belüftung bzw. Kühlung der Räume entstehen. Für die Lüftung bzw. Kühlung der Schaltanlagen wird eine Punktquelle auf dem

² L_{WAd} = Einzahl-Geräuschemissionswert nach DIN EN ISO 4871 [15], der alle Unsicherheiten bereits beinhaltet und damit die obere Grenze darstellt.

Dach des Gebäudes ($h_Q = 1.5$ m über Dach) und für die Belüftung des Trafo eine Punktquelle an der Nordfassade ($h_Q = 3.0$ m über Boden) berücksichtigt.

4.3.2 Außenquellen

In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal zulässigen Schallleistungspegel $L_{WA,d}$ entsprechend DIN EN ISO 4871 [15] der geplanten Außenquellen sowie die Einsatzzeiten am Tag dargestellt.

Tabelle 4.3: *Schallleistungspegel der Außenquellen sowie Einsatzzeiten – Schaltanlage und Trafo*

Quell-Nr. gemäß Anhang	Quelle	Schallleistungspegel ($L_{WA,d}$) in dB(A)	Einsatzzeit
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	87	24 h
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	80	24 h

4.4 Wärmepumpe

4.4.1 Anlagenbeschreibung

Die Wärmepumpe soll ebenfalls in einem Container mit maximalen Abmessungen von L x B x H = 5.2 m x 2.5 m x 2.5 m untergebracht werden.

Zur Belüftung des Containers wird an der Nordseite eine Schallquelle für die Zuluft (Quellhöhe $h_Q = 2.3$ m) sowie auf dem Dach eine für die Abluft ($h_Q = 1.5$ m über Dach) berücksichtigt. Die Zu- und Abluft kann z.B. über ein Lüftungsgitter mit bzw. ohne Ventilator erfolgen. Eine weitere Kühlung des Containers durch ein Kühlaggregat ist nicht erforderlich.

4.4.2 Schallabstrahlung über die Außenbauteile der Container

Für die Schallausbreitungsberechnung wird als Maximalannahme für den gesamten Container ein Innenpegel von $L_i = 90 \text{ dB(A)}$ zugrunde gelegt. Es wird von einem kontinuierlichen Betrieb der Anlage von 24 h am Tag ausgegangen.

Damit keine unzulässigen Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft entstehen, sollten die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten bewerteten Bau-Schalldämmmaße R'_w der Außenbauteile mindestens eingehalten werden. Andere Bauteile können auch verwendet werden, wenn die schalltechnischen Eigenschaften gleich oder besser sind.

Tabelle 4.4: *Bewertete Bau-Schalldämmmaße R'_w der Container – Wärmepumpe*

Bauteil	Bau-Schalldämmmaß R'_w in dB	Mögliche Ausführung
Wände, Dach	$R'_w \geq 25$	Stahlblech
Türen (Nordseite)	$R'_w \geq 21$	Stahltür

Die Türen bleiben während des Betriebes der Anlagen geschlossen.

Der genaue Aufbau der abstrahlenden Außenbauteile sowie die bewerteten Bau-Schalldämmmaße R'_w können der Berechnungstabelle im Kapitel A3.3, Seite 29 entnommen werden.

4.4.3 Außenquellen

In der nachfolgenden Tabelle sind die maximal zulässigen Schalleistungspegel L_{WAd} entsprechend DIN EN ISO 4871 [15] der geplanten Außenquellen sowie die Einsatzzeiten am Tag dargestellt.

Tabelle 4.5: *Schalleistungspegel der Außenquellen sowie Einsatzzeiten – Wärmepumpe*

Quell-Nr. gemäß Anhang	Quelle	Schalleistungspegel (L_{WAd}) in dB(A)	Einsatzzeit
WP10	WP: Zuluft Nordfassade	88	24 h
WP11	WP: Abluft Dach	88	24 h

4.5 Allgemeine Anforderungen

In den abgestrahlten Geräuschen aller Emittenten sollen entsprechend dem Stand der Technik zur Lärminderung vermeidbare deutlich hervortretende Einzeltöne (Pfeifen, Summen, Brummen, etc.) nicht enthalten sein. Es wird empfohlen, sich dies vom Hersteller/Lieferant der Anlage zusammen mit den beschriebenen Schallemissionswerten garantieren zu lassen.

Alle relevanten körperschallerzeugenden Aggregate sind entsprechend dem Stand der Technik elastisch aufzustellen und körperschallführende Anlagenteile (z.B. Rohrleitungen, Kanäle etc.) entsprechend anzuschließen, um eine Körperschalleinleitung in die Fassaden der Anlagegebäude zu vermeiden. Darüber hinaus können von schwingenden Konsolen und Fundamenten für Gebläse, Pumpen, Motoren etc. Luftschall abgestrahlt werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass solche Konstruktionen entdröhnt, isoliert oder mit schwingungsdämpfenden Einrichtungen ausgeführt werden. In Bereichen, in denen Rohrleitungen oder Kanäle durch die Fassaden geführt werden, sind die Öffnungen schalltechnisch abzudichten.

Die in diesem Bericht vorgegebenen bewerteten Bau-Schalldämmmaße R'_w müssen im eingebauten funktionstüchtigen Zustand am Bau eingehalten werden. Dabei sind insbesondere in den Bereichen von Anschlüssen, wie z.B. Türen, Tore, Fenster und Rohrdurchführungen in den Fassaden sowie RWA, Lichtbänder in den Dächern auf eine sorgfältige Bauausführung mit einem möglichst dichten Abschluss zu achten.

4.6 Fortgang der Planung

Wenn im Rahmen der Detailplanung die Maschinen, Aggregate und Ausrüstungen entsprechend ausgewählt und installiert sowie die Schallschutzmaßnahmen ordnungsgemäß dimensioniert und ausgeführt werden (siehe hierzu auch Kapitel 4.5, Seite 19), ist eine Einhaltung der in den Kapiteln 4.2 bis Kapitel 4.4 beschriebenen Emissionswerten möglich. Im Verlauf der weiteren Planung und der späteren Bauausführung kann es sein, dass vereinzelt andere als die hier beschriebenen Konstruktionen technisch oder wirtschaftlich günstiger sind, andere Maschinen, Aggregate und Ausrüstungen eingesetzt werden oder zusätzliche Quellen entstehen. Eine Abweichung von den in diesem Bericht beschriebenen Emissionen ist möglich, sofern die in der Umgebung an den Immissionsorten gestellten Anforderungen (siehe Kapitel 3.2, Seite 8 ff.) weiterhin erfüllt werden. Solche Änderungen sind in der Detailplanungsphase bzw. im Rahmen der Installation schalltechnisch zu überprüfen und zu beurteilen.

5 Berechnung der Geräuschimmissionen

Die Ermittlung der an den Immissionsorten verursachten Geräuschimmissionen erfolgt ausgehend von den Geräuschemissionen mittels Schallausbreitungsrechnungen. Die Schallausbreitungsrechnungen werden frequenzabhängig in Oktavbandbreite mit Hilfe der Software SoundPlan 9.0 auf der Grundlage der DIN ISO 9613-2 [4] durchgeführt. Für die Software liegt eine Konformitätserklärung nach DIN 45687 [12] vor.

Als Basis für die Berechnung wird ein Geländegrundriss mit allen relevanten Geräuschquellen, Hindernissen und Gebäuden digitalisiert. Abschirmungen und Reflexionen an den Fassaden, Wänden etc. bis zur dritten Reflexion werden bei der Ausbreitungsberechnung berücksichtigt. Bei der Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes A_{gr} wird das allgemeine Verfahren nach Nr. 7.3.1 der DIN ISO 9613-2 [4] mit frequenzabhängiger Berechnung des Bodeneffektes zugrunde gelegt. Auf der sicheren Seite liegend wird für das gesamte Untersuchungsgebiet von einem schallharten Boden mit einem Bodenfaktor von $G = 0.1$ (= hoher Reflexionsanteil) ausgegangen. Die Schallausbreitungsberechnungen erfolgen jeweils auf die vom Lärm am stärksten betroffenen Fenster (maßgebliches Geschoss) der betrachteten Immissionsorte.

Die Berechnungen können im Anhang 4 im Detail eingesehen werden.

6 Beurteilung der Geräuschsituation

6.1 Beurteilungspegel

6.1.1 Beurteilungsansätze

Die Bildung des Beurteilungspegels geschieht mit folgenden Ansätzen:

Zeitliche Bewertung

Die zeitliche Bewertung berücksichtigt die Einwirkdauer der einzelnen Geräusche im Bezugszeitraum (nachts: lauteste Nachtstunde).

Sie erfolgt bereits bei der Schallausbreitungsberechnung (siehe Anhang 4).

Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit K_T

Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag K_T je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen.

Es wird davon ausgegangen, dass durch den Betrieb der Anlagen keine tonhaltigen Geräuschimmissionen entstehen. Ein Zuschlag wird daher nicht erteilt.

Zuschlag für Impulshaltigkeit K_I

Bei Prognosen ist gemäß Nr. A.2.5.3 TA Lärm für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch an den Immissionsorten Impulse³ enthält, als Zuschlag K_I je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräuschimmissionen nicht impulshaltig sind, ist $K_I = 0$ dB.

Die Anlagen verursachen ein im Wesentlichen konstantes Geräuschniveau ohne auffällige Pegeländerungen. Ein Zuschlag wird daher nicht erteilt.

Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit K_R

Gemäß Nr. 6.5 TA Lärm ist für Geräuscheinwirkungen in den Zeiten von

- werktags 06:00 - 07:00 Uhr und 20:00 - 22:00 Uhr sowie
- sonn- und feiertags 06:00 - 09:00 Uhr, 13:00 - 15:00 Uhr und 20:00 - 22:00 Uhr

in Allgemeinen und Reinen Wohngebieten (WA, WR)⁴ sowie in Kurgebieten und für Krankenhäuser und Pflegeanstalten bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu den jeweiligen Mittelungspegeln der Teilzeiten zu berücksichtigen, in denen die Geräusche auftreten. Der Zuschlag wird für urbane Gebiete (MU), Kern-, Dorf- und Mischgebiete (MK, MD, MI) sowie für Gewerbe- und Industriegebiete (GE, GI) nicht angewandt.

Im vorliegenden Fall wird lediglich der kritischere Nachtzeitraum untersucht, ein Zuschlag wird daher nicht angesetzt.

Meteorologische Korrektur

Bei der Bildung der Beurteilungspegel gemäß TA Lärm ist die meteorologische Korrektur C_{met} nach DIN ISO 9613-2 [4] zu berücksichtigen. Zur Berechnung der meteorologischen Korrektur C_{met} kann entsprechend der Empfehlung des LANUV NRW vom 26.09.2012 [19] die

³ Kurzzeitige Geräuschspitzen, die aus dem Hintergrundgeräusch herausragen.

⁴ Mit der Änderung der TA Lärm vom 01.06.2017 wurde in Nr. 6.1 unter Buchstabe c) das neue „urbane Gebiet“ eingefügt. Die daran anschließenden Gebiete (MK, MD; MI, WA, WR etc.) verschieben sich dem entsprechend um einen Buchstaben. Die neuen Buchstaben werden gemäß Änderung der TA Lärm auch bei den Nummern 6.2 und 6.3. berücksichtigt, jedoch nicht bei den Nummern 6.5 (Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit) und 7.4 (Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen). Gemäß Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit an die obersten Immissionsschutzbehörden der Länder, Az. IG17 – 501-1/2 vom 07.07.2017 wird der Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit wie bisher auch in WA-Gebieten berücksichtigt.

Windverteilung der zum untersuchten Standort in [19] aufgelisteten nächstgelegenen Wetterstation verwendet werden. Im vorliegenden Fall werden die Daten der Wetterstation Düsseldorf berücksichtigt.

6.1.2 Beurteilungspegel und Richtwertvergleich

In der nachfolgenden Tabelle sind die Beurteilungspegel L_r sowie der Vergleich mit den Immissionsrichtwerten (siehe Kapitel 3.2) dargestellt.

Tabelle 6.1: Beurteilungspegel L_r und Immissionsrichtwerte **nachts (22:00 – 06:00 Uhr)**

Immissionsort	Beurteilungspegel L_r in dB(A)	Immissionsrichtwert in dB(A)	Differenz in dB
Io 1 – Höherweg 61	22	40	-18
Io 2 – Kettwiger Str. 46	24	40	-16
Io 3 – Behrenstraße 84	15	40	-25
Io 4 – Rosmarinstraße 66	13	45	-32
Io 5 – Kleingartenanlage Hagebuttenweg	32	55	-23
Io 6 – Ronsdorfer Str. 2	28	50	-22

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 beschriebenen Geräuschemissionen unterschreiten die Beurteilungspegel durch die Geräusche der geplanten Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff die zulässigen Immissionsrichtwerte um mindestens 16 dB. Der Immissionsbeitrag ist damit im vorliegenden Fall als nicht relevant anzusehen. Der Stand der Technik zur Lärminderung wird erfüllt.

6.2 Spitzenpegel

Bei ordnungsgemäßem Betrieb der Anlagen ist durch Spitzenpegel nicht mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte um mehr als 20 dB in der Nacht zu rechnen. Das Spitzenpegelkriterium der TA Lärm wird damit erfüllt.

6.3 Tieffrequente Geräusche

Die außerhalb der Gebäude berechneten Schalldruckpegel im Frequenzbereich < 90 Hz (tieffrequente Geräusche) liegen in Summe an allen betrachteten Immissionsorten bei maximal 22 dB(A). Damit sind schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche in geschlossenen Räumen im Sinne Ziffer 7.3 TA Lärm bzw. DIN 45680 nicht zu erwarten.

