Association pour l'eau, le gaz et la chaleur
Associazione per l'acqua, il gas e il calore
Fachverband für Wasser, Gas und Wärme

Richtlinie

Rohrleitungen für Wasserstoff

[Betreff]

H2

SVGW, Grütlistrasse 44, Postfach, 8027 Zürich, Telefon 044 288 33 33, info@svgw.ch, www.svgw.ch

Vernehmlassung

Vernehmlassung

Markus Büchler, SGK Zürich
Daniela Grüter, SVS Basel
Sylvia Jaus, Umwerken Egg
Michael Gressmann, VKR Aarau
Daniel Wassmer, iwb Basel
Peter Massny, Swissgas Zürich
Kay Kemmer, Energie360 Zürich
Patrik Schmid, EGO Zürich
Grainer Alexander, iwb Basel
Paolo Beretta, Transitgas Russwil
Patrice Lauber, INRAG Muttenz
Ivo Reichenbach, bkbauingenieure Rapperswil
Gerd Moser, iwb Basel

Vertreter der SVGW-Geschäftsstelle:
Bettina Bordenet, Zürich
Matthias Hafner, Zürich
Martin Primosig, Zürich

Vertreter des Technischen Inspektorats der schweizerischen Gasindustrie
Tobias Mühle, TISG Schwerzenbach

Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen unter www.svgw.ch/AGB

Copyright by SVGW, Zürich

Ausgabe XX

Reproduktion verboten

SVGW Fachverband für Wasser, Gas und Wärme
Grütlistrasse 44 | Postfach | 8027 Zürich
Telefon 044 288 33 33
www.svgw.ch | support@svgw.ch

IMPRESSUM

Für die Ausarbeitung dieser Richtlinie, hat der SVGW folgende Mitglieder für die Arbeitsgruppe zur Verfügung:

Vernehmlassung

INHALTSVERZEICHNIS

	Impressum	**1**
	Vorwort	**6**
1	**Zielsetzung und Geltungsbereich**	**7**
1.1	Zielsetzung der Richtlinie	7
1.2	Geltungsbereich für Rohrleitungen	7
1.3	Rohrleitungen mit einem Aussendurchmesser ≤ 6 cm und einem Druck > 30 bar	8
2	**Normative und gesetzliche Verweise**	**9**
2.1	Gesetze und Verordnungen	9
2.2	SVGW Regelwerk	9
2.3	Normen	10
2.4	Weitere technische Regeln	12
3	**Begriffe**	**15**
3.1	Glossar	15
3.2	Abkürzungen	19
4	**Bewilligungsverfahren und Aufsicht**	**20**
4.1	Bewilligungsverfahren	20
4.2	Plangenehmigungspflicht	20
4.3	Aufsichtsstelle	20
4.4	Mindestanforderungen an den Netzbetreiber	21
4.5	Abklärung zum Geltungsbereich Störfallverordnung	21
5	**Grundsätzliches**	**22**
5.1	Allgemeiner Prozess- und Planungsablauf	22
5.2	Risikobeurteilung	22
5.3	Sicherheitsmanagementsystem (SMS)	23
5.4	Arbeitssicherheit	24
5.5	Brand- und Explosionsschutz	25
5.6	Qualifikation des Personals	25
5.7	Dokumentation	26
5.8	Abweichungen von dieser Richtlinie	27
6	**Werkstoffe**	**27**
6.1	Metallische Werkstoffe (Stahl)	28
6.2	Thermoplastische Kunststoffe	32

Vernehmlassung

7 Planung 36

7.1 Rohrverbindungen 36
7.2 Bauteile und Komponenten 37
7.3 Drucküberwachung der Rohrleitung 40
7.4 Korrosionsschutz und Schutzmassnahmen 41
7.5 Anforderungen an die Trasseeführung 42
7.6 Potentialausgleich 47
7.7 Verlegeverfahren 48
7.8 Oberirdische Markierung von Rohrleitungen 49

8 Bau 50

8.1 Bauausführung 50
8.2 Materialkontrolle und Lagerbedingungen 50
8.3 Einmessen 51
8.4 Planwerk 51

9 Prüfung von Rohrleitungen 51

9.1 Prüfung der Rohrverbindung 51
9.2 Festigkeits- und Dichtheitsprüfung 53
9.3 Ordnungsprüfung 56

10 Betrieb 57

10.1 Ereignisse (Schäden, Unfälle etc.) 57
10.2 Inbetriebnahme 57
10.3 Reinigung der Rohrleitung 58
10.4 Inertisierung der Rohrleitung 59
10.5 Wiederinbetriebnahme 59
10.6 Ausserbetriebnahme 61
10.7 Stilllegung 62
10.8 Instandhaltung und Wartung 62
10.9 Notfall- und Interventionsplan 67
10.10 Bauarbeiten Dritter 67

11 Schlussbestimmungen 68

12 Literaturverzeichnis 68

Vernehmlassung

Anhänge

Vernehmlassung

VORWORT

ALLGEMEINES VORWORT ZU DEN SVGW-RICHTLINIEN

Das SVGW-Regelwerk beschreibt praxisnah und pragmatisch Regeln, Leitlinien und Merkmale für Erzeugnissen, Tätigkeiten oder deren Ergebnissen, um eine sichere, zuverlässige und nachhaltige Versorgung mit Gas sicherstellen zu können. Es konkretisiert die wesentlichen Anforderungen im Interesse der Kunden, der Öffentlichkeit und des Betreibers in Form von Spezifikationen zur Einhaltung von Schutzzielen oder zur Vermeidung von Gefahren beim Bau, Betrieb und bei der Instandhaltung technischer Einrichtungen.

Das SVGW-Regelwerk basiert auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und praktischer Erfahrung und wird von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute und erfahrungsgemäss von den zuständigen Behörden als anerkannte Regeln der Technik angesehen. Es kann auch im Rahmen der Rechtsetzung von Bedeutung sein. Das SVGW-Regelwerk unterstützt den Anwender bei der Einhaltung der wesentlichen Anforderungen (Schutzziele oder abzuwendende Gefahren).

Durch das Anwenden des SVGW-Regelwerks kann sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln entziehen. Wer es anwendet, hat für die korrekte Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.

Vorwort zu SVGW Richtlinie H2, Rohrleitung, Ausgabe Juli 2025

Die vorliegende SVGW-Richtlinie H2 „Rohrleitungen“ legt technische und sicherheitstechnische Anforderungen für die Planung, Errichtung, Prüfung, den Betrieb, die Instandhaltung sowie die Stilllegung von Wasserstoff-Rohrleitungen fest. Sie berücksichtigt dabei sowohl bestehende Erfahrungen aus der Erdgasinfrastruktur als auch neue Erkenntnisse und Anforderungen, die sich aus den physikalischen Eigenschaften und sicherheitstechnischen Herausforderungen von Wasserstoff ergeben.
Mit dem verstärkten Einsatz von Wasserstoff als Energieträger gewinnt die sichere Integration in bestehende und neue Leitungsnetze zunehmend an Bedeutung. Diese Richtlinie stellt eine wichtige Grundlage dar, um Planern, Betreibern, Behörden sowie weiteren Fachpersonen ein einheitliches und praxisorientiertes Regelwerk zur Verfügung zu stellen. Sie unterstützt die Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen, die Einhaltung technischer Normen und trägt zur Erreichung der energiepolitischen Ziele im Rahmen der Dekarbonisierung bei.
Mit Ihrem Geltungsbereich deckt die Richtlinie den Bereich der Rohrleitungen für Wasserstoff ab, der ab dem 1. Juli.2025 unter kantonaler Aufsicht steht gemäss RLSV (Stand 1. Juli 2025).

Vernehmlassung

1 Zielsetzung und Geltungsbereich

1.1 Zielsetzung der Richtlinie

1 Diese Richtlinie legt die technischen und sicherheitstechnischen Anforderungen für die Projektierung, die Planung, den Bau, den Betrieb, die Instandhaltung und die Stilllegung von -Rohrleitungen der Gasfamilie „Wasserstoff“ (Gruppe A und Gruppe D) fest. Sie unterstützt die sichere Nutzung und Integration von Wasserstoff als Energieträger in die bestehende Gasinfrastruktur sowie die Entwicklung neuer Wasserstoffnetze.

2 Die Richtlinie richtet sich an Planer, Betreiber, Behörden und alle involvierten Parteien und gewährleistet ein hohes Schutzniveau für Menschen, Umwelt und Sachwerte.

1.2 Geltungsbereich für Rohrleitungen

1 Die vorliegende Richtlinie gilt für alle Phasen des Lebenszyklus (Projektierung, Planung, Bau, Betrieb und Stilllegung) von Rohrleitungen mit einem maximalen Betriebsdruck (MOP) von 5bar und einem Aussendurchmesser von < 6cm und für Rohrleitungen mit einem maximalen Betriebsdruck (MOP) von 30 bar und einem Aussendurchmesser von < 12 cm (gemäss RLSV). Fig. 1 zeigt eine graphische Darstellung des Aufsichtsbereiches von Kanton und Bund.

2 Sie definiert die spezifischen Anforderungen für den Transport und die Verteilung von Wasserstoffgasen der Gruppe A (Reinheit ≥ 98 mol-%) und Gruppe D (Reinheit ≥ 99,97 mol-%) gemäss der SVGW-Richtlinie G18.

ANMERKUNG
Die Rohrleitungen, die nach SVGW Richtlinie SVGW G2 erstellt werden, entsprechen nicht dieser Richtlinie für Rohrleitungen.

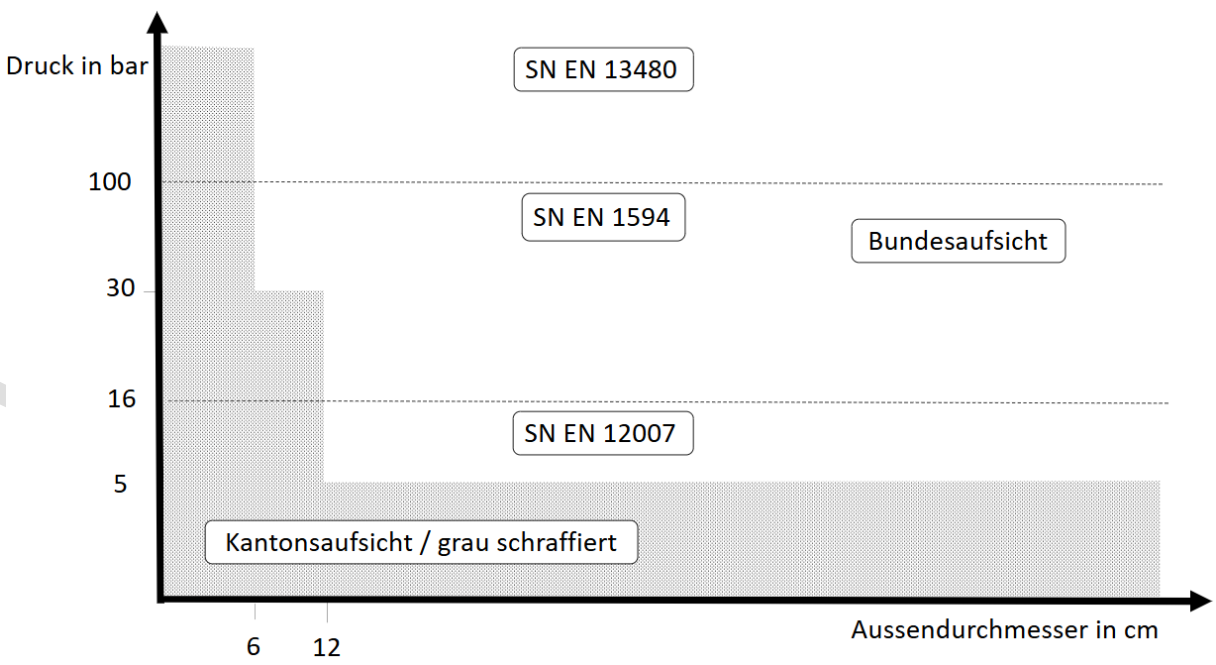

Fig. 1: Graphische Darstellung des Aufsichtsbereich von Bund und Kanton (grau) bei Rohrleitungen nach RLSV

Vernehmlassung

3 Die Einteilung nach maximalen Betriebsdruck-Bereichen im Netz obliegt dem Netzbetreiber und erfolgt gemäss den gesetzlichen Vorgaben sowie den Druckbereichen des SVGW-Regelwerks:

Druckbereiche für Rohrleitungen
MOP ≤ 1 bar
1 < MOP ≤ 5bar
5 < MOP ≤ 16 bar
16 < MOP ≤ 30 bar

Tab. 1: Druckbereiche für Wasserstoffleitungen im SVGW-Regelwerk in Abhängigkeit des Betriebsdruckes (MOP)

4 Die maximalen Betriebsdrücke (MOP) treten am Eintritt einer Rohrleitung auf. Wird der Gasstrom unterbrochen, kann der gesamte Rohrleitungsabschnitt dem gleichen Druck ausgesetzt sein.

5 Der Einsatzbereich umfasst -20 °C bis +40 °C.

1.3 Rohrleitungen mit einem Aussendurchmesser ≤ 6 cm und einem Druck > 30 bar

1 Diese Richtlinie ist sinngemäss für Rohrleitungen bei Betriebsdrücken über 30 bar und einem Aussendurchmesser bis und mit 6 cm anzuwenden (Art. 3 Ziff. 1 RLV). Folgende Normen sind für die entsprechenden Druckbereiche anzuwenden (Tab. 2):

Rohrleitungen mit Aussendurchmesser ≤ 6cm und Druck (MOP) > 30 bar	
Druckbereich	Regelwerk
30 < MOP ≤ 100 bar	SN EN 1594
MOP > 100 bar	SN EN 13480, EIGA IGC Doc 121/14 ASME 31.12

Tab. 2: Anzuwendende Regelwerke für Rohrleitungen mit einem Aussendurchmesser ≤ 6cm und einem Druck (MOP) > 30 bar

2 Die Beurteilung solcher Gasinstallationen und Rohrleitungen erfolgt durch die vom Kanton benannte Stelle (z. B. TISG).

Vernehmlassung

2 Normative und gesetzliche Verweise

2.1 Gesetze und Verordnungen

SR 734.6	Verordnung über Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (VGSEB)
SR 746.1	Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz, RLG)
SR 746.11	Rohrleitungsverordnung (RLV)
SR 746.12	Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV)
SR 814.01	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)
SR 814.011	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV)
SR 814.012	Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV)
SR 819.14	Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung, MaschV)
SR 822.11	Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz, ArG)
SR 822.113	Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3)
SR 832.20	Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)
SR 832.30	Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
SR 832.312.12	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheits-schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei der Verwendung von Druckgeräten (Druckgeräteverwendungsverordnung)
SR 832.311.141	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (BauAV)
SR 930.11	Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG)
SR 930.111	Verordnung über die Produktesicherheit (PrSV)
SR 930.114	Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung, DGV)

2.2 SVGW Regelwerk

SVGW G2	Richtlinie für Rohrleitungen
SVGW G7	Richtlinie für Gasdruckregelanlagen
SVGW G14	Richtlinie für Erfassung von Schadensereignissen an Gasnetzen
SVGW G18	Richtlinie Gasbeschaffenheit
SVGW G21	Richtlinie Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation des technischen Bereiches von Gasnetzbetreibern
SVGW GWF101	Reglement Schweissen von Kunststoffrohren

Vernehmlassung

	Ausbildungs- und Prüfungsreglement für das Schweissen und Verlegen von druckbeaufschlagten Rohren und Rohrleitungsteilen aus PE in Wasser-, Gas-, Fernkälte- und Anergienetzen
SVGW G1012	Empfehlung für die Planung und Ausführungen der Stilllegung von Gas - Anschluss- und Verteilleitungen
SVGW GW2	Teil A: Richtlinie für die Unfallverhütung und den Gesundheitsschutz im Gas- und Wasserfach Teil B: Sicherheitshandbuch für die Verhütung von Unfällen
SVGW G10001	Empfehlungen Empfehlung für die Sicherheitsbeurteilung von Erdgasleitungen mit Betriebsdruck 1 bis 5 bar
SVGW G10115	Arbeitstitel: Ex-Schutz-Dokument
SVGW H201	Arbeitstitel: Reglement für die technische Abnahme, Zulassung und Betriebsaufsicht von Rohrleitungsanlagen

2.3 Normen

SN EN 334	Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 100 bar
SN EN 1011-2	Schweissen - Empfehlungen zum Schweissen metallischer Werkstoffe - Teil 2: Lichtbogenschweissen von ferritischen Stählen
SN EN 1092-1	Flansche und ihre Verbindungen - Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet - Teil 1: Stahlflansche
SN EN 1555-1	Kunststoff- Rohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Polyethylen (PE) – Teil 1: Allgemeines
SN EN 1555-2	Kunststoff- Rohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Polyethylen (PE) – Teil 2: Rohre
SN EN 1591	Flansche und ihre Verbindungen - Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teile 1 bis 4
SN EN 1594	Gasinfrastruktur - Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar
SN EN 1759	Flansche und ihre Verbindungen - Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach Class bezeichnet - Teil 1: Stahlflansche, NPS 1/2 bis 24
SN EN ISO 9606-1	Prüfung von Schweissern - Schmelzschweissen - Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschliesslich Cor 1:2012 und Cor 2:2013)
SN EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
SN EN 12007-1	Gasinfrastruktur - Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschliesslich 16 bar - Teil 1: Allgemeine funktionale Anforderungen
SN EN 12007-2	Gasinfrastruktur – Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschliesslich 16 bar – Teil 2: Spezifische funktionale Anforderungen für Polyethylen (MOP bis einschliesslich 10 bar)

Vernehmlassung

SN EN 12007-3	Gasinfrastruktur - Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschliesslich 16 bar - Teil 3: Besondere funktionale Anforderungen für Stahl
SN EN 12327	Gasinfrastruktur - Druckprüfung, In- und Ausserbetriebnahme - Funktionale Anforderungen
SN EN 12732	Gasinfrastruktur - Schweissen an Rohrleitungen aus Stahl - Funktionale Anforderungen
SN EN 13480-1	Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 1: Allgemeines
SN EN 13480-2	Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 2: Werkstoffe
SN EN 13480-3	Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 3: Konstruktion und Berechnung
SN EN 13480-4	Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 4: Fertigung und Verlegung
SN EN 13480-5	Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 5: Prüfung
SN EN 13480-6	Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen
SN EN 13774	Armaturen für Gasverteilungssysteme mit zulässigen Betriebsdrücken kleiner oder gleich 16 bar - Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit
SN EN 14141	Armaturen für den Transport von Erdgas in Fernleitungen - Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfung
SN EN 17649	Gasinfrastruktur - Sicherheitsmanagementsystem und Rohrleitungsintegritätsmanagementsystem - Funktionale Anforderungen;
SN EN ISO 3183	Erdöl- und Erdgasindustrie - Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme
SN EN ISO 3834-1	Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweissen von metallischen Werkstoffen - Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen
SN EN ISO 3834-2	Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweissen von metallischen Werkstoffen - Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen
SN EN ISO 3834-3	SN EN ISO 3834-3 Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweissen von metallischen Werkstoffen - Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen
SN EN ISO 3834-4	Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweissen von metallischen Werkstoffen - Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen
SN EN ISO 14532	Erdgas − Begriffe
SN EN ISO 14732	Schweisspersonal - Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweissen von metallischen Werkstoffen
SN EN ISO 15609	Anforderung und Qualifizierung von Schweissverfahren für metallische Werkstoffe - Schweissanweisung - Teil 1: Lichtbogenschweissen
SN EN ISO 15589-1	Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie - Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungssysteme
SN EN ISO 23936	Oil and gas industries including lower carbon energy - Non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production - Part 1: Thermoplastics

Vernehmlassung

SN EN ISO 16486	Kunststoff-Rohrleitungssystem aus weichmacherfreiem Polyamid (PA-U) mit Schweissverbindungen und mechanischen Verbindungen
SN EN ISO 21857	Bewertung der Korrosionsgefährdung
SN EN IEC 60079-0	Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen
SN EN IEC 60079-10-1	Explosionsgefährdete Bereiche Teil 10-1: Einteilung der Bereiche - Gasexplosionsgefährdete Bereiche

2.4 Weitere technische Regeln

2014/34/EU	Richtlinie 2014/34/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemässen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)
1999/92/EG (ATEX 137)	Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
Leitfaden zu 1999/92/EG	Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie 1999/92/EG über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können
API 5L	Specification for Line Pipe
API SPEC 15S	Spoolable Reinforced Plastic Line Pipe
API RP 15SIH	Installation and Handling of Spoolable Reinforced Line Pipe
ASME 31.12	Hydrogen Piping and Pipelines
CEN/TS 12007-6	Gasinfrastruktur – Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschliesslich 16 bar, Teil 6: Spezifische funktionale Anforderungen für weichmacherfreies Polyamid
CEN/TR 15281	Guidance on inerting for the prevention of explosions
CEN/TR 17797: 2022	Gasinfrastruktur – Konsequenzen durch Wasserstoff in der Gasinfrastruktur und Identifizierung von Lücken in der Standardisierung nach CEN/TC 234
ISO/TS 10839	Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels — Code of practice for design, handling and installation
DGUV Regel 113-001: 2019	Explosionsschutz-Regel
DVGW G 463	Arbeitsblatt: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung [Oktober 2020]

Vernehmlassung

DVGW G 464	Merkblatt Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff
DVGW G 466-1	Arbeitsblatt: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung [Dezember 2021]
DVGW G 472	Arbeitsblatt: Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung [März 2020]
DVS 2207-1	Schweissen von thermoplastischen Kunststoffen – Heizelementschweissen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE [08/2015]
DVS 2207-1, Beiblatt 1	Schweissen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizwendelschweissen von Rohren aus PE-X mit Rohrleitungsteilen aus PE-HD [12/2005]
DVS 2207-16	Schweissen von thermoplastischen Kunststoffen der Gruppe PA (PA 12)
DVS 2208-1	Schweissen von thermoplastischen Kunststoffen Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln
EIGA IGC Doc 121/14	Hydrogen Pipeline Systems [2014]
EKAS Richtlinie 6516	Richtlinie Druckgeräte
ERI-Richtlinie	Planung, Bau und Betrieb von Rohrleitungsanlagen über 5 bar
ESTI Weisung 250	Arbeitstitel:
CEN ISO/TR 15608	Schweissen - Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen
ISO/TR 15916:2015-12	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO/TS 18226:2006-10	Plastics pipes and fittings — Reinforced thermoplastics pipe systems for the supply of gaseous fuels for pressures up to 4 MPa (40 bar)
Issa Infoblatt Explosionsschutz 003	Dichtheit von Anlagenteilen und Verbindung, IVSS Sektion Chemie [2020]
SGK C1	Richtlinie für Projektierung, Ausführung und Betrieb des kathodischen Schutzes von Rohrleitungen
SGK C5	Richtlinie für Projektierung, Ausführung und Betrieb des Korrosionsschutzes erdverlegter Behälter aus Stahl und zugehörigen Rohrleitungen
SIA 112	Modell Bauplanung Verständigungsnorm
SIA 205	Verlegung von unterirdischen Leitungen - Räumliche Koordination und technische Grundlagen [2003]
Suva 1903	Grenzwerte am Arbeitsplatz/MAK-Werte, BAT-Werte, Grenzwerte für physikalische Einwirkungen
Suva 2153	Merkblatt: Explosionsschutz − Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen
Suva 66125	Merkblatt: Erdgasleitungen: So arbeiten Sie sicher [2012]

Vernehmlassung

Suva 67148	Checkliste: Gräben und Baugruben [2024]
VKR-Leitfaden RL02	Richtlinie / Leitfaden für erdverlegte PE-Druckrohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung
VSS 71260	Unterirdische Querungen und Parallelführungen von Leitungen mit Gleisanlagen
Richtlinie (BFE)	Richtlinie über die Oberaufsicht des Bundesamtes für Energie (BFE) und die Aufsicht der Kantone über Rohrleitungsanlagen

Vernehmlassung

3 Begriffe

3.1 Glossar

Arbeitsanweisung
Schriftliche Anweisung für Mitarbeiter, um das korrekte und sichere Ausführen von Arbeiten zu gewährleisten.

