



Bundesamt
für Bevölkerungsschutz
und Katastrophenhilfe

Tagungsband LÜKEY 2018

1. Thementag: Gasversorgung in Deutschland
Versorgung und Diversifikation der Gasquellen



BBK. Gemeinsam handeln. Sicher leben.

**Tagungsband
LÜKEX 2018**

1. Thementag

Tagungsband LÜKEX 2018

1. Thementag: Gasversorgung in Deutschland
Versorgung und Diversifikation der Gasquellen

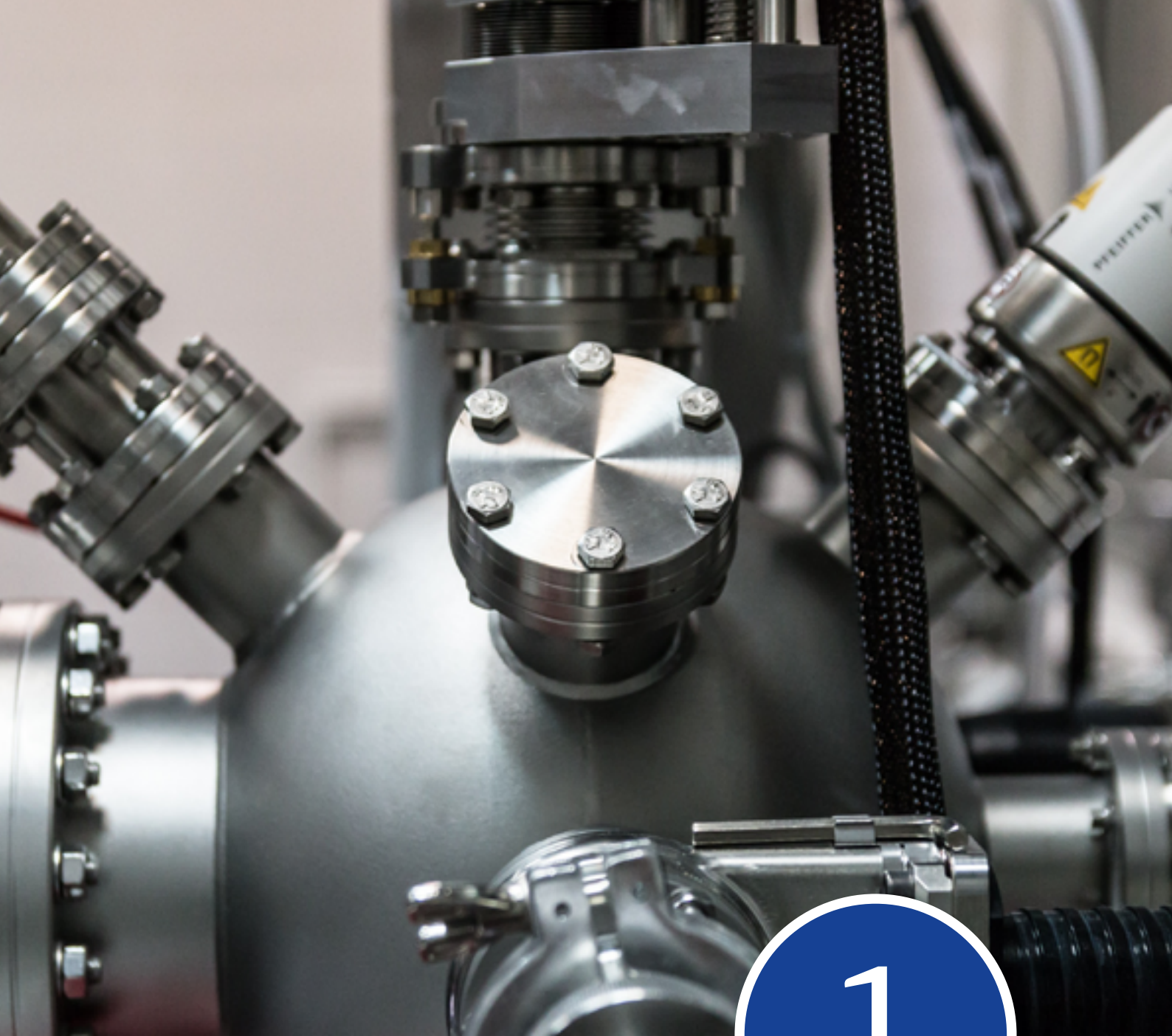


Stand: Februar 2018



Inhalt

1	Vorwort	6
2	Transportrouten in Europa	8
3	Funktion und Bedeutung der Gasspeicher in Deutschland und im europäischen Verbund	12
4	LNG als Beitrag zur Diversifizierung der Erdgasversorgung in Deutschland	20
5	Beziehungen und Verflechtungen der Kritischen Infrastrukturen untereinander	26
6	Cybersicherheit – Bedeutung für die Gasbranche	36
7	Rolle eines Verteilnetzbetreibers im Gas zwischen Versorgungsaufgabe Sektorkopplung und Digitalisierung	44
8	Auswertung Themencafé	52
9	Anlagen	60
	Links, Quellen und Literatur	
	Tagungsprogramm	



1

Vorwort

Die 8. Strategische Krisenmanagement-Übung „LÜKEX 18“ ist dem Thema „Gasmangellage in Süddeutschland“ gewidmet. Somit bot es sich an, den ersten Thementag am 9. und 10. November in Passau als Einführung in die komplex strukturierte deutsche Gasversorgung hinsichtlich der Infrastruktur (Leitungssystem und Untergrundspeicher) zu nutzen, als auch die Importabhängigkeiten, Handels- und Transitströme zu untersuchen.

Ein kompaktes und anspruchsvolles, von der Projektgruppe LÜKEX Bund zusammengestelltes Programm begleitete die circa 100 Teilnehmer über knapp eineinhalb Tage. Dieses Veranstaltungsformat soll insbesondere den Übungsbeteiligten und allen Interessierten die Gelegenheit geben, sich vertieft mit spezifischen fachlichen Aspekten des Übungsthemas auseinanderzusetzen. Die Veranstaltung diente sowohl der Unter- richtung der Teilnehmer, die aus allen Teilen der Gaswirtschaft als auch aus energiewirtschaftlich fernen Institutionen wie z. B. der Bundeswehr, des Katastrophenschutzes oder den Hilfsorganisationen stammten, als auch dem wissenschaftlichen Diskurs zu aktuellen Fragestellungen der Energiewende und Energiepolitik. Der vorliegende Tagungsband fasst die im Rahmen der Veranstaltung vorgetragenen Positionen und Vorträge anschaulich zusammen und macht diese auch all jenen zugänglich, die nicht an dem Thementag teilnehmen konnten.

Neben ersten gaswirtschaftlichen Grundlagen wurden die europarechtlichen Rahmenbedingungen – insbesondere die SoS-Verordnung zur Solidarität im Krisenfall – als Beitrag zur Versorgungssicherheit im europäischen Kontext vermittelt. Spezielle Herausforderungen für die Versorgungssicherheit ergeben sich vor dem Hintergrund der Energiewende. Fragen, wie „Welchen Einfluss hat die Stromversorgung (aus erneuerbaren Energiequellen) auf die Gasversorgung?“ „Wie und in welchem Umfang gibt es die viel zitierte Sektorkopplung?“ wurden auf dem Podium mit Beteiligung des Auditoriums heiß und kontrovers diskutiert. „Wo sind die für Deutschland relevanten Erdgasquellen?“, „Wie wird der Erdgasbezug auf den Erdgasverbrauch abgestimmt?“ (Stichwort Untergrundspeicher) und „Wie verhält es sich



mit der Tatsache, dass Deutschland aufgrund der geografischen Lage auch ein bedeutendes Transitland ist?“ Diese wichtigen, nicht trivial zu beantwortenden Fragen rund um die Diversifikation der Gasversorgung wurden mittels fachkundiger Vorträge am Nachmittag des ersten Tages intensiv behandelt.

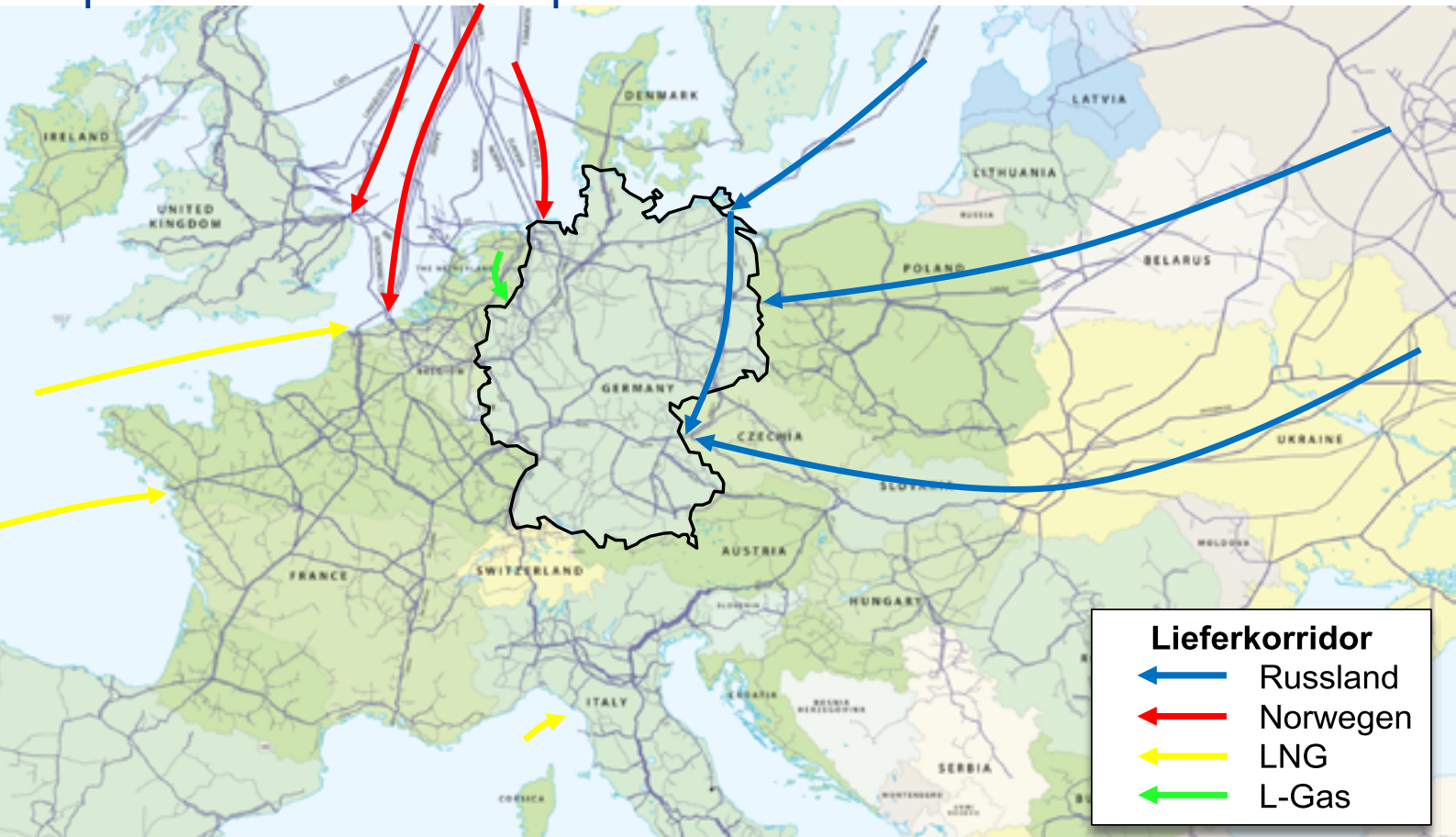
Nicht nur seit der allgemeinen Bedrohung durch „Cyber-Angriffe“ finden Kritische Infrastrukturen ein Interesse in der breiteren Öffentlichkeit. Doch welche Einrichtungen der deutschen Gaswirtschaft gehören hierzu und wie sieht deren Gefahrenpotenzial aus? Welche Risiken für die Gaswirtschaft sind derzeit erkennbar und wie kann diesen präventiv begegnet werden? Daher wurde diesem hoch aktuellen Fragenkomplex in unterschiedlichen Beiträgen große Teile des Vormittags am zweiten Tag gewidmet. Im weiteren Verlauf der Veranstaltung stand die Dezentralität der Wärmeversorgung und der Stromerzeugung im Mittelpunkt. Es ist fast überflüssig zu erwähnen, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieses 1. Thementages nicht ohne eine engagiert vorgetragene Zusammenfassung und einen Ausblick auf den darauf folgenden Thementag auf die Heimreise verabschiedet wurden.

Im Namen der Projektgruppe LÜKEX Bund bedanke ich mich bei allen Beteiligten, die zum Erfolg dieser Veranstaltung mit durchweg positiver Resonanz und der Ausfertigung dieses Tagungsbandes beigetragen haben, insbesondere jedoch bei den Referentinnen und Referenten, die ihre Präsentationen für diese Publikation anschaulich verschriftlicht haben.

Ich wünsche den Leserinnen und Lesern dieser informativen Dokumentation viele Erkenntnisgewinne und Denkstöße aus der Lektüre!

Dr. Gerrit Volk
(Bundesnetzagentur, Referatsleiter Referat „Zugang zu Gasverteilernetzen, Technische Grundsatzfragen, Versorgungsqualität“, Mitglied der Projektgruppe LÜKEX Bund)

Importrouten Mitteleuropa 2017



Quelle: ENTSOG Capacity Map 2017, www.entsog.eu

Transportrouten in Europa | Passau | 09.11.2017

 Open Grid Europe
The Gas Wheel

2

Transportrouten in Europa

Von Wolfgang Heinrichs

Pipelinetransport in Deutschland

Erdgas ist ein wichtiger Energieträger in Europa, wird aber als natürliche Ressource in der Regel meist weit entfernt von den Verbrauchsschwerpunkten produziert. Es muss von den internationalen Förderstätten bzw. den Gasproduzenten zu den regionalen Verbrauchszentren transportiert werden. Für den überregionalen und grenzüberschreitenden Gastransport wird in Deutschland insgesamt ein ca. 40.000 km langes Fernleitungsnetz durch die Fernleitungsnetzbetreiber betrieben, 12.000 km davon durch die Open Grid Europe GmbH. Es werden sowohl die nationalen Produktionsfelder in Norddeutschland als auch die Importpunkte mit den regionalen Verbrauchszentren, den großen Unterspeichern und den Exportpunkten verbunden.

Die Fernleitungen haben Durchmesser bis zu 140 cm und werden mit einem Überdruck von bis zu 100 bar betrieben, um einen effizienten Transport der großen Gasmengen sicherzustellen. Verdichterstationen in Abständen zwischen 100 und 200 Kilometern sorgen dafür, dass der Druck über diese weiten Entfernungen stabil bleibt. Neben der Versorgung der deutschen Verbraucher wird das Netz auch zu einem erheblichen Teil für den Transit in die angrenzenden EU-Staaten genutzt.

In den in Deutschland betriebenen Unterspeichern können bis zu 25 % des jährlichen Inlandsverbrauchs gespeichert werden – dies ist insbesondere wichtig, um die saisonale Struktur des Verbrauchs abdecken zu können. Ein hoher Anteil des Erdgasverbrauchs wird für die Wärmezeugung eingesetzt, so dass es an kalten Wintertagen zu Lastspitzen in den Netzen kommt, die den Einsatz der Speicher erfordert.

Die gesamte im Jahr 2016 transportierte Energiemenge (inkl. Transit) durch das deutsche Netz betrug 1.178 TWh (Terawattstunden) – dies entspricht ca. 32 % des gesamten deutschen Primärenergieverbrauchs und der 1,8 fachen Energiemenge, die 2016 durch Stromnetze transportiert wurde. Quellen: Gaszahlen 2017 des BDEW und AG Energiebilanzen, März 2017, veröffentlicht vom BMWi)

Europäische Versorgungskorridore

Innerhalb Deutschlands wurde im Jahr 2016 nur ca. 7 % der verbrauchten Menge produziert, während ca. 42 % aus russischen und ca. 25 % aus norwegischen Quellen importiert wurde. Die großen Entfernungen von bis zu 6.000 km von den Produktionsstätten werden durch Pipelinetransporte über Land oder durch Nord- und Ostsee überbrückt. Für den Transport des russischen Gases werden derzeit drei Transportrouten genutzt:

- Nord Stream (direkte Verbindung durch die Ostsee, Importpunkt Greifswald)
- Yamal (Route durch Weißrussland und Polen, Importpunkt Mallnow (Märkisch-Oderland))
- Südroute (durch die Ukraine, Slowakei und Tschechien, Importpunkt Waidhaus (Oberpfalz))

Das norwegische Erdgas erreicht Deutschland im Wesentlichen über die Norpipe und Europipe-Leitungen, die als Importpunkte Emden und Dornum an der Nordseeküste haben. Es gibt zusätzlich weitere Pipelines, die norwegische Erdgasmengen direkt nach Großbritannien,

Belgien und Frankreich bringen. Durch die gute Vernetzung im europäischen Erdgasverbund tragen auch diese Verbindungen zur Versorgungssicherheit in Deutschland bei, da in kritischen Transportsituationen die Erdgasmengen umgeleitet werden können. Deutschland spielt mit seiner zentralen Lage in Europa, der guten Verbindung mit allen angrenzenden Ländern und den großen Transitleitungen von Nord nach Süd und von Ost nach West eine wichtige Rolle und nimmt im europäischen Verbundsystem die Rolle einer Gasdrehzscheibe ein.

Diese Zusammenhänge wurden in der in 2017 neu in Kraft getretenen europäischen Verordnung über Maßnahmen zur Gewährleistung der sicheren Gasversorgung berücksichtigt. Zukünftig sind die Maßnahmen und Notfallpläne auf die Folgen von Störungen in den Lieferkorridoren anzupassen und insbesondere zwischen den Mitgliedsstaaten abzustimmen, die durch solche Störungen betroffen sein könnten. Außerdem werden die europäischen Fernleitungsnetzbetreiber mit der Verordnung zur Zusammenarbeit in Notfallsituationen verpflichtet und werden dem durch die Nutzung des bereits 2014 unter dem Dach des ENTSOG (Europäischer Verband der Gas-Fernleitungsnetzbetreiber) eingerichteten ReCo-Systems (Regional Coordination System for Gas) nachkommen.



Abb. 1: Importpunkt Waidhaus in der Oberpfalz

Regional Coordination System

Das ReCo-System besteht derzeit aus drei Teams, die jeweils bei einer Störung der Lieferkorridore „East“ (für Gas aus russischen Quellen), „North-West“ (für Gas aus Lieferquellen in Norwegen und den Niederlanden) und „South“ (für Gas aus Nordafrika) für die Koordination der Maßnahmen zwischen den europäischen Netzbetreibern zuständig sind. Die Teams können mit kurzen Vorlaufzeiten jederzeit rund um die Uhr aktiviert werden und nutzen z.B. Webkonferenzen, um die Lage bei einer Störung zu beurteilen und Problemlösungen abzustimmen oder auch die notwendigen Informationen für die EU-Kommission und die zuständigen Behörden der betreffenden Mitgliedstaaten zusammenzustellen.

Marktraumumstellung

Innerhalb Deutschlands und in den Niederlanden wird sog. L-Gas (Erdgas mit niedrigem Brennwert) produziert, welches in getrennten Leitungen zu dem aus den anderen Quellen (Russland und Norwegen) stammenden H-Gas (Erdgas mit hohem Brennwert) transportiert wird. Da die Produktion aus den L-Gas Quellen stetig zurückgeht, während der Verbrauch sich nicht wesentlich ändert, ist es erforderlich, Maßnahmen für einen Ausgleich zu ergreifen. Aus diesem Grund werden die Gasverbrauchsgeräte in den L-Gas-Verbrauchsgebieten im Zeitraum von 2016 bis ca. 2030 auf das langfristig verfügbare H-Gas umgestellt. Gleichzeitig sind auch die zugehörigen Versorgungsleitungen auf Verteilnetz- und Fernleitungsnetzebene umzustellen und an die Lieferkorridore des H-Gases anzuschließen. Durch diese Maßnahmen wird sich der H-Gas-Bedarf in den nächsten 15 Jahren deutlich erhöhen und entsprechend sind die Transportwege passend für diese zusätzlichen Mengen auszubauen.

Ausblick: Netzentwicklungsplan 2018-2028

Die Ausbauplanung der Erdgasnetze in Deutschland wird durch das gesetzlich festgelegte Verfahren des Netzentwicklungsplans Gas erarbei-

tet, im Markt konsultiert und schließlich von der Bundesnetzagentur bestätigt. Der Netzentwicklungsplan enthält alle wirksamen Maßnahmen zur bedarfsgerechten Optimierung, Verstärkung und zum Ausbau des Netzes sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit, die in den nächsten zehn Jahren netztechnisch für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb erforderlich sind.

Neben der Marktraumumstellung sind weitere Aspekte bei der mittel- bis langfristigen Planung der Erdgasnetze zu beachten. Durch die beschlossene Energiewende und den Ausstieg aus der Kernenergie werden sich die Verbräuche in den verschiedenen Sektoren (Stromerzeugung, Mobilität und Wärmeerzeugung) verändern. Außerdem gibt es verschiedene Infrastrukturprojekte, deren Umsetzung bereits beschlossen ist, die Einfluss auf die zukünftige Quellenverteilung haben und deshalb bei der Ausbauplanung zu berücksichtigen sind.

Im Netzentwicklungsplan für die Jahre 2018 bis 2028 wird ein Anstieg insbesondere der mit Pipelines transportierten Mengen aus Russland und Aserbaidschan erwartet, die durch die Ostsee-Pipeline Nord Stream 2 und über Tschechien, Österreich und Italien nach Deutschland transportiert würden. Aus Frankreich, Belgien und den Niederlanden wird ebenfalls ein nennenswerter Anstieg der Gasimporte erwartet. Diese werden über den Seeweg z.B. aus dem Nahen Osten oder den USA als LNG (Liquefied Natural Gas, durch Kühlung verflüssigtes Erdgas) nach Europa gebracht.

Fazit

Seit vielen Jahren hat sich der effiziente Transport von Erdgas als wichtigem Primärenergieträger für Deutschland durch Fernleitungen über weite Strecken aus den Produktionsstätten insbesondere in Russland und Norwegen etabliert. Durch das gut vernetzte europäische Erdgasnetz wird ein hohes Maß an Versorgungssicherheit erreicht, welches durch Maßnahmen des Netzausbaus und der weiteren Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Netzbetreibern auch zukünftig sichergestellt wird. Anpassungen

an geänderte Verbrauchsszenarien werden langfristig im Netzentwicklungsplan berücksichtigt, um so auch dauerhaft eine sichere Versorgung zu erreichen. Im Verbund mit den vorhandenen Speichern existiert hiermit ein System, welches auch für die zukünftigen Herausforderungen der Umgestaltung der Energieversorgung zur Erreichung der Klimaziele einen wichtigen Beitrag leisten kann.

