



Verdichterstationen als Antrieb der Gasversorgungsnetze:

Technische Sicherheit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz im DVGW-Regelwerk

Das über eine halbe Million Kilometer lange deutsche Gasversorgungsnetz ist das Rückgrat einer **zuverlässigen und sicheren Versorgung** mit dem Energieträger Erdgas. Angetrieben wird dieses Transportsystem durch Verdichterstationen, **die das Gas verdichten** und so den erforderlichen Netzdruck aufrechterhalten. Der Beitrag erläutert u. a. die Vorgaben bei der Planung, dem Betrieb und der Wartung der Anlagen **im Kontext des DVGW-Regelwerks** und geht darauf ein, welche Anpassungen ggf. für den Transport erneuerbarer Gase notwendig werden können.

von: Egbert Glas (terranets bw GmbH), Mirco Lehnert (Gasunie Deutschland Transport Services GmbH), Andreas Schrader (DVGW e. V.) & Jürgen Strauß (Open Grid Europe GmbH)

Im Jahr 2017 wurde im insgesamt 537.000 km langen deutschen Gasversorgungsnetz Gas mit einem Energieinhalt von 1.760 Terawattstunden (TWh) transportiert, davon 70 TWh aus inländischer Förderung. 936 TWh wurden davon im Inland verbraucht, wo das Gas überwiegend als Energieträger, aber auch als stofflicher Rohstoff (z. B. in chemischen Produktionsprozessen) genutzt wird. 744 TWh wiederum wurden im Transit durch Deutschland transportiert [1].



Gasverdichterstation im niedersächsischen Embsen

Quelle: Gasunie Deutschland Transport Services GmbH – VDS Embsen

Sie kompensieren den durch Gasentnahme und Strömungsverluste verursachten Druckabfall in den Transportleitungen. Somit sind Verdichterstationen Energieanlagen im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) [2] und integraler Bestandteil von Gashochdruckleitungen im Sinne der Gashochdruckleitungsverordnung (GasHDrLtGV) [3].

Entlang des ca. 39.000 km langen Fernleitungsnetzes werden mit Stand vom 31. Dezember 2017 in Deutschland insgesamt 71 Verdichterstationen mit 233 Verdichtereinheiten mit einer Antriebsleistung von zusammen ca. 2.700 Megawatt (MW) (ISO) betrieben [4]; hierin nicht enthalten sind Verdichteranlagen auf Untertagespeichern sowie Verdichter zur Einspeisung von regenerativ erzeugten Gasen in die Gasversorgungsnetze.¹ Die Verdichterstationen und Einheiten sind so ausgelegt und im Netz angeordnet, dass die Versorgungssicherheit zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist. Betrieb und Instandhaltung in Eigenverantwortung der Betreiber tragen zu einer hohen Verfügbarkeit der Anlagen bei.

Die Betreiber von Verdichterstationen verfügen über ein Managementsystem zur Gewährleistung der technischen Sicherheit [3, 5] ihrer Anlagen, in dem die Betriebsorganisation mit Festlegung von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, Regelungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb und bei

Störungen des Betriebes, zur Überwachung und Dokumentation und zur regelmäßigen Schulung des Personals enthalten sind.

Funktionsweise von Verdichteranlagen

Im Fernleitungsnetz werden bei moderaten Verdichtungsverhältnissen (ca. 1,2 bis 1,5) und großen Transportmengen in der Regel Radialverdichter eingesetzt (Abb. 1) [6]. Zum Antrieb werden überwiegend Verbrennungskraftmaschinen, in der Regel Gasturbinen (Abb. 2), eingesetzt, die ihren Brennstoff direkt aus dem Gasnetz beziehen. Ein Vorteil dieses Antriebskonzeptes ist die Möglichkeit, die Station auch bei Ausfall der externen Spannungsversorgung zu betreiben, wenn ein Notstromaggregat vorhanden ist. Wo diese Anforderung nicht besteht und die entsprechenden Randbedingungen gegeben sind, kommen als Antrieb auch Elektromotoren zum Einsatz. Neben dem eigentlichen Verdichter und seiner Antriebs-einheit sind zum Betrieb diverse Nebensysteme, wie z. B. Gasfilterung, Gaskühlung, Brenngas- bzw. Spannungsversorgung sowie Gasmengenmessung, erforderlich (Abb. 3) [7].

