

Zusammenfassung

Klimaschutz und Gasinfrastruktur

Potenziale und Maßnahmen einer klima- und umweltgerechten Energieversorgungssicherheit im Kontext der Abhängigkeit der EU von Gasimporten

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Forschungsnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) übereinstimmen.

FKZ UM 15411890 / Projektnummer 28095

Prognos AG

Jens Hobohm (Projektleiter)
Hanno Falkenberg
Eva-Maria Klotz
Sylvie Koziel
Stefan Mellahn
Prognos AG

Ecologic Institute

Andreas Graf
D. Nils Meyer-Ohlendorf

Im Auftrag des

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit (BMU),
Bonn/Berlin

Abschlussdatum

Oktober 2018

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie – unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft - durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 150 Experten ist das Unternehmen an acht Standorten vertreten: Basel, Berlin, Düsseldorf, Bremen, München, Stuttgart, Freiburg und Brüssel. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer

DE 122787052

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Gründungsjahr

1959

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 5170 46-510
Fax: +49 421 5170 46-528

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 23
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Schwanenmarkt 21
40213 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Analyse der Netzplanungsprozesse auf europäischer und nationaler Ebene	2
3	Auswirkungen klimafreundlicher Optionen auf die Gasnachfrage: Vergleich von nationalen Netzentwicklungsplänen mit ambitionierten Szenarien	5
4	Quantifizierung der Auswirkungen klimafreundlicher Optionen auf Importabhängigkeit, Angebotsdiversität und Kosten	6
5	Risikobewertung für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Erdgas	9
6	Allgemeine Schlussfolgerungen und Empfehlungen	16

1 Einleitung

In den nächsten Jahren müssen wichtige Entscheidungen zur Entwicklung der europäischen Gasinfrastruktur getroffen werden. Es ist wichtig, dass diese Entscheidungen auf fundierten Daten beruhen und, dass die langfristigen Ziele der EU – die Senkung von Treibhausgasemissionen um 80–90 % bis 2050 – sowie das Ziel, im Einklang mit dem **Pariser Abkommen** – die globale Erwärmung auf unter 2 °C, wenn möglich auf 1,5 °C, zu begrenzen – wiedergespiegelt werden. Während in frühere Planungsansätze für Energieversorgungssicherheit und Netzentwicklung eine steigenden europäischen Gasnachfrage angenommen wurde, ging die tatsächliche europäische Gasnachfrage zwischen den Jahren 2010 und 2014 zurück. Obwohl Erdgas der fossile Brennstoff mit dem niedrigsten Kohlenstofffaktor ist, wird auf Dauer eine konsequente Dekarbonisierung des europäischen Energiesystems zu einem geringeren Gasbedarf führen.

Eine **Kernfrage** dieser Studie ist, ob Nachfragszenarien und andere Annahmen, welche der heutigen Gasinfrastrukturplanung zugrunde liegen, diesen Rückgang in angemessener Weise berücksichtigen. Können künftige Infrastrukturkosten vermieden werden, wenn die europäischen Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in den Plänen konsequent berücksichtigt werden? Und wie wird die europäische Abhängigkeit von importiertem Gas durch eine stärkere Implementierung kohlenstoffarmer Alternativen beeinflusst?

Der **erste Schritt** besteht darin zu analysieren, wie die Gasnetzplanung in Europa heute funktioniert und ob zugrundeliegende Annahmen und Szenarien die nationalen Ziele für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen, erneuerbare Energien oder die Effizienzentwicklung berücksichtigen. Dies erfolgte durch eine Analyse der Planungsansätze auf EU- und regionaler Ebene sowie in sechs Fokusbändern (Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Italien, Spanien, Niederlande).

Im **zweiten Schritt** werden Pfade analysiert, die den zukünftigen Gasbedarf beschreiben. Diese Analyse basiert auf existierenden Szenarien, die Energie- und Klimaziele enthalten und sich von Szenarien der Netzplanung unterscheiden. Ziel dieses Schrittes ist es, die Auswirkungen von kohlenstoffarmen Alternativen auf die Gas- und Kapazitätsnachfrage zu bewerten.

Im **dritten Schritt** werden mögliche Einsparungen quantifiziert, die durch die Reduzierung der Gasimporte erreicht werden könnten, und Einsparungsmöglichkeiten auf der Infrastrukturseite werden analysiert.

Abschließend werden die Risiken im Zusammenhang mit Gas, der Entwicklung erneuerbarer Energiequellen und der Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen verglichen.

Diese Studie berücksichtigt Informationen, welche im Dezember 2016 zur Verfügung standen. Nach diesem Datum wurde nur der Europäische Netzentwicklungsplan Gas 2017 (TYNDP 2017) berücksichtigt. Weder die Maßnahmen aus dem Winterpaket / („Clean Energy package“) der Europäischen Kommission, noch die Entscheidung des Vereinigten Königreichs, die EU zu verlassen („Brexit“) wurden in diesem Bericht berücksichtigt.

Diese Zusammenfassung kann nur die wichtigsten Ergebnisse hervorheben. Wegen des großen Arbeitsumfangs enthält die vollständige Studie („Full Report“) viele weitere Aspekte und wird daher dem Leser empfohlen.

2 Analyse der Netzplanungsprozesse auf europäischer und nationaler Ebene

Die Studie analysiert vorhandene Instrumente, Prozesse und Szenarien für die Planung der Gasinfrastruktur in Europa mit Schwerpunkt auf sechs Ländern. Ziel ist es herauszufinden, ob Szenarien, welche für die Gasnetzplanung in Europa verwendet werden, klimapolitische Ziele und kohlenstoffarme Alternativen angemessen berücksichtigen. Des Weiteren werden Prozesse und Instrumente kritisch bewertet.

Die Gasinfrastrukturplanung auf europäischer Ebene basiert weitgehend auf den Instrumenten Netzentwicklungsplan (TYNDP), Regionale Gas Investitionspläne (GRIP) und Projekte gemeinsamen Interesses (PCI). Deshalb wird im Folgenden eine kritische Bewertung dieser Instrumente präsentiert:

TYNDP (Ten-Year Network Development Plan)

- Der **Zehnjahresnetzentwicklungsplan** (TYNDP) ist ein unverbindliches Dokument, welches als Grundlage für die Planung europäischer Gasmärkte und -netze dienen soll. Insbesondere bewertet der TYNDP die verschiedenen Ebenen der zukünftigen Infrastrukturentwicklung unter unterschiedlichen Nachfrage- und Versorgungsstörungsszenarien.
- Die Entwicklung von unionsweiten TYNDP bietet Stakeholdern viele Möglichkeiten, sich zu beteiligen. Die Anzahl der Stakeholder, die aktiv an dem Prozess teilnehmen, ist gering und beschränkt sich weitgehend auf Fernleitungsnetzbetreiber und zentrale Institutionen. Umweltorganisationen haben im Allgemeinen nicht teilgenommen. Der Europäische Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden ACER empfahl, die Ergebnisse der öffentlichen Beratungen stärker in den endgültigen TYNDP-Bericht einzubeziehen.
- Die Berücksichtigung von Klimapolitik und kohlenstoffarmen Alternativen innerhalb der TYNDP ist eng mit der Entwicklung von Nachfrageszenarien für den TYNDP verknüpft. Um eine angemessene Berücksichtigung von Klimapolitik und kohlenstoffarmen Alternativen zu gewährleisten, sollte der Planungsprozess eine umfangreichere Beteiligung der Stakeholder und eine Übereinstimmung der Nachfrageszenarien mit den langfristigen europäischen Energiestrategie sicherstellen. ACER schlägt vor, im Voraus des TYNDP-Stakeholder-Prozesses öffentliche Workshops mit wichtigen Stakeholdern, darunter Experten aus Industrie und Wissenschaft, abzuhalten.
- Basierend auf dem ACER-Monitoring ist die Übereinstimmung von TYNDP mit nationalen Netzentwicklungsplänen (NDP) in Bezug auf Implementierungszeitpläne und aufgeführte Projekte relativ gering. Daten zu Projekten sind oft unvollständig (z. B. wegen Zuständigkeitsfragen). Die Teilnahme von nationalen Regulierungsbehörden (NRA) am ACER-Überwachungsprozess war gering. Des Weiteren lag der Schwerpunkt des Überwachungsprozesses im Wesentlichen auf der Beurteilung, ob die unvollständigen Daten in den Plänen angeglichen wurden, im Gegensatz zu, ob Projekte in den NDPs mit den europäischen Prioritäten falsch ausgerichtet sind. Als solches wird die strategische Überwachung der Übereinstimmung der NDPs und des TYNDP ausschließlich den nationalen Regulierungsbehörden überlassen. Dies impliziert, dass eine Stärkung des Mandats, der Ressourcen und der ACER zur Verfügung gestellten Werkzeuge (z. B. zusätzliche Modellierungsfunktionen), möglicherweise erstrebenswert ist, um die ordnungsgemäße Koordinierung der Gasinfrastruktur auf EU-Ebene zu gewährleisten, wie von [Bruegel 2016] und [ECA 2015] vorgeschlagen.