Zum Autor

Wolfgang Heinrichs

*Leiter Arbeitsvorbereitung im Bereich
Netzplanung und Steuerung
Open Grid Europe GmbH
Kallenbergstraße 5
45134 Essen*

wolfgang.heinrichs@open-grid-europe.com

Quellen und weiterführende Links

[Netzentwicklungsplan Gas](#)

[Umsetzungsbericht 2017](#)

[ENTSOG Transparenzplattform](#)



3

Funktion und Bedeutung der Gasspeicher in Deutschland und im europäischen Verbund

Von Dr. Ulrich Duda

Zusammenfassung

Der Beitrag verdeutlicht den unverzichtbaren Beitrag der Gasspeicher in Deutschland und Europa bei der Versorgung mit Gas. Ein historischer Rückblick verdeutlicht die parallele Entwicklung der Speicher mit dem Ausbau des Fernleitungsnetzes für den Gasimport. Es wird die Funktion der Speicher als Gasmengen- und kennlinienabhängiger Gasleistungslieferant erläutert. Zudem wird der erforderliche Vorhaltebedarf für eine gesicherte Versorgung mit Gas in Abhängigkeit von Importabhängigkeit und Diversifizierung hergeleitet. Der Marktrahmen für Speicher forciert allerdings den Rückbau in Deutschland und kann die Versorgungssicherheit in Zukunft gefährden.

Mit Blick auf den Gasbedarf der jüngsten Vergangenheit wird aufgezeigt, dass in Bezug auf die erforderliche Gasmenge aus Speichern regelmäßig etwa 50 bis 70 % der verfügbaren Speicherkapazitäten in den Wintermonaten ausgespeichert werden, um den unterschiedlichen Gasbedarf eines normalen und eines kalten Winters zuverlässig durch die zeitlich vorgezogenen Importe verzögerungsfrei decken zu können. Es wird zudem an Bedarfsanforderungen aus der jüngsten Vergangenheit hergeleitet, dass die verbleibende Speicherkapazität zusätzlich unverzichtbar ist, um auch während der Mengenbedarfsdeckung aus Speichern die kurz- bis mittelfristige Bedarfsspitzen verbrauchsnahe bedienen zu können. Diese können erfahrungsgemäß temperaturgetrieben jederzeit noch ab Mitte Februar bis zum Winterende eines Jahres auftreten und sind gegebenenfalls durch spontane Importe nicht zeitnah ersetzbar. In diesen regelmäßig auftretenden, aber unvorhersehbaren Spitzen-

lastfällen tragen die Speicher häufig bis über 50 % zur Deckung der täglichen Verbrauchsmengen bei. Diese Leistungsreserve der Speicher ist jedoch nur möglich und sicher darstellbar, wenn ein Mindestfüllstand von etwa 30 % auch zum Winterende noch vorgehalten wird. Sie dient zudem als Reserve bei krisenartigen Störungen der Importinfrastruktur.

Der hergeleitete Speicherbedarf wird sich perspektivisch nicht ändern. Leider findet die Vorhalteleistung in Speichern im aktuellen Marktdesign keine hinreichende Würdigung sondern wird fälschlich als Überkapazität empfunden, was den Wert der Speicher insgesamt bei der Vermarktung extrem drückt. Die Speicher werden, entgegen dem gleichermaßen wichtigen Netz, ausschließlich marktbasierend refinanziert und zudem mit den Netznutzungsbedingungen nachrangig behandelt und unsachgerecht mit Umlagen belastet. Die Erzielung von für den sicheren Betrieb notwendigen Marktpreisen erzwingt somit einen Rückbau der Speicher bis zum Eintreten eines marktseitigen Knappheitssignals. Dieses tritt jedoch erst ein, wenn die erforderlichen Vorhaltungen zur Deckung von Leistungsspitzen unterschritten werden und sich Folgen für die Versorgungssicherheit bereits ergeben. Die in ihrer Bedarfssituation für Speicher vergleichbaren Nachbarländer Frankreich und Italien haben daher bereits regulatorische Gegenmaßnahmen im Marktdesign eingeleitet. Dadurch können sich die nachteiligen Wettbewerbsbedingungen der deutschen Speicher im europäischen Marktverbund noch verschärfen. Da diese aber auch in Zukunft, u.a. für die Realisierung der Energiewende, mit der Notwendigkeit zur Speicherung von erneuerbarer Energie

in großem Maßstab benötigt werden, ist ein Umdenken in Deutschland dringend angeraten.

Historische Entwicklungen des Gasmarktes und der Speicher

Gas fand in Deutschland bereits Ende des 19. Jahrhunderts zunehmend Verwendung. Im frühen 20. Jahrhundert etablierte sich mit der Industrialisierung parallel zu dem meist, von kommunalen Gesellschaften begrenzt bereitstellbaren und in wenigen Ballungsräumen vertriebenen Stadtgas für Beleuchtung und Wärmeerzeugung, zunehmend das „Nebenprodukt“ Gruben- und Kokerei-Gas aus den privaten Unternehmen. Der Bedarf für Energie und somit auch für Gas stieg stetig an und neue Quellen für Gas wurden auch in Deutschland im vorhandenen begrenzten Umfang entwickelt und mittels Fernleitungen schwerpunktmäßig an die Industrie- und Ballungsgebiete angeschlossen.

Die bemerkenswerte Erfolgsgeschichte des Erdgases als ein wichtiger und gleichzeitig ökologisch gut vertretbarer Grund- und Brennstoff begann in Deutschland Ende der 1950er Jahre zeitgleich mit dem Wirtschaftswunder der Nachkriegszeit. Ein wesentlicher Umstand war dabei die Exploration des nahegelegenen Groningen-Gasfeldes in den Niederlanden und dessen Anschluss unter anderem an die Industriegebiete von Rhein/Ruhr sowie Rhein/Main und Neckar. Der anhaltende Bedarfsanstieg bedingte dann in den 1970er Jahren den weiteren Ausbau des Gasimports aus Russland und Norwegen. Mit dem Anschluss an die großen Erdgasreserven Europas und Russlands verfügte Deutschland über eine gut diversifizierte und dimensionierte Erdgasimportinfrastruktur und damit über einen privilegierten Zugang zu einem preiswerten und sauber verbrennenden Energieträger mit perspektivisch langanhaltender Verfügbarkeit. Dies trug und trägt bis heute zu den Möglichkeiten und zur Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland bei. In dessen Folge entwickelte

Von der Ober- zur Untertagespeicherung von Erdgas

Bis in die 1960er Jahre

Gasometer bei Atmosphärendruck*



*Gasometer Oberhausen (Bildquelle: www.d-luftbild.de)

Heute

Nutzung unterirdischer Hohlräume oder Gesteinsformationen unter hohem Druck

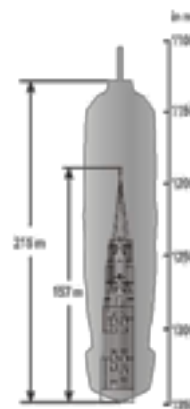


Bild: 3D-Ansicht einer Kaverne in Epe



Abb. 2: Atmosphärischer Obertage-Speicher im Vergleich zu Untertage-Kavernen-Speicher

sich Deutschland neben England zu dem größten Erdgasverwender vor den folgenden großen Verbrauchsnationen Italien und Frankreich.

Die Gasspeicherung stellt stets ein zentrales Element der Gasversorgung dar. Sie ermöglicht den Ausgleich von Gasproduktion bzw. -import mit den zeitlichen und mengenmäßig stark schwankenden Bedarfsanforderungen. Idealerweise sind sie nahe der Verbrauchszentren platziert, um die Produktion und den Transport möglichst effizient auszulegen und vergleichmäßig zu betreiben wie auch Produktionsstörungen zu besichern.

Die Notwendigkeit und der Umfang der Gasspeicherung sind mit dem zunehmenden Gasbedarf und einhergehender zunehmender Importmengen in Deutschland und Europa enorm gewachsen. Da bis in die 1960er Jahre die Mengen aus Groningen sowie die Eigenproduktion den Bedarf jederzeit decken konnten, reichten die Obertagespeicher noch aus (Abb. 1).

Der ab den 1970er Jahre erfolgte enorme Bedarfsanstieg und entsprechende Importbedarf aus den entfernt liegenden Gasfeldern in Norwegen und Russland erforderte die Entwicklung großer Untertagespeicher. Diese ermöglichen infolge des hohen Betriebsdrucks bis zu 200 bar in großen Tiefen ein Vielfaches Betriebsdrucks an Speicherkapazität bei gleichzeitig geringem obertägigen Flächenbedarf und hoher Betriebssicherheit.

Geologische Voraussetzungen und technische Eigenschaften der Untertagespeicher

Ohne geologisch günstige Voraussetzungen ist die wirtschaftliche Umsetzung ausreichender Speicherkapazitäten für den Gasimport nicht möglich. Daher hat sich Erdgas in Europaweit überwiegend nur dort als Energieträger durchsetzen können, wo entweder eine ausreichende eigene Produktion und / oder Import- und Speichermöglichkeiten verfügbar sind. In Deutschland sind für die Gasspeicherung geeignete tiefliegende Salzstöcke im Nordraum und natürlich vorhandene gasdichte Porenstrukturen im Südraum günstig entlang der parallel entwickelten Hauptimportrouten für Erdgas vorhanden.

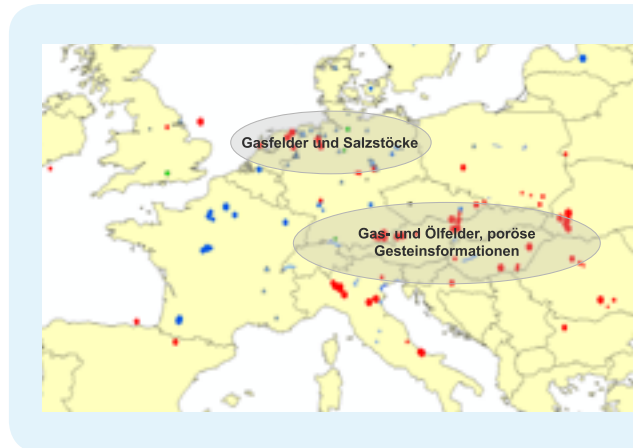


Abb. 3: Günstige geologische Bedingung für Speicherstandorte in Deutschland und Zentraleuropa

Ihre Entwicklung zu Gasspeichern mit einem Umfang von heute rd. 24 Mrd. m³ ergibt die physische Verfügbarkeit von Gas analog einer inländischen Produktion, jedoch mit einer wesentlich höheren täglichen Lieferfähigkeit, die im Winter im Fall von Bedarfsspitzen bis über 50 % der Tagesbedarfsmengen bereitstellt und die erforderlichen Importkapazitäten begrenzt hält und besichert. Im Sommer hingegen sorgt die Befüllung der Speicher für eine effiziente Auslastung der Importinfrastruktur und trägt zugleich zur Versorgungssicherheit durch die vorgezogenen Importmengen bei, die bei Lieferunterbrechungen Verwendung finden können.

Die Gasspeicher können grundsätzlich in zwei Typen nach dem Speichermedium klassifiziert werden: (i) Porenspeicher, die das Gas in natürlichen, porösen Gesteinsschichten mit gasdichtem Deckgebirge zu speichern vermögen und (ii) tiefliegende Steinsalzformationen, in die aktiv ausgespülte Hohlräume, sogenannte Kavernen, eingebracht werden können. Der innere Widerstand der Kapillaren in Porenspeichern bedingt eine geringere zeitliche Entnahmerate aus den Speicher, die durch mehrere Förderbohrungen gesteigert werden kann. Daher eignen sich diese Formationen besonders als Grundlastspeicher, die größere Gasmengen bereitstellen, aber mit begrenzter Entnahmerate. Die Hohlräume von Kavernenspeichern erlauben hingegen mit nur einer Förderbohrung hohe Entnahmeraten auch bei kleineren verfügbaren Gesamtspeichermengen. Beide Typen weisen eine charakteristische, speicherindividuelle Entnahmekennlinie auf. Diese zeigt die möglichen Entnahmeraten in

Zusammenhang Arbeitsgas, Kissengas, Entnahmeleistung

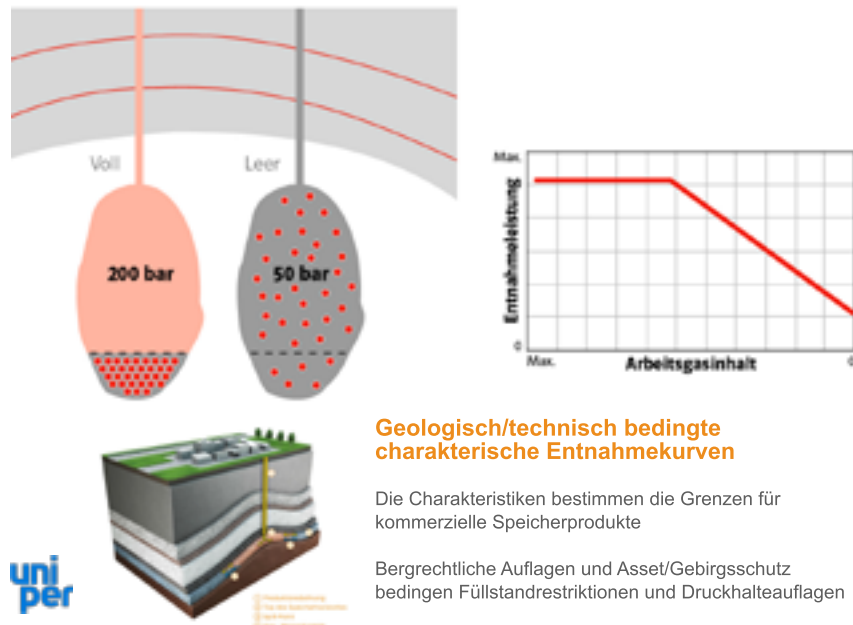


Abb. 4: Kavernen und Porenspeicher: Charakteristische Entnahmekurven von Gasspeichern und Mindestfüllstand

Abhängigkeit des Füllstandes. Bei hohen Füllständen sind zunächst weitgehend konstant hohe Entnahmeraten möglich, die aber mit der Entleerung speicherindividuell abfallen.

Aus bergrechtlichen Gründen ist zudem eine Entleerung über einen Mindestfüllstand, dem sog. Kissengas hinaus nicht erlaubt, es können Schäden an den Anlagen und durch zu geringen Gegendruck im Berg entstehen. Die rechtlichen Auflagen können auch eine zeitnahe Wiederbefüllung bis zu einem Mindestfüllstand oberhalb des Kissengasniveaus beinhalten, um die Integrität der Speicheranlagen dauerhaft zu gewährleisten. Grundsätzlich ist ein länger andauernder Betrieb unterhalb eines Füllstandes von ca. 20% kritisch und zu vermeiden.

Speicherbedarf

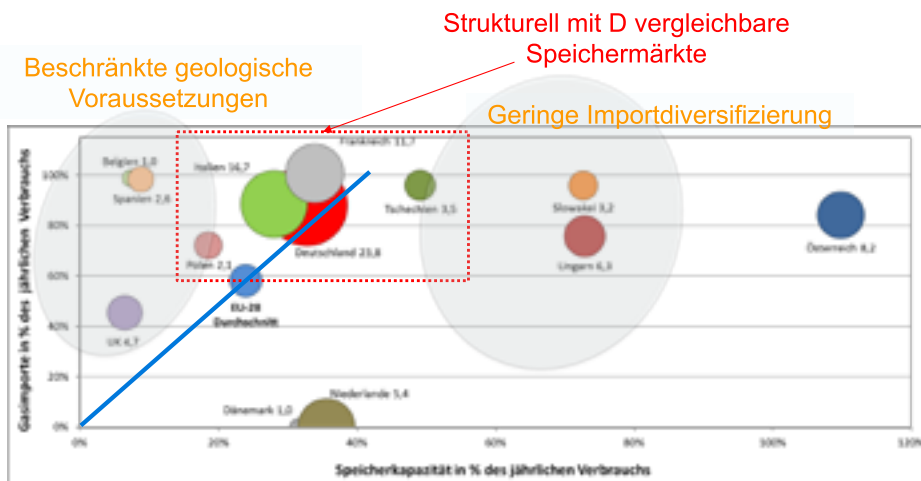
Die Gasspeicher in Deutschland, wie auch in Europa, haben sich parallel zu dem Anteil von Erdgas im Energiemix der Energieversorgung sowie dessen Importbedarf entwickelt. Der Speicherbedarf resultiert wesentlich aus den Importmengen aus großen Entfernungen.

Der ganzjährig gleichmäßige Betrieb der Fernleitung mit einer hohen Flussrate ist kostengünstiger und bei eingeschränkter Produktionsflexibilität auch notwendig, erfordert aber die verbrauchsnahe Zwischenspeicherung und Strukturierung. Vorteilhaft entsteht dadurch Versorgungssicherheit, weil bereits im Winter benötigte Mengen im Sommer importiert wurden.

Bis zum Zeitpunkt der Marktliberalisierung haben sich aus Erfahrungen gewonnene sinnvolle Speichermengen in Europa aufgebaut (Abb. 4). In der Regel beträgt die Speicherkapazität etwa 25 % des Jahresbedarfs bei hoher Importabhängigkeit, sofern die Bezugsquellen diversifiziert

sind. Dies ist in Deutschland, Frankreich und Italien der Fall, die gleichermaßen eine hohe Importabhängigkeit aufzeigen und zudem, neben dem UK, als die größten Erdgasverbraucher in der EU entsprechend sensibel sind. Bei Abhängigkeit von nur einer Bezugsoption wurden höhere Speicherkapazitäten aufgebaut, sofern die geologischen Bedingungen dafür gegeben sind. Dies ist überwiegend in den osteuropäischen Staaten der Fall. Ungünstig sind hingegen die geologischen Bedingungen im UK, das zunehmend in eine Speicherunterdeckung als großer Gasverbraucher hineinläuft. Bis etwa 2005 war das UK durch eigene Produktion importunabhängig und kam mit rund 5 % Speicherkapazität aus. Mit dem Produktionsrückgang hat UK seine Anbindungen an den europäischen Markt und die norwegische Produktion sowie LNG-Import ausgebaut und bezieht nun zunehmenden Flexibilität aus den Speichern seiner Nachbarn. Insgesamt erscheint Europa mit Speicherkapazität gut ausgestattet zu sein, jedoch nicht immer an den erforderlichen geographischen Orten. Perspektivisch nimmt der europäische Importbedarf

Speicherkapazität folgt dem maximalen Gas- und dem Importbedarf



Geologisch günstige Bedingungen sind Voraussetzungen
 Speichervorhaltungen für Bedarfsschwankungen werden mit zunehmenden Importmengen und Transportentfernungen bedeutsamer; geringe Diversifizierung der Bezugsquellen erhöht den Speicherbedarf

Abb. 5: Empirischer Zusammenhang der entwickelten Speicherkapazität von Gasbedarf und Importanteil mit Variation durch Diversifizierungsgrad der Importe und geologische Ausgangsbedingungen

zu, was einen Ausbau der Speicherkapazitäten bedingen würde. Dies kann durch einen Rückgang des Gasbedarfs und Effizienzsteigerungen im europäischen Verbund vermieden werden. Deutschland nimmt geografisch eine Drehscheibenfunktion wahr und trägt wesentlich zur Vermeidung von Engpässen in den angrenzenden Ländern bei, was auf die sichere Eigenversorgung rückwirken kann.

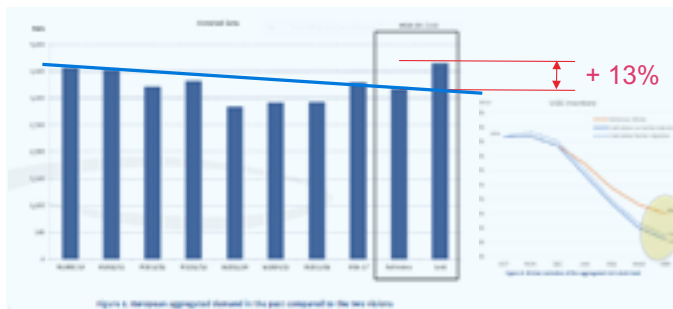
Aktuelle Entwicklungen in der EU gemäß Entsog Winter Supply Outlook 2017/18

Die Analysen von Entsog ergeben auch bei dem tendenziell und perspektivisch gewollten Rückgang des EU-Gasbedarfs einen anhaltend erforderlichen, signifikanten Beitrag der Speicher zur Bedarfsdeckung, so auch im laufenden Winter 2017/18. Die Prognose zeigt je nach Winterentwicklung eine notwendige Speichernutzung mit 55 und 75 % der verfügbaren Kapazitäten auf, bei einer möglichen Bedarfsdifferenz von 13 %, sofern diese nicht durch signifikante LNG-Mengen zusätzlich zeitnah importiert werden kann. Sie tragen daher erheblich zur Bedarfsdeckung bei. Im Falle des

Eintretens eines kalten Winters kann es daher zum Winterende bei zu hoher Speicherentleerung durch den kennlinienabhängigen Leistungsabfall zu Engpässen bei kurzzeitigen Tagesspitzenanforderungen kommen (Abb. 5).

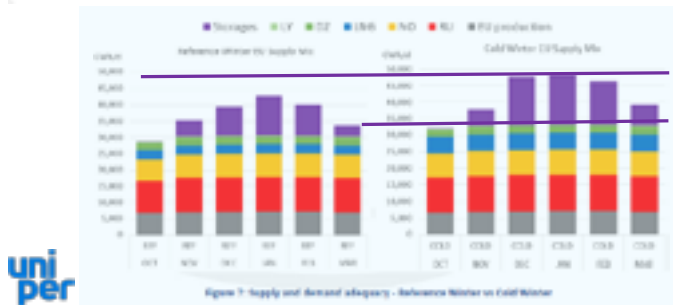
Der Blick auf Deutschland ergibt ein vergleichbares Bild. Die jährlichen Speicherentnahmen im Winterhalbjahr der letzten Jahre zeigen trotz des Bedarfsrückgangs einen Umschlag zwischen 10 und 17 Mrd. m³ je nach Winterverlauf auf, also zwischen 40 und 70% der maximal verfügbaren Kapazitäten. Jedoch zeigte u. a. der Winter 2011/12 und 2012/13 auf, dass jeweils zum Winterende durch Kälteeinbrüche bedingte Bedarfsspitzen auftraten, die teilweise bis über 50% durch Auslagerungen aus den Speichern gedeckt wurden, die nur durch weitere Mindestvorhaltungen in den Speichern möglich sind. So waren im Februar 2012 Ausspeichermengen von über 320 Mio. m³/Tag erforderlich, im Durchschnitt über 7 Tage betrug die abgerufene Leistung ca. 270 Mio. m³/Tag. Die Situation im März 2013 war noch deutlicher. Hier wurden durch den ungewöhnlich langanhaltenden Winter die Speicher bis auf 15% entleert. Die Lastspitzendeckung aus Speichern, die

EU-Gasbedarf und erwartete Bedarfsbandbreite



Entsog Winter Supply Outlook 2017/18 bestätigt EU-Speicherbedarf

Je nach Winterentwicklung und erwarteter Importflexibilität können die vorgehaltenen Speicherkapazitäten ausgeschöpft werden



Die Speicher sind wesentlich zur Deckung des Winterbedarfs

Im Normalfall stellen die Speicher Reserven bereit und bewirken eine effiziente Netzbewirtschaftung.

Bei Bedarfsanstieg sind Speichermengen lokal schnell zeitnah verfügbar und tragen wesentlich zur Deckung der Bedarfsspitzen bei

Quelle: Entsog Winter Supply Outlook 2017/18

Abb. 6: Speicherumschlag und -beitrag im aktuellen Winter je nach Wetter- und Bedarfsentwicklung

bis zu 210 Mio. m³/Tag betrug, wurde infolge der geringen Füllstände zunehmend gefährdet und maximal ausgeschöpft.