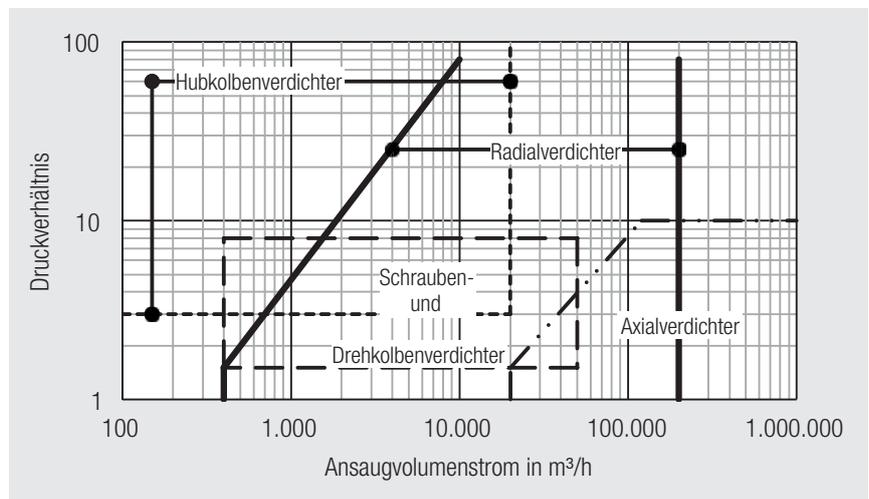
Verdichterstationen werden heute für den unbemannten Betrieb ausgelegt und in der Regel von einer ständig besetzten zentralen Netzsteuerung überwacht. Bei Abweichungen vom zuläs-

Die im Fernleitungsnetz angeordneten Verdichterstationen sind der Antrieb dieses Transportsystems: Sie verdichten das Gas auf den zum Transport erforderlichen Druck und erhalten diesen Druck im Gasversorgungsnetz aufrecht. Eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Verdichtereinheiten stellen die Versorgungssicherheit sicher, hierfür ist die technische Sicherheit der Stationen und Anlagen eine Grundvoraussetzung. Die technischen Mindestanforderungen an Verdichterstationen in der Gasinfrastruktur sind im DVGW-Arbeitsblatt G 497 und der DIN EN 12583 beschrieben, die Bestandteil des DVGW-Regelwerks sind.

Aufgabe und Einordnung in die Gasinfrastruktur in Deutschland

Um Gas von den Einspeisestellen ins deutsche Fernleitungsnetz in Gashochdruckleitungen mit einem Betriebsdruck > 16 bar zu transportieren, werden Gas-Verdichterstationen benötigt.

¹ Anlagen zur Aufbereitung und Einspeisung regenerativ erzeugter Gase werden im DVGW-Arbeitsblatt G 265-1 und den DVGW-Merkblätter G 265-2 und G 265-3 behandelt.



Quelle: [6]

