



---

# Bedienungsanleitung

## Elektrolyseur 4.1



Bitte lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät auspacken, installieren und in Betrieb nehmen.

Rev. 07 – Januar 2026



## ÄNDERUNGSHISTORIE FÜR EL4.1

Version	Status	Datum	Bemerkungen	Erstellt/geändert von
00	IFI	01.10.2023	Erste Fassung	Philipp Endres
01	IFI	06.10.2023	Bearbeitet/Korrektur gelesen, um die Übersichtlichkeit zu wahren	Beth De Felici
02	IFI	06.11.2023	Aktualisierte Daten und korrigierte Formatierung	Beth De Felici
03	IFI	16.04.2024	Aktualisierte Spannungsspezifikationen / Aktualisierte Sicherungsinformationen / Aktualisierte O2-Sicherheitsspezifikationen / Feste externe Links	Beth De Felici
04	IFI	05.07.2024	Aktualisierte KOH-Informationen / Aktualisierte Bilder / Sicherheitsinformationen	Beth De Felici
05	IFI	07.04.2025	Aktualisierte Bilder / Aktualisierter Anhang mit Details zum Zurücksetzen der Werkseinstellungen / Details zur entfernten DC-Version / Aktualisierte Lagerbedingungen / Aktualisierte Garantiebedingungen / Aktualisierte Wasserspezifikationen	Beth De Felici
06	IFI	28.07.2025	Aktualisierte Informationen zum Versand und zur Lieferung von KOH / Feste Hyperlinks / Nominale Nutzungsbedingungen	Beth De Felici
07	IFI	27.01.2026	Aktualisierung der potentialfreien Kontaktkonfiguration / Aktualisiertes Zubehör	Beth De Felici



Vielen Dank, dass Sie sich für Enapter entschieden haben. Bitte lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät auspacken, installieren und in Betrieb nehmen.

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an das Kundensupport-Team von Enapter. Geben Sie die Seriennummer des Geräts und die Hardwarenummer auf der Rückseite des Geräts an, um Ihr Produkt schnell identifizieren zu können.

## ENAPTER SRL

Hauptsitz: Via di Lavoria 56/G  
56040 Crespina (PI) – Italien  
Tel.: +39 050 644 281  
E.: support@enapter.com  
Webseite: www.enapter.com  
USt-IdNr. 13404981006

## UMFANG DES DOKUMENTS

Dieses Handbuch enthält Informationen, die Sie benötigen, um die Installation und Verwendung Ihres Enapter-Geräts sicher und bestimmungsgemäß durchzuführen. Bewahren Sie dieses Dokument an einem sicheren Ort und griffbereit auf. Befolgen Sie immer die Anweisungen. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, dafür zu sorgen, dass sich ein installiertes Gerät immer in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet. Bitte beachten Sie alle zusätzlichen lokalen Anforderungen, die für die Installation und den Betrieb von Wasserstoffgeräten gelten.

## ZUGELASSENE VERWENDUNG

Dieses Gerät darf nur für den vorgesehenen Zweck gemäß den Spezifikationen und Anweisungen in diesem Dokument betrieben werden.

Die Beachtung dieses Dokuments gehört zum "normalen Gebrauch".



**Gefahr! Eine unsachgemäße Verwendung des Geräts kann zu schweren Verletzungen und Schäden an der Umwelt führen.**

- ≡ Verwenden Sie das Gerät immer gemäß den in diesem Dokument beschriebenen Spezifikationen.
- ≡ Stellen Sie sicher, dass das Handbuch immer zugänglich ist.
- ≡ Stellen Sie sicher, dass Sie dieses Dokument vollständig gelesen und verstanden haben.
- ≡ Befolgen Sie alle Sicherheitshinweise und Warnungen.
- ≡ Bewahren Sie das Handbuch und andere Dokumentationen an einem sicheren und zugänglichen Ort auf und geben Sie sie an zukünftige Besitzer und Betreiber des Gerätes weiter.



- ≡ Halten Sie alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften ein.
- ≡ Enapter übernimmt keine Garantie für Effizienz, Sicherheit und Funktionalität im Falle von Änderungen, die nicht in diesem Dokument beschrieben sind.
- ≡ Enapter ist nicht verantwortlich für Schäden, die durch das Gerät oder am Gerät aufgrund unsachgemäßer Bedienung oder Einrichtung verursacht werden.

## BEGRIFFE

In diesem Dokument werden die folgenden Begriffe verwendet:

- ≡ **Gerät:** Gerät bezeichnet das Gerät, einschließlich seiner Hard- und Software sowie der darin enthaltenen Materialien und Substanzen.
- ≡ **System:** System bezeichnet die Kombination von Geräten, Rohren, Leitungen und Ausrüstungen von Enapter und anderen Herstellern, die physisch, logisch oder auf andere Weise miteinander verbunden sind, um Wasserstoff und verwandte Stoffe zu erzeugen, zu lagern, zu verwenden, zu übertragen oder umzuwandeln.
- ≡ **Betreiber:** Der Betreiber ist die verantwortliche Person, die das Gerät, seine Unterkomponenten und Zusatzkomponenten betreibt, installiert, verbindet, wartet und/oder besitzt. Um das Lesen zu vereinfachen, bezieht sich dieses Dokument nur auf den Bediener, um es von Enapter zu unterscheiden, kann aber auch den Benutzer, Kunden, Auftraggeber, Eigentümer, Installateur, Ausbilder, Systemintegrator oder Personen umfassen, die für den sicheren Betrieb des Geräts verantwortlich sind.



## INHALTSVERZEICHNIS

Enapter Srl .....	II
Umfang des Dokuments.....	II
Zugelassene Verwendung .....	II
Begriffe .....	III
<b>1 Überblick über den Elektrolyseur .....</b>	<b>7</b>
1.1 Spezifikationen .....	7
1.2 Frontblende & Unterseite .....	11
1.4 Rückwand .....	13
1.5 Bedingungen für die nominale Nutzung .....	14
<b>2 Sicherheitshinweise.....</b>	<b>16</b>
Warnungen und Gefahren.....	16
2.2Allgemeine Sicherheit.....	17
2.3 Zusätzliche Sicherheit für den Elektrolyseur.....	18
<b>3 Gefahren.....</b>	<b>20</b>
3.1 Gefahr durch Wasserstoff.....	20
3.2 Mechanische Gefahren .....	21
3.3 Elektrische Gefahren .....	22
3.4 Chemische Gefahren .....	23
3.5 Chemische Informationen .....	24
3.6 Thermische Gefahren .....	24
3.7 Gefahren für die Umwelt.....	24
3.8 Akustische Gefahren .....	24
<b>4 Installation des Elektrolyseurs.....</b>	<b>25</b>
4.1 Auspacken .....	25
4.2 Benötigte Werkzeuge, Material und Zubehör .....	27
4.3 Implementierung der Gerätsicherheit.....	29
4.4 Vereinfachtes Prozessflussdiagramm (PFD) .....	30
4.5 Anleitung zum Anschliessen von Edelstahlrohren .....	31
4.6 Anleitung zum Verbinden von Kunststoffrohren .....	38
4.7 Leitfaden für den elektrischen Anschluss (POWER).....	46



4.8	Anleitung für den potentialfreien Kontakt (optional) (DRY CON.).....	48
4.9	Ethernet-Anschluss (ETH.).....	52
4.10	Anforderungen der ISO 22734.....	52
4.11	nbetriebnahme des Elektrolyseurs.....	53
<b>5</b>	<b><i>Betrieb des Elektrolyseurs</i></b> .....	<b>57</b>
5.1	Manueller Start/Stopp.....	57
5.2	Fernstart/-stopp.....	57
5.3	Automatischer Start/Stopp.....	57
5.4	Maintenancemodus.....	58
5.5	Produktionsrate ändern.....	58
5.6	Hochfahren.....	59
5.7	Herunterfahren.....	59
5.8	ANTI-FREEZING -Routine.....	59
5.9	Vorheizfunktion (pREHEAT).....	60
5.10	Safety heartbeat.....	60
5.11	Fehlerbehebung.....	60
5.12	Entleeren der internen Wanne.....	60
<b>6</b>	<b><i>Enapter Überwachungstools</i></b> .....	<b>62</b>
6.1	Mobile Anwendung (App).....	62
<b>7</b>	<b><i>Wartung des Elektrolyseurs</i></b> .....	<b>63</b>
7.1	Firmware-Aktualisierungen.....	63
7.2	Routinemässige Wartung.....	63
7.3	5 Jahre grosse Wartung.....	66
7.4	Transport.....	67
7.5	Lagerung.....	68
7.6	Entsorgung.....	68
<b>8</b>	<b><i>Anhang</i></b> .....	<b>70</b>
	Appendix I. Wasserstoff-Dichtheitsprüfung.....	70
	Appendix II. Verfolgung der routinemässigen Wartung und des Elektrolytwechsels.....	71
	Appendix III. Bereiten Sie frischen Elektrolyten vor.....	71
	Appendix IV. Entleeren des Elektrolyten.....	73



VERSION

07

TITEL DES DOKUMENTS

EL4.1 – Bedienungsanleitung

ERSCHEINUNGSDATUM

2026-01-27

Appendix V. LED-Status.....	75
Appendix VI. Fehlercodes.....	75
Appendix VII. Zurücksetzen auf Werkseinstellungen.....	75



# 1 ÜBERBLICK ÜBER DEN ELEKTROLYSEUR

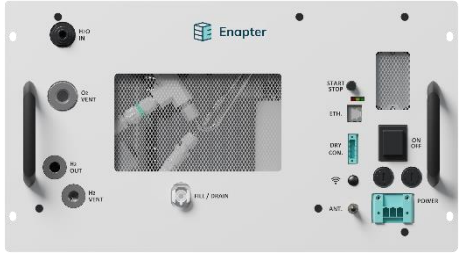
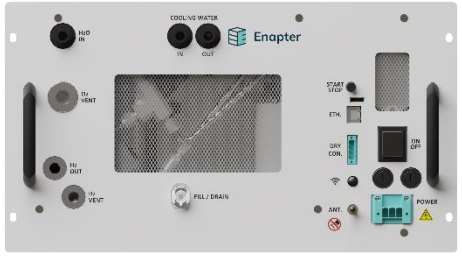
Der patentierte AEM-Elektrolyseur (Anion Exchange Membrane) von Enapter ist ein standardisiertes, stapelbares und flexibles Gerät zur Herstellung von Wasserstoff. Das modulare, leicht zu wartende Design – gepaart mit fortschrittlicher Softwareintegration – ermöglicht die Einrichtung in wenigen Minuten, sowie die Fernsteuerung und -verwaltung des Gerätes.

## 1.1 SPEZIFIKATIONEN

Das Gerät wird mit Wechselstrom betrieben und ist in zwei Druckvarianten erhältlich: 35 bar und 8 bar. Es wird sowohl in luftgekühlter als auch in flüssigkeitsgekühlter Konfiguration angeboten. Die Spezifikationen des Elektrolyseurs finden Sie im Datenblatt.

Es kann hier heruntergeladen werden: [Datenblatt des Elektrolyseurs](#).

Nähere Informationen zu den Schnittstellen und Anschlüssen des Gerätes finden Sie in der Schnittstellenbeschreibung „Battery Limits“: [“Battery Limits“ des Elektrolyseurs](#).

Versionen	Luftgekühlt (air cooled):	Flüssigkeitsgekühlt (liquid cooled):
AC-Ausführung:		



	EL4.1
Nominale Wasserstoffproduktionsrate	0,3 Nm <sup>3</sup> /h – 0,5 Nm <sup>3</sup> /h Bis zu 1,0785 kg/24 h
Ausgangsdruck	35bar Version: Bis zu 35 bar 8-bar-Version: Bis zu 8 bar
Reinheit des Wasserstoffausstoßes	35bar Version: ~99,9 % (H <sub>2</sub> O: 1000 ppm, O <sub>2</sub> : <5ppm) bei 25°C 8bar Version: 98,8 % (H <sub>2</sub> O: 12000 ppm, O <sub>2</sub> : <5ppm) bei 25°C
Wasserverbrauch	0,42 l/h
Qualität der Wasserzufuhr	Empfohlen ist Typ II Wasser gemäß ASTM D1193-06 und erforderlicher Säuregehalt < 0,1 meq/L gemäß ASTM D1067  Maximale Leitfähigkeit beträgt < 2 µS/cm
Wassereingangsdruckbereich	1 – 4 bar
Prozessflüssigkeit	~1,5 % KOH-Lösung
Operative Leistungsaufnahme	2,4 kW (Beginn der Lebensdauer)
Spitzen-Leistungsaufnahme	3,0 kW
Nennleistungsaufnahme pro Nm <sup>3</sup> erzeugtem H <sub>2</sub>	4,8 kWh/Nm <sup>3</sup> (Beginn der Lebensdauer)
Standby-Leistungsaufnahme	0,03 kW
Stromversorgung	208 V – 240 V (AC), 50/60 Hz
Wärmeabgabe	0,6 kW (Beginn der Lebensdauer)
Maximale Wärmeabgabe	0,9 kW (Ende der Lebensdauer)
Abmessungen (B x T x H)	482 mm x 635 mm x 266 mm
Platz im Schrank	6 Höheneinheiten (units)
Gewicht	42 kg (leer) <sup>1</sup> 41 kg (leer) <sup>2</sup>
Inklusive Steuerungssystem	Enapter Energy Management System (EMS)
Kommunikationsschnittstellen	Wi-Fi - 802.11a/b/g/n (nur 2,4 GHz) - 802.12 WEP, WPA, WPA2 Personal (Pre-Shared Key) - Die Isolierung des Wi-Fi-Clients muss deaktiviert werden Bluetooth Modbus TCP über Ethernet
Fernsteuerung	Enapter Cloud Service, Enapter App, Modbus TCP, Sicherheitskette (potentialfreier Kontakt)
Sicherheit	
Maximaler H <sub>2</sub> Inhalt enthalten im Gerät	20 NL
Zertifizierung	CE-Kennzeichnung gemäß der Maschinenrichtlinie

<sup>1</sup> Nur luftgekühlte Elektrolyseure (ausgenommen flüssigkeitsgekühlte Versionen)

<sup>2</sup> Nur flüssigkeitsgekühlte Elektrolyseure (ausgenommen luftgekühlte Versionen)



	<p>2006/42/EC</p> <p>UKCA-Kennzeichnung gemäß Supply Machinery (Safety) Regulations 2008</p> <p>CSA/ANSI B22734:2023 Ed.1 Wasserstoffgeneratoren mit Wasserelektrolyse – Industrie-, Gewerbe- und Wohn-anwendungen<sup>3</sup></p>
Gesetzgebung und Normen	<p>Maschinenrichtlinie und einschlägige harmonisierte Normen: 2006/42/EC; ISO 12100</p> <p>Niederspannungsrichtlinie und einschlägige harmonisierte Normen: LVD 2014/35/EU; EN IEC 61010-1</p> <p>EMV-Richtlinie und harmonisierte Normen: EMV 2014/30/EU; IEC 61326-1</p> <p>Funkanlagenrichtlinie und harmonisierte Normen: RED 2014/54/EU; EN 300 328</p> <p>Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe RoHS II 2011/65/EU, delegierte Richtlinie EU 2015/863 und Richtlinie 2017/2102</p>
Geräuschpegel in 1 m Entfernung	< 85 dB
Belüftungs- und Sicherheitsempfehlung	<p>Nur in einem sicheren (nicht gefährlichen) Bereich aufstellen.</p> <p>Innenbereich: Die Belüftung ist abhängig von der Raumgröße. Ein Wasserstoff-Detektionssystem mit Sicherheitsschaltung ist zwingend erforderlich.</p> <p>Outdoor: Schützen Sie das Gerät vor äußeren Umwelteinflüssen, wenn es in einen Schrank integriert ist. Stellen Sie sicher, dass das Sicherheitskonzept jedes Gerätes eingehalten wird.</p>
Umwelt	
Betriebsbedingungen	5 °C bis 45 °C, bis zu 90 % Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend.
Lagerbedingungen	2 °C bis 55 °C, bis zu 90 % Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend.
IP-Schutzart	Schutzart IP 20
Schnittstellen	
H <sub>2</sub> -Auslass	1/4" BSPP-Buchse
O <sub>2</sub> Entlüftungs-Auslass	3/8" BSPP-Buchs
H <sub>2</sub> Entlüftungs-Auslass	1/4" BSPP-Buchse
H <sub>2</sub> O-Einlass	10 mm Steck-Schott-Buchse

<sup>3</sup> Nur ETL-zertifizierte Elektrolyseurversionen.



Einfüll-/Entleerungsanschluss	10 mm CPC-Schnellkupplung
Kühlwassereinlass <sup>2</sup>	10 mm Steck-Schott-Buchse
Kühlwasserauslass <sup>2</sup>	10 mm Steck-Schott-Buchse
Garantiebedingungen	
Nominale Verwendung für Garantie und Garantieverlängerung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inbetriebnahme<sup>4</sup> des Geräts innerhalb von drei (3) Monaten ab Lieferdatum (DAP)</li><li>- Inbetriebnahme<sup>5</sup> des Geräts innerhalb von vier (4) Monaten ab dem Datum der Meldung der Einsatzbereitschaft durch den Lieferanten (ab Werk)</li><li>- Das Gerät wird im Durchschnitt mindestens eine (1) Stunde am Stück verwendet</li><li>- Maximal 8 Zyklen/Tag, 50 Zyklen/Woche.</li><li>- Stellen Sie sicher, dass Enapter Zugriff auf Betriebsdaten und Telemetrie der Geräte hat.</li></ul>

---

<sup>4</sup> Die Inbetriebnahme ist definiert als mit KOH-Lösung befüllt und für mindestens eine (1) Stunde ausgeführt

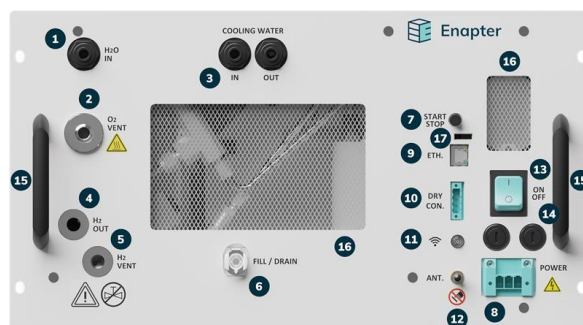
<sup>5</sup> Die Inbetriebnahme ist definiert als mit KOH-Lösung befüllt und für mindestens eine (1) Stunde ausgeführt



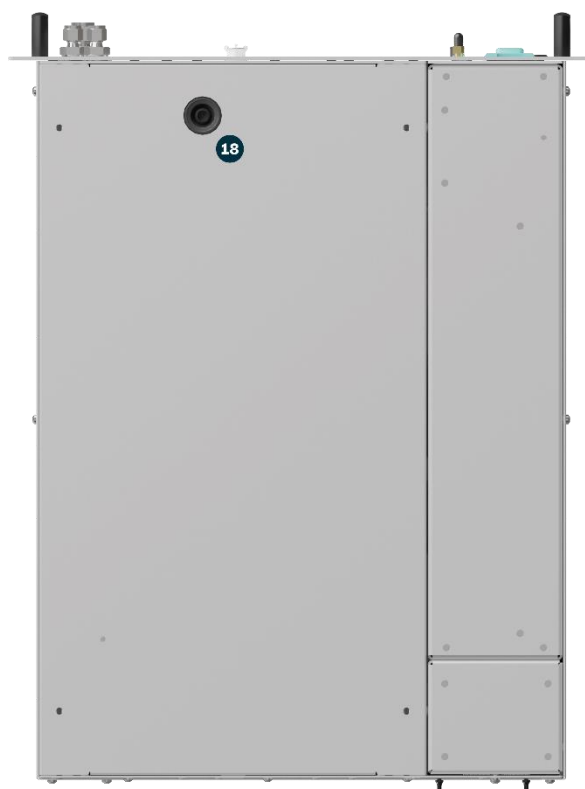
## 1.2 FRONTBLENDE & UNTERSEITE



EL4.1 AC luftgekühlte Vorderseite



EL4.1 AC flüssigkeitsgekühlte Vorderseite



EL4.1 luftgekühlte Unteransicht

Auf der Vorderseite befinden sich die meisten physischen Anschlüsse des Geräts. Das Leckageablaufloch befindet sich an der Unterseite des Geräts. Weitere Informationen finden Sie in der Schnittstellenbeschreibung (Battery Limits) <https://handbook.enapter.com/electrolyser/el41/>.

1. H<sub>2</sub>O IN – siehe Abschnitt 4.6.1 Anleitung zum Anschluss des Wassereinlasses (H<sub>2</sub>O IN)
  - ≡ Steckverbindung mit Schott-Buchse (Rohre mit 10 mm Außendurchmesser), POM (Polyoxymethylen)
  - ≡ Eingang: Aufbereitetes Wasser (siehe Wasserreinheitsqualität im Kapitel 1.1) Eingangsdruck zwischen 1 und 4 barg



2. O<sub>2</sub> VENT – siehe 4.5.3 Anleitung zum Anschluss der Sauerstoffentlüftung (O<sub>2</sub> VENT)
  - ≡ 3/8" BSPP-Buchse. Verwenden Sie keine NPT-Fittings.
  - ≡ Ausgang: 0,25 Nm<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> bei bis zu 58 °C mit 10-38 g/h Wasser (H<sub>2</sub>O) und minimale Verunreinigungen von H<sub>2</sub>
3. COOLING IN/OUT – (nur flüssigkeitsgekühlte Elektrolyseure) siehe Abschnitt 4.6.2 Anleitung zum Anschluss des Kühlkreislaufs (COOLING IN/OUT)
  - ≡ Steckverbindung mit Schottverbinder (Rohre mit 10 mm Außendurchmesser), POM (Polyoxymethylen)
  - ≡ Eingang/Ausgang: Kühlwasser zum Kühlen des Geräts.
4. H<sub>2</sub> OUT – siehe 4.5.1 Anleitung zum Anschluss an den Wasserstoffauslass (H<sub>2</sub> OUT)
  - ≡ 1/4" BSPP-Buchse. **Verwenden Sie keine NPT-Fittings.**
  - ≡ Leistung: 0,5 Nm<sup>3</sup>/h H<sub>2</sub>, bis zu 35 barg, 99,9 % Reinheit (35 barg Version) oder 98,8 % (8 barg Version)
5. H<sub>2</sub> VENT – siehe 4.5.2 Anleitung zum Anschluss der Wasserstoffentlüftung (H<sub>2</sub> VENT)
  - ≡ 1/4" BSPP-Buchse. **Verwenden Sie keine NPT-Fittings.**
  - ≡ Leistung: periodische Entlüftung von bis zu 20 NL (H<sub>2</sub> und Wasser) alle 6 h (35 barg Version) oder alle 1,5 h (8 barg Version)
6. FILL/DRAIN – siehe 4.11.3 Elektrolyt-Befüllung Abschnitt
  - ≡ 10 mm CPC-Schnellkupplung. Während der Wartungsroutine zum Einfüllen des Elektrolyten in das Gerät oder zum Entleeren und Vorbereiten für den Transport. Wenn Sie das Gerät über den dafür vorgesehenen Anschluss entleeren, tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA). Weitere Informationen finden Sie unter Bereiten Sie frischen Elektrolyten vor 0. Sammeln Sie das Elektrolyt in einem geeigneten Behälter und entsorgen Sie es umweltschonend bei einer entsprechenden Entsorgungsstelle für chemische Abfälle. Das Gerät enthält 1,54 % KOH, wenn es gemäß dieser Anleitung befüllt wurde.

*Bitte schonen Sie die Umwelt: Nicht in die Kanalisation geben. Entsorgen Sie die Flüssigkeit gemäß den lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften.*

7. START STOP – siehe Manueller Start/Stop Abschnitt
  - ≡ Manuelle Start- und Stopptaste zum Starten und Stoppen des Geräts.
8. POWER – siehe Abschnitt 4.7 Leitfaden für den elektrischen Anschluss (POWER)
  - ≡ Manueller Netzschalter zum Ein- und Ausschalten des Geräts.
9. ETH. – siehe 4.9 Ethernet-Anschluss (ETH.) Abschnitt
  - ≡ Schnittstelle zum Zugriff auf externe Modbus-Steuerungsfunktionen des Elektrolyseurs.
10. DRY CON. – siehe Abschnitt 4.8 Anleitung für den potentialfreien Kontakt (optional) (DRY CON.)
  - ≡ Schnittstelle zum Anschluss des Geräts an externe Sensoren für Not-Aus-Schalter.
11. Wi-Fi-Taste – siehe 4.11.2 Koppeln des Geräts mit der Cloud Abschnitt
  - ≡ Manuelle Taste zum Aktivieren/Deaktivieren von Wi-Fi.