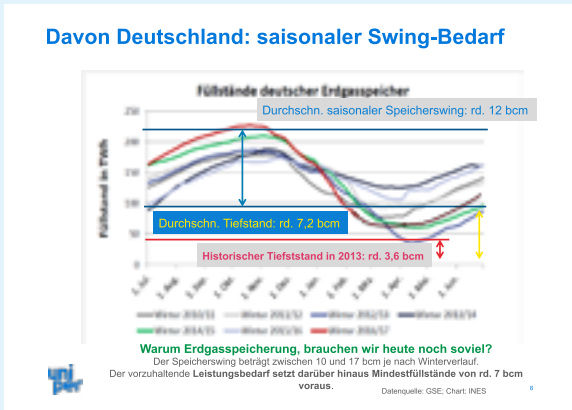


Abb. 7: Speicherumschläge in Deutschland 2010 / 11 bis 2016 / 17

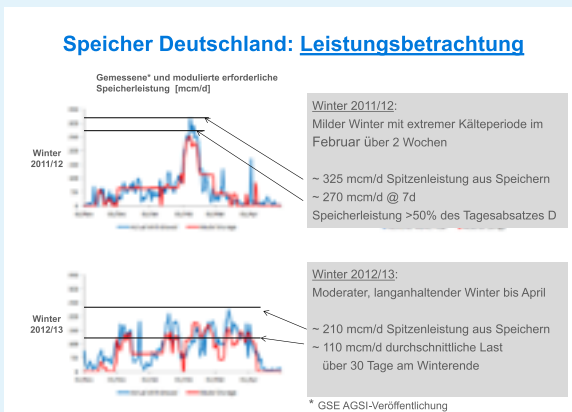


Abb. 8: Leistungsbedarf aus deutschen Speichern im Winter 2011 / 12 und 2012 / 13



Abb. 9: Abdeckung des je nach Winterbedarf variierenden Mengenbedarf und zusätzliche Leistungsvorhaltung für die Tagesspitzendeckung aus Speichern

In Abb. 8 ist die in 2014 seitens der deutschen Speicherbetreiber ermittelte Summenleistungskurve aller Speicher in Deutschland abgebildet. Die auf österreichischem Gebiet liegenden Speicher Haidach und 7Fields wurden ebenfalls mit jeweils der Hälfte des verfügbaren Arbeitsgases und entsprechender Leistung als in Deutschland anteilig verfügbar einbezogen.

Daraus kann abgelesen werden, dass die SpeicherAuslegung in Summe dem beobachteten Bedarf entspricht. Der vom Winterverlauf abhängige regelmäßige Mengenumschlag in den Speichern von 10 bis maximal 17 Mrd. m³ ist darstellbar, sofern eine Unterschreitung eines Mindestfüllstands von etwa 7 Mrd. m³ bis etwa Ende Februar eingehalten wird. Diese Reservemenge ist erforderlich, um einen plötzlich auftretenden Spitzenbedarf in der Größenordnung von bis zu 300 Mio. m³/Tag aus den Speichern noch darstellen zu können. Im Laufe des Restwinters kann diese Reserve dann teilweise aufgezehrt werden, es sollten aber Füllstände nicht unterschritten werden, die Gesamtleistungen von etwa 150 Mio. m³/Tag aus den Speichern nicht mehr zulassen. Unter Beachtung dieser Vorgaben ergibt sich, dass die deutschen Speicher in der bestehenden Ausgestaltung nicht überdimensioniert sind. Im Gegenteil bieten sie die erforderlichen Sicherheitsreserven und zudem eine Mengenreserve für den Fall einer Gaskrise. Im Normalfall jedoch stellen sie weiterhin ein wichtiges Versorgungselement im europäischen Gasverbund dar und bieten auch Reserven für mögliche Engpässe in der Versorgung der deutschen Nachbarländer.

Zum Autor

Dr. Ulrich Duda

Business Support & Storage Austria Leiter / Head of General Affairs

Tel.: 0201-9 46 14-4 63
ulrich.duda@uniper.energy

Uniper Energy Storage GmbH
Essen



LNG als Beitrag zur Diversifizierung der Erdgasversorgung in Deutschland

Von Dr. Arndt Heilmann

Die Versorgung mit „fossilem“ Erdgas deckt in Deutschland ca. 23 % des jährlichen Primärenergiebedarfs. Zur Deckung dieses Bedarfs stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung¹. Zum einen die „klassische“ Erdgasgewinnung im Inland und zum anderen der Erdgasimport aus „gasreichen“ Regionen wie Russland, Norwegen oder Nordafrika. Deutschland und Europa sind heute stark von diesen Importen abhängig, denn der Anteil der europäischen Eigenproduktion an der Gesamtnachfrage betrug in 2015 nur noch 29 %. Der dafür notwendige Import von Erdgas über sehr lange Distanzen wird über Pipelines oder als LNG per Schiff realisiert.

Was ist LNG - Flüssigerdgas

LNG - Liquefied Natural Gas- ist verflüssigtes Erdgas. Das Erdgas wird dabei durch Kühlung auf ungefähr - 162° Celsius verflüssigt und in seinem Volumen um das 600-fache reduziert. Durch den LNG-Erzeugungsprozess entsteht ein hochreines Erdgas (ca. 98 % Methan) mit einem durchschnitt-

lichem Brennwert von 11,6 kWh/m³. Durch die Volumenreduzierung können große Mengen Erdgas wirtschaftlich und effizient über große Distanzen per Schiff transportiert werden. Erdgas Transporte über Pipelines sind in aller Regel bis zu einer Distanz von ca. 3.000 Kilometer kostengünstiger. Ab einer Distanz von ca. 6.000 Kilometern gilt im Allgemeinen der Transport von LNG per Schiff als die günstigere Variante des Transports. In der jüngeren Vergangenheit war diese Technologie vor allem für Förderländer im arabischen und afrikanischen Raum interessant, da ihre geographische Lage keine direkte Anbindung an große Industrieländer via Pipeline zuließen und sie damit keine Absatzmärkte erschließen konnten. Dieses wurde erst durch die Möglichkeit der Verflüssigung des Erdgases ermöglicht, so wie es in Abb. 9 schematisch dargestellt. Wesentliche Importstaaten waren zunächst Länder wie Japan und Südkorea, die über keine eigenen wesentlichen Ressourcen verfügen. Auch heute sind dies immer noch die weltweit größten Importstaaten mit einem Gesamtanteil von 45 % am LNG-Handel.



Abb. 10: LNG-Transportkette (Quelle: QCIP)

¹ Im Zuge der Energiewende könnten Teile dieser Versorgung zukünftig auch durch großtechnische Substitutionen über die Erzeugung von z.B. „grünem Methan“ mittels erneuerbarer Energien und der „Power to X“ Technologie (ohne wesentliche Änderungen der Infrastruktur und der Anwendungstechnologie) ermöglicht werden.

LNG weltweit

In 2016 hatte LNG bereits einen Anteil von ca. 40 Prozent am weltweiten Gashandel. Bis spätestens 2040 wird, nach Annahmen der Internationalen Energie Agentur (IEA), mehr Erdgas verschifft als durch Pipelines transportiert. Diese Zahlen verdeutlichen den schnell wachsenden Markt. Derzeit gibt es weltweit 19 LNG-exportierende Länder mit einer Export-Kapazität von ca. 340 Mio. t/a. Mit Abstand größter Exporteur von LNG ist das Emirat Katar mit einem Marktanteil von 30 % in 2016. Weltweit wird eine Erhöhung dieser LNG-Exportkapazitäten bis 2020 um rund 30 % auf ca. 440 Mio. t/Jahr angenommen. Wesentliche Treiber für diese Entwicklung sind Projekte in den USA und Australien, die Absatzmärkte für ihre stark steigenden Erdgasproduktionen erschließen wollen. Dem steigenden Angebot steht zudem eine weltweit erwartete steigende Nachfrage in ähnlicher

Größenordnung gegenüber. In 2016 gab es 39 Importländer für LNG, vor zehn Jahren waren es nicht einmal halb so viele.

LNG in Europa

Zu diesen wachsenden LNG-Absatz-Märkten zählt auch Europa. Bereits heute verfügt, wie in Abb. 10 dargestellt, die EU über große LNG-Importkapazitäten mit rund 196 Mrd. m³/a (32 Terminals + 6 im Bau + 27 in Planung). Über 70 % der Kapazitäten befinden sich in Spanien, Frankreich und im Vereinigten Königreich. Die LNG-Importe deckten in 2015 rund 14 % des Gasbedarfs Europas. Dabei waren die wichtigsten LNG-Lieferländer Katar, Algerien, Norwegen und Nigeria. Zukünftig ist zu erwarten, dass aufgrund der Nähe, auch die Importe aus den USA stark zunehmen werden.

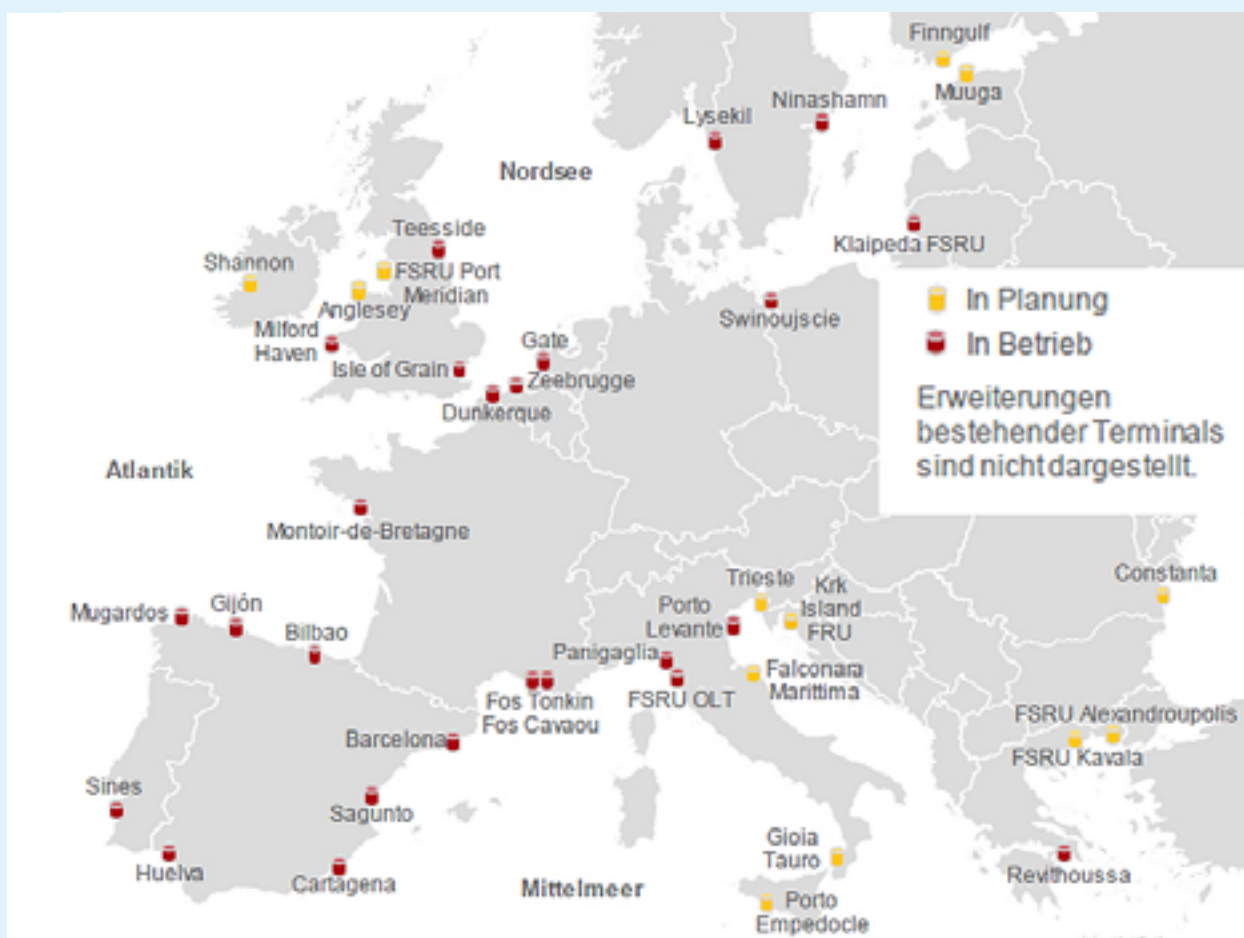


Abb. 11: Europäische Infrastruktur für den LNG-Import

Die zukünftige Bedeutung von LNG in Europa wird maßgeblich durch die Entscheidungen zur Sicherstellung einer verlässlichen Erdgasversorgung beeinflusst. Dabei zeigen Prognosen, dass die Erdgasnachfrage in den nächsten 20 Jahren als stabil bzw. gleichbleibend eingeschätzt wird. Gleichzeitig zeigen diese Prognosen allerdings auch, dass die bisher bekannten Aufkommensquellen aus der europäischen Eigenproduktion, Norwegen und Nordafrika stark sinken werden. Daraus resultiert eine Angebotslücke von insgesamt ca. 120 Mrd. m³/a bis zum Jahre 2035. Diese Mengen können technisch, mit den heute bekannten Ausbauprojekten, nicht alleine durch die Erhöhung der Importleistungen aus Russland gedeckt werden. Hierfür sind zusätzliche Importquellen mittels LNG-Transport notwendig.

die Mengen aus den Niederlanden und Dänemark vollständig entfallen. Zusätzlich wird von einer Reduzierung der Mengen aus Norwegen um bis zu 40% und die der deutschen Produktion um 70% ausgegangen. Zwar geht man in Deutschland im Zuge einer effizienteren Energiepolitik auch von einer sinkenden Nachfrage von 11% aus, allerdings entsteht auch hier eine Versorgungslücke von ca. 30% des Jahreserdgasbedarfs. Eine auch zukünftig diversifizierte und sichere Erdgasversorgung Deutschlands kann und sollte dabei nicht mehr allein auf leitungsgebundenen Lieferungen von nur noch zwei wesentlichen Lieferanten (Russland und Norwegen) basieren, zumal auch die Mengen aus Norwegen signifikant reduziert werden. In diesem Zusammenhang sprechen daher viele Gründe für eine neue Diversifizierung der deutschen Erdgasversorgung durch ein LNG-Importterminal in Deutschland.

Erdgasversorgung in Deutschland

Deutschland bezieht, wie in Abb. 11 dargestellt, sein Gas heute im Wesentlichen aus Russland (40%), Niederlande (29%), Norwegen (21%), Dänemark (2%) sowie aus der Produktion in Deutschland (7%). Bis 2030 wird davon ausgegangen dass

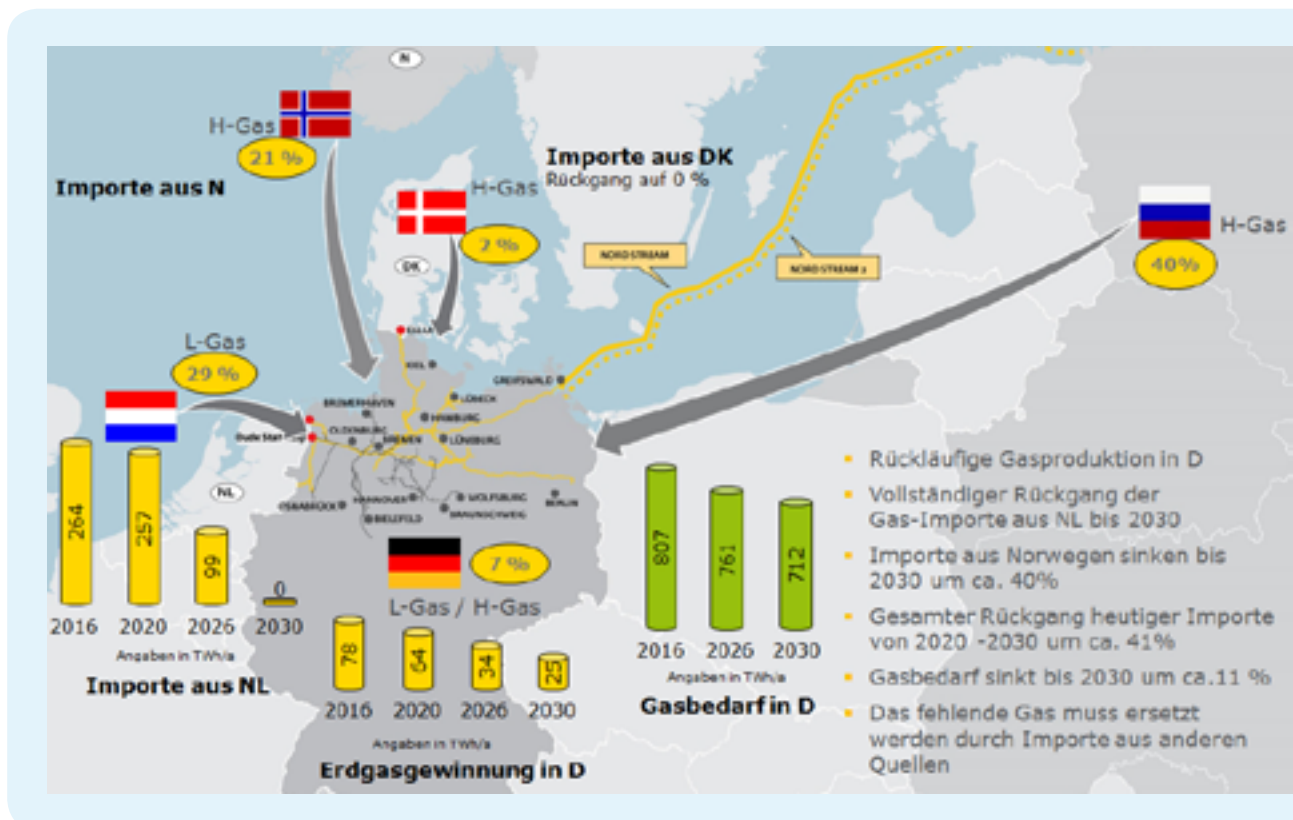


Abb. 12: Gasbedarf und Erdgasaufkommen in Deutschland bis 2030 (Quellen: BMWI 2015 / NEP 2016 / TYNDP)

LNG-Infrastruktur als Perspektive für Deutschland

Deutschland verfügt heute über keine eigene LNG-Infrastruktur zur Erdgasversorgung. Die Möglichkeiten einer Versorgung über die benachbarten Importterminals in Großbritannien (drei Terminals), Niederlanden (Rotterdam) und Polen (Świnoujście) sind nur eingeschränkt möglich und kapazitativ begrenzt. Eine Nutzung der Importkapazitäten der Terminals in Südeuropa über die aktuelle europäische Leitungsverbundstruktur, ist ebenfalls deutlich nicht in dem Maße möglich, wie es notwendig wäre, auch wenn es hier bereits kleinere Projekte zum Leitungsausbau in Süd-Nord Richtung gibt.

Die realistische Lösungsperspektive zur Deckung der zukünftigen Versorgungslücke ist daher die Schaffung von LNG-Importkapazitäten direkt in Deutschland, mit Anbindung an das deutsche Erdgastransportsystem. Hierzu gab es in der Vergangenheit bereits einige Initiativen. Diese haben sich aufgrund der bisher vorhandenen wirtschaftlichen Randbedingungen nicht realisiert. Durch die Veränderungen im weltweiten Gashandel und der dabei stärkeren Bedeutung von LNG werden sich diese Randbedingungen zukünftig verändern. Es ist davon auszugehen, dass sich die Erdgaspreise an den europäischen Hubs in wenigen Jahren an den Welt LNG-Preis anpassen werden, da die Anbieterseite im Pipelinegas signifikant sinken wird. Die dadurch steigende Marktmacht der voraussichtlich zwei verbleibenden Erdgaslieferanten aus Norwegen und Russland, führt dazu, dass diese nicht mehr wie heute auf die im Welt LNG-Markt erzielbaren Preise für ihre Pipeline Gaslieferungen in Europa verzichten werden.

LNG-Importterminal Brunsbüttel

Die niederländischen Unternehmen Gasunie LNG Holding, Vopak LNG Holding sowie das deutsche Unternehmen Oiltanking GmbH, planen aktuell die Errichtung eines LNG Importterminals in Brunsbüttel (Schleswig-Holstein). Ziel des Konsortiums aus drei gleichberechtigten

Partnern ist die Realisierung und der Betrieb des ersten LNG-Terminals in Deutschland für LNG-Import und "small-scale" Anwendungen. Im ersten Planungsschritt sollen hier Kapazitäten entstehen, die ca. 6 % (5 Mrd. m³ / a) des jährlichen deutschen Erdgasbedarfs decken könnten. Hierbei werden auch technische Einrichtungen zur Befüllung kleinerer LNG-Tanker (Small scale Carrier) für die regionale Verteilung des LNG in Norddeutschland, aber auch für die Nord- und Ostsee Anrainerstaaten (Bunkering), LKW und Zug Betankungsstellen sowie Betankungseinrichtungen für Schiffe (z.B. Kreuzfahrt- oder Frachtschiffe) vorgesehen. Denn LNG ist nicht nur eine Möglichkeit zur Diversifizierung von Aufkommensquellen als Beitrag für eine höhere „Energie-Unabhängigkeit“ und mehr Wettbewerb, sondern kann auch im Bereich der Energiewende einen wertvollen Beitrag leisten.

Verwendung von LNG

LNG ist sauberer und leiser als Diesel. Flüssigerdgas ist eine mögliche Alternative im Fernverkehr und bereits heute fördert die EU den Aufbau der notwendigen Infrastruktur. LNG hat dabei das Potential, sich als umweltfreundlichere und kostengünstigere Alternative zu den auf Erdöl basierenden Kraftstoffen zu etablieren. Beispielsweise führt der Einsatz beim Antrieb von Schiffen als umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen, zu einer Reduktion von CO₂ Emissionen um bis zu 25 %, sowie von SO_x, Feinstaub und NO_x Emissionen um bis zu 100 %.

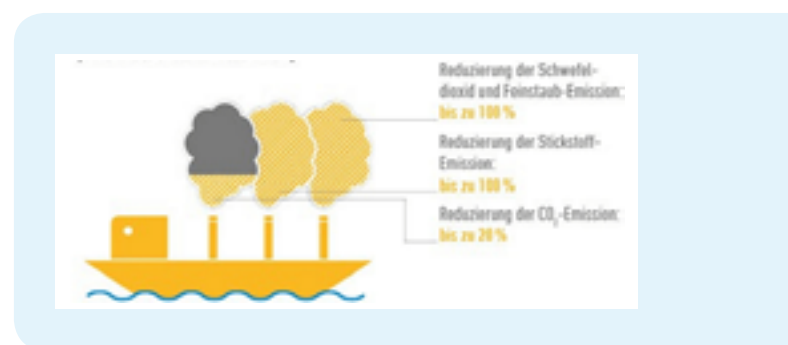


Abb. 13: Schadstoffreduzierung durch LNG (Liquified Natural Gas)
(Quelle: maritime LNG-Plattform)

Resumee

Erdgas stellt einen wesentlichen Beitrag unserer heutigen Energieversorgung in Deutschland und Europa dar. Studien zeigen, dass dieser Beitrag auch in den kommenden Jahrzehnten nicht sinken wird. Unter Betrachtung der europäischen Klimaziele verfügt Erdgas zudem über wesentliche Vorteile gegenüber anderen konventionellen Energieträgern wie Erdöl und Kohle, wenn es darum geht CO₂-Emissionen zu reduzieren. Eine Anwendung nicht nur im Wärmemarkt, sondern auch im Bereich der Mobilität wird europaweit gefördert. Um auch zukünftig eine sichere und wirtschaftliche Versorgung mit diesem Energieträger zu gewährleisten, müssen Infrastrukturen zur Verfügung stehen, die den, durch die sinkenden Erdgasproduktionen in den europäischen Mitgliedsstaaten, steigenden Importbedarf der kommenden Jahre decken zu können. LNG-Importe sind bereits heute Bestandteil der Erdgasversorgung in Europa und die hierfür notwendigen Infrastrukturen werden weiter ausgebaut. Um die Potentiale und Möglichkeiten dieser Versorgungsquelle auch für Deutschland nutzbar zu machen, und damit auch eine Möglichkeit zur Diversifizierung der zukünftigen Erdgasversorgung in Deutschland zu ermöglichen, ist eine eigene LNG-Import Infrastruktur notwendig.

