



vitesco
TECHNOLOGIES

Isolationsrohrleitung PEM Guard 5000

für Hydron Powerstack K500, K1000

Betriebsanleitung

We pioneer motion

SCHAEFFLER

Inhaltsverzeichnis

1	Hinweise zur Anleitung.....	5
1.1	Über die Betriebsanleitung.....	5
1.2	Symbole.....	5
1.3	Zeichen.....	5
1.4	Verfügbarkeit.....	6
1.5	Rechtliche Hinweise.....	6
1.6	Bilder.....	6
1.7	Richtlinien und Normen.....	6
1.8	Abkürzungen.....	7
2	Allgemeine Sicherheitsbestimmungen.....	8
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	8
2.2	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung.....	8
2.3	Betriebsumgebungen und Umgebungsbedingungen.....	8
2.4	Gewährleistung und Haftung.....	9
2.5	Mitgeltende Unterlagen.....	9
2.6	Sicherheit.....	10
2.6.1	Transport.....	10
2.6.2	Montage.....	10
2.6.3	Betrieb.....	11
2.6.4	Qualifikation des Personals.....	13
2.6.5	Restgefahren.....	13
3	Produktbeschreibung.....	14
3.1	Funktionsprinzip.....	14
3.2	Auslegung des Isolationswiderstands.....	15
3.3	Aufbau und Funktion.....	16
4	Lieferumfang.....	17
5	Transport und Lagerung.....	18
6	Montage.....	19
6.1	Isolationsrohrleitung aufstellen.....	19
6.2	Prozessanschluss und Verrohrung anschließen.....	19
7	Inbetriebnahme.....	23
7.1	Site-Acceptance-Test (SAT).....	23
8	Betrieb.....	25
8.1	Hinweise zum Betrieb des Systems.....	25
8.2	Betriebsparameter überwachen.....	26
9	Wartung und Service.....	28
9.1	Serviceumfang.....	28
9.2	Reinigung der Isolationsrohrleitung.....	30
9.3	Hersteller-Service.....	31

10	Außerbetriebnahme.....	32
11	Störung und Behebung	33
11.1	Fehlersuche	33
12	Entsorgung.....	34
13	Technische Daten	35

1 Hinweise zur Anleitung

Diese Anleitung ist Teil des Produkts und enthält wichtige Informationen. Vor der Verwendung sorgfältig durchlesen und genauestens die Anweisungen befolgen.

1.1 Über die Betriebsanleitung

Diese Betriebsanleitung enthält alle notwendigen Anweisungen, die für die allgemeine Sicherheit, den Transport, die Installation, die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Instandhaltung, die Außerbetriebnahme und die Lagerung eingehalten werden müssen.

Diese Betriebsanleitung muss:

- von allen Personen befolgt, gelesen und verstanden werden, die mit dem Stack arbeiten
- für alle Personen, die mit dem Stack und den dazugehörigen Isolierrohren arbeiten, frei zugänglich sein
- bei den geringsten Zweifeln bezüglich der Sicherheit herangezogen werden

Die Betriebsanleitung unterstützt bei folgenden Themen:

- Gefahrenvermeidung
- Erhöhung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Geräts.

Diese Betriebsanleitung ist Teil des Geräts.




In dieser Anleitung wird der Begriff Stack für die Benennung des Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse-Stacks verwendet.

1.2 Symbole

Die Definition der Warnsymbole und Gefahrensymbole folgt ANSI Z535.6-2011.

1.1 Warnsymbole und Gefahrensymbole

Zeichen und Erläuterung



 GEFAHR	Bei Nichtbeachtung treten unmittelbar Tod oder schwere Verletzungen ein.
 WARNUNG	Bei Nichtbeachtung können Tod oder schwere Verletzungen eintreten.
 VORSICHT	Bei Nichtbeachtung können kleine oder leichte Verletzungen eintreten.
HINWEIS	Bei Nichtbeachtung können Schäden oder Funktionsstörungen am Produkt oder an der Umgebungsstruktur eintreten.

1.3 Zeichen







Die Definition der Warnzeichen, Verbotssymbole und Gebotszeichen folgt DIN EN ISO 7010 oder DIN 4844-2.

1.1 Warnzeichen, Verbotssymbole und Gebotszeichen

Zeichen und Erläuterung

	Warnung allgemein
	Warnung vor elektrischer Spannung
	Warnung vor heißer Oberfläche

Zeichen und Erläuterung

	Warnung vor feuergefährlichen Stoffen
	Warnung vor Zerbersten von unter Druck stehenden Gasflaschen
	Anleitung beachten
	Sicherheitsschuhe tragen
	Augenschutz benutzen
	Allgemeines Gebotszeichen

1.4 Verfügbarkeit

Diese Anleitung wird mit jedem Betriebsmittel geliefert und kann auch nachträglich bestellt werden.

Sicherstellen, dass diese Anleitung stets komplett und lesbar ist und dass sie allen Personen zur Verfügung steht, die das Produkt transportieren, montieren, demontieren, in Betrieb nehmen, betreiben oder warten.

Die Anleitung an einem sicheren Ort aufbewahren, damit Sie jederzeit nachlesen können.

1.5 Rechtliche Hinweise

Die Informationen in dieser Anleitung geben den Stand bei Veröffentlichung wieder.

Eigenmächtige Veränderungen sowie die nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts sind nicht zulässig. Schaeffler übernimmt insoweit keinerlei Haftung.

1.6 Bilder

Die Bilder in dieser Anleitung können Prinzipdarstellungen sein und vom gelieferten Produkt abweichen.

1.7 Richtlinien und Normen

Das Isolierrohr ist soweit anwendbar konform mit den einschlägigen EG-Richtlinien:

- Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU
- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU

Weitere zu berücksichtigende Richtlinien und Normen bei der Verwendung der Isolationsrohrleitung sind abhängig von der Anlage, in die das Isolationsrohrleitung integriert ist, und den dort gegebenen Umgebungsbedingungen.

1.8 Abkürzungen

3 Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
AC	Wechselstrom
ATEX	EU-Richtlinie für Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen und für die Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen
BoP	Balance of Plant (Betriebsausrüstung)
DC	Gleichstrom
PEM	Protonenaustauschmembran
PEMWE	Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse
PEMWE-Stack	Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse-Stack
PFD	Process Flow Diagram (Prozessflussdiagramm)
PSA	persönliche Schutzausrüstung
SAT	Site Acceptance Test (Abnahmeprüfung am Aufstellort)
UPW	ultrareines Wasser

2 Allgemeine Sicherheitsbestimmungen

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Isolationsrohrleitung wird verwendet, um das elektrische Potenzial eines PEM-Elektrolysestacks von der umliegenden Anlagentechnik zu trennen und den Streustrom über den Medienfluss zu reduzieren.

Die bestimmungsgemäße Verwendung umfasst auch:

- die Beachtung aller Informationen in der Betriebsanleitung
- die Beachtung aller Sicherheitshinweise
- die Einhaltung der Vorschriften zu Wartung und Instandhaltung

Jede andere Verwendung oder erweiterte Verwendung der Isolationsrohrleitung gilt als nicht bestimmungsgemäß und ist damit unzulässig. Schaeffler übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch unsachgemäßen oder nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch entstehen.

2.2 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Nicht bestimmungsgemäße Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbarer Missbrauch sind unzulässig, da sie den Benutzer, anderes Personal oder das Gerät gefährden können.

Nicht bestimmungsgemäße Verwendung für alle Betriebsarten ist:

- Verwendung der Isolationsrohrleitung außerhalb seines Verwendungszwecks
- Betrieb der Isolationsrohrleitung außerhalb der Vorgaben in dieser Betriebsanleitung
- Zuführen von Flüssigkeiten anders als in der Betriebsanleitung beschrieben
- Verwendung von elektrischen Strömen und elektrischen Spannungen außerhalb der Vorgaben in dieser Betriebsanleitung
- Betrieb des Systems außerhalb der in den Betriebsbedingungen und Umgebungsbedingungen beschriebenen physikalischen Einsatzgrenzen
- Betrieb des Systems bei offensichtlichen Fehlern
- Durchführung von Reparatur, Reinigung oder Wartung bei laufendem Betrieb des Systems
- unsachgemäße Durchführung von Wartungsarbeiten
- Durchführung unerlaubter Änderungen an der Isolationsrohrleitung

2.3 Betriebsumgebungen und Umgebungsbedingungen

Das System mit integrierten Isolationsrohrleitungen darf nur unter geeigneten Betriebsbedingungen betrieben werden, die der Produktspezifikation entsprechen ►35 | 13. Der Betrieb des Systems unter unsachgemäßen Betriebsbedingungen kann zu unsicheren Bedingungen oder Fehlfunktionen führen.

