ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Steitz, Janek; Kölschbach Ortego, Axel

Research Report

Implikationen langfristiger Energiekostenunterschiede für energieintensive Industrien und den Wirtschaftsstandort Deutschland

Fachtexte

Provided in Cooperation with:
Dezernat Zukunft - Institute for Macrofinance, Berlin

Suggested Citation: Steitz, Janek; Kölschbach Ortego, Axel (2023) : Implikationen langfristiger Energiekostenunterschiede für energieintensive Industrien und den Wirtschaftsstandort Deutschland, Fachtexte, Dezernat Zukunft e.V., Berlin

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/277911

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.

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Implikationen langfristiger Energiekostenunterschiede für energieintensive Industrien und den Wirtschaftsstandort Deutschland

Janek Steitz, Axel Kölschbach Ortego
janek.steitz@dezernatzukunft.org

30.08.2023

Zusammenfassung

Im Auftrag des Dezernat Zukunft haben die IW Consult und Frontier Economics in einer neuen Studie (Bähr et al. 2023) untersucht, wie sich Energiekosten im In- und Ausland langfristig entwickeln werden und welche wirtschaftlichen Implikationen dies für die inländischen energieintensiven Industrien und den Wirtschaftsstandort Deutschland grundsätzlich haben wird. Dieser Policy Brief fasst die wesentlichen Ergebnisse der Studie zusammen, ergänzt um politische Handlungsempfehlungen des Dezernat Zukunft (S. 18 ff.).

Die Kernergebnisse der Studie sind: Erstens: Deutschland wird – anders als derzeit oft behauptet – auch nach 2030 substanzielle Energiekostennachteile gegenüber anderen Industriestandorten haben. Diese Kostennachteile haben zufolge, dass die energieintensive Grundstofferzeugung in Deutschland nur zu Mehrkosten möglich sein wird. Zweitens: Nachgelagerte Wirtschaftszweige werden empfindlich auf die Kostenaufschläge mit Erhöhung von Vorleistungsimporten und Auslandsverlagerung reagieren. Drittens: Ohne Gegenmaßnahmen und isoliert betrachtet droht der deutschen Wirtschaft so ein Wohlfahrtsverlust von 1,7 bis 4,5 Prozent über zehn bis 15 Jahre. 1,7 Millionen Arbeitsplätze sind bedroht – vor allem in weiterverarbeitenden Branchen.

Ein Maßnahmenbündel kann den Effekt abfedern. Das Bündel sollte horizontale, produktivitätssteigernde Standortpolitik mit gezielten vertikalen Eingriffen verbinden, ohne dabei bestehende Industriestrukturen zu konservieren. Die Reduktion der Energiesystemkosten sollte oberste Priorität haben. Dabei spielt auch die Erhöhung energieintensiver Vorleistungsimporte eine zentrale Rolle spielen. Gleichzeitig muss eine „Sockelkapazität" an Grundstofferzeugung in Deutschland gesichert werden – dies erfordert gezielte staatliche Hilfen.

#ENERGIEKOSTEN
#INDUSTRIETRANSFORMATION
#WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung: Deutsche Industrie zwischen Energiekrise und Energiewende 3
2. Deutschlands Energiekosten werden sinken – aber im Vergleich zum Ausland langfristig teuer bleiben 4
3. Klimaneutral produzierte Grundstoffe *made in Germany* werden es im internationalen Wettbewerb zukünftig schwer haben 7
4. Die Inlandsnachfrage wird sensibel auf Kostenaufschläge inländischer Grundstoffe reagieren 9
5. Produktionsrückgang von 1,7 bis 4,5 Prozent des BIP möglich – nachgelagerte Wirtschaftszweige verlieren am stärksten 12
6. Fazit: Industriestandort stärken, ohne den Strukturwandel zu bremsen 14
7. Anhang 16

Anhang A: Weitere Berechnungsergebnisse aus Bähr et al. (2023) 16

Anhang B: Politische Handlungsempfehlungen des Dezernat Zukunft 18

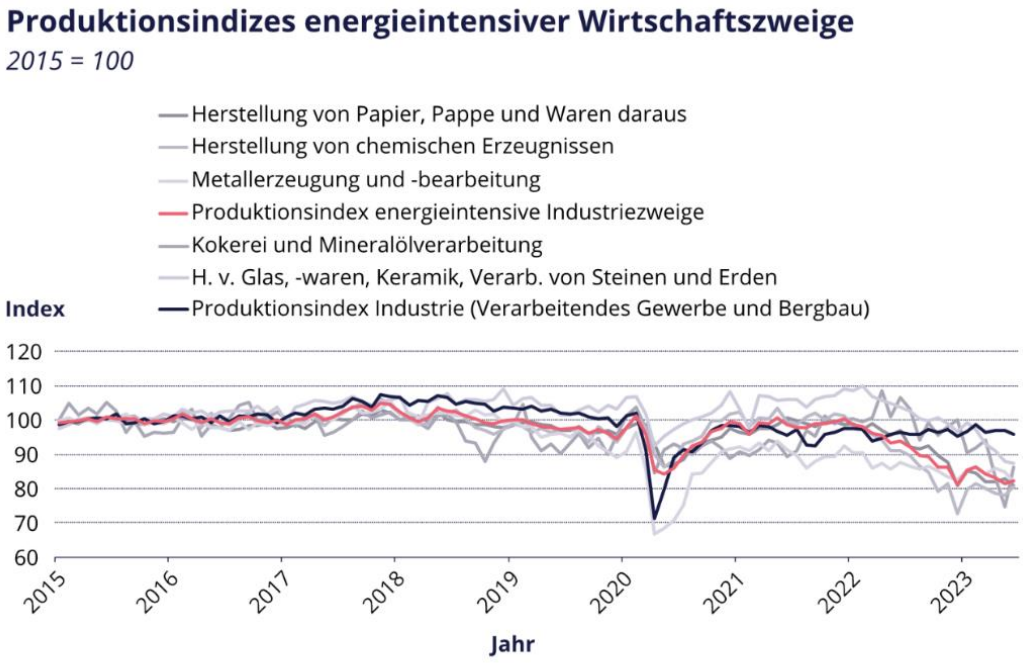
Anhang C: Überlegungen zur Ausgestaltung einer temporären Strompreisentlastung 22

8. Literaturverzeichnis 28

1. Einleitung: Deutsche Industrie zwischen Energiekrise und Energiewende

Der Industriestandort Deutschland steht unter Druck. Bereits seit 2018 ist die Produktion des verarbeitenden Gewerbes auf einem leichten Abwärtstrend – der Produktionsindex sank zwischen Januar 2018 und Januar 2020 um 4,8 Prozent. Infolge der Coronakrise erlitt die Industrieproduktion dann einen Einbruch von rund 30 Prozent im Frühjahr 2020, erholte sich jedoch im Jahresverlauf weitestgehend. Seit Beginn des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine im Frühling 2022 sind es vor allem energieintensive Industrien, deren Produktion zurückgegangen ist. Stand Juni 2023 sank der Produktionsindex der energieintensiven Wirtschaftszweige seit Anfang 2022 um rund 20 Prozent.

Abbildung 1[1]



Quelle: Statistisches Bundesamt 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Der Rückgang der energieintensiven Produktion ist vor allem auf die steigenden Energiepreise infolge des russischen Angriffskrieges zurückzuführen. Gas- und Strombörsenpreise lagen 2022 etwa fünfmal so hoch wie vor Kriegsbeginn. Trotz fallender Energiepreise seit Jahresbeginn ist für die kommenden Jahre weiterhin mit erhöhten Energiepreisen zu rechnen. So gehen Terminmärkte davon aus, dass Gas- bzw. Strompreise im Zeitraum 2024 bis 2027 durchschnittlich noch 90 bzw. 170 Prozent über den Vorkriegsniveaus liegen (Stand August 2023). Modellbasierte Prognosen kommen sogar auf noch höhere Werte

[1] Das Statistische Bundesamt zählt die fünf Wirtschaftszweige mit den absolut höchsten Energieverbräuchen zu den energieintensiven Wirtschaftszweigen: Herstellung chemischer Erzeugnisse (304,7 Mrd. KWh 2020), Metallerzeugung und -bearbeitung (228,5 Mrd. KWh 2020), Kokerei und Mineralölverarbeitung (103,9 Mrd. KWh 2020), Herstellung von Glas, Keramik und Verarbeitung von Steinen (84,7 Mrd. KWh 2020) sowie Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus (69,9 Mrd. KWh 2020).

(siehe z.B. Prognos 2023). Hinzu kommt eine wesentlich höhere Preisunsicherheit in der kurzen Frist. Andere Standorte sind hingegen von diesen Entwicklungen weniger betroffen: In den USA liegt der durchschnittliche Gasterminpreis für 2024 bis 2027 nur 40 Prozent über dem Vorkriegsniveau.

Die Zukunft der energieintensiven Industrien – sowie vieler nachgelagerter Branchen – hängt weniger von der aktuellen Krise also von langfristigen Energiekosten ab. Obwohl die aktuelle Energiekrise zweifelsohne eine große Belastung für energieintensive Branchen darstellt, hängen Investitionsentscheidungen für Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen primär von der langfristigen Perspektive ab. Um die Klimaziele zu erreichen, müssen energieintensive Prozesse in den kommenden zwei Jahrzehnten schrittweise auf erneuerbare Energieträger, vor allem Strom und Wasserstoff, umgestellt werden. Die Umstellung auf erneuerbare Energien und Produktionsverfahren hat das Potenzial die internationale Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen energieintensiven Industrien grundsätzlich zu verschlechtern. Denn die globalen Gestehungskosten erneuerbarer Energien unterscheiden sich strukturell von fossilen Energiekosten. Deutschland hat – wie diese Analyse zeigt – im internationalen Vergleich mittel- und langfristig *keine* günstigen Standortbedingungen für erneuerbare Energien und klimaneutrale Grundstoffproduktion.

Kurzfristig wird diese langfristige Verschiebung nun beschleunigt durch die industriepolitischen Offensiven anderer Industriestaaten. Mit dem *Inflation Reduction Act* fördern die USA die Erzeugung und Verwendung erneuerbarer Energien über im Gesamtvolumen unbegrenzte Steuergutschriften großzügig über einen Zeitraum von zehn Jahren (Jansen et al. 2023). Andere Länder wie China und Japan tun dies ebenso. Entscheidend für die Standortentscheidungen von Unternehmen ist jedoch die langfristige Produktions- und Energiekostenperspektive über 2030 hinaus. Denn Lebenszeiten von Anlagen in energieintensiven Industrien betragen in vielen Fällen 20 Jahre und mehr (Agora Energiewende & Wuppertal Institut 2019).

Über die nächsten zehn bis 15 Jahre droht dem Industriestandort Deutschland ohne Gegenmaßnahmen aufgrund hoher Energie- und Grundstoffkosten ein Rückgang der Bruttowertschöpfung von 1,7 bis zu 4,5 Prozent.[2] Die dem Policy Brief zugrundliegende Studie dimensioniert Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzeffekte langfristiger Energiekostenaufschläge für die heimische Grundstofferzeugung. Im mittleren Szenario sinkt die deutsche Bruttowertschöpfung um 3,5 Prozent – 1,3 Millionen Arbeitsplätze gehen verloren. Durch ein Bündel an Maßnahmen lassen sich diese Effekte reduzieren, aber nicht gänzlich vermeiden.

2. Deutschlands Energiekosten werden sinken – aber im Vergleich zum Ausland langfristig teuer bleiben

Deutschland hatte historisch nie günstige Energie, doch große energieintensive Industrieunternehmen konnten über viele Jahre hinweg größtenteils wettbewerbsfähig produzieren. Das lag an großzügigen Steuer- und Abgabeausnahmen sowie günstigen Erdgasimporten aus Russland (Boeve et al. 2015). Mit der Braunkohle und Kernkraft standen

[2] Isolierter Effekt, der sich aus den betrachteten Energie- und Grundstoffkosten sowie umfragebasierter Anpassungseffekte ergibt. Es handelt sich nicht um eine Prognose, sondern die Dimensionierung eines isolierten Effektes. Siehe Kapitel 4 und 5 sowie Bähr et al. (2023).

