ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Bachmann, Ruediger et al.

Article

Was wäre, wenn...? Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Importstopps russischer Energie auf Deutschland

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:
Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Bachmann, Ruediger et al. (2022) : Was wäre, wenn...? Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Importstopps russischer Energie auf Deutschland, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 75, Iss. Sonderausgabe April, pp. 06-14

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/260758

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Rüdiger Bachmann, David Baqaee, Christian Bayer, Moritz Kuhn, Andreas Löschel, Benjamin Moll, Andreas Peichl, Karen Pittel und *Moritz Schularick**

Was wäre, wenn…? Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines Importstopps russischer Energie auf Deutschland

IN KÜRZE

In diesem Artikel werden die wirtschaftlichen Auswirkungen eines möglichen Stopps russischer Energieimporte auf die deutsche Wirtschaft diskutiert.[1] Wir zeigen, dass die Auswirkungen wahrscheinlich substanziell, aber handhabbar sein werden. Kurzfristig würde ein Stopp der russischen Energieimporte zu einem BIP-Rückgang zwischen 0,5% und 3% führen Zum Vergleich: Der BIP-Rückgang im Jahr 2020 aufgrund der Pandemie betrug 4,5%.

Wie würde die deutsche Wirtschaft einen plötzlichen Stopp der Energieimporte aus Russland verkraften, entweder ausgelöst durch eine weitere Verschärfung der Sanktionen oder nach einem Stopp der Energielieferungen durch Russland? In diesem Papier kombinieren wir die neuesten theoretischen Fortschritte in der multisektoralen Makroökonomie mit einem detaillierten Blick auf den deutschen Energieverbrauch und empirischen Schätzungen für die Substitutionselastizitäten, um die kurzfristigen Kosten zu schätzen.

Der erste Abschnitt befasst sich mit der Energieabhängigkeit Deutschlands von Russland und zeigt, dass das Land im Falle eines Importstopps mit einem Defizit von etwa 30% des Gasverbrauchs bzw. 8% des gesamten Energieverbrauchs konfrontiert sein könnte. Anschließend wird die Frage gestellt, wie und zu welchen Kosten sich die Wirtschaft an einen solchen Schock anpassen würde. Wir zeigen, dass die Verluste, die der deutschen Wirtschaft durch den Verzicht auf Energieimporte aus Russland entstehen, stark vom Grad der Substituierbarkeit von Gas durch andere Energieträger abhängen. Wir verwenden beobachtete Substitutionselastizitäten in der Industrie, um die wirtschaftlichen Kosten zu schätzen. Im Gegensatz zu den in der öffentlichen Debatte häufig geäußerten Befürchtungen würden Substitution und Reallokation wahrscheinlich zu wirtschaftlichen Kosten von unter 3% des BIP führen. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Finanz- und Geldpolitik potenzielle keynesianische Effekte auf der Nachfrageseite dämpft.

Im darauf folgenden Abschnitt werden die Verteilungseffekte des Importstopps für Erdgas anhand der Ausgabenanteile von Haushalten mit hohem und niedrigem Einkommen erörtert. Schließlich gehen wir auf politische Implikationen ein. Wir betonen insbesondere, dass die Wirtschaftspolitik die Anpassung fördern und nicht versuchen sollte, sie zu verzögern. Politische Maßnahmen sollten darauf abzielen, die Anreize zur Substitution und Einsparung fossiler Energieträger so schnell wie möglich strategisch zu erhöhen. Sollte ein Embargo für russische Energie politisch notwendig werden, lässt sich dafür plädieren, die Maßnahmen so früh wie möglich zu ergreifen, um Anpassungen in der Industrie und den Haushalten vor dem Winter auszulösen. Denn während des Sommers ist die Gasnachfrage saisonbedingt niedrig.

DIE ABHÄNGIGKEIT DEUTSCHLANDS VON RUSSISCHER ENERGIE

Deutschland importiert etwa 60% seines Energieverbrauchs (Weltbank 2022) mit Importquoten zwischen 94% und 100% für Öl, Gas und Steinkohle (Umweltbundesamt 2022). 2021 betrug der Wert der Einfuhren fossiler Brennstoffe und Elektrizität etwa 80 Mrd. Euro oder etwas mehr als 2% des BIP (Statistisches Bundesamt 2022b). Etwa die Hälfte der deutschen Einfuhren von Gas und Steinkohle und etwa ein Drittel der Öleinfuhren stammen aus Russland. Etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs Deutschlands hängt von Russland ab (vgl. Tab. 1). Die gesamten Wareneinfuhren aus Russland beliefen sich im Jahr 2021 einschließlich anderer Produkte auf 33 Mrd. Euro (Statistisches Bundesamt 2022a). Der Handel mit Russland macht nur 2,3% des gesamten deutschen Handels aus.

* Rüdiger Bachmann: University of Notre Dame, David Baqaee: University of California, Los Angeles; Christian Bayer: Universität Bonn; Moritz Kuhn: Universität Bonn und ECONtribute; Andreas Löschel: Ruhr University Bochum; Benjamin Moll: London School of Economics; Andreas Peichl: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, Universität München; Karen Pittel: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, Universität München; Moritz Schularick: Sciences Po Paris, Universität Bonn und ECONtribute.
Wir danken Sven Eis für die hervorragende Unterstützung bei der Recherche.

[1] Dieser Artikel basiert auf Bachmann et al. (2022).

Tab. 1

Deutschlands Energieverbrauch 2021

	Öl	Gas	Braun- und Steinkohle	Atom	Erneuerbare	Andere	Gesamt
TWh	1 077	905	606	209	545	45	3 387
%	31,8	26,7	17,9	6,2	16,1	1,3	100
Importe aus Russland (%)	34	55[a]	26	0	0	0	30

[a] Im Jahr 2020; 2021 und 2022 ist der Import bereits etwas niedriger.

Qulle: Agora Energiewende (2022); Eckert und Abnett (2022).

In der deutschen Wirtschaft kommt Gas vor allem in der Industrie (36%), in Haushalten (31%) sowie in Gewerbe und Handel (13%) zum Einsatz, bei den beiden letztgenannten vor allem zu Heizzwecken (BDEW 2019; 2022). Der Einsatz von Gas zur Stromerzeugung ist vergleichsweise gering. In der Industrie werden etwa drei Viertel des Gases zum Heizen und Kühlen sowie zur stofflichen Nutzung eingesetzt. Etwa ein Drittel des industriellen Einsatzes entfällt auf die chemische Industrie (Zukunft Gas 2022). Bei der Verwendung von Steinkohle gingen 2018 etwa drei Fünftel in die Stahlindustrie und fünf Achtel in die öffentliche Stromerzeugung ein (Sandau et al. 2021). Erdöl wird überwiegend (ca. 75% im Jahr 2017) in Form von Benzin und Dieselkraftstoffen verwendet (Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2019).

