

STUDY

Nr. 79 • Mai 2022 • Hans-Böckler-Stiftung

AUSWIRKUNGEN EINES ERDGASEMBARGOS AUF DIE GESAMTWIRTSCHAFTLICHE PRODUKTION IN DEUTSCHLAND

Tom Krebs¹

KURZBESCHREIBUNG

Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen eines sofortigen Lieferstopps russischen Erdgases auf die gesamtwirtschaftliche Produktion in Deutschland. Dieser Lieferstopp kann entweder die Folge eines Importembargos der Europäischen Union oder einer Entscheidung Russlands (Exportembargo) sein. Der Fokus der Analyse liegt auf den angebotsseitigen Effekten, die aufgrund einer Verknappung des Erdgasangebots im industriellen Sektor entstehen und entlang der Wertschöpfungsketten auf die Gesamtwirtschaft ausstrahlen. In einem Basisszenario führt ein sofortiges Gasembargo zu einem kurzfristigen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion um 3,2 Prozent bis 8 Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Sollte sich die Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo sehr günstig entwickeln (alternatives Szenario), dann wäre mit einem kurzfristigen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion zwischen 1,2 Prozent und 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts zu rechnen. Neben den angebotsseitigen Effekten sind die nachfrageseitigen Effekte eines Embargos zu berücksichtigen; gemäß aktueller Studien verringern die nachfrageseitigen Effekte eines Energieembargos (Kohle, Erdöl, Erdgas) das Bruttoinlandsprodukt kurzfristig zwischen 2 Prozent und 4 Prozent. Schließlich würde ein sofortiges Erdgasembargo auch dauerhafte wirtschaftliche Schäden verursachen, weil es Produktionspotenziale reduziert und Wachstumskräfte schwächt. Die Berechnungen der wirtschaftlichen Folgen eines Erdgasembargos sind mit großer Unsicherheit verbunden, die über das normale Maß an Unsicherheit ökonomischer Studien hinausgeht.

¹ Universität Mannheim, Fachbereich Volkswirtschaftslehre: tkrebs@uni-mannheim.de

Studie im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung

Auswirkungen eines Erdgasembargos auf die gesamtwirtschaftliche Produktion in Deutschland

Tom Krebs¹

9. Mai 2022

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen eines sofortigen Lieferstopps russischen Erdgases auf die gesamtwirtschaftliche Produktion in Deutschland. Dieser Lieferstopp kann entweder die Folge eines Importembargos der Europäischen Union oder einer Entscheidung Russlands (Exportembargo) sein. Der Fokus der Analyse liegt auf den angebotsseitigen Effekten, die aufgrund einer Verknappung des Erdgasangebots im industriellen Sektor entstehen und entlang der Wertschöpfungsketten auf die Gesamtwirtschaft ausstrahlen. In einem Basisszenario führt ein sofortiges Gasembargo zu einem kurzfristigen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion um 3,2 Prozent bis 8 Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Sollte sich die Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo sehr günstig entwickeln (alternatives Szenario), dann wäre mit einem kurzfristigen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion zwischen 1,2 Prozent und 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts zu rechnen. Neben den angebotsseitigen Effekten sind die nachfrageseitigen Effekte eines Embargos zu berücksichtigen; gemäß aktueller Studien verringern die nachfrageseitigen Effekte eines Energieembargos (Kohle, Erdöl, Erdgas) das Bruttoinlandsprodukt kurzfristig zwischen 2 Prozent und 4 Prozent. Schließlich würde ein sofortiges Erdgasembargo auch dauerhafte wirtschaftliche Schäden verursachen, weil es Produktionspotenziale reduziert und Wachstumskräfte schwächt. Die Berechnungen der wirtschaftlichen Folgen eines Erdgasembargos sind mit großer Unsicherheit verbunden, die über das normale Maß an Unsicherheit ökonomischer Studien hinausgeht.

¹ Universität Mannheim, Fachbereich Volkswirtschaftslehre: tkrebs@uni-mannheim.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

2. Erdgasverfügbarkeit

2.1 Der ursprüngliche Erdgasschock

2.2 Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo

2.3 Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo im Industriesektor

2.4 Erdgasverfügbarkeit im alternativen Szenario

3. Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie

3.1 Die erdgasintensiven Industriezweige

3.2 Substitutionsmöglichkeiten der erdgasintensiven Industrie

3.3 Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie

3.4 Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie im alternativen Szenario

4. Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Produktion

4.1 Methodik

4.2 Ergebnisse

4.3 Dauerhafte Schäden und soziale Folgen

5. Einordnung der Ergebnisse

5.1 Ökonomische Literatur zu angebotsseitigen Effekten

5.2 Simulationsanalysen zu nachfrageseitigen Effekten

5.3 Simulationsanalysen der Bundesbank (2022) und im Rahmen der Gemeinschaftsdiagnose (GD, 2022a,b)

5.4 Studie von Bachmann et al. (2022)

5.5. Übersicht der Ergebnisse aktueller Studien

1. Einleitung

Die Ukraine Krise hat die Schwächen der deutschen Energiepolitik der letzten zwei Dekaden aufgezeigt: Die Erdgasversorgung hängt zur Hälfte von russischen Importen ab. In dieser Studie soll die Frage untersucht werden, welche Auswirkungen ein mögliches Erdgasembargo auf die gesamtwirtschaftliche Produktion in Deutschland haben könnte. Dazu wird ein hypothetischer Stopp russischer Erdgasimporte nach Deutschland betrachtet, der Anfang Mai 2022 in Kraft tritt und mindestens ein Jahr gilt. Dieser Lieferstopp kann entweder die Folge eines Importembargos der Europäischen Union oder einer Entscheidung Russlands (Exportembargo) sein.

Die Analyse der Auswirkungen eines Gasembargos im Zeitraum Mai 2022 bis April 2023 erfolgt in vier Schritten. In einem ersten Schritt wird der zu erwartende Rückgang des Erdgasangebots in Deutschland berechnet. Im Basisszenario führt der Stopp russischer Gasimporte zu einem Verlust von 430 TWh Erdgas, von dem 140 TWh kurzfristig durch zusätzliche Importe aus dem nicht-russischen Ausland ersetzt werden können. Es verbleibt also ein Nettorückgang des kurzfristig unelastischen Erdgasangebots von 290 TWh oder 32 Prozent des gesamten Verbrauchs in 2021. Dies definiert den negativen Erdgasschock, der Deutschland im Falle eines Erdgasembargos treffen würde. Das Basisszenario setzt voraus, dass Deutschland und die EU ihre Pläne für den Ersatz russischen Erdgases erfüllen. In einem alternativen Szenario wird die Annahme getroffen, dass diese Pläne übererfüllt werden. Konkret können im Alternativszenario kurzfristig 190 TWh statt 140 TWh Erdgas aus dem nicht-russischen importiert werden, so dass das effektive Erdgasangebot in Deutschland um 240 TWh oder 27 Prozent des Verbrauchs in 2021 zurückgehen würde.

In einem zweiten Schritt der Analyse wird abgeschätzt, wie sich der negative Erdgasschock auf die verschiedenen Bereiche der deutschen Volkswirtschaft verteilt. Nach aktuellen Berechnungen kann die Energiewirtschaft kurzfristig bis zu 105 TWh Erdgas einsparen bzw. ersetzen, ohne die Energieversorgung zu gefährden. Zudem kann der Erdgasverbrauch im Gebäudebereich um rund 55 TWh reduziert werden, indem private Haushalte ihr Verhalten ändern (z.B. Absenkung der Raumtemperatur), die Betriebseinstellungen verbessert werden (z.B. wassersparende Armaturen) und investive Maßnahmen getätigt werden (z.B. Einbau von Wärmepumpen). Damit verbleibt ein „Defizit“ von 130 TWh im Basisszenario bzw. 80 TWh im alternativen Szenario, das durch eine Reduktion des Erdgasverbrauchs in der Industrie ausgeglichen werden muss. Dies definiert den negativen Erdgasschock, der die Industrie treffen würde. Dieser Erdgasschock beträgt 41 Prozent des industriellen Erdgasverbrauchs im Basisszenario und 16 Prozent des Erdgasverbrauchs im alternativen Szenario.

In einem dritten Schritt wird der kurzfristige Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie berechnet, der als Folge der Verknappung des Erdgasangebots zu erwarten ist. In der deutschen Industrie wird Erdgas hauptsächlich in sechs erdgasintensiven Industriezweigen genutzt. Für diese Industriezweige ist Erdgas ein essenzieller und schwer ersetzbarer Inputfaktor im Produktionsprozess. Im Basisszenario führt ein Lieferstopp russischen Erdgases zu einem Produktionsverlust in der erdgasintensiven Industrie, der einem Rückgang der Bruttowertschöpfung um 1,6 Prozent des BIPs entspricht. Im

alternativen Szenario ergibt sich ein Verlust der Bruttowertschöpfung von 0,6 Prozent des BIPs in den erdgasintensiven Industriezweigen. Dies definiert den ökonomischen Erstrundeneffekt eines Erdgasembargos in der vorliegenden Studie.

In einem vierten und letzten Schritt werden die gesamtwirtschaftlichen Folgen eines sofortigen Stopps russischer Gasimporte berechnet. In diesem Schritt wird abgeschätzt, inwieweit sich ein kurzfristiger Produktionsrückgang in den erdgasintensiven Industriezweigen (Erstrundeneffekt) über Produktionsverflechtungen ausbreitet und verstärkt (Zweitrundeneffekt). Die erdgasintensive Industrie in Deutschland steht größtenteils am Anfang einer komplexen Wertschöpfungskette und produziert spezialisierte Vorprodukte, die kurzfristig nicht einfach zu ersetzen sind. Ein abrupter Produktionsrückgang bzw. Stillstand in der Grundstoff- oder Metallindustrie würde über sogenannte Netzwerk- bzw. Kaskadeneffekte zu Unterbrechungen in den nachgelagerten Produktionsketten führen und so auf die gesamte Wirtschaft ausstrahlen. Auf Basis der vorhandenen, jedoch limitierten Evidenz wird in der vorliegenden Studie angenommen, dass sich der ursprüngliche Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie über die Unterbrechung von Wertschöpfungsketten kurzfristig mindestens verdoppelt und höchstens auf das fünffache verstärkt. Damit ergibt sich für das Basisszenario ein Einbruch der gesamtwirtschaftlichen Produktion um 3,2 bis 8 Prozent des BIPs und im alternativen Szenario um 1,2 bis 3 Prozent des BIPs im Zeitraum Mai 2022 bis April 2023.

Der Fokus der vorliegenden Analyse liegt auf der Frage, inwieweit ein Erdgasembargo über einen angebotsseitigen Wirkungskanal die gesamtwirtschaftliche Produktion reduziert. Ein Embargo beeinflusst jedoch auch die gesamtwirtschaftliche Nachfrage aufgrund steigender Energiepreise und steigender Unsicherheit. Simulationsanalysen auf Basis makroökonomischer Modelle ergeben einen Produktionsrückgang von 2 bis 4 Prozent des BIPs aufgrund dieser nachfrageseitigen Effekte (Bundesbank, 2022, IMK, 2022, SVR, 2022a). Der Gesamteffekt eines Energieembargos (Kohle, Öl und Erdgas) ergibt sich approximativ aus der Summe der Nachfrage- und Angebotseffekte (Bundesbank, 2022, SVR, 2022a), wobei die Qualität dieser Approximation von verschiedenen, unsicheren Faktoren abhängt. Im Basisszenario ist also mit einem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion zwischen 5,2 und 12 Prozent zu rechnen, während im alternativen Szenario ein Rückgang von 3,2 bis 7 Prozent des BIPs zu erwarten ist. Die Spannbreite dieser Zahlen verdeutlicht, wie groß die Unsicherheit hinsichtlich der wirtschaftlichen Folgen eines Erdgasembargos ist.

Die Ergebnisse dieser Studie können wie folgt zusammengefasst werden. Ein sofortiger und vollständiger Stopp russischer Erdgasimporte würde, in Kombination mit dem bereits beschlossenen Kohleembargo und dem anstehenden Ölembargo, wahrscheinlich zu einem Wirtschaftseinbruch führen, der vergleichbar mit dem BIP-Rückgang in der Finanzkrise 2009 oder der Corona-Krise 2020 ist. Im besten Fall könnte es „nur“ zu einer spürbaren Rezession in Deutschland kommen, aber im ungünstigsten Fall würde ein sofortiges Embargo eine Wirtschaftskrise verursachen, wie sie (West)Deutschland seit dem Zweiten Weltkrieg nicht erlebt hat. Darüber hinaus wären die sozialen Folgen mit hoher Wahrscheinlichkeit gravierender als in den vorherigen zwei Krisen. Dies hat zwei Gründe.

