

Endbericht

Gasverbrauch von Produktionsbereichen

Analyse von Wertschöpfungsketten



Endbericht

Gasverbrauch von Produktionsbereichen

Analyse von Wertschöpfungsketten

Projektnummer 101022

Von

Jakob Ambros

Jens Hobohm (Projektleiter)

Sebastian Lübbers

Dr. Fabian Muralter

Dr. Andreas Sachs (Stv. Projektleiter)

Im Auftrag der

Bundesnetzagentur

Datum

16.03.2023

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 180 Expertinnen und Experten ist das Unternehmen an neun Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München und Stuttgart. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Rechtsform

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

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Gründungsjahr

1959

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer

DE 122787052

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

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Tel: +32 280 89-947

Prognos AG

Hermannstraße 13
(c/o WeWork)
20095 Hamburg | Deutschland
Tel.: +49 40 554 37 00-28

Weitere Standorte

Prognos AG

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

Prognos AG

Werdener Straße 4
40227 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

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 845 16-410
Fax: +49 421 845 16-428

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 17
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Prognos AG

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

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

Tabellen und Abbildungen	VI
Abkürzungen und Glossar	VII
Zusammenfassung	XI
1 Aufgabenstellung und Methodik	1
2 Gasverbrauch in Deutschland	3
2.1 Allgemeines Vorgehen	3
2.2 Gasverbrauch nach Verbrauchssektoren	3
2.3 Gasverbrauch nach Produktionsbereichen	4
3 Wertschöpfung und Wertschöpfungsketten in Deutschland	6
3.1 Allgemeines Vorgehen	6
3.2 Wertschöpfungsketten von Produktionsbereichen	9
3.3 Gasintensität der Produktion	11
4 Besonders schützenswerte Produktionsbereiche in Deutschland	13
4.1 1. Schritt: Zuweisung des Schutzstatus	14
4.2 2. Schritt: Ermittlung des Bedeutungsgrads anhand der nachgelagerten Wertschöpfungsketten	15
4.3 Vergleich unterschiedlicher Konzepte zur Bestimmung des Bedeutungsgrades	18
5 Substitutionsmöglichkeiten	18
5.1 Energetische Substitution	18
5.2 Importsubstitutionen von Gütern	19
6 Ergebnissynthese und Kriterienbewertung	22
7 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen – Anwendung der Ergebnisse in einer Gasmangellage	26

Anhang: Produktionsbereiche und Schutzstatus, Bedeutungsgrad und Gasverbrauch (vollständig)	X
Impressum	XV

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1:	Schutzstatus von Produktionsbereichen mit hohem Gasverbrauch	15
Abbildung 1:	Untersuchungsablauf	2
Abbildung 2:	Gasverbrauch nach Verbrauchssektoren	4
Abbildung 3:	Gasverbrauch nach Produktionsbereichen	5
Abbildung 4:	Schematische Darstellung einer Wertschöpfungskette	8
Abbildung 5:	Bruttowertschöpfungsanteile für in Deutschland verkaufte Molkereiprodukte	10
Abbildung 6:	Bruttowertschöpfungsbeiträge der deutschen Landwirtschaft für nachgelagerte Produktion	11
Abbildung 7:	Gasintensität nach Produktionsbereichen	12
Abbildung 8:	Bedeutungsgrad anhand nachgelagerter Wertschöpfungsketten	17
Abbildung 9:	Anteil komplexer Güter nach Produktionsbereichen	21
Abbildung 10:	Schematischer Bewertungsablauf	22
Abbildung 11:	Schutzstatus, Bedeutungsgrad, Gasverbrauch und Komplexitätsgrad	24
Abbildung 12:	Schutzstatus, Bedeutungsgrad und Gasverbrauch	25

Abkürzungen und Glossar

Abkürzung / Begriff	Erläuterung
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
Bedeutungsgrad	Anteil des Gasverbrauchs eines Produktionsbereichs, der Teil von Wertschöpfungsketten besonders schützenswerter Produktionsbereiche in Deutschland ist
besonders schützenswerte Produktionsbereiche	Produktionsbereiche, die für die Gesellschaft besonders schützenswerte Produkte erzeugen (siehe Kap. 4)
BNetzA	Bundesnetzagentur
BWS	Bruttowertschöpfung
CPA	statistische Abgrenzung von Produktbereichen („Classification of Products by Activity“)
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
DL	Dienstleistungen (wird nur in Namen von Produktbereichen verwendet)
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
geschützte Letztverbraucher / Gaskunden	private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industriebetriebe mit einem Verbrauch unter 1,5 GWh pro Jahr ohne RLM-Messung Grundlegende soziale Dienste Begriff gemäß EnWG
Exiobase	Name der Datenbank, die der Wertschöpfungskettenrechnung zu Grunde liegt

GasSV	Verordnung zur Sicherung der Gasversorgung in einer Versorgungskrise (Gassicherungsverordnung)
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
Ho / Hu	Oberer bzw. unterer Heizwert. Der Heizwert von Erdgas wird als oberer bzw. unterer Heizwert angegeben, je nachdem, ob die Kondensationswärme des Wasserdampfs im Abgas mitgerechnet wird (Ho) oder nicht (Hu). Ho ist ungefähr 10 Prozent größer als Hu. Ho liegt im europäischen Mittel bei 10,8 kWh / m ³ .
IO-Tabellen/MRIO-Tabellen	Input-Output-Tabellen / Multi-Regionale-Input-Output-Tabellen
KRITIS	„Kritische Infrastrukturen – Sektoren und Brancheneinteilung“ – Auflistung kritischer Infrastrukturen des BBK
lebenswichtiger Bedarf	(siehe Veröffentlichung der BNetzA vom 5.9.2022 sowie GasSV) Der Anteil des Gasbedarfs eines Gasverbrauchers, der nicht nur dem Komfort dient (z. B. Wohnraumbeheizung im Vergleich zu Sauna-Betrieb). Der Anteil des Gasbedarfs, der zur Produktion besonders schützenswerter Endprodukte eingesetzt wird. Synonym: schutzbedürftiger Bedarf
NACE-Klassifikation	Internationale Wirtschaftszweigklassifikation
NEV	Nichtenergetischer Verbrauch
nicht geschützte Letztverbraucher / Gaskunden	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industriebetriebe, soweit sie über RLM verfügen und einen Gasbedarf > 1,5 GWh pro Jahr haben. Begriff gemäß EnWG §53 a
OEC	Observatory for Economic Complexity
RLM	Registrierende Leistungsmessung
Schutzstatus	Einteilung der Produktionsbereich in besonders schützenswerte oder weniger schützenswerte anhand der Endprodukte
SLP	Standardlastprofile

THE

Trading Hub Europe

weniger schützenswerte Produktionsbereiche

Produktionsbereiche, die keine für die Gesellschaft besonders schützenswerten Produkte erzeugen (siehe Kap. 4)

WZ2008

Wirtschaftszweigklassifikation aus dem Jahr 2008

Disclaimer

Diese Studie liefert einen Beitrag von mehreren zu der Frage, nach welchen Kriterien die Bundesnetzagentur bei einer Gasmangellage vorgehen könnte, um eine Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge von Produktionsbereichen festzulegen. Dabei steht die Versorgung der Bevölkerung mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen im Mittelpunkt. Andere Aspekte, z. B. die betriebswirtschaftlichen oder volkswirtschaftlichen Kosten einer Gasbezugsmengenreduktion, waren nicht Teil des von der Bundesnetzagentur definierten Untersuchungsauftrags.

Aus diesem Grund darf die in dieser Studie enthaltene Priorisierung keinesfalls als „Aktionsplan“ der Bundesnetzagentur verstanden werden. Die Bundesnetzagentur wird aufgrund weiterführender Erwägungen oder ihrer vorliegenden Informationen zusätzliche oder abweichende Kriterien berücksichtigen, die zu einer anderen Priorisierung führen können. Ob und in welchem Maße die Ergebnisse dieser Studie beim Abwägungsprozess bzw. der Entscheidungsvorbereitung eine Rolle spielen, liegt allein im Ermessen der Bundesnetzagentur.

Näheres dazu ist in den begleitenden Erläuterungen der Bundesnetzagentur ausgeführt. Bitte beachten Sie auch die Liste der „Fragen und Antworten“ (Q&A).

QR-Codes und Kurzlinks



Begleitschreiben der BNetzA

www.bnetza.de/begleitschreiben



FAQ zur Einordnung der Studienergebnisse

www.bnetza.de/faq-studie



Q&A zu Inhalten und Methodik (Prognos):

www.prognos.com/QA-Studie-bnetza

Zusammenfassung

Zur Vorbereitung auf eine etwaige Gasmangellage hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) im August 2022 die vorliegende Studie ausgeschrieben und beauftragt, mit welcher einer von mehreren Datenpunkten für die notwendigen Abwägungsprozesse geschaffen werden soll. Die Studie wurde von der Prognos AG in einem interaktiven Prozess mit der BNetzA erstellt.

In einer Gasmangellage übernimmt nach dem Energiesicherungsgesetz (EnSiG) und der Gassicherungsverordnung (GasSV) die BNetzA die Aufgabe des **Bundeslastverteilers**, um die Deckung des lebenswichtigen Bedarfs an Gas sicherzustellen. Bei einer prognostizierten Fehlmenge in einer Engpasszone sind Maßnahmen zu ergreifen, um Angebot und Nachfrage – bzw. Einspeisung und Ausspeisung – wieder in eine Balance zu bringen und somit das Netz zu stabilisieren. Sofern zu diesem Zweck der Gasverbrauch von Erdgaskunden eingeschränkt werden muss, bedarf die BNetzA **valider Kriterien**, wie dieser Eingriff mit möglichst geringem Schaden für Deutschland, aber auch für den jeweiligen individuellen Verbraucher, auszugestaltet ist.

Grundsätzlich wird sich die BNetzA dabei an der Zuordnung der jeweiligen Verbraucher gemäß § 53a EnWG in Verbindung mit § 1 EnSiG (Sicherung des lebenswichtigen Bedarfs an Energie) orientieren.

- **Geschützte Kunden** sind private Haushalte, grundlegende soziale Dienste und Fernwärmeerzeuger (soweit sie geschützte Kunden beliefern) und sonstige Gaskunden, die mit Hilfe von Standard-Lastprofilen abgerechnet werden.
- **Nicht geschützte Kunden** sind Gaskunden, die über eine registrierende Leistungsmessung (RLM) verfügen und nicht zu einer der geschützten Kundengruppen gehören.
- Weder EnWG noch EnSiG geben weitere Hinweise zu einer **Priorisierung** innerhalb dieser Gruppen, bzw. was genau der **lebenswichtige Bedarf** an Energie ist.¹

Hier setzt die vorliegende Studie an, indem sie die Gasverbraucher mit Hilfe eines mehrstufigen Verfahrens klassifiziert. Dabei bedient sie sich der sogenannten Input-Output-Analyse, um Verflechtungen von Wirtschaftszweigen entlang der Wertschöpfungsketten transparent zu machen. Die folgende **Zusammenfassung** folgt den analytischen Schritten der Untersuchung:²

- In der vorliegenden Studie gehen wir von 78 Produktionsbereichen mit einem **Gasbedarf von 680 TWh** aus, die ganz überwiegend **nicht** pauschal durch das **EnWG geschützt** sind und für die sich Wertschöpfungsketten identifizieren lassen. Hierzu zählt auch die öffentliche Stromerzeugung. Allein auf die Strom- und Fernwärmeerzeugung und verbundene Dienstleistungen entfielen im Jahr 2018 233,5 TWh Gasverbrauch. Danach folgen die Produktionsbereiche Chemikalien (85,7 TWh), Papier & Papierprodukte (27,2 TWh), Düngemittel (25,4 TWh) und Eisen/Stahl (25,0 TWh) als größte industrielle Verbraucher. Gesundheit / Sozialarbeit (18,8 TWh) ist der größte nicht-industrielle „Produktionsbereich“.
- Obgleich die meisten Produktionsunternehmen nicht zu den geschützten Gasverbrauchern gemäß EnWG gehören, können sie anhand der **Bedeutung ihrer Produkte** für die Gesellschaft in besonders schützenswerte und weniger schützenswerte Bereiche („**Schutzstatus**“) eingestuft werden.

¹ Die BNetzA hat zur Definition des lebenswichtigen Bedarfs am 5.9.2022 ein Papier veröffentlicht. Vgl. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Gasversorgung/Hintergrund/geschueKunden.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

² Alle nachfolgenden Angaben in Ho – also dem oberen Heizwert.

eingeteilt werden. In unserer Studie weisen wir **36 Produktionsbereichen**, die Produkte und Dienstleistungen der „kritischen Infrastruktur“ (z. B. Energie, Ernährung, Finanzwesen, Gesundheit usw.) gemäß dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe erzeugen, den Schutzstatus „besonders schützenswert“ zu. Sie haben zusammen einen Gasbedarf von ca. 396 TWh. Die Summe des Gasbedarfs der 42 weniger geschützten Produktionsbereiche beträgt hingegen rd. 284 TWh.

- Im nächsten Schritt analysieren wir, inwieweit Produkte aus den unterschiedlichen Produktionsbereichen **indirekt als Vorleistungen** in andere Produktionen eingehen. Zum Beispiel werden Düngemittel (nicht besonders geschützt) in großem Maße in die Landwirtschaft (besonders geschützt) geliefert. Aus dieser Betrachtung lässt sich der Anteil des Gasverbrauchs bestimmen, der Teil von Wertschöpfungsketten besonders schützenswerter Produktionsbereiche ist. Wir bezeichnen diesen Anteil als **Bedeutungsgrad**. Im Gegensatz zum Schutzstatus aus dem vorhergehenden Schritt ist dieser Bedeutungsgrad keine binäre Einteilung, sondern bietet eine **kontinuierliche Einstufung** zwischen 0 und 1 (= 100 Prozent).
- Als letzten Schritt analysieren wir die **Substitutionsmöglichkeiten**. Dazu werden zunächst energetische Substitutionen (qualitativ) betrachtet. Anschließend approximieren wir die Möglichkeit für Substitutionen von Vorleistungen durch ausländische Lieferungen anhand des Complexity Index.
- Im **Ergebnis** sind den untersuchten Produktionsbereichen Kriterien zugewiesen, die eine **Priorisierung** erlauben. Der Bedeutungsgrad und die Substituierbarkeit gemeinsam bilden die **potenzielle Reihenfolge für Verfügungen**. Es müssen sich allerdings vor der Durchführung von Maßnahmen noch weitere Prüfschritte anschließen, da die in dieser Studie herangezogenen „Produktionsbereiche“ zu grob für Individualverfügungen sind. In Summe dürfte aber eine Vorgehensweise in einer Gasmangellage, die sich auf diese Kriterien stützt, zu besseren Ergebnissen führen, als wenn alle weniger geschützten Gasverbraucher gleichbehandelt werden. **Der Bundeslastverteiler wird nach eigenem Ermessen weitere Kriterien heranziehen.**

1 Aufgabenstellung und Methodik

Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine hat Europa und Deutschland in eine beispiellose Krisenlage gedrängt. Erstmals steht in Frage, ob die Gasversorgung für alle gesichert werden kann. Der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (Bundesnetzagentur bzw. BNetzA) kommt in dieser schwierigen Lage die Aufgabe des Bundeslastverteilers für die deutschen Gaskunden zu. Wenn ein Gasnotfall bzw. eine Gasmangellage entsteht, muss die BNetzA abwägen können, welche Gasverbraucher in welcher Weise reduziert bzw. ganz vom Netz genommen werden, damit die Gasbilanz in den betroffenen Engpasszonen wieder ausgeglichen werden kann.