Wenn Deutschland beschließt, ein Embargo gegen russische Energieimporte zu verhängen, oder wenn Russland beschließt, ein Embargo für Energieverkäufe zu verhängen, müsste Deutschland den Rückgang entweder durch alternative Lieferquellen, Brennstoffwechsel und wirtschaftliche Umschichtungen oder eine Verringerung der Nachfrage kompensieren. Die verschiedenen Kanäle werden dabei wahrscheinlich kurz- und langfristig unterschiedlich stark wirken. Kurzfristig muss ein Stopp der russischen Exporte durch Energieträger aus anderen Ländern (inkl. dem Inland) oder durch die Substitution energieintensiver Produkte durch direkte Importe ausgeglichen werden. Mittel- und langfristig können der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien und die Verbesserung der Energieeffizienz erheblich zur Senkung der Energienachfrage beitragen.

ERSATZ FÜR RUSSISCHES ERDGAS KURZFRISTIG NUR BEGRENZT MÖGLICH

Zunächst dürfte die Substitution russischer Öl- und Kohleimporte kein großes Problem darstellen. Andere Öl- und Kohleexportländer verfügen über ausreichende Kapazitäten auf dem Weltmarkt, um die fehlenden Mengen zu ersetzen. Die größere Herausforderung besteht darin, kurzfristig Ersatz für russisches Gas zu finden. Russisches Gas deckt etwa 15% des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland ab. Während Öl und Kohle wahrscheinlich aus anderen Ländern geliefert werden können, ist die Situation auf dem Gasmarkt komplexer. Aufgrund des bestehenden Pipelinenetzes und der letztlich begrenzten Kapazitäten der Terminals ist eine kurzfristige Substitution durch LNG ebenso wie eine Erhöhung der Pipelineimporte aus anderen Ländern nur in begrenztem Umfang möglich.

Die IEA schätzt, dass die Pipeline-Importe in die EU aus Norwegen, Algerien und Aserbaidschan um 10 Mrd. Kubikmeter (Mrd. m^3) gegenüber 155 Mrd. m^3 Importen aus Russland im Jahr 2021 und die LNG-Importe theoretisch um 60 Mrd. m^3 (gegenüber 110 Mrd. m^3 im Jahr 2021, Rashad und Binnie 2022) gesteigert werden könnten. Die IEA hält allerdings zusätzliche 20 Mrd. m^3 durch LNG auf dem derzeitigen Markt für realistischer (IEA 2022). Ein Teil dieses Gases müsste vor dem Winter eingelagert werden, um das fehlende russische Gas in den kalten Monaten zu ersetzen. Außerdem würde die Umstellung von den vergleichsweise günstigen Vertragspreisen mit Russland auf die aktuellen Weltmarktpreise einen erheblichen (derzeit fünffachen) Anstieg des Gaspreises bedeuten.

Eine aktuelle Studie von Bruegel (2022) kommt zu dem Schluss, dass es durch Substitution und europäische Zusammenarbeit möglich sein wird, die Nachfrage in den Bereichen Stromerzeugung, Verkehr und Heizung in der EU zu decken, ohne dass es zu physischen Engpässen kommt (McWilliams et al. 2022a; 2022b). In ihrem 10-Punkte-Plan zur Verringerung der europäischen Abhängigkeit von russischem Gas nennt die IEA (2022) auch eine Erhöhung der Kohle- und Kernkraftproduktion und den Einsatz erneuerbarer Energien sowie eine Reihe nachfragebezogener Maßnahmen, die theoretisch zu einer weiteren Verringerung des Gasverbrauchs in der EU um 33 Mrd. m^3 beitragen könnten. Während die Umstellung auf Kohle oder Kernenergie als planbare Option angesehen werden kann, bleibt ungewiss, in welchem Umfang Änderungen der Heizgewohnheiten der Verbraucher, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien und steigende Energieeffizienz von Gebäuden in kurzer Zeit zu einer Reduktion des Gasverbrauchs beitragen werden. Höchstwahrscheinlich werden zumindest die beiden letztgenannten Optionen auf sehr kurze Sicht eine untergeordnete Rolle spielen.

Es gibt nur wenige historische Beispiele für Unterbrechungen der Energieversorgung in der Größenordnung eines möglichen Stopps der russischen Energieeinfuhren. Vergleiche könnten mit der Abschaltung von Kernkraftwerken in Japan nach Fukushima gezogen werden. Damals wurde durch Kernenergie etwa 30% des japanischen Stroms erzeugt, als die

Kraftwerke innerhalb eines Jahres fast auf null heruntergefahren wurden. Schätzungen zeigen, dass die Abschaltung der Kernkraftwerke die Strompreise je nach dem ursprünglichen Energiemix der betroffenen Region zwischen 10% und 40% erhöht hat (Neidell, Uchida und Veronesi 2019). Allerdings betrug der Anteil der Kernenergie am Gesamtenergieverbrauch im Jahr 2010 nur 13%, und aufgrund früherer Überinvestitionen in LNG-Importkapazitäten waren der Substitution durch Erdgas keine physikalischen Grenzen gesetzt (Nesheiwat und Cross 2013).

Die russischen Gasimporte sind bereits in der zweiten Hälfte des Jahres 2021 und vor allem in den ersten Monaten des Jahres 2022 deutlich zurückgegangen. Auf EU-Ebene sank der Anteil Russlands an den Importen von etwa 40% auf 20 bis 30% (McWilliams, Sgaravatti und Zachmann 2021) und lag damit unter den Importen von Flüssiggas (LNG). In den vergangenen Monaten sind die Preise für Steinkohle, Öl und Gas bereits drastisch gestiegen.[2] Gründe für diesen Anstieg liegen auch in der Belebung der Weltwirtschaft nach der Aufhebung der Covid-Beschränkungen, der Aufwertung des US-Dollar und – im Falle von Erdöl – dem Widerstreben der OPEC, die Fördermengen erheblich zu erhöhen. Inwieweit die Gas-, Steinkohle- und Ölpreise kurzfristig weiter steigen werden und welche Szenarien schon eingepreist sind, lässt sich nur schwer abschätzen. Diesem hohen Maß an Unsicherheit tragen wir im nächsten Abschnitt Rechnung, indem wir verschiedene Szenarien vorstellen.