Armatur
Rohrleitungsteil zur Absperrung, Entnahme, Regelung sowie Messung von Durchfluss, Temperatur und Druck; z. B. Absperrarmatur, Regelarmatur, Druckregelgerät, Be- und Entlüftungsventil, Rückflussverhinderer, Kondensatventil, etc.

Auslegungsdruck, DP
Druck, auf dem die Auslegungsberechnung basiert.

Ausserbetriebnahme
Prozess zum geplanten Unterbruch der Funktionsfähigkeit.

Betrieb
Umfasst die Gesamtheit aller Tätigkeiten, die an Anlagen und Anlagenteilen ab dem Zeitpunkt ihres erstmaligen Einsatzes ausgeübt werden.

Anmerkung 1: Dies dient dem Zweck, die Infrastruktur in einem Zustand zu halten, der das sichere Produzieren, Transportieren und Verteilen des Erzeugnisses zu den Verbrauchern gewährleistet.

Betriebsdruck, OP
(Angelehnt an SN EN 1594:2024, Begriff 3.26)
Druck, der in einem System unter normalen Betriebsbedingungen auftritt.

Brenntechnische Kenndaten
Gesamtheit der charakteristischen Kenngrössen, die das Brennverhalten eines Gases sowie die Leistung eines Brenners bzw. Verbrauchers bestimmen.

Brennwert
(angelehnt an SN EN ISO 14532:2017; Begriff 2.6.4.1)
Auf die Brennstoffmenge bezogene Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung mit Sauerstoff bei konstantem Druck frei wird, wenn das Abgas auf Bezugstemperatur zurückgekühlt wird. Dabei liegen alle Verbrennungsprodukte im gasförmigen Zustand vor, mit Ausnahme des Anteils an Wasser, der bei der Bezugstemperatur in den flüssigen Zustand kondensiert und seine Kondensationsenthalpie als zusätzliche Wärmemenge abgibt.

Anmerkung 1: Im Rahmen des SVGW-Regelwerks wird als Referenzbedingung der Normzustand 25 °C/0 °C verwendet. Dabei beträgt der absolute Druck 1013.25 mbar, die Bezugstemperatur für die Brennwertermittlung 25 °C und für die Volumenermittlung 0 °C.

Anmerkung 2: Im internationalen Handel können andere Referenzbedingungen festgelegt werden, beispielsweise der Standardzustand 15 °C/15 °C.

Dichtheitskontrolle (Sichtprüfung)
Vereinfachte Prüfung der Dichtheit einer Rohrleitungsanlage oder Gasinstallation (z.B. mit schaumbildenden Mitteln, Gasspürgerät)

Druckprüfung
Messtechnische Prüfung und Nachweis der Festigkeit und Dichtheit (kombinierte Prüfung) einer Rohrleitungsanlage oder Gasinstallation.

Vernehmlassung

Ex-Zone
Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche nach der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Atmosphäre

Fachkundige
Fachkundig ist, wer in seinem Tätigkeitsbereich über das geforderte Fachwissen verfügt, die entsprechenden Grundausbildungen und Berufserfahrung besitzt und die geforderten Weiterbildungen absolviert.

Festigkeitsprüfung
Verfahren, mit dem überprüft wird, ob eine Rohrleitung den Anforderungen an ihre mechanische Festigkeit genügt.

Gasbeschaffenheit
Eigenschaften des Gases aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung und seiner physikalischen und brenntechnischen Kenndaten.

Gasdichtheit
Einhaltung einer maximalen Leckagerate mittels eines zugelassenen Prüfverfahrens

Gasdruckregelgerät
Gerät zur Aufrechterhaltung des Werts der Regelgrösse (Druck) innerhalb ihres Toleranzbereiches, unabhängig vom Einfluss der Störgrössen

Gasfamilie
(angelehnt an SN EN 437:2021; Begriff 3.18)
Gruppe von gasförmigen Brennstoffen mit ähnlichem Brennverhalten mit einem definierten Wobbe-Index-Bereich.

Gasnetz
Gesamtheit der miteinander verbundenen Anlageteile (Rohrleitungen, Nebenanlagen) zum Transport und zur Verteilung von Gasen über öffentlichen und privaten Grund bis zur Hauptabsperrarmatur beim Endverbraucher. Dies schliessen nicht die Produktion und Speicherung mit ein.

Anmerkung 1: Dies entspricht einer Rohrleitungsanlage für Gase gemäss RLV, SR 746.11

Gasnetzbetreiber
Privat- oder öffentlich-rechtlich organisiertes Unternehmen, welches den (Planung, Bau und) Betrieb (sowie Stilllegung und Rückbau) eines Gasnetzes sicherstellt.

Anmerkung 1: Der Gasnetzbetreiber steht in geschäftlicher Beziehung einerseits mit dem Endverbraucher (Gasbezüger) und andererseits mit dem Lieferanten. Der Lieferant kann eine Drittstelle oder ein Unternehmen sein, das mit dem Gasnetzbetreiber verbunden ist (Gasnetzbetreiber als Tochtergesellschaft oder Geschäftseinheit des Unternehmens).

Gasnetzeigentümer
Natürliche oder juristische Person, in deren Eigentum sich das Gasnetz befindet.

Instandhaltung
Gesamtheit der Massnahmen (Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung von technischen Einrichtungen und Geräten) zur Bewahrung oder Wiederherstellung des geforderten Zustandes.

Instandsetzung
Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes, wie Reparatur oder Rehabilitation.

Vernehmlassung

Isolierverbindung
Verbindungstyp für die elektrische Trennung zweier Rohrleitungsabschnitte

Klemmverbindung
Verbindungstyp, bei dem Gasdichtheit durch Kompression in einer Muffe mit oder ohne Dichtung erreicht wird.

Maximal zulässiger Betriebsdruck, MOP
Maximaler Druck, mit dem eine Anlage unter normalen Betriebsbedingungen betrieben werden kann.

Nebenanlage
Anlagen, Installationen und Gebäude, die dem Betrieb der Gasleitungsanlage dienen.

Nenndruck, PN
Der Nenndruck ist eine Kenngrösse für Referenzzwecke, bezogen auf eine Kombination von mechanischen und masslichen Eigenschaften eines Rohrleitungsbauteils. Dient der Kompatibilität von Bauteilen und ist Teil deren Bezeichnung.

Normzustand
Bezugszustand zum Vergleich von Gasmengen unterschiedlicher Betriebszustände, mit Bezug auf die Normtemperatur 273.15 K (0 °C) und den Normdruck 101'325 pa (1013.25 mbar).

Anmerkung 1: Der Normzustand wird durch den Index «n» gekennzeichnet.

Anmerkung 2: In der Schweiz und anderen Ländern wird der Normzustand verwendet. In einigen Ländern sind andere Bezugszustände nach SN EN ISO 13443 üblich.

Pressverbindung
Verbindung, bei der die Gasdichtheit mit Hilfe eines bestimmten Werkzeugs zum Zusammendrücken eines Formstücks oder durch eine Rohrerweiterung zur Ermöglichung einer Verbindungsherstellung erreicht wird.

Rohrleitung
Eine Rohrleitung besteht aus Rohren, Rohrleitungsteilen und Armaturen und dient zum Transport eines Fluids.

Anmerkung 1: In vielen Richtlinien und Regelwerken für Kunststoffrohre wird auch der Begriff „Rohrleitungssystem“ verwendet.

Rohrleitungsanlage
Gesamtheit der miteinander verbundenen Anlagenteile (Rohrleitungen, Nebenanlagen, Anschlussleitungen) zum Transport, Verteilen und Messen eines gasförmigen oder flüssigen Fluids.

Anmerkung 1: Dies umfasst auch Inselnetze auf öffentlichem Grund, jedoch keine gebäudeinternen Gasinstallationen bei Endverbrauchern.

Anmerkung 2: Gasleitungen mit kleiner räumlicher Ausdehnung zur Feinverteilung auf Industriearealen sowie Arealnetze gelten nicht als Gasnetze im Sinne des SVGW-Regelwerks.

Rohrserie
Rohrserie S eines Rohres ist ein Kennwert, welcher genutzt werden kann, um die Wanddicke s eines Rohres bei einem gegebenen Aussendurchmesser da zu errechnen.

Schadensereignis
Ein Schadensereignis ist
a) ein Zustand oder Ereignis, das die Funktion oder Sicherheit der Gasnetze beeinträchtigt und eine Instandsetzung zur Wiederherstellung des schadenfreien Zustandes erfordert. Dies umfasst auch Schäden, die durch die Gaslecksuche gefunden werden,

Vernehmlassung

b) ein Personenschaden als Folge des oben genannten Ereignisses (z. B. Verbrennung, Erstickung, Tod).

Schweisserlaubnis
Die anzuwendenden Schutzmassnahmen sind in einer schriftlichen Schweisserlaubnis festzuhalten. Diese wird vom ausführenden Schweisser des beauftragten Betreibers oder seinem Vorgesetzten und von der für die Arbeitsstelle verantwortlichen Person des Auftraggebers gemeinsam ausgestellt.

Sicherheitsabblaseventil, SBV
Gerät zur Freisetzung von Gas bei unzulässigen Drücken in dem zu schützenden System.

Sicherheitsabsperrventil
Gerät zur Schnellabsperrung des Gasstroms bei unzulässigen Drücken in dem zu schützenden System.

Stilllegung
Dauerhafte Ausserbetriebnahme einer Gasinstallation oder einer Rohrleitung, die vom Gasnetz physikalisch abgetrennt und gasfrei ist.

Vernehmlassung

3.2 Abkürzungen

Abkürzung	Begriff
AWA	Amt für Wirtschaft / Arbeit
CTP	combined test pressure
DN	Diameter Nominal
DP	Design Pressure
EVOH	Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer
GIS	Geographische Informationssysteme
GNSS	Global Navigation Satellite System
KIGA	Kantonales Amt für Industrie, Gewerbe und Arbeit
MIP	maximum incidental pressure
MOP	maximum operating pressure
OP	Operation Pressure
PA	Polyamid
PE	Polyethylen
PIMS	pipeline integrity management system
PN	Pressure Nominal
PP	Polypropen
PS	maximum allowable pressure
RC	Resistance to Crack
RTP	Reinforced Thermoplastic
SBV	Sicherheitsablaseventil
SDR	Standard Dimension Ratio (dt. *Standard-Dimensionsverhältnis)*
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
STP	Strength test pressure
TISG	Technische Inspektorat des Schweizerischen Gasfaches
TTP	Tightness test pressure
VT	Visuelle Sichtprüfung
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung

Vernehmlassung

4 Bewilligungsverfahren und Aufsicht

4.1 Bewilligungsverfahren

1 Rohrleitungen mit Betriebsdrücken < 5 bar, und einem Druck < 30 bar und einem Aussendurchmesser < 12 cm und inklusive, Rohrleitungen mit einem Druck > 5 bar und einem Aussendurchmesser < 6 cm (Art. 3 Abs. 1RLV), stehen gemäss Art. 2 und 3 RLG und Artikel 2, im Vergleich Abs. 3 der RLV unter Aufsicht der Kantone und der Oberaufsicht des Bundes Art. 43 RLG und RLV Abschnitt 7 (siehe Abb. 1).

2 Die zuständigen Kantonsstellen (z. B. KIGA / AWA) erteilen den Netzbetreibern die Bewilligungen für den Bau und Betrieb von Rohrleitungen, nach Richtlinie über die Oberaufsicht des BFE und die Aufsicht der Kantone über Rohrleitungen. Die Erteilung der Bewilligungen kann aufgrund einer Empfehlung durch eine vom Kanton bestimmte Aufsichtsstelle (siehe Kap. 4.3 geschehen.

3 Ist der Antragsteller für die Bewilligung nicht gleich dem Gasnetzbetreiber, ist die Zustimmung des Gasnetzbetreibers in jedem Fall einzuholen.

4.2 Plangenehmigungspflicht

1 Rohrleitungen dürfen nur mit einer Plangenehmigung des Kantons erstellt und geändert werden.

2 Instandhaltungsarbeiten können ohne Plangenehmigung durchgeführt werden, wenn dabei keine besonderen Gefährdungen und Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind.

3 In Zweifelsfällen entscheidet der Kanton über die Plangenehmigungsplicht.

4.3 Aufsichtsstelle

1 Die Kantone regeln das Verfahren für den Bau und den Betrieb sowie die Kontrolle der unter ihrer Aufsicht stehenden Rohrleitungsanlagen (Art. 32 RLV).

2 Der Kanton kann hierzu eine Stelle zur Aufsicht (z. B. TISG) benennen.

3 Die Aufgaben und Funktionen der Aufsichtsstelle sind im SVGW Reglement H201 beschrieben.

4 Diese Aufsichtsstelle muss nachweisen können, dass sie über fachkundiges Personal sowie die geeignete technische Ausrüstung verfügt.

5 Die Aufsichtsstelle überprüft die fachgerechte Ausführung der Bauarbeiten und des Betriebs einer Rohrleitung, in Form von Ordnungsprüfung, Kontrollen. Dies wird dokumentiert in Form eines Berichtes zu Händen des Kantons (Tab. 3).

Vernehmlassung

	Druckbereich		
Tätigkeiten Aufsichtsstelle	**MOP ≤ 5bar**	**5 < MOP ≤ 16bar**	**16 < MOP ≤ 30bar**
Planvorlageverfahren / Baugesuch	✓	✓	✓
Baubegleitung		✓	✓
Druckprüfung	✓	✓	✓
Abnahmeprüfung	✓	✓	✓
Inbetriebnahme	✓	✓	✓
Betrieb (Audit, Kontrollen)	✓	✓	✓
Ausserbetriebnahme	✓	✓	✓
Provisorien	✓	✓	✓

Tab. 3: Übersicht der Tätigkeiten der Aufsichtsstelle

4.4 Mindestanforderungen an den Netzbetreiber

1 Der Netzbetreiber ist für den sicheren, gesetzeskonformen und wirtschaftlichen Betrieb der von ihm projektierten, gebauten und betriebenen Rohrleitung verantwortlich.

2 Die fachlichen Anforderungen werden in der SVGW-Richtlinie G21 geregelt.

3 Der Netzbetreiber betreibt und pflegt ein wirksames Sicherheits- und Integritätsmanagementsystems (SMS) (siehe Kap.5.3).

4 Der Netzbetreiber teilt der Aufsichtsstelle und dem Kanton die technischen Spezifikationen von Projekten (Bauausführung, Terminplan, Inbetriebnahmen, ggf. Instandhaltungen, Ausserbetriebnahmen und Stilllegungen) rechtzeitig im Voraus mit.

5 Der Netzbetreiber erstellt Protokolle über die durchgeführten Arbeiten und Kontrollen und weist sie auf Verlangen der Aufsicht vor.

6 Der Netzbetreiber meldet der Aufsichtsstelle Unfall- und Schadensereignisse nach SVGW Richtlinie G14.

7 Der Netzbetreiber meldet jährlich sämtliche Schadensereignisse (z. B. unkontrollierter Gasaustritt mit oder ohne Zündung, Beschädigung einer Gasleitung durch Dritte, Korrosion, Defekte usw.) an den Rohrleitungen, unabhängig einer gegebenenfalls vorausgegangenen Meldung, dem SVGW zur Erfassung einer Schweizer Schadenstatistik nach SVGW Richtlinie G14.

4.5 Abklärung zum Geltungsbereich Störfallverordnung

1 Gemäss Kriterien der Anhang 1.3 (Art. 1) StFV (SR 814.012) bei Rohrleitungsanlagen fallen Rohrleitungen für den gasförmigen Transport von Brenn- und Treibstoffen mit einem Aussendurchmesser bis 12 cm und einem maximalen Betriebsduck (MOP) 30 bar nicht in den Geltungsbereich dieser Verordnung.

BEISPIEL:
1000 bar cm (> 25 bar) befindet man sich in der StFV. Als Beispiel; bei einer Rohrleitung mit einem Aussendurchmesser von 6 cm und ab einem Druck von ≥167 bar.

Vernehmlassung

5 Grundsätzliches

5.1 Allgemeiner Prozess- und Planungsablauf

1 Projektierung stellt die konzeptionelle Vorbereitungsphase für den Bau und Betrieb einer Rohrleitung dar. Ziel ist es, die technische, wirtschaftliche und genehmigungsrechtliche Machbarkeit des Vorhabens zu klären. Sie dient als Grundlage für die nachfolgende Planung. Die vorliegende Richtlinie ist prozessorientier aufgebaut. In Fig. 2 sind die ein einzelnen Projektschritte die entsprechenden Kapitel zugeordnet.

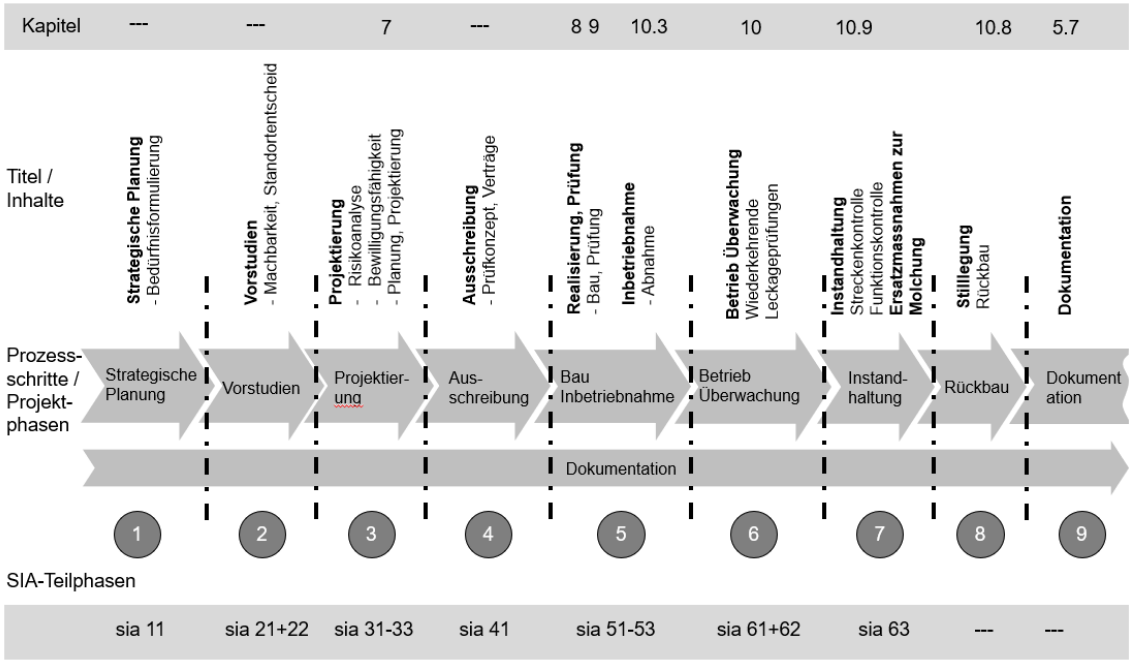

Fig. 2: Allgemeiner Prozess- und Planungsprozess nach SIA 112

5.2 Risikobeurteilung

1 Für die Planung der Rohrleitung muss eine projektspezifische Risikobeurteilung nach SVGW G1001 durchgeführt werden.

2 Falls nötig, können Massnahmen zur Reduzierung des Risikos ergriffen werden, wie z.B.:

- Überprüfung der Auslegung (allenfalls Erhöhung der Sicherheitsfaktoren, bzw. Erniedrigung des Nutzungsgrads) (siehe Kap. 6)
- Art der Verlegung (siehe Kap. 7.7)
- Einrichten eines Schutzbereiches zur Überwachung der Aktivitäten von Dritten, um die Rohrleitungen zu schützen (siehe Kap. 7.5.6)
- Anwendung angemessener Abstände zu Gebäuden und anderen Infrastrukturen (siehe Kap. 7.5.5)
- Mindestüberdeckung der Rohrleitung (siehe Kap. 7.5.4)
- Verwendung von zusätzlichem mechanischem Schutz, um die Schädigung durch Dritte zu minimieren (Schutzrohr, Schutzplatten etc.) (siehe Kap. 7.7.5)
- Einrichtung zusätzlicher Messtellen (z.B. KKS, Druckmessung) Kap. 7.3
- Erhöhung des Prüfumfangs (Druckprüfung etc.) Kap. 9.2
- Umfang und Intervall der Überwachung (siehe Kap.10.8)

Vernehmlassung

5.3 Sicherheitsmanagementsystem (SMS)

1 Ein funktionierendes Sicherheitsmanagementsystem (SMS) ist ein Bestandteil des Betriebs von Rohrleitungen und muss vorhanden sein nach SN EN 17649.Es dient der systematischen Erfassung, Bewertung und Steuerung sicherheitsrelevanter Risiken über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage.

2 Ziel ist es, Personen, Umwelt, Sachwerte und die Versorgungssicherheit umfassend zu schützen.

3 Das SMS umfasst sämtliche sicherheitsrelevanten Aspekte des Wasserstofftransport in Rohrleitungen, beginnend mit der Planung über Bau, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung bis hin zur Stilllegung von Rohrleitungen.

4 Das SMS gilt für alle Rohrleitungen, die unter diese Richtlinie fallen und umfasst folgende Lebensphasen:

- Projektierung und Genehmigung
- Bau und Inbetriebnahme
- Betrieb, Wartung, Änderungen
- Ausserbetriebnahme und Stilllegung

5 Das Sicherheitsmanagementsystem (SMS) ist ein integraler Bestandteil des Managementsystems des Betreibers.

6 Das Sicherheitsmanagementsystem muss folgende Elemente enthalten (Tab. 4).

7 Das SMS muss die Rohrleitung als Teil einer gesamten Wasserstoffinfrastruktur erfassen (z. B. Einspeisung, Verdichtung, Speicherung, Verbraucher).