Um diese Entscheidungen möglichst fundiert treffen zu können, hat die BNetzA einen Prozess angestoßen. So wurde eine umfangreiche **Datenerhebung** bei Großverbrauchern gestartet, um relevante Informationen zur Verfügung zu haben. Seit 01.10.2022 betreiben die BNetzA und Trading Hub Europe (THE) hierzu die **Sicherheitsplattform Gas**.

Zudem hat die BNetzA die vorliegende **Studie** beauftragt, mit welcher einer von mehreren Datenpunkten für die notwendigen Abwägungen geschaffen werden soll. Die Studie wurde von der Prognos AG in einem interaktiven Prozess mit der BNetzA erstellt. Die inhaltliche Verantwortung für diese Studie liegt bei der Prognos AG, wobei Auftragsgegenstand und Zuschnitt der Fragestellung von der Ausschreibung der BNetzA vorgegeben wurden.

Im Kern geht es darum, insbesondere die nicht-geschützten Letztverbraucher (also Industrie und sonstige große Verbraucher mit registrierender Leistungsmessung) mit Kriterien zu bewerten, die einen Hinweis darauf geben, wie eine Priorisierung im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge erfolgen könnte.

Die Frage, was ein „schützenswerter Verbraucher“ ist, und was der „lebenswichtige Verbrauch“, wird in Kapitel 4 diskutiert, Unsere Studie stützt sich auf folgende Kriterien:

- (Direkter) Gasverbrauch eines Produktionsbereichs
- Gasverbrauch in der vorgelagerten Wertschöpfungskette eines Produktionsbereichs
- Gasverbrauch in der nachgelagerten Wertschöpfungskette
- Schutzstatus der Endprodukte einer Wertschöpfungskette („Schutzstatus“)
- Bedeutungsgrad der Produktionsbereiche
- Substitutionsmöglichkeiten.

Die ersten drei Kriterien dienen vor allem der Transparenz, z. B. darüber, in welchen Endprodukten aufgrund der Vorketten besonders viel Gas „steckt“. Sie sind aber zunächst nicht entscheidend für die Priorisierung, da wir davon ausgehen, dass kleine und große Gasverbraucher gleichbehandelt werden, soweit sie im Übrigen den gleichen Schutzstatus aufweisen.

Durch die Analyse des Bedeutungsgrades mit Hilfe von Wertschöpfungsketten soll insbesondere deutlich werden, in welchem Maße die Produktionsbereiche Wertschöpfung für besonders schützenswerte Endprodukte erbringen. **Besonders schützenswert** sind Endprodukte, die der Versorgung der **Bevölkerung** mit „kritischen Gütern“ dienen (vgl. Kapitel 4). Die Substitutionsmöglichkeiten zeigen die Ersetzbarkeit des Energieträgers oder des (Zwischen)Produkts.

Bei der anschließenden Priorisierung wurden der Bedeutungsgrad und die Substituierbarkeit gleich gewichtet. Diese Gewichtung kann auch anders vorgenommen werden, die Entscheidung für diese oder eine andere Gewichtung liegt bei der BNetzA.

Die Ergebnisse zeigen ein differenziertes Bild der Produktionsbereiche und unterstützen so den Abwägungsprozess der BNetzA zur Vorbereitung einer etwaigen Gasmangellage als einen unter mehreren Datenpunkten, die der BNetzA zur Verfügung stehen.

Wir weisen darauf hin, dass die in dieser Studie aufgezeigten Bewertungen **nicht die einzigen Abwägungskriterien** sind, aufgrund derer die BNetzA ihre Verfügungen treffen sollte. Zum Beispiel prüft unsere Studie weder betriebswirtschaftliche noch volkswirtschaftliche Kosten im Vergleich mit anderen Priorisierungen. Zudem sind insbesondere die Daten zu den Wertschöpfungsketten weitgehend aggregiert. Sie haben damit nicht die Detailtiefe einzelner Produkte und müssen im Einzelfall durch tiefergehende Betrachtungen oder Daten (z. B. von der Sicherheitsplattform Gas) ergänzt werden, bevor eine Entscheidung getroffen werden kann.

Insgesamt kann aber mit diesem Vorgehen eine Aussage über alle in dieser Studie betrachteten Produktionsbereiche getroffen werden. Damit soll die BNetzA in die Lage versetzt werden, bessere weil fundiertere Entscheidungen treffen zu können. In Kapitel 6 zeigen wir eine konkrete Schrittfolge auf, wie vorgegangen werden könnte. Ob die BNetzA so vorgeht, liegt in ihrem Ermessen.

Abbildung 1: Untersuchungsablauf

Untersuchungsablauf



2 Gasverbrauch in Deutschland

2.1 Allgemeines Vorgehen

Um den Gasverbrauch der relevanten Nachfrager zu bestimmen, wird auf die amtliche Statistik des statistischen Bundesamtes (DESTATIS) zurückgegriffen.³ Für die Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und das verarbeitende Gewerbe mitsamt Bergbau, Land- und Forstwirtschaft sowie die Energie- und Wasserversorgung werden dementsprechend Daten zur Verwendung von Energie in Deutschland (Genesis-Tabelle 85131-0002) sowie die Erhebung über die Energieverwendung (4-Steller) herangezogen. Dadurch ist der Erdgasverbrauch in einer Auflösung von 269 Nachfragebereichen,⁴ teils in CPA- oder WZ2008-Klassifikation (2-4-Steller), auszuweisen.⁵ Wie in Kapitel 3 dargelegt, wird die Liste dieser Nachfrager mit der Datenauflösung zur Wertschöpfung (Exiobase-Produktionsbereiche) abgeglichen und die entsprechenden Verbrauchsdaten 78 Produktionsbereichen zugeordnet. Diese 78 Produktionsbereiche bilden die kleinste Einheit der nachfolgenden Gesamtanalyse. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 2.3 beschrieben.

2.2 Gasverbrauch nach Verbrauchssektoren

Für eine Einordnung wird der Gasverbrauch in Deutschland zunächst nach Verbrauchssektoren präsentiert (Abbildung 2). Diese Daten basieren auf Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). Die Industrie (inkl. nichtenergetischer Nutzung – NEV)⁶ ist derzeit für 27-31 Prozent des jährlichen Gesamterdgasverbrauchs in Deutschland verantwortlich. Der GHD-Sektor macht zusätzliche 12-14 Prozent des Gesamtverbrauchs aus. Daneben verbrauchten die privaten Haushalte (pHH) in den letzten Jahren jeweils rund 30 Prozent des jeweiligen gesamten Erdgasbedarfs. Die Umwandlungssektoren sind für die restlichen rund 30 Prozent verantwortlich (der größte Teil wird dabei für die Stromerzeugung verwendet).

³ In Abstimmung mit den Daten zu Wertschöpfungsketten (Exiobase) für das Jahr 2018.

⁴ Wenige Verbrauchsdaten sind aufgrund von Schwärzungen/Geheimhaltung für 2018 nicht verfügbar – wo möglich wird auf die Statistiken der Jahre 2017/2019 ausgewichen bzw. der Verbrauch aus Daten auf unterschiedlichen Ebenen (2-4-Steller) errechnet.

⁵ Aufgrund der unterschiedlichen Datenquellen und Klassifikationen (CPA/WZ) sind vereinzelte Abweichungen bzw. Doppelzählungen nicht zu vermeiden.

⁶ Der Brennstoffeinsatz für Wärme in Industriekraftwerken ist im Endenergieverbrauch der Industrie enthalten. Der Brennstoffeinsatz für die Stromerzeugung ist dem Umwandlungsbereich zugeordnet.

Abbildung 2: Gasverbrauch nach Verbrauchssektoren

2016-2021, in TWh Ho



eigene Darstellung auf Basis von Daten der AGEB

© Prognos AG / BNetzA, 2022

Es ist hervorzuheben, dass diese Analyse im Wesentlichen Nachfrager aus den nicht-geschützten Sektoren (also Industrie und sonstige große Verbraucher mit registrierender Leistungsmessung) betrifft und damit eben solche, die im Ernstfall einer Gasmangellage primär von einer Gasbezugs-mengenreduktion betroffen sein könnten. Speziell der Erdgasverbrauch der privaten Haushalte geht damit nicht in die Analyse der Produktionsbereiche bzw. Wertschöpfungsketten ein. Die Analyse umfasst damit knapp über 70 Prozent der Erdgasnachfrage in Deutschland.

2.3 Gasverbrauch nach Produktionsbereichen

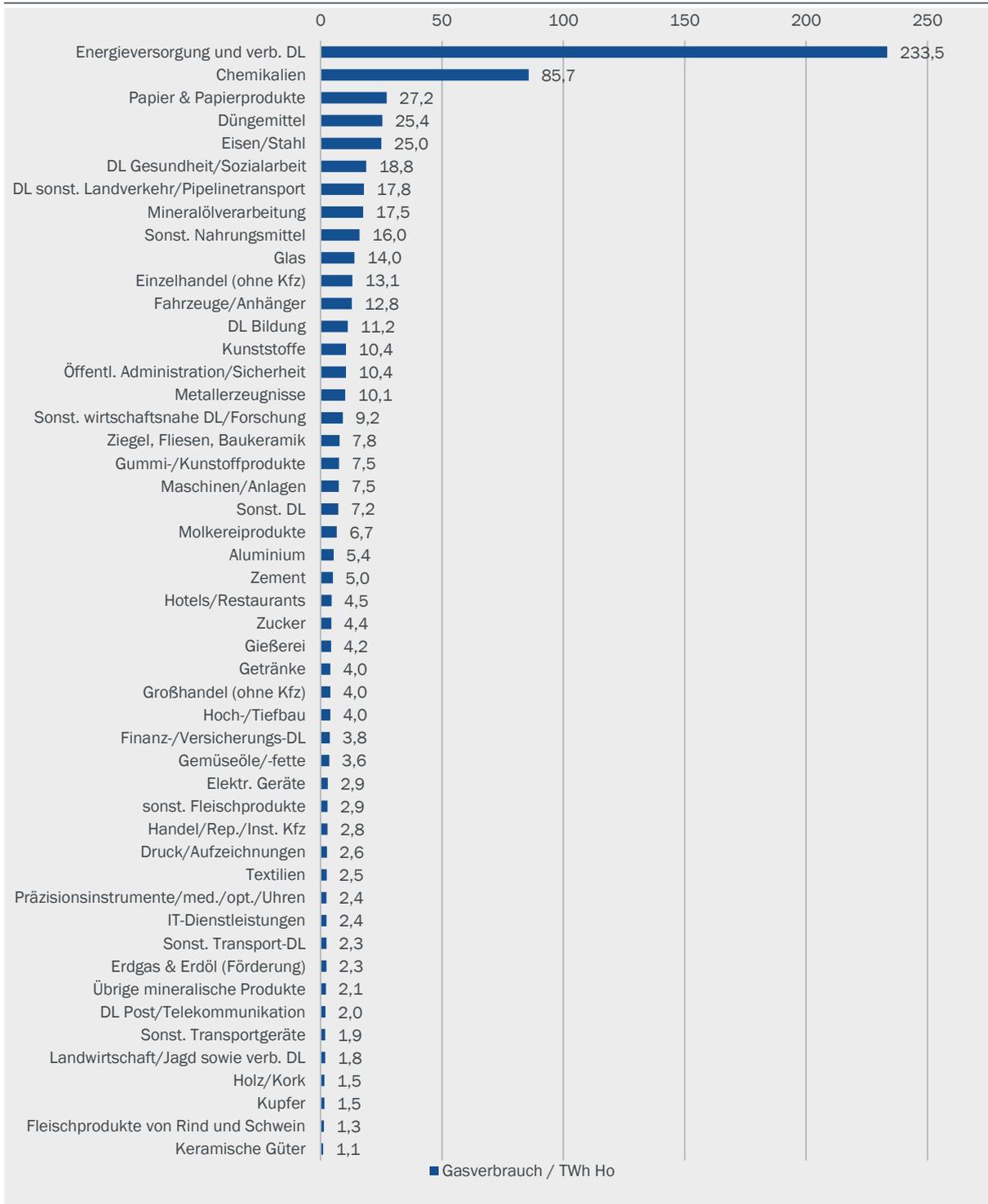
Für unsere Untersuchung ist es notwendig, den Gasverbrauch für Produktionsbereiche zu ermitteln, für welche Daten zur Wertschöpfung und zur Berechnung von Wertschöpfungsverflechtungen vorliegen. In Kapitel 3 wird die entsprechende Datengrundlage näher erläutert. Für diesen Abschnitt ist relevant, dass der Gasverbrauch in Deutschland dementsprechend auf insgesamt 78 Produktionsbereiche aufgeteilt wird.

Der gesamte direkte Erdgasverbrauch aller 78 identifizierten Produktionsbereiche beläuft sich für das Jahr 2018 auf rund 680 TWh, was gut 70 Prozent des gesamten Erdgasverbrauchs dieses Jahres in Deutschland entspricht. 73 Produktionsbereiche davon weisen überhaupt Erdgasverbräuche größer als 0 TWh p.a. auf. Davon haben 36 Produktionsbereiche Verbräuche größer 2,5 TWh und sind für mehr als 95 Prozent des erfassten Verbrauchs verantwortlich; wiederum 16 Produktionsbereiche davon mit Verbräuchen größer 10 TWh für über 80 Prozent. Die entsprechenden Erdgasverbräuche der Produktionsbereiche (für Produktionsbereiche mit Verbräuchen größer 1 TWh) sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Energieversorgung und verbundene Dienstleistungen (v. a. Strom-/Wärmeerzeugung) stellt mit rund 233 TWh die weitaus größte Verbraucherin dar.

Der Produktionsbereich mit dem zweitgrößten Verbrauch von ca. 86 TWh ist „Chemikalien“. Danach weist der Großteil der Bereiche Verbräuche von 1-30 TWh auf.