Alles in allem deuten die verfügbaren Daten darauf hin, dass andere Gasproduzenten nur teilweise in der Lage sind, potenzielle Ausfälle zu ersetzen. Substitution und Reallokation werden daher entscheidend sein. Um eine plausible Größe für den Schock der deutschen Wirtschaft durch einen russischen Importstopp zu konstruieren, treffen wir die folgenden Annahmen:

- Der Importanteil Russlands am deutschen Gasverbrauch lag im Jahr 2020 bei 55%, ist aber in den letzten Monaten gesunken. Wir treffen vorsichtige Annahmen hinsichtlich des Potenzials für eine kurzfristige Erhöhung des Angebots über LNG. Auch gehen wir davon aus, dass Pipeline-Importe etwa aus Norwegen oder Nordafrika moderat gesteigert werden könnten. In Summe können bis zu 20% des gesamten deutschen Gasverbrauchs ersetzt werden
- Beim Gasverbrauch besteht Konsens darüber, dass Gas in der Stromerzeugung, durch den Umstieg auf Braun- oder Steinkohle eingespart werden kann. Auch die Kernenergie kann hier eine Rolle spielen, aber angesichts der bestehenden Überkapazitäten in der Kohleverstromung scheint die Debatte derzeit weniger relevant. Durch die daraus resultierende Einsparung von Gas, das derzeit für die Stromerzeugung verwendet wird, können bis zu 20% des gesamten deutschen Gasverbrauchs frei werden (unter der vereinfachenden Annahme, dass auch die Produktion von Strom in unternehmenseigenen Kraftwerken auf andere Energieträger umgestellt werden kann).
- Zudem dürfte durch das Auffüllen von Speichern während des Sommers, wenn der Heizbedarf der Haushalte gering ist, ein weiterer Teil der Lücke geschlossen werden kann, ohne die industrielle Nutzung zu beeinträchtigen.
- In Summe nehmen wir konservativ an, dass sich durch Einsparungen im Gasverbrauch im Stromsektor, mehr Gasimporte aus anderen Ländern sowie das Wiederauffüllen der Gasspeicher im Sommer für die verbleibenden Energieverbraucher (Haushalte, Industrie, GHD) somit eine Situation ergibt, in der sie eine Reduzierung des gesamten Gasangebots um maximal 30% hinnehmen müssen. Dabei sind die Haushalte etwa für ein Drittel des gesamten Gasverbrauchs verantwortlich, GHD machen etwa 15% aus. In beiden Bereichen wird Gas hauptsächlich zu Heizzwecken verwendet. Die beste verfügbare Evidenz deutet auf Substitutionselastizitäten im Haushaltssektor zwischen 0,2 und 0,4 auf kurze Sicht hin (Aufhammer und Rubin 2018).
- Die industrielle Nutzung macht 36% der Gesamtmenge aus, von denen 11% stofflich genutzt und wahrscheinlich überhaupt nicht substituiert werden können. Der Großteil des industriellen Gasverbrauchs wird für Wärme- und Kälteanwendungen verwendet. Das Substitutionspotenzial lässt sich nur schwer abschätzen, dürfte aber wesentlich höher sein als bei der stofflichen Nutzung. Aktuelle Studien für das Verarbeitende Gewerbe im Vereinigten Königreich weisen auf erhebliche kurzfristige Substitutionsmöglichkeiten bei der Wärmeerzeugung von bis zu 0,5 hin (Steinbuks 2012).
- Im hier untersuchten Hauptszenario gehen wir davon aus, dass ein russisches Energieembargo zu einem Rückgang der Gaslieferungen um bis zu 30% bzw. ca. 8% des deutschen Gesamtenergieverbrauchs führen wird. Dies wird von der heimischen Industrie, den Haushalten und dem Dienstleistungssektor getragen werden müssen. Um eine gewisse Vorsicht walten zu lassen, gehen wir in unserem vereinfachten Modell von einer niedrigen Substitutionselastizität von 0,1 in diesen Sektoren aus. Dies ist wesentlich niedriger als die in der Literatur gängigen Elastizitäten. Wir tun dies, um mögliche Anpassungsrigiditäten des Haushaltssektors im Zusammenhang mit dem sogenannten »Kaskadenmodell« zu berücksichtigen.

[2] Für Rohöl (Brent) von 60 US-Dollar/Bbl im März 2021 auf 90 US-Dollar/Bbl Anfang Februar 2022 auf 110 US-Dollar/Bbl, für Kohle (API2) von 65 US-Dollar/Tonne Kraftwerkskohle im März 2021 auf 145 US-Dollar/Tonne Kohle Anfang Februar 2022 auf 345 US-Dollar/Tonne Kohle und für Gas (TTF Gas) von 17 Euro/MWh im März 2021 auf 70 Euro/MWh Anfang Februar 2022 auf 160 Euro/MWh (3. März 2022).

Wir gehen davon aus, dass die deutsche Wirtschaft kurzfristig gezwungen wäre, sich an einen solchen Schock anzupassen. Was wären die wirtschaftlichen Auswirkungen?

DIE MAKROÖKONOMISCHEN AUSWIRKUNGEN EINES STOPPS DER ENERGIEIMPORTE AUS RUSSLAND AUF DIE DEUTSCHE WIRTSCHAFT

Im Folgenden werden wir die Auswirkungen eines Rückgangs des deutschen Gasverbrauchs, der durch einen Stopp der Gasimporte aus Russland ausgelöst wird, näherungsweise berechnen. Zur Abschätzung des makroökonomischen Effekts stützen wir uns auf ein modernes multisektorales Makromodell mit Produktionsnetzwerken, das auf der Arbeit von Baqaee und Farhi (2021) basiert (siehe auch die Box »Das Baqaee-Farhi-Modell«).[3] Ziel ist es, die wirtschaftlichen Kosten eines Stopps der russischen Energieimporte für die deutsche Wirtschaft in der aktuellen Situation abzuschätzen. Wir verwenden das Mehrsektorenmodell, um kontrafaktische Simulationen der makroökonomischen Auswirkungen einer Reduzierung der Energieimporte aus Russland durchzuführen. Wir werden die Ergebnisse des komplexen Modells mit einer vereinfachten Version vergleichen, die auf anderen Annahmen über die Substitutionselastizitäten beruht.

In dem geschätzten Modell für niedrige Substitutionselastizitäten sagt das Mehrsektorenmodell von Baqaee-Farhi bescheidene Verluste von etwa 0,2–0,3% der Volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben oder etwa 80–120 Euro pro Jahr und Bundesbürger voraus. Die Volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben machen etwa 94% des deutschen BIP aus, so dass die entsprechenden BIP-Effekte etwas geringer ausfallen und deutlich unter 1% bleiben.

Die wichtigsten Gründe, warum die modellbedingten wirtschaftlichen Verluste relativ gering ausfallen, sind die folgenden: (i) der Anteil der Importe fossiler Energieträger (Gas, Öl und Steinkohle) an der deutschen Produktion ist mit etwa 2–2,5% des BIP relativ gering, und (ii) das Modell sagt voraus, dass dieser Anteil zwar erheblich, aber nicht übermäßig stark ansteigt. Im Modell reflektiert die Veränderung des Anteils der Energieimporte an den Volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben die Substituierbarkeit, die sich aus den Modellierungsentscheidungen über Elastizitäten und Veränderungen in der Input-Output-Struktur ergibt.

Die Ergebnisse des Baqaee-Farhi-Modells implizieren zwar begrenzte Kosten. Aber wir räumen ein, dass die Unsicherheit in Bezug auf die Substitutions-

[3] Der Replikations-Code für unsere Analyse findet sich hier: https://benjaminmoll.com/RussianGas_Replication/. Unter https://benjaminmoll.com/RussianGas_Appendix/. findet man einen zusätzlichen Robustheitscheck des Baqaee-Farhi-Modells mit noch niedrigeren Elastizitäten. Unter https://benjaminmoll.com/RussianGas_Substitution/. findet man historische Substitutionsbeispiele.

