

Sicherheitsstudie

**zur Erneuerung der Erdgastransportleitung
EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH**

**TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG**

**Inspektionsstelle für
Gashochdruckleitungen**

Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg

www.tuev-nord.de



Für Rückfragen:	
Tel.:	+49-(0) 201 825 2677
Fax:	+49-(0) 201 825 2858
Geschäfts-Nr.:	SEI-112/18
Auftrags-Nr.:	811 550 4204
Kurzzeichen:	EI

Gashochdruckleitung: Erdgastransportleitung EGL 442, DN 400 / 500, DP 84

Auftraggeber: Ferngas Netzgesellschaft mbH, Reichswaldstraße 52,
90571 Schwaig bei Nürnberg

Erstellt am: 26.04.2018

Umfang: 53 Seiten und 1 Anhang (9 Seiten)

Inhalt

1.	Einführung	4
1.1	Trassenverlauf	6
2.	Grundlagen und Unterlagen für die Sicherheitsstudie	7
3.	Allgemeine Betrachtungen zur Sicherheit von Erdgastransportleitungen in Deutschland und Europa.....	9
3.1	Erdgastransportleitungen in Deutschland und Europa	10
3.2.	Sicherheit von Erdgastransportleitungen.....	11
3.2.1	Schadensstatistiken der EIG und des DVGW.....	11
3.2.2	BAM-Forschungsbericht 285.....	16
3.2.3	DVGW-Stellungnahme aus 2011	17
3.3	Sicherheitsphilosophien: Deterministik – Probabilistik.....	18
3.3.1	Deterministik.....	19
3.3.2	Probabilistik	21
3.4	Sicherheitsphilosophie in Deutschland.....	22
3.5	Kritische Infrastrukturen	23
4.	Gesetzliche Grundlagen	26
4.1	Energiewirtschaftsgesetz – EnWG –.....	26
4.2	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung – UVPG –	27
4.3	Verordnung über Gashochdruckleitungen.....	28
4.4	Technische Regeln	29
5.	Anwendung der Vorschriften auf die EGL 442	30
5.1	Genehmigungsverfahren.....	30
5.2	Technische Grundsätze für die EGL 442	31
5.2.1	Planung, Trassenführung, Schutzstreifen	31
5.2.1.1	Schutz der bestehenden Leitung.....	32
5.2.1.2	Schutzstreifen.....	33
5.2.1.3	Kreuzung und Parallelführung.....	34
5.2.1.4	Abstand zu Windenergieanlagen	34
5.2.1.5	Baugrunduntersuchung, Auftriebssicherung.....	35
5.2.1.6	Erdbebengefährdung	36
5.2.2	Konstruktion, Rohrmaterial, Berechnung, Prüfung, Sicherheitseinrichtungen, Korrosionsschutz	37
5.2.2.1	Konstruktion und Sicherheitseinrichtungen	37

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

5.2.2.2	Rohrmaterial, Berechnung, Prüfung	38
5.2.2.3	Korrosionsschutz	40
5.2.3	Bauausführung – Rohrdeckung, Schweißnähte, Dokumentation, Prüfungen, Kennzeichnung	42
5.2.4	Druckprüfung	43
5.2.5	Betrieb und Instandhaltung	44
5.2.6	Ingegrität.....	45
5.3	Schadensfallbetrachtung.....	45
5.4	Systematische Gefahrenbetrachtung	48
5.5	Alarm- und Gefahrenabwehrplanung	50
6.	Fazit.....	51
7.	Abkürzungen.....	53

Anhang 1: Systematische Gefahrenbetrachtung

1. Einführung

Die Ferngas Netzgesellschaft betreibt in den Netzgebieten Nordbayern und Thüringen-Sachsen insgesamt ca. 3.100 km Erdgastransport- und -verteilungsleitungen. Von den ca. 3.100 km Gasleitungen entfallen etwa 2.040 km auf das Netzgebiet Nordbayern und etwa 1.050 km auf das Netzgebiet Thüringen-Sachsen.

Zur Erhaltung und Erhöhung der Versorgungssicherheit im Netzgebiet Thüringen-Sachsen plant die Ferngas Netzgesellschaft die Erneuerung der bestehenden Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500 zwischen den Stationen Limbach in Thüringen und Niederhohndorf bei Zwickau in Sachsen auf einer Länge von insgesamt ca. 130 km. Dabei wird der Abschnitt von Limbach bis Oberwellenborn in Nennweite DN 400 und der Abschnitt von Oberwellenborn bis Niederhohndorf in Nennweite DN 500 verlegt. Dies entspricht weitestgehend den Durchmessern der bestehenden Leitung.

Im Zuge der Erneuerung der Hauptleitung sollen auch alle Anschlussleitungen mit Ausnahme der Anschlussleitungen 442.04 (Linda / Moderwitz), 442.28 (Pausa-Mühltruff) und 442.31 (Greiz) sowie die Armaturenstationen erneuert werden. Armaturenstationen werden teilweise fernbedienbar ausgerüstet. Die Gesamtlänge der zu erneuernden Anschlussleitungen beträgt ca. 6 km. Die Nennweiten der Anschlussleitungen betragen zwischen DN 100 und DN 150. Zusätzlich werden an den Standorten Limbach, Oberwellenborn und Niederhohndorf neue Molchstationen errichtet.

Die Erneuerung der EGL 442 und der Anschlussleitungen erfolgt im Wesentlichen in den bestehenden Trassen. Ein Raumordnungsverfahren war daher nicht erforderlich. An einigen wenigen Stellen sind Umtrassierungen aufgrund naturschutzrechtlicher Aspekte oder aufgrund örtlicher Verhältnisse erforderlich. Die Gesamtlänge der Umtrassierungen beträgt etwa 6.300 m und ist auf 5 Stellen beschränkt. Die maximale Länge der einzelnen Umtrassierung beträgt 2.000 m.

Das Planfeststellungsverfahren für die geplante Maßnahme soll im Frühjahr 2018 begonnen werden und nach etwa 12 Monaten abgeschlossen sein. Die Errichtung der Gashochdruckleitungen soll abschnittsweise im Zeitraum Frühjahr 2019 bis Ende 2023 erfolgen. Pro Jahr ist die Erneuerung von ca. 20 bis 30 km Rohrleitung geplant. Die Inbetriebnahme der erneuerten Leitungsabschnitte erfolgt jeweils zunächst mit dem derzeitigen Betriebsdruck von 25 bar. Später ist eine Erhöhung des Betriebsdrucks auf 84 bar vorgesehen. Hierzu müssen jedoch über die Erneuerung der EGL 442 hinaus noch weitere Bauteile, Leitungen und Stationen ausgetauscht werden.

Die Ferngas Netzgesellschaft mbH hat die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG in Essen mit der Erstellung einer Sicherheitsstudie zu dem beschriebenen Vorhaben beauftragt.

Inhalt dieser Studie ist ausschließlich die Betrachtung der Sicherheit bestehender Erdgastransportleitungen in Europa sowie der Gashochdruckleitung EGL 442 hinsichtlich der Planung, der Bauausführung und des Betriebs. Auswirkungen im Rahmen der Bauphase auf die Schutzgüter Mensch, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Klima / Luft, Landschaft sowie Kultur- und Sachgüter sind nicht Gegenstand dieser Studie.

Die Studie wurde von den Sachverständigen des TÜV NORD, Herrn Dipl.-Ing, Christian Engel und Frau Dr. Vera van Wasen, erstellt. Herr Engel ist anerkannter Sachverständiger gemäß §12 der Verordnung über Gashochdruckleitungen. Frau Dr. van Wasen ist bekanntgegebene Sachverständige zur Durchführung sicherheitstechnischer Prüfungen gemäß § 29a BImSchG (Bundes-Immissionsschutzgesetz).

Die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG ist akkreditierte Inspektionsstelle für Gashochdruckleitungen (Akkreditierungs-Nummer D-IS-11074-04).

1.1 Trassenverlauf

Der Verlauf der Leitungstrasse der EGL 442 beginnt am Ortsrand von Limbach in Thüringen und führt durch Nadelwälder und entlang von Siedlungsrändern sowie über Acker und Grünlandflächen in nordöstlicher Richtung über Neuhaus am Rennweg, Schmiedefeld und Saalfelder Höhe bis Oberwellenborn.

Ab Oberwellenborn verläuft die Leitungstrasse vorwiegend in östlicher Richtung hauptsächlich durch Agrarflächen und Nadelwälder sowie an Randbereichen von Siedlungen über Ranis, Mossbach, Zeulenroda, Greiz und Werdau bis nach Niederhohndorf.

Die Leitung verläuft in Thüringen durch die Landkreise Sonneberg, Saalfeld-Rudolstadt, Saale-Orla-Kreise und Greiz sowie in Sachsen durch die Landkreise Vogtlandkreis und Zwickau.

Die endgültige Festlegung der Trassenführung erfolgt erst in den Planfeststellungsverfahren. Als Sonderbauwerke werden die größeren Gewässer Saale bei Föckersdorf, Talsperre Zeulenroda (Vorsperre) und Weiße Elster zwischen Greiz und Neumühle sowie die Bundesautobahn A9 bei Mossbach, die Bundesstraßen B 281 (5 mal), B94 (zweimal) und B 92, sowie diverse Bahnstrecken, Fremdleitungen und andere Infrastrukturen gekreuzt.

Die Erdgastransportleitung wird nach Durchführung der Maßnahme über insgesamt 21 Armaturenstationen zur Absperrung der Leitung verfügen. Die Standorte der Armaturenstationen befinden sich an folgenden Orten:

Station	Station [km]	Abstand [km]	Abstand [km]
Limbach (M)	0,0		
Neuhaus	7,050	7,050	
Ernstthal	9,438	2,388	
Schmiedefeld (M)	15,501	6,063	15,501
Reichmannsdorf	19,988	4,487	
Eyba (M)	28,739	8,751	13,238
Kamsdorf	40,949	12,210	

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

Station	Station [km]	Abstand [km]	Abstand [km]
Oberwellenborn (M)	44,649	3,700	15,910
Ranis	52,387	7,738	
Peuschen (M)	56,645	4,258	11,996
Linda	67,388	10,743	
Moßbach	70,767	3,379	
Chursdorf (M)	73,848	3,081	17,203
Zeulenroda (M)	83,911	10,063	10,063
Pöllwitz	87,738	3,827	
Daßlitz (M)	97,592	9,854	13,681
Waldhaus (M)	106,603	9,011	9,011
Reudnitz	108,927	2,324	
Leubnitz (M)	116,109	7,182	9,506
Königswalde	121,148	5,039	
Niederhohndorf (M)	125,384	4,236	9,275

Motorbetriebe und fernsteuerbare Absperrarmaturen sind mit einem (M) gekennzeichnet. Alle anderen Absperrarmaturen sind handbetriebe Absperrarmaturen. Bisher waren alle Absperrarmaturen handbetrieben. In Zukunft verfügt die EGL 442 über insgesamt 11 motorbetriebe fernsteuerbare Absperrarmaturen, was die Sicherheit erheblich verbessert.

2. Grundlagen und Unterlagen für die Sicherheitsstudie

Die vorliegende Sicherheitsstudie basiert auf den folgenden Unterlagen:

- /1/ Unterlagen zum Scopingtermin für die Neuverlegung der EGL 442 Limbach – Zwickau der Ferngas Netzgesellschaft mbH
- /2/ 8th EGIG-report 1970-2010 „Gas Pipeline Incidents“
Doc. Number EGIG 11.R.0402 von Dezember 2011
- /3/ Konersmann, R.; Kühl, Ch.; Ludwig, J.: Zu den Risiken des Transports flüssiger und gasförmiger Energieträger in Pipelines. BAM – Bundesanstalt für Materialforschung, Forschungsbericht Nr. 285, Berlin 2009

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

- /4/ Energiewirtschaftsgesetz – EnWG – vom 07.07.2005, zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 6 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
- /5/ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.02.2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 14 b des Gesetzes vom 8. September 2017 (BGBl. I S. 3370) geändert worden ist
- /6/ Verordnung über Gashochdruckleitungen (GasHDrLtgV) vom 18.05.2011 zuletzt geändert am 29.03.2017 (BGBl. I S. 626)
- /7/ DVGW-Arbeitsblatt G 463, Ausgabe Juli 2016
Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar ; Errichtung
- /8/ DVGW-Arbeitsblatt G 469, Ausgabe Juni 2010
Druckprüfverfahren Gastransport / Gasverteilung
- /9/ DVGW-Arbeitsblatt GW 350, Ausgabe Juni 2015
Schweißverbindungen an Rohrleitungen aus Stahl in der Gas- und Wasserversorgung – Herstellung, Prüfung und Bewertung
- /10/ VdTÜV-Merkblatt Rohrleitungen 1060 – Richtlinien für die Durchführung des Stress-tests, Ausgabe 02.2007
- /11/ DIN EN 1594, Ausgabe Dezember 2013
Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen für einen maximalen Betriebsdruck über 16 bar, Funktionale Anforderungen
- /12/ Comparative Assessment of Natural Gas Accident Risks
Peter Burgherr und Stefan Hirschberg, Paul Scherrer Institut, Januar 2005
- /13/ Angaben des DVGW über Schäden und Unfälle

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

- /14/ 9th EGIG-report 1970-2013 „Gas Pipeline Incidents“
Doc. Number EGIG 14.R.0403 von Februar 2015
- /15/ DVGW-Stellungnahme – Sicherheit von Gasfernleitungen – das Technische Regelwerk im Licht der aktuellen Rechtsprechung vom 29.11.2011
- /16/ Beurteilung der Gefährdung von eingeardeteten Gashochdruckleitungen durch Erdbeben in deutschen Erdbebengebieten, 3R 5/2012
- /17/ AfR 06: Verfahren zur Ermittlung der Sicherheit von Rohrfernleitungen -
Ein Vergleich zwischen deterministischem und probabilistischem Ansatz
September 2012
- /18/ Beschluss des OVG Lüneburg vom 29.06.2011 zum Sicherheitsabstand bei der
Verlegung von Gasfernleitungen – 7 MS 72/11 -
- /19/ 3 Beschlüsse des Verwaltungsgerichts Stuttgart vom 29.03.2012 zur Ethylen-Pipeline-Süddeutschland (EPS)
- /20/ Beschluss des Bund-Länder-Ausschusses Gas zur Sicherheit von Gasfernleitungen

Die in Vor-Ort Terminen sowie per e-mail erhaltenen Informationen und Unterlagen wurden in die Sicherheitsstudie einbezogen.