Eine Umhausung wird empfohlen. Diese dient als Berührschutz und als Schutz vor Verschmutzung.

Verschmutzungsgrad III darf nicht überschritten werden. Es wird dringend empfohlen, den Verschmutzungsgrad II nicht zu überschreiten. Während des Betriebs regelmäßig auf Kontamination prüfen und ggf. reinigen.

2.4 Gewährleistung und Haftung

Gewährleistungsansprüche und Haftungsansprüche im Falle von Personenschäden und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- unsachgemäße Verwendung der Isolationsrohrleitung
- unsachgemäße Installation, Inbetriebnahme, Betrieb oder Wartung der Isolationsrohrleitung
- Betrieb außerhalb der angegebenen Betriebsbedingungen ►35 | 13
- Betrieb des Systems mit defekten Sicherheitseinrichtungen
- Nichtbeachtung der Betriebsanleitung
- unbefugte Veränderungen an der Isolationsrohrleitung
- unzureichende Wartung, Reparatur oder Instandhaltung
- Katastrophenfälle, die durch äußere Einflüsse oder höhere Gewalt verursacht werden
- Verwendung von Flüssigkeiten, die nicht den in dieser Betriebsanleitung angegebenen Spezifikationen entsprechen

Für den Zugriff auf die gemessenen Prozessvariablen und deren Aufzeichnung in Messintervallen müssen die technischen und betrieblichen Voraussetzungen vorhanden sein.

2.5 Mitgeltende Unterlagen

Zusätzlich zu dieser Betriebsanleitung müssen die folgenden Punkte beachtet werden, um einen sicheren und ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten:

- Vorschriften am Einsatzort abhängig von der Anlage, in welche die Isolationsrohrleitung integriert ist, und den dort gegebenen Umgebungsbedingungen
- Bestimmungen der Aufsichtsbehörden (UUV-Unfallverhütungsvorschriften)
- anerkannte fachtechnische Regeln für sicherheitsgerechtes und fachgerechtes Arbeiten
- lokale Gesetze und Vorschriften
- Umweltschutzbestimmungen
- andere geltende Vorschriften

2.6 Sicherheit

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann zu schweren Verletzungen, sogar zum Tod, und zu Sachschäden führen. Es ist von entscheidender Bedeutung, die Betriebsanleitung mit allen Sicherheitshinweisen und Warnhinweisen zu befolgen, um potenzielle Gefahren zu vermeiden:

- Vor der Installation, Inbetriebnahme und Betrieb die Betriebsanleitung sorgfältig durchlesen.
- Erforderliche Sicherheitsbedingungen vor der Inbetriebnahme sicherstellen.
- Allgemeine Sicherheitshinweise sowie die speziellen Warnhinweise in den anderen Abschnitten beachten.
- Alle lokalen Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit Heben und der Handhabung von Wasserstoff, Sauerstoff, komprimierten Gasen, Elektrik befolgen.
- Sicherstellen, dass die Anlage allen örtlichen Vorschriften, einschließlich Bauvorschriften und Empfehlungen, entspricht. Die hier aufgeführten Sicherheitshinweise und Warnhinweise decken möglicherweise nicht alle Situationen ab.

2.6.1 Transport

Beschädigung der Isolationsrohrleitung aufgrund von Bedingungen während Lagerung und Transport. Eine unsachgemäße Lagerung oder ein unsachgemäßer Transport der Isolationsrohrleitung kann zu einer Beschädigung der Beschichtung oder der Dichtungsoberfläche führen, die während des Betriebs zur Bildung eines zündfähigen Wasserstoff-Gas-Gemisches in der unmittelbaren Umgebung des Stacks führen kann. Wenn die entsprechende Zündenergie vorhanden ist, kann eine Druckwelle erzeugt werden und mechanische Teile und heiße Säureflüssigkeiten können mit hoher Energie weggeschleudert werden.

Beim Transport und Umgang mit der Isolationsrohrleitung folgendes beachten:

- Geeignete Transportverpackung für den Transport verwenden.
Ein Schaden an der Beschichtung führt zu einer Fehlfunktion der Isoliereigenschaften und kann schwere Verletzungen bis hin zum Tod durch stromführende Teile verursachen. Eine visuelle Inspektion auf Versagen in der Beschichtung oder Unregelmäßigkeiten wird empfohlen.
- Isolationsrohrleitung nicht werfen.

2.6.2 Montage

Bei der Montage der Isolationsrohrleitung folgendes beachten:

- Gefahr durch Stromschlag beim Berühren spannungsführender Teile (z. B. Gleichstromleiter, Anschlussklemmen).
- Elektrotechnische Sicherheitsvorschriften einhalten.

Durch Austritt von Flüssigkeiten kann bei unsachgemäßem Umgang ein brennbares Wasserstoff-Gas-Gemisch innerhalb und in der Nähe des Systems entstehen. Wenn Zündenergie vorhanden ist, kann es zu einer schnellen thermischen Reaktion oder Explosion kommen.

- Beim Öffnen der Flanschverbindungen und Fittings ist vorsichtiges Vorgehen erforderlich. Unter Druck stehende Flüssigkeiten können entweichen.
- Verunreinigungen (zum Beispiel Fett oder Grate vom Herstellungsprozess) beim Anschließen des Stacks vermeiden.
- Sicherstellen, dass keine Fremdkörper in das System gelangen können.
- Stack nur über Rohrleitungen mit zugelassenen Medien befüllen.
- Dichtheitsprüfung durchführen und Umgebung entsprechend der kundenseitigen Risikobewertung entlüften.
- Zuerst die Anlagenkomponenten anschließen. Erst danach den für den Transport nötigen Entladungswiderstand trennen.
- Sicherstellen, dass Sie genehmigtes Dichtungsmaterial und Schraubmaterial mit dem richtigen Drehmoment verwenden.
- Verwendung von z. B. Band-Erdungsklemmen oder einer anderen Erdungslösung zur Reduzierung der elektrostatischen Ladung.
- Lecktests und elektrische Isolierungstests nach der Montage werden empfohlen.

2.6.3 Betrieb

Die Rohrleitungen sind für den Transport von UPW, Wasserstoff und Sauerstoff ausgelegt. Wasserstoff ist ein farbloser, geruchloser und brennbarer Stoff. In Gegenwart von Sauerstoff ist er leicht brennbar und brennt mit einer für das menschliche Auge unsichtbaren farblosen Flamme.

Beim Betrieb des Systems gelten die folgenden Mindestanforderungen:

- Sicherstellen, dass die Belüftung und Absaugung eingeschaltet ist und eine ausreichende Kapazität aufweist.
- Das System innerhalb der angegebenen Grenzen für Temperatur und Druck betreiben.
- Den Arbeitsbereich, in dem Wasserstoff verwendet wird, mit Sicherheitseinrichtungen ausstatten, zum Beispiel Gassensor für H₂ und Zwangsbelüftung.
- Die Einhaltung der Grenzwerte für die Konzentrationen von Wasserstoff und Sauerstoff am Arbeitsplatz bei Arbeiten am Stack sicherstellen.
- Gleichspannung > DC 120 V stellt eine Lebensgefahr dar. Sicherstellen, dass bei Betreten des Bereichs um das System dauerhaft keine gefährliche Spannung am Stack anliegt. Sicherstellen, dass das System vor dem Berühren und Handhaben spannungsfrei ist.

2.6.3.1 Wasserstofferzeugung

Wasserstoff ist ungiftig, kann aber als einfaches Erstickungsmittel wirken, indem er den Sauerstoff in der Luft verdrängt. Es kann Bewusstlosigkeit eintreten.

Austretender Wasserstoff kann heiß sein und eine Verbrennungsgefahr darstellen. Aufgrund der sehr niedrigen Zündenergie kann sich Wasserstoff spontan entzünden, wenn er mit hoher Geschwindigkeit ausströmt.