DAS BAQAEE-FARHI-MODELL

Das Baqaee-Farhi-Modell ist ein hochmodernes Mehrsektorenmodell mit umfangreichen Input-Output-Verknüpfungen, bei dem Energie ein entscheidender Input für die Produktion ist.[1] Die wichtigsten wirtschaftlichen Annahmen des Modells beziehen sich auf (i) den Grad der Substituierbarkeit zwischen verschiedenen Zwischenprodukten im Produktionsprozess, insbesondere zwischen Energie, wie sie aus Russland importiert wird, und anderen Vorleistungen, gemessen durch spezifische Substitutionselastizitäten, und (ii) die Leichtigkeit der Reallokation von Ressourcen in der Wirtschaft. Beide Faktoren beeinflussen sich gegenseitig. Eine niedrige Elastizität ist weniger problematisch, wenn Ressourcen in anderen Teilen der Wirtschaft genutzt werden können, um die Produktion im kritischen Sektor aufrechtzuerhalten.

Diese Substitutionselastizität ist empirisch schwer zu bestimmen, vor allem bei den großen Veränderungen im Input-Mix der Wirtschaft, mit denen wir uns hier beschäftigen. Eine makroökonomische Analyse ist daher mit einem erheblichen Maß an Unsicherheit behaftet. Es erscheint jedoch plausibel anzunehmen, dass die Substitutionselastizität mittel- und langfristig größer und sehr kurzfristig kleiner ist (siehe z.B. Caballero 1994). Das Ausmaß der wirtschaftlichen Verluste infolge eines russischen Einfuhrstopps hängt daher entscheidend von dem Zeitrahmen ab, in dem die Anpassungen stattfinden.

Es ist jedoch nicht plausibel, anzunehmen, dass die Substitutionselastizität selbst auf kurze Sicht gleich null ist. Produzenten und Haushalte werden bis zu einem gewissen Grad auf Alternativen ausweichen, ihre Warenkörbe ändern oder gänzlich Energie, insbesondere Gas, sowie energieintensive Produkte, die in Massen transportiert werden können, importieren. Diese Einschränkung ist wichtig, da eine sehr geringe, aber von null abweichende Elastizität zu wesentlich geringeren wirtschaftlichen Verlusten führt als eine Substituierbarkeit von null (Leontief-Produktionsfunktion). Schätzungen, die von einer kurzfristigen Substitution von null ausgehen, sind für politische Analysen nicht geeignet.

[1] Die Einzelheiten des Modells werden im Anhang von Bachmann et al. (2022) erläutert.

Tab. 2

Auswirkung einer Verringerung der Öl-, Kohle- und Gasnutzung auf das BIP

	Baqaee-Farhi (2021), komplexes Modell	Vereinfachtes Modell, 10% weniger Öl-, Gas und Kohleverbrauch	Vereinfachtes Modell, 30% weniger Gasverbrauch
BIP-Verlust (%)	0,2–0,3	1,3	2,2
Verlust an Volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben (%)	0,2–0,3	1,5	2,3
Kosten pro Kopf (Euro)	80–120	500–700	800–1000

Quelle: Berechnungen der Autor*innen.

elastizitäten (und die entsprechende Änderung des Importanteils) groß sein könnte. Um eine plausible Obergrenze für die Kosten zu ermitteln, ergänzen wir unsere Berechnungen auf der Grundlage des umfangreichen Mehrsektorenmodells durch eine Analyse eines einfacheren Modells. Wir vergleichen diese Schätzungen mit empirischen Elastizitäten, die in der Literatur für den industriellen Energieverbrauch auf der Ebene der vierstelligen Standard Industrial Classification (SIC) gefunden wurden (Steinbuks 2012). Ähnliche Schätzungen wurden für die kurzfristige Nachfrage von Privathaushalten nach Erdgas gefunden (Auffhammer und Rubin 2018). Sie liegen zudem in der Mitte der Schätzungen für kurzfristige Nachfrageelastizitäten in einer großen Anzahl von Studien (Labandeira et al. 2017). Im ersten Szenario berechnen wir die Auswirkungen einer 8%igen Verringerung des gesamten deutschen Energieverbrauchs. Im zweiten Szenario modellieren wir eine 30%ige Verringerung des Gaseinsatzes als Schock für diesen spezifischen Energieträger.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der verschiedenen Ansätze, beginnend mit dem komplexesten Modell von Baqaee und Farhi (2020). Unter der Annahme sehr niedriger kurzfristiger Substitutionselastizitäten führt eine 8%ige Reduktion des Öl-, Gas- und Kohlenutzung zu einem Verlust von 1,4% des BIP bzw. zu Kosten in Höhe von 500–700 Euro pro Kopf. In einem letzten Szenario, in dem wir eine extremere Reduktion des Gasverbrauchs um 30% modellieren, steigen die wirtschaftlichen Verluste auf 2,2% des BIP (2,3% der Volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben), was bis zu 1 000 Euro pro Jahr und Bundesbürger entspricht. Das entspricht ungefähr dem zehnfachen der 0,2–0,3% oder 80–120 Euro pro Kopf, die das Baqaee-Farhi-Modell impliziert.

Es ist wichtig zu betonen, dass das von uns verwendete Modell ein reales Modell ohne weitere Konjunkturverstärkung ist. Mit anderen Worten, es berechnet die Reaktion auf wirtschaftliche Schocks unter der Annahme, dass Geld- und Fiskalpolitik nominale Rigiditäten in der Wirtschaft ausgleichen können. Auf der monetären Seite kann ein klares Bekenntnis zu stabilen Preisen den potenziellen Zielkonflikt zwischen der Stabilisierung der Produktion und der Inflation abmildern. Betrachtet man Energiepreisschocks als eine Art Produktivitätsschock, dann müsste die Zentralbank die Zinssätze anheben, um die Inflation zu stabilisieren. Dadurch, dass die Wirtschaftstätigkeit etwas gedämpft wird, würde auch das direkte Energieversorgungsproblem weiter entschärft.

Gleichzeitig kann der Schock auch den Gewinnanteil ausländischer Energieimporteure erhöhen und ähnelt somit einem Schock bei Preisaufschlägen. Diese sind für die Zentralbank schwieriger zu bewältigen, da sie einen Konflikt zwischen der Stabilisierung der Produktion und der Inflation aufwerfen. Gleichzeitig muss und kann die Fiskalpolitik durch Versicherungsmechanismen (wie Kurzarbeit) Zweitrundeneffekte auf die Nachfrage auffangen. Mit einer angemessen kalibrierten nachfrageseitigen Stabilisierungspolitik sollte es im Prinzip möglich sein, zusätzliche Kosten zu vermeiden.

Dabei gehen unsere Schätzungen davon aus, dass solche Zweitrundeneffekte vermieden werden können und potenzielle Probleme im Finanzsektor durch faule Kredite oder Hauspreisrückgänge in bestimmten Regionen und Branchen ohne weitere Verstärkung bewältigt werden können. Wir gehen auch davon aus, dass die Zentralbankpolitik einen potenziell kostspieligen Inflationsschub vermeidet, der die Inflationserwartungen der Öffentlichkeit entschärft.