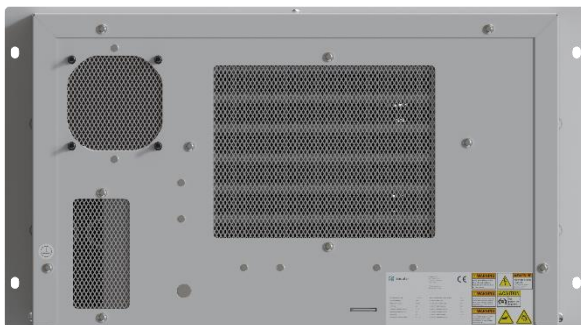
12. Antennenanschluss SMA-Stecker – siehe 4.11.2 Koppeln des Geräts mit der Cloud Abschnitt  
  - ≡ Das Gerät kann über Bluetooth und Wi-Fi mit dem lokalen Netzwerk verbunden werden, was Echtzeit-Updates und -Überwachung für den Betreiber über die Enapter App und die Cloud ermöglicht. An diesem Anschluss kann eine Miniaturantenne angebracht werden, um die Verstärkung zu erhöhen.
  - ≡ Berühren Sie den Anschluss nicht, wenn das Gerät eingeschaltet ist!
13. Ein-/Aus-Taste siehe Abschnitt 4.7 Leitfaden für den elektrischen Anschluss (POWER)  
  - ≡ Integrierter magnetothermer Schutzschalter zum Schutz des Elektrolyseurs vor Überstrom und Kurzschlüssen.
14. Thermische Überstromschutzschalter – siehe Abschnitt 4.7 Leitfaden für den elektrischen Anschluss (POWER)  
  - ≡ Integrierter magnetothermer Schutzschalter zum Schutz des Elektrolyseurs vor Überstrom und Kurzschlüssen.
15. Transportgriffe – für leichteren Transport
16. Lufteinlässe – siehe Routinemässige Wartung Abschnitt  
  - ≡ Halten Sie die Lufteinlässe frei von Staub und Schmutz.
17. LEDs – siehe LED-Status Abschnitt Appendix V

## STATUS-LEDS ZUR ANZEIGE DES GERÄTESTATUS.5.11

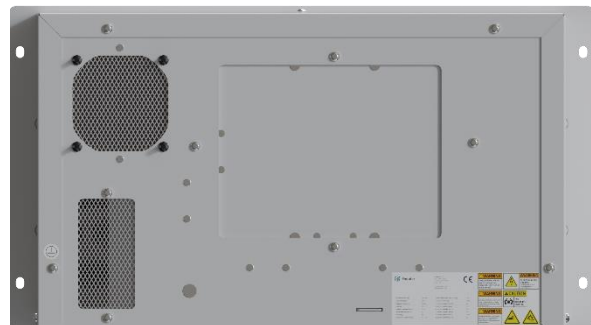
### FEHLERBEHEBUNG

18. [Leckage – abflussloch – siehe 5.11 Fehlerbehebung](#)  
  - ≡ Das Leckage-Ablassloch ermöglicht es dem Betreiber, die interne Wanne im Falle eines Elektrolyt- oder Wasseraustritts zu entleeren.

## 1.4 RÜCKWAND



EL4.1 luftgekühlte Rückseite



EL4.1 flüssigkeitsgekühlte Rückseite

Die Rückseite des Gerätes wird zum Ausblasen von warmer Luft verwendet. Die Aufkleber zeigen die Gerätespezifikationen und die Details zur Seriennummer.



**Vorsicht! Blockieren Sie niemals die Lüftungsöffnungen, um eine Überhitzung zu vermeiden!**



Reinigen Sie die Lüftungsöffnungen regelmäßig, um zu vermeiden, dass Staub und größere Hindernisse die Ein- und Auslässe des internen Belüftungssystems blockieren.

Bitte lassen Sie mindestens 30 cm Platz hinter dem Gerät, um einen ausreichenden Luftstrom zu ermöglichen.

## 1.5 BEDINGUNGEN FÜR DIE NOMINALE NUTZUNG

Um die Berechtigung für Garantieansprüche zu gewährleisten, müssen die folgenden Bedingungen für die nominale Nutzung erfüllt sein:

- ≡ Die Inbetriebnahme des Gerätes ist innerhalb von drei (3) Monaten ab Lieferdatum (DAP) bzw. innerhalb von vier (4) Monaten ab der Abholbenachrichtigung (ab Werk) vorzunehmen, je nachdem, was zutrifft.
- ≡ Als Inbetriebnahme gilt, wenn das Gerät angeschlossen und für mindestens eine (1) Stunde ununterbrochen betrieben wurde.
- ≡ Während des regulären Betriebs muss das Gerät für eine durchschnittliche Dauer von mindestens einer (1) Stunde pro Sitzung verwendet werden, um eine beschleunigte Stack-Degradation zu vermeiden.
- ≡ Das Gerät kann bis zu acht (8) Mal pro Tag und fünfzig (50) Mal pro Woche durchlaufen werden. Die garantierten Stack-Zyklen sind auf insgesamt fünftausend (5000) Zyklen begrenzt.

Wir definieren einen *Stack-Zyklus* als ein vollständiges Ereignis, bei dem Strom an den Elektrolyseur-Stack angelegt und dann vom Stack-Netzteil (PSU) wieder entfernt wird. Er hängt nicht mit dem Gerätdruck zusammen, sondern rein mit dem elektrischen Betrieb des Stacks.

- ≡ Das Gerät muss innerhalb der vorgegebenen Parameter betrieben und vor schädlichen Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit, Staub und extremen Temperaturen geschützt werden.
- ≡ Enapter muss auf Anfrage Zugriff auf die Betriebsdaten und Telemetriedaten des Geräts gewährt werden. Dies kann entweder durch die Aufrechterhaltung einer Cloud-Verbindung mit einer Verfügbarkeit von mindestens 95 % während der Gerätnutzung oder durch die zuverlässige Aufzeichnung der Telemetrie über die Modbus-Schnittstelle o.ä. bei nicht mit der Cloud verbundenen Geräten erreicht werden. Enapter kann die Daten von bis zu zwei (2) Monaten verlangen, um die Betriebsbedingungen zu überprüfen und zu verifizieren. Weitere Informationen zum erforderlichen Modbus-Eintrag finden Sie online in unserem [Handbuch](#).
- ≡ Enapter müssen Überwachungsdaten für den DI-Wassereingang – mindestens Messungen von einem kalibrierten Leitfähigkeitssensor – sowie das Wartungsprotokoll und der Wartungsplan für das DI-Wasserversorgungssystem zur Verfügung gestellt werden.




- Integratoren oder Betreiber müssen die erforderliche Mindestwartung durchführen und genaue Aufzeichnungen über alle abgeschlossenen Aktivitäten vornehmen, wie im Routinemässige Wartung Abschnitt 63 erläutert wird.

	Empfohlen	Mindestanforderungen
Führen Sie regelmäßige Wartungsarbeiten inklusive Elektrolytwechsel durch	Alle 6 Monate	Alle 12 Monate
Wasserstoffproduktion	Lassen Sie das Gerät für >1h / Woche H <sub>2</sub> produzieren. (Mindestproduktionsrate zulässig)	Lassen Sie das Gerät für >1h / <b>13 Wochen (3 Monate 1 Woche)</b> H <sub>2</sub> produzieren. (Mindestproduktionsrate zulässig)
Elektrolytwechsel	Ersetzen Sie das Elektrolyt nach Inaktivität von über 4 Wochen und bevor Sie das Gerät wieder in Betrieb nehmen	Ersetzen Sie das Elektrolyt nach Inaktivität von über 3 Monaten und bevor Sie das Gerät wieder in Betrieb nehmen

Die Nichteinhaltung dieser Bedingungen – oder die Nichteinhaltung der definierten Tages-, Wochen- oder Gesamt-Stack-Zyklus-Limits – kann dazu führen, dass Enapter Garantieansprüche ablehnt.

**Vorsicht!**

 Um die Stackzyklen zu minimieren und die Lebensdauer des Stacks zu verlängern, empfehlen wir die Implementierung einer intelligenten Steuerung der Produktionsrate und eine sorgfältige Überwachung und ggf. Anpassung der automatischen Start-/Stopp-Druckschwellen. Diese ermöglichen es, die verfügbare Lastkurve über mehrere Elektrolyseure hinweg besser zu verteilen und gleichzeitig die Nutzung der verfügbaren grünen Energie für die Wasserstoffproduktion zu maximieren.



## 2 SICHERHEITSHINWEISE

### WARNUNGEN UND GEFAHREN

Die folgenden Begriffe und Symbole werden in dieser Anleitung verwendet, um auf wichtige Textpassagen hinzuweisen, die besonders beachtet werden müssen:

	Warnt vor tödlichen/schweren Verletzungen oder Tod
	Warnt vor Verletzungen
	Warnt vor physischen Schäden am Produkt
	Warnt vor Explosionen
	Nicht öffnen oder demontieren
	Von Hitze- und Zündquellen fernhalten. Keine offenen Flammen
	Rauchen verboten
	Mindestens zwei Personen sind erforderlich, um den Gegenstand zu handhaben
	Tragen Sie persönliche Schutzausrüstung (PSA)
	Tragen Sie einen Gehörschutz
	Sicherheitswarnung für Knopfzellen oder Knopfbatterien
	Außerhalb der Reichweite von Kindern aufbewahren



## 2.2 ALLGEMEINE SICHERHEIT



**Schwere Verletzungen und Tod sowie Schäden am Produkt oder der Umwelt möglich! Befolgen Sie die Anweisungen in dieser Anleitung sorgfältig!**

Der Betreiber muss sich über Folgendes im Klaren sein:

1. **Das Gerät ist nicht für den Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich bestimmt.**
2. **Enapter ist nicht verantwortlich für unsachgemäße Verwendung:**
  - ≡ Verursacht durch Nichtbeachten der Spezifikationen (z.B. Wasserreinheit).
  - ≡ Verursacht durch falsche Eingangsdrücke.
  - ≡ Verursacht durch unsachgemäße Montage oder Verrohrung (z. B. undichte Gasanschlüsse, falsche Auslegung der Rohre, stehendes Wasser oder Eis in der Verrohrung)
  - ≡ Verursacht durch den Anschluss des falschen Netzteils (z. B. falsche Spannung)
  - ≡ Verursacht durch unsachgemäße Installation und Ähnliches.
3. In Bezug auf Design und Installation muss der Betreiber **die Installationsregeln von Enapter befolgen** und **die vollständige Einhaltung** aller relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften sicherstellen.
4. Der Betreiber muss das Gerät regelmäßig auf Wasserstoff-, Wasser- und KOH-Leckagen überprüfen und sicherstellen, dass alle Schnittstellen korrekt angeschlossen sind.
5. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, **alle Auslassleitungen regelmäßig zu überprüfen und zu warten** und **die Rohre frei von Eis, Hindernissen, Blockaden oder Überdruck zu halten.**
6. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, **die Luftein- und -auslässe des Gerätes regelmäßig zu überprüfen, zu reinigen** und frei von Hindernissen zu halten.
7. Entstehen größere Wasserstoffsysteme durch die Integration mehrerer Geräte, liegt es in der Verantwortung des Betreibers, bei der Endmontage alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften vollständig einzuhalten.

Folgende Regeln sollten immer beachtet werden:

1. **Halten Sie den Arbeitsbereich sauber.** Unordnung kann zu Gefahren rund um das Gerät führen. Sorgen Sie für eine gute Beleuchtung des Arbeitsbereichs.
2. **Verwenden Sie das Gerät nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.** Verwenden Sie das Gerät nicht in der Nähe von brennbaren Substanzen.
3. **Gehen Sie vorsichtig mit dem Netzkabel und dem Stecker um.** Ziehen Sie nicht am Netzkabel, um es vom Stecker zu trennen, ohne es vorher von der Stromversorgung zu trennen. Halten Sie das Netzkabel von Hitze, Öl, Wasser und scharfen Kanten fern.
4. **Schützen Sie sich vor Stromschlägen.** Vermeiden Sie jeglichen Kontakt mit Erdungsflächen.
5. **Setzen Sie das Gerät niemals Regen oder Feuchtigkeit aus.**



6. **Halten Sie Kinder und Personen ohne explizite Kenntnis des Gerätes und seiner Funktion** in sicherem Abstand fern.
7. **Betreiben Sie das Gerät niemals in geschlossenen Räumen** ohne zusätzliche Sicherheitsinfrastrukturen, wie z. B. aktive Belüftung und Wasserstofferkennungssysteme.
8. **Schützen Sie sich immer:**
  - ≡ **Tragen Sie beim Umgang mit der Elektrolytlösung** eine Schutzbrille und Nitrilhandschuhe.
  - ≡ **Tragen Sie Ohrenschützer oder -stöpsel** in lauten Bereichen.
  - ≡ **Tragen Sie beim Umgang mit dem Gerät Handschuhe.**
  - ≡ **Tragen Sie beim Umgang mit dem Gerät** geeignetes Schuhwerk.
  - ≡ **Verwenden Sie beim Anheben des Gerätes Hebehilfen**, falls vorhanden. Heben Sie das Gerät niemals allein an. Machen Sie sich mit Ihren lokalen und standortspezifischen Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften vertraut und handeln Sie entsprechend.
9. **Trennen Sie das Gerät vor der Reinigung, Demontage und dem Transport immer von der Stromversorgung.**
10. **Verwenden Sie das Gerät nur in der Weise und zu den Zwecken, die in diesem Handbuch erwähnt werden.** Wenn das Gerät für andere als die in diesem Handbuch angegebenen Verwendungszwecke verwendet wird, können unvorhergesehene Gefahren auftreten.
11. **Verwenden Sie die Griffe, wenn Sie das Gerät anheben und bewegen.**
12. **Versuchen Sie niemals, das Gerät selbst zu reparieren.** Das Gerät darf nur von qualifiziertem Fachpersonal repariert werden, das Originalersatzteile verwendet.
13. Jegliche Wartungsarbeiten, mit Ausnahme derjenigen, die in den Abschnitten Routinewartung und Installation aufgeführt sind, dürfen nur von autorisierten, **geschulten Technikern** durchgeführt werden!
14. Jede Person, die an dem Gerät arbeitet, **muss mit den Gefahren und Risiken vertraut und geschult sein, die mit der Installation, Inbetriebnahme und dem Betrieb des Geräts und der angeschlossenen Geräte verbunden sind.**

**Lagern Sie das Gerät nicht und setzen Sie es keinen Temperaturen unter 2 °C aus.**

## 2.3 ZUSÄTZLICHE SICHERHEIT FÜR DEN ELEKTROLYSEUR

Dieses Gerät enthält ein SIL1 Safety Instrumented System (SIS), das die internen sicherheitstechnischen Funktionen (SIF) verwaltet. Dem SIS liegt ein Sicherheitshandbuch der Lieferung bei, ein Addendum zur Betriebsanleitung, das in Verbindung mit diesem zu verwenden ist. Es enthält alle für die funktionale Sicherheit relevanten Informationen, die der Betreiber benötigt, um die erforderlichen Fähigkeiten und Anweisungen für die Installation, Überprüfung, Wartung und regelmäßige Prüfung des Geräts zu durchzuführen und die Einhaltung der Anforderungen an die Produktsicherheit (Funktionsprüfung, Ein-/Ausgabeschnittstellen usw.) zu gewährleisten.



**Schwere Verletzungen und Tod sowie Schäden am Produkt oder der Umwelt möglich!** Befolgen Sie die Anweisungen in dieser Anleitung sorgfältig!  
Das Ignorieren der Anweisungen des Sicherheitshandbuchs kann die Leistung der Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen.

Darüber hinaus sollten immer die folgenden Regeln beachtet werden. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, sicherzustellen, dass jede Person, die mit dem Gerät arbeitet, diese Regeln befolgt:

1. Verbinden Sie keine gefüllten Tanks oder andere Geräte unter **Druck, der höher ist als der maximale Ausgangsdruck des Elektrolyseurs**, mit den O<sub>2</sub> und/oder H<sub>2</sub>-Ausgängen des Elektrolyseurs.
2. Stellen Sie sicher, dass das Wasser am H<sub>2</sub>O In Port immer den **Mindestanforderungen an die Wasserreinheit** entspricht.
3. Stellen Sie sicher, dass der Wasserdruck nicht höher als der **maximal zulässige Druck ist**.
4. Stellen Sie sicher, dass die H<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung und die O<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung **niemals blockiert und niemals kombiniert** werden.
5. Kombinieren Sie die O<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung eines EL 4.1-Geräts nicht mit der O<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung eines EL 4.0.



## 3 GEFAHREN

Der Betreiber, der dieses Gerät betreibt, bedient, wartet oder installiert, muss sich der potenziellen Gefahren bewusst sein, die mit seiner Verwendung und Einrichtung verbunden sind, der erforderlichen Materialien sowie der Ein- und Ausgänge, um ausreichende Gegenmaßnahmen und Prozesse zur Vermeidung von Unfällen zu implementieren und im Notfall korrekt zu handeln.



### **Gefahr schwerer Verletzungen, Tod und Beschädigung des Produkts oder der Umwelt!**

Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Handbuch sorgfältig.

Stellen Sie immer sicher, dass das Gerät in Übereinstimmung mit allen geltenden lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften installiert und betrieben wird.

Installieren, betreiben oder warten Sie das Gerät nicht ohne entsprechende Kenntnisse oder die Unterstützung qualifizierter und lizenzierter Systemintegratoren, des Herstellers oder der zuständigen Zertifizierungsstellen.

### 3.1 GEFAHR DURCH WASSERSTOFF

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, ein Sicherheitssystem zur Verwaltung der Ein- und Ausgänge der Geräte zu implementieren – weitere Informationen dazu finden Sie weiter unten.



#### **Gefahr! Wasserstoff ist ein hochexplosives und flüchtiges Gas!**

Wasserstoff kann explodieren! Mischen Sie Wasserstoff nicht mit Sauerstoff oder Luft! Verhindern Sie, dass Wasserstoff austritt! Schon kleine Leckagen schaffen brennbare und explosive Umgebungen!

Verhindern Sie die elektrostatische Aufladung des Geräts. Wasserstoff entzündet sich sehr leicht!

#### **Wasserstoff nicht einatmen!**

Wasserstoff verursacht Erstickengefahr!

Wasserstoff ist sehr flüchtig. Dennoch kann es sich in unerwarteten Bereichen und Materialien ansammeln. Erzeugen und speichern Sie Wasserstoff nur mit geeignetem Belüftungs- und Sicherheitssystem!

Binden Sie das Gerät, insbesondere den Wasserstoff und die Entlüftungsleitungen, in das Betriebssicherheitskonzept ein und halten Sie alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften ein.

Vermeiden Sie Hitze in der Nähe des Geräts.

Rauchen Sie nicht und halten Sie offenes Feuer vom Gerät fern.

Vermeiden Sie Wasserstoff, auch nicht in geringen Konzentrationen, in der Nähe des Gerätes.

Der Wasserstoff, der aus dem Gerät austritt, steht unter Druck! Halten Sie alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften für den Umgang mit komprimiertem Wasserstoff ein.

Bei austretendem Gas halten Sie sich fern und halten Sie brennbare Materialien fern.



Stellen Sie sicher, dass die Versorgungsleitungen ordnungsgemäß installiert sind.  
Überprüfen Sie die Wasserstoffleitungen und -anschlüsse regelmäßig auf Dichtheit.

## 3.2 MECHANISCHE GEFAHREN

Beim Umgang mit dem Gerät und dem Verpackungsmaterial ist es immer notwendig, eine geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen und geeignete Werkzeuge zu verwenden.

Eine allgemeine Schulung zum Heben schwerer Lasten und Sicherheitseinweisungen sind erforderlich, um die in diesem Handbuch beschriebenen Aufgaben sicher ausführen zu können.

Die Betreiber müssen während der Handhabungsphasen die allgemeinen Sicherheitsgrundsätze einhalten.

### Vorsicht! Das Gerät ist schwer!



- ⇒ Bewerten Sie vor der Handhabung, dem Bewegen und der Inbetriebnahme des Geräts die Gefahren des Betriebs und lesen Sie das Handbuch. Je nach Aktivität muss entsprechende PSA getragen werden, wie z.B. Schnittschutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbrille etc.
- ⇒ Räumen Sie den Arbeitsbereich, bevor Sie mit der Montage des Geräts beginnen.
- ⇒ Das Gerät ist schwer und muss von mindestens 2 Personen angehoben werden – planen Sie dies ein und lassen Sie ausreichend Platz, um sich zu bewegen.
- ⇒ Heben Sie das Gerät nicht über den Kopf.

### Vorsicht! Gehen Sie vorsichtig mit dem Gerät um!



- ⇒ Seien Sie bei der Handhabung des Geräts vorsichtig und verwenden Sie die Griffe am Gerät, um die mechanischen Risiken zu minimieren, wie z. B.:
- ⇒ Stöße und Quetschverletzungen durch unkontrollierte Bewegungen der Ladung.
- ⇒ Fallenlassen des Geräts, was zu Quetschverletzungen führt
- ⇒ Verlust der Stabilität, der zu Verwicklungen und anderen Verletzungen führt.
- ⇒ Die Verpackung/das Gerät muss von mindestens zwei Personen gehandhabt werden.



### 3.3 ELEKTRISCHE GEFAHREN

Das Gerät stellt keine besonderen elektrischen Gefahren dar, wenn die folgenden Hinweise zu Sicherheitsmaßnahmen befolgt werden und die folgende Anleitung zum elektrischen Anschluss korrekt angewendet wird:

#### **Warnung! Das Gerät benötigt eine Stromversorgung!**



- ≡ Gehen Sie vorsichtig mit der Elektroinstallation um. Stellen Sie sicher, dass der Netzstecker richtig in der Steckdose eingesteckt und fixiert ist, um ein Lösen der Verkabelung zu vermeiden.
- ≡ Der Netzstecker ist nicht doppelt isoliert. Daher kann es bei Einzelfehlern gefährlich werden. Stellen Sie sicher, dass Sie die vorgeschaltete Stromquelle abklemmen, bevor Sie den Netzstecker berühren.
- ≡ Verwenden Sie nur die für das Gerät angegebene Versorgungsspannung.
- ≡ Schließen Sie Ein- und Ausgänge nicht kurz.
- ≡ Vertauschen Sie nicht die Polarität von Ein- und Ausgängen.
- ≡ Führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere keine Metallteile, durch die Lüftungsschlitze oder andere Öffnungen in das Gerät ein.
- ≡ Verwenden Sie keine Flüssigkeiten in der Nähe des Geräts.
- ≡ Verwenden Sie das Gerät niemals, wenn ein Teil davon in Wasser getaucht wurde.
- ≡ Berühren Sie die Antenne nicht, wenn das Gerät eingeschaltet ist, und stellen Sie sicher, dass sie elektrostatisch entladen ist, wenn Sie die Antenne montieren/demontieren.

#### **Warnung! Explosionsgefahr! Entfernen oder ersetzen Sie den Netzstecker oder die Sicherungen nicht, während der Stromkreis unter Spannung steht, es sei denn, der Bereich ist frei von zündbaren Konzentrationen.**



- ≡ Schalten Sie das Gerät immer aus, entfernen Sie das Netzteil und lüften Sie den Raum zuerst vollständig, bevor Sie die Sicherungen entfernen oder austauschen. Andernfalls kann es zu elektrischen Funken kommen. Der Bereich muss stets frei von entzündlichen Konzentrationen sein.

#### **Warnung!**





- ≡ Schalten Sie die Stromversorgung immer aus, wenn das Gerät gereinigt, gewartet oder transportiert wird. Alle Dienstleistungen, mit Ausnahme der Reinigung und der routinemäßigen Wartung durch den Betreiber, müssen von geschulten, von Enapter unterstützten Technikern durchgeführt werden.





### 3.4 CHEMISCHE GEFAHREN

Gelöstes Kaliumhydroxid wird im Elektrolyseur als Prozessflüssigkeit (Elektrolyt) verwendet. Die Chemikalie kann als Pellets oder Flocken oder direkt in einer konzentrierten Lösung gekauft werden, die mit gereinigtem Wasser verdünnt wird. Im Lieferumfang des Elektrolyseurs ist ein elektrolytsicherer Beutel mit Rohr und Anschlüssen enthalten, mit dem die Geräte sicher befüllt und entleert werden können.


 **Vorsicht! Das Gerät enthält Chemikalien!**  
Beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt (SDB) aller verwendeten Chemikalien, bevor Sie mit ihnen umgehen. Alle Personen, die das Elektrolyt mischen, entleeren und handhaben, müssen über die Chemikalien und mögliche Gefahren informiert werden.


 **Vorsicht! Schützen Sie sich!**  
Tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA). Vermeiden Sie den Kontakt mit Augen und Haut.

 Wenn Sie mit der Lösung in Berührung gekommen sind, waschen Sie sofort die betroffene Stelle und beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt von Kaliumhydroxid, das mit dem Elektrolyt geliefert wurde.

 Stellen Sie sicher, dass das gesamte Material, das zur Lagerung der Elektrolytlösung verwendet wird, chemisch kompatibel ist.


**Vorsicht! Enthält Knopfzelle oder Knopfatterie! Warnung vor Verschluckungsgefahr!**

 Verschluckungsgefahr: Dieses Produkt enthält eine Knopfzelle oder Knopfatterie.  
Tod oder schwere Verletzungen können auftreten, wenn sie verschluckt wird. Eine verschluckte Knopfzelle oder Knopfatterie kann in nur 2 Stunden innere Verätzungen verursachen.

 Bewahren Sie neue und gebrauchte Batterien außerhalb der Reichweite von Kindern auf.  
Suchen Sie sofort einen Arzt auf, wenn der Verdacht besteht, dass eine Batterie verschluckt oder in einem Körperteil eingeführt wurde.

Bei physischem Kontakt mit dem unverdünnten Stoff ist das Sicherheitsdatenblatt von Kaliumhydroxid zu beachten und die nachstehenden Anweisungen zu befolgen.