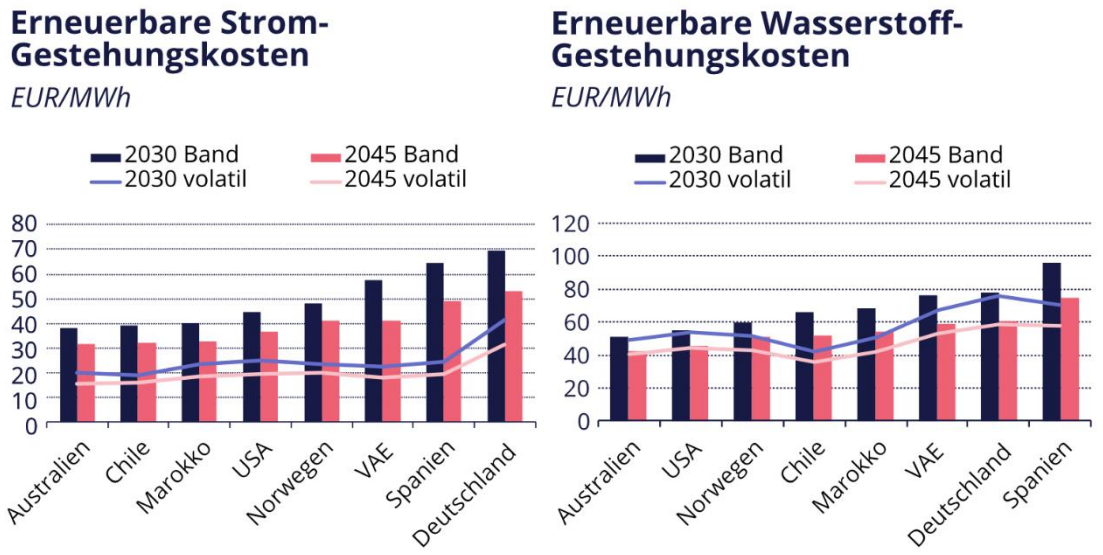
zudem relativ günstige heimische Energiequellen zur Verfügung, aus denen nun jedoch ausgestiegen wird.

Die Energiegestehungskosten werden in Deutschland im Zuge der Energiewende bis 2045 sinken, doch auch dann bis zu 100 Prozent über günstigen Standorten wie den USA liegen. Unsere Analyse zeigt, dass Deutschland (relativ zu relevanten Vergleichsländern und mit Bezug auf die Betrachtungsjahre 2030/2045) für erneuerbaren Strom und Wasserstoff die höchsten Gestehungskosten aufweisen wird.[3] Selbst für günstige Standorte in Deutschland (Wind-Offshore) werden Gestehungskosten für erneuerbaren Strom langfristig rund 75 Prozent über dem Durchschnitt der Vergleichsländer liegen – und bis zu 100 Prozent über den günstigsten Standorten. Die Gestehungskosten für grünen Wasserstoff liegen etwa 30 Prozent über dem Vergleichsdurchschnitt – und bis zu 65 Prozent über den günstigsten Standorten. Unsere Schätzungen decken sich mit der Größenordnungen anderer aktueller Studien, siehe zum Beispiel Öko-Institut 2023 und Fleiter et al. 2023. Der wesentliche Treiber für das schlechte Abschneiden Deutschlands ist das ungünstige deutsche Wetterprofil. Aufgrund geringer Sonnenstunden sind vor allem Offshore-Windanlagen kompetitiv, welche allerdings kapitalintensiver sind und trotz hoher Volllaststunden aufgrund guter Windbedingungen nicht mit günstigen Hybridstandorten in den Vergleichsländern mithalten können. Auch die vergleichsweise gute Kapitalmarktbedingungen in Deutschland tragen nicht zu einer substanziellen Lageverbesserung bei.

Energieintensive Industrien benötigen gleichmäßige Energiezufuhr. Diese wird in Deutschland ebenfalls deutlich teurer sein als in den Vergleichsländern. Die Produktion von energieintensiven Grundstoffen wie Stahl, Aluminium oder Grundstoffchemikalien erfordert anders als die Erzeugung anderer Industrieerzeugnisse eine weitestgehend konstante Energiezufuhr. Für die Betrachtung der Wettbewerbsfähigkeit energieintensiver Industrien sind deshalb konstante Energiebereitstellungskosten ausschlaggebend, die das Erzeugungsprofil erneuerbarer Energien sowie notwendige Speicherkosten mitberücksichtigen, sogenannte Band-Gestehungskosten. Auch hier schneidet Deutschland schlecht ab: Band-Stromgestehungskosten liegen in Deutschland für günstige Offshore-Standorte langfristig im Schnitt 40 Prozent über Vergleichsländern. Im Vergleich zum günstigsten Standort sogar 67 Prozent. Für Band-Wasserstoff beträgt der Unterschied im Schnitt 12 Prozent. Im Vergleich zum günstigsten Standort 43 Prozent.

[3] Es werden in einem Optimierungsmodell erneuerbare Strom- und Wasserstoff-Gestehungskosten sowie Band-Gestehungskosten (inkl. Speicherkosten für ein konstanten Energie-Output) für Deutschland sowie sieben Vergleichsländer (Norwegen, Spanien, Australien, Chile, Marokko, USA, Vereinigte Arabische Emirate) geschätzt. Pro Land wird jeweils ein Standort modelliert, der die verfügbaren EE-Potenziale gut abbildet und aufgrund der Kombination aus Erzeugungsoptionen gut geeignet ist für Band-Gestehungskosten. Siehe Bähr et al. (2023), Kapitel 3, für eine ausführliche Beschreibung der Methodik.

Abbildung 2



Anmerkung: Es werden in einem Optimierungsmodell erneuerbare Strom- und Wasserstoff-Gestehungskosten sowie Band-Gestehungskosten (inkl. Speicherkosten für ein konstanten Energie-Output) für Deutschland sowie sieben Vergleichsländer (Norwegen, Spanien, Australien, Chile, Marokko, USA, Vereinigte Arabische Emirate) geschätzt. Pro Land wird jeweils ein Standort modelliert, der die verfügbaren EE-Potenziale gut abbildet und aufgrund der Kombination aus Erzeugungsoptionen gut geeignet ist für günstige Band-Gestehungskosten. Siehe Bähr et al (2023), Kapitel 3, für eine ausführliche Beschreibung der Methodik.

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Auch in anderen europäischen Ländern, wie Spanien, ist die Bereitstellung konstanter Energie für die Industrie teuer. Aufgrund der großen Entfernung zum Äquator sind europäische Solarprofile saisonal sehr volatil, was den Speicherbedarf zusätzlich erhöht. Für die kostengünstige Speicherung von Wasserstoff sind geologischen Kavernen nötig. Diese sind in weiten Teilen Europas aber nicht erschlossen, auch in Spanien nicht, obwohl es hier grundsätzlich Potenzial gäbe (Caglayan et al. 2019). Innerhalb der in der Studie betrachteten EU-Vergleichsländer hat neben Deutschland nur Norwegen bereits erschlossene Kavernen, um Wasserstoff günstig zu speichern. In Kombination mit günstiger Wind- und Wasserkraft in Norwegen kann so Wasserstoff als Bandprodukt zu kompetitiven Preisen bereitgestellt werden.

Inländische Erzeugungskapazitäten für günstigen Bandbezug unterschreiten den Bedarf der deutschen Industrie. Deutschland plant bis 2045 70 GW Wind-Offshore-Anlagen in Nord- und Ostsee zu installieren (BMWK 2023a). Das entspricht einer jährlichen Nettostromerzeugung von rund 250 TWh. Studien gehen davon aus, dass die direkte Stromnachfrage der deutschen Industrie – bei weitestgehend gleichbleibenden Strukturen – im Jahr 2045 zwischen 350 und 400 TWh liegt (Prognos et al. 2021; BCG 2021). Hinzukommen Strombedarfe für die industrielle Wasserstoffnutzung. Das heißt: Selbst wenn langfristig ein Großteil des Wind-Offshore-Stroms für die Industrie über Langfristverträge verfügbar gemacht würde, muss auch auf andere Stromerzeugungsquellen zurückgegriffen werden, die teurer sind. Für Wasserstoff ist es ähnlich: Ein Großteil wird zu höheren Kosten importiert werden müssen. Der Wettbewerb um den günstigsten Strom und Wasserstoff dürfte aufgrund der Knappheiten zudem zu Renten bei

Produzenten führen, sodass es letztlich unrealistisch scheint, in Deutschland – anders als in anderen Ländern mit größeren Erzeugungspotenzialen wie den USA oder Australien – Strom und Wasserstoff zu Gestehungskosten an die Industrie weiterzureichen.

3. Klimaneutral produzierte Grundstoffe *made in Germany* werden es im internationalen Wettbewerb zukünftig schwer haben

Der Energiekostenaufschlag der deutschen Grundstofferzeugung dürfte in 2045 je nach Grundstoff zwischen 25 und 80 Prozent gegenüber günstigen Vergleichsländern betragen. Die Primärproduktion von Rohstahl, Aluminium und den chemischen Grundstoffen Ammoniak sowie Olefinen ist auf Basis der obigen Energiekostenschätzungen in Deutschland wesentlich teurer als im Ausland. Der Kostennachteil der inländischen Produktion variiert dabei in Abhängigkeit der Verlagerung von Wertschöpfungsschritten.

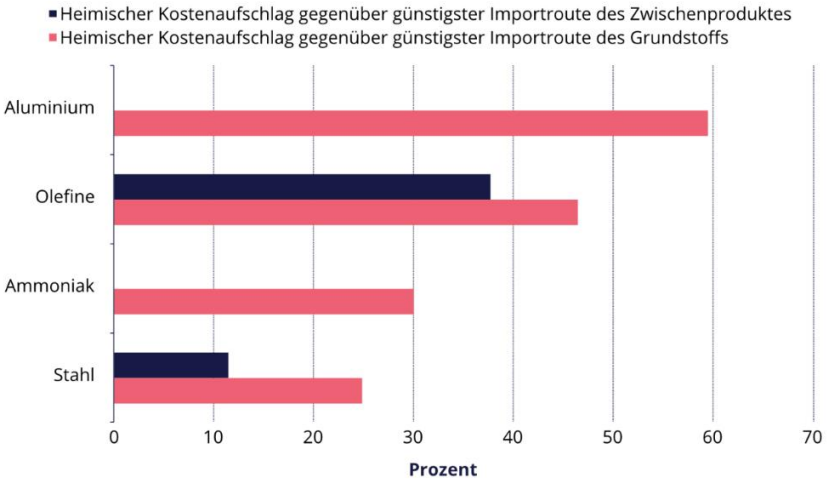
Je mehr Produktion in das Ausland verlagert wird, desto größer ist der Kostenvorteil. Die Studie vergleicht die Kosten der heimischen Erzeugung mit drei Verlagerungsszenarien: i) heimische Erzeugung mit importiertem Wasserstoff, ii) heimische Erzeugung mit importiertem Zwischenprodukt, iii) Import des Grundstoffs. Die Analyse zeigt, dass der ausländische Kostenvorteil mit zunehmender Verlagerung ins Ausland zunimmt, d.h. die vollständigen Importszenarien liefern die größten Kostenvorteile. Denn obwohl die Energieintensität entlang der Wertschöpfungsschritte abnimmt, führt die zunehmende Verlagerung in Länder mit niedrigeren Energiekosten zu Einsparungen, die größer sind als die zusätzlichen Transportkosten.

