

Technische Mindestanforderungen an einen Netzanschluss an das Wasserstofftransportnetz der GASCADE Gastransport GmbH (TMA-H2)

Version: 1.1
Stand: 02.07.2026

1. Vorwort.....	4
1.1. Geltungsbereich	4
1.2. Regelungsinhalt der TMA-H2	4
1.3. Auszug Abkürzung	4
1.4. Normative Verweisungen	5
1.4.1. DVGW-Regelwerk	5
1.5. Allgemein.....	6
1.5.1. Schematische Darstellung eines Netzanschlusses	7
1.5.2. LWL-Infrastruktur	7
1.5.3. IT Security und physische Sicherheit.....	9
1.5.4. Betrieb	9
2. Anschlussleitung	9
2.1. Technische Anforderungen	9
3. Planung und Betrieb einer GDRM.....	10
3.1. Technische Anforderungen	10
3.1.1. Filter- und Abscheider.....	10
3.1.2. Sicherheitseinrichtungen	11
3.1.3. Bauwerk.....	11
3.1.4. Auslegung der Messtechnik.....	11
3.1.5. Gaszähler	11
3.1.6. Gleichrichter.....	12
3.1.7. Anfahrsieb.....	12
3.1.8. Mengenumwerter.....	12
3.1.9. Druckmessung.....	12
3.1.10. Temperaturmessung.....	12
3.1.11. Datenerfassung	13
3.1.12. Datenaustausch.....	13
3.1.13. Automatisierungstechnik.....	14
3.1.14. Datenfernüberwachung	14
3.1.15. Stromversorgung	15
3.1.16. Glasfaseranbindung.....	15

3.2.	Messstellenbetrieb.....	15
3.2.1.	Prüfung	15
3.2.2.	Messanlage	16
3.2.3.	Zutritt (Rechte und Pflichten)	16
4.	Anforderungen an Verdichter	17
4.1.	Technische Anforderungen	17
4.1.1.	Systemgrenzen.....	17
4.1.2.	Simulations- und Messmethoden	17
4.1.3.	Betriebsbereiche.....	17
4.1.4.	Pulsationsverhalten	18
4.1.5.	Anforderungen an die Ergebnisse	18
5.	Anforderungen an Wasserstofferzeugungsanlagen.....	18
6.	Dokumentation	18
6.1.	GDRM.....	18
6.2.	Anschlussleitung.....	19

1. Vorwort

1.1. Geltungsbereich

Die TMA-H2 gelten für:

- den Netzanschluss von Dritten gemäß den Bedingungen nach § 28n EnWG,
- alle technischen Schnittstellen zwischen Netzbetreibern und angeschlossenen Anlagen, einschließlich Sicherheitstechnik. Dies gilt ausdrücklich auch für Anlagen, die durch Dritte an oder entlang einer Anschlussleitung errichtet werden, sofern diese mit dem Netz des Netzbetreibers verbunden sind. Dies gilt unabhängig von Eigentumsverhältnissen sowie vom Errichter der Anlage.
- Anlagen im Sinne der TMA-H2 umfassen Gas-Druckregel- und Messanlagen, Verdichter, die Anschlussleitungen sowie Wasserstofferzeugungsanlagen.
- Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Anlagen im Sinne der TMA-H2 unter Verwendung von Gasen der 5. Gasfamilie nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260.

1.2. Regelungsinhalt der TMA-H2

Die technischen Mindestanforderungen stellen insbesondere sicher:

- die Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebs,
- die Einhaltung von Druck-, Temperatur- und Qualitätsstandards für Wasserstoff,
- die Ausstattung mit geeigneten Sicherheits-, Überwachungs- und Regelungssystemen,
- die Interoperabilität und diskriminierungsfreie Nutzung des Netzes durch Dritte.

1.3. Auszug Abkürzung

AC	Alternating Current - Wechselstrom
API	American Petroleum Institute
ATEX	Explosive Atmospheres; Sammelbegriff für die europäischen Richtlinien 1999/92/EG und 2014/34/EU
BaustellV	Baustellenverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
DC	Direct Current - Gleichstrom
DFÜ	Datenfernübertragung
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DN	diamètre nominal für Nomineller Durchmesser
DSfG	Digitale Schnittstelle für Gasmessgeräte
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EN	Europäische Norm

EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
FEM	Finite Elemente Methode
GasHDrLtgV	Gashochdruckleitungsverordnung
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GDRM-Anlage	Gas-Druckregel- und Messanlage
HART	Highway Addressable Remote Transducer (Kommunikationssystem zum Aufbau industrieller Bussysteme)
HD	Hochdruck
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung), Genf
KSR	Kabelschutzrohr
LAN	Local Area Network
LWL	Lichtwellenleiter
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
R&I	Rohrleitungs- und Instrumenten
SAV	Sicherheitsabsperrentil
SBV	Sicherheitsabblaseventil
TMA-H2	Technische Mindestanforderung für Wasserstoff
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRG 9	Technische Richtlinie zur Inbetriebnahme und Verwendung von Mengenumwertern für Gas
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
USZ	Ultraschallzähler
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1.4. Normative Verweisungen