VERTEILUNGSEFFEKTE

Fiskalische Absicherungsmaßnahmen wären besonders wichtig, wenn erhöhte Kraftstoff- und Gaspreise über ihre makroökonomischen Folgen hinaus Umverteilungseffekte haben. Wenn zum Beispiel die ärmsten Haushalte übermäßig von solchen Preisänderungen betroffen wären, könnte dies ein eigenständiges Problem darstellen. Um die Verteilungskonsequenzen eines Anstiegs der Energiepreise zu untersuchen, verwenden wir Daten aus der deutschen Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). Wir konzentrieren uns in erster Linie auf die Ausgaben für Heizung, da die Gaspreise im letzten Jahr am stärksten gestiegen sind (fast um das Zehnfache). Dennoch tragen natürlich auch Preissteigerungen für Öl und Steinkohle zur allgemeinen Mehrbelastung der Haushalte bei, insbesondere durch Preiserhöhungen bei Benzin und Diesel sowie Strom.

Die EVS liefert für die deutsche Bevölkerung repräsentative Daten über deren Verbrauch und Einkommen. Als Quelle des deutschen VPI-Verbrauchskorbs bieten die Daten eine genaue Ausgabenzu-

sammensetzung der Haushalte, einschließlich Daten über Ausgaben für verschiedene Energieträger. Wir stützen uns auf die neuesten verfügbaren Mikrodaten des Forschungsdatenzentrums des Statistischen Bundesamtes. Für unsere Analyse gruppieren wir die Haushalte nach Einkommen, Art der Heizung und Haushaltsgröße. Für das Einkommen verwenden wir Daten zum Haushaltsnettoeinkommen und gruppieren die Haushalte in Einkommensquintile.

Abbildung 1 zeigt die Ausgabenanteile für (a) Heizen und Kraftstoffe nach Energieträgern und (b) für Heizen nach Einkommensquintilen. Wir stellen fest, dass die Haushalte in der Regel zwischen 3,6 und 5,3% für Heizen ausgeben. Betrachtet man nur Gas und Öl als die beiden bei weitem wichtigsten Heizquellen, so liegen die Heizungsausgaben bei 4 und 5%. Abbildung 1b zeigt, dass Fernwärme für die untersten 20% der Einkommensverteilung die zweitwichtigste Ausgabenkategorie darstellt.

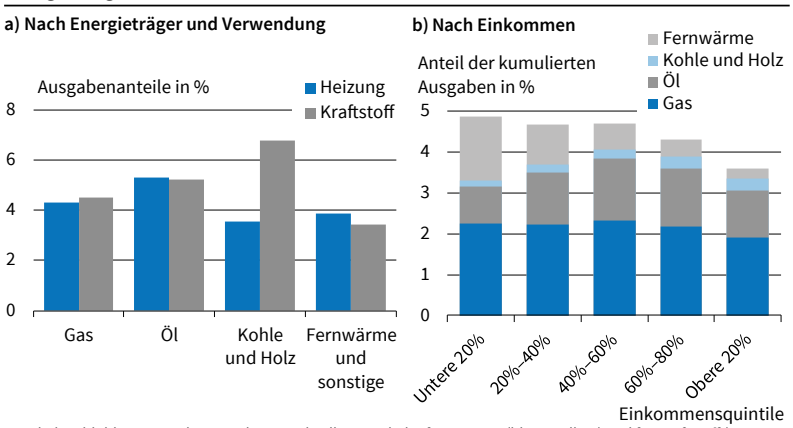
Auffallend ist, dass sich die Ausgabenanteile für Heizen über die unterschiedlichen Einkommensgruppen hinweg relativ wenig unterscheiden. Möglicherweise verwischen die Unterschiede in der Haushaltsgröße das Ergebnis. Daher werden die Daten in Abbildung 2 weiter aufgeteilt und nicht nur nach der Einkommensgruppen und den wichtigsten Heizungsarten, sondern auch nach Haushaltsgröße unterschieden.

In Abbildung 2a werden zunächst alle Haushalte unabhängig von der Haushaltsgröße betrachtet. Auch hier zeigt sich, dass der Anteil der Ausgaben für Öl am höchsten ist und nur wenig entlang der Einkommensverteilung variiert. An zweiter Stelle stehen die Kosten für Gas, die bis zum vierten Quintil leicht abnehmen und zwischen dem vierten und dem fünften Quintil um etwa 1 Prozentpunkt sinken. Fernwärme und sonstige Heizungen weisen durchweg den niedrigsten Ausgabenanteil auf und zeigen ebenfalls einen stark rückläufigen Trend entlang der Einkommensverteilung von 4,9% für die untersten 20% bis 2,3% für die obersten 20%. Abbildungen b, c und d zeigen die Aufschlüsselung nach Haushaltsgröße. Das Gesamtmuster ist robust: Der Anteil der Heizungsausgaben variiert in der Einkommensverteilung relativ wenig. Eine Ausnahme bilden die Haushalte mit drei und mehr Mitgliedern. Sie haben im Allgemeinen niedrigere Ausgabenanteile, und der Rückgang der Ausgabenanteile von 3,7% auf 1,9% des Einkommens ist am stärksten.

Entlang der Einkommensverteilung und je nach Haushaltsgröße gibt es einige Unterschiede bei den Ausgabenanteilen. Haushalte und Familien mit hohem Einkommen haben etwas geringere Ausgabenanteile. Wir stellen außerdem fest, dass Haushalte, die mit Gas heizen, im Vergleich zu denen, die mit Öl heizen, im Durchschnitt niedrigere Ausgabenanteile haben. Ein stärkerer Anstieg des Gaspreises als des Ölpreises könnte damit zu einer Angleichung der Ausgabenanteile für diese beiden wichtigsten Heizungsarten führen, wenn auch auf einem höheren Niveau.

Abb. 1

Energieausgabenanteile[a]