8 Das Sicherheitskonzept für Rohrleitungen umfasst folgende Mindestinhalte:

- Beschreibung der Anlage (Dokumentation) (nach Kap.
- Systematische Risikobeurteilung (Risikoanalyse, Risikobewertung) (Kap
- Festlegen und Dokumentation der Massnahmen, sowie der Restrisiken

9 Sicherheitstechnische Massnahmen (z. B. Schutzrohre, Schutzplatten, Abstände) sind entsprechenden Risikobewertung festzulegen und regelmässig zu evaluieren.

10 Das SMS ist zu dokumentieren nach Kap. 5.7

11 Alle sicherheitsrelevanten Aktivitäten und Vorkommnisse (z. B. Unfälle, Beinaheunfälle, Störungen) sind aufzuzeichnen und systematisch auszuwerten. Die Wirksamkeit von Korrektur- und Vorbeugemassnahmen ist zu überprüfen.

12 Für jede sicherheitsrelevante Zielsetzung sind messbare Indikatoren, Zuständigkeiten, Fristen und Kontrollmechanismen festzulegen. Diese sind regelmässig zu überprüfen und anzupassen.

Vernehmlassung

Element	Beschreibung
Sicherheitspolitik und -Ziele	Schriftlich dokumentierte Leitlinie des Betreibers zur Einhaltung: – gesetzlicher Anforderungen – Vermeidung von Unfällen – kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheit.
Organisationsstruktur	Definition der Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und Schnittstellen. Darstellung z. B. in einem Organigramm (nach SVGW Richtlinie G21)
Risikoanalyse Risikobewertung	Analyse und Bewertung potenzieller Gefährdungen unter Berücksichtigung aller Betriebszustände, insbesondere Inbetriebnahme-, Ausserbetriebnahme- und Störungssituationen
Sicherheitskonzept	Nachweis, dass die Risiken beherrschbar sind. Es muss eine Risikobeurteilung (Risikoanalyse, Risikobewertung) und Massnahmenplanung (nach SVGW G1001) und Wirksamkeitskontrolle enthalten.
Betrieb / Instandhaltung / Wartung	Erstellung und Pflege von Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsplänen (siehe Kap. 10.8)
Genehmigungs- und Freigabesystem	Aktuelle und dokumentierte Genehmigungs- und Freigabeprozess (nach SVGW GW2)
Notfall- und Interventionsplanung	Dokumentierte Abläufe inkl. Eskalationsstufen, Kommunikationsketten und Zusammenarbeit mit Blaulichtorganisationen. Übungen sind regelmässig durchzuführen und zu evaluieren. (siehe Kap. 10.9)
Management von Änderungen	Verfahren zur Bewertung und Freigabe technischer, organisatorischer oder personeller Änderungen mit sicherheitsrelevanter Auswirkung (nach SVGW Richtlinie G21).
Schulung und Qualifikation	Regelmässige Schulung des operativen und technischen Personals zu wasserstoffspezifischen Gefährdungen und Schutzmassnahmen (siehe SVGW Richtlinie G21)

Tab. 4: Elemente des Sicherheitsmanagement (SMS)

5.3.1 Pipeline-Integritätsmanagementsystem (PIMS) für MOP > 16 bar

1 Für Rohrleitungen mit MOP > 16 bar ist ein zusätzliches Pipeline-Integritätsmanagementsystem (PIMS) umzusetzen nach SN EN 17649.

5.4 Arbeitssicherheit

1 Beim Betrieb von Rohrleitungen ist mit dem Auftreten von Druck-, Brand-, Explosions- und Erstickungsgefahr zu rechnen. Luft-Gas-Gemische können zum Beispiel auftreten bei: undichten Rohrleitungen, Abblase- und Entspannungsleitungen, im Inneren von Rohrleitungen und in Anlagen bei In- und Ausserbetriebnahme und Instandhaltungsarbeiten.

2 Für die Arbeiten an und den Betrieb von Rohrleitungen muss der Arbeitgeber /in deshalb für die Beschäftigten im Rahmen einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsermittlung geeignete Schutzmassnahmen unter der Berücksichtigung der Eigenschaften von Wasserstoff ergreifen (Art. 3-10 VUV und Art. 3-9 ArGV 3). Der Arbeitgeber/in hat die getroffen Schutzmassnahmen und Schutzeinrichtungen regelmässig zu überprüfen, insbesondere bei betrieblichen Veränderungen und dies muss nachgewiesen werden.

3 Beim Bau der Rohrleitung (Bauarbeiten) (Kap. 8.1) ist die Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (BauAV) zu befolgen

Vernehmlassung

4 Arbeitsprozesse und entsprechende Massnahmen können in Abhängigkeit von den stofflichen Eigenschaften des Wasserstoffs in Anlehnung an die SVGW GW2 Teil A und Teil B sowie im SUVA-Merkblatt 66125 umgesetzt werden.

5.5 Brand- und Explosionsschutz

1 Bei der Planung von Brand- und Explosionsschutzmassnahmen sind normale Betriebsbedingungen, Inbetriebnahme und Ausserbetriebnahme von Rohrleitungen zu berücksichtigen. Folgende Gefahren können vorhanden sein: Druck, Brand, Explosion. Darüber hinaus sind technische Störungen als auch menschliche Fehlhandlungen einzubeziehen.

2 Grundsätzlich sind das SUVA 2153 «Explosionsschutz», der Leitfaden zu 1999/92/EG und die Richtlinie 2014/34/EU zu beachten.

3 Eine Gefährdungsbeurteilung der Rohrleitung bezüglich Brand- und Explosionsschutz muss durchgeführt und dokumentiert werden.

4 Folgende Massnahmen sind zu ergreifen:

- In explosionsgefährdeten Bereichen sind Zündquellen zu vermeiden bzw. zu entfernen.
- An Öffnungen von Abblase- und Entspannungsleitungen zur Atomsphäre von Rohrleitungen sind Gefährdungen zu bewerten und erforderliche Schutzmassnahmen (Explosionsgefährdete Bereiche (Ex-Zone 2) und Schutzabstände) festzulegen. Müssen gasführende Rohrleitungen geöffnet werden sind Arbeitsverfahren zu verwenden, bei denen das Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre im Arbeitsbereich vermieden wird, z.B. durch Arbeiten im gasfreien Zustand.
- Einsatz von entsprechenden Arbeits- und Betriebsmitteln wie:
- Funkenarme Werkzeuge
- Gaswarngeräte (tragbar)

5 Erdverlegte Rohrleitungen sind auf Dauer technisch dicht auszulegen und regelmässig zu überwachen, so dass im Inneren keine explosionsfähige Atmosphäre entsteht.

6 Für Rohrleitung in Räumen, Produktionsanlagen und Kunstbauten wie Brücken, Schächten und Tunnel:

- genügend belüftet (natürlich oder künstlich): Berechnung von Lüftungsleistungen kann nach SN EN 60079-10-1, Anhang C erfolgen und ist nach SUVA 2153, Kap. 2.5 zu beurteilen.
- Vermeidung von lösbaren Verbindungen und wenn nötig dann auf Dauer technisch dicht (Issa Infoblatt Explosionsschutz 003)
- Ungenügend belüftete Räume mit nicht auf Dauer technisch dichten Verbindungen müssen beurteilt und in entsprechende Ex-Zonen eingeteilt werden (Leitfaden zu 1999/92/EG und SUVA 2153). Als Massnahmen können stationäre Gaswarngeräteeingebaut werden, welche dann zusätzliche Schaltungen oder Schutzmassnahmen (z.B. Lüftung, Abschaltung der Anlage) auslösen.

7 Sind die Voraussetzungen zur sicheren Verhinderung des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht gegeben, muss zusätzlich zum Dokument der Gefährdungsbeurteilung ein Explosionsschutzdokument (nach SVGW G10115) erstellt werden.

5.6 Qualifikation des Personals

1 Es müssen Fachkundige Rohrleitungen planen, erstellen oder betreiben. Unternehmungen haben auf Verlangen die Eignung ihres Fachpersonals und ihrer Qualitätssicherung nachzuweisen.

Vernehmlassung

[2] Die fachlichen Anforderungen werden in der SVGW-Richtlinie G21 geregelt.

5.7 Dokumentation

[1] Im gesamten Lebenszyklus einer Rohrleitung ist eine vollständige, nachvollziehbare und systematisch geführte Dokumentation sicherzustellen. Diese ist integraler Bestandteil des Sicherheitsmanagementsystems (SMS) gemäss Kap. 5.3 und dient der Nachweisführung technischer und rechtlicher Anforderungen sowie der Rückverfolgbarkeit sicherheitsrelevanter Entscheidungen.

[2] Die Dokumente sind auf digitaler Weise zu archivieren.

[3] Wichtige Dokumente (Bewilligungen, aktuelle technische Unterlagen usw. (siehe Kap. 12.2) sind bis mindestens fünf Jahr nach der Stilllegung der Rohrleitungen aufzubewahren.

[4] Die stillgelegte Rohrleitung ist weiterhin einem Geoinformationssystem (Bsp. GIS) zuführen mit den folgenden minimalen Anforderungen:

a) Erstellungsjahr

b) Werkstoff

c) Dimension

d) Länge.

[5] Für die nachstehenden Lebensphasen (Projektierung, Planung, Bau, Betrieb und Stilllegung) müssen mindestens folgende Dokumente erstellt und archiviert werden:

Phase	**Dokumentation**
Projektierung / Planung	• Allgemeine Planungsunterlager (Planner, Auftraggeber, Rohrleitungsdimension, Jahr etc.) • Werkstoffe (nach Kap. 6) • Rohrverbindung (nach Kap. 7.1) • Bauteile und Komponenten (nach Kap. 7.2) • Risikobewertung (nach Kap. 5.2) • Sicherheitskonzept (Kap. 5.3) • Projektpläne (Längsprofil) • Überdeckung • Schutzbereich • Sicherheitsmassnahmen für – Naturgefahren, – Abstände (andere Leitungen, Gebäude und Infrastrukturen etc.) – Bepflanzung – Oberirdische Verlegung – Kunstbauten • Schutzrohre, Schutzplatte • Anordnung der Komponenten (Schieber, Entlüftung, Fixpunkte usw.) • Abklärungen Brand- und Explosionsschutz • Kathodischer Korrosionsschutz KKS • Potentialausgleichsmassnahmen • Ggf. Blitzschutzmassnahmen • Pläne zu Kunstbauten • Baubewilligungen
Bau	• Allgemeine Bauunterlagen (Ersteller Rohrleitung, Auftraggeber Lage der Rohrleitung.) • Projektplan (Zeitplan)

Vernehmlassung

Phase	Dokumentation
	• Materialliste • Evtl. Verlegschema • Baujournal (Bautagbuch) • Grabenprofil • Materialkontrolle • Protokoll des grabenlosen Verlegen • Schweissprotokolle und Schweissverfahrensbeschreibung (WPS) • Rohrbuch • Prüfprotokolle der Festigkeits- und Dichtheitsprüfung. • Rohrbettung • Abnahmebericht • Protokoll der Einbindung • Planwerk (Geoinformationssystem (Bsp. GIS)) • ggf. Umstellungsprogramm • ggf. Ereignisprotokolle (Schäden)
Inbetrieb-nahme	• Protokoll der Reinigung und Trocknung • Protokoll der Inertisierung
Betrieb Instandhaltung	• Betriebsbewilligung • Genehmigungs- und Freigabeprozess • Instandhaltungs- und Wartungsprogramm • Instandhaltungs- und Wartungsprotokoll • Überwachungs- und Kontrollprogramm • Protokolle der wiederkehrenden Leckage Prüfungen. • Protokolle von Strecken- und Funktionskontrollen. • Ereignisprotokolle (Schaden, Drucküberschreitungen etc.) • Mess- und Überwachungsprotokoll • Notfall- und Interventionsplan • Überprüfung des kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) • Nachverfolgung von Änderungen der Rohrleitung und des Betriebes
Ausserbetrieb-nahme	• Abblase- und Entleerungsprotokolle •
Wiederinbe-triebnahme	• Wiederinbetriebnahme Protokolle (Dichtheitsprüfung, Sicherheits-kontrolle)
Stilllegung	• Stilllegungsprotokoll (Spülung, Inertisierung, Verschluss etc.)

Tab. 5: Überblick Dokumentation der Rohrleitung

5.8 Abweichungen von dieser Richtlinie

1 Sofern diese Richtlinie nicht eingehalten werden kann, entscheidet der Netzbetreiber, in Absprache, mit der vom Kanton bezeichneten Aufsichtsstelle, über die Zulässigkeit anderer Lösungen. Der Verantwortliche muss nachweisen können, dass diese die Sicherheit der Rohrleitung gleichwertig sicherstellen.

6 Werkstoffe

1 Die Werkstoffe sind so zu wählen, dass sie mit den zu erwartenden Fertigungsverfahren vereinbar und für die innen befindliche Gasbeschaffenheit und die äussere Umgebung ge-

Vernehmlassung

eignet sind. Bei der Festlegung der Werkstoffe sind sowohl die üblichen Betriebsbedingungen als auch die während Herstellung, Transport, Prüfung, Inbetriebnahme und Ausserbetriebnahme vorübergehend auftretenden Bedingungen zu berücksichtigen.

2 Die Werkstoffe für Rohrleitungen müssen für die vorgesehene Verwendung hinsichtlich Festigkeit, Alterung, Korrosion und Brand beständig sein.

3 Für andere Werkstoffe, welche hier nicht aufgeführt sind, müssen zusätzliche Abklärungen erfolgen. Es muss dokumentiert werden, dass die Anforderungen des Materials sowie die entsprechenden Rohrverbindungen für die vorgesehene Verwendung der Rohrleitung erfüllt werden.

4 Grundsätzlich sind die angegebenen Einsatzgrenzen des Rohrherstellers zu berücksichtigen.

5 Für maximal zulässige Betriebsdrücke > 5 bar sind die Eigenschaften aller Komponenten (Rohrleitungsmaterial, Rohrverbindungen etc.) durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach SN EN 10204 entsprechend Anhang A zu bescheinigen.

6 Es ist eine Rohrbuch zuführen.

6.1 Metallische Werkstoffe (Stahl)

1 Folgende Stähle (Stähle für Grossrohre, C-Stähle) können für die Rohrleitungen nach dem MOP verwendet werden:

- MOP ≤ 16 bar siehe SN EN 12007-3
- 16 < MOP ≤ 100 bar siehe SN EN 1594

2 Rohrleitungen in der Gasinfrastruktur werden im Allgemeinen auf eine ruhende Beanspruchung ausgelegt.

3 Metallische Werkstoffe sind vor Korrosion zu schützen (siehe Kap. 7.4).

4 Tab. 6 gibt eine Übersicht über die Werkstoffauswahl, Auslegung, minimale Wandstärke in Abhängigkeit des MOP.

Vernehmlassung

	MOP ≤ 5bar	5 < MOP ≤ 16 bar	16 < MOP ≤ 30 bar
Materialauswahl	SN EN ISO 3183	SN EN ISO 3183	SN EN ISO 3183
Auslegung	SN EN 12007-1 SN EN 12007-3	SN EN 12007-1 SN EN 12007-3	SN EN 1594
Max. Aussendurchmesser	Nicht anwendbar	12 cm	12 cm
Mindeststreckgrenze	≤ 360MPa	≤ 360MPa	≤ 360MPa
Nutzungsgrad	$f_0 \leq 0.45$	$f_0 \leq 0.45$	$f_0 \leq 0.5$
Bruchmechanische Bewertung [1]	Nicht nötig, sofern gemäss SN EN 12007-3 der Nutzungsgrad $f_0 \leq 0.45$ und Mindeststreckgrenze ≤ 360MPa	Nicht nötig, sofern gemäss SN EN 12007-3 der Nutzungsgrad $f_0 \leq 0.45$ und Mindeststreckgrenze ≤ 360MPa, sowie Aussendurchmesser bis einschliesslich DN 200	Überprüfung, ob eine Bewertung nötig ist. Anmerkung: Nach [1] Abbildung 0.22 für P460 (S. 42) nicht nötig Nach [1] Abbildung 0.44 für P460 (Seite 59) aus DVGW G 202333 nicht nötig Bruchmechanische Bewertung kann nach SN EN 1594:2024, Anhang B und DVGW G 463, Anhang C; ASME B31.12, Option B ausgeführt werden.
Minimale Wandstärke	2.9 mm	3.6 mm	3.6mm

Tab. 6: Übersicht für Stähle zur Materialauswahl, Auslegung und minimale Wandstärke in Abhängigkeit des MOP

ANMERKUNG:
Um die Reinheitsanforderungen für Wasserstoffanwendungen der Gruppe D (siehe SVGW G18) zu erreichen, können sich zusätzliche Anforderungen an die Auswahl des Rohrwerkstoffes, sowie an die Oberflächengüte der Innenseite ergeben.

6.1.1 Schweissen von Stahl

1 Dieses Kapitel legt Anforderungen an die Ausführung von Schweissverbindungen an metallischen Rohrleitungen fest.

2 Die Mindestanforderungen an das Herstellen und Prüfen von Schweissverbindungen an Rohrleitungen aus Stahl richtet sich nach SN EN 12732.

3 Schweissarbeiten sind gemäss einem Schweisskonzept unter Berücksichtigung der Werkstoff- und Anforderungen (z. B. Trasseeführung) zu planen.

4 Die Aufgaben, Verantwortungen und Qualifikation an die Schweissaufsicht werden in der SN EN 14731 festgelegt.

5 Auf Verlangen des Betreibers müssen Schweissunternehmungen ihre Eignung zur der Durführung der Schweissarbeiten nachweisen (nach SN EN ISO 3834).

6 Schweissungen dürfen nur von geprüften und zertifizierten Schweissern gemäss SN EN ISO 9606-1 ausgeführt werden.

Vernehmlassung

7 Der Schweisser muss nachweislich Erfahrung mit der Werkstoffgruppe und dem eingesetzten Schweissverfahren besitzen.

8 Folgende Anforderungen müssen für die Schweissung beachtet werden:

- Druckbereich (MOP) (siehe Tab. 1)
- Werkstoff Einteilung nach CEN ISO EN/TR 15608
- Streckgrenze des Materials (siehe Tab. 6)

9 Die Schweisszusätze müssen für den jeweiligen Werkstoff und Einsatzzweck die Anforderungen erfüllen.

10 Die Schweisszusätze und Hilfsstoffe müssen den hierfür geltenden europäischen und internationalen Normen entsprechen.

11 Die Schweisszusätze sind nach den Angaben des Herstellers zu verarbeiten.

12 Die Schweisszusätze sind entsprechend den Vorschriften des Herstellers zu schützen.

13 Der Netzbetreiber kann eine Chargenprüfung der Schweisszusätze verlangen. In diesem Fall müssen die Nachweise EN 10204, Typ 3.1, entsprechen.

14 Die Mindestanforderungen an ein Qualitätssicherungssystem nach SN EN 12732 und SN EN ISO 3834-4 müssen eingehalten werden. Die grundlegenden Anforderungen sind im Folgenden aufgeführt:

- für MOP ≤ 5 bar ist in Tab. 7
- für 5 < MOP ≤ 16 bar in Tab. 8
- für 16 < MOP ≤ 30 bar in Tab. 9

Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für MOP ≤ 5bar	
Allgemeines	Rohrleitungen mit einem Druck ≤ 5 bar mit Werkstoffen der Gruppen 1.1, 1.2 und 1.4 nach CEN ISO/TR 15608 und Streckgrenze der Materialien: $R_{t0.5}$ ≤ 360 MPa (siehe SN EN 12732 und SN EN ISO 3834-4)
Schweissaufsicht	Eine verantwortliche Person für die Schweissarbeiten muss benannt sein.
Verfahrensqualifikation	Es werden standardisierte Schweissverfahren verwendet
Schweisspersonal	Schweisser müssen nach SN EN ISO 9606 qualifiziert sein; Automatisierte Verfahren erfordern Qualifikation nach SN EN ISO 14732
Technische Fertigungskontrolle	Schweissgeräte müssen funktionstüchtig und gewartet sein Werkstoff und Komponenten müssen rückverfolgbar sein
Prüfung und Freigabe	Jede Schweissung muss visuell geprüft werden. Zerstörungsfreie Prüfungen und Umfang der Prüfung erfolgen nach Kap. 9.1.2
Dokumentation	Fehler sind zu dokumentieren und sachgerecht zu beheben

Tab. 7: Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für MOP ≤ 5 bar

Vernehmlassung

Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für 5 bar < MOP ≤ 16 bar	
Allgemeines	Rohrleitungen für 5 < MOP ≤ 16 bar mit Werkstoffen der Gruppen 1.1, 1.2 und 1.4 nach CEN ISO/TR 15608 und Streckgrenze der Materialien: $R_{t0.5} \leq 360$ MPa (siehe SN EN 12732 und SN EN ISO 3834-3)
Schweissaufsicht	Eine verantwortliche Person für die Schweissaufsicht mit dokumentierter Fachkompetenz nach SN EN ISO 14731 benennen.
Verfahrensqualifikation	Verfahrensprüfungen (WPS/PQR) gemäss SN EN ISO 15614.
Schweisspersonal	Schweisser müssen nach SN EN ISO 9606 qualifiziert sein;
Technische Fertigungskontrolle	Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Werkstoffe, Schweisszusätze und Prüfungen; Laufende Kontrolle und Überwachung der Produktionsschritte inkl. Sichtprüfung, Masskontrolle, Zwischen- und Endprüfungen;
Prüfung und Freigabe	Jede Schweissung muss visuell geprüft werden. Zerstörungsfreie Prüfungen und Umfang der Prüfung erfolgen nach Kap. 9.1.2
Dokumentation	Dokumentation aller qualitätsrelevanten Prozesse (z. B. Schweissnahtdokumentation, Prüfberichte, Abweichungsberichte); Mängelmanagement mit geregelten Prozessen zur Bewertung, Nacharbeit, Freigabe und systematischen Ursachenanalyse.