Abbildung 3: Gasverbrauch nach Produktionsbereichen

für 2018, Produktionsbereiche mit Verbräuchen größer 1 TWh Ho, nach Daten des Statistischen Bundesamtes



eigene Darstellung auf Basis der genannten Quellen

3 Wertschöpfung und Wertschöpfungsketten in Deutschland

3.1 Allgemeines Vorgehen

Wenn es seitens der Bundesnetzagentur zu Verfügungen – z. B. zur Drosselung von Erdgasbezügen bei Erdgasabnehmern – kommt, sollte dennoch die Verfügbarkeit besonders schützenswerter Güter und Dienstleistungen (siehe Kapitel 4) sichergestellt sein. Hierbei ist es nicht hinreichend, die Produzenten besonders schützenswerter Güter und Dienstleistungen von Verfügungen auszunehmen. Die Herstellung und Bereitstellung von derartigen Gütern und Dienstleistungen hängt ihrerseits zum Beispiel durch Vorleistungsverflechtungen von anderen (möglicherweise als nicht besonders schützenswert eingestuften) Branchen ab. Beispielsweise wird für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln in der Regel Verpackungsmaterial benötigt. Dies kann unter anderem aus Papier oder Kunststoffen bestehen. Die Herstellung von Papier- und Kunststoffverpackungen fällt in die Produktionsbereiche Papier / Papierprodukte sowie Gummi-/Kunststoffprodukte, die nicht als besonders schützenswert eingestuft sind. Somit werden Produkte aus als nicht besonders schützenswert geltenden Bereichen für die zuverlässige Bereitstellung von besonders schützenswerten Produkten benötigt – und diese Kette lässt sich problemlos verlängern: Für die Herstellung ebenjener Verpackungsmaterialien werden Zellstoff (Papierverpackungen) und Basiskunststoffe (Kunststoffverpackungen) benötigt. Auch diese Bereiche sind laut unserer Methodik nicht als besonders schützenswert eingestuft (für die genaue Einstufung je Produktionsbereich siehe Kapitel 4). Um solche Verbindungen der Produktionsbereiche auch außerhalb offensichtlicher Beispiele zu erkennen, sind Informationen zu Wertschöpfungsverflechtungen hochrelevant. Gekoppelt mit Daten zum Gasverbrauch kann eine Analyse der Wertschöpfungsverflechtungen bestimmen, welcher Anteil des Gasverbrauches einer Branche dafür benötigt wird, die Nachfrage in Deutschland nach besonders schützenswerten Gütern und Dienstleistungen zu erfüllen.

Informationen zu solchen Wertschöpfungsverflechtungen können mit Hilfe von **Wertschöpfungskettenanalysen** gewonnen werden. Dabei wird eine Wertschöpfungskette als ein Produktionsprozess betrachtet, der aus verschiedenen Wertschöpfungsschritten besteht. Die einzelnen Wertschöpfungsschritte wiederum sind über Vorleistungsbeziehungen miteinander verbunden. Am Ende einer Wertschöpfungskette steht die Produktion eines fertigen Gutes. Dieses Gut wird für die Endnachfrage produziert, das heißt, es wird entweder konsumiert, investiert oder exportiert. Die Identifikation der Wertschöpfungsketten erfolgt anhand einer Input-Output-Analyse (IO-Analyse).



Infobox: Input-Output-Analyse

Methodik der Wertschöpfungskettenanalyse

Eine Wertschöpfungskette ist eine Kette von Vorleistungsbeziehungen vom Rohstoff bis zur Fertigung des Endprodukts. Input-Output-Tabellen (IO-Tabellen) stellen allerdings nur die Lieferbeziehungen zwischen der letzten Vorleistungsstufe und dem Endproduzenten her. Alle vorgelagerten Wertschöpfungsstufen werden dem letzten Vorleistungslieferanten zugeordnet. Demnach werden Produzenten in früheren Wertschöpfungsstufen nicht sichtbar gemacht.

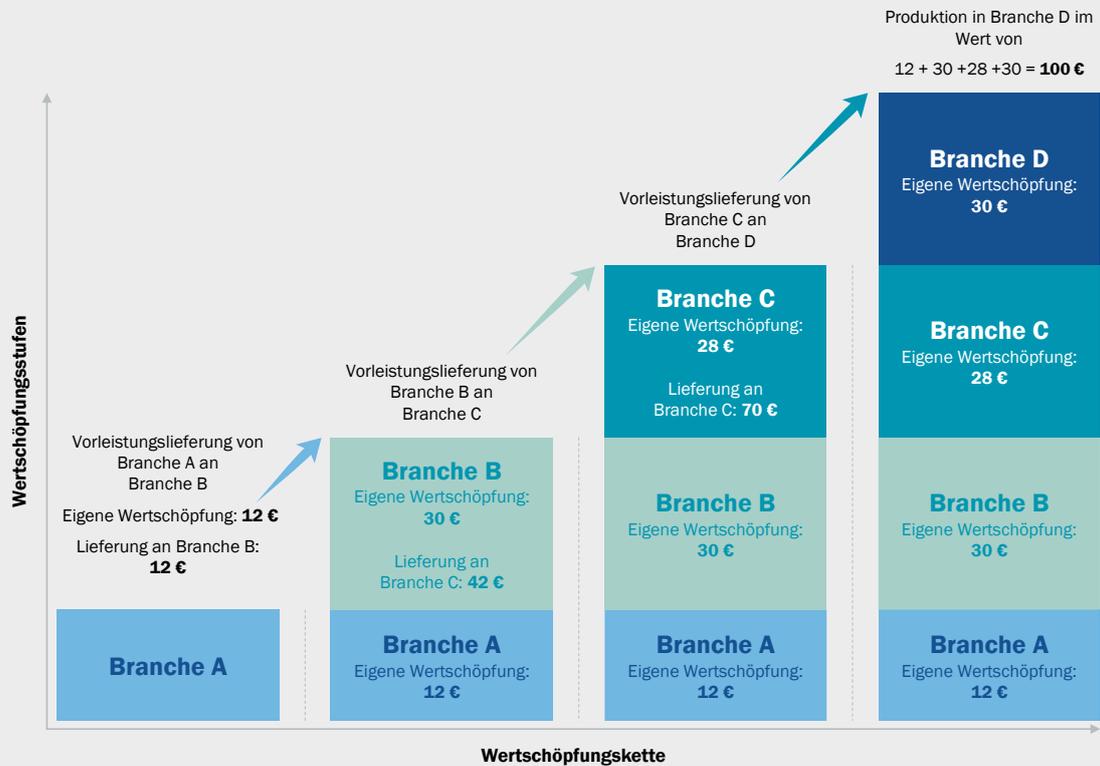
Die makroökonomische Literatur, die sich primär mit internationalen Wertschöpfungsverflechtungen beschäftigt, hat ein Verfahren etabliert, mit welchem diese Wertschöpfungsverflechtungen (auch) innerhalb Deutschlands systematisch sichtbar gemacht werden. Dabei wird der Wert der Produktion eines Produktionsbereichs aufgespalten. Alle Produktionsbereiche, die direkt oder indirekt zur Produktion beigetragen haben, werden mit dem entsprechenden Wertschöpfungsanteil bestimmt. Es werden also Verzweigungen der Wertschöpfungskette(n) mitberücksichtigt. Eine ausführliche Darstellung dieser Schritte ist in Los et al. (2015) dokumentiert.⁷

Beispielhaft ist eine solche Wertschöpfungskette innerhalb Deutschlands in der folgenden schematischen Abbildung gegeben. Ein Produktionsbereich (Branche) D produziert etwas im Wert von 100 €. Dazu tragen die Branchen A, B, C und D selbst Wertschöpfung bei. Allerdings leistet nur Branche C eine (direkte) Vorleistung an Branche D. In dieser Vorleistung ist bereits die Wertschöpfung aus den Branchen A und B enthalten. Die Berechnung von Wertschöpfungsanteilen weist nun präzise den Branchen A – D ihren Wertschöpfungsbeitrag zur Produktion von Branche D zu.

Eine Vorleistung ist ein vorgelagerter Produktionsschritt, der für den Produktionsprozess benötigt wird. Dies kann sowohl ein Gut als auch eine Dienstleistung sein. So ist in vielen Fällen eine Transportdienstleistung eine Vorleistung.

⁷ Los, B., Timmer, M. P., & de Vries, G. J. (2015). How global are global value chains? A new approach to measure international fragmentation. *Journal of regional science*, 55(1), 66-92.

Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Wertschöpfungskette



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG / BNetzA, 2022

Umsetzung der Wertschöpfungskettenanalyse

Für dieses Projekt greifen wir auf die Multi-Regionale-Input-Output (MRIO) Datenbank Exiobase zurück. MRIO-Datenbanken enthalten nicht nur Verflechtungsinformationen zwischen Branchen, sondern auch zwischen Ländern. Exiobase enthält Informationen darüber, inwiefern beispielsweise Metallzeugnisse aus Italien als Vorleistungen für den Maschinenbau in Deutschland dienen. Für dieses Projekt relevant ist allerdings die tiefe Untergliederung nach Produktionsbereichen der Exiobase. Mit einer Einteilung in 200 Produktionsbereiche ist Exiobase detaillierter als die deutsche IO-Tabelle (72 Produktionsbereiche)⁸. Für die weiteren Rechnungen (Kapitel 5) müssen die Daten zu Wertschöpfungsketten mit den Gasverbrauchsdaten kombiniert werden. Hierfür müssen die Daten auf die gleiche Sektorebene aggregiert werden, da beide Datenquellen

⁸ Zwischen Exiobase und der deutschen IO-Tabelle kommt es methodisch bedingt zu Unterschieden in den Daten. Diese entstehen u. a. in den Aggregationsverfahren und der finalen Kalibrierung der Tabellen. Vergleiche zwischen der IO-Tabelle für Deutschland in Exiobase und der deutschen IO-Tabelle zeigen aber lediglich kleinere Abweichungen und keine systematischen Unterschiede. Während die deutsche IO-Tabelle vom Statistischen Bundesamt berechnet wird, übernimmt das bei der Exiobase ein internationales Forschungskonsortium an dem u.a. die Technologische Universität Norwegens in Trondheim und das Sustainable Europe Research Institute beteiligt sind.

eine unterschiedliche Detailtiefe aufweisen⁹. Die größte Anzahl an Bereichen, in denen beide Datenquellen eindeutig kombiniert werden können, ist 78. Daher rechnen wir in diesem Projekt mit 78 Produktionsbereichen.

Bei der Berechnung von Wertschöpfungsketten wird in Absprache mit dem Auftraggeber eine Nachfragebetrachtung durchgeführt. Dabei werden die Wertschöpfungsketten sowie daraus abgeleitet der vor- und nachgelagerte Gasverbrauch für **in Deutschland nachgefragte Produkte** berechnet. Ein Beispiel: Eine Nachfragebetrachtung des Bereichs Nahrungsmittel beinhaltet die Wertschöpfungsverflechtungen für alle Nahrungsmittel, die in Deutschland konsumiert (oder investiert) werden. Dies umfasst etwa auch den Käse, der in der Schweiz produziert wird, aber in Deutschland gekauft wird. Die Alternative wäre eine Produktionsbetrachtung. Hier werden die Wertschöpfungsverflechtungen aller in Deutschland produzierten Produkte betrachtet. Dies würde den aus der Schweiz gekauften – aber in Deutschland konsumierten Käse nicht beinhalten. Im Gegenzug wären die Wertschöpfungsketten für in Deutschland produzierten, aber in der Schweiz konsumierten Käse dabei. Somit hat die Nachfragebetrachtung die Versorgungssicherheit bestimmter **Güter** und Dienstleistungen in Deutschland im Blick. Der entgegengesetzte Ansatz – die Produktionsbetrachtung – würde die Sicherung der deutschen Produktion (inklusive exportierter Endprodukte) betrachten.

3.2 Wertschöpfungsketten von Produktionsbereichen

Wertschöpfungsketten können aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Im Rahmen dieser Studie werden zwei unterschiedliche Perspektiven eingenommen.

- Zum einen ausgehend von der Endproduktion eines Produktionsbereichs. Dabei werden die Wertschöpfungsbeiträge, aller Produktionsbereiche, die zur Endproduktion des fraglichen Produktionsbereichs nötig sind, dargestellt (vorgelagerte Betrachtung).
- Zum anderen ausgehend von einem Produktionsbereich, der Wertschöpfungsbeiträge für die Endproduktion anderer Produktionsbereiche liefert. Dabei werden sämtliche Wertschöpfungsbeiträge des fraglichen Produktionsbereichs, die für die eigene Endproduktion und die Endproduktion anderer Produktionsbereiche nötig ist, dargestellt (nachgelagerte Betrachtung).

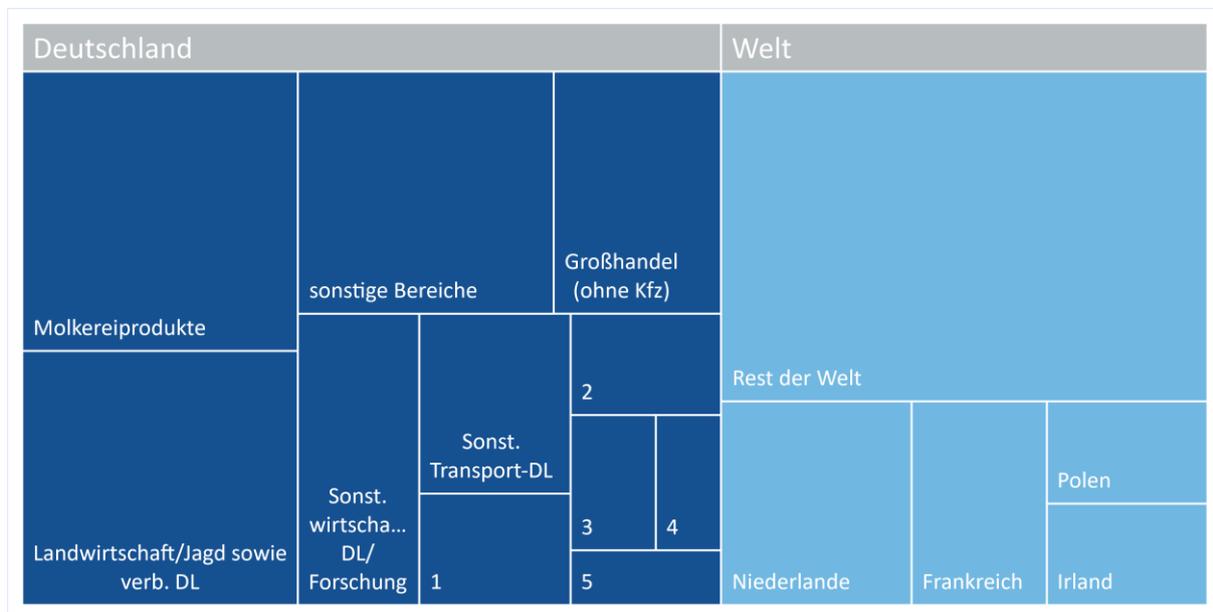
Zur Verdeutlichung der Wertschöpfungskettenlogik werden im Folgenden zwei Wertschöpfungsketten beispielhaft dargestellt – zunächst eines zur Beschreibung der vorgelagerten, anschließend eines zur Beschreibung der nachgelagerten Betrachtung. Als erstes Beispiel dient der Produktionsbereich Molkereiprodukte (Abbildung 5). Für Molkereiprodukte, die in Deutschland verzehrt werden, entfallen 59 Prozent der Bruttowertschöpfung (BWS) auf in Deutschland durchgeführte Produktionsschritte. Die restlichen 41 Prozent der BWS werden größtenteils in den europäischen (Nachbar-)Ländern erbracht. Dies können sowohl importierte Molkereiprodukte für den Verzehr (z. B. Käse aus der Schweiz) sein, als auch Vorprodukte für in Deutschland durchgeführte spätere Produktionsschritte (z. B. Milch aus Frankreich, die in Deutschland zu Butter verarbeitet

⁹ Im verarbeitenden Gewerbe sind die Gasdaten detaillierter als die Daten zu Wertschöpfungsketten. In der Landwirtschaft und den Dienstleistungsbranchen ist es umgekehrt.

wird). Die in Deutschland erwirtschaftete BWS entfällt – wenig überraschend – auf die Bereiche Molkereiprodukte sowie Landwirtschaft/Jagd. Aber auch Dienstleistungen gehören zu wichtigen Bestandteilen der Wertschöpfungsketten. In diesem Fall sind besonders die sonstigen Transportdienstleistungen (hierzu gehört zum Beispiel die Lagerei), die sonstigen wirtschaftsnahen Dienstleistungen (u. a. Marketing oder Unternehmensberatungen) und Großhandelsdienstleistungen relevant. Mit einer relativ geringen eigenen Bruttowertschöpfung für die Bereitstellung von Molkereiprodukten ist dieser Bereich charakteristisch für das verarbeitende Gewerbe. Dienstleistungen haben in der Regel einen spürbar geringeren Vorleistungsanteil. Zudem sind Vorleistungen für Dienstleistungen ebenfalls Dienstleistungen.