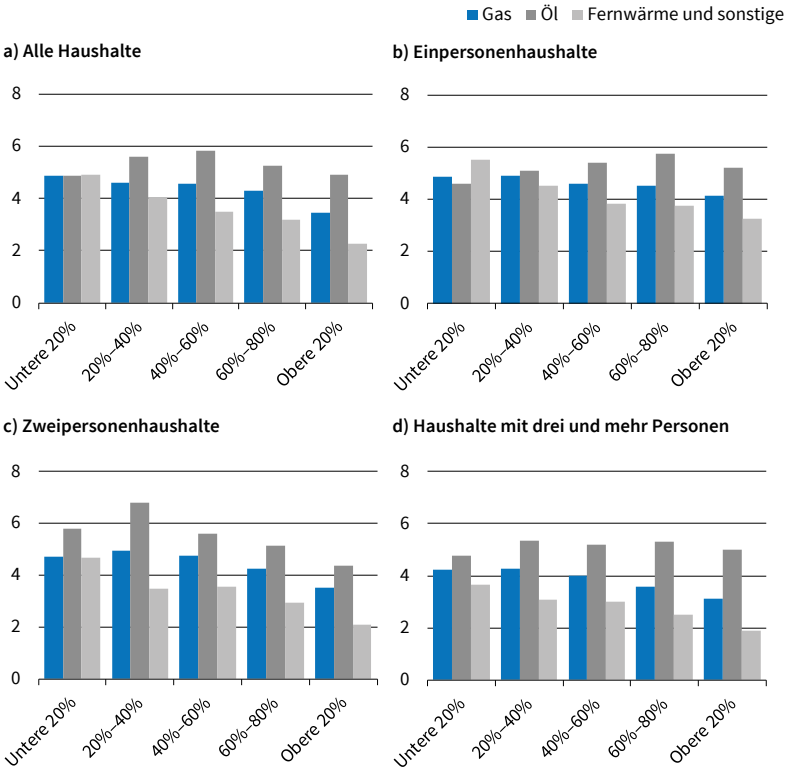
[a] Die linke Abbildung zeigt die Ausgabenanteile aller Haushalte für Heizung (blaue Balken) und für Kraftstoff (graue Balken) nach Energieträgern. Das rechte Feld zeigt die Anteile der Energieausgaben für verschiedene Heizquellen entlang der Einkommensverteilung.
Quelle: Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS).

© ifo Institut

Haushalte mit hohem Einkommen können Ausgabenschocks durch steigende Energiepreise besser abfedern als Haushalte mit niedrigem Einkommen, da erstere ihre Ersparnisse reduzieren (oder ihr angesammeltes Vermögen nutzen) können, um vorübergehende Kostensteigerungen auszugleichen. Gezielte Transfers an Haushalte mit niedrigem Einkommen können ein kosteneffizientes Mittel sein, um die ungleichen Auswirkungen steigender Energiepreise entlang der Einkommensverteilung auszu-

Abb. 2

Anteil der Heizkosten nach Einkommen, Heizquelle und Haushaltsgröße[a]
Ausgabenanteile in %



[a] Anteil der Heizungsausgaben für Haushalte entlang der Einkommensverteilung und nach Heizquelle. Die Einkommensquintile werden für jede Haushaltsgruppe getrennt berechnet.
Quelle: Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS).

© ifo Institut

gleichen. Da die Inflation im Jahr 2022 sehr hoch sein wird und die steigenden Energiepreise weiter zum Anstieg des Preisniveaus beitragen werden, erscheint es notwendig, die Nominalwerte bestimmter Parameter des Steuer- und Transfersystems anzupassen, falls es der EZB nicht gelingt, die Gesamtinflationsrate durch kompensierende Preissenkungen an anderer Stelle zu stabilisieren.

IMPLIKATIONEN FÜR DIE POLITIK

Die obige Diskussion zeigt, dass die makroökonomischen Auswirkungen in hohem Maße davon abhängen, inwieweit sich die Produktionsstruktur an die verringerten Importe fossiler Energieträger anpassen kann und wie substituierbar die Energieimporte aus Russland sind, d.h., wie leicht sie durch Importe von anderen Anbietern ersetzt werden können. Auf sehr kurze Sicht ist diese Substituierbarkeit natürlich begrenzt und hängt von der Verwendung der fossilen Ressourcen ab: Stromerzeugung kann sich schnell und zu relativ geringen Kosten anpassen, während es schwieriger bis unmöglich sein wird, stoffliche Nutzung zu ersetzen. Die gesamtwirtschaftlichen Kosten können jedoch durch gezielte politische Maßnahmen und deren Zeitpunkt beeinflusst werden.

Anreize zur Substitution und Einsparung fossiler Energien erhöhen

In erster Linie sollten politische Maßnahmen darauf abzielen, die Anreize zur Substitution und Einsparung fossiler Energien so schnell wie möglich zu erhöhen, auch wenn ein Embargo nicht unmittelbar bevorsteht. Sofortiges Handeln vermeidet die Notwendigkeit noch massiverer Anpassungen in diesem oder kommenden Jahr, sollte es hart auf hart kommen. Während die derzeit hohen Energiepreise gewisse Anpassungsanreize schaffen, können bestehende Absicherungssysteme (z. B. Notrationierungspläne für Gas zugunsten der Haushalte, erwartete Rettungsmaßnahmen für die betroffenen Industrien) dazu führen, dass Industrie und Haushalte die potenziellen Kosten einer Verzögerung ihrer Anpassung nicht in vollem Umfang internalisieren. Dies könnte dazu verleiten, auf ein Szenario ohne Embargo zu setzen, und damit politische Optionen für eine spätere Verschärfung des Sanktionsregimes stark einzuschränken.

Besteht die Gefahr, dass sich ein Embargo für russische Energie zu einer politischen Notwendigkeit entwickelt, kann das frühzeitige Ergreifen einer solchen Maßnahme die Folgekosten senken. Der Hauptgrund ist die Saisonabhängigkeit der Gasnachfrage. Bei einer frühzeitigen Unterbrechung der russischen Gasversorgung könnte diese in den Sommermonaten durch andere Importe ersetzt werden, ohne die Versorgung der Industrie zu beeinträchtigen. Gleichzeitig würde ein frühzeitiger Schritt sofort die Substitutions- und Umverteilungsdynamik auslösen, die für die Senkung der wirtschaftlichen Kosten von zentraler Bedeutung ist. Es muss jedoch geprüft werden, ob eine Auffüllen der Gasspeicher im Sommer möglich sein wird, sollten russische Importe jetzt gestoppt werden. Eine zumindest temporäre Fortsetzung der russischen Gasimporte heute könnte diese Unsicherheit verringern. Andernfalls könnten die wirtschaftlichen Kosten eines Embargos erheblich höher sein und Russland ein zusätzliches Druckmittel in die Hand geben.

»Energiesicherheitsabgabe« als Preisaufschlag für fossile Energien

Auch wenn keine unmittelbaren Maßnahmen ergriffen werden, die russische Importe reduzieren oder stoppen, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um Erwartungsmanagement auf den Energiemärkten zu betreiben. So sollten sich Regierungen verpflichten, die Preise für fossile Energieträger auf einem hohen Niveau zu halten, selbst wenn kein Embargo zustande kommt. In Bezug auf Erdgas könnte dies beispielsweise eine Art »Energiesicherheitsabgabe« beinhalten. Im Falle eines tatsächlichen Embargos und folglich steigender Energiepreise sollten solch zusätzlich energiepreissteigernde Maßnahmen entfallen oder angepasst werden. Eine Verpflichtung zu hohen fossilen Energiepreisen unterstützt zudem das Erreichen klimapolitischer Ziele. Auf europäischer Ebene bedeutet dies die Unterstützung einer Verschärfung des EU-Emissionshandelssystems, wie sie im Fit-for-55-Paket der EU vorgesehen ist. Vor allem aber spricht dies auch für eine Erhöhung der deutschen CO_2-Preise, die vor allem auf Mobilität und Wärme erhoben werden. Dies würde auch auf die Einführung eines zweiten EU-Emissionshandelssystems vorbereiten, wie sie im Fit-for-55-Paket für diese Sektoren vorgeschlagen ist.