GRIPs (Gas Regional Investment Plans)

- **Regionale Investitionspläne für Gas (GRIP)** sind Pläne auf nationaler Ebene, in denen eine Gruppe von Fernleitungsnetzbetreibern aus verschiedenen Ländern den Bedarf an Übertragungsinfrastruktur für eine geografisch und funktional bestimmte Region über einen Zeitraum von zehn Jahren koordiniert.
- Die Beteiligungsmöglichkeiten für Stakeholder variieren je nach GRIP und sind im Allgemeinen weniger strukturiert und transparent als für den TYNDP-Prozess. Mit Ausnahme von post-GRIP Konsultationen gab es nur begrenzte Möglichkeiten für Stakeholder sich zu beteiligen.
- Die gemeinsame Ausarbeitung des TYNDP 2017–2037 und des 3. GRIP wird dazu beitragen, diese beiden Prozesse aufeinander abzustimmen. Da beide Prozesse gemeinsam entwickelt und Daten gemeinsam erhoben werden, wird die Einbindung von Stakeholdern durch TYNDP für die GRIPs an Bedeutung gewinnen. Da auch die Betrachtung von Nachfrageszenarien harmonisiert wird, werden im TYNDP-Prozess auch die Voraussetzungen für Klimapolitik und kohlenstoffarme Alternativen für die GRIPs festgelegt.
- Die Harmonisierung von GRIPs wird die Vergleichbarkeit der GRIPs-Berichte verbessern. Die zunehmende Harmonisierung birgt jedoch die Gefahr, dass sich die GRIPs-Berichte weitgehend nicht von denen in der TYNDP bereitgestellten Analysen unterscheiden werden, wodurch der Mehrwert für die Stakeholder verringert wird. Aufgrund des zeitgleichen Ablaufs der Berichte ist zudem unklar, inwieweit der unionsweite TYNDP die GRIPs berücksichtigen wird, wie in der EU-Verordnung gefordert.

PCIs (Projects of Common Interest)

- **Projekte von gemeinsamem Interesse (PCIs)** sind ein wichtiges Instrument der Umsetzung von Gasinfrastrukturen im Rahmen der Verordnung zu Trans-European Energy Networks (TEN-E). Projekte auf der PCI-Liste werden unter anderem mit Mitteln der Connecting Europe Facility (CEF) unterstützt.
- Keiner der vorrangigen PCI Gaskorridore weist auf Nachhaltigkeit als Kernziel hin. Projekte müssen nicht zur Nachhaltigkeit beitragen, um den PCI-Status zu erhalten. Während Nachhaltigkeit bei der Anwendung der Methodik der Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt wird, muss ein Projekt insgesamt nur ein positives Ergebnis haben, um sich zu qualifizieren.
- Die bisherigen Ergebnisse des PCI-Auswahlverfahrens zeigen, dass Gasprojekte im Rahmen der CEF Energy-Aufrufe bislang stärker als Strom- und Smart-Grid-Projekte unterstützt wurden, obwohl der Stromsektor wohl einen höheren Bedarf an Unterstützung hat, um die mittel- und langfristigen Energie- und Klimaziele der EU zu erreichen.
- Obwohl die Kommission formal eine entscheidende Rolle im PCI-Auswahlverfahren spielt, behalten die Mitgliedstaaten das Recht, PCIs zu nominieren, und beeinträchtigen so womöglich die Fähigkeit der Kommission, Projekte zu gewährleisten, welche direkt mit den EU-Zielen verbunden sind. Die Rolle der Kommission oder der ACER bei der Auswahl und Überwachung von PCI-Projekten könnte gestärkt und die Einbindung von Stakeholder verbessert werden.

Kritische Bewertungen europaweiter Szenarien

- Die vier Szenarien des TYNDP 2017 leiten sich weitgehend von den Szenarien der nationalen Fernleitungsnetzbetreiber ab. Es gibt nur geringe Transparenz über die zugrundeliegenden Annahmen. Gasnachfrageprognosen in früheren TYNDPs haben die heutige Nachfrage bei weitem überschätzt. Die TYNDP 2017-Szenarien sind die ersten mit steigender, stabiler und sinkender Gasnachfrage. Laut dem Verband Europäischer Fernleitungsnetzbetreiber für Gas

ENTSO-G werden mit drei der vier Szenarien die europäischen Energie- und Klimaziele erreicht, jedoch ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen nicht transparent. Angesichts des Trends einer sinkenden Gasnachfrage in den letzten Jahren scheinen die Szenarien die zukünftige Gasnachfrage weiterhin zu überschätzen.

- Der TYNDP identifiziert keine einzelnen Netzentwicklungsprojekte. Zwei Szenarien mit unterschiedlich hohem Infrastrukturbedarf werden aus den Nachfrageszenarien abgeleitet. Der Bedarf an neuen Investitionen bei nachlassender Gasnachfrage und die Gefahr gestrandeter Investitionen werden nicht bewertet.

Schlussfolgerungen für die nationale Ebene

Neben der europäischen Ebene werden in dem hier zusammengefassten Bericht sechs **Fokusländer** analysiert, und es wird ein genauere Blick auf die nationalen Netzentwicklungspläne (NDPs) und die zugrundeliegenden Szenarien der Gasinfrastrukturplanung geworfen.

- NDPs haben sehr unterschiedliche Zeitvorgaben für die Vorbereitung und signifikante Unterschiede in der Häufigkeit bei der Ausarbeitung nationaler Entwicklungspläne. Während in Deutschland, Frankreich, dem Vereinigten Königreich und Italien ein jährlicher Zyklus besteht, erscheint der niederländische NDP alle zwei Jahre, und ein spanischer NDP wurde seit 2008 nicht mehr veröffentlicht. Deutschland wechselt zu einem zweijährigen Zyklus mit einer Zwischenbewertung.
- Die Stakeholder Beteiligung variiert stark. Während die Stakeholder-Beteiligung für die italienische NDP hauptsächlich aus einer öffentlichen Rücksprache zu einem Entwurf des NDP (z. B. IT) bestand, umfasst der Prozess in den Niederlanden und in Deutschland auch Workshops. Sowohl in dem Vereinigten Königreich als auch in Deutschland gibt es während der Erstellung des Szenariorahmens eine Stakeholder Beteiligung. Die Niederlande haben benachbarte FNBs stark eingebunden und erhielten Input aus Frankreich, Deutschland und dem Vereinigten Königreich.
- In Frankreich, Deutschland und dem Vereinigten Königreich spielen die NRA eine klare Rolle im NDP-Prozess, während die genaue Beteiligung der NRA in Italien und den Niederlanden weniger eindeutig ist. Der spanische NDP wurde direkt von der Regierung verwaltet. Diese Unterschiede sind von Bedeutung, da unterschiedliche Grade der Beteiligung am NDP-Prozess die Fähigkeit der nationalen Regulierungsbehörden, den Prozess zu überwachen, beeinflussen können, einschließlich der Überwachung der Übereinstimmung mit dem TYNDP und der Stimmigkeit von Energie- und Klimazielen.
- Einige der NDPs sind nur in den Landessprachen verfügbar. Einige NDP (DE) bieten Kurzfassungen in Englisch an. Der französische, der italienische und der niederländische NDP sind in voller Länge auf Englisch verfügbar.

Kritische Bewertung von Szenarien auf nationaler Ebene

- Alle Netzwerkpläne basieren auf einem oder mehreren Zukunftsszenarien. Das dominierende Zeitfenster ist 10 Jahre. Für die Definition von Maßnahmen ist nur ein Szenario pro Land verbindlich.
- In der Vergangenheit haben Gasnachfrageszenarien, die für die Netzplanung verwendet wurden, die Gasnachfrage in den meisten Fokusländern häufig überschätzt. Angesichts des Gasnachfragetrends in den letzten Jahren haben Großbritannien und Deutschland die zuverlässigsten Szenarien verwendet. Vor kurzem reagierten alle NDP auf eine verringerte Nachfrage mit entsprechend (niedrigeren) Szenarien. Eine höhere Aussagekraft der Gasnachfrageprognosen scheint erforderlich zu sein.

- Keines der für die Infrastrukturplanung und Definition von Maßnahmen verwendeten Szenarien ist vollständig im Einklang mit den jeweiligen Regierungszielen zur Senkung der Treibhausgasemissionen oder zu kohlenstoffarmen Alternativen. Zwei der nationalen Szenarien (NL, IT) sind teilweise im Einklang, die anderen nicht.
- Netzplanung unterliegt europäischem Recht und Regulierung. Die Energiepolitik zielt auf das Funktionieren des Energiemarkts, Versorgungssicherheit, Förderung der Energieeffizienz und der Entwicklung erneuerbarer Energieformen sowie die Förderung der Vernetzung der Energienetze ab.
- Die Regulierungsbehörden müssen die Angemessenheit der Netzpläne mit den Interessengruppen und die Übereinstimmung mit dem TYNDP von ENTSOG, erörtern. Angemessenheit in diesem Zusammenhang bedeutet, dass die Kapazitätsnachfrage auf dem Markt sicher befriedigt werden kann. Die Einhaltung langfristiger klimapolitischer Regierungsziele ist keine vorrangige Verpflichtung für FNBs. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass realistische Nachfrageszenarien dazu beitragen würden, eine Überschätzung des Infrastrukturbedarfs in Netzplänen zu vermeiden.
- Netzentwicklungspläne sowie die ihnen zugrundeliegenden Nachfrageszenarien basieren in Europa nicht auf der Implementierung aller notwendigen kohlenstoffarmen Alternativen zur Erfüllung der klimapolitischen Ziele. Die Versorgungssicherheit und das Funktionieren der Märkte sind nach wie vor die Hauptaspekte der Infrastrukturplanung. Eine Diskussion darüber, wie eine angemessene Berücksichtigung von Klimazielen aussehen könnte, sollte initiiert werden.