Die höchsten relativen Energiekostennachteile hat die heimische Aluminium-Erzeugung, die Stahlherstellung die geringsten. Der Kostenaufschlag der heimischen Produktion gegenüber der günstigsten Importroute ist für Aluminium mit rund 60 Prozent besonders hoch. Der Kostenaufschlag der heimischen Olefin-Produktion gegenüber der günstigsten Importroute liegt bei rund 45 Prozent. Der Kostenaufschlag der heimischen Ammoniak-Produktion beträgt circa 30 Prozent. Für Stahl liegt der Kostenaufschlag der heimischen Produktion nur bei knapp 25 Prozent (vgl. Abbildung 3 und Anhang A1).

Abbildung 3

Kostenaufschläge heimischer Produktion

Zusätzliche Energie- und Transportkosten heimischer Produktion in Prozent



Lesebeispiel: Wenn der gesamte Produktionsprozess von Olefinen im Inland stattfindet, sind die Kosten 46% höher als beim Import aus dem günstigen Standort, in dem Falle aus Australien. Es ist außerdem 38% teurer als die heimische Produktion mit importiertem Zwischenprodukt, in dem Falle Methanol aus Australien.

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Der Import von Wasserstoff für die heimische Industrieproduktion lohnt sich nicht. Die Produktion der relevanten Grundstoffe – Stahl, Ammoniak, Olefine – mittels importiertem Wasserstoff aus den, in der Studie betrachteten Vergleichsländern, ist in den meisten Fällen die teuerste Option, günstiger wäre der Import von (Vor)Produkten. Das liegt vor allem daran, dass der Transport von Wasserstoff per Schiff deutlich teurer ist als der Import von Zwischenprodukten, in denen die Energie gebunden ist. Lediglich die heimische Produktion mit importiertem Wasserstoff aus Norwegen lohnt sich ob der geringen Gestehungskosten in Norwegen und sehr niedriger Transportkosten via Pipeline.

Der Import gut transportierbarer Zwischenprodukte ist eine zentrale Strategie, um mit den gestiegenen Energiekosten umzugehen. Der Import fertiger Grundstoffe hat gegenüber dem Import von Zwischenprodukten nur geringe Kostenvorteile von 10 Prozentpunkten (Olefine) bis 15 Prozentpunkten (Stahl) (vgl. Abbildung 3). Der Import von Zwischenprodukten könnte also gegenüber der heimischen Erzeugung merkliche Kosteneinsparungen liefern, während der Großteil der Wertschöpfung im Inland verbliebe. Denn die energieintensivsten Schritte am Anfang der Wertschöpfungskette (der sogenannte „*Upstream*"-Teil) haben einen geringen Anteil an Bruttowertschöpfung und Arbeitsplätzen: Der Anteil der Bruttowertschöpfung der energieintensivsten Upstream-Prozesse innerhalb der Sektoren Metallerzeugung und Chemie beträgt in beiden Sektoren circa 60 Prozent. Werden auch die weiterverarbeitenden Wirtschaftszweige Metallerzeugnisse sowie Kunststoffe berücksichtigt, sinkt der Anteil auf etwa 15 Prozent (Metalle) und 37 Prozent (Chemie/Kunststoffe). Der Anteil der Arbeitsplätze der energieintensivsten Upstream-Prozesse liegt nur bei etwa 15 Prozent (Metalle) und 25 Prozent (Chemie/Kunststoffe).

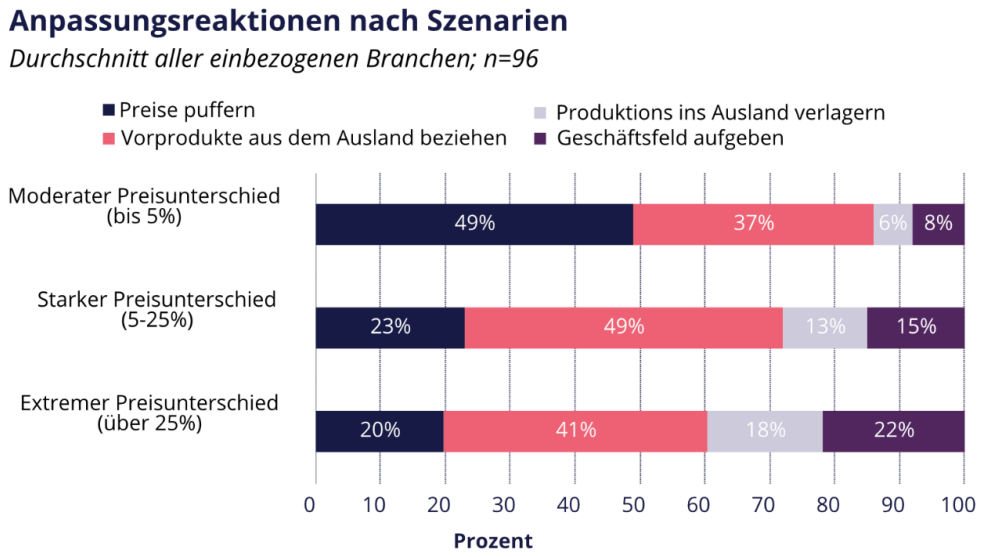
Die Höhe zukünftiger Vorleistungsimporte wird nicht von Energiekosten allein bestimmt. Energiekosten sind nur einer von vielen Kosten- und Wettbewerbsfaktoren. Deutschland hat eine stark integrierte Industriestruktur. Regionale Nähe und starke Produktionsdifferenzierung erschweren in manchen Fällen höhere Vorleistungsimporte. Fachkräfte in Deutschland sind gut ausgebildet und hoch spezialisiert, haben aber relativ hohe Lohnkosten, die sich im aufkommenden Fachkräftemangel weiter erhöhen dürften. Schlussendlich wird die Veränderung der Vorleistungsimporte primär durch die Reaktion der In- und Auslandsnachfrage nach im Inland produzierten Grundstoffen determiniert.

4. Die Inlandsnachfrage wird sensibel auf Kostenaufschläge inländischer Grundstoffe reagieren

Für den Großteil des verarbeitenden Gewerbes übersteigen die indirekten Energiekosten die direkten Energiekosten um ein Vielfaches. In den meisten Wirtschaftszweigen übersteigen indirekte Energiekosten, d.h. in energieintensiven Vorleistungen inbegriffene Energiekosten, die direkten Energiekosten um ein Vielfaches (vgl. Bähr et al. 2023, Kapitel 6). Die Anpassungsreaktion dieser Branchen auf zukünftige Preisunterschiede zwischen dem In- und Ausland ist deshalb zentral.

Die inländische Grundstoffnachfrage wird sensibel auf strukturelle Preisunterschiede zwischen im Inland und im Ausland produzierten Grundstoffen reagieren. Um die Bedeutung langfristiger Preisunterschiede aus Sicht nachgelagerter Wirtschaftszweige zu bewerten, wurden im Rahmen der Studie Unternehmen aus Fokusbranchen interviewt, deren Vorleistungen besonders viele der betrachteten Grundstoffe enthalten (Stahl, Aluminium, Ammoniak und organische Grundstoffchemikalien), darunter Chemie (weiterverarbeitender Teil), Metallerzeugung (weiterverarbeitender Teil), Metallerzeugnisse, Kunststoffe, Maschinenbau und Elektro sowie Fahrzeugbau. Zudem wurden aus den zukünftigen Energiekostenschätzungen Preisszenarien für energieintensive Grundstoffe abgeleitet. Grundstoffnachfrager sehen nur bei moderaten langfristigen Aufschlägen für Grundstoffpreise (bis zu 5 Prozent) die Möglichkeit, diese Preisaufschläge in größerem Umfang zu puffern, d.h. durch Effizienzsteigerungen, Innovationen oder Preisweitergabe abzumildern. Hingegen geben sie an, in allen drei Preisszenarien mit hoher Wahrscheinlichkeit (größer 40 Prozent) den Auslandsbezug von Grundstoffen zu erhöhen.

Abbildung 4



Anmerkung: Die Szenarien beziehen sich auf den Anstieg energieintensiver Vorprodukte, nicht der Energiepreise selbst. Die Zahlen basieren auf einer Umfrage von IW Consult. Unternehmen haben Reaktionswahrscheinlichkeiten angeben, welche dann zu Branchendaten aggregiert wurden.

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Bei starken und extremen Preisaufschlägen steigt der Anteil der Abnehmerbranchen, die mit Auslandsverlagerung oder Geschäftsaufgabe reagieren würden. Die Umfrageergebnisse legen nahe, dass sich aus Abnehmersicht die heimische Produktion bei starken und extremen Preisunterschieden für Grundstoffe teils nicht mehr lohnt. Das kann mehrere Gründe haben, die in Einzelinterviews herausgearbeitet wurden. Hervorzuheben sind regionale Netzwerk- und Verbundeffekte, die bei erhöhten Vorleistungsimporten gefährdet wären. Dies ist besonders in der Chemie- und Kunststoffindustrie der Fall, aber auch bei Metallen. Beispielsweise kooperieren viele Automobil- und Maschinenbauzulieferer eng mit regionalen Stahl- und Aluminiumherstellern; die Grundstoffprodukte werden teils direkt auf die Anforderungen regionaler Abnehmer zugeschnitten. Ein anderer Grund sind die mittelständischen Strukturen in den Wirtschaftszweigen Maschinenbau und Automobil (Zulieferer), die dazu führen, dass regionaler Vorleistungsbezug oft präferiert wird.

Auf Basis der Umfragewerte lassen sich Produktions- und Vorleistungsrückgänge der Abnehmerbranchen herleiten. Kombiniert mit anderen Umfrageergebnissen sowie Schätzwerten der jeweiligen Grundstoffabhängigkeit und Exportanteile je Wirtschaftszweig lassen sich Produktions- und Vorleistungsrückgänge dimensionieren (vgl. Abbildung 4). Bei starken Preisunterschieden von Grundstoffen würden auf Basis der Umfragedaten rund 13 Prozent der Wirtschaftsleistung der betrachteten nachgelagerten Wirtschaftszweige dauerhaft verloren gehen. Bei extremen Preisunterschieden sind es 18 Prozent. Zusätzlich würde Vorleistungssubstitution der nachgelagerten Wirtschaftszweige dazu führen, dass die inländische Grundstofferzeugung im mittleren Szenario um rund 21 Prozent zurückgeht. Das nachfolgende Kapitel beleuchtet diese wirtschaftlichen Effekte vertieft.

Abbildung 5: Erwarteter Rückgang von Inlandsproduktion und Vorleistungen

Erwarteter Rückgang der Inlandsproduktion

In Prozent

Branchengruppen	Preis-Szenarien		
	Moderat	Stark	Extrem
Chemie Downstream	8	18	23
Gummi- und Kunststoff	6	13	19
Metallerzeugung Downstream	16	24	33
Metallerzeugnisse	4	10	15
Elektroindustrie / Maschinenbau	2	5	10
Fahrzeugbau	9	13	17
Sonstige Industrie	5	19	24
Durchschnitt	**5**	**13**	**18**

Erwarteter Rückgang energieintensiver Inlandsvorleistungen

In Prozent

Branchengruppen	Preis-Szenarien		
	Moderat	Stark	Extrem
Chemie Downstream	26	27	21
Gummi- und Kunststoff	56	73	62
Metallerzeugung Downstream	4	7	5
Metallerzeugnisse	19	30	25
Elektroindustrie / Maschinenbau	5	7	6
Fahrzeugbau	30	30	27
Sonstige Industrie	18	18	17
Durchschnitt	**19**	**21**	**19**

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

5. Produktionsrückgang von 1,7 bis 4,5 Prozent des BIP möglich – nachgelagerte Wirtschaftszweige verlieren am stärksten

Drei Effekte treiben den wirtschaftlichen Gesamteffekt: ein direkter Effekt, ein Importeffekt und ein indirekter Effekt. Modellbasiert wurden auf Basis der Umfrageergebnisse wirtschaftliche Effekte dimensioniert.[4] Der direkte Effekt beschreibt den Rückgang der Produktion der nachgelagerten (nicht-energieintensiven) Wirtschaftszweige, die auf langfristige Preisaufschläge inländischer Grundstoffe mit Auslandsverlagerung oder Geschäftsfeldaufgabe reagieren. Der Importeffekt beschreibt den Rückgang der energieintensiven Inlandsproduktion, der durch den erhöhten Auslandsvorleistungsbezug der nachgelagerten Wirtschaftszweige resultiert. Der indirekte Effekt beschreibt den Rückgang der inländischen Vorleistungen (inkl. Dienstleistungen), die der direkte Effekt nach sich zieht.