3. Allgemeine Betrachtungen zur Sicherheit von Erdgastransportleitungen in Deutschland und Europa

Mit Erdgastransportleitungen können große Energiemengen sicher, umweltschonend und wirtschaftlich über lange Strecken transportiert werden. Strenge gesetzliche und behördliche Auflagen für die Trassierung und die Bauausführung gewähr-

leisten den Landschaftsschutz und reduzieren den Eingriff in die Natur auf das notwendige Mindestmaß. Hohe Sicherheitsanforderungen an Konstruktion, Bau und Betrieb sowie regelmäßige Kontrollen mit modernster Technik sorgen dauerhaft für den hohen Sicherheitsstandard dieser Transportsysteme.

Der hohe Sicherheitsstandard von Pipelines wird durch den Vergleich mit anderen alternativen Transportmitteln wie Straßentankwagen, Eisenbahnen und Schiffen deutlich. Bei diesem Vergleich schneiden Pipelines bei der Anzahl der Unfälle mit großem Abstand am besten ab. So ist gemäß den Angaben des statistischen Bundesamts aus dem Jahr 2013 die Zahl der Unfälle beim Eisenbahntransport um den Faktor 9 größer, beim Schiffstransport etwa um den Faktor 40 und beim Tankwagentransport sogar um den Faktor 790 größer als beim Transport über die Pipeline. Bezieht man die Anzahl der Unfälle auf die tatsächlich transportierte Menge, so wird dieses Verhältnis noch deutlicher.

3.1 Erdgastransportleitungen in Deutschland und Europa

Für den leitungsgebundenen Erdgastransport liegen jahrzehntelange Erfahrungen vor, die ersten Gastransportleitungen wurden bereits in den 1930er Jahren verlegt. Die langjährigen Erfahrungen über die Eigenschaften und das Verhalten von Gastransportleitungen sind in die aktuell geltenden Regelwerke für die Konstruktion, den Bau und den Betrieb von Erdgastransportleitungen eingeflossen.

Die Gesamtlänge der europäischen Hochdruck-Gastransportleitungen beträgt zur Zeit ca. 200.000 km. In Deutschland beträgt die Länge des Erdgastransportnetzes aktuell ca. 40.000 km. Die Tendenz ist seit Jahren konstant steigend.

Technisch sind für Gashochdruckleitungen Rohrleitungsdurchmesser bis Nennweite 1400 (140 cm) mit maximalen Betriebsüberdrücken bis 100 bar realisierbar. Der maximale Betriebsüberdruck von Leitungen und Anlagen zur Speicherung von Erdgas in Kavernen beträgt sogar mehr als 200 bar.

3.2. Sicherheit von Erdgastransportleitungen

3.2.1 Schadensstatistiken der EGIG und des DVGW

Dass der Erdgastransport mittels Erdgastransportleitungen sehr sicher ist, wird durch die Schadensstatistiken der EGIG (European Gas Pipeline Incident Group) sowie des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) seit Anfang der 70er Jahre belegt.

In der EGIG werden regelmäßig Daten von 15 großen Europäischen Gasnetzgesellschaften mit einem Pipelinenetz von insgesamt mehr als 143.000 km Länge gesammelt und ausgewertet. Es werden unabhängig von der Leckgröße alle Schäden mit Gasaustritt erfasst.

Beim DVGW werden darüber hinaus sämtliche Schäden ausgewertet, die bei Transport, Verteilung und Nutzung von Erdgas an den Anlagenteilen der Gasversorger in Deutschland entstehen. Bei der DVGW-Statistik /13/ wird deutlich, dass im Bereich der Transportleitungen mit Betriebsdrücken über 4 bar die wenigsten Unfälle auftreten.

Im Folgenden wird der aktuelle 9. EGIG-Report /14/ hinsichtlich der Unfallhäufigkeiten, der Unfallursachen, der Leckgrößen und der Einflussgrößen auf die Unfallhäufigkeit zusammengefasst.

➤ Schadenshäufigkeit

- Die relative Schadenshäufigkeit (pro 1.000 km Pipeline und Jahr) ist seit Beginn der Auswertung stetig gesunken und beträgt für den Zeitraum 2009-2013 nur noch ungefähr ein Fünftel des Mittelwertes von 1970-1974
- Der gleitende 5-Jahres-Mittelwert der Schadenshäufigkeit beträgt aktuell 0,16 Schäden pro 1.000 km Pipeline und Jahr.

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

- Im letzten Berichtsjahreszeitraum (2011 bis 2013) sind an den insgesamt betrachteten 143.727 km Gashochdruckleitungen 60 Schadensfälle mit Gasaustritt aufgetreten, wobei keine Angaben über die Menge des ausgeströmten Erdgases gemacht werden.

Einzelheiten sind der folgenden Grafik zu entnehmen.

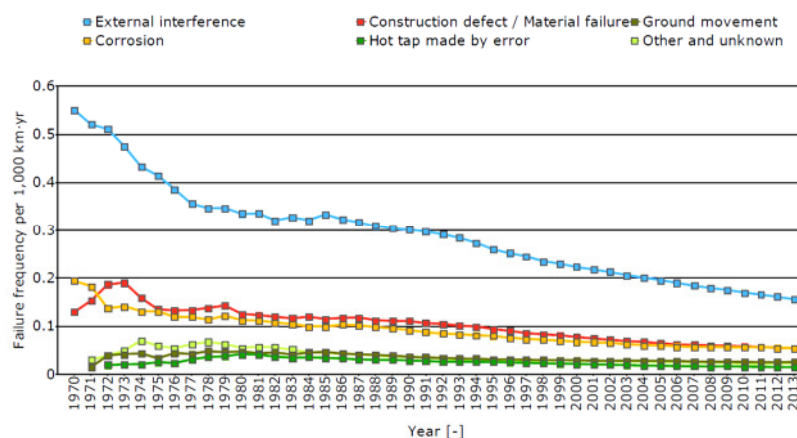


Abb. 1: Entwicklung der Schadenshäufigkeit bei Erdgastransportleitungen /14/

➤ Schadensursachen

- Die Hauptursachen für Schäden sind mit 28 % die Einwirkung von außen und mit 26 % Korrosionsschäden. Beschädigungen durch Einwirkung von außen führen laut EGI-Report meist zu Schäden mit größeren Auswirkungen während Korrosionsschäden meist nur geringe Auswirkungen haben.
- Als weitere Schadensursachen sind mit zusammen ca. 32% aller Schäden Bodenbewegungen und Konstruktionsfehler / Materialversagen zu nennen. Die beiden anderen Schadensursachen spielen bezüglich der Schadenshäufigkeit mit zusammen ca. 14 % der Schäden eine eher untergeordnete Rolle.

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

- Der generelle Rückgang der Schadenshäufigkeit resultiert wesentlich aus dem überproportional starken Rückgang der häufigsten Schadensursache „Äußere Einwirkung“, allerdings weisen auch die übrigen Schadensursachen eine stetig fallende Tendenz auf.

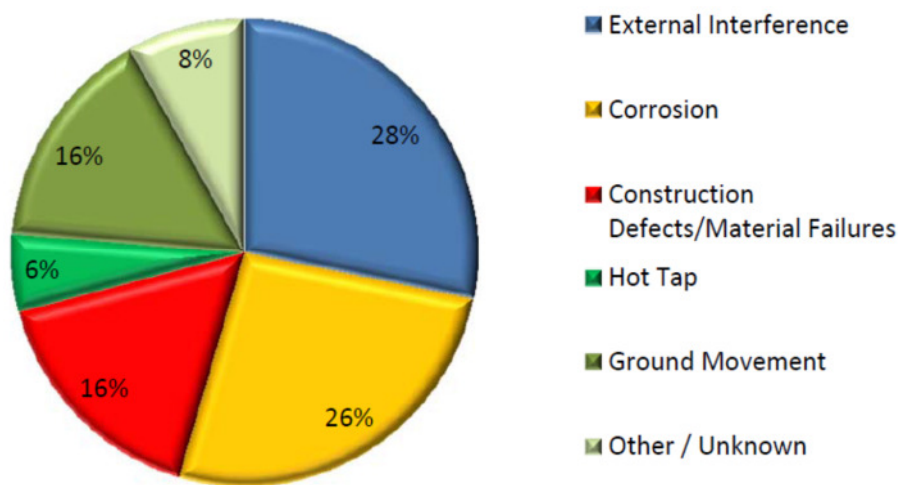


Abb. 2: Verteilung der Schadensursachen bei Erdgastransportleitungen /14/

➤ Leckgrößen

- Größere Schäden (Löcher > 2 cm Durchmesser und Leitungsbruch) sind nahezu ausschließlich auf die Unfallursachen „Äußere Einwirkung“, „Konstruktionsfehler/ Materialversagen“ und „Erdbewegung“ beschränkt, die anderen Schadensursachen führen meist zu kleineren Leckagen mit entsprechend geringeren Auswirkungen.

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

➤ Einflüsse auf die Schadenshäufigkeit

Die Schadenshäufigkeiten sind nicht für alle Erdgasleitungen gleich groß. Der EGIG-Report enthält statistische Auswertungen darüber, welche Größen einen signifikanten Einfluss auf die Schadenshäufigkeit haben. Maßgebliche Einflussgrößen für die Schadenshäufigkeit sind insbesondere der Rohrdurchmesser, die Rohrwanddicke und die Erdüberdeckung.

- Die Schadenshäufigkeit für die Ursache „Äußere Einwirkung“ sinkt exponentiell mit dem Leitungsdurchmesser. Große Leitungen mit entsprechend größeren Wanddicken werden sehr viel seltener durch äußere Einwirkungen beschädigt als kleine Leitungen mit geringer Wanddicke.

So haben Leitungen mit einem Durchmesser von z.B. 508 mm (DN 500 / 20“) eine um den Faktor 10 geringere Unfallhäufigkeit als kleineren Leitungen mit einem Durchmesser von z.B. 114 mm (DN 100 / 4“).

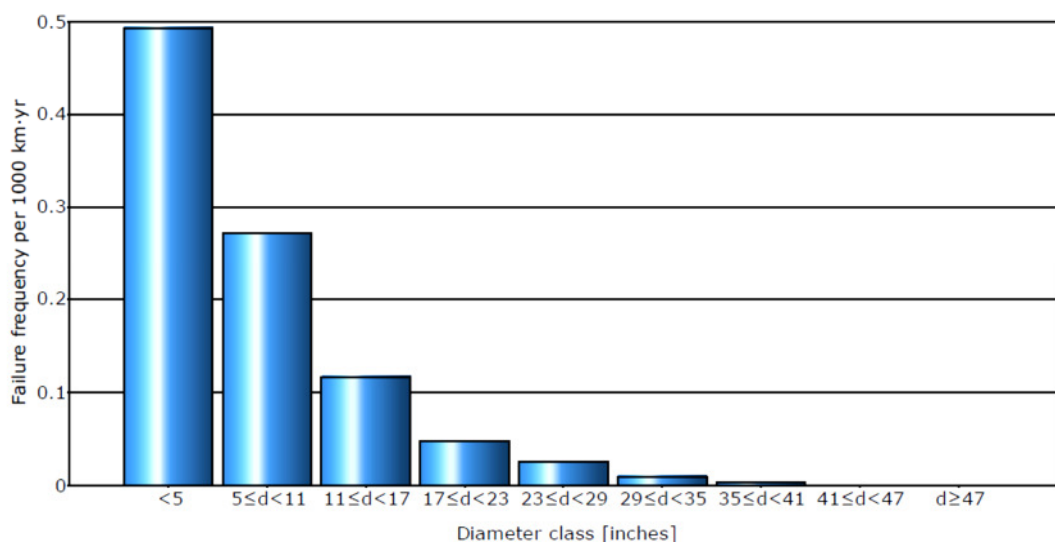


Abb. 3: Einfluss des Leitungsdurchmessers /14/

- Eine weitere wesentliche Einflussgröße hinsichtlich des Auftretens von Leckagen durch äußere Einwirkungen aber auch durch Korrosion ist die Wanddicke der Leitung. Bei Wanddicken zwischen 5 und 10 mm ist die

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung durch äußere Einwirkung um den Faktor 4 kleiner als bei Wanddicken bis 5 mm.