3 Auswirkungen klimafreundlicher Optionen auf die Gasnachfrage: Vergleich von nationalen Netzentwicklungsplänen mit ambitionierten Szenarien

In diesem Kapitel wird das Potenzial von **Energieeffizienz** (Energy Efficiency, EE) und **erneuerbaren Energiequellen** (Renewable Energy Sources, RES) untersucht, um die Nachfrage von Erdgas und den Infrastrukturbedarf zu reduzieren und somit Investitionskosten zu vermeiden. Dazu haben wir Szenarien, welche den bestehenden Netzentwicklungsplänen zugrunde liegen, mit Referenz- und Zielszenarien sowie ehrgeizigeren Szenarien zur Treibhausgasminderung verglichen. Dies sind unsere Erkenntnisse:

EE und RES-Potenziale und Gasnachfrage: Sowohl auf europäischer Ebene als auch in den Fokusländern weisen die analysierten Szenarien deutlich darauf hin, dass ein hoher EE und RES-Einsatz zu einem Rückgang der Gasnachfrage führen würde. In allen analysierten Ländern, mit Ausnahme Spaniens, liegen Szenarien vor, in denen der Einsatz von Erdgas auf einen Bruchteil des derzeitigen Niveaus (ca. 10 %) reduziert oder sogar vollständig auslaufen wird, wenn Energie- und Klimaziele bis 2050 erreicht oder übertroffen werden (z. B. Greenpeace Advanced Energy [r]evolution). Mittelfristig – bis 2030 – stagniert die Gasnachfrage in den meisten Referenzszenarien wie auch in einigen Zielszenarien mit hohen RES- und Effizienzgewinnen. In Szenarien mit hohen Effizienzgewinnen (z. B. EE40) könnte die Gasnachfrage jedoch schon vor 2030 deutlich sinken.

Vergleich von NDP und anderen Szenarien: Keines der Szenarien, die den Gasnetzentwicklungsplänen in den Fokusländern und Europa insgesamt zugrunde liegen, geht davon aus, dass die Treibhausgasreduzierungsziele vollständig erreicht werden. Im Vergleich zu diesen Szenarien würden bereits angewendete Richtlinien (Referenzszenarien) zu einer stagnierenden oder schrumpfenden Gasnachfrage führen. Szenarien, in welchen Energie- und Klimaziele durch den Einsatz von EE und RES erreicht werden, haben ein großes Potenzial, die Gasnachfrage zusätzlich zu reduzieren. Dies gilt insbesondere für die Zeit nach 2030. In sehr ambitionierten Szenarien ist im Jahr 2050 beinahe kein (fossiler) Gasverbrauch mehr vorhanden, so dass weite Teile der Infrastruktur für den Transport von konventionellem Gas im Jahr 2050 überflüssig wären. Es wurde jedoch nicht untersucht wie viel von der Infrastruktur benötigt werden könnte, um kohlenstoffarme Gase wie Biogas oder Wasserstoff zu transportieren.

Folgen für die Kapazitätsnachfrage: Ein niedrigerer (jährlicher) Gasbedarf führt insbesondere auf lange Sicht (nach 2030) zu einem reduzierten (stündlichen) Gaskapazitätsbedarf der Kunden. Es wird jedoch erwartet, dass die Rückgangsraten der Kapazitätsnachfrage geringer sind als die der (jährlichen) Gasnachfrage. Der Zusammenhang zwischen jährlicher und stündlicher Nachfrage muss weiter untersucht werden. Die meisten der analysierten Studien erwarten eine Reduzierung der Gasnachfrage in den Wärmemärkten. Für Gas, das bei der Stromerzeugung verwendet wird, kann jedoch eine viel breitere Vielfalt von Ergebnissen festgestellt werden. Es gibt eine hohe Bandbreite an Referenz- und Zielszenarien bezüglich installierter Kapazitäten von Gaskraftwerken – insbesondere im Jahr 2050. Dies macht es schwierig, eindeutige Schlussfolgerungen über den Kapazitätsbedarf zu ziehen.

Infrastrukturnachfrage: Eine geringere Gaskapazitätsnachfrage könnte einige Gasinfrastrukturinvestitionen überflüssig machen, insbesondere Projekte, die der Deckung der Marktnachfrage dienen. Andere Projekte könnten dennoch benötigt werden. Dies hängt vom Hauptantrieb der Projekte ab (z. B. Marktnachfrage, Versorgungssicherheit oder andere). Bevor jedoch in neue Infrastrukturprojekte investiert wird, sollten mögliche Effizienzsteigerungen und Investitionen untersucht und angewendet werden („Efficiency First“). Ein ganzheitlicher Blick auf Versorgungssicherheit von Angebots- und Nachfrageprognosen könnte laut einer aktuellen Studie [Energie Union Choices 2016] zudem den Bedarf an Infrastruktur und Kosten senken.

Daher sollten Infrastrukturmaßnahmen nicht nur unter hohen Gasnachfragebedingungen bewertet werden, sondern auch aus einer „on-track“-Perspektive. Darüber hinaus sollten ambitionierte Szenarien in Betracht gezogen werden, um mögliche Änderungen im Einklang mit dem Pariser Abkommen widerzuspiegeln.

4 Quantifizierung der Auswirkungen klimafreundlicher Optionen auf Importabhängigkeit, Angebotsdiversität und Kosten

Die Gasinfrastruktur spielt eine entscheidende Rolle für das europäische Energiesystem. Die Entwicklung der Energieinfrastruktur ist ein viel diskutiertes Thema hinsichtlich der zukünftigen Transformation des Energiesystems. Es gibt viele verschiedene Aspekte, welche hinsichtlich

zukünftiger Gasinfrastrukturanforderungen berücksichtigt werden sollten, wie die Entwicklung der Kapazitätsnachfrage, Flexibilität oder Diversifizierung der Importquellen. Diese Aspekte wurden in Kapitel 4 des „Full Reports“ analysiert.

Die Entwicklung der **Konzentration der Marktmacht** wurde anhand des Zugangs zu Übertragungskapazitäten und des tatsächlichen Handelsvolumens unter Berücksichtigung der geplanten Infrastruktur bewertet. Geplante Infrastrukturprojekte führen zu einer größeren Diversifizierung der Importrouten, aber sich ändernde Gasproduktionstrends könnten die Marktkonzentration erhöhen und im Laufe der Zeit zu entsprechenden (möglicherweise konzentrierteren) Gasflüssen führen. Das Bild für Europa hinsichtlich Importabhängigkeit und Marktkonzentration ist vielfältig, wobei die Fallbeispielländer dieses Berichts (Deutschland, Frankreich, Niederlande, Italien, Spanien, Vereinigtes Königreich) weitgehend eine hohe Diversifizierung der Importrouten aufweisen, während einige, weitgehend mittel- und osteuropäischen Mitgliedstaaten, über ein hohes Maß an Konzentration verfügen, da sie auf einen einzigen Lieferanten angewiesen sind.

Ein deutlicher Anstieg der inländischen Erzeugung erneuerbarer Energie und die Einführung ambitionierter Energieeffizienzmaßnahmen könnte dazu beitragen, die **Importabhängigkeit** der Europäischen Union zu **reduzieren**, indem ein deutlich niedriger Gasverbrauch geliefert wird und der Anspruch auf Gasimporte gesenkt wird. Diese Gaseinsparungen sind besonders hoch in Szenarien mit ambitionierten Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. das EUCO+40-Szenario der Kommission, welches ein Energieeffizienzziel von 40 % für die EU28 erreicht).

Die Gasnachfrage ist nicht der einzige Aspekt, der den Bau von Infrastrukturprojekten bestimmt. Andere Anforderungen wie die Flexibilisierung oder Diversifizierung der Importwege müssen berücksichtigt werden. In der hier zusammengefassten Studie (Kapitel 4.3) wurde eine neue **Kategorisierung von Projekten** im europäischen TYNDP verwendet, um ihren Mehrwert zu bestimmen und eine größere Differenzierung zwischen den Arten von Projekten zu erreichen, die entwickelt werden.