Eine politische Unterstützung für hohe Energiepreise ist politisch heikel, aber nur sie wird die notwendigen Anreize für Haushalte und Industrie schaffen, um sofort ihre Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Substitution durch erneuerbare Energien zu verstärken. Natürlich würde ein solcher anhaltender Anstieg der Energiepreise sowohl für die Haushalte als auch für die Industrie Auswirkungen haben. Wie wir gesehen haben, verteilen sich die Kosten relativ gleichmäßig auf die Haushalte, aber es müssen Unterstützungsmaßnahmen für einkommensschwache Haushalte ergriffen werden. Sollte es nicht zu einem Embargo kommen, würden die Einnahmen aus einer »Energiesicherheitsabgabe« zu staatlichen Einnahmen führen, die zur Finanzierung solcher Maßnahmen verwendet werden können. Was die Industrie betrifft, so kann ein pauschaler Ausgleich für höhere Energiepreise nicht effizient sein. Gezielte Maßnahmen können jedoch kurzfristig zur Anpassung beitragen, wenn die langfristigen Aussichten für eine Branche bei geringerem Energieverbrauch oder einem Brennstoffwechsel positiv sind. Auf diese

Weise haben solche Maßnahmen das Potenzial, den Übergang zu einer kohlenstoffneutralen Wirtschaft zu beschleunigen.

Genehmigungsverfahren für Energieinfrastruktur beschleunigen

Ein zweiter Handlungsbereich betrifft die Energieinfrastruktur. Angesichts der höheren kurzfristigen Anpassungskosten im Vergleich zu den langfristigen macht es einen Unterschied, ob ein LNG-Terminal im Herbst 2023 oder 2026 fertig ist. Staatliche Subventionen und Verträge sollten daher auch hier klare Anreize schaffen und bei vorzeitiger Fertigstellung deutlich höhere Zahlungen vorsehen. Dazu gehört auch, dass private Investoren ermutigt werden, Risiken privat zu übernehmen, wie wenn Tesla eine Fabrik baut, ohne dass alle Bauten abschließend von den Behörden genehmigt wurden. Dies wird die Kosten erhöhen, aber es ist wichtig, diese als Versicherungsprämie zu betrachten. Wenn kein Embargo eintritt, nützt es wenig, LNG-Terminals früher fertig zu haben, aber im Falle eines Embargos sind sie von großem Wert. Dies muss auch bei der Gestaltung der öffentlichen Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden.

Einkommensschwache Haushalte unterstützen

Abschließend gehen wir noch auf die Folgen eines möglichen Embargos für den Haushaltssektor ein, da sich ein Großteil der aktuellen Diskussion um dieses Thema dreht. Während Stromengpässe oder kalte Wohnungen höchst unwahrscheinlich sind, werden die steigenden Energiepreise akut zu spüren sein. Eine konkrete Abhilfe könnte darin bestehen, gestiegene Gas-, Öl- und Strompreise durch pauschale Zahlungen rückzuerstatten. Wenn nicht nur arme Haushalte angesprochen werden, könnten diese Zahlungen einkommensunabhängig auf einer reinen Pro-Kopf-Basis erfolgen. Dies hätte immer noch regressive Auswirkungen, ohne die Anreize zur Senkung des Energieverbrauchs zu beeinträchtigen. Alternativ könnte ein solches System auch von Gas- oder Stromanbietern implementiert werden, die dann vom Staat entschädigt würden. Auf diese Weise könnten die Zahlungen auf dem tatsächlichen Energieverbrauch der Vergangenheit basieren. Dies würde jedoch auch bedeuten, dass Haushalte mit höherem Einkommen, die im Durchschnitt höhere absolute Heiz- und Stromausgaben haben, mehr erhalten würden.

Weitere Möglichkeiten für Maßnahmen, die sich an besonders arme Haushalte richten, wären beispielsweise die Erhöhung des Hartz-IV-Regelsatzes oder des Wohngeldes. Auch eine Senkung der Strompreise durch eine Senkung der Stromsteuer würde armen Haushalten am meisten helfen und gleichzeitig Anreize für die Nutzung von zunehmend grünem Strom bei Mobilität und Heizung schaffen. Im Hinblick auf Anpassungen des Steuersystems ist die Anhebung des Grundfreibetrags der Einkommensteuer eine der von der deutschen Regierung vorgeschlagenen Maßnahmen. Entsprechend Berechnungen des ifo Instituts könnte eine Erhöhung von Hartz IV und des Grundfreibetrags der Einkommensteuer um jeweils 5% (10%) zu fiskalischen Gesamtkosten von ca. 5 (10) Mrd. Euro pro Jahr führen und gleichzeitig Ungleichheit und Armut leicht reduzieren. Dennoch wäre eine gezieltere Politik für Haushalte mit niedrigem Einkommen wahrscheinlich kosteneffizienter und daher vorzuziehen – nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Effizienz, sondern auch der Umverteilung. Zahlungen an die Haushalte sollten im Laufe der Zeit verringert werden, um die notwendigen Investitionen und Verhaltensanpassungen zu bewirken. Da diese Zahlungen vorübergehender Natur sind, könnten sie in der Zwischenzeit durch Staatsschulden finanziert werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Fall eines Importstopps können Öl und Kohle aus Russland durch Einfuhren aus anderen Ländern ersetzt werden, aber die Situation auf dem Gasmarkt ist komplizierter. Mehr Gasimporte aus anderen Ländern, der Einsatz von Kohle oder Kernenergie in der Stromerzeugung statt Gas sowie das Wiederauffüllen der Gasspeicher über den Sommer können das Defizit in den nächsten zwölf Monaten nur auf etwa 30% des Gasverbrauchs oder 8% des deutschen Energieverbrauchs reduzieren.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen eines solchen Ausfalls von Gaslieferungen hängen entscheidend davon ab, wie Energieinputs zwischen den Sektoren ersetzt und verteilt werden. Um diese Auswirkungen zu quantifizieren, verwenden wir ein modernes multisektorales Modell der offenen Volkswirtschaft nach Baqaae und Farhi (2021), das die Substitutionselastizitäten und Reallokation zwischen verschiedenen Zwischenprodukten berücksichtigt. In einem zweiten Schritt wenden wir uns einem vereinfachten Modell zu, das uns hilft, plausible Grenzen für die wirtschaftlichen Auswirkungen unter Verwendung beobachteter Elastizitäten für Energieinputs abzuleiten. Nach dem Baqaae-Farhi-Modell bleiben die Produktionskosten eines russischen Importstopps deutlich unter 1% des Bruttoinlandsprodukts bzw. zwischen 80 und 120 Euro pro Jahr und deutschem Bürger. In einem pessimistischeren Szenario, in dem sich russisches Gas kurzfristig außerhalb des Elektrizitätssektors nur schwer ersetzen lässt, würden die wirtschaftlichen Kosten auf etwa 2–2,5% des BIP oder etwa 1 000 Euro pro Person über ein Jahr ansteigen. Dies kommt möglicherweise zu einem starken Anstieg der Energiepreise für Haushalte und Industrie hinzu, selbst wenn es keine Lieferengpässe bei Gas gibt. Natürlich sind die Auswirkungen in energieintensiven Sektoren stärker. Auch größere wirtschaftliche Einbrüche und Verwerfungen können allerdings nicht ausgeschlossen werden, da die Stärke des potenziellen Schocks

hohe Unsicherheiten für die Modellierung mit sich bringt.