Abb. 1: Übersicht über die Einsatzbereiche verschiedener Verdichterbauarten

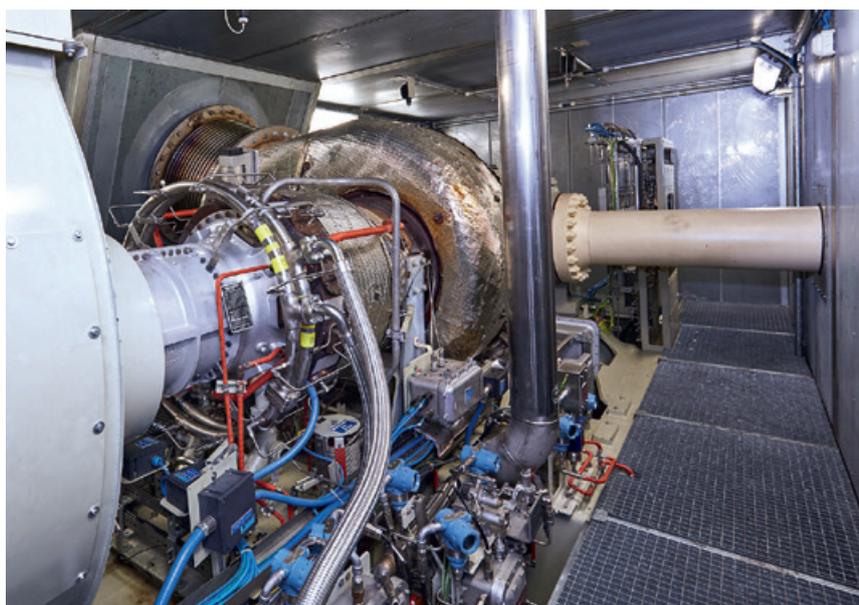


Abb. 2: Gasturbine als Antriebsmaschine einer Verdichtereinheit, Kupplungsleistung ca. 5,2 MW

Quelle: terranets bw GmbH – VDS Scharenstetten

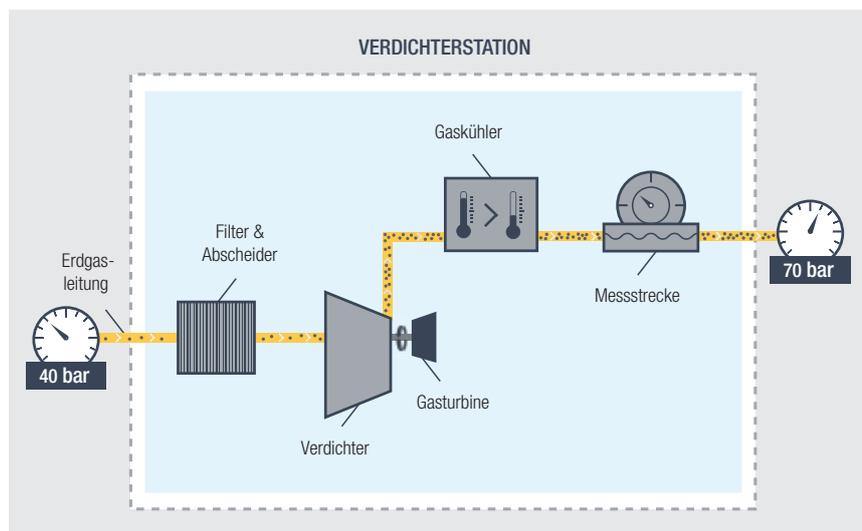


Abb. 3: Funktionseinheiten einer Verdichterstation

Quelle: terranets bw GmbH

sigen Betriebszustand gehen die Anlagen selbstständig in einen zuvor definierten sicheren Zustand. Eine Wiederinbetriebnahme nach Auslösung einer Sicherheitsfunktion darf nur durch Personal vor Ort erfolgen, ein entsprechender Bereitschaftsdienst wird von den Betreibern bereitgehalten.

DVGW-Regelwerk über Verdichterstationen

Die Grundlage für einen sicheren Betrieb von Gasverdichterstationen im Fernleitungsnetz bildet das Regelwerk des DVGW, insbesondere die

DIN EN 12583, Ausgabe 2014 [8] und das DVGW-Arbeitsblatt G 497 [9] in der Ausgabe 02/2019. Die europäische Norm DIN EN 12583 legt dabei die grundlegenden, europaweit gültigen Mindestanforderungen an Verdichterstationen fest. Sie wurde in einer Arbeitsgruppe im CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ erarbeitet, deren Sekretariat beim DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas) liegt. Die Geschäftsführung obliegt damit dem DVGW. Im DVGW-Arbeitsblatt G 497 werden zusätzliche Anforderungen festgelegt, die sich aus nationalen Vorschriften in Deutschland ergeben, z. B. die Prüfung durch Sachver-

ständige nach Gashochdruckleitungsverordnung oder Hilfestellungen bei der Umsetzung von Anforderungen aus dem Arbeitsschutz. Darüber hinaus wurden einzelne technische Anforderungen formuliert, die in Deutschland geübte Praxis sind, aber noch nicht in die europäische Norm aufgenommen wurden. Da das DVGW-Arbeitsblatt auf der europäischen Norm aufbaut, sind beide Dokumente im Zusammenhang zu lesen.