Die folgenden Parameter gelten bei Standardbedingungen:

- Entflammbarkeitsbereich an der Luft: 4 Vol.-% bis 75 Vol.-%
- Temperatur für Selbstentzündung: +560 °C
- Mindestzündenergie in Luft: 0,02 mJ

Die Bildung einer entzündlichen oder explosiven Atmosphäre, verursacht durch Leckagen an den Verbindungsstellen, z. B. Armaturen, Rohrverbindungen und zwischen den Zellen des Stacks, kann zu Tod, schweren Verletzungen oder Sachschäden durch Feuer oder Explosion führen.

Bei einem Zwischenfall mit Wasserstoff, inklusive der Detektion von Lecks, wie folgt vorgehen:

- Notabschaltung durchführen. Der Abschaltvorgang muss automatisiert und ohne Eingreifen des Personals stattfinden. Bei kritischen Zwischenfällen muss das Personal für die eigene Sicherheit sorgen.
- Geschultes Personal die Situation beurteilen lassen und das weitere Vorgehen festlegen lassen.
- Persönliche Exposition gegenüber Wasserstoff und explosiver Atmosphäre vermeiden.

2.6.3.2 Sauerstofferzeugung

Eine zu hohe oder zu niedrige Sauerstoffkonzentration in der Luft kann zu Tod oder schweren Verletzungen durch Ersticken, Lungenschäden oder Organversagen führen.

Die normale Sauerstoffkonzentration in der Luft beträgt etwa 21 Vol.-%. Luft, die weniger als 19,5 % oder mehr als 23 % Sauerstoff enthält, stellt eine gefährliche Arbeitsumgebung dar. Sauerstoff an sich ist nicht brennbar, aber er fördert die sehr schnelle Verbrennung von brennbaren Materialien und einigen Materialien, die normalerweise als relativ unbrennbar gelten.

Obwohl in Verbindung mit brennbaren Stoffen und Sauerstoff immer eine Zündenergiequelle erforderlich ist, ist die Kontrolle oder die Beseitigung von brennbaren Stoffen eine Vorsichtsmaßnahme. Schmieröle und andere Kohlenwasserstoffmaterialien können mit höheren Konzentrationen von Sauerstoff heftig reagieren.

Um gefährliche Situationen zu vermeiden, folgende Maßnahmen treffen:

- Alle Komponenten, die bei der Sauerstofferzeugung verwendet werden, entsprechend den geltenden Normen und Standards (z. B. ASTM G93) gründlich reinigen.
- Sicherstellen, dass alle relevanten Komponenten geerdet sind, damit es zu keiner statischen Aufladung kommt.
- Sicherstellen, dass sich keine brennbaren Materialien in der Nähe des Systems und seiner angeflanschten Verbindungen befinden.
- Personal wegen der erhöhten Brandgefahr keiner sauerstoffangereicherten Atmosphäre aussetzen:
 - Bei einer Sauerstoffkonzentration über 23 % erhöht sich die Entzündbarkeit der Kleidung drastisch. Einmal entzündet, selbst durch eine relativ schwache Zündquelle wie zum Beispiel durch einen Funken oder eine Zigarette, kann die Kleidung in Flammen aufgehen und schnell brennen.
 - Bei einer Sauerstoffkonzentration über 60 % kommt es zu einer Stichflamme auf der Kleidung und sogar auf Körperhaaren oder Schmierölen und anderen Kohlenwasserstoffmaterialien, die sich schnell über die umgebenden Bereiche ausbreitet.

2.6.4 Qualifikation des Personals

Nur qualifiziertes Personal mit den folgenden Kompetenzen darf an dem System arbeiten.

4 Qualifikation des Personals

Arbeitsbereich	Kompetenz
Transport	qualifiziertes Personal:
Einrichtung	
Inbetriebnahme	
Stilllegung	
Fehlersuche	
Bedienung und Handhabung	

2.6.4.1 Qualifiziertes Personal

Speziell geschultes Fachpersonal sind Personen, die von der für die Sicherheit des Systems verantwortlichen Person autorisiert sind, die die notwendigen Aufgaben ausführen kann, unter Erkennen und Vermeiden möglicher Gefahren aufgrund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung und Kenntnis einschlägiger Normen, Vorschriften, Unfallverhütung Vorschriften und Betriebsbedingungen.

2.6.5 Restgefahren

Mögliches Entweichen von brennbaren und explosiven Gasen durch Leckagen an den Verbindungsstellen, zum Beispiel Armaturen, Rohrverbindungen kann zu Tod oder schweren Verletzungen durch Feuer oder Explosion führen.

Auch nach der Abschaltung des Systems entsteht durch elektro-chemische Prozesse eine Spannung von größer DC 60 V, die zu Verbrennung, elektrischem Schlag, Funken oder Lichtbogen führen kann.

Das Auftreten von hoher Gleichspannung kann zu schweren Verletzungen führen.

Durch freigesetzte Energie können gefährliche Situationen entstehen:

- im Setup-Modus und in anderen Betriebsarten
- bei der Wartung und der Reinigung

Sauerstoff hat eine brandfördernde Wirkung bei brennbaren Materialien, zum Beispiel Schmiermittel oder Kleidung. Die Materialien brennen leicht, wenn sie mit reinem Sauerstoff in Berührung kommen.

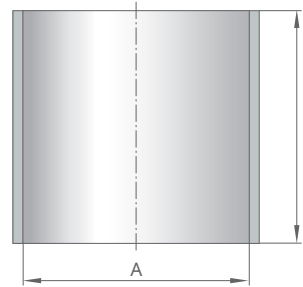
Die Betriebsanleitung des Elektrolysesystems (Anlagendokumentation) muss die Rahmenbedingungen für den Betrieb des Stacks festlegen und den Arbeitsschutz beinhalten.

3 Produktbeschreibung

3.1 Funktionsprinzip

Die Isolationsrohrleitung ist entsprechend der Betriebsspannungsgrenzen vorliegenden Luftstrecken und Kriechstrecken dimensioniert. Das gewählte Isolationsmaterial weist eine ausreichende Durchschlagsfestigkeit sowie Korrosionsbeständigkeit auf.

☐1 Isolierung in Rohrleitungen in Richtung Balance of Plant (BOP)



001D8908

∫1

$$I = \sigma \cdot U \cdot \frac{A}{L}$$

A	cm ²	Leitungsquerschnitt
I	mA	Leckstrom
L	cm	Länge der Leitung
U	kV	Potentialdifferenz
σ	μS/cm	Leitfähigkeit

Bedingungen für Medienanschlüsse am Beispiel des Stack EL2200:

- Gesamtisolationwiderstand von 100 Ω/V gemäß EN 60664-1:III.
- Alamschwelle 50 Ω/V für IT-Netze gemäß DIN VDE 0105-100

Um unterhalb von einem Leckstrom $I < 10 \text{ mA}$ zu bleiben sowie beide Bedingungen zu Erfüllen, ergibt sich für einen einzelnen Stack bei einer Potentialdifferenz U von 288 V ein minimaler Isolationwiderstand von $R < 28,8 \text{ k}\Omega$.

3.2 Auslegung des Isolationswiderstands

Die Versorgung des Anodenkreislaufs erfolgt mit ultrareinem Wasser (UPW) mit einer Qualität von $10 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ (gemäß ISO 3696, Klasse 1). Der Stack darf nicht mit Wasser betrieben werden, das eine höhere Leitfähigkeit als $0,1 \text{ }\mu\text{S/cm}$ (gemessen bei $+25 \text{ }^\circ\text{C}$) aufweist. Die Qualität des Prozesswassers muss kontinuierlich bezüglich des Schwellenwerts von $0,1 \text{ }\mu\text{S/cm}$ überwacht werden. Das Prozesswasser muss frei von Partikeln mit einer Größe von mehr als $5 \text{ }\mu\text{m}$ sein.

! Medienanschlüsse sind parallel geschaltete elektrische Widerstände. Je mehr Stacks in Reihe geschaltet werden, desto höher muss der jeweilige Einzelwiderstand sein.

