

---

Sehr geehrte Betreiber der Reallabore,

Im Rahmen der Begleitforschung zu den Reallaboren ist es die Aufgabenstellung des Arbeitspaketes 2.4 „Sicherheitskonzepte und Prüfungen“ die ausgearbeiteten Sicherheitskonzepte der verschiedenen Reallabore zu analysiert und mit den sich aus dem Anwendungsbereich ergebenden Anforderungen anonymisiert zu vergleichen. Hierbei sollen sowohl Unterschiede zwischen den vergleichbaren Systemen erarbeitet werden, als auch Lücken, die sich aus den unterschiedlichen Regelwerken ergeben bzw. Länderspezifische Eigenheiten, identifiziert werden. Aus der Analyse sollen so wenn möglich Handlungsempfehlungen entstehen, die im Rahmen des Trans4Real Projektes überführt werden.

Mit dieser Zielsetzung wurde der vorliegende Fragebogen zur Anlagensicherheit von Kavernen-Speicher-Anlagen in Form einer Checkliste erarbeitet. So soll eine einfache und schnelle Bearbeitung ermöglicht werden, wobei ein möglicher Mehrwert für Sie als Reallabor dadurch entsteht, dass die ausgefüllte Checkliste als Gegencheck zur eigenen Sicherheitsanalyse genutzt werden kann. Der Umfang der Fragebögen orientiert sich an den sowohl genehmigungsrelevanten als auch sicherheitskritischen Themen wie beispielsweise Brandschutz, Ex-Schutz, Gefahrstoffhandhabung , Druckfestigkeit und Ereignismanagement. Hinsichtlich der einhergehenden potentiellen Gefährdungen werden mögliche Maßnahmen im Konsens zum Regelwerk und dem Stand der Technik vorgeschlagen und abgefragt.

Wir würden uns sehr über eine zeitnahe Bearbeitung freuen und möchten uns für Ihre Teilnahme an der Befragung bedanken.

---

## 1. Allgemeine Informationen zur Anlage

### 1.1. Bezeichnung / Name der Anlage:

---

### 1.2. Standort der Anlage (Stadt / Bundesland):

---

### 1.3. Hersteller der Anlage:

- Eigenherstellung
- Deutscher Hersteller
- Europäischer Hersteller (mit Angabe des Mitgliedslandes)
- Internationaler Hersteller

### 1.4. Betreiber der Anlage:

- Eigenbetrieb
- Ausgliederung
- Verpachtung
- Verkauf an Dritte
- sonstige: \_\_\_\_\_

### 1.5. Art der Anlage:

#### **Art der Kaverne**

- Salzkavernen
- Gesteinskavernen
- Aquiferkavernen

#### **Anzahl der Vorort befindlichen Kavernen:**

- 1
- 1-3
- 4-10
- mehr als 10 Anzahl: \_\_\_\_\_

#### **nachgeschaltete oberirdische Zwischenspeicheranlage (ggfs. für Hochdruck):**

- Ja/  Nein

#### **weiterführende Transportanlage:**

- TPED Abfüllstation
- Trailerabfüllstation
- Binnenschiffabfüllstation
- Seeschiffabfüllstation
- Pipelineeinspeisung
- PKW / LKW / HeavyDuty Tankstelle
- Andere: \_\_\_\_\_

**1.6. Wie groß ist die Anlagen (Lager) Kapazität Ihrer Wasserstoffspeicheranlage?**

- Weniger als 3.000 kg
- mehr als 3.000 - 29.999 kg
- mehr als 5.000 - 49.999 kg
- mehr als 30.000 kg
- mehr als 50.000 kg

**1.7. Wie hoch ist die Umschlagskapazität ihrer Anlage**

pro Jahr [t/a]: \_\_\_\_\_  
pro Tag [t/d]: \_\_\_\_\_  
pro Stunde [t/h]: \_\_\_\_\_

**1.8. In welchem Umfeld befindet sich die Anlage?**

- Industriegebiet
  - gewerbliche Bauflächen (G)
  - gemischte Baufläche (M)
  - Wohnbauflächen (W)
  - Sonderbauflächen (S)
  - Abgelegener Standort
  - Flächen für Versorgungsanlagen und Gemeinbedarfseinrichtungen
  - Flächen für Nutzungsbeschränkungen (z. B. Abstandsflächen)
  - Sonstiges: \_\_\_\_\_
- 
- Außenbereich
  - Standortauswahlgesetz (StandAG) – Anlagen im Umfeld von Endlagerstandorten

**1.9. Wie wird die Anlage in den Rechtsrahmen eingeordnet?**

- Störfallbetrieb
  - genehmigungspflichtige Anlage
  - überwachungspflichtige Anlage
  - Baugenehmigungspflichtiges Vorhaben
  - EnWG Anlage
- 
- „Untergrundspeicher für Wasserstoff“
  - Untergrundspeicher für Erdgas
  - Untergrundspeicher für chemische Erzeugnisse

**1.10. Welche Pläne wurden für das Betriebsplanverfahren entwickelt:**

- Fakultiver Rahmenbetriebsplan (§ 52 Abs. 2 Nr. 1 BbergG)
- Obligatorischer Rahmenbetriebsplan (§§ 52 Abs. 2a–2c BbergG)
- Hauptbetriebsplan (HBP)
- Sonderbetriebsplan (SBP)

**1.11. Anzahl der Mitarbeitende vor Ort:**

- Automatischer unbemannter Betrieb
- 1 Mitarbeitende
- 2-10 Mitarbeitende
- 10-100 Mitarbeitende
- 100-1000 Mitarbeitende
- mehr als 1000 Mitarbeitende

---

**1.12. Einordnung der Betriebsart**

- Störfallbetrieb
- genehmigungspflichtige Anlage
- überwachungspflichtige Anlage
- Baugenehmigungspflichtiges Vorhaben
- EnWG Anlage