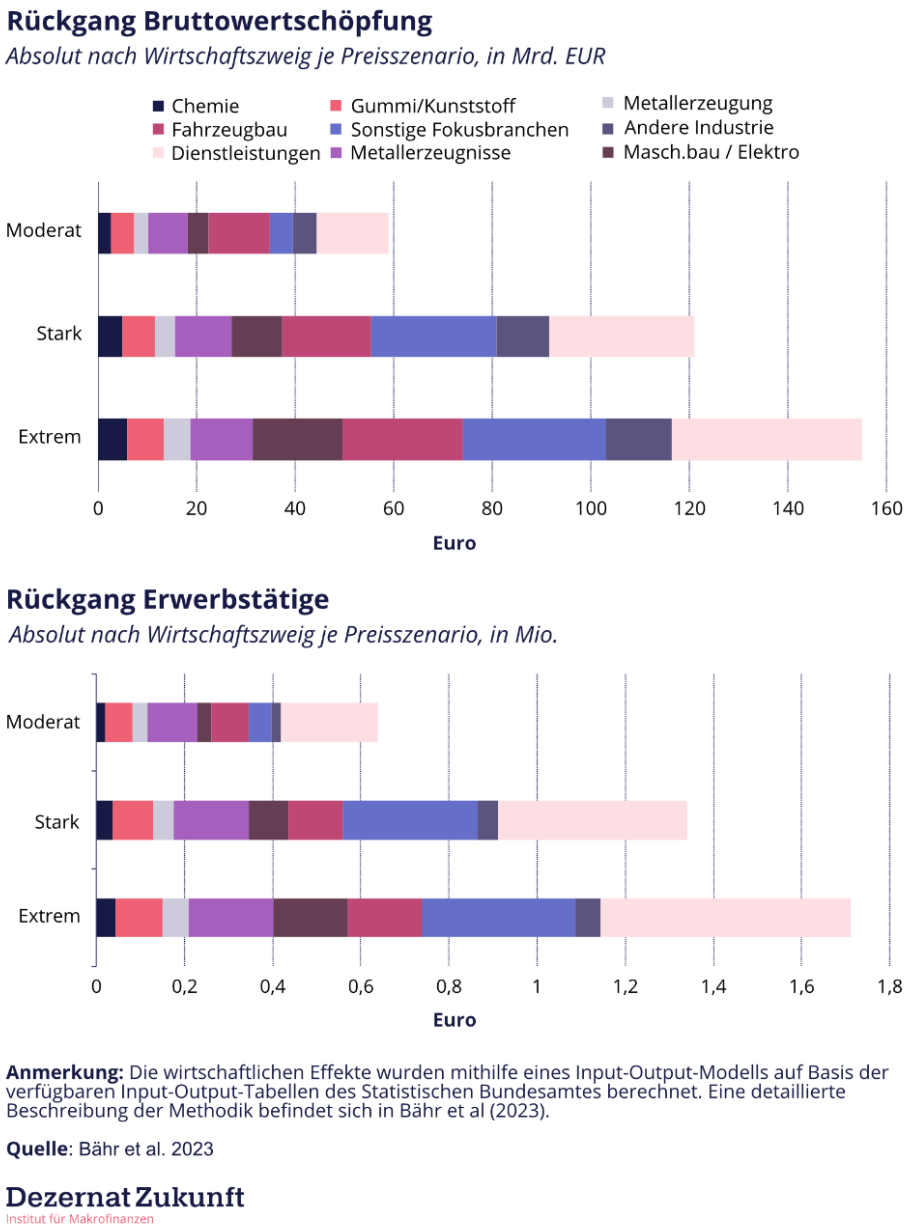
Im mittleren Preisszenario beläuft sich der Rückgang der Bruttowertschöpfung auf rund 120 Mrd. Euro (3,5 Prozent der Bruttowertschöpfung). Der direkte Effekt dominiert den Gesamteffekt. Das mittlere Szenario entspricht einer Preissteigerung von 5 bis 25 Prozent der energieintensiven Vorleistungen.[5] Die befragten Unternehmen schätzen es als das wahrscheinlichste Szenario ein. Hier geht die Hälfte des Gesamteffektes, also rund 60 Milliarden. Euro, auf den direkten Effekt zurück. Der indirekte Effekt macht rund 40 Prozent aus und beläuft sich auf 50 Milliarden Euro. Der Importeffekt beträgt nur etwa 10 Prozent – knapp 12 Milliarden Euro (vgl. Anhang A2). Die Ergebnisse bestätigen, dass das größte Verlustpotenzial der inländischen Produktion nicht am Anfang der Wertschöpfungskette liegt, sondern in der Weiterverarbeitung und Veredelung zu hochwertigen Produkten. Im extremen Preisanstiegsszenario steigt der Wertschöpfungsrückgang auf 155 Milliarden Euro bzw. 4,4 Prozent der Bruttowertschöpfung.

Relative Produktionsrückgänge sind in den energieintensiven Branchen am höchsten, doch absolute Rückgänge überwiegen in den nachgelagerten Wirtschaftszweigen. Mit je etwa 20 Prozent Wertschöpfungsrückgang verzeichnen die Wirtschaftszweige Gummi/Kunststoffe, Metallerzeugung und Metallerzeugnisse die stärksten Rückgänge. Der ebenfalls energieintensive Chemie-Wirtschaftszweig liegt mit rund 10 Prozent dahinter. Hingegen sinkt die Erzeugung der nachgelagerten Wirtschaftszweige Maschinenbau und Elektro, Fahrzeugbau und sonstige Industrien nur zwischen 5 und 12 Prozent. Der absolute Rückgang dieser „*downstream*"-Sektoren fällt mit etwa 54 Milliarden Euro jedoch doppelt so hoch aus wie der Rückgang der vier energieintensiveren „*upstream*"-Sektoren (27 Milliarden Euro).

[4] Die wirtschaftlichen Effekte wurden mithilfe eines Input-Output-Modells auf Basis der verfügbaren Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes berechnet. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik befindet sich in Bähr et al. (2023).

[5] Bei der Umfrage wurden die Anpassungsreaktion der Unternehmen in drei Szenarien angefragt. Das niedrigste geht von einem, moderaten Preisanstieg der energieintensiven Vorleistungen von bis zu 5 Prozent aus. Das mittlere von einem starken Preisanstieg von bis zu 25 Prozent. Das hohe Szenario geht von einem extremen Preisanstieg von über 25 Prozent aus.

Abbildung 6: Rückgang Bruttowertschöpfung und Erwerbstätige über einen Zeithorizont von zehn bis 15 Jahren



Anmerkung: Die wirtschaftlichen Effekte wurden mithilfe eines Input-Output-Modells auf Basis der verfügbaren Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes berechnet. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik befindet sich in Bähr et al (2023).

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Rund 1,3 Millionen Arbeitsplätze gehen im mittleren Szenario verloren. Nur rund 25 Prozent davon fallen in energieintensiven Wirtschaftszweigen an. Analog zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung sinkt relativ betrachtet die Erwerbstätigkeit in den Wirtschaftszweigen Chemie, Gummi/Kunststoffe, Metallerzeugung und Metallerzeugnisse am stärksten. Absolut überwiegt hingegen der Jobrückgang in den nachgelagerten Wirtschaftszweigen (rund 500 Tausend) sowie im Dienstleistungssektor (430 Tausend). Im extremen Preisszenario steigt der Jobrückgang auf insgesamt 1,7 Millionen.

Die beschriebenen Effekte dürften über einen Zeitraum von zehn bis 15 Jahren anfallen. Die Analyse betrachtet wirtschaftliche Anpassungsreaktionen, die aufgrund langfristiger

Preisunterschiede zwischen im Inland und im Ausland klimaneutral produzierter Grundstoffe entstehen. Hier wie im Ausland, wird sich der Umstellungsprozess auf erneuerbare Energien und emissionsfreie Grundstoffproduktion über die nächsten zwei bis drei Jahrzehnte ziehen. Jedoch werden Entscheidungen für Ersatz- und Transformationsinvestitionen viel früher und in Antizipation der zukünftigen Preise und Preisunterschiede getroffen. Daher gehen wir davon aus, dass sich die wirtschaftlichen Effekte bereits in den nächsten rund zehn bis 15 Jahren materialisieren dürften. Linear auf zehn Jahre gerechnet würde dies einen Rückgang der jährlichen Bruttowertschöpfung um etwa 0,35 Prozent bedeuten.

6. Fazit: Industriestandort stärken, ohne den Strukturwandel zu bremsen

Die potenziellen Produktionsrückgänge durch langfristige Kostenaufschläge inländischer Energie sind substanziell und erfordern politisches Handeln. Das aus Unternehmenssicht als am wahrscheinlichsten eingestufte mittlere Preisszenario hätte ohne weitere Maßnahmen – und isoliert betrachtet – einen Rückgang der Bruttowertschöpfung von etwa 3,5 Prozent und einen Verlust von rund 1,3 Millionen Arbeitsplätzen über einen Zeitraum von etwa zehn bis 15 Jahren zufolge. Dieser isolierte Effekt würde in der Realität wahrscheinlich größer ausfallen: Die Analyse quantifiziert nur Effekte, die auf langfristige inländische Kostenaufschläge für vier zentrale und gut transportierbare Grundstoffe – Stahl, Aluminium, Ammoniak und Olefine – zurückzuführen sind. Es ist anzunehmen, dass auch andere energieintensive Grundstoffe wie Glas und Papier sowie die teils energieintensive Herstellung von Nahrungsmitteln zukünftig ebenfalls vermehrt importiert werden.

Die potenziell hohen Produktionsverluste in den nachgelagerten Wirtschaftszweigen verdeutlichen, dass der politische Fokus auf energieintensive Branchen verengt ist. Nicht-energieintensive Unternehmen verarbeitender Wirtschaftszweige (Maschinenbau, Fahrzeugbau, Bau, Pharmaindustrie, etc.) können strukturelle Preisaufschläge für Energie und Grundstoffe partiell wegstecken, indem sie Effizienzen heben, Kosten weiterreichen und energieintensive Vorleistungen vermehrt importieren. Diese „strategische Dehnung“ kann und sollte politisch unterstützt werden. Ein nicht unerheblicher Teil der nachgelagerten Wertschöpfung ist jedoch abhängig von inländischen Grundstoffvorleistungen aufgrund regionaler und technologischer Verflechtungen. Um Kaskadeneffekte zu reduzieren, sowie aus geostrategischen Überlegungen, sollte daher sichergestellt werden, dass eine „Sockelkapazität“ an inländischer Grundstofferzeugung erhalten bleibt, die Grundstoffe gesichert bereitstellen kann.