7 Qualität der Prognose

Die Qualität der Prognose ist maßgeblich bestimmt durch die Genauigkeit der Eingangsdaten (Emissionsdaten, Angaben zum Betriebsablauf). In der vorliegenden Untersuchung wurden Ansätze verwendet, die eine Situation mit hohem Geräuschaufkommen darstellen:

- Für die Einwirkzeiten der jeweiligen Quellen wurden Ansätze gemacht, die bezüglich der Geräuschemissionen auf der sicheren Seite liegen.
- Es wurden Mindestanforderungen an die jeweiligen Geräuschemittenten gestellt, die für den eingebauten, betriebsfertigen Zustand garantiert werden sollten. Somit treten die prognostizierten Geräuschemissionen nur auf, wenn jede Quelle das zulässige Maximum auch tatsächlich ausschöpft.
- Alle Emissions- und Schallausbreitungsparameter wurden in den Oktaven 31 Hz bis 8 kHz frequenzabhängig betrachtet. Dabei wurden für die jeweiligen Quellen typische Geräuschspektren mit höheren Anteilen im niederfrequenten Bereich berücksichtigt. Niedere Frequenzen haben geringere Ausbreitungsdämpfungen und führen damit tendenziell zu höheren Geräuschemissionen.
- Das Schallausbreitungsmodell nach DIN ISO 9613-2 geht von günstigen Schallausbreitungsbedingungen aus.
- Das Berechnungsmodell und die Digitalisierung der Geräuschquellen wurden so angelegt, dass die „worst-case-Situation“ wiedergegeben wird.
- Die Bodenfaktoren wurden konservativ abgeschätzt (siehe auch Kapitel 5, Seite 20).

Die Beurteilung liegt somit auf der "sicheren" Seite. Die beschriebenen Beurteilungspegel stellen damit das zu erwartende Maximum des Geräuschniveaus dar, wenn der Betrieb wie in dieser Untersuchung angegeben realisiert wird.


8 Zusammenfassung

Die Firma Stadtwerke Düsseldorf AG beabsichtigt auf ihrem Betriebsgrundstück am Höherweg 200 in Düsseldorf-Flingern eine Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff (H₂) mittels Elektrolyse von Wasser (Elektrolyseur) zu errichten und zu betreiben. Der erzeugte Wasserstoff soll über eine oberirdische Leitung zu der noch zu errichtenden westlich angrenzenden Tankstelle am Höherweg 202a der Firma H2-MOBILITY gefördert werden. Im Rahmen der Genehmigung für das o.g. Vorhaben sollten die Geräuschimmissionen durch die geplante Anlage auf die angrenzende schutzwürdige Bebauung ermittelt und anhand der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [2] beurteilt werden. Die Anlage fällt unter die 4. BImSchV, Anhang 1, Nr. 4.1.12. Die Ermittlung der Geräuschimmissionen erfolgte anhand einer detaillierten Prognose gemäß Nr. A.2.3 TA Lärm. Da die Anlagen kontinuierlich 24 Stunden am Tag in Betrieb sind wurde ausschließlich der kritischere Beurteilungszeitraum nachts (22:00 – 06:00 Uhr) untersucht.

Die Untersuchung liefert folgende Ergebnisse:

- Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 beschriebenen Geräuschemissionen und schalltechnischen Anforderungen unterschreiten die **Beurteilungspegel** durch die Geräusche der geplanten Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff die zulässigen Immissionsrichtwerte in der Nacht um mindestens 16 dB. Der Immissionsbeitrag ist damit als nicht relevant anzusehen. Der Stand der Technik zur Lärminderung wird erfüllt.
Am Tag (06:00 – 22:00 Uhr) gelten 15 dB höhere Immissionsrichtwerte als für den Nachtzeitraum (22:00 – 06:00 Uhr). Damit werden am Tag auch mit Berücksichtigung der Zuschläge für die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeiten in den Allgemeinen Wohngebieten die Immissionsrichtwerte um mindestens 23 dB unterschritten.
- Das **Spitzenpegelkriterium** der TA Lärm wird erfüllt.
- **Tieffrequente Geräusche** im Sinne Ziffer 7.3 TA Lärm sind nicht zu erwarten.
- Der **anlagenbedingte Verkehr auf öffentlichen Straßen** führt zu keinen unzulässigen Geräuschimmissionen im Sinne Ziffer 7.4 TA Lärm.

Abteilung Immissionsschutz / Lärmschutz
Bearbeitet von:



Dipl.-Ing. Ralf Job

Geprüft durch:



Dipl.-Ing. Elena Grundler

Köln, 24. November 2023
EuL/21261064/02

Anhang 1: Verwendete Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen

A1.1 Gesetzliche Regelungen

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG vom 15. März 1974. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.09.2021 (BGBl. I S. 4458) m.W.v. 01.10.2021.
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI. 1998, Nr. 26, S. 503-515. Geändert durch die allgemeine Verwaltungsvorschrift TA LärmÄndVV vom 01.06.2017, BAnz AT, 08.06.2017 B5 mit Berücksichtigung der Klarstellung zur „Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm“, Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit an die obersten Immissionsschutzbehörden der Länder, Az. IG17 – 501-1/2 vom 07.07.2017.
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990.
Verordnung zur Änderung der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 18. Dezember 2014 mit folgender Anlage 2: „Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)“
Zweite Verordnung zur Änderung der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 04. November 2020 mit Änderung der Berechnung des Beurteilungspegels für Straße nach RLS-19.

A1.2 Normen und Richtlinien

- [4] DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“, Teil 2: „Allgemeines Berechnungsverfahren“, Ausgabe Oktober 1999. (Diese Ausgabe enthält gegenüber dem Entwurf September 1997 keine Änderungen.).
- [5] DIN EN 12354 „Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften“, Teil 4: „Schallübertragung von Räumen ins Freie“, Ausgabe April 2001.
- [6] DIN 45645 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen“, Teil 1: „Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe Juli 1996.
- [7] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“, Ausgabe Januar 2018.
- [8] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“, Ausgabe Januar 2018.

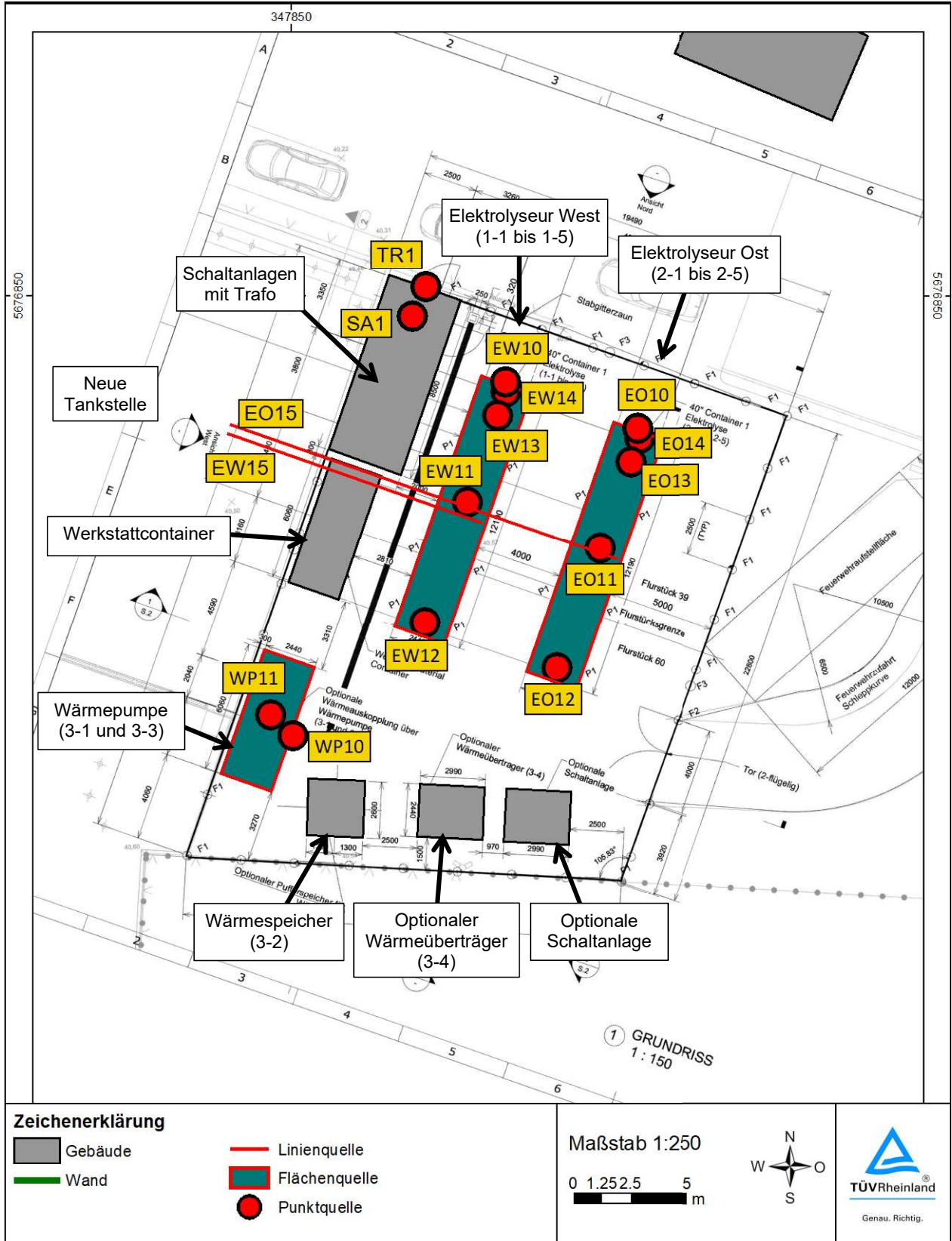
- [9] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau – Grundlagen und Hinweise für die Planung“, Ausgabe Juli 2023.
- [10] DIN 18005 Beiblatt 1 „Schallschutz im Städtebau - Beiblatt 1: Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung“, Ausgabe Juli 2023.
- [11] DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe März 1997.
- [12] DIN 45687 „Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen“, Ausgabe Mai 2006.
- [13] DIN EN ISO 3744 „Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über ein über einer reflektierenden Ebene“, Ausgabe Februar 2011.
- [14] DIN EN ISO 3746 „Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene“, Ausgabe März 2011.
- [15] DIN EN ISO 4871 „Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)“, Ausgabe November 2009.
- [16] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau.
- [17] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-19 Ausgabe 2019. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV 052).

A1.3 Weitere Unterlagen

- [18] Fuel Cell Electric Buses – Potentials for Sustainable Public Transport in Europe, A study for the fuel cells and hydrogen joint undertaking, Roland Berger GmbH, September 2015.
- [19] Empfehlung zur Bestimmung der meteorologischen Korrektur Cmet gemäß DIN ISO 9613-2, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) vom 26.09.2012.
- [20] E-Mail „Antwort: Genehmigungsantrag am Standort Höherweg 222“ von Hr. Pesch der Stadt Düsseldorf an Hr. Kolls der Stadtwerke Düsseldorf AG vom 08.08.2023 zu der Festlegung von Immissionsorten und Gebietseinstufungen.
- [21] „Geräuschemissionsprognose zum Neubau einer Elektrolyseur-Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff der Stadtwerke Düsseldorf AG am Standort „Höherweg“ in Düsseldorf“, Bericht Nr. EuL/21261064/01 vom 27.10.2023, TÜV Rheinland Köln.

Anhang 2: Schallquellenplan

Abbildung A 2.1: Lage und Bezeichnung der Betriebsbereiche sowie der Schallquellen



Anhang 3: Beschreibung der Geräuschemissionen

A3.1 Ermittlung der Schalleistungspegel der Geräuschquellen

1. Innenpegel

Aus Schalldruckpegeln innen und der Schalldämmung der Außenbauteile (Wände, Dächer, Fenster, Tore, Öffnungen) ergeben sich nach DIN EN 12354, Teil 4 [5] die ins Freie abgestrahlten Schalleistungspegel L_{WA} der Elemente

$$L_{WA} = L_{Aeq, in} + C_d - R' + 10 \lg S/S_o$$

L_{WA} = A-bewerteter Schalleistungspegel in dB(A)

$L_{Aeq, in}$ = A-bewerteter Innenschalldruckpegel in dB(A)

C_d = Diffusitätsterm für das Innenschallfeld am Segment in dB

R' = Bau-Schalldämmmaß für das Segment in dB

S = Fläche des Bauteils in m^2

S_o = Bezugsfläche 1 m^2

A3.2 Übersicht zu den verwendeten Oktavspektren

Nachfolgend sind die im Modellansatz enthaltenen Oktavspektren der Geräuschemissionen (Tabelle A 3.1) und der bewerteten Bau-Schalldämmmaße R_w (Tabelle A 3.2) dargestellt.