Bei der Planung, Errichtung, dem Betrieb und der Instandhaltung von Anlagen im Sinne der TMA-H2 sind die einschlägigen gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben einzuhalten. Dazu zählen insbesondere das EnWG, die GasNZV, die GasHDrLtgV, das WHG, das BImSchG einschließlich zugehöriger Verordnungen, die Druckgeräteverordnung, die BetrSichV mit den zugehörigen TRBS, die BaustellV, die ATEX-Richtlinie, berufsgenossenschaftliche Vorschriften, das Messstellenbetriebsgesetz sowie die Mess- und Eichverordnung.

Darüber hinaus müssen die technischen Anlagen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, insbesondere den DIN-Normen, dem DVGW-Regelwerk sowie behördlichen Vorgaben und Richtlinien (z. B. der PTB).

Für die Anwendung der TMA-H2 sind die nachfolgend aufgeführten normativen Dokumente verbindlich heranzuziehen. Es gilt jeweils die aktuelle Ausgabe der genannten Regelwerke.

1.4.1. DVGW-Regelwerk

Im wesentlichen sind folgende DVGW-Regelwerke zu berücksichtigen:

- DVGW G 260 (A), *Gasbeschaffenheit*

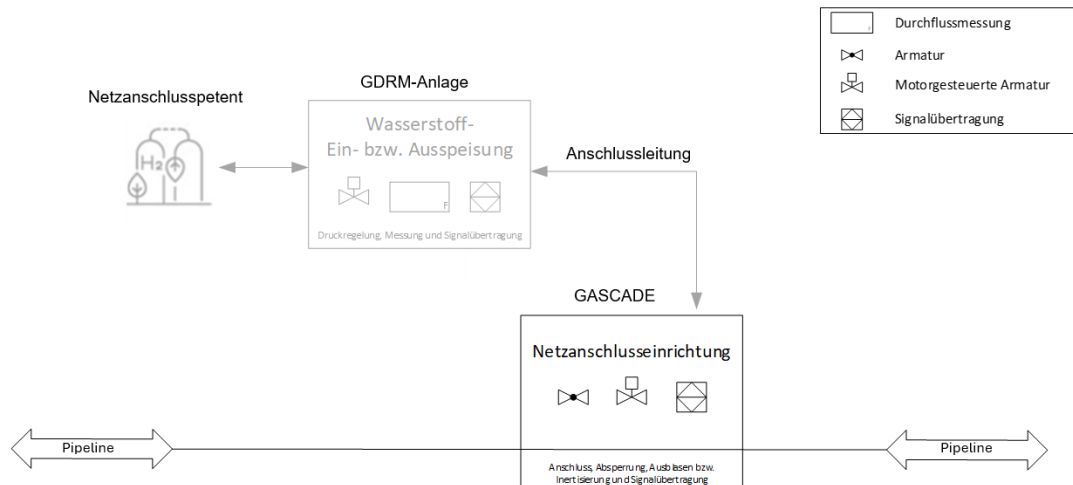
- DVGW G 491 (A), *Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar*
- DVGW G 492 (A), *Gas-Messanlagen für einen Betriebsdruck bis einschließlich 100 bar*
- DVGW G 493-1 (A), *Qualifikationskriterien für Planer und Hersteller von Gasanlagen*
- DVGW G 493-2 (A), *Qualifikationskriterien für Unternehmen zur Instandhaltung von Gasanlagen*
- DVGW G 265-3 (M), *Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb*
- DVGW G 221(M), *Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff*
- DVGW G 463 (A), *Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung*
- DVGW G 464 (M), *Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff*
- DVGW G 466-1 (A), *Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung*
- DVGW G 482 (A), *Messtechnische Mindestanforderungen an Netzanschlüssen, GDRM-Anlagen und Einspeiseanlagen an Wasserstoffnetzen*
- DVGW GW 350 (A), *Schweißverbindungen an Rohrleitungen aus Stahl in der Gas- und Wasserversorgung; Herstellung, Prüfung und Bewertung*
- DVGW G 1050 (A), *Physische Sicherheit von gastechnischen Infrastrukturen*

1.5. Allgemein

Grundsätzlich hat der Netzanschlusspetent bzw. Netzbetreiber oder Dritte, zu dem technische Schnittstellen im Sinne von 1.1 Ziffer 2 bestehen vorher zu allen technischen Vorgängen, die den Netzanschluss bzw. die Schnittstelle betreffen, die schriftliche Zustimmung von GASCADE einzuholen.

1.5.1. Schematische Darstellung eines Netzanschlusses

Blockfließbild Netzanschluss
Wasserstoff



1.5.2. LWL-Infrastruktur

1.5.2.1. Kabelschutzrohr (KSR)

Siehe Anlage 1: „Spezifikation Kabelschutzrohr (Datenblatt)“ sowie Anlage 2: „Technische Information zur Handhabung und Verlegung von PE-HD-Kabelschutzrohren“.