Je nachdem, ob der Stack in einer Reihenschaltung betrieben werden soll, darf auch die Qualität des Kühlwassers eine gewisse Reinheit nicht überschreiten. Zur genauen Auslegung für den Anwendungsfall geeigneter Isolationslängen Schaeffler kontaktieren.

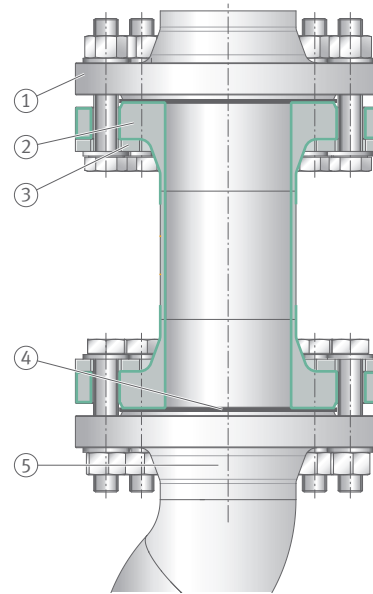
f12

$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{R_n}$$

R_{tot}	Ω	Isolationswiderstand, gesamt
R_n	Ω	Isolationswiderstand, einzel

3.3 Aufbau und Funktion

2 Aufbau und Funktion Isolationsrohrleitung



001D8926

1	Anschluss Anlagentechnik DN25, DN80, DN100	2	Isolationsrohrleitung
3	Unterlegscheibe	4	Dichtung Novaflon 500
5	Anschluss Stack		

Isolationsrohrleitung

- CE nach LVD
- Schichtdicke > 0,6 mm für nötige Durchschlagfestigkeit für max. 1500 V (5 Stacks)
- Durchschlagfestigkeit 40 kV/mm
- Bohrlochinnendurchmesser beschichtet zur Potentialtrennung der Schrauben von der Isolationsrohrleitung
- Schrumpfschlauch und Dehnschaftschrauben im Bereich der Bohrung zum Schutz der Beschichtung am Bohrlochinnendurchmesser

Unterlegscheibe

- Sonderbauteil zur Verteilung der Flächenpressung
- zur Verteilung der Axialkraft
- zum Schutz der Beschichtung
- z. B. Durostone für hohe Druckfestigkeit

Dichtung Novaflon 500

- aus PTFE um Ionenauswaschung zu vermeiden
- führt zu erhöhten Axiallasten an den Befestigungsschrauben

4 Lieferumfang

Der Lieferumfang umfasst geometrisch angepasste Isolationsrohrleitungen für den Kühlmittelkreislauf, Anodenkreislauf oder Kathodenkreislauf eines PEM-Elektrolyseurs.

Zusätzliche Unterlegscheiben aus Isoliermaterial sind im Lieferumfang enthalten, um die Isolierbeschichtung vor Kratzern und Verformungen zu schützen.

Der Kunde muss für geeignete Dichtungen, Befestigungselemente und Erdungsvorrichtungen sorgen.

5 Transport und Lagerung

⚠️ WARNUNG



Gefährdung durch das Gewicht der Isolationsrohrleitung

Die gewollte oder ungewollte Bewegung der Isolationsrohrleitung kann zu schweren Verletzungen führen, zum Beispiel durch Quetschungen.

- Geeignete Hebevorrichtungen verwenden.
- Stets örtliche Gesetze und Vorschriften zum Heben von schweren Lasten befolgen.

⚠️ WARNUNG



Beschädigung der Isolationsrohrleitung aufgrund von Lagerbedingungen oder Transportbedingungen

Eine unsachgemäße Lagerung oder ein unsachgemäßer Transport der Isolationsrohrleitung kann zu einer Beschädigung der Beschichtung oder der Dichtungsoberfläche führen, die während des Betriebs zur Bildung eines zündfähigen Wasserstoff-Gas-Gemisches in der unmittelbaren Umgebung des Stacks führen kann.

- Die festgelegten Transportbedingungen und Lagerbedingungen beachten.

⚠️ WARNUNG



Gefahr durch das Gewicht der Isolationsrohrleitung oder unsachgemäße Fixierung der Isolationsrohrleitung während des Transports

Die gewollte oder ungewollte Bewegung von unzureichend gesicherten schweren Gegenständen kann zu Verletzungen führen.

- Isolationsrohrleitung ausreichend fixieren.

6 Montage

6.1 Isolationsrohrleitung aufstellen

WARNUNG

Elektrische Spannung

Stromschlag beim Berühren spannungsführender Teile.



- Elektrotechnische Sicherheitsvorschriften beachten.
- Stromversorgung vor dem Beginn von Arbeiten am System trennen.

Bei der Montage Folgendes beachten:

- Isolationsrohrleitung immer nur in ein gereinigtes System einbauen.
- Beim Einbau der Isolationsrohrleitung in eine Anlage sicherstellen, dass die spannungsführenden Teile am Stack keine anderen Komponenten oder Rahmen berühren. Eine elektrische Verbindung dieser Teile mit Peripheriegeräten kann einen Kurzschluss verursachen und den Bediener aufgrund des hohen elektrischen Stroms und der Spannung ernsthaft gefährden. Örtliche Gesetze und Vorschriften befolgen.
- Konstruktiv bei der Integration der Isolationsrohrleitung in ein Wasserelektrolysesystem Zugänge für die Wartung einplanen, z. B. Revisionsöffnungen in den Rohrleitungen, die eine endoskopische Inspektion bei der Wartung ermöglichen.

6

6.2 Prozessanschluss und Verrohrung anschließen

WARNUNG

Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre durch ein zündfähiges Wasserstoff-Gas-Gemisch



Prozessanschlüsse können vertauscht werden, was zu einem zündfähigen Wasserstoff-Gas-Gemisch im Stack führen kann. Bei entsprechender Zündenergie kann eine Druckwelle erzeugt und mechanische Teile und heiße, säurehaltige Flüssigkeiten können mit hoher Geschwindigkeit weggeschleudert werden.

- Beachten, dass Prozessanschlüsse (Kathode, Anode, Kühlmittel) gekennzeichnet sind und sich unterscheiden.
- Verwendung von Gassensoren für Anodenseite und Kathodenseite für H₂ und O₂ erforderlich.

WARNUNG

Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre durch Kontamination



Kontamination im System und ein dadurch bedingtes Versagen der Membran kann zu einem zündfähigen Wasserstoff-Gas-Gemisch führen. Bei entsprechender Zündenergie kann eine Druckwelle erzeugt werden und mechanische Teile und heiße, säurehaltige Flüssigkeiten können mit hoher Geschwindigkeit weggeschleudert werden.

- Kontamination des Stacks, der Anschlüsse und der Isolationsrohrleitung vermeiden.
- Leitfähigkeit von Prozesswasser und Kühlmittel überwachen.
- Einbindung von Gassensoren für Anodenseite und Kathodenseite für H₂ und O₂ als Sicherheitseinrichtung erforderlich.

WARNUNG

Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre durch ein zündfähiges Wasserstoff-Gas-Gemisch



Mögliche Leckagen an den Prozessanschlüssen können in der Nähe des Systems ein zündfähiges Wasserstoff-Gas-Gemisch bilden. Wenn die entsprechende Zündenergie vorhanden ist, kann eine Druckwelle erzeugt werden und mechanische Teile und heiße, säurehaltige Flüssigkeiten können mit hoher Geschwindigkeit weggeschleudert werden.

- Verwendung von Gassensoren am Einsatzort für H₂ erforderlich.
- Dichtheitsprüfung durchführen.
- Alle Arbeiten einschließlich Reparatur und Wartung nur in sicherem Zustand des Elektrolysesystems durchführen.
- PSA verwenden.

⚠️ WARNUNG**Beschädigung des Systems aufgrund von Fremdkörpern im Stack**

Der Eintritt von Fremdkörpern in den Stack kann das System beschädigen, was während des Betriebs zur Bildung eines zündfähigen Wasserstoff-Gas-Gemisches im Inneren oder in der unmittelbaren Umgebung des Stacks führen kann. Wenn die entsprechende Zündenergie vorhanden ist, kann eine Druckwelle erzeugt werden und mechanische Teile und heiße, säurehaltige Flüssigkeiten können mit hoher Energie weggeschleudert werden.