**1.13. Betriebszeiten (z.B. 24/7, Mo-Fr 8-17 Uhr):**

- weniger als 8h /Tag
- 8h /Tag
- 16h / Tag
- 24h / Tag
  
- weniger als 5 Tage die Woche
- 5 Tage die Woche
- 6 Tage die Woche
- 7 Tage die Woche
  
- monatlich
- quartalsweise
- jährlich

## 2. Anlagen Beschreibung

### 2.1. Anlagendesign und -konstruktion

**Wurden bei der Konstruktion der Kaverne alle relevanten Sicherheitsnormen und -standards eingehalten?**

Ja /  Nein

**Gibt es redundante Sicherheitssysteme (z.B. Überdruckventile, Notabschaltungen)?**

Ja /  Nein

**Welche Experten wurde bei der Anlagenkonstruktion hinsichtlich der Sicherheit involviert**

- Verfahrenstechniker/-in/Chemieingenieur/-in
- Elektroingenieur/-in
- Maschinenbauingenieur/-in
- Prozessingenieur/-in
- Automatisierungstechniker/-in
- Sicherheitsingenieur/-in
- Architekt/-in
- Bauingenieur/-in
- Statiker/-in
- Wasserstoffspezialisten
- Projektmanager/-in
- Umweltingenieur/-in
- Finanzexperte/-in / Ökonom/-in
- Rechtsexperten/-in
- Brandschutzsachverständiger
- Explosionsschutz befähigte Person
- Simulationsexperte/-in zur Ausbreitung von Wasserstoff
- Brandschutzdienststelle / Feuerwehr
- ZÜS - Zugelassene Überwachungsstelle wie DEKRA, TÜV usw...
- Cybersicherheitsexperte/-in / IT- und Datentechniker/-in
- Artenschützer/-in
- Geologe/-in
- Bergbauingenieur/-in u.o. Bohringenieur/-in
- Geophysiker/-in
- Hydrogeologe/-in

**Welche Expertise wäre wünschenswert zusätzlich zu konsultieren:**

---

**Auf welche geforderte Expertise hätte man verzichtet bzw. sich ein vereinfachtes Verfahren gewünscht:**

---

## 2.2. Materialauswahl und Komponenten

**Sind alle verwendeten Materialien für die spezifischen chemischen und physikalischen Bedingungen der Wasserstoffspeicherung ausgelegt?**

Ja /  Nein

**Gibt es für alle verwendete Bauteilematerialien Eignungsnachweise**

Ja /  Nein

**Sind alle sicherheitsrelevanten Bauteile dokumentiert und mit einer eindeutigen Seriennummer versehen um Rückführbarkeit zu gewährleisten?**

Ja /  Nein

**Können zu allen sicherheitskritischen Systemen entsprechende Komponenten mit notwendigen Spezifikationen gefunden werden**

Ja /  Nein

**Gibt es für die genutzten Gesteinsmaterialien Eignungsnachweise**

Ja /  Nein

**Bewerten sie den Schwierigkeitsgrad der Beschaffung von Wasserstofftauglichen Komponenten auf einer Skala von 1 bis 10**

(1 etabliert und marktverfügbar 5 vereinzelte Anbieter zu fairen Preisen 9 ein Anbieter sündhaft teuer 10 Unmöglich / keine CE- Kennzeichnung)

Grundsätzlich: 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Worst-Case - Komponente(n): 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

## 2.3. Notwendige Gutachten/Pläne für die Genehmigung des Betriebes

- Schallimmissionsprognose
- Umweltverträglichkeitsprüfungs Bericht (UVP)
- Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsprüfung
- Hydrogeologisches Gutachten
- Bodengutachten
- Verkehrstechnisches Gutachten
- Artenschutzprüfung
- Lagepläne, geologische Dokumentation, technische Anlagenbeschreibung (Verrohrungsschema, Fließbilder, etc.)
- Kampfmittelfreigabe
- Immissionsschutzgutachten
- Alarmplan
- Bodengutachten
- Lagepläne mit EX-Zonen
- Betriebssicherheitshandbuch
- Konzept zur Verhinderung von Störfällen (12. BImSchV § 8)
- Alarm- und Gefahrenabwehrplan (12. BImSchV § 10) (BAGAP)
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument

### 3. Zugangsbeschränkung

#### 3.1. Physische Sicherheit zur Anlage

**Ist die Anlage eingezäunt oder anderweitig gesichert?**

Ja /  Nein

**Sind alle notwendigen Schutzeinrichtungen (z. B. Schutzabdeckungen, Sicherheitszäune) installiert?**

Ja /  Nein

**Sind Not-Aus-Schalter und Sicherheitssteuerungen vorhanden und funktionsfähig?**

Ja /  Nein

**Wurde die Anlage nach der Installation von Schutzeinrichtungen auf ihre Funktionsfähigkeit getestet?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine Zugangskontrolle am Eingang?**

Ja /  Nein

**Sind Regel und Stelleinrichtungen vor unbefugtem Zugriff geschützt**

Mit Schlössern gesichert

Sie befinden sich in den abgeschlossenen Bereichen (ggfs. ergänzend)

**Werden Besucher und Fremdfirmen registriert und begleitet?**

Ja /  Nein

**Sind Überwachungskameras installiert?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine Beleuchtung im Außenbereich während der Nacht?**

Ja /  Nein

**Werden regelmäßige Sicherheitsrundgänge durchgeführt?**

Ja /  Nein

**Sind Alarmsysteme installiert und funktionsfähig?**

Ja /  Nein

**Ist ein Notfallplan für unbefugten Zutritt vorhanden?**

Ja /  Nein

#### 3.2. Cybersicherheit

##### 3.2.1. Netzwerkarchitektur und Zugriffskontrolle

**Sind Ihre Anlagen mit dem Unternehmensnetzwerk verbunden ?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine Segmentierung zwischen Information Technology (IT) - und Operational Technology (OT) -Netzwerken?**