- Es ist ein Kabelschutzrohr (KSR) gemäß DIN 16874, PE-HD, für erdverlegte Telekommunikationsanwendungen zu verwenden.
- Die Farbe des Außenmantels wird durch den Bauherrn vorgegeben.
- Die Kennzeichnung des KSR wird durch den Bauherrn festgelegt.
- Anlage 2 stellt eine unverbindliche Empfehlung dar.

1.5.2.2. Kabelschutzrohrverlegung (KSR-Verlegung)

- Das KSR ist in Fließrichtung des Gases auf der Position „2-Uhr-Lage“, in einem seitlichen Abstand von ca. 0,8 m vom Rohrscheitel des gasführenden Rohres zu verlegen.
- Das KSR muss geradlinig und horizontal plan verlegt werden; Wellenbildungen sind unzulässig.
- Mindestbiegeradien:
 - bei 20 °C: Biegeradius = $20 \times d$ (in mm),
 - bei 0 °C: Biegeradius = $50 \times d$ (in mm).

- Nach der Verlegung ist das KSR mittels eines Kalibriermolchs mit 32 mm Durchmesser zu kalibrieren.

1.5.2.3. Glasfaserkabel

Siehe Anlage 3: „Spezifikation Glasfaserkabel (Datenblatt, Version 1.3)“

- GASCADE Gastransport GmbH benötigt min 6 Fasern (3 Faserpaare).
- Zulässige Kabeltypen: A-DOF (ZN) 2Y... oder A-DQ (ZN) 2Y...
- Zulässiger Fasertyp: G652D, E9/125.
- Die Kennzeichnung des Kabels wird durch den Bauherrn definiert.
- Empfehlung: Es wird die Verlegung eines Glasfaserkabels mit mindestens 4 × 12 Fasern empfohlen.

1.5.2.4. Kabelanschlüsse

Abschluss auf der GDRM-Seite

- Der Kabelabschluss innerhalb der GDRM wird durch den Errichter des LWL-Kabels hergestellt.
- Die Fasern sind mittels E2000/HRL-Steckern abzuschließen (Loose Tube, Einfügedämpfung max. 0,1 dB, Return Loss < –85 dB, Hersteller: Diamond, Farbkennzeichnung gemäß DIN).
- Es sind 12 Fasern über ein Frontpatchfeld (Anschluss per Patchkabel) im Datenübertragungsschrank der GASCADE bereitzustellen.
- Die verwendeten Patchkabel müssen die identische Spezifikation wie die oben genannten LWL-Stecker aufweisen.

Abschluss an der Netzanschlusseinrichtung

- Der Kabelabschluss am Netzanschlusspunkt wird durch GASCADE ausgeführt.
- Die Fasern sind mit E2000/HRL-Steckern abzuschließen (Loose Tube, Einfügedämpfung max. 0,1 dB, Return Loss < –85 dB, Hersteller: Diamond, Farbkennzeichnung gemäß DIN).

1.5.2.5. Betrieb

- Der Betreiber der Leitung bzw. der Trasse hat über eine 24/7-Bereitschaftsorganisation zu verfügen und muss in der Lage sein, Kabelschäden unverzüglich zu beheben. Hierbei ist die Verfügbarkeit innerhalb von 24 Stunden mindestens durch eine provisorische Reparatur wiederherzustellen.

1.5.3. IT Security und physische Sicherheit

Zur Gewährleistung eines sicheren Netzbetriebs gemäß § 5c EnWG sind Maßnahmen zur Informationssicherheit nach dem jeweils aktuellen Stand der Technik umzusetzen.

Die Einhaltung einschlägiger Sicherheitsstandards, insbesondere ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27019, DVGW G 1050, BSI-Grundschutz sowie des IT-Sicherheitskataloges der Bundesnetzagentur, ist sicherzustellen.

Sicherheitslücken und -vorfälle mit möglicher Auswirkung auf Anlagen oder Systeme der GASCADE sind unverzüglich zu melden.

Weitergehende organisatorische und projektspezifische Regelungen zur Informationssicherheit sind im jeweiligen Errichtungsvertrag zu treffen.

1.5.4. Betrieb

Der Betreiber hat den ordnungsgemäßen Zustand seiner Anlage sicherzustellen, diesen regelmäßig zu überwachen sowie erforderliche Instandhaltungs- und Sicherheitsmaßnahmen durchzuführen. Grundlage für die Erfüllung dieser betrieblichen Pflichten sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik, insbesondere die jeweils gültigen DVGW-Regelwerke.

Die Verantwortung für eine rechts- und regelwerkskonforme Dokumentation obliegt dem Betreiber. Auf Verlangen sind entsprechende Nachweise, insbesondere DVGW-Abnahme-, Vorab- und Schlussbescheinigungen sowie Instandhaltungsprotokolle an GASCADE auszuhändigen.