- Sicherstellen, dass keine Fremdkörper und Verschmutzung in das System gelangen können.
- Sichtprüfung der Anschlüsse auf Fremdkörper und Verschmutzung.

HINWEIS**Beschädigungsgefahr durch unsachgemäße Montage**

Die Montage muss mit den angegebenen Hinweisen, Materialien und Montageschritten erfolgen, um Beschädigungen am Stack oder am System zu vermeiden.

- Regelmäßig Dichtigkeit und mechanische Unversehrtheit prüfen.
- Ordnungsgemäße Montage mit den angegebenen Anziehdrehmomenten sicherstellen.
- Materialverträglichkeit mit den verwendeten Medien prüfen.

Prozessanschlüsse

Der Stack verfügt über die folgenden Prozessanschlüsse, die durch Beschriftungen auf der Druckplatte gekennzeichnet sind:

- Anode in:
Prozesswassereingang
- Anode out:
Sauerstoffausgang und Prozesswasserausgang
- Cathode out:
Ausgang von Wasserstoff, Transferwasser
- Coolant in:
Eingang der Kühlflüssigkeit
- Coolant out:
Ausgang der Kühlflüssigkeit

Die Prozessanschlüsse sind so auszuführen, dass keine Lasten auf die Schnittstellen zum Stack wirken. Schaeffler zur Prüfung konkreter Lastzustände kontaktieren, falls diese nicht vermieden werden können.

Medienanschlüsse

Ausschließlich Materialien für Fittings, Flansche und Rohrleitungen verwenden, die mit ultrareinem Wasser (UPW), Wasserstoff und Sauerstoff kompatibel sind und den Werten für Temperatur und Druck des Prozesses entsprechen. Für die Prozesswasserseite (Anodenkreislauf) wird die Verwendung von geeigneten Kunststoffen oder Edelstählen empfohlen. Für die Wasserstoffseite kann rostfreier Stahl (1.4404) verwendet werden.

Kühlmittelanschluss Flansch DN100

- Anschlusssystem für industrielle Anwendungen
 - mit Flansch EN 1092-1/11/B1/DN100x3,6/PN40/1.4404
 - Dichtheitsklasse L0.01:
technische Dichtheit gewährleistet
 - empfohlenes Dichtungsmaterial:
novaflon® 500 2 mm Rev.1 168x115x2 von Frenzelit gemäß EN 13555
- 8 Schrauben M20x90 mm A2-70 gemäß EN ISO 4014:2001, Produktklasse A, mit einem empfohlenen Anziehdrehmoment M_A von 210 Nm in Montageschritten (30 %, 60 %, 100 %) verwenden:

1. $M_A = 60 \text{ Nm}$
 2. $M_A = 120 \text{ Nm}$
 3. $M_A = 210 \text{ Nm}$
- Muttern und Unterlegscheiben nach ISO 4032 und DIN EN ISO 7089 vorsehen.

Schmierung der Gewinde und Unterlegscheiben mit PTFE-Spray ist erforderlich. Resultierende axiale Zusatzbelastung 100 kN nach EN 1092 ist berücksichtigt.

Anodenanschluss Flansch DN80

- Anschlusssystem für industrielle Anwendungen
 - mit Flansch EN 1092-1/11/B1/DN80x3,2/PN40/1.4404
 - Dichtheitsklasse L0.01:
technische Dichtheit gewährleistet
 - empfohlenes Dichtungsmaterial:
novaflon® 500 2 mm Rev.1 142×89×2 von Frenzelit gemäß EN 13555
- 8 Schrauben M16×80 mm A2-70 gemäß EN ISO 4014:2001, Produktklasse A, mit einem empfohlenen Anziehdrehmoment M_A von 120 Nm in Montageschritten (30 %, 60 %, 100 %) verwenden:
 1. $M_A = 40 \text{ Nm}$
 2. $M_A = 80 \text{ Nm}$
 3. $M_A = 120 \text{ Nm}$
- Muttern und Unterlegscheiben nach ISO 4032 und DIN EN ISO 7089 vorsehen.

Resultierende axiale Zusatzbelastung nach EN 1092 ist **nicht** berücksichtigt. Zusätzliche Belastungen des Flansches sind nicht zulässig.

Kathodenanschluss Flansch DN25

- Anschlusssystem für industrielle Anwendungen in folgender Reihenfolge vom Stack ausgehend
 - Fitting SS-1610-1-16R gemäß geltenden Anleitungen von Swagelok
 - Festverrohrung mit „Rohrnorm“ oder bspw. „Schlauch“
 - mit Flansch EN 1092-1/05/DN25x2,6/PN40/1.4404 mit BSPP 1" Innengewinde
 - Gegenstück Flansch EN 1092-1/11/DN25x2,6/PN40/1.4404
 - Dichtheitsklasse L0.01:
technische Dichtheit gewährleistet
 - empfohlenes Dichtungsmaterial:
novaflon® 500 2 mm Rev.1 71×34×2 von Frenzelit gemäß EN 13555
- 4 Schrauben M12×110 mm A2-70 gemäß EN ISO 4014:2001, Produktklasse A, mit einem empfohlenen Anziehdrehmoment M_A von 120 Nm in Montageschritten (30 %, 60 %, 100 %) verwenden:
 1. $M_A = 15 \text{ Nm}$
 2. $M_A = 30 \text{ Nm}$
 3. $M_A = 50 \text{ Nm}$
- Muttern und Unterlegscheiben nach ISO 4032 und DIN EN ISO 7089 vorsehen.

Resultierende axiale Zusatzbelastung nach EN 1092 ist **nicht** berücksichtigt. Zusätzliche Belastungen des Flansches sind nicht zulässig.

Messeinrichtungen

Folgende Messeinrichtungen bauseits vorsehen:

- Temperatursensoren in der Eingangsleitung und Ausgangsleitung der Anode
- Temperatursensoren in der Eingangsleitung und Ausgangsleitung der Kühlung
- Temperatursensor in der Ausgangsleitung der Kathode
- Temperaturkompensierter Leitfähigkeitssensor am Prozesswassereingang und am Eingang der Kühlflüssigkeit
- Drucksensoren bei der Anode je Eingangsleitung und Ausgangsleitung
- Drucksensoren bei der Kühlflüssigkeit je Eingangsleitung und Ausgangsleitung
- Drucksensoren bei der Kathode
- Isolationsüberwachung des Stacks

7 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme dient der Überprüfung der ordnungsgemäßen Installation und der Leistung des Stacks und des Systems. Die Inbetriebnahme sollte nur von geschultem Personal durchgeführt werden, Schaeffler kann bei Bedarf unterstützen. Eventuelle Abweichungen sollten sorgfältig geprüft werden.

7.1 Site-Acceptance-Test (SAT)

Für den Site-Acceptance-Test (SAT) sind die folgenden Tests definiert, um den korrekten Einbau und Betrieb der Isolationsrohrleitung zu überprüfen. Der SAT besteht aus 4 verschiedenen Teilen:

- Sichtprüfung
- Vorprüfung
- Dichtheitsprüfung
- Funktionsprüfung

Sichtprüfung der Isolationsrohrleitung und der Schnittstellen zum System:

- Alle rechtlich verbindlichen Dokumente sind zur Inbetriebnahme vorhanden.
- Sichtprüfung der Anlage:
 - Alle Schrauben sind ordnungsgemäß angezogen.
 - BoP ist mit Stack verbunden.
 - Der elektrische Anschluss ist ordnungsgemäß angeschlossen.

Vorprüfung:

- Vor Betrieb mit dem System mit der integrierte Isolationsrohrleitung sollten mindestens folgende Prüfungen abgeschlossen sein, um die Garantiebedingungen einzuhalten:
 - Sicherheitsschleifenprüfungen
 - E/A-Prüfungen
 - Dichtheitsprüfungen des Systems
 - Festigkeitsprüfungen des Systems

Elektrische Prüfung:

- Elektrische Validierungstests gemäß den lokalen Gesetzen und Standards (z. B. harmonisierte Acc. LVD)

Dichtheitsprüfung:

- Dichtheitsprüfung Kühlkreislauf bei maximalem Betriebsdruck, empfohlen wird die Verwendung von hochreinem Wasser als Prüfflüssigkeit
- Dichtheitsprüfung Kathodenschleife bei maximalem Betriebsdruck, mit Inertgas, Helium oder Formiergas (H_2/N_2)
- Dichtheitsprüfung Anodenschleife bei maximalem Betriebsdruck, mit Inertgas, Helium oder Formiergas (H_2/N_2)

WARNUNG



Hoher Systemdruck

Werden die zulässigen Drücke überschritten, kann dies zu Undichtigkeiten mit Flüssigkeitsaustritt sowie zum Bersten des Stacks führen.