Zum Ersten wäre bei einem vollständigen Energieembargo mit einem Anstieg der Arbeitslosigkeit zu rechnen, der nicht einfach mit einer weiteren Ausweitung des Kurzarbeitergelds aufgefangen werden könnte. Große Teile der deutschen Industrie sind nach zwei Jahren Corona-Krise, globalen Lieferkettenproblemen und klimapolitischen Transformationsdruck geschwächt, so dass eine energiepolitische Schocktherapie dazu führen könnte, dass auch Unternehmen mit an sich tragfähigem Geschäftsmodell in die Insolvenz gehen oder ihre Produktion ins (nicht-europäische) Ausland verlegen würden. Allgemein haben Wirtschaftskrisen in der Vergangenheit immer wieder dauerhafte Schäden verursacht – dies ist der sogenannte Hysterese-Effekt von Rezessionen. Die schnelle Erholung der deutschen Wirtschaft nach der globalen Finanzkrise 2008/2009 ist also nicht die Regel und es spricht vieles dafür, dass eine energiebedingte Wirtschaftskrise weniger kurzlebig wäre als die Finanzkrise in Deutschland.

Zum Zweiten würde eine Wirtschaftskrise in den Jahren 2022 und 2023 vor dem Hintergrund hoher Inflationsraten stattfinden. Ein Gasembargo ist ein negativer Angebotschock und könnte die derzeit hohen Preissteigerungsraten noch weiter in die Höhe treiben – zweistellige Inflationsraten wären sicherlich möglich. Doch Inflation trifft überwiegend die unteren und mittleren Einkommen, so dass soziale Spannungen verschärft werden. Darüber hinaus verengt ein sofortiges Gasembargo den bereits sehr engen Spielraum der Geldpolitik. Schließlich müsste auch die Fiskalpolitik vorsichtiger agieren als in der Corona-Krise, um die Inflation nicht weiter anzuheizen. Aus wirtschaftspolitischer Sicht sind negative Angebotschocks immer eine komplexe Herausforderung, für die es keine wirklich befriedigende wirtschaftspolitische Lösung gibt. In diesem Sinne sind negative Angebotschocks, die eine schwere Wirtschaftskrise verursachen, eine wirtschaftspolitische Katastrophe.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind mit großer Unsicherheit verbunden, die über das normale Maß an Unsicherheit ökonomischer Studien hinausgeht. Die aktuell zur Verfügung stehenden makroökonomischen Konjunkturmodelle sind nicht entwickelt worden, um den hier erörterten, angebotsseitigen Wirkungskanal abzubilden. Darüber hinaus treten während Wirtschaftskrisen häufig neue Wirkungsmechanismen und verstärkende Effekte auf, die in den gängigen Konjunkturmodellen keine große Rolle spielen. Schließlich gibt es derzeit nur begrenzte empirische Evidenz hinsichtlich möglicher Kaskadeneffekte, die bei einer abrupten Unterbrechung von Produktionsketten zu erwarten sind. In diesem Sinne befinden sich die Wirtschaftswissenschaften derzeit in einer Lage ähnlich wie vor der Finanzkrise 2008/2009, in der die meisten Ökonomen und alle zur Verfügung stehenden Konjunkturmodelle die realwirtschaftlichen Auswirkungen der Insolvenz von Lehman Brothers unterschätzten.

Ein Erdgasembargo hätte nicht nur wirtschaftliche Kosten für Deutschland und Europa, sondern auch einen Nutzen; beispielsweise könnte ein solches Embargo den Ukrainekrieg verkürzen. Die Frage nach dem möglichen Nutzen eines Embargos hat nicht nur eine ökonomische Dimension (Effekt auf russische Wirtschaft), sondern berührt auch machtpolitische Aspekte (Effekt auf Putins Entscheidungen). Eine solche Nutzenanalyse würde den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen und wird daher nicht durchgeführt.

2. Erdgasverfügbarkeit

2.1 Der ursprüngliche Erdgasschock

Es soll das folgende Szenario betrachtet werden. Anfang Mai 2022 wird ein sofortiger und vollständiger Lieferstopp russischer Erdgasimporte nach Deutschland und anderen europäischen Staaten umgesetzt, der mindestens ein Jahr, also bis Ende April 2023, Bestand hat. Dieser Lieferstopp kann entweder die Folge eines Importembargos der Europäischen Union oder einer Entscheidung Russland (Exportembargo) sein. Die Zeitschiene bis April 2023 definiert die kurze Frist in der vorliegenden Studie.

Im Vergleich zu Öl und Kohle ist Erdgas der Energieträger, der kurzfristig am schwierigsten zu ersetzen ist. Deutschland und die EU-Mitgliedsstaaten haben kurzfristig kaum zusätzliche Produktionskapazitäten und können Erdgas nicht unbegrenzt auf dem „Weltmarkt“ einkaufen, weil kurzfristig die Transportmöglichkeiten durch das bestehende Leitungsnetz und das Angebot an Flüssigerdgas (LNG) begrenzt sind. Es gibt also beim Erdgas kurzfristig physikalische Restriktionen, die eine ökonomische Analyse beachten muss. Zudem ist das Leitungsnetz für Erdgas ein europäisches Netz, so dass die Frage eines Gasembargos immer auf europäischer Ebene entschieden werden sollte.²

Im Jahr 2021 wurden in Deutschland circa 912 Terawattstunden (TWh) Erdgas verbraucht, wovon knapp die Hälfte (430 TWh) aus Russland importiert wurde (Agora, 2022).³ Im Falle eines sofortigen Lieferstopps könnte ein Teil dieser 430 TWh ersetzt werden durch alternative Importe. Basierend auf den Plänen der EU-Kommission (EU, 2022) und den Analysen der Internationalen Energieagentur (2022) schätzt die Studie von Agora (2022), dass die EU-Mitgliedsstaaten kurzfristig circa 500 TWh Erdgas zusätzlich importieren und produzieren können, wovon Deutschland ca. 140 TWh (15% des deutschen Jahresverbrauchs in 2021) erhalten würde. Dieses Szenario ist das Basisszenario in der vorliegenden Analyse. Es setzt voraus, dass die EU ihre Pläne für zusätzliche Erdgasimporte vollständig umsetzt und Deutschland circa ein Drittel der zusätzlichen Importe im europäischen Verhandlungsprozess zugesprochen bekommt. Das erscheint ambitioniert, aber im Prinzip möglich. Zudem muss die zusätzliche Menge über das bestehende Leitungsnetz nach Deutschland transportiert werden; dies ist nach aktuellen Berechnungen möglich (DIW, 2022).

Im Basisszenario führt ein sofortiges Gasembargo zu einem Verlust russischer Gasimporte von 430 TWh, der durch den Importersatz von 140 TWh abgedeckt wird. Es verbleibt also ein „Defizit“ von ca. 290 TWh Erdgas oder 32 % des Verbrauchs in 2021. Aus ökonomischer Sicht ist die kurzfristige Angebotsfunktion für Erdgas in Deutschland unelastisch bzw. sie wird unelastisch in dem ökonomisch relevanten Bereich. Ein sofortiger Stopp russischer Erdgasimporte würde diese unelastische Angebotsfunktion „netto“ um circa 290 TWh

² Beispielsweise wird knapp die Hälfte des Erdgases, das Deutschland aus Russland bezieht, an andere europäische Länder weitergeleitet. Insofern ist es nicht überraschend, dass die Europäische Union Anfang April ein Kohleembargo (mit viermonatiger Umsetzungsfrist) beschlossen hat und aktuell ein Ölembargo intensiv diskutiert, doch ein Erdgasembargo von mehreren EU-Staaten sehr kritisch gesehen wird.

³ Die Angaben beziehen sich immer auf TWh Hu.

(knapp ein Drittel) nach links verschieben. Anders gesagt: Es gibt kurzfristige Kapazitätsgrenzen, die bindend sind und deshalb nicht ignoriert werden können.⁴

Die begrenzten Möglichkeiten, Erdgasimporte aus Russland im ersten Jahr durch alternative Importe zu ersetzen, widerspricht nicht den Plänen der Bundesregierung, sich bis 2024 weitgehend aus der Abhängigkeit von russischen Erdgasimporte zu befreien (BMWK, 2022a). Wenn es um Erdgas geht, besteht ein erheblicher Unterschied zwischen einem Anpassungszeitraum von maximal einem Jahr und einem dreijährigen Anpassungszeitraum. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Möglichkeiten, russische Erdgasimporte durch Importe aus anderen Ländern zu ersetzen, als auch hinsichtlich der Möglichkeiten, in der Produktion Erdgas durch alternative Energieträger (Öl, Kohle, Strom) zu ersetzen. Im Gegensatz dazu ist ein schneller Ausstieg aus russischen Kohle- und Ölimporten zwar kostspielig, aber handhabbar. Deshalb hat die Bundesregierung bereits im März 2022 das Ende russischer Kohle- und Ölimporte bis Ende des Jahres 2022 angekündigt, aber beim Erdgas erst 2024 als mögliches Enddatum genannt (BMWK, 2022a).

2.2 Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo

Im Basisszenario würden nach einem Gasembargo rund 290 TWh bzw. 32% des Erdgasverbrauchs 2021 fehlen. Dies definiert die erwartete Erdgasverfügbarkeit bzw. die Versorgungslücke nach einem Erdgasembargo unter der Annahme, dass sich ohne ein Embargo der erwartete Verbrauch im Zeitraum April 2022 bis April 2023 auf 912 TWh belaufen würde. Diese 290 TWh müssen also im Falle eines Erdgasembargos eingespart werden.

Erdgas wird in Deutschland hauptsächlich in drei Bereichen verwendet (Agora, 2022): Gebäude (340 TWh), Energiewirtschaft inklusive Umwandlungssektor (278 TWh) und Industrie (245 TWh). Im Falle eines Stopps russischer Erdgasimporte würde wahrscheinlich der Notfallplan für die Erdgasversorgung (BMW, 2019) sofort in Kraft treten und auch im Sommer nicht aufgehoben werden. Das bedeutet eine Art „Kriegswirtschaft“ mit teilweise zentral geplanter Gasverteilung nach dem Embargo. Der Notfallplan müsste auch im Sommer 2022 aktiv sein, obwohl in den Sommermonaten das Erdgasangebot auch ohne russische Importe die gesamte Energienachfrage in den drei genannten Bereichen wahrscheinlich (knapp) bedienen könnte.⁵ Dies hat zwei Gründe.

Erstens ist eine regionale Erdgasversorgung keineswegs gesichert, auch wenn im Aggregat das Angebot ausreicht. Denn Erdgas wird über Leitungsnetze zu den Verbrauchern transportiert, in denen Erdgas aus Norwegen oder den Niederlanden nicht sofort das fehlende Erdgas aus Russland, das hauptsächlich im Osten und Süden Deutschlands genutzt

⁴ Die Existenz kurzfristiger Kapazitätsgrenzen für das Erdgasangebot ist zudem ein Grund, warum Berechnungen auf Basis von vereinfachten Formeln, in denen der Marktwert der Erdgasimporte und die Veränderung dieses Marktwertes die bestimmenden Faktoren sind, mathematisch korrekte, aber ökonomisch irreführende Ergebnisse erzeugen – siehe Kapitel 5 für Details.

⁵ In den Monaten Juni, Juli und August fällt der monatliche Erdgasverbrauch üblicherweise stark ab. Nach einer Reduktion des jährlichen Erdgasangebots um 290 TWh beläuft sich das zu erwartende durchschnittliche monatliche Angebot auf gut 52 TWh. Wenn für die ersten Monate nach dem Embargo jedoch eine Reduktion von 430 TWh zugrunde gelegt wird, weil die in Kapitel 1 diskutierten Ersatzmöglichkeiten Zeit benötigen, dann wäre das anfängliche Erdgasangebot nur 40 TWh pro Monat.

wird, ersetzen kann. Zweitens müssen die Erdgasspeicher im Sommer aufgefüllt werden, damit die Versorgungssicherheit für die geschützten Kunden im Winter gewährleistet werden kann. Dies kann aber nur gelingen, wenn bereits im Sommer das Erdgasangebot stark eingeschränkt wird.

Die genaue Dynamik der Verteilung der Reduzierung des Erdgasverbrauchs im Laufe des Jahres nach dem Lieferstopp kann nicht exakt prognostiziert werden, aber am Ende muss der Verbrauch im Jahresdurchschnitt um 290 TWh zurückgehen. Zudem wird voraussichtlich die Erdgasallokation in den Bereichen „Energiewirtschaft“ und „Industrie“ teilweise oder gänzlich durch Eingriffe der Bundesnetzagentur und der Bundesländer bestimmt, während im Gebäudebereich hauptsächlich über Preisanstiege und Appelle die Anpassung erfolgen muss – private Haushalte sind geschützte Kunden.⁶ Dabei muss der Preismechanismus auch im Industriebereich nicht gänzlich ausgesetzt werden, denn die Bundesnetzagentur könnte in Teilbereichen die Erdgasallokation über Auktionen regeln. Trotz dieser Möglichkeiten wird – aus guten Versorgungsgründen – der Gasmarkt in Deutschland und Europa nach einem sofortigen Lieferstopp nicht annähernd durch ein Modell des vollkommenen Wettbewerbs beschrieben.

2.3 Erdgasverfügbarkeit nach dem Embargo im Industriesektor

Um die Erdgasverfügbarkeit im Industriesektor im Basisszenario zu bestimmen, müssen zuerst die kurzfristigen Einsparpotenziale in den Bereichen „Gebäude“ und „Energiewirtschaft“ berechnet werden. Eine Studie von Agora (2022) untersucht diese Einsparpotenziale. In der Energiewirtschaft können in einem optimistischen Szenario (Stufe 2) 105 TWh Erdgas kurzfristig eingespart bzw. ersetzt werden, indem der Einsatz einiger Kraftwerke geändert wird, die Erneuerbaren Energien ausgebaut werden und in einzelnen Erdgaskraftwerken Heizöl verwendet wird. In diesem Szenario wird also im ersten Jahr nach dem Lieferstopp der Erdgasverbrauch der Energiewirtschaft um über ein Drittel reduziert, ohne dass die Energieversorgung stark beeinträchtigt wird – sicherlich ein ambitionierter Plan.