Tabelle A 3.1: *Spektren - Geräuschemissionen*

Nr.	Elementname	Einheit	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	Summe
1	Innenpegel Elektrolyseur	dB(A)/ Lp Pegel	63.9	72.8	77.0	81.4	85.1	84.1	81.3	77.1	73.5	90.0
2	Zuluft Elektrolyseur	dB(A)/ Lw/Anlage	59.6	67.7	74.7	78.8	80.6	77.6	73.5	68.0	61.3	85.0
3	Abluft Elektrolyseur	dB(A)/ Lw/Anlage	61.6	69.7	76.7	80.8	82.6	79.6	75.5	70.0	63.3	87.0
4	Kamin Elektrolyseur (Ablass O2)	dB(A)/ Lw/Anlage	50.8	57.8	66.8	77.5	81.7	83.5	80.4	78.4	72.8	88.0
5	Kühlaggregat Elektrolyseur	dB(A)/ Lw/Anlage	59.0	65.0	77.2	78.5	83.0	87.0	84.0	82.0	73.0	91.0
6	Schaltanlagencontainer: Lüftung/Kühlung	dB(A)/ Lw/Anlage	57.0	62.2	71.4	77.6	82.4	82.4	78.1	71.2	59.9	87.0
7	Wärmepumpe: Lüftung/Kühlung	dB(A)/ Lw/Anlage	57.0	62.2	71.4	77.6	82.4	82.4	78.1	71.2	59.9	87.0
8	Rohrleitung H2 zu Tankstelle	dB(A)/ Lw/m, m^2	34.1	38.2	45.0	55.1	65.2	71.1	72.0	71.0	67.1	77.0
9	Kamin Elektrolyseur (Ablass H2)	dB(A)/ Lw/Anlage	55.8	62.8	71.8	82.5	86.7	88.5	85.4	83.4	77.8	93.0
10	Lüftungsgitter Trafo	dB(A)/ Lw/Anlage	54.9	58.9	75.0	77.0	70.9	63.9	60.9	57.9	53.9	80.0

Nr.	Elementname	Einheit	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	Summe
11	Innenpegel Wärmepumpe	dB(A)/ Lp Pegel	54.8	61.1	69.2	79.2	83.4	83.4	84.1	81.8	77.7	90.0
12	Zuluft Wärmepumpe	dB(A)/ Lw/Anlage	62.6	70.7	77.7	81.8	83.6	80.6	76.5	71.0	64.3	88.0
13	Abluft Wärmepumpe	dB(A)/ Lw/Anlage	62.6	70.7	77.7	81.8	83.6	80.6	76.5	71.0	64.3	88.0

Tabelle A 3.2: Spektren - bewertete Bau-Schalldämmmaße R'_w

Nr.	Elementname	Einheit	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	R'_w
1	Elektrolyseur: Wand/Dach Container	dB	0.0	7.0	14.0	16.0	20.0	25.0	29.0	30.0	31.0	25.0
2	Elektrolyseur: Stahltür	dB	3.0	12.0	18.0	23.0	22.0	22.0	18.0	18.0	17.0	21.0
3	Wärmepumpe: Wand/Dach Container	dB	0.0	7.0	14.0	16.0	20.0	25.0	29.0	30.0	31.0	25.0
4	Wärmepumpe: Stahltür	dB	3.0	12.0	18.0	23.0	22.0	22.0	18.0	18.0	17.0	21.0

Die Kürzel in den o.g. Tabellen haben folgende Bedeutung:

dB(A)/Lw/Anlage: ... Schalleistungspegel in dB(A);

dB(A)/Lw/m, m²: Längenbezogener Schalleistungspegel L_w in dB(A)

(Linienquellen, Bezugslänge $l_0 = 1$ m) bzw. flächenbezogener Schalleistungspegel (Flächenquellen, Bezugsfläche $S_0 = 1$ m²);

dB(A)/Lp Pegel: Schalldruckpegel L_{pA} in dB(A)

(z.B. Bezugsspektrum bei Zuweisung des Schalleistungspegels in den Quelleneigenschaften) oder Innenpegel im Raum).

R'_w Bewertetes Bau-Schalldämmmaß in dB

(kennzeichnet die Luftschalldämmung eines Bauteils mit bauüblichen Nebenwegen).

A3.3 Dokumentation des Emissionsmodells

In der nachfolgenden Tabelle A 3.3 sind alle im Modellansatz enthaltenen Quellen mit ihren wichtigsten Parametern aufgeführt. Die Einzahlwerte beschreiben die Kenngrößen in der Summe über die Oktavbänder von 31 Hz bis 8 kHz.

Ausgewiesen sind⁵:

Nr. Die Nummer des Emittenten erlaubt die Zuordnung in allen weiteren Berechnungstabellen und im Schallquellenplan.

Schallquelle... Verbale Beschreibung des Emittenten;

Quellentyp Punkt-, Linien- oder Flächenschallquelle;

E.-Nr. Nummer des Oktavspektrums in der Emissionsbibliothek (siehe Tabellen im Anhang A3.2, Seite 28);

l / S Länge (Linienquellen, l) bzw. Flächeninhalt (Flächenquellen, S), bei Punktquellen nicht relevant;

X, Y, Z X- und Y-Koordinaten und Höhe Z der Quelle (absolut);

L_w Längenbezogener Schallleistungspegel (Linienquellen, Bezugslänge $l_0 = 1 \text{ m}$) bzw. flächenbezogener Schallleistungspegel (Flächenquellen, Bezugsfläche $S_0 = 1 \text{ m}^2$);

L_i Innenpegel im Raum; nur für die Berechnung der Schallabstrahlung von innen über Außenbauteile und Öffnungen nach außen relevant, nicht bei im Freien positionierten Quellen, deren Schallleistungspegel unmittelbar angegeben wird.

R'_w Bewertetes Bau-Schalldämmmaß der Außenbauteile bzw. Öffnungen⁶, für Außenquellen nicht relevant (siehe Anmerkung zu L_i).;

L_w Schallleistungspegel; Zu den vorgenannten Größen bestehen diese Zusammenhänge:

$$L_w = L_{w'} + \begin{cases} 10 \cdot \lg\left(\frac{l}{1 \text{ m}}\right) \\ 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{1 \text{ m}^2}\right) \end{cases} \text{ dB(A)}$$

$$L_w = L_i + C_d - R' + 10 \cdot \lg\left(\frac{S}{1 \text{ m}^2}\right) \text{ dB(A)}$$

C_d ist der Diffusitätsterm nach DIN EN 12354-4 [5].

⁵ Sofern Parameter für die Ausbreitungsberechnung nicht von Bedeutung sind, wird ggf. auf eine Dokumentation verzichtet.

⁶ Für Öffnungen ergibt sich aus der Summe der Schalldämmmaße in den Oktaven aufgrund der Bewertungskurve eine „1“. Gerechnet wird aber in den Oktaven mit freiem Durchgang.

Tabelle A 3.3: Dokumentation des Emissionsmodells

Nr.	Schallquelle	Quellentyp	E.-Nr.	X m	Y m	Z m	I oder S m,m²	LI dB(A)	R'w dB	L'w dB(A)
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	Fläche	1	347865	5676844	42	7	90.0	21.0	65.4
EO2	EL Ost: Ostfassade	Fläche	1	347864	5676838	42	35	90.0	25.0	67.0
EO3	EL Ost: Südfassade	Fläche	1	347861	5676833	42	7	90.0	25.0	67.0
EO4	EL Ost: Ostfassade	Fläche	1	347862	5676839	42	35	90.0	25.0	67.0
EO5	EL Ost: Dach	Fläche	1	347863	5676839	44	27	90.0	25.0	67.0
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	Punkt	2	347865	5676844	43				85.0
EO11	EL Ost: Abluft Dach	Punkt	3	347864	5676839	45				87.0
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	Punkt	5	347862	5676834	46				91.0
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	Punkt	4	347865	5676843	47				88.0
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	Punkt	9	347865	5676844	47				93.0
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	Linie	8	347856	5676841	44	18			77.0
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	Fläche	1	347859	5676846	42	7	90.0	21.0	65.4
EW2	EL West: Westfassade	Fläche	1	347859	5676840	42	35	90.0	25.0	67.0
EW3	EL West: Südfassade	Fläche	1	347856	5676835	42	7	90.0	25.0	67.0
EW4	EL West: Westfassade	Fläche	1	347856	5676841	42	35	90.0	25.0	67.0
EW5	EL West: Dach	Fläche	1	347857	5676841	44	27	90.0	25.0	67.0
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	Punkt	2	347859	5676846	43				85.0
EW11	EL West: Abluft Dach	Punkt	3	347858	5676841	45				87.0
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	Punkt	5	347856	5676836	46				91.0
EW13	EL West: Kamin (O2)	Punkt	4	347859	5676845	47				88.0
EW14	EL West: Kamin (H2)	Punkt	9	347859	5676846	47				93.0
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	Linie	8	347853	5676842	44	12			77.0
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	Punkt	6	347855	5676849	45				87.0
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	Punkt	10	347856	5676850	43				80.0
WP1	WP: Ostfassade	Fläche	11	347850	5676831	42	15	90.0	25.0	63.0
WP2	WP: Südfassade	Fläche	11	347848	5676829	42	6	90.0	25.0	63.0
WP3	WP: Westfassade	Fläche	11	347848	5676832	42	15	90.0	25.0	63.0
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	Fläche	11	347850	5676834	42	6	90.0	21.0	65.5
WP5	WP: Dach	Fläche	11	347849	5676831	43	13	90.0	25.0	63.0
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	Punkt	12	347850	5676831	43				88.0
WP11	WP: Abluft Dach	Punkt	13	347849	5676832	45				88.0

Anhang 4: Berechnung der Geräuschimmissionen

Die angegebenen Schallemissionswerte werden mit Hilfe einer Schallausbreitungsrechnung in die an den Immissionsorten zu erwartenden Immissionspegel umgerechnet. Dabei werden die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung gemäß DIN ISO 9613-2 zugrunde gelegt (Detaillierte Prognose (DP) nach TA Lärm, Nr. A 2.1). Ausgehend vom Schallleistungspegel erfolgt die Berechnung des Schalldruckpegels $L_{AT}(DW)$ bzw. $L_{AT}(LT)$ in einem Aufpunkt im Abstand s vom Mittelpunkt einer Schallquelle nach folgenden Beziehungen:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A$$

mit

$L_{AT}(DW)$Mitwind-Dauerschalldruckpegel in dB(A);

L_{WA} Schallleistungspegel der Quelle in dB(A);

D_CRichtwirkungskorrektur in dB;

$$D_C = D_I + D_0$$

mit

D_I Richtwirkungsmaß der Schallquelle in dB;

D_0 Richtwirkungsmaß in dB, welches die Schallausbreitung in einen Raumwinkel von weniger als 4 Sterad berücksichtigt (für einen der Gebäudefassade zugeordneten Emittenten gilt $D_0 = 3$ dB);

A Gesamtdämpfung durch Schallausbreitung von der Quelle zum Empfänger;

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

mit

A_{div} Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung in dB;

A_{atm} Dämpfung aufgrund von Luftabsorption in dB;

A_{gr} Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts in dB;

A_{bar} Dämpfung aufgrund von Abschirmung in dB;

A_{misc} enthält weitere Dämpfungsterme, welche gemäß DIN 9613-2, Anhang A bei der Schallausbreitung wirksam sein können:

A_{fol} Dämpfung aufgrund Bewuchs in dB;

A_{site} Dämpfung aufgrund Industriegelände in dB;

A_{house} .. Dämpfung aufgrund bebautem Gelände in dB;

Aus dem bei Mitwind ermittelten Dauerschalldruckpegel $L_{AT}(DW)$ wird unter Berücksichtigung der meteorologischen Korrektur C_{met} der Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ wie folgt berechnet.

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

Die **meteorologische Korrektur** C_{met} wird nach DIN ISO 9613-2 wie folgt ermittelt:

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } d_p \leq 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 * [1 - 10 * (h_s + h_r) / d_p] \quad \text{wenn } d_p > 10 (h_s + h_r)$$

mit

h_sHöhe der Schallquelle in m;

h_rHöhe des Aufpunktes in m;

d_pAbstand zwischen Schallquelle und Aufpunkt in m (horizontale Bodenebene);

C_0Faktor in dB, der von der örtlichen Wetterstatistik für Windgeschwindigkeit und – richtung sowie Temperaturgradienten abhängig ist.

In den Ausbreitungstabellen werden neben den o.g. Parametern folgende Informationen ausgewiesen⁷:

Nr. Nummer des Emittenten;

Schallquelle... Verbale Beschreibung des Emittenten;

ZB Zeitbereich (LrT = tags; LrN = nachts);

d_T Korrekturwert in dB, in der die Zeitbewertung (Einwirkzeit bezogen auf Beurteilungszeit) sowie die Anzahl der Vorgänge/Ereignisse berücksichtigt wird;

s Abstand Quelle – Immissionsort (bei Linien- und Flächenquellen bezogen auf deren Schwerpunkt);

Re Pegelerhöhung durch Reflexionen;

K_R Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit;

L_{AT} Geräuschimmissionspegel (= Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$) in den Beurteilungszeiträumen Tag ($L_{AT,t}$) und Nacht ($L_{AT,n}$) unter Berücksichtigung von Einwirkzeiten, Zahl der Vorgänge und eventuellen Zuschlägen;

$L_{AT, Max}$ Spitzenpegel in den Beurteilungszeiträumen Tag ($L_{AT, tmax}$) und Nacht ($L_{AT, nmax}$).

⁷ Sofern Parameter für die Ausbreitungsberechnung nicht von Bedeutung sind, wird auf eine Dokumentation verzichtet.

Die Summenzeile beinhaltet die Bezeichnung des Immissionsortes sowie die Berechnungsergebnisse in der Summe aller Quellen und die Maximalpegel.

Die einzelnen Korrekturgrößen berücksichtigen die unter realen Bedingungen auftretenden Einflüsse auf die Schallausbreitung. Die Berechnung der Schalldruckpegel an den Immissionsorten wird mit Hilfe des Computerprogramms Soundplan frequenzabhängig durchgeführt. Hierfür werden die topographischen Gegebenheiten, die Gebäude sowie die Schallquellen auf der Basis von Originalplänen digitalisiert. Aus diesen Informationen wird ein dreidimensionales Geländemodell errechnet. Hindernisse, Schallquellen und Immissionsorte werden an die Geländestruktur angeglichen. Die Koordinaten und die akustischen Emissionsdaten werden der Berechnung zugeführt.