GASCADE ist berechtigt, die angeschlossenen Anlagen sowie relevante mess-, regel- und sicherheitstechnische Einrichtungen jederzeit durch eigenes Personal oder beauftragte Dritte zu prüfen, zu entstören und Arbeiten an eigenen Anlagenteilen durchzuführen. Der Betreiber und ggf. der Messstellenbetreiber haben hierfür jederzeit den sicheren, ungehinderten und unentgeltlichen Zugang zu allen relevanten Anlagen, Leitungen und Einrichtungen sicherzustellen, auch außerhalb der regulären Betriebszeiten. Der Zutritt erfolgt grundsätzlich nach vorheriger Abstimmung, es sei denn, es liegt eine Störung, ein sicherheitsrelevantes Ereignis oder eine Gefährdung der Netzsicherheit vor. In diesen Fällen besteht ein unmittelbares Zutrittsrecht ohne vorherige Abstimmung.

Festgestellte Mängel sind unverzüglich auf Kosten des Netzanschlusspetenten zu beseitigen. Eine Haftung von GASCADE für Mängelfreiheit, Funktionsfähigkeit oder Sicherheit der Anlagen des Betreibers ist ausgeschlossen.

2. Anschlussleitung

2.1. Technische Anforderungen

- Die Anschlussleitung ist entsprechend der Druckfestigkeit und höchstmöglichen Betriebstemperatur der Leitung auszulegen, an der die Anschlussleitung angebunden ist.
- Anschlussleitungen sind in der Regel in der Nennweite DN 150 oder größer zu errichten.

- Das DVGW-Merkblatt G 464 ist anzuwenden. Sofern die Rohrleitungsteile den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 463 entsprechen, erfolgt die Bewertung des betroffenen Rohrabschnitts mittels bruchmechanischer Nachweisführung.
- Die Anschlussleitung ist grundsätzlich molchbar zu planen und zu errichten, u.a. sind ausreichende Radien der Bogen und Armaturen sowie Formteile mit ausreichend großen Innendurchmesser vorzusehen. Die entsprechenden konstruktiven Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 463 sind zu beachten.
- Nach den DVGW-Arbeitsblättern G 463, G 466-1 und GW 10 ist für unterirdisch verlegte Rohrleitungen aus Stahl ein wirksamer Korrosionsschutz zwingend erforderlich und umfasst grundsätzlich den passiven Schutz durch geeignete Umhüllungen sowie den aktiven Schutz durch den kathodischen Korrosionsschutz. Die Auswahl und Anwendung der Schutzverfahren sind abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und den technischen Anforderungen.
- Die Planung, die Errichtung, der Betrieb und die Instandhaltung sind mit der GASCADE Gastransport GmbH abzustimmen.

3. Planung und Betrieb einer GDRM

3.1. Technische Anforderungen

- Die GDRM-Anlagen sind durch den Netzanschlusspetenten nach den DVGW-Arbeitsblättern G 491 und G 492 zu bauen und zu bescheinigen. Ergänzend sind die DVGW-Informationen Gas Nr. 32 und Nr. 33 zu berücksichtigen.
- Der Betreiber einer GDRM-Anlage trägt die Verantwortung für den sicheren und ordnungsgemäßen Anlagenzustand, einschließlich Überwachung sowie Durchführung notwendiger Instandhaltungs- und Sicherheitsmaßnahmen. Grundlage hierfür bildet das DVGW-Arbeitsblatt G 495.

3.1.1. Filter- und Abscheider

Zur Vermeidung von Störungen und Fehlfunktionen der Messeinrichtungen und der Druck- und Mengen- Regelgeräte sind nach den Eingangsarmaturen vor der GDRM Filter und Abscheider anzuordnen. Folgende Abscheidegrade werden empfohlen:

Feststoffe: $99,9 \% \geq 3 \mu\text{m}$

Flüssigkeit $99,9 \% \geq 3 \mu\text{m}; 99,99 \% \geq 8 \mu\text{m}$

Die Hinweise der DVGW-Arbeitsblätter G 491, G 260 und G 498 sind zu berücksichtigen.

Jeder Filter und Abscheider muss über eine Differenzdruck-Überwachung und eine Bypassleitung verfügen.

Ist jeder Messstrecke ein Filter zugeordnet, so ist insbesondere bei liegenden Filtern darauf zu achten, dass durch Einbauten im Filterausgang keine negative Beeinflussung der Messanlagen durch die Gasströmung (z.B. Drall) erfolgt.

3.1.2. Sicherheitseinrichtungen

Es sind gemäß DVGW G 491 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitungen durch den Netzanschlusspetenten vorzusehen.

3.1.3. Bauwerk

siehe DVGW G 482 – Kapitel 4.1

3.1.4. Auslegung der Messtechnik

siehe DVGW G 482 – Kapitel 5

3.1.5. Gaszähler

Es sind nur Gaszähler zu verwenden, deren Konformität durch eine zugelassene Stelle geprüft wurde. Es sind grundsätzlich eichrechtskonforme, für Wasserstoff geeignete und entsprechend baumustergeprüfte Gaszähler einzusetzen.