In diesen beiden Regelwerken sind die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung von Verdichterstationen der Gasversorgung mit einem Betriebsdruck von mehr als 16 bar und einer installierten Gesamtkupplungsleistung von mehr als 1 MW festgelegt. Die DIN EN 12583 und das DVGW-Arbeitsblatt G 497 beschreiben den Stand der Technik in Bezug auf die mindestens einzuhaltenden Schutzziele und die zu treffenden technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen für Gasverdichterstationen, die für den jeweiligen Anwendungsfall zu konkretisieren sind. Durch Einhaltung der Anforderungen dieser Regelwerke kann der Betreiber seiner Verpflichtung gemäß Gashochdruckleitungsverordnung, den Stand der Technik zu beachten, nachkommen. Gleichzeitig kann das DVGW-Arbeitsblatt G 497 als Erkenntnisquelle zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen des Arbeitsschutzes genutzt werden.

Planung, Errichtung und Prüfung

Der Betreiber muss bereits bei der Planung im Rahmen einer umfassenden Risiko- und Gefährdungsbetrachtung [10] alle von der Verdichterstation ausgehenden Wechselwirkungen mit Einwirkung auf Mensch, Umwelt und benachbarte Objekte erfassen und die technischen Mindestanforderungen an Errichtung und Betrieb festlegen. Die hieraus abgeleiteten Schutzziele und technischen Maßnahmen sind zu dokumentieren und umzusetzen.

Darüber hinaus ist das Bauvorhaben der zuständigen Behörde gemäß GasHDrLtgV anzuzeigen. In der Regel wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach Bundesimmissionsschutzgesetz [11] die Einhaltung der rechtlichen Anforderungen wie z. B. das Wasserhaushaltsgesetz [12], die TA Lärm [13], TA Luft [14] bzw. der 13. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz [15] geprüft und es werden ggf. detaillierte Auflagen festgelegt. Weiterhin müssen die Komponenten von Verdichteranlagen für ihre Funktion geeignet sein und nach den Anforderungen der jeweils anwendbaren europäischen Richtlinien zur Produktsicherheit, z. B. Maschinenrichtlinie [16, 17] oder Druckgeräterichtlinie [18, 19] ausgelegt, hergestellt und mit Nachweis der Konformität in Verkehr gebracht werden. Die Planung, Herstellung und Prüfung von Rohrleitungen erfolgt nach DVGW-Arbeitsblatt G 496 [20].

Vor der ersten Inbetriebnahme – sowie nach prüfpflichtigen Änderungen – erfolgt eine Prüfung der Anlage durch einen nach Gashochdruckleitungsverordnung behördlich anerkannten Sachverständigen. Gegenstand der Prüfung sind u. a. die Einhaltung der Anforderungen nach DIN EN 12583 und DVGW-Arbeitsblatt G 497, die Dichtheit der Anlage sowie die richtige Auswahl und die Funktion der Schutzeinrichtungen zum Schutz vor unzulässigen Betriebszuständen.

Gasdrücke, Durchflüsse, Temperaturen und andere relevante Betriebsparameter in der Verdichterstation werden im Betrieb automatisch überwacht und geregelt. Eine unzulässige Abweichung von den Grenzwerten wird durch Schutzeinrichtungen sicher verhindert.