Tabelle A 4.1: Ausbreitungsrechnung nachts (22:00 – 06:00 Uhr)

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	D0	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
Io 1 - Höherweg 61 4.OG LAT,n 22.2 dB(A)														
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	604	-66.6	2.9	-14.5	-1.7	-1.7	3.1	0.0	12.5
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	610	-66.7	2.9	-14.4	-1.7	-1.7	3.1	0.0	12.5
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	606	-66.6	2.9	-12.4	-0.9	-1.7	2.0	0.0	10.3
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	612	-66.7	3.0	-12.3	-0.9	-1.7	1.9	0.0	10.3
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	608	-66.7	2.8	-13.8	-1.8	-1.6	3.1	0.0	10.2
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	614	-66.7	2.8	-13.7	-1.8	-1.6	3.0	0.0	10.2
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	607	-66.7	2.8	-13.8	-1.8	-1.6	3.1	0.0	10.0
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	613	-66.7	2.8	-13.7	-1.8	-1.6	3.1	0.0	10.0
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	604	-66.6	2.9	-13.5	-1.4	-1.7	2.9	0.0	9.7
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	597	-66.5	3.0	-13.0	-0.9	-1.7	0.0	0.0	8.9
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	604	-66.6	3.1	-18.0	-3.3	-1.7	4.4	0.0	7.5
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	605	-66.6	3.3	-13.3	-0.2	-1.8	0.3	0.0	7.0
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	605	-66.6	2.9	-11.2	-0.5	-1.8	0.4	0.0	6.3
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	610	-66.7	3.3	-14.3	-0.2	-1.8	0.4	0.0	6.1
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	611	-66.7	3.2	-10.6	-0.3	-1.8	0.5	0.0	5.8
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	598	-66.5	3.1	-19.3	-0.7	-1.8	0.0	0.0	5.8
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	606	-66.6	3.2	-10.7	-0.3	-1.7	0.6	0.0	5.7
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	601	-66.6	3.1	-18.1	-3.3	-1.7	4.4	0.0	5.7
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	613	-66.7	3.3	-17.4	-0.2	-1.8	1.9	0.0	4.5
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	608	-66.7	3.1	-18.4	-0.8	-1.8	1.0	0.0	4.5
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	614	-66.7	3.1	-18.4	-0.8	-1.8	1.0	0.0	4.5
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	607	-66.7	3.3	-17.5	-0.2	-1.8	1.1	0.0	3.8
EW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	604	-66.6	3.3	-11.2	-0.3	-1.8	0.6	0.0	2.4
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	609	-66.7	3.3	-12.1	-0.3	-1.8	0.7	0.0	1.6
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	596	-66.5	3.0	-13.6	-0.6	-1.8	0.0	0.0	-1.7
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	597	-66.5	3.1	-13.0	-0.7	-1.8	0.1	0.0	-4.5
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	596	-66.5	3.0	-13.7	-0.6	-1.8	0.1	0.0	-5.7
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	598	-66.5	3.0	-20.2	-0.5	-1.8	0.3	0.0	-8.0
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	608	-66.7	3.3	-19.8	-0.4	-1.8	0.2	0.0	-8.3
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	614	-66.7	3.3	-19.8	-0.4	-1.8	0.2	0.0	-8.4
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	598	-66.5	3.3	-24.9	-2.0	-1.8	0.0	0.0	-15.7

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	DO	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
Io 2 - Kettwiger Str. 46 4.OG LAT,n 23.9 dB(A)														
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	748	-68.5	3.3	-8.1	-3.4	-1.8	1.6	0.0	14.1
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	754	-68.5	3.3	-8.1	-3.5	-1.8	1.7	0.0	14.1
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	742	-68.4	3.3	-8.1	-1.6	-1.8	1.1	0.0	12.5
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	750	-68.5	3.2	-8.0	-3.3	-1.7	1.6	0.0	11.6
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	756	-68.6	3.2	-8.0	-3.3	-1.8	1.7	0.0	11.6
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	749	-68.5	3.3	-8.1	-1.7	-1.8	1.2	0.0	11.5
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	755	-68.6	3.3	-8.1	-1.7	-1.8	1.2	0.0	11.4
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	750	-68.5	3.2	-8.0	-3.3	-1.7	1.6	0.0	11.4
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	756	-68.6	3.2	-8.0	-3.3	-1.8	1.7	0.0	11.3
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	745	-68.4	3.3	-8.5	-2.2	-1.8	1.6	0.0	11.0
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	747	-68.5	3.5	-8.3	-6.0	-1.8	1.8	0.0	10.3
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	744	-68.4	3.4	-15.4	-1.0	-1.9	1.2	0.0	8.9
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	744	-68.4	3.5	-8.2	-6.0	-1.8	1.8	0.0	8.5
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	756	-68.6	3.4	-12.8	-1.1	-1.9	1.3	0.0	8.4
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	750	-68.5	3.4	-12.9	-1.1	-1.8	1.3	0.0	8.4
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	748	-68.5	3.6	-11.0	-0.5	-1.9	0.7	0.0	8.0
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	754	-68.5	3.6	-11.0	-0.4	-1.9	0.7	0.0	7.8
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	746	-68.4	3.2	-8.7	-0.7	-1.8	0.3	0.0	6.9
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	755	-68.6	3.6	-7.8	-0.6	-1.8	0.4	0.0	6.5
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	749	-68.5	3.6	-7.9	-0.6	-1.8	0.4	0.0	6.5
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	750	-68.5	3.6	-16.0	-0.2	-1.9	2.9	0.0	5.3
EW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	748	-68.5	3.6	-7.0	-0.5	-1.9	0.3	0.0	4.5
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	756	-68.6	3.6	-16.0	-0.3	-1.9	2.2	0.0	4.5
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	754	-68.5	3.6	-7.0	-0.5	-1.9	0.4	0.0	4.4
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	741	-68.4	3.3	-7.8	-1.3	-1.9	0.0	0.0	1.6
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	742	-68.4	3.4	-8.0	-1.4	-1.9	0.6	0.0	-1.3
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	742	-68.4	3.3	-8.0	-1.4	-1.9	0.1	0.0	-2.4
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	743	-68.4	3.3	-17.1	-0.6	-1.9	1.6	0.0	-5.4
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	756	-68.6	3.6	-18.0	-0.5	-1.9	0.2	0.0	-8.3
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	750	-68.5	3.6	-18.3	-0.5	-1.9	0.2	0.0	-8.6
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	743	-68.4	3.6	-21.2	-1.9	-1.9	0.4	0.0	-13.1

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	D0	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
Io 3 - Behrenstraße 84 4.OG LAT,n 15.3 dB(A)														
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	569	-66.1	2.7	-22.1	-1.4	-1.4	1.1	0.0	3.9
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	575	-66.2	2.7	-22.0	-1.4	-1.4	1.1	0.0	3.8
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	568	-66.1	2.9	-24.0	-0.8	-1.5	1.6	0.0	3.2
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	567	-66.1	2.7	-19.1	-0.7	-1.4	0.6	0.0	3.2
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	573	-66.2	2.7	-19.0	-0.7	-1.4	0.6	0.0	3.1
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	566	-66.1	2.8	-20.5	-0.7	-1.4	0.8	0.0	3.0
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	565	-66.0	2.9	-20.2	-0.7	-1.4	0.1	0.0	2.6
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	571	-66.1	2.9	-20.2	-0.7	-1.4	0.1	0.0	2.6
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	566	-66.0	3.1	-18.5	-0.2	-1.5	0.2	0.0	2.5
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	572	-66.1	3.1	-18.8	-0.2	-1.5	0.2	0.0	2.2
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	567	-66.1	3.0	-15.0	-0.2	-1.4	0.1	0.0	1.7
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	573	-66.2	3.0	-15.0	-0.2	-1.4	0.1	0.0	1.7
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	568	-66.1	3.1	-20.2	-0.2	-1.5	0.4	0.0	1.0
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	572	-66.1	2.7	-22.1	-1.5	-1.3	1.3	0.0	0.9
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	574	-66.2	3.1	-20.3	-0.2	-1.5	0.3	0.0	0.8
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	560	-66.0	2.7	-21.1	-1.1	-1.4	0.0	0.0	0.2
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	560	-66.0	2.7	-18.0	-0.4	-1.4	0.0	0.0	-0.1
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	565	-66.0	2.7	-22.2	-1.5	-1.3	0.0	0.0	-0.1
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	571	-66.1	2.7	-22.1	-1.5	-1.3	0.0	0.0	-0.2
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	566	-66.0	2.7	-22.2	-1.5	-1.3	0.0	0.0	-0.4
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	565	-66.0	2.9	-25.7	-3.5	-1.4	1.9	0.0	-2.3
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	563	-66.0	2.9	-25.8	-3.5	-1.4	1.9	0.0	-4.2
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	571	-66.1	3.1	-17.4	-0.3	-1.5	0.1	0.0	-5.3
FW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	569	-66.1	3.1	-20.2	-0.2	-1.5	0.1	0.0	-6.3
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	575	-66.2	3.1	-20.3	-0.2	-1.5	0.1	0.0	-6.4
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	565	-66.0	2.8	-20.3	-0.5	-1.5	0.2	0.0	-7.5
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	565	-66.0	3.1	-20.9	-0.4	-1.5	0.2	0.0	-8.8
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	567	-66.1	2.8	-23.3	-0.5	-1.5	1.0	0.0	-9.9
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	566	-66.1	2.9	-20.2	-0.5	-1.5	0.6	0.0	-10.4
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	565	-66.0	3.1	-25.0	-2.0	-1.5	1.7	0.0	-13.4
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	567	-66.1	2.8	-23.3	-0.5	-1.5	0.4	0.0	-14.4

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	D0	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
Io 4 - Rosmarinstraße 66 EG LAT,n 13.1 dB(A)														
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	493	-64.9	4.6	-20.5	-0.1	-1.3	0.2	0.0	3.5
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	495	-64.9	4.6	-20.5	-0.1	-1.3	0.0	0.0	3.3
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	508	-65.1	4.3	-26.5	-0.7	-1.3	1.6	0.0	3.2
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	493	-64.9	4.0	-26.2	-0.7	-1.2	1.9	0.0	-0.1
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	488	-64.8	4.2	-26.5	-0.7	-1.3	0.9	0.0	-0.2
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	500	-65.0	4.1	-28.0	-2.0	-1.2	0.9	0.0	-0.2
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	490	-64.8	4.2	-26.5	-0.7	-1.3	0.5	0.0	-0.6
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	494	-64.9	4.4	-20.3	-0.1	-1.3	0.1	0.0	-0.7
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	508	-65.1	4.1	-26.2	-0.7	-1.3	0.5	0.0	-0.7
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	495	-64.9	4.4	-20.3	-0.1	-1.3	0.0	0.0	-0.8
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	488	-64.8	3.9	-28.2	-2.1	-1.2	3.2	0.0	-1.0
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	499	-64.9	4.1	-28.0	-2.0	-1.2	0.0	0.0	-1.1
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	489	-64.8	3.9	-28.2	-2.1	-1.2	3.2	0.0	-1.2
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	496	-64.9	4.6	-25.0	-0.2	-1.3	0.2	0.0	-1.2
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	494	-64.9	4.6	-25.0	-0.2	-1.3	0.1	0.0	-1.3
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	495	-64.9	4.0	-26.2	-0.7	-1.2	0.5	0.0	-1.5
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	490	-64.8	3.9	-28.2	-2.1	-1.2	1.1	0.0	-3.1
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	490	-64.8	4.1	-27.9	-1.3	-1.2	0.9	0.0	-3.2
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	491	-64.8	3.9	-28.2	-2.1	-1.2	1.1	0.0	-3.4
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	489	-64.8	3.9	-24.5	-0.4	-1.3	0.1	0.0	-4.0
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	496	-64.9	4.4	-29.3	-4.6	-1.3	1.4	0.0	-4.7
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	497	-64.9	4.4	-29.3	-4.6	-1.3	1.3	0.0	-6.6
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	488	-64.8	4.6	-22.4	-0.3	-1.3	0.2	0.0	-7.2
FW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	490	-64.8	4.6	-22.4	-0.3	-1.3	0.1	0.0	-7.4
EW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	501	-65.0	4.6	-25.0	-0.2	-1.3	0.2	0.0	-8.3
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	499	-65.0	4.6	-25.0	-0.2	-1.3	0.0	0.0	-8.4
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	508	-65.1	4.2	-26.0	-0.5	-1.3	0.7	0.0	-10.4
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	508	-65.1	4.2	-27.3	-0.7	-1.3	0.6	0.0	-11.9
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	508	-65.1	4.3	-24.1	-0.4	-1.3	0.3	0.0	-12.1
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	505	-65.1	4.7	-28.7	-3.1	-1.3	1.5	0.0	-15.7
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	511	-65.2	4.2	-27.3	-0.7	-1.3	0.5	0.0	-15.9