Tab. 8: Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für 5 bar > MOP ≤ 16 bar

Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für 16 < MOP ≤ 30 bar	
Allgemeines	Rohrleitungen mit hohem sicherheitstechnischem Anspruch mit 16 < MOP ≤ 30 bar oder in exponierten Lagen Werkstoffe der Gruppen 1, 2 und 3 nach CEN ISO/TR 15608 (siehe SN EN 12732 und SN EN ISO 3834-3):
Schweissaufsicht	Eine verantwortliche Person für die Schweissaufsicht mit dokumentierter Fachkompetenz nach SN EN ISO 14731 muss benannt sein. Nachweis der Qualifikation und Zuständigkeit m Betrieb
Verfahrensqualifikation	Alle eingesetzten Schweissverfahren müssen gemäss SN EN ISO 15614 geprüft und dokumentiert sein. Schweissanweisungen (WPS) sind nach SN EN ISO 15609 zu erstellen.
Schweisspersonal	Schweisser müssen nach SN EN ISO 9606 qualifiziert sein; Automatisierte Verfahren erfordern Qualifikation nach SN EN ISO 14732.
Technische Fertigungskontrolle	Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit von Materialien, Schweisszusätzen, Prüfungen; Kontrolle und Dokumentation aller Arbeitsparameter (z. B. Vorwärmung, Zwischenlagentemperatur); Prüfung und Kontrolle der Schweissnähte (z. B. Sichtprüfung, Masskontrolle, zerstörungsfreie Prüfung nach Kap. 9.1.2).
Prüfung und Freigabe	Planung und Durchführung zerstörungsfreier Prüfverfahren (z. B. RT, UT) gemäss SN EN ISO 17635 und Umfang der Prüfung nach Kap. 9.1.2 Fehlerbewertung, Klassifizierung und Freigabeverfahren Dokumentierte Freigabeprozesse und Massnahmen bei Abweichungen
Dokumentation	Dokumentation und Kontrolle von Fertigungs- und Prüfberichten; Änderungsmanagement für Anweisungen und Bauteilkennzeichnung;

Tab. 9: Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem Schweissen für 16 < MOP ≤ 30 bar

Vernehmlassung

15 Garantienähte (Einbindungen) müssen vor dem vorgesehenen Schweiss- und Prüfverfahren ausführungs- und prüfgerecht angeordnet und gestaltet sein siehe SN EN 12732.

16 Die eigentliche Einbindenaht sollte eine Rohr-zu-Rohrverbindung sein.

6.2 Thermoplastische Kunststoffe

1 Folgende Werkstoff können für thermoplastische Kunststoffrohrsysteme verwendet werden (Tab. 10):

- Polyethylen (PE)
  - Einschicht-Vollwandrohr PE (PE100, PE100-RC)
  - Mehrschicht Verbundrohre mir aufaddierter Schutzschicht und weitere Funktionsschichten (PE100-RC/PP oder PE100-RC/Aluminium / PP)
- Polyamid: PA-U11 & PA-U12
- (Metall-) Kunststoffverbundwerkstoffe (Reinforced Thermoplastic / RTP)

2 Alle thermoplastischen Kunststoffrohrsysteme müssen erdverlegt sein.

	Polyethylen		**Polyamid PA-U12 / PA-U180**	**(Metall-) Kunststoff-Verbundwerkstoffe (RTP)**
	Einschicht-Vollwandrohr Mehrschicht Verbundrohr	**Mehrschicht Verbundrohr**		
Normen & Richtlinien zur Auslegung	SN 1555 SN EN 12007-2 ISO/TS 10839 VKR Leitfaden RL02	SN 1555 DVGW G472	SN EN 12007-6 SN EN ISO 16486	ISO /TS 18226 API SPEC 15S API RP 15SIH
Max. MOP	MOP ≤ 10bar ist mindestens SDR 11 erforderlich	MOP ≤ 16 bar, ist mindestens SDR 11 erforderlich	SDR 11 bis 16 bar SDR 17 bis 10 bar	42 bar (systemabhängig)
Wasserstoff-Permeationskoeffizient [cm^3×mm/(m2×bar×Tag)	159* Mit Aluminium-Barriereschicht zeigt ist eine Permeation nicht nachweisbar	145*	85* 2.5* mit Barriereschicht EVOH	Nicht nachweisbar***
Verlegetechnik	offen, grabenlos			alle Techniken (Relining)
Empfohlene Werkstoffe	PE100-RC/ Aluminium PE 100-RC	PE100-RC/PP PE100-RC/Aluminium/ PP weitere Werkstoffe nach DVGW G472	PA-U11 PAU12	RTP mit Barriereschicht aus Aluminium

*bei 10 bar und einer Temperatur von 21.7°C siehe DVGW Abschlussbericht G 202222 [2].
**Barriereschichten können sein EVOH-, Aluminium- oder PA siehe DVGW Abschlussbericht G 202222 [2]
*** bei 42 bar siehe Paper for the 20th Plastic Pipes Conference [3]

Tab. 10: Übersicht der thermoplastischen Kunststoffe

3 Schweissen an thermoplastischen Rohrleitungssystemen hat grundsätzlich unter drucklosen und wasserstofffreien Betriebsbedingungen zu erfolgen. Einbindung und Reparaturen von Rohrleitungsabschnitten in PE oder PA- Rohrleitungssystemen können teilweise unter normalen oder reduzierten Betriebsbedingungen erfolgen (siehe Kap. 10.8.3). Der entsprechende Arbeitsprozess ist in der SVGW Richtlinie GW2 beschrieben.

4 Die Mindestwanddicke für thermoplastische Kunststoffrohre beträgt 2.9mm.

Vernehmlassung

6.2.1 Rohrleitungssysteme aus Polyethylen (PE)

1 Dieses Kapitel beschreibt die Anforderungen, Einsatzbereiche und Auslegungsgrundlagen für Rohrleitungen aus Polyethylen (PE) mit einem maximalen Betriebsdruck (MOP) bis 10 bar (PE100/PE100-RC).

2 Es ist empfohlen, Rohrsysteme mit Barriereschichten zu verwenden, um die Wasserstoffpermeation zu minimieren.

3 Bei einer Verlegung von Rohrleitungssysteme aus Polyethylen (PE) sind folgende Punkte zu beachten:

- Der Werkstoff darf keinen Kontakt mit scharfkantigem Verfüllmaterial haben,
- Bei der Lagerung des Materials ist auf den UV-Schutz zu achten.
- Die Zugkräfte und Biegeradien sind gemäss Herstellerangaben zu beachten.
- Die Rohre dürfen keine Verletzungen aufweisen, deren Tiefe 10 % der Wanddicke übersteigt

4 Für die Auslegung von Rohrleitungen (Rohrleitungssysteme) können die gleichen technischen Normen und Regelwerke wir bei H-Gas angewendet werden, hinsichtlich der Einsatzgrenzen von Druck und Rohrdurchmesser (SVGW G2, Kap. 6.4, DVGW G 472 Kap.1).

5 Eine Auslegung einer Rohrleitung kann nach der Normenserie SN EN 1555 erfolgen. Der Bau und die Errichtung wird in den Normen nach SN EN 1555-5, SN EN 12007-2 und ISO/TS 10839 beschrieben. Zusätzlich können auch VKR Leitfaden RL02 und SVGW G2 beigezogen werden.

6.2.2 Rohrverbindungen in Rohrleitungssysteme aus Polyethylen (PE)

1 Ziel ist es, eine mechanisch, thermisch und chemisch beständige Verbindung sicherzustellen, die den spezifischen Anforderungen von Wasserstoff gerecht wird.

2 Zulässige Rohrverbindungen sind:

- Heizelementstumpfschweissen
- Heizelementmuffenschweissen
- Elektroschweissen (E-Muffe)
- Mechanische Verbindungen

3 Vorzugsweise sind Schweissverbindungen einzusetzen.

4 Jede Verbindung ist visuell zu kontrollieren.

5 Alle Rohrverbindungen sind zu dokumentieren (Verbindungsart, Personal, Prüfprotokolle, Lageplan)

6 Für das Anbohren müssen geeignete Werkzeuge und Produkte verwendet werden.

6.2.3 Schweissen an Rohrleitungssystemen aus Polyethylen (PE)

1 Schweissungen dürfen nur unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt werden:

- Geprüften und zertifizierten Kunststoff-Schweisser mit gültiger Schweisser-Prüfbescheinigung (siehe SVGW GWF101)
- geprüfte Geräte für PE-Schweissungen gemäss DVS 2208-1
- Vorgaben des Herstellers beachten

Vernehmlassung

2 Die Verfahrensbeschreibung, die Prozessschritte sowie die technischen Anforderungen für Heizelement-Stumpfschweissen und das Heizelement-Stumpfschweissen legen die VKR Leitfaden RL02 und die DVS Richtlinie 2207-1 fest.

3 Maschinen, Geräte und Werkzeuge müssen regelmässig nach Herstellervorgaben gewartet werden.

4 Die erforderlichen Schweissbedingungen sind unabhängig von der Witterung einzuhalten. Weiter sind die entsprechenden Anleitungen des Herstellers zu beachten.

5 Heizwendelschweissmuffen, -fittings und -schellen dürfen nur dann mit Rohrleitungsteilen verbunden werden, wenn sie mindestens die gleiche oder eine niedrigere Rohrseriennummer (SDR) aufweisen.

6 Zudem sind bezüglich der verschweissbaren Rohrserien die Angaben der Hersteller zu berücksichtigen

7 Jede Schweissnaht ist digital zu protokollieren. Schweissgeräte verfügen über eine Protokollfunktion, die ein digitale Dokumentation des gesamten Schweissprozesses und der Bauteile (Rohr, Formstück, Armatur) zulassen.

8 Die Überwachung der Schweissarbeiten erfolgt in Anlehnung an Tab. 6 und Tab. 7.

9 Das freie Schweissen von Hand ist nicht zulässig.

10 Segmentgeschweisste Bögen sind unzulässig.

6.2.4 Mechanische Rohrverbindungen in Rohrleitungssystemen aus Polyethylen (PE)

1 Mechanische Rohrverbindungen dürfen nur eingesetzt werde, wenn sie:

- ein Konformitätsnachweis zur Wasserstofftauglichkeit vom Hersteller vorhanden ist
- die geforderte Dichtheit aufweisen
- dauerhaft zugfest sind.

2 Dichtmittel und Einbauteile dürfen nicht mit Wasserstoff reagieren (z. B. verharzen).

3 Weitere Informationen zu Verschraubungen Klemm- und Pressverbindungen sind in der SVGW Richtlinie G2 und Kap. 7.1 zu finden.

6.2.5 Rohrleitungssysteme aus Polyamid (PA)

1 Dieses Kapitel beschreibt Anforderungen an Planung, Bau und Einsatz von Rohrleitungssystemen aus Polyamid (PA-U11 / PA-U12) bis MOP ≤ 16 bar. Aufgrund der geringen Permeabilität siehe Tab. 9 und hohen chemischen Beständigkeit eignen sich PA-Rohrleitungssysteme für den Druckbereich 5 < MOP ≤ 16 bar.

2 Die zulässigen Werkstoffe sind PA-U160 und PA-U180.

3 Werkstoffe müssen gemäss MRS-Wert, Sicherheitsbeiwert C und RCP (schnelles Risswachstum) qualifiziert sein.

4 Der maximal zulässige Betriebsdruck (MOP) ist:

a) SDR 11 bis 16 bar

b) SDR 17 bis 10 bar

5 Die Auslegung erfolgt auf Basis der Normen SN EN ISO 16486-6 und CEN/TS 12007-6.

6 Zugelassene Verbindungsverfahren sind:

a) Heizwendelschweissen (Für Leitungen d ≤ 63 mm empfohlen)

b) Heizelementstumpfschweissen.

Vernehmlassung

c) Es dürfen nur vom Hersteller zugelassene Systemverbindungen verwendet werden. Fremdkombinationen sind unzulässig.

7 Die Verfahrensbeschreibung, die Prozessschritte sowie die technischen Anforderungen für Heizelement-Stumpfschweissen und das Heizelement-Stumpfschweissen legt die DVS Richtlinie 2207-16 fest.

8 Mechanisch nicht zugfeste Verbindungen sind nicht erlaubt.

9 Die Biegeradien müssen gemäss Herstellerangaben eingehalten werden.

10 Segmentgeschweisste Bögen sind unzulässig.

11 Eine Verarbeitung unter 5 °C nur mit kann nur mit geeigneter Erwärmung erfolgen.

12 Die Verbindungen sind durch geschultes Fachpersonal auszuführen.

6.2.6 Rohrleitungssysteme aus RTP (Reinforced Thermoplastic Pipes)

1 Dieses Kapitel beschreibt Anforderungen an den Einsatz von RTP-Rohrleitungssystemen mit einem MOP ≤ 30 bar. RTP-Systeme bieten durch mechanische Verstärkung (z. B. Glas-, Aramid- oder Thermoplast-Gewebe) eine höhere Druckfestigkeit bei gleichzeitiger Flexibilität.

2 RTP-Rohre bestehen typischerweise aus:

- Innenrohr (z.B. PE, PA, PVDF)
- Verstärkungsschicht (z. B. Aramid oder PET-Gewebe)
- Permeationssperre (z.B. Aluminium)
- Aussenmantel (mechanischer Schutz, UV-beständig)

3 Zulässig sind nur vom Hersteller systemgeprüfte Rohr- Fitting-Kombinationen, die qualifiziert und zertifiziert sind.

4 Für die Verlegung sind die Vorgaben des Herstellers einzuhalten, sowie entsprechendes Fachpersonal einzusetzen.

5 Für das RTP-Rohrleitungssystem werden die Anforderungen in folgenden Dokumenten festgelegt ISO TS 18226 und API 15S und für die Verlegung kann die API RP 15SIH beigezogen werden.

Vernehmlassung

7 Planung

1 Die Planung von Rohrleitungen hat so zu erfolgen, dass die Betriebssicherheit, Dichtheit und Langlebigkeit der Anlage während der vorgesehenen Lebensdauer gewährleistet sind.

2 Grundlage der Planung sind die geltenden Normen, technischen Regelwerke und spezifischen Anforderungen

3 Folgende für die Erstinbetriebnahme (siehe Kap. xx) und den Betrieb (siehe Kap. xx) relevanten Punkte sind bereits in der Projektierungsphase zu beachten.

- Vorrichtungen zum sicheren Befüllen und Entleeren der Rohrleitungsanlage sind vorzusehen.
- Einrichtungen zur Durchfluss- und Drucküberwachung sind vorzusehen.
- Vorrichtungen für eine regelmässige innere Prüfung erdverlegter Leitungen (falls anwendbar) sind vorzusehen
- Toträumen sind zu vermeiden.

7.1 Rohrverbindungen

1 Die verwendeten Rohrverbindungen müssen hinreichend resistent gegen alle Beanspruchungen (Druck, Medium etc.) sein.

2 Die Rohrleitungen sind spannungsfrei zu verbinden.

7.1.1 Nichtlösbare Rohrverbindung

1 In erdverlegten Rohrleitungen sind nur nichtlösbare Verbindungen (Schweissverbindungen) zu verwenden.

2 Diese müssen entsprechen verbunden und geprüft (Festigkeitsprüfung- und Dichtheitsprüfung) werden, siehe Kap. 9.2.

3 Nichtlösbare Rohrverbindungen (z. B. Stumpfschweissverbindungen, Muffenschweissverbindungen, Pressverbindungen) sind die gebräuchlichsten Rohrverbindungen, bei denen eine dauerhafte, stoffschlüssige Verbindung ohne Trennmöglichkeit im Betrieb gefordert wird.

4 Pressverbindungen sind nur im Druckbereich MOP ≤ 1bar einsetzbar.

5 Sie werden insbesondere dort eingesetzt, wo höchste Dichtheit, mechanische Festigkeit und Beständigkeit gefordert sind.

6 Die Anforderungen werden an nicht lösbare Rohrverbindungen werden in folgenden Kapiteln Werkstoff spezifisch beschrieben:

- Schweissen von Stahl Kap. 6.1.1
- Schweissen von PE Rohrleitungssystemen Kap. 6.2.3
- Pressverbindungen siehe SVGW Richtlinie G2.

7.1.2 Lösbare Rohrverbindungen

1 Lösbare Verbindungen in Rohrleitungen dienen dem gezielten Demontieren von Anlagenteilen, insbesondere bei Wartung, Inspektion und Ersatz. Sie müssen dauerhaft technisch dicht, betriebssicher und überwachbar sein.

Vernehmlassung

2 Lösbare Verbindungen dürfen nur eingesetzt werden, wenn diese jederzeit zugänglich und überprüfbar sind. Der Einsatz ist auf oberirdische oder geschützte Installationen zu beschränken. Im erdverlegten Bereich sind lösbare Verbindungen unzulässig, ausgenommen technisch begründete Spezialfälle mit zusätzlicher Überwachung.

3 Die Anforderungen an die Dichtheit richten sich nach SN EN 1594 und SN EN 12007-3. Bei der Inbetriebnahme müssen diese auf Dichtheit geprüft werden.

4 Es dürfen nur geeignete Werkstoffe verwendet werden. Dichtmittel müssen chemisch stabil, alterungsbeständig und für Wasserstoffanwendungen geeignet sein. Ihre Eignung ist nachzuweisen.

5 Die lösbaren Verbindungen sind fachgerecht zu montieren.

6 Flanschverbindungen sind gemäss SN EN 1092-1 bzw. SN EN 1759-1 (Inch) auszulegen und die Festigkeit der Verbindung ist nachzuweisen. Die Schraubenverbindungen dürfen nur mit zugelassenen Schmiermitteln montiert werden.

7 Lösbare Verbindungen müssen dokumentiert und regelmässig kontrolliert werden. Für MOP >16 bar ist jede lösbare Rohrverbindung eindeutig zu kennzeichnen (z. B. mittels Typenschild oder QR-Code).

8 Leckerkennungssysteme können bei Bedarf eingesetzt werden.

9 Die technischen Daten (Werkstoff, Nenndruck, Dichtmittel) müssen in der Anlagendokumentation vollständig aufgeführt sein.

7.2 Bauteile und Komponenten

1 Die eingesetzten Bauteile – insbesondere Rohre, Formstücke, Flanschen, Dichtungen, Schweissungen und Isolierstücke sowie die Komponenten – insbesondere Armaturen, Gasdruckregelgeräte, Sicherheitsabsperrventile (SAV), Sicherheitsabblaseventile (SBV), Filter, Wärmetauscher oder Behälter – müssen für den Einsatz in Rohrleitungen geeignet und sicher sein. Sie müssen den spezifischen Anforderungen an Werkstoff, Dichtheit, Belastbarkeit und chemische Beständigkeit genügen.

2 Der Hersteller hat dies durch eine geeignete technische Dokumentation (z. B. Nachweis zur Wasserstofftauglichkeit) zu erbringen.

3 Die Eignung umfasst insbesondere die Beständigkeit gegen Wasserstoffversprödung, Permeation sowie gegen physikalisch-chemische Wechselwirkungen mit Dicht- und Schmierstoffen.

4 Die Anforderungen an Armaturen sind in Kap. 7.2.3.

5 Formstücke aus Stahl (T-Stücke, Bögen, Reduktionen, Endkappen etc.) für geschweisste Rohrleitungen müssen den Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit gemäss SN EN 10253 Teil 1 und Teil 2 erfüllen.

7.2.1 Standarddruckgeräte

1 Die Rohrleitungen und Nebenanlagen sind speziell für den Gastransport- und Verteilleitungen ausgelegt und fallen nicht unter den Anwendungsbereich der Druckgeräteverordnung (DGV). Standarddruckgeräte, die in diese Anlagen eingebaut sind, wie z. B. Gasdruckregelgeräte, Sicherheitsabsperrventile, Filter, Armaturen, Wärmeübertrager oder Behälter, unterliegen jedoch den Vorgaben der Druckgeräteverordnung (DGV).

2 Die eingesetzten Standarddruckgeräte müssen vom Hersteller für einen maximalen Druck (PS) in Abhängigkeit des MIP ausgelegt werden, so dass folgende Beziehung erfüllt, ist:

$$PS > \frac{MIP}{1.1}$$

Vernehmlassung

3 Alle Komponenten müssen eindeutig gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss mindestens den Herstellernamen, Typ, Nenndruck, Materialkennzeichnung und Seriennummer enthalten und im eingebauten Zustand lesbar sein.

7.2.2 Druckfestigkeit der eingesetzten Bauteile und Komponenten

1 Die in der Rohrleitung verbauten Bauteile und Komponenten müssen so ausgelegt sein, dass sie die Anforderungen an die Druckfestigkeit gemäss den jeweiligen Druckbereichen erfüllen.

2 Um diese Anforderungen zu gewährleisten, legt der SVGW für die eingesetzten Komponenten in den verschiedenen Druckbereichen folgende minimale Nenndrücke fest (Tab. 11):

Druckbereich	Minimaler Nenndruck (PN)
MOP ≤ 1 bar	PN 6
1 < MOP ≤ 5bar	PN 10
5 < MOP ≤ 16 bar	PN 16
16 < MOP ≤ 30 bar	PN 40

Tab. 11: Minimale Nenndrücke für die eingesetzten Komponenten

3 Durch die Festlegung des Druckbereichs und der Bestimmung des Nenndruckes ist die Druckfestigkeit der Rohrleitung erfüllt.

4 Dieser Auslegungsdruck (DP) liegt über dem maximalen Grenzdruck im Störungsfall (MIP).

7.2.3 Armaturen

1 Die Armaturen müssen den Anforderungen der Druckgeräteverordnung (DGV) entsprechen (siehe Kap. 7.2.1).

2 Armaturen müssen den Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit gemäss entsprechen.

a) Für Auslegungsdrücke (DP) ≤ 16bar: SN EN 13774

b) Für Auslegungsdrücke (DP) > 16bar: SN EN 14141

3 Bauteile, die der Verordnung über Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (VGSEB) zuzuordnen sind, unterliegen den Anforderungen dieser Verordnung.

4 Armaturen, die der Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (MaschV) zuzuordnen sind, müssen die entsprechenden Anforderungen erfüllen.

5 Entsprechende Nachweise zur Wasserstoffverträglichkeit müssen vom Hersteller/Lieferant bereitgestellt werden.

6 Von diesen Armaturen wegführende Ausblase- und Steuerleitungen sind vorzugsweise mit nichtlösbaren Rohrverbindungen (siehe Kap. 7.1.1.) auszuführen.

7 Rohrverbindung bei nicht zugänglichen erdverlegten Armaturen müssen voll verschweisst sein.

8 Gasdruckregelgeräte müssen den Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit gemäss SN EN 334 entsprechen.

9 Fernauslösbare Armaturen müssen auch im Notbetrieb manuell zu betätigen sein.

Vernehmlassung

7.2.4 Absperrarmaturen

1 Absperrarmaturen sorgen für eine sichere Unterbrechung des Gasstroms für bestimmte Rohrleitungsabschnitten.

2 Folgende Anforderungen muss eine Absperrarmatur erfüllen:

- Erforderliche Festigkeitseigenschaften der Rohrleitung (Druck, Temperatur, Durchfluss und Reinheit)
- Gasdichtheit nach aussen und nach innen
- Leichte Handbetätigung
- Im geöffneten Zustand geringe Druckverluste verursachen.