Zum Autor

Dr. Arndt Heilmann

*Manager Business Development Gas
bei der Gasunie Deutschland in Hannover
Pelikanplatz 5
30177 Hannover*

arndt.heilmann@gasunie.de

Tel.: +49 (0) 511 640607-2336

www.gasunie.de

Weiterführende Literatur:

GIIGNL, „The LNG industry“ –
GIIGNL ANNUAL REPORT 2017

OECD / IEA,
Global Gas Security Review 2017

IEA, Gas 2017 –
Analysis and Forecasts to 2022

LNG Initiative Nordwest c/o
MARIKO GmbH,

Potenzialanalyse
LNG-Infrastruktur an der deutschen
Nordseeküste unter Betrachtung besonders
geeigneter Standorte, 2017

Maritime LNG-Plattform –
die Nationale LMG Initiative

BP, BP Energy Outlook –
2017 Edition

Royal Dutch Shell plc.,
LNG Outlook, 2017



5

Beziehungen und Verflechtungen
der Kritischen Infrastrukturen
untereinander

Von Christine Eismann

In der Krise haben alle Akteure Verantwortung: Behörden und Hilfsorganisationen, Betreiber und die Bevölkerung. Die Zuständigkeiten sind teilweise klar geregelt, teilweise müssen sie in der Krise ausgehandelt und koordiniert werden. Die Gasversorgung ist etwas robuster als die Stromversorgung, stellt aber auch selbst eine Gefahrenquelle dar. Von Gas hängen weniger andere Infrastrukturen ab als von Strom. Strom hängt aber auch von der Gasversorgung ab, sodass es in einer Gasmangellage zu Stromausfällen kommen könnte. Die Abhängigkeit von Gas betrifft vor allem die Wärmeversorgung in privaten Haushalten, aber auch andere Sektoren wie die Ernährungs- und Gesundheitsversorgung. Wenn Gas oder Fernwärme ausfallen, wird dies auch schon im Kleinen zu einem ernstzunehmenden Problem für die Betroffenen.

Kritische Infrastrukturen

Kritische Infrastrukturen (KRITIS) werden im Bevölkerungsschutz verstanden als Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, eine erhebliche Störung der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden (KRITIS-Strategie, BMI 2009). Alle Einrichtungen, die den unten genannten neun Sektoren und 29 Branchen zuzuordnen sind (s. Tab. 1), sind als Teil einer Kritischen Infrastruktur für den Bevölkerungsschutz besonders bedeutsam. Je nach Betrachtungsebene sind allerdings nur Einrichtungen einer bestimmten Größenordnung relevant.

Für einzelne Bereiche wie die IT-Sicherheit wurden aus dieser Gesamtheit der Kritischen Infrastrukturen einige herausgegriffen, die bestimmte zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu erfüllen haben. Diese sind durch das BSI-Gesetz und die dazugehörige KRITIS-Verordnung seit 2016 definiert. Im Wesentlichen handelt es sich um Unternehmen aus allen neun Sektoren mit Ausnahme von Staat und Verwaltung sowie Medien und Kultur. Wenn die Versorgungsleistung dieser Unternehmen dem Bedarf von mindestens 500.000 Menschen entspricht, müssen sie ein Informationssicherheitsmanagement (ISMS) und einige weitere Maßnahmen einrichten. In der aktuellen BSI-Kritisverordnung werden für Gas-Infrastrukturen 5.190 GWh / Jahr als Schwellenwert angesetzt. Zu beachten ist, dass diese Definitionen jedoch nur für die IT-Sicherheit gelten und in anderen Bereichen auch andere Schwellenwerte möglich sind. In der Gasversorgung sind im Übrigen alle Netzbetreiber durch das Energiewirtschaftsgesetz (§ 11) verpflichtet, den sogenannten IT-Sicherheitskatalog von BNetzA und BSI zu erfüllen.

Sektor	Branche
Energie	Elektrizität, Gas, Mineralöl
Informati- onstechnik und Telekommu- nikation	Telekommunikation, Informati- onstechnik
Transport und Verkehr	Luftfahrt, Seeschifffahrt, Bin- nenschifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Logistik
Gesundheit	Medizinische Versorgung, Arzneimittel und Impfstoffe, Labore
Wasser	Öffentliche Wasserversorgung, Öffentliche Abwasserbeseiti- gung
Ernährung	Ernährungswirtschaft, Lebens- mittelhandel
Finanz- und Versiche- rungswesen	Banken, Börsen, Versicherungen, Finanzdienstleister
Staat und Verwaltung	Regierung und Verwaltung, Parlament, Justizeinrichtungen, Notfall- / Rettungswesen ein- schließlich Katastrophenschutz
Medien und Kultur	Rundfunk (Fernsehen und Radio), gedruckte und elektroni- sche Presse, Kulturgut, sym- bolträchtige Bauwerke

Weite Teile der Kritischen Infrastrukturen werden von privaten Unternehmen betrieben. Dies führt zu einer geteilten Zuständigkeit in der Krise (s. Abb. 13). Natürlich sind es die Betreiber, die für den sicheren Betrieb verantwortlich sind. Im Gasbereich sind sie zum Beispiel nach § 1 des Energiewirtschaftsgesetzes dazu verpflichtet, das Ziel einer sicheren Energieversorgung zu verfolgen.

Dennoch verbleibt die Gewährleistungsverantwortung bei den Behörden, die in letzter Instanz gewährleisten müssen, dass die Bevölkerung mit allen lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen versorgt werden kann. Dazu können sie die Unterstützung der Hilfsorganisationen in Anspruch nehmen. Die Gewährleistungsverantwortung leitet sich insbesondere aus dem im Grundgesetz verbrieften Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit ab. Die Infrastrukturbetreiber sind durch die weiterführende Gesetzgebung verpflichtet, diese Versorgung umzusetzen.

Wenngleich die Bürger vor allem Empfänger der Versorgungsleistungen sind, besteht jedoch auch ihrerseits eine Verantwortung zu Selbstschutz und Eigenhilfe. Dies ist vor allem deshalb sinnvoll, weil es in einer größeren Krise einige Zeit braucht, bis staatlich organisierte Hilfeleistungen anlaufen. Zudem besteht auf Seiten der Bürger ein enormes Potential für die Selbsthilfe und auch für die Nachbarschaftshilfe. In Zeiten sozialer Medien wird dies bei verschiedenen Ereignissen auch immer wieder beeindruckend deutlich.

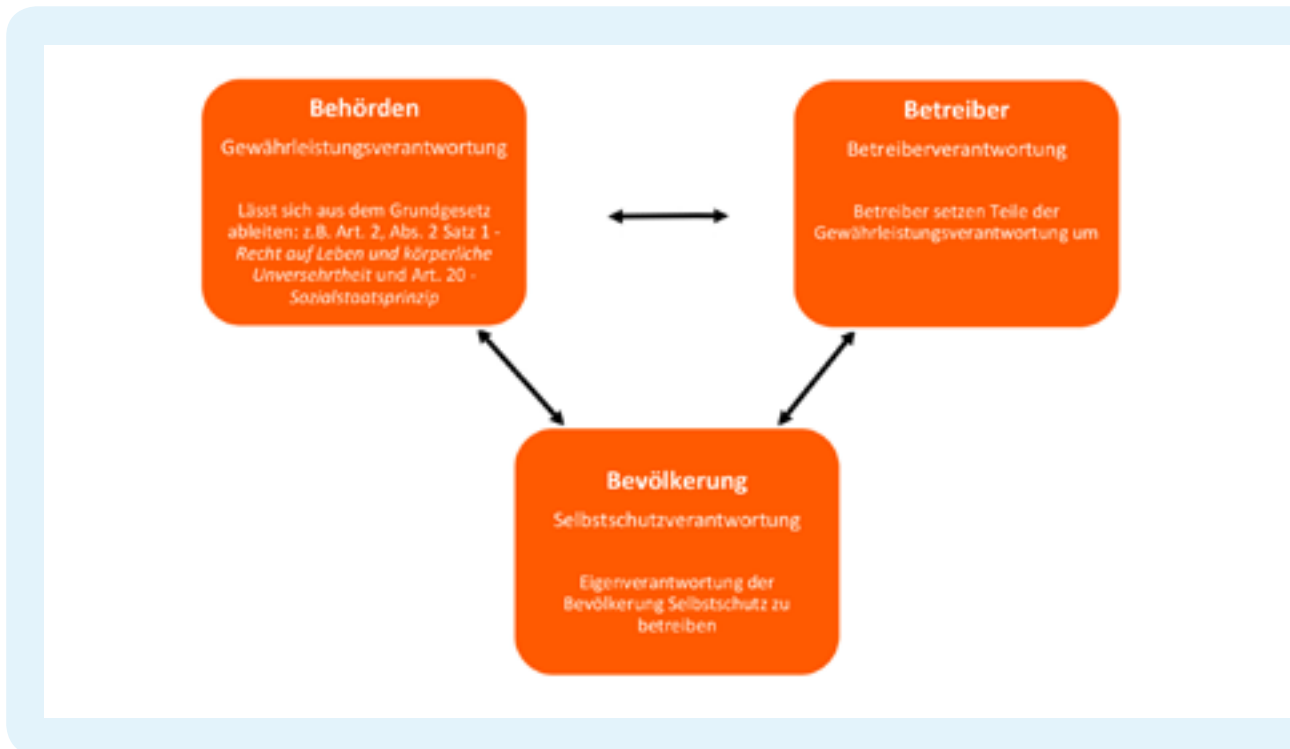


Abb. 14: Verantwortung der verschiedenen Akteure im Schutz Kritischer Infrastrukturen.

Akteure in einer Gasmangellage

Im Falle einer extremen Gasmangellage, wie sie in der LÜKEX 2018 angenommen wird, treten also – wie bei Ausfällen Kritischer Infrastrukturen üblich – verschiedene Akteure auf den Plan.

Auf Behördenseite müssen die Kommunen für den Schutz ihrer Bürgerinnen und Bürger Sorge tragen. Dabei greifen sie stark auf die Feuerwehren und Hilfsorganisationen zurück. Der Katastrophenschutz wächst ausgehend von der Verwaltungsebene der Landkreise und kreisfreien Städte auf. Die Frage, ob die Bevölkerung oder auch Einrichtungen wie Krankenhäuser und Pflegeheime evakuiert werden sollen, wird sich zunächst auf dieser Ebene stellen. In einigen Bundesländern übernehmen Mittelbehörden (z. B. Regierungspräsidien) zusätzliche Aufgaben, andernorts sind die Innenministerien der Länder bereits die nächsthöhere Ebene. Sie übernehmen Koordinationsaufgaben, wenn einzelne Kreise überfordert sind oder wenn übergeordnete Fragen koordiniert werden müssen. Bundesbehörden können den Katastrophenschutz auf Anforderung unterstützen.

Für den Fall einer Gasmangellage sind zunächst die Betreiber der Gasinfrastruktur die wichtigsten Ansprechpartner, wenn es um Abwägungsent-

scheidungen und die gezielte Weiterversorgung bestimmter Infrastrukturen geht. Hier sind vor allem die Netzbetreiber hervorzuheben. Sie entscheiden über die konkrete Ausgestaltung der Mangerversorgung. Es ist für die Seite des Bevölkerungsschutzes entscheidend zu wissen, dass deren Abwägungen vor allem dazu dienen, das Netz in einem sicheren Zustand zu halten und eine rasche Wiederversorgung zu ermöglichen. Technische Kriterien sind eindeutig erste Priorität und können nicht durch Erwägungen des Bevölkerungsschutzes überlagert werden, sondern höchstens ergänzt. Wichtigste Aufgabe ist vielmehr, rechtzeitig Klarheit über die betroffenen Gebiete zu erlangen, um dann dort entsprechende Hilfsangebote einrichten zu können.

Wenn eine Gasmangellage eine kritische Größenordnung erreicht, greifen schließlich das Energiesicherungsgesetz und die Gassicherungsverordnung. Dadurch geht die Verantwortung für die Weiterverteilung von Gas von den Netzbetreibern auf die Bundesnetzagentur als nachgeordnete Behörde des Bundeswirtschaftsministeriums über. Über das nationale Krisenteam, das der Notfallplan Gas für Krisen vorsieht, sind Netzbetreiber und die für die Energieversorgung zuständigen Landesministerien beratend eingebunden. Hier ist auf Landesebene auch der Austausch zwischen

Wirtschafts- bzw. Umweltschiene und Innenschiene wichtig.

Die Bürgerinnen und Bürger haben die Aufgabe, soweit möglich selbst für sich zu sorgen. Viele werden sich durch Selbstevakuierung in Sicherheit bringen und vorübergehend bei Freunden oder Verwandten einziehen. Gerade das Szenario Gasmangellage bietet großes Potential für Nachbarschaftshilfe und über Soziale Medien organisierte Spontanhelfer, da es in Summe einen erheblichen Bevölkerungsanteil gibt, der nicht mit Gas heizt und deshalb von der Krise deutlich weniger betroffen ist. Hier ist davon auszugehen, dass sich eine hohe Dynamik entfaltet und weite Bevölkerungsteile über diese Wege mit Wärme versorgt werden können.

Gerade für die Koordination spontaner Helfer, aber auch insgesamt sind gute Kommunikationsstrukturen und Absprachen zwischen den Akteuren zentral. Idealerweise geschieht dies nicht erst in der Krise, sondern bereits im Vorfeld. Wenn Behörden und Betreiber schon im Risikomanagement zusammenarbeiten und auch eine gemeinsame Notfallplanung betreiben, bestehen in der Bewältigungsphase einer Katastrophe erheblich bessere Aussichten, erfolgreiche Maßnahmen zu treffen.

Strom- und Gasversorgung im Vergleich

Sowohl die Strom- als auch die Gasversorgung sind Basisinfrastrukturen, von denen andere Versorgungseinrichtungen abhängen, wobei Strom unsere Gesellschaft im Vergleich zu Gas deutlich tiefer durchdringt. Die beiden Branchen zeigen einigle Parallelen und wechselseitige Abhängigkeiten.

Ein Ausfall oder Mangel ist bei beiden denkbar durch Lieferengpässe bzw. Erzeugungsmangel, durch physische Zerstörung – sei sie nun menschengemacht oder Folge einer Naturkatastrophe – und durch Angriffe über die Informationstechnik. Bei einigen Gefahren, z. B. bei Sturm, zeigt die Stromversorgung eine deutlich stärkere Verwundbarkeit. Denn Strommasten stehen auf offenem Feld deutlich exponierter als Gasleitungen, die in aller Regel unterirdisch verlegt sind und nur in größeren Abständen durch Dehnungsbögen und

Verdichter- oder Übergabestationen unterbrochen sind. Zudem sind in der Stromversorgung Reaktionszeiten extrem kurz, während bei Gas durch den physikalischen Stofffluss etwas längere Entscheidungsfristen entstehen. Das Netz ist hier immer auch ein Speicher, der gewisse Druckabweichungen toleriert; man sagt das „Gas atmet“. Auf der anderen Seite stellt das Gas als solches aber auch eine Gefahrenquelle dar. Im Regelgeschäft wie auch im Krisenmanagement ist unbedingt zu vermeiden, dass Lufterträge ins Netz zu explosionsfähigen Gemischen führen.

Die Gasversorgung ist in einigen Punkten von der Stromversorgung abhängig. So gibt es neben den gasbetriebenen Verdichterstationen im Netz auch zunehmend elektrische Druckverdichter, die bei einem Stromausfall ausfallen würden. Auch die meisten Kommunikationssysteme, die im Regelbetrieb von Gasnetzbetreibern verwendet werden, würden einem Stromausfall nicht standhalten, sodass hier Ersatzsysteme zum Einsatz kommen müssen. Die Abhängigkeit zeigt sich aber auch auf Ebene der Haushalte, wo zahlreiche Gasheizungen bei fehlender elektrischer Steuerung ausfallen würden.

Ohne Stromversorgung gäbe es in allen Sektoren Kritischer Infrastrukturen Ausfälle. Ein langandauernder und großflächiger Stromausfall hätte massive und dramatische Auswirkungen, von denen hier nur einige genannt werden sollen. Im Sektor Energie würde die Treibstoffversorgung von Einsatzfahrzeugen und Notstromaggregaten zu einem zentralen Problem werden, da es kaum notstromversorgte Tankstellen gibt. Trinkwasser könnte mancherorts nicht gepumpt werden, sodass es zu Problemen sowohl der Trinkwasserversorgung wie auch der Abwasserentsorgung käme. Geschäfte könnten keine Lebensmittel mehr verkaufen, was bei der geringen Bevorratung gerade in Städten zum Problem würde. In der Tierproduktion käme es zum Massensterben mit allen Folgeproblemen wie der Entsorgung und Seuchengefahr. Der Transport- und Verkehrssektor wäre massiv betroffen, da alle leitungsgebundenen Verkehrsmittel ausfallen würden und auf den Straßen zunächst durch ausgefallene Ampelanlagen Chaos herrschen würde, bevor schließlich durch den Treibstoffmangel Leere überwiegen würde. Im Gesundheitswesen würden

sich drastische Auswirkungen zeigen, weil die begrenzte Notstromversorgung von Krankenhäusern bei weitem nicht ausreichen würde, um alle medizinischen Bedarfe zu decken. Hier wären auch ausgelagerte Dienste ein weiteres Problem, beispielsweise die Wäscherei oder die Desinfektion von Operationsbesteck. Zentral für die Krisenbewältigung wären besonders die zu erwartenden Ausfälle der Kommunikationstechnik in allen Bereichen und insbesondere auch bei den Behörden und den Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. Ein längerer Stromausfall stellt ein Extremszenario dar, das derzeit im Bevölkerungsschutz auf vielen verschiedenen Ebenen bearbeitet wird.

Die Abhängigkeit der Stromversorgung von der Gasversorgung

Die Gasversorgung spielt in der Stromversorgung ebenfalls eine wichtige Rolle. Mit Stand 2016 wurden zwölf Prozent der Bruttostromerzeugung in Deutschland von Gaskraftwerken er-

bracht (s. Abb.14). In Zeiten niedriger Windenergie und geringer Photovoltaik-Einspeisung liegt dieser Wert erheblich höher. Denn Gaskraftwerke machen nicht nur einen signifikanten Anteil der deutschen Stromerzeugung aus, sie sind auch von besonderer Bedeutung für die Systemstabilität. Sie lassen sich sehr schnell regeln und sind deshalb in besonderer Weise geeignet, die fluktuierenden Erzeuger auszugleichen und Erzeugung und Verbrauch im Stromnetz im Gleichgewicht zu halten. Aufgrund ihrer wichtigen Bedeutung wurden einige Gaskraftwerke als systemrelevant eingestuft. Für diese gelten nach dem Energiewirtschaftsgesetz (§ 13 f) besondere Regeln. Sie dürfen von den Betreibern nicht ohne Weiteres stillgelegt werden. Außerdem haben die Strom-Übertragungsnetzbetreiber die Möglichkeit, Gasversorger in einer kritischen Netzsituation anzuweisen, die Gaskraftwerke bevorzugt mit Gas zu versorgen.

Es sind also in Folge eines Gasausfalles zwei mögliche Auswirkungen auf die Stromversorgung vorstellbar: Zum einen ein Mangel, der

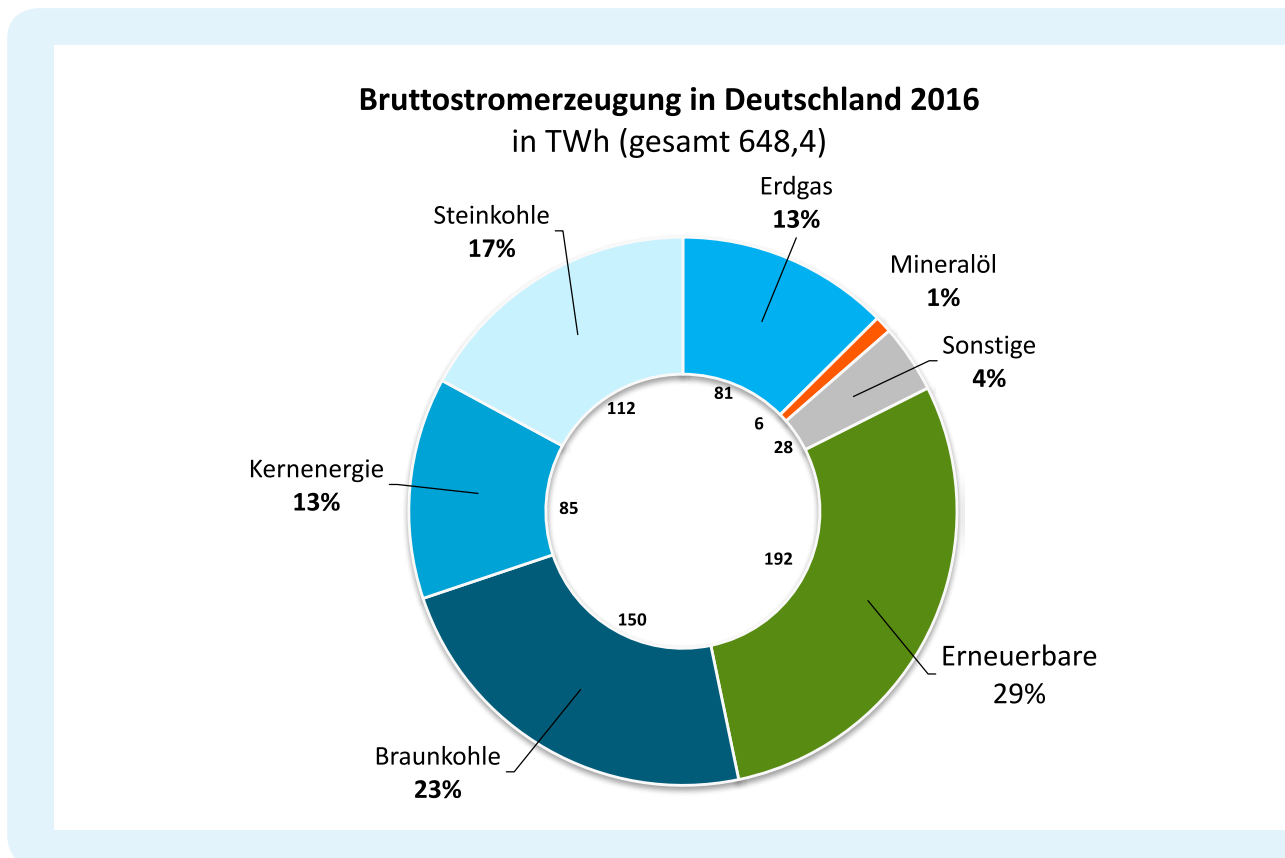


Abb. 15: Bruttostromerzeugung in Deutschland
Quelle: BMWi Infografiken

über kontrollierte Maßnahmen verwaltet werden kann, zum anderen ein Stromausfall, der infolge von Systeminstabilitäten entsteht und in seiner Größenordnung sehr unterschiedlich ausfallen kann. Für beide Varianten spielt sicherlich auch eine Rolle, dass in einer Gasmangellage ein erheblicher zusätzlicher Strombedarf entstehen würde, da verstärkt auf elektrische Wärmequellen wie Heizlüfter und Ölradiatoren, möglicherweise auch Elektroherde zurückgegriffen würde.