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	D0	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
lo 5 - Kleingartenanlage Hagebuttenweg 1.OG LAT,n 32.0 dB(A)														
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	328	-61.3	2.9	-7.8	-1.9	-1.1	0.0	0.0	21.9
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	333	-61.4	3.0	-7.8	-1.9	-1.1	0.0	0.0	21.7
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	340	-61.6	3.5	-11.2	-0.6	-1.2	0.3	0.0	20.1
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	340	-61.6	3.2	-8.1	-0.8	-1.1	0.4	0.0	19.9
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	321	-61.1	2.7	-7.5	-1.8	-1.0	0.0	0.0	19.5
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	325	-61.2	2.7	-7.5	-1.8	-1.0	0.0	0.0	19.4
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	321	-61.1	2.7	-7.5	-1.8	-1.0	0.0	0.0	19.3
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	325	-61.2	3.3	-9.1	-0.7	-1.1	0.0	0.0	19.1
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	326	-61.3	2.7	-7.5	-1.8	-1.0	0.0	0.0	19.1
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	321	-61.1	3.3	-9.3	-0.6	-1.1	0.0	0.0	19.0
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	324	-61.2	2.9	-7.8	-0.8	-1.1	0.0	0.0	19.0
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	329	-61.3	3.0	-7.8	-0.8	-1.1	0.0	0.0	18.9
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	328	-61.3	2.9	-7.6	-1.1	-1.1	0.0	0.0	18.9
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	330	-61.4	3.4	-9.9	-3.0	-1.1	0.0	0.0	17.5
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	324	-61.2	3.6	-9.5	-0.2	-1.2	0.0	0.0	17.0
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	328	-61.3	3.7	-10.4	-0.2	-1.2	0.1	0.0	16.0
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	327	-61.3	3.0	-7.3	-0.4	-1.2	0.0	0.0	15.9
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	333	-61.4	3.4	-9.7	-3.1	-1.1	0.0	0.0	15.7
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	325	-61.2	3.4	-8.6	-0.3	-1.1	0.0	0.0	13.4
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	329	-61.3	3.4	-8.6	-0.3	-1.1	0.0	0.0	13.4
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	330	-61.4	3.7	-15.2	-0.1	-1.2	1.7	0.0	13.0
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	325	-61.2	3.7	-15.3	-0.1	-1.2	1.1	0.0	12.4
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	325	-61.2	3.7	-10.1	-0.6	-1.2	0.6	0.0	7.9
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	321	-61.1	3.7	-10.4	-0.5	-1.2	0.0	0.0	7.2
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	340	-61.6	3.5	-12.8	-0.4	-1.2	0.2	0.0	5.3
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	341	-61.6	3.4	-9.8	-0.6	-1.2	0.2	0.0	4.7
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	328	-61.3	3.7	-15.8	-0.1	-1.2	0.0	0.0	3.8
EW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	333	-61.4	3.7	-15.8	-0.1	-1.2	0.0	0.0	3.6
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	341	-61.7	3.5	-18.4	-0.3	-1.2	0.2	0.0	-0.2
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	339	-61.6	3.8	-19.0	-1.3	-1.2	0.6	0.0	-2.4
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	342	-61.7	3.5	-18.6	-0.3	-1.2	1.2	0.0	-3.3

Nr.	Quelle	ZB	Lw	dT	D0	s	Adiv	Agr	Abar	Aatm	Cmet	Re	DI	LAT
		dB(A)	dB(A)	dB	dB	m	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB	dB(A)
Io 6 - Ronsdorfer Str. 2 1.OG LAT,n 28.3 dB(A)														
EW2	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	241	-58.6	3.0	-11.9	-0.1	-1.1	0.0	0.0	16.8
EW10	EL West: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	238	-58.5	2.5	-14.1	-0.3	-1.0	0.2	0.0	16.8
EO2	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	237	-58.5	2.9	-12.4	-0.1	-1.1	0.0	0.0	16.3
WP10	WP: Zuluft Ostfassade	LrN	88.0	0.0	3	253	-59.1	2.8	-17.8	-0.3	-1.1	0.8	0.0	16.3
EO10	EL Ost: Zuluft Nordfassade	LrN	85.0	0.0	3	233	-58.4	2.5	-15.2	-0.3	-1.0	0.1	0.0	15.8
EW11	EL West: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	242	-58.7	2.6	-15.0	-0.3	-0.9	0.4	0.0	15.1
EW14	EL West: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	238	-58.5	2.7	-16.6	-0.6	-0.8	0.6	0.0	15.0
EW13	EL West: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	239	-58.6	2.7	-16.6	-0.6	-0.8	0.6	0.0	14.7
WP11	WP: Abluft Dach	LrN	88.0	0.0	0	253	-59.1	2.6	-16.5	-0.3	-1.0	0.9	0.0	14.6
EO12	EL Ost: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	241	-58.6	2.7	-19.6	-0.7	-0.9	0.6	0.0	14.4
EO14	EL Ost: Kamin (H2)	LrN	93.0	-4.8	0	234	-58.4	2.7	-16.7	-0.6	-0.8	0.0	0.0	14.4
EW12	EL West: Kühlaggregat Dach	LrN	91.0	0.0	0	246	-58.8	2.7	-19.5	-0.7	-0.9	0.6	0.0	14.4
EO13	EL Ost: Kamin (O2)	LrN	88.0	0.0	0	234	-58.4	2.7	-16.7	-0.6	-0.8	0.0	0.0	14.2
TR1	Trafo: Lüftungsgitter	LrN	80.0	0.0	3	239	-58.6	2.3	-11.5	-0.2	-1.0	0.0	0.0	14.1
SA1	Schaltanlage: Lüftung/Kühlung	LrN	87.0	0.0	0	240	-58.6	2.7	-16.0	-0.5	-0.9	0.4	0.0	14.1
EW4	EL West: Westfassade	LrN	82.5	0.0	3	243	-58.7	3.0	-15.2	-0.1	-1.1	0.6	0.0	14.0
EW5	EL West: Dach	LrN	81.3	0.0	0	242	-58.7	2.7	-10.3	-0.1	-1.0	0.0	0.0	14.0
EO4	EL Ost: Ostfassade	LrN	82.5	0.0	3	238	-58.5	3.0	-15.2	-0.1	-1.1	0.3	0.0	13.8
EO11	EL Ost: Abluft Dach	LrN	87.0	0.0	0	237	-58.5	2.6	-16.6	-0.3	-0.9	0.0	0.0	13.3
EO5	EL Ost: Dach	LrN	81.3	0.0	0	238	-58.5	2.7	-11.9	-0.1	-1.0	0.0	0.0	12.5
EO15	EL Ost: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	89.5	0.0	0	243	-58.7	2.7	-21.5	-1.6	-1.0	2.9	0.0	12.4
EW15	EL West: Leitung H2 zu Tankstelle	LrN	87.7	0.0	0	246	-58.8	2.7	-20.9	-1.6	-1.0	3.3	0.0	11.4
EW1	EL West: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	238	-58.5	3.0	-11.8	-0.1	-1.1	0.2	0.0	8.4
EO1	EL Ost: Nordfassade (Tür)	LrN	73.8	0.0	3	234	-58.4	2.9	-12.9	-0.1	-1.1	0.1	0.0	7.3
EO3	EL Ost: Südfassade	LrN	75.5	0.0	3	242	-58.7	3.0	-16.2	-0.1	-1.1	0.1	0.0	5.6
EW3	EL West: Südfassade	LrN	75.4	0.0	3	246	-58.8	3.0	-16.2	-0.1	-1.1	0.1	0.0	5.4
WP1	WP: Ostfassade	LrN	74.8	0.0	3	253	-59.1	2.9	-17.0	-0.2	-1.1	0.4	0.0	3.7
WP5	WP: Dach	LrN	74.3	0.0	0	254	-59.1	2.7	-16.1	-0.2	-1.1	0.4	0.0	1.0
WP3	WP: Westfassade	LrN	74.8	0.0	3	255	-59.1	2.9	-19.5	-0.2	-1.1	0.3	0.0	0.9
WP4	WP: Nordfassade (Tür)	LrN	73.3	0.0	3	252	-59.0	3.2	-22.9	-1.0	-1.1	1.1	0.0	-3.3
WP2	WP: Südfassade	LrN	70.9	0.0	3	256	-59.2	2.9	-19.9	-0.2	-1.1	0.0	0.0	-3.7

4.5 FORMULARE 2 BIS 8.5

- Formular 2 – Betriebseinheiten
- Formular 3 – Technische Daten – Einsatzseite / Produktseite
- Formular 4 – Emissionen Luft, Abwasser, Verwertung / Beseitigung von Abfällen
- Formular 5 – Quellenverzeichnis Luft
- Formular 6 – Abgasreinigung, Abwasserreinigung und /-behandlung (*entfällt*)
- Formular 7 - Niederschlagsentwässerung
- Formular 8.1 – Anlagen zum Lagern flüssiger oder gasförmiger wassergefährdender Stoffe (*entfällt*)
- Formular 8.2 – Anlagen zum Lagern fester wassergefährdender Stoffe (*entfällt*)
- Formular 8.3 – Anlagen zum Abfüllen / Umschlagen flüssiger oder gasförmiger wassergefährdender Stoffe (*entfällt*)
- Formular 8.4 – Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe
- Formular 8.5 – Rohrleitungen zum Transport wassergefährdender Stoffe (*entfällt*)

Gliederung der Anlagen in Betriebseinheiten

Zum Zweck der Abgrenzung und der systematischen Darstellung der technischen Daten der Anlage und ihres Emissionsverhaltens einschließlich Abwasser und Abfall wird die Anlage in folgende Betriebseinheiten gegliedert. ⁽¹⁴⁾ Änderungen sind zu kennzeichnen.

Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	1 Wasserstoffproduktion - 2x Elektrolyse-Container inklusive Produktionsanlage für demineralisiertes Wasser, Behälter für demineralisiertes Wasser, Elektrolyse und Gasreinigung - 2x Tischkühler - Stickstoffversorgung - Druckluftversorgung - Optionaler Wärmeübertrager und Wärmeauskopplung mit Wärmepumpe und Pufferspeicher
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	

Technische Daten

Dieses Formular ist für jede Betriebseinheit auszufüllen.

1. Betriebseinheit Nr.: 1
 Kennzeichnende Größen der Betriebseinheit oder der Anlagenteile der einzelnen Betriebseinheit ⁽¹⁵⁾:
 2 MW
2. Gehandhabte Stoffe auf der Einsatzseite ⁽¹⁶⁾: (Einsatzstoffe, Zusatzstoffe, Brennstoffe, Neben- und Zwischenprodukte, Abfälle)

Stoffstrom Nr. gemäß Fließbild	Bezeichnung des Stoffes / Gemisches bei Abfällen auch Abfallschlüssel ⁽¹⁷⁾	Menge des Stoffes pro Zeiteinheit ⁽¹⁸⁾ (z. B. kg/h, m ³ /h) bzw. max. Lagermenge (z. B. kg)	Zusammensetzung ⁽¹⁹⁾	
			Inhaltsstoffe	Anteil (z. B. Gew.%, mg/l) (Maximalwert)
1	Trinkwasser	0,83 m ³ /h	Trinkwasser	100%
3	Stickstoff	Ca. 1200l (Bis zu 300 bar)	Stickstoff	100%
4	Druckluft	2-5 Nm ³ /h (ca. 8 bar)	Luft	100%

3. Produktseite ⁽²⁰⁾: (Produkte, Zwischen- und Nebenprodukte, in das Abwassersystem abgeleitete Abwassermenge, Abfälle, jedoch keine Luft und Wasser verunreinigenden Stoffe)

Stoffstrom Nr. gemäß Fließbild	Bezeichnung des Stoffes / Gemisches bei Abfällen auch Abfallschlüssel ⁽¹⁷⁾	Menge des Stoffes pro Zeiteinheit ⁽¹⁸⁾ (z. B. kg/h, m ³ /h) bzw. max. Lagermenge (z. B. kg)	Zusammensetzung ⁽¹⁹⁾	
			Inhaltsstoffe	Anteil (z. B. Gew.%, mg/l) (Maximalwert)
2	Abwasser	Ca. 0,455 m ³ /h	Aufkonzentriertes, Demineralisiertes Wasser	100%
5+8	Wasserstoff	In Summe: 3 kg/h für ca. 5 min	Wasserstoff / Wasserstoff in Verbindungen	100%
6+9	Sauerstoff	In Summe: 370 kg/h	Sauerstoff / Sauerstoff in Verbindungen	100%
11	Wasserstoff	46 kg/h	Wasserstoff	100%

Betriebsablauf und Emissionen (Luft) ⁽²³⁾

Dieses Formular ist für jede Betriebseinheit auszufüllen.

Betriebseinheit Nr.: 1 Bezeichnung der Betriebseinheit: Wasserstoffproduktion

In der folgenden Tabelle sind unter Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle emissionsverursachenden Vorgänge und die zugehörigen Emissionen lückenlos aufgeführt:

Betriebszustand (z. B. Anfahr-, Abfahr- und Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen; vorhersehbare Betriebsstörungen) ⁽²⁴⁾ und emissionsverursachender Vorgang	Häufigkeit und Zeitdauer des emissionsverursachenden Vorgangs ⁽²⁵⁾ Zeitangabe ⁽²⁶⁾	Quelle ⁽²⁷⁾ (Nummer gemäß Fließbild)	Abgas		Emittierter Stoff ⁽²⁹⁾ (getrennt nach einzelnen Komponenten)				
			Strom [Nm ³ /h] ^a	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregatzustand	Konzentration ^b [mg/m ³] [GE/m ³] (Maximalwert) ⁽³⁰⁾	Massenstrom ⁽³¹⁾ [kg/h] [GE/h] (Maximalwert)	Ermittlungsart der Emissionen ⁽³²⁾
Normalbetrieb	8.760 h/a 24 h/d	6+9	260	50	Sauerstoff / Sauerstoff in Verbindungen	gasförmig		370 kg/h	
Anfahr-, Abfahrbetrieb	50 h/a 0,5-30 min		17	50				24 kg/h	
Anfahr-, Abfahrbetrieb	50 h/a 0,5-30 min	5+8	34	50	Wasserstoff / Wasserstoff in Verbindungen	gasförmig		3 kg/h	
Anfahr-, Abfahrbetrieb	50 h/a 0,5-30 min	5+8	Abhängig vom Anlagentyp	50	Stickstoff	gasförmig			

^a der Regelfall ist Nm³/h trocken, in Einzelfällen z. B. Gerüche auch Nm³/h feucht

^b die Konzentration bezieht sich auf den Bezugssauerstoffgehalt (Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas), sofern vorgegeben

Betriebsablauf und Emissionen (Abwasser) ⁽³³⁾

Dieses Formular ist für jede Betriebseinheit auszufüllen.