Ja /  Nein

**Wie werden Zugriffe auf das Anlagen-Netzwerk verwaltet?**

Benutzername/Passwort

Zwei-Faktor-Authentifizierung

Zugriffslisten/Firewalls

VPN Clients

**Wer hat Zugriff auf die Operational Technology (OT)-Systeme?**

Nur interne Mitarbeitende

Externe Dienstleistende

Andere (bitte spezifizieren):

**Werden regelmäßige Penetrationstests oder Netzwerk-Audits durchgeführt?**

Ja /  Nein

### 3.2.2. Physische Sicherheit zur IT/OT

#### Zutrittskontrolle

**Sind die Kontrollsysteme der Anlage physisch gesichert (z.B. Zugangsbeschränkungen)?**

Ja /  Nein

**Gibt es Videoüberwachung oder andere Überwachungsmethoden in sensiblen Bereichen?**

**Wie häufig überprüfen Sie, dass die Türen und Zugänge zu sensiblen Bereichen korrekt gesichert sind?**

- Täglich
- Wöchentlich
- Monatlich
- Nie

**Haben Sie an den Arbeitsplätzen Zutrittskontrollsysteme (z.B. Kartenlesegeräte, PIN-Codes, Fingerabdruckscanner)?**

Ja /  Nein

**Werden Besucherausweise an Ihrem Arbeitsplatz verwendet?**

Ja /  Nein

#### Sicherheit von Endgeräten

**Sind Ihre Computer und mobilen Geräte passwortgeschützt oder gesperrt, wenn sie unbeaufsichtigt sind?**

Ja /  Nein

**Nutzen Sie Multifaktor-Authentifizierung (z.B. zusätzlich zum Passwort einen Sicherheitscode)**

Ja /  Nein

**Sind externe Geräte (z.B. USB-Sticks) an Ihrem Arbeitsplatz reguliert oder eingeschränkt?**

Ja /  Nein

### 3.2.3. Software- und Systemverwaltung

**Welche Betriebssysteme werden in den Operational Technology (OT) Systemen eingesetzt?**

- Windows
- Linux
- Eigenentwickelte Systeme
- Andere (bitte spezifizieren):

**Werden regelmäßig Software- und Sicherheitspatches installiert?**

Ja /  Nein

**Wie wird der Software-Installationsprozess kontrolliert?**

- Zentrale Verwaltung
- Dezentrale Installation durch Mitarbeiter
- Automatische Updates

**Sind alle Steuerungssysteme von außen erreichbar?**

- Ja /  Nein
- Teilweise, welche?

---

**Werden regelmäßig Datensicherungen durchgeführt?**

Ja /  Nein

**Befindet sich die Datensicherung in zwei verschiedenen Brandschutzzonen?**

Ja /  Nein

### **3.2.4. Bedrohungserkennung und Vorfalmanagement**

**Gibt es eine Lösung zur Überwachung von Sicherheitsvorfällen?**

- Ja (z.B. Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS), Security Information and Event Management (SIEM)-System)
- Nein

**Wie werden sicherheitsrelevante Vorfälle gemeldet und dokumentiert?**

- Internes Meldeverfahren
- Automatisierte Tools
- Keine formale Dokumentation

**Existiert ein Notfallplan im Falle eines Cyberangriffs?**

- Ja /  Nein

**Wurden in den letzten 12 Monaten Cybersicherheitsvorfälle gemeldet?**

- Ja /  Nein

### **3.2.5. Mitarbeiter/-innenschulung und Bewusstsein**

**Werden Mitarbeitende regelmäßig im Bereich Cybersicherheit geschult?**

- Ja /  Nein

**Gibt es spezielle Schulungen für den Umgang mit Operational Technology (OT)-Systemen und deren Sicherheit?**

- Ja /  Nein

**Werden Mitarbeitende sensibilisiert, verdächtige Aktivitäten in den Anlagen zu melden?**

- Ja /  Nein

### **3.2.6. Drittparteien und Lieferanten**

**Werden externe Dienstleistende oder Lieferanten regelmäßig auf ihre Cybersicherheitspraktiken überprüft?**

- Ja /  Nein

**Gibt es Vereinbarungen zur Cybersicherheit (z.B. SLA) mit Drittparteien?**

- Ja /  Nein

### **3.2.7. Risikobewertung**

**Wurden in den letzten 12 Monaten Cybersicherheitsaudits oder Risikobewertungen durchgeführt?**

- Ja /  Nein

**Welche der folgenden Bedrohungen halten Sie für die größte Gefahr für Ihre Anlagen?**

- Malware/Erpressungstrojaner
  - Phishing-Angriffe
  - Insider-Bedrohungen
  - Externe Cyberangriffe
  - Andere (bitte spezifizieren):
-

---

#### 4. **Risikobeurteilung**

##### 4.1. **Welche Zielsetzung gab es bei der Risikobeurteilung:**

- Sicherheit
- Effizienz
- Compliance (z.B. Normen, Vorschriften)
- Andere: \_\_\_\_\_

##### 4.2. **Welche Methode wurde zur Risikobeurteilung verwendet?**

- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
- HAZOP (Hazard and Operability Study)
- Fault Tree Analysis (FTA)
- Event Tree Analysis (ETA)
- Qualitative Risikobeurteilung (Risikomatrix)
- Quantitative Risikobeurteilung
- Semi-quantitative Risikobeurteilung
- Andere: \_\_\_\_\_

##### 4.3. **Welche Quellen wurden für die Risikobeurteilung verwendet?**

- Betriebsanleitungen
- Sicherheitsdatenblätter
- Normen und Richtlinien
- Erfahrungsberichte/Expertise
- Andere: \_\_\_\_\_

##### 4.4. **Wurde eine systematische Identifikation aller potenziellen Risiken durchgeführt?**

- Ja
- Nein
- Teilweise (bitte erklären): \_\_\_\_\_

## 5. Substitution von Gefährdungen

**Gibt es Stoffe oder Funktionen die Substituiert werden konnten/mussten ?**

Ja /  Nein

**Konnten Gefahren durch hohe Stromstärken und Spannungen substituiert werden – Pumpenanlagen arbeiten mit hohen Stromstärken und Spannungen, was zu elektrischen Schocks, Kurzschlüssen oder Feuer führen kann.**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Verwendung von isolierten und gut abgeschirmten Leitungen sowie Schutzeinrichtungen gegen Kurzschlüsse.
- Niederspannungs-Pumpen anstelle von Hochspannungssystemen, wo möglich.
- Regelmäßige Wartung und Überprüfung der elektrischen Anlagen und Komponenten.