Im Gebäudebereich können im ersten Jahr nach dem Lieferstopp circa 55 TWh durch Verhaltensänderungen (z.B. Absenkung der Raumtemperatur), verbesserte Betriebseinstellungen (z.B. wassersparende Armaturen) und investive Maßnahmen (z.B. Wärmepumpen) eingespart werden (Agora, 2022).⁷ Dies entspricht einem Rückgang des Erdgasverbrauchs im Gebäudesektor um 17 Prozent und ist das optimistische bzw. ambitionierte Szenario in der Agora-Studie (Stufe 2). Es setzt unter anderem voraus, dass 50 Prozent der privaten Haushalte die Raumtemperatur um durchschnittlich 1,5 Grad Celsius senken und 50 Prozent der Haushalte um ein Grad. Dies erfordert erhebliche Verhaltensanpassungen, wenn man bedenkt, dass ein Teil der privaten Haushalte kurzfristig

⁶ Beispielsweise wird die Bundesnetzagentur in gültige Lieferverträge zwischen Unternehmen und Energieversorgern eingreifen müssen, wenn sie bereits im Sommer eine signifikante Reduktion des industriellen Erdgasverbrauchs erreichen möchte. Zudem wird sie Beteiligungen an den Energieversorgern (z.B. Uniper) erwerben müssen, um diese finanziell zu stützen. Denn die betroffenen Energieversorger haben mit den russischen Gaslieferanten (Gazprom) Lieferverträge zu sehr günstigen Konditionen abgeschlossen, die im Falle eines Embargos nichtig wären.

⁷ Agora (2022) berechnet 56 TWh, die hier auf 55 TWh abgerundet werden.

nicht kündbare Verträge haben und somit für diese Haushalte kein Preisanreiz besteht, die Raumtemperatur zu senken. Die anvisierte durchschnittliche Senkung der Raumtemperatur kann also ohne staatliche Eingriffe in gültige Verträge geschützter Kunden nur erreicht werden, wenn private Haushalte mit auslaufenden Erdgasverträgen Preisanstiege erfahren, die sie zu einer Reduzierung der durchschnittlichen Raumtemperatur im Winter von mindestens 2 Grad Celsius bewegen.

Diese Überlegungen zeigen, dass in einem – in Teilen optimistischen Szenario – der erwartete Erdgasverbrauch in den Bereichen „Energiewirtschaft“ und „Gebäude“ zusammen um circa 160 TWh Erdgas im ersten Jahr nach dem Lieferstopp zurückgehen könnte. Dieser Wert sollte eine Obergrenze für die Planung der Bundesnetzagentur darstellen, deren Aufgabe es ist, die Versorgungssicherheit der geschützten Kunden zu gewährleisten. Bei einem Rückgang der Erdgasverfügbarkeit von 290 TWh verbleibt somit ein „Defizit“ von 130 TWh, das von der Industrie durch eine entsprechende Reduktion des industriellen Erdgasverbrauchs absorbiert werden muss.

Im Jahr 2021 verbrauchte die Industrie (ohne Umwandlungssektor) circa 245 TWh Erdgas (Agora, 2022). Das bedeutet, dass im Basisszenario die Industrie ihren Erdgasverbrauch um rund $130/245 = 53\%$ reduzieren muss. Das definiert die Größe des exogenen Erdgasschocks, der die Industrie im Fall eines Gasembargos treffen würde.

Es wird häufig gefordert, den Preismechanismus wirken zu lassen, um privaten Haushalten und Unternehmen Anreize zum Energiesparen bzw. zum Erdgasersatz zu geben (Bayer et al., 2022). Die vorliegende Analyse geht davon aus, dass sich dieser Preismechanismus entfalten kann und die Bundesregierung bzw. die Bundesnetzagentur nur dann eingreift, wo die Energieversorgung gefährdet ist oder die Marktlösung zu einem ineffizienten Ergebnis führt. Ansonsten wäre es kaum möglich, den Erdgasverbrauch im Energiebereich kurzfristig um ein Drittel ohne nennenswerte Produktionsverluste zu reduzieren, wie es in der vorliegenden Studie angenommen wird. Und auch die angenommenen Einsparungen im Gebäudebereich können nur erreicht werden, wenn die privaten Haushalte starke Verhaltensanpassungen vornehmen. Zusätzliche Einsparungen im Gebäudebereich erscheinen kurzfristig nur möglich, wenn die Bundesregierung in rechtsgültige Verträge der geschützten Kunden eingreift, wie es zum Beispiel von Bayer et al. (2022) vorgeschlagen wird, und mögliche Versorgungsengpässe für geschützte Kunden akzeptiert werden.

2.4 Erdgasverfügbarkeit im alternativen Szenario

In der aktuellen Gemeinschaftsdiagnose analysieren die fünf Wirtschaftsinstitute DIW, IfW, Ifo, IWH und RWE unter anderem die wirtschaftlichen Folgen eines abrupten Stopps russischer Gasimporte (GD, 2022a). Dabei basiert die Analyse auf einer Annahme in Bezug auf die Erdgasverfügbarkeit, die sich von dem oben beschriebenen Basisszenario unterscheidet. Während die vorliegende Studie in Anlehnung an die Studien von Agora (2022) und IEA (2022) von einem Rückgang der Erdgasverfügbarkeit in Deutschland um circa 290 TWh (32 % des Gesamtverbrauchs in 2021) nach einem Erdgasembargo ausgeht, nehmen GD (2022a) in Anlehnung an Holz et al. (2022) an, dass der Rückgang der Erdgasverfügbarkeit geringer ist. Diese optimistischere Prognose ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass laut Holz et al. (2022) in einem „realistischen“ Szenario circa 190 TWh

der ausgefallenen russischen Erdgasimporte durch alternative Gasimporte ersetzt werden können, während Agora (2022) von einem Importersatz von circa 140 TWh Erdgas ausgeht.⁸

Um Vergleichbarkeit mit GD (2022a) herzustellen und die Relevanz der Erdgasverfügbarkeit herauszuarbeiten, wird in der vorliegenden Studie zusätzlich zum Basisszenario ein alternatives Szenario betrachtet. In diesem alternativen Szenario können 190 TWh der ausgefallenen russischen Erdgasimporte durch andere Gasimporte ersetzt werden, so dass die Erdgasverfügbarkeit in Deutschland um circa 240 TWh bzw. 26% des Erdgasverbrauchs in 2021 sinkt.⁹

Im alternativen Szenario verbleiben die Annahmen hinsichtlich der Einsparpotenziale in den Sektoren „Gebäude“ und „Energiewirtschaft“ unverändert – es wird ein Einsparpotenzial von 160 TWh angenommen. Damit muss im Alternativszenario der Industriesektor einen Rückgang des Erdgasangebots von 240 – 160 = 80 TWh absorbieren bzw. einsparen. Anders gesagt: Die Industrie muss ihren Erdgasverbrauch um $89/245 = 33\%$ senken.

Zum besseren Verständnis werden in Tabelle 1 die Eckwerte der Erdgasverfügbarkeit in den beiden Szenarien nochmals zusammengefasst:

Tabelle 1. Erdgasverfügbarkeit nach Embargo

	Erdgasschock	Erdgasschock abzüglich Importersatz	Einsparung Energiewirtschaft und Gebäude	Erdgasschock Industrie
Basisszenario	430 TWh [47%]	290 TWh [32%]	160 TWh [18%]	130 TWh [53%]
Alternativszenario	430 TWh [47%]	240 TWh [27%]	160 TWh [18%]	80 TWh [33%]

Anmerkung: Prozentzahlen in den ersten drei Spalten beziehen sich auf den Gesamtverbrauch von 912 TWh in 2021. Prozentzahlen in der vierten Spalte beziehen sich auf den Verbrauch der Industrie von 245 TWh in 2021.

⁸ Die Studie von Holz et al. (2022) untersucht hauptsächlich, inwieweit zusätzliches Erdgas aus Europa über das bestehende Leitungsnetz und ohne einen Ausbau der Infrastruktur nach Deutschland transportiert werden kann. Für ein „realistisches Szenario“ wird in DIW (2022) angenommen, dass in 2022 circa 190 TWh der russischen Gasimporte durch zusätzliche Importe aus Norwegen, Niederlande und nicht-europäischen Ländern (LNG-Gas über Niederlande, Belgien und Frankreich) ersetzt werden können. Das ist jedoch nur möglich, wenn entweder die EU ihre (ambitionierten) Ziele für zusätzliche Produktion und Importe in 2022 übererfüllt oder Deutschland für mehr als ein Drittel des zusätzlichen Gasangebots in Europa den Zuspruch erhält – beides eher unwahrscheinliche, wenn auch nicht unmögliche Szenarien.

⁹ Die Analyse in GD (2022a) geht von ähnlichen Einsparpotenzialen wie die vorliegende Kurzstudie aus. Konkrete wird basierend auf den Arbeiten von BNDE (2022) und Holz et al. (2022) die Annahme getroffen, dass im Bereich der privaten Haushalte 15 Prozent des Gasverbrauchs eingespart werden kann und im Bereich der Energiewirtschaft 30 Prozent Einsparungen möglich sind. Zudem wird – wie auch in der vorliegenden Studie – angenommen, dass diese Einsparungen ohne direkte Einschränkungen der Produktion erfolgen.

3. Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie

Ein Erdgasembargo würde im Basisszenario das Erdgasangebot um circa 290 TWh bzw. 32 % des Gesamtverbrauchs reduzieren, wobei die industriellen Sektoren einen Rückgang von circa 130 TWh bzw. 53 % des eigenen Verbrauchs absorbieren müssten (Tabelle 1). In diesem Kapitel soll untersucht werden, welche Auswirkungen dieser Erdgasschock auf die Produktion in den direkt betroffenen, erdgasintensiven Industriezweigen hätte. Dies bestimmt den ökonomischen Erstrundeneffekt eines Gasembargos.

3.1 Die erdgasintensiven Industriezweige

Der industrielle Erdgasverbrauch in Deutschland ist auf sechs Industriezweige konzentriert: Grundstoffchemie und sonstige Chemie mit 59 TWh, Metallherzeugung und -bearbeitung sowie Metallgießerei mit 36 TWh, Glas & Keramik, Steine und Erden mit 29 TWh, Ernährung und Tabak mit 27 TWh, Papiergewerbe mit 19 TWh und Maschinen- und Fahrzeugbau mit 14 TWh (Agora, 2022, Fraunhofer, 2021).¹⁰ Die Produktionsstruktur in diesen sechs erdgasintensiven Industriezweigen zeichnet sich dadurch aus, dass Erdgas in vielen Produktionsbereichen essentiell ist und kurzfristig nicht ersetzt werden kann. Das heißt, die kurzfristige Produktionsfunktion vieler Betriebe bzw. Produktionsprozesse ist eine Leontief-Produktionsfunktion mit Erdgas als Inputfaktor.¹¹ Zudem wird im Folgenden angenommen, dass die Produktion der einzelnen Betriebe proportional zur Bruttowertschöpfung ist.

Nicht jeder Produktionsprozess in den erdgasintensiven Industriezweigen benötigen Erdgas. Es ist daher zunächst der Anteil der Produktionsprozess in den genannten sechs Industriezweigen zu ermitteln, für die Erdgas ein essentieller Inputfaktor ist. Aufgrund der angenommenen Proportionalität von Produktion und Bruttowertschöpfung ergibt dieser Ansatz auch eine Abschätzung des Anteils der Bruttowertschöpfung, der bei einem Rückgang des Erdgaseinsatzes verloren geht.

Die Bruttowertschöpfung der drei Industriesektoren „Chemie, Metall und Glas & Keramik“ betrug in 2021 circa 5 % des BIPs (Destatis, 2022). In der Grundstoffchemie, Metallindustrie ohne Stahl, der Glas- und Keramikindustrie sowie der Verarbeitung von Steinen und Erden sind die Produktionsprozesse fast vollständig von Erdgas als Inputfaktor abhängig.¹² Addiert man die Produktionsprozesse in den Bereichen „Chemie ohne Grundstoffchemie und Stahl“, in denen Erdgas ein essentieller Inputfaktor ist, dann ergibt sich eine Bruttowertschöpfung von rund 3 % des BIPs.

Die Produktion in den zwei Sektoren „Nahrungsmittel und Papiergewerbe“ schaffen eine Bruttowertschöpfung von rund 2 % des BIPs (Destatis, 2022). In diesen Industriezweigen benötigen rund die Hälfte der Produktionsprozesse Erdgas als essentiellen Inputfaktor.

¹⁰ Siehe Agora (2022) Tabelle 3. Der restliche Erdgasverbrauch von 17 TWh entfällt auf andere Bereiche, zu denen auch die Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren zählen.