Eine kontrollierte Strommangellage würde so aussehen, dass die Übertragungsnetzbetreiber die nachgelagerten Verteilnetzbetreiber anweisen würden, eine bestimmte Lastmenge (also Verbraucher) vom Netz zu nehmen. Es würde also zu Abschaltungen entsprechend der Netzgegebenheiten kommen. Diese würden - so wird es zumindest durch einen einschlägigen Leitfaden von VKU und BDEW 2012 empfohlen - rollierend erfolgen. Das heißt, dass beispielsweise zuerst für 1,5 Stunden die Stadtviertel A und B stromlos wären, anschließend für 1,5 Stunden die Viertel C und D und immer so weiter. Möglich sind auch Abschaltungen größerer Gebiete und längerer Dauer. So gibt es beispielsweise in Baden-Württemberg die Überlegung, das ganze Land sowie die Landeshauptstadt in elf Teilen rollierend zu schalten.

Unkontrollierte Abschaltungen durch ein Systemungleichgewicht können dazu führen, dass weit größere Bereiche von einem Stromausfall betroffen wären. Automatische Abschaltungen könnten sich über das gesamte europäische Stromnetz verteilen und auch in weit von der Ursache entfernten Gebieten zu Stromausfällen führen. Solche Ausfälle könnten jedoch in der Regel recht schnell innerhalb weniger Stunden behoben werden.

Insgesamt lässt sich sagen, dass Stromausfälle sehr wohl eine mögliche und nicht unwahrscheinliche Folge eines erheblichen Gasmangels sind - allerdings nicht in der Größenordnung und Dauer, wie sie in anderem Zusammenhang diskutiert werden. Dass es zu einem mehrere Tage dauernden Totalausfall kommt, ist infolge einer Gasmangellage nicht zu erwarten.

Abhängigkeiten von der Gasversorgung

Wie beeinflusst nun eine Gasmangellage die Bevölkerung und die anderen Kritischen Infrastrukturen? Hier ist zunächst zu sagen, dass die Gasversorgung zum Heizen von 49 Prozent aller Wohnungen eingesetzt wird. Berücksichtigt man noch die Fernwärme, von der 41 Prozent mit Hilfe von Erdgas erzeugt wird, so liegt man bei 55 Prozent gasabhängiger Wohnungen bzw. Häuser (s. Abb. 15). In einem Gasmangelszenario, das wie die LÜKEX 18 auch von einer Kältewelle ausgeht, entsteht in diesem Bereich ein erheblicher Handlungsbedarf. Geht man von einer gleichmäßigen Bevölkerungsverteilung auf die Haushalte und einem vollständigen Gasausfall aus, wären von den 12,9 Mio Einwohnern Bayerns etwa 7 Mio betroffen, von den 10,9 Mio in Baden-Württemberg etwa 6 Mio. Man hätte also in diesen beiden Bundesländern etwa 13 Mio betroffene Bürger. Geht man von einem Ausfall von 60 % des Gases aus, so wären immer noch 7,8 Mio betroffen, sofern hier keine bevorzugte Belieferung erfolgt.

Es gibt in der Verteilung von Gasheizungen erhebliche regionale Unterschiede, besonders zwischen Stadt und Land. Einige ländliche Regionen sind mit Ausnahme großer Viehbetriebe gar nicht an das Gasnetz angeschlossen - dementsprechend gibt es dort auch keine gasversorgten Wohnungen. In Städten dagegen ist die Versorgung mit Gas oder Fernwärme häufig der Normalfall. Hier sind um die 80 Prozent gasabhängiger Haushalte zu erwarten. Dieser Gegensatz birgt natürlich auch Potential für Überlegungen zu Evakuierung oder Tagesbetreuung. Wie kann das Potential der uneingeschränkt Wärmeversorgten genutzt werden?

Die Auswirkungen eines Gasausfalls auf andere Kritische Infrastrukturen sind zum einen darin zu sehen, dass überall, wo Gebäude nicht beheizt werden können, früher oder später auch keine Büroarbeit mehr möglich ist. Arbeitsschutzrichtlinien sehen vor, dass Raumtemperaturen von mind. 18 °C eingehalten werden müssen, was rasch nicht mehr möglich wäre. Wie Firmen und Mitarbeiter im Einzelnen damit umgehen, kann in der Situation sehr unterschiedlich sein.

Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2016

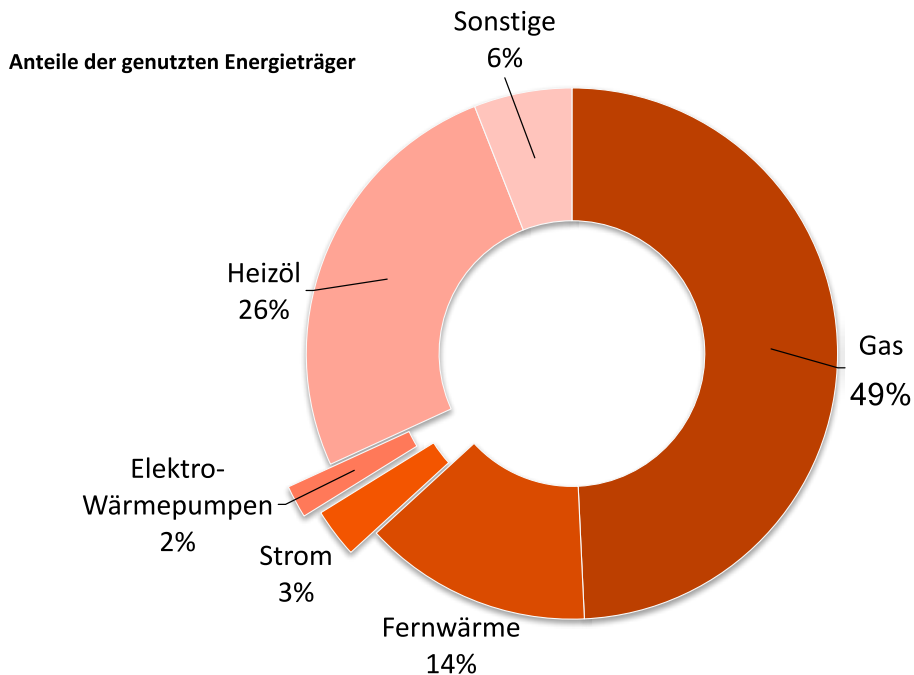


Abb. 16: Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2016

Quelle: BDEW

Es gibt aber auch weitere Auswirkungen in einigen Sektoren. Insbesondere im Ernährungsbereich ist eine große Betroffenheit zu erwarten. Neben den Geschäften, die aus den genannten Gründen den Verkauf einstellen werden, sind auch Tierproduktionsanlagen betroffen sowie Großbäckereien und unter Umständen Molkereien und Schlachthöfe. Dies kann in der Folge dazu führen, dass Tierkadaver nicht entsorgt werden können und Seuchengefahr entsteht – besonders wenn wieder Tauwetter einsetzt.

Im Bereich der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung ist mit vermehrten Frostschäden zu rechnen. Da die Leitungen in der Regel unterirdisch, „frostsicher“ in 80 cm Tiefe verlegt sind, werden diese Schäden in den ausgekühlten Gebäuden auftreten, soweit hier keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Im Gesundheitsbereich ist aufgrund der Kälte mit einer deutlichen Zunahme an Infektionen zu rechnen. Dies betrifft nicht nur die Patienten, sondern

auch das medizinische Personal. Krankenhäuser, die nicht beheizt werden können, müssen bald evakuiert werden. Hier ergibt sich das Problem, dass eine Evakuierung in das nächstgelegene Krankenhaus aufgrund der gleichen Problematik in vielen Fällen nicht möglich sein wird, sodass hier weiträumiger evakuiert werden muss, mitunter auch über die Grenzen einer Gebietskörperschaft hinweg. Da es hierfür in der Regel keine Vorplanung gibt, entsteht großer Koordinierungsbedarf.

Nicht nur Krankenhäuser, sondern auch Pflegeeinrichtungen etc. sind in dieser Weise betroffen. Ähnliches gilt auch für Justizvollzugsanstalten. Im Sektor Staat und Verwaltung stellt sich zudem das Problem, dass mögliche Anlaufstellen für Evakuierungen oder Tagesbetreuungen wie große Turnhallen oder Stadthallen auch häufig gasabhängig sind. Sofern hier nicht über mobile Heizgeräte, wie sie auf Baustellen oder bei Partyveranstaltungen zum Einsatz kommen Abhilfe geschaffen werden kann, muss auch in diesem Bereich über weiträumigere Lösungen nachgedacht werden. Im Versicherungs-

wesen ist mit großen Schadenssummen aus der verarbeitenden Industrie zu rechnen. Im Transportbereich sind die Auswirkungen eher gering. Dies kann sich perspektivisch ändern, falls gasbetriebene LKW einen größeren Anteil am Verkehr einnehmen. Derzeit ist dieser Aspekt vernachlässigbar.

Beispiel

Ausfälle von Gas oder Fernwärme sind – in kleinerem Maßstab als die LÜKEX es annimmt – keine Fiktion. Und bereits „kleine“ Ausfälle stellen für die betroffenen Bürger und Versorgungsunternehmen eine ernstzunehmende Krise dar. So führten 2012 Bauarbeiten an einer Eisenbahnbrücke auf dem Gelände der Deutschen Bahn in Leipzig zu einem Fernwärme-Ausfall für 4.500 Haushalte. Bei Mastgründungsarbeiten wurde ein Träger 8 m in die Erde und in eine darin verlegte Fernwärmeleitung gerammt (s. Abb. 4). Eine 400 m lange provisorische Leitung musste verlegt werden, um die bis dahin teilweise unterversorgten Stadtteile wieder mit Fernwärme zu versorgen. Diese konnte trotz Temperaturen um den Gefrierpunkt schnell fertiggestellt werden – innerhalb von vier Tagen. Für diese vier Tage erlebten die angeschlossenen Haushalte einen Ausfall ihrer Wärmeversorgung. Obwohl die Leipziger Stadtwerke nicht Verursacher des Schadens waren, verteilten sie für betroffene Haushalte Ölradiatoren und erstatteten auch Anschaffungskosten. Bei einer Gasmangellage für mehrere Millionen Menschen ist jedoch nicht davon auszugehen, dass kurzfristig ausreichend Radiatoren zu beschaffen wären. Die Auswirkungen bei einer Gasmangellage der LÜKEX-Größenordnung wären um ein Vielfaches größer.

Zum Autor

Christine Eismann

*Referentin im Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Referat II.4
(Risikomanagement und Schutzkonzepte
Kritischer Infrastrukturen / Kulturgutschutz nach
Haager Konvention)
Provinzialstraße 93
52127 Bonn*

0228-99-550-3402

christine.eismann@bbk.bund.de

Literatur

BMI (2009)

Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie).

VKU; BDEW (2012)

Praxis-Leitfaden für unterstützende Maßnahmen von Stromnetzbetreibern. Kommunikations- und Anwendungs-Leitfaden zur Umsetzung der Systemverantwortung gemäß §§ 13 Abs. 2, 14 Abs. 1 und 14 Abs. 1c EnWG.





6

Cybersicherheit – Bedeutung für die Gasbranche

Von Benjamin Lambrecht

Unsere moderne Gesellschaft ist digital. Nahezu alle Bereiche sind von IT durchdrungen. Mit der IT-Durchdringung geht zwangsläufig auch eine Verletzlichkeit gegenüber IT-Gefahren einher. In Quantität und Qualität stetig zunehmende Cyber-Angriffe gefährden unsere digitale Gesellschaft. Erfolgreich verlaufende Angriffe, wie auf den Deutschen Bundestag, Banken, Krankenhäuser, Energieversorger, Logistiker oder Stahlproduzenten machen deutlich, dass IT-Sicherheitsvorfälle eine ernstzunehmende Bedrohung sind. Als industriell und technologisch geprägtes Land ist Deutschland maßgeblich von der Verfügbarkeit seiner Kritischen Infrastrukturen als Lieferanten der kritischen Dienstleistungen abhängig. Die Digitalisierung der Kritischen Infrastrukturen erfordert dementsprechend unzweifelhaft die erfolgreiche Etablierung effektiver Cyber-Sicherheit, um die **Verfügbarkeit der kritischen Dienstleistungen zu gewährleisten**. Eine bedeutende kritische Dienstleistung ist die Gasversorgung. Wie sich die Gefährdungslage darstellt, was das IT-Sicherheitsgesetz damit zu tun hat und wie das BSI bei der Cyber-Sicherheit unterstützt wird, im Folgenden mit Bezug zu der Kritischen Infrastruktur Gas skizziert.

Aktuelle Entwicklung

Die heutige Informationstechnik durchdringt alle Lebensbereiche. Sie ist **vernetzt, komplex und allgegenwärtig**. Die Digitalisierung ist von diesen drei zentralen Charakteristika geprägt. Aus ihnen ergeben sich die Herausforderungen für die Informations- und Cyber-Sicherheit. Die technologische Durchdringung und Vernetzung manifestiert sich darin, dass alle physischen Systeme von IT

erfasst und schrittweise mit dem Internet verbunden werden. Anzuführen ist beispielsweise das Schlagwort „Internet of Things“ oder die Anbindung aller Sensoren eines Gasnetzes. Die Komplexität der IT nimmt durch vertikale und horizontale Integration in die Wertschöpfungsprozesse erheblich zu, also die durchgängige Digitalisierung aller Bereiche eines Betreibers und bis zum Endkunden. Jedes System und jede Information ist praktisch zu jeder Zeit und von jedem Ort über das Internet für unterschiedlichste Plattformen für jedermann erreichbar und damit allgegenwärtig. Von unterwegs kann man sich die aktuelle Temperatur im Wohnzimmer seines Smart Home anschauen oder die aktuelle Situation an einem Netzkopplungspunkt abrufen.

Neben der IT-Durchdringung nimmt auch die **Gefährdung informationstechnischer Systeme** immer weiter zu. Als IT-Sicherheitsdienstleister der Bundesverwaltung ist das BSI auch für das IT-Sicherheitskonzept des Regierungsnetzes und dessen Schutz verantwortlich. Zur Abwehr von Angriffen wurde ein mehrstufiges Sicherheitssystem etabliert, bei dem neben kommerziellen Schutzprodukten auch individuell angepasste und entwickelte Maßnahmen zum Einsatz kommen. Dadurch hat das BSI ein gutes Bild über die IT-Sicherheitslage der Regierungsnetze.

Cyber-Angriffe auf die Regierungsnetze finden täglich statt. Hierbei handelt es sich teilweise um ungezielte Massenangriffe, aber auch gezielte Angriffskampagnen. Dabei stellen E-Mails mit Schadprogrammen die häufigsten Angriffe auf die Bundesverwaltung. Durchschnittlich fast 52.000 solcher E-Mails wurden pro Monat Mittels automatisierter AntiVirus-Schutzmaßnahmen

in Echtzeit abgefangen, davon im Durchschnitt rund 11.000 nur aufgrund eigens erstellter AntiVirus-Signaturen.

Mit weiteren Maßnahmen zur Detektion und Reaktion werden im Regierungsnetz Verbindungen auf Webseiten blockiert, die Schadprogramme verteilen. Ebenso werden Verbindungsversuche von bereits aktiven Schadprogrammen zu Kontrollservern unterbunden, die für die Steuerung und den Datenabfluss genutzt werden. Auf diese Weise können bereits infizierte Systeme erkannt und ein unberechtigter Datenabfluss verhindert werden. Mit dieser Methode wurden täglich rund 5.100 Verbindungsversuche zu Schadcodeservern verhindert.

Ein konkretes Beispiel für erfolgreiche Schadsoftware sind Verschlüsselungstrojaner, sogenannte **Ransomware**, die den Zugriff auf Daten und Systeme einschränken oder verhindern und behaupten, diese nur gegen Zahlung eines Lösegelds ("ransom") wieder freizugeben. Obwohl es sich bei Ransomware um Malware gegen IT-Systeme (information technology) und nicht OT-Systeme (operational technology) handelt, also den Bereich der Prozessautomatisierung mit seinen Steuerungen und Feldgeräten, führte sie trotzdem wiederholt zum Ausfall von Industrieprozessen. Eine Ransomware-Variante, die ab Mai 2017 weltweit zu Infektionen führte, war WannaCry. Anders als bei bisheriger Ransomware verbreitete sich dieses Schadprogramm wie ein Computer-Wurm selbstständig im Internet und in internen Netzwerken. Eine weitere Variante, die sich weltweit verbreitete und großen Schaden anrichtete, war NotPetya/ExpPetr. Teilweise hatte der Angriff massive Auswirkungen auf die Produktion und kritische Geschäftsprozesse von betroffenen Unternehmen. Auch in Deutschland waren mehrere Unternehmen zum Teil massiv betroffen. Der Schwerpunkt der Cyber-Attacke lag in der Ukraine, dort ereigneten sich die ersten Fälle, insbesondere in Kritischen Infrastrukturen. In der Ukraine gab es bereits mehrfach **IT-gesteuerte Sabotage-Angriffe** auf Stromnetze, Flughäfen und das Bahnsystem. Wie sich bei Untersuchungen herausstellte, ist NotPetya dabei gar keine wirkliche Ransomware, sondern ein als Ransomware getarntes Sabotage-Tool.

Als die größte Bedrohung für Kritische Infrastrukturen seit Stuxnet wird die Malware Crashoverride bzw. Industroyer gehandelt. Sie steht am gegenwärtigen Ende einer Reihe von **Schadsoftware, die OT (Operational Technology) ins Visier nimmt**. Seit 2003 wurden verstärkt Angriffe auf OT-Systeme registriert. Beispielsweise mit dem Wurm Slammer, der Industrieprozesse indirekt über DOS-Angriffe (Denial of Service) attackierte. 2010 wurden mit automatisierten Angriffen auf Industrielle Steuerungsanlagen/ Industrial Control Systems (ICS) durch Stuxnet eine neue Dimension erreicht. Es folgten vermehrt direkte Angriffe auf Industrieumgebungen beispielsweise durch Dragonfly/Havex (Cyber-Spionage) oder Black Energy.

Bei **Industroyer** bzw. Crashoverride hat die Entwicklung zu einem hochmodularen Framework für Angriffe auf ICS stattgefunden. Zentrale Komponente von Industroyer ist die „Backdoor“, die das zentrale Einfallstor darstellt, die weiteren Module der Malware steuert und die Systemumgebung auskundschaftet und die Ergebnisse an die Angreifer versendet. Je nach gefundenen Komponenten und Industrieprotokollen wird der passende Payload geladen und vom „Launcher“ ausgeführt. Die bekannten, von Industroyer beherrschten Protokolle sind u.a. IEC 60870-5-101 und -104 sowie IEC 61850. Weitere können bei Bedarf modular hinzugefügt werden. Der „Launcher“ sendet dann Befehle an RTUs (Remote Terminal Units) und PLCs (Programmable Logic Controller) und verhindert die legitime Kommunikation dorthin. Darüber hinaus besitzt die Schadsoftware einen „Data Wiper“, eine Komponente zur Datenlöschung.

Um der Bedrohung durch IT-Sicherheitsvorfälle zu begegnen, wurde bereits 2005 der **„Nationale Plan zum Schutz der Informationsinfrastrukturen“ (NPSI)** als IT-Sicherheitsstrategie der Bundesregierung verabschiedet. Ausgehend vom NPSI wurden 2007 der „Umsetzungsplan für die Gewährleistung der IT-Sicherheit in der Bundesverwaltung“ (Umsetzungsplan Bund – UP Bund) und der von führenden Betreibern und Verbänden Kritischer Infrastrukturen sowie verschiedenen Bundesbehörden in enger Kooperation erarbeitete „Umsetzungsplan Kritische Infrastrukturen“ (UP-KRITIS) vom Kabinett gebilligt. Zu den bei-

den Themen Sicherheit Kritischer Infrastrukturen und Cyber-Sicherheit folgten mit der "Nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen" (KRITIS-Strategie) in 2009 und der „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland“ in 2011 zwei weitere Papiere, die die strategischen Ziele und Maßnahmen der Bundesregierung beschreiben. Der UP KRITIS wurde 2014 unter gemeinsamer Beteiligung aller teilnehmenden Organisationen fortgeschrieben und insbesondere organisatorisch auf neue Beine gestellt und damit weiter gestärkt und fit für die Zukunft gemacht. In konsequenter Folge wurde 10 Jahre nach dem NPSI das „Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme“ (IT-Sicherheitsgesetz, IT-SiG) erlassen. Mit dem Gesetz wird das Ziel der Bundesregierung, eine signifikante Verbesserung der Sicherheit informationstechnischer Systeme in Deutschland zu erreichen, insbesondere für die Kritischen Infrastrukturen nun auch verpflichtend geregelt.

Das **IT-Sicherheitsgesetz** ist ein Artikelgesetz, das mit seinen Artikeln bereits bestehende Gesetze geändert hat. Die zur Sicherheit informationstechnischer Systeme in Kritischen Infrastrukturen gemachten Änderungen sind ein zentraler Teil des Gesetzes und betrafen insbesondere das Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI-Gesetz, BSIG), das Telekommunikationsgesetz (TKG) und das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Ziel des IT-Sicherheitsgesetzes ist aber auch die Verbesserung der IT-Sicherheit bei Unternehmen und in der Bundesverwaltung, sowie ein besserer Schutz der Bürgerinnen und Bürger im Internet.

Die sich aus dem IT-SiG für die Betreiber Kritischer Infrastrukturen der Gasbranche ergebenden Rechte und Pflichten wurden in das **BSIG und EnWG** aufgenommen. Zentrale Regelungen sind:

- Gemäß § 8a BSIG, müssen Betreiber Kritischer Infrastrukturen **IT-Sicherheit nach dem Stand der Technik** einhalten und regelmäßig gegenüber dem BSI nachweisen. Betreiber von Energieversorgungsnetzen oder Energieanlagen sind davon ausgenommen. Für sie gelten vergleichbare Regelungen gemäß § 11 Absatz 1a EnWG, nach denen sie einen Katalog von Si-

cherheitsanforderungen, der dem Schutz gegen Bedrohungen der für einen sicheren Netzbetrieb notwendigen Telekommunikations- und elektronischen Datenverarbeitungssysteme dient, umzusetzen haben. Der IT-Sicherheitskatalog verpflichtet Strom- und Gasnetzbetreiber zur Umsetzung IT-sicherheitstechnischer Mindeststandards. Kernforderung ist die Etablierung eines Informationssicherheits-Managementsystems (ISMS) gemäß DIN ISO / IEC 27001 sowie dessen Zertifizierung bis zum 31. Januar 2018. Für Betreiber von Energieanlagen gelten vergleichbare Regelungen gemäß § 11 Absatz 1b EnWG.