Abbildung 5: Bruttowertschöpfungsanteile für in Deutschland verkaufte Molkereiprodukte

Nach inländischen Produktionsbereichen und Ausland



Legende: 1 = Dienstleistungen des sonstigen Landverkehrs/Pipelinetransporte; 2 = Energieversorgung und verb. Dienstleistungen; 3 = Einzelhandel (ohne Kfz); 4 = DL-Immobilien; 5 = Finanz-/Versicherungsdienstleistungen
 Quelle: Exiobase, eigene Berechnungen

© Prognos AG / BNetzA, 2022

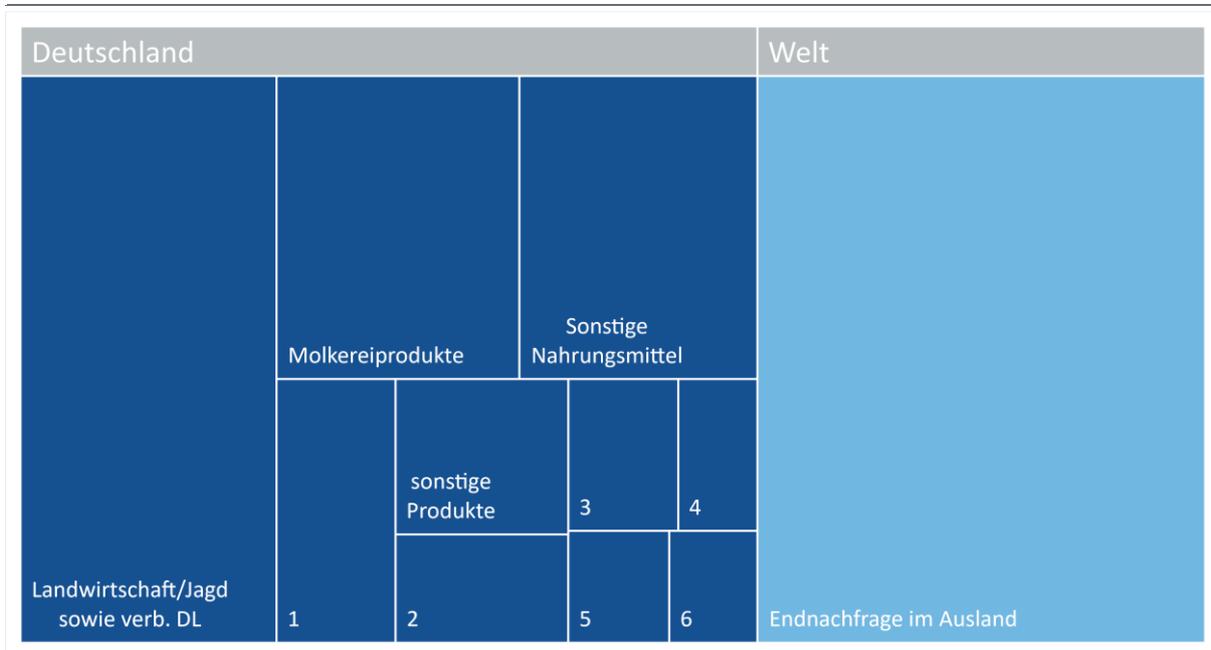
© Prognos AG / BNetzA, 2022

Die vorigen zwei Beispiele dienen der Illustration der Berechnung der vorgelagerten Wertschöpfungsketten, die in Kapitel 6 dem „Kriterium 1: Vorgelagerter Gasverbrauch“ zu Grunde liegt. Für das zweite Kriterium – dem nachgelagerten Gasverbrauch – muss die Perspektive Wertschöpfungsketten ‚umgedreht‘ werden. Hierbei wird das Augenmerk auf die Wertschöpfung (und in Kapiteln 4.3 und 5 dem Gasverbrauch) eines Bereiches gelegt – und zwar mit der Frage, welche Anteile seiner Bruttowertschöpfung für die Wertschöpfungsketten welcher Endprodukte erbracht werden. Beispielsweise liefert die Landwirtschaft Vorleistungen in andere Bereiche, die entweder

direkt oder über mehrere Produktionsschritte in Endprodukte verarbeitet werden. Abbildung 6 stellt dies genauer dar: 22 Prozent der Bruttowertschöpfung in der Landwirtschaft werden innerhalb von Wertschöpfungsketten landwirtschaftlicher Produkte erbracht. Darüber hinaus wird ein nicht unerheblicher Teil der Produktion in der Landwirtschaft gebraucht, um Produkte verschiedener Produktionsbereiche im Bereich Nahrungsmittelproduktion herzustellen. Besonders stark vertreten sind hier die Molkereiprodukte (11 Prozent), die sonstigen Nahrungsmittel (11 Prozent), Fleischprodukte von Rind und Schwein (5 Prozent) und sonstige Fleischprodukte (3 Prozent). Insgesamt 38 Prozent der Bruttowertschöpfung in der Landwirtschaft dienen für Endprodukte, die im Ausland gekauft werden.

Abbildung 6: Bruttowertschöpfungsbeiträge der deutschen Landwirtschaft für nachgelagerte Produktion

Nach inländischen Produktionsbereichen und Ausland



Legende: 1 = Fleischprodukte von Rind und Schwein; 2 = sonstige Fleischprodukte; 3 = DL Gesundheit/Sozialarbeit; 4 = Getränke; 5 = Öffentliche Administration/Sicherheit; 6 = Hotels/Restaurant.

Quelle: Exiobase, eigene Berechnungen

© Prognos AG / BNetzA, 2022

3.3 Gasintensität der Produktion

Die Verknüpfung der Gasverbräuche mit den Daten zu Wertschöpfungsketten erfolgt über die Wertschöpfung. Jeder Produktionsbereich hat einen Gasverbrauch je Einheit Wertschöpfung.¹⁰ Diese Relation bildet die Gasintensität. Verbräuche von Produktionsbereichen unterschiedlicher Größe werden damit vergleichbar gemacht.¹¹ Gemäß diesem Maß hat der Produktionsbereich

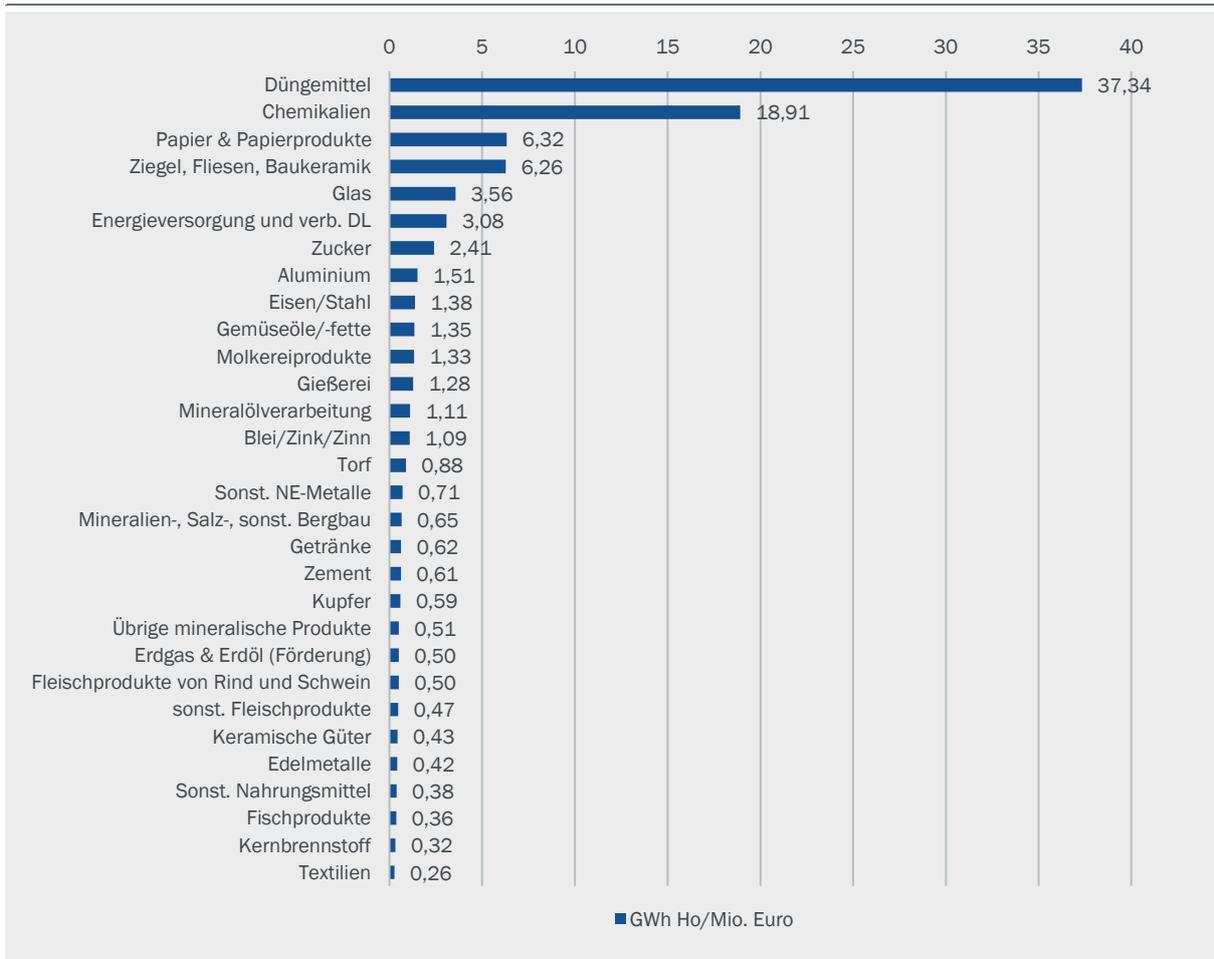
¹⁰ Dabei wird nicht zwischen unterschiedlichen Gasverbräuchen für verschiedene Prozesse innerhalb desselben Produktionsbereichs unterschieden.

¹¹ Gasverbräuche je Produktionsbereich unterscheiden sich durch die Größe des Produktionsbereichs. Manche Produktionsbereiche wie das Gesundheitswesen bestehen aus einer Vielzahl an Krankenhäusern, Arztpraxen und Gesundheitszentren und haben entsprechend einen hohen absoluten Gasverbrauch (Rang 6). Andere wie der Produktionsbereich Ziegelei finden sich lediglich auf Rang 17, da die Zahl der zugehörigen Betriebe eher klein ist.

Düngemittel den höchsten Gasverbrauch je einer Million Euro Wertschöpfung, gefolgt vom Produktionsbereich Chemikalien (Abbildung 7).

Abbildung 7: Gasintensität nach Produktionsbereichen

Gasverbrauch in GWh je Million Euro Wertschöpfung für 2018, 30 Produktionsbereiche mit der höchsten Gasintensität



Quelle: Exiobase, Destatis, eigene Berechnungen

© Prognos AG, 2022

Die höchste Gasintensität weist der Produktionsbereich Düngemittel auf. Hier sind mehr als 37 GWh Gas für die Erbringung von Produktionsschritten im Wert von einer Million Euro Wertschöpfung nötig. Es folgen die Produktionsbereiche Chemikalien, Papier und Papierprodukte, Ziegel sowie Glas. Erst an sechster Stelle folgt die Energieversorgung, der in absoluten Größen wichtigste Gasverbraucher in Deutschland.

4 Besonders schützenswerte Produktionsbereiche in Deutschland

In Deutschland wird bzgl. der Gasversorgung zunächst gesetzlich¹² auf Basis von EU-Verordnungen¹³ bzw. dem EnWG zwischen „geschützten“ und „nicht-geschützten“ Kunden unterschieden. **Geschützt** sind:

- private Haushalte (pHH) und sonstige Verbraucher in Erdgasverteilernetzen, die nach Standardlastprofilen abgerechnet werden¹⁴
- grundlegende soziale Dienste (wie Krankenhäuser, Pflege- und Betreuungseinrichtungen, Hospize, Justizvollzugsanstalten sowie Feuerwehr, Polizei und Militär)
- Fernwärmanlagen, soweit sie Wärme für obengenannte Gruppen bereitstellen.

Damit fällt auch ein großer Teil der Unternehmen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen unter die geschützten Kunden, soweit sie keine Leistungsmessung haben und somit über Standardlastprofile abgerechnet werden.

Nicht-geschützt sind demnach der Großteil der Gasverbraucher, die über eine registrierende Leistungsmessung verfügen,¹⁵ insbesondere die mittelgroßen und großen Industriebetriebe. Der jährliche Gesamtgasverbrauch in Deutschland entfällt etwa jeweils zur Hälfte auf geschützte und nicht-geschützte Verbraucher.¹⁶

Trotz dieser Zuordnung eines (gesetzlichen) Schutzstatus können sowohl geschützte als auch nicht-geschützte Verbraucher einen für die Gesellschaft wichtigen oder gemäß § 1 EnSiG in Verbindung mit der GasSV „lebenswichtigen“ Bedarf an Gas haben – darüber hinaus haben auch beide Verbrauchsgruppen einen „nicht-lebenswichtigen“ Bedarf. Aus diesem Grund verfolgt die BNetzA Maßnahmen, um den genannten „lebenswichtigen“ Bedarf an Gas auch in einer Gasmanngelage zu sichern.¹⁷ Dafür kann es notwendig werden, die Gasversorgung von Bereichen, die dem „nicht-lebenswichtigen“ Bedarf zugeordnet werden können, (ggf. trotz EnWG-Schutzstatus) zu reduzieren und „lebenswichtigen“ Bereichen (ggf. trotz keinem EnWG-Schutzstatus) zukommen zu lassen.