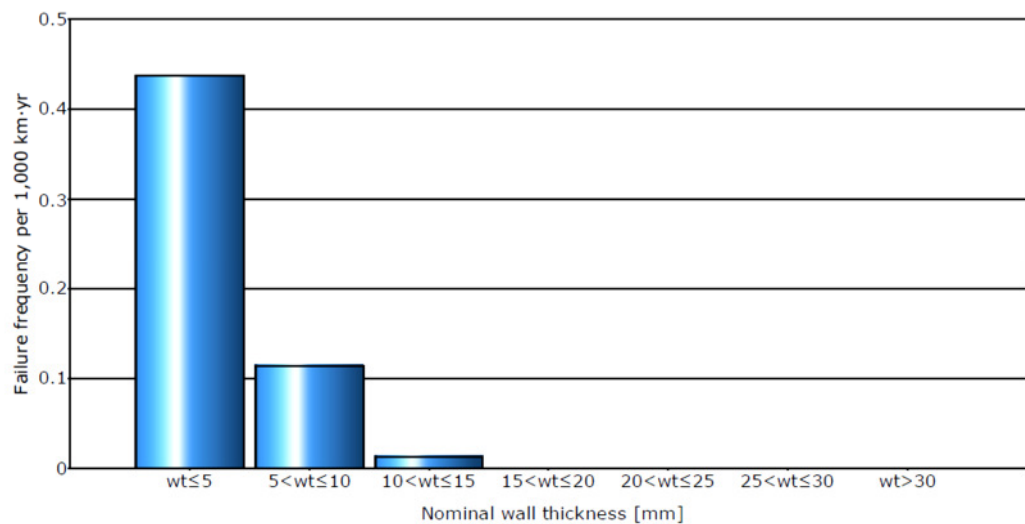


Abb. 4: Einfluss der Wanddicke /14/

- Auch die Erdüberdeckung hat einen signifikanten Einfluss auf die Beschädigung durch äußere Einwirkungen. Etwa 70% der durch äußere Einwirkungen beschädigten Leitungen hatte eine Erddeckung von weniger als 80 cm. Leitungen mit einer Erddeckung zwischen 0,8 m und 1 m haben eine um den Faktor 4 geringere Unfallhäufigkeit als Leitungen mit einer Erddeckung weniger als 80 cm. Eine weitere Erhöhung der Erdüberdeckung über 1 m hinaus erhöht nach Meinung von Experten die Sicherheit gegen Beschädigungen durch äußere Einwirkungen maßgeblich.

Unter Berücksichtigung der Auslegungsdaten der EGL 442 mit einem Außendurchmesser von 406,4 mm (DN 400 / 16“) und einer Mindestwanddicke von 8,0 mm bzw. einem Außendurchmesser von 508,0 mm (DN 500 / 20“) und einer Mindestwanddicke von 10 mm sowie einer Regelüberdeckung von mindestens 1,2 m ist die Gashochdruckleitung gegen die Schadensursache „Beschädigung durch äußere Einwirkungen“ gut geschützt. Als zusätzliche Maßnahme gegen Beschädigungen

durch Dritte wird auf der gesamten Leitungslänge etwa 30 cm oberhalb der Rohrleitung ein Trassenwarnband mit verlegt, welches Baggerführer bei nicht angemeldeten Tiefbauarbeiten vor weiterem Graben warnen kann. Eine Beschädigung mit Gasaustritt ist trotz der ergriffenen Schutzmaßnahmen nicht mit 100% iger Sicherheit auszuschließen. Es sind daher von allen Fernleitungsbetreibern Maßnahmen für den Schadensfall festzulegen.

Auf die Hauptursachen aus den Schadensstatistiken der EGIG und die besonderen Maßnahmen zur Minimierung des Beschädigungsrisikos wird im Rahmen der systematischen Gefahrenanalyse der EGL 442 (siehe Kap. 5 und Anhang 1) eingegangen.

3.2.2 BAM-Forschungsbericht 285

Auch im Forschungsbericht 285 der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) aus dem Jahr 2009 /3/ finden sich Ausführungen zur Sicherheit von Pipelines zum Transport flüssiger und gasförmiger Energieträger. Auch aus diesen Ausführungen ist ersichtlich, dass Pipelines gegenüber dem Transport in Eisenbahnkesselwagen oder Straßentankfahrzeugen grundsätzlich die größte Sicherheit bieten.

Schwerpunkt der Studie der BAM ist die Diskussion der Konsequenzen eines Pipeline-Versagens (Wärmestrahlung, Explosionsüberdruck, Trümmerwurf). Grundlage hierfür ist die Auswertung einer größeren Anzahl von Pipelineunfällen, wobei hauptsächlich Unfälle aus USA und Kanada zitiert und ausgewertet wurden. Von den 159 aufgeführten Ereignissen ereigneten sich 6 Vorfälle in Deutschland sowie drei weitere Vorfälle in anderen Ländern der EU (Griechenland, Frankreich und Belgien).

Bei Auswertung der beschriebenen Schadensfälle fällt auf, dass die relative Unfallhäufigkeit (pro 1.000 km Pipeline und Jahr) für Erdgaspipelines in der Provinz Alberta (Kanada) 10 mal größer ist als in Europa. Die Hauptschadensursache ist dort die Innenkorrosion, welche aufgrund geeigneter Gegenmaßnahmen (Trocknung) bei Erdgastransportleitungen in Europa praktisch keine Rolle spielt. Dieses Beispiel

zeigt, dass die Übertragbarkeit der Ergebnisse ausländischer Schadensstatistiken auf Deutschland nicht ohne detaillierte Prüfung der Schadensursachen und der geltenden Regelwerke gegeben ist. Teilweise führt dies auch zu falschen Schlussfolgerungen.

Einige Schlussfolgerungen der BAM-Studie wie z.B., dass Pipelines infolge verkehrsinduzierter Schwingungen brechen können, werden nicht durch entsprechende Beispiele belegt und sind daher in Frage zu stellen.

Die wesentlichen Empfehlungen der BAM-Studie sind die Einführung einer ausführlichen Informationspflicht für Pipelineunfälle, die Einrichtung eines flächendeckenden Leitungsinformationssystems und die Durchführung weiterer Untersuchungen zur Ermittlung von Schadenradien an Pipelines

3.2.3 DVGW-Stellungnahme aus 2011

Mit der Sicherheit von Gasfernleitungen in Deutschland beschäftigt sich auch eine Stellungnahme des DVGW aus dem Jahr 2011 /15/. Neben der Auswertung der Unfallzahlen für Gasrohrleitungen in Deutschland wird im Wesentlichen auf die getroffenen Sicherheits- und Überwachungsmaßnahmen bei Bau und Betrieb von Gashochdruckleitungen eingegangen. Gemäß der DVGW-Stellungnahme /15/ sind die Unfallzahlen seit Beginn der 1980er Jahre um nahezu 90% reduziert worden. Dies sei trotz einer Vervielfachung der Rohrnetzlänge maßgeblich durch den Aufbau und die Weiterentwicklung des technischen Regelwerks des DVGW erreicht worden.

Die DVGW-Stellungnahme setzt sich darüber hinaus mit der Forderung nach Mindestabständen, die weit über die im Regelwerk definierten Schutzstreifen hinausgehen, auseinander. Diese wurden in einem Beschluss des Oberverwaltungsgerichts Lüneburg (Eilverfahren) /18/ für einzelne Abschnitte einer Gashochdruckleitung in Norddeutschland gefordert. Gemäß der DVGW-Stellungnahme kann durch technische Sicherheitslösungen ebenso viel oder mehr Sicherheit erreicht werden, als durch Abstandsforderungen. Als wichtige technische Maßnahmen zur Erhöhung der

Sicherheit sind die regelmäßige intensive Kontrolle des Schutzstreifens, die Anwendung primärer Sicherheitsmaßnahmen (hoher Sicherheitsbeiwert, Einbau von Absperrarmaturen, 100%ige Prüfung der Baustellenschweißnähte, Stressdruckprüfung, etc.) sowie die regelmäßige Wartung, Kontrolle und Instandhaltung genannt.

Hinsichtlich der Mindestabstände zwischen Gasfernleitungen und Wohnungsbebauung vertritt der Bund-Länder-Ausschuss Gaswirtschaft die Auffassung, dass angesichts des hohen Sicherheitsniveaus der deutschen Gasinfrastruktur die Vorgabe regelmäßig zu beachtender Abstände derzeit nicht veranlasst ist.

Auch das Verwaltungsgericht Stuttgart hat sich im Zusammenhang mit der Errichtung einer Rohrfernleitungsanlage zum Transport von Ethylen mit dem Thema „Sicherheitsabstände“ auseinandergesetzt und kam zu dem Schluss /19/, dass die Einhaltung fester Sicherheitsabstände zur Schadensbegrenzung im Falle von Unfällen keine geeignete Methode sei, um die Sicherheitsanforderungen für Rohrfernleitungen zu erfüllen. Eine hinreichende Sicherheit vor den von einer Rohrfernleitung ausgehenden Gefahren für Menschen wäre durch Sicherheitsabstände nur zu erreichen, wenn sichergestellt wäre, dass sich Menschen in den entstehenden Schutzzonen nicht aufhalten.

3.3 Sicherheitsphilosophien: Deterministik – Probabilistik

Aufgrund der potentiellen Auswirkungen auf Umwelt und Bevölkerung bei einem Pipelineschaden aber auch aus Gründen der Verfügbarkeit werden weltweit besonders hohe Anforderungen an die Sicherheit von Pipelinesystemen gestellt.

Um ein hohes Sicherheitsniveau bei Pipelines zu erreichen, existieren im Wesentlichen zwei grundsätzlich unterschiedliche Sicherheitsphilosophien, nämlich die deterministische und die probabilistische Betrachtungsweise. Das Erreichen eines hohen Sicherheitsniveaus ist mit beiden Betrachtungsweisen möglich. Dies wird durch Schadensstatistiken von Pipelines aus verschiedenen Ländern belegt. Ein Vergleich

der beiden Betrachtungsweisen findet sich auch in dem unter /17/ aufgeführten Bericht des AfR (Ausschuss für Rohrfernleitungen). Auch die Arbeitsgruppe des AfR kommt zu dem Ergebnis, dass bei sorgfältiger Anwendung beide Philosophien eine sichere Beschaffenheit und einen sicheren Betrieb gewährleisten.

Während insbesondere im angelsächsischen Raum das probabilistische Sicherheitskonzept verbreitet ist, wird im deutschen Technikrecht mit seiner hierarchischen Struktur, bestehend aus Gesetzen, Verordnungen und technischen Regeln die deterministische Betrachtungsweise verwendet. Diese hat sich seit vielen Jahrzehnten in der Praxis bewährt und bedeutet in der Regel eine hohe Rechtssicherheit in Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren.

3.3.1 Deterministik

Das deterministische Sicherheitskonzept nutzt im Wesentlichen die im langjährigen Umgang mit technischen Anlagen gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse. Darüber hinaus werden zur Festlegung wirksamer Sicherheitsmaßnahmen die kausalen Zusammenhänge, die zu einem ungewollten Ereignis führen können, zurückverfolgt und analysiert. Das Resultat dieser Ursachenanalyse sind Gegenmaßnahmen, die dazu führen, dass das ungewollte Ereignis mit großer Zuverlässigkeit ausgeschlossen werden kann. Es handelt sich hierbei also um Vorsorgemaßnahmen (primäre Maßnahmen), die darauf zielen, die Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts auf ein ausreichend geringes Maß zu reduzieren. Darüber hinaus werden auf gleiche Weise Sicherheitsmaßnahmen ermittelt, die die Konsequenzen von ungewollten Ereignissen, die trotz der getroffenen primären Maßnahmen auftreten könnten, minimieren (sekundäre Maßnahmen).

Bei dem deterministischen Sicherheitskonzept basieren die Entscheidungen über die einzusetzende Technik nicht auf einem quantifizierten Risiko. Es wird vielmehr analysiert, welche ungewollten Ereignisse im Bereich des Möglichen liegen und durch welche Maßnahmen der Eintritt dieser Ereignisse vermieden werden kann. Der absolute Schwerpunkt liegt dabei auf der Festlegung der Vorsorgemaßnahmen,

die in der Konsequenz dazu führen, dass die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit minimiert wird. Dies gilt für die gesamte Leitungstrasse unabhängig von der Umgebung. Diese Betrachtungsweise bietet insbesondere in Ländern mit hoher Bevölkerungsdichte Vorteile.

Die deterministisch ermittelten Anforderungen sind als Sicherheitsanforderungen relativ allgemein in Gesetzen oder Rechtsverordnungen und in konkretisierter Form in technischen Regeln festgelegt. Diese technischen Regeln werden durch Expertengremien regelmäßig den neuesten technischen und sonstigen Erkenntnissen angepasst.