- Das BSI wird gemäß § 8b BSIG die **zentrale Meldestelle für die IT-Sicherheit Kritischer Infrastrukturen**. Das BSI hat sämtliche für Abwehr von Angriffen auf die IT-Sicherheit Kritischer Infrastrukturen relevanten Informationen zu sammeln, zu bewerten und an die Betreiber sowie die zuständigen (Aufsichts-) Behörden weiterzuleiten. Umgekehrt müssen Betreiber dem BSI erhebliche Störungen ihrer IT melden, sofern sie Auswirkungen auf die Verfügbarkeit kritischer Dienstleistungen haben können. Betreiber von Energieversorgungsnetzen und von solchen Energieanlagen, die durch Inkrafttreten der Rechtsverordnung gemäß § 10 Absatz 1 des BSI-Gesetzes als Kritische Infrastruktur bestimmt wurden, sind von der Pflicht zur Meldung gemäß § 8b BSIG ausgenommen. Für sie gilt eine vergleichbare Regelung zur **Meldung gemäß § 11 Absatz 1c EnWG**, nach der sie über die Kontaktstelle unverzüglich an das BSI zu melden haben.

Zur Erstellung und Verteilung von Lagebildern und Warnungen betreibt das BSI das **Nationale IT-Lagezentrum**. Der Aufbau des IT-Lagezentrums ist eine Maßnahme aus dem NPSI. Neben der Bundesverwaltung sind unter anderem auch die Betreiber Kritischer Infrastrukturen der Gasbranche Empfänger der Informationen des IT-Lagezentrums.

Im Rahmen der drei strategischen Ziele Prävention, Reaktion und Nachhaltigkeit definiert der NPSI unter dem Teilziel "wirkungsvoll bei IT-Sicherheitsvorfällen handeln" folgende Aufgaben:

- Erkennen, Erfassen und Bewerten von IT-Sicherheitsvorfällen,
- Informieren, Alarmieren und Warnen,
- Reagieren bei IT-Sicherheitsvorfällen.

Das IT-Lagezentrum wird bei dieser Aufgabe auch vom **CERT-Bund**, dem Computer Emergency Response Team für Bundesbehörden, als die zentrale Anlaufstelle für präventive und reaktive Maßnahmen bei sicherheitsrelevanten Vorfällen in Computer-Systemen, unterstützt. Das CERT-Bund unterstützt neben dem IT-Lagezentrum auch Betroffene bei IT-Sicherheitsvorfällen. Es

- erstellt und veröffentlicht präventive Handlungsempfehlungen zur Schadensvermeidung,
- weist auf Schwachstellen in Hardware- und Software-Produkten hin,
- schlägt Aktionen vor, um bekannte Sicherheitslücken zu beheben,
- unterstützt bei der Reaktion auf IT-Sicherheitsvorfälle,
- empfiehlt reaktive Maßnahmen zur Schadensbegrenzung oder -beseitigung

Bei der **Analyse der aktuellen IT-Lage** werden täglich über 80 offene und vertrauliche Quellen ausgewertet. Hinzu kommt die Beobachtung der Regierungsnetze und von Partnernetzen mit technischen Sensoren zur Frühwarnung sowie die Erreichbarkeitsüberwachung der für die Bundesverwaltung relevanten "Top 100"-Webadressen. Die Meldungen über Störungen ihrer IT bei Betreibern Kritischer Infrastrukturen vervollständigen als weitere Informationsquelle das Bild auf die IT-Sicherheitslage in Deutschland. Nicht zuletzt machen diese Meldungen dem BSI auch das Erkennen und Erfassen von IT-Sicherheitsvorfällen in den Branchen und Sektoren Kritischer Infrastrukturen überhaupt erst möglich. Die Be-

treiber Kritischer Infrastrukturen der Gasbranche profitieren über die **BSI IT / Cyber-Sicherheitswarnung (CSW)** so neben einem Gesamtblick auf die Meldungen ihrer Branche und aller Sektoren Kritischer Infrastrukturen auch von den weiteren Informationsquellen des BSI und dessen Analysen und Bewertungen.

Insgesamt sind seit Einführung der Meldepflicht aus den Kritischen Infrastrukturen bis zum 30. Juni 2017 34 Meldungen beim BSI eingegangen. Von diesen Meldungen kamen 18 aus dem Sektor Informationstechnik und Telekommunikation, elf aus dem Sektor Energie, drei aus dem Sektor Wasser und zwei aus dem Sektor Ernährung.

Neben den Cyber-Sicherheitswarnungen hält das BSI viele weitere Publikationen bereit. Von Technischen Richtlinien über die IT-Grundschutz-Kataloge bis zu Bürgerbroschüre. In Bezug auf die bei Kritischen Infrastrukturen neben der IT besonders relevanten OT beschäftigt sich das BSI intensiv mit dem Thema **Industrial Control System (ICS) Security**. Sie befasst sich mit der IT-Sicherheit in den Bereichen Fabrikautomation und Prozesssteuerung. Hier hat das BSI mit dem **"ICS Security Kompendium"** ein Grundlagenwerk für die IT-Sicherheit in Automatisierungs-, Prozesssteuerungs- und Prozessleitsystemen veröffentlicht. Das ICS Security Kompendium ermöglicht sowohl IT-Sicherheits- als auch ICS-Experten einen einfachen Zugang zum Thema IT-Sicherheit in industriellen Steuerungsanlagen und dient als gemeinsame Basis für Experten in Anwendungsgebieten wie Fabrikautomation und Prozesssteuerung. Über das „ICS Security Kompendium“ hinaus unterstützt das BSI mit weiteren Publikationen im Bereich Cyber-Sicherheit in Industrieanlagen Hersteller, Integratoren und Betreiber dabei, den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der IT- und Cyber-Sicherheit gerecht zu werden.

Des Weiteren hält das BSI zur Stärkung und Verbesserung der Reaktionsfähigkeit des BSI bei besonderen IT-Sicherheitsvorfällen ein **Mobile Incident Response Team (MIRT)** vor, das betroffene Stellen vor Ort bei der Bewältigung von herausragenden IT-Sicherheitsvorfällen unterstützen. Die Aufgabe des MIRT ist die Vor-Ort-Bearbeitung von IT-Sicherheitsvorfällen, insbeson-

dere in der Bundesverwaltung und bei Betreibern Kritischer Infrastrukturen. Dabei geht es um die Analyse und Dokumentation von Cyberangriffen mit dem Ziel der Aufklärung, Bewertung und Unterstützung Betroffener.

Im Rahmen eines Einsatzes steht an erster Stelle die Beratung und Unterstützung zur Eindämmung der Ausbreitung und für einen sicheren Notfallbetrieb während eines IT-Sicherheitsvorfalls. Hierbei sind forensische Analysen und Sicherung von Beweismitteln eine wichtige Aufgabe des MIRT. Das MIRT berät die Betroffenen beim sicheren Wiederanlauf von IT-Systemen nach der Bereinigung des Vorfalls. Davon abgesehen können anlassunabhängige Vor-Ort-Sicherheitsanalysen zur Erkennung möglicher IT-Sicherheitsvorfälle („APT-Hunting“) durchgeführt werden.

Typischerweise geht einem Einsatz eine Vorfallsmeldung voraus, bei der die betroffene Institution dem BSI den IT-Sicherheitsvorfall meldet und im Verlauf der weiteren Kommunikation Bedarf für Unterstützung anmeldet. Nach dem folgenden Austausch zu den vorliegenden Informationen und der Diskussion weiterer Details zu Hintergründen, Symptomen und möglichen Auswirkungen fällt das BSI in einer Einzelfall-Prüfung die Entscheidung für einen Vor-Ort-Einsatz oder Unterstützung aus dem BSI heraus. Im Fall eines Vor-Ort-Einsatzes wird abhängig von der Dringlichkeit des Einsatzes, den Rahmenbedingungen und der Personalverfügbarkeit das MIRT entsandt.

Im deutlichen Bewusstsein, dass einzelne Akteure, seien es staatliche Stellen, Betreiber Kritischer Infrastrukturen oder andere Wirtschaftsunternehmen, alleine nicht so widerstandsfähig agieren können wie eine **gut vernetzte Gruppe** beteiligt sich und unterstützt das BSI intensiv Formen der Zusammenarbeit unterschiedlicher Institutionen zum Schutz der Informationsinfrastrukturen und informationstechnischer Systeme vor IT-Sicherheitsvorfällen und deren Auswirkungen. Zwei Formen dieser Zusammenarbeit sind die „Allianz für Cyber-Sicherheit“ für Wirtschaftsunternehmen aller Art und der „UP KRITIS“, die Öffentlich-Private Partnerschaft zum Schutz Kritischer Infrastrukturen.

Die **Allianz für Cyber-Sicherheit** hat als Zusammenschluss aller wichtigen Akteure im Bereich der Cyber-Sicherheit in Deutschland das Ziel, aktuelle und valide Informationen zu Gefährdungen im Cyber-Raum bereitzustellen. Der Allianz gehören inzwischen mehr als 2504 Institutionen an, davon 90 Partner-Unternehmen und 46 Multiplikatoren.

Der **UP KRITIS** ist eine öffentlich-private Kooperation zwischen Betreibern Kritischer Infrastrukturen, deren Verbänden und den zuständigen staatlichen Stellen. Teilnehmer im UP KRITIS können alle Organisationen mit Sitz in Deutschland, die Kritische Infrastrukturen in Deutschland betreiben, deren nationale Fach- und Branchenverbände, vom UP KRITIS anerkannte SPOCs aus den KRITIS-Sektoren sowie die zuständigen Behörden werden. Die Teilnehmerzahl im UP KRITIS liegt 2017 bei ca. 500 Organisationen.

Das zentrale **Ziel des UP KRITIS** ist es, die Versorgung mit Dienstleistungen Kritischer Infrastrukturen in Deutschland aufrechtzuerhalten. Im Einzelnen verfolgt der UP KRITIS dabei folgende Ziele:

- Förderung der Robustheit von IKT-Komponenten in kritischen Prozessen
- Austausch über aktuelle Vorkommnisse
- Gemeinsame Einschätzung und Bewertung der Cyber-Sicherheitslage
- Erarbeitung gemeinsamer Dokumente und Positionen
- Auf- und Ausbau von Krisenmanagementstrukturen
- Koordinierte Krisenreaktion und -bewältigung
- Durchführung von Notfall- und Krisenübungen
- Gemeinsames Handeln gegenüber Dritten

Die strategisch-konzeptionelle Mitarbeit obliegt den Partnern im UP KRITIS. Sie bringen sich aktiv in den **Gremien des UP KRITIS** ein. Die zentralen Bestandteile sind die Arbeitskreise für den fachlichen Austausch, das branchenübergreifende Plenum und ein auf politischer Ebene eingerichteter Rat. Der Stab und die Geschäftsstelle unterstützen diese Gremien. Um an den strategisch-konzeptionellen Zielen und Projekten des UP KRITIS mitzuwirken, können die Teilnehmer für einzelne Mitarbeiter ihrer Organisation die Aufnahme in Arbeitskreise beantragen. In diesen Arbeitskreisen findet die brancheninterne (**Branchenarbeitskreise, BAK**) bzw. die branchenübergreifende (**Themenarbeitskreise, TAK**) thematische Arbeit statt. Die an den Arbeitskreisen teilnehmenden Organisationen werden "Partner im UP KRITIS". Alle Mitglieder der Arbeitskreise arbeiten aktiv und selbstständig an den Zielen und Projekten des UP KRITIS mit. Jeder Arbeitskreis des UP KRITIS bildet einen eigenen Informationsverbund, in dem Informationen vertraulich ausgetauscht werden können.

Generell arbeiten die am UP KRITIS beteiligten Organisationen auf Basis gegenseitigen Vertrauens zusammen. Sie tauschen sich untereinander aus und lernen voneinander im Hinblick auf den Schutz Kritischer Infrastrukturen. Gemeinsam kommen alle Beteiligten so zu besseren Lösungen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass, wie in der gesamten digitalen Gesellschaft, ebenfalls in der Gasversorgung die Vernetzung und IT-Abhängigkeiten stetig zunehmen. Gleichzeitig werden die Cyber-Angriffe ständig komplexer und professioneller. In der Summe führen diese beiden Entwicklungen zu einer rasant steigenden Gefährdungslage für die Betreiber der Gasbranche. Das BSI unterstützt Sie dabei, die Informationsinfrastrukturen und informationstechnischen Systeme in der Gasversorgung zu schützen, mit dem Ziel, die Verfügbarkeit der kritischen Dienstleistungen zu gewährleisten. Das IT-Sicherheitsgesetz ist auf diesem Weg ein Schritt in die richtige Richtung und dient dem Nutzen aller Beteiligten. Ein weiterer wichtiger Baustein für mehr Cybersicherheit und Resilienz in der Gasversorgung ist die Zusammenarbeit im UP KRITIS.

BMI 2009). Alle Einrichtungen, die den unten genannten neun Sektoren und 29 Branchen zuzuordnen sind (s. Tab. 1), sind als Teil einer Kritischen Infrastruktur für den Bevölkerungsschutz besonders bedeutsam. Je nach Betrachtungsebene sind allerdings nur Einrichtungen einer bestimmten Größenordnung relevant.

Zum Autor

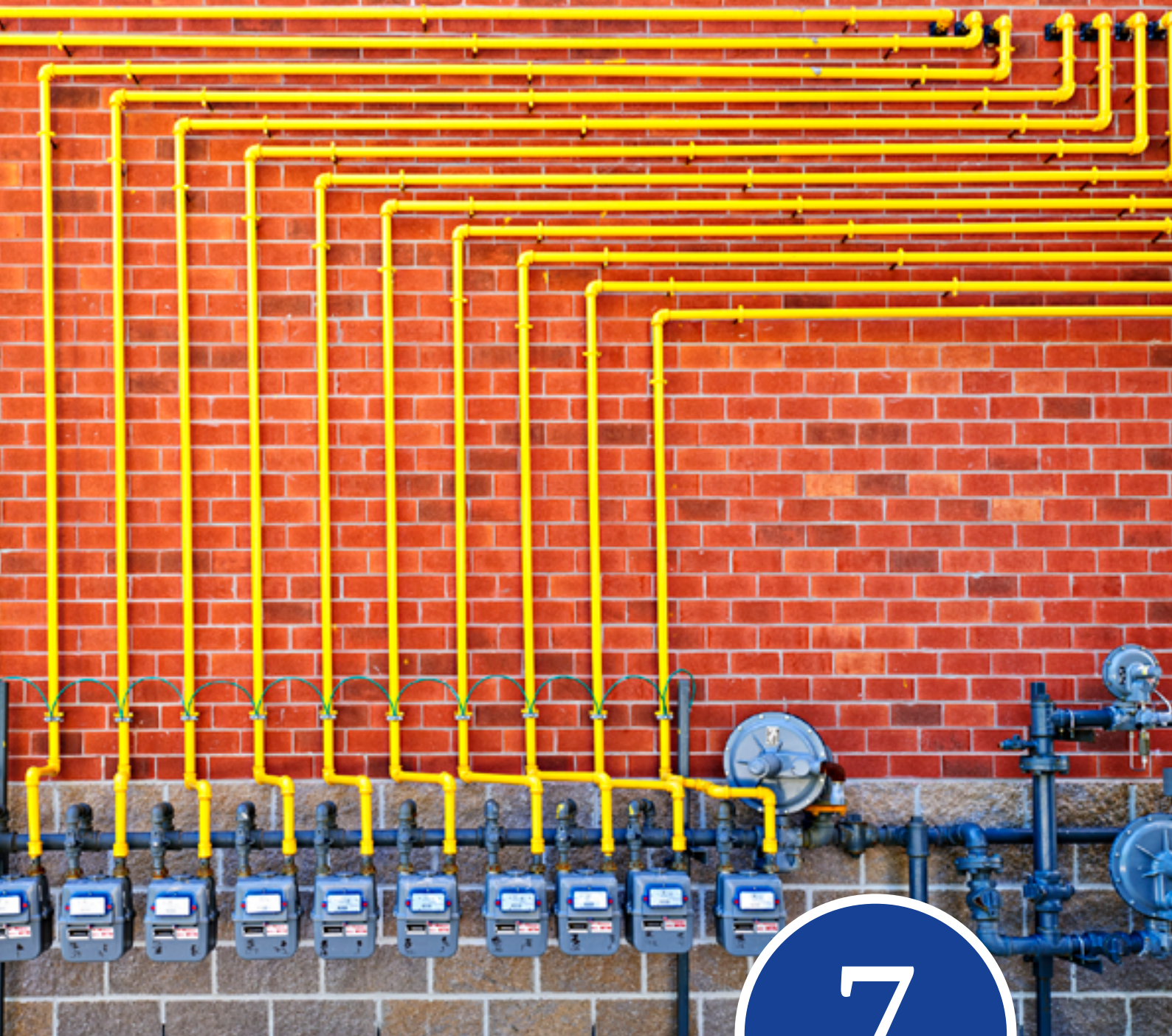
Benjamin Lambrecht

Referat CK 33

*KRITIS-Sektoren Energie und Wasser
sowie kerntechnische Anlagen*

*Bundesamt für Sicherheit in der
Informationstechnik (BSI)*





7

Rolle eines Verteilnetzbetreibers im Gas zwischen Versorgungsaufgabe Sektorkopplung und Digitalisierung

Von Thomas Egenhöfer

Die Main-Donau Netzgesellschaft

Die MDN Main-Donau Netzgesellschaft ist Nachfolgerin der 2006 gegründeten N-ERGIE Netz GmbH. Sie wurde am 1. Januar 2015 aufgrund der gesetzlichen Vorgaben zur Trennung von Netz, Handel und Erzeugung gegründet. Als hundertprozentige Tochter der N-ERGIE Aktiengesellschaft ist sie der Infrastrukturbetreiber für die N-ERGIE. Der Hauptsitz ist Nürnberg, zusätzlich unterhält die MDN an drei Standorten in ihrem Netzgebiet Außenstellen. Insgesamt arbeiten ca. 330 Mitarbeiter direkt für die MDN.

Das Netzgebiet der MDN umfasst im Wesentlichen Mittelfranken und Teile der angrenzenden Regierungsbezirke Ober- und Unterfranken sowie Schwaben und die Region Sulzbach Rosenberg in der nordöstlichen Oberpfalz. In Summe ein Gebiet mit einer Fläche von etwa 8.000 km², in dem ca. 1,2 Mio. Menschen leben.

In ihrem Netzgebiet ist die MDN Eigentümerin der Hochspannungsnetze (110 kV) im Strom und der Hochdrucknetze (> DP 5bar) im Gas. Dazu gehören auch die Umspannwerke und Gasdruckregel- und Messanlagen an den Verknüpfungspunkten zu den vorgelagerten Netzbetreibern. Die Mittel- und Niederspannungsnetze im Strom (0,4 kV, 20 kV) und die Mittel- und Niederdrucknetze im Gas (\leq DP 5 bar) hat die MDN von den jeweiligen Eigentümern gepachtet. Außerdem übernimmt die MDN die Betriebsführung für das Wassernetz im Stadtgebiet Nürnberg und der angrenzenden Gemeinde Schwaig sowie das Fernwärmenetz in der Stadt Nürnberg. Damit ist die MDN in ihrem Versorgungsgebiet für ins-

gesamt ca. 27.000 km Stromnetz, mehr als 4.000 km Gasnetz, über 2.000 km Wasser- und 340 km Fernwärmenetz verantwortlich.



Abb. 17: Netzgebiet der Main-Donau Netzgesellschaft Quelle: MDN

Das Gas-Verteilnetz der MDN

Das Gas-Verteilnetz der MDN bildet vom Hochdruck- bis zum Niederdruck alle Netzstrukturebenen ab. Die MDN zählt mit ihrem Gasnetz zu den großen Verteilnetzbetreibern. Eine große Zahl der über 700 deutschen bewirtschaftet kleinere Netzstrukturen, in der überwiegenden Mehrzahl im Bereich der Mittel- und Niederdruckstufen.



Abb. 18: Verteilnetz der Druckstufen DP 67,5 bar und DP 16 bar der Main-Donau Netzgesellschaft Quelle: MDN

Für die MDN ist die Open Grid Europe der Fernleitungsnetzbetreiber mit den meisten Übergabepunkten. An 18 Übergabepunkten übernimmt die MDN über Gasdruckregel- und Messanlagen Gas in ihr Netz. Aufgabe der Gasdruckregel- und Messanlagen ist es, den Einspeisedruck in das Verteilnetz zu begrenzen und konstant zu halten, sowie die übergebene Menge zu messen. In ausgewählten Anlagen kann neben dem Druck auch die übergebene Menge geregelt werden. Dies ist insbesondere da erforderlich, wo mehrere Anlagen gleichzeitig in das verzweigte regionale Hochdrucknetz einspeisen, um die Verteilung der Mengenströme im Netz beeinflussen zu können.

An den Übergabepunkten wird das Gas abhängig von der Jahreszeit und der Abnahmesituation mit einem Druck von 30 bis 60 bar eingespeist. Das Hochdrucknetz hat die Aufgabe, die Gasmengen in die Fläche des Versorgungsgebietes zu transportieren. Es verzweigt sich immer weiter und entsprechend den örtlichen Versorgungsstrukturen erfolgt die Weiterverteilung und Verzweigung auch auf anderen Druckstufen, zum Beispiel DP

16 bar. Auch an diesen Verzweigungspunkten regeln Gasdruckregel- und Messanlagen den Druck in den nachgelagerten Netzstrukturen und halten ihn konstant.

Die beiden Netzebenen DP 67,5 bar und DP 16 bar werden aufgrund ihrer Bedeutung fernüberwacht. Dazu unterhält die Netzführung der MDN eine Leitzentrale, die rund um die Uhr an sieben Tagen die Woche besetzt ist. Dort können die wesentlichen Parameter der Anlagen, also Eingangs- und Ausgangsdruck, Gastemperatur, Transportmenge überwacht und für die steuerbaren Anlagen per Fernwirktechnik gesteuert werden.



Abb. 19: Netzleitzentrale der Main-Donau Netzgesellschaft Foto: MDN

An diese Netzebenen ist nur eine geringe Zahl von Letztverbrauchern angeschlossen. In der Regel liegen die Abnahmestellen der Haushaltskunden in den Verteilnetzebenen der Druckstufen kleiner DP 5 bar bis 20 mbar.

Direkt an das Hochdrucknetz der MDN sind zwei systemrelevante Kraftwerke und einige Industriekunden aus energieintensiven Sparten, z. B. der Glas- oder Metallindustrie, angeschlossen. Plus die 26 Weiterverteiler unterschiedlicher Größe, unter denen sich große Städte wie Erlangen, aber auch kleinere ländliche Gemeinden wie Burgbernheim wiederfinden.

Auch für die Übergabepunkte zu den Weiterverteilern liegen in der Leitzentrale die wesentlichen Informationen zur Netzüberwachung vor. Allerdings lassen sich diese Anlagen nicht mehr fernsteuern, sondern erfordern einen Eingriff vor Ort. Dazu beschäftigt die MDN einen konzerneigenen Servicedienstleister, der während der Normalarbeitszeit an vier Standorten mit qualifiziertem Personal im gesamten Netzgebiet im Einsatz ist. Außerhalb der Regelarbeitszeit gewährleistet er durch Vorhaltung einer Rufbereitschaft, dass entsprechend den Anforderungen aus dem DVGW

Arbeitsblatt GW 1200 jeder Punkt des Gasnetzes im gesamten Versorgungsgebiet innerhalb von 30 Minuten erreicht werden kann.