Der Begriff „**lebenswichtig**“ erweist sich allerdings in der analytischen Praxis als problematisch, da weder eine klare Definition noch statistische Daten hierzu vorliegen. Das nachfolgend beschriebene Verfahren versteht sich als Beitrag zur Operationalisierung dieses Begriffs.

¹² Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) bzw. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung – BMJ (https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/_53a.html, abgerufen am 19.10.2022)

¹³ V. a. EU-Verordnung 2017/1938 – sog. SoS-Verordnung.

¹⁴ Standardlastprofile (SLP) gelten für Kunden, die *nicht* über Messgeräte zur Erfassung der Spitzenlast verfügen, sondern lediglich über volumetrische Gaszähler, die nur den Jahresverbrauch insgesamt erfassen. Die Last wird dann anhand für die Kundengruppe typische Lastprofile bestimmt (z. B. ausgeprägte Winterspitze bei Heizgaskunden). Bei den grundlegenden sozialen Diensten und den Fernwärmanlagen wird allerdings nicht auf die Standardlastprofile abgestellt.

¹⁵ Für die Ausnahmen siehe oben bei geschützten Kunden (z. B. entsprechende grundlegende soziale Dienste, Fernwärmanlagen).

¹⁶ Vgl. vbw (2022): https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2022/Downloads/vbw_Studie_Folgen_Lieferunterbrechung_von_russischem_Erdgas_Juni_2022.pdf, abgerufen am 19.10.2022.

¹⁷ Vgl. BNetzA (2022): https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/aktuelle_gasversorgung/Hintergrund/geschuetzteKunden.pdf?__blob=publicationFile&v=2, abgerufen am 19.10.2022.

4.1 1. Schritt: Zuweisung des Schutzstatus

Um eine nachvollziehbare und für eine Priorisierung im Fall einer Gasmangellage hilfreiche Unterteilung der Produktionsbereiche vorzunehmen, wird in dieser Studie auf den im Folgenden beschriebenen **Schutzstatus** aufgebaut. Es erfolgt eine binäre Einordnung anhand der Liste der Sektoren und Branchen **kritischer Infrastrukturen** (BBK-Liste; siehe Infobox).¹⁸

i

Infobox: BBK-Liste

Anhand der Liste „Kritische Infrastrukturen – Sektoren- und Brancheneinteilung“ vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe („BBK-Liste“, KRITIS) wird die beschriebene binäre Einteilung getroffen.

Das BBK definiert kritische Infrastrukturen so: *„Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“*¹⁹

Die BBK-Liste stuft folgende Sektoren und Branchen bzw. Zwecke als kritisch ein:

- Energie (Elektrizität, Fernwärme, Gas, Mineralöl)
- Ernährung (Ernährungswirtschaft, Lebensmittelhandel)
- Finanz- und Versicherungswesen (Banken, Börsen, Finanzdienstleister, Versicherungen)
- Gesundheit (Arzneimittel, Labore, medizinische Versorgung)
- Informationstechnik und Telekommunikation
- Medien und Kultur (gedruckte und elektronische Presse, Kulturgut, Rundfunk (Fernsehen und Radio, symbolträchtige Bauwerke)
- Siedlungsabfallentsorgung (Siedlungsabfallentsorgung nach UP KRITIS)
- Staat und Verwaltung (Justizeinrichtung, Notfall- und Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz, Parlament, Regierung und Verwaltung)
- Transport und Verkehr (Binnenschifffahrt, Logistik, Luftfahrt, Schienenverkehr, Seeschifffahrt, Straßenverkehr)
- Wasser (öffentliche Abwasserbeseitigung, öffentliche Wasserversorgung)

Ein **Produktionsbereich wird dann als besonders schützenswert eingestuft**, wenn die in ihm gefertigten **Endprodukte** vorrangig den Zwecken der BBK-Liste dienen bzw. den Branchen/Sektoren der BBK Liste zuzuordnen sind.²⁰

¹⁸ https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/KRITIS/kritis-sektoren-brancheneinteilung.pdf?__blob=publicationFile&v=3, abgerufen am 19.10.2022.

¹⁹ https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/kritische-infrastrukturen_node.html abgerufen am 10.11.2022.

²⁰ In Abstimmung mit der BNetzA werden in der vorliegenden Studie die Bezeichnungen „besonders/weniger schützenswert“ verwendet.

Im **Ergebnis** werden **36 Produktionsbereiche als besonders schützenswert** eingestuft und die restlichen 42 Produktionsbereiche als weniger schützenswert. Die jeweils zehn direkt am meisten Gas verbrauchenden Bereiche sind in Tabelle 1 dargestellt. Besonders die Energie- und Nahrungsmittelversorgung sowie Dienstleistungen in Verbindung mit weiteren grundlegenden gesellschaftlichen Bedürfnissen (Bildung, Gesundheit, Sicherheit etc.) sind besonders schützenswert; die Industriebranchen (und damit auch deren Produktion werden größtenteils als weniger schützenswert eingestuft. Diese Einteilung bildet die Grundlage, um nachfolgend den Bedeutungsgrad zu ermitteln (siehe Abschnitt 4.2 und Kapitel 6).

Tabelle 1: Schutzstatus von Produktionsbereichen mit hohem Gasverbrauch

jeweils 10 größte Verbraucher von Erdgas, jeweils ca. für 90 bzw. 78 Prozent des Gasverbrauchs der gesamten besonders/weniger schützenswerten Produktionsbereiche verantwortlich

Besonders schützenswerte Produktionsbereiche	direkter Gasverbrauch [TWh Ho]	Weniger schützenswerte Produktionsbereiche	direkter Gasverbrauch [TWh Ho]
Energieversorgung und verb. DL	233,5	Chemikalien	85,7
DL Gesundheit/Sozialarbeit	18,8	Papier & Papierprodukte*	27,2
DL sonst. Landverkehr/Pipelinetransport	17,8	Düngemittel	25,4
Mineralölverarbeitung	17,5	Eisen/Stahl	25,0
Sonst. Nahrungsmittel*	16,0	Glas*	14,0
Einzelhandel (ohne Kfz)*	13,1	Fahrzeuge/Anhänger	12,8
DL Bildung*	11,2	Kunststoffe	10,4
Öffentl. Administration/Sicherheit	10,4	Metallerzeugnisse	10,1
Sonst. wirtschaftsnahe DL/Forschung*	9,2	Ziegel, Fliesen, Baukeramik	7,8
Sonst. DL*	7,2	Gummi-/Kunststoffprodukte*	7,5
* nicht eindeutige Fälle (z. B. bei Nahrungsmitteln Unterscheidung in Grundnahrungsmittel und Luxus-Lebensmittel)		* nicht eindeutige Fälle (z. B. bei Papier Hygieneartikel mit Umsatzanteil und Gasverbrauch von jeweils 11 % des PB)	

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der genannten Quellen

© Prognos AG / BNetzA, 2022

4.2 2. Schritt: Ermittlung des Bedeutungsgrads anhand der nachgelagerten Wertschöpfungsketten

Neben der im Kapitel 4.1 beschriebenen Einteilung in besonders schützenswerte und weniger schützenswerte Produktionsbereiche, die den Schutzstatus **binär** zeigt, kann jedem Produktionsbereich – unabhängig seines Schutzstatus - auch ein **Bedeutungsgrad** zugeschrieben werden. **Der Bedeutungsgrad misst**, inwieweit ein Produktionsbereich Leistungen für andere Produktionsbereiche erbringt, die besonders schützenswerte Produkte oder Dienstleistungen erzeugen. Er

ergibt sich aus den wirtschaftlichen Verflechtungen der unterschiedlichen Produktionsbereiche (siehe auch Kapitel 3).²¹

So kann die Produktion besonders schützenswerter Produkte von (vorgelagerten) Vorleistungen aus nicht besonders schützenswerten Bereichen abhängen. Zum Beispiel werden Düngemittel (nicht besonders geschützt) in großem Maße in die Landwirtschaft (besonders geschützt) geliefert. Andersherum ist es möglich, dass Güter oder Dienstleistungen aus besonders schützenswerten Bereichen Teil einer Wertschöpfungskette für weniger schützenswerte Produkte sind – zum Beispiel, wenn Transportdienstleistungen Teil der Wertschöpfungskette sind, an deren Ende Möbel stehen.

Durch die Verknüpfung der nachgelagerten Wertschöpfung (Abschnitt 3.2) mit der Gasintensität (Abschnitt 3.3) lässt sich der Anteil des Gasverbrauchs eines Produktionsbereiches bestimmen, der Teil von Wertschöpfungsketten besonders schützenswerter Produktionsbereiche ist. Daraus ergibt sich der Anteil des Gasverbrauchs, der für die Endproduktion besonders schützenswerter Güter und Dienstleistungen benötigt wird, am gesamten Gasverbrauch eines Produktionsbereichs. Beispielsweise trägt die Landwirtschaft knapp 600 Mio. Euro Wertschöpfung zur Endproduktion des Gesundheitswesens bei, entweder direkt über Vorleistungen oder indirekt über vorgelegte Wertschöpfungsschritte. Gleichzeitig trägt die Landwirtschaft direkt und indirekt gut 2 Mio. Euro Wertschöpfung zur Endproduktion von Fahrzeugen bei. Die Gasintensität der Landwirtschaft liegt bei rund 0,08 GWh je eine Million Euro Wertschöpfung (siehe Abbildung 7). Der Gasverbrauch der Landwirtschaft, der nötig ist, damit die Gesundheitswirtschaft ihre Endproduktion erbringen kann, beträgt damit gut 45 GWh (knapp 600 Mio. Euro * 0,08 GWh/1 Mio. Euro). Der Gasverbrauch der Landwirtschaft, der nötig ist, damit der Fahrzeugbau seine Endproduktion erbringen kann, beträgt dagegen knapp 0,2 GWh (2 Mio. Euro * 0,08 GWh/1 Mio. Euro). Die Endproduktion des Gesundheitswesens ist besonders schützenswert, die Endproduktion des Fahrzeugbaus dagegen nicht. Dies wird nun für alle 78 Produktionsbereiche durchgeführt. Es ergibt sich der nachgelagerte Gasverbrauch der Landwirtschaft, der nötig ist, damit besonders schützenswerte und weniger schützenswerte Produktionsbereiche ihre Endproduktion erbringen können. Der Anteil des nachgelagerten Gasverbrauchs eines Produktionsbereichs für besonders schützenswerte Endproduktion (wie die des Gesundheitswesens) am gesamten nachgelagerten Gasverbrauch ergibt den Bedeutungsgrad.

Im Gegensatz zum Schutzstatus (Kapitel 4.1) bietet dieser Bedeutungsgrad durch die Anteilsberechnung des Gasverbrauches eine **kontinuierliche Einstufung** zwischen 0 und 1 (bzw. 100 Prozent). Dadurch erlaubt der Bedeutungsgrad eine stärkere Differenzierung und bietet somit ein Kriterium der Priorisierung.

Im **Ergebnis** zeigt es sich, dass viele Produktionsbereiche mit Schutzstatus „besonders schützenswert“ einen hohen Bedeutungsgrad haben. Es gibt allerdings Ausnahmen. Zum Beispiel hat die Schifffahrt als Vorleistungsbranche einen Bedeutungsgrad von 22 Prozent, während sie selbst als Transport- und Verkehrsdienstleistung als besonders schützenswert eingestuft ist (Abbildung 8).

- Von den **36 besonders schützenswerten** Bereichen haben insbesondere öffentliche Dienstleistungsbranchen sowie die Herstellung von Nahrungsmitteln einen hohen Bedeutungsgrad.

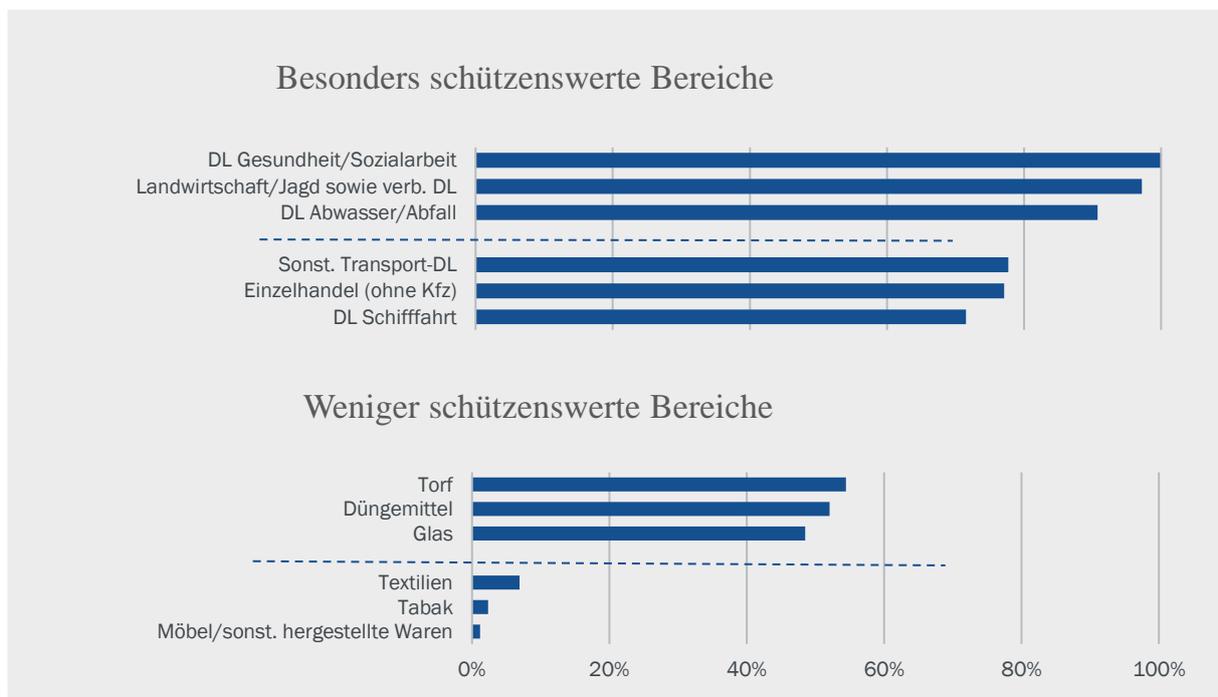
²¹ Wir gehen davon aus, dass der Gasverbrauch, der für die Erbringung von Leistungen nötig ist, die Teil von Wertschöpfungsketten sind, an deren Ende ein im Ausland verkauftes Produkt steht (Gasverbrauch für ausländische Wertschöpfungsketten), zu gleichen Teilen für die Erzeugung besonders schützenswerter Produktion verwendet wird wie der Gasverbrauch für inländische Wertschöpfungsketten.