Die Standortsicherung erfordert eine Kombination aus horizontaler Standortpolitik und gezielten, branchenspezifischen Staatshilfen. Einerseits gilt es die Puffer- und Dehnfähigkeit des Standorts in der Breite zu stärken. Dazu sollten Energiesystemkosten strukturell reduziert, wirtschaftsübergreifende Effizienz- und Produktivitätspotenziale gehoben sowie Bedingungen für die partielle Substitution von energieintensiven Inlandsvorleistungen durch Importe geschaffen werden. Andererseits erfordert die Standortsicherung gezielte Unterstützungsmaßnahmen für eine Sockelkapazität an inländischer Grundstofferzeugung. Hier kommt es jedoch auf das richtige Maß an, um dauerhaft nicht-wettbewerbsfähige Strukturen nicht zu konservieren. Konkrete Maßnahmen werden in Anhang B und C diskutiert.

Um krisenbedingte Langfristschäden für den Standort abzuwenden, sollten kurzfristig wirkende Maßnahmen jetzt priorisiert umgesetzt werden. Dazu gehören Maßnahmen zur

Steigerung der Effizienz- und Produktivitätspotenziale in der Breite des verarbeitenden Gewerbes sowie gezielte temporäre Entlastungsmaßnahmen für energieintensive Wirtschaftszweige. Die Ausgestaltung einer Strompreisentlastung für stromintensive Wirtschaftszweige wird in Anhang C diskutiert.

7. Anhang

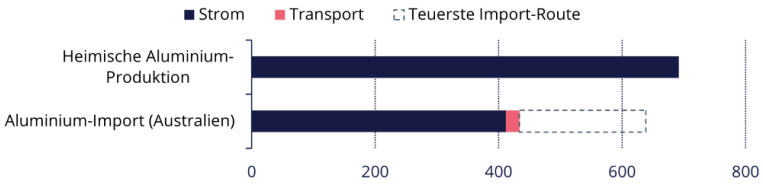
Anhang A: Weitere Berechnungsergebnisse aus Bähr et al. (2023)

A1: Energie- und Transportkosten ausgewählter Grundstoffe je Verlagerungsszenario

Abbildung A1: Energie- und Transportkosten ausgewählter Grundstoffherstellung – heimischen Erzeugung sowie günstigste Verlagerungsrouten (2045)

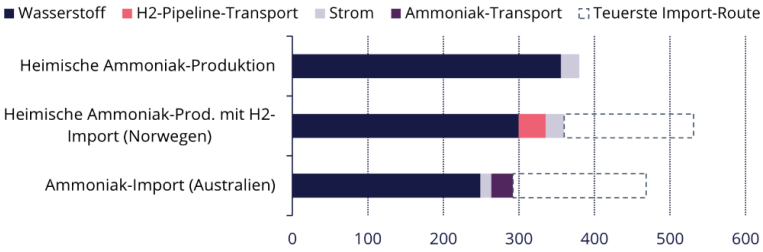
Aluminium

Energie- und Transportkosten in EUR je Tonne Aluminium



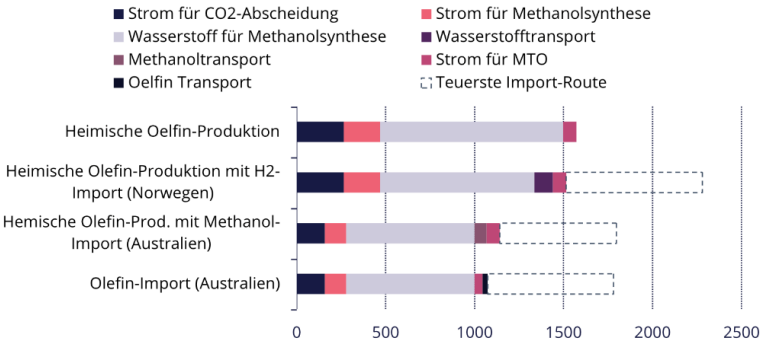
Ammoniak

Energie- und Transportkosten in EUR je Tonne Ammoniak



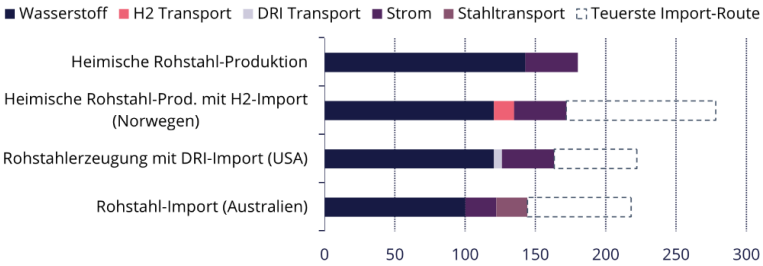
Olefine

Energie- und Transportkosten in EUR je Tonne Olefine



Stahl

Energie- und Transportkosten in EUR je Tonne Stahl



Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

A2: Dimensionierung wirtschaftlicher Effekte

Tabelle A2.1

Einbußen bei Produktionswerten, Bruttowertschöpfung und Erwerbstätigkeit nach Branchen und Preis-Szenarien

In Milliarden Euro

Branchen	Produktionswert			Bruttowertschöpfung			Erwerbstätige		
	Moderat	Stark	Extrem	Moderat	Stark	Extrem	Moderat	Stark	Extrem
	Gesamteffekte								
Chemie	8,1	15,2	17,9	2,7	5,0	6,0	19,0	37,0	44,0
Gummi/Kunststoff	14,7	21,7	25,4	4,6	6,4	7,3	62,0	91,0	107,0
Metallerzeugung	11,7	16,7	20,7	2,9	4,1	5,4	34,0	48,0	60,0
Metallerzeugnisse	20,4	30,5	34,4	8,0	11,4	12,6	113,0	169,0	191,0
Masch.bau / Elektro	9,7	26,1	49,5	4,2	10,3	18,2	33,0	90,0	170,0
Fahrzeugbau	40,9	59,3	80,2	12,5	18,1	24,4	86,0	124,0	168,0
Sonstige Industrie	10,4	59,3	68,0	4,6	25,4	29,0	51,0	304,0	347,0
Fokusbranchen	**115,9**	**228,7**	**296,1**	**39,4**	**80,8**	**103,0**	**398,0**	**864,0**	**1.086,0**
Andere Industrie	**7,5**	**16,0**	**19,9**	**5,0**	**10,8**	**13,4**	**21,0**	**47,0**	**59,0**
Dienstleistungen	**30,9**	**62,9**	**82,3**	**14,6**	**29,4**	**38,6**	**218,0**	**429,0**	**566,0**
Gesamt	**154,3**	**307,6**	**398,3**	**59,0**	**121,0**	**155,0**	**637,0**	**1.341,0**	**1.711,0**

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Tabelle A2.2

Ergebnisse nach Effekt im mittleren Preis-Szenario

Effektarten	PW	BWS	ET
	Milliarden Euro		in 1.000
Direkte Effekte	178,4	59,1	645
Importeffekte	35,1	11,7	157
Indirekte Effekte	94,1	50,1	539
Gesamt	**307,6**	**121,0**	**1.341**
	Prozent		
Direkte Effekte	58,0	48,9	48,1
Importeffekte	11,5	9,7	11,7
Indirekte Effekte	30,6	41,4	40,2
Gesamt	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Quelle: Bähr et al. 2023

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Anhang B: Politische Handlungsempfehlungen des Dezernat Zukunft[6]

Die Standortsicherung erfordert eine Kombination aus horizontaler Standortpolitik und gezielten, branchenspezifischen Staatshilfen. Einerseits gilt es die Puffer- und Dehnfähigkeit des Standorts in der Breite zu stärken. Dazu sollten Energiesystemkosten strukturell reduziert, wirtschaftsübergreifende Effizienz- und Produktivitätspotenziale gehoben sowie Rahmenbedingungen geschaffen werden, die die Substitution von energieintensiven Inlandsvorleistungen durch Importe begünstigen. Andererseits erfordert die Standortsicherung gezielte Unterstützungsmaßnahmen für eine Sockelkapazität an inländischer Grundstofferzeugung. Hier kommt es jedoch auf das richtige Maß an, um dauerhaft nicht-wettbewerbsfähige Strukturen nicht zu konservieren.

Maßnahmen zur Verbesserung der Puffer- und Dehnfähigkeit des Standorts

- ***Kostengünstiges Energiesystem:*** Eine Schlüsselrolle bei der langfristigen Reduktion der inländischen Energiesystemkosten (während gleichzeitig Klimaziele erreicht werden) spielt der rasche und systemdienliche Ausbau erneuerbarer Energien, der Bezug möglichst günstiger Energieimporte (z. B. in Form von flüssigen oder gasförmigen Energieträgern wie Wasserstoff), sowie die Ausnutzung von Effizienz- und Flexibilitätspotenzialen. Neben nationalen Anstrengungen, darunter auch der rasche Ausbau von flexiblen Gaskraftwerken (die zukünftig dann mit erneuerbarem Wasserstoff betrieben werden), erfordert dies auch die fortschreitende Integration des europäischen Energiemarktes zur Verbesserung der Systemeffizienz (Agora Energiewende et al 2022, Ember 2023). Im Stromsystem kommt z. B. dem Ausbau von europäischen Interkonnektoren dabei eine wesentliche Rolle zu. Gleichzeitig sollten Anreize für Stromabnehmer derart ausgestaltet werden, dass die Industrie angereizt wird, ihre Stromnachfrage zeitlich in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von günstigen erneuerbaren Energien zu flexibilisieren (Agora Energiewende 2021). Zwar ist das Potenzial für zeitliche flexible Produktion für strom- und kapitalintensive Grundstofferzeugungsverfahren teils beschränkt, doch wird auch die weniger flexible Produktion von stromintensiven Grundstoffen davon profitieren, wenn sich industrielle Lastprofile insgesamt in Zeiten mit hoher Verfügbarkeit erneuerbarer Energien verschieben.
- ***Investitionen in Energieeffizienz- und Produktivität:*** In Anbetracht nach wie vor erhöhter Energiepreise sowie langfristig zu erwartender Energiepreisaufschläge heimischer erneuerbarer Energien gegenüber dem Ausland sind staatliche Anreize und Unterstützungen zur Erhöhung der Energieeffizienz und Produktivität sinnvoll – nicht nur in energieintensiven Sektoren, sondern der gesamten Wirtschaft. Noch dazu, da im aktuellen Makroumfeld, das nach wie vor von erhöhter Inflation geprägt ist, von Effizienz- und Produktivitätssteigerungen deflationäre Impulse ausgehen würden. In Betracht kommen Maßnahmen wie Steuergutschriften, beschleunigte Abschreibungsmöglichkeiten oder direkte Investitionskostenzuschüsse für Effizienzinvestitionen. Sie können bereits kurzfristig Produktivitätsimpulse auslösen, da es sich bei den betreffenden Investitionsarten in der Regel um kleine und mittelgroße Investitionen handelt, die

[6] Die Handlungsempfehlungen gehen teils über die Ableitungen in Bähr et al. (2023), Kapitel 8, hinaus und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinungen der Auftragnehmerinnen IW Consult und Frontier Economics wider.

vergleichsweise schnell umzusetzen sind. Die im Entwurf des Wachstumschancengesetzes (BMF 2023, Stand Juli) vorgesehene Investitionsprämie geht daher in die richtige Richtung, fällt jedoch im Gesamtvolumen deutlich zu klein aus. Aufgrund der tendenziell deflationären Wirkung spricht aus makroökonomischer Sicht nichts dagegen, die Förderung in der Höhe signifikant auszuweiten. Daher sollten die beihilferechtlichen Möglichkeiten voll ausgereizt werden. Außerdem sollten neben Energieeffizienzmaßnahmen unbedingt auch Maßnahmen zur Verbesserung der Materialeffizienz sowie Kreislaufwirtschaftsführung stärker gefördert werden. Gerade für die wertschöpfungsstarken weiterverarbeitenden Sektoren (Maschinenbau, Automobil, Bau, etc.) übersteigen die indirekten die direkten Energiekosten deutlich (siehe Anhang C). Der effizientere Einsatz von Grundstoffen kann hier Produktivitätssteigerungen bewirken – und zugleich den Ressourcenfußabdruck der deutschen Wirtschaft reduzieren. Auch sollten Maßnahmen zur Förderung der Digitalisierung in Unternehmen in die Förderung integriert werden (oder eine neue geschaffen werden), die ebenso produktivitätssteigernd wirken können.