Vorzugsweise wird die HD-Kalibrierung mit Wasserstoff durchgeführt, dies ist mit GASCADE abzustimmen.

Die Hochdruckkalibrierung ist bei einem Druck durchzuführen, der dem mittleren Betriebsdruck unter Betriebsbedingungen nahekommt.

Die Anzahl und Festlegung der Prüfpunkte für die Hochdruckkalibrierung sind mit GASCADE abzustimmen. Die Prüfpunkte richten sich dabei nach den Vorgaben der jeweils geltenden MID-Zulassung.

Beim Einsatz von USZ ist ein "Zero flow verification test" nach DIN EN ISO 17089 (Trockenkalibrierung) durchzuführen, dieser ist mit GASCADE abzustimmen.

3.1.6. Gleichrichter

Ein Gleichrichter ist in Absprache mit GASCADE im Einlauf der jeweiligen Messstrecke vorzusehen. Vor dem Gleichrichter ist eine zusätzliche gerade Beruhigungsstrecke von mindestens 5 x DN sicherzustellen. Absperrarmaturen, die den gleichen Leitungsquerschnitt wie die angrenzende Rohrleitung aufweisen, können als Teil der Beruhigungsstrecke betrachtet werden, solange sie im Betrieb vollständig geöffnet sind und keine Durchmessersprünge aufweisen („full bore design“).

3.1.7. Anfahrsieb

siehe DVGW G 482 – 5.3

3.1.8. Mengenumwerter

Die Übertragung der Messwerte für Druck und Temperatur von den Messwertaufnehmern zum Mengenumwerter hat in digitaler Form unter Nutzung des HART®-Protokolls zu erfolgen. Weitere Anforderungen an die Druck- und Temperaturmessung sind in den Kapiteln 3.2.11 und 3.2.12 beschrieben.

Die in dem Mengenumwerter voreinstellbaren Festwerte der Gaszusammensetzung sind bei der Inbetriebnahme einzutragen und müssen durch Fernparametrierung veränderbar sein.

3.1.9. Druckmessung

Für die Bestimmung des Gasdruckes sind grundsätzlich Absolutdruckaufnehmer zu verwenden. Der Anschluss der Impulsleitung hat an dem vom Hersteller dafür vorgesehenen Anschlusspunkt am Gaszähler zu erfolgen.

Bei der Installation ist darauf zu achten, dass die Übertragung von Vibrationen auf den Absolutdruckaufnehmer und das Entstehen von Kondensat in der Messleitung verhindert werden. Die Impulsleitung ist nach dem verplombbaren Absperrventil am Anschlusspunkt des Gaszählers bis zum Absolutdruckaufnehmer ansteigend zu verlegen.

Der Höhenunterschied zwischen Anschlusspunkt am Zähler und Druckaufnehmer ist unter Berücksichtigung örtlich technischer Randbedingungen unter 0,5 m zu halten.

Für die Kalibrierung vor Ort ist in die Impulsleitung ein Dreiwegehahn mit Minimessanschluss einzubauen. Der Dreiwegehahn muss in der Betriebsstellung verplombbar sein. An die Impulsleitung dürfen keine anderen Messgeräte, außer einem weiteren Druckaufnehmer zur zeitweisen Druckprüfung angeschlossen werden.

3.1.10. Temperaturmessung

Die Bestimmung der Gastemperatur hat nach Hersteller- bzw. Zulassungsangaben des

Messgerätes im Auslaufbereich nach dem Gaszähler zu erfolgen.

Es ist die TRG 9 der PTB in der jeweils gültigen Fassung anzuwenden.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit keine Feuchtigkeit in die Thermometerschutzrohre eindringen kann. Das Thermometerschutzrohr für die Vergleichsmessung muss im ungenutzten Zustand dicht verschließbar sein.

Das Thermoelement sowie die zugehörige Tauchhülse müssen für die im Betrieb auftretenden mechanischen Beanspruchungen ausgelegt sein. Schwingungsanregungen sind durch geeignete konstruktive Maßnahmen nach Möglichkeit zu vermeiden.

Das Thermoelement darf nicht aus dem Thermometerschutzrohr herausragen.

Zur Minimierung von Umgebungseinflüssen ist das Thermometerschutzrohr vollständig in die Isolation der Messstrecke einzubeziehen. Die Isolation ist im Bereich der Temperaturmessung werkzeuglos demontierbar auszuführen.

3.1.11. Datenerfassung

Die Erfassung der Abrechnungsdaten hat mittels geeichter Mengenregistrierung gemäß DSfG-Standard zu erfolgen, wobei die Daten zu signieren sind. Der Abruf der Abrechnungsdaten erfolgt für GASCADE über eine Abrufeinheit (DSfG-LAN-DFÜ) der GASCADE am Prozessnetz der GASCADE (Einbauort: GASCADE-Schrank).