**Erste-Hilfe-Empfehlungen**



- ≡ Bei Hautkontakt die kontaminierte Kleidung sofort ausziehen. Mit Seife und reichlich Wasser abwaschen. Konsultieren Sie einen Arzt.
- ≡ Bei Augenkontakt mindestens 15 Minuten lang vorsichtig mit reichlich Wasser spülen und einen Arzt konsultieren.
- ≡ Bei Verschlucken einer Person, die in Ohnmacht gefallen ist, nichts verabreichen. Mund mit Wasser ausspülen. Konsultieren Sie sofort einen Arzt.



### 3.5 CHEMISCHE INFORMATIONEN

Substanz: Kaliumhydroxid

CAS-Nr.: 1310-58-3

EG-Nr.: 215-181-3

Klassifizierung: C.

R-Sätze: R22, R36/38, R43, R42


S Sätze: S24-37, S39, S62

(siehe Sicherheitsdatenblatt, das im Lieferumfang enthalten ist)

### 3.6 THERMISCHE GEFAHREN

Thermische Gefahren wie Verbrennungen und Verbrühungen durch den Kontakt mit Oberflächen mit hohen Temperaturen können vermieden werden, indem diese Sicherheitshinweise befolgt werden:

**Vorsicht! Teile des Gerätes und angeschlossene Rohre und Verbindungsstücke können sehr heiß werden!**



- ≡ Öffnen Sie das Gerät nur, wenn Sie von Enapter speziell geschult und autorisiert wurden, Wartungsvorgänge durchzuführen.
- ≡ Berühren Sie die Auslassöffnungen oder angeschlossene Rohre nicht direkt nach dem Betrieb. Schalten Sie das Gerät aus und warten Sie, bis es abgekühlt ist, bevor Sie das Gerät warten, transportieren oder die Rohrleitungen wechseln.

### 3.7 GEFAHREN FÜR DIE UMWELT



Das Gerät wurde für den Einsatz unter normalen Umgebungsbedingungen unter Einhaltung der Stabilitätsanforderungen (ohne seismische oder hydrogeologische Ereignisse) entwickelt.

Das Gerät ist nicht für den Einsatz im Freien konzipiert. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, das Gerät und sein gesamtes Zubehör vor atmosphärischen Phänomenen wie direkter Sonneneinstrahlung, Regen, Schnee und Blitzschlag zu schützen.

### 3.8 AKUSTISCHE GEFAHREN

Entsprechend den in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG festgelegten Anforderungen wurden folgende Themen berücksichtigt:

**Vorsicht! Das Gerät entlüftet Gase mit einem lauten Geräusch!**



Während des regulären Betriebs emittiert das Gerät einen Geräuschpegel, der unter dem maximal akzeptablen Schwellenwert für eine Langzeitexposition (80 dBA) liegt.

Eine plötzliche Entlüftung (entweder durch das Herunterfahren des Geräts oder einen unvorhergesehenen Fehler verursacht) kann jedoch je nach Installation der Entlüftungsleitung lauter als 85 dB sein. Aus diesem Grund empfiehlt Enapter, bei der Arbeit rund um das Gerät PSA (Ohrstöpsel) zu tragen.



## 4 INSTALLATION DES ELEKTROLYSEURS

Jede Person, die an dem Gerät arbeitet, muss mit den Gefahren und Risiken vertraut sein, die mit der Installation, Inbetriebnahme und dem Betrieb verbunden sind. Bei dem Gerät handelt es sich um ein nicht tragbares Gerät. Es muss in einer sicheren, festen horizontalen Position installiert werden, um ein versehentliches Verschieben oder Herunterfallen zu verhindern.

### 4.1 AUSPACKEN

Das Gerät wurde vor dem Versand sorgfältig geprüft und getestet. Sichtkontrollen auf Beschädigungen und Funktionstests sollten nach Erhalt durchgeführt werden. Bitte überprüfen Sie auch die gelben Aufkleber mit den Neigungsmessern (Tiltwatches) auf beiden Seiten des Kartons. Wenn einer oder beide bei mehr als 50° anzeigen, wenden Sie sich bitte an das Enapter-Customer-Support-Team. Kippen, schütteln oder neigen Sie das Gerät während des Transports, der Installation, des Verpackens oder Auspackens nicht um mehr als 50°, um Beschädigungen zu vermeiden. Installieren Sie das Gerät nicht in einer Schräglage von mehr als 10°. Das Gerät muss stabil und sicher installiert werden, frei von Vibrationen und Erschütterungen.

Bitte entfernen Sie die dünne Folie, die das Gehäuse abdeckt, bevor Sie das Gerät in seine endgültige Position bringen. Achten Sie darauf, dass Sie beim Entfernen der Folie die Garantietiketten auf der Rückseite nicht entfernen.

Bitte bewahren Sie die Original-Versandmaterialien auf. Die Rücksendung der Geräte muss in der Originalverpackung – oder in einer gleichwertigen Schutzverpackung – gewährleistet sein, um einen sicheren Transport zu ermöglichen. Enapter akzeptiert zurückgegebene Geräte; wenn ein Gerät jedoch während des Transports aufgrund einer unzureichenden Verpackung beschädigt wird, können Reparatur- oder Ersatzkosten dem Absender in Rechnung gestellt werden. Wenn es nicht möglich ist, die Original-Versandmaterialien aufzubewahren, recyceln Sie diese bitte verantwortungsbewusst.

**Vorsicht! Reklamieren Sie Transportschäden direkt bei der Ankunft des Gerätes!**



Sollte es während des Transports zu Schäden gekommen sein, melden Sie diese bitte sofort dem Spediteur und Lieferanten oder nehmen Sie die Sendung (wenn möglich) nicht an. Im Falle einer Beschädigung sollte das Gerät gemäß den Versandanweisungen in diesem Handbuch im Abschnitt "Transport, Wartung und Recycling" zurückgegeben werden.

**Vorsicht! Das Gerät ist schwer!**



Heben Sie das Gerät niemals allein aus der Verpackung. Das Gerät wiegt über 40 kg. Weitere Informationen finden Sie im Datenblatt.



Verwenden Sie Hebehilfen, falls vorhanden.

Aufgrund ihres Gewichts und ihrer Größe wird empfohlen, einen Gabelstapler oder ähnliche Geräte zu verwenden, um die Box bei der Lieferung zu manövrieren.



VERSION  
07

TITEL DES DOKUMENTS  
EL4.1 – Bedienungsanleitung

ERSCHEINUNGSDATUM  
2026-01-27

Wenn die Box irgendwo angehoben werden muss, heben Sie sie immer mit mindestens zwei Personen an.



## 4.2 BENÖTIGTE WERKZEUGE, MATERIAL UND ZUBEHÖR

Die folgenden Werkzeuge, Geräte und Materialien werden in der Regel benötigt, um das Gerät erfolgreich anzuschließen. Stellen Sie sicher, dass die von Ihnen gewählten Materialien mit den betrieblichen Anforderungen kompatibel sind.

### 4.2.1 WERKZEUGE

- ≡ Schraubenschlüssel abhängig von den Rohren und Anschlüssen.
- ≡ Rohrschneider für Kunststoffverrohrung (zum Schneiden von H<sub>2</sub>O-Schläuchen)
- ≡ Schlitzschraubendreher (zum Einschrauben des Netzsteckers)
- ≡ Rohrschneider für Edelstahlverrohrung (zum Schneiden des H<sub>2</sub>-Out-, H<sub>2</sub>-Vent- und O<sub>2</sub>-Ventrohrs)
- ≡ Rohrbieger für Edelstahlverrohrung je nach Rohrdurchmesser (zum Biegen des H<sub>2</sub>-Out-, H<sub>2</sub>-Vent- und O<sub>2</sub>-Ventrohrs)



### 4.2.2 MATERIALIEN

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers oder Integrators, geeignete Materialien und Komponenten für den Anschluss des Geräts auf der Grundlage ihrer spezifischen Konfiguration auszuwählen und die Einhaltung aller geltenden lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften sicherzustellen. Enapter empfiehlt, dass Integratoren sich im Voraus auf die Geräteintegration vorbereiten, indem sie die erforderlichen Materialien vor der Auslieferung auswählen und beschaffen, damit die Geräte sofort nach der Ankunft installiert werden können.

**Hinweis:** Es liegt in der Verantwortung des Integrators, **geeignete Materialien sorgfältig auszuwählen**, die mit dem spezifischen Gerätedesign und der Betriebsumgebung kompatibel sind. Die Materialien müssen sowohl **die technische Leistung** als auch **die lokalen gesetzlichen** Anforderungen erfüllen, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

- ≡ Rohrverbindungen aus Kunststoff
  - ≡ **Material der Schläuche:** Enapter empfiehlt die Verwendung von weichen Kunststoffschläuchen, wie z. B. LLDPE (Linear Low-Density Polyethylene), um sicherzustellen, dass die Steckspannzangen den Schlauch sicher greifen können. Härtere oder rutschigere Kunststoffe könnten abrutschen, was das Risiko von Undichtigkeiten oder Trennungen erhöht. Vermeiden Sie die Verwendung von zu weichen Schläuchen ohne Verstärkung.  
Führen Sie nach dem Einführen immer einen Zugtest durch, um sicherzustellen, dass der Schlauch richtig gesichert ist. Die Schläuche müssen mit deionisiertem



- (DI) Wasser kompatibel und nicht auslaugend sein, um eine Kontamination des DI-Wassers durch längeren Kontakt zu verhindern. Die Aufrechterhaltung der Wasserreinheit ist entscheidend für den Schutz des Geräts.
- ≡ **Fittings:** Verwenden Sie Armaturen, die speziell für die Kompatibilität mit den ausgewählten Kunststoffschläuchen entwickelt wurden. Enapter empfiehlt POM-Verschraubungen (Polyoxymethylen), die für ihre chemische Beständigkeit, mechanische Festigkeit und Haltbarkeit bekannt sind. Diese sind von mehreren Herstellern weit verbreitet, was sie zu einer zuverlässigen und zugänglichen Wahl für die meisten Integrationsszenarien macht. Stellen Sie sicher, dass alle Armaturen für die Verwendung mit DI-Wasser und die Druckbereiche des Geräts ausgelegt sind.
  - ≡ Rohrleitungen und Komponenten aus Edelstahl
    - ≡ Für Hochdruck-Wasserstoffleitungen empfiehlt Enapter die Verwendung von Rohrleitungen und Armaturen aus Edelstahl, insbesondere AISI 316L oder Materialien, die ASTM A269 entsprechen. Diese Materialien bieten eine hervorragende Leistung in Bezug auf Dichtheit, Korrosionsbeständigkeit und Beständigkeit gegen Wasserstoffversprödung und Feuer. Stellen Sie sicher, dass alle Komponenten für einen Mindestbetriebsdruck von 45 bar oder mehr ausgelegt sind.
  - ≡ H<sub>2</sub> OUT/VENT:
    - ≡ 1/4" Rohrverschraubung aus Edelstahl BSPP (ISO-parallel) mit Außengewinde, mit entsprechender Dichtung oder O-Ring.
    - ≡ BSPT-Verschraubungen (British Standard Pipe tapered) dürfen mit Teflonband montiert werden, werden jedoch nicht empfohlen. **Verwenden Sie keine NPT-Verschraubungen, da diese das Gewinde beschädigen.**
    - ≡ Wir empfehlen, Edelstahlrohre mit einem Außendurchmesser von mindestens 1/4" anzuschließen, um die unter Druck stehenden Wasserstoffleitungen anzuschließen. Wenn mehrere Geräte miteinander verbunden sind, sollten Integratoren die Rohrleitungen entsprechend größer auslegen.
  - ≡ O<sub>2</sub>-VENT:
    - ≡ 3/8" Rohrverschraubung aus Edelstahl BSPP (ISO-parallel) mit Außengewinde, mit entsprechender Dichtung oder O-Ring.
    - ≡ BSPT-Verschraubungen (British Standard Pipe tapered) dürfen mit Teflonband montiert werden, werden jedoch nicht empfohlen. **Verwenden Sie keine NPT-Verschraubungen, da diese das Gewinde beschädigen.**
    - ≡ Wir empfehlen für den Anschluss der Niederdrucksauerstoffleitungen Edelstahlrohre mit mindestens 3/8" Außendurchmesser. Wenn mehrere Geräte miteinander verbunden sind, sollten Integratoren die Rohrleitungen entsprechend größer auslegen<sup>35</sup>.



VERSION  
07

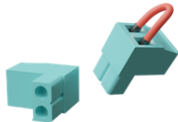
TITEL DES DOKUMENTS  
EL4.1 – Bedienungsanleitung

ERSCHEINUNGSDATUM  
2026-01-27



#### 4.2.3 ZUBEHÖR (IM LIEFERUMFANG ENTHALTEN)

- ≡ Grüner AC-Stecker für Strom
- ≡ Drain-Leitung mit Verbindungsstück (2 m)
- ≡ Grüner DRY CON (Dry Kontakt) Stecker
- ≡ Antenne für Verstärkung des Wi-Fi-Signals
- ≡ Schwarzer Ferritzylinder für das Ausgangskabel des Dry Contact
- ≡ Rückschlagventil<sup>6</sup> für die H<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung
- ≡ Filter für das Wasserzufuhr, 10 mm Rohrdurchmesser
- ≡ M4x16 Torx Senkkopfschraube – für die Erdung
- ≡ Crimp-Ringkabelschuh



#### 4.3 IMPLEMENTIERUNG DER GERÄTSICHERHEIT

Jede Verbindung des Geräts muss überprüft und getestet werden. Möglicherweise ist zusätzlicher Aufwand erforderlich, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Befolgen Sie stets Bewährte Verfahren, wenden Sie lokale Regulierungsvorschriften und einen gesunden Menschenverstand an und befolgen Sie die Industriestandards für die Implementierung von Sicherheitssystemen und zum Risikomanagement bei der Produktion und Speicherung von Wasserstoff.

Gasführende Rohre müssen ordnungsgemäß an die entsprechenden Anschlüsse angeschlossen, vom Betreiber getestet und in getrennte sichere Bereiche geleitet werden. Wenn dies nicht möglich ist, muss der Betreiber eine andere sichere Lösung finden, z. B. die Verwendung eines Fackelkamins, einer Brennbbox oder einer erzwungenen Verdünnung. Bei der Zwangsverdünnung dürfen keine der verwendeten Komponenten die Gefahrstoffe entzünden.



**Gefahr! Das Gerät enthält explosive und leicht flüchtige Gase!**

<sup>6</sup> Nur bei bestimmten Versionen des EL4.1 ist ein Rückschlagventil im Lieferumfang enthalten und muss gemäß der Bedienungsanleitung installiert werden. Überprüfen Sie, ob die Installation für Ihr System erforderlich ist. Wenn Sie sich unsicher sind, wenden Sie sich bitte an den Enapter-Customer-Support.



Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, sicherzustellen, dass gute Ingenieurspraxis und gesunder Menschenverstand beim Betrieb des Geräts und der Benutzung gefährlicher Substanzen angewendet werden!

Der Betreiber muss sicherstellen, dass alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften in Bezug auf die sichere Handhabung der erzeugten Gase, die Geräuschemission, die Risikobewertungen, die Wartung, ein zufriedenstellendes Sicherheitskonzept und alle anderen relevanten Bereiche erfüllt werden.

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, alle Rohrleitungen regelmäßig zu überprüfen und zu warten.

### 4.3.1 SICHERHEITSBEREICHE RUND UM DIE O<sub>2</sub>-VENT UND DIE H<sub>2</sub>-VENT-LEITUNG

Generell gibt es zwei Möglichkeiten, einen sicheren Bereich zu definieren. Die Dimension dieses Bereichs hängt von mehreren Faktoren ab, darunter der Durchmesser und die Länge der Rohrleitungen, die zu ihm führen, die Konstruktion des Entlüftungsauslasses, die Austrittsgeschwindigkeit des Gases und die vorherrschenden Windbedingungen.

Vorzugsweise sollte der Betreiber folgendermaßen vorgehen:

1. Berechnen Sie den Sicherheitsbereich auf Grundlage der bereitgestellten Daten für jeden spezifischen Ausgang und wenden Sie Industriestandards an, wie z. B. die Befolgung des Gerätdesigns, des Sicherheitskonzepts und der Standortdokumentation.
  - ≡ EIGA Doc 211/17: Wasserstoff-Entlüftungssysteme für Kundenanwendungen
  - ≡ CGA G5.5: Wasserstoff-Entlüftungssysteme
  - ≡ EIGA Doc 154/16: Sichere Orte von Sauerstoff- und Inertgasschloten
  - ≡ ISO/TR 15916:2015: Grundlegende Überlegungen zur Sicherheit von Wasserstoffsystemen
2. Oder folgen Sie den Empfehlungen von Enapter für Systeme, die aus bis zu zehn (acht<sup>7</sup>) Elektrolyseuren und zwei Trocknern bestehen. Der Sicherheitsbereich ist zylindrisch und hat eine Höhe von 10 Metern und einen Radius von 5 Metern. Beachten Sie, dass sich dieser Bereich je nach Ausführung der Entlüftungsleitung und der Austrittsgeschwindigkeit auch um mindestens 1 Meter in Richtung Boden erstreckt. Platzieren Sie den O<sub>2</sub>-VENT Auslass niemals in der Nähe des H<sub>2</sub>-Vent Auslasses oder des H<sub>2</sub>-OUT Auslasses, um die Explosionsgefahr zu minimieren. Lassen Sie zwischen den Gasauslässen mindestens 3 Meter Abstand.

## 4.4 VEREINFACHTES PROZESSFLUSSDIAGRAMM (PFD)

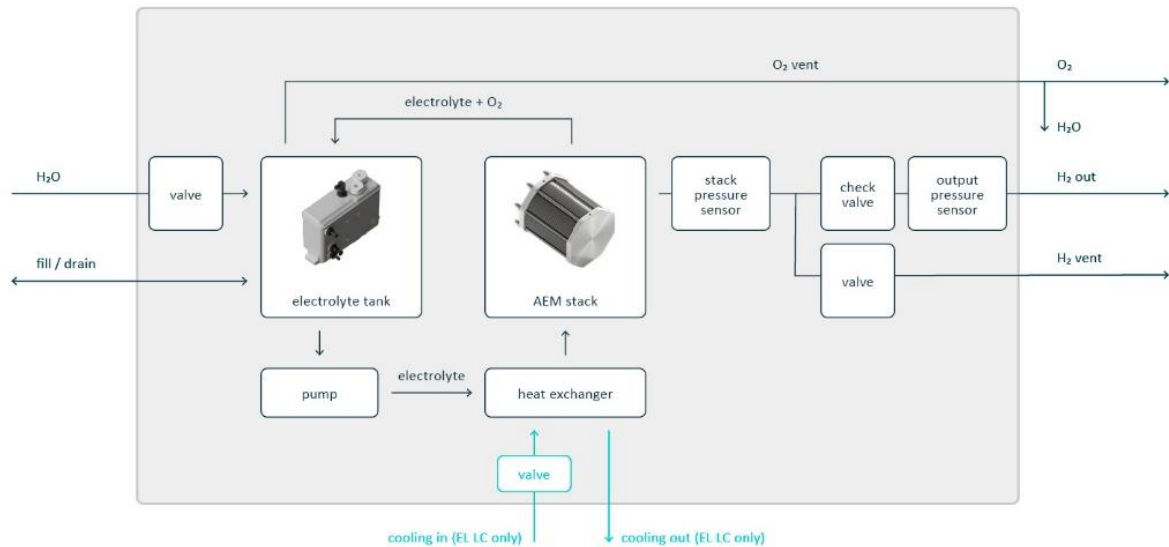
Das folgende Diagramm zeigt die internen Komponenten des Geräts sowie die Interaktion mit dem Enapter-Trockner und dem Enapter-Wassertank. Es ist auch [hier verfügbar](#). Bitte beachten Sie, dass dieses Diagramm vereinfacht wurde und nicht alle Komponenten

---

<sup>7</sup> Nur ETL-zertifizierte Elektrolyseur-Versionen



enthält, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen und gleichzeitig das geistige Eigentum von Enapter zu schützen.



PFD der EL4.1

## 4.5 ANLEITUNG ZUM ANSCHLIESSEN VON EDELSTAHLROHREN

Befestigen Sie zuerst alle Rohre, bevor Sie mit der Wasserstoffproduktion beginnen.

Für die Edelstahlanschlüsse werden Rohrverschraubungen mit einem Außendurchmesser von mindestens 1/4" für die H<sub>2</sub>-Rohre und einem Außendurchmesser von mindestens 3/8" für das O<sub>2</sub>-Rohr benötigt. Die Buchsen, die gemäß dieser Anleitung angeschlossen werden sollen, sind auf der Vorderseite des Gerätes mit "H<sub>2</sub> OUT" und "H<sub>2</sub> VENT" sowie "O<sub>2</sub> VENT" gekennzeichnet.

Befolgen Sie die Anweisungen des Armaturenherstellers sorgfältig, um leckdichte Verbindungen zu installieren. Schneiden Sie die Rohre senkrecht auf die gewünschte Länge. Achten Sie darauf, dass die Rohre bei der Installation nicht unter Spannung stehen. Stellen Sie sicher, dass das Rohr frei von Kerben ist, der Schnitt senkrecht über das Rohr verläuft und keine scharfen Kanten vorhanden sind. Reinigen und spülen Sie die Rohre ordnungsgemäß, insbesondere wenn sie mit Staub, Schmutz oder Spänen in Kontakt gekommen sind. Stellen Sie sicher, dass die Rohre vor und während der Installation nicht mit Öl oder anderen Flüssigkeiten in Berührung kommen. Verunreinigungen in den Rohren können das Gerät und die angeschlossenen Komponenten beschädigen.

Überprüfen Sie immer jede Verbindung auf Undichtigkeiten! Metall-Metall-Verschraubungen können verwendet werden, aber eine erneute Montage wird aufgrund möglicher Leckagen nicht empfohlen. Weitere Informationen finden Sie beim jeweiligen Hersteller. [Appendix I unten](#)



#### 4.5.1 ANLEITUNG ZUM ANSCHLUSS AN DEN WASSERSTOFFAUSLASS (H<sub>2</sub> OUT)

Verbinden Sie den H<sub>2</sub>-Ausgang, der sich unten links auf der Frontplatte befindet, mit einem Wasserstoffspeicher oder dem Enapter-Trockner. Es wird empfohlen, ein Absperrventil zwischen dem Tank und dem Trockner anzubringen, um jeden Gerätestrang während der Wartung einzeln isolieren zu können.

Mehrere Elektrolyseure können an eine gemeinsame Leitung angeschlossen werden, indem die Elektrolyseure in einem 19"-Schrank (Rack) über eine gemeinsame Ausgangsleitung links von den Geräten kombiniert und diese H<sub>2</sub>-Leitung dann mit den Leitungen anderer Racks verbunden wird. Es ist erforderlich, die Rohrdurchmesser an die maximale Durchflussmenge anzupassen.



*Drei EL4.1 mit gemeinsamem H<sub>2</sub> OUT, die an einen DR2.1 angeschlossen sind*



*Details*



### **Gefahr! Explosive Gase in Druckrohren!**

Alle Verbindungen unter Druck müssen sorgfältig überprüft und auf Dichtheit überprüft werden, andernfalls steigt die Explosionsgefahr erheblich.

Stellen Sie sicher, dass alle unter Druck stehenden Rohrleitungen sauber und frei von Spänen, Blockaden und anderen Partikeln sind, da diese Verletzungen oder Sachschäden verursachen können – insbesondere bei einer schnellen Druckentlastung steigt die Gefahr einer Explosion durch Reibung und Zündung.

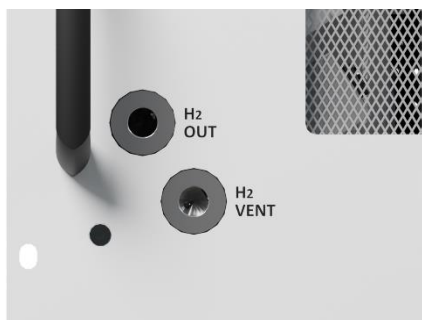
Eine Druckentlastungsvorrichtung muss zwischen dem H<sub>2</sub>-Ausgang und allen nachgeschalteten Geräten oder Wasserstoffspeichern installiert werden, um Überdruck zu verhindern und angeschlossene Geräte zu schützen.



Enapter haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Installation entstehen.

Achten Sie bei der Montage größerer Wasserstoffsysteme mit mehreren Geräten darauf, dass die nachgeschalteten Rohrleitungen die richtige Dimensionierung haben. Unterdimensionierte Rohrleitungen können den Durchfluss einschränken und Gefahren verursachen. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, geeignete Rohrleitungen auszuwählen und sicherzustellen, dass das gesamte Auslasssystem allen relevanten lokalen Richtlinien, Regeln, Gesetzen und Vorschriften entspricht - insbesondere in Bezug auf Gashandhabung, Geräuschemissionen, Risikobewertung, Wartung und Sicherheit. Alle Rohrleitungen müssen regelmäßig vom Betreiber überprüft und gewartet werden. Bei Fragen zur Rohrleitungskonfiguration oder -installation wenden Sie sich bitte an den Enapter-Kunden-Support.

## 4.5.2 ANLEITUNG ZUM ANSCHLUSS DER WASSERSTOFFENTLÜFTUNG (H<sub>2</sub> VENT)



*H<sub>2</sub> OUT und H<sub>2</sub> VENT*

Verbinden Sie die H<sub>2</sub>-VENT Leitung, die sich unten links auf der Frontplatte befindet, mit Ihrer H<sub>2</sub>-VENT Buchse.