Die Infrastrukturkosten ausgewählter TYNDP-Projekte wurden ebenfalls anhand verschiedener Informationsquellen bewertet, klassifiziert und geschätzt. Diese Bewertung zeigt, dass ein großer Teil der Projekte darauf abzielt, Gasübertragungssysteme (vor allem in Osteuropa) zu verbinden (27 %), Speicher zu installieren oder einen Rückfluss von Gas zu ermöglichen (10 %) oder die Gasmärkte in nicht-Lieferanten-dominierten Märkten flexibler zu machen (hauptsächlich in Westeuropa) (10 %). Diese Projekte weisen in der Regel mittlere bis niedrige spezifische Kosten auf und werden daher schätzungsweise nur zu einem moderaten Anteil an den gesamten geschätzten Investitionskosten beitragen. Sie müssen jedoch im Einzelfall im Hinblick auf ihr mittel- bis langfristiges Geschäftsmodell geprüft werden. Gleichzeitig wird geschätzt, dass eine erhebliche Anzahl von Projekten mit der bestehenden Infrastruktur redundant ist oder parallel zu dieser Infrastruktur betrieben wird (16 %), was so gleichzeitig die größte Einzelkategorie der gesamten Investitionskosten darstellt. Darüber hinaus besteht die Kategorie „große Infrastrukturprojekte“ nur aus einer Handvoll großer Pipeline-Projekte, die bei ambitionierten Klimaszenarien wie im Pariser Abkommen vereinbart, Gefahr laufen, verlorene Investitionen zu werden. Diese machen aufgrund besonders hoher spezifischer Projektkosten den zweit höchsten Anteil der Gesamtinvestitionskosten aus. Diese Kategorisierung darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es ohne eine detaillierte Modellierung des Gasnetzes nicht möglich ist, den Bedarf für ein bestimmtes Projekt zu validieren.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionsprojekten, insbesondere wenn knappe öffentliche Mittel investiert werden. Die Bewertung zeigt auch, dass die für die Gasinfrastruktur erforderlichen Investitionen wahrscheinlich viel niedriger ausfallen als die geschätzten Gesamtkosten der vorgeschlagenen Projekte. Neben den technischen Anforderungen spielen politische Prioritäten, wirtschaftliche

Unterstützung und Marktinteressen eine wichtige Rolle für die Realisierung von Gasinfrastrukturprojekten. Insgesamt wird es wahrscheinlich häufig einen Kompromiss geben zwischen dem Ziel, ein völlig flexibles europäisches Gasnetz zu erreichen, welches einen Lastverlust in jeder Situation verhindert, und der Notwendigkeit, Investitionen in andere Energieträger (Strom, erneuerbare Energien) und Energieeffizienz zu rationalisieren und diversifizieren, um eine angemessene Rendite für das investierte Geld zu gewährleisten.

Die geschätzten Investitionen, die erforderlich wären, um die EU-Klimaziele für 2030 zu erreichen, wurden zu Vergleichszwecken herangezogen. Die **Gesamtinvestitionen** für den Bau aller in dieser Studie ausgewählten Infrastrukturprojekte belaufen sich auf 69 Mrd. EUR. 43 % der Investitionen beziehen sich auf Projekte der Kategorien "Große Importinfrastrukturprojekte" und "Redundant mit/parallel zu bestehender Infrastruktur".

Potenzielle Einsparungen durch einen **verringerten Gasimportbedarf** variieren je nachdem wie ambitioniert die Zielszenarien sind und mit welcher Grundlinie/Referenz die Szenarien verglichen werden. Nimmt man das Szenario EU Reference 2016 als Referenz und vergleicht damit das EUCO30-Szenario, belaufen sich die kumulierten Einsparungen durch reduzierte Gasimporte im Zeitraum 2020–2030 auf 63 Mrd. EUR. Wenn das Szenario TYNDP 2018 Sustainable Transition als Referenz herangezogen und mit dem EUCO+40-Szenario verglichen wird, belaufen sich die kumulierten Einsparungen durch verringerte Gasimporte im Zeitraum 2020–2030 auf bis zu 223 Mrd. EUR. Dies entspricht 31 % der insgesamt geschätzten kumulierten Investitionen, die zur Erreichung der EU 2030 Klimaziele erforderlich wären.

Zukunftsorientierte Gasnachfrageszenarien bilden die Grundlage für Netzentwicklungspläne, die wiederum Voraussetzung für Infrastrukturinvestitionen sind. Folglich ist es wichtig, dass Erdgasnachfrageszenarien die korrekte Erdgasnachfrage darstellen, um angemessene Investitionen zu veranlassen und Fehl Ausgaben zu verhindern, insbesondere wenn Projekte öffentliche Gelder erhalten. Des Weiteren sollten die verschiedenen Netzentwicklungspläne die Auswirkungen verschiedener Szenarien auf den Gasinfrastrukturbedarf darstellen und Unsicherheiten berücksichtigen. Die Möglichkeit einer langfristig abnehmenden Gasnachfrage (z. B. in Zielszenarien) sollte in Betracht gezogen werden, um auf verschiedene mögliche Entwicklungen vorbereitet zu sein.

5 Risikobewertung für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Erdgas

In diesem Abschnitt werden die Hauptrisiken im Zusammenhang mit Szenarien, die einen stabilen oder steigenden Erdgasverbrauch vorhersehen, mit jenen in Szenarien verglichen, die einen ambitionierten Einsatz von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien vorhersehen. Diese Bewertung liefert Erkenntnisse für ein antizipierendes Risikomanagement hinsichtlich Strategien zur Förderung der Gassicherheit und der Dekarbonisierung durch vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien (RES) und Energieeffizienz (EE). Obwohl eine ausführliche Bewertung aller Risiken hinsichtlich EE, RES und Erdgas über den Umfang dieser Studie hinaus geht, bietet die Bewertung einen umfassenden Überblick der wichtigsten Risikofaktoren, um Kernfragen zu ermitteln, die weiter untersucht werden sollten und setzt einen breiteren Rahmen für Diskussionen über vergleichbare Risiken von EE, RES und Erdgas.

Für die Risikobewertung werden fünf **Risikokategorien** betrachtet:

Politische- und regulatorische Risiken: Unzureichende politische Ambition oder regulatorische Hindernisse, welche die Erreichung der EU Klima- und Energieziele verhindern.

Technologische Risiken: "Störungen", die auftreten können, wenn eine Energiequelle oder eine zugehörige Infrastruktur erschöpft ist oder die Produktion gestoppt wird, insbesondere Faktoren, die mit den physikalischen Eigenschaften der Technologie selbst zusammenhängen.

Geopolitische Risiken: "Störungen", entstehend durch die Konkurrenz um knappe und wertvolle Ressourcen, und das Risiko, dass der Besitzer einer strategischen Ressource dies als Instrument nutzt um politische oder wirtschaftliche Vorteile zu erlangen.

Ökonomische- und soziale Risiken: Wirtschaftliche und soziale "Störungen", verursacht durch die Gesamtkosten des Energiesystems, unberechenbare Schwankungen der Energiepreise oder Verteilungswirkungen im Zusammenhang mit dem Energiesystem.

Umwelt- und Gesundheitsrisiken: Schäden an Umwelt und Gesundheit, die durch Energieerzeugung verursacht werden, sowohl während des Betriebs, als auch infolge von Schadstoffemissionen.

Politische- und regulatorische Risiken

Energieeffizienzinvestitionen müssen in den kommenden Jahrzehnten erheblich erhöht werden, um die langfristigen Dekarbonisierungsziele der EU zu erreichen, insbesondere im Bausektor. Mehrere Barrieren behindern jedoch die Bemühungen, diese Investitionen zu erhöhen. Um die Energieeffizienzziele der EU zu erreichen, bedarf es gezielter politischer Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in Energieeffizienz, die weit über die heute auf EU-Ebene bestehenden weitgehend freiwilligen Ansätze hinausgehen, insbesondere wenn die politischen Ambitionen mittel- bis langfristig verstärkt werden. Die erwartete Stärkung der EE Politik wird bei der Gestaltung der künftigen Einsätze dieser Investitionen von entscheidender Bedeutung sein. Ein unzureichend starkes Ergebnis in der bevorstehenden Revision der Energy Efficiency Directive (EED) stellt kurz- bis mittelfristig ein politisches und regulatorisches Risiko dar.

Die Erhöhung des Einsatzes von RES in Übereinstimmung mit den ambitionierten 2050-Zielen der EU erfordert einen starken politischen Rahmen für Investitionen, der wohl zumindest auf kurze Sicht fortgesetzte technologische Unterstützung beinhalten muss, bis neue Geschäftsmodelle und verbesserte Marktregeln die Finanzierbarkeit dieser Investitionen ohne politische Maßnahmen verbessern können. Der Druck, die bestehenden Unterstützungsmaßnahmen zu schwächen, und unzureichend starke Durchführungsmaßnahmen zur Erreichung des verbindlichen 27 %-Ziels der EU stellen daher mittel- bis langfristig ein politisches und regulatorisches Risiko für den Einsatz erneuerbarer Energien dar.