¹¹ Formal wird angenommen, dass die Produktionsmöglichkeiten eines einzelnen Betriebes bzw. Produktionsprozesses i durch die Funktion $y_i = z_i \min \{e_i, \lambda_i \cdot x_i\}$ dargestellt wird, wobei y_i die Produktion, z_i ein Produktivitätsparameter, e_i die verwendete Menge Erdgas, x_i ein Vektor der verwendeten Mengen anderer Inputfaktoren und λ_i ein Vektor der Gewichtungen bezeichnen. Komponenten des Vektors können unter anderem Vorprodukte und Energieträger wie Kohle oder Öl sein, die ebenfalls zur Produktion genutzt werden.

¹² Siehe Navigant (2020) für eine Diskussion der Produktionsstruktur in der Grundstoffchemie und BMWK (2022b) für eine Diskussion der Metallindustrie.

Damit ergibt sich eine Bruttowertschöpfung von 1 % des BIPs, die ohne Erdgas nicht erzeugt werden könnte. Schließlich muss noch der Maschinen- und Fahrzeugbau berücksichtigt werden, der zusammen eine Bruttowertschöpfung von über 7 % aufweist, aber in vielen Bereichen ohne Erdgas auskommt. Für diesen Bereich wird angenommen, dass eine Bruttowertschöpfung von 1 % des BIPs auf Produktionsprozessen basiert, die ohne Erdgas nicht möglich sind.

Diese Überlegungen zeigen, dass in den erdgasintensiven Industriesektoren circa 5 % der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung ausfallen würde, wenn kein Erdgas verfügbar ist. Dies definiert den Anteil der Produktion in den erdgasintensiven Industriezweigen, in dem Erdgas als essentieller Inputfaktor genutzt wird.

In der Gemeinschaftsdiagnose haben die fünf Wirtschaftsinstitute (GD, 2022a) eine formale Methodik entwickelt, um die Bruttowertschöpfung der Produktionsprozesse abzuschätzen, die ohne Erdgas keinen Output liefern. Konkret wird die Bruttowertschöpfung der erdgasintensiven Industriezweige mit den Gewichten multipliziert, die entsprechend der Erdgasintensität ermittelt wird, und dann die gewichtete Summe der Bruttowertschöpfungen der betroffenen Industriezweige berechnet (GD, 2022b). Die Anwendung dieser Methode erzeugt ein Ergebnis, das in etwa mit dem hier berechneten Ergebnis übereinstimmt. Konkret ergibt eine Anwendung der Methode, dass für einen ähnlich großen Produktionsanteil wie in der vorliegenden Studie der Inputfaktor Erdgas essentiell ist (GD, 2022b, Tabelle 2), wobei in GD (2022b) die Industriezweige „Maschinenbau und Kraftfahrzeuge“ ein größeres Gewicht und die Industriezweige Chemie und Metall ein etwas kleineres Gewicht haben als in der vorliegenden Analyse. Zudem wird in GD (2022b) der Sektor „Kohlebergbau und Gewinnung von Erdöl und Erdgas“ mitgezählt.

3.2 Substitutionsmöglichkeiten der erdgasintensiven Industrie

Ein Erdgasembargo und der damit verbundene Erdgasschock würde auf Betriebe im Industriebereich treffen, die eine Bruttowertschöpfung von circa 5 Prozent des BIPs erzeugen und deren Produktionstechnologie durch eine Leontief-Produktionsfunktion mit Erdgas als essentiellen Inputfaktor beschrieben wird. Für diese Betriebe gibt es kurzfristig begrenzte Möglichkeiten, Erdgas ohne nennenswerte Produktionsverluste bzw. Produktionsstopp durch alternative Energieträger zu ersetzen. Formal bedeutet dies, dass für einen Teil der Produktionsprozesse eine Leontief-Produktionsfunktion mit Erdgas als Inputfaktor durch eine alternative Leontief-Produktionsfunktion ohne Erdgas als Inputfaktor ersetzt wird.¹³ Es gibt derzeit drei Studien, die den Anteil der Produktionsprozesse abschätzen, in denen eine solche Substitution kurzfristig möglich ist.

BDEW (2022) berechnet kurzfristige Substitutionsmöglichkeiten für die erdgasintensiven Industriezweige, die zwischen 4 % und 13 % liegen, wobei die Grundstoffindustrie mit 4 % die geringsten Substitutionsmöglichkeiten und die Ernährung mit 13 % die größten

¹³ Der Umstieg auf alternative Leontief-Produktionsfunktionen ist formal äquivalent zu einer Substitution für eine gegebene CES-Produktionsfunktion mit entsprechender Substitutionselastizität. Unter idealen Bedingungen, die im vorliegenden Fall nicht annähernd erfüllt sind, führt ein solches switching von Leontief-Produktionsfunktionen zu einer aggregierten Cobb-Douglas-Produktionsfunktion (Houthakker, 1956, Jones, 2005).

Substitutionsmöglichkeiten aufweist. Agora (2022) schätzt einen etwas höheren durchschnittlichen Wert von 15 % für die gesamte Industrie, aber berechnet keine separaten Werte für die einzelnen Industriezweige. In einem alternativen Szenario (Stufe 2) schätzt Agora (2022) ein Substitutionspotenzial von bis zu 33 %, doch in diesem Szenario müssen teilweise Investitionen in die Anlagentechnik vorgenommen werden, die zu einem erheblichen und längeren Produktionsrückgang führen. Zudem ist zu beachten, dass sich diese Substitutionsmöglichkeiten von 33% bzw. 15 % in Agora (2022) auf den energetischen Erdgaseinsatz für Prozesswärme beziehen und der Ersatz in der stofflichen Nutzung, der wesentlich schwieriger ist, nicht berücksichtigt wird. Holz et al. (2022) betrachten zwei Szenarien, die im Wesentlichen den zwei Szenarien aus Agora (2022) entnommen sind. Im ersten Szenario (medium saving) werden Substitutionsmöglichkeiten in 15 % der Fälle geschätzt und im zweiten Szenario (maximal saving) wird ein Wert von 33 % angenommen.

Auf Basis der verfügbaren (deskriptiven) Evidenz wird in der vorliegenden Studie angenommen, dass im Bereich der erdgasintensiven Industrien in circa 20 Prozent der Produktionsprozesse Erdgas kurzfristig durch alternative Energieträger ersetzt werden kann. Dies ist eine eher optimistische Annahme, denn es sollen nur Ersatzmöglichkeiten bzw. kleinere Investitionen betrachtet werden, die im Rahmen des regulären Produktionszyklus erfolgen können und somit nicht zu nennenswerten Produktionsrückgängen führen. Formal handelt es sich um eine Substitution von Öl bzw. Kohle für Erdgas, wie sie implizit in ökonomischen Analysen angenommen wird, wenn eine Faktorsubstitution ohne Anpassungskosten betrachtet wird. Zum Vergleich: In GD (2022a) wird auf Basis der Ergebnisse von BDEW (2022) angenommen, dass in 10 Prozent der Produktionsprozesse Erdgas kurzfristig und ohne nennenswerte Produktionsverluste durch alternative Energieträger ersetzt werden kann.

Kurzfristige Substitutionsmöglichkeiten für 20% der betroffenen Produktionsprozesse bedeutet, dass circa $245 \cdot 0,2 = 49$ TWh Erdgas ohne nennenswerte Produktionsverluste eingespart werden kann. Für die verbleibenden Produktionsprozesse gibt es keine entsprechenden Substitutionsmöglichkeiten in der kurzen Frist. Sie verbrauchen $245 - 49 = 196$ TWh Erdgas und in diesen Bereichen muss die Produktion runtergefahren bzw. eingestellt werden, um das verbleibende Defizit von $130 - 49 = 81$ TWh einzusparen.

3.3 Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie

In den erdgasintensiven Industriezweigen wird eine Bruttowertschöpfung von $0,8 \cdot 5 = 4$ % des BIPs mithilfe von Produktionsprozessen erzeugt, für die Erdgas ein essenzieller Inputfaktor ist und es kurzfristig keine Ersatzmöglichkeiten gibt. In diesem Produktionsbereich muss der Erdgasverbrauch um $81/196 = 0.41$ bzw. rund 41 Prozent reduziert werden. Mit einer Leontief-Produktionsfunktion verursacht ein Rückgang des Erdgasverbrauchs um 41 % einen Rückgang der Produktion um 41%. Damit ergibt sich ein Produktionsverlust von 1,6 Prozent des BIPs in den sechs erdgasintensiven Industriezweigen. Dieser Rückgang der industriellen Wertschöpfung im Zeitraum 1. April 2022 bis 31. März 2023 ist eine direkte Konsequenz eines sofortigen und vollständigen Lieferstopps russischer Gasimporte. Es ist der ökonomische Erstrundeneffekt eines Erdgasembargos im Basisszenario.

Die bisherigen Überlegungen berücksichtigen kurzfristige Substitutionspotenziale, aber sie vernachlässigen, dass die notwendige Reduktion des Erdgasverbrauchs nicht gleichmäßig über die verbleibenden Produktionsprozesse verteilt werden muss. Im Prinzip können die Einsparungen von insgesamt 81 TWh dort erfolgen, wo die Bruttowertschöpfung am niedrigsten ist. Das bedeutet, dass der resultierende Produktionsverlust im Industriebereich durch eine zielgenaue Allokation der Energieeinsparungen verkleinert werden kann. Dies widerspricht nicht der Annahme einer Leontief-Produktionsfunktion auf Unternehmensebene. Die einzelnen Produktionsprozesse werden zwar durch eine Leontief-Produktionsfunktion beschrieben, aber diese haben unterschiedliche Produktivitäten und diese Heterogenität kann ein Allokationsmechanismus ausnutzen, um den industrieweiten Produktionsverlust verursacht durch einen Rückgang des Erdgasangebots zu minimieren.

Allgemein gesprochen kann die Allokation des Erdgases dezentral über „den Markt“ oder zentral über „den Staat“ erfolgen. Die Allokation über den Marktmechanismus (z.B. Auktionen durchgeführt durch die Bundesnetzagentur) hätte den prinzipiellen Vorteil, dass unter Idealbedingungen eine effiziente Allokation gewährleistet werden kann. Doch diese Idealbedingungen wären im Falle eines Erdgasembargos nicht annähernd erfüllt. Anders gesagt: Der Preismechanismus würde in diesem Fall weder eine effiziente Allokation im engeren Sinne (i.e. BIP-maximierende) noch eine gesamtgesellschaftlich wünschenswerte (i.e. wohlfahrtsmaximierend) Allokation gewährleisten.

Die Effizienz im engeren Sinne ist aufgrund von nicht-kompetitiven Verhalten (Marktmacht) und Finanzfraktionen nicht gewährleistet, die besonders ausgeprägt sind in einer Wirtschaftskrise, wie sie nach dem Gaslieferstopp zu erwarten ist.¹⁴ Aus gesamtgesellschaftlicher Sicht müssen zusätzliche Kriterien wie Versorgungssicherheit berücksichtigt werden (siehe Kapitel 2). Sollen zuerst die Betriebe in der Grundstoffindustrie, die die Vorprodukte für eine komplexe Wertschöpfungskette produziert, mit Erdgas versorgt werden, oder doch die Betriebe in der Ernährungsindustrie, die den Dünger für die Landwirtschaft herstellen?

Dies alles bedeutet nicht, dass der Preismechanismus im Falle eines Erdgasembargos vollständig ausgesetzt werden sollte. Doch es zeigt, dass der Entwurf eines gesamtgesellschaftlich wünschenswerten Allokationsmechanismus ein komplexes, multidimensionales Problem ist und ein Mischsystem aus staatlicher Kontrolle und marktwirtschaftlichen Elementen optimal ist. Es gibt zurzeit keine verlässlichen Schätzungen, inwieweit eine zielgenaue Allokation des verbleibenden Erdgasangebots die ökonomischen Auswirkungen eines Lieferstopps abfedern kann. Deshalb wird in der vorliegenden Studie keine Anpassung vorgenommen, die eine Effizienzsteigerung durch eine verbesserte Allokation berücksichtigt. Dieser Ansatz wird auch in GD (2022a) verfolgt.

3.4 Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie im alternativen Szenario

Im alternativen Szenario muss der Industriesektor seinen Erdgasverbrauch um 80 TWh reduzieren (siehe Tabelle 1). In den Produktionsbereichen der erdgasintensiven Industrie mit

¹⁴ Zudem können Netzwerkeffekte zu ineffizienten Allokationen führen (Fadinger et al., 2018). Die ökonomische Literatur hat jedoch überwiegend Netzwerk-Modelle betrachtet, in denen das Marktergebnis zu einer effizienten Allokation führt.

kurzfristiger Substitutionsmöglichkeit könnte – wie im oben beschriebenen Basisszenario – weiterhin 49 TWh Erdgas ohne nennenswerten Produktionsrückgang eingespart werden, so dass ein Defizit von $80 - 49 = 31$ TWh verbleibt. Damit ergibt sich ein notwendiger Rückgang des Erdgasverbrauchs um $31/196 = 0,16$ bzw. 16 % für die erdgasintensive Industrie ohne kurzfristige Substitutionsmöglichkeit. Dieses Defizit kann nur eingespart werden, indem die Produktion entsprechend heruntergefahren wird.