Brand- und Explosionsschutz

In Gasverdichterstationen wird brennbares Gas unter hohem Druck gehandhabt. Ein wesentlicher Bestandteil des Schutzkonzeptes ist daher neben der drucktechnischen Integrität der Anlage auch der Brand- und Explosionsschutz. Hierzu ist folgendes sicherzustellen [21]:

- Die Integrität und Dichtheit der gastechnischen Anlage wird durch die Auslegung und die regelmäßige Instandhaltung sichergestellt. Hierdurch wird die Freisetzung von brennbarem Gas im Normalbetrieb sicher verhindert.
- Wo die Freisetzung von Gas prozesstechnisch nicht vollständig vermieden werden kann, z. B. an Wellenabdichtungen, wird das Gas sicher abgeführt.
- Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen eingeteilt und die Betriebsmittel entsprechend ausgewählt und installiert, um die Zündung von explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern [22–24].
- Sofern im Störfall an den Verdichtereinheiten eine Gasfreisetzung erfolgt, wird durch automatisch ansprechende Sicherheitseinrichtungen die technische Lüftung im Aufstellungsraum aktiviert und die Anlage abgesperrt ▶

Energiepolitischer
Dialog 2019

SEKTORENKOPPELND | NACHHALTIG | WIRTSCHAFTLICH Mit Wasserstoff die Energiewende gestalten!

Podiumsteilnehmer:

Prof. Dr. Andreas Pinkwart Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen | **Dr. Felix Christian Matthes** Forschungs-koordinator Energie- und Klimapolitik, Öko-Institut e. V., sowie Mitglied der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ | **Andreas Rimkus** Mitglied des Bundestages sowie Mitglied des Bundestagsausschusses für Wirtschaft und Energie | **Detlev Wösten** Mitglied der Geschäftsführung, H&R GmbH & Co. KGaA, sowie Vorsitzender des Verbandes der Chemischen Industrie e. V. – Landesverband Nord | **Dr. Jörg Bergmann** Sprecher der Geschäftsführung, Open Grid Europe GmbH

SEIEN SIE DABEI:
**5. September
2019**

Erich Brost-Pavillon
auf Zeche Zollverein,
Essen



Melden Sie sich noch heute an!



Quelle: Gasunie Deutschland Transport Services GmbH – VDS Quarntstedt

Abb. 4: Instandhaltungsarbeiten an einer Verdichterstation

und drucklos gemacht, um eine explosionsfähige Atmosphäre zu verhindern.

- Für Arbeiten an gasführenden Anlagenteilen im Rahmen der Instandhaltung werden umfassende organisatorische Schutzmaßnahmen festgelegt.

Die einzelnen Maßnahmen sowie Beispiele zur Zoneneinteilung sind im DVGW-Arbeitsblatt G 497 beschrieben. Die Umsetzung des Schutzkonzeptes für die konkrete Anlage erfolgt auf Basis der nach Gefahrstoffverordnung [25] zu erstellenden und im Explosionsschutzdokument [26] zu dokumentierenden Gefährdungsbeurteilung. Die Explosionssicherheit der Anlage wird entsprechend den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung vor der ersten Inbetriebnahme und wiederkehrend geprüft. Hinzu kommt ein umfassendes Brandschutzkonzept einschließlich der automatischen Erkennung und Bekämpfung von möglichen Bränden in der Anlage, das mit dem Explosionsschutzkonzept abgestimmt ist.

Betrieb und Instandhaltung nach dem Stand der Technik

Die Betriebsmittel, Komponenten und Anlagen werden unter Beachtung der relevanten Vorschriften und Regelwerke, insbesondere der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilungen, sowie der Herstellerangaben instandgehalten

und wiederkehrend geprüft. Dies erfolgt im Rahmen eines umfassenden Instandhaltungskonzeptes der Betreiber. Das hiermit befasste Personal wird regelmäßig geschult und unterwiesen. Dienstleister, die auf Verdichterstationen tätig werden, müssen ihre Qualifikation zuvor nachgewiesen haben.