3 Die bauteilgeprüfte Absperrarmaturen, Rückschlagklappen und Ventile müssen zusätzlich folgende Anforderungen und Prüfungen erfüllen.

4 Müssen Absperrarmaturen betriebsbedingt geschlossen sein, sind Massnahmen gegen unbeabsichtigtes Öffnen zu treffen (Hinweisschild, Plombierung usw.).

5 Der Zustand und die Funktionstüchtigkeit von Absperrarmaturen sind periodisch zu prüfen (siehe Kap. 10.8).

7.2.5 Streckenarmaturen

1 Streckenarmaturen sind Absperrarmaturen und ermöglichen die gezielte und sichere Trennung von Rohrleitungsabschnitten im Normal- oder Störfall. Sie dienen der Begrenzung von Austrittsmengen im Havariefall, der Instandhaltung sowie dem geregelten Betrieb bei Netzumschaltungen oder Wartungsarbeiten.

2 Streckenarmaturen sind so anzuordnen, dass im Störfall der auszutretende Wasserstoff begrenzt bleibt.

3 Die Festlegung der Abstände zwischen zwei Streckenarmaturen ergibt sich aus:

c) Betriebsdruck (OP)

d) Rohrleitungsdurchmesser

e) die zum Erreichen der Armatur erforderliche Zeit;

f) die Notwendigkeit der Streckenarmaturen für betriebliche Zwecke;

g) die Lage von Anschlussleitungen und sonstigen Armaturen in der Rohrleitung

h) Risikobewertung (z.B. in besiedelten Gebieten, Gewässer oder Schutzgebieten),

i) Allfällige Anforderungen der kantonalen Behörden.

4 Folgende Armaturtypen können eingesetzt werden:

- Metallisch dichtende Kugelhähne
- Absperrschieber
- Federblastete Absperrventile (SAV)

1 Die oberirdischen Bedienpunkte müssen dauerhaft gekennzeichnet und gegen Manipulation geschützt sein.

2 Für jede Streckenarmatur ist zu dokumentieren:

a) Standort Koordinaten

b) Bauart und Hersteller

c) Schliess- und /Öffnungsrichtung

d) Prüfintervallen und letzter Prüfung

Vernehmlassung

e) Art der Ansteuerung (manuell, fernbedient, automatisch)

f) Angabe zur Rolle im Notfall

3 Bei Besondern Gefährdungen können auch Schnellabsperreinrichtungen eingesetzt werden. Sie dienen dem sofortigen Unterbrechen des Gasstroms im Havariefall. Sie ermöglichen eine rasche Eingrenzung des Schadens.

7.2.6 Isolierverbindungen

1 Isolierverbindungen dienen der elektrischen Trennung von Rohrleitungsabschnitten zur Vermeidung von Streuströmen, zur Begrenzung von Spannungsüberträgen sowie zur Sicherstellung der Wirksamkeit kathodischer Korrosionsschutzsysteme (KKS).

2 Isolierverbindungen müssen dauerhaft elektrisch isolierend, mechanisch belastbar, druckdicht und wasserstoffbeständig ausgeführt sein.

3 Sie müssen so eingebaut werden, dass der Stromfluss über die Rohrleitung sicher unterbunden wird.

4 Eine Isolierverbindung kann als Isolierflansch oder Isolierstück ausgeführt werden.

5 Es dürfen nur geprüfte Isolierverbindungen verwendet werden.

6 Der Isolationswiderstand ist unmittelbar nach dem Einbau sowie im Rahmen der regelmässigen Wartung zu prüfen und zu dokumentieren.

7.3 Drucküberwachung der Rohrleitung

1 Die Druckabsicherung dient dem Schutz von Rohrleitungen, Anlagenteilen und Betriebspersonal vor unzulässig hohen Drücken infolge von Betriebsstörungen oder Fehlfunktionen von Regel- und Sicherheitseinrichtungen.

2 Rohrleitungen müssen gegen Drucküberschreitungen und grössere Druckschwankungen abgesichert werden.

3 Die Druckabsicherung umfasst Regelgeräte, Sicherheitsabsperreinrichtungen (SAV) für definierten Grenzdruck im Störfall (MIP) und Druckmangelabschaltung (SAV), sowie ein Sicherheitsabblaseventil (SBV) (siehe SVGW Richtlinie G7, ERI-Richtlinie).

4 Druckabsicherungen sind gegen Versagen zu sichern (z. B. durch Monitorregelung oder parallelgeschaltet Sicherheitseinrichtungen (z. b. zweite Druckregelschiene).

5 Die zulässige Obergrenze ist der maximal zulässige Betriebsdruck (MOP). Ein kurzeitiger Anstieg des Druckes über den maximalen Betriebsdruck (MOP) im Störfall ist zulässig bis zu einem definierten Grenzdruck im Störfall (MIP).

6 Ein weiterer Anstieg des Druckes muss durch das selbsttätige Eingreifen des Sicherheitsabsperrventil (SAV) verhindert werden.

7 Bei einem Sinken des Druckes unter ein minimalen Betriebsdruck schliesst das Sicherheitsabsperrventil (SAV) selbsttätig.

8 Die Ableitungen von SBV und Atmungsleitungen müssen kontrolliert, zündsicher und gekennzeichnet erfolgen.

9 Die Komponenten zur Drucküberwachung sind mindestens jährlich von Fachpersonal zu überwachen oder gemäss Absprachen mit der Aufsichtsstelle.

10 Die Einstellungen und Änderungen sind zu dokumentieren. Alle Prüfungen sind zu protokollieren und aufzubewahren.

11 Zusätzlich kann der Betriebsdruck (OP) an repräsentativen Stellen in der Rohrleitung registriert werden.

Vernehmlassung

7.4 Korrosionsschutz und Schutzmassnahmen

1 Oberirdische Teile von metallischen Rohrleitungsanlagen sind durch die Wahl eines geeigneten Beschichtungssystems vor atmosphärischer Korrosion zu schützen. Erdverlegte oder im Wasser liegende metallische Rohrleitungsanlagen sind durch eine geeignete Umhüllung vor direktem Kontakt zum Erdboden (resp. zum Wasser) zu schützen. Zudem ist im Übergangsbereich von Luft zu Erdboden/Wasser eine zusätzliche Verstärkung der Rohrleitung, respektive deren Umhüllung anzubringen. Bei der Wahl des Beschichtungs-, Umhüllungs- und Verstärkungssystems sind der Exposition, der mechanischen Beanspruchung und weiteren Umgebungsbedingungen wie UV- und Ozoneinwirkung Rechnung zu tragen.

2 Erdverlegte Rohrleitungen und Behälter können durch Gleich- und Wechselströme beeinflusst werden. Die Bewertung der Korrosionsgefährdung durch Fremdbeeinflussung hat basierend auf SN EN ISO 21857 sowie der Richtlinie SGK C3 zu erfolgen. Es ergeben sich die folgenden Anforderungen für den Korrosionsschutz von metallischen erdverlegten Anlagen:

Stähle für Grossrohre (C-Stähle)

3 Erdverlegte Rohrleitungen aus Stahl sind mit einem Korrosionsschutz auszurüsten. Dieser umfasst einen passiven Korrosionsschutz in Form einer Aussenumhüllung und einen aktiven Korrosionsschutz basierend auf einem kathodischen Korrosionsschutz. Die Anforderungen an den aktiven wie auch passiven Korrosionsschutz sind in der Richtlinie C1 der SGK dargelegt. Bei Kunststoffen müssen chemische Beständigkeit und Langzeitstabilität gewährleistet sein.

4 Auf der Stahloberfläche adsorbierter Wasserstoff kann in das Gefüge eindringen und die Dauerhaftigkeit von Rohrleitungssystemen begrenzen. Dieser Wasserstoffeintrag tritt auf der Rohrinnenseite auf, kann aber auch auf der Rohraussenseite in Umhüllungsfehlstellen sowohl durch Korrosion bei unzureichendem kathodischem Korrosionsschutz als auch durch zu starken kathodischen Korrosionsschutz erfolgen.

5 Die folgenden Schutzmassnahmen gegen negative Auswirkungen von Wasserstoff stehen im Vordergrund:

- Ausreichende Trocknung des Gases und Ausschluss von Schwefelwasserstoff im Produkt
- Keine erhöhten Festigkeiten des Rohrleitungsstahls (Design Streckgrenze < 550 MPa gemäss SN EN ISO 15589-1,
- Erhöhter Sicherheitsfaktor
- Reduzierte Druckschwankungen
- Hohe Qualität der Aussenumhüllung (>1 MOhm*m2) gemäss Richtlinie C1
- Vermeiden von übermässigem kathodischem Korrosionsschutz (E_{on} zwischen -1.2 und -1.5 VCSE)

Nichtrostende Stähle und Nichteisenwerkstoffe

6 Erdverlegte nichtrostende Stähle und Nichteisenmetalle weisen erfahrungsgemäss eine unzureichende Korrosionsbeständigkeit für Verlegung im Erdboden oder Wasser auf. Sie müssen daher ebenfalls zwingend mit einem hochwertigen Umhüllungssystem vor Korrosion geschützt werden und sind von Erdungsanlagen mit Hilfe von Isolierkupplungen oder Isolierflanschen galvanisch zu trennen. Zusätzlich ist ein kathodischer Korrosionsschutz mit den in Richtlinie C1 der SGK für die jeweiligen Werkstoffe spezifizierten Schutzpotenziale anzuwenden. Aus Gründen der Wasserstoffversprödung dürfen nur austenitische nichtrostende Stähle kathodisch geschützt werden.

7 Es ist weiter zu beachten, dass für diese Werkstoffe normativ keine Schutzkriterien für die Beeinflussung durch Gleich- und Wechselströme vorliegen. Aus diesem Grund können

Vernehmlassung

diese Werkstoffe bei Fremdbeeinflussung nur mit einem durchgängigen dichten Kunststoffhüllrohr vor direktem Boden- und Wasserkontakt und damit vor Aussenkorrosion geschützt werden.

Rohrleitungsanlagen: Korrosionsschutz	
Referenz	**Kommentar**
SGK C1	Richtlinie zur Aussenkorrosion von erdverlegten Rohrleitungen aus C-Stahl
SGK C3	Richtlinie zur Bewertung der Korrosionsgefährdung
SN EN ISO 21857	Bewertung der Korrosionsgefährdung
SN EN 1594:2024	Kap. 7.13 Korrosionsschutz
SN EN ISO 15589-1	Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie - Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungssysteme

Tab. 12: Technische Normen und Richtlinien zum Korrosionsschutz

7.5 Anforderungen an die Trasseeführung

1 Die Trasseeführung von Rohrleitungen hat den sicheren, zuverlässigen und wirtschaftlichen Betrieb während der gesamten Lebensdauer der Anlage zu gewährleisten. Die Planung und Ausführung müssen so erfolgen, dass Umwelteinflüsse, Drittbeeinflussungen und Risiken für Mensch und Umwelt minimiert werden. Besondere Bedeutung kommt dem Schutz gegenüber mechanischen Einwirkungen und der Einhaltung sicherheitsrelevanter Abstände zu.

7.5.1 Grundsätzliches

1 Beim Festlegen des Trassees ist zu berücksichtigen:

- Bodenbeschaffenheit
- Grundwasserspiegel
- Hindernisse
- Bestehende oder geplante Bauten und Infrastrukturen
- Bäume und deren Wurzelwerke
- Naturgefahren

2 Die Rohrleitung darf nicht überbaut oder unter Gebäuden verlegt werden.

3 Bei grossflächig überbetonierten Rohrleitungen sind Öffnungen zur Leckerkennung in der Überdeckung vorzusehen.

4 Rohrleitungen dürfen nur in stillgelegten Kanalisationsleitungen verlegt werden, wenn diese betreffend ihre Eignung geprüft worden sind.

5 Armaturen sind jederzeit zugänglich anzuordnen.

6 Absperrarmaturen, die der Bewältigung von Natur- oder Schadenereignissen dienen, sind ausserhalb der gefährdeten Gebiete anzuordnen.

7 Auftriebssicherung ist bei Oberflächenwassergefahr erforderlich.

8 Die Überwachung der Rohrleitung gemäss Kap.10.8 muss sichergestellt sein.

Vernehmlassung

7.5.2 Naturgefahren und schwere Bodenverhältnisse

1 Die sichere Planung, Ausführung und der Betrieb von Rohrleitungen erfordern die Berücksichtigung von Naturgefahren (Bodenbewegungen, Erdbeben, Hochwasser, Felssturz, Erosion, Frost, Blitzschlag), welche die Rohrleitungen durch äussere Einwirkungen beschädigen oder dessen Integrität gefährden können.

2 Bei der Planung des Trassees sind vorhanden Informationen zu Gefährdungszonen anhand von Naturgefahrenkarten, geologischen Gutachten und historischer Ereignisse, beizuziehen. Die Risiken müssen bewertet und entsprechende Massnahmen in das Sicherheitskonzept integriert werden.

3 Gebiete mit grossem Gefährdungspotenzial sind zu umfahren oder mit geeigneten Schutzmassnahmen zu queren.

4 Schutzmassnahmen können folgender Art sein:

a) Mechanisch (Bsp. Verankerung)

b) Geotechnisch (Bsp. Rutschhangsanierung)

c) Hydraulisch (Bsp. Uferbau)

d) Organisatorisch (Bsp. erhöhte Überwachung)

- Naturgefahren sind im Notfall- und Interventionsplan explizit zu behandeln.
- Folgende Unterlagen sind für Naturgefahrenabschnitte zu erstellen und aktuell zu halten.
- Risikobewertung und Gefahrenkarten (Geoinformationssysteme)
- Dokumentation durchgeführten Schutzmassnahmen (inkl. Auslegung und Bemessung)
- Instandhaltungs- und Überwachungsprotokolle

7.5.3 Bepflanzung und Überbauung von Rohrleitungen

1 Über Rohrleitungen dürfen nur Bauten stehen, die zum Betrieb der Rohrleitung notwendig sind. Im Bereich von Rohrleitungen dürfen nur Bäume und Sträucher wachsen, deren Wurzelwerk die Rohrleitung nicht gefährdet. Kann dies nicht gewährleistet werden und bei Abständen unter zwei Meter, sind Schutzmassnahmen zu treffen.

7.5.4 Mindestüberdeckung

1 Dieses Kapitel definiert die Mindestanforderungen an die Überdeckung von Rohrleitungen in Tab. 13 zur Sicherstellung der mechanischen Sicherheit, zum Schutz vor Fremdeinwirkungen.

2 Die Überdeckung ist definiert als senkrechter Abstand von der Rohrleitungsoberkante bis zur Geländeoberfläche. Die erforderliche Überdeckung richtet sich nach:

a) dem maximalen zulässigen Betriebsdruck (MOP)

b) der Umgebung (freie Fläche, Strasse, Bahn)

c) der Bodenbeschaffenheit

d) dem Gefährdungspotential der Umgebung (z. B. Wohngebiete, Schutzzonen, Hochwasserrisiken etc.)

Vernehmlassung

Mindestüberdeckungen			
Einbausituation	**MOP ≤ 1 bar**	**1 < MOP ≤ 5bar**	**5 < MOP ≤ 30 bar**
Freie Flächen (Wiesen, Felder)	0.8 m	0.8 m	1.0 m
Strassen	0.8 m	0.8m	1.0 m
Bahn Trassee	nach SN 671260 und Abklärung mit Bahninfrastrukturbetreiber		
Unterquerungen Fliessgewässer	1.5 m bei Gewässerbreite ≤ 1 m 2.0 m ab einer Gewässerbreite von > 1 m		

Tab. 13: Mindestüberdeckungen nach Einbausituation und maximalen Betriebsdruck (MOP)

3 Falls die vorgeschriebenen Mindestüberdeckungen nicht eingehalten werden kann, sind kompensierende Massen erforderlich:

- Schutzplatten (Beton, Metall oder Kunststoff)
- Schutzrohre

Alle Abweichungen sind zu dokumentieren und mit der benannten Aussichtstelle und kantonalen Bewilligungsorganen abzustimmen.

7.5.5 Mindestabstände

1 Dieses Kapitel legt die Mindestabstände von Rohrleitungen zu Gebäuden, Fundamenten und erdverlegten Infrastrukturanlagen (z.B. Stromleitungen) fest (Tab. 14). Ziel ist es, Risiken durch mechanische Beschädigung, Wasserstofffreisetzung und Zündquellen zu minimieren und ein hohes Schutzniveau für Menschen, Umwelt und Sachwerte sicherzustellen.

2 Die Anforderungen gelten für erdverlegten Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) bis 30 bar. Die Anforderungen richten sich nach:

- dem Druckbereich
- dem Aussendurchmesser (DN)
- der Nutzung angrenzender Bereich

Mindestabstände zu Gebäude und parallel verlegten Infrastrukturen. Die angegebenen Abstände gelten als Lichtmass von äusseren Rohrumfang bis zum betrachteten Objekt.			
Druckbereiche	**MOP ≤ 1 bar**	**1 < MOP ≤ 5bar**	**5 < MOP ≤ 30 bar**
Aussendurchmesser Rohr	Beliebig	Beliebig	≤ 12 cm
Abstand zu Gebäuden und Fundamenten	0.4 m	1.0 m	≥2.0 m
Mindestabstand zu Gebäuden mit mehr als 10 Personen	0.4 m	5.0 m	5.0 m
Mindestabstand zu Infrastrukturen (erdverlegte Leitungen) parallel verlegt	0.4 m	0.4 m	≥0.4 m
Mindestabstand zu Strassen	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	projektspezifische Abklärung

Tab. 14: Mindestabstände zu Gebäuden, Fundamenten, anderen Infrastrukturen

3 Die einzuhaltenden Abstände sind im Rahmen der Planung durch eine projektspezifische Risikobetrachtung (siehe Kap. 5.2) zu bestimmen und in das Sicherheitskonzept z u integrieren.

Vernehmlassung

4 Alle Abstände sind im Ausführungsplan einzuzeichnen und mit georeferenzierten Trasseeunterlagen zu dokumentieren.

5 Bei Querung (Strassen, Kunstbauten, Gewässer etc.) gelten gesonderte Anforderungen nach Tab. 13 und Tab. 14

6 Der Abstand zum Bahntrasse ist in der SN 671260 bestimmt.

7 Bei Parallelführung und Kreuzung von Rohrleitungen mit anderen Leitungen ist für Montagearbeiten angemessen Platz zu berücksichtigen.

8 Die erforderlichen Mindestabstände zwischen Rohrleitungen und anderen erdverlegten sowie oberirdischen Versorgungs- und Infrastrukturleitungen (z. B. Abwasser, Trinkwasser, Fernwärme, Strom sowie Freileitungen) richten sich nach der SIA 205.

9 Die Mindestabstände haben zum Ziel, die gegenseitige Beeinflussung zu minimieren, die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zu erleichtern, das ausreichend Platz im Havariefall vorhanden ist und Temperatur- oder elektromagnetische Einflüsse sich nicht negativ auf die Rohrleitung auswirken.

10 Für die Mindestabstände zu anderen erdverlegten Gegenständen, siehe Tabelle Mindestabstände zu Gebäuden und parallel verlegten Infrastrukturen.

11 Bei Kreuzungen (vertikal) mit anderen Gewerken ist ein Mindestabstand von ≥ 0.20 m durch Auf- oder Unterquerung einzuhalten. Falls das nicht möglich ist, sind technische Schutzmassnahmen vorzusehen (z. B. Schutzrohre, Schutzstahlplatten).

12 Für Abstände zu Freileitungen und erdverlegten Stromleitungen siehe ESTI Weisung 250.

7.5.6 Schutzbereich

1 Die Rohrleitungen mit einem MOP > 1 bar müssen zum Schutz ihrer Integrität, des Betriebes, der Instandhaltung, sowie zum Schutz von Einwirkungen Dritter innerhalb eines Schutzbereichs verlegt werden.

2 Er ist so festzulegen, dass die Rohrachse in der Mitte des Schutzbereiches liegt. Die Mindestausdehnung richtet sich nach den Druckbereichen und Umgebung (Tab. 15).

Druckbereich	Mindestbreite des Schutzbereichs
1 < MOP ≤ 5 bar	≥ 2 m
5 < MOP ≤ 30 bar	≥ 4 m

Tab. 15: Mindestbreite des Schutzbereichs unterteilt nach Druckbereichen

3 Tätigkeiten im Schutzbereich müssen dem Netzbetreiber vorab gemeldet werden.

4 Bei Gefährdung der Rohrleitung oder bei mechanischer Beanspruchung können zusätzliche Anforderungen erhoben werden.

5 Im Schutzbereich sollten für die Dauer des Bestehens der Rohleitung

a) keine baulichen Anlagen oder Gebäude errichtet werden, die nicht zur Rohrleitung gehören

b) keine dauerhaften Plätze

c) keine schweren Materialien gelagert werden

6 Schutzbereiche sind Bestandteile der Trassee Dokumentation (Pläne, Geodaten, Eigentümerdaten).

7 Änderungen am Schutzbereich (z. B. durch Bautätigkeiten, Erosion, Auffüllung) sind im Rahmen der regelmässigen Inspektionen festzuhalten.

Vernehmlassung

8 Bei gefährdenden Nutzungen sind geeignete Massnahmen einzuleiten.

7.5.7 Rohrbettung

1 Die Rohrbettung dient der:

- kraftschlüssigen und gleichmässigen Lagerung des Rohres auf tragfähigem Untergrund,
- Vermeidung von Punktbelastungen, insbesondere durch grobkörnige oder scharfkantige Materialien,
- Schonung der Aussenumhüllung bzw. Korrosionsschutzsysteme,
- Sicherung gegen mechanische und thermische Einwirkungen im Boden

2 Die Rohrbettung liegt auf einer tragfähigen Grabensohle. Die Grabensohle ist sorgfältig auszuheben und von Material (z. B. hervorstehende Steine, Erdmaterial sowie Richtunterlagen z. B. aus Holz, Steinplatten, Kunststoff usw.) zu befreien.

3 Das Material für die Rohrbettung kann kornabgestufter Sand, Sand-Kies-Gemische (0 – 16 mm) ohne organischen Anteil sein. Steine > 32 mm sind unzulässig. Unzulässig sind auch Fremdstoffe oder scharfkantige Steine.

4 Die verdichtete Rohrbettung unter dem Rohr hat eine Mindestdicke von 10 - 15 cm.

5 Die Seitenfüllung der Rohrbettung muss schichtweise und gleichmässig verdichtet werden.

6 Die Deckschicht der Rohrbettung muss mindestens 10 - 15 cm dick sein. Darüber kann eine Verfüllung mit dem Aushubmaterial erfolgen, sofern dieses keine gefährdenden Bestandteile enthält.