Erdgas kann kurz- bis mittelfristig dazu beitragen, den Übergang zu einem kohlenstoffarmen Energiesystem zu unterstützen, insbesondere durch den Ersatz von Kohle und die Bereitstellung von Reserveleistung zur Unterstützung eines erheblichen Anstiegs der fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen. Es bleibt jedoch ein fossiler Brennstoff, der begrenzt werden muss, um das Ziel der EU die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80–95 % zu reduzieren – und das Ziel des Pariser Abkommens – die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C, zu begrenzen – zu erreichen. Als solches kann es nur ein begrenztes Instrument zur Dekarbonisierung sein. Die politischen Entscheidungsträger sollten Maßnahmen ergreifen, um zu verhindern, dass die Nutzung von Gas durch teure Überkapazitäten fixiert und erneuerbarer Energiequellen ausgegrenzt werden (der sogenannte Lock-in Effekt).

Technologische Risiken

Energieeffizienz hat ein sehr niedriges technisches Risikoprofil und dient als wirkungsvolle Risikominderungsalternative. Während keine technischen Risiken identifiziert werden konnten, bietet die Energieeffizienz zahlreiche technische Vorteile, insbesondere durch Erhöhung der Sicherheitsspanne in Spitzenlastzeiten.

Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Technologien und der Kosten für Infrastrukturinvestitionen, welche zur Integration hoher Anteile erneuerbarer Energien erforderlich sind (z. B. Netzausbau, Batteriespeicherung, Nachfrageflexibilisierung usw.), stellen kurz- bis mittelfristig ein geringes Risiko für die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen dar. Hohe Anteile erneuerbarer Energien (80+ %) erhöhen diese Risiken jedoch langfristig. Unsicherheiten in Bezug auf Technologien, die eine hohe Anteile erneuerbarer Energien unterstützen, müssen berücksichtigt werden, wenn ihre potenzielle Rolle im zukünftigen Energiesystem bedacht wird. Wirkungsvolle Energieeffizienzmaßnahmen können Risiken minimieren, indem sie die Nachfrage nach Infrastrukturinvestitionen reduzieren.

Erdgas weist für den größten Teil Europas ein relativ niedriges technisches Risikoprofil auf. Externe technische Risiken können mit zunehmenden Importmengen steigen, aber bereits getroffene Maßnahmen haben dazu beigetragen, die Auswirkungen technischer Störungen zu verringern. Die gegenwärtigen technischen Risiken werden durch erhebliche Überkapazitäten weitgehend minimiert. Interne Infrastrukturengpässe verhindern jedoch, dass der Gasvertrieb europaweit effektiv funktioniert. Daher sind möglicherweise zusätzliche gezielte Investitionen erforderlich, um die Versorgungssicherheit in Regionen zu gewährleisten, die am stärksten von technischen Versorgungsstörungen Russlands betroffen sind, insbesondere Südosteuropa.

Geopolitische Risiken

Die Energieeffizienz verfügt über die einzigartige Fähigkeit, die geopolitischen Risiken sowohl für erneuerbare Energien als auch für Gas zu reduzieren, ohne selbst erkennbare Risiken aufzuweisen.

Einige der Länder, die am anfälligsten für die Unterbrechung der Gasversorgung aus Russland sind, haben hohe Potenziale für Energieeffizienzmaßnahmen.

Die geographisch variierende Verfügbarkeit von Land und Potenzial für die Entwicklung erneuerbarer Energien lenken den Blick auf neue mittel- bis langfristige Handelsabhängigkeiten in einem von erneuerbaren Energiequellen dominierten System. Große, zentrale Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien dürften aufgrund der Vorteile von Skaleneffekten und eines sich ändernden regulatorischen Umfelds langfristig ebenfalls eine zunehmende Rolle im Energiesystem spielen. Daher sollten die auswärtigen Dimensionen der Absicherung einer kohlenstoffarmen Energieversorgung, insbesondere Energiepartnerschaften mit neuen Lieferanten von Strom und Rohstoffen, und die Entwicklung neuer internationaler Governance-Strukturen frühzeitig und proaktiv angegangen werden. Verwundbarkeiten im Zusammenhang mit Importen von Biomasse und Rohstoffen können durch Diversifizierung des Angebots, die Entwicklung von Ersatzstoffen und Maßnahmen der Ressourceneffizienz, einschließlich Recycling und Energieeffizienz, gemindert werden. Mögliche Schwachstellen hinsichtlich der zunehmenden Zentralisierung der Entwicklung erneuerbarer Energien sollten aufmerksam überwacht werden.

Wegen des Rückgangs der inländischen Gasproduktion und fehlender Neufunde besteht für die EU die Gefahr, dass ihre Abhängigkeit von Gasimporten unter Business-as-usual-Annahmen mittel- bis langfristig zunimmt, während potenziell die Ressourcenrenten für autokratische Regime in den Öl- und Gasförderländern steigen. Darüber hinaus setzen die üblichen Erdgastransport- und Lieferverträge der EU die Gasimportländer häufig erheblichen Risiken durch unzuverlässige Ursprungs- und Transitländern aus, insbesondere wenn ein Anbieter dominiert und die Diversifizierung gering ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass Szenarien, die mittel- bis langfristig einen starken Anstieg der Gasimporte vorsehen, das höchste geopolitische Risiko aufweisen (z. B. das TYNDP-Szenario 2017 „Blue Transition“). Im Gegensatz dazu kann die frühzeitige Umsetzung ambitionierter nachfrageseitiger Maßnahmen (z. B. des EE40-Szenarios) in Kombination mit einem zukunftsorientierten Engagement mit den Energiepartnern der EU das Risiko der Importabhängigkeit verringern, während frühzeitig Maßnahmen gegen den Klimawandel ergriffen werden. Auch sollten die Mitgliedstaaten oder die nationalen Regulierungsbehörden langfristige Verträge überwachen, um sicherzustellen, dass sie insgesamt den mittel- und langfristigen Klima- und Energiezielen der EU und der Mitgliedstaaten entsprechen.

Ökonomische- und soziale Risiken

Mehrere Bewertungen der Europäischen Kommission kommen zu dem Schluss, dass Politik für ambitionierte Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Vergleich zu „Business-as-usual“-Ansätzen voraussichtlich nicht zu signifikant höheren Gesamtkosten für das Energiesystem führen wird. Gleichzeitig können sich diese Politiken positiv auf das Bruttoinlandsprodukt und die Importkosten auswirken. Es können jedoch gezielte sozial- und arbeitsmarktpolitische Umverteilungsmaßnahmen erforderlich werden, um die Akzeptanz der Öffentlichkeit für kohlenstoffarme Technologien und Infrastrukturen zu gewährleisten. Insbesondere ist hier an finanzielle Unterstützung für verletzte Verbraucher und berufliche Weiterbildungsmaßnahmen für Arbeitnehmer in benachteiligten Sektoren zu denken.

Bei Investitionen in neue Erzeugungskapazitäten zählen erneuerbare Energiequellen und vor allem Energieeffizienz zu den risikoärmsten Investitionen, wenn ein breites Spektrum an Risikofaktoren berücksichtigt wird. Die Diversifizierungsvorteile erneuerbarer Energien können jedoch langfristig sinken.

Ein mittel- bis langfristiger Anstieg der Netto-Gasimporte erhöht das Risiko, dass sowohl die Energieimportkosten der EU, die Gaspreise, als auch potentiell die Preisschwankungen der Gaslieferungen steigen. Ein starker Anstieg der Importkosten und extreme Schwankungen der Gaspreise könnten zu Leistungsbilanzdefiziten und einer reduzierten wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit führen. Finanzielle Instrumente können dazu beitragen, die Auswirkungen von Preisschwankungen zu mindern. Nachfrageseitige Maßnahmen stellen jedoch eine effektivere Methode dar, um das Importkostenrisiko zu mindern und die Auswirkungen abrupter Preiserhöhungen oder Versorgungsstörungen auf einzelne Anleger und die Wirtschaft zu reduzieren.

Der Zugang zu verflüssigtem Erdgas (LNG) kann dazu beitragen, das Risiko der Importabhängigkeit zu verringern, insbesondere für Mitgliedstaaten, die heute noch von einem einzelnen Gasversorger abhängig sind. Investitionen in LNG und andere neue Importinfrastrukturen konkurrieren jedoch auch mit kohlenstoffarmen Alternativen um knappe öffentliche Ressourcen und stehen im Risiko Fehlinvestitionen zu werden. LNG bleibt daher eine riskante und kostenintensive Option zur Reduzierung geopolitischer Risiken, insbesondere im Vergleich mit Energieeffizienz.

Umwelt- und Gesundheitsrisiken

Energiegewinnung, -umwandlung, -transport und -nutzung sind ohne Umweltwirkungen nicht möglich. Energieeffizienzmaßnahmen können jedoch eine entscheidende Rolle bei der Reduzierung der Umweltwirkungen aller Energieerzeugungstechnologien spielen, einschließlich Technologien für erneuerbare Energien und Erdgas. Insbesondere können Energieeinsparungen die Umweltbelastung des Energieverbrauchs im Verlauf des gesamten Lebenszyklus reduzieren und dazu beitragen, die Systemanforderungen zu senken und erhebliche Umwelt- und Gesundheitsvorteile zu erzeugen.