Die Daten aus der Income and Consumption Survey (EVS) zeigen, dass der Anteil der Energieausgaben je nach Einkommen variiert. Die Verteilungsfolgen eines Anstiegs der Energiepreise scheinen jedoch überschaubar zu sein. Eine gezielte Politik, die einkommensschwache Haushalte unterstützt, ohne die Anreize für Haushalte zum Energiesparen zu verringern, wäre ein kosteneffizienter Weg, um eine gerechte Verteilung der Lasten auf die Haushalte zu gewährleisten. Es ist wichtig, starke Anreize zur Reduzierung des Gasverbrauchs beizubehalten.

Die Wirtschaftspolitik sollte darauf abzielen, Anreize zur Substitution und Einsparung fossiler Energien strategisch so schnell wie möglich zu erhöhen. Falls ein aktives Embargo politisch gewollt ist, sollte es so früh wie möglich beginnen, damit die Wirtschaftsakteure den Sommer zur Anpassung nutzen können. Um die Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern, sollte die Regierung sich dazu verpflichten, ein hohes Niveau der Preise für fossile Energieträger – insbesondere für Erdgas – für einen längeren Zeitraum sicherzustellen, um Anreize für Haushalte und Industrie zu schaffen, sich schnell anzupassen.

LITERATUR

Agora Energiewende (2022), *Die Energiewende in Deutschland: Stand Der Dinge 2021. Rückblick Auf Die Wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2022*, Agora Energiewende, Berlin.

Auffhammer, M. und E, Rubin (2018), »Natural Gas Price Elasticities and Optimal Cost Recovery under Consumer Heterogeneity: Evidence from 300 Million Natural Gas Bills«, NBER Working Paper No. 24295, National Bureau of Economic Research, Cambridge.

Baqaee, D. und E. Farhi (2021), »Networks, Barriers, and Trade«, NBER Working Paper No. 26108, National Bureau of Economic Research, Cambridge.

Bachmann, R., D. Baqaee, C. Bayer, M. Kuhn, A. Löschel, B. Moll, A. Peichl, K. Pittel und M. Schularick (2022), »What If? The Economic Effects for Germany of a Stop of Energy Imports from Russia«, ECONtribute Policy Brief Nr. 029, auch erschienen als EconPol Policy Report 36, 2022.

BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2019), *Energy Market Germany 2019*, BDEW, Berlin.

BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2022), *Die Energieversorgung 2021 – Jahresbericht*, BDEW,Berlin.

Caballero, R. J. (1994), »Small Sample Bias and Adjustment Costs«, *The Review of Economics and Statistics* 76(1), 52–58.

Deryugina, T., A. MacKay und J. Reif (2017), »The Long-Run Dynamics of Electricity Demand: Evidence from Municipal Aggregation«, NBER Working Paper No. 23483. National Bureau of Economic Research, Cambridge.

Dynan, K. E., J. Skinner und S. P. Zeldes (2004), »Do the Rich Save More?«, *Journal of Political Economy* 112(2), 397–444.

Eckert, V, und K. Abnett (2022), »Factbox: How Dependent Is Germany on Russian Gas?«, Reuters, Frankfurt, Brüssel, verfügbar unter: https://www.reuters.com/world/europe/how-much-does-germany-need-russian-gas-2022-01-20/.

IEA – International Energy Agency (2022), »A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas«, IEA, Paris, verfügbar unter: https://www.iea.org/reports/a-10-point-plan-to-reduce-the-european- unions-reliance-on-russian-natural-gas.

Labandeira, X., J. M. Labeaga und X. Lopez-Otero (2017), »A Meta-Analysis on the Price Elasticity of Energy Demand«, *Energy Policy* 102, 549–568.

McWilliams, B., G. Sgaravatti, S. Tagliapietra und G. Zachmann (2022a), »Can Europe Survive Painlessly without Russian Gas?«, *Bruegel*, 27. Februar, verfügbar unter: https://www.bruegel.org/2022/02/preparing-for-the-first-winter-without-russian-gas/.

McWilliams, B., G. Sgaravatti, S. Tagliapietra und G. Zachmann (2022b), »Preparing for the First Winter without Russian Gas«, *Bruegel*, 28. Februar, verfügbar unter: https://www.bruegel.org/2022/02/preparing-for-the-first-winter-without-russian-gas/.

McWilliams, B., G. Sgaravatti und G. Zachmann (2021), »European Natural Gas Imports«, *Bruegel Datasets*, 29. Oktober, verfügbar unter: https://www.bruegel.org/publications/datasets/european-natural-gas-imports/, aufgerufen am 3. März 2022.

Neidell, M., S. Uchida und M. Veronesi (2019), »Be Cautious with the Precautionary Principle: Evidence from Fukushima Daiichi Nuclear Accident«, IZA Discussion Paper 12687.

Nesheiwat, J. und J. S. Cross (2013), »Japan's Post-Fukushima Reconstruction: A Case Study for Implementation of Sustainable Energy Technologies«, *Energy Policy* 60 (September), 509–519.

Rashad, M. und I. Binnie (2022), »Brimming European LNG Terminals Lack Room for More Gas«, Reutres, London, Madrid, verfügbar unter: https://www.reuters.com/business/energy/brimming-european-lng-terminals-have- limited-space-more-gas-2022-02-17/.

Sandau, F., S. Timme, C. Baumgarten, R. Beckers, W. Bretschneider, S. Briem, J. Frauenstein et al. (2021), »Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen«, 28/2021, Texte, Umweltbundesamt, Dessau.

Statistisches Bundesamt (2022a), »Facts on Trade with Russia«, Pressemitteilung, 24. Februar, verfügbar unter: https://www.destatis.de/EN/Press/2022/02/PE22_N010_51.html.

Statistisches Bundesamt (2022b), »Exporte und Importe (Spezialhandel), nach Güterabteilungen des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken«, verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Aussenhandel/Tabellen/einfuhr-ausfuhr-gueterabteilungen.html;jsessionid=7345586EA38C7821B58F6C63E9DAC7A2.live731.

Steinbuks, J. (2012), »Interfuel Substitution and Energy Use in the UK Manufacturing Sector«, *The Energy Journal* 33(1), 1–29.

Umweltbundesamt (2022), *Primärenergiegewinnung und -importe*, Umweltbundesamt, verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergiegewinnung-importe.

Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages (2019), »Erdölverbrauch in Deutschland«, Dokumentation, WD 5 – 3000 – 033/19.

Zukunft Gas (2022), »Erdgas in Deutschland: Zahlen und Fakten für das Jahr 2021«, Zukunft Gas, Berlin.