Die im technischen Regelwerk zum Bau und zum Betrieb von Erdgastransportleitungen vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen sind somit sowohl aus Erkenntnissen mit realen Schadensereignissen abgeleitete Maßnahmen als auch aus systematischen analytischen Grundsatzüberlegungen abgeleitete Maßnahmen. Sie umfassen u. a. Vorgaben

- zur Leitungsführung (z. B. Schutzstreifen, Vorgaben bei parallelen Rohrfernleitungen und Kreuzungen mit Verkehrswegen),
- zur Auslegung von Pipelines (Material, Wanddicke unter Berücksichtigung von Sicherheitsbeiwerten),
- zur Bauausführung und Bauüberwachung,
- zum Korrosionsschutz,
- zur Prüfung,
- zur Ausrüstung (z. B. Drucküberwachung, Absperreinrichtungen) und
- zum Betrieb der Erdgastransportleitung (Betriebszentrale, Trassenüberwachung, Dichtheitsprüfung, Maßnahmen bei Betriebsstörungen / Schäden, Alarm- und Gefahrenabwehrpläne)

Die Einhaltung der im Regelwerk vorgeschriebenen sicherheitstechnischen Maßnahmen gewährleistet somit die Einhaltung eines hohen sicherheitstechnischen Standards und hierüber den sicheren Betrieb von Erdgastransportleitungen. Die geringe Anzahl von Schadensfällen in Deutschland bestätigt grundsätzlich die Richtigkeit

des deterministischen Ansatzes.

3.3.2 Probabilistik

Das probabilistische Sicherheitskonzept ermittelt und bewertet das von einer technischen Anlage ausgehende Risiko. Dabei werden die möglichen Schadensauswirkungen auf die Umgebung mit berücksichtigt. Das Risiko aus sicherheitstechnischer Sicht wird aus dem Produkt der zu erwartenden Häufigkeit des Eintritts eines Schadens und das beim Schadenseintritt zu erwartende Schadensausmaß gebildet.

Bei allen probabilistischen Verfahren sind genaue Kenntnisse über die einzelnen Risiken und deren Einflussfaktoren, sowie deren mathematische Zusammenhänge zwingend erforderlich, um Strategien zur Risikosteuerung bzw. Methoden des Risikomanagements zu entwickeln. Ein Verfahren zur Risikoabschätzung ist z.B. die quantifizierte Risikoanalyse (Quantitative Risk Analysis, QRA). Die QRA arbeitet mit rechenbaren Größen, d.h. sie bedient sich konkreter mathematischer Zusammenhänge, mit denen das Ausfallverhalten eines Bauteils oder eines Systems beschrieben werden kann. Zur Formulierung dieser mathematischen Zusammenhänge wird u.a. auf Schadensereignisse aus der Vergangenheit zurückgegriffen. Durch Abbildung der komplexen Zusammenhänge der gesamten Pipeline wird für jeden Ort das Gesamtrisiko durch Berücksichtigung von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensauswirkungen ermittelt.

Da probabilistische Verfahren das von technischen Anlagen ausgehende Risiko quantifizieren, ist die Festlegung allgemeingültiger Risikoakzeptanzkriterien zwingend erforderlich.

Darüber hinaus muss bei probabilistischer Betrachtung in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, ob die beim Bau der Leitung vorliegenden Verhältnisse noch gültig sind, oder ob nachträgliche Maßnahmen zur Risikominimierung erforderlich sind.

Die Anwendung probabilistischer Verfahren führt dazu, dass in Abhängigkeit des potentiellen Schadensausmaßes im Umfeld eines Leitungsabschnitts ein unterschiedliches technisches Sicherheitsniveau (z. B. Wanddicke der Leitung) realisiert wird.

Demgegenüber wird bei der in Deutschland angewandten deterministischen Vorgehensweise ein über den gesamten Leitungsverlauf einheitlich hohes technisches Sicherheitsniveau realisiert, welches sich an den Anforderungen für Bereiche mit hohem potentielltem Schadensausmaß (z. B. in Bereichen mit Wohnbebauung) orientiert.

3.4 Sicherheitsphilosophie in Deutschland

Für Deutschland wurde durch den Gesetzgeber entschieden, die deterministische Betrachtungsweise anzuwenden. Dieses Sicherheitskonzept hat sich seit vielen Jahrzehnten bewährt und ist allgemein akzeptiert. Es bildet mit den geltenden Gesetzen, Verordnungen und Technischen Regeln ein aufeinander aufbauendes, funktionierendes System, welches laufend aktualisiert und dem technischen Fortschritt angepasst wird.

Wie in Kap. 3.3.1 bereits ausgeführt wurde, führt die deterministische Vorgehensweise dazu, dass auf der gesamten Leitungslänge, unabhängig von den örtlichen Verhältnissen ein gleichmäßig hohes technisches Sicherheitsniveau vorliegt.

Die existierenden deutschen Regelwerke für Erdgastransportleitungen sehen neben den besonderen Anforderungen an Konstruktion, Trassenführung und Prüfung vor, dass die Einhaltung der technischen Regeln durch unabhängige, behördlich anerkannte Sachverständige überwacht wird. Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen vom technischen Regelwerk werden durch den Sachverständigen bewertet und für den jeweiligen Einzelfall weitergehende Forderungen unter Berücksichtigung der individuellen Randbedingungen und des geforderten Sicherheitsniveaus festlegt. Dies gilt für alle Lebensphasen der Rohrleitung von der Planung über den Bau und die Inbetriebnahme bis zur Stilllegung.

In Einzelfällen, in denen das technische Regelwerk keine Lösungen vorsieht, kann es unter Umständen sinnvoll sein, die deterministische Betrachtungsweise durch probabilistische Ansätze zu ergänzen. Ein Beispiel hierfür ist die Beurteilung der Gefährdung von Erdgastransportleitungen durch Windenergieanlagen.

Das deterministische Sicherheitskonzept gewährleistet ein sehr hohes Sicherheitsniveau der neu errichteten Erdgastransportleitung. Zur Beibehaltung der Integrität der Pipeline sind in jedem Fall umfangreiche technische und organisatorische Maßnahmen durch den Betreiber umzusetzen. Auch diese Maßnahmen sind durch das technische Regelwerk vorgegeben.

3.5 Kritische Infrastrukturen

Infrastruktureinrichtungen sind für unsere hoch entwickelte Gesellschaft essentiell notwendig. Der Ausfall dieser Einrichtungen kann weitreichende Folgen für die Bevölkerung haben und ist daher besonders zu schützen. Die Bundesrepublik Deutschland befasst sich seit 1997 mit dem Schutz sogenannter „Kritischer Infrastrukturen“.

Auf europäischer Ebene wurde im Jahr 2008 die Richtlinie 2008/114/EG über die Ermittlung und Ausweisung europäischer kritischer Infrastrukturen (EKI) und die Bewertung der Notwendigkeit, ihren Schutz zu verbessern, erlassen.

In dieser Richtlinie werden kritische Infrastrukturen definiert als Infrastrukturen, die von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen, der Gesundheit, der Sicherheit und des wirtschaftlichen oder sozialen Wohlergehens der Bevölkerung sind und deren Störung oder Zerstörung erhebliche Auswirkungen hätte, da diese Funktionen nicht aufrechterhalten werden könnten.

Europäische kritische Infrastrukturen zeichnen sich gemäß dieser Richtlinie darüber hinaus dadurch aus, dass die Störung oder Zerstörung dieser Infrastrukturen erhebliche Auswirkungen in mindestens zwei Staaten hätte.

Für alle kritischen Infrastrukturen sind gemäß dieser Richtlinie Sicherheitspläne aufzustellen, welche den Schutz der kritischen Infrastrukturen gewährleistet. Gemäß Anhang II der Richtlinie enthält der Sicherheitsplan folgende Mindestangaben:

- Nennung der wichtigen Anlagen
- Durchführung einer Risikoanalyse, die sich auf die wichtigsten Bedrohungsszenarien, die Schwachstellen der einzelnen kritischen Infrastrukturen und die möglichen Auswirkungen bezieht sowie
- Ermittlung, Auswahl und Rangfolge von Gegenmaßnahmen und Verfahren.

Auf Bundesebene wurde 2009 das Gesetz zur Stärkung der Sicherheit in der Informationstechnik des Bundes - BSIG - erlassen, welches durch das Gesetz zur Stärkung der Sicherheit in der Informationstechnik des Bundes (auch bekannt als IT-Sicherheitsgesetz) vom 17.07.2015 zuletzt geändert wurde. Auf Basis des § 10 dieses Gesetzes wurde die Verordnung zur Bestimmung kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz – BSI-Kritisverordnung – BSI-KritisV am 22.04.2016 veröffentlicht. Gemäß §2 der BSI-KritisV zählt die Dienstleistung „Versorgung der Allgemeinheit mit Gas (Gasversorgung)“ zu den kritischen Dienstleistungen. Als Kritische Infrastrukturen werden gemäß Anhang 1 Teil 3 der BSI-KritisV Gastransportnetze mit einer Jahresarbeit von mindestens 5190 GWh/Jahr eingestuft. Das Erdgastransportnetz der Ferngas Netzgesellschaft mbH zählt damit eindeutig zu den kritischen Infrastrukturen gemäß BSI-KritisV.

Für das gesamte Erdgastransport- und –verteilnetz und damit auch für die EGL 442 gilt, dass Erdgasnetze im Allgemeinen vermascht aufgebaut sind und bei Ausfall einer Leitung oder eines Leitungsabschnitts über die anderen vorhandenen Leitungsabschnitte Ersatzversorgungen schnell aufzubauen sind. Reparaturen oder der Austausch einzelner Rohrabschnitte und damit die Wiederinbetriebnahme ausgefallener Leitungsabschnitte ist in der Regel innerhalb weniger Tage möglich. Die Auswirkungen des Ausfalls einzelner Leitungsabschnitte sind somit bei Erdgasnetzen zeitlich und hinsichtlich des Ausmaßes begrenzt.

Gemäß § 8a (1) des BSIG sind Betreiber kritischer Infrastrukturen verpflichtet, spätestens zwei Jahre nach Inkrafttreten der BSI-KritisV d.h. bis April 2018 angemessene organisatorische und technische Vorkehrungen zur Vermeidung von Störungen der Verfügbarkeit, Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit ihrer informationstechnischen Systeme, Komponenten oder Prozesse zu treffen, die für die Funktionsfähigkeit der von ihnen betriebenen kritischen Infrastrukturen maßgeblich sind.

Die folgenden Pflichten für Betreiber kritischer Infrastrukturen sind ebenfalls über § 8 BSIG geregelt:

- Benennung einer Kontaktstelle für das BSI
- Meldung relevanter IT-Störungen an das BSI
- Umsetzung des Standes der Technik bezüglich der IT-Sicherheit mit Nachweisen (erstmalige und wiederkehrende Audits)

Der Anwendungsbereich des BSIG wird im §8c wiederum so eingeschränkt, dass die zuvor beschriebenen §§ 8a und 8b nicht auf Energieanlagen im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes anzuwenden sind. Grund dafür ist, dass bereits im § 11, Absätze 1, 1a, 1b, 1c EnWG mit Inkrafttreten des IT-Sicherheitsgesetzes vergleichbare Regelungen getroffen sind.

Bezogen auf die EGL 442 sind somit die neuen Anforderungen durch das IT-Sicherheitsgesetz bereits in den § 11 EnWG eingearbeitet worden. Die oben beschriebenen Pflichten für die Betreiber kritischer Infrastrukturen gelten somit auch für die Betreiber der EGL 442 und sind bereits mit der Zertifizierung gemäß ISO 27001 und ISMS erfüllt.

4. Gesetzliche Grundlagen

4.1 Energiewirtschaftsgesetz – EnWG –

Die Gesetzliche Grundlage für Planung, Bau und Betrieb von Erdgastransportleitungen in Deutschland ist das Energiewirtschaftsgesetz - EnWG – /4/. Hier finden sich unter § 3 die folgenden für Erdgastransportleitungen wichtigen Begriffsbestimmungen:

- **Energie** im Sinne des EnWG sind Elektrizität und Gas, soweit sie zur leitungsgebundenen Energieversorgung dienen.
- **Energieanlagen** sind Anlagen zur Erzeugung, Speicherung, Fortleitung oder Abgabe von Energie, soweit sie nicht lediglich der Übertragung von Signalen dienen. Eingeschlossen sind die Verteileranlagen der Letztverbraucher sowie bei der Gasversorgung auch die letzte Absperreinrichtung vor der Verbrauchsanlage.
- **Gase** im Sinne des EnWG sind Erdgas, Flüssiggas, Biogas, sowie, wenn sie in ein Gasversorgungsnetz eingespeist werden, Wasserstoff, der durch Wasserelektrolyse erzeugt worden ist, und synthetisch erzeugtes Methan, das durch wasserelektrolytisch erzeugten Wasserstoff und anschließende Methanisierung hergestellt worden ist.

Rohrleitungen zum Transport von Erdgas sind demnach unabhängig von Durchmesser und Auslegungsdruck Energieanlagen im Sinne des EnWG.

Im § 43 (1) des EnWG wird für die Errichtung und den Betrieb sowie die Änderung von Gasversorgungsleitungen mit einem Durchmesser von mehr als 300 mm (DN 300) ein Planfeststellungsverfahren gefordert. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens sind die von dem Bauvorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange

abzuwägen. Das Planfeststellungsverfahren ist ein umfassendes Genehmigungsverfahren mit konzentrierender Wirkung, welches auch die Beteiligung der Öffentlichkeit vorsieht.

Im § 49(1) des EnWG sind die grundlegenden Anforderungen an Energieanlagen formuliert. Demnach sind Energieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten. Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Gas die technischen Regeln des DVGW (siehe auch 4.4) eingehalten worden sind.