Das Sicherheitskonzept der Verdichterstationen wird vom Betreiber entsprechend den Festlegungen im Managementkonzept wiederkehrend und im Fall von Änderungen bzw. Erweiterungen der Stationen überprüft und ggf. angepasst. Hierbei werden u. a. folgende Erkenntnisse einbezogen:

- betriebliche Ereignisse und Erfahrungen,
- Änderungen an der Anlage und mögliche Wechselwirkungen innerhalb und mit verbundenen Anlagen,
- Änderungen in der Umgebung, z. B. Bebauung, und
- Änderungen zum Stand der Technik.

Nutzung der Gasinfrastruktur für erneuerbare Gase

Abgesehen von Biomethan aus fermentativ erzeugtem Biogas, das 2017 mit 9,7 TWh [1] ca. 0,6 Prozent der transportierten Gasmenge ausmacht, wird in der Gasinfrastruktur in Deutschland derzeit fast ausschließlich Erdgas transportiert. Zukünftig wird die Gas-

infrastruktur jedoch auch dazu genutzt werden, um regenerativ erzeugte Energiegase zu transportieren. Hierbei wird insbesondere Wasserstoff als CO₂-freier Energieträger eine zentrale Rolle spielen. Der DVGW hat die diesbezüglichen Ziele klar formuliert und wird sie entsprechend im DVGW-Regelwerk abbilden.

Von einer Änderung der Gasbeschaffenheit durch eine Zumischung von Wasserstoff in das Erdgas sind die Verdichteranlagen in besonderem Maße betroffen, da sie hierfür überprüft und angepasst werden müssen [27, 28]. Bei der Planung neu zu errichtender Verdichterstationen sollten die erforderlichen Anpassungen daher von vornherein berücksichtigt werden.

Das DVGW-Regelwerk – einschließlich der europäischen Normen – ist alle fünf Jahre auf Aktualität zu prüfen [29, 30]. Bei gegebenem Anlass kann eine Fortschreibung des Regelwerks auch früher begonnen werden.

Die europäische Norm DIN EN 12583 wird derzeit überarbeitet, um die spezifischen Anforderungen an Verdichterstationen, die sich aus der Einspeisung von Wasserstoff in Gasversorgungsnetze ergeben, aufzunehmen. Das bestehende Sicherheitskonzept für Verdichterstationen in Gasfernleitungen hat dabei auch für wasserstoffreiche Gase grundsätzlich Bestand. Bei der Auslegung der Anlagen sind jedoch u. a. folgende Punkte zu beachten:

- Für drucktragende Bauteile sind Werkstoffe einzusetzen, die unempfindlich gegen Wasserstoffversprödung sind.
- Der Verdichter muss für das zu transportierende Erdgas-Wasserstoff-Gemisch in Hinblick auf die Dichte und die erforderliche Antriebsenergie ausgelegt sein.
- Die gasbetriebene Antriebsmaschine muss für das verfügbare Erdgas-Wasserstoff-Gemisch ausgelegt sein.
- Die Gasbeschaffenheitsmessung muss die Gaskomponenten vollumfänglich erfassen können.

- In Hinblick auf den Explosionschutz sind Gaswarneinrichtungen, -detektoren und Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen entsprechend zu wählen und organisatorische Maßnahmen entsprechend anzupassen [31].

Anlagen im Bestand sind bei einer Änderung der Gasbeschaffenheit durch Zumischung von Wasserstoff entsprechend den genannten Anforderungen zu überprüfen. ■

Literatur

[1] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen / Bundeskartellamt: „Monitoringbericht 2018“. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB Stand: 8. Februar 2019.

[2] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) vom 7. Juli 2005.

[3] Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungen – GASHDrLtgV) vom 18. Mai 2011.

[4] Netzentwicklungsplan Gas 2018-2028, FNB Gas, Berlin, 20.03.2019.

[5] DVGW-Arbeitsblatt G 1000, Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas (Gasversorgungsanlagen).

[6] Lendt, B.; Cerbe, G.: Grundlagen der Gastechnik: Gasbeschaffung – Gasverteilung – Gasverwendung, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG; 8. Auflage 2016.