**Konnten Korrosion und Materialverschleiß substituiert werden – Kavernen-Komponenten stehen in Kontakt mit hoch reaktiven Medien, was zu Korrosion und Materialermüdung führen kann. Dies kann Lecks oder Ausfälle verursachen.**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Verwendung von korrosionsbeständigen Materialien wie Edelstählen, speziellen Legierungen oder beschichteten Rohren.
- Periodische Inspektion und Austausch verschlissener Teile, bevor sie ausfallen.

**Konnte die Gefahr durch Gasleckagen substituiert werden- Lecks von Wasserstoff aus der Anlage können gefährliche Situationen erzeugen, insbesondere wenn sich Wasserstoff in geschlossenen Räumen ansammelt (Explosionsgefahr).**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Verwendung von auf Dauer technisch dichten Rohrleitungssystemen und speziellen Ventilen, die das Risiko von Leckagen minimieren.

**Konnte die Gefahr durch mechanische Belastungen und Druck substituiert werden - In einer Kavernenanlage herrschen Druckbedingungen. Druckbehälter bzw. Druckanalgenteile können bei falscher Handhabung platzen oder explodieren.**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Einsatz von druckfesten Behältern und Rohrleitungen mit hohen Sicherheitsfaktoren.

---

**Konnte die Gefahr durch manuelle Bedienfehler substituiert werden - Menschliche Fehler beim Betrieb der Anlage, wie das unsachgemäße Einstellen von Parametern oder das Missachten von Sicherheitsprotokollen, können zu Unfällen führen.**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Implementierung von vollautomatisierten Steuerungs- und Überwachungssystemen, die manuelle Eingriffe minimieren.

**Konnte die Gefahr durch Umweltbelastungen substituiert werden - Unkontrollierte Emissionen oder der falsche Umgang mit Abwässern können zu Umweltverschmutzungen führen.**

Ja /  Nein

**Substitution:**

- Abwasserreinigungssysteme zur Minimierung von Emissionen.
- Einsatz von geschlossenen Kreislaufsystemen zur Wiederverwendung von Abwässern/ Deckwasser.

## 6. Technische Sicherheit

### 6.1. Brandschutzkonzept

**Gibt es eine Brandmeldeanlage?**

- Ja /  Nein

**Mit externer Alarmierung**

- Anlagenverantwortlicher  
 Bereitschaft  
 Werksfeuerwehr  
 Feuerwehr

**Ist eine automatische Abschaltung von Gasen /Gefahrstoffen installiert**

- Ja /  Nein

**Ist ein NotfallAblassen von Gasen /Gefahrstoffen vorgesehen**

- Ja /  Nein  
 Ausbläser  
 Dilution  
 Fasel

**Ist der Zugang für Rettungskräfte einfach gewährleistet**

- Ja /  Nein

**Gibt es in der Nähe des Betriebsortes:**

- eine Werksfeuerwehr  
 eine Berufsfeuerwehr  
 eine Freiwillige Feuerwehr  
 Einsatzkräfte des THW  
 einen Notarzt/ eine Notaufnahme

**Gibt es ein Brandschutzsystem**

- Ja /  Nein
- Rauchmelder
  - Flammenmelder (Allgemein)
  - H2-Flammenmelder
  - Sprinkleranlage
  - Innertisierungsanlage
  - Entlüftungsanlage (Rauch)

**Musste ein Flucht- und Rettungsweg-Plan erarbeitet werden**

- Ja /  Nein

**Gibt es eine Notbeleuchtung**

- Ja /  Nein

**Wurden die Anlagenbereich in verschiedene Brandschutzzonen eingeteilt**

- Ja /  Nein

- **Mussten (Brandschutz)Abstandsflächen eingehalten werden**  
 Ja /  Nein
- **Wurden Kompensationsmaßnahmen durchgeführt um Abstandsflächen zu minimieren**  
 Ja /  Nein

**Gibt es Durchritte durch die verschiedenen Brandschutzzonen**

- Ja /  Nein

- **Mussten verbaute Brandschutzschotten besonders für Wasserstoffflammen ausgelegt werden**  
 Ja /  Nein
- **Wurden entsprechend versiegelt Kabeldurchführungen hinsichtlich der Wasserstoffflammenbildung ausgelegt**  
 Ja /  Nein
- **Sind Rohrleitungen die durch mehrere Brandschutzbereiche verlaufen absperrbar**  
 Ja /  Nein

- **Sind Brandschutztüren verbaut, wenn ja welche**

- T30 feuerhemmend (Bestandsanlage ?)
- T60 hoch-feuerhemmend (Bestandsanlage ?)
- T90 feuerbeständig
- T120 hoch-feuerbeständig

- selbstschließend
- automatisch-schließend

**Befinden sich Hydranten / Löschwasserversorgung in der Nähe der Anlage**

- Ja /  Nein

- < 250 m
- < 500 m
- < 1 km
- > 1 km

**Gibt es gekennzeichnete Entrauchungsmöglichkeiten für die Anlage**

- Ja /  Nein

**Wie sind die Rettungsmöglichkeiten im Hinblick auf den Anlagenstandort zu bewerten**

- gute Rettungschancen, erfolgversprechende Schadensbegrenzung
- schlechte Voraussetzungen für Rettung und Schadensbegrenzung