Ein Vergleich von Energieerzeugungstechnologien anhand einer Reihe von Indikatoren zeigt, dass durch den Ersatz fossiler Brennstoffe (einschließlich Erdgas) durch erneuerbare Energien die Emissionen von Treibhausgasen und anderen Schadstoffen erheblich gesenkt werden und so Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen wie Eutrophierung, Versauerung, Feinstaub, Smog und andere Formen der Toxizität, reduziert werden. Wie andere Energieerzeugungstechnologien erzeugen jedoch erneuerbare Energiequellen und die dazugehörige Infrastruktur (z. B. Übertragungsnetz, Speicher) technologie- und standortspezifische Umweltbelastungen. Auch diese erzeugen Umweltrisiken und benötigen Abwägungen, z.B. zur Rohstoffnutzung, zu Wasserverbrauch, Biodiversität und Landnutzung. Die politischen Entscheidungsträger müssen diese Risiken gegeneinander abwägen, wenn sie die Gestaltung der Politik für einen zukünftigen kohlenstoffarmen Energiemix planen. Insbesondere der Einsatz von Bioenergie für Stromerzeugung, Transportenergie und Beheizung muss sorgfältig gegen den Einsatz alternativer Technologien, wie Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen, abgewogen werden. Während Energieeinsparungen und andere Risikominimierungsstrategien dazu beitragen können, die Umweltbelastung kurz- bis mittelfristig zu mindern, sind die Umweltrisiken der Bioenergie, entsprechend den Zielszenarien der Europäischen Kommission, mittel- bis langfristig erheblich höher und erfordern daher eine sorgfältige Überwachung dieser Politik.

Zwar gilt Erdgas im Allgemeinen bei der Verbrennung als weniger kohlenstoffintensiv als andere fossile Brennstoffe, aber dennoch ist es in jeder Stufe der Lieferkette mit erheblichen Umweltrisiken verbunden. Zu den speziellen Herausforderungen im europäischen Kontext gehören Umweltrisiken, die mit einer potenziellen Steigerung der inländischen Produktion unkonventioneller Gasreserven (z. B. Wasserverschmutzung und -verlust, Luftverschmutzung, Seismizität, Landnutzungsänderungen, Gesundheitsfolgen) und mit Leckagen von Methan – einem weitaus stärkeren Treibhausgas als CO₂ – verbunden sind. Daher ist ein vorbeugender Ansatz für das

Umweltrisikomanagement besonders wichtig bei der Anwendung von Gasproduktionsverfahren mit unklaren Umweltauswirkungen (z. B. Hydraulic Fracturing) und für Lieferketten, die hohe Energieverluste und Methanemissionen verursachen (z. B. LNG-Transport, lange Fernleitungen). Da die EU einen Großteil ihres Erdgases importiert, erfolgt der Großteil der, mit der Produktion und Übertragung verbundenen, Treibhausgasemissionen außerhalb Europas. Um das Problem der Methanleckagen anzugehen, muss daher auch mit Gasproduzenten und Transitländern außerhalb der EU zusammengearbeitet werden. Es sollten darüber hinaus die wissenschaftlichen Unklarheiten bezüglich Methanleckageraten diverser Herkunftsländer reduziert sowie das Schadenspotenzial von Methan adressiert werden. Technologien zur Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid könnten eine wichtige Rolle bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen der Erdgasverbrennung spielen, würden aber wahrscheinlich den Gasverbrauch erhöhen und daher potentiell die Abhängigkeit von Gasimporten steigern und die Umweltbelastungen in Teilen der Lieferkette (z. B. Methanleckage bei der Förderung) erhöhen.

Der Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energiequellen (einschließlich Elektrifizierung und Ersetzung durch erneuerbare Gase im Rahmen von Umweltauflagen), die Reduzierung des Verbrauchs fossiler und erneuerbarer Gase durch Energieeffizienzmaßnahmen und die Reduzierung Methanleckagen durch die Anwendung von Best Practices der Branche bieten die deutlichsten Chancen, die mit Erdgas, sowie mit dem Energiesystem insgesamt, verbundenen Umweltrisiken zu reduzieren.

Schlussfolgerungen zu Risiken

Zusammenfassend kann man beim Vergleich der Risiken unterschiedlicher Kategorien folgende wichtige Beobachtungen machen.

Energieeffizienz (EE)

Energieeffizienz ist im Vergleich mit Abstand die risikoärmste Ressource. Während Verteilungseffekte, die mit Kosten und Auswirkungen von Investitionen in Energieeffizienz zusammenhängen, mittel- bis langfristig ein moderates Risiko darstellen, wurden für EE nur wenige Risikokategorien mit niedrigem oder mittlerem Risiko identifiziert. Darüber hinaus konnten keine signifikanten Risiken der technischen und geopolitischen Risikokategorien identifiziert werden. Insgesamt können die mit ambitionierten EE-Szenarien verbundenen Risiken als sehr überschaubar angesehen werden, wenn bestehende Risikominimierungsmaßnahmen angewendet werden.

EE-Investitionen und ambitionierte EE-Szenarien insgesamt ergeben einen vielfältigen Zusatznutzen. Energieeffizienz kann eine wichtige Rolle bei der Minimierung von Risiken des verstärkten Einsatzes erneuerbarer Energien und von Erdgas im gesamten Risikospektrum spielen. EE-Maßnahmen, die sowohl Energieeinsparungen als auch Nachfragereaktionen einschließen, sollten bei der Risikominimierung dieser Energieressourcen durch die Anwendung des „Efficiency First“-Prinzips bei der Energiesystemplanung und bei der Investitionsentscheidung stark priorisiert werden.

Erneuerbare Energien (RES)

Es wurden acht Risikokategorien für ambitionierte RES-Szenarien identifiziert, von denen die meisten auf niedrigem bis mittlerem- oder mittlerem Risikoniveau und eins auf mittlerem bis hohem Risikoniveau bewertet wurden. Diese Risiken müssen jedoch mit den Risiken eines späten Handelns hinsichtlich des Klimawandels und des „Strandens“ (d. h. unbrauchbar Werdens) von Kohlenstoffanlagen in einem dekarbonisierten Energiesystem abgewogen werden. Ein Vergleich der Risiken über ein breites Spektrum von Risikofaktoren hinweg zeigt zudem ein niedrigeres

kumulatives Risikoniveau für ambitionierte RES als für Business-as-usual-Szenarien oder Szenarien mit hohen Erdgasanteilen, insbesondere für die Kategorien politische- und regulatorische Risiken, geopolitische Risiken und Umweltrisiken.

Die zeitliche Dimension spielt eine wichtige Rolle bei der Bewertung von Risiken, die mit ambitionierten RES Szenarien verbunden sind, da Ausmaß und Art der Risiken stark vom betrachteten Zeitraum abhängen. Z. B. stellen einige Risiken Barrieren für das Erreichen hoher RES- und EE-Anteile dar (z. B. mangelnde geeignete politische Rahmenbedingungen) und erfordern kurz- bis mittelfristig eine Risikominimierung. Andere stellen ein Risiko dar, welches auftaucht, wenn ein höheres Maß an RES-Penetration erreicht wurde (z. B. Netzintegration) und treten größtenteils mittel- bis langfristig auf. Andere wiederum werden das Risiko kurzfristig verringern, langfristig aber erhöhen (z. B. Diversifizierung). Insgesamt sind Szenarien mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien langfristig mit einem höheren kumulativen Risiko verbunden als kurz- bis mittelfristig.

Das Risikoprofil ambitionierter RES-Szenarien hängt stark vom Gesamtenergiemix und dem Mix der RES-Technologien im Energiesystem ab. Ein System mit erheblichen Anteilen von Kraftwerken mit Kohlendioxid-Abscheidung und Speicherung (CCS) und hohen Kernenergieanteilen ist anderen Risiken und Herausforderungen ausgesetzt als eins, das weitgehend auf RES und EE beruht. Jede erneuerbare Energiequelle birgt Risiken, die mit ihrer spezifischen Technologie verbunden sind (z. B. Umweltauswirkungen). Zum Beispiel zeigt die Risikobewertung, dass Szenarien mit einem hohen Anteil an Bioenergie wesentlich höhere Risiken aufweisen.

Während einige RES-Risiken mit traditionellen Risikomanagementstrategien adressiert werden können (z. B. Diversifizierung und Entwicklung von Ersatz für die Reduzierung der Importabhängigkeit), erfordern andere innovative Lösungen mit ungewissem Ergebnis (z. B. Marktdesign). In diesem Zusammenhang stellen Energieeffizienzmaßnahmen (Energieeinsparungen und Nachfragereaktionen) und Ressourceneffizienzmaßnahmen Strategien mit geringem Risiko dar, die priorisiert werden sollten, um eine Risikominimierung bei niedrigsten Kosten zu gewährleisten.

Erdgas

Es wurden zwölf Risikokategorien für Szenarien mit hohem Erdgasanteil über alle Risikoebenen und Zeiträume hinweg identifiziert, wobei die Konzentration auf dem moderaten Risiko besonders hoch war. Es kann somit gesagt werden, dass Szenarien mit hohem Erdgasanteilen ein höheres kumulatives Risiko als RES-Szenarien und ein deutlich höheres kumulatives Risiko im Vergleich zu ambitionierten EE-Szenarien, aufweisen.