[7] Homann, K., Hüwener, T., Klocke, B., Wernekinck, U.: Handbuch der Gasversorgungstechnik: Logistik – Infrastruktur – Lösungen. Vulkan-Verlag GmbH, 2016.

[8] DIN EN 12583, Gasversorgungssysteme – Gas-Verdichterstationen – Funktionale Anforderungen, Juli 2014.

[9] DVGW-Arbeitsblatt G 497, Verdichterstationen, Februar 2019.

[10] DVGW-Merkblatt G 1001, Sicherheit in der Gasversorgung: Risikomanagement von gastech-nischen Infrastrukturen im Normalbetrieb, März 2015.

[11] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG).

[12] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG).

[13] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm).

[14] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft).

[15] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen – 13. BImSchV).

[16] Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen.

[17] Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. ProdSV).

[18] Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt.

[19] Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. ProdSV).

[20] DVGW-Arbeitsblatt G 496, Rohrleitungen in Verdichter- und Expansionsanlagen, Januar 2008.

[21] Faber, W.; Seemann, A., Schrader, A.: Anforderungen zum Explosionsschutz nach GefStoffV und BetrSichV für Gasanlagen – neue Rechtslage ab 1. Juni 2015; GWF – Gas I Erdgas 156 (2015) Nr. 6, S. 264–271.

[22] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebs-sicherheitsverordnung – BetrSichV).

[23] Richtlinie 2014/34/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsge-fährdeten Bereichen.

[24] Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV)

[25] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)

[26] DVGW-Merkblatt G 440, Explosionsschutzdokument für Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas, April 2012.

[27] Weidner, E., Honselaar M., Ortiz Cebolla, R., Gindroz, B., de Jong, F.: CEN – CENELC Sector Forum Energy Management / Working Group Hydrogen Final Report; EUR 27641 EN; 10.2790/66386, European Union 2016.

[28] Müller-Syring, S., Henel, M., Poltrum, M., Wehling, A., Dannenberg, E., Gladien, J., Stötzel, M., Möhrke, F., Ortloff, F., Fratz, F.: Transformationspfade zur Treibhausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher nach COP 21; Abschlussbericht G 201624 2018-11.

[29] DVGW-Geschäftsordnung GW 100, Tätigkeit der DVGW-Fachgremien und Ausarbeitung des DVGW-Regelwerkes, Februar 2016.

[30] CEN/CENELEC-Geschäftsordnung Teil 2, Gemeinsame Regeln für die Normungsarbeit, Februar 2017.

[31] Schröder, V., Askar, E., Tashqin, T., Karim Habib, A.: Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen; Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 2539, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 2016.

Die Autoren

Egbert Glas ist Leiter der Betriebsanlage Ost im Bereich Netzdienste der terranets bw GmbH.

Mirco Lehnert ist Leiter der Region Nord bei der Gasunie Deutschland Technical Services GmbH.

Andreas Schrader ist Leiter Gasinfrastruktur in der Einheit Gastechnologien und Energiesysteme der DVGW-Haupt-geschäftsstelle.

Jürgen Strauß ist Leiter Prozess- und Rohrleitungstechnik in der Einheit Anlagentechnik der Open Grid Europe GmbH.

Kontakt:

Andreas Schrader
DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Str. 1–3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9188-982
E-Mail: schrader@dvwg.de
Internet: www.dvgw.de



Die SHT, Sanitär- und Heizungstechnik Ausgabe 7-2019, enthält Beiträge zu den Themen Sanitär-, Heizungs- sowie Lüftungstechnik und stellt Referenzobjekte sowie neue Produkte und Normen aus diesen Bereichen vor. Lesen Sie darüber hinaus u.a. mehr zu den Themen:

- **European Installation Award 2019**
Zwei-Kanal-VRF im Einfamilienhaus
- **Energieversorgung**
Deutschlands erste energieautarke Gemeinde
- **Betriebsführung**
Angebotspreise verhandeln

Weitere Nachrichten, Termine und Informationen unter www.sht-online.de.
Kostenloses Probeheft unter vertrieb@krammerag.de.