Die Daten für das Dispatching der GASCADE sind an eine von GASCADE beigestellte Fernwirkanlage zu übergeben. Die Fernwirkanlage ruft zum einen Daten von jedem DSfG-Bus separat ab, des Weiteren werden Prozesssignale diskret oder per serieller Kopplung für den Dispatchingdatenaustausch benötigt. Bei großen Datenmengen soll vorzugsweise per redundanter serieller Kopplung (IEC60870-5-101) von der Automatisierungseinheit der GDRM übertragen werden. Aus Redundanzgründen wird zu jeder Messung der Zählimpuls (Betriebsvolumenzähler; maximal 2-mal pro Sekunde) auf die Fernwirkanlage übergeben. Die technische Planung dazu ist zwischen dem Netzanschlusspetenten und GASCADE abzustimmen.

3.1.12. Datenaustausch

Der Umfang der zu übertragenden Daten (Datenaustausch) ist zwischen dem Netzanschlusspetenten und GASCADE in der Planungsphase auf Basis der durch die GDRM zu erfüllenden Anforderungen abzustimmen. In Zusammenhang mit dem Datenaustausch ist zwischen den Abrechnungsdaten und den Daten für das Dispatching sowohl für den Netzanschlusspetenten als auch für GASCADE zu unterscheiden. Ein Datenmodell als Grundlage für den Datenaustausch von/zu GASCADE ist vom Verantwortlichen für die Planung zu erstellen und vorab mit GASCADE abzustimmen. Änderungen sind darin fortlaufend zu dokumentieren (Entwurfs-Datenmodell siehe Anlage 4).

Zusätzliche zu übertragende Prozesssignale (ergänzend zu den DSfG-Bus-Daten):

Bezeichnung	Typ
Betriebsvolumen-Zähler	Impuls
Eingangsdruck	Messwert
Eingangstemperatur	Messwert
Ausgangsdruck	Messwert
Ausgangstemperatur	Messwert
Differenzdruck-Max-Meldungen (Filter)	Meldung
Fahrtrichtungskennzeichen in bidirektionalen Messanlagen	Meldung
Armaturenendlagen (Kapitel 5.1.1)	Meldung
SAV/SBV Stellung vor der Messung	Meldung
Ggfs. Signale der Regelung und Infrastruktur	Meldungen, Messwerte, Sollwerte

Aufgrund besonderer Anforderungen können weitere Daten erforderlich sein.

3.1.13. Automatisierungstechnik

Die GDRM Anlagen wird zur Überwachung, Steuerung und Regelung mit einer Stationsautomatisierung/-steuerung durch den Netzanschlusspetenten ausgestattet. Sie muss u.a. die Anforderungen an die Regelungsfunktionen erfüllen (Druck bzw. Menge), Grenzwertverletzungen und unzulässige Betriebszustände erkennen sowie Meldungen bzw. Alarme auslösen, anzeigen bzw. zum Datenaustausch zur Verfügung stellen.

Die Vorgabe der zur Steuerung erforderlichen Sollwerte und Befehle sowie die überwachungspflichtigen Grenzwerte, Betriebszustände und Verfügbarkeitsanforderungen erfolgen durch den Anlagenbetreiber, ggfs. müssen einzelne Signale zur Fernwirktechnik der GASCADE übertragen werden (siehe Kapitel 3.1.11).

3.1.14. Datenfernüberwachung

GASCADE installiert Einrichtungen zur Datenfernübertragung in der GDRM, die im Eigentum der GASCADE verbleiben. Sowohl entsprechender Platz im Elektro-Mess- und Steuerungs-Raum (EMSR) als auch eine kostenlose unterbrechungsfreie Stromversorgung sind durch den Netzanschlusspetenten vorzusehen.

3.1.15. Stromversorgung

Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeitsanforderungen hat der Netzanschlusspetent die Stromversorgung für die GDRM sicherzustellen.

Es ist eine gesicherte Stromversorgung (USV) zur Verfügung zu stellen. Die USV ist so auszulegen, dass bei Spannungsausfall die 24 V DC-Versorgung in Anlehnung an DVGW G 1003 (M) für mindestens 24 Stunden bereitgestellt werden kann.

Für die Fernwirktechnik der GASCADE ist ein 24 V DC-Abgang von der USV und ein 230 V AC- Abgang zur Verfügung zu stellen.

3.1.16. Glasfaseranbindung

Für die Datenfernübertragung der GASCADE ist eine Glasfaseranbindung (Fasertyp: G652D singlemode) durch den Netzanschlusspetenten bereitzustellen. Innerhalb der GDRM ist das Glasfaserkabel durch den Netzanschlusspetenten bis zum Schrank der GASCADE zu führen und dort einzubinden. Die technische Ausführung ist mit GASCADE abzustimmen.