7 Für thermoplastische Kunststoffe sind zusätzlichen Anforderungen der Rohrhersteller zu beachten (VKR RL02).

8 Besondere Anforderungen an die Rohrbettungen können sein:

- In instabilem Baugrund oder bei ungleichen Schichten mit Tragfähigkeitswechsel in der Grabensohle ist eine tragfähige Unterlage zu schaffen. Dazu geeignete Massnahmen sind das Einbringen und Verdichten einer Kiesschicht oder einen Einbau einer befestigten Betonplatte. Bei starkem Gefälle ist die Grabenfüllung zu sichern und mit wasserdichten Querschlägen zu versehen, um das Ausspülen zu verhindern.
- Kathodisch geschützte Rohrleitungen müssen in einem feinkörnigen Boden gebettet oder mit einer Zementmörtelumhüllung versehen sein.
- Bei metallischen Rohren darf kein Bauschutt, keine Schlacke und kein gefrorenes, schlammiges, säurehaltiges, mit organischen oder gipshaltigen Stoffen oder Torf durchsetztes Material verwendet werden. Der Kontakt mit lehmhaltigem Material ist zu vermeiden.
- Der Graben darf erst aufgefüllt werden, nachdem die frei liegenden Verbindungen kontrolliert, fehlende Umhüllungen ergänzt und die Rohrleitungen eingemessen sind. Der Gasnetzbetreiber gibt das Auffüllen frei.
- Ein Trassenwarnband oder Warnnetz ist 0.2 – 0.4 m über dem Scheitelpunkt der Rohrleitung zu verlegen (Ausnahme: grabenlose Rohrverlegung) (siehe Anhang xx).
- Bei drainagekritischen Zonen oder bei hohem Grundwasser sind sickerfähiges Bettungsmaterial mit ausreichendem Durchlässigkeitsbeiwert zu verwenden.
- Bei Auftrieb kann Auftriebssicherung durch Auflast oder Verankerung notwendig sein.
- In frostgefährdenden Bereichen muss das Bettungsmaterial nicht kapillar leitend sein.

9 Vor der Rohrverlegung ist die Grabensohle zu überprüfen und zu dokumentieren.

Vernehmlassung

10 Durch das mechanische Verdichten darf die Rohrleitung nicht beschädigt werden. Der Verdichtungsgrad ist gemäss Projektvorgaben nachzuweisen.

11 Nach dem Einbau muss sichergestellt werden, dass das Rohr vollflächig aufliegt.

12 Die Rohrbettung ist zu dokumentieren.

13 Abweichungen sind in Absprache mit der benannten Aufsichtsstelle zulässig.

ANMERKUNG: Ein Sandbett ist nicht erforderlich, wenn das RTP- oder PA- Rohrohleitungssysteme über einen werksseitigen, mechanisch belastbaren Aussenmantel verfügt und der Hersteller eine sandbettfreie Verlegung ausdrücklich freigibt.

7.5.8 Oberirdische Verlegung

1 Ziel dieses Kapitel ist es die Sicherheit, Wartbarkeit, Witterungsbeständigkeit und mechanische Integrität der Rohrleitung zu gewährleisten. Eine oberirdische Verlegung ist zulässig:

- In Nebenanlagen
- In Industriearealen mit gesicherten Zugänglichkeiten
- In Stollen, Tunnel, Galerien, Trassee Kanälen
- Auf Brücken oder Tragkonstruktionen
- In temporären Provisorien

2 Nicht zulässig sind oberirdische Verlegungen ohne Schutzmassnahmen in öffentlichen Bereichen mit Verkehr, sofern keine baulichen Sicherungen erfolgen.

3 Die Rohrleitung ist so zu verlegen, dass keine unzulässigen Spannungen durch Eigengewicht, Temperaturausdehnung oder äussere Einflüsse entstehen.

4 Tragkonstruktionen (Konsolen, Stützen, Brückenaufhängungen) müssen die statischen und dynamischen Lasten (Eigengewicht, Wind, Schnee, Erdbeben) aufnehmen können. Entsprechende Normen und Vorschriften für den Tragwerksbau sind zu berücksichtigen.

5 Rohrleitungen sind gegen mechanischen Einwirkungen, Korrosion, UV-Strahlung Frost, und Hitze zu schützen und sind bei der Gefährdungsbeurteilung entsprechend zu bewerten.

6 Die Rohrleitungen sind gegebenenfalls durch bauliche Massnahmen gegen Anfahrschäden und mechanische Einwirkungen zu sichern.

7 Ein äusserer aktiver oder passiver Korrosionsschutz ist je nach Einsatzbedingungen umzusetzen.

8 Erdungen und Blitzschutz sind sicherzustellen.

9 Gegebenenfalls müssen Ex-Zonen beachtete werden.

10 Oberirdisch verlegte Rohrleitungen sind dauerhaft und gut sichtbar zu kennzeichnen (Medium, Betriebsdruck).

11 Nach einer projektspezifischen Gefährdungsbeurteilung müssen Mindestabstände zu Einrichtungen, Personenaufenthaltsbereiche und elektrischen Anlagen eingehalten.

12 Der Zugang zu Armaturen, Trennstellen und Messeinrichtungen ist jederzeit sicherzustellen.

13 Für jede oberirdische Rohrleitung ist ein spezifischer Kontrollintervall (Streckenkontrolle (nach Kap. 10.8.1) und Funktionskontrolle (nach Kap. 10.8.2) festzulegen.

7.6 Potentialausgleich

1 Ziel des Potentialausgleichs ist es, Spannungsunterschiede zwischen leitfähigen Anlagenteilen sicher zu vermeiden, um Funkenbildung, Korrosion und Explosionsrisiken auszuschliessen.

Vernehmlassung

2 Alle längsleitfähigen Rohrleitungen und Komponenten sind in das Potentialausgleichsystem einzubeziehen.

3 Isolierstücke zur Trennung von Schutzstrombereichen sind mit Überspannungsableiter oder Funkenstrecken zu überbrücken, die Blitz- oder Schaltüberspannungen kontrolliert ableiten, ohne den KKS zu stören.

4 Für Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungsanlagen, Bahnanlagen oder Industrieanlagen mit starken Stromflüssen sind geeignete Schutzmassnahmen vorzusehen, wie z.B. wie Erdschlüsse, Potentialüberwachung, Wechselstrom-Ableiter oder Trennstellen.

5 Der elektrische Widerstand aller Potentialausgleichsverbindungen ist bei Inbetriebnahme und in regelmässigen Intervallen zu messen.

6 Alle Potentialausgleichsmassnahmen sind zu dokumentieren.

7.7 Verlegeverfahren

1 Das Kapitel hat zum Ziel eine sichere, langlebige und umweltgerechte Ausführung der Rohrleitungsverlegung zu gewährleisten – unabhängig vom gewählten Verfahren.

7.7.1 Verlegung im Graben

1 Im Strassen- wie Grünbereich werden die Gräben gemäss der Bauarbeitenverordnung BauAV und SVGW GW 2B ausgeführt, wobei die zugehörige SUVA-Checkliste 67148 und SUVA - Merkblätter 66125 zu beachten sind.

2 Vor den Aushubarbeiten muss das ausführende Unternehmen die Lage unterirdischer Bauten und Werkleitungen im Arbeitsbereich kennen.

3 Werden durch Grabarbeiten Kabel, Leitungen, Fundamente, Grenzsteine oder Vermessungspunkte freigelegt, sind die zuständigen Stellen zu informieren.

7.7.2 Grabenlose Verfahren

1 Diese Verfahren ermöglichen das Verlegen der Rohrleitung ohne durchgehende offene Grabenführung. Die Verfahren sind geeignet für:

a) Querung von Strassen, Bahn und Gewässern
b) Verlegung in städtischen Bereichen mit hoher Oberflächenversiegelung
c) In Schutzbereich (Landschaft, Gewässerschutzzonen etc.)
d) Bereich mit begrenzter Baufreiheit oder Verkehrseinschränkung

2 Typische Verfahren sind:

a) Spühlbohrung
b) Pressbohrung
c) Rohrvortrieb mit Schutzrohr
d) Rohrstrang- Einzug in vorhandene Schutzrohre

3 Vorab ist eine bodenmechanische Untersuchung (z. B. Sondierungen, Bohrprofile) durchzuführen.

4 Die Planung muss Angaben zur Trassierung, Tiefe, Toleranzen und Baugruben enthalten.

5 Ein- und Austrittsgruben sind so auszulegen, dass sichere Arbeitsbedingungen gewährleistet sind.

6 Es dürfen nur geeignete Rohre und Rohrverbindungen verwendet werden.

Vernehmlassung

7 Die Arbeiten dürfen nur von qualifizierten Fachfirmen mit entsprechender Erfahrung durchgeführt werden.

8 Das grabenlose Verlegeverfahren ist zu dokumentieren (Bohrprotokoll, Angaben zur Bodenbeschaffenheit, Verfahren, Werkstoff etc.).

7.7.3 Verlegung in bestehenden Rohrleitungen

1 Rohrleitungen können nach Einzelfallbetrachtung in bereits bestehenden Leitungen verlegt werden. In diesem Fall muss die bestehende Rohrleitung die Anforderungen an Schutzrohre nach Kap. 7.7.5 erfüllen.

7.7.4 Verlegung in Kunstbauten

1 Als Kunstbauten gelten zum Beispiel Tunnel, Unterführungen, Brücken, Düker und begehbare und nicht begehbare Leitungskanäle.

2 Für die Verlegung in Kunstbauten ist die SVGW G2, Kap. 6.5.6 zu beachten, besonders wichtig sind folgende Hinweise:

a) Rohrleitungen in Leitungskanälen sind möglichst hoch anzuordnen

b) Nahe an Kunstbauten sind jederzeit zugängliche Absperrarmaturen zu installieren

c) Rohrleitungen in und an Kunstbauten müssen in Stahl mit geschweissten Verbindungen ausgeführt werden.

3 Für Rohrleitungen aus Kunststoff muss der Übergang auf Rohrleitung aus Stahl im Erdreich erfolgen. 4 Gemäss Risikobeurteilung können auch weitere Massnahmen erforderlich sein (siehe Kap. 5.2).

7.7.5 Verlegung im Schutzrohr

1 Schutzrohre dürfen nicht in den Kennfarben anderer Medien gekennzeichnet sein.

2 Bei Einsatz von Stahlschutzrohren sind für das Mediumrohr elektrisch isolierende Abstandshalter zu verwenden. Die Verfüllung des Ringraums bei Stahlrohren muss elektrolytisch leitfähig sein (siehe SGK C1).

3 Je nach projektspezifischer Risikobewertung kann eine Überwachung des Ringraums im Schutzrohr notwendig sein.

7.7.6 Provisorien

1 Provisorien für MOP > 1 bar sind von der kantonal benannten Aufsichtsstelle zu melden, wenn sie länger als 4 Wochen dauern.

2 Provisorien für MOP > 5 bar sind für eine Bewilligung, dem zuständigen kantonalen Amt und der benannten Aufsichtsstelle zu melden.

3 Provisorien sind mit geeigneter Trasseewahl und anderen Massnahmen gegen Beschädigungen zu schützen (siehe Kap. 7.5.8). An den Gasnetzanschlussstellen sind Absperrmöglichkeiten oder Rohrbruchsicherungen vorzusehen.

7.8 Oberirdische Markierung von Rohrleitungen

1 Die Markierung dient der raschen Identifikation des Mediums, der Betriebsparameter – insbesondere für Dritte, Einsatzkräfte und das Personal.

2 Oberirdische Markierungen von Rohrleitungen mit MOP ≤ 5 bar sind optional.

Vernehmlassung

3 Rohrleitungen mit MOP > 5 bar sind oberirdisch sichtbar zu markieren (Schilder und Merksteine). Die Abständen zwischen den Markierungen, sowie ihre Art, müssen projektspezifisch bestimmt werden.

8 Bau

8.1 Bauausführung

1 Die Bauausführung umfasst alle Tätigkeiten zur fachgerechten Errichtung von Rohrleitungen. Dieses Kapitel gilt für alle Bauarbeiten an Rohrleitungen.

2 Das Trassee muss freigegeben, dokumentiert und eingemessen sein.

3 Ein Sicherheits- und Notfallkonzept muss vorliegen (siehe Kap. 5.4).

4 Die Materialunterlagen, Schweissanweisung (WPS), Prüfkonzepte müssen aktuell vorliegen und durch den Netzbetreiber oder in Druckbereichen MOP > 16 bar zusätzlich durch die Aufsichtsstelle genehmigt sein.

5 Die Rohrleitung muss von Fachkundigen nach den Weisungen des Netzbetreibers und des Herstellers verlegt werden.

6 Offene Rohrleitungen sind provisorisch zu verschliessen, z.B. Schutzkappe.

7 Vor dem Zusammenfügen sind die Rohre auf Fremdkörper im Innern zu kontrollieren.

8 Bei allen Arbeiten sind Schäden an Einrichtungen Dritter zu vermeiden. Bereits vorhandene oder durch die Arbeit verursachte Schäden sind unverzüglich dem Gasnetzbetreiber und/oder dem Eigentümer zu melden.

9 Beschädigte und unterbrochene Umhüllungen sind auszubessern.

8.2 Materialkontrolle und Lagerbedingungen

1 Bei der Anlieferung von Rohrleitungen, Formstücken, Armaturen sowie Verbindungselementen ist durch eine Materialkontrolle (z.B. Sichtkontrolle und Dokumentenvergleich) sicherzustellen, dass diese den spezifizierten Anforderungen entsprechen (Werkstoff, Dimension, Druckstufe, Zertifikate).

2 Jedes gelagerte Bauteil muss eindeutig identifizierbar sein (Kennzeichnung). Seriennummern, Chargenkennzeichnung sowie zugehörige Prüfzeugnisse sind lückenlos zuzuordnen.

3 Folgende Lagerbedingungen sind zu beachten:

a) Materialien sind auf tragfähigem, ebenem, trockenem Untergrund zu lagern. Direktkontakt mit dem Erdreich ist zu vermeiden.

b) Schutz vor Witterungseinflüssen ist sicherzustellen (UV-Schutz für Kunststoffe, Korrosionsschutz bei Stahl).

c) Rohre und Komponenten sind vor Verschmutzung zu schützen, z.B. Schutzkappe.

d) Vom Hersteller empfohlene Lagertemperaturen sind einzuhalten.

4 Zusätzliche Anforderungen gelten für Armaturen:

- Armaturen sind gegen mechanische Beschädigung zu sichern.
- Die Lagerung hat so zu erfolgen, dass eine Verformung des Antriebs oder Dichtsystems ausgeschlossen ist

5 Die durchgeführten Kontrollen und Lagerbedingungen sind zu dokumentieren.

Vernehmlassung

8.3 Einmessen

1 Die Einmessung neu verlegter oder baulich veränderter Rohrleitungen (Rohre, Komponenten und Markierungen) stellt sicher, dass deren Lage dokumentiert ist und für künftige Betriebs-, Instandhaltungs- und Sicherheitsmassnahmen nachvollzogen werden kann.

2 Neu verlegte oder baulich veränderte Rohrleitungen und Nebenlagen müssen vor dem Eindecken der Gräben und Baugruben nach Lage und Überdeckung bzw. Höhe eingemessen werden. Aufzunehmen sind alle Abzweigungen, Richtungsänderungen sowie Anfang und Enden der Rohrleitungen und zusätzliche Schutzmassnahmen (z.B. Schutzrohre).

3 Die Einmessverfahren entsprechen den aktuellen Regeln der Technik (Tachymetrie, GNSS) mit Genauigkeiten in der Regel ±10 cm horizontal und ± 5 cm vertikal.

4 Sie ist unmittelbar nach der Verlegung durchzuführen und vor dem endgültigen Verfüllen des Grabens abzuschliessen.

5 Die erfassten Daten sind in ein Geoinformationssystem (Bsp. GIS) einzupflegen.

8.4 Planwerk

1 Für sämtliche Phasen des Lebenszyklus einer Rohrleitungen ist ein vollständiges und fortlaufend nachgeführter Planwerk zu erstellen und aufzubewahren.

2 Das Planwerk dient als Grundlage für den sicheren Betrieb, die Störungsbehebung, Instandhaltung sowie die Dokumentation.

3 Das Planwerk umfasst mindestens folgende Elemente:

a) Werkplan mit grafischer und lagerichtiger Darstellung der Rohrleitung und zugehörigen Objekten, basierend auf den Daten der geometrischen Vermessung im Massstab 1:200 bis 1:500 je nach Verfügbarkeit
b) Übersichtsplan in geeignetem Massstab als Verallgemeinerung des Werkplanes und Übersicht über das Versorgungsgebiet
c) Längsprofile
d) Schacht- und Armaturenpläne
e) Leitungsschemata / Fließbilder
f) Detailpläne von Kunstbauten
g) Elektrotechnische Dokumentation

4 Das Planwerk ist nach jeder baulichen oder betrieblichen Änderung zu aktualisieren.

5 Das Planwerk ist in analoger und/oder digitaler Form verfügbar zu halten und den zuständigen Stellen (Netzbetreiber, Aufsichtsstelle, Drittfirmen bei Bauarbeiten) auf Anfrage bereitzustellen. Die Aktualität und Lesbarkeit der Unterlagen sind regelmässig zu prüfen.

9 Prüfung von Rohrleitungen

1 Rohrleitungen sind vor der Inbetriebnahme durch geeignete Prüfungen auf ihre Festigkeit, Dichtheit und Verbindungsgüte zu überprüfen.

2 Die Prüfungen haben sicherzustellen, dass die Rohrleitungen den mechanischen, betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen genügen.

9.1 Prüfung der Rohrverbindung

1 Alle Rohrverbindungen sind entsprechend dem Druckbereich einer Prüfung zu unterziehen. Ziel ist die Sicherstellung der Dichtheit, der mechanischen Festigkeit sowie der Langzeitbeständigkeit der Rohrleitung.

Vernehmlassung

9.1.1 Verfahrensprüfung

1 Die Verfahrensprüfung dient dem Nachweis, dass ein angewendetes Schweissverfahren unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen geeignet ist, drucktragende Verbindungen mit dauerhaft ausreichender Dichtheit und mechanischer Festigkeit herzustellen.

2 Die Prüfungen müssen sicherstellen, dass das Schweissverfahren für den Einsatz zugelassen werden kann.

3 Die Anzahl und der Umfang der Prüfungen richtet sich nach dem maximal zulässigen Betriebsdruck (Tab. 16):

Druckbereich	Mindestanforderung an die Verfahrensprüfung
MOP ≤ 1 bar	Eine vollständige Testnaht je Schweissverfahren und Werkstoffgruppe. Keine Wiederholung bei gleichartiger Geometrie.
1 < MOP ≤ 5 bar	Eine vollständige Testnaht je Schweissverfahren und Werkstoffgruppe. Keine Wiederholung bei gleichartiger Geometrie.
5 < MOP ≤ 16 bar	Eine vollständige Testnaht je Kombination aus Werkstoffgruppe, Wanddicke, Rohrdimension (DN) und Schweissverfahren.
16 < MOP ≤ 30 bar	Eine Testnaht je Nahtart (Stumpf-/Muffenschweissung) inkl. zerstörungsfreier Prüfung und Makroschliff.

Tab. 16: Mindestanforderungen an die Verfahrensprüfung nach Druckbereichen

9.1.2 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von Schweissnähten

1 Die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) dient der Sicherstellung der Integrität von Schweissnähten, um Materialfehler oder Unregelmässigkeiten zu erkennen, die die Betriebssicherheit einer Rohrleitung gefährden könnten.

2 Diese Anforderungen gelten für alle Schweissnähte an drucktragenden Rohrleitungen und Komponenten wie Formstücken und Armaturen.

3 Alle zerstörungsfreien Prüfungen müssen, ausser bei Garantienähte (Einbindenähten), die nicht der gleichen Druckprüfverfahren wie die Rohrleitung unterliegen, vor der Druckprüfung durchgeführt werden.

4 Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung muss nach maximalem Betriebsdruck (MOP) gemäss Tab. 17erfolgen.

5 Es müssen folgende Prüfverfahren eingesetzt werden:

- Visuelle Prüfung (VT) ist bei jeder Schweissverbindung durchzuführen.
- abhängig von der Wanddicke und dem eingesetzten Werkstoff anzuwenden:
  - Durchstrahlungsprüfung (RT) nach SN EN ISO 17363-1 oder -2 oder
  - Ultraschallprüfung (UT) nach SN EN 17640

6 Ergänzende Verfahren wie Magnetpulverprüfung (MT) oder Eindringprüfung (PT) sind bei Oberflächenanzeigen oder Verdacht auf Risse einzusetzen.

Druckbereich	Prüfumfang	Bemerkung
MOP ≤ 1 bar	10%	Stichprobenweise Prüfung, Fokus auf kritische Stellen
1 < MOP ≤ 5 bar	20%	
5 < MOP ≤ 16 bar	50%	
16 < MOP ≤ 30 bar	100%	Vollständige Prüfung erforderlich

Vernehmlassung

Tab. 17: Prüfumfang für zerstörungsfreie Prüfungen nach Druckbereich

7 Die Durchführung der Prüfungen hat für metallische Werkstoffe nach SN EN ISO 17635 und den technischen Vorgaben der SN EN 13480-5 zu erfolgen.

8 Alle Prüfungen sind mit Prüfprotokollen zu dokumentieren. Die Ergebnisse sind nachvollziehbar aufzubewahren und in die Abnahmeunterlagen der Rohrleitungsanlage zu integrieren.

9 Prüfpersonal muss gemäss SN EN ISO 9712 zertifiziert sein, speziell für die eingesetzten Prüfmethoden und Werkstoffe.

9.2 Festigkeits- und Dichtheitsprüfung

1 Für alle neu errichteten oder wesentlich geänderten Rohrleitungen ist vor einer Inbetriebnahme eine Druckprüfungsverfahren nach SN EN 12327 durchzuführen, um die Festigkeit und Dichtheit der Anlage sicherzustellen.

2 Druckprüfungsverfahren können sein:

- Festigkeitsprüfung
- Dichtheitsprüfung
- Kombinierte Prüfung (Festigkeits- und Dichtheitsprüfung) (Druckprüfung)

3 Die Wahl des Prüfverfahrens richtet sich nach dem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP), dem Volumen der Rohrleitung und dem Werkstoff.

4 Die Druckprüfungsverfahren von Rohrleitungen sind von fachkundigen Personen durchzuführen.

5 Folgende Prüfmedien sind zulässig für die verschiedenen Druckprüfverfahren:

- Festigkeitsprüfung: Wasser (Hydrostatisch), je nach Druckbereich pneumatisch (Luft / Inertgas)
- Kombinierte Prüfung (Druckprüfung) pneumatisch (Luft / Inertgas)
- Dichtheitsprüfung pneumatisch (Luft / Inertgas / Wasserstoff)

ANMERKUNG:
Die Qualität des Wassers muss so sein, dass Korrosion und bleibende Verunreinigungen verhindert werden.