Die Produktionsprozesse der erdgasintensiven Industrie, die Erdgas als essenziellen Inputfaktor nutzen und für die kurzfristig keine Substitutionsmöglichkeit besteht, haben in 2021 rund 4 % des BIPs erwirtschaftet. Bei einer Reduktion des Erdgasverbrauchs um 16 % ergibt sich somit ein Produktionsverlust von 0,6 % Prozent des BIPs in den sechs erdgasintensiven Industriezweigen. Dieser Rückgang der industriellen Wertschöpfung im Zeitraum 1. April 2022 bis 31. März 2023 ist der Erstrundeneffekt im alternativen Szenario.

4. Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Produktion

Ein sofortiger und vollständiger Stopp russischer Gasimporte würde in der erdgasintensiven Industrie zu einem Produktionsrückgang von rund 1,6 % des BIPs im Basisszenario und 0,8 % im alternativen Szenario führen. Dabei sind zu großen Teilen Unternehmen aus Wirtschaftssektoren wie der Grundstoffchemie betroffen, die ganz am Anfang einer komplexen Wertschöpfungskette stehen. Ein plötzlicher Rückgang der Produktion in diesen Sektoren würde sich durch die gesamte Wirtschaft fortpflanzen und hätte entlang der Wertschöpfungskette einen verstärkenden negativen Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Produktion. Dies sind die Zweitrundeneffekte eines Erdgasembargos aufgrund von Produktionsketten und wirtschaftlichen Verflechtungen in einer modernen, arbeitsteiligen Volkswirtschaft.

Im Folgenden soll die Frage beantwortet werden, inwieweit ein solcher „Produktionsschock“ in der erdgasintensiven Industrie auf andere Wirtschaftssektoren ausstrahlt und sich über sogenannte Netzwerk- bzw. Kaskadeneffekte verstärkt. Dabei ist immer die Zeitschiene zu beachten: Bei einem abrupten Erdgasembargo liegt der Fokus auf der kurzen Frist und der Frage, inwieweit die Wertschöpfung der nachgelagerten Industrie und der nachgelagerten Dienstleistungsunternehmen kurzfristig beeinträchtigt wird.¹⁵ Darüber hinaus werden in Abschnitt 5.3 die dauerhaften Schäden und sozialen Folgen von Rezessionen bzw. Wirtschaftskrisen erörtert.

4.1 Methodik

Eine übliche Methode zur Berechnung der Zweitrundeneffekte ist die Simulationsanalyse auf Basis eines empirisch und theoretisch fundierten Modells der Volkswirtschaft. Dabei hängen

¹⁵ Anders gesagt: Die langfristigen Anpassungs- und Substitutionsmöglichkeiten für Unternehmen sind wesentlich größer als die kurzfristigen Möglichkeiten, so dass der kurzfristige Verstärkungseffekt wesentlich ausgeprägter ist als der langfristige. Das bedeutet unter anderem, dass zur Analyse der kurzfristigen wirtschaftlichen Folgen eines abrupten Erdgasembargos nur empirische Evidenz mit einem Zeitrahmen bis maximal einem Jahr verwendet werden sollte. Dieses Kriterium wird von den empirischen Arbeiten erfüllt, die in diesem Kapitel diskutiert werden.

Modellwahl und die Bedeutung von „empirisch und theoretisch fundiert“ immer von dem Kontext und der Fragestellung ab. Dieser Ansatz ist grob vergleichbar mit den Analysen von Epidemiologen, die durch eine modellgestützte Simulationsanalyse die Auswirkungen eines Lockdowns auf das Infektionsgeschehen untersuchen.

Im Fall eines abrupten Stopps russischer Erdgasimporte ist es naheliegend, zur theoretischen Fundierung ein Modell aus der Klasse der Netzwerkmodelle heranzuziehen, wie sie zum Beispiel in Acemoglu et al. (2012b) entwickelt werden.¹⁶ Zur empirischen Fundierung dienen die Input-Output-Tabellen der VGR als Grundlage und die verwendete Modellversion sollte die Produktionsverflechtungen der sechs erdgasintensiven Industriezweige realistisch abbilden. Diese empirische Fundierung des Netzwerkmodells ist eine notwendige Bedingung dafür, mögliche Kaskadeneffekte eines Erdgasembargos auf Basis einer Simulationsanalyse korrekt zu berechnen. Doch es ist keine hinreichende Bedingung, da die Input-Output-Tabellen ohne zusätzliche Annahmen keine Information darüber enthalten, inwieweit die nachgelagerten Produktionsstätten den Ausfall von Lieferungen im Fall eines Embargos kompensieren können.¹⁷

Verlässliche Ergebnisse können im Prinzip nur berechnet werden, wenn das zugrundeliegende Simulationsmodell durch empirische Evidenz für einen ähnlich gelagerten Fall validiert wurde. Solche empirische Evidenz existiert nicht für Deutschland, aber für einen ähnlich gelagerten Fall in Japan. Konkret haben Carvalho et al. (2020) in einer vielbeachteten Studie die wirtschaftlichen Folgen des Erdbebens in Japan in 2011, das auch zum Fukushima-Unfall geführt hat, aufgrund von Netzwerk- bzw. Kaskadeneffekten empirisch geschätzt.¹⁸ Das Ergebnis ihrer Analyse ist, dass die vom Unfall direkt betroffene Region zwar nur einen wirtschaftlichen Verlust von 0,1 Prozent des BIPs erlitten hat, aber sich dieser ursprüngliche Schock durch die Produktionsverflechtungen der Sektoren zu einem gesamtwirtschaftlichen Verlust von 0,47 Prozent des BIPs verstärkt haben. Netzwerkeffekte im Produktionsbereich haben also einen kurzfristigen Verstärkungsfaktor bzw. „Produktionsmultiplikator“ von knapp 5 erzeugt.¹⁹

¹⁶ Die zugrundeliegende Idee und Analysemethoden diese Modelle können auf die Arbeiten von Leontief zurückgeführt werden (Leontief, 1941). Siehe Carvalho und Tahbaz-Salehi (2019) für eine Zusammenfassung der Literatur.

¹⁷ Die Erfahrung mit fehlenden Halbleiterchips (Wollmershäuser et al. 2021) und Kabelbäumen (Tyborski, 2022) in der Autoindustrie hat gezeigt, wie stark die Produktion kurzfristig unter dem Mangel an Vorprodukten leiden kann.

¹⁸ Es handelt sich hier um eine strukturelle (modellbasierte) Schätzung, um die Netzwerkeffekte von anderen Effekten zu differenzieren. In der Analyse von Carvalho et al. (2020) wird der Fukushima-Unfall als negativer Produktivitätsschock bzw. negativer Kapitalschock abgebildet. In der vorliegenden Analyse entspricht der Produktionsrückgang in den direkt betroffenen, erdgasintensiven Industriezweigen diesem Produktivitätsschock (Erstrundeneffekt). Der erwähnte Multiplikator- bzw. Verstärkungseffekt bestimmt dann die Stärke der Zweitrundeneffekte.

¹⁹ Barrot und Sauvagnat (2016) untersuchen die ökonomischen Auswirkungen von Naturkatastrophen in den USA und finden, dass ein katastrophenbedingter Umsatzrückgang um 1 Dollar in einem Unternehmen, das Vorprodukte herstellt, zu einem Umsatzrückgang von 2,4 Dollar bei den (direkten und indirekten) Kunden des Unternehmens führen. Dieses Ergebnis unterstreicht die starke Komplementarität der Wertschöpfungskette in der kurzen Frist. Die empirische Analyse erfasst jedoch nicht vollständig den gesamtwirtschaftlichen Verstärkungseffekt und die Ergebnisse können daher nicht zur Abschätzung des Produktionsmultiplikators genutzt werden.

Bundesbank (2022) führt eine Modellrechnung der BIP-Verluste eines Energieembargos (Kohle, Öl, Gas) auf Basis von Input-Output-Tabellen durch, wobei auch die Energiewirtschaft mit betrachtet wird. Das Ergebnis ist ein Produktionsmultiplikator von etwas mehr als 2; also erheblich kleiner als der in Carvalho et al. (2020) geschätzte Verstärkungseffekt von knapp 5. Die in Bundesbank (2022) verwendete Methode unterschätzt jedoch den wahren Verstärkungseffekt – insbesondere beim Erdgas – teilweise erheblich, denn die Auswirkungen auf die nachgelagerten Produktionsbereiche werden proportional zum wertmäßigen Anteil der Vorleistungen bestimmt. Dieser Ansatz würde zum Beispiel den Produktionsausfall aufgrund von Lieferengpässen bei Halbleitern und anderen Vorprodukten im Frühjahr 2021, der in Wollmershäuser et al., 2021 auf über ein Prozent des BIPs geschätzt wird, stark unterschätzen, weil der „Marktwert“ der nicht gelieferten Vorprodukte in diesem Fall nicht nennenswert war.²⁰

Die sehr begrenzte verfügbare empirische Evidenz impliziert einen kurzfristigen Verstärkungseffekt entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die einem Produktionsmultiplikator von knapp 5 entspricht (Carvalho et al., 2020).²¹ Eine konservative Abschätzung der Bundesbank (2022) auf Basis von Input-Output-Tabellen ergibt einen Produktionsmultiplikator von rund 2. Es steht außer Frage, dass eine Abschätzung des kurzfristigen Produktionsmultiplikators im Falle eines Erdgasembargos mit sehr großer Unsicherheit verbunden ist. In der vorliegenden Studie wird daher zu Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines Erdgasembargos eine Spannbreite angegeben, deren Obergrenze durch den Multiplikator 5 und deren Untergrenze durch den Multiplikator 2 definiert wird.

4.2 Ergebnisse

Im Basisszenario führt ein Erdgasembargo zu einem Produktionsrückgang von 1,6 % des BIPs in den erdgasintensiven Industriezweigen (Erstrundeneffekt). Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen über Netzwerkeffekte summieren sich bei einem Multiplikator von 5 zu einem Produktionsverlust von 8 % des BIPs (Erst- und Zweitrundeneffekte). Dies ist der geschätzte Produktionsrückgang, wenn die Evidenz aus dem Papier von Carvalho et al. (2022) als Grundlage der Berechnungen von Zweitrundeneffekte im Falle eines Gasembargos für Deutschland genutzt wird. Bei einem Multiplikator von 2, wie er in Bundesbank (2022) auf Basis von Input-Output-Tabellen berechnet wird, summieren sich die gesamtwirtschaftlichen Produktionsverluste auf 3,2% des BIPs. Dies stellt sicherlich eine untere Grenze für den Produktionsrückgang im Basisszenario dar.

Der angenommene Verstärkungseffekt von 5 wird hier als Obergrenze für die Zweitrundeneffekte verwendet, aber im Fall eines Gasembargos könnte der Verstärkungseffekt sogar größer sein. Denn es wäre hauptsächlich die Produktion von Vorprodukten betroffen, die am Anfang einer langen Wertschöpfungskette stehen, während das Erdbeben in Japan in 2011 Betriebe mit durchschnittlicher Stellung in der

²⁰ Dieser Punkt wird ausdrücklich in Bundesbank (2022) erwähnt und thematisiert – siehe insbesondere Fußnote 40.

²¹ Ein Multiplikator von 1 entspricht einer Situation, in der es keine Ausbreitung des Erdgasschocks in der Wirtschaft gibt und der gesamtwirtschaftliche Produktionsrückgang dem Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie entspricht.

Wertschöpfungskette getroffen hat. Darüber hinaus wäre der ursprüngliche Angebotsschock im Fall eines Erdgasembargos größer als beim japanischen Erdbeben in 2011, so dass nicht-lineare, verstärkende Zweitrundeneffekte wahrscheinlicher werden.

Häufig wird argumentiert, dass Zweitrundeneffekte durch Importe von Vorprodukten kompensiert werden können. Dies verändert nicht die Erstrundeneffekten, aber die Ausstrahlung auf die Gesamtwirtschaft kann dadurch abgefedert und somit die Zweitrundeneffekte gedämpft werden; Importe ersetzen die inländischen Vorprodukte für die nachgelagerten Produktionssektoren. Diese Substitutionsmöglichkeiten sind jedoch häufig in der kurzen Frist begrenzt, wie eine empirische Arbeit von Boehm und Oberfield (2019) zeigt. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Schätzung des Produktions-Multiplikators von Carvalho et al. (2020) bereits solche Substitutionsmöglichkeiten berücksichtigt, denn auch die japanische Volkswirtschaft ist eine offene Volkswirtschaft.

Im alternativen Szenario entspricht der Erstrundeneffekt eines Gasembargos nur einem Produktionsverlust von 0,6 % des BIPs. Wenn die Stärke des Zweitrundeneffekts unverändert bleibt, dann ergibt sich ein gesamtwirtschaftlicher Produktionsrückgang im alternativen Szenario von 1,2% bei einem Produktionsmultiplikator von 2 und von 3% bei einem Produktionsmultiplikator von 5. Die wesentlichen Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2. Erdgasverfügbarkeit und Produktionsverluste

	Erdgasschock Industrie	Erdgasschock Industrie inkl. Substitution	BIP-Verlust erdgasintensive Industrie	BIP-Verlust Gesamtwirtschaft
Basisszenario	130 TWh [53%]	81 TWh [41%]	57 Mrd [1,6%]	114 Mrd - 286 Mrd [3,2% - 8%]
Alternativszenario	80 TWh [33%]	31 TWh [16%]	21 Mrd [0,6%]	43 Mrd - 107 Mrd [1,2% - 3%]

Anmerkung: Der BIP-Verlust in der dritten und vierten Spalte bezieht sich auf den Rückgang der Bruttowertschöpfung im Zeitraum von einem Jahr nach Beginn des Lieferstopps (Anfang Mai 2022 bis Ende April 2023) relativ zu einer Situation ohne Lieferunterbrechungen. Euro-Angaben sind inflationsbereinigte Veränderungen relativ zu einem Bruttoinlandsprodukt von 3.571 Milliarden Euro (Wert in 2021). Prozentzahlen in der ersten und zweiten Spalte beziehen sich auf den Verbrauch der Industrie von 245 TWh in 2021.