- ▶ Sicherstellen, dass die maximal zulässigen Drücke für Anodenbereich, Kathodenbereich und Kühlmittelbereich nicht überschritten werden.
- ▶ Sicherstellen, dass H_2 -Übergangssensoren auf Systemebene (Anodenseite) eingebaut sind und als Sicherheitseinrichtung eingebunden sind.

⚠️ WARNUNG



Elektrischer Schlag

Stromführende Teile können berührt werden, was zu einem elektrischen Schlag und lebensgefährlichen Verletzungen führen kann.

- Die elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften beachten.
- Stack für die Arbeiten vom Stromnetz trennen.
- Eigensicheres System einrichten, z. B. bei Zutritt erfolgt Abschaltung.

⚠️ WARNUNG



Tod oder schwere Verletzungen durch Verbrennung, elektrischen Schlag, Funken oder Lichtbogen

Entstehung von elektrischer Energie nach der Abschaltung durch chemische Prozesse.

- Arbeiten nur von geschultem Personal durchführen lassen.
- Elektrische Sicherheitsregeln beachten.
- Sicherstellen, dass bei Betreten des Bereichs um den Stack dauerhaft keine gefährliche Spannung am Stack und an angeschlossenen Komponenten anliegt.

8 Betrieb

8.1 Hinweise zum Betrieb des Systems

WARNUNG



Austritt von Flüssigkeiten

Das Setzverhalten von Materialien über einen längeren Zeitraum kann zu Vorspannverlust von mechanischen Verbindungen führen. Dies kann zu Leckagen und damit zu einem brennbaren Wasserstoffgasgemisch in der Nähe des Systems führen. Wenn Zündenergie vorhanden ist, kann es zu einer schnellen thermischen Reaktion oder Explosion kommen.

- Regelmäßige Sichtprüfung auf Austritt von Wassertropfen.
- Sicherstellen, dass Gassensoren für H₂ am Einsatzort vorhanden sind und als Sicherheitseinrichtung eingebunden sind.
- Regelmäßig Dichtheitsprüfungen durchführen .

WARNUNG



Elektrischer Schlag

Stromführende Teile können berührt werden, was zu einem elektrischen Schlag und lebensgefährlichen Verletzungen führen kann.

- Die elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften beachten.
- Stack für die Arbeiten vom Stromnetz trennen.
- Eigensicheres System einrichten, z. B. bei Zutritt erfolgt Abschaltung.

WARNUNG



Tod oder schwere Verletzungen durch Verbrennung, elektrischen Schlag, Funken oder Lichtbogen

Entstehung von elektrischer Energie nach der Abschaltung durch chemische Prozesse.

- Arbeiten nur von geschultem Personal durchführen lassen.
- Elektrische Sicherheitsregeln beachten.
- Sicherstellen, dass bei Betreten des Bereichs um den Stack dauerhaft keine gefährliche Spannung am Stack und an angeschlossenen Komponenten anliegt.

WARNUNG



Verbrennung durch hohe Oberflächentemperatur und Medientemperatur möglich

Kontakt mit heißen Oberflächen möglich, was zu oberflächlichen Hautverletzungen führen kann.

- PSA verwenden.

WARNUNG



Austritt von heißen Flüssigkeiten

Verbrennungen durch auslaufende oder spritzende Flüssigkeiten. Betriebstemperatur +70 °C.

- Heiße Flüssigkeiten können austreten.
- Elektrolysesystem vor Arbeiten in der Nähe des Stacks abkühlen lassen.
- PSA verwenden.

WARNUNG



Hoher Systemdruck

Werden die zulässigen Drücke überschritten, kann dies zu Undichtigkeiten mit Flüssigkeitsaustritt sowie zum Bersten des Stacks führen.

- Sicherstellen, dass die maximal zulässigen Drücke für Anodenbereich, Kathodenbereich und Kühlmittelbereich nicht überschritten werden.
- Sicherstellen, dass H₂-Übergangssensoren auf Systemebene (Anodenseite) eingebaut sind und als Sicherheitseinrichtung eingebunden sind.

WARNUNG



Elektrischer Schlag durch statische Aufladung

Statische Aufladung während des Betriebs oder der Wartung kann zu einem elektrischen Schlag und lebensbedrohlichen Verletzungen führen.

- Sicherstellen, dass das Personal, das Wartungsarbeiten durchführt, geerdet ist und dass die Ausrüstung, einschließlich der Kleidung, während der Wartungstätigkeit keine statische Aufladung erzeugt.
- Nur mit einem feuchten Tuch reinigen, um statische Aufladung zu vermeiden.
- Regelmäßige Erdungsmessungen durchführen. Falls erforderlich, Fittings oder Flansche mit der Erde verbinden (falls galvanisch getrennt).

⚠️ WARNUNG **Tod oder schwere Verletzungen durch Feuer oder Explosion**

Die während des Betriebs oder der Wartung erzeugte statische Aufladung kann zu einer Zündquelle wie Funken führen.

- Sicherstellen, dass das Personal, das Wartungsarbeiten durchführt, geerdet ist und dass die Ausrüstung, einschließlich der Kleidung, während der Wartungstätigkeit keine statische Aufladung erzeugt.
- Nur mit einem feuchten Tuch reinigen, um statische Aufladung zu vermeiden.
- Regelmäßige Erdungsmessungen durchführen. Falls erforderlich, Fittings oder Flansche mit der Erde verbinden (falls galvanisch getrennt).

⚠️ WARNUNG **Tod oder schwere Verletzungen durch Feuer oder Explosion**

Erhöhte Sauerstoffkonzentration in der Umgebung des Stacks kann zu Entflammen von brennbaren Materialien (z. B. Öl oder andere organische Materialien) führen.

- Sicherstellen, dass keine brennbaren Materialien in der Nähe des Stacks vorhanden sind.
- Dichtheitsprüfung durchführen.

8.2 Betriebsparameter überwachen

Bei Verwendung der Isolationsrohrleitung während des Betriebs, sollten die im Betriebsbereich angegebenen Stack-Parameter jederzeit eingehalten und überwacht werden.

Die wichtigsten Parameter sind als Referenz aufgeführt .

Die Isolationsrohrleitung ist für maximal 10000 Druckzyklen ausgelegt. Die Anzahl der vollen Druckzyklen sowie ggf. der äquivalenten Anzahl voller Druckzyklen müssen im Elektrolysesystem überwacht werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

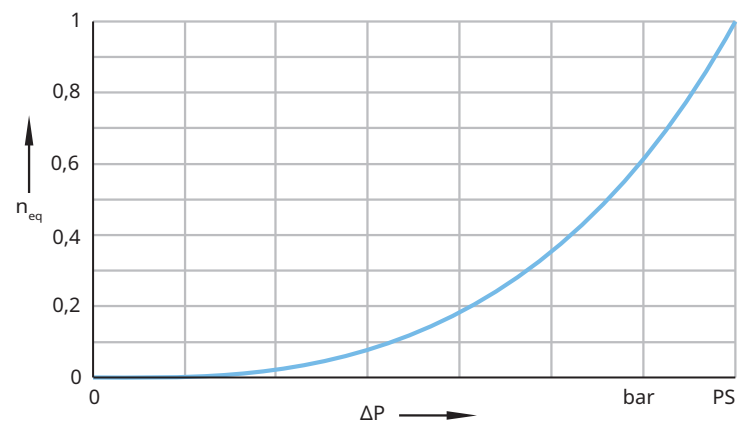
Die Berechnung der Anzahl an Druckzyklen erfolgt nach folgender Gleichung gemäß DIN EN 13480-3:

3 Berechnung der Anzahl an Druckzyklen

$$n_{eq} = \sum_i n_{P,i} \cdot \left(\frac{\Delta P_i}{P_{max}} \right)^3 \leq N_{eq}$$

n_{eq}	-	äquivalente Anzahl voller Druckzyklen
N_{eq}	-	zulässige Anzahl voller Druckzyklen
$n_{P,i}$	-	Anzahl der Druckzyklen in den Druckschwingbreiten $\Delta P_i \leq P$
ΔP_i	bar	Druckschwingbreite
P_{max}	bar	jeweils maximaler Betriebsdruck

3 Anteil von ΔP an einem Druckzyklus



001C3C62

In der Gleichung gemäß EN 13445-3 ist ΔP die symmetrische Druckdifferenz. P_{max} entspricht den jeweiligen maximalen Betriebsdrücken. Diese müssen je Kreislauf berücksichtigt werden. Zur Veranschaulichung, welche Auswirkung verschiedene Werte ΔP haben und welchen Anteil sie an einem Druckzyklus haben, dient das Diagramm. Alle Zyklen mit $\Delta P < 2$ bar können bei der Berechnung der Anzahl der Zyklen vernachlässigt werden.