4.2 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung – UVPG –

Das UVPG /5/ regelt die Anwendung von Umweltverträglichkeitsprüfungen und ist Grundlage für die Genehmigung verschiedenster technischer Anlagen. Im § 1 des UVPG ist der Anwendungsbereich beschrieben. Demnach gilt das UVPG für die in der Anlage 1 des UVPG aufgeführten Projekte. Hier finden sich unter der Nr. 19 sämtliche Rohrleitungsbauvorhaben z.B. unter Nr. 19.2 Gasversorgungsleitungen im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes.

Der § 65 des UVPG enthält Vorgaben für die Durchführung der Planfeststellung bzw. Plangenehmigung. Maßgeblich für die Durchführung des Verfahrens ist jedoch bei Erdgashochdruckleitungen § 43 (1) des EnWG. Weitere Einzelheiten sind in den Verwaltungsverfahrensgesetzen (VwVfG) der einzelnen Bundesländer festgelegt.

Der Umfang der Umweltverträglichkeitsprüfung richtet sich nach folgenden Kriterien:

- Merkmale des Vorhabens (Größe, Umweltnutzung und -belastigungen, Umweltrisiko)
- Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile im Einwirkungsbereich des Vorhabens

- Beschreibung der zu erwartenden erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf Umwelt und Bevölkerung (Ausmaß, Komplexität, Wahrscheinlichkeit, Dauer, Häufigkeit etc.)
- Maßnahmen mit denen erhebliche nachteilige Auswirkungen vermieden, vermindert oder soweit möglich ausgeglichen werden, ggf. Ersatzmaßnahmen
- Übersicht über die wichtigsten, vom Träger des Vorhabens geprüften anderweitigen Lösungsmöglichkeiten

Bereits im April 2014 wurde die europäische UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU (UVP-ÄndRL) verabschiedet, welche die bisherige UVP-Richtlinie 2011/92/EU (UVP-RL) modifiziert. Die UVP-Änderungsrichtlinie ist durch das Gesetz zur Modernisierung des Rechts der Umweltverträglichkeitsprüfung vom 20.07.2017 in deutsches Recht umgesetzt worden. Besonders relevant ist die Neuerung, wonach von der Definition der „Umweltauswirkungen“ nun auch solche Auswirkungen umfasst sind, die aufgrund der Anfälligkeit des Vorhabens für schwere Unfällen und Katastrophen zu erwarten sind.

4.3 Verordnung über Gashochdruckleitungen

Die bundesweit geltende Verordnung über Gashochdruckleitungen - GasHDrLtGv – /6/ formuliert grundlegende technische Anforderungen an Gastransportleitungen und verlangt neben dem Planfeststellungsverfahren eine Anzeige des Bauvorhabens bei der örtlich zuständigen Energieaufsicht. Das Bauvorhaben ist gemäß §5 der GasHDrLtGv spätestens 8 Wochen vor Baubeginn unter Einreichung detaillierter technischer Unterlagen anzuzeigen. Der Anzeige ist eine Gutachtliche Äußerung eines gemäß der GasHDrLtGv zugelassenen Sachverständigen beizufügen. Im §6 der GasHDrLtGv ist darüber hinaus festgelegt, dass die Gashochdruckleitung vor Inbetriebnahme durch einen Sachverständigen auf Festigkeit und Dichtheit, Vorhandensein der notwendigen Sicherheitseinrichtungen sowie hinsichtlich Wechselwirkungen mit anderen Leitungen geprüft worden ist und der Sachverständige bestätigt, dass gegen die Inbetriebnahme keine sicherheitstechnischen Bedenken bestehen.

In den §§2 bis 4 der GasHDrLtgV sind grundsätzliche Anforderungen an Gashochdruckleitungen und deren Sicherheitseinrichtungen festgelegt. Diese werden in dem für Erdgastransportleitungen gültigen technischen Regelwerk weiter konkretisiert.

4.4 Technische Regeln

Die besonderen technischen Anforderungen an Erdgastransportleitungen sind in den Technischen Regeln des DVGW, des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs, formuliert. Diese Technischen Regeln werden von verschiedenen Technischen Komitees regelmäßig überprüft und bei Bedarf dem Stand der Technik angepasst. Neben dem DVGW-Regelwerk gelten für Erdgastransportleitungen auch andere Technische Regeln, wie z.B. VdTÜV-Merkblätter sowie Unfallverhütungsvorschriften und DIN oder DIN EN Normen.

Im Folgenden sind die wichtigsten DVGW-Arbeitsblätter, VdTÜV-Arbeitsblätter und Normen für Gashochdruckleitungen aufgeführt.

DVGW G 463 / DIN EN 1594 (Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung)

DVGW G 466-1 (Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Betriebsdruck größer als 5 bar – Instandhaltung)

DVGW G 469 / DIN EN 12327 (Druckprüfverfahren Gastransport / Gasverteilung)

DVGW G 491 / DIN EN 12186 (Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken bis 100 bar)

DVGW G 497 / DIN EN 12583 (Verdichteranlagen)

DVGW G 498 (Druckbehälter in Rohrleitungen und Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas)

DVGW GW 350 (Schweißverbindungen an Rohrleitungen aus Stahl in der Gas- und Wasserversorgung – Herstellung, Prüfung und Bewertung)

DIN EN ISO 3183 Erdöl- und Erdgasindustrie – Stahlrohre für Rohrleitungstransport-systeme

DIN 2413 / DIN EN 13480-3 (Berechnung von Stahlrohren)

VdTÜV Merkblatt 1001 (Bauprüfung von Gasleitungen)

VdTÜV Merkblatt 1060 (Richtlinien für die Durchführung des Stresstests)

5. Anwendung der Vorschriften auf die EGL 442

5.1 Genehmigungsverfahren

Ein Genehmigungsverfahren für eine Gashochdruckleitung besteht in der Regel aus Raumordnungsverfahren und Planfeststellungsverfahren.

Ein Raumordnungsverfahren hat die Aufgabe, die Übereinstimmung des konkreten Vorhabens mit den Zielen und Grundsätzen der Raumordnung und der Landesplanung zu überprüfen. Es ist querschnittsorientiert und integriert somit ökonomische, ökologische, kulturelle und auch soziale Aspekte. Es soll für den Investor Planungssicherheit, auf Basis einer breit angelegten Beteiligung Vorhabensoptimierung und in der Öffentlichkeit Akzeptanz für das Vorhaben schaffen. Es bildet eine Informations- und Beurteilungsbasis für das nachfolgende Zulassungs-/Genehmigungsverfahren, im konkreten Fall das Planfeststellungsverfahren.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurde seitens der Behörden auf die Durchführung eines Raumordnungsverfahrens (ROV) für die EGL 442 verzichtet, da die Gashochdruckleitung vorwiegend in gleicher Trasse erneuert wird. Es wird daher direkt ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt, deren Eröffnung für das Frühjahr 2018 vorgesehen ist.

Das Planfeststellungsverfahren beinhaltet auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), in der die Auswirkungen des Vorhabens auf die umweltbezogenen Schutzgüter ermittelt, beschrieben und bewertet werden. Umweltbezogene Schutzgüter sind

die Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter sowie die Wechselwirkung zwischen diesen. Gemäß §18 UVPG ist die Öffentlichkeit am Verfahren zu beteiligen.

Weitere technische Details für die Erdgastransportleitung werden im Rahmen des Anzeigeverfahrens mit Bewertung durch einen Sachverständigen gemäß Gashochdruckleitungsverordnung - GasHDrLtgV - festgelegt.

5.2 Technische Grundsätze für die EGL 442

Wie aus den uns vorliegenden Unterlagen ersichtlich ist, sind folgende Daten der EGL 442 bereits festgelegt.

Äußerer Durchmesser der Leitung:	406,4 mm / 508,0 mm (DN 400 / 500)
Wanddicke:	8,0 mm – 10 mm (Nennwanddicke) für DN 400 10,0 mm (Nennwanddicke) für DN 500
Rohrart:	geschweißtes Stahlrohr
Material:	L 360 ME/NE gemäß DIN EN ISO 3183 Anhang M und besonderen zusätzlichen Anforderungen gemäß Guideline 221-501 / 221-504
Korrosionsschutz:	PE-Umhüllung, bei HDD zusätzlich GFK-Umhüllung, Kathodischer Korrosionsschutz mit Fremdstrom und Fernüberwachung
Regelüberdeckungshöhe:	mindestens 1,2 m, bei Straßen- oder Gewässerquerungen mindestens 1,5 m

5.2.1 Planung, Trassenführung, Schutzstreifen

Gemäß Nr. 5.1.1 des DVGW-Arbeitsblatts G 463 sind bei der Trassierung von Gasleitungen deren Sicherheit und der Schutz von Mensch und Umwelt die wichtigsten Einflussgrößen.

Die Trassierung erfolgt im weitaus überwiegenden Teil durch land- und forstwirtschaftlich genutztes Gebiet. Auf kurzen Abschnitten erfolgt eine Annäherung an bebaute Gebiete. Auch in diesen Abschnitten ist ein sicherer Betrieb der Gastransportleitung gewährleistet, wie in der systematischen Gefahrenanalyse (Anlage 1) dargestellt ist.

Die Besonderheit bei der EGL 442 besteht darin, dass die vorhandene Erdgastransportleitung abschnittsweise durch eine neue Rohrleitung ersetzt wird. Dabei wird vorwiegend die bestehende Trasse genutzt. Nur an fünf Stellen erfolgt für maximal ca. 2.000 m lange Strecken eine Verlegung der neuen Leitung in neuer Trasse.

Durch die Erneuerung der bestehenden Erdgastransportleitung, welche in den 50er und 60er Jahren errichtet wurde, wird die Sicherheit im Umfeld der Erdgastransportleitung bei gleichzeitiger Erhöhung der Versorgungssicherheit deutlich verbessert.

Die bestehende Leitung ist noch mit Muffenverbindungen und Bitumenumhüllung ausgestattet, was eine effektive Zustandsermittlung der bestehenden Leitung durch intelligente Prüfmolche erschwert oder unmöglich macht. Die erneuerte Gashochdruckleitung wird auf der gesamten Länge so ausgeführt, dass Zustandsermittlungen mit intelligenten Prüfmolchen möglich sind.

Durch die Erneuerung der Leitung kann auch der Schutzstreifen der Leitung besser kontrolliert und freigehalten werden, was ebenfalls die Sicherheit der Gashochdruckleitung erhöht.

5.2.1.1 Schutz der bestehenden Leitung

Aufgrund der Erneuerung der Erdgastransportleitung in gleicher Trasse kommt dem Schutz der in Betrieb befindlichen Transportleitung eine große Bedeutung zu. Nach Angaben der Ferngas Netzgesellschaft wurden folgende Grundsätze aufgestellt, damit die in Betrieb befindliche Transportleitung durch die Bauarbeiten für die neue Leitung nicht beschädigt werden kann:

Bodenarbeiten im Bereich der bestehenden Trasse, wie z.B. das Abschieben des Mutterbodens oder Freilegungen der in Betrieb befindlichen Leitung sind grundsätzlich zu vermeiden und sollten nur dann erfolgen, wenn keine anderen Möglichkeiten bestehen. Alle Bodenarbeiten innerhalb des Schutzstreifens der bestehenden Trasse erfolgen unter Aufsicht des Leitungsbetreibers und müssen entsprechend der weiteren Auflagen aus der Baugenehmigung ausgeführt werden.

Bei notwendigen Vorarbeiten wie z.B. geologische oder archäologische Untersuchungen sind im Einzelfall entsprechende Sicherheitsabstände und Handlungsanweisungen zu definieren.

Wir empfehlen im Rahmen der Ausführungsplanung für die gesamte Baumaßnahme eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, in der in Abhängigkeit des Leitungszustands und der Überdeckungshöhe Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz der in Betrieb befindlichen Leitung festgelegt werden.

5.2.1.2 Schutzstreifen

Die Gashochdruckleitung EGL 442 wird entsprechend der Vorgaben aus dem DVGW-Arbeitsblatt G 463 zur Sicherung ihres Bestandes, des Betriebes und der Instandhaltung, sowie gegen Einwirkung von außen in einem Schutzstreifen verlegt. Die Schutzstreifenbreite beträgt zwischen 6 m (DN 400) und 8 m (DN 500) und entspricht kleineren Werten für die Anschlussleitungen und entspricht damit den Vorgaben aus dem DVGW-Regelwerk. Die Rohrachse liegt mittig im Schutzstreifen. Innerhalb dieses Schutzstreifens dürfen keine Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen errichtet werden. Darüber hinaus sind alle Tätigkeiten, die den Bestand der Leitung gefährden könnten, z.B. Überfahrten mit schweren Baumaschinen, Erdarbeiten, Bohrungen, Verlegen von Leitungen nicht zulässig. Durch das Verbot dieser Tätigkeiten ist der Schutzstreifen von Erdgastransportleitungen ein wirksames Mittel zur Erhöhung der Leitungssicherheit.