Betriebseinheit Nr.: 1 Bezeichnung der Betriebseinheit: Wasserstoffproduktion

In der folgenden Tabelle sind unter Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle emissionsverursachenden Vorgänge und die zugehörigen Emissionen lückenlos aufgeführt:

Betriebszustand ⁽²⁴⁾ und emissionsverursachender Vorgang bzw. Anfallstelle der Abwasserart ^c	Häufigkeit und Zeitdauer des emissionsverursachenden Vorgangs ⁽²⁵⁾ Zeitangabe ⁽²⁶⁾	Quelle ⁽²⁷⁾ (Nummer gemäß Fließbild)	Abwasser		Emittierter Stoff ⁽²⁹⁾ (getrennt nach einzelnen Komponenten)			Abbaubarkeit ^d [%]	Ermittlungsart der Emissionen ⁽³²⁾
			Strom [m³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung ^e	Konzentration [mg/L] (Maximalwert)	Massenstrom [kg/h] (Maximalwert)		
Erzeugung des demineralisierten Wassers in der Wasseraufbereitungsanlage	8.760 h/a 24 h/d	2	0,455						

^c beispielsweise: Produktionsabwasser, Kühlwasser, Spritz- und Reinigungswasser, Vakuumpumpenwasser, Niederschlagswasser, Sanitärabwasser

^d bei organisch belasteten Teilströmen: Angaben zur biologischen Abbaubarkeiten / Elimination

^e Es sind mindestens Angaben zu allen in nationalen Vorgaben (Abwasserverordnung, Oberflächengewässerverordnung) genannten Stoffen und Stoffgruppen erforderlich, soweit sie im jeweiligen Herkunftsbereich auftraten.

Verwertung / Beseitigung von Abfällen

Dieses Formular ist für jede Betriebseinheit auszufüllen.

Betriebseinheit Nr.: 1 Bezeichnung der Betriebseinheit: Wasserstoffproduktion

In der folgenden Tabelle sind alle Abfälle aus Formular 3 Blatt 2 aufgeführt, die im eigenen Betrieb oder Fremdbetrieb verwertet / beseitigt bzw. zum Zweck der Verwertung / Beseitigung behandelt werden oder einer anderen Verwertung / Beseitigung zugeführt werden:

Ifd. Nr. entsprechend Formular 3	Stoffstrom-Nr. gemäß Fließbild	Bezeichnung des Abfalles ⁽³⁴⁾	Abfallschlüssel ⁽³⁴⁾	Menge [t/a]	Vorgesehene Verwertungs- oder Beseitigungsverfahren	Bezeichnung der Anlage bzw. Maßnahme in der der Abfall verwertet oder beseitigt wird	Nachweis zum Entsorgungsweg ^f
Keine Produktionsabfälle aus dem Prozess. Keine festen Arbeitsplätze am Standort, daher keine hausmüllähnlichen Abfälle o.ä.							
		Abfälle bei Wartungen oder Reparaturen (Verpackungen, ausgebautete Altteile, etc.)		0,1	Vollständige Entsorgung bzw. Verwertung durch Servicefirmen	Wartungen und Reparaturen durch Servicefirmen	

^f Anhang zu Formular 4 ist in Absprache mit der Genehmigungsbehörde auszufüllen. Für gefährliche Abfälle ist in der Regel der Anhang zu Formular 4 auszufüllen.

Anhang zu Formular 4

Erklärung zur vorgesehenen Abfallbeseitigung bzw. -verwertung

Abfallschlüssel	Bezeichnung des Abfalls	Menge [t/a]

Der Unterzeichner erklärt hiermit, dass

- seine Anlage für die Beseitigung des vorgenannten Abfalls mit Genehmigung vom DATUM
 - seine Anlage für die Verwertung bzw. Zwischenlagerung und weiterer Entsorgung zur Verwertung des vorgenannten Abfalls mit Genehmigung vom DATUM
- der / des BEHÖRDE Aktenzeichen AZ
zugelassen ist.

Die dargestellte Beseitigung / Verwertung kann bis mindestens DATUM sichergestellt werden.

(Firmenstempel / Unterschrift)

Quellenverzeichnis (Luft)

Quelle Nummer gemäß Fließbild	Art der Quelle ⁽³⁵⁾	Bauausführung der Quelle	Geographische Lage ⁽¹⁰⁾		Höhe über Erdboden [m]	Austrittsfläche ⁽³⁷⁾ [mm ²] [cm ²] [m ²]
			East: [ETRS89/UTM]	North: [ETRS89/UTM]		
5 + 8	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Mast	/	/	6	0,0078 m ²
6 + 9	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Mast	/	/	6	0,0078 m ²
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		
			/	/		

Wasserversorgung

- Entnahme aus**
 - Grundwasser
 - Oberflächengewässer
 - wasserrechtliche Zulassung vorhanden ^a
- öffentliches Netz
- Versorgung durch Dritte
- Sonstiges:

Abwasserbeseitigung (einschließlich betriebsspezifisch verunreinigtes Niederschlagswasser, ausgenommen Sanitärabwasser)

- Direkteinleitung in ein Gewässer ^b**

Abwasserart:

Abwasserbehandlung ^b ja nein

Art der Behandlung:
- Indirekteinleitung in die öffentliche Kanalisation ^b**

Abwasserart: Industrieabwasser

Abwasserbehandlung ^b ja nein

Art der Behandlung: -
- Indirekteinleitung in eine private Kanalisation**

Abwasserart:

Abwasserbehandlung ^b ja nein

Art der Behandlung:

geregelt durch:

 - Indirekteinleitergenehmigung ^b
 - Freistellung von der Genehmigungspflicht ^b
 - Bestandsgenehmigung nach Landeswassergesetz ^b

^a Wasserrechtliche Zulassungen sind im Formular 1 Blatt 4 einzutragen.

^b Wasserrechtliche Zulassungen sind im Formular 1 Blatt 4 einzutragen. Mehrfachnennungen unter Abwasserbeseitigung bitte textlich erläutern.

Niederschlagsentwässerung**Entwässerung des Betriebsgrundstückes erfolgt im:**

- Trennsystem
- Mischsystem
- Einleitung in die**
- öffentliche private
- Regenwasserkanalisation: Einleitungsbeschränkung [l / sec]
- Schmutzwasserkanalisation: Einleitungsbeschränkung [l / sec]
- Mischwasserkanalisation: Einleitungsbeschränkung 47,46 [l / sec]
- Vorbehandlung: ja nein
- Art der Vorbehandlung:

 Direkteinleitung in das Grundwasser

- wasserrechtliche Erlaubnis liegt vor ^c
- Mulde
- Rigole
- Sickerschacht
- Sonstige:
- Behandlung: ja nein
- Art der Behandlung:

 Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer

- wasserrechtliche Erlaubnis liegt vor ^c
- Gewässer-Name:
- Behandlung: ja nein
- Art der Behandlung:

^c Wasserrechtliche Zulassungen sind im Formular 1 Blatt 4 einzutragen. Mehrfachnennungen unter Niederschlagsentwässerung bitte textlich erläutern.

Kanalnetzbetrieb

- Änderungen am Kanalnetz

Größe der befestigten / bebauten Fläche der Anlage / des Betriebsgeländes:
500 [m²]

Falls > 3 ha:

- Kanalnetzanzeige liegt vor

**Anlagen zum Lagern ⁽⁴³⁾ flüssiger oder gasförmiger
wassergefährdender Stoffe ^a**

Dieses Formular ist für baugleiche Behälter sowie separat für jeden nicht baugleichen Behälter auszufüllen.

1. Behälter Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:
Keine Anlagen zum Lagern flüssiger oder gasförmiger wassergefährdender Stoffe vorgesehen

Anlage für:

- Behälterlagerung (z. B. ortsfester Tank) flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 Fass- und Gebindelagerung gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 mit zugehöriger Abfüllfläche ohne Abfüllfläche

2. Gelagerte Stoffe / Abfälle (Abfallschlüssel)

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE):
4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV)
6. Anzahl baugleicher Behälter:
7. Max. Behältervolumen oder max. Masse: [m³] oder [t]
8. Behälterwerkstoff: Nachweis der Beständigkeit liegt vor
9. Aufstellung:
10. Behälterausführung:
11. Ausführung des Auffangraumes bzw. der Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum
12. zugehörige Rohrleitungen
13. zugehörige Abfüllfläche
14. Nachweis der wasserrechtlichen Eignung ⁽⁴⁶⁾ der Anlage gemäß § 63 WHG

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

15. Die Nachweise gemäß § 63 Abs. 4 WHG liegen für folgende verwendete Anlagenteile vor:
(z. B: Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigergerät, Überfüllsicherung, Auffangraum,
Fugenabdichtungen, Pumpen, Dichtungen)
16. Sind Rückhalteeinrichtungen^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)
17. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:
18. Überschwemmungsgebiet:
19. Erbebenzone: ja: nein

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

Fass- und Gebindelager zum Lagern flüssiger oder gasförmiger Stoffe ⁽⁵⁰⁾

Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan	gelagerte Stoffe flüssig gasförmig	WGK / allgemein wasser-gefährdend (awg)	Gefährdungsstufe (bei WGK)	Beschaffenheit der Fläche	Gebinde				Auffangwanne				
					Lager- volumen oder Masse	Gebinde- größe oder Masse	Art und Anzahl der Gebinde	Verkehrs- rechtliche Zulassung nach GGVSEB	Separate Auffang- wanne	Rückhalte- volumen	Zulassung		
1	2	3	A, B, C, D	5	[m ³ / t]	[m ³ / t]	8	Ja	Nein	Ja	Nein	[m ³]	14
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**Anlagen zum Lagern ⁽⁴³⁾ fester
wassergefährdender Stoffe ^a**

1. Nachweis der wasserrechtlichen Eignung ⁽⁴⁶⁾ der Anlage gemäß § 63 WHG
2. Die Nachweise gemäß § 63 Abs. 4 WHG liegen für folgende verwendete Anlagenteile vor:
(z. B. Beschichtung / Auskleidung, Auffangraum, Fugenabdichtungen)
3. Sind Rückhalteeinrichtungen ^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)
4. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:
5. Überschwemmungsgebiet:
 - festgesetzt
 - vorläufig gesichert
 - nein
6. Erdbebenzone: ja: nein

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

Anlagen zum Lagern fester wassergefährdender Stoffe (§ 26 AwSV)

Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan	gelagerte Stoffe	WGK / allgemein wassergefährdend (awg)	Gefährdungsstufe (bei WGK)	Beschaffenheit der Fläche	Lager- volumen oder Masse	Art der Lagerung			Schutz vor Witterungseinflüssen ⁽⁴⁷⁾ und versehentlicher Beschädigung ⁽⁴⁸⁾	Ausführung der Bodenfläche und ggf. Rückhaltevolumen ⁽⁴⁹⁾
						Silo	Lose	Verpackung oder Behälter		
1	2	3	A, B, C, D	5	[m ³ / t]	7	8	9	10	11
Keine Anlagen zum Lagern fester wassergefährdender Stoffe vorgesehen						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Anlagen zum Lagern fester Stoffe, denen wassergefährdende Stoffe anhaften (§ 27 AwSV)

Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan	gelagerte Stoffe	WGK / allgemein wassergefährdend (awg)	Gefährdungsstufe (bei WGK)	Beschaffenheit der Fläche	Lager- volumen oder Masse	Art der Lagerung			Schutz vor Witterungseinflüssen ⁽⁴⁷⁾ und versehentlicher Beschädigung ⁽⁴⁸⁾	Ausführung der Bodenfläche ⁽⁴⁹⁾ und Rückhaltevolumen	
						Silo	Lose	Verpackung oder Behälter			
1	2	3	A, B, C, D	4	5	6	7	8	9	10	11
Keine Anlagen zum Lagern fester Stoffe, denen wassergefährdende Stoffe anhaften, vorgesehen.						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

**Anlagen zum Abfüllen / Umschlagen ⁽⁴³⁾ flüssiger oder gasförmiger
wassergefährdender Stoffe ^a**

Dieses Formular ist für jede Abfüll- / Umschlaganlage auszufüllen.