- ***Forschung und Entwicklung:*** Deutschland schneidet im europäischen und internationalen Vergleich bei F&E-Ausgaben gut ab. In 2021 beliefen sich die Forschungsausgaben auf 112,6 Milliarden Euro oder 3,1 Prozent des Bruttoinlandsproduktes. Der Durchschnitt der OECD-Länder liegt bei 2,7 Prozent (OECD 2023). Dennoch erfordert der industrielle Strukturwandel eine Steigerung der Forschungsintensität. Aufgrund zukünftiger Energiekostennachteile wird das verarbeitende Gewerbe in Deutschland weiter unter Druck geraten. Am Anfang wie am Ende der industriellen Wertschöpfungsketten werden Qualitätsvorteile und Produktdifferenzierung weiter an Bedeutung gewinnen. Zumal große Volkswirtschaften wie China und Indien zunehmend in höhere Wertschöpfungsbereiche vorrücken; die Konkurrenz steigt gerade in forschungsintensiven Branchen, die lange Zeit von deutschen Unternehmen dominiert wurden. Eine Ausweitung der F&E-Förderung ist deshalb sinnvoll. Auch hier geht das Wachstumschancengesetz in die richtige Richtung. Die Ausweitung der förderfähigen Ausgaben unter der Forschungszulage sowie die Aufstockung der Bemessungsgrundlage von 4 auf 12 Millionen Euro je Unternehmen ist sinnvoll, könnte jedoch großzügiger ausfallen. Die staatliche Förderung von privaten F&E-Ausgaben liegt in Deutschland mit 3,19 Prozent merklich unter dem OECD-Schnitt von 5,11 Prozent (Kooperation International 2023).

- ***Vorleistungsimporte:*** Die Studienergebnisse verdeutlichen: Die Substitution inländischer energieintensiver Vorleistungen durch Importe ist eine überlebenswichtige Anpassungsreaktion nachgelagerter Wirtschaftszweige, um mit langfristigen Energiekostenunterschieden umgehen zu können. Die Studienergebnisse lassen zudem den Schluss zu, dass es volkswirtschaftlich vorteilhaft sein kann, wenn die Substitution von inländischen Vorleistungen durch Importe möglichst upstream, also am Anfang der industriellen Wertschöpfungsketten, stattfindet. Denn einerseits ist in den betrachteten Fokusbranchen die Auslagerung der Produktion von Zwischenprodukten bereits mit hohen Kostenvorteilen verbunden. Andererseits ist der Anteil von Bruttowertschöpfung und Arbeitsplätzen in den kapitalintensiven Upstream-Prozessen gering. Die energieintensiven Upstream-Prozesse in der Metall- und Chemieindustrie machen nur etwa 15 Prozent (Metalle) bzw. 37 Prozent (Chemie) der Wertschöpfung aus und stellen 15 Prozent (Metalle) bzw. 25 Prozent (Chemie) der Arbeitsplätze (Bähr et al. 2023). Je höher die Substitution in

der Wertschöpfung also stattfindet, desto vorteilhafter dürfte der Effekt aus volkswirtschaftlicher Sicht sein – auch da sich so viele der skizzierten katalytischen Effekte eindämmen ließen.

Langfristig wird sich für das Maß an energieintensiven Vorleistungsimporten ein Marktgleichgewicht einstellen. Doch der Aufbau grüner Produktionskapazitäten verläuft im Ausland, wie im Inland, aufgrund diverser Marktversagen nicht reibungslos. Es wäre deshalb denkbar, dass Deutschland im Rahmen von Energiepartnerschaften die Entwicklung von energieintensiven Grundstoffkapazitäten im Ausland unterstützt. Teils passiert dies auch schon, zum Beispiel im Rahmen der Energiepartnerschaft mit Namibia (TrendNafrica 2023). Dies sollte parallel und abgestimmt zur Förderung von europäischen und globalen Wasserstofflieferungen geschehen, denn der Import energieintensiver Grundstoffe reduziert den Importbedarf an Wasserstoff erheblich (Fleiter et al. 2023). Fördereinrichtungen wie die H2-Global Stiftung könnten übergangsweise den Bezug grüner Grundstoffe wie wasserstoffbasierten Stahl oder chemische Grundstoffe fördern, zusätzlich zu ihrem Fokus auf Wasserstoff und seinen Derivaten. So kann bereits jetzt ein diversifiziertes Angebot geschaffen werden – was auch aus geopolitischen Gründen wünschenswert wäre.

- ***Stromsteuer:*** Um entlang der Wertschöpfungsketten Pufferpotenziale zu heben, sollte erwogen werden, die Stromsteuern auf das europäische Mindestmaß abzusenken. Davon würden vor allem nicht-energieintensive Unternehmen und der Mittelstand profitieren, die bisher keine Vergünstigungen bei der Stromsteuer erhielten. Die von der Bundesregierung geplante Streichung des Spitzenausgleichs der Stromsteuer sollte annulliert oder zumindest verschoben werden bis sich die Lage am Strommarkt (inkl. Terminmarkt) entspannt.

Branchenspezifische Maßnahmen zur Sicherung einer Sockelkapazität energieintensiver Industrien

- ***Stromlangfristverträge für die Industrie:*** Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat kürzlich ein Förderinstrument vorgeschlagen, das der energieintensiven Industrie langfristig planbaren und günstigen Strom sichern soll. Bei dem vorgeschlagenen „Transformationsstrompreis" handelt es konzeptionell nicht um einen Preiseingriff, sondern um einen Stromlangfristvertrag in Form eines staatlich abgesicherten Differenzvertrags für die Industrie (BMWK 2023b). Industrieunternehmen sollen so Strom aus neuen EE-Anlagen zu einem fixen Preis „nahe an den Gestehungskosten" erhalten. Zudem schlägt das BMWK vor, Direktverträge (*Power Puchase Agreements*, kurz: PPAs) stärker zu fördern und Risiken teils staatlich zu übernehmen.
  Bereits heute gibt es die Möglichkeit, PPAs zu schließen, doch ist der Markt dafür bisher unterentwickelt. Das liegt auch daran, dass die Transaktionskosten aufgrund hoher Komplexitäten hoch sind und bisher primär große Unternehmen PPAs schließen, da kleinere Unternehmen oft nicht über die notwendige Expertise verfügen und zudem meist nicht die Sicherheiten aufbringen können, um die Ausfallrisiken der Langfristverträge zu besichern (Zachmann & Heussaff 2023). Die Vorschläge des BMWK sind deshalb grundsätzlich zu begrüßen. Doch zeigen Bähr et al. (2023), dass energieintensive Unternehmen selbst bei Strombezug zu Gestehungskosten im internationalen

Wettbewerb zukünftig Nachteile haben dürften. Zudem ist das heimische Erzeugungspotenzial im Verhältnis zum Bedarf teils geringer als in den Vergleichsländern, sodass hohe Opportunitätskosten für die Nutzung der Energie bestehen. Die langfristigen Energiekostennachteile dürften daher noch höher ausfallen als in der Studie beziffert.

- **Energieintensive Schlüsseltechnologien:** Damit eine Sockelkapazität energieintensiver Industrien langfristig in Deutschland bestehen kann, braucht es Investitions- und Betriebskostenzuschüsse, um die Prozesse auf klimaneutrale Schlüsseltechnologien umzustellen. Denn die Vermeidungskosten in energieintensiven Industrien liegen teils deutlich über den erwarteten CO_2-Preisen der nächsten Jahre, gleichzeitig stehen bereits in den kommenden Jahren große Ersatzinvestitionen an. Mit den sogenannten Klimaschutzverträgen hat die Bundesregierung bereits ein ausschreibungsbasiertes Förderinstrument für den Ausgleich von Kostenaufschlägen für grüne Investitions- und Betriebskosten geschaffen. Zur Sicherstellung hoher Fördereffizienz, die grundsätzlich wünschenswert ist, hat das Instrument einen sehr hohen Komplexitätsgrad, der die Nutzung erschwert. Vor dem Hintergrund dieser Studie scheint ein behutsames und auf Effizienz ausgerichtetes Vorgehen jedoch richtig. Da davon auszugehen ist, dass langfristig nicht die gesamte heutige Kapazität an Grundstofferzeugung nachgefragt und deshalb gebraucht wird, sollte die Vergabe in Etappen und über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren erfolgen. So kann die Dynamik globaler Grundstoffkapazitäten beobachtet und ein Verständnis für marktgetriebene Steigerungen von Vorleistungsimporten gewonnen werden. Zudem sollte das Förderinstrument zügig in ein europäisches Instrument überführt werden, um dem europäischen Binnenmarkt nicht zu verzerren.

- **Grüne Produktstandards:** Die heimischen Grundstoffindustrien könnte davon profitieren, wenn zeitnah grüne Produktmindeststandards für Grundstoffe eingeführt würden, z. B. im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen, aber auch darüber hinaus. Viele energieintensive Grundstofferzeuger gehören in ihren Transformationsbemühungen global zu den Spitzenreitern, weshalb sie absehbar grüne Qualitätsvorteile haben dürften. Dennoch können grüne Mindeststandards so ausgestaltet sein, dass sie im Vergleich zu inländischen Subventionen das Spielfeld nicht zugunsten heimischer Produzenten verzerren. Zudem könnte so der staatliche Förderbedarf durch Klimaschutzverträge begrenzt werden (BMWK 2023c).

- **Temporäre Strompreisentlastung für energieintensive Industrien:** Deutsche und europäische Unternehmen müssen auch in den kommenden Jahren mit höheren Energiebezugskosten als in anderen Industrienationen außerhalb Europas rechnen (vgl. Kapitel 1). Energieintensive Unternehmen sind hiervon in besonderem Maße betroffen, denn ihre Wettbewerbsfähigkeit hängt wesentlich von den Energiekosten ab. Aus diesem Grund sind temporäre Entlastungsmaßnahmen für energieintensive Unternehmen zur Begrenzung des krisenbedingten „Preispremiums“ sinnvoll. So kann verhindert werden, dass Unternehmen ihre Geschäftstätigkeit aufgeben oder ins Ausland gehen, obwohl sie langfristig in Deutschland produzieren könnten. Jedoch kommt es bei der Ausgestaltung temporärer Entlastungsmaßnahmen auf die Ausgestaltung und das richtige Maß an, denn weder sollen langfristig nicht wettbewerbsfähige Unternehmen temporär mit Subventionen hier gehalten werden, noch sollen Verzerrungseffekte innerhalb des verarbeitenden Gewerbes entstehen, die die Wettbewerbsfähigkeit nachgelagerter

Wertschöpfungsketten verschlechtern. Im folgenden Anhang C wird auf die Ausgestaltung eines temporären Strompreisentlastung vertieft eingegangen.