4.3 Dauerhafte Schäden (Hysterese) und soziale Folgen

Rezessionen erzeugen wirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten, weil das Wirtschaftswachstum kurzfristig einbricht und die Beschäftigung zurückgeht bzw. die Arbeitslosigkeit steigt. Doch Rezessionen führen nicht nur zu einem kurzfristigen Einbruch der wirtschaftlichen Aktivitäten, sondern können Wirtschaft und Gesellschaft auch dauerhaften Schaden zufügen. Diese dauerhaften Schäden stellen zusätzliche Kosten einer Krise dar, die auch nach der Erholung noch zu spüren sind. In der einschlägigen Literatur ist

dieser Effekt als Hysterese-Effekt von Rezessionen bekannt (Blanchard und Summers, 1986) und durch zahlreiche empirische Studien belegt. Zum Beispiel zeigen Ball (2014) sowie Cerra und Saxena (2008) anhand von makroökonomischen Zeitreihenanalysen, dass Rezessionen einen dauerhaften, negativen Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Produktion haben. Anders gesagt: Kurzfristige Fluktuationen in der gesamtwirtschaftlichen Aktivität beeinflussen den Potenzialoutput. Darüber hinaus haben empirische Studien einen engen Zusammenhang zwischen konjunktureller Fiskalpolitik und Potenzialoutput gefunden (siehe z. B. Fatas und Summers 2018 sowie Gechert et al. 2019).

Es gibt verschiedene Wirkungskanäle, die den Zusammenhang zwischen Rezessionen und Potenzialoutput prinzipiell erklären können. In einer durch ein Gasembargo verursachten Wirtschaftskrise wären die folgenden zwei Effekte besonders ausgeprägt. Zum Ersten der Humankapitaleffekt: Arbeitslosigkeit ist häufig mit dem Verlust von unternehmens- oder sektor- bzw. berufsspezifischen Humankapital verbunden, und in einer Rezession steigt die Wahrscheinlichkeit und Verweildauer der Arbeitslosigkeit. Dieser Erklärungsansatz ist nicht nur theoretisch gut begründet, sondern auch empirisch belegt. Zum Beispiel zeigen empirische Studien, dass Jobverlust zu permanenten Einkommensverlusten führt und diese permanenten Einkommensverluste besonders groß sind für die Erwerbspersonen, die ihren Job während einer Rezession verloren haben (Davis und Wachter 2011). Zum Zweiten werden in der Krise Teile des physischen Kapitalstocks vernichtet und der Aufbau neuer Produktionsstrukturen nach der Krise benötigt Zeit und Investitionen.²²

Das Ausmaß des Hysterese-Effekts ist nicht für alle Rezessionen und Länder gleich. Er hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab: erstens von den strukturellen Schwächen bzw. Stärken der Wirtschaft vor der Krise, die wiederum von vergangenen wirtschaftspolitischen Entscheidungen abhängen; zweitens von den wirtschaftspolitischen Entscheidungen, die während der Krise getroffen werden – der Qualität der Konjunkturpolitik der Regierung des jeweiligen Landes; drittens von der Art und Größe des exogenen Schocks, der zur Krise geführt hat. Der Effekt dieser Einflussfaktoren wird deutlich, wenn die Entwicklungen in Deutschland und den USA in der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009 verglichen werden.

Die deutsche Wirtschaft und speziell der Arbeitsmarkt haben sich sehr schnell von der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009 erholt, während in den USA noch nach zehn Jahren Spuren der Krise erkennbar sind (Ball 2014). Diese Unterschiede können auf drei Faktoren zurückgeführt werden. Erstens sind in Deutschland Wirtschaft und Arbeitsmarkt gut aufgestellt in die Krise gegangen, während in den USA der Arbeitsmarkt bereits vor der Krise erhebliche Schwächen zeigte. Zweitens gibt es in den USA im Gegensatz zu Deutschland nur einen schwachen Sozialstaat, und es fehlen daher die automatischen Stabilisatoren. Zudem hat die deutsche Politik mit der Ausweitung des Kurzarbeitergeldes eine konjunkturpolitische Antwort gegeben, die in ihrer konjunkturellen Wirkung die in den USA ergriffenen Konjunkturmaßnahmen weit übertrifft. Drittens war der exogene Schock in den USA größer und dauerhafter als in Deutschland, denn die Finanzkrise hatte ihren Ursprung in den USA und hat den Kern der US-Wirtschaft – den Finanzsektor -- getroffen. Im Gegensatz

²² Benigno und Fornaro (2018) diskutieren einen weiteren Wirkungskanal: Die langfristigen Produktionsverluste durch einen krisenbedingten Rückgang der privaten Investitionen in neue Technologien.

zu den USA war für Deutschland die globale Finanzkrise hauptsächlich ein kurzfristiger Nachfrageschock, der sehr schnell durch die ansteigende Exportnachfrage aus China kompensiert wurde.

Diese Überlegungen sprechen dafür, dass eine durch ein Gasembargo verursachte Wirtschaftskrise einen starken Hysterese-Effekt erzeugen würde, der wesentlich ausgeprägter wäre als der Hysterese-Effekt der Finanzkrise 2008/2009 oder der Corona-Krise 2020. Denn dieser Energieschock würde direkt den Kern der deutschen Industrie treffen und das Produktionspotenzial würde stark schwächen. Zudem sind große Teile der deutschen Industrie nach zwei Jahren Corona-Krise, globalen Lieferkettenproblemen und klimapolitischen Transformationsdruck geschwächt, so dass eine energiepolitische Schocktherapie dazu führen könnte, dass auch Unternehmen mit an sich tragfähigem Geschäftsmodell in die Insolvenz gehen oder ihre Produktion ins (nicht-europäische) Ausland verlegen würden. Schließlich sind der Geldpolitik aufgrund hoher Inflationsraten die Hände gebunden und auch die Fiskalpolitik würde sehr schnell an ihre Grenzen stoßen.

Rezessionen führen nicht nur zu BIP-Verlusten, sondern sie haben auch negative soziale Folgen. Konkret ist die Verteilung der krisenbedingten Einkommensverluste relevant. Anders gesagt: Wer verliert wie viel in einer Wirtschaftskrise? Die verfügbare Evidenz legt die folgenden Schlussfolgerungen nahe.

Erstens sind Krisen Ereignisse, in denen nicht nur das durchschnittliche Einkommen sinkt, sondern auch viele Menschen ganz viel verlieren. Anders gesagt: Die Evidenz zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß dauerhafter Einkommensverluste – persönliche Desaster also – in der Krise stark ansteigt (Guvenen et al. 2014). Das bedeutet unter anderem, dass die negativen Auswirkungen von Krisen auf das Wohlergehen der Menschen wesentlich größer sind, als eine einfache BIP-Betrachtung vermuten lässt. Diese These wird durch empirische Arbeiten bestätigt, die die langfristigen Auswirkungen von betriebsbedingten Kündigungen (job displacement) auf das Erwerbseinkommen untersuchen. Ein Arbeitsplatzverlust aufgrund einer betriebsbedingten Kündigung ist häufig mit dauerhaften Einkommensverlusten verbunden, und diese dauerhaften Einkommensverluste sind besonders hoch für die Erwerbspersonen, die in der Krise ihre Arbeit verloren haben (vgl. Schmieder et al. 2010 für Deutschland und Davis/Wachter 2011 für die USA). Ähnlich ergeht es den Schulabgänger_innen: Wer seinen ersten Job in der Krise suchen muss, hat es nicht nur kurzfristig schwerer, sondern hat im Durchschnitt noch nach vielen Jahren ein Erwerbseinkommen, das unter dem der Erwerbspersonen liegt, die ihren ersten Job in einer wirtschaftlichen Boom-Phase gesucht haben (Oreopoulos et al. 2012).

Zweitens sind es besonders die Erwerbstätigen mit niedrigerem Einkommen, die prozentual die größten Einkommensverluste erleiden. Da viele dieser Erwerbstätigen nah am Existenzminimum leben und keine Ersparnisse haben, trifft die Krise diese Gruppe besonders hart. In diesem Sinne verlieren die ökonomisch schlechter gestellten Personen besonders viel in der Krise. Erste wissenschaftliche Erhebungen zur Corona-Krise zeigen zum Beispiel, dass Selbstständige aufgrund wegbrechender Aufträge deutlich stärker ihre Arbeitszeiten reduzieren als Angestellte (Bünning et al. 2020). Unter den Angestellten dagegen können vor allem Erwerbstätige mit höherem Einkommen und höherer Bildung die Möglichkeit nutzen,

im Homeoffice weiter zu arbeiten, während Menschen mit geringer Bildung viel häufiger in Kurzarbeit sind. Gerade diese Menschen arbeiten aber häufig in Berufen mit niedrigen Einkommen und sind somit größeren finanziellen Schwierigkeiten durch Kurzarbeit ausgesetzt.

5. Einordnung der Ergebnisse

Dieses Kapitel bietet eine Einordnung der Ergebnisse. Dazu wird zuerst die ökonomische Literatur zu den angebotsseitigen Effekten zusammengefasst und dann die Simulationsanalysen der nachfrageseitigen Effekte erörtert. Zudem werden die aktuelle Gemeinschaftsdiagnose der Wirtschaftsinstitute (GD, 2022a,b) und eine aktuelle Studie der Bundesbank (2022) diskutiert, die sowohl angebots- als auch nachfrageseitigen Wirkungskanäle analysieren. Schließlich wird die Studie Bachmann et al. (2022) kurz besprochen.

5.1 Ökonomische Literatur zu angebotsseitigen Effekten

Die Substituierbarkeit von Produktionsfaktoren ist ein klassisches Thema in den Wirtschaftswissenschaften und spielte auch in der berühmten Cambridge-Cambridge-Kontroverse eine wichtige Rolle. Die ökonomische Theorie des Wirtschaftswachstums hat üblicherweise Substituierbarkeit vorausgesetzt und häufig eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit Faktoren Kapital und Arbeit (Substitutionselastizität von 1) verwendet. Darüber hinaus werden CES-Funktionen genutzt, um verschiedene Arten des Humankapitals zu aggregieren (Acemoglu, 2009). Die makroökonomische Literatur zur optimalen Klimapolitik, in der die Substituierbarkeit verschiedener Energieträger eine zentrale Rolle spielt, hat in der Tradition des Nordhaus-Modells gewöhnlich erhebliche Substitutionsmöglichkeiten angenommen (Golosov et al., 2012), doch es gibt auch alternative Ansätze in der einschlägigen Literatur (Acemoglu et al, 2012b).

Die Substitutionsmöglichkeiten sind allgemein begrenzter in der kurzen Frist als in der langen Frist, wobei die Definition von „kurzfristig“ immer kontextabhängig ist. Es ist daher nicht überraschend, dass die Leontief-Produktionsfunktion (Putty-Clay-Ansatz) besonders zur Beschreibung kurzfristiger Phänomene, wie den Konjunkturbewegungen (Atkeson und Kehoe, 1999, und Gilchrist und Williams, 2000), verwendet wurde. Die moderne makroökonomische Literatur hat also die Problematik der begrenzten Substitutionsmöglichkeiten nicht gänzlich unter den Teppich gekehrt, auch wenn in Anwendungen eine Tendenz bestimmt, die kurzfristigen Substitutionsmöglichkeiten zu überschätzen.

Eine moderne Literatur zu Netzwerkeffekten (Acemoglu et al., 2012) hat sich mit der Frage beschäftigt, wie ein Produktionsrückgang (Produktionsschock) in einem Wirtschaftssektor sich über die Unterbrechung von Wertschöpfungs- bzw. Lieferketten in der gesamten Wirtschaft ausbreitet und verstärkt. Die grundlegenden Ideen gehen auf die Arbeiten von Leontief zu Input-Output-Tabellen zurück und finden auch ihren Widerhall in den Anfängen der Konjunkturtheorie, die die Auswirkungen von Produktivitätsschocks untersucht (King und Plosser, 1983). Die neuere Literatur hat bisher den Fokus auf theoretische Analysen und

quantitative Beispiele gelegt, doch in einer wichtigen empirischen Arbeit haben Carvalho et al. (2020) anhand der Erfahrung mit dem japanischen Erdbeben in 2011 einen großen Multiplikator-Effekt durch Produktionsverflechtungen belegt. Ein Überblick über die Literatur wird in Carvalho und Tahbaz-Salehi (2019) präsentiert.