Nachfrageseitige Maßnahmen ebenso wie ein hoher Einsatz von EE und RES können einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Erdgasrisiken über das gesamte Spektrum der Risikokategorien leisten und sollten in der Infrastrukturplanung der EU und auf nationaler Ebene sowie in der Risikominimierung einen hohen Stellenwert einnehmen. Das EE40-Szenario der Europäischen Kommission, welches mittelfristig einen starken Rückgang der Netto-Gasimporte vorsieht, könnte insbesondere dazu beitragen, die mit Gas verbundenen Risiken zu minimieren und zeitgleich frühzeitig Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen.

Zahlreiche Studien belegen, dass die Risikominimierungsvorteile von EE und RES zum Teil von der erfolgreichen Durchführung von Maßnahmen auf der Angebotsseite abhängen. Während Tóth (2015) beispielsweise die Umsetzung einer erheblichen Anzahl von Gas-PCI-Projekten voraussetzt, gehen die Energy Union Choices (2016) von unterschiedlich hohen Investitionen in die Gas- und Strominfrastruktur aus. Daher stellen diese kohlenstoffarmen Alternativen keine eigene Risikominimierungsstrategie für Erdgas dar. Um das gesamte Spektrum der mit Erdgas verbundenen

Risiken zu mindern, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, einschließlich neuer Investitionen in die Gasinfrastruktur. Die Priorisierung nachfrageseitiger Maßnahmen, die Berücksichtigung langfristiger Klimaziele in der Systemplanung und die Ausrichtung auf angebotsseitige Investitionen können jedoch sicherstellen, dass die Kosten der Risikominderung insbesondere mittel- bis langfristig minimiert werden.

6 Allgemeine Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Oktober 2014 hat der Europäische Rat Ziele für die Verringerung der inländischen Treibhausgasemissionen der EU um mindestens 40 % gegenüber 1990 beschlossen, nämlich den Anteil erneuerbarer Energien auf mindestens 27 % des Endenergieverbrauchs und die Energieeffizienz der EU um mindestens 20 % bis 2030 im Vergleich zu einem Ausgangsszenario zu erhöhen. Als Konsequenz dieser Ziele wird der Verbrauch fossiler Brennstoffe in Europa erheblich zurückgehen. Besonders interessant ist die Rolle von Erdgas: Obgleich es unter den fossilen Energieträgern den niedrigsten CO₂-Faktor aufweist und gegenüber den anderen fossilen Energieträgern daher vorzuziehen ist, wird eine konsequente Dekarbonisierung der europäischen Energieversorgung auf lange Sicht zu einem rückläufigen Erdgasbedarf führen.

Die Versorgung der europäischen Wirtschaft mit Erdgas und die Gewährleistung der Energiesicherheit erfordern weitreichende und verflochtene Infrastrukturen bestehend aus Pipelines, Kompressorstationen, LNG-Terminals und vielen weiteren Komponenten. Investitionen in die Infrastruktur sind kostspielig und langlebig. Einige Infrastrukturinvestitionen erhalten öffentliche Mittel zur Erhöhung der Energiesicherheit. Auf nationaler, regionaler und europäischer Ebene blicken die Netzentwicklungspläne zehn Jahre voraus, um die zukünftige Gasnachfrage, den Bedarf an Infrastrukturinvestitionen und die Identifizierung öffentlicher Finanzierungsmöglichkeiten abzuschätzen.

Die Analyse der Gasinfrastrukturplanung auf europäischer Ebene und für sechs Fokussländer (Frankreich, Deutschland, Italien, die Niederlande, Spanien und das Vereinigte Königreich) zeigt – wie in **Kapitel 2** dieser Studie beschrieben – dass keins der Szenarien, die für die Infrastrukturplanung verwendet wurden, vollständig mit den vereinbarten Regierungszielen für die Verringerung der Treibhausgasemissionen oder kohlenstoffarme Alternativen im Einklang steht. Anstatt Infrastrukturanforderungen auf Zielszenarien zu stützen, die einen Weg zum Erreichen der Klimaziele darstellen, basieren Gasentwicklungspläne auf Referenzszenarien, die nicht im Einklang mit den Klima- und Energiezielen sind. Versorgungssicherheit und Funktionsfähigkeit der Märkte sind nach wie vor die wichtigsten Aspekte für die Infrastrukturplanung.

Die meisten der für die Netzplanung verwendeten Gasnachfrageszenarien haben die Gasnachfrage in den vier der sechs Fokussländer überschätzt. Mit Blick auf die Gasnachfrage Trends der letzten Jahre scheint es, dass Großbritannien und Deutschland die zuverlässigsten Szenarien verwendet haben. Neuerdings reagierten alle nationalen Netzentwicklungspläne auf eine reduzierte Bedarfserwartung mit entsprechenden (niedrigeren) Szenarien. Eine höhere Validität der Gasnachfrageprognosen scheint nach wie vor erforderlich.

In **Abschnitt 3** dieser Studie werden **Szenarien** analysiert, die einen hohen Einsatz von Energieeffizienz und erneuerbaren Energiequellen zugrunde legen. Während einige dieser Szenarien mittelfristig von einer stagnierenden Gasnachfrage ausgehen, gehen alle davon aus, dass langfristig nur eine schrumpfende Erdgasnachfrage zum Erreichen der Energie- und Klimaziele führen wird. In allen Ländern außer Spanien liegen Szenarien vor, in denen der Einsatz von Erdgas auf einen Bruchteil seines derzeitigen Niveaus (ca. 10 %) reduziert oder sogar ganz auslaufen wird, wenn die Energie- und Klimaziele erreicht oder übertroffen werden. Auf europäischer Ebene ist die geschätzte Gasnachfrage in acht Zielszenarien im Jahr 2030 niedriger als die in dem TYNDP 2017 „Blue Transition“ geschätzte Gasnachfrage, wobei die geschätzten Einsparungen zwischen 1 %

und 43 % im Vergleich zum TYNDP-Niveau liegen. Es wird jedoch erwartet, dass die Abnahmeraten der Kapazitätsnachfrage geringer sind als die der (jährlichen) Gasnachfrage. Dies hängt von den Lastprofilen der Verbraucher (z. B. Stromerzeugung, Heizung usw.) ab. Der Zusammenhang zwischen Jahresbedarf und stündlichem Bedarf (Spitzenlast) muss weiter untersucht werden.

Die Bewertung der **Importabhängigkeit, -diversifizierung und der Kosten** zeigt – gemäß **Kapitel 4** dieser Studie –, dass die geplanten Infrastrukturprojekte zu einer stärkeren Diversifizierung der Importrouten führen. Sich ändernde Gasproduktionstrends können jedoch die Marktkonzentration erhöhen und somit im Laufe der Zeit möglicherweise zu stärker konzentrierten Gasströmen führen. Die Importdiversifizierung der in dieser Studie analysierten Länder ist hoch, die der mittel- und osteuropäischen Mitgliedstaaten, welche häufig auf einen einzigen Lieferanten angewiesen sind, jedoch niedrig. Einige dieser Länder haben ein hohes Potenzial für Energieeffizienzmaßnahmen. Durch eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz, insbesondere im Bausektor, und durch erneuerbare Energiequellen, kann die Importabhängigkeit durch das Reduzieren von Gasimporten verringert werden.

Die Ableitung des Spitzenlastbedarfs aus dem jährlichen Gasbedarf und die Ermittlung der Infrastrukturkosten ist ein komplexes Unterfangen. Es bedarf einer detaillierten Modellierung der Gasnetze um Entscheidungen über Infrastrukturinvestitionen zu treffen. Um eine Größenordnung der möglichen finanziellen Einsparungen zu benennen, die mit niedrigerem Gasbedarf verbunden wären, wurde eine Abschätzung zu Infrastrukturkosten und dem Wert der importierten Gasmengen gemacht. Die Summe der **Infrastrukturausgaben** für Projekte mit fortgeschrittenem PCI-Status und finaler Bauentscheidung beläuft sich auf 69 Mrd. €, wovon nur ein untergeordneter Anteil aus öffentlichen Mitteln stammt. 30 Mrd. € dieser Summe (entsprechend 43 %) hängen mit den Ausgabenkategorien „Große Importinfrastrukturprojekte“ und „Redundante /parallele Auslegung bereits vorhandener Leitungen“ zusammen, die eventuell überflüssig werden könnten, wenn Zielszenarien in der Netzplanung zugrunde gelegt würden. Noch bedeutender sind die Einsparungen, die aus **vermiedenen Gasimporten** herrühren. Diese würden sich in Summe über die Jahre 2020 bis 2030 auf 63 Mrd. € bis 223 Mrd. € belaufen. Im Vergleich dazu betragen die kumulierten Investitionen, die notwendig sind, um die Energie und Klimaziele der EU bis 2030 zu erreichen, 722 Mrd. €. Somit kann festgehalten werden, dass signifikante Einsparungen bei der Infrastruktur möglich sind, wenn auf Zielszenarien in der Planung abgestellt wird. Noch höher liegen die Einsparungen, die aufgrund der geringeren Importe entstehen, wenn sich der Gasbedarf wie in den Zielszenarien angenommen entwickelt.