9 Wartung und Service

Die Isolationsrohrleitung ist Teil eines Druckgeräts, das für eine sichere Nutzung eine regelmäßige Wartung und Inspektion erfordert.

Für die Wartung die konstruktiv vorgesehenen Zugänge nutzen, z. B. Revisionsöffnungen in den Rohrleitungen, die eine endoskopische Inspektion bei der Wartung ermöglichen.

⚠️ WARNUNG



Tod oder schwere Verletzungen durch Verbrennung, elektrischen Schlag, Funken oder Lichtbogen

Entstehung von elektrischer Energie nach der Abschaltung durch chemische Prozesse.

- Arbeiten nur von geschultem Personal durchführen lassen.
- Elektrische Sicherheitsregeln beachten.
- Sicherstellen, dass bei Betreten des Bereichs um den Stack dauerhaft keine gefährliche Spannung am Stack und an angeschlossenen Komponenten anliegt.

⚠️ WARNUNG



Elektrischer Schlag durch statische Aufladung

Statische Aufladung während des Betriebs oder der Wartung kann zu einem elektrischen Schlag und lebensbedrohlichen Verletzungen führen.

- Sicherstellen, dass das Personal, das Wartungsarbeiten durchführt, geerdet ist und dass die Ausrüstung, einschließlich der Kleidung, während der Wartungstätigkeit keine statische Aufladung erzeugt.
- Nur mit einem feuchten Tuch reinigen, um statische Aufladung zu vermeiden.
- Regelmäßige Erdungsmessungen durchführen. Falls erforderlich, Fittings oder Flansche mit der Erde verbinden (falls galvanisch getrennt).

⚠️ WARNUNG



Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre durch ein zündfähiges Wasserstoff-Gas-Gemisch

Mögliche Leckagen an den Prozessanschlüssen können in der Nähe des Stacks ein zündfähiges Wasserstoff-Gas-Gemisch bilden. Wenn die entsprechende Zündenergie vorhanden ist, kann eine Druckwelle erzeugt werden und mechanische Teile und heiße, säurehaltige Flüssigkeiten können mit hoher Geschwindigkeit weggeschleudert werden.

- Verwendung von Gassensoren am Einsatzort für H₂ erforderlich.
- Dichtheitsprüfung durchführen.
- Alle Arbeiten einschließlich Reparatur und Wartung nur in sicherem Zustand des Elektrolysesystems durchführen.
- PSA verwenden.

Örtliche Gesetze und Vorschriften im Umgang mit Druckgeräten befolgen.

9.1 Serviceumfang

Kritische Schadensmechanismen des Druckgeräts

- Ermüdung an metallischen Teilen
- innere und äußere Korrosion aufgrund falscher Lagerung oder bedingt durch falsche Betriebsparameter der Kühlmedien und Prozessmedien
- Verformung durch falsche Temperaturen und Drücke

⚠️ WARNUNG



Unsachgemäßer Gebrauch führt zu unvorhergesehenen Ausfällen

Der Betrieb des Stacks unter unsachgemäßen Betriebsbedingungen kann zu unsicheren Bedingungen oder Fehlfunktionen führen. Werden die zulässigen Betriebsparameter nicht eingehalten, kann dies zu Undichtigkeiten mit Medienaustritt sowie zum Bersten des Systems führen.

- Betriebsparameter jederzeit einhalten.
- Sicherstellen, dass die erforderlichen Betriebsparameter überwacht werden.

Äußere Inspektion

- Sichtprüfung auf Korrosion oder andere Verfärbungen oder Beschädigungen
- Sichtprüfung auf Anzeichen von Leckagen
- Sichtprüfung auf äußere Verschmutzungen (Verschmutzungsgrad gemäß Betriebsparametern)

Innere Inspektion

- Sichtprüfung auf Korrosion oder andere Verfärbungen oder Beschädigungen
- Sichtprüfung auf Rückstände oder Partikel in der Isolationsrohrleitung
- Auswertung von Wasserproben

Druckprüfung

Regelmäßige Druckprüfung durchführen, um sicherzustellen, dass der Druckbehälter mechanisch unversehrt ist.

Die Druckprüfung erfolgt mit dem auf dem Typenschild angegebenen Wert PT oder gemäß den örtlichen Vorschriften.

WARNUNG



Falsche Betriebsparameter führen zu hohem Systemdruck

Werden die zulässigen Drücke überschritten, kann dies zu Undichtigkeiten mit Flüssigkeitsaustritt sowie zum Bersten führen.

- Maximal zulässigen Druck und Überdruck für Anodenbereich, Kathodenbereich und Kühlmittelbereich kontrollieren.
- Anodenkreislauf und Kathodenkreislauf mit ausgeglichenem konstanten Druck prüfen.
- Der Kühlkreislauf muss einer Druckprüfung unterzogen werden. Die Prüfung kann zusammen mit Anodenkreislauf und Kathodenkreislauf oder separat durchgeführt werden.

Dichtheitsprüfung

Schaeffler empfiehlt, bei der Entwicklung der Dichtheitsprüfung des Elektrolysesystems einen Industriestandard oder die örtlichen Vorschriften zu befolgen.

Schraubverbindungen

Schraubverbindungen können durch Korrosion oder Ermüdung beschädigt werden. Aufgrund von Setzverhalten von Materialien kann es erforderlich sein, dass Schraubverbindungen nachgezogen werden müssen.

WARNUNG



Tod oder schwere Verletzungen durch wegfliegende Teile

Inkorrektes Lösen der Vorspannung der Schraubverbindungen kann zu wegfliegenden Teilen und lebensbedrohlichen Verletzungen führen.

- Nur qualifiziertes Personal darf an dem Stack arbeiten.
- Sichtprüfung an Schraubverbindungen auf Korrosion oder Ermüdung durchführen.

WARNUNG



Austritt von Flüssigkeiten und Gasen

Bei unsachgemäßem Umgang oder inkorrekt eingestellter Vorspannung der Schraubverbindungen kann ein brennbares Wasserstoff-Gas-Gemisch in der Nähe des Systems entstehen. Wenn Zündenergie vorhanden ist, kann es zu einer schnellen thermischen Reaktion oder Explosion kommen.

- Verunreinigungen vermeiden.
- Gasübergangssensoren auf der Anodenseite und Kathodenseite verwenden.
- Gassensoren für H₂ in der Umgebung des Stacks vorsehen.
- Rohrleitungen nur mit zugelassenen Medien befüllen.
- Nur qualifiziertes Personal darf an dem System arbeiten.