Während des Hochfahrens, nach dem Herunterfahren und alle 6 h (35 barg Version)/alle 1,5 h (8 barg Version) während des Betriebs entlüftet der Elektrolyseur und gibt innerhalb von 2 Sekunden bis zu 20 NL (35 barg Version)/5 NL (8 barg Version) Wasserstoff mit einem lauten Geräusch durch die VENT-Leitung ab. Bitte tragen Sie PSA-Gehörschutzstöpsel, wenn Sie sich in der Nähe

der Geräte befinden. Eine Entlüftung ist notwendig, um das aus dem Wasserstoff extrahierte Wasser abzulassen.

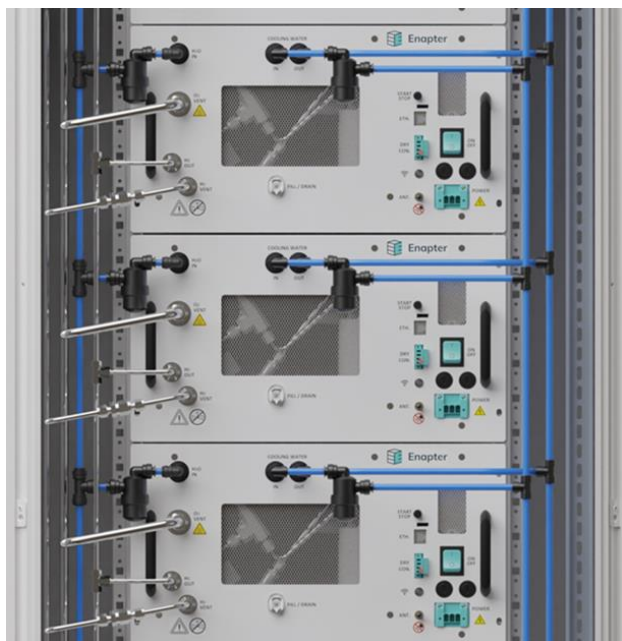
Der freigesetzte Wasserstoff stellt eine Explosionsgefahr dar – daher muss er in einen sicheren Bereich geleitet werden, in der Regel in einer Höhe von mindestens 3 m und fernab von Zündquellen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt 0

Sicherheitsbereiche rund um die O<sub>2</sub>-VENT und die H<sub>2</sub>-. Wenn dies nicht möglich ist, wenden Sie sich bitte an den Enapter-Kunden-Support, da die Entlüftung dann anders



erfolgen muss, z. B. durch die Verwendung eines Fackelkamins, einer Brennbbox oder einer erzwungenen Verdünnung.

Seit Mai 2025 werden die meisten EL4.1-Geräte mit einem integrierten Rückschlagventil ausgeliefert. Bei Geräten, die vor diesem Datum geliefert wurden, oder bei 8-bar-Versionen ist ein Rückschlagventil<sup>8</sup> in der Verpackung enthalten, das hinter dem VENT-Ausgang des Elektrolyseurs installiert und bei Defekt ausgetauscht werden muss. Bitte wenden Sie sich an den Enapter-Kunden-Support, wenn Sie sich nicht sicher sind, ob Ihr Gerät über ein integriertes Rückschlagventil verfügt oder nicht.



Drei EL4.1 und ein DR2.1 mit gemeinsamem H<sub>2</sub> VENT



Details

#### **Gefahr! Explosionsgefahr!**

Mischen Sie niemals den Ausgang der H<sub>2</sub>-VENT Leitung mit dem Ausgang der O<sub>2</sub>-VENT Leitung.

Die H<sub>2</sub> VENT Leitung kann mit der H<sub>2</sub>-VENT Leitung des Enapter DR2.1 kombiniert werden, indem das mitgelieferte Rückschlagventil<sup>9</sup> hinter dem H<sub>2</sub>-VENT Anschluss des Elektrolyseurs verwendet wird.



Stellen Sie sicher, dass die Leitung immer offen zur Atmosphäre bleibt und dass innerhalb der Leitung kein Druckaufbau von mehr als 0,2 barg auftritt. Die Leitung muss jederzeit zur Atmosphäre hin offenbleiben. Die Nichtbeachtung kann zu dauerhaften Schäden am Gerät führen.

Die Entlüftungsleitung enthält sowohl Wasserdampf als auch flüssiges Wasser, das Gefrieren und die Leitung verstopfen kann. Die Rohrleitungen jedes Geräts – und alle gemeinsamen Rohrleitungen mehrerer Geräte – müssen richtig dimensioniert und unter Verwendung bewährter technischer

<sup>8</sup> Nur bei bestimmten Versionen der EL4.1 ist das Rückschlagventil im Lieferumfang enthalten und muss gemäß der Bedienungsanleitung installiert werden. Überprüfen Sie, ob die Installation Ihres Systems erforderlich ist. Wenn Sie sich unsicher sind, wenden Sie sich bitte an den Enapter-Support.



Verfahren entworfen werden. Es muss ein geeignetes Entwässerungssystem implementiert werden, das eine sichere Ableitung des Kondensats ermöglicht und gleichzeitig einen ungehinderten, bidirektionalen Gasaustausch gewährleistet.

Der Betreiber muss sicherstellen, dass der Auslass alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften in Bezug auf die sichere Verteilung des abgelassenen Gases, die Geräuschemission, die Risikobewertungen, die Wartung, ein zufriedenstellendes Sicherheitskonzept und alle anderen relevanten Bereiche erfüllt.

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, alle Rohrleitungen regelmäßig zu überprüfen und zu warten.

Enapter ist nicht verantwortlich für Schäden, die am Gerät durch unsachgemäß verwaltete Rohrleitungsanordnungen verursacht werden.

Wichtig: Verwenden Sie beim Anschließen von Rohren an Anschlüsse mit der Bezeichnung "VENT" immer Rohrleitungen, Anschlüsse und Dichtstoffe, die H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, KOH und druckresistent sind.

Foot note is missing

#### 4.5.3 ANLEITUNG ZUM ANSCHLUSS DER SAUERSTOFFENTLÜFTUNG (O<sub>2</sub> VENT)

Verbinden Sie die O<sub>2</sub>-VENT Leitung, die sich oben links auf der Frontplatte befindet, mit Ihrer O<sub>2</sub>-VENT Buchse.



EL4.1H<sub>2</sub>O IN und O<sub>2</sub> VENT

Die O<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung erfordert das anspruchsvollste Leitungsmanagement. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt sorgfältig durch. Die Sauerstoffentlüftungsleitung transportiert etwa 0,25 Nm<sup>3</sup>/h Sauerstoff bei bis zu 58 °C aus dem Elektrolyseur. Der Wasserstoffanteil im Sauerstoffausgang liegt im Normalbetrieb bei unter 3%, für Produktionsraten von 60% bis 100%, und bei bis zu 30 barg (zu Beginn der Lebensdauer). Unter transienten Bedingungen (z. B. beim Hoch- und Runterfahren) und im Falle eines Stackfehlers ist mit einem brennbaren Gemisch zu rechnen und dieses entsprechend zu handhaben (Entlüftung in einen sicheren Bereich ohne Zündquellen am/um das Entlüftungssystem herum).



**Gefahr! Explosionsgefahr!**

- ≡ Mischen Sie niemals den Ausgang der Wasserstoff (H<sub>2</sub>)-VENT Leitung mit dem Ausgang der Sauerstoff (O<sub>2</sub>)-VENT Leitung.
- ≡ Kombinieren Sie die O<sub>2</sub>-VENT Leitung eines EL 4.1-Geräts nicht mit der O<sub>2</sub>-VENT Leitung eines EL 4.0. Die O<sub>2</sub>-VENT Leitung des EL 4.0 setzt heiße Gase frei.

Stellen Sie sicher, dass kein Über- oder Unterdruck von mehr als  $\pm 0,1$  barg in der VENT-Leitung auftritt. Die Leitung muss jederzeit zur Atmosphäre hin offenbleiben. Die Nichtbeachtung kann zu dauerhaften Schäden am Gerät führen.



Die Entlüftungsleitung enthält sowohl Wasserdampf als auch flüssiges Wasser, das Gefrieren und die Leitung verstopfen kann. Die Rohrleitungen jedes Geräts – und alle gemeinsamen (gemeinsamen) Rohrleitungen mehrerer Geräte – müssen richtig dimensioniert und unter Verwendung bewährter technischer Verfahren entworfen werden. Es muss ein geeignetes Entwässerungssystem implementiert werden, das eine sichere Ableitung des Kondensats ermöglicht und gleichzeitig einen ungehinderten, bidirektionalen Gasaustausch gewährleistet.

Der Betreiber muss sicherstellen, dass der Auslass alle relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften in Bezug auf die sichere Verteilung des abgelassenen Gases, die Geräuschemission, die Risikobewertungen, die Wartung, ein zufriedenstellendes Sicherheitskonzept und alle anderen relevanten Bereiche erfüllt.

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, alle Rohrleitungen regelmäßig zu überprüfen und zu warten.

Enapter ist nicht verantwortlich für Schäden, die am Gerät durch unsachgemäß verwaltete Rohrleitungsanordnungen verursacht werden.

Wichtig: Verwenden Sie beim Anschließen von Rohren an Anschlüsse mit der Bezeichnung "VENT" immer Rohrleitungen, Anschlüsse und Dichtstoffe, die H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, KOH und druckresistent sind.

Der Sauerstoffauslass muss zu einem sicheren Bereich mit entsprechender Belüftung führen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt

Sicherheitsbereiche rund um die O<sub>2</sub>-VENT und die H<sub>2</sub>-. Das Wasser aus dem Wasserablaufsystem muss gemäß allen relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften abgelassen werden, da es im Falle einer Überfüllung KOH enthalten kann.

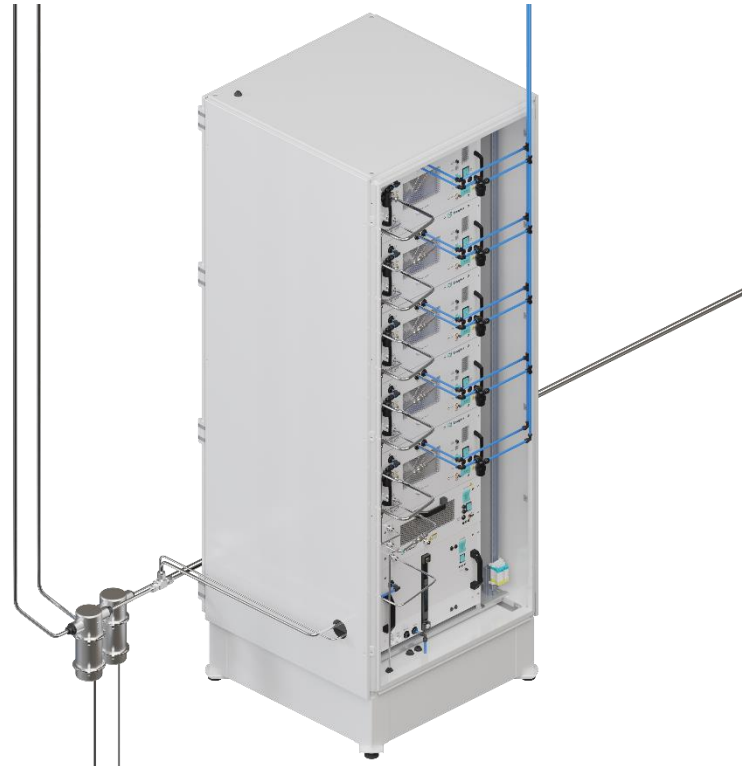
Wir empfehlen, die gasförmigen Ausgänge aus dem Sauerstoffauslass in einen sicheren Bereich zu führen, der im Abschnitt "Implementierung der Gerätsicherheit" beschrieben wird. Wenn dies nicht möglich ist, wenden Sie sich bitte an den Enapter-Kunden-Support, da die Entlüftung dann anders erfolgen muss, z. B. durch die Verwendung eines Fackelkamins, einer Brennbbox oder einer erzwungenen Verdünnung.



Drei EL4.1 und ein DR2.1 mit gemeinsamem O<sub>2</sub> VENT



Details



Beispiel für eine O<sub>2</sub>-Entlüftungsleitung mit Wasserabscheider



**Warnung! Explosionsgefahr!**

Die gasförmigen Austritte aus dem Sauerstoff- und dem Wasserstoffauslass müssen getrennt werden. Durch das Mischen dieser Ausgänge entsteht eine explosionsfähige Atmosphäre.

## 4.6 ANLEITUNG ZUM VERBINDEN VON KUNSTSTOFFFROHREN

Das Gerät verwendet einfache Steckverbindungen, sodass Kunststoffschläuche schnell und einfach installiert werden können, ohne dass zusätzliches Werkzeug erforderlich ist.

Um ein versehentliches Trennen während des Betriebs zu verhindern, insbesondere an den H<sub>2</sub>O- und Flüssigkeitskühlkreisläufen, die sich auf der Vorderseite der Elektrolyseure befinden, wird dringend empfohlen, Befestigungsclips zu verwenden.



1. Befolgen Sie die Anweisungen des Armaturenherstellers sorgfältig, um leckdichte Verbindungen zu installieren. Schneiden Sie die Rohre senkrecht auf die gewünschte Länge. Achten Sie darauf, dass die Rohre bei der Installation nicht unter Spannung stehen. Stellen Sie sicher, dass das Rohr frei von Kerben ist, der Schnitt senkrecht über das Rohr verläuft und keine scharfen Kanten vorhanden sind. Reinigen und spülen Sie



die Rohre ordnungsgemäß, insbesondere wenn sie mit Staub, Schmutz oder Spänen in Kontakt gekommen sind. Stellen Sie sicher, dass die Rohre vor und während der Installation nicht mit Öl oder anderen Flüssigkeiten in Berührung kommen. Verunreinigungen in den Rohren können das Gerät und die angeschlossenen Komponenten beschädigen. Der eingesetzte Rohrdurchmesser muss mit dem Formstück übereinstimmen.

2. Ziehen Sie am Schlauch, um zu überprüfen, ob er fest an Ort und Stelle sitzt, und sichern Sie dann die Verbindung, indem Sie einen roten Befestigungsclip einführen.
3. Stellen Sie vor dem Trennen sicher, dass die Leitung drucklos ist. Entfernen Sie dann den roten Befestigungsclip und drücken Sie die Spannzange gegen die Buchse, während Sie gleichzeitig die Leitung in die Armatur schieben. Halten Sie die Spannzange in dieser Position und ziehen Sie die Leitung mit einer sanften Bewegung aus der Buchse.

#### 4.6.1 ANLEITUNG ZUM ANSCHLUSS DES WASSEREINLASSES (H<sub>2</sub>O IN)



Bei dem Wassereinlassverbinder handelt es sich um ein Steckschott für einen Rohraußendurchmesser von 10 mm. Diese Einlassöffnung wird für das automatische Nachfüllen von demineralisiertem Wasser aus einer Druckquelle verwendet.

EL4.1 H<sub>2</sub>O IN und O<sub>2</sub> VENT

##### **Vorsicht! Überdruck kann das Gerät beschädigen!**

Stellen Sie sicher, dass der Wasserdruck an der Eingangsleitung nie den maximal zulässigen Druck überschreitet. Dies kann zu irreparablen Schäden am Gerät führen und zu Leckagen führen. Enapter ist nicht verantwortlich für Schäden oder Verletzungen, die durch den Missbrauch des Geräts entstehen.

##### **Vorsicht! Unzureichende Wasserqualität schadet dem Gerät!**

Stellen Sie sicher, dass die Wasserqualität ausreichend gut ist. Wasser mit einer hohen Leitfähigkeit beschädigt den Stack irreparabel. Gleiches gilt für Partikel und Ablagerungen im demineralisierten Wasser. Es wird empfohlen, einen Filter am Wassereinlass des Gerätes (im Lieferumfang enthalten) zu installieren und regelmäßig zu überprüfen, um sicherzustellen, dass das Wasser frei von Partikeln ist. Dieser Filter hat keinen Einfluss auf die Leitfähigkeit und kann nicht als Ersatz für das Wasseraufbereitungssystem verwendet werden.



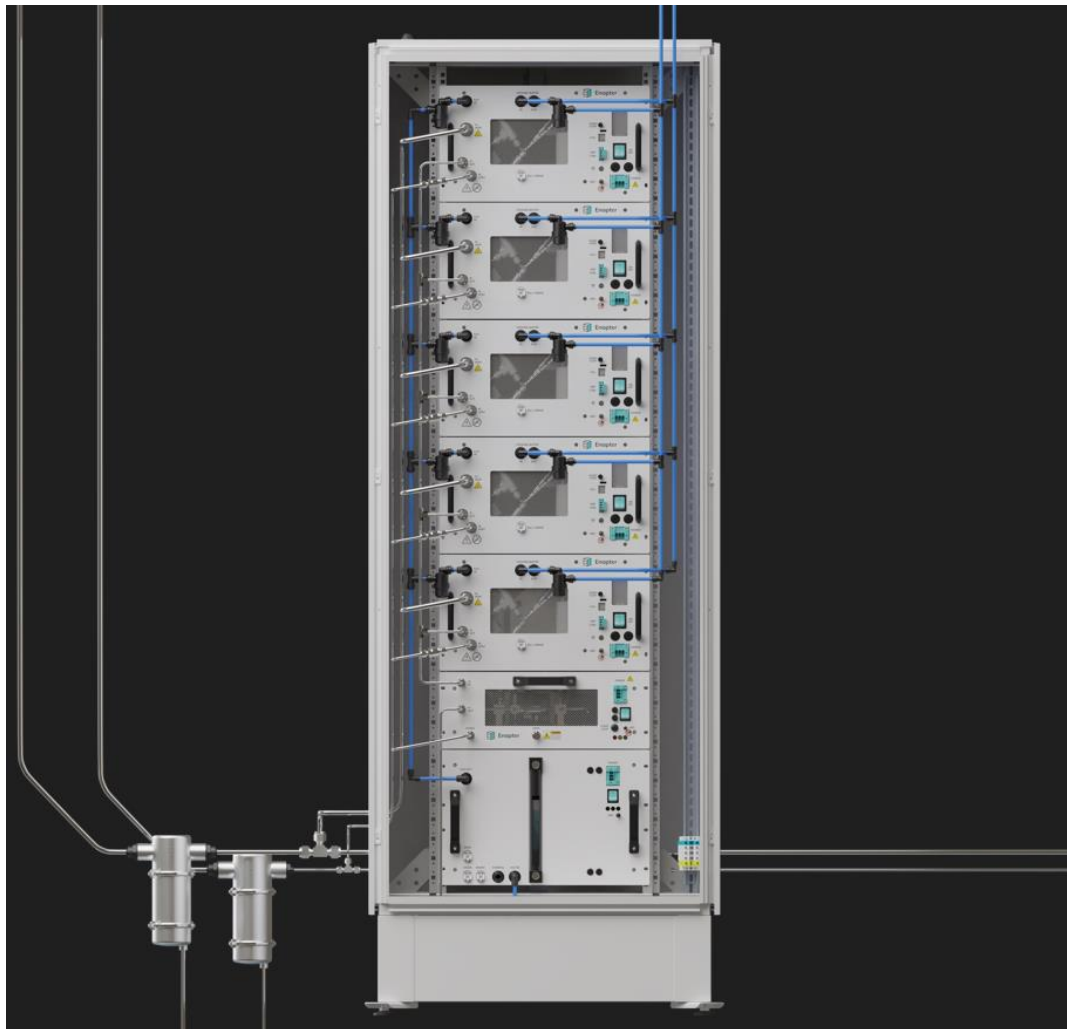
Stellen Sie sicher, dass die Leitfähigkeit immer so gering wie möglich ist. Andernfalls wechseln Sie sofort die Kartuschen des Wasseraufbereitungssystems.

Um die Anzahl der erforderlichen Elektrolytwechsel zu minimieren, befolgen Sie bitte die Empfehlungen zur Wasserqualität im Kapitel 1.1 ASTM D1193-06 Typ I oder II, mit einem Säuregehalt <0,1 meq/L, oder halten Sie sich an die Mindestsystemspezifikationen für Leitfähigkeit und Säuregehalt.



Wenn ein Gerät durch die Verwendung von Wasser mit zu hoher Leitfähigkeit und/oder Schmutz beschädigt wird, ist Enapter nicht verantwortlich für verursachte Schäden.

Spülen Sie alle Wasserleitungen mit demineralisiertem Wasser, bevor Sie das Gerät anschließen, um sicherzustellen, dass sich keine Ablagerungen in den Leitungen befinden. Schließen Sie dann Ihre Wasserversorgung an den "H<sub>2</sub>O IN"-Anschluss an, der sich oben links auf der Frontplatte befindet. Installieren Sie den Filter, der im Lieferumfang enthalten ist, in der Nähe des "H<sub>2</sub>O IN"-Anschlusses, um das Eindringen von Schmutz in das Gerät zu vermeiden.



EL4.1 alle Rohre angeschlossen

Nach dem ersten 4.11.3 Elektrolyt-Befüllung (Befüllen des Gerätes mit der Elektrolytlösung) verbraucht das Gerät während des Betriebs Wasser von ca. 0,42 l/h. Das

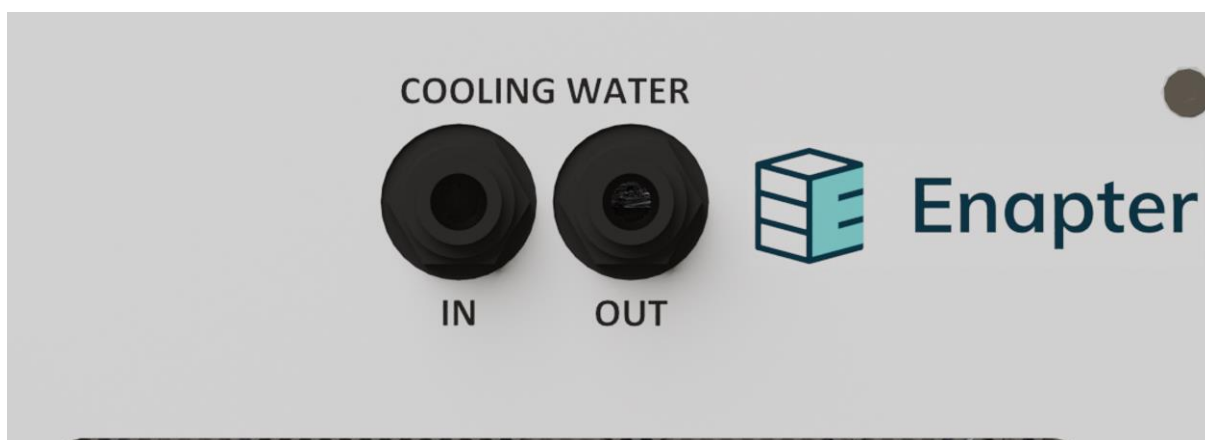


Nachfüllen passiert automatisch über den "H<sub>2</sub>O IN"-Anschluss. Dies geschieht periodisch während des Betriebs und direkt nach dem Herunterfahren.

#### 4.6.2 ANLEITUNG ZUM ANSCHLUSS DES KÜHLKREISLAUFS (COOLING IN/OUT)

Für den Anschluss des Kühlkreislafs des flüssigkeitsgekühlten Elektrolyseurs beachten Sie bitte die folgenden Anweisungen. Bei luftgekühlten Geräten ist dieser Abschnitt nicht relevant.

Spülen Sie alle Wasserleitungen mit sauberem Wasser, bevor Sie das Gerät anschließen, um sicherzustellen, dass sich keine Ablagerungen in den Leitungen befinden. Verwenden Sie nur Komponenten und Materialien, die mit dem verwendeten Kühlmittel und mit Temperaturen bis zu 60 °C kompatibel sind.



*EL LC COOLING IN und OUT*

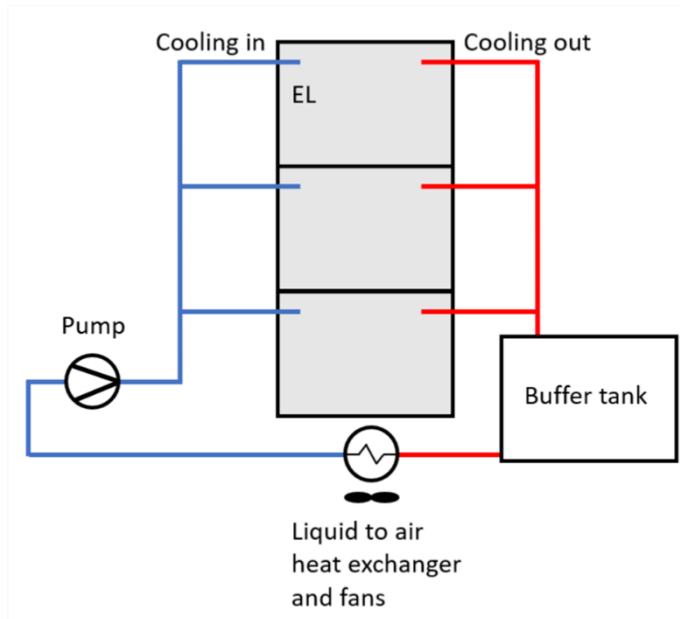
Für die Kühlung des Gerätes empfiehlt Enapter, einen geschlossenen Kühlkreislauf mit Wasser oder einem Wasserglykollgemisch als Kühlmittel einzurichten. Das Kühlmittel muss mit allen in den Kühlkreislaufleitungen verwendeten Materialien (sowie Edelstahl 1.4301, LLDPE, POM und EPDM) verträglich sein, frei von Partikeln sein und bis zu 60 °C einsetzbar sein. Um die Zuverlässigkeit des Geräts weiter zu erhöhen, installieren Sie den von Enapter gelieferten Filter am Einlass der Kühlleitung des Geräts. Wenn das Kühlmittel nicht mehr die erforderlichen physikalischen und chemischen Anforderungen erfüllt, verdünnt ist oder eine andere Form des Abbaus aufweist, muss es ausgetauscht werden. An einem externen Wärmetauscher kann die Abwärme entweder zur weiteren Nutzung auf ein anderes Medium übertragen oder durch ein Gebläse an die Umgebungsluft abgegeben werden. Für die Umwälzung des Kühlmittels wird eine externe Pumpe benötigt. Bitte beachten Sie, dass sich das stromlos geschlossene Ventil im Inneren des Gerätes nur öffnet, wenn eine Kühlung erforderlich ist.