So hat die Fleischproduktion in allen drei zugeordneten Produktionsbereichen einen Bedeutungsgrad von 100 Prozent. Dies gilt auch für den Bereich Gesundheit. Ebenfalls hohe Bedeutungsgrade haben der Bereich Bildung (99 Prozent), sonstige Dienstleistungen (97 Prozent) und Wasser (96 Prozent).

- Der Bedeutungsgrad der **42 weniger schützenswerten Produktionsbereiche** liegt durchschnittlich deutlich darunter. Den höchsten Bedeutungsgrad haben hier die sonstigen wirtschaftsnahen Dienstleistungen (37 Prozent), Torf (33 Prozent) und sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen (28 Prozent).

Abbildung 8: Bedeutungsgrad anhand nachgelagerter Wertschöpfungsketten

Jeweils die drei Produktionsbereiche mit hohen und niedrigen Bedeutungsgraden



Quelle: Eigene Berechnungen

Dennoch ist auch diese Einschätzung lediglich ein Anhaltspunkt. Ohne weitere Informationen zu den Unternehmen lassen sich an dieser Stelle kein „Cut-off-Points“ („über 50 Prozent ist hoch“) oder konkrete Maßnahmen empfehlen. Zum einen hängt ein möglicher Grenzpunkt, der bestimmt, ab wann eine Branche im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge als prioritär betrachtet wird, von der spezifischen Schwere der Gasmangellage ab. Zum anderen kann auch ein Unternehmen, das einem weniger schützenswerten Produktionsbereich zugeordnet ist, der einen geringen Bedeutungsgrad hat, Güter und Dienstleistungen produzieren, die Teil besonders schützenswerter Wertschöpfungsketten sind. Eine Einzelfallbetrachtung ist deshalb unumgänglich. Dennoch bietet der indirekte Bedeutungsgrad einen Ausgangspunkt, anhand dessen eine Prüfung von Betrieben priorisiert werden kann.

4.3 Vergleich unterschiedlicher Konzepte zur Bestimmung des Bedeutungsgrades

Alternative Klassifizierungen der Produktionsbereiche sind möglich, die grundlegende Gruppierung wird jedoch auch durch solche alternativen Ansätze nicht in Frage gestellt. Beispielsweise wurde im Zuge der Covid-19-Pandemie unter dem Stichwort der „Systemrelevanz“ diskutiert, welche Branchen und Dienstleistungen für die Gesellschaft als besonders relevant einzustufen seien.²² Auch hier werden unterschiedliche Kriterien angelegt, u. a. ökonomische Verflechtungen und eben Vorleistungen bestimmter Branchen für eine gewisse kritische Infrastruktur. Einige Verbände bzw. Institutionen haben dies für ihre Branchen bereits verfolgt.²³ Zudem scheint uns neben der Definition von besonders schützenswerten Bereichen bzw. Branchen anhand grundlegender (gesamt)gesellschaftlicher Bedürfnisse v. a. auch eine Einbeziehung von Wertschöpfungsketten und (ökonomischen) Verflechtungen zur Sicherstellung derartig schützenswerter Bereiche bzw. Infrastrukturen zentral (vgl. Kapitel 3).

5 Substitutionsmöglichkeiten

5.1 Energetische Substitution

Je nach Anwendung kann Erdgas (als Energieträger) mehr oder weniger gut substituiert bzw. eingespart werden. Seit Frühjahr 2022 haben sich bereits einige Institutionen bzw. Studien mit derartigen (kurzfristigen) Substitutions-/Einsparmöglichkeiten beschäftigt.²⁴ Neben Verhaltensänderungen (Reduktion der Raumwärme) werden u. a. auch die Nutzung anderer Brennstoffe in Anlagen, die für eine bivalente Feuerung vorgesehen sind, Elektrifizierungsmaßnahmen, Bezug von Biomethan oder anderweitige Effizienzmaßnahmen diskutiert. Teile davon sind, angeregt durch die vorhandene Unsicherheit bzw. hohen Preise in den vergangenen Monaten, bereits implementiert worden.²⁵ Deren tatsächlicher Umsetzungsgrad hängt jedoch von zahlreichen, auch sehr individuellen Faktoren ab. Dementsprechend erfolgt die Einordnung der Substitutions-/Einsparmöglichkeiten hier nur qualitativ und auf Ebene der relevanten Sektoren für verschiedene Anwendungsbereiche:

■ **Industrie:**

- Prozesswärme: andere Brennstoffe (z. B. Heizöl, Kohle, Propangas) in bivalenten Feuerungsanlagen, Großwärmepumpen
- Raumwärme/Warmwasser: Kompressoren, Wärmepumpen etc.
- Eigenstromerzeugung: bivalente Anlagen, Fremdbezug Strom

²² vgl. Schneemann et al. (2020): *Wirtschaftsdienst* 100, 687–693. DOI: 10.1007/s10273-020-2739-7.

²³ vgl. Thünen-Institut (2020): [Verflechtungen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit den kritischen Infrastrukturen in Deutschland \(KRITIS\) \(thuenen.de\)](https://www.thuenen.de), abgerufen am 19.10.2022, für die Forst-, Holz- und Papierwirtschaft, VCI (2020): <https://www.vci.de/vci/bilder/vci/19-corona-sonderseite/pdf-dateien/2020-04-03-anlage2-beispiele-fuer-systemrelevanz.pdf>, abgerufen am 19.10.2022, für die chemisch-pharmazeutische Industrie

²⁴ vgl. Agora / Prognos (https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022_03_DE_Immediate_Action_Programme/A-EW_252_DE_Immediate_Programme_WEB.pdf, abgerufen am 18.10.2022); BDEW (https://www.bdew.de/media/documents/Kurzfristige_Gassubstitution_Deutschland__final_17.03.2022_korr1.pdf, abgerufen am 19.10.2022); UBA (<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilung/sparsam-durch-die-energiekrise>, abgerufen am 19.10.2022)

²⁵ vgl. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/familienunternehmer/energiekrise-so-sparen-deutschlands-firmen-gas-und-strom/28722182.html>, abgerufen am 19.10.2022

- **GHD:**
 - Raumwärme/Warmwasser: Reduktion der Temperatur in Hotels, Gaststätten etc. Nutzung von Wärmepumpen, Biomasse, Flüssiggas, Strom, Holzöfen etc.
 - Dämmung
- **Öffentliche Strom-/Wärmeversorgung:**
 - ungekoppelt: v.a. durch andere konventionelle Kraftwerke
 - gekoppelt: bivalente Anlagen, Fokus auf Wärme, alternative Quellen in Fernwärme.

Dabei ist zu bedenken, dass es in der Breite nur fragmentierte Daten zur tatsächlichen Einsparung bzw. Substitution von Erdgas in Unternehmen gibt und diese qualitative Zusammenstellung keine belastbaren (quantitativen) Rückschlüsse auf implementierte Maßnahmen in Einzelunternehmen oder Einzelbranchen zulässt. Die BNetzA verfügt in diesem Zusammenhang vermutlich selbst über die aktuellen, umfangreichsten und relevantesten Informationen, da z. B. über die Sicherheitsplattform Gas derartige Substitutions-/Einsparmöglichkeiten auf Unternehmensebene abgefragt werden.

Wegen der lückenhaften Datenlage können die energetischen Substitutionsmöglichkeiten nicht in die Gesamtbewertung integriert werden.

Daneben besteht aber auch eine weitere Möglichkeit, Erdgas entlang der Wertschöpfungskette einzusparen bzw. zu substituieren: nämlich durch Substitution von Gütern. Diese wird in Abschnitt 5.2 adressiert.

5.2 Imports substitutionen von Gütern

Eine Unterbrechung von Wertschöpfungsketten durch den Ausfall eines Wertschöpfungsschritts (einer Vorleistung) kann zu einem Produktionsstopp führen, wenn die fragliche (vorgelagerte) Vorleistung nicht substituiert werden kann – z. B. durch Lieferungen aus dem Ausland oder Ausweichprodukte. Eine Analyse der einzelnen Schritte und benötigten Gütern innerhalb einer Wertschöpfungskette kann mangels geeigneter Daten nicht durchgeführt werden. Entsprechend können Substitutionsmöglichkeiten durch Importe von (vorgelagerten) Vorleistungen nur indirekt untersucht werden.²⁶

Dazu greifen wir auf den Complexity Index des Observatory for Economic Complexity (OEC) zurück. Dieser misst, wie schwierig es ist, ein Gut zu produzieren.²⁷ Güter, deren Fertigung komplexere Arbeitsschritte oder Prozesse erfordern, erhalten einen höheren Indexwert als einfach zu fertigende Güter. Beispielsweise hat die Fertigung eines Mikroskops einen höheren Komplexitätsgrad als die Fertigung von Textilien. Darüber hinaus kann der Complexity Index auch als Maß zur Einschätzung der Substituierbarkeit genutzt werden. Die zentrale Annahme ist, dass Güter hoher Komplexität von einer international geringeren Anzahl an Herstellern produziert werden. Ein Grund hierfür ist der teure Markteinstieg für neue Konkurrenten und der dadurch limitierte Wettbewerbsdruck. Betrachtet wird die Wertschöpfungskette von Endprodukten. Eine Substitution des Endproduktes selbst ist grundsätzlich auch möglich, wird aber nicht näher untersucht.²⁸

²⁷ Siehe Thorbekke, W., Chen, C. and Salike, N. (2021): The Relationship between Product Complexity and Exchange Rate Elasticities: Evidence from the People's Republic of China's Manufacturing Industries, Asian Development Review Vol. 38(2).

²⁸ Alternativ dazu könnte man die Imports substitution von Gütern auf Basis von Handelsdaten approximieren. Allerdings gerät dabei der Fokus auf Wertschöpfungsketten aus dem Fokus, während der OEC zumindest näherungsweise erlaubt, Aussagen über die Substitutionsmöglichkeiten innerhalb von Wertschöpfungsketten zu treffen.

Wichtig ist, dass der Complexity Index lediglich für produzierte Güter, aber nicht für Dienstleistungen und Rohstoffe vorliegt. Entsprechend kann für diese Produktionsbereiche keine Aussage zu Substitutionsmöglichkeiten auf Basis der OEC-Daten gegeben werden.

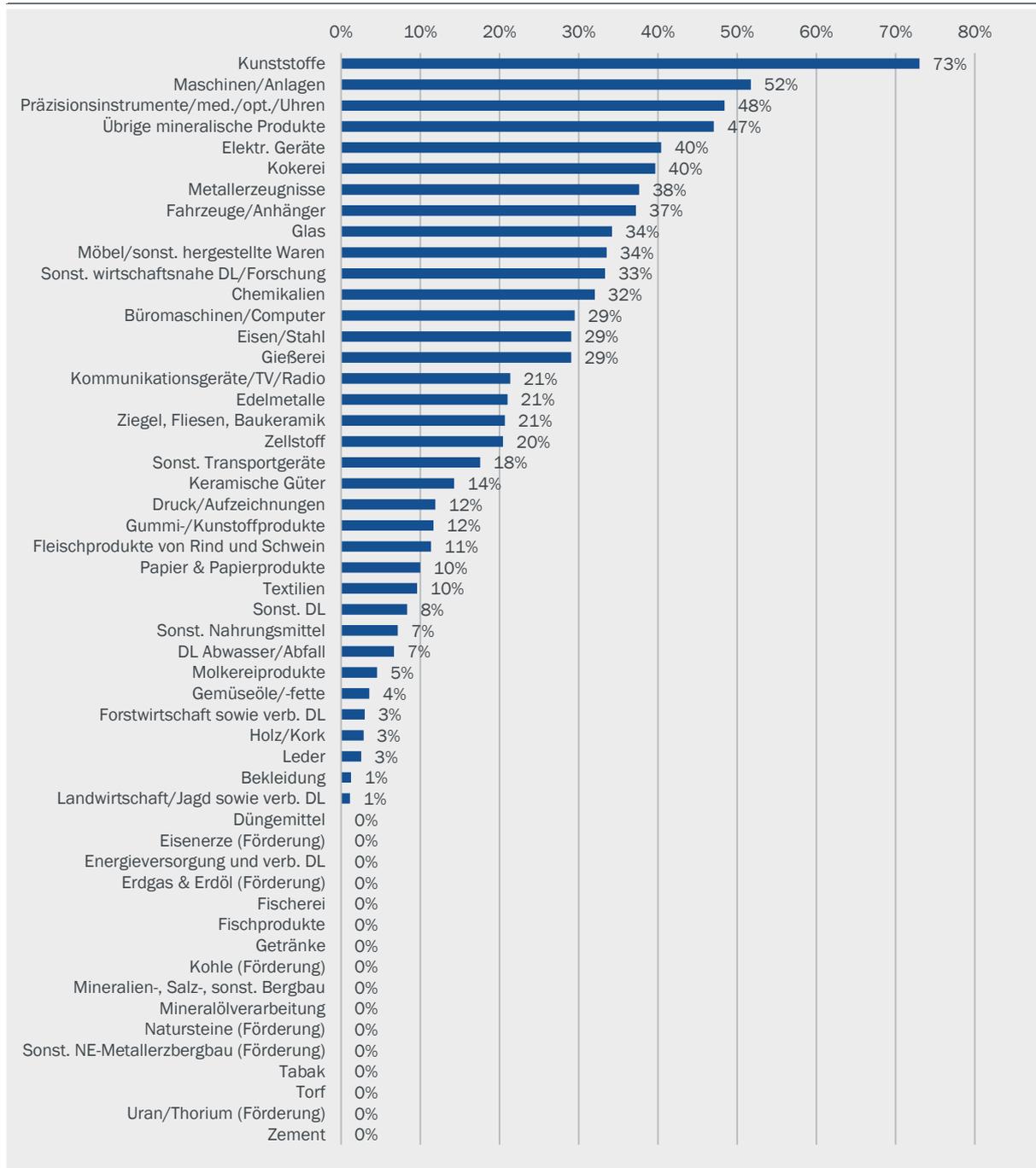
Der Complexity Index bietet keinen Grenzwert, der eine Entscheidung über die Substitutionsmöglichkeit innerhalb der Wertschöpfungskette eines Gutes zulässt. Der Indexbereich wurde deshalb in Quartile unterteilt. Im Rahmen dieser Studie wird angenommen, dass Güter im obersten Quartil aufgrund ihrer höheren Komplexität schwierig kurzfristig zu substituieren sind. Für Güter mit einem Complexity Index in den anderen drei Quartilen wird dagegen angenommen, dass eine Substitution eher kurzfristig möglich ist.²⁹

Die Ergebnisse zeigen den Anteil der komplexen Güter an allen Gütern, die einem Produktionsbereich zugeordnet sind. Je höher der Anteil, desto mehr Güter weisen komplexe Arbeitsschritte innerhalb ihrer Wertschöpfungskette auf. Entsprechend ist die Substitution von Arbeitsschritten, die für die Produktion dieser Güter nötig sind, schwierig.