**Gibt es einen Sammelpunkt**

- Ja /  Nein

**Welche relevante Brandlast außer Wasserstoff ist maßgeblich für das Brandschutzkonzept**

**Können alle Energieströme zentral abgeschaltet werden**

- Ja /  Nein

**Werden signifikante Mengen an Energien abgetrennt und gespeichert**

- Ja /  Nein

**6.2. Steuerungstechnik**

**Wird die Anlage automatisiert oder bemannt betrieben?**

- automatisiert
- bemannt

**Gibt es Sensoren zur Überwachung von kritischen Anlagenzuständen (z.B. Temperatur, Druck)?**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Temperatur               | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Druck                    | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Massenfluss              | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Spannung [V]             | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Strom [A]                | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Sauerstoffkonzentration  | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Wasserstoffkonzentration | SIL 1 <input type="checkbox"/> - SIL 2 <input type="checkbox"/> - SIL 3 <input type="checkbox"/> - SIL 4 <input type="checkbox"/> PFD <input type="checkbox"/> / PFH <input type="checkbox"/> |

**6.3. Welche technischen Maßnahmen wurden ergriffen, um Leckagen von Wasserstoff zu verhindern und zu erkennen?**

- Dichtungstechnik (TRGS 722)
  - Flansche mit Schweißlippendichtungen,
  - Flansche mit Nut und Feder,
  - Flansche mit Vor- und Rücksprung,
  - Flansche mit V-Nuten und V-Nutdichtungen,
  - Flansche mit glatter Dichtleiste und besonderen Dichtungen, wie z.B. Weichstoff-dichtungen bis PN 25 bar, metallinnenrandgefasste Dichtungen, kammprofilerte Dichtungen, wellverpresste Flachdichtungen oder metallummantelte Dichtungen, wenn bei Verwendung von Norm-Flanschen eine rechnerische Nachprüfung ausreichende Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweist,
  - metallisch dichtende Verbindungen,
  - Schneid- und Klemmringverbindungen  $\leq$  DN32,
  - NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis DN50, soweit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen ( $T > 100$  K) ausgesetzt sind.
- Überdruckventile
- Gasdetektoren                    SIL 1  - SIL 2  - SIL 3  - SIL 4    PFD  / PFH
- Optisch
- Akustisch
- Mengenummessung
- Regelmäßige Inspektionen
- Andere (bitte spezifizieren)

**6.4. Welche Gefährdungen nach mussten berücksichtigt werden (Auswahl DIN EN 12100) ?**

**1.Mechanische Gefährdungen**

- Beschleunigung/Abbremsung;
- spitze Teile;
- Annäherung eines sich bewegenden Teils an ein feststehendes Teil;
- herabfallende Gegenstände;
- Schwerkraft;
- Höhe gegenüber dem Boden;
- Hochdruck;
- fehlende Standfestigkeit/-sicherheit;
- kinetische Energie;
- Beweglichkeit der Maschine/Anlagenteile;
- sich bewegende Teile;
- rotierende Teile;
- raue, rutschige Oberfläche;
- scharfe Kanten;
- gespeicherte Energie;

## 2. Elektrische Gefährdungen

- Lichtbogen;
- elektromagnetische Vorgänge; (Umspannwerk)
- elektrostatische Vorgänge; (Umspannwerk)
- spannungsführende Teile;
- unzureichender Abstand zu unter Hochspannung stehenden Teilen;
- Überlast;
- Teile, die im Fehlerzustand spannungsführend geworden sind; oder spannungsführend bleiben
- Kurzschluss;
- Wärmestrahlung durch Stromführende Teile.

## 3. Thermische Gefährdungen

- Explosion;
- Flamme;
- Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur;
- Strahlung von Wärmequellen.
- Kalte Oberflächen
- Kondensation bzw. Einfrieren von Komponenten

## 4. Lärmgefährdungen

### Produktionslärm

- Kavitationsvorgänge;
- Abluftsystem;
- mit hoher Geschwindigkeit austretendes bzw. strömendes Gas; (Bsp. Überdruckeinrichtungen Rohrleitungen)
- Prozessbedingter Lärm (Pumpen; Verdichten; Schalten; Transformieren; Filtern usw.);
  - Pumpen
  - Verdichter
  - Kühlaggregate
  - Trafostation
  - Relaisstationen
  - Lüfter
- bewegliche Teile;
- reibende Flächen;
- mit Unwucht rotierende Teile;
- pfeifende Pneumatik-Einrichtungen;

### Handlings und Distributionslärm

- Lieferverkehr
- Lärm durch Abfüllvorgänge
- Lärm durch selbstfahrende Arbeitsmaschinen zum Be- und Entladen von TPED

## 5. Schwingungsgefährdungen

- Kavitationsvorgänge;
- Fehlausrichtung sich bewegender Teile;
- bewegliche Ausrüstung;
- reibende Flächen;
- mit Unwucht rotierende Teile;
- schwingende Ausrüstung;
- verschlissene Teile.

## 6. Strahlungsgefährdungen

- niederfrequente elektromagnetische Strahlung
- hochfrequente elektromagnetische Strahlung.

### 7. Material- und Substanzgefährdung

- biologische und mikrobiologische (virale oder bakterielle) Substanz (Bsp. Schimmelbildung in Hochfeuchten Anlagenteilen)
- Brennstoff (Bsp. Wasserstoff)
- Staub (In Filter oder Reformern)
- Fasern (Bsp. - CNT's, Asbest)
- feuergefährliches Material
- Flüssigkeit (Bsp. - Deionisiertes Wasser, oder flüssiger Elektrolyt)
- Dämpfe
- Gas
- Nebel
- Oxidationsmittel. (Bsp. Sauerstoff)

### Werden gefährliche Stoffe (z.B. Wasserstoff, Sole) sicher gelagert und gehandhabt?

- Ja /  Nein
- Sicherheitsschränke für Proben
- Außenlager für höhere Drücke
- Auffangbecken
- sonstige :

### 8. Gefährdungen im Zusammenhang mit dem Einsatzort der Maschine/Anlage

- Staub und Nebel;
- elektromagnetische Störungen;
- Blitzschlag;
- Feuchtigkeit;
- Verunreinigungen;
- Schnee;
- Temperatur;
- Wasser;
- Wind;
- Sauerstoffmangel.