Anhang C: Überlegungen zur Ausgestaltung einer temporären Strompreisentlastung[7]

Das BMWK schlägt einen sogenannten „Brückenstrompreis" von sechs Cent je Kilowattstunde auf 80 Prozent des historischen Stromverbrauchs energieintensiver Unternehmen vor, der übergangsweise bis 2030 gelten soll – bis neue Anlagen für einen langfristigen Strom-Differenzvertrag für die Industrie bereitstehen (BMWK 2023b). Zwar betrachtet die diesem Policy Brief zugrundeliegende Studie Bähr et al. 2023 langfristige Energiepreisunterschiede zwischen erneuerbaren Energien im In- und Ausland, doch es lassen sich Schlussfolgerungen aus der Analyse auch auf die kurze Frist übertragen: Es ist wirtschaftlich und aus geostrategischen Gründen sinnvoll, eine Sockelkapazität energieintensiver Industrien in Deutschland zu halten. Die Studienergebnisse legen nahe, dass diese Sockelkapazität unter der heutigen Kapazität liegt. Insoweit die temporären und krisenbedingten Strompreisnachteile die Wirtschaftlichkeit der Sockelkapazität gefährdet (hiervon ist auszugehen, siehe Kapitel 1), ist ein temporäres Entlastungsinstrument für stromintensive Branchen grundsätzlich denkbar. Für die Ausgestaltung einer temporären Strompreisentlastung sind zwei Punkte zentral:

a) Eine vorübergehende Strompreisentlastung sollte Sparanreize erhalten und den Anreiz nicht aushebeln, stromintensive Vorleistungen durch Importe zu substituieren, wo dies möglich ist. So kann verhindert werden, dass unwirtschaftliche Industriestrukturen zementiert werden.
b) Hinsichtlich der Bestimmung des Empfängerkreises gilt es die verschiedenen Effekte der Subventionierung abzuwägen: Dies sind einerseits der Preisdämpfungseffekt der Strompreisentlastung auf die Vorleistungen, andererseits der Verzerrungseffekt, d.h. den erhöhenden Effekt auf die Strompreise aller nicht empfangsberechtigten Nachfrager durch eine Verschiebung der Stromnachfragekurve.

Substitutionsanreiz

Eine temporäre Strompreisentlastung sollte die Stromkostendifferenz zu anderen Staaten nicht unter die langfristigen zu erwartenden Kostendifferenzen absenken. Sonst würden temporäre Fehlanreize gesetzt werden. Was der Zielwert der Strombeschaffungskosten *nach* allen Entlastungen sein sollte (dabei müssen auch weitere langfristige Bezuschussungen wie bspw. die Strompreiskompensation berücksichtigt werden), ist jedoch nicht trivial.

Zur Bestimmung dieses Zielwerts können einerseits mittel- bis langfristige Termingroßhandelspreise herangezogen werden. Auch langfristige Direktverträge orientieren sich an zukünftigen Börsenstrompreisen. Stromterminpreise (Base) liegen für das Jahr 2030 derzeit (Stand: 29.08.2023) bei etwa 9 Cent je Kilowattstunde. Hiervon müsste dann noch die Strompreiskompensation abgezogen werden, um auf das ungefähre Niveau der mittelfristigen Strombeschaffungskosten zu kommen.

Ein anderer Weg, um mittelfristige Beschaffungskosten abzuschätzen, ist die Orientierung an Schätzungen zukünftiger Gestehungskosten. Da stromintensive Produktionsprozesse (z.B. die

[7] Die Handlungsempfehlungen gehen über die Ableitungen in Bähr et al. (2023), Kapital 8, hinaus und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinungen der Auftragnehmerinnen IW Consult und Frontier Economics wider.

Erzeugung von Aluminium, Silizium oder Chlor) nicht überaus flexibel gefahren werden können, sind nicht volatile Gestehungskosten, sondern Band-Gestehungskosten der geeignetere Vergleichswert. Im Jahr 2030 liegen volatile bzw. Band-Gestehungskosten für Strom aus Nordsee Wind-Offshore-Anlagen gemäß Bähr et al. 2023 bei fünf bzw. sieben Cent je Kilowattstunde (real, Preise des Jahres 2021). Hierzu müssten dann noch Gewinnaufschläge von Erzeugern hinzugerechnet werden. Auf dieser Basis erscheint die Forderung nach einer Subventionierung auf fünf oder sechs Cent je Kilowattstunde unter dem mittelfristig erzielbaren Niveau und damit zu niedrig.

Um Substitutionsanreize zu erhalten, ist zudem denkbar, die Entlastungszahlung nur auf einen Anteil des Stromverbrauchs bzw. der Produktion anzuwenden, sodass eine Erhöhung der Grundstoffvorleistungsimporte, wo dies bereits mittelfristig möglich ist, nicht verhindert wird. Denkbar wäre, eine rückwirkende Entlastung je Kilowattstunde oder Tonne Produktionsoutput nur auf einen Anteil (kleiner 1) der historischen Kapazität zu zahlen. Ein solcher Faktor ließe sich auch mit produktspezifischen Effizienzbenchmarks kombinieren, die in jedem Fall angewendet werden sollten, um Effizienzpotenziale zu heben.

Abwägung Preisdämpfungs- und Verzerrungseffekt

Eine Subvention von Strom für energieintensive Industrien beeinflusst die Energiekosten auf zwei Wegen: Einerseits senkt sie die Preise der energieintensiven Vorleistungen und wirkt damit preis- und kostendrückend (Preisdämpfungseffekt). Andererseits führt sie zu einem erhöhten Stromverbrauch durch die subventionierten Branchen, was durch die Verschiebung der Stromnachfrage zu erhöhten Börsenstrompreisen führt (Verzerrungseffekt). Wir haben beide Effekte überschlagen und gegeneinander abgewogen. Die folgende Tabelle zeigt den Gesamteffekt als Änderung der Vorleistungskosten.

Abbildung C.1

Gesamteffekt einer Industriestrompreissubventionierung auf Vorleistungskosten

Wirtschaftszweig/ Angenommener Börsenpreisanstieg	5%	10%	20%	40%
Landwirtschaft und Jagd	-0,23	-0,04	0,35	1,13
Forstwirtschaft	-0,37	-0,3	-0,16	0,13
Fischerei	-0,21	0,12	0,78	2,09
Kohle	0,16	0,68	1,73	3,83
Erdöl und Erdgas	-3,6	-3,55	-3,45	-3,25
Bergbau	-2,81	-2,76	-2,67	-2,48
Nahrungsmittel	-0,18	-0,03	0,27	0,86
Textilien	-0,48	-0,29	0,09	0,85
Holzwirtschaft	-0,32	-0,15	0,21	0,93
Papierindustrie	-3,37	-3,33	-3,26	-3,11
Druckereileistungen	-0,85	-0,7	-0,4	0,2
Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	-2,68	-2,64	-2,55	-2,38
Chemische Erzeugnisse	-2,58	-2,54	-2,46	-2,3
Pharmazeutische Erzeugnisse	-0,74	-0,7	-0,62	-0,46
Gummi- und Kunststoffwaren	-2,8	-2,77	-2,69	-2,54
Glas und Glaswaren	-3,8	-3,76	-3,69	-3,53
Keramik	-3,29	-3,24	-3,13	-2,93
Roheisen, Stahl und erste Bearbeitungen	-4,13	-4,08	-3,98	-3,77
Nichteisenmetalle	-3,97	-3,93	-3,87	-3,75
Gießereierzeugnisse	-1,31	-0,96	-0,27	1,1
Metallerzeugnisse	-1	-0,85	-0,53	0,09
Elektronische und Optische Produkte	-0,28	-0,15	0,1	0,6
Elektrische Ausrüstungen	-0,52	-0,41	-0,18	0,29
Maschinenbau	-0,5	-0,38	-0,14	0,33
Kraftwagen und Kraftwagenteile	-0,52	-0,42	-0,22	0,19
Sonstige Fahrzeuge	-0,4	-0,31	-0,14	0,21
Möbel	-0,38	-0,27	-0,04	0,42
Instandhaltung von Maschinen	-0,57	-0,47	-0,27	0,13

Quelle: Eigene Berechnungen; IO-Tabellen des Statistischen Bundesamtes 2019

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Die Berechnungsgrundlage sind die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes von 2019. Wir gehen von einer Subventionierung des Strompreises um 50 Prozent für besonders energieintensive Wirtschaftszweige aus.[8] Im Verhältnis zu den Strompreisen des Jahres 2019 entspricht dies in etwa dem vorgeschlagene Brückenstrompreis von sechs Cent je Kilowattstunde. Dies führt zu einer Erhöhung der deutschlandweit nachgefragten Strommenge in der Größenordnung von 15 Prozent.[9] Wie sich das auf den durchschnittlichen Börsenstrompreis eines

[8] Energieintensiver Wirtschaftszweige sind hier alle Wirtschaftszweige, deren Nettostromvorleistungskosten (ohne Steuern) im Jahr 2019 1,6 Prozent des Produktionswertes übersteigen.
[9] Dies entspräche eine konstanten Nachfrageelastizität von -0,75, was innerhalb empirischer Beobachtungswerte liegt. Siehe z. B. (Wakashiro 2019) und (Csereklyei 2020).

Jahres auswirken würde, ist schwer zu überschlagen, da sich das Stromangebot stündlich ändert und von vielen weiteren Faktoren beeinflusst wird. Zur Veranschaulichung der Effektgrößen sensitivieren wir die Erhöhung des Börsenstrompreises und rechnen mit Preissteigerungen von 5, 10, 20 bzw. 40 Prozent.

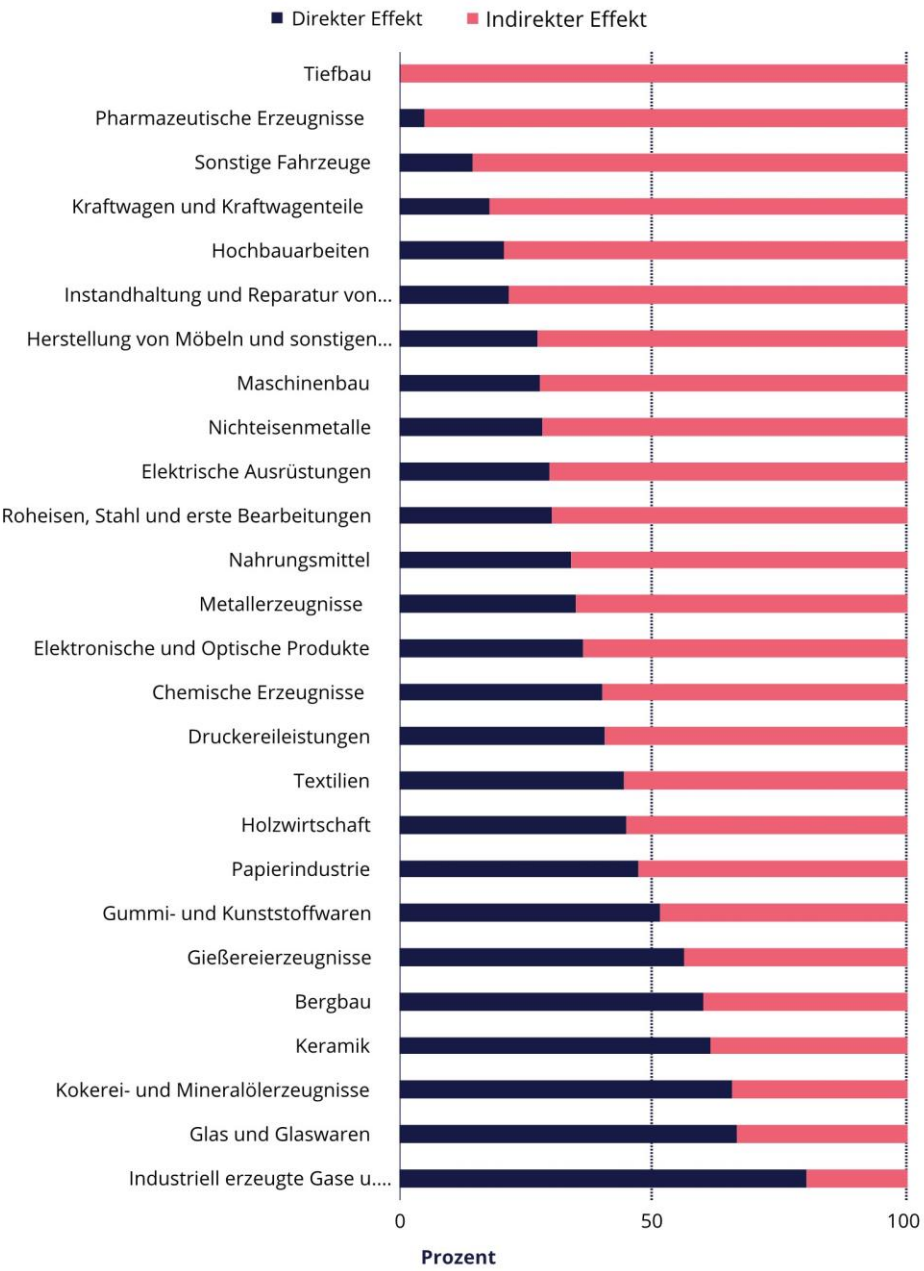
Die Ergebnisse zeigen, dass selbst bei einer nachfragegetriebenen Preissteigerung von 20 Prozent eine Subventionierung der Stromkosten energieintensiver Wirtschaftszweige eine Verbesserung für nahezu alle Wirtschaftszweige nach sich zieht. In den 5-Prozent- und 10-Prozent-Szenarien übersteigern die Preisdämpfungseffekte die Verzerrungseffekte deutlich. Das liegt vor allem daran, dass die indirekten Stromkosten die direkten Stromkosten in nahezu allen nachgelagerten Wirtschaftszweigen deutlich übersteigen (siehe Abbildung C.2). Im 20-Prozent-Szenario halten sich beide Effekte im Downstream die Waage. Erst im 40-Prozent-Szenario dominiert der Verzerrungseffekt, wenn auch schwach. Das 40-Prozent-Szenario entspricht einer konstanten Angebotselastizität von etwa 2,4.