Wird die Anschlussleitung durch den Netzanschlusspetenten errichtet oder betrieben, liegt die Verantwortung für die Glasfaseranbindung entlang dieser Anschlussleitung beim Netzanschlusspetenten. In diesem Fall erfolgt die Anbindung an die Infrastruktur der GASCADE erst am Netzübergang bzw. am Netzanschluss an das Netz der GASCADE. Für das GASCADE-Übertragungssystem sind in der Regel mindestens sechs Fasern bereitzustellen. Den Übergabepunkt der Glasfasern bzw. des Kabels zwischen Netzanschlusspetent und GASCADE legt GASCADE fest.

3.2. Messstellenbetrieb

3.2.1. Prüfung

Sollten Störungen die zu Abweichungen von Messdaten führen, müssen umgehend Maßnahmen zur Behebung dieser Messabweichung eingeleitet werden. Die Maßnahmen müssen mit der zuständigen messtechnischen Abteilung von GASCADE abgestimmt werden. Dies gilt auch für festgestellte Störungen im normalen Betrieb (vgl. DVGW G 482).

Eventuelle abrechnungsrelevante Schritte sind in den Geschäftsbedingungen für den Ein- und Ausspeisevertrag der GASCADE für Wasserstoff in Verbindung mit den Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Anschluss an das Wasserstofftransportnetz der GASCADE geregelt.

Der Betreiber oder Messstellenbetreiber hat die Durchführung der Prüfungen sicherzustellen oder GASCADE deren Durchführung zu ermöglichen. Die Prüfergebnisse sind zwischen den Beteiligten auszutauschen. Die Überprüfung der Messanlage hat regelmäßig zu erfolgen; der Revisionszyklus beträgt mindestens zweimal jährlich.

Für die Überprüfung der Mengenmessung sind geeignete Referenzsysteme einzusetzen. Die

entsprechenden Zertifikate der verwendeten Prüfmittel sind GASCADE auf Verlangen vorzulegen

3.2.2. Messanlage

Die Messgeräte müssen dem allgemein anerkannten Stand der Technik entsprechen; die Konformität ist durch eine zugelassene Stelle nachzuweisen. Betrieb und Instandhaltung haben gemäß den einschlägigen technischen Regelwerken, insbesondere DVGW G495 und G492, zu erfolgen.

Bei Prüfungen der Messanlagen muss gewährleistet sein, dass Prüfdaten die abrechnungsrelevanten Messdaten und nachfolgende Prozesse, u.a. im Prozessleitsystem der GASCADE nicht beeinflussen. Dies kann z.B. erreicht werden durch Einbau von Wartungsschaltern, die vor der Durchführung der Prüfung durch das durchführende Personal gesetzt werden. Die Wartungsschalter sind im Datenmodell zur Datenfernübertragung mit zu berücksichtigen.

3.2.3. Zutritt (Rechte und Pflichten)

GASCADE ist berechtigt, die angeschlossenen Anlagen, insbesondere die GDRM-Anlage sowie sämtliche mess-, regel- und sicherheitstechnischen Einrichtungen, nach vorheriger Abstimmung jederzeit durch eigenes Personal oder beauftragte Dritte zu prüfen bzw. GASCADE-Technik zu entstoren. Vom Netzanschlusspetenten festgestellte Mängel sind unverzüglich und auf dessen eigene Kosten zu beseitigen. Eine Haftung von GASCADE für die Mängelfreiheit, Funktionsfähigkeit oder Sicherheit der Anlagen des Netzanschlusspetenten wird durch die Durchführung oder Unterlassung solcher Prüfungen sowie durch den Anschluss an das Wasserstofftransportnetz ausgeschlossen.

Der Netzanschlusspetent und der Messstellenbetreiber haben GASCADE die sichere, effiziente und ungehinderte Durchführung sämtlicher für den Netzbetrieb erforderlichen Arbeiten zu ermöglichen. Hierzu ist GASCADE jederzeit ein unentgeltlicher Zugang zu allen Leitungen, technischen Einrichtungen, Anlagen und Geräten zu gewähren, die sich im Eigentum von GASCADE befinden oder für Netzbetrieb, Messung, Überwachung oder Netzintegrität relevant sind.

GASCADE ist ferner berechtigt, jederzeit unverzüglich Zutritt zu den Anlagen zu verlangen, soweit Arbeiten an eigenen Anlagenteilen erforderlich sind oder deren Zustand die Sicherheit des Wasserstofftransportnetzes beeinflussen kann. Der Netzanschlusspetent hat sicherzustellen, dass ein solcher Zutritt auch außerhalb der regulären Betriebszeiten unverzüglich möglich ist und die hierfür erforderlichen organisatorischen und technischen Voraussetzungen vorliegen.

Bei Störungen, sicherheitsrelevanten Ereignissen oder sonstigen Netzsituationen, die ein sofortiges Eingreifen erfordern, steht GASCADE ein unmittelbarer und unangekündigter Zutritt zu. Der Netzanschlusspetent hat entsprechende Notfall- und Sicherheitsregelungen sicherzustellen.