Eine Mangelsituation im Verteilnetz

Die Diskussion möglicher Auswirkungen von Mangelsituationen im Gasverteilnetz erfordert eine genaue Betrachtung der Netzbelastung, bei der sich eine Mangellage einstellen könnte. Dabei sind insbesondere im Fall der MDN die jahreszeitlichen Randbedingungen zu berücksichtigen. Hier haben nicht nur die „normalen“ Letztverbraucher sondern ganz wesentlich auch die beiden systemrelevanten Kraftwerke und die direkt wie indirekt angeschlossenen KWK-Anlagen einen prägenden Einfluss. So zeigen zum Beispiel die Auswertungen der Lastflüsse der letzten Jahre, dass es selbst in kalten Winterperioden zwar zu einem deutlichen Anstieg der Abnahme kam, die Spitzenwerte aus dem Winter 2016/2017 aber nicht erreicht wurden. Im Winter 2016/2017 kam es zu der Sondersituation, dass die Einspeisung von Strom aus EE-Anlagen während einer mehrwöchigen Dunkelflaute, also starker Bewölkung bei gleichzeitiger Windstille, stark zurückging. Die Folge

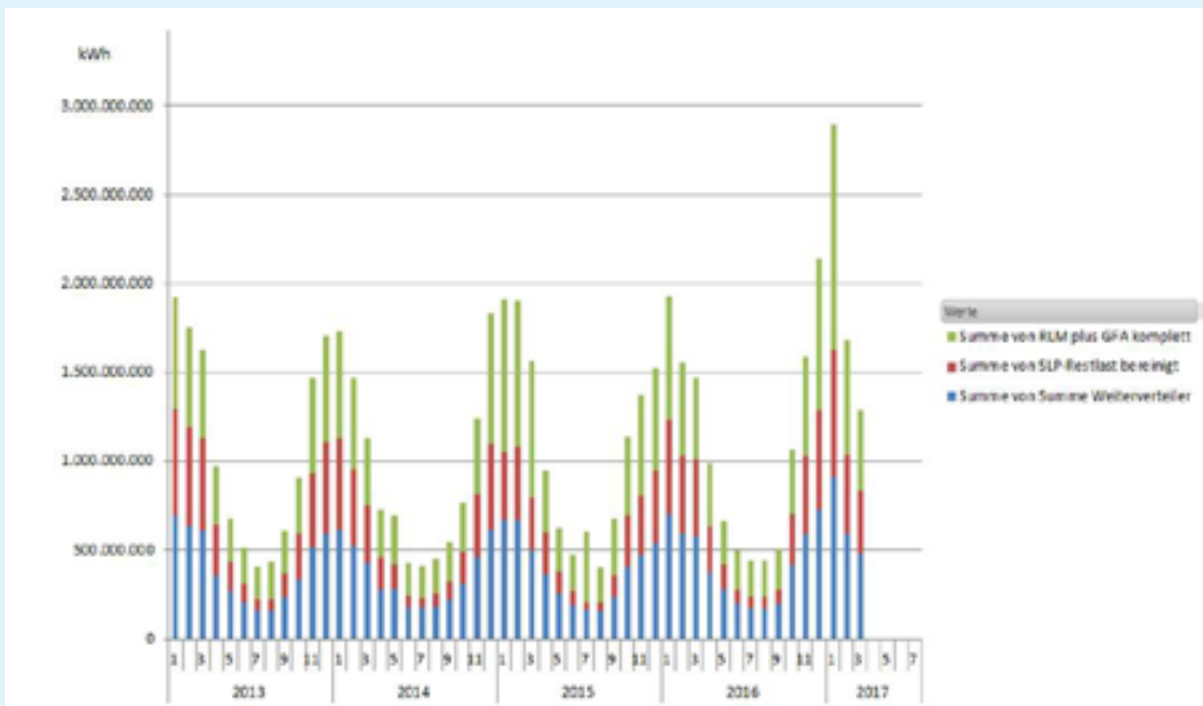


Abb. 20: Abnahmestruktur im Netz der Main-Donau Netzgesellschaft Quelle: MDN

war der Einsatz der systemrelevanten Kraftwerke über einen längeren Zeitraum (siehe Abb. 18), was an den Einspeisepunkten zum vorgelagerten Fernleitungsnetz zu Rekord-Einspeisemengen in das Netz der MDN führte. Der zeitgleich langanhaltende Dauerfrost verstärkte diesen Effekt durch den hohen Leistungsbedarf der Wärmekunden und der über KWK-Anlagen gekoppelten Wärmeerzeugung. Die Ausspeisemengen an den Verknüpfungspunkten zu den Weiterverteilern bewegten sich ebenfalls auf Rekordniveau (siehe Summe Weiterverteiler in Abb. 18). Für die MDN entstand dadurch eine Situation, in der die Gasversorgung ihre maximale Leitungsfähigkeit erreichte.

Um die verschiedenen Eskalationsstufen einer Gasmangellage in einem Verteilnetz zu verstehen, muss man sich über einige einfache physikalische, strömungstechnische Zustände im Netz in der beschriebenen Ausgangslage klar sein.

Das Gasnetz reagiert auf die Abnahmeanforderungen der Verbraucher. Die Steuerungsanforderungen bauen sich rückwärts von den Verbrauchspunkten hin zu den Koppelpunkten der Netzebenen bis hin zu den Übergabepunkten zum vorgelagerten Netzbetreiber auf.

Im Normalbetrieb sind die Einspeise- und Abgabemengen im Gleichgewicht und der Netzdruck konstant.

Im aufgezeigten Szenario stieg aufgrund der

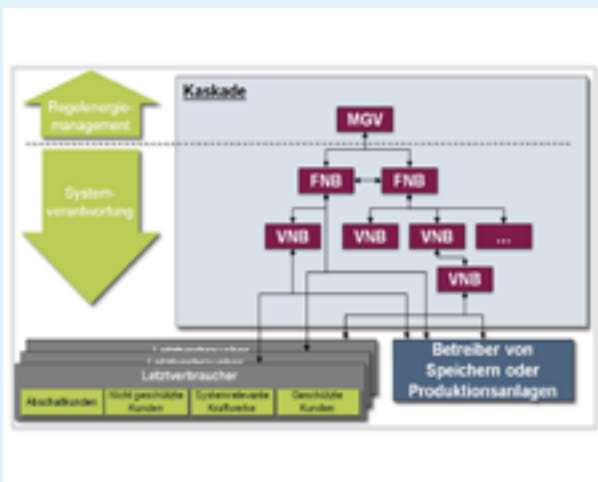


Abb. 21: Kaskade Gas aus BDEW Leitfaden Quelle: BDEW

äußeren Bedingungen die Abnahme aller an das Gasnetz angeschlossenen Verbrauchergruppen kontinuierlich. Dadurch sank der Druck im Netz. Auf diese Druckänderung reagierten die Regler in den Gasdruckregel- und Messanlagen und glichen durch Öffnen des Zuflusses die Druckschwankungen aus. Die Lastanforderungen wurden somit von den Verteilstufen in den Niederdrucknetzen in die Mittel- und Hochdrucknetze weitergegeben.

In den Hochdrucknetzen summieren sich in so einem Fall die Lastanforderungen aller Verbrauchergruppen. Wie schnell diese Anforderungen dann an den Übergabepunkten des vorgelagerten Netzbetreibers ankommen, hängt wesentlich von der Größe des Hochdrucknetzes und den eingestellten Betriebsdrücken ab. Grundsätzlich verfügt das Netz über eine gewisse Speicherfähigkeit aufgrund seines geometrischen Volumens. Diese Speicherfähigkeit kann zu gewollten oder auch ungewollten Verzögerungen beim Erkennen von Mangelsituationen an den Übergabestellen zum Fernleitungsnetzbetreiber führen.

In Winter 2016/2017 war die Netzbelastung in den dargestellten Wochen so hoch, dass im Netz keine Speicherfähigkeit mehr existierte.

Die Frage, wie schnell Maßnahmen greifen und man deren Rückwirkungen erkennt, hängt immer von der Belastung des jeweiligen Netzes bzw. Netzabschnittes ab.

Betrachtet man die Entwicklung eines möglichen Gasmangelszenarios bezogen auf die Bezugsmengen der MDN, so sind hier drei Kategorien zu unterscheiden. Erstens unterbrechbare Kapazitäten, das sind in den jährlichen Bestellungen vom vorgelagerten Fernleitungsnetzbetreiber nicht fest zugesagte Mengen. Die Kunden, die diese Kapazitäten gebucht haben, können schnell auf eine Reduktion ihrer Gasbezugsmengen reagieren.

Die zweite Kategorie bilden alle Kunden, vorwiegend aus dem industriellen und produzierenden Bereich, die nach EnWG keinen besonderen Schutzstatus genießen. Ihnen würde im Falle einer sich entwickelnden Mangellage die Lieferung eingeschränkt oder unterbrochen. Dazu halten die Netzbetreiber entsprechende Listen vor und haben in der Regel mit den Kunden nach dem

BDEW Leitfaden im Vorfeld bereits Vereinbarungen geschlossen. Die Information dieser Kunden erfolgt automatisch über Mail- oder Faxsystem. Ein direkter Eingriff des Netzbetreibers in die Versorgung des Kunden, zum Beispiel durch Sperrung des Anschlusses, ist nicht vorgesehen. Da es keine aktive Rückmeldung über den jeweiligen Status der Abschaltmaßnahmen gibt, kann der Netzbetreiber nur durch die Beobachtung der Gasmengen und Drücke an den Einspeisepunkten ableiten, in welcher Geschwindigkeit und welchem Umfang die Maßnahmen greifen.

In der dritten Kategorie sind alle Kunden zusammengefasst, die nach EnWG einen besonderen Schutzstatus genießen. Ließe sich eine Mangellage durch die vorher beschriebenen Maßnahmen nicht in den Griff bekommen, so muss auch die Versorgung von Kunden mit Schutzstatus unterbrochen werden. In diesem Fall ist sorgfältig zwischen den jeweiligen Schutzgütern und den möglichen Interdependenzen abzuwägen.

In Netzgebieten mit KWK- oder BHKW-Anlagen hat eine Sperrung der Gasversorgung über die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung immer Rückwirkungen in andere Versorgungsstrukturen.

Die Querverbindungen und die daraus entstehenden Rückwirkungen auf andere Sparten und Kundengruppen sind in der Regel nur dem Netzbetreiber vor Ort bekannt.

Deshalb ist es wichtig, alle Netzbetreiber in der Kaskade frühzeitig in die Information und Kommunikation mit einzubinden. Durch die Beteiligung an der Entwicklung möglicher Reaktions-szenarien wird der Netzbetreiber in die Lage versetzt, Kunden frühzeitig anzusprechen und zu gewährleisten, dass die Anforderungen auch zeitnah und umfänglich erfüllt werden.

Dies setzt aber voraus, dass die Kommunikationswege geklärt und die Ansprechpartner für solche Fälle benannt sind.

Sektorkopplung, ein Ausblick

In der Diskussion um das Gelingen der Energiewende spielt zurzeit der Begriff Sektorkopplung eine zentrale Rolle. Allerdings gibt es dafür keine allgemein gültige Definition. Während die Einen dem Diktum „electricity only“ folgend darunter im Wesentlichen die Elektrifizierung des Verkehrs- und des Wärmesektors verstehen, definieren die Anderen Sektorkopplung als den Austausch von Energie über die unterschiedlichsten Sektorgrenzen hinweg. Also nicht nur die Verschiebung von Energie zwischen den Erzeugungssektoren, sondern auch zwischen den verschiedenen Verbrauchssektoren. Prominenteste Beispiele sind die Überlegungen zur Nutzung von industrieller Abwärme bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung oder der Ladekapazitäten von Elektrofahrzeugen als Batteriespeicher für die



Abb. 22: Modell der Sektorkopplung Quelle: DVGW und VDE

Stromnetzte. Diese Entwicklung steht in engem Zusammenhang mit dem Voranschreiten der Digitalisierung von Kundengruppen und Infrastruktur.

Sicher ist, dass in den diskutierten Mangelszenarien die Bedeutung der Sektorkopplung auf den unterschiedlichsten Ebenen deutlich ansteigen wird.

Aber wo stehen wir bei der Sektorkopplung heute und wie wird sie sich in den nächsten Jahren entwickeln?

Bei der Betrachtung des Istzustands muss man zunächst auf die schon seit Jahrzehnten eingesetzten KWK-Lösungen im Großen und im Kleinen schauen. Schon lange speisen Kraftwerke und BHKW aus Erdgas erzeugten Strom in die Stromnetze und die dabei entstehende Abwärme in Fern- oder Nahwärmenetze ein. In der Diskussion um die Sektorkopplung hat dies bisher praktisch keine Rolle gespielt, da diese Anlagen je nach grundsätzlichem Einsatzzweck entweder strom- oder wärmegeführt betrieben werden und damit ihr Primärnutzen immer nur einem Sektor zugeordnet ist. Diese Rolle wird sich in den nächsten Jahren verändern. Die Anlagen werden durch die „Power to X“ Technologien flexibler und sich so den Anforderungen der Sektoren, die sie verbinden, anpassen. Schon heute passen Heizkraftwerke durch den Einsatz von Power to Heat Speichern ihre Strom- und Wärmeerzeugung flexibel den Anforderungen an. Zwar genießen diese Anlagen einen besonderen Schutz bei der Kaskade der Leistungsreduzierung, aber je nach Entwicklung des Szenarios sind auch sie von Versorgungs einschränkungen oder Ausfällen von Netzbereichen betroffen. Insbesondere im Bereich der Niederdrucknetze ist ein selektives Abschalten von einzelnen Kunden nicht möglich. Die Abschaltungen müssen hier auf der Ebene von Leitungssträngen oder Versorgungsgebieten erfolgen, beziehen also dort angeschlossene Anlagen immer mit ein.

Ebenfalls schon seit Jahren wird die Kopplung des Gas- und Verkehrssektors im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs praktiziert. Eine Vielzahl von Verkehrsbetrieben betreiben Erdgasbusflotten und auch eine Reihe von Transportdienstleistern setzt auf Erdgasfahrzeuge. In den nächsten Jahren wird sich zeigen, ob und mit welcher Geschwindigkeit die E-Mobilität in diesem Sektor die Gasfahrzeuge verdrängen wird. Dagegen

wird im Individualverkehr Erdgas als Treibstoff wohl auch weiterhin ein Nischendasein führen. Im Falle von Einschränkungen bei der Erdgasversorgung kann dies aber mittelfristig bedeuten, dass es zu Auswirkungen auf den Nahverkehr kommt, die zu beachten sind.

Neu dagegen und zur Zeit viel diskutiert ist die „Power to Gas“ Technologie, also die Umwandlung von überschüssigem Strom in Wasserstoff oder synthetisches Methan. Ob und auf welchen Netzebenen sich „Power to Gas“ als Kopplungselement durchsetzen wird, ist derzeit noch offen. Augenblicklich fehlen die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen, um solche Anlagen wirtschaftlich betreiben zu können. Damit spielen sie auch bei den Überlegungen zu den Folgen von Versorgungsengpässen aktuell keine Rolle. In der Zukunft wird ihre Bedeutung aber stark zunehmen, da „Power to Gas“ eine Schlüsseltechnologie bei der Integration und Speicherung der regenerativen Strommengen ist.

An dem Beispiel „Power to Gas“ lässt sich aber auch exemplarisch zeigen, dass die dezentralen Einspeisungen in die Gasnetze im Fall von Mangelszenarien mit beachtet werden müssen, und wie Engpässe in einem Sektor Rückwirkungen in einen anderen Sektor erzeugen können.

Grundsätzlich darf Gas in ein Verteilnetz nur unter definierten Bedingungen eingespeist werden. Das gilt sowohl für das einzuspeisende Gas und die Einspeiseparameter als auch für das aufnehmende Netz. Sollte es aufgrund von Versorgungs einschränkungen zur Abschaltung von Leitungssträngen oder Netzteilen kommen, darf in diese Netzteile auch keine Dritteinspeisung mehr erfolgen. Dies gilt übrigens auch für die Biogasanlagen, die heute schon Biomethan einspeisen. Im Falle der „Power to Gas“ Anlagen hätte die Unterbrechung der Einspeisung aber sofort Rückwirkungen auf das Stromnetz. Der Überschussstrom müsste dann abgeregelt werden. Nachdem die Abregelung von EE-Anlagen in den Stromnetzen nicht stufenlos funktioniert, kann dies bei umfangreicheren Maßnahmen zu einer Überkompensation führen, die dann wieder durch konventionelle Stromerzeugung ausgeglichen werden müsste.

Als Fazit ist festzuhalten: Sektorkopplung gibt es heute schon. Auch heute sind im Fall von Ver-

sorgungseinschränkungen die Rückwirkungen auf die Kunden zu beachten. Allerdings sind die Rückwirkungen heute aufgrund der geringen Zahl von Akteuren noch überschaubar. Durch das Voranschreiten der Kopplung und die Verbindung von immer mehr Sektoren werden die Szenarien insgesamt komplexer und die Zahl der beteiligten Akteure nimmt, wie auch die indirekten Rückwirkungen, auf andere Sektoren zu.

Das Voranschreiten der Digitalisierung

Mit der Sektorkopplung verbunden ist der Trend der fortschreitenden Digitalisierung. Die Energieversorgung wird kleinteiliger, flexibler und unabhängiger. In den so entstehenden neuen Modellen lassen sich innovative Ansätze zur Kopplung der Sektoren leichter und wirtschaftlicher realisieren. Dies wird aber dazu führen, dass es für den Einzelnen immer schwieriger wird, den Überblick zu behalten. Der Kreis derer, die bei Störungs- oder Krisenszenarien einzubinden sind, wird zunehmen.

Die neuen Anforderungen werden nur durch eine voranschreitende Digitalisierung und weitgehende Vernetzung der Informationen auf Dauer beherrschbar sein. Die Digitalisierung spielt sich dabei auf zwei Ebenen ab. Einmal steuern zukünftig die einzelnen Kunden und Marktteilnehmer durch intelligente Messsysteme Informationen zu Verbrauchsverhalten, Einspeise- und oder Speicherverhalten bei. Diese Informationen werden von anderen Marktteilnehmern möglicherweise auch genutzt, um durch die Bündelung und Steuerung einzelner Verbraucher oder Einspeiser Leistungen oder Lasten in relevanten Größenordnungen zur Systemunterstützung zur Verfügung zu stellen.

Andererseits steigen durch den Kosten- und Effizienzdruck die Automatisierungsgrade und Überwachungssysteme in den Netzen an. Predictive Maintenance ist nur eines der Stichworte, das die Netzbetreiber beschäftigt. Letztlich sind das alles Schritte hin zu intelligenten Netzen.

Am Ende laufen alle diese Informationen - im besten Fall kombiniert - beim jeweiligen Netzbetreiber zusammen, der sie in der Zukunft auch benötigen wird, um einen sicheren und stabilen Betrieb seines Netzes zu gewährleisten.

Fazit

Die etwa 700 Verteilnetzbetreiber in der Gasversorgung sind keine homogene Gruppe. Sie unterscheiden sich im Hinblick auf ihre Organisationsstrukturen und Größe aber auch im Hinblick auf die bewirtschafteten Strukturen, Betriebsmittel und der angeschlossenen Kunden. Dementsprechend sind die Rollen und Möglichkeiten der Verteilnetzbetreiber im Fall von Ausnahmesituationen wie zum Beispiel einer Gasmangellage höchst unterschiedlich. Gemeinsam ist allen Verteilnetzbetreibern, dass sie in ihrem Netzgebiet den sicheren und stabilen Netzbetrieb gewährleisten.

Im Fall von Mangelsituationen ist es deshalb unerlässlich, die Verteilnetzbetreiber so früh wie möglich in die Überlegungen mit einzubeziehen und deren Wissen bei der Entwicklung möglicher Szenarien mit zu nutzen.

Der aktuelle Trend zur Verschmelzung verschiedener Erzeugungs- und Verbrauchssektoren vor dem Hintergrund der Energiewende und die Tatsache, dass dies in erster Linie in den Verteilnetzen passiert, stärkt die Rolle der Verteilnetzbetreiber. Zugleich wird die Komplexität in den Netzen aufgrund der gestiegenen Anforderungen an die Flexibilität und Dezentralität der Erzeugungs- und Verbrauchsstrukturen weiter steigen. Damit wird es zukünftig notwendig, weitere Akteure zeitnah und aktiv in die Kommunikationsprozesse einzubinden. Dieser Trend wird sich durch die Möglichkeiten der voranschreitenden Digitalisierung der Energiesysteme auf allen Ebenen weiter beschleunigen.

Zum Autor

Thomas Egenhöfer

*Leiter Netzentwicklung MDN-NE/Prokurist
MDN Main-Donau Netzgesellschaft mbH*

*Ein Unternehmen der N-ERGIE Aktiengesellschaft
<http://www.main-donau-netz.de>*

Tel. 0049 911 802 17430

Thomas.egenhoefer@main-donau-netz.de

Auswertung Themencafé

Auswirkungen einer Gasmangellage auf die einzelnen KRITIS-Sektoren

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf den schriftlichen Notizen der zwei Diskussionsrunden des Themencafés am ersten Thementag in Passau (09. und 10.11.2017). Sie fassen die einzelnen Diskussionspunkte ohne Wertung zusammen und führen die notierten Stichpunkte weiter aus. Während des Themencafés sind zufällige Kleingruppen gebildet und durch einen Fachmoderator in einer offenen Diskussion angeleitet worden. Ziel der Diskussionen war es, die Zusammenhänge der einzelnen KRITIS-Sektoren mit dem Energieträger Gas und mögliche **Kaskadeneffekte im Szenario der LÜKEX 18** zu identifizieren. Die Ergebnisse basieren auf den unterschiedlichen Meinungen und Beiträgen der Diskussionsteilnehmerinnen und -teilnehmer, und spiegeln somit nicht die Ansicht einer einzelnen Behörde / Organisation / des BBK wider.

Gesundheit

- Im Zusammenhang mit der angenommenen Kälteperiode können sich **Krankheiten**, beispielsweise **Grippewellen**, ausbreiten.
- Die Ausbreitung von Krankheiten kann zu **personellen Engpässen**, sowohl innerhalb des Gesundheitssektors, als auch in anderen Sektoren und Unternehmen führen.
 - Dies kann die **Aufrechterhaltung** bestimmter **staatlicher Funktionen**, privater und öffentlicher **Dienstleistungen** oder die **Güterproduktion** beeinträchtigen.
- Wenn das Personal in Krankenhäusern, Kliniken, Pflegeheimen, Pflegediensten oder Arztpraxen fernbeleibt (aus persönlichen Gründen, z. B. Krankheit) können **Patienten nicht adäquat betreut / behandelt** werden.
- **In gasbeheizten Krankenhäusern** kann die Wärmeversorgung möglicherweise nicht aufrechterhalten werden. Es müssen **alternative Heizmöglichkeiten** genutzt werden. Dies könnten zum Beispiel
 - Flüssiggas,
 - Strom oder
 - treibstoffbetriebene Heizlüfter sein.
- Kann in Krankenhäusern, Kliniken etc. eine Wärmeversorgung nicht oder nur teilweise aufrechterhalten werden, dann werden **Evakuierungsmaßnahmen** notwendig. In diesem Zusammenhang stellen sich die Fragen:
 - Sollen im Vorfeld **Krankenhausentlassungen** erfolgen?