Bei den Verbindern "COOLING IN" und "COOLING OUT" handelt es sich um Steckschotten für einen Rohraußendurchmesser von 10 mm.

Verbinden Sie die Anschlüsse oben an der Frontplatte mit Ihrem Kühlkreislauf. Bei der Integration mehrerer Elektrolyseure in denselben Kühlkreislauf müssen diese parallel



geschaltet werden, um eine gleichbleibende Kühlleistung zu gewährleisten. Enapter empfiehlt, nicht mehr als fünf Elektrolyseure an eine einzige Kühlmittelzufuhrleitung anzuschließen, um übermäßige Druckabfälle zu vermeiden und einen ausgeglichenen Wasserfluss über alle Einheiten aufrechtzuerhalten. Bei größeren Anlagen sollten mehrere Kühlmittelzufuhrleitungen parallelgeschaltet werden, mit einer entsprechend dimensionierten Pumpe, um das Kühlmittel zirkulieren zu lassen. Jedes Gerät verfügt über eingebaute Durchflussbegrenzer (2 l/min), um die Verteilung der Kühlflüssigkeit auszugleichen, wenn mehrere Elektrolyseure parallelgeschaltet sind.



Schema des Kühlkreislaufs

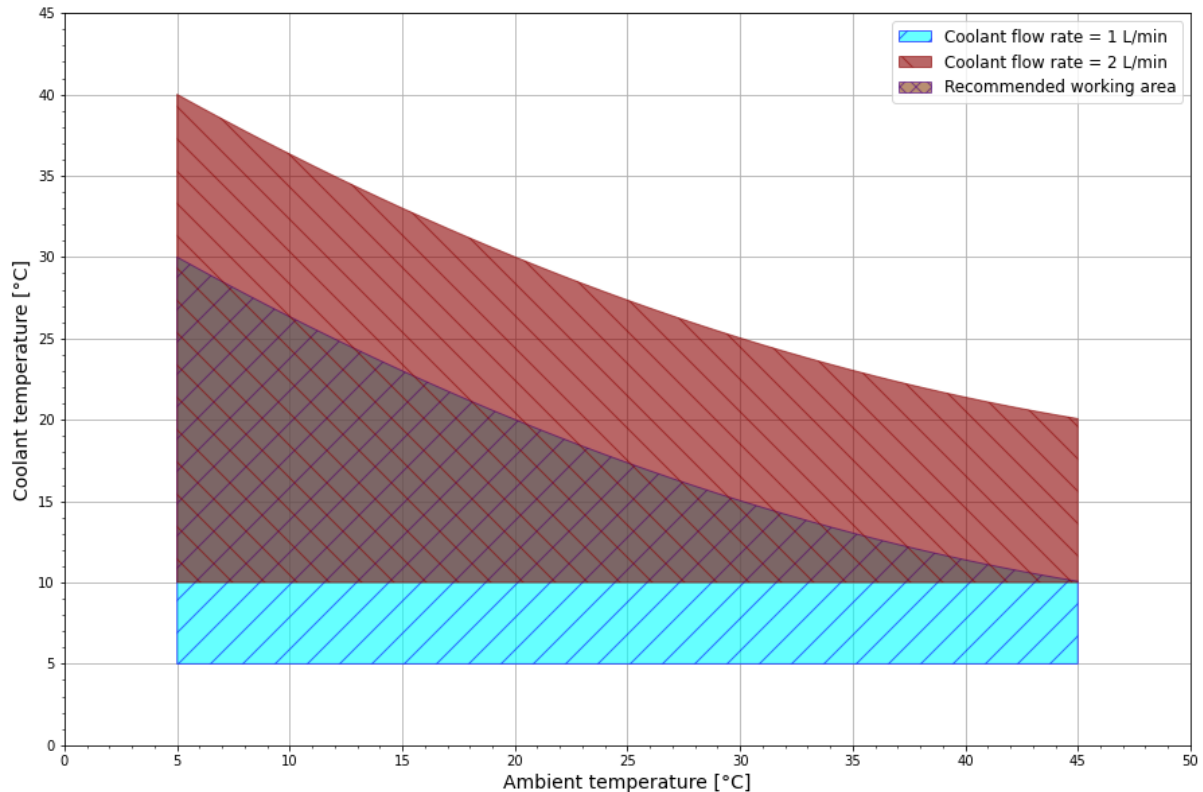
Es wird empfohlen, den Kühlkreislauf gemäß dem Schaltplan auf der linken Seite einzurichten. Die Rücklaufleitung (vom Anschluss "COOLING OUT") sollte an einen drucklosen Kühlmittelbehälter angeschlossen werden. Dies reduziert die Gegendruckbelastung des Ventils im Inneren des Geräts und verlängert seine Lebensdauer. Schließen Sie die Pumpe hinter dem externen Wärmetauscher an. Wenn sie tiefer als der Puffertank positioniert wird, kann die Schwerkraft genutzt werden, um die Pumpe mit Kühlmittel zu versorgen.



*EL LC mit Filter*

Der externe Wärmetauscher muss so dimensioniert sein, dass er bis zu 1000 W aus jedem an den Kühlkreislauf angeschlossenen Elektrolyseur extrahieren kann.

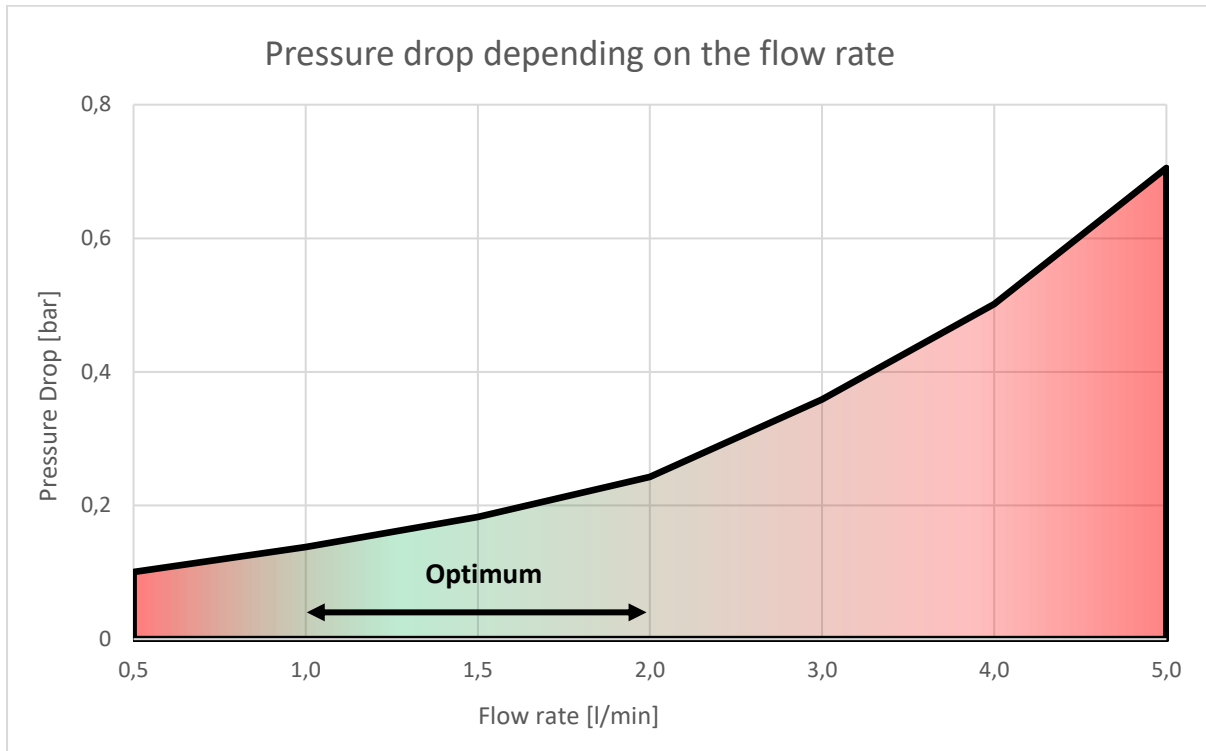
Die folgende Grafik zeigt den Betriebsbereich des Kühlkreislaufs in Bezug auf die zulässige Eintrittstemperatur des Kühlmittels und die Umgebungstemperatur in Abhängigkeit von der Durchflussmenge.



Mögliche Kühlmitteltemperaturen in Abhängigkeit von der Durchflussmenge und der Umgebungstemperatur.

Die x-Achse zeigt die Umgebungstemperatur, während die y-Achse die Kühlmitteltemperatur anzeigt. In der Grafik wird zwischen den folgenden drei Abschnitten unterschieden: Der obere rote zeigt die möglichen Arbeitsbedingungen, wenn der Kühlmitteldurchfluss bei den maximal zulässigen 2 l/min liegt; Der hellblaue Bereich zeigt stattdessen die möglichen Arbeitsbedingungen, wenn die Durchflussmenge auf dem minimal zulässigen Wert von 1 l/min liegt. Der Abschnitt zwischen den beiden Bereichen ist als empfohlener Arbeitsbereich definiert.

Die angegebenen Durchflussraten beziehen sich auf die momentane Durchflussrate pro Elektrolyseur. Der Kühlbetrieb der Geräte ist intermittierend, so dass die durchschnittliche Durchflussrate niedriger ist. Beachten Sie, dass diese Werte auf Wasser basieren. Bei der Verwendung eines anderen Kältemittels mit einer anderen Wärmekapazität muss die erforderliche Durchflussmenge entsprechend angepasst werden. Die verwendete Pumpe muss für den intermittierenden Betrieb geeignet sein und in der Lage sein, Druck gegen das stromlos geschlossene Ventil im Inneren des Gerätes aufzubauen. Die Pumpe muss richtig dimensioniert sein, um die erforderliche Durchflussmenge gegen den durch die Rohrleitungen und Elektrolyseure verursachten Druckabfall bereitzustellen. Die maximale Durchflussmenge durch ein Gerät wird durch einen Durchflussbegrenzer auf 2 l/min begrenzt. Der Druckabfall im Inneren des Geräts beträgt etwa 0,25 barg für Wasser und bis zu 0,35 barg für ein Glykol-Wasser-Gemisch bei 2 l/min. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, den Flüssig-Flüssig-/Flüssig-Luft-Wärmetauscher und die Kühlmittelpumpe richtig zu dimensionieren.



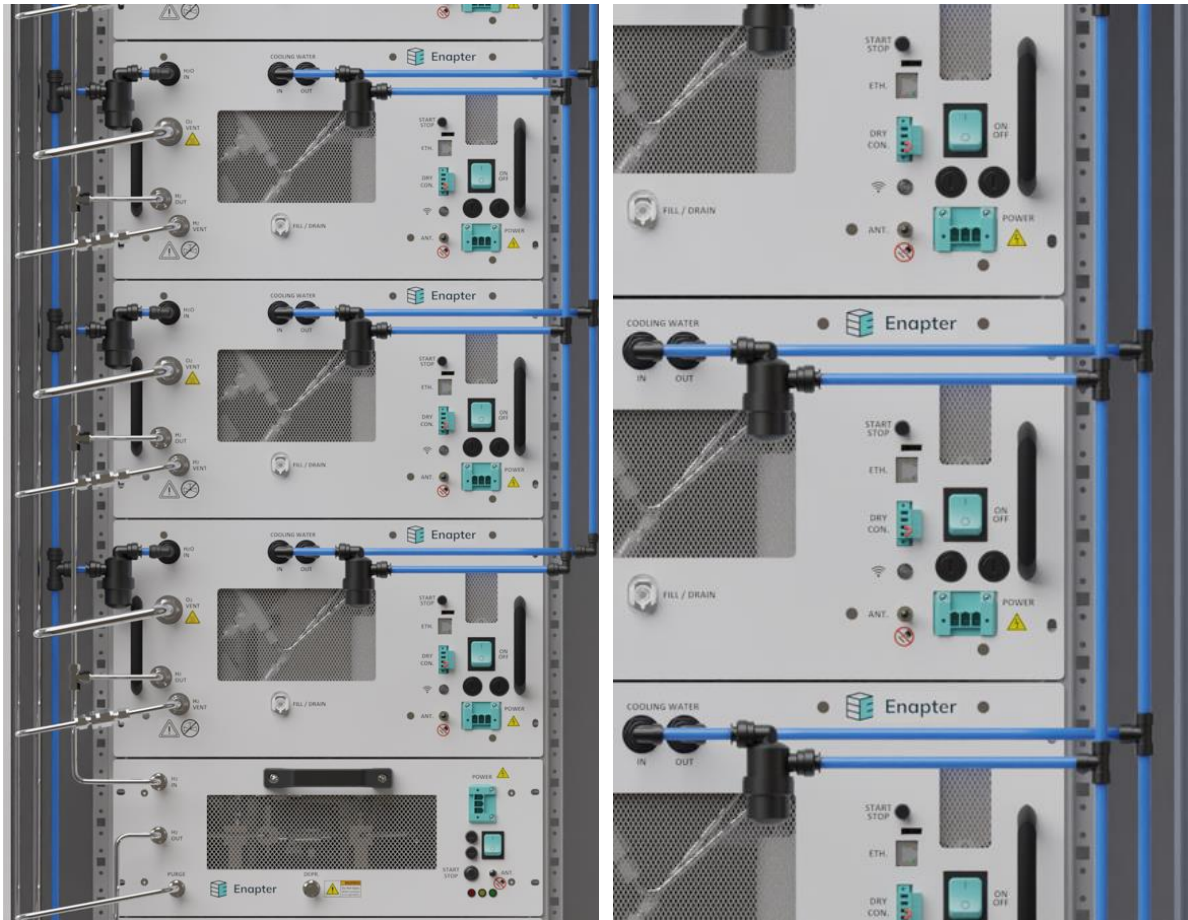
*Druckabfall in Abhängigkeit von der Durchflussmenge.*

Bitte beachten Sie, dass das Gerät mehr Wärme erzeugt, wenn es altert. Zu Beginn der Lebensdauer können maximal 600W pro Elektrolyseur aus dem Elektrolyten extrahiert werden. Am Ende der Lebensdauer steigt dieser Wert auf ca. 900 W pro Elektrolyseur an. Diese Abwärme kann mit bis zu 45 °C zur Verfügung stehen und dann für beliebige kundenspezifische Heizzwecke genutzt werden.



**Vorsicht! Verunreinigungen können das Gerät beschädigen!**

Stellen Sie sicher, dass der Kühlmitteldruck an der Eingangsleitung nie 4 bar übersteigt. Stellen Sie sicher, dass das Kühlmittel gefiltert und frei von Partikeln ist. Andernfalls kann das zu irreparablen Schäden am Gerät führen und zu erheblichen Leckagen führen. Enapter ist nicht verantwortlich für Schäden oder Verletzungen, die durch den Missbrauch von Enapter-Produkten entstehen. Stellen Sie sicher, dass die Kühlmittelpumpe mindestens die minimal erforderliche Durchflussmenge liefern kann. Ein Mangel an Kühlung kann zu irreparablen Schäden am Gerät führen.



Drei EL4.1 und ein DR2.1 mit gemeinsamen Kühlrohren

Details

## 4.7 LEITFADEN FÜR DEN ELEKTRISCHEN ANSCHLUSS (POWER)



**Warnung! Explosionsgefahr.** Stecken Sie den Netzstecker nur dann ein bzw. entfernen Sie den Netzstecker nur wenn der Bereich frei von entzündlichen Konzentrationen ist!

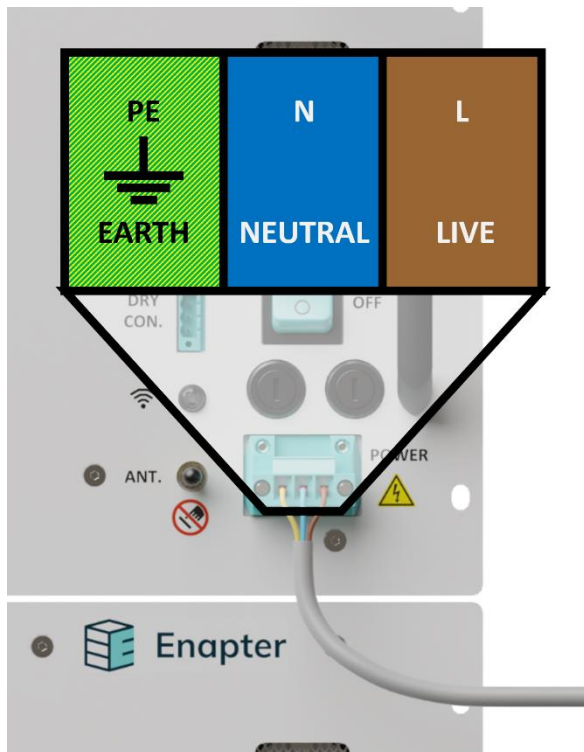
Schalten Sie das Gerät immer zuerst aus und lüften Sie den Raum vollständig, bevor Sie die Stromversorgung entfernen. Andernfalls kann es zu Funken kommen. Der Bereich muss stets frei von entzündlichen Konzentrationen sein.



**Warnung! Gefahr von Stromschlägen!**

Überprüfen Sie alle Kabelverbindungen, bevor Sie das Gerät mit Strom versorgen. Die Nichtbeachtung der folgenden Hinweise kann das Gerät beschädigen und zu gefährlichen Situationen im und um das Gerät führen! Stellen Sie sicher, dass der Stecker des Netzteils immer mit Schrauben an der Buchse befestigt ist, um ein versehentliches Entfernen des Steckers zu vermeiden.

**Fassen Sie die elektrischen Anschlüsse niemals mit nassen Händen an!**



EL4.1 Netzstecker in der AC-Version

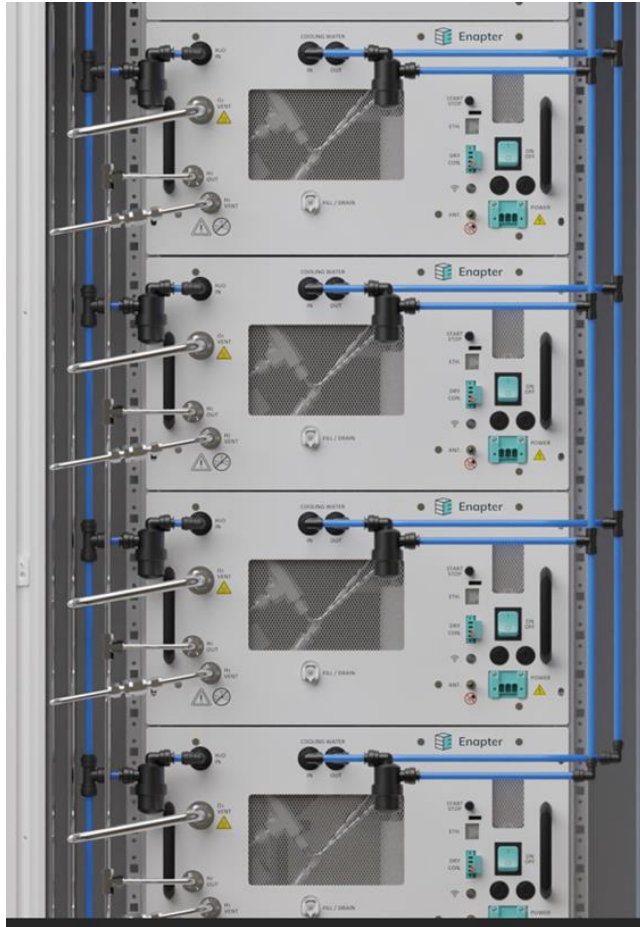
Befolgen Sie die einschlägigen Sicherheitsstandards und stellen Sie die Einhaltung aller relevanten lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften sicher. Stellen Sie sicher, dass der Stecker in der richtigen Ausrichtung verwendet wird, wie in der Abbildung gezeigt. Überschreiten Sie nicht die angegebene Spannung und Stromstärke (weitere Informationen finden Sie unter [Battery limits](#)). Enapter empfiehlt für alle Gerätevarianten den Einbau einer Schutzeinrichtung gegen Überlast und Kurzschluss an der Stromversorgungsleitung. Sie muss in Bezug auf den maximalen Stromverbrauch des Geräts und in Übereinstimmung mit allen lokalen und nationalen Sicherheitsanforderungen ausgewählt werden. Um die elektrische Sicherheit des

Geräts weiter zu erhöhen, wird empfohlen, ein SPD (Surge Protection Device) zu installieren, um das Gerät vor möglichen Überspannungen zu schützen, die durch Blitzeinschläge erzeugt werden, sowie einen Differentialschalter in geeigneter Größe für die Installation.

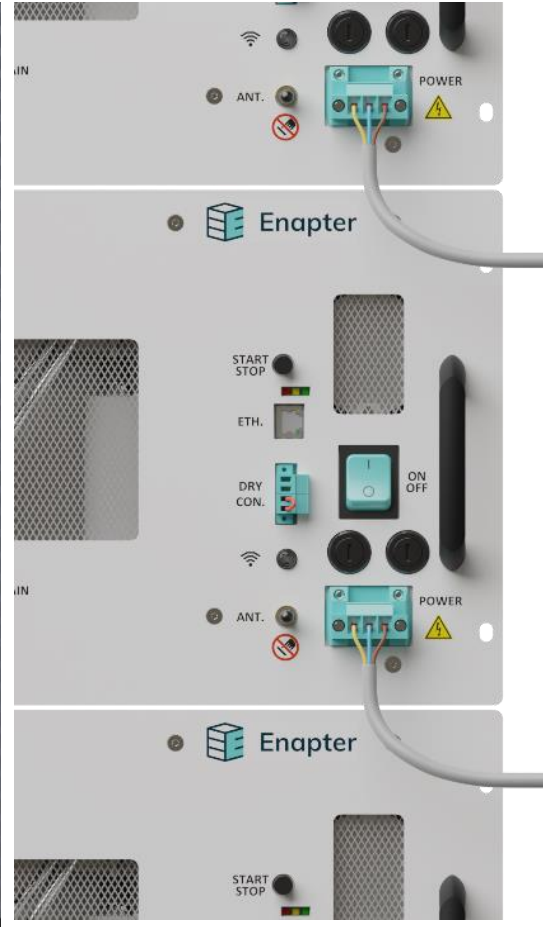
#### 4.7.1 AC-AUSFÜHRUNG

Schließen Sie das Gerät an die Steckdose mit der Bezeichnung "Power" an. Braun steht unter Spannung, Blau ist neutral und Gelb/Grün ist die Schutzleiterverbindung. Das Datenblatt des Netzteilsteckers finden Sie [hier](#). Weitere Informationen finden Sie in den [Battery limits](#). In den neuesten Versionen des Gerätes (AC-Modell) sind zwei thermische Überstromschalter an der Frontplatte montiert. Ältere Versionen verwenden zwei Sicherungen  $\varnothing 5 \times 20$  mm, die ausgetauscht werden müssen, wenn sie durchgebrannt sind.

Falls der Thermoschalter den Stromkreis öffnet, können Sie diesen manuell zurücksetzen, indem Sie die integrierte Taste drücken.



Drei EL4.1- und ein DR2.1-Netzteil



Details

## 4.8 ANLEITUNG FÜR DEN POTENTIALFREIEN KONTAKT (OPTIONAL) (DRY CON.)

Das Gerät verfügt über integrierte potentialfreie Kontaktsteckdosen, die durch z. B. einen Wasserstoffdetektor oder einen Not-Aus-Schalter den Stack stromlos schalten können und somit die Wasserstoffproduktion unterbrechen. Es wird empfohlen, diesen Not-Aus-Schalter in der Nähe der Geräte zu platzieren, damit erkennbar ist, dass er das Gerät stoppt, aber nicht so, dass er schwer zu erreichen ist oder von anderen Geräten oder Komponenten blockiert wird. Wenn keine „Dry-Con-Chain“ integriert werden muss, springen Sie bitte zum Abschnitt weiter unten.

Die Kabel des Eingangs und des Ausgangs (nicht Teil des Lieferumfangs) sollten in einem abgeschirmten und geerdeten Kabel verlaufen (Details siehe unten) <7>. Der mit dem Gerät mitgelieferte Ferrit sollte so nah wie möglich an der Ausgangsverbindung (oberer Steckplatz) mit einer doppelten Windung platziert werden, wie im Bild gezeigt.