### 9. Kombination von Gefährdungen

- z. B. sich wiederholende Tätigkeit + Anstrengung + hohe Umgebungstemperatur

## 6.5. Explosionsschutzmaßnahmen

### Wurden explosionsgefährdete Bereiche gemäß ATEX-Richtlinien eingestuft?

- Ja /  Nein

### Welche Arten von Schutzkonzepten werden angewendet?

- Primär (Vermeidung von explosionsfähigen Atmosphären)  
Welche Art von Schutzeinrichtungen wird verwendet, um Lecks oder Gasansammlungen zu erkennen und oder zu vermeiden
  - Gassensoren
  - Automatische Abschaltung
  - Dilutionsanlage (Bsp. aktive Lüftungsanlage mit entsprechender Auslegung zur Luftwechselrate)
  - Inertisierungssysteme (Bsp. Stickstoffspülung)
- Sekundär (Vermeidung von Zündquellen)
  - Sind explosionsgeschützte elektrische Geräte in den entsprechenden Zonen installiert?
- Tertiär (Schutzmaßnahmen gegen Explosionsauswirkungen)

### Gibt es einen betrieblichen Explosionsschutzbeauftragten?

- Ja, intern
- Ja, extern

Nein

**Werden regelmäßige Schulungen für das Personal zum Thema Explosionsschutz durchgeführt?**

- Ja, jährlich  
 Ja, halbjährlich  
 Nein

**Gibt es ein Notfallkonzept für den Fall einer Explosion oder eines Gaslecks?**

Ja /  Nein

**Wie oft werden Sicherheitsbegehungen und -inspektionen durchgeführt?**

- Monatlich  
 Quartalsweise  
 Jährlich  
 Unregelmäßig

## 6.6. Druckgefährdungen

### 6.6.1. Anlagenbeschreibung:

**Wie groß ist der maximale Betriebsdruck innerhalb der Kavernen-Speicheranlage? (in bar (ü))**

---

**Welche Materialien werden in der Druckbehälter- und Rohrleitungsstruktur primär verwendet?**

---

**Sind die Druckbehälter und Rohrleitungen auf die Betriebsdrücke ausgelegt?**

Ja /  Nein

**Wie häufig werden die Drucksysteme auf ihre Integrität überprüft?**

- täglich,  
 wöchentlich,  
 monatlich,  
 jährlich,  
 Prüffrist der benannten Stelle.

**Werden Druckbehälter und/oder Rohrleitungen aus Faserverbundstoffen verwendet**

Ja /  Nein

### 6.6.2. Sicherheitsvorrichtungen:

**Sind Ausgleichsbehälter vorhanden, um Druckspitzen abzufangen?**

Ja /  Nein

**Welche Art von Überdruckschutzvorrichtungen ist installiert?**

- Überdruckventile  
 Berstscheiben  
 andere

**Wie oft werden die Überdruckventile gewartet und geprüft?**

- monatlich,  
 jährlich,  
 nach Auslösung,  
 nie, Herstellerseitig nicht erforderlich

**Gibt es eine Drucküberwachung mit Alarmfunktion?**

Ja /  Nein

**Sind Sicherheitsabschaltungen implementiert, falls der Druck einen kritischen Wert erreicht?**

Ja /  Nein

**6.6.3. Betriebsbedingungen:**

**Unter welchen Temperaturbedingungen wird die Anlage betrieben?**

- Raumtemperatur
- Außentemperaturen
- erhöhter Temperaturbereich
- im Grenzbereich der Temperaturmaterialbeständigkeit

**Gibt es Wechselbelastungen (Druckzyklen) während des Betriebs?**

Ja /  Nein

**Wie viele Druckzyklen durchläuft die Anlage typischerweise pro Tag?**

---

**6.6.4. Identifikation von Druckgefährdungen:**

**Wurden in der Vergangenheit Druckprobleme in der Anlage festgestellt?**

Ja /  Nein

**Falls ja, welche Art von Druckproblemen? (Überdruck, Unterdruck, plötzliche Druckabfälle)**

- Überdruck
- Unterdruck
- plötzliche Druckabfälle

**Wurden Drucksimulationen durchgeführt, um potenzielle Risiken zu bewerten?**

Ja /  Nein

**Welche spezifischen Risikofaktoren für Druckgefährdungen wurden in der Anlage identifiziert?**

- Materialermüdung
- Dichtungsversagen
- andere

**6.6.5. Notfallmanagement:**

**Gibt es Notfallpläne für Druckentlastungsszenarien?**

Ja /  Nein

**Sind die Mitarbeiter in der Anwendung dieser Notfallpläne geschult?**

Ja /  Nein

**Wie oft werden Notfallübungen durchgeführt?**

- monatlich
- jährlich
- nie

**Welche Sicherheitsmaßnahmen sind im Falle eines Druckversagens vorgesehen?**

- Evakuierung,
- Systemabschaltung,
- andere

**6.6.6. Wartung und Überprüfung:**

**Wie oft werden die Druckbehälter und -leitungen auf ihre Integrität hin überprüft?**

- monatlich
- jährlich
- nach Betriebsstunden

---

**Sind regelmäßige Prüfungen durch externe Gutachter vorgeschrieben und durchgeführt?**

Ja /  Nein

**Welche Prüfmethode(n) werden angewendet?**

- Druckprüfung,
- zerstörungsfreie Prüfung,
- andere

**6.6.7. Dokumentation und Protokollierung:**

**Werden alle Drucküberwachungen und -vorfälle dokumentiert?**

Ja /  Nein

**Wie werden die Drucküberwachungsergebnisse protokolliert?**

- Nein
- Manuell
- Automatisch

**Gibt es ein System zur Nachverfolgung und Analyse von Druckvorfällen?**

Ja /  Nein

## 7. Organisatorische Sicherheit

### 7.1. Betriebsmanagement

**Gibt es einen Verantwortlichen für die Anlagensicherheit?**

Ja /  Nein

**In wie weit ist die Unternehmensführung in die Sicherheitsbetrachtung involviert?**

- Sicherheitskultur fördern
- Ressourcenzuweisung
- Risikomanagement
- Regelmäßige Audits und Überprüfungen
- Schulung und Sensibilisierung