Unter Umständen ließe sich eine Pflicht zur Weitergabe der Entlastungen umsetzen, sodass der volle preisdämpfende Effekt auch für nachgelagerte Wirtschaftszweige maximiert werden kann.

Abbildung C.2

Direkter vs. indirekter Srompreiseffekt

Anteil direkter/indirekter Effekt der Änderung von Vorleistungskosten infolge einer Strompreiseänderung



Anmerkung: Die Abbildung zeigt die Aufteilung der Veränderung von Vorleistungskosten eines Wirtschaftszweigs in einen direkten und indirekten Strompreiseffekt infolge einer Änderung der Strompreise. Direkte Stromkosten sind Kosten für Strom, der in den jeweiligen Wirtschaftszweigen direkt verwendet wird. Indirekte Stromkosten sind die in den Vorleistungen der jeweiligen Wirtschaftszweige beinhalteten Stromkosten. Die Berechnungen basieren auf den Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes (Jahr 2019). In die Wirtschaftszweige „Elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung" wird eine exogene Preisänderungen eingeführt. Es wird angenommen, dass die Preisänderung vollständig weitergereicht wird. Der Anstieg der dadurch verursachten Vorleistungskosten wurde anschließend mithilfe eines Leontief-Preismodells berechnet.

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Input-Output-Daten des Statistischen Bundesamtes 2019

Dezernat Zukunft
Institut für Makrofinanzen

Empfängerkreis

Um den Verzerrungseffekt sowie die fiskalische Belastung zu begrenzen, sollte die Entlastung nur für einen möglichst engen Kreis stromintensiver Branchen gelten. Hierfür bietet sich als Ausgangspunkt die bestehende Regulierung der Strompreiskompensation an, die auf die Unterstützung stromintensiver Unternehmen im internationalen Wettbewerb ausgerichtet ist. Ergänzt werden könnte diese Liste um strategisch relevante, stromintensive Branchen wie die Chipproduktion, die Solarmodulherstellung oder die Batteriefertigung.

Abschließende Überlegungen

Aus Sicht der Autoren dieses Policy Briefs wäre eine temporäre Strompreisentlastung kein Allheilmittel zur Abfederung krisenbedingter Mehrkosten für die energieintensiven Industrien. Falsch ausgestaltet kann das Instrument Fehlanreize haben. Werden Effizienz- und Substitutionsaspekte hingegen mitgedacht, kann diese Gefahr deutlich reduziert werden. Bei der genauen Wirkung des Instruments gibt es jedoch Unsicherheiten, insbesondere bezüglich des Verzerrungseffektes auf die Strompreise. Überschlägige Rechnungen deuten jedoch darauf hin, dass preisdämpfende Effekte dominieren können. Kombiniert werden sollte eine temporäre Strompreisentlastung mit einer Reduzierung der Stromsteuer auf das europäische Mindestmaß, um die Produktionsbedingungen für nachgelagerte, meist weniger stromintensiven Wirtschaftszweige zu verbessern – und etwaige Verzerrungseffekte zu reduzieren. Zudem sollten flexibilitätsfördernde Maßnahmen sowie andere mittel- bis langfristige Maßnahmen ebenfalls rasch angegangen werden, siehe dazu Anhang B.

8. Literaturverzeichnis

Agora Energiewende / Prognos / Consentec (2022): Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann, online verfügbar unter www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-stromsystem-2035/ [zuletzt aufgerufen am 20.08.2023].

Agora Energiewende (2021): Zukünftige Anforderungen an eine energiewendegerechte Netzkostenallokation, online verfügbar unter static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_07_IND_FlexNetz/A-EW_224_Netzkostenallokation_WEB.pdf [zuletzt aufgerufen am 28.08.2023].

Agora Energiewende / Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019.

Bähr, C. / Bothe, D. / Brändle, G. / Klink, H. / Lichtblau, K. / Sonnen, L. / Zink, B. (2023): Die Zukunft energieintensiver Industrien in Deutschland. Eine Studie von IW Consult und Frontier Economics im Auftrag des Dezernat Zukunft, online verfügbar unter www.dezernatzukunft.org/wp-content/uploads/2023/08/Baehr-et-al.-2023-Die-Zukunft-energieintensiver-Industrien-in-Deutschland.pdf.

BCG (2021): Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. Studie der Boston Consulting Group in Auftrag des BDI, online verfügbar unter bdi.eu/publikation/news/klimapfade-2-0-ein-wirtschaftsprogramm-fuer-klima-und-zukunft/ [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

BMF (2023): Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung von Wachstumschancen, Investitionen und Innovation sowie Steuervereinfachung und Steuerfairness. Bundesministerium der Finanzen, online verfügbar unter www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Gesetzestexte/Gesetze_Gesetzesvorhaben/Abteilungen/Abteilung_IV/20_Legislaturperiode/2023-07-17-Wachstumschancengesetz/1-Referentenentwurf.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

BMWK (2023a): Übersicht zum Windenergie-auf-See-Gesetz. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, online verfügbar unter www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/U/ubersicht-windenergie-auf-see-gesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

BMWK (2023b): Wettbewerbsfähige Strompreise für die energieintensiven Unternehmen in Deutschland und Europa sicherstellen. Arbeitspapier des BMWK zum Industriestrompreis für das Treffen Bündnis Zukunft der Industrie. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, online verfügbar unter www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/W/wettbewerbsfaehige-strompreise-fuer-die-energieintensiven-unternehmen-in-deutschland-und-europa-sicherstellen.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

BMWK (2023c): Transformation zu einer klimaneutralen Industrie: Grüne Leitmärkte und Klimaschutzverträge. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, online verfügbar unter www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/transformation-zu-einer-klimaneutralen-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [zuletzt aufgerufen am 28. August 2023].

Boeve, S. / Grave, K. / Hazrat, M. / Esser, L. / Breitschopf, B. / Duscha, V. / Friedrichsen, N. / Arens, M. / Aydemir, A. / Ordonez, J. A. (2015): Einfluss der Strompreise auf die Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industrie. Fraunhofer ISI und Ecofys.

Caglayan, D. / Weber, N. / Heinrichs, H. / Linßen, J. / Robinius, M. / Kukla, P. / Stolten D. (2020): Technical potential of salt caverns for hydrogen storage in Europe. International Journal of Hydrogen Energy, Volume 45, 6793-6805.

Csereklyei, Z. (2020): Price and income elasticities of residential and industrial electricity demand in the European Union. Energy Policy, Volume 137.

Ember (2022): New Generation: Building a clean European electricity system by 2035, online verfügbar unter ember-climate.org/insights/research/new-generation/ [zuletzt aufgerufen am 28. August 2023].

Fleiter, T. / Al-Dabbas, K. / Clement, A. / Rehfeldt, M. (2023): METIS 3-Study S5. The impact of industry transition on a CO2-neutral European energy system. European Commission, Directorate-General for Energy, Publications Office of the European Union.

Jansen, J. / Jäger, P. / Redeker, N (2023): "For climate, profits, or resilience? Redeker, N. (2023): For climate, profits, or resilience? Why, where and how the EU should respond to the Inflation Reduction Act. Delors Centre, Berlin.

Kooperation International (2023): Forschungs- und Innovationslandschaft: USA, online verfügbar unter www.kooperation-international.de/laender/amerika/usa/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft-und-politik/forschungs-und-innovationslandschaft#c52493 [zuletzt aufgerufen am 20. August 2023] .

OECD (2023): Gross domestic spending on R&D, online aufrufbar unter data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.html [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

Öko-Institut (2023): PTX Business Opportunity Analyser (BOA): Data Documentation. Documentation of data sources and data processing. Auftrag von Agora Energiewende and Agora Industry, online aufrufbar unter static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-09_H2_Introduction_PtX_Argentina/Oeko-Institut_2023_PTXBOA_Data_Documentation_v_1.0.pdf [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

Prognos (2023): Strompreisprognose 2023, online aufrufbar unter www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Energie-Klima/Energie/Neue-Strompreisprognose-bis-2040.jsp?shortcut [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

Prognos / Öko-Institut / Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, online aufrufbar unter www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045-vollversion/ [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

TrendsNafrica (2023): Africa's first 'Industrial Green Steel' production plant in Namibia, online aufrufbar unter trendsnafrica.com/africas-first-industrial-green-steel-production-plant-in-namibia/ [zuletzt aufgerufen am 28.8.2023].

Wakashiro, Y. (2019): Estimating price elasticity of demand for electricity: the case of Japanese manufacturing industry. International Journal of Economic Policy Studies, Volume 13, pages 173–191.

Zachmann, G. / Heussaff, C. (2023): Phased European Union electricity market reform. Policy Brief 06/2023, Bruegel.

Das Dezernat Zukunft ist eine überparteiliche Vereinigung, die Geld-, Finanz- und Wirtschaftspolitik verständlich, kohärent und relevant erklären und neu denken will. Dabei leiten uns unsere Kernwerte:
Demokratie, Menschenwürde und breit verteilter Wohlstand.

www.dezernatzukunft.org

@DezernatZ

Diese Arbeit wurde unterstützt von der European Climate Foundation, Franziska-und-Otto-Bennemann Stiftung, Institute for New Economic Thinking, New Economics Foundation, Partners for a New Economy , Laudes Foundation und Open Philanthropy.

Impressum

Veröffentlicht durch:
Dezernat Zukunft e.V.,
Tieckstraße 37, 10115 Berlin
www.dezernatzukunft.org

Vertretungsberechtigter Vorstand:
Dr. Maximilian Krahé

Vorstand:
Dr. Maximilian Krahé, Dr. Maximilian Paleschke, Nicolas Gassen

Vereinsregister des Amtsgerichts Charlottenburg
Vereinsregisternummer 36980 B
Inhaltlich Verantwortlicher nach §18 MstV: Dr. Maximilian Krahé

Herausgeber:
Dr. Maximilian Krahé, Hamburg
E-Mail: max.krahe@dezernatzukunft.org

Design:
Burak Korkmaz

Diese Arbeit von Dezernat Zukunft ist lizensiert unter der CC BY-NC 4.0 .

Die Inhalte können mit klarer Kennzeichnung der Quelle und, sofern angegeben, unter Angabe des Autors bzw. der Autorin verwendet werden.