9.2.1 Anforderungen

1 Die Festigkeits- und Dichtheitsprüfung der Rohrleitung erfolgt gesamthaft oder abschnittsweise. Für Bauteile, die bereits einen Nachweis der Festigkeitsprüfung besitzen, ist eine Dichtheitsprüfung als Teil der Gesamtanlage ausreichend.

2 Bei pneumatischen Verfahren muss die erdverlegte Rohrleitung weitgehend oder ganz zugedeckt sein. Rohrleitungen mit MOP > 1 bar sollten zu ca. 97 % von Bettungsmaterial umgeben sein. Lösbare Verbindungen sollen während der Prüfung frei zugänglich sein.

3 Während einem Druckprüfverfahren muss der zu prüfende Rohrleitungsabschnitt von wasserstoffführenden Rohrleitungen getrennt sein.

4 Die Druckprüfungsverfahren dürfen nicht gegen geschlossene Absperrarmaturen erfolgen.

5 Die Prüfabschnitte müssen schmutzfrei sein.

6 Die Prüfung darf nur mit kalibrierten Messmitteln durchgeführt werden.

7 Prüfprotokolle sind zu dokumentieren.

Vernehmlassung

8 Es sind geeignete Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um Gefährdungen von Personen, Umwelt und Sachwerten zu vermeiden (siehe SVGW GW2).

9 Eine schriftliche Arbeitsanweisung zur Ausführung muss vom Netzbetreiber oder der Rohrleitungsbauunternehmung vorliegen. Für Prüfungen von Rohrleitungen mit einem Druck MOP > 5 bar sind die Arbeitsanweisungen der benannten Aufsichtsstelle vor der Prüfung vorzulegen.

10 Die Prüfung einer Rohrleitung gilt als bestanden, wenn die Druck- bzw. die Volumenänderung über die Prüfdauer nicht auf ein Leck hinweist.

9.2.2 Druckmessung

1 Eine kontinuierliche und genaue Überwachung des Prüfdrucks ist Voraussetzung für die korrekte Durchführung der Festigkeits- oder Dichtheitsprüfung. Die Anforderungen an die Druckmessung richten sich nach der maximal zulässigen Abweichung und den sicherheitstechnischen Vorgaben.

2 Es sind kalibrierte Druckmessgeräte mit einer Messgenauigkeit von mindestens ±1 % des Messendwerts zu verwenden.

3 Die Skala des Druckmessgeräts muss mindestens das 1.5-fache und höchstens das 4-fache des vorgesehenen Prüfdrucks umfassen (SN EN 13480-5).

4 Bei Prüfungen mit erhöhtem Gefährdungspotential (z.B. pneumatische Prüfungen) sind zusätzliche Druckaufzeichnungsgeräte einzusetzen.

5 Mindestens zwei unabhängige Druckmessstellen sind vorzusehen an entgegengesetzten Enden der zu prüfenden Rohrleitungen oder an besonders kritischen Punkten. Zusätzliche Druckmessstellen sind je nach Länge des Prüfabschnitts und Trasseeführung einzurichten.

6 Druckmessgeräte müssen kalibriert sein.

7 Der Druck ist während dem gesamten Druckprüfverfahren zu überwachen.

8 Aufzeichnungen müssen eine ausreichende Auflösung besitzen, um Druckänderungen sicher zu erfassen.

9.2.3 Temperaturüberwachung während der Prüfung

1 Während der Festigkeits- und Dichtheitsprüfung ist die Temperatur der Rohrleitung zu überwachen und zu dokumentieren.

2 Die Temperatur des Prüfmediums darf +5 C nicht unterschreiten.

3 Mindestens zwei Messstellen an repräsentativen Stellen der Rohrleitung (z. B. Anfang und Ende der Prüfstrecke). Zusätzliche Messstellen sind erforderliche bei langen Rohrleitungen oder wechselnden Umweltbedingungen.

4 Die verwendeten Messmittel müssen kalibrierte Temperatursensoren sein mit einer ausreichenden Genauigkeit.

5 Der Temperaturverlauf während der Prüfung ist zu dokumentieren.

9.2.4 Druckprüfverfahren für Rohrleitungen mit MOP ≤ 5 bar

1 Für Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP ≤ 5 bar gelten die Vorgaben gemäss SN EN 12327 und SVGW G2

2 Die pneumatische Druckprüfung (kombinierte Festigkeit- und Dichtheitsprüfung) wird mit Inertgas / Luft als Prüfmedium empfohlen mit den Vorgaben nach (Tab. 18).

Vernehmlassung

Druckprüfverfahren für Rohrleitungen bis MOP ≤ 5 bar	
Prüfdruck Festigkeitsprüfung (STP) Kombinierte Prüfung (STP/CTP) Druck	1.5 × MOP
Drucksteigerung	Stufenweise Erhöhung insbesondere bei pneumatischen Verfahren
Beruhigungszeiten für thermoplastischer Kunststoffe	typischerweise 3-24h (siehe SVGW G2)
Prüfdruck bei Dichtheitsprüfung (TTP)	1.1 × MOP

Tab. 18: Angaben zu Druckprüfverfahren für Rohrleitungen bis MOP ≤ 5 bar

Als alternatives Verfahren kann auch eine hydrostatische Festigkeitsprüfung (Prüfmedium Wasser) mit einer zusätzlichen Dichtheitsprüfung durchgeführt werden.

9.2.5 Druckprüfungsverfahren für Rohrleitungen mit 5 < MOP ≤ 30 bar

1 Für Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) von 5 bar< MOP ≤ 30 bar gelten die Vorgaben gemäss SN EN 12327.

2 Die gewählten Druckprüfverfahren, Arbeitsanweisungen und das gesamte Prüfungskonzept sind vor der Prüfung der Aufsichtsstelle zur Begutachtung vorzuweisen. Die Prüfung hat in Anwesenheit der Aufsichtsstelle zu erfolgen (siehe Reglement SVGW H201).

3 Für die Festigkeitsprüfung wird eine hydrostatische Prüfung empfohlen (Tab. 19).

Hydrostatische Festigkeitsprüfung für Rohrleitungen 5 < MOP ≤ 30 bar	
Prüfmedium	Wasser
Drucksteigerung	Stufenweise Erhöhung.
Prüfdruck (STP)	Mindestens 1.3 ×MOP
Beruhigungszeiten	3 - 24h
Mindestprüfzeit	30 min

Tab. 19: Angaben zu Druckprüfverfahren für Rohrleitungen 5 < MOP ≤ 30 bar

4 Die Dichtheitsprüfung ist in Tab. 20 beschrieben.

Dichtheitsprüfung für Rohrleitungen 5 < MOP ≤ 30 bar	
Prüfmedium	Luft / Inertgas
Drucksteigerung	in Stufen von jeweils maximal 10 % des vorgesehenen Prüfdrucks Nach Erreichen von ca. 50 % des Prüfdrucks ist eine Zwischenkontrolle der Dichtheit vorzunehmen.
Prüfdruck (TTP)	Max. 1.1×MOP Überschreitungen des maximal zulässigen Prüfdrucks sind strikt zu vermeiden und können zum Abbruch der Prüfung führen.
Beruhigungszeiten für thermoplastische Kunststoffe	3 - 24h
Mindestprüfzeit	24h*
Anmerkung: Zur Erhöhung der Sicherheit sollte ein Überdruckventil eingesetzt werden, das auf max. 110 % des Prüfdrucks eingestellt ist.	

Tab. 20: Angaben zur Dichtheitsprüfung für Rohrleitungen 5 < MOP ≤ 30 bar

Vernehmlassung

*bei geometrischem Rohrleitungsvolumen weniger als 20m3 und bei kurzen, nicht überdeckten Rohrabschnitten bei den eine Sichtprüfung möglich ist darf die Zeit verkürzt werden (SN EN 1594)

5 Bei besonderen Bedingungen (z. B. innerstädtisches Umfeld) kann eine pneumatische kombinierte Druckprüfung erfolgen, sofern geeignete Sicherheitsmassnahmen getroffen werden.

9.2.6 Besondere Prüfverfahren

1 Alternative Prüfmethoden wie kombinierte Druckprüfungen oder spezielle Prüfzyklen mit Temperaturkorrektur sind zulässig, sofern diese in einem qualifizierten Verfahren nachgewiesen und dokumentiert sind. Die Zustimmung der entsprechenden Aufsichtsstelle ist erforderlich.

9.2.7 Dokumentation der Druckprüfungsverfahren

1 Das Druckprüfungsverfahren ist zu dokumentieren und umfasst folgende Angaben:

a) Planung und Vorbereitung

- Definition der Prüfziele und Prüfanforderungen gemäss SVGW Richtlinien und den entsprechenden Normen (SN EN 1594, SN EN 12327, EN 13480-5)
- Druckprüfverfahren
- Prüfdrücke
- Prüfzeiten
- Prüfmedium (Wasser, Inertgas)
- Festlegung der Verantwortlichkeiten (Betreiber, Prüfender, Aufsichtsstelle)
- Arbeitsanweisungen
- Sicherheitskonzept (Arbeitssicherheit)

b) Durchführung

- Festigkeitsprüfung mit Wasser oder Inertgas
- Durchführung der Dichtheitsprüfung
- Überwachung von Temperatur und Druck während der gesamten Prüfzeit.

c) Prüfdokumentation

- Erstellung vollständiger Prüfprotokolle inkl. Angaben zu Prüfmedien, Druckverläufen, Temperaturen, Dauer und Ergebnissen.
- Dokumentation aller eingesetzten Prüfmittel für MOP > 5 bar (empfohlen für alle Druckbereiche).
- Festhalten von Abweichungen und deren Behebung.
- Nachweise über Sonderfreigaben (z. B. pneumatische Prüfung anstelle hydrostatischer Prüfung)

d) Bewertung

- Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Bewertung der Prüfergebnisse

2 Die Dokumentation muss vor der Inbetriebnahme vollständig vorliegen und der Aufsichtsstelle und dem zuständigen kantonalen Amt auf Verlangen vorgelegt werden.

9.3 Ordnungsprüfung

1 Die Anforderungen an die Rohrleitung sind im SVGW Reglement H201 erläutert. Je nach Prüfverfahren und Druckbereich ist die Anwesenheit der Aufsichtsstelle erforderlich. Nach der erfolgreichen Ordnungsprüfung durch die Aufsichtsstelle kann die Betriebsbewilligung beim Kanton beantragt werden.

Vernehmlassung

10 Betrieb

1 Rohrleitungen dürfen nur mit einer Betriebsbewilligungen des Kantons betrieben werden.

2 Sofern der Kanton keine andere Regelung erlässt, obliegt die Instandhaltungspflicht dem jeweiligen Eigentümer der Rohrleitung.

3 Für die Rohrleitung hat der Eigentümer einen zuständigen Betreiber (Netzbetreiber) zu bestimmen.

4 Der Betreiber entspricht den Anforderungen gemäss SVGW Richtlinie G21.

5 Der Betreiber ist verantwortlich für den sicheren und bestimmungsgemässen Betrieb der Rohrleitung sowie die dazu nötigen Instandhaltungsarbeiten.

6 Der Pikettdienst muss befugt und ausgebildet sein, an Wasserstoffrohrleitungen tätig sein. Er muss 24/7 verfügbar sein.

7 Für Rohrleitungen MOP > 5 bar, ist ein Fernüberwachungssystem empfohlen.

10.1 Ereignisse (Schäden, Unfälle etc.)

1 Schäden und Unfälle an Rohrleitungen sind gemäss SVGW Richtlinie G14 zu dokumentieren und zeitnah zu melden, der Aufsichtsstelle und dem Kanton.

10.2 Inbetriebnahme

10.2.1 Grundsätzliches

1 Die Inbetriebnahme von Rohrleitungen dient dazu, die Betriebssicherheit der Anlage sicherzustellen, die Wasserstoffreinheit zu gewährleisten und Schäden (z. B. Korrosion oder Wasserstoffversprödung) durch Verunreinigungen zu vermeiden.

2 Vor der Inbetriebnahme sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- positive Bewertung der Ordnungsprüfung liegt vor, siehe Kap. 9.3
- Es liegen Arbeitsanweisungen (z.B. Sicherheitsvorkehrungen, Reinigungs- und Inertisierungsprozesse) für eine Inbetriebnahme vor. Explosionsgefährdete Bereiche gemäss Suva 2153 sind berücksichtigt
- Reinigung siehe Kap. 10.3 und Inertisierung der Rohrleitung
- Für Rohrleitungen mit MOP > 1 bar erfolgt die Inbetriebnahme in Absprache und Anwesenheit der Aufsichtsstelle statt.
- Bei Rohrleitungen mit MOP > 5 bar sind der Pikettdienst und zuständigen Blaulichtorganisationen zu informieren,

3 Während der Inbetriebnahme ist folgendes zu beachten:

- Eine Inbetriebnahme der Rohrleitungen mit MOP > 5 bar erfolgt nach Absprache in Anwesenheit / unter Aufsicht der Aufsichtsstelle
- Absperrorgane und jeweilige Entlüftungseinrichtungen müssen funktionsfähig und betriebsbereit sein.
- Bei Unterbrechungen der Befüllung sind geeignete Schutzmassnahmen zur treffen, z.B. durch erneute Inertisierung

4 Für den Abschluss und die Übergabe ist folgendes zu beachten.

- Erstellung eines Inbetriebnahmeprotokolls inkl. Messwerte
- Aufbewahrung der Inbetriebnahme Dokumente

Vernehmlassung

10.2.2 Erstinbetriebnahme

1 Für die Erstinbetriebnahme gelten die Anforderungen und Ziele von Kap. 10.2.1, sodass die Rohrleitung kontrolliert und sicher auf den Betriebsdruck zu bringen.

2 Für den erstmaligen Betrieb muss der Druck bis zum Erreichen des Betriebsdrucks schrittweise erhöht werden, wobei der Druck bei jedem Schritt lange genug gehalten wird, um Rohrleitungsbelastungen ausgleichen zu können und aus sicherheitstechnischen Gründen.

10.3 Reinigung der Rohrleitung

1 Ziel der Reinigung ist es, sicherzustellen, dass die Rohrleitung frei von Fremdstoffen, Rückständen, Feuchtigkeit, Partikeln und Verunreinigungen ist.

2 Vor der Inbetriebnahme ist die Rohrleitung entsprechend den Punkten zu reinigen:

a) von groben und feinen Partikeln,

b) von Öl-, Fett- und Wasserresten,

c) von organischen Rückständen

3 Rohrleitungen werden vor der Inbetriebnahme mit Luft getrocknet und können zusätzlich mit einem Molch durchfahren werden, sodass unerwünschtes Wasser aus der Leitung entfernt wird.

4 Alle verwendeten Reinigungsmittel und Hilfsstoffe müssen wasserstoffkompatibel sein und dürfen keine Rückstände hinterlassen.

5 Rohrleitungen, die für Wasserstoff Gruppe D (siehe SVGW G18) vorgesehen sind, müssen zusätzlich Reinigungsmassnahmen (z. B. entfetten) unterzogen werden.

10.3.1 Mechanische Reinigungsverfahren

1 Zur mechanischen Reinigung der Rohrleitungen können folgende Verfahren angewandt werden:

- Einsatz von Rundbürsten oder Molchen zur Entfernung von Schmutz, Spänen, Baustellenrückständen und Kondensat.
- Spülen mit ölfreier Luft oder Inertgas unter hohen Geschwindigkeiten

2 Diese Verfahren können je nach Rohrdimensionen angewandt werden.

3 Aus Sicherheitsgründen müssen sämtliche Spülvorgänge mit reduziertem Druck erfolgen. Spülen und Befüllen der Rohrleitung sind so auszuführen, dass diese in der nominellen Fliessrichtung erfolgen.

4 Die Rohrleitung gilt als gereinigt, wenn keine sichtbaren Partikel in der Rohrleitung vorhanden sind.

5 Der verwendete Stickstoff oder Druckluft darf keine weiteren Verunreinigungen in das System einbringen.

10.3.2 Trocknung

1 Nach der mechanischen Reinigung ist die Rohrleitung zu trocknen. Der Wassergehalt muss unterhalb des Grenzwertes der SVGW Richtlinie G18 liegen.

2 Die Rohrleitung kann mit trockener und warmer Druckluft oder Stickstoff (Herstellerangaben vom Rohrlieferanten beachten) langsam durchströmt werden.

Vernehmlassung

10.4 Inertisierung der Rohrleitung

1 Die Inertisierung von Rohrleitungen dient dazu, Luft und insbesondere Sauerstoffreste sicher und vollständig aus der Rohrleitung zu entfernen.

2 Ziel ist ein definierter Inert Zustand der Anlage vor der Wasserstoffbefüllung zu erhalten.

3 Vor Beginn der Inertisierung müssen folgende Punkte erfüllt sein:

- Abschluss der Rohrreinigung und Trocknung (siehe Kap. 10.3)
- Verfügbarkeit geeigneter Messgeräte für Sauerstoff-, Wassergehalt und Drucküberwachung
- Auswahl des Inertgases vorzugsweise Stickstoff mit einer minimalen Reinheit ≥ 99.9 Vol.-%

Bei Ablauf der Inertisierung ist folgendes zu beachten:

- Anschluss und Kontrolle der Inertgas Versorgung mit Absicherung gegen Rückströmung und Überdruck
- Verdrängen der Luft in der Rohrleitung unter kontrollierter gleichmässiger Einspeisung von Inertgas
- Geringe Geschwindigkeit des Inertgases damit keine Turbulenzen entstehen (Keine Rückvermischung, Vermischungsschicht gering, vorhersagbare Inertisierung).
- Überwachung am Austrittspunkt.
- Druck und Temperatur des Inertgases sind zu kontrollieren
- Kontinuierliche Messung des Rest-Sauerstoffgehalts an geeigneten Messpunkten mit einem Zielwert für Gruppe A bzw. für Gruppe D (gemäss G18)
- Kontinuierliche Messung des Wassergehalts an geeigneten Messpunkten mit einem Zielwert für Gruppe A bzw. für Gruppe D (gemäss G18)
- Abschluss der Inertisierung, sobald die Grenzwerte für O_2 und H_2O dauerhaft eingehalten werden.

ANMERKUNG
Bei Rohrleitungen mit grossen Längen (>500 m) oder Volumen ist eine segmentweise Inertisierung empfohlen.

4 Folgende Dokumente sind zu erstellen und aufzubewahren:

- Interisierungsprotokoll (Datum, verantwortliche Personen, verwendetes Inertgas, Messdaten)
- Verlauf der O_2- und H_2O- Messungen
- Freigabevermerk zur Befüllung mit Wasserstoff
  - MOP ≤ 5 bar in Absprache mit dem Netzbetreiber
  - MOP > 5 bar in Absprache mit dem Netzbetreiber und der Aufsichtsstelle

10.5 Wiederinbetriebnahme

1 Die Wiederinbetriebnahme von Rohrleitungen erfolgt nach einer geplanten Ausserbetriebnahme oder nach Unterbrüchen im Betrieb. Ziel ist es, die Sicherheit der Rohrleitung zu gewährleisten und die Betriebsfähigkeit kontrolliert und geordnet wiederherzustellen.

2 Die Vorgehensweise richtet sich nach dem Zustand der Rohrleitung, der Dauer der Ausserbetriebnahme und dem resultierenden Risiko. Vor der Wiederinbetriebnahme ist eine Gefahrenbewertung durchzuführen.

3 Eine Wiederinbetriebnahme darf nur erfolgen, wenn:

Vernehmlassung

- die Betriebssicherheit vollständig wiederhergestellt ist,
- die Rohrleitung frei von kritischen Verunreinigungen, Korrosion oder Leckagen ist,
- alle relevanten Prüfungen und Kontrollen erfolgreich abgeschlossen wurden.

10.5.1 Bewertung des Zustandes

1 Es ist vor der Wiederinbetriebnahme folgendes zu klären:

- Wie lange war die Rohrleitung ausser Betrieb?
- Betriebsdruckbereich (MOP)
- Wurde die Rohrleitung inertisiert oder mit Wasserstoff unter Druck gehalten?
- Gab es Einwirkungen (mechanisch, thermisch, chemisch) auf die Rohrleitung?

2 Die Massnahmen in Abhängigkeit der der Dauer der Ausserbetriebnahme (Tab. 21):

Dauer der Ausser-betriebnahme	Beschreibung	Massnahmen
kurzfristig	Wenige Tage, unter Inertgasdruck	Sichtkontrolle, Leckageprüfung
mittelfristig	Wochen, Inertgas oder Druckabfall	Dichtheitsprüfung, Teilreinigung
langfristig	Monate/Jahre, nicht inertisiert, drucklos	Komplette Reinigung, Dichtheits- und Druckprüfung vollständige Erstinbetriebnahme.

Tab. 21: Bewertung des Zustandes und Massnahmen zur Wiederinbetriebnahme

3 Vor oder während der Wiederinbetriebnahme einer Rohrleitung muss durch Prüfung sichergestellt werden, dass die Massnahmen an der Rohrleitung ordnungsgemäss durchgeführt und geprüft wurden. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang Schweissarbeiten, die Dichtheit der Rohrleitung, die Unversehrtheit der Rohrumhüllung und der kathodische Korrosionsschutz.

4 Bei der Befüllung der Rohrleitung mit Wasserstoff darf der Druck den maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) nicht überschreiten.

5 Bei der Wiederbefüllung sind die Armaturen nach einem definierten Arbeitsprozess entsprechend den örtlichen Bedingungen zu betätigen.