Über den Schutzstreifen hinaus gibt es in den deutschen Regelwerken für Erdgastransportleitungen keine Forderungen nach einem Mindestabstand z.B. zu Wohngebieten. Aufgrund konkurrierender Raumnutzung, insbesondere in Ballungsgebieten, sind Abstände von Pipelinetrassen zu Wohngebäuden von mehreren hundert Metern nicht realisierbar. Es wird deshalb für Gastransportleitungen und Rohrfernleitungen ein besonders hoher Sicherheitsstandard durch die geltenden Regelwerke festgelegt. Dies betrifft sowohl die Festlegung besonderer zusätzlicher Maßnahmen in diesen Gebieten mit erhöhtem Schutzbedürfnis als auch die Durchführungen besonderer Prüfungen in diesen Gebieten.

Die EGL 442 verläuft im Wesentlichen durch dünn besiedeltes Gebiet, in wenigen Bereichen erfolgt aber auch ein Verlauf durch bebautes Gebiet. Wir empfehlen im Zuge des Ausführungsplanung zu prüfen, ob in diesen Bereichen neben der erhöhten Erdüberdeckung, der Verlegung des Trassenwarnbandes und der erhöhten Anforderungen an die Druckprüfung weitere zusätzliche Maßnahmen gemäß Kapitel 5.1.12 des DVGW Arbeitsblatts G 463 zur Erhöhung der Sicherheit vorgenommen werden können.

5.2.1.3 Kreuzung und Parallelführung

Zur Vermeidung der gegenseitigen Beeinflussung anderer unterirdischer Rohrleitungen und Kabel sind im DVGW-Arbeitsblatt G 463 Mindestabstände für die Kreuzung und die Parallelverlegung vorgeschrieben. Diese Mindestabstände sorgen dafür, dass ein ausreichender Abstand zwischen der Erdgastransportleitung und anderen unterirdisch verlegten Rohrleitungen, Abwasserkanälen, Kabeln etc. eingehalten wird und dadurch keine negativen Wechselwirkungen der Leitungen untereinander entstehen können.

5.2.1.4 Abstand zu Windenergieanlagen

Eine Gefährdung der Gashochdruckleitung durch Windenergieanlagen kann ggf. durch Rotorabwurf oder durch ein Umstürzen der Windenergieanlage oder den Absturz des Generators erfolgen. Hinsichtlich der Maßnahmen zur Verhinderung eines

Schadens an einer erdgedeckten Erdgasleitung im Bereich von Windenergieanlagen wird auf das Rundschreiben des DVGW G 07/15 verwiesen, welches die Einhaltung von Mindestabständen von 25 m für kleinere Anlagen bis zu 35 m für größere Anlagen empfiehlt.

In Kapitel 5.1.8 des DVGW-Arbeitsblattes G 463 findet sich zusätzlich der Hinweis, dass ggf. Abstände zu Windenergieanlagen hinsichtlich der möglichen mechanischen Gefährdung der Leitung und in Bezug auf mögliche elektrische Beeinflussungen festzulegen sind. Hier sind insbesondere die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblatts GW 22 zu beachten.

Wie aus den uns vorliegenden Planunterlagen hervorgeht, befinden sich keine bestehenden Windenergieanlagen oder Windparks in der Nähe der Trasse der Gashochdruckleitung. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist zu klären, ob Konzentrationszonen bzw. Eignungsgebiete für die Windenergiegewinnung von der Trasse tangiert werden.

5.2.1.5 Baugrunduntersuchung, Auftriebssicherung

Die Untersuchung des Baugrunds der Rohrleitungstrasse erfolgt im Rahmen der Trassenplanung. In bekannten sensiblen Gebieten wird die Dichte der Bodenuntersuchungen erhöht. Hierdurch können Maßnahmen konzipiert werden, die eine Gefährdung der Leitung durch Bodenbewegungen weitestgehend ausschließen.

Hinsichtlich möglicher bergbaubedingter Bodenbewegungen wurde bereits das Thüringer Landesbergamt beteiligt. Nach deren Auskunft findet auf der Trasse der EGL 442 zur Zeit kein aktiver Bergbau statt. Es sind lediglich Bereiche vorhanden, die von Altbergbau betroffen sind. Diese werden regelmäßig auf Auffälligkeiten überwacht.

Im Bereich von Gewässerquerungen und Überschwemmungsgebieten, wo es even-

tuell zu einem Aufschwimmen der Leitung kommen kann, werden geeignete Maßnahmen zur Sicherung der Rohrleitung gegen Auftrieb vorgenommen.

5.2.1.6 Erdbebengefährdung

Ein weiterer Aspekt, der bei der Trassenwahl berücksichtigt wird, ist die mögliche Gefährdung der Erdgastransportleitung durch Erdbeben. Angaben über die Erdbebengefährdung in Deutschland sind in der DIN EN 1998-1/NA zu finden. In dieser Norm findet sich im Bild NA.1 die Darstellung der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland. Entsprechend der potentiellen Erdbebengefährdung wird das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in die Erdbebenzonen 0 bis 3 eingeteilt. Dabei zählen die Erdbebenzonen 1 bis 3 als Gebiete geringer Seismizität, die Erdbebenzone 0 ist sogar als Gebiet sehr geringer Seismizität einzustufen.

Einzelheiten zur Beurteilung der Gefährdung von eingearbeiteten Gashochdruckleitungen durch Erdbeben in deutschen Erdbebengebieten sind in /16/ erläutert. Dort wird dargelegt, dass bei Verwendung der von Werkstoffen mit Streckgrenzen von mehr als 360 N/mm² innerhalb der Bundesrepublik Deutschland die Grenzbelastbarkeit einer Gashochdruckleitung auch in der Erdbebenzone 3 unter der Annahme von sehr konservativen Randbedingungen nicht überschritten würde.

Die Trasse der EGL 442 verläuft etwa von Zeulenroda bis Niederhohndorf durch die Erdbebenzone 1, von etwa Pössneck bis Zeulenroda durch die Erdbebenzone 0 und westlich davon in einer Zone, die keiner Gefährdung durch Erdbeben unterliegt. In der Erdbebenzone 0 und außerhalb dieser Zone ist gemäß DIN EN 1998-1 keine Betrachtung der Gefährdung erforderlich. Auch in der Erdbebenzone 1 sind unterirdisch verlegte Stahlrohrleitungen nicht durch Erdbeben gefährdet.

Stahlrohrleitungen sind durch die unterirdische Verlegung wenig empfindlich gegen Erdbebeneinwirkungen, da sie nicht, wie Hochhäuser, zu Eigenschwingungen angeregt werden können. Außerdem ist eine Rohrleitung aus verschweißten Stahlrohren sehr viel elastischer, als ein Gebäude aus Beton oder Stein. Bisher sind in Deutsch-

land keine Schäden an Gastransportleitungen bekannt, die durch Erdbeben verursacht sind. Diverse von uns und anderen Sachverständigen durchgeführte Abschätzungen /16/ zeigen, dass selbst in den Erdbebenzonen 2 und 3 eine unmittelbare erdbebenbedingte Beschädigung der Erdgastransportleitung bei ordnungsgemäßer Verlegung der Leitung nicht eintreten kann.

5.2.2 Konstruktion, Rohrmaterial, Berechnung, Prüfung, Sicherheitseinrichtungen, Korrosionsschutz

Im Kapitel 5 des DVGW-Arbeitsblattes G 463 sind die grundsätzlichen Anforderungen für Planung und Konstruktion von Gashochdruckleitungen aufgeführt. Diese werden in den folgenden Kapiteln ausführlich beschrieben.

5.2.2.1 Konstruktion und Sicherheitseinrichtungen

Gasleitungen sind gemäß Kap. 5.2.1 des DVGW-Arbeitsblattes G 463 mindestens für den maximal zulässigen Betriebsüberdruck (MOP) auszulegen. Im Falle der EGL 442 betragen sowohl der MOP wie auch der Auslegungsdruck DP 84 bar. Betrieben wird die Gashochdruckleitung aber zunächst nur mit einem Betriebsdruck von 25 bar, da die nachgelagerten Abnehmer derzeit nicht für höhere Drücke zugelassen sind.

Besondere Sicherheitseinrichtungen wie z.B. Sicherheitsabsperrentile (SAV) des Erdgastransportleitungssystems sprechen bei Erreichen des MOP an und sorgen dafür, dass der Druck im nachgelagerten System nicht weiter ansteigt und somit keine unzulässigen Betriebszustände auftreten.

Die EGL 442 ist in Übereinstimmung mit Kap. 5.2.1 des DVGW-Arbeitsblattes so konstruiert, dass sie mit Molchen z.B. für spätere Integritätsprüfungen befahren werden kann. Mit sogenannten intelligenten Prüfmolchen können die Erdgasleitungen während des Betriebs auf geometrische Verformungen wie z.B. Beulen, mögliche Korrosionsstellen und andere Wanddickenschwächungen untersucht werden. Dies

ist bei der zur Zeit bestehenden EGL 442, welche in den 1950er und 60er Jahren errichtet wurde, nicht gegeben. Insofern erfolgt durch die Erneuerung der Leitung ein erheblicher Sicherheitsgewinn.

In regelmäßigen Abständen werden zusätzlich zu den manuell bedienbaren Absperrarmaturen motorbetriebene fernbetätigte Absperrarmaturen in die Gastransportleitung eingebaut, mit denen die Austrittsmengen im Schadensfall reduziert werden können. Für die EGL 442 sind an den vorhandenen Positionen 21 Absperrstationen vorhanden. Der Abstand zwischen diesen Stationen beträgt zwischen 2,324 km und 12,21 km, im Mittel 6,26 km, und entspricht somit den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 463 bzw. übertrifft deutlich die dort gestellten Anforderungen, da gemäß Regelwerk lediglich mindestens 8 Absperrstationen erforderlich wären.

Der Abstand zwischen fernsteuerbaren motorbetriebenen Absperrarmaturen beträgt zwischen 9,011 km und 17,203 km und entspricht ebenfalls den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 463 bzw. übertrifft die dort gestellten Anforderungen.

5.2.2.2 Rohrmaterial, Berechnung, Prüfung

Die Anforderungen für Rohre, Rohrbögen und sonstige Rohrleitungsteile, aus denen die Gastransportleitung gebaut wird, sind unter Kap. 3.2.1.1 bis 3.2.1.7 des DVGW-Arbeitsblattes genannt.

Für Rohre und Rohrbögen dürfen demnach nur besonders verformungsfähige (zähe) Werkstoffe mit definierter Zusammensetzung und festgelegten mechanischen Eigenschaften verwendet werden. Diese Eigenschaften sind für Stahlrohre in der DIN EN ISO 3183, Anhang M, den technischen Lieferbedingungen für Stahlrohre für brennbare Medien, festgelegt. Die zum Einsatz kommenden Werkstoffe für Rohre, Rohrbögen und sonstige Komponenten haben sich seit vielen Jahrzehnten im Rohrleitungsbau bewährt.

Bei der EGL 442 kommt als Werkstoff für Rohre und Rohrbögen ein L 360 ME/NE gemäß DIN EN ISO 3183, Anhang M zum Einsatz. Dieser Werkstoff zeichnet sich

durch eine mittlere Festigkeit bei gleichzeitig sehr guter Zähigkeit aus. Zusätzlich gelten für das Rohrmaterial der EGL 442 die besonderen Spezifikationen der Guidelines GL 221-501 und GL 221-504, in der weitere besondere Anforderungen festgelegt worden sind, die über die Anforderungen der DIN EN ISO 3183, Anhang M hinausgehen. So ist z.B. die Herstellungstoleranz der Wanddicken enger spezifiziert als bei der DIN EN ISO –Norm.

Die Herstellerfirmen von Rohren, Rohrbögen und sonstigen Bauteilen müssen besondere Qualifikationen nachweisen und werden regelmäßig durch unabhängige Sachverständige überprüft.

Auch die Berechnungsgleichungen zur Bestimmung der Wanddicke der Rohre und Rohrkomponenten sind seit Jahrzehnten bewährt. Die Auslegung der Erdgastransportleitung für den Auslegungsdruck von 84 bar erfolgt gemäß den Vorgaben der DIN EN 1594 und des DVGW-Arbeitsblattes G 463. Alle Berechnungen werden durch unabhängige Sachverständige im Rahmen des Anzeigeverfahrens nach GasHDrLtgV überprüft.

Bei der Berechnung der Wanddicken wird gemäß den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes G 463 ein Sicherheitsbeiwert S^1 von 1,6 verwendet. Der Sicherheitsbeiwert von 1,6 bedeutet, dass die Wanddicke der Leitung um 60% dicker ist, als dies für den Auslegungsdruck erforderlich wäre. Konkret bedeutet das für die EGL 442, dass die Wanddicke so groß ist, dass die Leitung einen Druck von mindestens 134 bar aushält, obwohl der Auslegungsdruck nur 84 bar beträgt.

In der Europäischen Norm für Erdgastransportleitungen, der DIN EN 1594, ist lediglich ein Sicherheitsbeiwert von mindestens 1,39 vorgeschrieben. Der in Deutschland anzuwendende Sicherheitsbeiwert ist also erheblich höher, was dazu führt, dass die

¹ In der DIN EN 1594 wird für die Berechnung anstelle des Sicherheitsbeiwerts S , dessen Kehrwert, der Nutzungsgrad f_0 verwendet.

Rohre eine größere Wanddicke haben, wodurch später eventuell auftretende Zusatzbeanspruchungen unbeschadet aufgenommen werden können und ein höherer Widerstand gegen mechanische Beschädigung gegeben ist. Die Gefahr einer Beschädigung von Rohrleitungen mit größeren Wanddicken ist deutlich verringert (vgl. 3.2).