5.2. Simulationsanalysen zu nachfrageseitigen Effekten

Der Fokus der vorliegenden Analyse liegt auf dem angebotsseitigen Wirkungskanal, doch ein Gasembargo beeinflusst auch die Nachfrageseite. Eine Reihe von Studien berechnet die Auswirkungen eines sofortigen Energieembargos auf Basis der zur Verfügung stehenden makroökonomischen Modelle zur Konjunkturanalyse. Simulationsanalysen auf Basis makroökonomischer Modelle ergeben einen Produktionsrückgang von 2 bis 4 Prozent des BIPs aufgrund der nachfrageseitigen Effekte steigender Energiepreise, auch wenn es keine Mengenbeschränkung geben würde (Bundesbank, 2022, IMK, 2022, SVR, 2022a).

Die genannten Modelle sind sehr gut geeignet, die nachfragegetriebenen Effekte steigender Energiepreise und die realwirtschaftlichen Effekte möglicher Finanzmarkturbulenzen zu untersuchen, doch sie beschreiben nicht die hier besprochenen Produktivitätseffekte. Insofern sind diese Analysen als komplementäre Analysen zu verstehen, welche verschiedene Wirkmechanismen abbilden, die in der Realität in Falle eines Energieembargos gleichzeitig wirken. Um eine Abschätzung des Gesamteffekts eines sofortigen Energieembargos zu erhalten, sollten also die einzelnen Effekte addiert werden. Der Gesamteffekt eines Energieembargos (Kohle, Öl und Erdgas) ergibt sich somit approximativ aus der Summe der Nachfrage- und Angebotseffekte (Bundesbank, 2022, SVR, 2022a). Im Basisszenario der vorliegenden Studie wäre also mit einem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktion zwischen 5,2 Prozent und 12 Prozent zu rechnen, während gemäß dem alternativen Szenario ein Rückgang von 3,2 bis 7 Prozent des BIPs zu erwarten wäre.

Die Unterteilung in angebotsseitige und nachfrageseitige Wirkungskanäle ist sinnvoll, um die Ergebnisse der verschiedenen Studien einzuordnen (siehe auch Abschnitt 5.5), auch wenn die Grenze nicht immer ganz trennscharf gezogen werden kann. Beispielsweise verwenden Bundesbank (2022) und IMK (2022) das NiGEM-Modell, um die nachfragegetriebenen Effekte zu berechnen. Dabei wirkt ein Anstieg der Energiepreise zum einen auf die Konsumneigung der privaten Haushalte und zum anderen über die Faktornachfrage der Unternehmen, die über die gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion dann das Bruttoinlandsprodukt beeinflusst – letzteres eine eher angebotsseitige Betrachtungsweise. Darüber hinaus ist die einfache Additivität der einzelnen Effekte bzw. Wirkungskanäle immer nur annähernd gültig und die Approximation kann eventuell irreführenden Ergebnisse führen. Zum Beispiel haben allgemeine Gleichgewichtseffekte in der Regel eine dämpfende Wirkung, während Komplementaritäten, die besonders in Krisenzeiten wichtig sein sollten, zur Verstärkung der einzelnen Effekte beitragen. All dies sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

5.3 Simulationsanalysen der Bundesbank (2022) und im Rahmen der Gemeinschaftsdiagnose (GD, 2022a,b)

In der aktuellen Gemeinschaftsdiagnose analysieren die fünf Wirtschaftsinstitute DIW, IfW, Ifo, IWH und RWE unter anderem die wirtschaftlichen Folgen eines abrupten Stopps russischer Gasimporte (GD, 2022a). In den Modellsimulationen werden sowohl nachfragegetriebene als auch angebotsgetriebene Effekte eines Energieembargos (Erdgas plus Erdöl) berücksichtigt. Dabei wird die Erdgasverfügbarkeit für die Industrie nach einem Embargo mit einem ökonometrischen Nachfrage-Angebots-Modell simuliert. Darüber hinaus werden die Produktionseffekte einer Verknappung des Erdgasangebots mit Input-Output-Tabellen explizit modelliert und in die Simulationsanalyse auf Basis des Konjunkturmodells integriert, um den Angebotseffekt eines Embargos zu berücksichtigen. Die Simulationsanalyse ergibt einen BIP-Verlust von 5,3 % in 2023 (GD, 2022a, Tabelle 2.19), wenn der Medianwert der Erdgasverfügbarkeit zugrunde gelegt wird.

Die Studie der Institute (GD, 2022a) erfüllt die hier beschriebenen methodischen Kriterien, um den negativen Angebotseffekt eines Erdgasembargos angemessen zu analysieren. Die angenommene Erdgasverfügbarkeit im „Medianszenario“ entspricht in etwa der Erdgasverfügbarkeit im alternativen Szenario der vorliegenden Studie. Das Ergebnis der vorliegenden Studie steht also im Einklang mit dem Ergebnis von GD (2022a): Inklusive Nachfrageeffekt ergibt sich gemäß der vorliegenden Studie ein BIP-Verlust von 3,2 bis 7 Prozent, während GD (2022a) einen BIP-Verlust von 5,3 % berechnet, wenn Angebots- und Nachfrageeffekte berücksichtigt werden. Darüber hinaus bestätigen Ergebnisse in GD (2022b) die These der vorliegenden Studie (Tabelle 2), dass die berechneten Produktionsausfälle sehr stark von der ermittelten Erdgasverfügbarkeit abhängen. Beispielsweise kann in einem worst-case Szenario der Wertschöpfungsverlust allein im produzierenden Gewerbe 17 % des BIPs für die fünf Monate Januar 2023 bis Mai 2023 betragen (GD, 2022b, Abbildung 4).

Unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der Erdgasverfügbarkeit führen also zu drastischen Unterschieden in den prognostizierten Produktionsverlusten. Während die vorliegende Studie im Basisszenario in Anlehnung an die Studien von Agora (2022) und IEA (2022) von einem Rückgang der Erdgasverfügbarkeit um rund 32 % nach einem Erdgasembargo ausgeht, nehmen GD (2022a) in ihrem „Basisszenario“ in Anlehnung an Holz (2022) einen geringeren Rückgang der Erdgasverfügbarkeit an (GD 2022b). Der Vergleich der Ergebnisse für zwei Szenarien in Tabelle 2 verdeutlicht, dass relativ moderate Verschiebungen in der Erdgasverfügbarkeit dramatische Konsequenzen für die ökonomischen Schlussfolgerungen haben können.

Neben der Erdgasverfügbarkeit sind zwei weitere Annahmen, die in GD (2022a,b) getroffen werden, erwähnenswert. Zum Ersten wird vorausgesetzt, dass die Bundesnetzagentur die Gasspeicher bis zum Herbst nicht wie geplant auffüllen wird. Daher erfolgt die Rationierung der Industrie erst in den vier Monaten Januar bis April 2023 und die entsprechenden wirtschaftlichen Folgen setzen erst in Q1 2023 ein. Es ist unwahrscheinlich, dass die Bundesnetzagentur bzw. die Bundesregierung diese Strategie verfolgen würde, weil sie – im Einklang mit den Simulationsanalysen zur Erdgasverfügbarkeit in GD (2022b) – im Winter

eine Rationierung bei den geschützten Kunden (private Haushalten) notwendig machen würde. Dies ändert nichts an der der Gesamtmenge an verfügbarem Erdgas und der Erdgasmenge, die von der Industrie im Laufe des Jahres eingespart werden muss. Doch es ändert den Zeitpfad der Erdgasverfügbarkeit und damit die Dynamik der wirtschaftlichen Verluste.

Zum Zweiten unterschätzen die Simulationsanalysen in GD (2022a) die dauerhaften wirtschaftlichen Kosten von Rezessionen. Ein kurzfristiger Wirtschaftseinbruch kann zu dauerhaften Schäden führen (Abschnitt 4.3). Dieser Hysterese-Effekt von Rezessionen, der im Fall eines negativen Angebotsschock besonders ausgeprägt sein sollte, wird im zugrundeliegenden Modellrahmen von GD (2022a) – wie auch in den meisten makroökonomischen Konjunkturmodellen – nicht angemessen abgebildet und langfristige Produktionsverluste werden somit unterschätzt.

Bundesbank (2022) ist eine weitere Studie, die sowohl nachfrageseitige als auch angebotsseitige Effekt eines Erdgasembargos auf die gesamtwirtschaftliche Produktion analysiert. Dabei werden im Gegensatz zu GD (2022a) die Auswirkungen der beiden Wirkungskanäle separat betrachtet und nicht in einer ganzheitlichen Simulationsanalyse zusammengeführt. Die Simulationsanalyse der Bundesbank (2022) ergibt einen Produktionsrückgang von rund 2 Prozent des BIPs in 2022 und rund 4 Prozent des BIPs in 2023 aufgrund der nachfrageseitigen Effekte steigender Energiepreise im Fall eines vollständigen Energieembargos (Kohle, Öl, Erdgas), auch wenn es keine Mengenbeschränkung geben würde. Darüber hinaus zeigt die Analyse, dass fiskalische Maßnahmen den BIP-Einbruch um circa einen halben Prozentpunkt dämpfen. Eine fiskalpolitische Reaktion ist also wichtig, aber ihre Wirksamkeit ist begrenzt.

Zudem führt Bundesbank (2022) eine Modellrechnung der BIP-Verluste auf Basis von Input-Output-Tabellen durch, wobei auch die Energiewirtschaft mit betrachtet wird. Das Ergebnis ist ein Produktionsrückgang in der erdgasintensiven Industrie um circa 1,4 % des BIPs und einen gesamtwirtschaftlichen Produktionsrückgang von etwas über 3 % des BIPs. Dabei fällt dieser Produktionsverlust im Jahr 2022 an, weil Bundesbank (2022) im Einklang mit der vorliegenden Studie davon ausgeht, dass die Erdgasverknappung sofort nach dem in Kraft treten des Embargos wirksam sein würde. Zudem wird angenommen, dass das Ausmaß der Einschränkung des Erdgasangebots in etwa dem Erdgasschock der vorliegenden Studie im Basisszenario entspricht.

5.4 Die Studie von Bachmann et al. (2022)

In einer vielbeachteten Studie²³ haben Bachmann et al. (2022) eine modellgestützte Simulationsanalyse durchgeführt, die im Prinzip den verstärkenden Angebotseffekt von engen Produktionsverflechtungen berechnen könnte. Die Berechnungen basieren auf einem statischen Handelsmodell von Baqaee und Farhi (2021) und ergeben einen Produktionsverlust durch ein Erdgasembargo von 0,3 Prozent des BIPs. Darüber hinaus werden in Bachmann et al. (2022) weitere Berechnungen auf Basis einer aggregierten Produktionsfunktion durchgeführt, die einen BIP-Rückgang bis zu 2,3 Prozent implizieren.

²³ Siehe zum Beispiel Krugman (2022).

Diese überraschend geringen Produktionseffekte eines Energieembargos sind unter anderem damit zu erklären, dass die quantitative Analyse in Bachmann et al. (2022) die kurzfristig begrenzten Substitutionsmöglichkeiten der erdgasintensiven Industrie und die zentrale Stellung dieser Industriezweige in der Wertschöpfungskette nicht angemessen berücksichtigt. In der Tat enthält die Studie weder eine Diskussion der Produktionsstruktur der erdgasintensiven Industrien noch ihrer Produktionsverflechtungen. Anders gesagt: Das Modell vernachlässigt wichtige Heterogenitäten und unterschätzt somit die wirtschaftlichen Folgen eines Erdgasembargos.²⁴

Die Vernachlässigung relevanter Heterogenitäten hat in der Vergangenheit häufiger zu Fehldiagnosen in der makroökonomischen Literatur geführt. Zum Beispiel hat Lucas (2003) in einer sehr einflussreichen Arbeit argumentiert, dass die Kosten der Konjunkturzyklen bzw. von Rezession relativ klein sind und der Nutzen von makroökonomischer Stabilisierungspolitik daher gering ist. Seine Berechnungen beruhen jedoch auf der Annahme eines repräsentativen Haushalts und die nachfolgende Forschung hat gezeigt, dass mit empirisch plausibler Heterogenität der Einkommensverluste in Rezessionen die Kosten der Konjunkturzyklen bzw. der Rezession erheblich sind (Krebs, 2007). Ein weiteres Beispiel ist die Literatur zur Marktmacht in Gütermärkten. Empirisch belegte Heterogenität der Profitraten und Anpassungskosten sind wichtige Voraussetzungen, um den dramatischen Anstieg der Marktmacht in den USA angemessen zu erfassen (De Loecker, 2020).