6 Explosionsschutzkonzepte sind während der gesamten Arbeiten umzusetzen.

7 Eine Sperrung und Absicherung der Arbeitsbereiche müssen erfolgen.

10.5.2 Verfahren zur Wiederinbetriebnahme für Rohrleitungen mit MOP ≤ 30 bar

1 Eine Übersicht der Verfahren zur Wiederinbetriebnahme für Rohrleitungen ist in Tab. 22.

Prüfungen / Messungen	MOP ≤ 5 bar	5 < MOP ≤ 16 bar	16 < MOP ≤ 30 bar
Sichtprüfung	Prüfung der Rohrleitung auf äussere Beschädigungen, Korrosion oder Undichtigkeiten		
Vollständige Dichtheits- und	Nach einer Ausserbetriebnahme	Mit Inertgas	Mit Inertgas

Vernehmlassung

Prüfungen / Messungen	MOP ≤ 5 bar	5 < MOP ≤ 16 bar	16 < MOP ≤ 30 bar
Festigkeitsprüfung			
Spülen	Bei Verdacht auf Verunreinigung spülen mit Inertgas	Mit Inertgas	Mit Inertgas
Sauerstoffmessung	< 1Vol. -%	< 1Vol. -%	< 0.5Vol. -%
Wassergehaltmessung	Wasserstoff Gruppe A ≤ 200 mg/m3 bei max. 10bar siehe SVGW G18*	Wasserstoff Gruppe A ≤ 50 mg/m3 bei > 10bar siehe SVGW G18*	
Befüllung mit Wasserstoff	Stufenweise	Stufenweise mit ständiger Druck- und Temperaturüberwachung	Stufenweise mit ständiger Druck- und Temperaturüberwachung

Tab. 22: Verfahren zur Wiederinbetriebnahme für Rohrleitungen

*Wassergehaltmessung Gruppe D (nach SVGW G18) ≤ 5 µmol/mol

10.5.3 Dokumentation der Wiederinbetriebnahme

1 Folgende Dokumentation der Wiederinbetriebnahme sind zu erstellen:

- Ergebnisse der Dichtheitsprüfung und Festigkeitsprüfung
- Wasser- und Sauerstoffmessprotokolle
- Ergebnisse der Inertisierung

10.6 Ausserbetriebnahme

1 Die Ausserbetriebnahme von Rohrleitungen dient dazu, eine Rohrleitung oder ein Rohrleitungsabschnitt kontrolliert unter bei Beibehaltung der Betriebssicherheit ausser Funktion zu stellen. Ziel ist es, Risiken für Menschen, Umwelt und Sachwerte während und nach der Ausserbetriebnahme zuverlässig zu vermeiden.

2 Der Prozess der Ausserbetriebnahme richtet sich nach:

- Dauer
- Zukünftigen Verwendungszweck (Wiederinbetriebnahme, Umnutzung, Stilllegung)
- Druckbereich

3 Zur sicheren Ausserbetriebnahme von Rohrleitungen müssen unter Berücksichtigung von Druckbereich, Gasvolumen, Anzahl der Abzweigungen die geeigneten Verfahren ausgewählt werden.

4 Der betroffene Rohrleitungsabschnitt muss mit Hilfe geeigneter und zugelassener Methoden entsprechend den Druckbereichen von vor- und nachgelagerten Anlagenteilen abgesperrt/getrennt werden.

Vernehmlassung

5 Zur Ausserbetriebnahme können SVGW G2, SVGW GW2 Teil B und SN EN 1594 beigezogen werden, wobei die wasserstoffspezifischen Eigenheiten zu berücksichtigen sind. Ein Überblick des Vorgehens ist in Tabelle dargestellt.

6 Folgende Ausserbetriebnahmen werden unterschieden (Tab. 23):

Schritte der Ausserbetriebnahme	Zustand des gasförmigen Fluids in der Rohrleitung
Kurzzeitiges Absperren	gefüllte mit Wasserstoff und mit Betriebsdruck (Lieferunterbruch)
Absperren und Ablassen des Wasserstoffs	gefüllt mit Wasserstoff und mit minimalem Druck
Absperren und Abtrennen Ablassen des Wasserstoffs Befüllen mit Inertgas (Stickstoff) nach Kap.	gefüllt mit Inertgas (Stickstoff)
Absperren und Abrennen Ablassen des Wasserstoffs Spülen mit Stickstoff Ablassen des Stickstoffes	gefüllt mit Luft

Tab. 23: Schritte der Ausserbetriebnahme in Abhängigkeit des geforderten Zustandes des gasförmigen Fluids in der Rohrleitung

7 Diese Arbeiten und Abläufe sind sorgfältig zu planen. Die zu treffenden Sicherheitsmassnahmen sind in den Arbeitsanweisungen schriftlich festzuhalten.

8 Bei der Ausserbetriebnahme einer Rohrleitung für eine Stilllegung muss die Leitung gespült werden. Die Spülung ist ein sicheres und vollständiges Verdrängen von Gas durch ein inertes Gas (indirekt), um die Rohrleitung in einen gasfreien Zustand zu bringen.

9 Eine indirekte Spülung kann entweder mit einem Kompressor erzeugt werden, um das Gas auszustossen (ausblasen) oder mit einem Ejektor (z. B. Venturidüse), um Gas aus der Rohrleitung zu ziehen (aussaugen) (siehe SN EN 12327).

10 Nachdem der Rohrleitungsabschnitt auf atmosphärischen Druck entspannt worden ist, muss das Ausblaserohr geschlossen und eine Prüfung vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass keine Druckerhöhung infolge einer unbekannten Rückströmung stattfindet (siehe SN EN 12327).

11 Längere Ausserbetriebnahmen von Rohrleitungen müssen den Bewilligungs- oder Aufsichtsstellen gemeldet werden.

12 Eine geplante Ausserbetriebnahme von Rohrleitungen und Rohrleitungsabschnitten in den Druckbereichen > 5 bar erfolgt in Absprache mit der benannten Aufsichtsstelle und den kantonalen Bewilligungsorganen.

10.7 Stilllegung

1 Für eine Stilllegung einer Rohrleitung muss zuerst die Rohrleitung nach Kap. 10.6 ausserbetrieb genommen werden und gasfrei sein. Danach wird die Rohrleitung physisch von der Wasserstoffinfrastruktur getrennt und muss nach SVGW G1012 stillgelegt werden.

10.8 Instandhaltung und Wartung

1 Die planmässige Wartung und Instandhaltung von Rohrleitungen gewährleistet die dauerhafte Betriebssicherheit, Dichtheit und Funktionstüchtigkeit der Anlagen über ihre gesamte Lebensdauer. Ziel ist es, Schäden frühzeitig zu erkennen, zu vermeiden und den sicheren Umgang mit dem Medium Wasserstoff in allen Druckbereichen sicherzustellen.

Vernehmlassung

2 Alle Instandhaltungsmassnahmen sind systematisch zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren.

3 Die eingesetzten Instandhaltungsverfahren und -geräte müssen für Wasserstoff geeignet sein (z. B. kein Funkenflug, beständige Dichtmittel, geeignete Lecksuchgeräte).

4

5 Instandhaltungsintervalle sind risikobasiert zu definieren und regelmässig zu überprüfen.

6 Bei Änderungen der Betriebsbedingungen oder Systemumbauten ist eine Überprüfung und ggf. Anpassung des Wartungsplans erforderlich.

7 Es ist ein Instandhaltungsplan (Jahres-, Prüf- und Interventionsplanung) zu erstellen.

10.8.1 **Streckenkontrolle**

1 Die regelmässige Streckenkontrolle dient der frühzeitigen Erkennung von Gefährdungen oder Schäden an oberirdischen oder erdverlegten Rohrleitungen sowie der umgebenden Infrastruktur.

2 Die Streckenkontrolle gilt für alle Abschnitte der Rohrleitungen.

3 Für Abschnitte, die nicht regelmässig kontrollierbar sind, legt der Betreiber die Kontrollverfahren im Betriebsreglement fest.

4 Personen, welche mit der Trassee Kontrolle betreut sind, müssen mit den entsprechenden Ausführungsplänen und mit allen Informationen ausgerüstet sein (z.B. spezielle Auflagen / Vereinbarungen, Baubewilligungen Dritter usw.).

5 Der Betreiber sorgt dafür, dass das vollständige Trassee kontrolliert werden kann.

6 Die Kontrollfrequenz richtet sich nach Lage, Umgebung, Risikopotential und Zugänglichkeit der Rohrleitung und ist im Betriebsreglement festzulegen (Tab. 24).

Umgebung / Trassee	**MOP ≤ 1 bar**	**1 < MOP ≤ 5 bar**	**5 < MOP ≤ 16 bar**	**16 < MOP ≤ 30 bar**
Ländliches Gebiet	1 × alle 4 Jahre	1× alle 2Jahre	1× jährlich	2× jährlich
Urbanes / bebautes Gebiet	1× jährlich	1× jährlich	2× jährlich	≥4× jährlich (quartalsweise)
Sonderbauwerke (Brücken, Stollen, Düker) Querungen	1× jährlich	2× jährlich	≥4× jährlich (quartalsweise)	≥4× jährlich (quartalsweise)
Risikozonen (Hanglage, Rutschgebieten, Erosionszonen	1 × jährlich, ggf. häufiger bei Auffälligkeiten	1 × jährlich, ggf. häufiger bei Auffälligkeiten	2 × jährlich, ggf. häufiger bei Auffälligkeiten	≥4× jährlich (quartalsweise) ggf. häufiger bei Auffälligkeiten
Bereich mit hoher Drittaktivität (Baustellen)	bedarfsgerecht	bedarfsgerecht	Wöchentlich + Risikobezogen	Wöchentlich + Risikobezogen

Tab. 24: Minimalintervalle für Streckenkontrollen von Rohrleitungen nach Druckbereichen

7 Für das Trassee sind folgende Punkte sind zu kontrollieren und zu protokollieren:

- gegebenenfalls Rohrleitungsmarkierung,
- Veränderungen im Gelände

Vernehmlassung

- Erdarbeiten oder Bauten Dritter im Schutzbereich
- Neubepflanzungen oder veränderte Flächennutzung
- Zutrittssicherheit zu Kontrollpunkten und Nebenanlagen

8 Für die oberirdische Einrichtungen sind folgende Punkte sind zu kontrollieren und zu protokollieren:

- Sichtprüfung von Armaturen, Schachtdeckeln, Hinweisschildern
- Sichtprüfung auf Korrosion, Undichtigkeiten oder Vandalismus
- Zustand von Zaunanlagen, Fundamenten, KKS-Teststellen
- Querungen und Sonderbauwerke
- Zustand von Dükern, Brücken, Rohrdurchführungen
- Uferbereiche und Strassenquerungen auf Erosion, Ausspülung, Beschädigung

9 Die Ergebnisse sind zu dokumentieren (digital oder analog).

10 Festgestellte Mängel sind unverzüglich zu bewerten und die Behebung zu planen.

11 Nicht regelmässig kontrollierbare Abschnitte sind mit alternativen Verfahren zu überwachen (z. B. Fernüberwachung, Drohnen etc.).

10.8.2 **Funktionskontrolle von Armaturen und Nebenanlagen**

1 Die regelmässige Funktionskontrolle dient der Sicherstellung, dass alle Betriebseinrichtungen einer Rohrleitung – insbesondere sicherheitsrelevante Komponenten – jederzeit bestimmungsgemäss und zuverlässig funktionieren.

2 Ziel ist die frühzeitige Erkennung von Fehlfunktionen und die rechtzeitige Instandsetzung zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit.

3 Alle Armaturen in Wasserstoffleitungen sind regelmässig (Tab. 25) einer Funktionskontrolle zu unterziehen.

4 Die Prüfung beinhaltet:

- Sichtprüfung (siehe Kap. 10.8.1)
- Überprüfung der Schliess- und Öffnungsstellung gemäss festgelegten Betriebszustand
- Kontrolle der Anzeigevorrichtung für die Stellung des Absperrvoreinrichtung
- Prüfung der Gängigkeit durch teilweises Öffnen und Schliessen
- Prüfen auf äussere Dichtheit
- Bei Armaturen mit Block-and Bleed-Funktion: Prüfung auf Leckrate im Durchgang.
- Prüfung des Antriebs (elektrisch/ pneumatisch) auf einwandfreien Betrieb einschliesslich Dichtheit des Steuerkreises)
- Bei unterirdisch eingebauten, fernbetätigen Armaturen mit elektrischem Antrieb ist jährlich die Signalisierung der Endlagen zu prüfen. Dies gilt insbesondere für sicherheitsrelevante Absperrungseinrichtungen.
- Für Armaturen im Druckbereich > 16 bar muss die Gebrauchstauglichkeit nach SN EN 14141 nachgewiesen werden.

5 Die Intervalle der Funktionskontrolle ist abhängig vom Druckbereich (Tab. 25). Die Intervallfestlegung kann alternativ zustandsorientiert erfolgen, basierend auf Parametern wie Betätigungsmoment, Dichtheit und Verschmutzungsgrad.

Vernehmlassung

Druckbereich	Intervall
MOP ≤ 1 bar	alle 2 Jahre
1 bar < MOP ≤ 30 bar	jährlich

Tab. 25: Intervalle der Funktionskontrollen nach Druckbereichen

6 Die Intervallfestlegung kann alternativ zustandsorientiert erfolgen, basierend auf Parametern wie Betätigungsmoment, Dichtheit und Verschmutzungsgrad

7 Die Funktionskontrolle ist zu dokumentieren. Festgestellte Mängel sind unverzüglich zu bewerten und die Behebung zu planen.

ANMERKUNG
Die Ergebnisse der Funktionskontrolle sollten zur Anpassung der Instandhaltungsstrategie verwendet werden.

10.8.3 Reparaturen- und Schweissarbeiten an gasführenden Rohrleitungen

1 Reparaturen oder Einbindungen sind unter spezifischen Randbedingungen möglich nach SN EN 12732, SN EN 1555-2, VKR-Leitfaden RL02 und SVGW GW2 B, sofern:

- Der Druck in der Rohrleitung wurde auf einen sicheren Druck gesenkt
- Das Verfahren ist speziell freigegeben (z.B. Schweissmuffen)
- Bei Anbohrverfahren sind Verunreinigungen in der Rohrleitung zu vermeiden.
- Alle arbeitssicherheitsrelevanten Massnahmen (Lüftung, Gasüberwachung, Verhinderung von Zündungen, Notfallkonzept wurden umgesetzt und dokumentiert.

2 Schweissarbeiten sollten, wenn immer möglich an einer gasfreien Rohrleitung durchgeführt werden.

10.8.4 Leckagekontrolle

1 Dieses Kapitel regelt die Anforderungen an wiederkehrende Leckage Kontrollen bei Rohrleitung in der Betriebsphase. Ziel ist die frühzeitige Erkennung von Undichtigkeiten zur Sicherstellung der Betriebssicherheit und zum Schutz von Umwelt und Personen.

2 Die Vorgaben gelten für:

- Über- und unterirdische Rohrleitungen
- Anlagenkomponenten (z. B. Armaturen, Kompensatoren, Flansche),
- Verbindungen mit lösbaren oder geschweissten Elementen,

3 Rohrleitungen müssen einer regelmässigen Leckagekontrolle unterzogen werden.

4 Im Bedarfsfall (z. B. bei Störungen, Verdacht auf Undichtigkeit oder Bodenbewegungen) sind ausserordentliche Kontrollen durchzuführen.

5 Bei Häufung von Leckagen muss das Kontrollintervall in den betroffenen Rohrabschnitten verkürzt werden.

6 Nach wesentlicher Änderung der Betriebs- oder Umgebungsbedingungen (z. B. bei der Erhöhung des Betriebsdruckes oder bei der Änderung des Mediums) ist das Kontrollintervall für einige Zeit zu verkürzen.

7 Zusätzlich Inspektionen können an sensiblen Abschnitten (z.B. Brücken, Düker, Gewässerquerungen) erfolgen.

Vernehmlassung

8 Die Auswahl des Prüfverfahrens erfolgt in Abhängigkeit vom Druckniveau, der örtlichen Gegebenheit und dem Gefahrenpotential:

a) Sichtkontrolle (z. B. Schaumbildner)

b) Tragbare Gasspürgeräte mit H_2-Nachweisgrenze ≤ 1 ppm

c) Mobile Lecksuchsysteme (z. B. Fahrzeug oder Drohne) für lange Trassen

d) Fest installierte Sensorik bei kritischen Infrastrukturen oder in Gebäudenähe

9 Eine oberirdische wiederkehrende Leckagekontrolle erfolgt durch Absaugung von Bodenluft mittels geeigneter Messgeräte, z. B. Teppich- oder Glockensonden, im Bereich des Verlaufs der Rohrleitung.

10 Die Kontrolle kann je nach Umgebung zu Fuss oder mit Fahrzeugen erfolgen.

11 Die Detektion der Wasserstoffkonzentration erfolgt mit Geräten, die für Wasserstoff geeignet sind und kalibriert sind. Im Druckbereich MOP > 16 bar kann in schwer zugänglichen Gebieten der Einsatz von Ferndetektion (z.B. optisch oder thermografisch) beigezogen werden.

12 Inspektionen, Kalibrierung und Wartung der Messtechnik sind zu dokumentieren und regelmässig durch geschultes Personal vorzunehmen.

13 Unter Beachtung des Gefahrenpotenzials sind festgestellte Leckagen zu klassifizieren und zu beseitigen.

14 Im Druckbereich MOP ≤ 5 bar kann eine Klassifizierung gemäss SVGW Richtlinie G2 erfolgen.

15 Festgestellte Abweichungen und Mängel sind unverzüglich zu bewerten und bei Bedarf sicherheitsrelevante Massnahmen einzuleiten.

16 Folgende Mindestintervalle sind nach Tab. 26 einzuhalten.

Mindestintervalle für wiederkehrende Leckagekontrolle		
Druckbereich	**Empfohlene Mindestintervalle**	**Bemerkung**
MOP ≤ 1 bar	Alle 4 Jahre In dichtbebauten Gebieten: alle 2 Jahre	Sinngemäss nach SVGW Richtlinie G2
1 < MOP ≤ 30 bar	alle 2 Jahre	
Bei Ereignissen (alle Druckstufen)	Sofortige Kontrolle nach Ereignis	z.B. nach Bauarbeiten. Erschütterungen, Einwirkungen Dritter
Die Intervallangaben gelten als Mindestanforderung. Kürzere Intervalle können durch Risikobewertungen, betriebliche oder behördlichen Vorgaben notwendig sein		

Tab. 26: Mindestintervalle für wiederkehrende Leckagekontrolle

17 Alle durchgeführten Kontrollen und ihre Ergebnisse sind zu dokumentieren.

18 Für jede Leckagekontrolle sind folgende Informationen zu erfassen:

- Ort, Zeitpunkt und Art der Kontrolle
- Verwendete Prüfgeräte und Kalibrierdatum

Vernehmlassung

- Festgestellte Leckagen inkl. Klassifizierung
- Ergriffene Massnahmen und deren Umsetzung

10.8.5 Zusätzliche Anforderungen an die Überwachung von Rohrleitungen mit MOP > 16 bar

1 Die Überwachung dient der frühzeitigen Erkennung sicherheitsrelevanter Materialveränderungen (Wanddickenveränderungen, geometrische Veränderungen, Lage, Biegedehnung) und die Ergebnisse fliessen auch in das Instandhaltungskonzept ein.

2 Molchungen sind geeignet als periodisches Überwachungsverfahren und sind besonders bei Rohrleitungen mit erhöhtem Schutzbedarf einzusetzen. Für Rohrleitungen ist eine Molchung nur dann zulässig, wenn alle geometrischen und betrieblichen Voraussetzungen erfüllt sind.

3 Ist eine Molchung technisch oder wirtschaftlich nicht möglich, sind alternative Massnahmen wie:

- intensive KKS-Messtechnik
- Fehlerortmessung (mit Nullmessung im ersten Betriebsjahr)
- Inlinerohrinspektion für thermoplastische Kunststoffrohre
- Periodische Dichtheitsprüfung

4 nach dem Stand der Technik durchzuführen.

5 Die Entscheidung über die Eignung zur Molchung oder den Einsatz von Ersatzmassnahmen und deren Intervalle ist mit der Aufsichtsstelle abzustimmen.

6 Die Molchungen sind zu dokumentieren und der Aufsichtsstelle vorzulegen.

10.9 Notfall- und Interventionsplan

1 Der Netzbetreiber muss interne Notfall-Interventionspläne, abgestimmt mit den entsprechenden externen Notfallorganisation, erstellen, prüfen, üben und aktualisieren, um auf entsprechend Notfälle reagieren zu können (siehe SVGW Richtlinie G21).

2 Die Notfall-Interventionspläne müssen auch das Medium Wasserstoff angepasst sein.

10.10 Bauarbeiten Dritter

1 Dritte müssen Bauvorhaben im Schutzbereich (siehe Kap. 7.5.6) vorgängig dem Netzbetreiber melden (Tab. 27).

2 Für Rohrleitung MOP > 1 bar muss die Aufsichtsstelle durch den Netzbetreiber informiert werden.

3 Der Netzbetreiber teilt dem Dritten (z. B. Bauherr) anhand einer Risikobeurteilung die Notwendigkeit nötigen Schutzmassnahmen mit und überprüft die Umsetzung. Der Netzbetreiber überwacht entsprechend, Bauarbeiten Dritter im Schutzbereich der Rohrleitung.

Druckbereich	MOP ≤ 1 bar	1 < MOP ≤ 5 bar	5 < MOP ≤ 30 bar
Meldung des Netzbetreibers an die Aufsichtsstelle	Nein	Ja	Ja
Risikobeurteilung nach Kap. 5.2	Nein	Nein	Ja
Netzbetreiber-Überwachung	Nein	Ja	Ja

Tab. 27: Aufgaben des Netzbetreibers bei Bautätigkeiten Dritter im Schutzbereich von Rohrleitungen

Vernehmlassung

4 Folgendes ist zu beachten:

- Einweisung des Bauunternehmens durch den Betreiber ist Pflicht.
- Werkleitungspläne müssen auf der Baustelle vorhanden sein.
- Nebenanlagen (z.B. Druckregelanlagen) und Absperrarmaturen müssen jederzeit zugänglich sein.
- Der unmittelbare Bereich um die Rohrleitung darf nur von Hand freigelegt werden.
- Rohrleitungen dürfen nicht als Abstützung oder Aufhängung verwendet werden.
- Freigelegte Rohrleitungen sind nach Weisung des Netzbetreibers zu sichern.
- Ereignisse mit Einfluss auf die Rohrleitung sind zu dokumentieren und dem Betreiber zu melden.
- Die Rohrumhüllung darf nicht beschädigt werden; bei Beschädigung ist eine dokumentierte Sanierung durchzuführen.
- Arbeiten mit potenziell vibrationsintensiven Methoden (z. B. Rammarbeiten) nur nach vorheriger Abstimmung mit dem Betreiber.

11 Schlussbestimmungen

1 Die vorliegende Richtlinie H2 wurde am xx.xx.2025 durch die Hauptkommission Gas (G-HK) zuhanden des Vorstandes verabschiedet, vom Vorstand am 21.06.2025 genehmigt und auf den per 01.07.2025 in Kraft gesetzt.

12 Literaturverzeichnis

[1] Marewski, Z, Wiegold, T., DVGW-Projekt BAG 464: «Begrenzung des Anwendungsbereiches für bruchmechanische Bewertungen von Gasleitungen nach DVGW G 464», DVGW Förderkennzeichen G 202333
[2] Wenzel., M., A. Bilsing; W. Wessing, «KuGas – Mehrschicht-Kunststoffrohre für die Gasversorgung DVGW Förderkennzeichen G202222
[3] Sjoerd Jansma, Peter Cloos; Ernst van der Stok Testing Spoolable Reinforced Flexible Pipes and Liner Material for High- Pressure Hydrogen Transport Paper fort he 20th Plastic Pipes Conference PPXX, September 21-23, Amsterdam

Anhänge

Anhang 1 xxx

Vernehmlassung