Wertschöpfungsschritte, die für die Produktion von Kunststoffen und von Präzisionsinstrumenten nötig sind, lassen sich häufig nur sehr schwer substituieren. Im Produktionsbereich Kunststoffe haben 73 Prozent der dort produzierten Güter eine komplexe Wertschöpfungskette – es sind also Arbeitsschritte und Produktionsprozesse nötig, die sich kaum substituieren lassen (Abbildung 9). Beispielsweise sind Ionenaustauscher auf der Basis von Polymeren oder nichtzelluläres Celluloseacetat dem Bereich Kunststoffe zugeordnet.

²⁹ Wird stattdessen angenommen, dass Güter für der oberen beiden Quartile keine Substitution kurzfristig möglich ist, hätten die Produktionsbereiche Keramik, Gummi und Kunststoff, Kommunikationsgeräte/TV/Radio, Chemikalien und Zellstoff einen deutlich höheren Anteil komplexer Güter.

Abbildung 9: Anteil komplexer Güter nach Produktionsbereichen
 Güter mit einem Komplexitätsindex im obersten Quartil als Anteil an allen Gütern



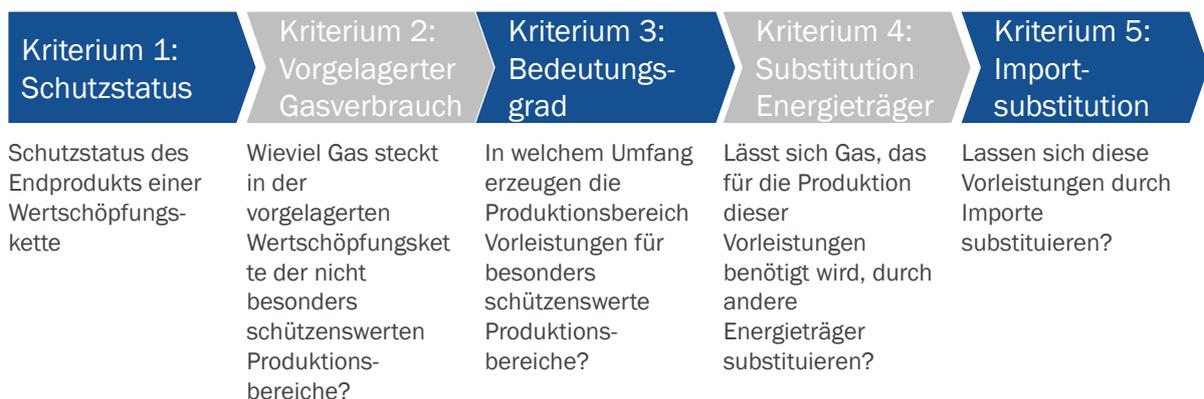
Quelle: OEC, eigene Berechnungen

6 Ergebnissynthese und Kriterienbewertung

Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte werden dazu genutzt, ein Bewertungsverfahren zu etablieren, das die Bildung einer Rangliste von Produktionsbereichen gemäß dem wahrscheinlichen gesellschaftlichen Schaden, der durch eine Abschaltung entsteht, ermöglicht. Eine solche Rangliste dient als Orientierung, um konkrete Entscheidungen durch eine datengestützte Analyse zu begleiten. Der Schaden wird nicht monetarisiert, sondern bemisst sich daran, inwieweit mutmaßlich die Produktion gesellschaftlich relevanter Produkte und Dienstleistungen tangiert wird.

Für eine Bewertung kommen insgesamt fünf Kriterien in Frage (Abbildung 10). Für Kriterium 4 ist allerdings die Datenlage beschränkt, während Kriterium 2 nur begrenzte Aussagekraft für die mit dieser Studie zu beantwortende Fragestellung besitzt. Beide Kriterien können deshalb als ergänzende Informationen betrachtet werden. Für den Bewertungsablauf werten wir lediglich drei Kriterien aus (1, 3 und 5), um zu einer Priorisierung der Produktionsbereiche zu gelangen.

Abbildung 10: Schematischer Bewertungsablauf



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG, 2022

Im Folgenden sind die einzelnen Kriterien knapp dargelegt und mit einem Verweis zu den jeweiligen Berichtsabschnitten versehen, in denen die relevanten Indikatoren und Analysen ausführlicher beschrieben sind.

Kriterium 1: Schutzstatus des Endprodukts einer Wertschöpfungskette

Vorgehen: Zunächst wird geprüft, ob das Endprodukt (also das produzierte Gut am Ende einer Wertschöpfungskette), das in einem Produktionsbereich produziert wird, **besonders schützenswert** ist. Dazu werden die Ergebnisse aus Kapitel 4.1 genutzt.

Ergebnis: Jeder betrachtete Produktionsbereich ist entweder besonders schützenswert oder weniger schützenswert.

Kriterium 2: Vorgelagerter Gasverbrauch

Vorgehen: Es wird bestimmt, wie hoch der Gasverbrauch entlang der Wertschöpfungsketten der Produktionsbereiche ist. Dazu werden die Ergebnisse aus Kapitel 3 genutzt.

Ergebnis: Produktionsbereiche, die einen hohen Gasverbrauch entlang ihrer Wertschöpfungskette haben, könnten vorrangig priorisiert werden im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge. Dieses Kriterium bietet allerdings für die Erreichung einer Priorisierung der Produktionsbereiche im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge kaum einen Mehrwert. Das Ziel einer Identifikation von Produktionsbereichen, deren Leistungen für die Produktion besonders schützenswerter Produktionsbereiche wichtig sind, lässt sich durch dieses Kriterium nicht erreichen.

Kriterium 3: Bedeutungsgrad

Vorgehen: Als drittes Kriterium wird untersucht, in welchem Ausmaß ein Produktionsbereich Teil der Wertschöpfungskette von besonders schützenswerten Produktionsbereichen ist – also wie hoch der jeweilige **Bedeutungsgrad** ist. Grundlage für dieses Kriterium sind die Ergebnisse aus Abschnitt 4.2.

Ergebnis: Produktionsbereiche, die einen geringen Bedeutungsgrad aufweisen, und entsprechend nur in geringem Ausmaß Teil von Wertschöpfungsketten besonders schützenswerter Produktionsbereiche sind, werden in dieser Studie vorrangig priorisiert im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge.

Kriterium 4: Substitutionsmöglichkeiten für Gas als Brennstoff

Vorgehen: Anstelle von Imports substitutionen kann Gas als Brennstoff im Produktionsprozess ersetzt werden. Geprüft wird deshalb, ob eine solche Substitution des Energieträgers in einem Produktionsbereich möglich ist. Dieses Kriterium greift auf Abschnitt 5.1 zu.

Ergebnis: Produktionsbereiche, für deren Produktionsprozesse Gas als Energieträger durch Alternativen ersetzt werden kann, könnten im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge priorisiert werden. Allerdings liegen hierzu keine quantitativen Informationen vor. Vorhandene qualitative Informationen sind zudem nur sehr grob verfügbar und sind nicht ausreichend präzise, um in das Bewertungsschema integriert werden zu können. Deshalb kann dieses Kriterium für das vorgeschlagene Vorgehen zur Priorisierung nicht verwendet werden.

Kriterium 5: Substitutionsmöglichkeiten für Güter

Vorgehen: Anschließend wird geprüft, ob es für die Güter von nicht besonders schützenswerten Produktionsbereichen, die relevant für die Produktion besonders schützenswerter Produktionsbereiche sind, Substitutionsmöglichkeiten durch Importe gibt. Dabei wird der **Komplexitätsgrad** der Güter betrachtet, die in einem Produktionsbereich gefertigt werden. Eine ausführliche Beschreibung ist in Abschnitt 5.2 gegeben.

Ergebnis: Produktionsbereiche, deren Produkte eine geringere Komplexität entlang ihrer Wertschöpfungskette aufweisen, werden im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge in der vorliegenden Studie priorisiert.

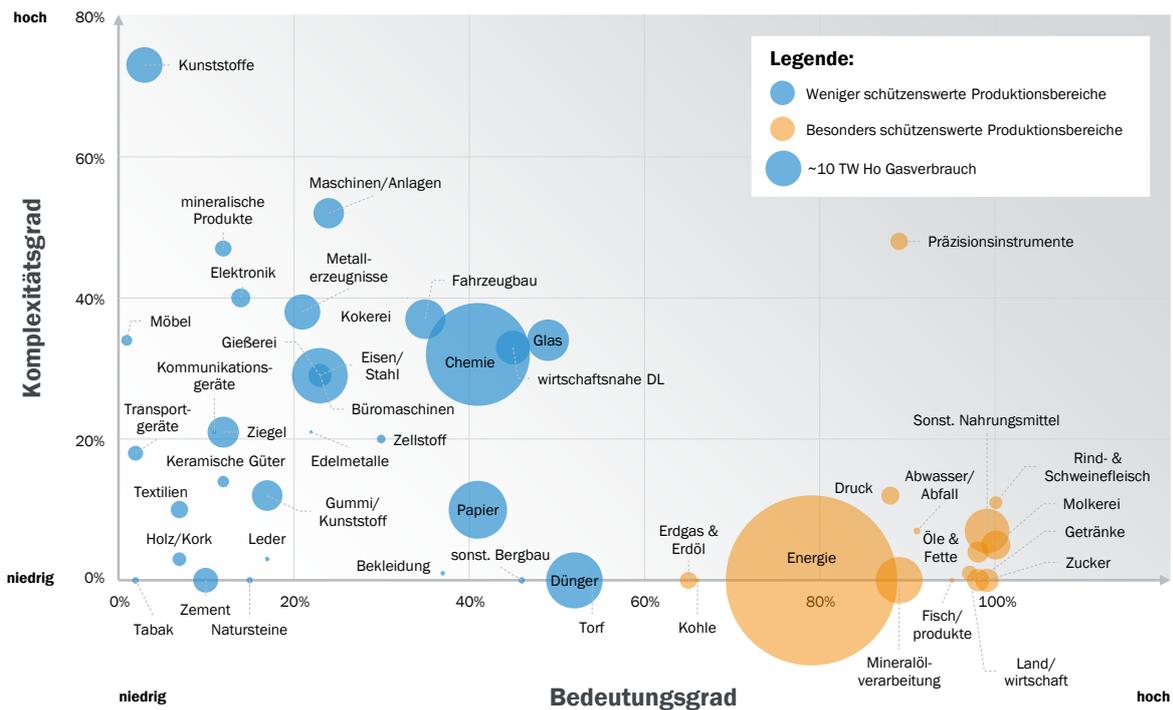
Die Kriterien 1, 3 und 5 werden nun kombiniert, um zu einer Priorisierung im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge zu kommen (Abbildung 11).

Die blau eingefärbten Branchen im linken unteren Segment sind zu priorisieren. Produktionsbereiche mit einem geringen Bedeutungsgrad (horizontale Achse links), aber einem hohen Komplexitätsgrad (vertikale Achse oben) sind im linken oberen Segment zu finden. Entsprechend sind Produktionsbereiche mit einem hohen Bedeutungsgrad im rechten Segment platziert. Die Produktionsbereiche Tabak, Zement, Holz/Kork und Textilien weisen einen sehr geringen Bedeutungsgrad und einen geringen Komplexitätsgrad auf, haben also Priorität im Sinne einer Reduktions- oder Abschaltreihenfolge.³⁰

Der Produktionsbereich Kunststoffe leistet ebenfalls nur einen sehr geringen Beitrag für besonders schützenswerte Produktionsbereiche. Allerdings sind für die im Bereich Kunststoffe produzierten Güter überwiegend komplexe Arbeitsschritte erforderlich. Es ist deshalb zu vermuten, dass eine Substitution dieser Güter schwieriger ist.

Abbildung 11: Schutzstatus, Bedeutungsgrad, Gasverbrauch und Komplexitätsgrad

Produktionsbereiche, für die ein Komplexitätsindex berechnet werden kann



Insgesamt fünf Produktionsbereiche sind nicht aufgeführt, da sie keinen eigenen Gasverbrauch haben und deshalb kein Bedeutungsgrad ermittelt werden kann. Es handelt sich um die Produktionsbereiche Forstwirtschaft, Fischerei, Uran/Thorium (Förderung), Eisenerze (Förderung) und Sonst. NE-Metallergbergbau (Förderung).

Quelle: Eigene Darstellung

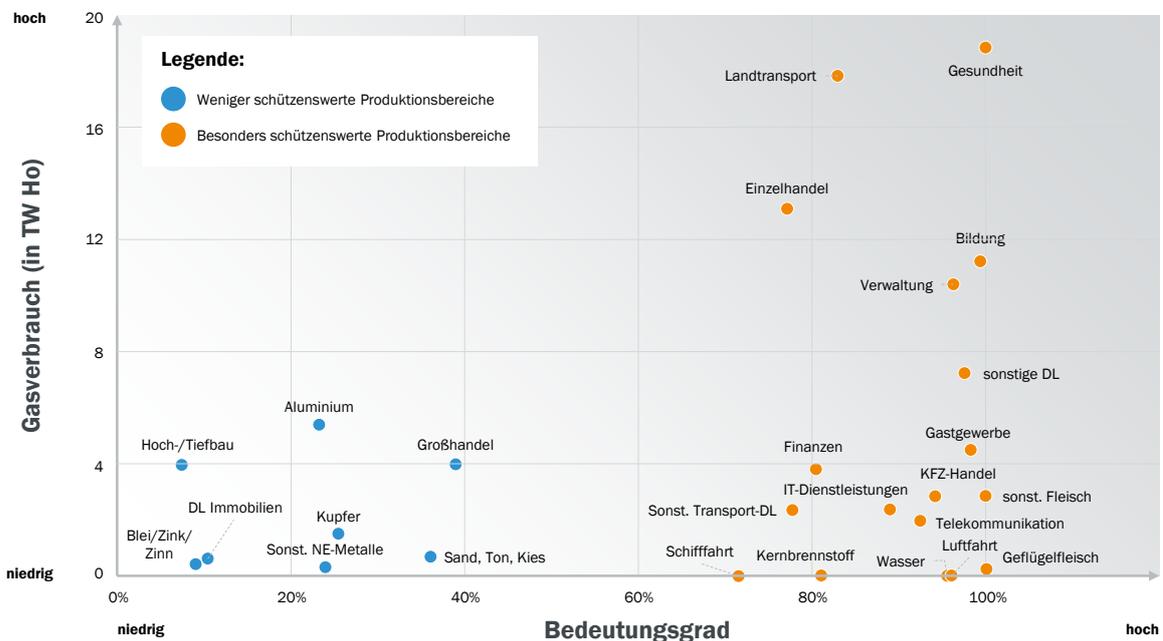
© Prognos AG / BNetzA, 2022

³⁰ Die vollständigen Ergebnisse sind, wie auch die in dem folgenden beiden Abbildungen verwendeten Kurzbezeichnungen, im Anhang dargestellt.