Die für Erdgastransportleitungen zulässigen Rohre und Rohrleitungsteile werden schon im Herstellerwerk umfangreichen zerstörenden Prüfungen zur Ermittlung der Materialeigenschaften und zerstörungsfreien Prüfungen zur Feststellung der Fehlerfreiheit unterzogen. Die Anforderungen sind in der DIN EN ISO 3183, Anhang M festgelegt. Die Prüfungen werden durch einen unabhängigen Sachverständigen begleitet und in einem sogenannten Abnahmeprüfzeugnis bescheinigt.

5.2.2.3 Korrosionsschutz

Wie in Kapitel 5.1.11 des DVGW-Arbeitsblattes G 463 festgelegt, müssen Gashochdruckleitungen einen den zu erwartenden mechanischen oder anderen korrosionsverursachenden Beanspruchungen entsprechenden, dauerhaft wirksamen Korrosionsschutz erhalten. Der Korrosionsschutz für Erdgasleitungen ist immer zweistufig aufgebaut und besteht aus einem passiven Schutz durch eine widerstandsfähige Kunststoffumhüllung aus PE (Polyethylen) oder, bei größerer Beanspruchung, PP (Polypropylen), die fest auf der Rohraußenwand verklebt ist und einem aktiven Korrosionsschutz mit Fremdstrom (kathodischer Korrosionsschutz), damit eventuelle kleinste Fehler in der Rohrumhüllung nicht zu Korrosionsschäden führen. Bei besonders beanspruchten Leitungsbauwerken wie z.B. Horizontalbohrungen (HDD – Horizontal Directional Drilling) wird das Rohr zusätzlich zur Kunststoffumhüllung mit GFK-Binden umwickelt. Diese zusätzliche GFK-Umhüllung hält auch härtesten Belastungen stand.

Zum Teil sollen die bestehenden Mantelrohre der EGL 442 weiterverwendet werden. Wenn dies der Fall ist, sollte nach dem Einzug der neuen Rohrleitung der Ringraum zwischen Mantelrohr und Produktenrohr mit einem ausreichend leitfähigen Material

verdämmt werden, um die Funktion und Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes auch im Mantelrohr zu gewährleisten.

Falls die bestehenden Mantelrohre nicht weiterverwendet werden können, sind diese auszubauen oder zu verdämmen und es sind - sofern erforderlich- neue Mantelrohre einzubauen.

Gemäß dem uns vorliegenden Korrosionsschutzkonzept für die EGL 442 wird der gesamte Leitungsabschnitt, mit einem kathodischen Korrosionsschutzsystem versehen. Bei der Planung wurden mögliche Hochspannungsbeeinflussungen durch Hochspannungsfreileitungen und Bahnstromleitungen untersucht. Kürzere Leitungsabschnitte mit Parallelführung zu Hochspannungsfreileitungen befinden sich bei Saalfeld (Saalekreuzung), bei Ranis und von Werdau bis Niederhohndorf, hier sind ggf. Maßnahmen zur Verhinderung von Hochspannungsbeeinflussungen zu ergreifen.

Im restlichen Leitungsverlauf erfolgt keine Parallelführung mit Hochspannungsfreileitungen und Bahnstromleitungen, dort sind keine Hochspannungsbeeinflussungen zu befürchten.

Der endgültige Nachweis der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems einschließlich der Erdungsanlagen erfolgt nach einer ausreichenden Polarisationszeit (ca. 1 Jahr). Die laufende Überwachung des KKS-Systems erfolgt durch regelmäßige Überprüfung der Schutzstromeinspeiseanlagen durch Messung des Einspeisestroms und der Einspeisespannung und Überwachungsmessungen der Schutzpotentiale und Rohrströme in den Absperrstationen mit Fernüberwachung. Umhüllungsbeschädigungen werden dadurch sehr schnell erkannt. Die geplante kathodische Korrosionsschutzanlage der EGL 442 entspricht dem aktuellen Stand der Technik.

Gegenüber der bestehenden Erdgasleitung wird die erneuerte Erdgashochdruckleitung mit einem dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden Korrosionsschutz erheblich besser gegen Korrosion geschützt sein, was die Sicherheit der Umgebung

deutlich erhöht.

Das Erdgas wird vor der Einspeisung in die Transportnetze soweit getrocknet, dass es nicht zu Korrosionserscheinungen auf der Rohrinneenseite kommen kann und somit ein Schutz gegen Innenkorrosion bei Erdgastransportleitungen nicht erforderlich ist.

5.2.3 Bauausführung – Rohrdeckung, Schweißnähte, Dokumentation, Prüfungen, Kennzeichnung

Anforderungen an die Bauausführung von Gasleitungen sind unter Kapitel 6 des DVGW-Arbeitsblatts G 463 beschrieben.

Gemäß Kapitel 6.4 des DVGW-Arbeitsblatts G 463 werden die Rohre und sonstigen Rohrleitungsteile wie Rohrbögen, Armaturen, Flansche durch Schweißverbindungen verbunden. Die schweißtechnischen Anforderungen sowie die Anforderungen an die Prüfung und Bewertung der Schweißnähte wurden in einem eigenen DVGW-Arbeitsblatt (GW 350) festgelegt. Danach dürfen die Schweißarbeiten nur von besonders qualifizierten Unternehmen mit geprüften Schweißern durchgeführt werden. Zur Überprüfung der Schweißnahtqualität werden Testnähte aus der Rohrleitung entnommen, die zerstörend geprüft werden und darüber hinaus alle Schweißnähte mit Röntgenstrahlen (RT – Radiographic Testing) oder mittels Ultraschall (UT – Ultrasonic Testing) auf Fehler geprüft. Die Überprüfung der Schweißnähte erfolgt nach dem Mehraugenprinzip durch die Fachfirma, die Bauaufsicht und durch den unabhängigen Sachverständigen. Hierdurch kann eine hohe Qualität der auf der Baustelle gefertigten Schweißnähte gewährleistet werden. Durch die 100%ige zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnähte erreicht die EGL 442 ein sehr hohes technisches Sicherheitsniveau.

Angaben über die eingebauten Rohre und Rohrleitungsteile, die Prüfung der Schweißnähte, die eingesetzten Schweißer, die erforderlichen Zulassungen der Unternehmer, des Schweiß-, Prüf- und Umhüllungspersonals und vieles mehr werden

in einer technischen Dokumentation festgehalten, damit eine einwandfreie Rückverfolgbarkeit gewährleistet ist.

Nach Fertigstellung der Rohrumhüllung und nochmals, unmittelbar vor dem Absenken der Rohrleitung in den Rohrgraben wird die Rohrumhüllung mit Hochspannung auf Fehlerfreiheit getestet. Zusätzlich wird durch die Bauaufsicht und durch den Sachverständigen kontrolliert, ob die Rohrgrabensohle frei von Steinen oder sonstigen Fremdkörpern ist und dann die Leitung mit steinfreiem Verfüllmaterial umgeben.

5.2.4 Druckprüfung

Nach der Verlegung und vor der Inbetriebnahme wird die Gastransportleitung einer Wasserdruckprüfung unterzogen. Die Wasserdruckprüfung ist eine integrale Prüfung der Rohrleitung, mit der festgestellt werden kann, ob die Leitung fachgerecht konstruiert, verlegt und geprüft worden ist. Die Prüfung wird bei der EGL 442 aufgrund des Betriebsdrucks, der Länge und des Durchmessers gemäß der Empfehlung des DVGW-Arbeitsblatts G 463 als sogenannte Stressdruckprüfung durchgeführt. Bei der Stressdruckprüfung werden die Rohre und Rohrbögen bis an ihre tatsächliche Streckgrenze belastet. Der bei der Stressdruckprüfung erreichte Prüfdruck stellt den höchstmöglichen Druck dar, der bei einer Druckprüfung erreicht werden kann, ohne die Rohrleitung zu schädigen. Hierdurch können auch kleinste Fehler in der Rohrwand festgestellt und eliminiert werden, darüber hinaus werden durch die Stressdruckprüfung Formabweichungen und Spannungen in der Rohrleitung abgebaut, was zu einer Verringerung der Spannungen im späteren Betriebszustand führt.

Nach der Druckprüfung wird die Leitung mit einem Geometriemolch auf eventuelle Verformungen wie z.B. Ovalitäten, Beulen, Knicke untersucht. Eine Inbetriebnahme kann nur nach dem Nachweis der Beulenfreiheit erfolgen.

Nach der erfolgreich absolvierten Druckprüfung und der Molchuntersuchung wird das Wasser aus der Rohrleitung entfernt. Dazu wird das Wasser mit Scheibenmolchen und/oder Schaumstoffmolchen aus der Leitung gedrückt. Die noch in der Rohr-

leitung verbliebene Restfeuchte wird durch das Durchblasen mit trockener Luft entfernt. Die ausreichende Trockenheit der Rohrrinnenwand wird durch eine Taupunktmessung gewährleistet.

5.2.5 Betrieb und Instandhaltung

Der Betrieb von Erdgastransportleitungen erfolgt gemäß § 4 der GasHDrLtG von einer ständig besetzten Dispatchingzentrale aus. In dieser Dispatchingzentrale werden alle relevanten Betriebsgrößen, wie Drücke und Durchflüsse angezeigt und ständig überwacht. Die Dispatchingzentrale ist über entsprechende Kommunikationseinrichtungen jederzeit erreichbar.

Wesentliche Betriebsvorgänge, die laufende Überwachung und Instandhaltung der Leitung werden dokumentiert.

Zur Beseitigung von Störungen und zur Schadensbekämpfung wird ein ständig erreichbarer Bereitschaftsdienst eingerichtet. Dieser Bereitschaftsdienst verfügt über ausreichend geeignetes Personal, Fahrzeuge und Werkzeuge, um Folgeschäden zu verhindern oder zu beseitigen und notwendige Reparaturen sofort vornehmen zu können. Der Bereitschaftsdienst wird durch andere Gasnetzbetreiber unterstützt.

Die Gasleitung wird mindestens monatlich beflogen und in regelmäßigen Zeitabständen auf der gesamten Länge begangen. Betriebswichtige Punkte wie z.B. Absperrstationen oder Molchstationen werden zweimal im Jahr örtlich kontrolliert. Alle 6 Monate wird in bebauten Gebieten eine Dichtheitsprüfung nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 465-1 unter Verwendung von Gasspürgeräten durchgeführt. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass in bebauten Gebieten Leckagen festgestellt werden können bevor es zu einer Gefährdung kommt. Darüber hinaus werden Veränderungen in der Umgebung der Gastransportleitung festgestellt, wie z.B. Bauarbeiten, Grabungen, und es können umgehend Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

5.2.6 Integrität

Gemäß den Anforderungen der GasHDrLtG muss der Gasleitungsnetzbetreiber über ein Integritätsmanagementsystem verfügen. Die Ferngas Netzgesellschaft hat zum Betrieb des Netzes in Thüringen ein umfassendes Managementsystem etabliert und entwickelt dieses permanent weiter. Dieses System umfasst u.a. folgende Teile:

- eindeutige Betriebsorganisation in allen Unternehmensteilen
- Bereitschaftssystem im Rahmen des Betriebes und im Rahmen möglicher Störungen
- Vorgaben zur Überwachung und Dokumentation aller Anlagen
- Einsatz von qualifiziertem Personal
- Schulungsplan des Personals

Das Qualitätsmanagementsystem der Ferngas Netzgesellschaft mbH ist gemäß DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Das Thüringer Netz der Ferngas Netzgesellschaft mbH ist seit 2004 durchgängig entsprechend DVGW Arbeitsblatt G 1000 zertifiziert und hat in diesem Rahmen ein funktionierendes „Technische Sicherheitsmanagementsystem“ nachgewiesen.

5.3 Schadensfallbetrachtung

Aus den vorliegenden Schadensstatistiken für Rohrleitungen (vgl. Kapitel 3.2) ist ersichtlich, dass die Hauptursache für Unfälle die Einwirkung von außen mit ca. 50% aller Schäden ist. Diese Beschädigungen können auch zu Unfällen mit größeren Auswirkungen führen.

Wie bereits in Kapitel 3.2 dargelegt, ist die EGL 442 aufgrund des Außendurchmessers von 406,4 / 508 mm, einer Mindestwanddicke von 8 / 10 mm sowie einer Regelüberdeckung von mindestens 1,2 m in Verbindung mit dem verlegten Trassenwarnband gut gegen eine Beschädigung durch äußere Einwirkungen geschützt. Da eine Beschädigung nicht mit 100%iger Sicherheit auszuschließen ist, wurden zur Er-

mittlung und Bewertung der Gefahren infolge einer Beschädigung der Erdgastransportleitung von außen verschiedene Berechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend zusammengefasst sind.