Verbinden Sie den Stecker der potentialfreien Kontaktkette mit der Buchse am Elektrolyseur, die mit "DRY CON" gekennzeichnet ist. Die potentialfreie Kontaktkette ist während des normalen Betriebs geschlossen und öffnet im Notfall. Das bedeutet, dass eine externe Sicherheitseinrichtung (üblicherweise ein Wasserstoffdetektor) im

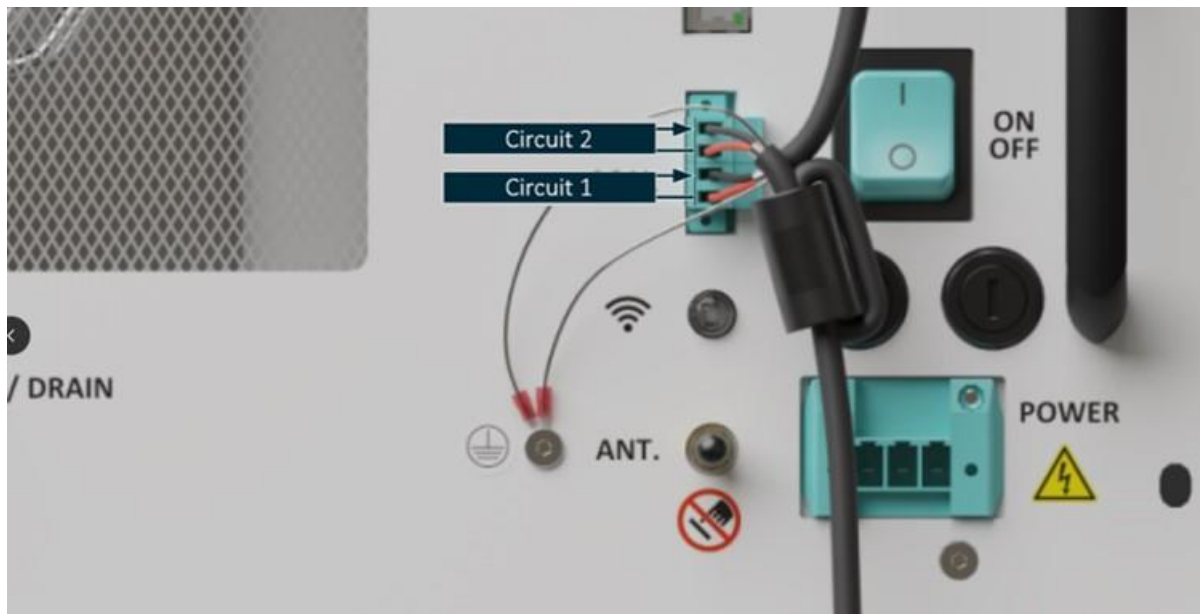


fehlerfreien Zustand einen "geschlossenen Regelkreis" und im Falle einer Warnung oder eines Fehlers einen "offenen Regelkreis" auslösen sollte.

Die Regel sollte folgendermaßen ausschauen:

Externe Sicherheitseinrichtung angeschaltet -> interne Kontakte offen -> DRY CON. geschlossen -> Normalzustand

Externe Sicherheitseinrichtung ausgeschaltet -> interne Kontakte offen -> DRY CON. offen -> Alarm ausgelöst und Wasserstoffproduktion gestoppt. <7>



DRY CON-Verbindung

Die Pins sind, von oben nach unten, S2, COM2, S1, COM1. Dadurch kann das Gerät nicht nur ein potentialfreies Kontaktsignal empfangen, sondern dieses Signal auch an das nächste Enapter-Gerät weitergeben. Der Betreiber kann mehrere Enapter-Geräte zu einer Kette in Reihe schalten, solange die Leitungslänge 4 m nicht überschreitet. Verbinden Sie dazu einen potentialfreien Kontaktkreis mit dem speziell mitgelieferten Stecker mit Stromkreis 1 (wie im Bild gezeigt). Wenn der Stromkreis unterbrochen wird (d. h. der potentialfreie Kontakt geöffnet wird), geht das Gerät sofort in einen fatalen Fehler (fatal Error) über, stoppt die Wasserstoffproduktion und gibt den geräteinternen Wasserstoff über die H<sub>2</sub>-Vent Leitung ab.



**Vorsicht! Das potentialfreie Kontaktsignal unterbricht nicht die Stromversorgung des gesamten Geräts!**

Wenn der DRY CON ausgelöst wird, unterbricht er die Stromversorgung des Stacks, aber nicht des gesamten Geräts. Das bedeutet, dass die Wasserstoffproduktion unterbrochen wird, das Gerät aber weiterläuft.

Wenn ein Elektrolyseur als Teil der DRY CON Kette abgeschaltet wird, wird dadurch die Kette unterbrochen und das Not-Aus-Signal wird nicht an die nachgeschalteten Geräte übertragen. D.h. die DRY CON Schaltung funktioniert



nur ordnungsgemäß, wenn alle Elektrolyseure innerhalb der DRY CON Kette eingeschaltet sind.

Um die potentialfreie DRY CON-Kette zu installieren, verbinden Sie die beiden freien Kontakte (Stromkreis 2) mit dem Stromkreis 1 des nächstgelegenen Enapter-Geräts. Wenn ein externes Gerät den Trockenkontakt auslöst, stoppt jeder in der Kette angeschlossene Elektrolyseur gleichzeitig die Wasserstoffproduktion. Wenn ein Gerät in der Kette ausgeschaltet ist, muss es vom Kreislauf isoliert werden, damit die anderen eingeschalteten Geräte weiterhin unter dem Daisy-Chain-Sicherheitssystem betrieben werden können.

Hinweis: Ein ausgeschalteter Elektrolyseur, der noch mit der Daisy Chain verbunden ist, unterbricht die Sicherheitsschleife. Ausgeschaltete Geräte müssen immer isoliert werden! Die **DRY CON-Stecker sollten nicht für den normalen Start- und Stopbetrieb verwendet werden**. Unerwartete Stromausfälle des Stacks ohne normale Ramp-Downs können die Lebensdauer des Geräts verkürzen und das Gerät beschädigen!

#### **Zusätzliche Erdungsanforderungen:**

Für Installationen, bei denen ein oder mehrere Elektrolyseure in einer DRY CON-Kette verbunden sind, muss ein zweiadriges, abgeschirmtes Kabel verwendet werden.

Der Kabelschutz muss an beiden Enden geerdet sein:

- Auf der Außenseite des Geräts (z. B. Wasserstoffsensoren)
- Und auf der Seite des Elektrolyseurs.

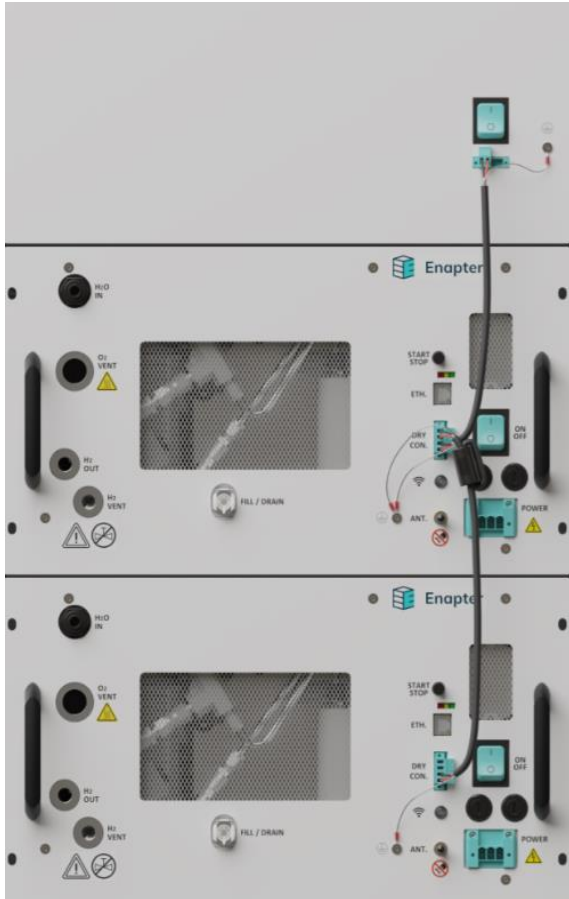
Wenn mehrere Elektrolyseure in Reihe geschaltet werden, muss die Abschirmungserdung kontinuierlich und konsistent zwischen Ein- und Ausgang jedes Elektrolyseurs sein.

Dies ist notwendig, um die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Systems zu gewährleisten.

Jedem Gerät wird eine spezielle Erdungsschraube beigelegt, um eine sichere Verbindung des Schutzleiters (PE) direkt mit dem Elektrolyseugehäuse zu ermöglichen. Die Erdungsschraube kann in das vorgesehene Gewindeloch an der Frontplatte des Geräts eingebaut werden, und das Kabel kann über den mitgelieferten gecrimpten Ringanschluss angeschlossen werden.

Andere Erdungsmethoden können verwendet werden, sofern sie die Erdungsanforderungen erfüllen (abgeschirmtes Kabel und Erdung an beiden Enden der Kette für jedes angeschlossene Gerät).

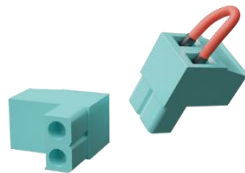
Alle leitenden Enden und metallischen Oberflächen im Elektrolyseschrank, einschließlich der benachbarten Einheiten, müssen mit einem gemeinsamen Erdungspunkt verbunden sein. Wenn eine kontinuierliche Erdung zwischen verketteten Geräten nicht aufrechterhalten wird, kann dies zu elektrischen Gefahren, möglichen Geräteschäden und/oder dem Verlust der Garantieabdeckung führen. <7>



*DRY CON-Kette für zwei Geräte*

#### 4.8.1 BYPASS FÜR DRY CON VERBINDUNG

Um die DRY CON-Funktionalität zu deaktivieren, stecken Sie den Dry-Con-Jumper mit dem roten Verbindungskabel in den unteren Teil der Buchse, der mit "DRY CON" beschriftet ist, wie im Bild gezeigt.



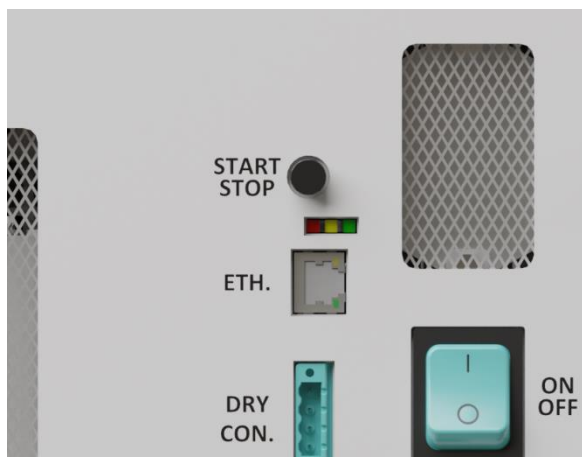
*DRY CON-Stecker*



*DRY CON-Buchse mit Steckern*



## 4.9 ETHERNET-ANSCHLUSS (ETH.)



EL4.1 AC-Version Ethernet-Steckverbinder

An der Vorderseite befindet sich ein Ethernet-Anschluss.

Dieser Ethernet-Port ermöglicht den Zugriff via Modbus TCP/IP. Das Gerät kann nicht direkt mit einem Local Area Network (LAN) verbunden werden, um über die Cloud oder App darauf zuzugreifen. Um über die Cloud oder App auf das Gerät zugreifen zu können, müssen WLAN und Bluetooth verwendet werden. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel 0 Koppeln des Geräts mit der Cloud 4.11.2 Koppeln des Geräts mit der Cloud. Auf die Tabelle der Modbus-Befehlschnittstelle

kann online zugegriffen werden über [Enapter Handbuch](#). Das Ethernet-Kabel muss abgeschirmt sein.

## 4.10 ANFORDERUNGEN DER ISO 22734

Das Gerät ist ISO 22734 ready. Um eine vollständige Konformität mit ISO 22734 zu erreichen, liegt es in der Verantwortung des Betreibers, zusätzlich die folgenden Anforderungen aus ISO 22734 zu erfüllen, die von Enapter nicht abgedeckt werden können.

Kapitel ISO 22734	Titel	Abweichung von der Anforderung und notwendige Änderungen seitens des Betreibers
4.3.9 / bis 4.3.3.2	Umweltabschirmung des Gehäuses	Die IP-Schutzart dieses Geräts ist IP20. Die ISO22734 erfordert jedoch: Besteht eine Gefahr durch das Eindringen fester Fremdkörper und/oder das Eindringen von Wasser, so muss der Wasserstoffgenerator mindestens a) die Schutzart IP22 erfüllen gemäß IEC 60529 für den industriellen Einsatz in Innenräumen b) die Schutzart IP34 gemäß IEC 60529 für den Einsatz in Innenräumen und Wohngebäuden erfüllen
4.4.1.4	Schutzverfahren zur Verhinderung der Ansammlung von entzündlichen Gemischen	Die Detektion von 1%igen Wasserstoff-Luft-Gemischen oder höher, muss dazu führen, dass die Wasserstofferzeugung gestoppt und die Stromzufuhr von nicht klassifizierter elektrischer Ausrüstung gekappt wird.
4.4.1.10	Entlüftungssystem	H <sub>2</sub> - und O <sub>2</sub> -Entlüftungssysteme sind nicht im Lieferumfang des Geräts enthalten und müssen



		vom Betreiber gemäß den Anforderungen der ISO 22734 ausgelegt und installiert werden.
--	--	---

## 4.11 NBETRIEBNAHME DES ELEKTROLYSEURS

### 4.11.1 VORBEREITUNG AUF DIE H<sub>2</sub>-PRODUKTION

Nachdem die Rohre und Kabel angeschlossen sind, kann das Gerät angeschaltet werden.

### 4.11.2 KOPPELN DES GERÄTS MIT DER CLOUD

Stellen Sie sicher, dass die Antenne installiert ist, um eine zuverlässigere Wi-Fi-Verbindung zu gewährleisten. Drücken Sie die Ein-/Aus-Taste, um das Gerät einzuschalten. Drücken Sie die Wi-Fi-Taste und vergewissern Sie sich, dass die blaue LED konstant leuchtet und dadurch das Wi-Fi eingeschaltet ist.

Laden Sie die Enapter-App aus dem Apple App Store, dem Google Play Store oder der Huawei App Gallery herunter. Detaillierte Informationen zur App finden Sie im [Handbuch für mobile Anwendungen](#).

1. Wenn Sie die Anwendung zum ersten Mal verwenden, müssen Sie sich registrieren. Wenn Sie bereits ein Konto haben, überspringen Sie bitte diesen Schritt.  
= Um ein Konto zu erstellen, klicken Sie auf die Schaltfläche „Konto erstellen“.
2. Nachdem Sie sich in der Enapter-App angemeldet haben, erstellen Sie eine Site – eine virtuelle Umgebung, in der alle Telemetriedaten angezeigt werden, die von den Geräten gesammelt wurden, die über UCMs (Universal Communication Modules) mit der Cloud verbunden sind. UCMs für zusätzliche Enapter-externe Geräte können über Enapter erworben werden. Bitte melden Sie sich hierfür bei Ihrem Sales Ansprechpartner.
3. Fügen Sie alle Ihre Geräte zur neu erstellten Website hinzu, indem Sie auf "Gerät hinzufügen" klicken und den QR-Code scannen, der sich auf der Vorderseite jedes Geräts befindet.

### 4.11.3 ELEKTROLYT-BEFÜLLUNG

Wenn das Gerät an eine Wasserversorgung und mit der Web-GUI oder der Enapter-App verbunden ist, kann es nun für den ersten Einsatz in Betrieb genommen werden. Sobald es erfolgreich mit der Cloud gekoppelt wurde, wird es im Wartungs- (MAINTENANCE) modus gestartet und zeigt die Aufforderungen, das erstmalige Befüllen durchzuführen.

Wenn Sie das Gerät während der regelmäßigen Wartung nachfüllen, kann es erforderlich sein, die Schritte zum Entleeren und Befüllen des Elektrolyten einige Male zu wiederholen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Verschmutzung im Inneren des Tanks auf ein Minimum reduziert wird, insbesondere wenn das Gerät längere Zeit nicht benutzt wurde. Die Enapter-App führt Sie automatisch durch den Prozess. Achten Sie darauf, das Gerät nicht zu überfüllen, da dies zu irreparablen Schäden führen kann. Wenn sich der Elektrolyt



nicht vollständig entleeren lässt, prüfen Sie bitte, dass die O<sub>2</sub> Vent Line nicht blockiert ist, und wenden Sie sich ggf. bitte an das Enapter-Kunden-Support-Team.

Zeitaufwand 5 Minuten

Benötigte  
Materialien Schutzbrille  
Nitril-Handschuhe  
2 L KOH-Lösung



Um das Gerät für den Betrieb vorzubereiten, muss es vor der automatischen Zugabe von demineralisiertem Wasser mit Elektrolyt gefüllt werden. Da dieses nicht im Lieferumfang enthalten ist, kann es vor Ort beschafft oder gekauft werden. Bitte beziehen Sie sich auf folgende Sektion: [Bereiten Sie frischen Elektrolyten vor](#)



**Vorsicht! Chemikalien können Verletzungen verursachen!**

Beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt (SDB) aller verwendeten Chemikalien, bevor Sie mit ihnen umgehen. Alle Personen, die das Elektrolyt verwenden, zubereiten und in das Gerät einfüllen, müssen über mögliche Gefahren informiert werden, die mit ihren Tätigkeiten verbunden sind.



Befolgen Sie die Arbeitshygiene- und Sicherheitspraktiken und tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA). Vermeiden Sie jeglichen Kontakt mit Augen und Haut.



**Vorsicht! Stellen Sie die Materialverträglichkeit sicher.**

Stellen Sie sicher, dass das gesamte Material, das zur Lagerung und Aufbewahrung der Elektrolytlösung verwendet wird, chemisch mit ihrem Inhalt kompatibel ist.

**Vorsicht! Eine Überfüllung des Gerätes führt zu irreparablen Schäden im Inneren des Geräts!**

Enapter haftet nicht für Schäden, die durch den Betreiber verursacht werden.



CPC-Stecker einschieben, um eine Verbindung herzustellen



Drücken Sie den Knopf auf der Oberseite der Buchse und ziehen Sie am Stecker, um ihn zu trennen

#### Anleitung zum Auffüllen:

1. Stellen Sie sicher, dass das Gerät online ist, um der Enapter App zu folgen, oder verwenden Sie die Anweisungen der Web-GUI, um das Gerät zu füllen.
2. Ziehen Sie PSA an. Die erforderliche Mindestausrüstung ist eine Schutzbrille zum Schutz vor Spritzern und Nitrilhandschuhe. Stellen Sie sicher, dass der Arbeitsbereich sauber ist, um chemische Kontaminationen und potenzielle Expositionsgefahren zu vermeiden.
3. Sorgen Sie dafür, dass der Luftaustausch über die O<sub>2</sub> VENT Leitung funktioniert, oder entfernen Sie vorübergehend das "O<sub>2</sub> VENT"-Rohr.
4. Stellen Sie sicher, dass das Gerät vollständig entleert ist, da es sonst überfüllt und beschädigt werden kann.
5. Bereiten Sie einen Elektrolytbeutel mit 2 L KOH-Lösung sowie die Verbindungsleitung vor.
6. Schalten Sie das Gerät in den Wartungs- (MAINTENANCE) modus (falls in IDLE). Wenn sich das Gerät nicht im MAINTENANCE-Modus befindet, versucht sich das Gerät wieder aufzufüllen, während es entleert wird. Um zu überprüfen, ob sich das Gerät im MAINTENANCE-Modus befindet, überprüfen Sie bitte den Gerätestatus. Lassen Sie das Gerät nicht eingeschaltet und unbeaufsichtigt, während Sie sich in diesem Modus befindet.
7. Wenn Sie das KOH-Kit gekauft haben, platzieren Sie den Vitop-Stecker über der Kappe des wiederverwendbaren Elektrolytbeutels, wobei die roten Kappenstücke in die gleiche Richtung zeigen. Schieben Sie den Vitop-Stecker über die Kappe des Elektrolytbeutels nach unten und sichern Sie ihn, indem Sie die rote Kappe im Uhrzeigersinn drehen.
8. Stecken Sie den mitgelieferten CPC-Schnellstecker vollständig in den Anschluss "FILL/DRAIN", wie in der linken Abbildung oben gezeigt.
9. Wenn Sie die mobile App verwenden, drücken Sie jetzt auf "Nachfüllen starten".
10. Heben Sie den Elektrolytbeutel vorsichtig über das Gerät, so dass die Schwerkraft die 2 L Elektrolyt in das Gerät fließen lässt. Heben Sie das Elektrolyt niemals über Augenhöhe. Die Lösung beginnt sofort mit der Befüllung, wenn dies nicht der Fall ist, stellen Sie sicher, dass die Entlüftungsleitung zur Atmosphäre hin offen ist. Befolgen Sie die von der App bereitgestellten Schritte: Gießen Sie die geforderte Menge (~2 l) ein, bis die App ein Popup-Fenster anzeigt, um den Füllvorgang zu stoppen. Das entspricht in etwa der Größe des Elektrolytbeutels.
11. Wenn Sie von der App aufgefordert werden, anzuhalten, stoppen Sie das Befüllen, indem Sie den Beutel unter den Elektrolyseur absenken und den Stecker abziehen, indem Sie den Knopf oben am CPC-Anschluss drücken.  
Überfüllen Sie das Gerät nicht.
12. Bestätigen Sie das erfolgreiche Befüllen durch Drücken der Taste " MAINTENANCE beenden" in der App.



13. Nach der Befüllung entspricht das über den H<sub>2</sub>O IN-Anschluss zugeführte Wasser während des Befüllvorgangs der erforderlichen KOH-Konzentration von 1 %. Stellen Sie sicher, dass beim Auffüllen des Elektrolyts eine Wasserversorgungsquelle an den "H<sub>2</sub>O In"-Anschluss angeschlossen ist. Wenn noch keine Wasserversorgungsquelle verfügbar ist, zeigt das Gerät eine Warnung an, dass keine Wasserversorgungsquelle angeschlossen ist (zu geringer Wassereingangsdruck). Es ist aber noch möglich, für einige Stunden Wasserstoff zu produzieren, bis die automatische Nachfüllung ausgelöst wird.

Nach erfolgreichem Befüllen fragt das Gerät nach einem Firmware-Update (falls veraltet). Wir empfehlen, immer die neueste Firmware-Version zu verwenden, um sicherzustellen, dass alle Funktionen verfügbar sind und alle Fehler behoben wurden. Bei Fragen zur Firmware besuchen Sie bitte den [Abschnitt Firmware im Handbuch](#).

Das Gerät füllt während der Wasserstoffproduktion automatisch Wasser über den H<sub>2</sub>O-In-Anschluss nach. Dies geschieht periodisch, aber nicht kontinuierlich. Lassen Sie das Gerät nicht eingeschaltet und unbeaufsichtigt, während es sich im MAINTENANCE Modus.



## 5 BETRIEB DES ELEKTROLYSEURS

Stellen Sie vor dem Einschalten des Geräts sicher, dass das Netzkabel und alle Rohre ordnungsgemäß angeschlossen und gesichert sind, wie in diesem Handbuch beschrieben. Drücken Sie dann die Taste "ON".

### 5.1 MANUELLER START/STOPP

Wenn sich das Gerät im Standby-Modus befindet, drücken Sie die Start-/Stopp-Taste, um das Gerät zu starten. Denken Sie daran, dass es einige Minuten dauern kann, bis das Gerät aufgeheizt, das Kondenswasser entleert und der Stack hochgefahren ist, bevor Wasserstoff aus dem H<sub>2</sub>-Auslass fließt.

Um das Gerät zu stoppen, drücken Sie einfach erneut die Start-/Stopp-Taste. Das Gerät fährt dann herunter und entlüftet den enthaltenen H<sub>2</sub>, um sich selbst in einen sicheren Zustand zu versetzen.



**Vorsicht! Schalten Sie das Gerät ordnungsgemäß aus, um Schäden zu vermeiden!**

Trennen Sie das Gerät nicht vom Stromnetz, ohne es vorher manuell oder über die Softwaresteuerung sicher herunterzufahren. Unerwartete Stromausfälle können die Lebensdauer des Geräts verkürzen und es beschädigen!

Das Gerät arbeitet am effizientesten und ist im Dauerbetrieb am langlebigsten. Wie bei allen elektrochemischen Geräten wird die Lebensdauer des Stacks durch häufige Starts/Stopps verkürzt. Enapter empfiehlt, die Betriebszyklen des Geräts auf maximal acht Ein-/Ausschaltzyklen pro Tag oder 50 Zyklen pro Woche zu begrenzen, mit einer durchschnittlichen Laufzeit von mindestens einer Stunde. Dies trägt dazu bei, die Langlebigkeit des Geräts zu gewährleisten.

Enapter zählt einen Stack-Zyklus, wenn Strom an den Stack angelegt und wieder entfernt wird.

### 5.2 FERNSTART/-STOPP

Das Gerät kann sowohl aus der Ferne über die Enapter-App oder die Cloud als auch über die Modbus-Schnittstelle gestartet/gestoppt werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Online-Handbuch von Enapter.