Kapitel 5 der hier zusammengefassten Studie vergleicht anhand von verschiedenen Kategorien **Risiken** von erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Erdgasnutzung miteinander. Risiken der Energieeffizienz betreffen das regulatorische Umfeld, die aus mangelndem Anspruchsniveau der Politik herrühren, sowie wirtschaftliche und soziale Risiken der Verteilung und Gesundheits- und Umweltrisiken, die aus der Verwendung neuer Materialien herrühren. Risiken erneuerbarer Energien betreffen das regulatorische Umfeld (mangelndes Anspruchsniveau der Politik) die Technik (technisches Potenzial und Netzintegrationsfragen), Geopolitik (Importabhängigkeit beim Strom), wirtschaftliche und gesellschaftliche Risiken (Verteilungsfragen) und Umweltrisiken (wegen des Landverbrauchs). Erdgasnutzung ist mit den größten Risiken in allen hier betrachteten Risikokategorien verbunden. Darunter sind regulatorische Risiken („Lock-in“), Technik (Versorgungsunterbrechungen), Geopolitik (Importabhängigkeit und langfristige Verträge), Wirtschaft (Importkosten, gestrandete Investitionen) und Umweltrisiken (insbesondere bei der Förderung). Die Mitgliedstaaten und nationalen Regulierungsbehörden sollten die Langfristverträge über Gaslieferungen überwachen, um sicherzustellen, dass diese mit den mittel- bis langfristigen Klima- und Energiezielen der EU und ihrer Mitgliedstaaten im Einklang stehen.

Der Ersatz fossiler Energieträger (inklusive Erdgas) durch erneuerbare Energien bietet die Möglichkeit einer substanziellen Reduktion der Treibhausgasemissionen und anderer Schadstoffe. Damit werden Umwelt- und Gesundheitswirkungen wie die Eutrophierung, Versauerung, Feinstaubbelastung, Smog und andere Umweltgifte reduziert. Auch erneuerbare Energien verursachen aber Belastungen, die technologie- und standortspezifisch sind. Diese umfassen Umwelt Risiken und Zielkonflikte (Nutzungskonkurrenzen), z.B. Materialverbrauch, Wasserbedarf, Schäden an der Biodiversität und ein zunehmender Landverbrauch. Diese Wirkungen sind ebenfalls zu adressieren. Energieeffizienz kann eine entscheidende Rolle dabei spielen, die Umweltwirkungen aller Energieerzeugungsarten – also auch erneuerbare Energien und Erdgas - zu reduzieren. Insbesondere vergrößern Energieeinsparungen die Sicherheitsmargen zu Spitzenlastzeiten und reduzieren die Umweltwirkungen der Energienutzung über ihre gesamte Lebensdauer. Damit werden die Systemanforderungen reduziert und es entsteht ein Nutzen für Umwelt und Gesundheit. Um die Effizienzziele der EU zu erreichen bedarf es einer zielgerichteten Politik, um die Wirtschaftlichkeit für Effizienzinvestitionen zu verbessern. Diese muss weit über freiwillige Ansätze hinausgehen, die es auf EU-Ebene bereits gibt.

Verteilungswirkungen können eine gezielte sozial- und Arbeitsmarktpolitik erforderlich machen, um sicherzustellen, dass die Öffentlichkeit klimafreundliche Technologien und Infrastrukturen akzeptiert. Insbesondere bedarf es wahrscheinlich finanzieller Zuwendungen für verletzte Kunden und Weiterbildungsmaßnahmen für Arbeitskräfte aus betroffenen Sektoren.

Als **allgemeine Schlussfolgerung** müssen Gasnetzentwicklungsprozesse Zielszenarien berücksichtigen, wenn Klima- und Energieziele ernst genommen werden sollen. Aktuelle Szenarien, die in Netzplänen verwendet werden, spiegeln die mit erneuerbaren Energien und Energieeffizienzmaßnahmen verbundenen Einsparungen der Gasnachfrage nicht angemessen wider. Erdgas kann dazu beitragen, den Übergang zu einem kohlenstoffarmen Energiesystem kurz- bis mittelfristig zu unterstützen, indem es Kohle ersetzt und Reserveleistung zur Verfügung stellt, um einen erheblichen Anstieg variabler erneuerbarer Energiequellen zu unterstützen. Es bleibt jedoch ein fossiler Brennstoff, dessen Verwendung reduziert werden muss, um das Ziel der EU, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, zu erreichen. Mit einer geringeren Gasnachfrage assoziierte finanzielle Ersparnisse resultieren aus vermiedenen Infrastrukturinvestitionen und Einsparungen beim Gasimport. Es wird dringend empfohlen, das Risiko von gestrandeten Investitionen zu bewerten, insbesondere wenn Infrastrukturprojekte öffentliche Gelder erhalten.

Um dies zu erreichen, werden folgende **Empfehlungen** an politische Entscheidungsträger und Stakeholder gegeben:

- Netzentwicklungspläne sollten die **Auswirkungen verschiedener Szenarien** auf den Gasinfrastrukturbedarf darstellen und die Möglichkeit einen sinkenden Erdgasbedarf besser in Betracht ziehen, um auf verschiedene mögliche Entwicklungen vorbereitet zu sein. Nationale Netzentwicklungspläne und die ihnen zugrundeliegenden Bedarfsszenarien basieren in ihrem derzeitigen Zustand nicht auf der Umsetzung aller notwendigen kohlenstoffarmen Optionen, um klimapolitische Ziele zu erreichen. Versorgungssicherheit und Funktionieren der Märkte sind nach wie vor die Haupttreiber der Infrastrukturplanung.
- Keiner der prioritären PCI-Gaskorridore zielt auf Nachhaltigkeit als Kernziel ab. Projekte müssen nicht zur Nachhaltigkeit beitragen, um den PCI-Status zu erhalten. Um das angemessene Niveau der öffentlichen Ausgaben zu finden, sollte die Stakeholder-Beteiligung bei der Auswahl und Überwachung von PCI-Projekten verstärkt werden, insbesondere in Bezug auf redundante oder große wichtige Infrastrukturprojekte, um gestrandete Investitionen zu vermeiden.

- Eine Stärkung des Mandats, der Ressourcen und der Instrumente, die **ACER** zur Verfügung gestellt werden, kann wünschenswert sein, um die ordnungsgemäße Koordinierung der Gasinfrastruktur auf EU-Ebene sicherzustellen. Um eine angemessene Berücksichtigung klimafreundlicher Optionen zu gewährleisten, sollte der Planungsprozess eine frühere und breitere Beteiligung der Stakeholder sowie eine Konsistenz der Bedarfsszenarien mit einer langfristigen europäischen Energiestrategie gewährleisten.
- Mit Szenarien verbundene **Unsicherheiten und Risiken** müssen bei der Netzentwicklungsplanung berücksichtigt werden. Obwohl ein hoher Erdgasverbrauch als Referenzfall bezeichnet wird, ist er mit großen Umwelt-, gesellschaftlichen und geopolitischen Risiken assoziiert. Politische Entscheidungsträger sollten dafür Sorge tragen, dass die Nutzung von Erdgas nicht zu „Lock-ins“ führt (was heißt, dass die Nutzung aus wirtschaftlicher Sicht alternativlos wird), wenn Überkapazitäten in der Gasversorgung aufgebaut werden. Unsicherheiten im Hinblick auf die Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien sind ebenfalls zu betrachten, wenn es um das zukünftige Energiesystem geht. Eine Politik, die Energieeffizienz stark fördert, mindert Risiken, da sie den Bedarf nach neuer Infrastruktur reduziert.

Impressum

Klimaschutz und Gasinfrastruktur

Potenziale und Maßnahmen einer klima- und umweltgerechten Energieversorgungssicherheit im Kontext der Abhängigkeit der EU von Gasimporten

Erstellt im Auftrag von

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Stresemannstraße 128–130, 10117 Berlin

Bearbeitet von

Prognos AG

Goethestraße 85

10623 Berlin

Telefon: +49 30 52 00 59-210

E-Mail: info@prognos.com

www.prognos.com

twitter.com/Prognos_AG

Ecologic Institute gGmbH

Pfalzburger Str. 43/44

D-10717 Berlin

Telefon: +49 (30) 86880-0

E-Mail: berlin@ecologic.eu

www.ecologic.eu

Autoren

Prognos AG

Hanno Falkenberg

Jens Hobohm

Eva-Maria Klotz

Sylvie Koziel

Stefan Mellahn

Kontakt

Jens Hobohm (Projektleiter)

Telefon: +49 30 52 00 59-242

E-Mail: jens.hobohm@prognos.com

Ecologic Institute

Andreas Graf

Dr. Nils Meyer-Ohlendorf

Satz und Layout: Prognos AG

Stand: Dezember 2017

Copyright: 2018, Prognos AG / Ecologic Institute

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos/Ecologic (2018): Low Carbon Options and Gas Infrastructure.