**Sind alle Mitarbeitende in Sicherheitsprotokollen geschult?**

Ja /  Nein

**Werden Sicherheitsdokumente und Pläne regelmäßig aktualisiert?**

Ja /  Nein

**Wurden klare Betriebsanweisungen und Warnhinweise für die Bedienung der Anlage bereitgestellt?**

Ja /  Nein

### 7.2. Gefahrstoffmanagement

**Gibt es klare Anweisungen für den Umgang mit gefährlichen Stoffen?**

Ja /  Nein

**Gibt es spezielle Schutzmaßnahmen gegen Leckagen oder Freisetzungen von Produkt-Gasen oder Gefahrstoffen?**

Ja /  Nein

**Wie wird der Umgang mit Gefahrstoffen geschult?**

- Regelmäßige Schulungen
- Sicherheitsunterweisungen

**Wie wird das Anlagendesign auf Sicherheit überprüft?**

- Regelmäßige Audits
- Externe Gutachten
- Interne Überprüfungen

**Werden die sicherheitsrelevanten Komponenten (PSA/ Schutzeinrichtungen) für Gefahrstoffe regelmäßig gewartet und geprüft?**

Ja /  Nein

### 7.3. Wartung und Inspektion

**Gibt es einen Prüf- und Wartungsplan mit eindeutiger Zuweisung der Verantwortlichkeiten und den Maßnahmen**

Ja /  Nein

**Wird ein regelmäßiger Wartungsplan eingehalten?**

Ja /  Nein

**Werden Inspektionen durch interne oder externe Experten durchgeführt?**

- Intern Experten
- Extern Experten
- sowohl als auch

**Wie oft werden sicherheitskritische Komponenten überprüft?**

- Täglich
- Wöchentlich
- Monatlich
- Jährlich
- bei Bedarf

**Wer führt die Wartungsarbeiten durch?**

- Internes Personal
- Externes Dienstleistungsunternehmen Experten
- sowohl als auch

**Wie oft wird die Wasserstoffanlage gewartet?**

- Monatlich
- Vierteljährlich
- Halbjährlich
- Jährlich
- bei Bedarf

**Gibt es eine Dokumentation über die durchgeführten Wartungs- und Inspektionsarbeiten?**

- Ja /  Nein /  in Vorbereitung

**7.4. Störfallmanagement**

**Wurde ein detaillierter Notfallplan ausgearbeitet, der alle relevanten Szenarien abdeckt.**

- Ja /  Nein /  in Vorbereitung

**Bei einem Störfall, insbesondere in industriellen Anlagen oder kritischen Infrastrukturen, sind verschiedene Akteure beteiligt, um den Vorfall zu bewältigen und mögliche Schäden zu minimieren. Die Beteiligten können je nach Art und Schwere des Störfalls variieren, Welche der Nachfolgend aufgeführten Akteure/ Beteiligte/ Betroffene wurden bei der Erstellung des Sicherheitskonzeptes berücksichtigt:**

- Betriebs- oder Anlagenpersonal  
Diese sind die ersten, die auf den Störfall reagieren und Maßnahmen zur Schadensbegrenzung einleiten.
- Betriebliche Notfallteams  
In vielen Unternehmen gibt es spezielle Teams, die für den Notfall ausgebildet sind und spezifische Aufgaben zur Schadensbegrenzung übernehmen.
- Notfall- und Rettungsdienste  
Feuerwehr, Polizei, Krankenwagen und andere Rettungsdienste sind für die sofortige Reaktion und Rettungsmaßnahmen zuständig.
- Behörden und Aufsichtsorgane  
Je nach Art des Störfalls können lokale, regionale oder nationale Behörden involviert sein, um die Situation zu überwachen und zu koordinieren. Beispiele sind das Umweltamt, die Gewerbeaufsicht oder Katastrophenschutzbehörden.
- Betroffene Öffentlichkeit und Anwohner  
Bei einem Störfall, der die Umgebung betrifft, müssen Anwohner informiert und möglicherweise evakuiert werden.
- Externe Fachleute oder Berater  
In manchen Fällen werden externe Experten hinzugezogen, um spezifische technische Unterstützung zu leisten, beispielsweise bei der Bewältigung von chemischen Störfällen.
- Umwelt- und Gesundheitsbehörden  
Diese Behörden sind dafür verantwortlich, die Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung zu überwachen und notwendige Schutzmaßnahmen zu ergreifen.
- Gewerbeaufsicht  
Wenn eine gesetzliche Meldepflicht besteht.
- Medien und Kommunikationsteams  
Diese sind für die Information der Öffentlichkeit und der Medien verantwortlich, um sicherzustellen, dass die Menschen über den Störfall und die ergriffenen Maßnahmen informiert sind.

- Versicherungen  
Wenn der Störfall finanzielle Schäden verursacht, sind auch Versicherungsunternehmen beteiligt, um die Schadensregulierung zu klären.
- Juristische Unterstützung  
Anwälte und Rechtsexperten können hinzugezogen werden, um rechtliche Fragen zu klären, insbesondere wenn es um Haftungsfragen geht.
- Energieversorger  
Im Fall eines Störfalls, der die Stromversorgung betrifft oder beeinflussen könnte.
- Wasser- und Abwasserversorger  
Bei Störfällen, die eine Kontamination der Wasserversorgung oder des Abwassersystems zur Folge haben könnten.