Neben den Modellsimulationen und einfachen Berechnungen basierend auf einer aggregierten Produktionsfunktion bietet die Studie von Bachmann et al. (2022) einen dritten Ansatz, die wirtschaftlichen Folgen eines Energieembargos zu berechnen. Dieser Ansatz wird auch in SVR (2022b) übernommen und beruht auf einer einfachen Formel, die die Produktionsverluste als Funktion des Marktwerts der Gasimporte und der Veränderung dieses Marktwertes darstellt (sufficient statistics). Diese Formel gilt jedoch nur unter bestimmten Idealbedingungen, die im Falle eines abrupten Energieembargos sehr wahrscheinlich nicht annähernd erfüllt sind. Konkret wird angenommen, dass die deutschen Unternehmen oder der deutsche Staat nach einem Embargo zusätzliches Erdgas in unbegrenzten Mengen in einem perfekten Markt zum gängigen Marktpreis kaufen können – der Marktpreis entspricht dem (sozialen) Grenzprodukt. Doch gibt es kurzfristige Lieferrestriktionen bzw. die kurzfristige Erdgasangebotsfunktion ist unelastisch im ökonomisch relevanten Bereich – siehe Kapitel 2. Zudem wird angenommen, dass fehlende Vorprodukte in kompetitiven Märkten unbegrenzt eingekauft werden können und die Marktallokation effizient sei (erstes Wohlfahrtstheorem gilt). Damit sind die Ergebnisse in Bachmann et al. (2022) – und auch die Berechnungen in SVR (2022b) – zwar formal richtig, aber für die Frage eines sofortigen Erdgasembargos eher irreführend.²⁵

²⁴ Siehe Hüther (2022) und Krebs (2022) für eine ausführlichere methodische Kritik der Studie von Bachmann et al. (2022).

²⁵ Die Zahlungsbereitschaft der Unternehmen bzw. der Bundesregierung könnte also sehr hoch sein und es würden trotzdem keine zusätzlichen Erdgaslieferungen erfolgen.

5.5 Übersicht der Ergebnisse aktueller Studien

Zur Einordnung der Ergebnisse verschiedener Studien zum Erdgasembargo ist eine Unterteilung in angebotsseitige und nachfrageseitige Wirkungskanäle sinnvoll, auch wenn die Grenze nicht immer ganz trennscharf gezogen werden kann. Darüber hinaus wird die Ausprägung des Angebotseffekts stark von der angenommenen Erdgasverfügbarkeit bestimmt. In einer einfachen Kategorisierung kann die Erdgasverfügbarkeit wie folgt unterteilt werden: Unproblematisch (Erdgas kann in unbegrenzten Mengen gekauft und geliefert werden); etwas problematisch (Erdgasknappheit des alternativen Szenarios); und problematisch (Erdgasknappheit des Basisszenarios). Entsprechend ergibt sich die folgende Tabelle.

Tabelle 3. Gesamtwirtschaftliche Produktionsverluste

Studie	Erdgasverfügbarkeit	Nachfrageeffekt	Angebotseffekt	Angebot und Nachfrage
Bachmann et al.	unproblematisch	—	0,3% - 2,3%	—
Bundesbank	problematisch	2% - 4%	3,2%	—
GD	etwas problematisch	—	—	5,3%
IMK	unproblematisch	2,4%	—	—
Diese Studie	etwas problematisch	—	1,2% - 3%	—
	problematisch	—	3,2% - 8%	—

Anmerkung: Rückgang des jährlichen, inflationsbereinigten Bruttoinlandsprodukts relativ zur Situation ohne Lieferstopp. Die nachfrageseitigen Effekte beziehen sich auf einen Lieferstopp russischer Energieimporte (Kohle, Erdöl, Erdgas). GD berechnet einen BIP-Verlust von 5,3% für das Jahr 2023. Die Bundesbankstudie berechnet einen nachfrageseitigen BIP-Verlust von rund 2% in 2022 und 4% in 2023. Der angebotsseitige BIP-Verlust von 3,2% fällt in 2022 an. Die vorliegende Studie bezieht sich auf den Zeitraum Mai 2022 bis April 2023.

Tabelle 3 unterstreicht die Spannweite der Ergebnisse und verdeutlicht die zwei wesentlichen Faktoren, die eine Berechnung der zu erwartenden wirtschaftlichen Folgen eines Erdgasembargos erschweren. Zum Ersten ist die Erdgasverfügbarkeit nach einem Lieferstopp eine ganz entscheidende Variable, bei der relativ moderate Veränderungen ganz erhebliche Auswirkungen auf die geschätzten Folgen für die erdgasintensive Industrie haben (Erstrundeneffekt). Zum Zweiten hat die Unterbrechung von Produktions- und Lieferketten einen erheblichen Effekt darauf, inwieweit sich ein Produktionsrückgang in den erdgasintensiven Industriezweigen in der Gesamtwirtschaft ausbreitet und verstärkt. Hinsichtlich beider Faktoren besteht eine große Unsicherheit. Zudem werden beide Faktoren von zukünftigen politischen Entscheidungen beeinflusst.

Referenzen

Acemoglu, D. (2009) "Introduction to Modern Economic Growth" Princeton University Press.

Acemoglu, D., Carvalho, V., Ozdaglar, A., und A. Tahbaz-Salehi (2012a) „The Network Origins of Aggregate Fluctuations,” *Econometrica* 80: 1977–2016.

Acemoglu, D., Ahion, P., Bursztyn, L., und D. Hemous (2012b) "The Environment and Directed Technical Change," *American Economic Review* 102: 131-166.

Atkeson, A., und P. Kehoe (1999) „Models of Energy Use: Putty-Putty versus Putty-Clay” *American Economic Review* 89: 1028-1043

Agora (2022) „Energiesicherheit und Klimaschutz vereinen – Maßnahmen für den Weg aus der fossilen Energiekrise“ https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022_03_DE_Immediate_Action_Programme/A-EW_252_DE_Immediate_Programme_WEB.pdf

Bachmann et al. (2022) „What if? The Economic Effects for Germany of a Stop of Energy Imports from Russia”

https://www.econtribute.de/RePEc/ajk/ajkpbs/ECONtribute_PB_028_2022.pdf

Ball, M. 2014: Long-Term Damage from the Great Recession in OECD Countries, NBER Working Paper 20.185, Cambridge, MA.

Barrot, J., und J. Sauvagnat (2016) "Input Specificity and the Propagation of Idiosyncratic Shocks in Production Networks Get access Arrow" *The Quarterly Journal of Economics*, 131: 1543–1592.

Bayer, C., Felbermayr, G., Hellwig, M., und A. Wambach (2022) „Abhängigkeit von russischem Gas reduzieren, jetzt!“ FAZ vom 21.04.2022.

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2022) "Kurzfristige Substitutions- und Einsparpotenziale Erdgas in Deutschland"

Benigno, G., und L. Fornaro (2018) "Stagnation Trap," *The Review of Economic Studies* 85: 1425–1470.

Blanchard, O.; Summers, L. 1986: Hysteresis and the European Unemployment Problem, in: NBER Working Paper 1.950, Cambridge, MA.

BMWK (2022a) „Fortschrittsbericht Energiesicherheit“ Bericht des BMWK vom 25.03.2022

BMWK (2022b) „Wirtschaftsbranchen: Stahl und Metall“

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-stahl-und-metall.html>

BMWi (2019) „Notfallplan Gas für die Bundesrepublik Deutschland“

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/notfallplan-gas-bundesrepublik-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=17.

Boehm, J., E. Oberfield (2019) „Input linkages and the transmission of shocks: firm-level evidence from the 2011 Tohoku-Earthquake” *Review of Economics and Statistics* 101: 60-75.

Bünning, Mareike; Hipp, Lena; Munnes, Stefan 2020: Erwerbsarbeit in Zeiten von Corona, WZB Ergebnisbericht, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin.

Bundesbank (2022) „Zu den möglichen gesamtwirtschaftlichen Folgen eines Ukrainekriegs: Simulationsrechnungen zu einem verschärften Risikoszenario“ Monatsbericht April 2022.

Carvalho, V., und A. Tahbaz-Salehi (2019) “Produktion Networks: A Primer” Annual Review of Economics 11: 635-639.

Carvalho, V., Makato, N., Saito, Y., und A. Tahbaz-Salehi (2020) “Supply-Chain Disruption: Evidence from the Great East Japan Earthquake” Quarterly Journal of Economics 136: 1255–1321.

Cerra, V., und S. Saxena (2008) “Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery” American Economic Review 98: 439-57.

Davis, S.; Wachter, T. 2011: Recessions and the Costs of Job Loss, Brookings Papers on Economic Activity, https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2011/09/2011b_bpea_davis.pdf (16.1.2021).

DeLoecker, J., Eeckhout, J., und G. Unger (2020) “The Rise of Market Power and the Macroeconomic Implications” Quarterly Journal of Economics, 135: 561–644.

DeStatis (2022) “Bruttowertschöpfung in 2021“.

Fadinger, H., Ghiglini, C., und M. Teteryatnikova (2018) „Income differences and input-output structure“ Working Paper 1510, Dep. Econ., Univ. Vienna.

Fatas, A., L. Summers (2018) “The Permanent Effects of Fiscal Consolidations” Journal of International Economics 112: 238–250.

Gechert, S., Horn, G., und C. Paetz (2019) “Long-Term Effects of Fiscal Stimulus and Austerity in Europe” Oxford Bulletin of Economics and Statistics 81: 647–666.

Gemeinschaftsdiagnose (2022a) “Von der Pandemie zur Energiekrise – Wirtschaft und Politik im Dauerstress“ Gemeinsame Publikation der Wirtschaftsinstitute DIW, Ifo, IfW, IWH und RWE.

Gemeinschaftsdiagnose (2022b) „Gemeinschaftsdiagnose Frühjahr 2022: Ein alternatives Szenario: EU ohne Energierohstoffe aus Russland – Methodenbeschreibung“

Gilchrist, S., und J. Williams (2000) “Putty-Clay and Investment: A Business Cycle Analysis” Journal of Political Economy 108: 928-960.

Golosov, M., Hassler, J., Krusell, P., A. Tsyvinski (2014) Optimal Taxes on Fossil Fuels in General Equilibrium” Econometrica 82: 41-88.

Guvenen, F., Orzen, S., J. Song (2014) “The Nature of Countercyclical Income Risk” Journal of Political Economy 103: 621–660.

Fraunhofer ISI (2021) „Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2018 bis 2020 für die Sektoren Industrie und GDH“

Houthakker, H. (1956) “The Pareto Distribution and the Cobb-Douglas Production Function in Activity Analysis,” Review of Economic Studies 23: 27–31.

Holz, F., Sogalla, R., von Hirschhausen, C., und C. Kemfert (2022) „Internationale Energieversorgung in Deutschland auch ohne Erdgas aus Russland gesichert“ DIW Aktuell.

Hüther, M. (2022) „Das Problem des subjektiven Werturteils“ Wirtschaftsdienst

IMK (2022) „Ukraine-Krieg erschwert Erholung nach Pandemie“ IMK Report Nr. 17

Internationale Energieagentur (2022) „A 10-Point Plan to Reduce the European Unions’s Reliance on Russian National Gas“ <https://www.iea.org/reports/a-10-point-plan-to-reduce-the-european-unions-reliance-on-russian-natural-gas>.

Jones, C. (2005) “The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change,” Quarterly Journal of Economics 120: 517–549.

Krebs, T. 2007: Job Displacement Risk and the Cost of Business Cycles, in: American Economic Review 97: 664–686.

Krebs, T. (2022) “Wie man die Auswirkungen eines Energieembargos nicht berechnen sollte“ Makronom.

Krugman, P. (2022) „Can Germany break up with Russian gas?“ New York Times vom 15.03.2022

Lucas, R (2003) “Macroeconomic Priorities” American Economic Review 93: 1–14.

Navigant (2020) „Energiewende in der Industrie: Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor“ in Zusammenarbeit mit IER (Universität Stuttgart), FFE und BBG; Bericht im Auftrag des BMWi.

Leontief WW. 1941. The Structure of American Economy, 1919–1929: An Empirical Application of Equilibrium Analysis. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press

Long, B., und C. Plosser (1983) “Real business cycles” Journal of Political Economy 91: 39–69.

Oreopoulos, P., von Wachter, T., A. Heisz (2012) “Short- and Long-Term Career Effects of Graduating in a Recession” American Economic Journal: Applied Economics 4: 1–29.

Sachverständigenrat (2022a) “Aktualisierte Konjunkturprognose 2022 und 2023“

Sachverständigenrat (2022b) “A potential sudden stop of energy imports from Russia: Effects on energy security and economic output in Germany and the EU” https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/Arbeitspapiere/Arbeitspapier_01_2022.pdf

Schmieder, J., Wachter, T., Bender, S. 2010: The Long-Term Impact of Job Displacement in Germany During the 1982 Recession on Earnings, Income, and Employment, in: IAB Discussion Paper 1 (2010), Nürnberg.

Tyborski, R. (2022) “EU-Automarkt bricht im März um ein Fünftel zusammen“ Handelsblatt vom 20.04.2022.

Wollmershäuser et al. (2021) „ifo Konjunkturprognose Winter 2021: Lieferengpässe und Coronawelle bremsen deutsche Wirtschaft aus“ Ifo-Schnelldienst Dezember 2021.

Impressum

Herausgeber

Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) der Hans-Böckler-Stiftung, Georg-Glock-Str. 18,
40474 Düsseldorf, Telefon +49 211 7778-312, Mail imk-publikationen@boeckler.de

Die Reihe „IMK Studies“ ist als unregelmäßig erscheinende Online-Publikation erhältlich über:
https://www.boeckler.de/imk_5023.htm

Die in diesem Papier geäußerten Standpunkte stimmen nicht unbedingt mit denen des IMK oder der
Hans-Böckler-Stiftung überein.

ISSN 1861-2180



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Lizenz:
Namensnennung 4.0 International (CC BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung
des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.

Den vollständigen Lizenztext finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>

Die Bedingungen der Creative Commons Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen
Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Abbildungen, Tabellen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere
Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.