### 5.3 AUTOMATISCHER START/STOPP

Sobald das Gerät gestartet ist, produziert es Wasserstoff, bis es 35 barg am Ausgang des H<sub>2</sub>-Ausgangs misst. Das Gerät geht dann in den Standby-Modus (MAX\_PRESSURE). Sinkt



der Druck dann wieder unter 29 barg, startet das Gerät die Wasserstoffproduktion automatisch neu, bis wieder 35 barg am Ausgang erreicht sind. Der maximale Druck von 35 barg und der Wiederanlaufdruck von 29 barg sind die Standardwerte und können je nach Bedarf des Betreibers angepasst werden.

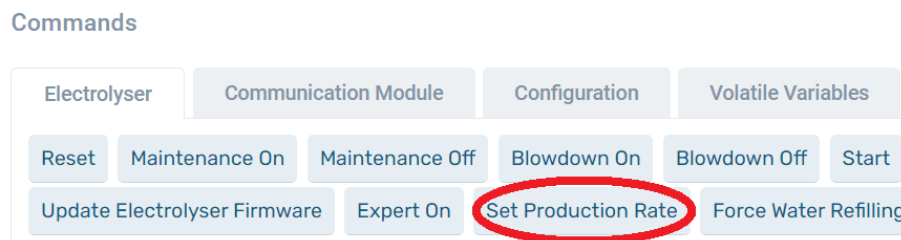
Um die Lebensdauer des Geräts zu erhöhen, wird dringend empfohlen, eine intelligente Steuerung zu verwenden, die die Produktionsrate automatisch erhöht und verringert, um den Druck am Ausgang konstant zu halten oder die Produktionsrate an die verfügbare Stromversorgung anzupassen. Auf diese Weise wird die Wasserstoffproduktion stabiler und die Anzahl der Zyklen reduziert.

## 5.4 MAINTENANCEMODUS

Der Wartungs- (Maintenance) modus kann manuell über die Enapter App aktiviert werden. Er wird verwendet, um das Gerät sicher zu befüllen und zu entleeren sowie um Inspektions- und andere routinemäßige Wartungsaufgaben durchzuführen. Bitte lesen Sie das entsprechende Kapitel Routinemässige Wartung um mehr zu erfahren.

## 5.5 PRODUKTIONSRATE ÄNDERN

Das Einstellen der Produktionsrate in der Cloud kann auf sehr einfache Weise auf der Hauptseite des Elektrolyseurs erfolgen. Klicken Sie im Abschnitt "Commands" auf die Schaltfläche "Set Production Rate".



Geben Sie eine Zahl zwischen 60 und 100 ein, um die Produktionsrate auf den gewünschten Prozentsatz (60 % - 100 %) einzustellen. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche "Create Command". Die Produktion kann in 1 %-Schritten angepasst werden.

The image shows a screenshot of the 'Details' dialog box for setting the production rate. It has a title 'Details' and a label 'Value\*' followed by an input field. At the bottom, there are two buttons: 'Create Command' and 'Cancel'.



**Vorsicht! Die Produktionsrate wird auch bei Werten außerhalb des Bereichs angepasst!**

Bitte beachten Sie, dass bei einem niedrigeren Wert (z. B. 50) die Produktionsrate auf den kleinstmöglichen Wert (60 %) eingestellt wird. Dementsprechend führen höhere Zahlen als 100 zu einer Produktionsrate von 100 %.

## 5.6 HOCHFAHREN

Die Hochlaufzeit des Gerätes hängt primär von der Elektrolyttemperatur ab (bei niedrigen Umgebungstemperaturen ist der Hochlauf langsamer). In der Regel beginnt das Gerät mit einer Hydratationsperiode von 60 Sekunden und fährt dann mit den folgenden Werten auf die nominale Produktionsrate hoch:

- ≡ Aufwärmzeit (Zeit, die der Elektrolyt benötigt, um sich auf 55 °C aufzuheizen):  
Der Elektrolyseur kann ein Heizverhältnis von 1 °C/min erreichen. Wenn das Gerät mit einer Elektrolyttemperatur von z. B. 25 °C gestartet wird, dauert es etwa 30 Minuten, bis es voll funktionsfähig ist und bei 55 °C seinen maximalen Wirkungsgrad erreicht.
- ≡ Hochlaufzeit (Zeit bis zum Erreichen der nominalen Produktionsrate):  
Normalerweise wird die Produktionsrate von 0,5 Nm<sup>3</sup>/h in etwa 2/3 der gesamten Aufwärmzeit erreicht (die Aufwärmzeit beträgt 30 Minuten, d.h., wenn bei 25 °C begonnen wird, dauert es 20 Minuten, um die maximale Produktionsrate zu erreichen).
- ≡ Zeit zum Aufbau des Innendrucks:  
Bei Standardsollwerten wird der Druck in etwa einem Sechstel der gesamten Aufwärmzeit vollständig aufgebaut (ab 25 °C beträgt die Aufwärmzeit 30 Minuten, sodass 5 Minuten benötigt werden, um Druck aufzubauen).

Während des Hochlaufs führt das Gerät eine periodische Entlüftung durch, um eine hohe Reinheit des H<sub>2</sub>-Gehalts am Auslass zu gewährleisten und Kondenswasser aus dem produzierten H<sub>2</sub> abzuscheiden.

## 5.7 HERUNTERFAHREN

Wie beim Hochfahren (Ramp Up) schaltet auch beim Herunterfahren (Ramp Down) den Stack und die anderen Komponenten langsam ab und versetzt das Gerät in einen sicheren Zustand. Das Gerät sollte immer über den Start-/Stopp-Knopf oder über die App/Cloud heruntergefahren werden, um die Komponenten zu schonen. Das Ausschalten über den Unterbrecher, den Dry-Con oder das Ausschalten der Stromversorgung sollte nur im Notfall erfolgen.

## 5.8 ANTI-FREEZING -ROUTINE



Die Frostschutzroutine ist eine automatische Routine, bei der die Temperatur des internen Elektrolyttanks überprüft wird, um ein Einfrieren des Elektrolyten zu verhindern. Wenn die Temperatur unter 6 °C liegt, werden die Heizung und die Umwälzpumpe eingeschaltet. Sie schalten sich ab, sobald der Elektrolyt wieder 10 °C erreicht. Diese Routine überprüft auch den Durchfluss der Umwälzpumpe und stellt sicher, dass es keine Verstopfungen im inneren Rohrleitungssystem gibt. Das Frostschutzprogramm ist nicht aktiv, wenn der Tank leer ist.

## 5.9 VORHEIZFUNKTION (PREHEAT)

Die Vorheizfunktion ermöglicht ein vorzeitiges Aufheizen des Gerätes und somit einen schnelleren Hochlauf beim Starten der Wasserstoffproduktion. Wenn die Funktion aktiviert ist, erwärmt sie den Elektrolyten automatisch auf 45 °C. Einmal erreicht, kann das Gerät sofort mit der Wasserstoffproduktion beginnen.

## 5.10 SAFETY HEARTBEAT

Die Safety Heartbeat-Funktion ist ein periodisches Signal, das zwischen dem Gerät und dem Gateway übertragen wird, um zu erkennen, ob das Gerät noch mit der Cloud verbunden ist. Wenn das Gerät das Signal nicht mehr empfängt, wird es automatisch heruntergefahren. So kann der Betreiber immer auf die Cloud-Daten zugreifen, wenn das Gerät läuft. Diese Funktion ist optional und kann auch ausgeschaltet werden. Weitere Informationen zum Safety Heartbeat finden Sie [im Handbuch](#).

So aktivieren Sie den Safety Heartbeat über das Gateway:

1. Verbinden Sie das Gerät mit dem [Gateway](#)
2. Konfigurieren von [Safety Heartbeat](#) auf dem Gateway

Um den Safety Heartbeat über Modbus zu aktivieren, befolgen Sie die [Heartbeat-Anweisungen für Modbus](#).

## 5.11 FEHLERBEHEBUNG

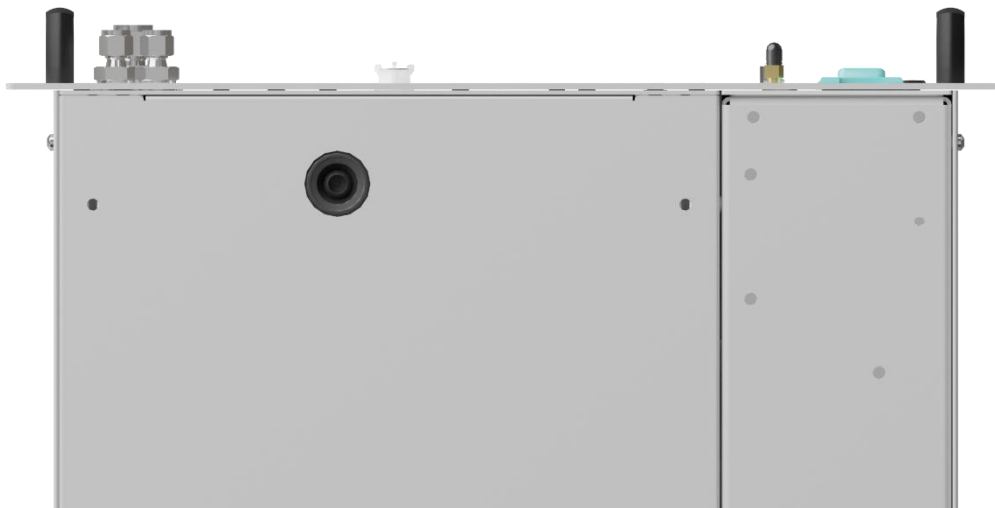
Das Gerät kann kontinuierlich überwacht und ferngesteuert werden. Dies ermöglicht eine schnelle und einfache Erkennung von Warnungen und Fehlern. Das Gerät stoppt den Betrieb automatisch, wenn ein schwerwiegender Fehler auftritt. Weitere Informationen zur Fehlerbehebung finden Sie unter [handbook.enapter.com](http://handbook.enapter.com).

## 5.12 ENTLEREEN DER INTERNEN WANNE

Im Falle eines Wasserlecks wenden Sie sich bitte an den Enapter-Support und befolgen Sie die nachstehenden Anweisungen, um das Wasser sicher aus dem Gerät abzulassen. Wenn Wasser aus externen Quellen in das Gehäuse eingedrungen ist, ist das Gerät



möglicherweise immer noch sicher zu betreiben. Vor der Wiederaufnahme des Betriebs müssen jedoch eine vollständige Geräteprüfung und ein Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen durchgeführt werden. In einigen Fällen kann es vorkommen, dass das Gerät repariert werden muss.



*Abflussloch an der Unterseite des Gerätes (Ansicht von unten)*

**Vorsicht! Das Gerät enthält Chemikalien!**



Beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt (SDB) aller verwendeten Chemikalien, bevor Sie mit ihnen umgehen. Alle Personen, die das Elektrolyt verwenden, zubereiten und in die Geräte einfüllen, müssen über mögliche Gefahren informiert werden, die mit ihren Tätigkeiten verbunden sind.



**Vorsicht! Schützen Sie sich vor Spritzern!**



Mischen Sie die Elektrolytlösung nach üblichen Arbeitshygiene- und Sicherheitspraktiken und tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA), wie im entsprechenden Sicherheitsdatenblatt (SDB) angegeben. Vermeiden Sie jeglichen Kontakt mit Augen und Haut.

1. Durch das Loch an der Unterseite des Geräts können Wasser und Elektrolyt im Inneren des Geräts abfließen. Um angesammelte Flüssigkeiten abzulassen, bereiten Sie einen KOH-beständigen Eimer von 3 l vor.
2. Setzen Sie persönliche Schutzausrüstung ein. Die erforderliche Mindestausrüstung ist eine Schutzbrille zum Schutz vor Spritzern und Gummihandschuhe.
3. Ziehen Sie das Gerät dann vorsichtig 10 cm aus dem Schrank heraus, so dass das Loch gut erreicht werden kann.
4. Halten Sie den Eimer unter das Loch.
5. Schieben Sie die Kappe vorsichtig nach oben. Die Flüssigkeit läuft sofort ab.
6. Vergewissern Sie sich anschließend, dass das Loch an der Unterseite des Gerätes wieder richtig verschlossen ist.



## 6 ENAPTER ÜBERWACHUNGSTOOLS

Das Gerät kann von autorisierten Personen fernüberwacht und gesteuert werden, indem Sie sich über einen Webbrowser (<https://cloud.enapter.com/login>) bei den Cloud-Diensten von Enapter anmelden: <https://cloud.enapter.com/login>.

Das Gerät wird mit einem vorinstallierten UCM (Universal Communication Module) geliefert, um das Gerät zu überwachen und zu verwalten. Verschiedene Sensordaten der Geräte werden in der Enapter Cloud gespeichert und ermöglichen eine Echtzeit- oder On-Demand-Visualisierung der gesammelten Daten auf anpassbaren Dashboards. Um die neuesten Protokolle und Sicherheitsfixes zu unterstützen, kann das UCM drahtlos aktualisiert werden.

Jedes Gerät kann direkt in das Enapter EMS (Energy Management System) integriert werden. Das UCM im Inneren des Geräts verbindet sich entweder direkt mit der Enapter Cloud oder über ein Enapter Gateway, das das Gerät für Industrie 4.0 vorbereitet – um mehr zu erfahren, besuchen Sie bitte das Enapter-Handbuch: [https://handbook.enapter.com/software/gateway\\_software/](https://handbook.enapter.com/software/gateway_software/).

Jeder Betreiber von Enapter-Produkten kann nun eine breite Palette von Enapter-Geräten und externen Geräten in die Wasserstoffproduktionsumgebung integrieren. Die Systemdaten der eingebundenen Geräte werden kontinuierlich ausgelesen und anschließend sicher in die Cloud übertragen, die von überall auf der Welt über das [Webinterface](#) oder mit der mobilen Enapter App abgerufen werden können.

Nachdem die Einrichtung des Geräts abgeschlossen ist, kann es über das mobile oder Web-Dashboard verwaltet werden, das eine automatisierte Steuerungs- und Überwachungsfunktion durch die anpassbare Logik der Enapter Rule Engine enthält (erfordert ein Enapter Gateway).

### 6.1 MOBILE ANWENDUNG (APP)

Die Enapter App macht die Installation, Überwachung und Steuerung jedes Energiesystems schnell und einfach. Wenn ein Enapter-Gerät einen Fehler detektiert, kann die mobile App Push-Benachrichtigungen senden, um den Betreiber zu warnen. Diese Funktion ist über Wi-Fi oder Mobilfunknetz auf der ganzen Welt verfügbar.

Weitere Informationen finden Sie im [Enapter-Handbuch](#).



## 7 WARTUNG DES ELEKTROLYSEURS

Dieses Gerät ist auf eine lange Lebensdauer bei minimaler, einfacher Wartung ausgelegt. Die richtige Pflege durch qualifiziertes Personal trägt dazu bei, die Lebensdauer zu maximieren. Dieser Abschnitt sollte sorgfältig gelesen und zusammen mit dem mit dem Gerät gelieferten Sicherheitshandbuch verstanden werden. Lassen Sie genügend Platz um das Gerät herum, um eine ordnungsgemäße Inspektion, Wartung und Reinigung zu ermöglichen.



**Schwere Verletzungen und Tod sowie Schäden am Produkt oder der Umwelt möglich! Befolgen Sie die Anweisungen in dieser Anleitung sorgfältig!**

Das Ignorieren der Anweisungen des Sicherheitshandbuchs kann die Leistung der Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen.

### 7.1 FIRMWARE-AKTUALISIERUNGEN

Enapter stellt regelmäßig Firmware-Updates bereit, um neue Funktionen hinzuzufügen, Probleme zu beheben und die Gerätestabilität und -leistung zu verbessern. Wir empfehlen, regelmäßig über die mobile App oder die Cloud-Weboberfläche nach Updates zu suchen und diese zu installieren, um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten. In einigen Fällen können Updates die Schnittstellen oder die Kompatibilität mit anderen Geräten ändern. Um sicherzustellen, dass sich ein Update nicht negativ auf Ihr Setup auswirkt, lesen Sie bitte vorher die Versionshinweise und wenden Sie sich bei Fragen an den Enapter-Customer-Support. Sollten sich bekannte Änderungen auf Ihr Gerät auswirken, wird auch ein Service-Bulletin herausgegeben, um Sie vorab über größere Änderungen zu informieren.

### 7.2 ROUTINEMÄSSIGE WARTUNG

Um den Garantieprozess zu vereinfachen, führen Sie bitte Aufzeichnungen über alle routinemäßigen Wartungsarbeiten, die an dem Gerät durchgeführt wurden. Der Enapter-Kundendienst verlangt den Nachweis, dass die minimal erforderliche Wartung durchgeführt wurde, um Gewährleistungsansprüche abzuwickeln. **Es wird empfohlen, vor dem Betrieb einen Wartungsplan für jede Installation zu erstellen.** Wenn weitere Informationen oder Erläuterungen zu einer der in diesem Abschnitt aufgeführten Aktivitäten erforderlich sind, wenden Sie sich bitte an den [Enapter-Customer Support](#).

Das Gerät sollte mindestens einmal im Jahr auf offensichtliche Defekte überprüft werden. **Alle Wasserstoffverbindungen müssen regelmäßig auf Dichtheit geprüft werden;**



Enapter empfiehlt, eine der Techniken zu verwenden, die im Anhang beschrieben sind: Wasserstoff-Dichtheitsprüfung.

Zusätzlich müssen die **im Sicherheitshandbuch beschriebenen Sicherheitsprüfungen einmal pro Jahr erfolgreich durchgeführt werden**. Für weitere Informationen lesen Sie bitte das Sicherheitshandbuch oder wenden Sie sich an das Enapter-Kunden-Support-Team.

**Nach der Inbetriebnahme muss der Elektrolyttank mindestens einmal im Jahr geleert und neuer Elektrolyt in das Gerät gefüllt werden.** Weitere Informationen finden Sie im Anhang: [Entleeren des Elektrolyten](#)**4.11.3** Elektrolyt-Befüllung. Es wird empfohlen, das Gerät gleichzeitig zu reinigen, wie im Kapitel [Reinigung](#) beschrieben.

Abhängig von der Nutzungshäufigkeit und der Qualität des eingegebenen Wassers kann es vorkommen, dass der Elektrolyttank häufiger als einmal pro Jahr geleert und neu befüllt werden muss. Um eine beschleunigte Alterung in Zeiten der Inaktivität zu vermeiden, wird empfohlen, das Gerät mindestens eine Stunde pro Woche zu betreiben. Dies kann bei einer reduzierten Produktionsrate erfolgen, um den Stromverbrauch zu minimieren.

- ≡ Wenn das Gerät länger als einen Monat inaktiv war, wird **empfohlen**, den Elektrolyten auszutauschen, bevor die Wasserstoffproduktion wieder aufgenommen wird.
- ≡ Wie im Abschnitt
- ≡ 1.5 Bedingungen für die nominale Nutzung 0 beschrieben, wenn das Gerät mehr als drei Monate (kumulativ) inaktiv war, wird ein Elektrolytwechsel **erforderlich**, bevor die Produktion wieder aufgenommen werden kann.

Wenn das Gerät mit der Cloud verbunden ist, kann es Warnungen senden, wenn die Stack-Spannung zu steigen beginnt – in der Regel ein frühes Anzeichen dafür, dass ein Elektrolytwechsel erforderlich ist. Der Austausch des Elektrolyten kann dazu beitragen, die Leistung wiederherzustellen, indem die Betriebsspannungen des Stacks gesenkt, die Geräteeffizienz verbessert und die Lebensdauer des Stacks verlängert werden. Im Allgemeinen tragen häufigere Elektrolytwechsel zu einer längeren Lebensdauer des Gesamtsystems bei.

Bei routinemäßigen Wartungsarbeiten oder Elektrolytwechseln können die Betreiber Tests durchführen, um den Zustand des Elektrolyts zu beurteilen:

- ≡ Mit Lackmuspapier ist es möglich, das Elektrolyt zu testen. Auch wenn ein Elektrolytwechsel nicht geplant ist, kann eine kleine Probe (<5 ml) sicher in ein sauberes Probeentnahmegefäß abgelassen werden, um den Zustand des Elektrolyts zu beurteilen.
  - **Wenn der pH-Wert sinkt und sich 12 nähert, muss der Elektrolyt sofort ausgetauscht werden.** Stellen Sie außerdem sicher, dass das Wasseraufbereitungssystem ordnungsgemäß gewartet wird und dass das Eingangswasser den erforderlichen Spezifikationen entspricht. Das abgelassene Elektrolyt kann auch durch Messung seiner Leitfähigkeit weiter



analysiert werden. Bitte melden Sie diese Ergebnisse dem Enapter-Kundendienst.

- ≡ Mit einem tragbaren Leitfähigkeitsmessgerät kann die Leitfähigkeit des abgetropften (unverdünnten) Elektrolyts gemessen werden. Um sicherzustellen, dass die Probe das interne Elektrolytvolumen genau darstellt und wiederholbare Messungen ermöglicht, stellen Sie bitte sicher, dass vor dem Entleeren ein Befehl "Nachfüllen erzwingen" am Elektrolyseur ausgeführt wurde.

**Vorsicht! Nur autorisierte Wartung!**

Jegliche Wartungsarbeiten, mit Ausnahme derjenigen, die in den Abschnitten Routinewartung und Installation aufgeführt sind, dürfen nur von geschulten Technikern durchgeführt werden!

**Warnung! Explosionsgefahr. Entfernen oder ersetzen Sie keine Antennen, Lampen, Steckmodule (falls zutreffend) oder andere Komponenten, es sei denn, die Stromversorgung wurde unterbrochen oder der Bereich ist frei von zündfähigen Konzentrationen!**



Schalten Sie das Gerät immer zuerst aus und lüften Sie den Raum vollständig, bevor Sie die Stromversorgung entfernen. Andernfalls kann es zu elektrischen Funken kommen. Der Bereich muss stets frei von entzündlichen Konzentrationen sein.



Schalten Sie das Gerät aus, trennen Sie die Stromversorgung und warten Sie, bis das Gerät abgekühlt ist, bevor Sie Änderungen vornehmen.

Tragen Sie während der Wartung des Gerätes immer PSA.

Öffnen Sie das Gerät nicht!



Vermeiden Sie während der Wartung Hitze in der Nähe des Geräts und in der Nähe von Komponenten die Wasserstoff enthalten. Kein Rauchen, keine offenen Flammen.



Verhindern Sie die elektrostatische Aufladung des Geräts.

Bevor Sie mit der Arbeit an dem Gerät beginnen, stellen Sie sicher, dass Sie alle relevanten lokalen Gesundheits- und Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften sowie Aktionspläne für den Fall eines Unfalls kennen.

### 7.2.1 SPÜLEN DES ELEKTROLYTTANKS

Wenn das Gerät während der Wartung entleert wurde, kann es sein, dass es einen Spülvorgang über die Enapter App anfordert. Lassen Sie das Gerät im Wartungs- (Maintenance) modus, während Sie es in der Enapter App oder der Web-GUI beobachten. Beim Spülvorgang wird gereinigtes Wasser aus dem H<sub>2</sub>O-In-Anschluss verwendet, um den internen Tank zu spülen. Sobald der Vorgang abgeschlossen ist, muss der interne Tank mit frischem Elektrolyten gefüllt werden. Befolgen Sie die nachstehenden Anweisungen, um den internen Tank zu spülen, das restliche alte Elektrolyt zu entfernen und so die Lebensdauer des Geräts zu verlängern.

1. Ziehen Sie PSA an. Mindestanforderungen an die Ausrüstung sind Nitrilhandschuhe und eine Schutzbrille, um sich vor Spritzern zu schützen. Stellen Sie sicher, dass Ihr Arbeitsbereich sauber ist, um chemische Kontaminationen und potenzielle Gefahren zu vermeiden.



2. Verbinden Sie das Gerät mit der Enapter App und öffnen Sie das Dashboard (oder greifen Sie auf die Web-GUI zu).
3. Aktivieren Sie den Wartungs- (Maintenance) modus über die Enapter App oder die Web-GUI.
4. Bereiten Sie einen Behälter vor und stecken Sie das Ende des Drainrohrs hinein.
5. Führen Sie das andere Ende des Abflussrohrs vollständig in den FILL/DRAIN-Anschluss ein. Der Elektrolyt beginnt sofort herauszufließen.
6. Trennen Sie das Abflussrohr vom FILL/DRAIN-Anschluss, indem Sie die Taste am Anschluss drücken, sobald die App einen leeren Tank anzeigt. Folgen Sie dann den Schritten in der App, um den Spülvorgang (Befüllen) des Geräts zu starten.
7. Sobald der interne Tank gefüllt ist, bereiten Sie einen zweiten Behälter vor und führen Sie das Ende des Ablassrohrs hinein.
8. Führen Sie das andere Ende des Ablassrohrs vollständig in den FILL/DRAIN-Anschluss ein. Das Wasser, das nun mit dem restlichen Elektrolyten vermischt wird, beginnt sofort zu fließen.
9. Trennen Sie das Abflussrohr vom FILL/DRAIN-Anschluss, indem Sie die Taste am Anschluss nach unten drücken.
10. Bestätigen Sie, dass die Spülung abgeschlossen ist (Entleeren), indem Sie auf die Schaltfläche "Weiter" in der App oder in der Web-GUI klicken.
11. Das Gerät ist nun bereit, mit frischem Elektrolyten befüllt zu werden. Bitte lesen Sie das Kapitel 4.11.3 Elektrolyt-Befüllung für weitere Informationen.