Produktionsbereiche, für die mangels Daten kein Komplexitätsindex berechnet werden kann, werden separat betrachtet. Gemäß des vorgeschlagenen Bewertungsablaufs (Schutzstatus, Bedeutungsgrad, Komplexitätsgrad) sollten nicht besonders schützenswerte Produktionsbereiche, die einen geringen Bedeutungsgrad sowie einen geringen Komplexitätsgrad aufweisen, priorisiert werden im Sinne einer Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge. Produktionsbereiche, für die kein Komplexitätsgrad bestimmt werden kann, sind im Wesentlichen Dienstleistungsbereiche und Branchen der Rohstoffherzeugung (Abbildung 12). Die vertikale Achse zeigt nun nicht mehr den Komplexitätsgrad, sondern den Gasverbrauch. Entsprechend fällt eine Dimension weg, die Kreisgröße weist nun kein Unterscheidungsmerkmal aus.

Insgesamt ist der Gasverbrauch der nicht besonders schützenswerten Produktionsbereiche mit einem geringen Bedeutungsgrad in Abbildung 12 überschaubar. So benötigt der Produktionsbereich Hoch-/Tiefbau knapp 4 TWh Ho Gas, um zu produzieren. Dies entspricht gut 0,5 Prozent des gesamten Gasverbrauchs aller Produktionsbereiche. Ein wesentlicher Teil der Produktion des Hoch-/Tiefbaus ist nicht Teil von besonders schützenswerten Wertschöpfungsketten – entsprechend hat der Produktionsbereich einen geringen Bedeutungsgrad.

Abbildung 12: Schutzstatus, Bedeutungsgrad und Gasverbrauch
Produktionsbereiche, für die kein Komplexitätsindex berechnet werden kann



Insgesamt fünf Produktionsbereiche sind nicht aufgeführt, da sie keinen eigenen Gasverbrauch haben und deshalb kein Bedeutungsgrad ermittelt werden kann. Es handelt sich um die Produktionsbereiche Forstwirtschaft, Fischerei, Uran/Thorium (Förderung), Eisenerze (Förderung) und Sonst. NE-Metallerzbergbau (Förderung).

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG, 2022

7 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen – Anwendung der Ergebnisse in einer Gasmangellage

Die vorhergehenden Analysen haben gezeigt, dass den Produktionsbereichen verschiedene **Kriterien** zugewiesen werden konnten, die sie bewertbar machen. Im Vordergrund steht dabei die grundsätzliche Einordnung der Produktionsbereiche in solche, die (überwiegend) besonders schützenswerte Güter und Dienstleistungen produzieren, und solche die das (überwiegend) nicht tun.

Für alle Produktionsbereiche wurde nun mit Hilfe der Analyse der Wertschöpfungsketten ermittelt, wie ihr **Beitrag** für **besonders schützenswerte Produktionsbereiche** ist („Bedeutungsgrad“). Dieser variiert zwischen den Bereichen signifikant und kann – da er als kardinale Größe ermittelbar ist – für ein Ranking herangezogen werden.

Im nächsten Schritt ermittelten wir die **Substituierbarkeit** von Vorprodukten entlang der Wertschöpfungskette. Um diese zu approximieren, wurde der Anteil komplexer Güter an einer Wertschöpfungskette berechnet. Wenn im hohen Maß eher komplexe Vorleistungen in die Produktion eingehen, dürfte eine Substitution durch Produkte aus dem Ausland schwieriger sein.

Der (nachgelagerte) Beitrag zu besonders schützenswerten Produkten und die angenäherte Substituierbarkeit gemeinsam bilden die **potenzielle Reduzierungs- oder Abschaltreihenfolge**. Da nicht für alle Produktionsbereiche ein Maß für die Substituierbarkeit gebildet werden kann, werden die beiden Kriterien parallel betrachtet.

Unter Zugrundelegung der hier untersuchten Kriterien empfiehlt es sich, zunächst Branchen zu adressieren, die einen **niedrigen Bedeutungsgrad** aufweisen und deren Vorprodukte tendenziell leichter zu substituieren sind (Komplexitätsgrad gering). Die Informationen über den direkten Gasverbrauch in den betreffenden Produktionsbereichen erlauben dem Bundeslastverteiler, die Gasmenge abzuschätzen, die bei vollständiger Unterbrechung des Gasbezugs dieses Bereichs eingespart würde. Ist der Gasmangel größer als der Gasbedarf in dem betreffenden Bereich, sind weitere Produktionsbereiche entlang dem Ranking adressierbar.

Die Summe des (direkten) Gasbedarfs der weniger geschützten Produktionsbereiche beträgt rd. 284 TWh. Unter der Annahme einer Gleichverteilung dieses Bedarfs über das Jahr können somit **knapp 780 GWh pro Tag** eingespart werden, wenn die weniger schützenswerten Produktionsbereiche vollständig von der Gasversorgung getrennt werden.

Im nächsten Schritt müssten in den entsprechenden Produktionsbereichen **Betriebe bzw. Gaskunden** identifiziert werden, die in der Engpasszone Gas beziehen. Es ist zu überprüfen, ob diese tatsächlich kein besonders geschütztes Produkt erzeugen. Wenn das bestätigt werden kann, käme der Betrieb bzw. Gaskunde für eine Reduzierung oder Abschaltung in Frage, wobei wir ausdrücklich empfehlen, keinesfalls allein diese Studie als Grundlage für die Entscheidung heranzuziehen, sondern weitere Kriterien wie Folgekosten der Reduzierung oder Abschaltung zu berücksichtigen, die nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bzw. des Auftrags der BNetzA waren.

Im **Ergebnis** wird die BNetzA anhand einer fundierten Analyse mit einem von mehreren möglichen Datenpunkten dabei unterstützt, Verfügungen auszusprechen, die die Gasmangellage in der betreffenden Engpasszone beheben.

Zudem ist die Abwägung zu treffen, ob der **nicht lebenswichtige Bedarf geschützter Kunden**, der nur dem „Komfort“ dient, ebenfalls zu adressieren ist. Dieser war auftragsgemäß nicht Gegenstand der vorliegenden Analyse, sollte aber auch in der übergreifenden Einsatzreihenfolge berücksichtigt werden. Untersuchungsfragen in diesem Zusammenhang wären z. B. die Definition von „Komfort“ und welche Informationen hierzu vorliegen sowie mit welchen Instrumenten dieses Gaseinsparpotenzial adressiert werden könnte.

Abschließend darf der Hinweis nicht fehlen, dass Verfügungen zur Reduktion des Gasbedarfs nur die **ultima ratio** sein dürfen, wenn alle anderen Maßnahmen ausgeschöpft sind. Der bessere Weg ist allemal, so viel Gas einzusparen, dass es keiner Markteingriffe durch den Bundeslastverteiler bedarf.

Anhang: Produktionsbereiche und Schutzstatus, Bedeutungsgrad und Gasverbrauch (vollständig)

Hinweis: Der Komplexitätsgrad liegt nur für die industriellen Produktionsbereiche, nicht aber für Dienstleistungen und Rohstoffe vor. k. A. = keine Angabe. Fünf Produktionsbereiche haben keinen Gasverbrauch, entsprechend kann für diese kein Bedeutungsgrad ermittelt werden.

Die Sortierung in der Tabelle ist alphabetisch.

Produktionsbereich	Kurzbezeichnung	Schutzstatus	Bedeutungsgrad	Komplexitätsgrad	Gasverbrauch / TWh Ho
Aluminium	Aluminium	0	23 %	k. A.	5,4
Bekleidung	Bekleidung	0	37 %	1 %	0,2
Blei/Zink/Zinn	Blei/Zink/Zinn	0	9 %	k. A.	0,4
Büromaschinen/Computer	Büromaschinen	0	23 %	29 %	0,1
Chemikalien	Chemie	0	41 %	32 %	85,7
DL Abwasser/Abfall	Abwasser/Abfall	1	91 %	7 %	0,4
DL Bildung	Bildung	1	99 %	k. A.	11,2
DL Gesundheit/Sozialarbeit	Gesundheit	1	100 %	k. A.	18,8
DL Immobilien	DL Immobilien	0	10 %	k. A.	0,6
DL Luftfahrt	Luftfahrt	1	96 %	k. A.	0,0
DL Post/Telekommunikation	Telekommunikation	1	92 %	k. A.	2,0
DL Schifffahrt	Schifffahrt	1	72 %	k. A.	0,0
DL sonst. Landverkehr/Pipelinetransport	Landtransport	1	83 %	k. A.	17,8

Druck/Aufzeichnungen	Druck	1	88 %	12 %	2,6
Düngemittel	Dünger	0	52 %	0 %	25,4
Edelmetalle	Edelmetalle	0	22 %	21 %	0,1
Einzelhandel (ohne Kfz)	Einzelhandel	1	77 %	k. A.	13,1
Eisen/Stahl	Eisen/Stahl	0	23 %	29 %	25,0
Eisenerze (Förderung)	Eisenerze	0		0 %	0,0
Elektr. Geräte	Elektronik	0	14 %	40 %	2,9
Energieversorgung und verb. DL	Energie	1	79 %	0 %	233,5
Erdgas & Erdöl (Förderung)	Erdgas & Erdöl	1	65 %	0 %	2,3
Fahrzeuge/Anhänger	Fahrzeugbau	0	35 %	37 %	12,8
Finanz-/Versicherungs-DL	Finanzen	1	80 %	k. A.	3,8
Fischerei	Fischerei	1		0 %	0,0
Fischprodukte	Fischprodukte	1	95 %	0 %	0,2
Fleischprodukte aus Geflügel	Geflügelfleisch	1	100 %	k. A.	0,3
Fleischprodukte von Rind und Schwein	Rind- & Schweinefleisch	1	100 %	11 %	1,3
Forstwirtschaft sowie verb. DL	Forstwirtschaft	1		3 %	0,0
Gemüseöle/-fette	Öle & Fette	1	98 %	4 %	3,6
Getränke	Getränke	1	98 %	0 %	4,0
Gießerei	Gießerei	0	23 %	29 %	4,2
Glas	Glas	0	49 %	34 %	14,0

Großhandel (ohne Kfz)	Großhandel	0	39 %	k. A.	4,0
Gummi-/Kunststoffprodukte	Gummi/Kunststoff	0	17 %	12 %	7,5
Handel/Rep./Inst. Kfz	KFZ-Handel	1	94 %	k. A.	2,8
Hoch-/Tiefbau	Baugewerbe	0	8 %	k. A.	4,0
Holz/Kork	Holz/Kork	0	7 %	3 %	1,5
Hotels/Restaurants	Gastgewerbe	1	98 %	k. A.	4,5
IT-Dienstleistungen	IT-Dienstleistungen	1	89 %	k. A.	2,4
Keramische Güter	Keramische Güter	0	12 %	14 %	1,1
Kernbrennstoff	Kernbrennstoff	1	81 %	k. A.	0,0
Kohle (Förderung)	Kohle	1	66 %	0 %	0,2
Kokerei	Kokerei	0	33 %	40 %	0,0
Kommunikationsgeräte/TV/Radio	Kommunikationsgeräte	0	11 %	21 %	0,1
Kunststoffe	Kunststoffe	0	3 %	73 %	10,4
Kupfer	Kupfer	0	25 %	k. A.	1,5
Landwirtschaft/Jagd sowie verb. DL	Landwirtschaft	1	97 %	1 %	1,8
Leder	Leder	0	17 %	3 %	0,2
Maschinen/Anlagen	Maschinen/Anlagen	0	24 %	52 %	7,5
Metallerzeugnisse	Metallerzeugnisse	0	21 %	38 %	10,1
Mineralien-, Salz-, sonst. Bergbau	sonst. Bergbau	0	46 %	0 %	0,3
Mineralölverarbeitung	Mineralölverarbeitung	1	89 %	0 %	17,5
Möbel/sonst. hergestellte Waren	Möbel	0	1 %	34 %	0,9
Molkereiprodukte	Molkerei	1	100 %	5 %	6,7

Natursteine (Förderung)	Natursteine	0	15 %	0 %	0,3
Öffentl. Administration/Sicherheit	Verwaltung	1	96 %	k. A.	10,4
Papier & Papierprodukte	Papier	0	41 %	10 %	27,2
Präzisionsinstrumente/med./opt./Uhren	Präzisionsinstrumente	1	89 %	48 %	2,4
Sand, Ton, Kies (Förderung)	Sand, Ton, Kies	0	36 %	k. A.	0,7
Sonst. DL	sonstige DL	1	97 %	8 %	7,2
sonst. Fleischprodukte	sonst. Fleisch	1	100 %	k. A.	2,9
Sonst. Nahrungsmittel	Sonst. Nahrungsmittel	1	99 %	7 %	16,0
Sonst. NE-Metalle	Sonst. NE-Metalle	0	24 %	k. A.	0,3
Sonst. NE-Metallerzbergbau (Förderung)	Sonst. NE-Metallerzbergbau	0		0 %	0,0
Sonst. Transport-DL	Sonst. Transport-DL	1	78 %	k. A.	2,3
Sonst. Transportgeräte	Transportgeräte	0	2 %	18 %	1,9
Sonst. wirtschaftsnahe DL/Forschung	wirtschaftsnahe DL	0	45 %	33 %	9,2
Tabak	Tabak	0	2 %	0 %	0,3
Textilien	Textilien	0	7 %	10 %	2,5
Torf	Torf	0	54 %	0 %	0,0
Übrige mineralische Produkte	mineralische Produkte	0	12 %	47 %	2,1
Uran/Thorium (Förderung)	Uran/Thorium	1		0 %	0,0
Wasser	Wasser	1	96 %	k. A.	0,0

Zellstoff	Zellstoff	0	30 %	20 %	0,6
Zement	Zement	0	10 %	0 %	5,0
Ziegel, Fliesen, Bau- keramik	Ziegel	0	12 %	21 %	7,8
Zucker	Zucker	1	99 %	0 %	4,4

Impressum

Gasverbrauch von Produktionsbereichen Analyse von Wertschöpfungsketten

Herausgeber

Prognos AG
Goethestr. 85
10623 Berlin
Telefon: +49 89 954 1586-710
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/prognos_aG

Autoren

Jakob Ambros
Jens Hobohm
Sebastian Lübbers
Dr. Fabian Muralter
Dr. Andreas Sachs

Kontakt

Jens Hobohm (Projektleitung)
Telefon: +49 30 52 00 59-242
E-Mail: jens.hobohm@prognos.com

Satz und Layout: Prognos AG
Bildnachweis(e): AdobeStock-tomas
Stand: Oktober 2022
Copyright: 2022, Prognos AG

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG (2022): Gasverbrauch von Produktionsbereichen.