1. Nr. der Abfüll- / Umschlaganlage bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

Keine Abfüll- / Umschlaganlage vorgesehen

Anlage für:

- flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
- gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾

2. Abgefüllte / umgeschlagene Stoffe / Abfälle (Abfallschlüssel):

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE):

4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)

5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV)

6. Zweck der Anlage:

7. Max. Volumen oder max. Masse über einen Zeitraum von 10 Minuten: [m³] oder [t]

8. Sicherheitsvorkehrungen zur Verhütung des Überfüllens von ortsbeweglichen Behältern: (z. B. Überfüllsicherung, Zählervoreinstellung, automatisch schließende Abrisskupplung, Gaspendelung)

9. Rückhaltemaßnahmen und Rückhaltevolumen⁽⁴⁴⁾ für austretende Stoffe:

10. Beschreibung der Dichtfläche ⁽⁵³⁾

11. Nachweis der wasserrechtlichen Eignung ⁽⁴⁶⁾ der Anlage gemäß § 63 WHG

12. Die Nachweise gemäß § 63 Abs. 4 WHG liegen für folgende verwendete Anlagenteile vor: (z. B. Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigegerät, Überfüllsicherung, Auffangraum, Fugenabdichtungen)

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

13. Sind Rückhalteeinrichtungen ^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)
14. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:
15. Überschwemmungsgebiet:
16. Erdbebenzone: ja: nein

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

**Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
wassergefährdender Stoffe ^a (HBV-Anlagen) ⁽⁴³⁾**

Dieses Formular ist für jede HBV-Anlage auszufüllen.

1. Anlagen-Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

0-1 Druckluftversorgung

Anlage für:

- flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
- gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
- feste Stoffe ⁽⁵⁰⁾

2. Stoffe:

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
Schmieröl	1	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE): 1

4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
Druckluftkompressor

5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV) A

6. Aufstellung:

- im Freien
- im Gebäude bzw. überdacht – auch vor Schlagregen geschützt

7. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe, die bei einer Betriebsstörung freigesetzt werden können:

[m³]

Gesamtes Volumen in der HBV-Anlage:

0,01 [m³]

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

**Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
wassergefährdender Stoffe ^a (HBV-Anlagen) ⁽⁴³⁾**

Dieses Formular ist für jede HBV-Anlage auszufüllen.

1. Anlagen-Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:
1-1 und 2-1 Demi-Wasseraufbereitung

Anlage für:

- flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 feste Stoffe ⁽⁵⁰⁾

2. Stoffe:

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
Antiscalant (z.B. Aminotrismethylphosphonsäure): Dosierung ca. 10g/h	1	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE): 1
4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
Demi-Wasseraufbereitungsanlage als geschlossene Anlage innerhalb Elektrolysecontainer
5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV) 1A
6. Aufstellung:
 im Freien
 im Gebäude bzw. überdacht – auch vor Schlagregen geschützt
7. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe, die bei einer Betriebsstörung freigesetzt werden können:
 0 [m³]
 Gesamtes Volumen in der HBV-Anlage:
 0,001 [m³]

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

8. Ausführung des Auffangraumes bzw. der Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum
Rückhaltevolumen des Auffangraumes ⁽⁴⁴⁾ [m³]
Beschreibung der Dichtfläche des Auffangraumes / der Aufstellfläche:
(Schnittzeichnungen sind beizufügen)
 Asphaltdecke nach TRwS 786
 Beton nach der DAfStB-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden
Stoffen“
Betongüte:
 Kunststoff Material:
 Stahlwanne Material:
 sonstiges Material:
Maßnahmen zum Ableiten von Niederschlagswasser (nur bei Aufstellung im Freien) ⁽⁴⁷⁾
9. Eignungsnachweise (z. B. baurechtliche Verwendungsnachweise) liegen für folgende
verwendete Anlagenteile (z. B. Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigegerät,
Überfüllsicherung, Auffangraum, Fugenabdichtungen) vor:
10. Sind Rückhalteeinrichtungen ^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)
 ja nein
Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

Liegt ein rechnerischer Nachweis für das erforderliche Rückhaltevolumen vor?
 ja nein
Dient die Rückhalteeinrichtung gleichzeitig als Auffangraum für Stoffe?
 ja nein
Verbundleitungen zwischen Auffangraum und Rückhalteeinrichtung vorhanden / geplant?
 ja nein
11. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:
 festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein
12. Überschwemmungsgebiet:
 festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein
13. Erdbebenzone: ja: nein
 Rechnerischer Nachweis / Gutachten

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

**Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
wassergefährdender Stoffe^a (HBV-Anlagen)⁽⁴³⁾**

Dieses Formular ist für jede HBV-Anlage auszufüllen.

1. Anlagen-Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

1-4 und 2-4 Tischkühler

Anlage für:

- flüssige Stoffe⁽⁵⁰⁾
- gasförmige Stoffe⁽⁵⁰⁾
- feste Stoffe⁽⁵⁰⁾

2. Stoffe:

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
Glykol-Wassergemisch (Frostschutzmittel - Glycol (40% im Kühlmedium))	1	<input type="checkbox"/>
Schmieröl	1	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE): 1

4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)

Glykol im Kühlwasser in technisch dauerhaft dichten Rohrleitungen
Ggf. Schmieröl bei einer ölgeschmierten Kühlwasserpumpe

5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV) A

6. Aufstellung:

- im Freien
- im Gebäude bzw. überdacht – auch vor Schlagregen geschützt

7. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe, die bei einer Betriebsstörung freigesetzt werden können:

[m³]

Gesamtes Volumen in der HBV-Anlage:

Glykol: 0,99 m³

Schmieröl: 0,1 [m³]

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

8. Ausführung des Auffangraumes bzw. der Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum
Rückhaltevolumen des Auffangraumes ⁽⁴⁴⁾ [m³]

Beschreibung der Dichtfläche des Auffangraumes / der Aufstellfläche:

(Schnittzeichnungen sind beizufügen)

- Asphaltdecke nach TRwS 786
 Beton nach der DAfStB-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“

Betongüte:

- Kunststoff Material:
 Stahlwanne Material:
 sonstiges Material:

Maßnahmen zum Ableiten von Niederschlagswasser (nur bei Aufstellung im Freien) ⁽⁴⁷⁾

9. Eignungsnachweise (z. B. baurechtliche Verwendungsnachweise) liegen für folgende verwendete Anlagenteile (z. B. Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigegerät, Überfüllsicherung, Auffangraum, Fugenabdichtungen) vor:

10. Sind Rückhalteeinrichtungen ^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)

ja nein

Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

Liegt ein rechnerischer Nachweis für das erforderliche Rückhaltevolumen vor?

ja nein

Dient die Rückhalteeinrichtung gleichzeitig als Auffangraum für Stoffe?

ja nein

Verbundleitungen zwischen Auffangraum und Rückhalteeinrichtung vorhanden / geplant?

ja nein

11. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:

- festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein

12. Überschwemmungsgebiet:

- festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein

13. Erdbebenzone: ja: nein

- Rechnerischer Nachweis / Gutachten

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

**Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
wassergefährdender Stoffe ^a (HBV-Anlagen) ⁽⁴³⁾**

Dieses Formular ist für jede HBV-Anlage auszufüllen.

1. Anlagen-Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

1-3 und 2-3 Elektrolyse

Anlage für:

- flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
- gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
- feste Stoffe ⁽⁵⁰⁾

2. Stoffe:

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
Isolieröl	1	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE): 1

4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
Transformatoren

5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV) A

6. Aufstellung:

- im Freien
- im Gebäude bzw. überdacht – auch vor Schlagregen geschützt

7. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe, die bei einer Betriebsstörung freigesetzt werden können:

[m³]

Gesamtes Volumen in der HBV-Anlage:

3 [m³]

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

**Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
wassergefährdender Stoffe^a (HBV-Anlagen)⁽⁴³⁾**

Dieses Formular ist für jede HBV-Anlage auszufüllen.

1. Anlagen-Nr. bzw. Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

Schalt- und Trafoanlagen

Anlage für:

- flüssige Stoffe⁽⁵⁰⁾
 gasförmige Stoffe⁽⁵⁰⁾
 feste Stoffe⁽⁵⁰⁾

2. Stoffe:

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
Isolieröl	1	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. AwSV-Anlage zugehörig zur Betriebseinheit (BE): 1
4. Abgrenzung der AwSV-Anlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser AwSV-Anlage gehören: (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
 Transformator
5. Gefährdungsstufe der Anlage: (§ 39 AwSV) A
6. Aufstellung:
 im Freien
 im Gebäude bzw. überdacht – auch vor Schlagregen geschützt
7. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe, die bei einer Betriebsstörung freigesetzt werden können:
 [m³]
 Gesamtes Volumen in der HBV-Anlage:
 0,6 [m³]

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 Abs. 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

8. Ausführung des Auffangraumes bzw. der Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum
 Rückhaltevolumen des Auffangraumes ⁽⁴⁴⁾ [m³]
 Beschreibung der Dichtfläche des Auffangraumes / der Aufstellfläche:
 (Schnittzeichnungen sind beizufügen)
 Asphaltdecke nach TRwS 786
 Beton nach der DAfStB-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden
 Stoffen“
 Betongüte:
 Kunststoff Material:
 Stahlwanne Material:
 sonstiges Material:
 Maßnahmen zum Ableiten von Niederschlagswasser (nur bei Aufstellung im Freien) ⁽⁴⁷⁾
9. Eignungsnachweise (z. B. baurechtliche Verwendungsnachweise) liegen für folgende
 verwendete Anlagenteile (z. B. Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigegerät,
 Überfüllsicherung, Auffangraum, Fugenabdichtungen) vor:
10. Sind Rückhalteeinrichtungen ^b für Brandereignisse vorhanden / geplant? (§ 20 AwSV)
 ja nein
 Bezeichnung gemäß Aufstellungsplan:

 Liegt ein rechnerischer Nachweis für das erforderliche Rückhaltevolumen vor?
 ja nein
 Dient die Rückhalteeinrichtung gleichzeitig als Auffangraum für Stoffe?
 ja nein
 Verbundleitungen zwischen Auffangraum und Rückhalteeinrichtung vorhanden / geplant?
 ja nein
11. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:
 festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein
12. Überschwemmungsgebiet:
 festgesetzt
 vorläufig gesichert
 nein
13. Erdbebenzone: ja: nein
 Rechnerischer Nachweis / Gutachten

^b Die Rückhalteeinrichtungen müssen bei Brandereignissen die austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften zurückhalten. (§ 20 AwSV)

**Rohrleitungen ⁽⁴³⁾ zum Transport fester, flüssiger oder gasförmiger
wassergefährdender Stoffe ^a (u. a. § 21 AwSV)**

Dieses Formular ist für jede eigenständige Rohrleitungsanlage, die den Bereich des Werksgeländes nicht überschreitet, auszufüllen.

§ 14 Abs. 7 AwSV: Eine Rohrleitung, die nach § 62 Abs. 1 Satz 2 Nr. 2 WHG Zubehör einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist oder die nach § 62 Abs. 1 Satz 2 Nr. 3 WHG Anlagen verbindet, die in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang miteinander stehen, ist der Anlage zuzuordnen, deren Zubehör sie ist oder mit der sie im Zusammenhang steht.

1. Nr. bzw. Bezeichnung der Rohrleitung gemäß Lageplan:
Keine Rohrleitungen zum Transport wassergefährdender Stoffe vorgesehen
Anlage für:
 - flüssige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 - gasförmige Stoffe ⁽⁵⁰⁾
 - feste Stoffe ⁽⁵⁰⁾

2. Flüssigkeiten, die durch die Rohrleitungen transportiert werden

Handelsname und Stoffbezeichnung	WGK	allgemein wassergefährdend
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

3. Abgrenzung der Rohrleitungsanlage und Benennung der Anlagenteile, die zu dieser Rohrleitungsanlage gehören: (z. B. Armaturen, Flansche, Förderaggregate, Rückhalteeinrichtungen, Rohrleitungen, Flächen, etc. – vgl. § 14 AwSV)
4. Max. Volumenstrom oder max. Massenstrom über einen Zeitraum von 10 Minuten plus das Volumen oder die Masse innerhalb der Rohrleitungsanlage: [m³] oder [t]
5. Leitungsführung:
6. Ausführung als:
7. Werkstoffe:
8. Herstellungsausführung der Rohrleitungsanlage:
9. Eignungsnachweise (z. B. baurechtliche Verwendungsnachweise) liegen für folgende verwendete Anlagenteile (z. B. Beschichtung / Auskleidung, Leckanzeigergerät, Auffangraum, Fugenabdichtungen) vor:

^a Mit „wassergefährdenden Stoffen“ sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische im Sinne des § 2 AwSV gemeint, nachfolgend nur noch mit Stoffe bezeichnet.

10. Wasserschutzgebiets- / Heilquellenschutzgebietszone:

11. Überschwemmungsgebiet:

12. Erbebenzone: ja: nein

4.6 Angaben bei IED-Anlagen

Aussagen zur Umsetzung der Anforderungen der BVT-Schlussfolgerungen / des BVT-Merkblatts

Für Elektrolyseanlagen gibt es kein BVT-Merkblatt. Hilfsweise werden die folgenden BVT-Merkblätter hinzugezogen:

- Herstellung anorganischer Grundchemikalien - Feststoffe und andere
- Abwasser- und Abgasbehandlung/ -management in der chemischen Industrie

Ausgangszustandsbericht und Beschreibung der Maßnahmen zum Schutz von Boden und Grundwasser (Überwachungskonzept) oder AZB-Konzept

Auf Basis der folgenden Grundlagen wurde eine Relevanzprüfung für einen AZB durchgeführt.

Auszug § 3 BImSchG:

(9) Gefährliche Stoffe im Sinne dieses Gesetzes sind Stoffe oder Gemische gemäß Artikel 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [...]

(10) Relevante gefährliche Stoffe im Sinne dieses Gesetzes sind gefährliche Stoffe, die in erheblichem Umfang in der Anlage verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden und die ihrer Art nach eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück verursachen können.