**Gibt es klare Anweisungen für den Umgang mit Betriebsstörungen?**

- Ja /  Nein

**Wurden Notabschaltmechanismen getestet und sind sie funktionsfähig?**

- Ja /  Nein

**Wie werden Mitarbeiter im Umgang mit Notfällen geschult?**

- Regelmäßige Übungen  
( Monatlich/ Quartalsweise/ Halbjährlich/ Jährlich)
- Regelmäßige Schulungen  
( Monatlich/ Quartalsweise/ Halbjährlich/ Jährlich)
- Einmalige Schulung
- Übungen bei denen externe Einsatzkräfte (Bsp. Feuerwehr) beteiligt sind

**Ist sichergestellt, dass alle notwendigen Geräte und Materialien leicht zugänglich sind?**

- Ja /  Nein

**Welche der folgenden personellen Maßnahmen sind geregelt**

- Ernennung eines Notfallteams: Benennung eines spezialisierten Teams für die Erstmaßnahmen im Notfall.
- Koordination mit externen Einsatzkräften: Regelmäßige Abstimmungen mit der Feuerwehr, Polizei und anderen Rettungsdiensten.
- Sicherheitsbeauftragte: Ernennung von Sicherheitsbeauftragten, die für die Überwachung der Einhaltung der Sicherheitsvorschriften verantwortlich sind.

**7.4.1. Die Alarmierungsstruktur legt fest, wer im Notfall zu benachrichtigen ist und wie die Kommunikation erfolgt. Welche der folgenden Stufen werden seitens des Betreibers umgesetzt?**

- Stufe 1: Meldung an die Anlagenleitung (internes Alarmierungssystem)
- Stufe 2: Benachrichtigung der Werksicherheit und des Notfallteams
- Stufe 3: Alarmierung der örtlichen Feuerwehr und Rettungsdienste
- Stufe 4: Information der Behörden und ggf. Evakuierung der Anwohner

**7.4.2. Wie ist die Zielsetzung der Alarm- und Gefahrenabwehrplanung, die im Reallabor umgesetzt worden ist, definiert?**

- Schutz der Mitarbeiter und der Bevölkerung
- Vermeidung von Schäden an der Anlage und der Umwelt
- Sicherstellung einer schnellen und effektiven Reaktion auf Notfälle
- Minimierung von Betriebsunterbrechungen
- Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und Richtlinien

### 7.5. Notfall- und Krisenmanagement

**Gibt es ein Notfalltelefon oder eine Notfallnummer für Sicherheitsvorfälle?**

Ja /  Nein

**Gibt es einen definierten Krisenstab oder ein Krisenteam?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine Kommunikationseinrichtung für den Notfall (z.B. Funkgeräte)?**

Ja /  Nein

**Gibt es einen externen Sicherheitsdienst oder einen Bereitschaftsdienst, der im Notfall alarmiert werden kann?**

Ja /  Nein

### 7.6. Dokumentation und Berichterstattung

**Werden Sicherheitsvorfälle dokumentiert und analysiert?**

Ja /  Nein

**Gibt es regelmäßige Berichte zur Sicherheitslage der Anlage?**

Ja /  Nein

**Werden Verbesserungsvorschläge zur Erhöhung der Sicherheit regelmäßig überprüft?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine regelmäßige Überprüfung der Einhaltung von Sicherheitsvorschriften?**

Ja /  Nein

**Ist die Risikobeurteilung der Anlage vollständig dokumentiert?**

Ja /  Nein

**Wurden alle getroffenen Sicherheitsmaßnahmen dokumentiert und archiviert?**

Ja /  Nein

**Gibt es eine regelmäßige Überprüfung der Risikobeurteilung, um neue Risiken zu identifizieren?**

Ja /  Nein

**Zertifikate und Nachweise**

***Sind alle erforderlichen Zertifikate und Nachweise aktuell?***

Ja /  Nein

***Werden diese regelmäßig durch externe Stellen überprüft?***

Ja /  Nein

***Wie werden neue Anforderungen in bestehende Systeme integriert?***

Regelmäßige Updates

Projektbasierte Anpassungen

### 7.7. Compliance Management / Rechtskonformität

**Werden alle gesetzlichen Anforderungen zur Anlagensicherheit im Reallabor eingehalten?**

Ja /  Nein /  Nein, es besteht rechtliche Klärungsbedarf

**Sind regelmäßige Audits zur Überprüfung der Rechtskonformität vorgesehen?**

Ja /  Nein

**Werden Änderungen in der Gesetzgebung umgehend in den Betriebsprozessen berücksichtigt?**

Ja /  Nein

### 7.8. Welche Sicherheitsstandards oder Zertifizierungen entspricht die Anlage Ihre Anlage?

ISO 45001

ISO 14001

ISO 9001

---

Andere

---

### **7.9. Behördenkontakt**

**Gibt es einen festen Ansprechpartner für den Kontakt mit den Behörden?**

Ja /  Nein

**Wie häufig finden Abstimmungen mit den zuständigen Behörden statt?**

- Monatlich
- Quartalsweise
- Jährlich
- Bei Bedarf

**Werden behördliche Auflagen stets fristgerecht umgesetzt?**

Ja /  Nein

---

**8. Abschließende Bewertung**

**8.1. Gibt es besondere Risiken oder Gefahren, die nicht in diesem Fragebogen abgedeckt wurden?**

---

---

---

---

**8.2. Wie bewerten Sie subjektiv die Sicherheit der Anlage?  
(1 = Sehr gut, 5 = Sehr schlecht)**

1    2    3    4    5

**8.3. Welche Maßnahmen würden Sie zur Verbesserung der Anlagensicherheit vorschlagen?**

---

---

---

---

**8.4. Gibt es weitere geplante Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagensicherheit?**

---

---

---

---