### 7.2.2 REINIGUNG

Bei der Durchführung der routinemäßigen Wartungsprozesse und Kontrollen sollte das Gerät inspiziert und gereinigt werden. Beginnen Sie damit, die Lüftungsöffnungen/Gitter vorsichtig mit einem Staubsauger oder einer Bürste (nicht im Lieferumfang enthalten) zu reinigen. Verwenden Sie anschließend ein feuchtes Tuch (keine Säuren, aggressiven oder scheuernden Substanzen), um die Außenseite des Geräts zu reinigen.



**Vorsicht! Gerät vor der Reinigung vom Stromnetz trennen!**

Trennen Sie die Stromversorgung, bevor Sie das Gerät reinigen. Fassen Sie die elektrischen Anschlüsse niemals mit nassen Händen an. Stellen Sie sicher, dass das Gerät trocken ist, bevor Sie die Stromversorgung wiederherstellen.



**Vorsicht! Keine Innenreinigung notwendig!**

Die internen Komponenten des Gerätes müssen nicht gereinigt werden und dürfen vom Betreiber zur Reinigung nicht berührt werden.



Nur geschultes und autorisiertes Personal darf das Gerät aus Wartungsgründen öffnen und inspizieren.

### 7.3 5 JAHRE GROSSE WARTUNG

Das Gerät enthält ein Sicherheitssystem, das eine erweiterte Überwachung sicherheitskritischer Komponenten ermöglicht und den sicheren Betrieb des Geräts weiter



verbessert. Um sicherzustellen, dass das Sicherheitssystem ordnungsgemäß funktioniert, muss das Gerät alle fünf Jahre (Einsatzzeit) von Enapter oder einem seiner autorisierten Servicepartner für größere Wartungsarbeiten überprüft werden. Weitere Einzelheiten finden Sie im Sicherheitshandbuch.

Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die größere Wartung innerhalb der Einsatzzeit anzufordern und ein Zeitfenster für die Inspektion zu buchen. Für weitere Informationen sowie für die Anforderung der großen Wartung wenden Sie sich bitte an das Enapter-Kundendienst -Team.



**Vorsicht! Nur autorisierte Wartung!**

Die in diesem Abschnitt beschriebenen 5-jährigen großen Wartungsarbeiten dürfen nur von Enapter oder autorisierten Servicepartnern durchgeführt werden!



**Warnung! Explosionsgefahr. Entfernen oder ersetzen Sie keine Antennen, Lampen, Steckmodule (falls zutreffend) oder andere Komponenten, es sei denn, die Stromversorgung wurde unterbrochen oder der Bereich ist frei von zündfähigen Konzentrationen!**

## 7.4 TRANSPORT

Bei Rücksendungen im Rahmen der Garantie, Reparaturen oder Recycling melden Sie Ihr Geräteproblem bitte dem Enapter-Kundendienst-Team, um das Formular zur Rücksendegenehmigung und die Verpackungsanweisungen zu erhalten.

Vor dem Transport vergewissern Sie sich, dass das Gerät vollständig abgekühlt ist und dass der Elektrolyttank entleert ist: Entleeren des Elektrolyten. Verschließen Sie die Anschlüsse an der Frontplatte, indem Sie die roten Stecker, die mit dem Gerät geliefert wurden, in die jeweiligen Schotten stecken und die Kunststoffkappen an den Wasserstoffauslass- und -entlüftungsleitungen anbringen. Stellen Sie sicher, dass das Gerät in aufrechter Position transportiert wird und dass ein Indikator dafür an der Außenseite der Verpackung gut sichtbar ist.



**Vorsicht! Verwenden Sie nur Original-Versandmaterial!**

Enapter akzeptiert das Gerät möglicherweise nicht, wenn es ohne die Original-Versandkartons oder eine gleichwertige Polsterung für den sicheren Transport zurückgegeben wird. Tritt bei der Rückgabe eines Gerätes im Rahmen der Garantie ein Schaden auf, übernimmt Enapter die Kosten für die Reparatur nicht.

**Vorsicht! Das Gerät ist schwer!**

Heben Sie ein Gerät niemals allein an, da es über 40 kg wiegt. Verwenden Sie Hebehilfen, falls vorhanden.



Aufgrund ihres Gewichts und ihrer Größe wird empfohlen, einen Palettenwagen oder ähnliche Geräte zu verwenden, um die Box bei der Lieferung zu manövrieren. Wenn die Box angehoben werden muss, heben Sie sie immer mit mindestens zwei Personen an.



Vorsicht! Setzen Sie die Verpackung keinen Temperaturen aus, die außerhalb der angegebenen Lagerbedingungen liegen!  
In Umgebungen mit sehr niedrigen oder sehr hohen Temperaturen muss der Versandkarton deutlich mit einem Etikett gekennzeichnet sein, das den Spediteur darauf hinweist, dass das Paket keinen Temperaturen außerhalb des im Datenblatt angegebenen Lagerbereichs ausgesetzt werden darf.

## 7.5 LAGERUNG

Elektrochemische Geräte können empfindlich auf äußere Einflüsse reagieren. Daher ist es wichtig, die folgenden Aufbewahrungsanweisungen zu befolgen, um sicherzustellen, dass das Gerät geschützt bleibt und während des Gebrauchs wie erwartet funktioniert.

- Für die Lagerung vor der ersten Inbetriebnahme:
  - Umgebungsbedingungen: 2 °C bis 55 °C, bis zu 90 % Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
- Zur Aufbewahrung nach Gebrauch:
  - Umgebungsbedingungen: 2 °C bis 55 °C, bis zu 90 % Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
  - Entleeren Sie den ELE, **aber spülen Sie das Gerät nicht**, bis es wieder in Betrieb genommen wird.
- Für angeschlossene Geräte, die nicht verwendet werden
  - Entleeren Sie das Gerät nicht
  - Umgebungsbedingungen: 2 °C bis 55 °C, bis zu 90 % Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
  - Ein Elektrolytwechsel nach drei Monaten ist vor der Wiedereinbetriebnahme dringend erforderlich
  - Bei der Langzeitlagerung müssen Sie Ihr Gerät wie für den Transport verpacken. Eine Anleitung dazu finden Sie in der [Rubrik](#) Transport

## 7.6 ENTSORGUNG



Enapter setzt sich entschlossen für das Recycling von Altgeräten und ihrer Komponenten ein.  
Bitte geben Sie das Gerät am Ende der Lebensdauer an Enapter zurück, um das Gerät vollständig zu recyceln.  
Indem Sie sicherstellen, dass dieses Produkt korrekt recycelt wird, tragen Sie dazu bei, Ihre Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren und helfen uns, die Welt sauberer und grüner zu machen.

### 7.6.1 ABGELASSENER ELEKTROLYT

Tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) vor dem Entleeren des Geräts. Weitere Informationen finden Sie unter 5.4 Appendix IV unten. Sammeln Sie das Elektrolyt in einem geeigneten Behälter und geben Sie ihn an einer geeigneten Station für chemische Abfälle ab. Er enthält bis zu 3 % KOH beim Befüllung gemäß dieser Anleitung und abhängig vom Elektrolytstand beim Entleeren.



Bitte schonen Sie die Umwelt: Nicht in die Kanalisation geben. Entsorgen Sie die Flüssigkeit gemäß den lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetze und Vorschriften.

## 7.6.2 KNOPFZELLE ODER KNOPFBATTERIE

Der Elektrolyseur enthält eine nicht austauschbare Batterie.

- Batterietyp: Lithiumbatterie, CR2032
- Nennspannung: 3V

Bitte beachten Sie folgendes:

- Entfernen Sie gebrauchte Batterien und recyceln oder entsorgen Sie sie gemäß den örtlichen Vorschriften. Bewahren Sie die Batterien außerhalb der Reichweite von Kindern auf. **Nicht im Hausmüll entsorgen oder verbrennen.**
- Selbst gebrauchte Batterien können zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen
- Wenden Sie sich im Falle einer Exposition oder eines Verschluckens an eine örtliche Giftnotrufzentrale, um eine Behandlungsberatung zu erhalten.
- Versuchen Sie nicht, nicht wiederaufladbare Batterien aufzuladen.
- Nicht zwangsweise entladen, aufladen, zerlegen, über 85 °C (Temperaturangabe des Herstellers) erhitzen oder verbrennen.** Andernfalls kann es zum Austritt von Gasen, Leckagen oder Explosionen kommen, die zu Verätzungen oder anderen schweren Verletzungen führen können.



## 8 ANHANG

### ***Appendix I. Wasserstoff-Dichtheitsprüfung***

Für Wasserstoffgeräte ist es von entscheidender Bedeutung, jede Verbindung auf Undichtigkeiten zu überprüfen. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Anhang von ASME B31.12.

Es gibt drei Hauptmethoden, die empfohlen werden, um nach Undichtigkeiten zu suchen:

1. Detektion von Wasserstoff auf Oberflächen
2. Testen mit Hilfe von Seifenblasen
3. Prüfung auf Druckabfall.

### **Detektion von Wasserstoff auf Oberflächen**

Prüfen Sie mit einem kalibrierten Wasserstoffschnüffler langsam auf Undichtigkeiten an jeder Verbindung und jeder wasserstoffgefüllten Komponente.

#### Vorteile

- ≡ Präzise – kann auch kleine Leckagen lokalisieren.
- ≡ Kann Leckagen nach Leckraten klassifizieren

#### Nachteile

- ≡ Funktioniert nicht, wenn sich erhöhte Wasserstoffwerte in der Atmosphäre befinden

### **Testen mit Hilfe von Seifenblasen**

Mit einer Mischung aus Seife und Wasser (bitte stellen Sie sicher, dass die verwendete Seife mit dem Gerät und den verwendeten Materialien kompatibel ist) wird die Lösung mit einer kleinen Pipette auf die einzelnen Anschlüsse getropft. Wenn die Verbindung Blasen wirft, liegt ein Leck vor.

#### Vorteile

- ≡ Größere Leckagen können schnell detektiert werden
- ≡ Niedrige Kosten
- ≡ Beste Methode zur genauen Ortung des Lecks
- ≡ Präzise – funktioniert auch bei erhöhten H<sub>2</sub>-Werten in der Umgebung

#### Nachteile

- ≡ Kleine Leckagen können nicht erkannt werden.
- ≡ Keine Informationen über die Leckrate oder das Prüfergebnis
- ≡ Langsam: Das Erkennen kleiner Blasen an typischen Teilen kann viel länger dauern als bei anderen Methoden.
- ≡ Riskant: Technik ist stark vom Tester abhängig und kann dazu führen, dass Leckagen u.U. nicht erkannt werden



### Prüfung auf Druckabfall

Dieser Test sollte bei dem maximalen Betriebsdruck des Geräts durchgeführt werden, indem einzelne Abschnitte eines Rohrs isoliert und der darin enthaltene Druck überwacht werden. Wird ein Druckabfall beobachtet, der nicht auf Temperaturänderungen zurückzuführen ist, liegt eine Leckage vor.

#### Vorteile

- ≡ Nützlich für die abschließende Überprüfung bei der Inbetriebnahme des Geräts
- ≡ Es können mehrere Verbindungen gleichzeitig getestet werden

#### Nachteile

- ≡ Die genaue Position der Leckage kann nicht gefunden werden.
- ≡ Leckraten können nicht genau eingestuft werden

## ***Appendix II. Verfolgung der routinemäßigen Wartung und des Elektrolytwechsels***

Um eine ordnungsgemäße Wartung und Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten, muss jeder Elektrolytwechsel für jedes eingesetzte Gerät aufgezeichnet werden. Dies dient als Nachweis für die Einhaltung der Mindestanforderungen an die routinemäßige Wartung. Die Aufzeichnung dieser Informationen kann leicht in die Standardprozesse der Wartungsplanung integriert werden, die im industriellen Projektmanagement üblich und erwartet sind. Kunden können dies in ihrem bevorzugten Format verfolgen; im Folgenden finden Sie jedoch ein Beispiel für die mindestens erforderlichen Daten.

Geräte S/N	Datum	Elektrolyt ausgetauscht	H2-Lecks überprüft	Inspiziert & gereinigt	Durchgeführt von
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name
QQXXXXXXXXZZZ	TT/MM/JJJJ	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ja   Nein <input type="checkbox"/>	Name

## ***Appendix III. Bereiten Sie frischen Elektrolyten vor***

- Zeitaufwand                    5-10 Minuten  
     Schutzbrille
- Benötigte Materialien    Nitril-Handschuhe  
     Sauberer 5L Behälter  
     2 l demineralisiertes Wasser (siehe Wassereingangsqualität im Kapitel 1.1)



Chemische Waage  
40 g (+/-0,3 g) KOH (85% Reinheit) (CAS-N°:1310-58-3<sup>10</sup>)



Für die routinemäßige Wartung muss eine neue Elektrolytlösung hergestellt werden. Der regelmäßige Wechsel des Elektrolyten im Elektrolyseur trägt dazu bei, die Lebensdauer des Geräts zu verlängern. Wenn das Gerät mit Wasser befüllt wurde, das nicht die erforderliche Reinheit erfüllte, muss auch der Elektrolyt ausgetauscht werden. Frischer Elektrolyt oder das notwendige KOH-Granulat kann in der Regel vor Ort erworben werden.



**Vorsicht! Das Gerät enthält Chemikalien!**

Beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt (SDB) aller verwendeten Chemikalien, bevor Sie mit ihnen umgehen. Alle Personen, die den Elektrolyten verwenden, zubereiten und in die Geräte einfüllen, müssen über mögliche Gefahren informiert werden, die mit ihren Tätigkeiten verbunden sind.



**Vorsicht! Schützen Sie sich!**

Mischen Sie die Elektrolytlösung gemäß geeigneter Arbeitshygiene- und Sicherheitspraktiken und tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA), wie im entsprechenden Sicherheitsdatenblatt (SDB) angegeben. Vermeiden Sie jeglichen Kontakt mit Augen und Haut.



**Vorsicht! Chemikalien können das Gerät beschädigen!**

Lesen Sie die nachstehenden Anweisungen sorgfältig durch, bevor Sie beginnen. Befolgen Sie die Anweisungen sorgfältig und wenden Sie sich bei Fragen an das Enapter-Kundendienst-Team. Stellen Sie sicher, dass das gesamte Material, das zur Lagerung und Aufbewahrung der Elektrolytlösung verwendet wird, chemisch mit ihrem Inhalt kompatibel ist.

1. Ziehen Sie PSA an. Die erforderliche Mindestausrüstung ist eine Schutzbrille zum Schutz vor Spritzern und Nitrilhandschuhe. Stellen Sie sicher, dass der Arbeitsbereich sauber ist, um chemische Kontaminationen und potenzielle Expositionsgefahren zu vermeiden.

Wir empfehlen, sich mit Enapter in Verbindung zu setzen, um sicherzustellen, dass das gekaufte Produkt kompatibel ist (support@enapter.com)



2. Stellen Sie sicher, dass der ausgewählte KOH-resistente Behälter groß genug ist, um die Lösung vollständig aufzunehmen. Vergewissern Sie sich, dass der Behälter sauber ist und keine Ablagerungen im Inneren sichtbar sind. Wenn Sie sich nicht sicher sind, fahren Sie mit Schritt 3 fort, andernfalls fahren Sie mit Schritt 4 fort.
  - ≡ Wenn Sie die Lösung im Voraus vorbereiten – markieren und beschriften Sie die Lösung deutlich. Außerhalb der Reichweite von Kindern und ungeübten Personen aufbewahren. Lagern Sie Chemikalien niemals über Augenhöhe.
3. Spülen Sie den Behälter mindestens dreimal gründlich mit demineralisiertem Wasser aus. Bevor Sie mit Schritt 4 fortfahren, führen Sie eine weitere Sichtprüfung durch, um festzustellen, ob möglicherweise weitere Ablagerungen sichtbar sind.
4. Füllen Sie 2 l demineralisiertes Wasser in den KOH-beständigen Behälter (siehe Wassereingangsqualität im Kapitel ).
5. Wiegen Sie die erforderliche Menge KOH sorgfältig ab. 40 g (+/-0,3 g) KOH (mit 85 % Reinheit) in 2 l demineralisiertem Wasser geben, um die KOH-Lösung herzustellen.
  - ≡ **Achtung:** Verwenden Sie KOH nicht mit einer Reinheit von weniger als 85 %. Passen Sie die Menge an KOH-Pellets entsprechend der KOH-Reinheit an.
6. Füllen Sie das KOH in den Behälter mit dem demineralisierten Wasser. **Die Lösung wird warm!** Rühren Sie die Lösung sofort um oder mischen Sie sie vorsichtig bei fest geschlossenem Deckel.

#### ***Appendix IV. Entleeren des Elektrolyten***

Zeitaufwand	5-10 Minuten
	Schutzbrille
Benötigte Materialien	Nitril-Handschuhe
	Sauberer 5L Behälter



Das Gerät muss für den Transport, die Installation und für den routinemäßigen Wechsel des Elektrolyten entleert werden. Dazu muss das Gerät zunächst über die Enapter Mobile App oder die Cloud in den Wartungs- (Maintenance) modus geschaltet werden. Befolgen Sie die in der App beschriebenen Schritte oder befolgen Sie die folgenden Anweisungen.

Sammeln Sie die Flüssigkeit in einem geeigneten Behälter und geben Sie sie in einen Behälter für chemische Abfälle. Nicht in die Kanalisation geben! Entsorgen Sie die Flüssigkeit gemäß den lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetzen und Vorschriften.



#### **Vorsicht! Das Gerät enthält Chemikalien!**

Beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt (SDB) aller verwendeten Chemikalien, bevor Sie sie benutzen. Alle Personen,



die das Elektrolyt aus den Geräten entleeren und/oder handhaben, müssen über mögliche Gefahren informiert werden, die mit ihren Tätigkeiten verbunden sind.

**Vorsicht! Schützen Sie sich!**

Tragen Sie geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA). Vermeiden Sie jeglichen Kontakt mit Augen und Haut.

Wenn Sie mit der abgetropften Lösung in Berührung gekommen sind, waschen Sie die betroffene Stelle sofort und beziehen Sie sich auf das Sicherheitsdatenblatt von Kaliumhydroxid und Kaliumcarbonat.

**Vorsicht! Chemikalien können das Gerät beschädigen!**

Lesen Sie die nachstehenden Anweisungen sorgfältig durch, bevor Sie beginnen. Befolgen Sie die Anweisungen sorgfältig und wenden Sie sich bei Fragen an das Enapter-Kundendienst-Team. Stellen Sie sicher, dass das gesamte Material, das zur Lagerung und Aufbewahrung der Elektrolytlösung verwendet wird, chemisch mit ihrem Inhalt kompatibel ist.

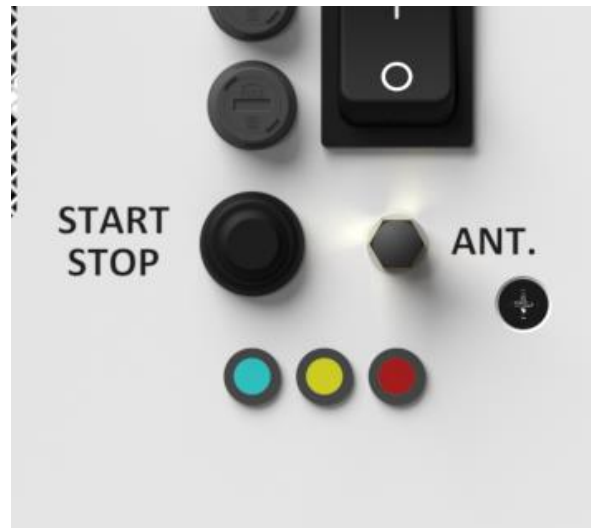
1. Ziehen Sie PSA an. Die erforderliche Mindestausrüstung ist eine Schutzbrille zum Schutz vor Spritzern und Nitrilhandschuhe. Stellen Sie sicher, dass der Arbeitsbereich sauber ist, um chemische Kontaminationen und potenzielle Expositionsgefahren zu vermeiden. Aktivieren Sie den Wartungs- (Maintenance) modus mit der Enapter App.
2. Achtung: Das Gerät sollte nach Möglichkeit eingeschaltet bleiben.
3. Bereiten Sie den Behälter so vor, dass er die abgelassene Flüssigkeit auffängt, und führen Sie das Ende des Abflussrohrs hinein.
4. Nehmen Sie alle Rohre oder Armaturen ab, die an der "O<sub>2</sub> VENT" befestigt sind, damit die Luft in den Tank strömen kann, wenn die Lösung abgelassen wird.
5. Stecken Sie den mitgelieferten CPC-Schnellverbindungsanschluss vollständig in das Ventilschott mit der Bezeichnung "FILL/DRAIN". Die Lösung beginnt sofort zu fließen. Stellen Sie den Behälter unter den Anschluss, um das Elektrolyt vollständig abzulassen.
6. Sammeln Sie die abgelassene Flüssigkeit in einem geeigneten Behälter und geben Sie sie in einen Behälter für chemische Abfälle. Nicht in die Kanalisation geben. Entsorgen Sie die Flüssigkeit gemäß den lokalen Sicherheitsrichtlinien, Regeln, Gesetzen und Vorschriften.
7. Sobald das Elektrolyt aufhört zu fließen, entfernen Sie den Abflussanschluss sicher. Um die Verbindung zu trennen, drücken Sie den Knopf und ziehen Sie den Stecker aus der Frontplatte.
8. Wenn das Elektrolyt zu Wartungszwecken abgelassen wird, beachten Sie, dass Frischwasser über den Anschluss "H<sub>2</sub>O IN" eingefüllt wird wenn sich das Gerät nicht im Wartungs- (Maintenance) modus befindet. Die App führt Sie durch die notwendigen Schritte. Nach dem Nachfüllen werden weitere Ab- und Nachfüllungen benötigt, bis der Elektrolyseur wieder mit Elektrolyt befüllt werden kann.



### ***Appendix V. LED-Status***



LEDs der EL4.1 AC-Version



DR2.1 LEDs

Die drei LEDs auf der Vorderseite helfen dabei, den Gerätestatus und den Betriebszustand anzuzeigen.

Während des normalen Betriebs zeigen die LEDs den Status des Gerätes an. Bitte besuchen Sie das Handbuch für die LED-Statusanzeige des [Elektrolyseurs](#) und des Trockners <https://handbook.enapter.com/electrolyser/dry21/dry21.html>.

### ***Appendix VI. Fehlercodes***

[Hier](#) finden Sie eine Liste aller Warnungen und Fehler, die während der Verwendung des Elektrolyseurs ausgelöst werden können. Die Liste umfasst alle Firmware-Versionen.

Die Warn- und Fehlercodes für den DR21 finden Sie [hier](#).

Überprüfen Sie, welche Firmware auf dem Gerät installiert ist, und wählen Sie dann "Modbus TCP Communication Interface" und dann "Warning, Error and Fatal Error Codes", um auf alle Warnungen und Fehler zuzugreifen. Hier finden Sie z.B. die Warnungen und Fehler für die Firmware des Elektrolyseurs: [https://handbook.enapter.com/electrolyser/el40/el40\\_firmware/3.3.1/modbus\\_tcp\\_communication\\_interface.html](https://handbook.enapter.com/electrolyser/el40/el40_firmware/3.3.1/modbus_tcp_communication_interface.html).

### ***Appendix VII. Zurücksetzen auf Werkseinstellungen***

Nach einer automatischen Notabschaltung (Fatal Error) kann das Gerät nur durch ein Zurücksetzen der Werkseinstellungen (Factory Settings Reset) wiederhergestellt werden. Es ist nicht möglich, das Gerät wiederherzustellen, ohne die Werkseinstellungen zurückzusetzen, selbst wenn der schwerwiegende Fehler nicht mehr vorhanden ist.

So aktivieren Sie das Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen:

- Entlasten Sie den Stack. Der innere Wasserstoffdruck muss < 2 bar betragen.
- Drücken Sie die Wi-Fi-Taste, um das Wi-Fi auszuschalten.



VERSION  
07

TITEL DES DOKUMENTS  
EL4.1 – Bedienungsanleitung

ERSCHEINUNGSDATUM  
2026-01-27

- Schalten Sie das Gerät aus.
- Halten Sie die Start-/Stopp-Taste gedrückt und schalten Sie das Gerät ein (lassen Sie die Start-/Stopp-Taste nicht los).
- Halten Sie die Start-/Stopp-Taste gedrückt und warten Sie, bis die LEDs nacheinander 3-mal nacheinander zu blinken beginnen.
- Lassen Sie die Start-/Stopp-Taste los. Alle LEDs blinken einmal.
- Zurücksetzen auf Werkseinstellungen gestartet. Das Gerät wird automatisch neu gestartet. Alle LEDs blinken dreimal.
- Drücken Sie die Wi-Fi-Taste, um das Wi-Fi wieder einzuschalten.
- Es gibt eine Warnung, wenn die Start-/Stop-Taste nicht losgelassen wurde: WARNING WP\_04: STICKY BUTTON.

Nach dem Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen wechselt Ihr Elektrolyseur in den Wartungs- (Maintenance) modus, wenn der Wasserstand zu niedrig ist. Wenn der Wasserstand höher als der niedrige Pegel ist, bleibt der Elektrolyseur im Betriebsmodus.

Eine Schritt-für-Schritt-Videoanleitung finden Sie [hier](#).