LABO-Arbeitshilfe Kap 2:

Nach § 10 Absatz 1a BImSchG ist im Genehmigungsverfahren ein Bericht über den Ausgangszustand von Boden und Grundwasser anzufertigen und vorzulegen, wenn in einer Anlage nach Artikel 10 in Verbindung mit Anhang I der EU-Richtlinie 2010/75 (IED-Anlage) relevante gefährliche Stoffe (rgS) verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden. IED-Anlagen sind in Spalte d des Anhangs 1 zur 4. BImSchV mit einem „E“ gekennzeichnet. Der Begriff „rgS“ wird in § 3 Absatz 9 und 10 BImSchG definiert.

LABO-Arbeitshilfe Abschnitt 2.2:

Der Antragsteller, der beabsichtigt, eine IED-Anlage zu betreiben, in der rgS verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, ist verpflichtet, mit den übrigen Antragsunterlagen einen AZB vorzulegen, wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück durch die rgS möglich ist (§ 10 Absatz 1a BImSchG).

Nach § 10 Absatz 1a Satz 2 BImSchG besteht die Möglichkeit einer Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers dann nicht, „wenn auf Grund der tatsächlichen Umstände ein Eintrag ausgeschlossen werden kann“. Liegen diese Voraussetzungen vor, so ist für die betreffenden Flächen des Anlagengrundstücks kein AZB zu erstellen.

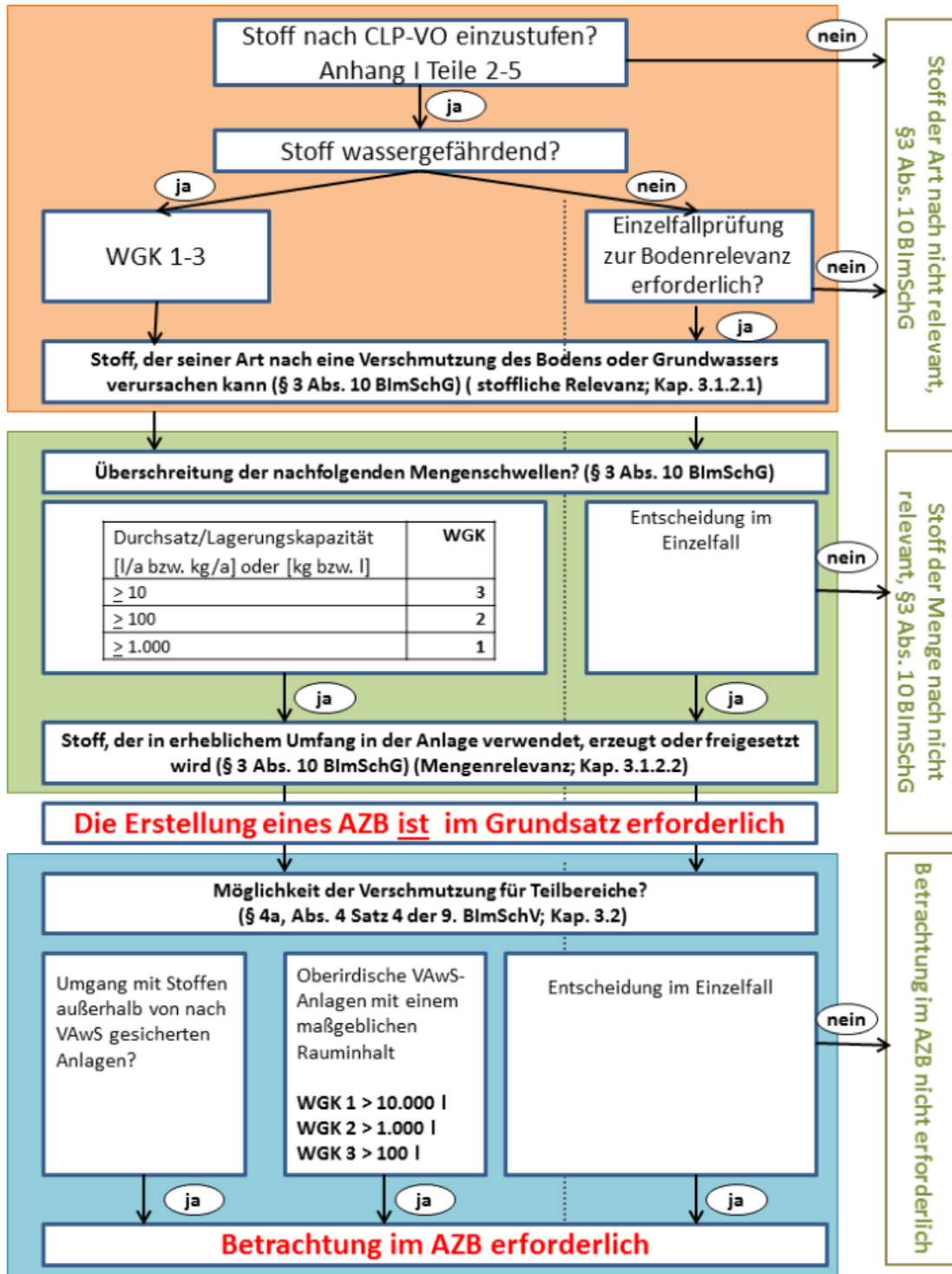
Der Wortlaut von § 10 Absatz 1 a BImSchG lässt einen gewissen Auslegungsspielraum zu, da eine Verschmutzung von Boden und Grundwasser nicht mit absoluter Gewissheit für „unmöglich“ befunden oder „ausgeschlossen“ werden kann. Vielmehr ist die Frage, ob ein Eintrag ausgeschlossen und daher eine Verschmutzung unmöglich ist, im Einzelfall zu beantworten. Dabei hat der Anlagenbetreiber die Möglichkeit, die Zulassungsbehörde, z.B. anhand einer gutachterlichen Betrachtung der Schutzvorrichtungen seiner Anlage, nachvollziehbar davon zu überzeugen, dass Einträge rgS während der gesamten Betriebsdauer seiner Anlage ausgeschlossen sind. Sicherungsvorrichtungen können berücksichtigt werden, wenn sie die Gewähr dafür bieten, dass während des gesamten Betriebszeitraums Einträge ausgeschlossen werden können.

LABO-Arbeitshilfe Anhang 3:

Mengenschwellen nach WGK-Einstufung:

- WGK 3 \geq 10 kg/a oder l
- WGK 2 \geq 100 kg/a oder l
- WGK 1 \geq 1.000 kg/a oder l.

Anhang 3 Entscheidungshilfe Relevanzprüfung



Hinweis: Für die Bewertung der Mengenschwelle ist bei flüssigen Stoffen das maßgebende Volumen zugrunde zu legen, bei gasförmigen und festen Stoffen die für die jeweilige Anlage maßgebende Masse.

Relevanzprüfung AZB

Die folgenden in der Anlage auftretenden Stoffe werden auf Basis ihrer Einstufung als „relevante gefährliche Stoffe“, und Verwendung in der Anlage im Hinblick auf die Möglichkeit der Verschmutzung von Boden und Grundwasser auf dem Anlagengrundstück überprüft. Im Falle einer möglichen Verschmutzung werden die vorhandenen Mengen geprüft. Es liegt eine Überschreitung der Mengenschwellen entsprechend der LABO/LAWA-Arbeitshilfe vor, wenn, basierend auf der WGK-Einstufung des Stoffes, der maßgebende Durchsatz oder die maßgebende Lagerungskapazität überschritten wird.

Stoff	Einstufung nach AwSV	Einstufung gemäß der (EG) Verordnung 1272/2008	Verwendung	Relevanz gem. § 3 Abs. 10 BImSchG
Demineralisiertes Wasser	nwg	Nicht als gefährlich eingestuft		Nein
Antiscalant	Je nach Ausführung nwg oder WGK 1	Je nach Ausführung nicht eingestuft oder eingestuft: H315 H319	Geringe Mengen in geschlossener Anlage Max. Menge ca. 0,001 m ³	Nein
Glykol	WGK 1	H302 H373	Kühlwasser, in technisch dauerhaft dichten Rohrleitungen Max. Menge ca. 0,99 m ³ .	Nein
Schmieröl	WGK 1	Nicht als gefährlich eingestuft	Wenige Liter in ggf. ölgeschmierten Maschinen (Pumpen, Kompressoren) innerhalb eines dichten Gehäuses innerhalb des Containers.	Nein
Isolieröl	WGK1	Nicht erforderlich	Möglicherweise ölfüllter Transformator für Nebenaggregate (0,6 m ³) und 2x Elektrolyse-transformator (2x 1,5m ³). Jeweils in einer Ölwanne. Eine Verschmutzung des Bodens oder Grundwassers ausgeschlossen werden kann.	Nein
Wasserstoff	nwg	H220 H280	Entweicht mit einer Auftriebsgeschwindigkeit von Wasserstoff in Luft mit 20 m/s nach oben in die Atmosphäre. Kann keine Verschmutzung des Bodens oder Grundwassers verursachen.	Nein
Sauerstoff	nwg	H270 H280	Entweicht in Atmosphäre. Kann keine Verschmutzung des Bodens oder Grundwassers verursachen.	Nein
Stickstoff	nwg	H280	In handelsüblichen Flaschenbündeln mit Qualität > 99 %, dient zur Spülung des Rohrleitungssystems beim An- und Abfahren. Kann keine Verschmutzung des Bodens oder Grundwassers verursachen.	Nein
R1234ze Kältemittel	nwg	H280	Nutzung in Wärmepumpe. Max. Menge ca. 0,5 t	Nein

Die auftretenden Stoffe sind der Art oder der Menge nach nicht relevant (§3 Abs. 10 BImSchG) und daher die Erstellung eines AZB nicht vorgesehen.

Aufgrund der Altlastensituation am Standort und der durchgängig asphaltierten Fläche werden selbst bei Leckage austretende Mengen in den vorhandenen Schmutzwasserkanal abgeleitet und können nicht in den Boden gelangen.

13.03.2024

4.7 Ergänzende Informationen

- **zum Explosionsschutzkonzept (Abschnitt 4.1.3)**
- **zum Abschnitt 4.1.1: Maßnahmen zum Schutz von Beschäftigten sowie Angaben zu Arbeitsräumen und Sozialeinrichtungen**

Den Antragsunterlagen liegt ein vorläufiges Explosionsschutzkonzept bei (Kapitel 4, Abschnitt 4.1.3). Das Explosionsschutzkonzept wird nach Auswahl des Herstellers aktualisiert. Im Rahmen der Detailplanung und Erstellung des Explosionsschutzdokumentes werden folgende Punkte dargestellt und bewertet: unvorhersehbare Störungen und Stofffreisetzungen, Zonenplan, Wechselwirkungen mit anderen Anlagen, Verkehrsflächen, Nachbargrundstücken etc., Schutzabstände bzw. Schutzmaßnahmen. Die Bewertung des Explosionsschutzes erfolgt gem. TRGS 720 bis TRGS 725 bzw. TRGS 727 i. V. m. der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Da noch kein Hersteller ausgewählt ist, erfolgt zunächst die Betrachtung einer Ausführung von 2 Elektrolyseeinheiten á 1 MW („worst case“). Nach Auswahl des Herstellers werden die Unterlagen entsprechend der konkreten Ausführung aktualisiert.

Maßnahmen zum Blitzschutz werden im Rahmen der Detailplanung konkretisiert. Für den äußeren Blitzschutz werden Blitzfangstangen und ein Erdungsnetz installiert. Die genaue Ausführung wird im Rahmen der Detailplanung festgelegt, wenn der Hersteller ausgewählt wurde. Dies erfolgt unabhängig von der Einstufung der Arbeitsplätze als dauerhaft oder nur temporär besetzt.

Sobald der Hersteller ausgewählt ist, werden folgende Punkte geplant und Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) umgesetzt:

- ASR A2.3 - Fluchtwege und Notausgänge
- ASR A1.3 - Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- Flucht- und Rettungsplan
- ASR A1.8 – Verkehrswege

Der notwendige Anfahrtschutz wird im Rahmen der Detailplanung bewertet und entsprechend dimensioniert.

Vor Inbetriebnahme der Anlage wird eine Gefährdungsbeurteilung erstellt. Hierbei werden alle Gefahren an Arbeitsplätzen und bei Tätigkeiten durch Beschäftigte betrachtet, unabhängig der Aufenthaltsdauer der Beschäftigten vor Ort.

Gemeinsam mit dem Lieferanten werden die Beschäftigten vor Inbetriebnahme der Anlage unterwiesen und es werden Betriebsanweisungen sowohl nach GefStoffV als auch nach BetrSichV erstellt.

Die Stadtwerke Düsseldorf AG betreibt in ihren bestehenden Kraftwerken Arbeitsfreigabeverfahren und werden dieses System auf die Elektrolyseanlage übertragen.

Die Qualifikation der Beschäftigten entspricht den Aufgaben und Tätigkeiten, die in der Anlage anfallen. Dies wird durch Schulungen gemeinsam mit dem Lieferanten sichergestellt.

Es befindet sich kein Personal dauerhaft am Anlagenstandort. Das Betriebspersonal der SWD ist am Kraftwerksstandort Lausward stationiert. Dort sind Arbeits- und Sozialräume vorhanden. Von dort wird die Elektrolyseanlage (wie auch andere Anlagen) angefahren und das Personal ist nur für kurze Zeit an der Elektrolyseanlage vor Ort.

Die Ausführung der Trafostation erfolgt entsprechend der Sonderbauverordnung.

Es sind keine ortsbewegliche Druckbehälter am Standort vorhanden. Der produzierte Wasserstoff wird über eine oberirdische Leitung mit ca. 30 bar zu der direkt angrenzenden Tankstelle transportiert.