Folgende Intervalle werden empfohlen:

☒5 Intervalle für äußere Inspektion, innere Inspektion, Druckprüfung, Leckageprüfung und Inspektion der Schraubverbindungen

Umfang	Äußere Inspektion	Innere Inspektion	Druckprüfung	Leckageprüfung	Schraubverbindungen (M36)
Inbetriebnahme	erforderlich	nach Bedarf	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Erste Inspektion (6 Monate nach Inbetriebnahme)	erforderlich	erforderlich	nach Bedarf	nach Bedarf	Schraubverbindungen nachziehen
Standard-Intervall (ab Datum der Inbetriebnahme) ¹⁾	alle 2 a (Jahre) oder vor Erreichen von 50 % der zulässigen, berechneten Volllastzyklen ²⁾	alle 2 a (Jahre) oder vor Erreichen von 50 % der zulässigen, berechneten Volllastzyklen ²⁾	alle 3 a (Jahre) oder vor Erreichen von 50 % der zulässigen, berechneten Volllastzyklen ²⁾	jährlich oder vor Erreichen von 50 % der zulässigen, berechneten Volllastzyklen ²⁾	alle 2 Monate Schraubverbindungen prüfen und ggf. nachziehen
Qualifikation	durch Schaeffler-geschultes Personal	qualifiziertes Schaeffler-Personal	Schaeffler-Personal, benannte Stelle (Notified Body, NOBO) oder autorisierter Sachverständiger	durch Schaeffler-geschultes Personal	qualifiziertes Schaeffler-Personal zusammen mit Sachverständigem für Prüfungen gemäß Druckgeräterichtlinie

1) Schraubenverbindungen nachziehen (M36) muss bereits vor der ersten Inspektion nach 2 Monaten erfolgen (vgl. Standard-Intervall).

2) Formel zur Berechnung der Volllastzyklen ►26 | f13

Schaeffler kontaktieren, wenn es zu ungewöhnlichen Ereignissen kommt oder wesentlichen Änderungen kommt.

Zwingende gesetzliche Anforderungen können aufgrund lokaler Vorschriften unterschiedlich sein. Der Betreiber muss die lokalen Regeln und Vorschriften einhalten, die von den in der obigen Tabelle genannten Werten abweichen können.

9.2 Reinigung der Isolationsrohrleitung

WARNUNG



Elektrische Spannung

Stromschlag beim Berühren spannungsführender Teile.

- Elektrotechnische Sicherheitsvorschriften beachten.
- Stromversorgung vor dem Beginn von Arbeiten am Stack trennen.

Der definierte maximale Verschmutzungsgrad des Stacks muss zu jedem Zeitpunkt eingehalten werden ►35 | ☒7.

1. Das Elektrolysesystem abschalten.
2. Elektrolysesystem stromlos machen und sicherstellen, dass es in einem sicheren Zustand ist. Ableitwiderstand installieren, um den Vorgang zu verkürzen.
3. Oberfläche der Isolationsrohrleitung mit feuchtem Tuch reinigen.
4. Oberfläche der Isolationsrohrleitung gut trocknen lassen, bevor das System wieder in Betrieb genommen wird.

9.3 Hersteller-Service

Für Angebote zu Wartung und Service an Schaeffler wenden.

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industriestraße 1 – 3

91074 Herzogenaurach

Deutschland

service-hydrogen@schaeffler.com

10 Außerbetriebnahme

Bevor die Isolationsrohrleitung außer Betrieb genommen und vom System getrennt wird, muss das System mit Stickstoff gespült werden, um alle brennbaren Gase zu entfernen. Sicherstellen, dass das System stromlos ist und die erforderliche PSA tragen.

Schritte zur Außerbetriebnahme:

1. System abschalten.
2. Sicherstellen, dass das System auf Umgebungstemperatur abgekühlt ist.
3. Stromanschlüsse trennen.
4. Stickstoffspülung durchführen.
5. Kathodenleitung trennen. Auf austretendes Wasser oder Gas achten.
6. Anodenleitung trennen. Auf austretendes Wasser oder Gas achten.
7. Die Leitungen des Kühlkreislaufs trennen. Auf austretendes Wasser oder Gas achten.

Nach der Trennung der Isolationsrohrleitung vom System und dem Herausnehmen aus dem System müssen alle Prozessanschlüsse in geeigneter Weise verschlossen werden. Dies ist erforderlich, um eine Beschädigung des Stacks und eine Verunreinigung des Stacks zu verhindern.

11 Störung und Behebung

11.1 Fehlersuche

6 Fehlersuche

Fehler	Ursache
Begrenzte Wasserstoffproduktion	(externer) elektrischer Kurzschluss Undichtigkeiten des Stacks und/oder des Systems aufgrund von: <ul style="list-style-type: none"> • losen Fittings/Flanschen • loser Zuganker des Stacks • Blockierungen Spannungsbegrenzung am Stack (hoher Widerstand in einem Bauteil) interne Stackleckage, erhöhter Wasserstoffübertritt
Geringe Effizienz	Betriebstemperatur des Stacks zu niedrig Stack am Ende der Lebensdauer Anschlüsse der Zellspannungsüberwachung fehlerhaft Verunreinigung des Stacks durch unzureichende Wasserqualität Betriebsstrom über dem angegebenen Strom
Unerwartetes Verhalten	Temperatur außerhalb des Betriebsfensters aufgrund von: <ul style="list-style-type: none"> • begrenztem Kühlmitteldurchfluss • begrenzter Kühlkapazität Betriebsstrom über dem angegebenen Strom umgekehrte Polarisierung der Stromleitungen
Reinheit des Wassers am Stackausgang	umgekehrte Polarisierung der Stromleitungen interne Stackleckage

12 Entsorgung

- Isolationsrohrleitung zur Entsorgung an Schaeffler zurückschicken.

13 Technische Daten

Technische Details und Komponenten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden und können einen Toleranzbereich von bis zu $\pm 5\%$ aufweisen.

7 Technische Daten

Parameter	Wert		Einheit
	Isolationsrohrleitung		
Leistungsparameter			
Volllastzyklen	-	10000	-
Durchschlagfestigkeit	-	40	kV/mm
Energieverbrauch und elektrische Anschlussanforderung			
Betriebsspannung	DC	150 ... 1500	V
Betriebsstrom	nominell	445 ... 4450	A
Umgebungsbedingungen			
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich		5 ... 40	°C
Zulässige Betriebstemperatur ¹⁾		5 ... 70	°C
Maximale Installationshöhe über dem Meeresspiegel		2000	m
Maximaler Verschmutzungsgrad	gemäß EN 60664-1	III	-
Isolierungswiderstand	gemäß EN 60664-1:III	100	Ω/V
Anforderungen Prozesswasser			
Spezifikation ²⁾	-	ultrareines Wasser (UPW)	-
Widerstand	bei +25 °C	> 10	M Ω · cm
Leitfähigkeit	bei +25 °C	< 0,1	$\mu S/cm$
Anforderungen Kühlwasser			
Spezifikation ³⁾	-	ultrareines Wasser (UPW)	-
Widerstand	bei +25 °C	> 0,2	M Ω · cm
Leitfähigkeit	bei +25 °C	< 5,0	$\mu S/cm$
Betriebsdruck	max.	35	bar (g)

Vorschriften und Standards

Produkt ist CE-konform gemäß den folgenden zugrunde liegenden Richtlinien: Druckgeräterichtlinie (DGRL) und Niederspannungsrichtlinie. Keine Zertifizierung gemäß ATEX-Richtlinie.

¹⁾ nominelle Betriebstemperatur +60 °C (Definition von $T_{S_{max}} = +80$ °C gemäß Artikel 2 PED 2014/68/EU)

²⁾ gemäß ISO 3696 Grad 1

³⁾ gemäß ISO 3696 Grad 3

Schnittstellen

Medienanschlüsse:

- Prozesswasser/Sauerstoff:
2× Flansch EN 1092-1/11/B1/DN80×3,2/PN40/1.4404
- Kühlmedium:
2× Flansch EN 1092-1/11/B1/DN100×3,6/PN40/1.4404
- Wasserstoff:
2× Flansch EN 1092-1/11/B1/DN25×2,6/PN40/1.4404

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industriestrasse 1 – 3
91074 Herzogenaurach
Deutschland
www.schaeffler.de
info.de@schaeffler.com

In Deutschland:
Telefon 0180 500872
Aus anderen Ländern:
Telefon +49 9132 82-0

Alle Angaben wurden von uns sorgfältig erstellt und geprüft, jedoch können wir keine vollständige Fehlerfreiheit garantieren. Korrekturen bleiben vorbehalten. Bitte prüfen Sie daher stets, ob aktuellere Informationen oder Änderungshinweise verfügbar sind. Diese Publikation ersetzt alle abweichenden Angaben aus älteren Publikationen. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.
© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
BA 138 / 01 / de-DE / 2026-04