4. Anforderungen an Verdichter

Die Verdichteranlage muss hinsichtlich akustischer und mechanischer Schwingungen analysiert werden, um unzulässige Auswirkungen auf die angeschlossene Gascade-Infrastruktur zu vermeiden. Die Analysen sind insbesondere für Kolben- und Schraubenverdichter durchzuführen und haben den gesamten Betriebsbereich, einschließlich Teillast, zu berücksichtigen.

4.1. Technische Anforderungen

Die Bewertung und Auslegung erfolgen gemäß relevanter technischer Regelwerke, z.B.:

Norm / Richtlinie	Inhalt / Relevanz
VDI 3838	Bewertung von Druckpulsationen in Rohrleitungen
DIN ISO 10816-6	Schwingungsbewertung rotierender Maschinen
API 618	Anforderungen an Kolbenverdichter
API 619	Anforderungen an Schraubenverdichter
API 688	Anforderungen an rotierende Maschinen und deren Peripherie

4.1.1. Systemgrenzen

- Die Analyse umfasst on-skid Komponenten (Verdichter, Pulsationsdämpfer, Halterungen) sowie off-skid Anlagen (Rohrleitungen, Armaturen, Aggregate).
- Wechselwirkungen zwischen Verdichter und nachgelagerten Systemen sind zu berücksichtigen.

4.1.2. Simulations- und Messmethoden

- Durchführung von akustischen Simulationen zur Ermittlung von Druckpulsationen und Resonanzen.
- Durchführung von mechanischen Simulationen (FEM, Modalanalyse) zur Identifikation kritischer Eigenfrequenzen.

4.1.3. Betriebsbereiche

- Analyse über den vollständigen Arbeitsbereich des Verdichters, inkl. tiefer Teillastbereiche.
- Berücksichtigung typischer Betriebsfrequenzen.

4.1.4. Pulsationsverhalten

- Die Rohrleitungsführung ist so zu gestalten, dass Pulsationen nicht ungedämpft in die Gascade-Anlage übertragen werden.
- Bei unzulässigen Auswirkungen von Pulsationen auf die Gascade-Infrastruktur sind technische Maßnahmen (z. B. Pulsationsdämpfer, Rohrmodifikationen) vorzusehen.

4.1.5. Anforderungen an die Ergebnisse

- Dokumentation aller relevanten Frequenzbereiche, Amplituden und Resonanzphänomene.
- Bewertung der Schwingungspegel gemäß Normgrenzwerten.
- Vorschläge zur technischen Optimierung bei Grenzwertüberschreitungen.
- Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Auswirkungen auf die Gascade- Infrastruktur.
- Validierung durch Messungen (z.B. mit Drucksensoren, Beschleunigungsaufnehmern und ggf. Laser-Doppler-Vibrometrie).

5. Anforderungen an Wasserstofferzeugungsanlagen

Die eingesetzte Erzeugungstechnologie sowie die Auslegung der Wasserstofferzeugungsanlage sind mit GASCADE abzustimmen.

Die Anlage ist nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den einschlägigen technischen Regelwerken auszulegen, zu errichten und zu betreiben. Dabei ist sicherzustellen, dass die erzeugte Wasserstoffqualität, die Druckverhältnisse sowie die Fahrweise der Anlage den Anforderungen des angeschlossenen Wasserstofftransportnetzes entsprechen.

Die Wasserstofferzeugungsanlage ist so auszulegen, zu betreiben und instand zu halten, dass ein sicherer, netzverträglicher und kontinuierlicher Betrieb gewährleistet ist. Insbesondere sind Auswirkungen auf Netzstabilität, Druckhaltung und Gasbeschaffenheit zu berücksichtigen.

Weitergehende Anforderungen, insbesondere zur technischen Ausgestaltung, Schnittstellen, Fahrweise und Betriebsführung, sind projektbezogen abzustimmen und im jeweiligen Errichtungs- und Netzanschlussvertrag zu regeln.

6. Dokumentation

6.1. GDRM

Für die messtechnische Anlage sind GASCADE spätestens zur Inbetriebnahme eine vollständige und prüffähige technische Dokumentation zu übergeben. Diese umfasst insbesondere R&I-Schemata, DSfG- und Automatisierungsschemata, Geräte- und Systemdatenblätter, technische Spezifikationen, Datenbücher mit aktuellen Parametern sowie

sämtliche Prüf-, Kalibrier- und Zertifikatsnachweise (inkl. Vorprüfungen vor Errichtung und Erstinbetriebnahme). Die Dokumentation ist so bereitzustellen, dass Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung der Anlage nachvollziehbar und regelkonform durchgeführt werden können.

6.2. Anschlussleitung

Gemäß den DVGW-Regelwerken G 463 (A) und G 466-1 (A) ist eine vollständige nachvollziehbare und dauerhaft verfügbare Dokumentation aller Lage, Technik-, Bau- und Prüfdaten bereitzustellen, sodass die Anschlussleitungen über ihren gesamten Lebenszyklus eindeutig identifizierbar, bewertbar und sicher betrieben werden kann.