- Wohin werden die Patienten (insbesondere **Intensivpatienten**) **evakuiert**?
- Ist eine Gruppierung von Patienten in **Gemeinschaftsunterkünften** sinnvoll?
- Ist der **Evakuierungsprozess durch das Wetter beeinträchtigt**?
- Im Falle von Krankheitswellen, Personalmangel oder Evakuierungen werden sogenannte **Krankenhausalarm- und Einsatzpläne (KAEP)** aktiviert.
- Der **Krankentransport und die Rettungsdienste** können durch die Wetterlage im Szenario (Verkehr) beeinträchtigt werden.
- Aufgrund eingeschränkter Bettenkapazitäten (z. B. wegen Evakuierungen) muss eine **Priorisierung von Patienten** (auch im Rettungsdienst) erfolgen.
- An die Bevölkerung müssen durch Presse- und Öffentlichkeitsarbeit mit der Öffentlichkeitsarbeit der Behörden **Warn- und Verhaltenshinweise kommuniziert** werden:
 - z. B. die Wohnung nicht mit einem Grill zu beheizen (Kohlenmonoxid-Vergiftungen).
 - z. B. Hilfebedürftige Personen im Umfeld (Nachbarn, Verwandte etc.) zu unterstützen.
 - Z. B. Hilfe zur Selbsthilfe.
- **Patienten, die Zuhause gepflegt werden**, müssen betreut und ggf. evakuiert werden. Bei ausbleibender Betreuung können sich diese ängstigen und/oder gesundheitlichen Schaden davontragen.

Energie

- Im Energiesektor wirkt sich eine Gasmangellage insbesondere auf den **Wärme- und Strommarkt** aus.
- In Haushalten oder Heizkraftwerken können teilweise zur Wärmeerzeugung **alternative Energieträger** eingesetzt werden.
 - Die **Bevölkerung sollte** aufgrund der Gefahren **gewarnt werden** z. B. nicht mit offenem Feuer (Grill) die Wohnung zu heizen.
- Um Gas einzusparen, müssen **Verbraucher (z. B. Industrie) abgeschaltet werden**. Hier gilt es zum einen, bei den Abzuschaltenden **Bewusstsein für die Abschaltnotwendigkeit** zu schaffen und zum anderen, eine sinnvolle **Abschaltreihenfolge zu finden bzw. durchzusetzen**.
- Da weniger Gas zur Stromerzeugung zur Verfügung steht, kann es zu **Einschränkungen in der Stromproduktion kommen**.
- Durch die Nutzung alternativer Heizmöglichkeiten, z. B. durch Elektroheizungen oder Heizlüfter, steigt der Strombedarf. Es drohen **Stromausfälle mit entsprechenden Auswirkungen bzw.**

Folgeschäden.

- Im Bereich der Stromerzeugung durch Gaskraftwerke kann, wo möglich, eine **Umstellung auf alternative Brennstoffe** notwendig werden. Hierzu muss der Nachschub zu diesen Brennstoffen gewährleistet sein.
- Die verantwortlichen **Behörden und Politiker müssen Entscheidungen treffen**, um der Situation frühzeitig entgegen wirken zu können.
- In der Industrie können nicht bevorratete **Prozessgase** fehlen. Dies hat Auswirkungen auf
 - die Aufrechterhaltung von **Wertschöpfungs- / Produktionsketten**
 - den Einsatz gasbetriebener **Busse im ÖPNV**
 - den **Ernährungssektor**
 - und die **Wasseraufbereitung**.

Ernährung

- Im Ernährungssektor ist hauptsächlich der sekundäre Bereich, also die **Verarbeitung von Lebensmitteln, betroffen**. Ebenso können Probleme in der **Verpackungsindustrie** (Gas wird z.B. intensiv in der Papierindustrie eingesetzt) und in der Kühlung auftreten.
- Durch eine **regionale Gasmangellage** entsteht auch nur **eine regionale Betroffenheit in der Lebensmittelindustrie**.
 - Es stellt sich daher die Frage, inwieweit durch Logistik bzw. eine **Umverteilung von knappen Lebensmitteln** Produktionsausfälle in der Industrie kompensiert werden können.
 - Wie kann die **(Um)Verteilung von Lebensmitteln logistisch** durchgeführt werden? Wie werden ausreichende Transportkapazitäten ermöglicht? **Koordiniert der Staat oder die Wirtschaft** welche Lebensmittel wohin geliefert werden?
- Behörden (und die Bevölkerung) müssen **frühzeitig über drohende Produktionsausfälle in der Lebensmittelindustrie informiert** werden, um Gegenmaßnahmen zu ergreifen.
- Eine Gasmangellage hat unter Umständen **Auswirkungen auf gasbeheizte Stallungen** (z.B. in gasbeheizten Geflügelmastbetriebe).
- **Großküchen**, die mit Gas kochen, können nicht mehr betrieben werden bzw. werden abgeschaltet.
- Durch einen Produktionsausfall entstehen den produzierenden Unternehmen **wirtschaftliche Schäden**.

- Wer haftet für diese Schäden?
- Welchen **Stellenwert nimmt die Lebensmittelindustrie in der Abschaltreihenfolge** ein?
Wie geschützt ist ein Bäcker, der sein Umfeld mit Brot versorgt?
- Müssen im Falle langanhaltender Ausfälle in der Lebensmittelproduktion **strategische Lebensmittelreserven** (Getreide und andere Rohprodukte) in Anspruch genommen werden?

Wasser / Abwasser

- Die **Warmwasserversorgung** ist eher vom Strom als vom Gas abhängig.
- Eine **direkte Abhängigkeit der Wasserversorgung zur Gasversorgung wird derzeit nicht gesehen**.
 - Fraglich ist, ob die Wasserversorgung im Normalbetrieb betrieben werden kann. Selbst wenn die Leitungen nicht eingefroren sind, wird die Abnahme von Wasser durch Evakuierungsmaßnahmen verringert. Wie viele Abwässer entstehen?
- Mit einem möglichen **Einfrieren der Wasserleitung in Haushalten** drohen Wasserschäden durch **geplatzte Leitungen**; Zunehmender Inspektions- und Wartungsbedarf wird notwendig:
 - Bei den Frischwasserleitungen in Häusern tritt das Problem zuerst auf.
 - Bei Industrie / Handel / Dienstleistungen treten ähnliche Probleme ebenso auf.
 - Auch Fernwärmeanschlüsse der Häuser können betroffen sein, sofern diese nicht geheizt werden.
 - Ziel sollte es sein, möglichst die Größenordnung der eingefrorenen Leitungen zu begrenzen.
 - Hinweis an die Bevölkerung geben, dass diese ihre Heizungen leerlaufen lassen oder Frostschutzmittel ergänzen sollen, um ein Einfrieren zu verhindern. Ob dieser Hinweis befolgt wird, kann bezweifelt werden.
- Eine **Information** zum Anlegen von **Trinkwasservorräten** und dem **Leeren der Wasserleitung** sollte erfolgen. Wer ist hierfür zuständig?
- Problematisch könnte die **Löschwasserversorgung der Feuerwehr** werden. Aufgrund einer steigenden Brandgefahr wird dies zunehmend relevant.
 - Wasser ist für die Feuerwehr wichtiger, als die Stromversorgung. **Eingefrorene Hydranten und Stillstand im Wassernetz** verursachen hier Probleme mit der Löschwasserverfügbarkeit.
 - Die Tanks der wasserführenden Fahrzeuge können bei sehr niedrigen Temperaturen einfrieren.

- Probleme in der Wasserversorgung wirken sich **nur mittelbar auf alle anderen KRITIS-Sektoren aus**.
- Falls das Kanalnetz beschädigt wird, entstehen beim **Tauen der Schneemassen** enorme Schäden.
- Chemiekonzerne und **Kraftwerke (auch AKW)**, welche Wasser zur Kühlung benötigen, müssen mit **vorgewärmtem Kühlwasser** kühlen. Welche Auswirkungen zu kaltes Kühlwasser hat, ist vom Einzelfall abhängig.
- Die **Abwasserreinigung hängt eher von der Stromversorgung ab**.
 - Abwasserentsorgung steht vor Problemen beim Ausfall der Stromversorgung als Kaskadeneffekt.
- Aufgrund des Szenarios kann es zu **Beeinflussung der Krankenhauszulieferer** kommen: Welche Folgen hätten das Szenario und der Gasmangel auf die Desinfektion oder die Wäschereien?
- Welche **Auswirkungen auf die Tierproduktion** (Trinkwasser) wären möglich? Wie sieht die Entsorgung verendeter Tiere (Kadaver) ohne Wasser aus?

Finanzen und Versicherung

- Die **Wärmeversorgung in Bürogebäuden** ist eingeschränkt.
- Aufgrund der nicht geheizten Büroarbeitsplätze liegen die Abrechnungen brach. **Versicherungsdienstleistungen** können ausfallen. Dies kann zu **Liquiditätsengpässe bei der Kranken-, Renten- oder Unfallversicherungen** kommen.
- Zu klären sind die Versicherungsbedingungen und insbesondere die Frage, wie lange sind Versicherungen arbeitsfähig?
- Welche **Auswirkungen haben lange Kälteperioden auf Häuser oder Gebäude?** Entstehen Gebäudeschäden durch gefrorene Wasserleitungen oder Brände durch unsachgemäße Heizung. Gibt es versicherte Schäden?
- Funktionieren **Geldautomaten bei – 20 Grad?**
- **Wer bezahlt die Schäden, die durch Gasabschaltungen in der Industrie entstehen?**
Zum Beispiel, dass ein Hühnerzüchter alle Tiere verliert, abgeschaltete Glashütten etc.
- Die Gashändler können ihre Bilanzierung nicht ausgleichen.
- Die **Bildung der Marktpreise bei Gasknappheit wird beeinflusst**:
 - Preisanstieg bei Gasknappheit.
 - **Vertragsstrafen** können Insolvenzen der Gashändler verursachen.

- Funktionieren die Börsen bei „unendlich“ hohen Preisen?
- Weniger Gas steht zur Verfügung, Regulierung durch die BNetzA.
- **Behördliche Maßnahmen** und Handlungsspielräume sollten überprüft werden.
- Die Einbeziehung von **Rückversicherern** sollte angedacht werden.

Staat und Verwaltung

- Die **Interdependenzen** für das Personal der öffentlichen Verwaltung können über die fehlende **Wärmeversorgung in den Gebäuden, die Betroffenheit der Familie und den Ausfall des ÖPNV erzeugt werden.**
- Ist eine **personelle Reduktion innerhalb der Verwaltung kurzfristig möglich und sinnvoll?** Wird die Verwaltung in diesem Szenario nicht besonders benötigt?
- Wie werden die **Entscheidungen** der Verwaltung im Zusammenhang mit der Gasmangellage (insb. Ausrufen der Stufen) **kommuniziert** und von wem? Sind diese vertraulich und auf welcher Ebene (Länder, Ressorts) erfolgt dies? Wer ist für die Entscheidung verantwortlich („Schuldige <-> Empfehlende“)? Für die LÜKEX 18 wird die Beantwortung dieser Frage erwartet.
- **Wer setzt die angeordneten Maßnahmen** (insb. Lastflussreduzierung) durch? (Die Bundespolizei?)
- Wann ist der **Übergang** der Verantwortung zum **Bundeslastverteiler**? Wie wird dieser abgegrenzt (Verantwortlichkeiten BMWi – Länder)? Was empfehlen die Länder / FNB der BNetzA in diesem Fall bzgl. Abschaltmöglichkeiten?
- Wo besteht **Potenzial zur Lastflussreduzierung**? Welche Ersatzmöglichkeiten zum Gas sind vorhanden?
- Wie kann die „**Fachlage**“ **in die Innenressorts der Länder integriert** werden?
- Welche Autorität haben die Länder auf die Gasmangellage zu reagieren? Welche Autorität hat die BNetzA?
- Die gesetzlichen Regelungen bieten die Basis des Handelns: auf Basis der „**Papierlage**“ ist Deutschland gut aufgestellt.
- Wo werden im Rahmen der LÜKEX die Fragen zu der **Ebenenverantwortung** geklärt? Hierzu gehören das Erarbeiten der **Interdependenzen**, Info- / **Kommunikationswege** (Info-Management), die **Meldekaskade** sowie die Nutzung des zivilen Alarmplans. **Dabei sind die Zuständigkeiten immer wieder die zentrale Frage!**

Informationstechnik / Telekommunikation

- Aufgrund **fehlender Heizwärme** in den Büros bleiben **Mitarbeiter vom Arbeitsplatz** fern, was zu Engpässen in der Betreuung von IT-Systemen führen kann.
- Selbst bei warmen Arbeitsplätzen oder Möglichkeiten zum dezentralen / mobilen Arbeiten, wird Personal auch durch **persönliche Umstände**, wie Fürsorge gegenüber für Familienmitglieder oder eigene Krankheit, gebunden.
- Die Informationstechnik innerhalb der Gasbranche wird in der Folge einer Gasmangellage durch ein stark **erhöhtes Aufkommen bei der Abwicklung von Handelsprozessen** beansprucht.
- Weitere Fragen traten in Bezug auf **Evakuierungen** von z. B. Ortschaften oder Stadtteilen auf. Da in einem evakuierten Bereich auch **Rechenzentren** liegen können, kann ein fortlaufender Betrieb nur sichergestellt werden, wenn entweder ein **Fernzugang** möglich ist oder in **Absprache mit den Behörden eine Ausnahmegenehmigung** vereinbart werden kann.
- Des Weiteren wurde ein möglicher Ausfall der **Telekommunikationstechnik** diskutiert. Während ein erhöhter **Kommunikationsbedarf** sowohl innerhalb der Bevölkerung als auch im Rahmen des Krisenmanagements besteht, spricht die Tatsache, dass die Gasmangellage **kein plötzliches Ereignis** ist, gegen einen Ausfall der Telekommunikationstechnik.

Verkehr

- Der Verkehr ist hauptsächlich durch das im Szenario angenommene **Wetter** (z. B. **Schneefall**) beeinflusst.
- Bezogen auf den straßengebundenen Verkehr ist der **Straßenzustand**, z. B. durch **Schneefall oder vereiste Oberflächen beeinflusst**, ausschlaggebend.
- Aufgrund der Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ist die **Binnenschifffahrt von Eisgang auf den Wasserstraßen** bedroht.
- Ähnlich wie in den anderen Sektoren ist, sowohl im Gütertransport, als auch im öffentlichen Personennah- und -fernverkehr, von **Personalmangel aus persönlichen Gründen** (Krankheit, Betroffenheit der Familie), auszugehen. Auch die **Überlastung von verfügbarem Personal** ist denkbar.
- Ebenfalls angesprochen wurde, dass der Verkehrssektor eher durch Stromausfälle, als durch einen Gasmangel direkt betroffen wäre. Als Beispiele wurden u.a. der **Betrieb von Tankstellen** als auch der strombetriebene Bahnverkehr genannt. Stromausfälle können aus einem Gasman- gel resultieren.
- Des Weiteren werden verstärkt **Unterstützungsleistungen für Evakuierungen oder Transportleistungen von Material** eingefordert. Dies kann sowohl auf staatlicher als auch auf Seiten der Hilfsorganisationen notwendig werden.

- Der Gasmangel kann zu **Einschränkungen in Erdölraffinieren** führen, was Engpässe in der **Verfügbarkeit von Treibstoffen** hervorrufen kann.
- Grundsätzlich tritt eine direkte **Betroffenheit des Sektors Verkehr** durch eine Gasmangellage **mit zeitlicher Verzögerung** auf.
- Aufgrund der Diversifizierung von Antriebstechnologien für PKW und Busse, wurde auch der **Ausfall von gasbetriebenen Fahrzeugen** angesprochen. Neben Privatfahrzeugen kann dies insbesondere Busse im ÖPNV betreffen.
- Aufgrund der **Verkehrsbeeinträchtigungen** wird auch das Heranführen von zusätzlichem Personal und notwendigen Ressourcen zur eigentlichen Problemlösung logistisch erschwert.
- Aufgrund möglicher Reiseabbrüche in- und ausländischer Touristen ist mit einem **erhöhten Verkehrsaufkommen** zu rechnen.
- Aufgrund der bereits dargestellten grundsätzlichen Beeinträchtigungen des Verkehrssektors ist auch bei **Evakuierungen, z. B. von Justizvollzugsanstalten oder Krankenhäusern**, mit Einschränkungen zu rechnen.
- In Anbetracht der zu **erwartenden Auswirkungen** auf den Verkehrssektor wurde die **Anwendung des Verkehrsleistungsgesetzes** mehrmals angesprochen.





9

Anlagen

Links, Quellen und Literatur

Bundesministeriums des Innern, Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie 2009) des BMI <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/2009/kritis.html?nn=3314962>

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Bruttostromerzeugung in Deutschland, Infografiken des BMWi https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/Infografiken/bruttostromerzeugung-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=17

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Internetplattform zum Schutz Kritischer Infrastrukturen von BBK und BSI https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Home/home_node.html

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Statistiken des BDEW <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/162218/umfrage/beheizungsstruktur-des-wohnbestandes-in-deutschland-seit-1975/>

BP, BP Energy Outlook – 2017 Edition <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>

ENTSOG Transparenzplattform <https://transparency.entsog.eu/>

FNB Gas, Umsetzungsbericht 2017 <https://www.fnb-gas.de/de/netzentwicklungsplan/usb-2017/usb-2017.html>

GIIGNL, „The LNG industry“ - GIIGNL ANNUAL REPORT 2017 http://www.giignl.org/sites/default/files/PUBLIC_AREA/Publications/giignl_2017_report_0.pdf

IEA, Gas 2017 - Analysis and Forecasts to 2022 <https://www.iea.org/Textbase/npsum/gas2017MRS-sum.pdf>

LÜKEX 2018 www.luekex.de

LNG Initiative Nordwest c/o MARIKO GmbH, Oldenburgische Industrie- und Handelskammer, Maritimer Strategierat Weser-Ems, Wilhelmshavener Hafengewerkschafts-Vereinigung e.V.,

Potenzialanalyse: LNG-Infrastruktur an der deutschen Nordseeküste unter Betrachtung besonders geeigneter Standorte, 2017 <https://www.ihk-oldenburg.de/blob/olihk24/geschaeftsfelder/unsere-region/Infrastruktur/downloads/3876688/b2730ac8bdcbfabd38805fc-c714639ae/LNG-Studie-data.pdf>

Maritime LNG-Plattform – die Nationale LMG Initiative, www.lng-info.de

FNB Gas, Netzentwicklungsplan Gas <https://www.fnb-gas.de/de/netzentwicklungsplan/netzentwicklungsplan.html>

IEA, Global Gas Security Review 2017 <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global-GasSecurityReview2017.pdf>

Royal Dutch Shell plc., LNG Outlook, 2017 https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook/_jcr_content/par/textimage_1374226056.stream/1490189885482/516845c6c67687f21ff-02bec2d330b97c91840f9ffa9e4348e7b875683215aaf/shell-lng-outlook2017-slides-master-march2017.pdf

UP KRITIS Informationen https://www.kritis.bund.de/SharedDocs/Downloads/Kritis/DE/UP_KRITIS_Flyer.pdf?__blob=publicationFile

VKU, BDEW, Praxis-Leitfaden für unterstützende Maßnahmen von Stromnetzbetreibern - Kommunikations- und Anwendungs-Leitfaden zur Umsetzung der Systemverantwortung gemäß §§ 13 Abs. 2, 14 Abs. 1 und 14 Abs. 1c EnWG, 2012 https://www.bdew.de/media/documents/Awh_20141031_BDEW-VKU-Leitfaden-Massnahmen-Stromnetzbetreiber-3-0.pdf

Programm

1. Thementag: Gasversorgung in Deutschland Versorgung und Diversifikation der Gasquellen am 9. und 10. November 2017 in Passau

Donnerstag, den 09.11.2017

Begrüßung und Einführung

- Ulrich Cronenberg, Projektgruppenleiter LÜKEX 18, BBK

Basiswissen Gaswirtschaft

- Gert Müller-Syring, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Versorgungssicherheit im europäischen Kontext – Novellierung der SoS-Verordnung

- Jörg Kirsch, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Diskussion, Herausforderungen für die Versorgungssicherheit vor dem Hintergrund der Ener-giewende

- Alfred Klees, DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches)
- Michael Rogge, Amprion GmbH

Versorgung und Diversifikation der Gasbezugsquellen Transportrouten in Europa

- Wolfgang Heinrichs, Open Grid Europe GmbH

Speichermanagement

- Dr. Ulrich Duda, Uniper Energy Storage GmbH

LNG als Beitrag zur Diversifizierung der Erdgasversorgung in Deutschland

- Dr. Arnd Heilmann, Gasunie Deutschland

Freitag, den 10.11.2017

Begrüßung

- Ulrich Cronenberg, Projektgruppenleiter LÜKEX 18, BBK

KRITIS

Beziehungen und Verflechtungen der kritischen Infrastrukturen

- Christine Eismann, BBK, Referat II.4, Risikomanagement KRITIS, Schutzkonzepte KRITIS

Cybersicherheit - Bedeutung für die Gasbranche

- Benjamin Lambrecht, BSI
- Thomas Wienand, Thyssengas GmbH

Themen-Inseln (Workshop)

- Interdependenzen und Kaskadeneffekte auf die KRITIS-Sektoren bei einer Gasmangellage

Zusammenfassung, Ausblick und Verabschiedung

- Ulrich Cronenberg, Projektgruppenleiter LÜKEX 18, BBK

Impressum

Tagungsband LÜKEX 18

1. Thementag: Gasversorgung in Deutschland Versorgung und Diversifikation der Gasquellen

© Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
Provinzialstraße 93, 53127 Bonn

Telefon: +49 (0) 228 99550-0
Telefax: +49 (0) 228 99550-1620
E-Mail: poststelle@bbk.bund.de
URL: www.bbk.bund.de

Für Informationen zu LÜKEX wenden Sie sich bitte an:

BBK-Projektgruppe LÜKEX Bund
Referat I.4
Ressort- und länderübergreifende Krisenmanagementübungen, LÜKEX
Provinzialstrasse 93
53127 Bonn

Telefon: +49 (0) 228 99550-5610 / 11
Fax: +49 (0) 228 99550-5630
E-Mail: luekex.info@bbk.bund.de
www.luekex.de

Der vorliegende Band stellt die Meinung der Autoren dar und spiegelt nicht grundsätzlich die Meinung des Herausgebers.

Urheberrechte:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist nur in den Grenzen des geltenden Urheberrechtsgesetzes erlaubt.

Zitate sind bei vollständigem Quellenverweis jedoch ausdrücklich erwünscht.

Druck: BBK

Bildnachweis:

Soweit nicht anders vermerkt liegen die Rechte der Bilder und Graphiken bei den jeweiligen Autorinnen und Autoren der Beiträge.

Titel: jarmoluk/pixabay
Seite 4: jarmoluk/pixabay
Seite 6: jarmoluk/pixabay
Seite 12: jarmoluk/pixabay
Seite 20: IgorSPb/Finland/Getty Images
Seite 35: Dong Wenjie/Moment/Getty Images
Seite 43: Andrew Brookes/Cultura/Getty Images
Photographer is my life./Moment/Getty Images
Seite 44: Elenathewise/iStock /Getty Images Plus/Getty Images
Seite 60: Philippe TURPIN/Photononstop/Getty Images