Für die Berechnungen wird unterstellt, dass die Leitung durch äußere Einwirkung beschädigt wird. Aufgrund der Wanddicke und der Tiefenlage der Rohrleitung ist eine Beschädigung durch landwirtschaftliche Tätigkeiten oder übliche Bautätigkeiten (z. B. Bagger) unwahrscheinlich, jedoch können Beschädigungen durch spezielle Tätigkeiten (z. B. Bohrungen) nicht vollständig ausgeschlossen werden. Konservativ wird eine Leckgröße mit einer Austrittsfläche von 4 cm x 5 cm angenommen, die abdeckend für mögliche Beschädigungen durch Tätigkeiten im Umfeld der Leitung ist. Diese Leckgröße ist aufgrund der unter Kapitel 5.2 beschriebenen Maßnahmen als worst-case-Betrachtung zu sehen. Das Auftreten größerer Leckagen ist aufgrund der getroffenen Gegenmaßnahmen als praktisch ausgeschlossen einzustufen und wird deshalb nicht untersucht.

Der zulässige Betriebsdruck der EGL 442 soll zunächst 25 bar betragen, jedoch ist eine spätere Anhebung auf 84 bar geplant. Die nachfolgenden Berechnungen wurden daher abdeckend für den geplanten Betriebsdruck von 84 bar durchgeführt.

Bei der angenommenen Austrittsfläche von 20 cm² und einem Betriebsdruck von 84 bar beträgt der Freisetzungsmassenstrom 19,8 kg/s. Es bildet sich ein Freistrahls aus, in dem durch Lufteinmischung die Gaskonzentration in den Bereich der Explosionsgrenzen (UEG / OEG) verdünnt wird. Unsere Berechnungen mit dem Programm ProNuSs Version 8.13 zeigen, dass sich ein zündfähiges Erdgas-Luft-Gemisch nur in einem sehr eng begrenzten Bereich des Freistrahls ausbildet. Die Berechnung des vertikalen Freistrahls bei einem Austrittswinkel von 90° mit der Begrenzung der Isokonzentrationslinie von 4,4 Vol% entsprechend der unteren Explosionsgrenze (UEG) von Erdgas ergibt eine Höhe von ca. 11 m und eine maximale Breite von <1 m bei konservativen Bedingungen (Windstille). Außerhalb dieses Bereichs tritt keine explosionsfähige Atmosphäre auf, da die Erdgaskonzentration zu gering ist.

Durch Windeinwirkung kann sich durch seitliche Ablenkung des Freistrahls eine horizontale Verschiebung der Kontur ergeben. Diese beträgt bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s etwa 2 m. Die Masse an Methan innerhalb der Explosionsgrenzen von 4,4 Vol% (UEG) und 16,5 % (OEG) (explosionsfähige Masse) innerhalb des Freistrahls beträgt weniger als 0,5 kg.

Nach /2/ und /14/ ist die Wahrscheinlichkeit für die Zündung des austretenden Erdgases von der Leckgröße und den Umgebungsbedingungen abhängig. Sie beträgt im Falle einer großen Leckage für Leitungsdurchmesser von mehr als 400 mm etwa 32 % und für Leitungsdurchmesser bis DN 400 nur etwa 10%. Bei kleineren Leckagen beträgt die Wahrscheinlichkeit für die Zündung des austretenden Erdgases weniger als 5 %.

Unsere Annahme, dass es zu einem Brand und zur Explosion kommt ist deshalb als konservativ einzustufen. Für die nachfolgende Betrachtung der Auswirkungen eines Freistrahls-Feuers und einer Explosion werden die in den Störfallbetrachtungen gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz üblichen Grenzwerte einer Strahlungsbelastung von $1,6 \text{ kW/m}^2$ und eines Spitzenüberdrucks von 100 mbar verwendet. Die Strahlungsbelastung von $1,6 \text{ kW/m}^2$ stellt für den Menschen die Grenze für den Beginn nachteiliger Auswirkung dar. Die maximale Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche beträgt zum Vergleich $1,3 \text{ kW/m}^2$. Ein Spitzenüberdruck von 100 mbar kann zur Zerstörung gemauerter Wände führen, unmittelbare Personenschäden treten nicht ein.

Bei einer Entzündung des horizontalen Freistrahls beträgt die Flammenlänge ca. 40 m und der mittlere Flammendurchmesser ca. 7 m. Eine Strahlungsbelastung von $1,6 \text{ kW/m}^2$ wird in einer seitlichen Entfernung von weniger als 60 m in Bodenhöhe unterschritten.

Die Explosionsauswirkungen bei Zündung des Freistrahls sind vergleichsweise gering. Ein maximaler Explosionsüberdruck von 100 mbar wird nur im unmittelbaren Umfeld des Freistrahls ($< 10 \text{ m}$) überschritten.

Die Auswirkungen der angenommenen Leckage sind örtlich sehr begrenzt und führen nur im unmittelbaren Nahbereich der Leckstelle zu negativen Auswirkungen. Aufgrund der Trassenwahl existieren nur wenige, sehr kurze Leitungsabschnitte, mit Wohnbebauung, in denen eine mögliche Leckage zu negativen Auswirkungen führen kann. Aufgrund der geringen Abstände der motorbetriebenen Absperrarmaturen kann die Gashochdruckleitung im Schadensfall schnell in kleinere Segmente unterteilt werden. Bei der oben beschriebenen Ausströmöffnung ist auch bei dem längsten Leitungsabschnitt der Ausströmprozess nach etwa 6 Stunden beendet und der Gasaustritt gestoppt. Bei den kürzeren Leitungsabschnitten ist dieser Zeitpunkt noch früher, in der Regel nach wenigen Stunden, erreicht.

Im Leckagefall werden schnellstmöglich Maßnahmen gemäß dem Technischen Sicherheitsmanagement der Ferngas Netzgesellschaft ergriffen. Diese sind im Einzelnen im Kapitel 5.5 beschrieben.

5.4 Systematische Gefahrenbetrachtung

Im Anhang 1 haben wir für die EGL 442 eine systematische Gefahrenbetrachtung durchgeführt, in der die mögliche Gefahren für die Erdgastransportleitung berücksichtigt und die konkret realisierten Gegenmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewertet werden.

In die systematische Gefahrenbetrachtung sind die aus den Schadensstatistiken der EGIG ermittelten Hauptschadensursachen eingeflossen.

- Mechanisches Versagen
 - Konstruktionsfehler
 - Materialfehler

- Betrieblich bedingtes Versagen
 - Betriebsstörung

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

- Fehlbedienung
- Korrosion
 - Äußere Korrosion
 - Innere Korrosion
 - Spannungsrisskorrosion (außen / innen)
- Erdbewegungen, Naturkatastrophen
 - Bodensenkungen / Erdrutsche/ Erdbeben
 - Überflutung
 - Andere
- Beschädigung durch Dritte
 - Versehentlich, Leck unmittelbar
 - Vorsätzlich, Leck unmittelbar
 - Leck als Folgeschaden aus Beschädigung durch Dritte (z.B. Beule)
- Beschädigung durch umgebungsbedingte Faktoren
 - Windenergieanlagen
 - Flugzeuge

Die möglichen Schadensursachen wurden hinsichtlich der getroffenen Gegenmaßnahmen, die bereits durch das DVGW-Regelwerk vorgeschrieben sind bzw. zusätzlich bei der EGL 442 angewendet werden, bewertet.

Im Ergebnis zeigt die Gefahrenbetrachtung, dass die EGL 442 aufgrund der technischen Parameter, der vorherrschenden äußeren Bedingungen und der zusätzlich getroffenen Maßnahmen gemäß dem geltenden technischen Regeln einen hohen sicherheitstechnischen Standard aufweist und dadurch ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

5.5 Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

Trotz des in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten hohen Sicherheitsstandards ist zum Betrieb der EGL 442 Vorsorge getroffen, um im Falle eines „Dennoch-Szenarios“ das potentielle Schadensausmaß zu minimieren.

Vor Inbetriebnahme wird die EGL 442 in den bestehenden Alarmplan der Ferngas Netzgesellschaft integriert. Dieser ist Bestandteil des Technischen Sicherheitsmanagement der Ferngas Netzgesellschaft und sieht gemäß den Vorgaben in den geltenden Gesetzen und Verordnungen Regelungen bzw. Handlungsanweisungen zu folgenden Sachverhalten vor:

- Regelungen zu Kommunikations- und Meldewegen im Falle einer Betriebsstörung oder eines Schadensereignisses (Bereitschaftsdienst, öffentliche Stellen wie Polizei und Feuerwehr)
- Handlungsanweisungen, wie im Falle einer Betriebsstörung oder eines Schadensereignisses vorzugehen ist (z. B. Druckabsenkung in der Leitung, gezieltes Absperren oder Entleeren von Anlageteilen bzw. Rohrleitungsabschnitten)

Darüber hinaus ist im Technischen Sicherheitsmanagement und im Alarmplan der Ferngas Netzgesellschaft festgelegt, welches Personal und welche Geräte zur Schadensminderung erforderlich sind und wo diese bereitgehalten werden. Auch die Zusammenarbeit mit öffentlichen Stellen wie Polizei und Feuerwehr wird im Alarmplan geregelt, um den größtmöglichen Schutz der Bevölkerung und der Umwelt zu gewährleisten.

6. Fazit

Mit Pipelines können große Energiemengen sicher, umweltschonend und wirtschaftlich über lange Strecken transportiert werden. Dabei schneiden Pipelines im Vergleich mit anderen Transportmitteln wie Straßentankwagen, Eisenbahnen und Schiffe bei der Anzahl der Unfälle mit großem Abstand am besten ab. Dies wird durch verschiedenste Schadensstatistiken wie z.B. der EGIG und des DVGW seit Anfang der 70er Jahre belegt und auch durch andere Studien, wie z.B. den BAM-Forschungsbericht bestätigt.

Die große Transportsicherheit und hohe Verfügbarkeit bei Pipelines wird durch hohe Sicherheitsstandards sowohl bei Planung und Trassenwahl als auch bei Bau und Betrieb erreicht. So kommen nur zertifizierte Komponenten und Materialien zum Einsatz, die hinsichtlich ihrer Eignung und Zuverlässigkeit besonderen Anforderungen genügen. Es werden besondere Schutzvorkehrungen und Sicherheitseinrichtungen zum Erkennen und Verhindern von Störungen und zur Begrenzung des Schadensausmaßes eingesetzt. Weiterhin werden Pipelines hinsichtlich ihres Zustands und ihrer Dichtheit regelmäßig besonders überwacht. Darüber hinaus erfolgen Prüfungen durch Eigen- und Fremdüberwachung zur dauerhaften Sicherung der Funktionsfähigkeit und des Zustands.

Die jahrzehntelangen Erfahrungen über die Eigenschaften und das Verhalten von Gastransportleitungen sind Bestandteil der aktuell geltenden Regelwerke für die Konstruktion, den Bau und den Betrieb von Erdgastransportleitungen. Bei konsequenter Anwendung der in Deutschland geltenden technischen Regeln für Gashochdruckleitungen kann grundsätzlich ein sicherer Betrieb von Erdgastransportleitungen garantiert werden.

Dies gilt auch für die geplante Erneuerung der EGL 442 der Ferngas Netzgesellschaft, was wir anhand einer systematischen Gefahrenbetrachtung überprüft haben. Die systematische Betrachtung der möglichen Gefahren zeigt, dass die gemäß dem

Sicherheitsstudie zur Erneuerung der Erdgastransportleitung EGL 442 DN 400 / 500, DP 84
der Ferngas Netzgesellschaft mbH

geltenden Regelwerk vorgesehenen Maßnahmen einen sicheren Betrieb der EGL 442 gewährleisten.

Um die Sicherheit der Erdgastransportleitung in Gebieten mit dichter Wohnbebauung noch weiter zu erhöhen, empfehlen wir im Zuge der Ausführungsplanung zu prüfen, ob in diesen Bereichen neben der erhöhten Erdüberdeckung, der Verlegung des Trassenwarnbandes und der erhöhten Anforderungen an die Druckprüfung weitere zusätzliche Maßnahmen gemäß Kapitel 5.1.12 des DVGW Arbeitsblatts G 463 vorgenommen werden können.

Durch die für die Dauer des Betriebs der EGL 442 festgelegten Maßnahmen kann die Integrität der Gashochdruckleitung dauerhaft garantiert werden und die Wahrscheinlichkeit für eine mögliche Beschädigung durch äußere Einwirkungen äußerst gering gehalten werden.

Der Sachverständige
der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Engel', written in a cursive style.

Dipl.-Ing. Christian Engel



7. Abkürzungen

DVGW	-	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
EGIG	-	European Gas Pipeline Incident Data Group
CONCAWE	-	Conservation of clean air and water in Europe
HDD	-	Horizontal Directional Drilling (Horizontalbohrung)
EnWG	-	Energiewirtschaftsgesetz
UVPG	-	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
GasHDrLtgV	-	Verordnung über Gashochdruckleitungen
VdTÜV	-	Verband der Technischen Überwachungsvereine
QRA	-	Quantitative Risk Analysis
DP	-	Design Pressure (Auslegungsdruck)
MOP	-	Maximum Operating Pressure (Maximal zulässiger Betriebsüberdruck)
PE	-	Poly-Ethylen
PP	-	Poly-Propylen
GFK	-	Glasfaserverstärkter-Kunststoff
RT	-	Radiographic Testing (Durchstrahlungsprüfung)
UT	-	Ultrasonic Testing (Ultraschallprüfung)
UEG	-	Untere Explosionsgrenze
OEG	-	Obere Explosionsgrenze
EKI	-	Europäische kritische Infrastrukturen
SKI	-	Schutz kritischer Infrastrukturen
BSI	-	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik