

Deindustrialisierung: Schreckgespenst oder notwendiger Schritt im Strukturwandel der deutschen Wirtschaft?

Die Ereignisse der letzten Jahre haben die Debatte über eine Deindustrialisierung Deutschlands auf die Tagesordnung gesetzt. Die Corona-Pandemie, Unsicherheiten im Umgang mit China und der Krieg in der Ukraine belasten die deutsche Wirtschaft stark. Unterbrochene Lieferketten, fehlende Rohstoffe und vor allem die in ungeahnte Höhen gestiegenen Energiepreise verunsichern die Unternehmen. Aufgrund deutlich günstigerer Energiekosten und der Subventionspolitik in den USA gibt es Befürchtungen, dass insbesondere energieintensive Unternehmen abwandern und der Industriestandort Deutschland an Wettbewerbsfähigkeit verliert. Ist diese Sorge berechtigt, und wie kann die Politik gegensteuern?

Michael Hüther

Deindustrialisierung als Risiko ernst nehmen, Potenziale für die Transformation mobilisieren

Die Auswirkungen des russischen Angriffskrieges auf die deutsche Energieversorgung haben die enorme Abhängigkeit in strategisch wichtigen Bereichen deutlich gemacht. Waren die Energiepreise bereits vor dem Krieg auf hohem Niveau, so erreichten sie in Deutschland im Laufe des Jahres 2022 zuvor ungekannte Höhen. Das führte nicht nur zu kurzfristigen Belastungen der privaten Haushalte und Unternehmen, sondern birgt angesichts deutlich günstigerer Energiekosten in Nordamerika und in China die Gefahr, dass einerseits ganze Industriebranchen mittelfristig ihre Wettbewerbsfähigkeit am hiesigen Standort einbüßen und dass andererseits die Perspektiven der deutschen Volkswirtschaft grundsätzlich negativ bewertet werden. Diese Sorgen waren angesichts des Risikos eines abrupten Gasembargos im Frühjahr 2022 gut begründet, zumal nicht auszuschließen war, dass der Gasmarkt kollabiert, also ein markträumender Preis sich angesichts kurzfristig dominanter technischer Restriktionen auf beiden Marktseiten nicht einstellt (Ockenfels und Wambach 2023).

VERFRÜHTE DEINDUSTRIALISIERUNGSSORGEN?

Im Laufe des Jahres 2022 verringerten sich die russischen Brennstoffimporte; beim Gas beendete Russland am 31. August 2022 die Belieferung über Nord Stream 1 vollständig. In der Folge erreichten die Gaspreise auf den internationalen Märkten Höchststände.

Da rund 60% des Gasverbrauchs allein auf die Industrie entfällt, wurden massive Auswirkungen der Energiekrise auf das Verarbeitende Gewerbe erwartet. Die Gemeinschaftsdiagnose für das Bundeswirtschaftsministerium vom 27. September 2022 ermittelte in einem Risikoszenario, dass »die Gasmangellage ... zu einem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Leistung im Jahr 2023 von 7,9% und im Jahr 2024 von 4,2% führen« dürfte (Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose 2022). Deutsche Bank Research sah kurze Zeit später (5. Oktober 2022) die Gefahr einer Deindustrialisierung für Deutschland (Deutsche Bank Research 2022). Eine erste Zwischenbilanz in der ökonomischen Debatte zum Jahresende 2022 kam dennoch überwiegend zu dem Ergebnis, dass eine Deindustrialisierung Deutschlands eher unwahrscheinlich sei (Brandt et al. 2022).

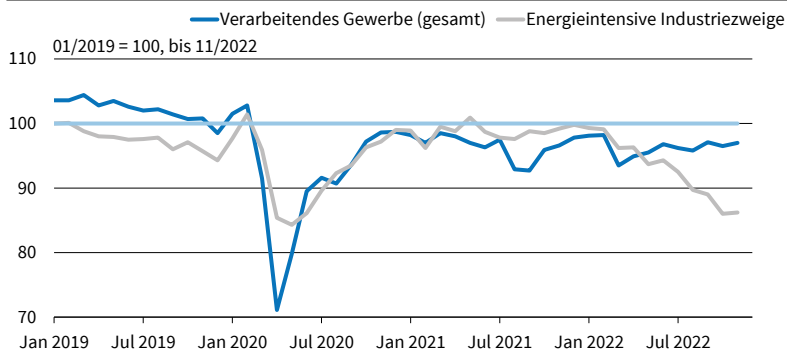
Tatsächlich aber hat die Industrie – insgesamt die deutsche Volkswirtschaft – eine große Anpassungsfähigkeit gezeigt. Die Industriekunden konnten ihren monatlichen Gasverbrauch im Oktober und November 2022 um bis zu 27% im Vergleich zum Durchschnittsverbrauch der vergangenen vier Jahren senken (Bundesnetzagentur 2023). Diese Einsparungen resultierten aus Substitutionen von Erdgas durch andere Brennstoffe und effizientere



Prof. Dr. Michael Hüther

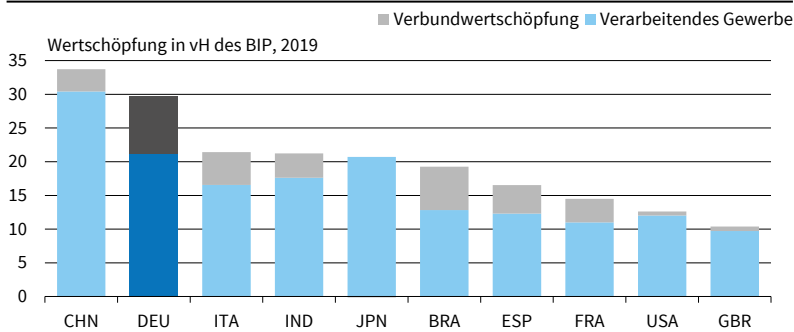
ist Direktor des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln.

Abb. 1
Produktionsindizes für energieintensive Industriezweige und das Verarbeitende Gewerbe



Quelle: Macrobond; Statistisches Bundesamt; letzte Aktualisierung: 16. Januar 2023. © ifo Institut

Abb. 2
Industrie-Dienstleistungsverbund^a



^a Verbundwertschöpfung ist die Summe der Vorleistungen, die das Verarbeitende Gewerbe vom nationalen Dienstleistungssektor bezieht, abzüglich der Summe der Vorleistungen, die der Sektor im Inland an den Dienstleistungssektor verkauft. Dieser Überschuss ist als Wertschöpfung dem Verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen. Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von EU-FIGARO. © ifo Institut

Produktion, aber auch aus Produktionseinstellungen. Vor allem die energieintensiven Branchen – Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Glas und Keramik, die Papierindustrie, Metallindustrie sowie die Kokelei und Mineralölverarbeitung – sind davon betroffen (vgl. Abb. 1). Auch wenn die Gaspreise im Großhandel Anfang des Jahres 2023 wieder auf Vorkriegsniveau lagen, bleibt die Unsicherheit infolge der unkalkulierbaren politischen Einflüsse hoch.

Zusätzlich zur akuten Energiepreiskrise sind weitere disruptive Herausforderungen im Strukturwandel zu bewältigen: die Dekarbonisierung, die Digitalisierung, der demografische Wandel und Tendenzen der Deglobalisierung inmitten eines bipolaren Systemkonflikt mit neuen geopolitischen Herausforderungen. Damit verbindet sich die Frage, wie diese multiplen Krisen die deutsche Volkswirtschaft verändern werden, welche Gefahren für das industriebasierte Geschäftsmodell bestehen. Droht die Deindustrialisierung in diesem perfekten Sturm?

WAS GEFÄHRDET DAS DEUTSCHE MODELL?

Die deutsche Volkswirtschaft zeichnet sich im internationalen Vergleich durch einen großen Industrie-Dienstleistungsverbund aus (vgl. Abb. 2). So dürfte der Anteil der Verbundwertschöpfung aus der Nach-

frage nach Dienstleistungen durch die Industrie zwischen 8,8 und 11,5% an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung erreichen. Durch diese enge Verflechtung von Industrie und Dienstleistung in Deutschland trägt der Dienstleistungssektor auch indirekt zu den Exporten bei (54% aller Dienstleistungsexporte), die damit höher ausfallen als die direkten Exporte von Dienstleistungen (46%) (Lang und Lichtblau 2021).

Darüber hinaus ist das deutsche Modell global integriert sowie regional balanciert, es unterscheidet sich damit vom französischen oder angelsächsischen Modell mit wenigen stark industriell konzentrierten Regionen. Während im Jahr 1995 die deutsche Außenhandelsquote bei fast 36% lag, stieg diese fast kontinuierlich bis zum Jahr 2021 auf über 71% an und übertrifft damit die Quoten von USA, Japan, Frankreich und dem Vereinigten Königreich. Fast die Hälfte der weltweiten Hidden Champions kommen aus Deutschland, wobei 80% dieser Unternehmen zum Verarbeitenden Gewerbe zählen und durchschnittlich seit 70 Jahren bestehen (Simon 2021).

Die Alleinstellungsmerkmale des deutschen Geschäftsmodells geraten durch die aktuellen Zuspitzungen der ohnehin schon beachtlichen strukturellen Veränderungen unter Druck. Dekarbonisierung und demografische Alterung führen angesichts preistreibender sowie wachstumsschwächender Effekte zusammen mit der Energiekrise dazu, dass die Stagflation für dieses Jahrzehnt ein veritables Risiko darstellt. Die Deglobalisierung wird durch die Konflikte in der Global Power Competition verschärft, die Digitalisierung hat ihre Hoffnungen für die Produktivitätsentwicklung noch nicht eingelöst. All dies trifft auf einen historischen Höchststand der wirtschaftspolitischen Unsicherheit: Deutschland weist seit Beginn des Angriffskriegs Russlands gegen die Ukraine den höchsten *Economic Policy Uncertainty Index* auf im Vergleich zur EU, den USA oder China.

Die hohen Energiepreise tragen zur Unsicherheit über die Zukunft des Wirtschaftsstandortes bei. Das Flüssiggas, auf das Deutschland in den kommenden Jahren als Alternative zum russischen Erdgas angewiesen sein wird, war im Durchschnitt der Jahre 2017 bis 2021 etwa 30% teurer als europäisches Pipelinegas (Vergleich TTF und LNG Japan) (Worldbank 2023). Die gestiegene Nachfrage nach Flüssiggas könnte die Preise zudem weiter antreiben, denn die weltweiten Exportterminals waren im Jahr 2021 zu 80% ausgelastet und viele Mengen bereits langfristig an Käufer gebunden (IGU 2022). Verschiedene Szenarien zeigen, dass auch langfristig bis 2040 mit höheren Strompreisen im Vergleich zum Vorkriegsniveau zu rechnen ist (Lang und Lichtblau 2021).

Neben den Energiepreisen weist Deutschland Standortschwächen vor allem im Bereich von Regulierungen, Steuerbelastung und Infrastruktur auf und rutscht damit im ZEW-Ranking über Standortbedingungen unter den Industriestaaten auf nur noch den viertletzten Platz ab (ZEW 2022). Wie sensibel

Tab. 1

Kenngößen energieintensiver Industrien, 2021

Industrie	Anzahl an Beschäftigten	Anteil der Beschäftigten in vH der Industriebeschäftigung	Bruttowertschöpfung Mrd. EUR ^a	Anteil Unternehmen in vH mit kontinuierlichen FuE-Aktivitäten in ihrer Branche ^a	Anteil der Unternehmen in vH mit Produkt und Prozessinnovationen in ihrer Branche ^a
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	118 928	2,17	10,72	8	59
Kokerei und Mineralölverarbeitung	17 718	0,32	31,95	33	79
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	332 799	6,08	42,69	59	78
Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	49 789	3,75	16,22	17	52
Metallerzeugung und -bearbeitung	224 718	4,11	16,25	17 (29 in der Metallerzeugung)	58 (68 in der Metallerzeugung)
Summe oder Durchschnitt der energieintensiven Industrien	743 952	16,44	117,83	28	66
Verarbeitendes Gewerbe gesamt	5 471 169	100,00	567,22	19	62

^a Daten von 2020.

Quelle: Statistisches Bundesamt; Bundesagentur für Arbeit; Macrobond; Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft; Macrobond; ZEW.

diese Verschlechterung wahrgenommen wird, zeigt die Aufregung hierzulande (und in der EU) über den US *Inflation Reduction Act*, der vor allem an die heimischen Standortdefizite erinnert (Hüther und Matthes 2023). Weitere strukturelle Schwächen des deutschen Wirtschaftsstandortes liegen in der Rohstoffarmut und strategischen Abhängigkeiten im wirtschaftlichen und politischen Sinne (Fremerey und Gerards Iglesias 2022).

KRISE DER SCHÖPFERISCHEN ZERSTÖRUNG

Die Frage ist nun, ob angesichts der trendmäßigen Belastungen des volkswirtschaftlichen Strukturwandels für sich genommen das Wachstumspotenzial in der vor uns liegenden Dekade schwächer ausfallen wird als zuletzt. Es spricht in der Tat viel dafür, dass vor allem die demografische Alterung dazu führt, dass das Wachstum jahresdurchschnittlich eher bei einem ¾% liegen wird als bei den vor der Pandemie erreichten 1 ½%. Das ist aber nur dann zwangsläufig der Fall, wenn die Konsequenzen der Alterung und Schrumpfung des Erwerbspersonenpotenzials politisch und gesellschaftlich nicht ernst genommen werden. Teilweise ist das sicher der Fall.

Eine andere Frage ist, ob angesichts der Veränderungen der globalen Wirtschaftsordnung im Zusammenspiel mit den Energiekosten und den darauf gefundenen politischen Antworten die industrielle Basis der Volkswirtschaft wettbewerbsfähig bleibt, sich robust entwickeln kann oder ob eine spürbare

Deindustrialisierung zu erwarten ist. Die Gefahr eines massiven Wohlstandsabflusses ins Ausland infolge eines Verlustes industriebasierter Wertschöpfung besteht, sofern der Staat für die Transformation zur Klimaneutralität seine regulatorischen und infrastrukturellen Aufgaben nicht erfüllt, so dass die Erwartungen der privaten Investoren zur Wettbewerbsfähigkeit des Standorts nicht stabilisiert werden können. Die schöpferische Zerstörung des Strukturwandels wird zur Krise, weil die Wertschöpfungsverluste nachhaltig größer sind als die Gewinne.

In der Diskussion über ein mögliches einseitiges Gasembargo im Frühjahr 2022 wurde behauptet, dass eine solche Krise nicht drohe, weil aufgrund ausreichender Substitutionsmöglichkeiten den Marktkräften freien Lauf gelassen werden könne und ein Embargo gesamtwirtschaftlich so ohne Strukturfolgen verkräftbar sei. Die Frage indes, was ein Verlust der energieintensiven Industriezweige für die deutsche Volkswirtschaft bedeuten würde und welche Konsequenz eine schöpferische Zerstörung dafür hätte, wurde verdrängt. Hierbei werden mindestens drei Aspekte verkannt (vgl. Tab. 1).

Erstens sind die energieintensiven Industrien mit großer Wertschöpfung und einer relevanten Anzahl von Arbeitsplätzen verbunden. Es handelt sich um hochproduktive Unternehmen, die über 16% der Industrieerwerbstätigen beschäftigen und über 20% der industriellen Wertschöpfung erwirtschaften.

Zweitens gehören insbesondere Chemieindustrie und Metallerzeugung zu den forschungsintensivsten

Industrien. Branchenübergreifend handelt es sich zum Großteil um Unternehmen, die im Durchschnitt mehr Innovationen als andere Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes hervorbringen. Es sind gerade die etablierten forschungsstarken Branchen mit besonders innovativem und disruptivem Potenzial ausgestattet, wie es für die Transformation unerlässlich ist. Eine Studie über die US-Volkswirtschaft zeigt, dass Innovationen vor allem von etablierten und forschungsstarken Unternehmen ausgehen und gerade auf diesen Branchen die volkswirtschaftliche Dynamik und die transformative Entwicklung in den USA beruhen (Hsieh und Klenow 2018).

Drittens betrifft die grüne Transformation sämtliche Wirtschafts- und Lebensbereiche und wird früher oder später auf der ganzen Welt stattfinden müssen. Anders als es bei der schöpferischen Zerstörung zu erwarten ist, sind keine neuen Sektoren oder Wirtschaftsbereiche in Sicht, die alte etablierte Branchen in Deutschland ablösen würden. Es ist weder ein deutscher Big Bang wie in Großbritannien der 1980er Jahre realistisch, noch hat Deutschland ein Silicon Valley, aus dem Innovationen für Zukunftsbranchen wie dem Tech- und Informationsbereich hervorgehen könnten. Das Rückgrat der deutschen Volkswirtschaft bilden pfadabhängig und dienstleistungsergänzt weiterhin der Maschinenbau, die Metall- und Elektroindustrie, die Chemieindustrie sowie der Automobilbau. Aus Regionen mit diesen Branchen gehen auch die meisten Innovationen und Patente hervor (Plünnecke 2022).

Wird der Standort Deutschland durch anhaltend hohe Energiepreise und hohe Steuerlast international an Wettbewerbsfähigkeit einbüßen, dann werden industrielle Investitionen weniger attraktiv, die für die Durchführung der Transformation nötig wären. Politik und Gesellschaft haben diese Aufgabe ins Zentrum ihres Engagements gerückt. Die gesetzlichen, regulatorischen und investiven Weichenstellungen sind maßgeblich für den volkswirtschaftlichen Umsetzungserfolg. Denn um Marktkräfte in eine neue Richtung zu lenken, bedarf es der Investitionssicherheit für Private durch verlässliche und stabile Erwartungsprägung (Konstanz der Wirtschaftspolitik). Dann werden Unternehmen das nötige Kapital mit Anlaufhilfe des Staates akti-

vieren. Eine Krise der schöpferischen Zerstörung lässt sich vermeiden, und der Industrie-Dienstleistungsverbund kann den Umbau zur Klimaneutralität gestalten.

REFERENZEN

- Brandt, A., H. Krämer, V. Grimm, C. von Rüden, C. M. Schmidt, T. Schmidt, M. Gornig, C. Kemfert, O. Falck, C. Pfäffl und E. Heymann (2022), »Droht der deutschen Wirtschaft eine Deindustrialisierung?«, *Wirtschaftsdienst* 102(12), 917–944.
- Bundesnetzagentur (2023), »Aktuelle Lage der Gasversorgung in Deutschland«, verfügbar unter: Bundesnetzagentur – Aktuelle Lage Gasversorgung, aufgerufen am 29. Januar 2023.
- Deutsche Bank Research (2022), »Energiekrise trifft Industrie bis ins Mark«, *Deutschland-Monitor* 5. Oktober, verfügbar unter: Energiekrise trifft Industrie bis ins Mark – Deutsche Bank Research (dbresearch.de), aufgerufen am 23. Januar 2023.
- Fremerey, M. und S. Gerards Iglesias (2022), *Abhängigkeit – Was bedeutet sie und wo besteht sie?*, IW-Report 56, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Hsieh, Ch.-T. und P. J. Klenow (2018), »The Reallocation Myth«, Working Papers 18-19, Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau, verfügbar unter: <https://ideas.repec.org/p/cen/wpaper/18-19.html>, aufgerufen am 23. Januar 2023.
- Hüther, M. (2022), »Entlastungspaket: Stabilisierung der Erwartungen«, *Wirtschaftsdienst* 102(10), 757–760.
- Hüther, M. und J. Matthes (2023), »Is the U.S. Inflation Reduction Act Hurting the German Economy? An Objection to Exaggerated Claims«, verfügbar unter: Is the U.S. Inflation Reduction Act Hurting the German Economy? – Atlantik-Brücke e.V. (atlantik-bruecke.org), aufgerufen am 29. Januar 2023.
- IGU – International Gas Union (2022), *World LNG Report*, verfügbar unter: <https://www.igu.org/resources/world-lng-report-2022/>, aufgerufen am 23. Januar 2023.
- Lang, T. und K. Lichtblau (2021), *Bedeutung unternehmensnaher Dienstleistungen für den Industriestandort Deutschland/Europa*, IW Consult, Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Ockenfels, A. und A. Wambach (2023), »Was tun, wenn der (Gas-)Markt kollabiert?«, *Wirtschaftsdienst* 103(1), 29–32.
- Plünnecke, A. (2022), »Transatlantischer Innovationsindex: Innovationslandschaft im Vergleich«, *Wirtschaftsdienst* 102(12), 914.
- Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose (2022), *Energiekrise: Inflation, Rezession, Wohlstandsverlust, Gemeinschaftsdiagnose Herbst 2022*, verfügbar unter: Gemeinschaftsdiagnose Herbst 2022: Energiekrise: Inflation, Rezession, Wohlstandsverlust – Gemeinschaftsdiagnose, aufgerufen am 23. Januar 2023.
- Simon, H. (2021), *Hidden Champions: Die neuen Spielregeln im chinesischen Jahrhundert*, Campus, Frankfurt am Main.
- World Bank (2023), »Pink Sheet Data, Monthly Prices«, verfügbar unter: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>, aufgerufen am 23. Januar 2023.
- ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (2022), »Deutschland ist der große Verlierer im Standortwettbewerb«, verfügbar unter: <https://www.zew.de/das-zew/aktuelles/deutschland-ist-der-groesse-verlierer-im-standortwettbewerb>, aufgerufen am 23. Januar 2023.

Sylwia Bialek, Claudia Schaffranka und Monika Schnitzer

Kein Grund zur Panik

Die Energiekrise ist kein Game Changer, aber sie beschleunigt den ohnehin anstehenden Strukturwandel in der Industrie

Das Verarbeitende Gewerbe ist ein wichtiger Energieverbraucher. Vor allem bei Erdgas und Strom machte 2021 das Verarbeitende Gewerbe 32% bzw. 43% des gesamten Verbrauchs aus. Angesichts der extremen Energiepreissteigerungen – sowohl in absoluten Werten als auch im Vergleich zu anderen Wirtschaftsregionen (vgl. Abb. 1) – ist daher eine Debatte entflammt, ob Deutschland eine Deindustrialisierung bevorsteht und wenn ja, welche Folgen diese haben würde. Mit einem Anteil von über 20% am Bruttoinlandsprodukt und von 17% an der Beschäftigung prägt das Verarbeitende Gewerbe maßgeblich den wirtschaftlichen Wohlstand Deutschlands. Die Arbeitsplätze in der Industrie sind darüber hinaus überdurchschnittlich gut bezahlt – die Arbeitskosten lagen im Verarbeitenden Gewerbe rund 20% höher als bei den marktbestimmten Dienstleistungen¹ – und das Arbeitsproduktivitätswachstum ist höher als in anderen Sektoren (Schmidt et al. 2021).

In der Diskussion sind vor allem pessimistische Stimmen zu hören: So warnt etwa der Verband der deutschen Chemie eindringlich vor den Folgen hoher Energiepreise.² Tatsächlich werden die Effekte der Energiekrise auf die Industrie viel kleiner und differenzierter ausfallen als häufig dargestellt. Zwar werden einzelne Wirtschaftszweige und die Fertigung einzelner Produkte infolge der veränderten Energiepreise abwandern. Der Prozess wird aber eher eine Fortsetzung des schon andauernden strukturellen

Wandels darstellen, als eine abrupte Deindustrialisierung auslösen. Ein Verlust einzelner industrieller Aktivitäten und der damit verbundene Verlust von Arbeitsplätzen in diesen Bereichen ist nicht notwendigerweise mit Wohlfahrtseinbußen verbunden, auch wenn dies kurzfristig hohe Anpassungskosten verursacht. In Anbetracht der Fachkräfteengpässe und des demografischen Wandels wird es in Zukunft nicht mehr um die Frage gehen, ob Arbeitsplätze wegfallen, sondern ob es gelingt, die freigesetzten Beschäftigten dort einzusetzen, wo dringend Arbeitskräfte benötigt werden. Es gilt deshalb, den Wandel durch die Politik zu begleiten, um die richtigen Anreize für die Akteure zu setzen und den Übergang möglichst reibungslos zu gestalten.

BETROFFENHEIT DES VERARBEITENDEN GEWERBES

Im letzten Jahr sind die Großhandelspreise für Energie extrem angestiegen, was sich auch auf die Endenergiepreise ausgewirkt hat (SVR 2022). Während die Preise im Großhandel derzeit wieder fallen, werden sie voraussichtlich nicht zum Vorkrisenniveau senken.

Um abzuschätzen, wie stark einzelne Wirtschaftszweige von der Energiepreisentwicklung betroffen sind, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Tendenziell ist der relative Anstieg der Energiekosten am höchsten bei energieintensiven Unternehmen. Wie stark jedoch die tatsächlichen Kosten ansteigen, ist unterschiedlich und hängt von bisherigen Verträgen und Versorgern ab (Bialek et al. 2023). Auch die Zusammensetzung der verwendeten Energieträger ist dabei relevant, da sich die relativen Preise der Energieträger in den letzten Monaten verändert ha-

¹ Nicht-Marktbestimmte Dienstleistungen umfassen die vom Staat oder von Organisationen ohne Gewinnerzielungsabsicht erbrachten Dienstleistungen.

² Präsident des VCI Markus Steilemann im Interview, verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/energiekrise-lage-in-chemiebranche-laut-vci-praesident-dramatisch-18420125.html?premi-um>.



Sylwia Bialek, Ph.D.,

ist Teamleiterin für Mikroökonomik im Stab des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.



Claudia Schaffranka

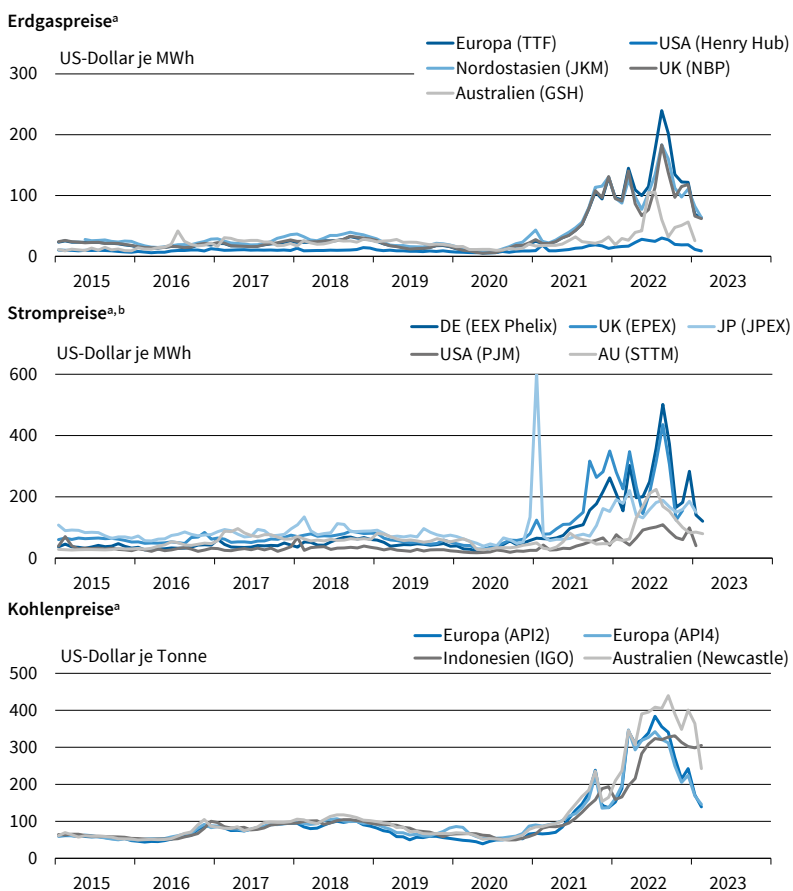
ist Referentin für Finanzmärkte sowie Umwelt- und Energiepolitik im Stab des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.



Prof. Dr. Monika Schnitzer

ist Inhaberin des Lehrstuhls für Komparative Wirtschaftsforschung an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Vorsitzende des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.

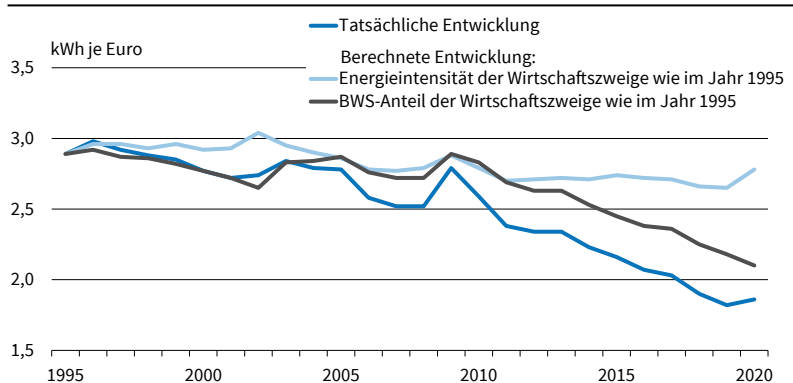
Abb. 1
Preisentwicklung



^a Stand: 6. Februar 2023. ^b Grundlast.
Quelle: AEMO; CME Group; Intercontinental Exchange (ICE); JPEX; Ofgem; Refinitiv Datastream;
Berechnungen der Autorinnen. © ifo Institut

ben. Insbesondere die Preise für Erdgas sind in den vergangenen Monaten stark angestiegen, und die Gefahr einer Mangellage für den kommenden Winter ist noch nicht gebannt. Inwieweit die Kostenanstiege verkraftbar sind, hängt außerdem von der Wettbewerbssituation und der generellen Marktsituation des Unternehmens ab. Die Wirtschaftszweige, die der Konkurrenz von nicht-europäischen Wettbewerbern ausgesetzt sind, werden sich besonders schwertun, die gestiegenen Energiekosten an die Kunden weiter-

Abb. 2
Zerlegung der Energieintensität im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland



Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des SVR (2022). © ifo Institut

zugeben. Während sich Unternehmen in ganz Europa mit gestiegenen Energiepreisen konfrontiert sehen, waren die Preisanstiege in Regionen wie Nordamerika oder Australien deutlich moderater (vgl. Abb. 1). Betriebe mit niedrigen Bruttomargen haben wiederum einen geringeren finanziellen Spielraum, um die Krisensituation zu überbrücken, und sind besonders von Liquiditätsengpässen bedroht.

In allen Dimensionen dürften insbesondere Unternehmen aus der Metallerzeugung und -bearbeitung stark betroffen sein (vgl. Tab. 1). Hier wird sehr viel Energie in der Produktion benötigt. Besonders hoch ist die Medianenergieintensität bei den Gießereien, mit einem Wert von 1,7 kWh pro Euro. Zudem sind die Bruttomargen niedrig und der Wettbewerbsdruck aus anderen Weltregionen hoch (SVR 2022, Ziffer 328 ff.). Überkapazitäten in der Stahl- und Aluminiumindustrie begrenzen zusätzlich die Möglichkeiten der Kostenweitergabe (OECD 2021). Auch die Bearbeitung von Glas und Glaswaren, Keramik, Steinen und Erden wird betroffen sein sowie die Textilindustrie, die jedoch in Deutschland nur einen kleinen Teil der Wertschöpfung ausmacht. Zuletzt dürfte die Grundstoffchemie stark betroffen sein. Müller und Mertens (2022) zeigen, dass Produkte dieses Wirtschaftszweiges die höchste Erdgasintensität aufweisen. Bereits geringe Gaskostenanstiege bei diesen Produkten könnten dazu führen, dass eine Produktion dieser Produkte allein nicht mehr rentabel wäre, sondern möglicherweise nur noch als Kuppelproduktion, bei der gleichzeitig andere Produkte hergestellt werden (Müller und Mertens 2022).

BISHERIGER UND ZU ERWARTENDER STRUKTURWANDEL DES VERARBEITENDEN GEWERBES

Im Verarbeitenden Gewerbe, ohne Kokerei und Mineralölverarbeitung, hat in Deutschland die Energieintensität seit den 1990er Jahren stetig abgenommen (vgl. Abb. 2). Dies kann auf zwei Entwicklungen zurückgeführt werden: die Veränderung der Zusammensetzung der Wirtschaftszweige und die Verbesserung der Herstellungsprozesse. Unter der Annahme, dass sich die Energieintensität in jedem Wirtschaftszweig nicht verändert hat, zeigt die obere hellblaue Linie, wie sich die Energieintensität entwickelt hätte, wenn sich nur die Zusammensetzung der Wirtschaftszweige verändert hätte. Sichtbar ist eine leichte Verschiebung hin zu weniger energieintensiven Wirtschaftszweigen. Gleichzeitig zeigt die graue Linie, wie stark die Energieintensität abgenommen hätte, wenn die Zusammensetzung der Wirtschaftszweige konstant (wie im Jahr 1995) geblieben wäre.

Es ist zu erwarten, dass sich die Senkung der Energieintensität aufgrund der Energiekrise fortsetzen wird. Dabei werden voraussichtlich beide Anpassungskanäle eine Rolle spielen.

Höhere Energiepreise und der damit verbundene Strukturwandel müssen nicht zwangsläufig zu einer

Deindustrialisierung führen. Japan, ein rohstoff- und energiearmes Land, hatte in der Vergangenheit sehr hohe Endenergiepreise im Vergleich mit anderen Industrienationen (Sato und Dechezleprêtre 2015). Trotz der Ölkrise der 1970er Jahre sowie der Nuklearkatastrophe in Fukushima hat das Verarbeitende Gewerbe in Japan weiterhin einen Anteil von 20% an der Bruttowertschöpfung, ähnlich wie in Deutschland. Nach der ersten Ölpreiskrise hat sich die Struktur von Japans Verarbeitendem Gewerbe verschoben, weg von energieintensiven Sektoren wie Petrochemikalien, Schiffbau oder Aluminium, hin zu Automobil und Elektronik (Yamakoshi 1986).

Die schon seit Jahrzehnten andauernde Veränderung der wirtschaftlichen Struktur wird sich also mit

der Energiekrise fortsetzen. Im Gegensatz zur Corona-Pandemie darf es in der aktuellen Krise nicht darum gehen, den Status quo zu erhalten, sondern sich auf die neuen Realitäten einzustellen und den Wandel zu unterstützen. Deutschland wird nicht über die niedrigen Energiekosten (die in Deutschland sowieso nie wirklich niedrig waren), sondern über andere Standortfaktoren international konkurrieren müssen. Diese Logik zeigt sich schon heute bei den Lohnkosten, die im Vergleich zu anderen Industrieländern sehr hoch sind. So lagen im Jahr 2018 die Arbeitskosten je geleisteter Stunde um knapp einem Drittel höher als im Durchschnitt anderer Industrieländer, unter anderem höher als in Frankreich, den USA oder dem Vereinigten Königreich (Schröder 2019). Dennoch ist der Anteil der Bruttowertschöpfung

Tab. 1

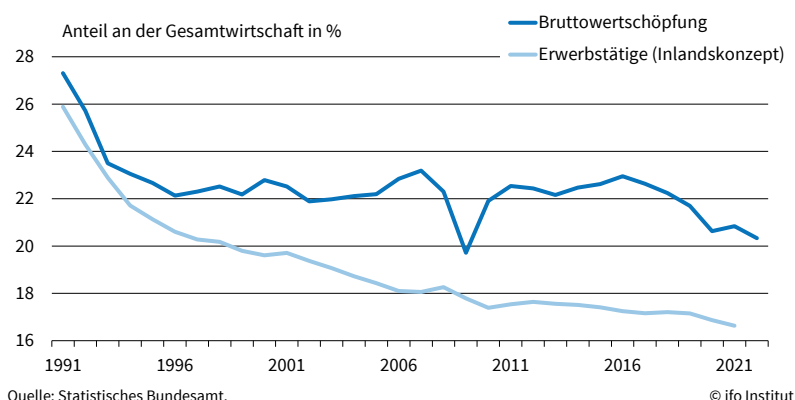
Indikatoren für die potenzielle Betroffenheit im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland^a

Wirtschaftsbereich im Verarbeitenden Gewerbe ^b	Umsatz Mrd Euro (Anzahl Unternehmen) ^c		Energieintensität ^d		Bruttomarge ^{e,f}	Ausgesetztheit zu Nicht-EU-Wettbewerbern ^g	
			Anteil Erdgas-kosten an Energie-kosten ^e			Ausländische Märkte ^h	Heimischer Markt ⁱ
			kWh / Euro BWS	%			
H. v. Nahrungs- u. Futtermitteln	168,13	(5 070)	0,43	20,0	14,8	33,9	20,9
Getränkeherstellung	22,64	(472)	0,87	30,3	23,4	27,1	13,2
Herstellung von Textilien	12,14	(670)	0,51	26,7	13,4	47,5	48,8
Herstellung von Bekleidung	7,49	(226)	0,16	25,0	20,4	37,9	51,5
H. v. Leder-, -waren u. Schuhen	3,89	(119)	0,18	28,6	16,1	37,7	36,3
H. v. Holz-, Flecht-, Korbwaren ^j	21,45	(1 022)	0,39	2,1	11,0	35,5	23,5
H. v. Papier, Pappe u. Waren dar.	43,57	(771)	0,48	22,5	15,6	23,3	15,5
H. v. chemischen Erzeugnissen	166,21	(1 288)	0,39	20,0	30,3	41,2	28,4
H. v. pharmazeut. Erzeugnissen	62,53	(287)	0,31	18,8	28,3	32,4	26,5
H. v. Gummi-, Kunststoffwaren	90,04	(2 976)	0,52	7,1	17,9	36,4	31,9
H. v. Glas-, -waren u. Keramik ^k	47,69	(1 576)	0,45	31,7	17,3	42,4	37,2
Metallerzeugung, -bearbeitung	108,00	(922)	1,19	20,9	7,5	43,9	31,5
H. v. Metallerzeugnissen	124,32	(7 388)	0,28	17,4	13,8	38,9	37,7
Herst. v. DV-Geräten ^l	89,14	(1 738)	0,09	9,1	19,5	50,5	40,9
Herst. v. elektr. Ausrüstungen	121,21	(1 974)	0,12	11,1	21,1	55,1	47,2
Maschinenbau	289,03	(5 542)	0,15	10,0	17,0	40,1	42,9
H. v. Kraftwagen u. -teilen	509,37	(1 054)	0,28	14,3	29,6	41,5	22,7
Sonstiger Fahrzeugbau	49,81	(296)	0,18	21,4	9,0	44,5	49,6
Herstellung von Möbeln	19,49	(949)	0,23	4,5	10,9	33,2	32,5

^a Das Farbschema richtet sich nach den Terzilen der Verteilung in den einzelnen Spalten, wobei rot/gelb/grün einer starken/mittleren/geringen Betroffenheit entspricht. Angaben, mit Ausnahme der Ausgesetztheit zu nicht-EU-Wettbewerbern, beziehen sich auf das arithmetische Mittel der einzelnen Wirtschaftsbereiche. ^b Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). ^c Stand 2018. ^d Medianwerte der Jahre 2016 bis 2018. ^e Durchschnittswerte der Jahre 2016 bis 2018. ^f Quotient aus approximiertem EBITDA und Umsatz. ^g Stand 2021. ^h Durchschnitt über alle Staaten: Anteil der Importe aus nicht-EU27-Staaten an den Gesamtimporten, gewichtet mit den jeweiligen Importen aus Deutschland. ⁱ Anteil von Importen aus nicht-EU27-Staaten an den gesamten Importen Deutschlands. ^j Sowie Korkwaren (ohne Möbel). ^k Sowie Verarbeitung von Steinen und Erden. ^l Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen.

Quelle: Eurostat; FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder; AfID-Panel Industrieunternehmen 2001–2018 sowie AfID-Modul Energieverwendung 2005–2018; Statistisches Bundesamt; UN Comtrade; Berechnungen des SVR (2022).

Abb. 3

Bruttowertschöpfung und Erwerbstätige im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland

Quelle: Statistisches Bundesamt.

© ifo Institut

des Verarbeitenden Gewerbes mit über 20% sehr hoch im Vergleich zu anderen entwickelten Nationen.

Dass Deutschland die industrielle Produktion im Land halten konnte, lag unter anderem an der Umstrukturierung der Industrie. Arbeitsintensive Fertigung wurde im Zuge der Globalisierung von OECD-Ländern insbesondere nach Asien verlagert (Wood 2017). Deutsche Unternehmen haben einen komparativen Vorteil in Wirtschaftsbereichen mit hoher Wertschöpfung aufgebaut, wie der Herstellung von Kraftwagen und Maschinenbau (SVR 2022, Ziffer 478 ff.). Jetzt begründet sich der komparative Vorteil des deutschen Verarbeitenden Gewerbes vor allem durch hoch qualifizierte Arbeitskräfte, gute regulatorische Rahmenbedingungen, hohe Forschungsaktivität und effiziente Produktionstechnologien (IfW 2020; EFI 2022). Die höheren Energiepreise werden dies verstärken müssen.

Die Auswirkungen der Energiepreisveränderungen auf die Wettbewerbsfähigkeit wurden in der empirischen Literatur mehrmals untersucht (SVR 2022, Kasten 19). Der geschätzte Zusammenhang zwischen Energiepreisen und Rentabilität ist zwar negativ, aber meistens gering oder insignifikant. Zusätzlich zeigen die bisherigen empirischen Untersuchungen zur Verlagerung von Wirtschaftstätigkeit infolge hoher Energiepreise, dass Energiepreise nicht zu den Haupttreibern von Standortentscheidungen gehören, auch wenn die Effekte für einzelne Industriezweige, insbesondere für die energieintensiven, von größerer Bedeutung sein dürften. Zwar betrifft der aktuelle Anstieg der Energiepreise die verschiedenen Weltregionen sehr asymmetrisch, wodurch die Verlagerungen von Industrien stärker als bisher beobachtet ausfallen können. Dennoch ist von einer breiten Verlagerung nicht auszugehen.

WIE PROBLEMATISCH IST DIE AUS DER ENERGIEKRISE RESULTIERENDE BESCHLEUNIGUNG DES STRUKTURWANDELS?

Der Anteil der Wertschöpfung und der Erwerbstätigen im Verarbeitenden Gewerbe nimmt seit 1991 in Deutschland ab (vgl. Abb. 3). Im Jahr 1990 waren noch

179 000 Personen in der Stahlindustrie beschäftigt, heute sind es nur noch 87 000 (WV Stahl 2021). Die zunehmende Automatisierung hat bisher dazu geführt, dass viele Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe weggefallen sind (Dauth et al. 2021). Somit nimmt der Anteil der Beschäftigung in der klassischen Fertigung ab, während Dienstleistungsberufe rund um die Produktion zunehmen (Falck und Pfaffl 2022).

Wie oben schon angedeutet, stellt der Wegfall von Arbeitsplätzen angesichts der Fachkräftengpässe und des demografischen Wandels nicht generell ein Problem dar, solange sichergestellt werden kann, dass freigesetzte Arbeitskräfte durch Umschulungen und Weiterqualifizierungen in neue Beschäftigungen vermittelt werden können. Die Sorge vor einer hohen Arbeitslosigkeit infolge einer Abwanderung von Teilen der Industrie ist daher aus unserer Sicht unberechtigt.

Eine weitere Sorge besteht allerdings darin, dass mit einer Abwanderung der Industrie vor allem gut bezahlte und hoch qualifizierte Arbeitsplätze verloren gehen. Dies könnte der Fall sein, wenn der Wegfall von Teilen der Industrie mit einem Verlust an Produktivität und Innovationskraft einhergehen würde. Analysen der OECD zeigen, dass der Zuwachs an Arbeitsproduktivität in den produktivsten Firmen im Dienstleistungsbereich ähnlich groß oder sogar etwas stärker als für die produktivsten Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe war (Andrews et al. 2015). Im Durchschnitt ist jedoch die Produktivität höher in der Industrie. Es wird daher darauf ankommen, wohin die frei gewordenen Fachkräfte wechseln.

Zuletzt werden auch Bedenken geäußert, dass mit der Abwanderung einzelner Unternehmen oder Produkte ganze Branchen gehen könnten. Neue empirische und theoretische Arbeiten argumentieren, dass das Ausscheiden von einzelnen Unternehmen oder Industrien infolge von Schocks wegen ihrer Verkettung in Produktionsnetzwerken Kaskadeneffekte auslösen kann (Baqae 2018; Carvalho et al. 2021). Daher kann es sinnvoll sein, Unternehmen durch staatliche Maßnahmen wie die Gaspreiskontrolle zeitlich begrenzt zu unterstützen, um die unmittelbaren Effekte des Schocks einzudämmen und Anpassungen zu ermöglichen. Es ist aber zu beachten, dass es mittel- bis langfristige Optionen gibt, Inputs über Importe zu substituieren. Eine langfristige Subventionierung von Energiepreisen ist deshalb nicht angezeigt.

WIRTSCHAFTSPOLITISCHE IMPLIKATIONEN

Wir erwarten, dass es zu Veränderungen in der Industrie kommen wird. Es wird Gewinner und Verlierer innerhalb der Wirtschaftszweige geben. Energieeffiziente Unternehmen werden zu den Gewinnern gehören, andere Unternehmen werden aus dem Markt scheiden. In Zukunft wird Deutschland zum Teil andere Produkte herstellen mit einer niedrigeren Ener-

gieintensität. In der Folge könnte ein Teil der Industrieproduktion, insbesondere im energieintensiven Bereich, abwandern. Für die meisten Unternehmen und Industrien sollte und kann der Wandel nicht verhindert werden.

Es ist auf Dauer nicht leistbar, Energiepreise zu subventionieren. Dort, wo es aus strategischen Gründen geboten ist, kann die Politik in den Restrukturierungsprozess eingreifen. Hier müssen aber schlüssige Argumente vorgebracht werden. Für alle anderen Bereiche gilt es, die Umstellung zu begleiten. Die Politik sollte sich stärker darauf fokussieren, die Rahmenbedingungen zu verbessern, die notwendigen Investitionen für eine ausreichende Versorgung von preiswerter und CO₂-armer Energie zu sichern und durch eine Förderung von Forschung und Entwicklung die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen mit hohem Wertschöpfungspotenzial zu unterstützen. Die Politik kann auch einiges tun, um die Industrie bei der Umstellung auf neue Realitäten zu unterstützen. Dabei werden vor allem Weiterbildung und Umschulungen, Fachkräftesicherung, Abbau der bürokratischen Prozesse sowie ein staatlicher Digitalisierungsschub hilfreich sein.

REFERENZEN

Andrews, D., P. Gal und C. Criscuolo (2015), »Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Policy: Micro Evidence from OECD Countries«, OECD Productivity Working Papers 2, OECD Publishing, Paris.

Baqaei, D. (2018), »Cascading Failures in Production Networks«, *Econometrica* 86(5), 1819–1838.

Bialek, S., C. Schaffranka und M. Schnitzer (2023), »The Energy Crisis and the German Manufacturing Sector: Structural Change but no Broad Deindustrialisation to Be Expected«, *Vox.eu*, 17. Januar, verfügbar unter: <https://cepr.org/voxeu/columns/energy-crisis-and-german-manufacturing-sector-structural-change-no-broad>.

Carvalho, V. M., M. Nirei, Y. U. Saito und A. Tahbaz-Salehi (2021), »Supply Chain Disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake«, *Quarterly Journal of Economics* 136(2), 1255–1321.

Dauth, W., S. Findeisen und J. Suedekum (2021), »Adjusting to Globalization in Germany«, *Journal of Labor Economics* 39(1), 263–302.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2022), *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2022*, EFI, Berlin.

Falck, O. und C. Pfaffl (2022), »Die Deindustrialisierung Deutschlands: berechtigte Sorge oder German Angst?«, *Wirtschaftsdienst* 102(12), 936–940.

IfW – Kiel Institut für Weltwirtschaft (2020), *Analyse der industrierelevanten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland im internationalen Vergleich*, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Referat I C 4, Projekt Nr. 24/19, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.

Müller, S. und M. Mertens (2022), *Wirtschaftliche Folgen des Gaspreisanstiegs für die deutsche Industrie, Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 04/2022*, SVR, Wiesbaden.

OECD (2021), »Statement by Mr Ulf Zunkley, Chairman of the OECD Steel Committee«, 22.–24. September, verfügbar unter: <https://www.oecd.org/industry/ind/90-oecd-steel-chair-statement.htm>.

Sato, M. und A. Dechezleprêtre (2015), »Asymmetric Industrial Energy Prices and International Trade«, *Energy Economics* 52, S130–S141.

Schmidt, C., L. P. Feld, D. I. Christofzik und S. Elstner (2021), »The German Productivity Paradox: A Homegrown Affair«, verfügbar unter: <https://cepr.org/voxeu/columns/german-productivity-paradox-homegrown-affair>, aufgerufen am 25. Januar 2023.

Schröder, C. (2019), *Industrielle Arbeitskosten im internationalen Vergleich*, IW-Trends 2, IW, Köln, 21. Juni.

SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2022), *Energiekrise solidarisch bewältigen, neue Realitäten gestalten, Jahresgutachten 2022/2023*, SVR, Wiesbaden.

Wood, A. (2017), »Variation in Structural Change Around the World, 1985–2015: Patterns, Causes and Implications«, WIDER Working Paper Series 034b, United Nations University World Institute for Development Economics Research, Helsinki.

WV Stahl (2021), »Wesentliche Daten und Fakten rund um Stahl und die Stahlindustrie auf einen Blick«, Wirtschaftsvereinigung Stahl, verfügbar unter: <https://www.stahl-online.de/startseite/stahl-in-deutschland/zahlen-und-fakten/>.

Yamakoshi, A. (1986), *A Study on Japan's Reaction to the 1973 Oil Crisis*, Dissertation, University of British Columbia, Vancouver.

Steffen Müller

Strukturwandel zulassen

Nach den beschlossenen Ausstiegen Deutschlands aus der Kernenergie und der Kohleverstromung galten Gaskraftwerke als Brücke hin zu einer CO₂-neutralen Volkswirtschaft. Billiges Pipelinegas aus Russland half der energieintensiven Industrie in Deutschland aber auch, bei den Energiekosten die preisliche Wettbewerbsfähigkeit mit internationalen Wettbewerbern nicht komplett zu verlieren. So waren in den Jahren vor dem russischen Überfall auf die Ukraine die Gaspreise für industrielle Abnehmer in Deutschland auf dem Niveau, das die amerikanische oder asiatische Konkurrenz zahlen musste. Die dramatischen Preisanstiege für Erdgas (aber auch für Kraftwerks-

kohle und Strom) nach Kriegsbeginn und dem Gaslieferstopp durch Russland waren ein Schock für die deutsche Industrie. Zeitweise hatten sich die Erzeugerpreise für Gas bei Abgabe an die Industrie versechsfacht (Statistisches Bundesamt 2022), und das Schreckgespenst einer Gasmangellage mit einer entsprechenden Rationierung durch die Bundesnetzagentur stand im Raum.



Prof. Dr. Steffen Müller

leitet die Abteilung »Strukturwandel und Produktivität« am Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH) und ist Professor für Wirtschaftswissenschaft an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Auch wenn sich die Lage mittlerweile wieder etwas beruhigt hat, stellt sich die Frage, ob die gasintensive Produktion in Deutschland eine Zukunft hat. Die Anpassungsreaktionen im Sinne eines Fuel Switches, also des Ausweichens auf andere Energieträger, sind jedenfalls begrenzt. Zwar zeigen aggregierte Daten für das erste Halbjahr 2022, dass es gelungen ist, den Energiebedarf Deutschlands von Gas (-15%) und Kernenergie (-50%) wegzulenken und stattdessen mehr auf andere fossile sowie erneuerbare Energieträger auszuweichen (SVR 2022, Abb. 80). Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass dies vor allem durch Verschiebungen zwischen Produzenten und Verlagerung der gasintensiven Produktion ins Ausland gelang und nicht etwa, weil Unternehmen ihre bisherige Produktion im großen Stil auf andere Energieträger umgestellt hätten. Für diese These des intensiven Strukturwandels im Sinne einer Verlagerung von Marktanteilen zwischen Industrieunternehmen sprechen sowohl meine nachfolgend um Daten zur Bruttowertschöpfung erweiterte Argumentation in der für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der Gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR) erstellten Kurzepertise (Müller und Mertens 2022) als auch Ergebnisse in Mertens et al. (2022) sowie aktuelle Zahlen in Holtemöller (2022), auf die nun eingegangen werden soll.

AUSMASS DES STRUKTURWANDELS BEHERRSCHBAR

Mertens et al. (2022) zeigen mit Hilfe von amtlichen Firmendaten für die Jahre 2003 bis 2016, dass Unternehmen ihren Energiemix nicht in nennenswertem Umfang ändern, wenn sich relative Preise von Energieträgern ändern. Wer mit Gas arbeitet, wird dies auch dann tun, wenn sich Gas relativ zu anderen Energieträgern verteuert. Allerdings zeigen Mertens et al. (2022), dass dann Arbeitsproduktivität, Umsatz und Löhne im Vergleich zu Unternehmen sinken, deren Energieträger sich nicht verteuert hat. In meinem Beitrag für den SVR schlussfolgere ich, dass vor allem Produkte mit hoher Gasintensität und hoher Importsubstituierbarkeit künftig weniger in Deutschland hergestellt und mehr importiert werden. Holtemöller (2022) zeigt auf Branchenebene, dass die gasintensiven Wirtschaftszweige, zum Beispiel die chemische Industrie, ihre Umsätze 2022 gegenüber dem Vorjahr überwiegend ausweiten konnten, zugleich aber die Produktion in Deutschland erheblich reduziert haben. Eine mögliche Ursache dieser Divergenz, die mit der Analyse in Kurzepertise gut vereinbar ist, ist, dass die Unternehmen manche gasintensiven Vorprodukte aus dem Ausland beziehen, statt sie selber zu produzieren und dass sie höhere Kosten auf die Preise überwälzen können.

Strukturwandel findet statt, und eine wichtige Frage ist, wie stark die Verteuerung von Gas zu einer Reduktion der (industriellen) Wertschöpfung in Deutschland führt. Müller und Mertens (2022) benutzen fein untergliederte Daten auf Produktebene für

die Jahre 2015 bis 2017 und fassen die Produkte auf Ebene von 1 600 Produktgruppen zusammen (6-Steller).¹ Die Studie zeigt deskriptiv, wo vor dem Ukraine-Krieg Gas verbraucht wurde und wie viel Umsatz und Wertschöpfung damit erwirtschaftet wurde. Ein ganz wesentliches erstes Ergebnis ist, dass der Gasverbrauch über die einzelnen Industrieprodukte hinweg extrem unterschiedlich verteilt ist. Die 300 Industrieprodukte, mit dem höchsten absoluten Verbrauch an Gas stehen für knapp 90% des gesamten Gasverbrauchs der Industrie. Die Top-50-Produkte stehen bereits für fast die Hälfte. Es ist also bei weitem nicht so, dass hohe Gaspreise oder eine Gasmangellage die gesamte Industrie treffen würden. Ein weiteres Kernergebnis ist, dass Produkte mit sehr hoher Gasintensität systematisch wenig Wertschöpfung erzielen. Steigt die Gasintensität um 10%, sinken Umsatz und Wertschöpfung um 8%.

Die meisten der gasintensiven Produkte sind Vorleistungsprodukte, die von nachgelagerten Wertschöpfungsstufen als Input benötigt werden. Ein potenziell wichtiges Problem bei einem Produktionsstopp einzelner Vorprodukte sind also zerrissene Wertschöpfungsketten und nachgelagerte Produktionsausfälle. Eine hohe Importsubstituierbarkeit gasintensiver Produkte beschränkt zum einen die Möglichkeit inländischer Produzenten zur Weitergabe der gestiegenen Gaspreise an ihre Kunden und kann zum anderen dazu beitragen, dass Wertschöpfungsketten in Deutschland nicht reißen. Falls ohne größere Preissteigerungen möglich, kaufen nachgelagerte Wertschöpfungsstufen die gasintensiven Vorleistungsgüter günstig im Ausland, und in der Folge ist der durch die Energiekrise ausgelöste Produktionsausfall in Deutschland im Wesentlichen auf die gasintensiven (Vorleistungs-)Güter selbst beschränkt. In der Kurzepertise berechnen wir, dass ein hypothetischer vollständiger Produktionsstopp der Produkte, die sowohl überdurchschnittlich gasintensiv sind als auch überdurchschnittlich leicht durch Importe substituiert werden können, im Vergleich zum Vorkrisenverbrauch etwa ein Viertel des Gesamtgasverbrauchs der Industrie einspart. Der Verlust an Bruttowertschöpfung liegt in diesem Szenario bei lediglich 2% der Bruttowertschöpfung der deutschen Industrie. Der Untergang der deutschen Industrie ist das nicht!

WO DRÜCKT DER SCHUH AM MEISTEN?

Wenn auch der Veränderungsdruck auf die gesamte deutsche Industrie im Rahmen bleibt, so sind doch einige Produkte und insbesondere die Chemieindustrie stark betroffen. Teuer wird die Anpassung vor allem bei gasintensiven Produkten, die schwer durch Importe ersetzt werden können. Aufgrund ihrer geringen Importsubstituierbarkeit ist für diese Produkte bei Gasknappheit mit einer Verteuerung und höheren

¹ Für Details zur Methodik siehe Müller und Mertens (2022) und Müller (2023).

Kosten der Produktion für nachgelagerte Industrien zu rechnen. Sollten Importe oder ein Anstieg auf alternative Vorleistungsgüter gar nicht wirtschaftlich sinnvoll möglich sein, drohen deutliche Preiserhöhungen oder Produktionsausfälle in nachgelagerten Industrien.

Um diese Frage näher zu beleuchten, zeigt Abbildung 1 die Bruttowertschöpfung der deutschen Industrie auf Ebene der Wirtschaftsbereiche und zerlegt diese in die Wertschöpfungsanteile der Produkte, die (1) nicht zu den 300 Produkten mit dem höchsten Gasverbrauch gehören, in der Liste aber (2) nicht gasintensiv (unter dem Median bezüglich kWh Gas pro Euro Umsatz) sind, (3) gasintensiv und leicht importierbar (über dem Median der Importsubstituierbarkeit) sind und (4) gasintensiv und schwer importierbar sind. Es werden auch die Wertschöpfungsanteile für gasintensive Produkte ausgewiesen, für die die Importsubstituierbarkeit auf Produktebene nicht berechnet werden konnte.

Die Abbildung zeigt deutlich, dass der weit überwiegende Teil der industriellen Wertschöpfung in Deutschland nicht mit hohem Gasverbrauch einhergeht und der Wertschöpfungsanteil der Produkte mit hoher Gasintensität an allen 300 Produkten außerordentlich gering ist.² Die Gruppe der gasintensiven und leicht importierbaren Produkte ist fast ausschließlich auf die Chemieindustrie konzentriert.³ Geringe Importsubstituierbarkeit gasintensiver Produkte ist vor allem für die Papierindustrie (17), die Chemieindustrie (20) und die Glas- und Keramikindustrie (23) zu verzeichnen.

STRUKTURWANDEL ZULASSEN

Gaspreise werden nicht wieder auf das extrem niedrige Niveau der Zeit vor dem Ukraine-Krieg sinken. Ein dadurch entstandener Wettbewerbsnachteil, vor allem gegenüber der amerikanischen Konkurrenz, wird von Dauer sein. Auch wenn Interessenvertreter betroffener Branchen das anders sehen könnten, sind dauerhafte Subventionen für die gasintensive Produktion in Deutschland nur in eng begrenzten Ausnahmefällen vertretbar, und zwar unter anderem dort, wo bei Ausfall von Importen kritische Versorgungsempässe der Bevölkerung drohen. Durch eine Diversifizierung der Zulieferwege kann dieses Risiko in vielen Fällen weiter reduziert werden.

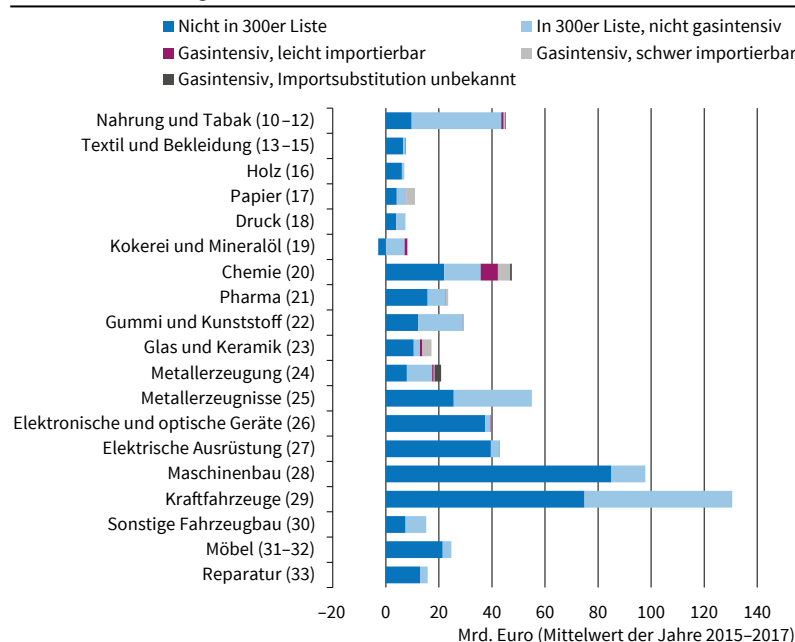
Es bleibt die Frage nach den sozialen Kosten des Strukturwandels. Auch hier ist die Lage bei Weitem nicht so prekär wie bisweilen öffentlich dargestellt.

² Negative Werte für die Kokerei (10) bedeuten, dass die Wertschöpfung auf Produktebene größer als die vom Statistischen Bundesamt erfasste Wertschöpfung auf Branchenebene ist. Hauptgrund dafür dürfte sein, dass der Zuordnung der Wertschöpfung auf Branchen durch die amtliche Statistik zunächst eine Zuordnung der Unternehmen auf Branchen vorgeschaltet ist. Ein negativer Wert kann dadurch entstehen, dass Kokereiprodukte in größerem Umfang in Unternehmen hergestellt werden, die nicht der Kokereibranche zugeordnet werden, weil ihre Haupttätigkeit nicht in der Kokerei liegt.

³ Die Berechnung der Importsubstituierbarkeit ist für Stahlprodukte (Wirtschaftsbereich 24) in vielen Fällen nicht möglich.

Abb. 1

Bruttowertschöpfung^a der Produkte nach Wirtschaftsbereichen



^a Nominale Bruttowertschöpfung der Wirtschaftsbereiche, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung in Mrd. Euro als Mittelwert der Jahre 2015-2017; Liste der 300 Produkte mit dem höchsten Gasverbrauch der Industrie. Industriecodes in Klammern entsprechen der NACE Rev.2 Klassifikation. Quelle: Berechnungen von Müller und Mertens (2022) auf Basis der Amtlichen Firmendaten für Deutschland. © ifo Institut

Wir leben in einer Zeit des Arbeitskräftemangels und nicht mehr in einer Zeit der Massenarbeitslosigkeit. Das bedeutet vor allem zwei Dinge. Erstens, entsteht nicht mehr automatisch Arbeitslosigkeit, wenn Industrien schrumpfen, und zweitens ist der Wechsel von Arbeitskräften in zukunftsfähige Branchen dringender denn je erforderlich. Natürlich ist ein Wechsel in andere Branchen nicht für jeden Arbeitnehmer leicht zu bewerkstelligen (Yi et al. 2017), insbesondere ältere Beschäftigte tun sich schwer. Eine aktuelle Studie für Deutschland (Fackler et al. 2021) zeigt, dass Lohnverluste nach einem Arbeitsplatzverlust zwar im Mittel sehr gering sind, sie aber insbesondere bei Jobverlust aus größeren Industriebetrieben substantiell sein können. Diese Kosten sind in erster Linie private Kosten der betroffenen Beschäftigten, ihre Produktivität und somit ihr volkswirtschaftlicher Beitrag sinken nicht (Fackler et al. 2021). Vergrößert man den Bilanzrahmen und schaut statt auf Bruttolöhne auf das Nettohaushaltseinkommen, zeigt sich, dass der deutsche Sozialstaat dafür sorgt, dass die Einkommensverluste durch Arbeitsplatzverlust außerordentlich gering sind (Fackler und Weigt 2020).

Schließlich ist fraglich, ob und in welchem Tempo betroffene Branchen bei Drosselung der Produktion überhaupt Beschäftigung abbauen. Im November 2022 (aktuellere Daten liegen nicht vor) wurden im deutschen Verarbeitenden Gewerbe 720 Millionen Arbeitsstunden geleistet.⁴ Das waren 2% mehr als im November 2021, aber etwa 0,5% weniger als im November 2019, also direkt vor Ausbruch der Pandemie.

⁴ Statistisches Bundesamt, Monatsbericht im Verarbeitenden Gewerbe.

Auch wenn die gasintensiven Branchen (Papier (17), Chemie (20), Glas/Keramik (23), Metallherzeugung (24)) im Vergleich zu November 2021 nur 0,2% Zuwachs bei den Arbeitsstunden verzeichnen konnten, so gab es im Vergleich zu November 2019 mit +0,3% sogar eine günstigere Entwicklung als in der gesamten Industrie.

FAZIT

Der Gaspreisschock wird nicht das Ende der deutschen Industrie sein. Die Folgen betreffen stark konzentriert einige wenige Produkte mit hohem Gasverbrauch. Diese Produkte sind meist Vorleistungsprodukte, erzeugen eine unterdurchschnittliche Wertschöpfung und sind in vielen Fällen leicht zu importieren. Allerdings dürften die Folgen des Schocks für einige Branchen, allen voran die deutsche Chemieindustrie, deutlich größer als für andere ausfallen. Hier wird Deutschland über kurz oder lang Produktion verlieren und gasintensive Güter aus dem Ausland zukaufen. Der Staat sollte diesen Strukturwandel zulassen und nicht auf Kosten des Steuerzahlers auf die lange Bank

schieben. Es drohen weder Massenarbeitslosigkeit noch Einkommensverluste im großen Stil.

REFERENZEN

Fackler D., S. Müller und J. Stegmaier (2021), »Explaining Wage Losses after Job Displacement: Employer Size and Lost Firm Wage Premiums«, *Journal of the European Economic Association* 19(5), 2695–2736.

Fackler D. und E. Weigt (2020), »Who Buffers Income Losses after Job Displacement? The Role of Alternative Income Sources, the Family, and the State«, *Labour* 34(3), 239–376.

Holtemöller, O. (2022), »Aktuelle Trends: Hohe Umsätze in gasintensiven Industrien – aber niedrige Produktion«, *Wirtschaft im Wandel* 28(4), 72.

Mertens M., S. Müller und G. Neuschäffer (2022), »Identifying Rent-Sharing Using Firms' Energy Input Mix«, IWH Discussion Papers Nr. 19.

Müller S. (2023), »Wirtschaftliche Folgen des Gaspreisanstiegs für die deutsche Industrie«, *Wirtschaft im Wandel* 29(1).

Müller S. und M. Mertens (2022), *Wirtschaftliche Folgen des Gaspreisanstiegs für die deutsche Industrie: Kurzexpertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der Gesamtwirtschaftlichen Entwicklung*. Arbeitspapier 4/2022, Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle.

SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2022), *Energiekrise: Solidarisch bewältigen, neue Realität gestalten, Jahresgutachten 2022/2023*, Wiesbaden.

Yi M., S. Müller und J. Stegmaier (2017), »Transferability of Skills across Sectors and Heterogeneous Displacement Costs«, *American Economic Review* 107(5), 332–336.

Eric Heymann

Industriestandort unter Druck – mehr Optimismus für große Industrieunternehmen

Die Energiekrise des Jahres 2022 hat Spuren in der deutschen Industrieproduktion hinterlassen. Gerade energieintensive Sektoren fuhren ihre Fertigung wegen hoher Energiepreise und eingeschränkter Verfügbarkeit von Gas und Strom zurück. Während die Produktion im gesamten Verarbeitenden Gewerbe im letzten Jahr lediglich um 0,5% schrumpfte, verzeichnete die Chemieindustrie in Deutschland einen Rückgang um fast 12%. In der Metallherzeugung lag das Minus bei 4,6%, in der Baustoffindustrie bei 1,8% und in der Papierindustrie bei 5,6%.

STRUKTURELLE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DEN INDUSTRIESTANDORT

Es ist zu erwarten, dass ein Teil der Produktionsverluste in den genannten Branchen permanenter Natur sein wird. Wegen der geänderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen steht das exportorientierte Geschäftsmodell des Industriestandorts Deutschland vor strukturellen Herausforderungen. Deutschland ist durch eine vertikal integrierte industrielle Wertschöpfungskette



Eric Heymann

ist Director und Senior Economist bei Deutsche Bank Research, Frankfurt am Main.

geprägt. Sie beginnt mit der Produktion von Metallen, Grundstoffchemikalien, Kunststoffen und anderen Zwischenprodukten und endet bei maßgeschneiderten High-End-Investmentsgütern wie Maschinen, elektrotechnischen Ausrüstungen oder Fahrzeugen für globale Kunden.

Diese vertikale Integration hat sich im globalen Wettbewerb als Vorteil erwiesen und konnte eine Reihe von Kostennachteilen des Standorts (Löhne, Steuern, Energie) kompensieren. Sie basiert auf einer langjährigen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und ihren jeweiligen Zulieferern sowie spezialisierten Forschungseinrichtungen. Laut Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft entfallen mehr als 85% aller internen und externen F&E-Ausgaben in der Wirtschaft auf Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes. Dies ist der wesentliche Pfeiler für die Innovationskraft der Industrie. Ergänzt wird der Verbund durch einen effizienten und global agierenden Logistiksektor und kundenspezifische After-Sales-Dienstleistungen.

Nur wenige Länder verfügen über eine derartige vertikale Integration in der Industrie. Der Erfolg dieses Geschäftsmodells spiegelt sich auch im hohen Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an der gesamten Bruttowertschöpfung wider. Er lag in Deutschland 2022 bei 20,3%. In Frankreich (2021: 10%) oder Großbritannien (2022: 9,3%) ist die Industrie deutlich weniger

bedeutsam (EU-Durchschnitt 2021: 16,5%). Positiv ist, dass die Industrie hohe Löhne zahlt, die gerade in vielen personenbezogenen Dienstleistungen nicht erreicht werden.

ENERGIEINTENSIVE BRANCHEN MIT WETTBEWERBSNACHTEIL

Am Anfang dieser Wertschöpfungskette werden die energieintensiven Branchen in den kommenden Jahren mehr Gegenwind spüren. Dazu zählen die oben genannten Sektoren Chemie, Metallherzeugung, Baustoffe und Papier. Sie haben in den letzten Jahrzehnten von den recht günstigen und verlässlichen Pipeline-Gasimporten (nicht nur, aber auch) aus Russland profitiert. Künftig wird ein Teil dieser Gasmengen durch mehr Importe von verflüssigtem Erdgas (LNG) ersetzt werden. Es ist zu erwarten, dass die weltweite Nachfrage nach LNG in den nächsten Jahren schneller wachsen wird als das LNG-Angebot. Damit dürfte LNG teurer bleiben als Pipeline-Gas. Wir rechnen damit, dass die Gaspreise in Deutschland auch über 2023 hinaus höher bleiben werden als vor dem Krieg in der Ukraine bzw. vor der Covid-19-Pandemie. Zudem dürfte Energie weiterhin teurer bleiben als etwa in den USA oder China. Die höheren Gaspreise sind vor allem eine Belastung für Branchen mit einem hohen Gasverbrauch. Auf die zuvor genannten vier energieintensiven Sektoren sowie das Ernährungsgewerbe entfallen etwa 85% des industriellen Gasverbrauchs in Deutschland. Sie machen aber nur etwa 23% der gesamten industriellen Bruttowertschöpfung aus. Eine schnelle und umfassende Umstellung weg von Gas hin zu anderen Energieträgern ist in vielen Sektoren nicht möglich oder wäre sehr teuer, weshalb die Unternehmen für die Zukunft höhere Gaspreise einkalkulieren müssen. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit dieser Sektoren wird leiden.

Im Stromsektor soll Erdgas die Zeit überbrücken, bis die erneuerbaren Energien den Löwenanteil der deutschen Stromversorgung übernehmen können. Zudem sollen Gaskraftwerke den angestrebten Ausstieg aus der Kohle im Stromsektor bis (idealerweise) 2030 ermöglichen. Mit der weiteren Elektrifizierung der Wirtschaft wird der jährliche Strombedarf in Deutschland steigen. Darüber hinaus wird die Spitzenlast in den Wintermonaten zunehmen, wenn mehr Häuser mit elektrischen Wärmepumpen ausgestattet, mehr industrielle Prozesse elektrifiziert und mehr Elektroautos unterwegs sind. Die Ampel-Koalition erkennt an, dass neue Gaskraftwerke, die auch mit Wasserstoff betrieben werden können, notwendig sind, um die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Schwankungsanfälligkeit der erneuerbaren Energien und der Saisonalität der Nachfrage zu bewältigen. Deutschland braucht diese Reservekapazitäten, um die Stromversorgung in Zeiten sicherzustellen, etwa wenn die Nachfrage in kalten Wintern nicht allein durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann.

Höhere Gaspreise werden diese Umstellung im Stromsektor verteuern.

In den zuvor genannten energieintensiven Branchen ist der reale Kapitalstock in Deutschland (gemessen am Nettoanlagevermögen) bereits in den letzten Jahren recht stetig gesunken. In der chemischen Industrie lag er 2020 um etwa 10% unter dem Niveau des Jahres 2000. In der Metallherzeugung beträgt der Rückgang des Nettoanlagevermögens etwa 22%, in der Papierindustrie 30% und in der Baustoffindustrie sogar 37% (jeweils 2020 im Vergleich zu 2000). Der Trend eines sinkenden realen Kapitalstocks der energieintensiven Industrien in Deutschland dürfte sich in den kommenden Jahren fortsetzen, wenn nicht gar beschleunigen. Es ist zwar nicht zu erwarten, dass große energieintensive Industrieanlagen in Deutschland kurzfristig in großem Stil geschlossen werden. Aber neue Investitionen werden wohl eher in Ländern mit niedrigeren Energiekosten getätigt. Man kann also von »Investment Leakage« sprechen. Wenn einzelne Teile der industriellen Wertschöpfungskette geschwächt werden, reduziert dies auch die Wettbewerbsfähigkeit des gesamten Industriestandorts.

Strukturell höhere Gaspreise sind auch ein Problem für das Ziel vieler Sektoren, klimaneutral zu werden. So strebt beispielsweise die Stahlindustrie einen Übergang weg von Kohle als Reduktionsmittel hin zu grünem Wasserstoff an. Massive Investitionen sind für diese Transformation erforderlich. Da die Versorgung mit grünem Wasserstoff weiterhin knapp und teuer bleiben wird, sollte Gas eine Brückentechnologie auf dem Weg zu grünem Wasserstoff sein. Durch die zu erwartenden höheren Gaspreise wird die Umstellung in der Stahlindustrie teurer als ursprünglich geplant. Es bleibt abzuwarten, in welchem Umfang die grüne Transformation dann tatsächlich am Standort Deutschland erfolgen wird.

WERTSCHÖPFUNGSVERLUSTE DER AUTOMOBILINDUSTRIE AM STANDORT DEUTSCHLAND ZU ERWARTEN

Am anderen Ende der industriellen Wertschöpfungskette hat in der Automobilindustrie ein Strukturwandel eingesetzt. Aufgrund der strengen CO₂-Grenzwerte der EU für neue Pkw setzen fast alle Autohersteller für den EU-Markt auf elektrische Antriebe. Dieser Trend in Richtung batterieelektrischer Mobilität wird die Produktionsstrukturen am Standort durcheinanderwirbeln. Auf der einen Seite haben viele Unternehmen angekündigt, in Deutschland Fabriken für die Produktion von Batterien anzusiedeln. Zudem rüsten viele Autohersteller ihre Produktionsstätten auf die Fertigung von E-Autos um. Dieser Entwicklung stehen auf der anderen Seite Wertschöpfungsverluste bei jenen Kfz-Zulieferern gegenüber, die vor allem Teile und Komponenten für Autos mit Verbrennungsmotor herstellen.

Dies geschieht zu einer Zeit, in der sich viele Zulieferer ohnehin in einer angespannten Position befinden. Durch den anhaltenden Materialmangel (z.B. Halbleiter) fiel es der Branche in den letzten Quartalen schwerer, Größenvorteile in der Produktion zu erzielen. Wenngleich die Störungen der Lieferketten allmählich weniger gravierend für die Unternehmen wirken, dürften die Preisverhandlungen mit den Herstellern derzeit bei vielen Zulieferern Kopfzerbrechen bereiten. Im Zuge des Strukturwandels dürfte es aus Kostengründen zunehmend schwerfallen, die Produktion von Pkw im Volumensegment in Deutschland zu halten. Standorte in Deutschland könnten im konzerninternen Wettbewerb der großen Autohersteller häufiger das Nachsehen gegenüber ausländischen Standorten haben; erste Beispiele hierfür zeichnen sich ab. Bei Fahrzeugen der automobilen Oberklasse ist dieses Risiko weniger stark ausgeprägt. Insgesamt dürfte die Nettobilanz des Strukturwandels für die Wertschöpfung und Beschäftigung der Automobilindustrie in Deutschland negativ ausfallen.

Erschwerend für den Automobilstandort Deutschland kommt hinzu, dass die lokalen Nachfrageimpulse für die heimische Produktion begrenzt sind. Die EU ist der wichtigste Absatzmarkt für Fahrzeuge aus deutscher Produktion. Der Pkw-Markt in der EU ist jedoch gesättigt. Weiteres Wachstum dürfte nur noch mit einer besseren Ausstattung der Autos und nicht über die Stückzahlen zu erzielen sein.

MASCHINENBAU UND ELEKTROTECHNIK MIT BESSEREN PERSPEKTIVEN

Im Vergleich zur Automobilindustrie schätzen wir die Perspektiven des Maschinenbaus oder der Elektrotechnik am Standort Deutschland besser ein. Beide Branchen liefern die Technologien, die für eine klimaverträglichere Zukunft benötigt werden. Auch der globale Trend zur Digitalisierung und Elektrifizierung begünstigt diese Sektoren. Gerade der Maschinenbau wird in den kommenden Jahren sein Portfolio noch mehr um Software-Lösungen und digitale Dienstleistungen erweitern. Vorteilhaft für den Standort Deutschland ist auch, dass die Sektoren durch viele mittelständische Unternehmen geprägt sind, die sich durch eine große heimische Wertschöpfungstiefe und eine regionale Verbundenheit auszeichnen. Der Maschinenbau kann durch eine Fokussierung auf Spezialmaschinen Kostenvorteile des Standorts oder auch temporäre Aufwertungen des Euro besser ausgleichen als Branchen, in denen eher standardisierte Produkte erzeugt werden. Das Know-how der Branche dürfte auch künftig den preislichen Wettbewerbsdruck abmildern, wenngleich Anbieter in China technologisch aufholen.

Der Halbleitermangel der jüngeren Vergangenheit hat zudem dazu geführt, dass neue Werke für die Chip-Produktion in Deutschland entstehen sollen – trotz der hohen Stromkosten. Damit soll auch die Abhängigkeit von nur wenigen Lieferanten aus

Asien verringert werden. Auch bei der Batteriezellenproduktion spielt dieses Argument eine Rolle. Zwar werden solche Ansiedlungen auch durch staatliche Förderprogramme begünstigt. Gleichwohl sind diese Investitionsentscheidungen zugunsten des Standorts Deutschland eine positive Nachricht.

Neben Maschinenbau und Elektrotechnik bieten sich auch der Pharmaindustrie gute Chancen am Standort Deutschland. Die Corona-Pandemie hat den politischen Willen bekräftigt, in diesem Bereich künftig weniger abhängig von Importen zu sein. Eine Stärkung kontinentaler Wertschöpfungsketten könnte die Folge sein. Die jüngsten Erfolge bei der Impfstoffentwicklung und -produktion in Deutschland illustrieren die Potenziale der Branche.

DIFFERENZIIERTES BILD, ABER SINKENDER INDUSTRIEANTEIL SEHR WAHRSCHEINLICH

In Summe ergibt sich also ein differenziertes Bild. Eine umfassende Deindustrialisierung in Deutschland über alle Branchen hinweg ist aus heutiger Sicht wenig wahrscheinlich. Dagegen spricht nicht zuletzt die Anpassungsfähigkeit der deutschen Industrie, die sie in den letzten Jahrzehnten unter Beweis gestellt hat und die häufig unterschätzt wurde. Die Innovationskraft der deutschen Industrie und eine weitere Internationalisierung werden auch künftig dabei helfen, sich im globalen Wettbewerb zu behaupten.

Richtig ist aber auch, dass sich die Perspektiven für einige Industriesektoren durch die akute Energiekrise und die mittelfristig höheren Gaspreise eingetrübt haben. Hohe Energiepreise werden aber auch für jene Branchen eine Belastungsprobe darstellen, die selbst nicht energieintensiv produzieren. Um die deutschen Klimaziele zu erreichen, muss der Energieverbrauch, ein wichtiger Inputfaktor, in den kommenden Jahren deutlich verringert werden. Schließlich gilt für alle Sektoren, dass umfangreiche Investitionen getätigt werden müssen, um Produktionsprozesse klimaverträglicher zu gestalten. Dabei können dadurch Kosten entstehen, dass Anlagen vor dem eigentlichen Ende ihrer Lebensdauer außer Betrieb gestellt werden. Wenn in solchen Branchen ohnehin Investitionen anstehen, werden international agierende Unternehmen häufiger die Standortfrage gegen Deutschland entscheiden und dort investieren, wo z.B. große Mengen an erneuerbaren Energien oder grünem Wasserstoff kostengünstiger als in Deutschland produziert werden können oder wo die Preise für fossile Energien dauerhaft niedriger sein werden als in Deutschland und Europa (z.B. in den USA). Eine solche Internationalisierung der Produktion ist für die Unternehmen eine nachvollziehbare und durchaus erfolgversprechende Strategie, wie viele Beispiele von großen Konzernen etwa aus der Automobil-, der Elektro- oder der Chemieindustrie zeigen. Für den Standort Deutschland kann dies problematisch werden, wenn die hiesigen Kapazitäten zurückgefahren werden.

Hinzu kommt, dass sich Deutschlands Position bei klassischen Standortfaktoren wie der Steuerbelastung von Kapitalgesellschaften, Lohnhöhe oder der Flexibilität bei Arbeitszeiten im internationalen Vergleich in den letzten Jahren eher verschlechtert hat. Beim Ausbau der digitalen Infrastruktur liegen viele Länder vor Deutschland. Im »Länderindex Familienunternehmen« des ZEW, der Anfang 2023 veröffentlicht wurde, belegte Deutschland Rang 18 von 21 Industrienationen. Zu nennen sind ferner Handelskonflikte, die schädlich für eine offene Volkswirtschaft sind und die die Investitionsbereitschaft hemmen. Die aktuelle US-Politik setzt zudem gezielt Anreize, in den USA zu investieren. Das könnte für viele deutsche Unternehmen lukrativ sein. Schließlich bedeutet die demografische Entwicklung eine Herausforderung für den Standort. Sie geht einher mit einem sinkenden Erwerbspersonenpotenzial. Der Staat wird einen höheren Anteil seines Budgets für Rentenzahlungen ausgeben, wenn die eigentlichen Stellschrauben der Rentenpolitik (Rentenhöhe, Renteneintrittsalter und

Rentenbeiträge) nicht angepasst werden sollen. Dieses Geld steht dann nicht zur Verfügung für produktivere Ausgaben für Forschung und Entwicklung oder eine verbesserte Infrastruktur.

In Summe erwarten wir, dass der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an der gesamten Bruttowertschöpfung in den nächsten Jahren weiter zurückgehen wird. Im Jahr 2016 lag der Anteil noch bei 22,9%. In Zukunft wird es wichtiger, zwischen den deutschen Industrieunternehmen auf der einen Seite und dem Industriestandort Deutschland auf der anderen Seite zu unterscheiden. Dabei sind wir optimistischer für die ersteren und pessimistischer für letzteren, da große deutsche Industrieunternehmen ihre Aktivitäten besser internationalisieren und Produktionsstandorte nach ihren individuellen Kosten- und Kundenstrukturen wählen können. Für den deutschen Mittelstand, insbesondere in den energieintensiven Branchen, wird die Anpassung an eine neue Energiewelt und andere Strukturprobleme eine größere Herausforderung, die manche Unternehmen nicht bewältigen könnten.

Tobias Maier

Transformation statt Deindustrialisierung: In welchen Berufen liegt unsere Zukunft?

Mit dem Begriff der Deindustrialisierung wird die Schrumpfung des industriellen Sektors und der damit einhergehende Aufwuchs des Dienstleistungssektors beschrieben. Ein Trend, der sich in allen fortschrittlichen Volkswirtschaften zeigt. Tatsächlich hatte das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland in den Jahren von 2010 bis 2019 jedoch relative stabile Anteile an der Wertschöpfung (durchschnittlich 22,4%), der Zahl der Erwerbstätigen (17,4%) und den Arbeitsstunden (18,1%). Erst mit Eintreten der Covid-19-Pandemie, den damit einhergehenden Lieferengpässen, dem folgenden Krieg in der Ukraine und der Energieknappheit ging die Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes wieder stärker zurück. Mit einem Wertschöpfungsanteil von 20,3% im Jahr 2022 weist Deutschland im Vergleich mit anderen modernen Volkswirtschaften aber weiterhin eine starke Industrie auf. So liegt der Wertschöpfungsanteil der Europäischen Union bei 16,5% (Italien 16,6%, Spanien 12,8%, Frankreich 10%).¹

Aufgrund der unterschiedlichen Krisenlagen der letzten drei Jahre ist es aber nicht erstaunlich, dass die Diskussion über eine Deindustrialisierung eine neue Dynamik entfaltet – insbesondere weil mit aktuell hohen Energiepreisen und dem Inflationsbekämpfungsgesetz in den USA nun auch Abwanderun-

gen von Industrie in andere Hochlohnländer möglich erscheinen. Um die Risiken und Chancen einer Deindustrialisierung besser zu verstehen, lohnt es sich den vergangenen und möglichen zukünftigen Strukturwandel der Wirtschaft etwas genauer zu beleuchten.

LANGFRISTIGER STRUKTURWANDEL AM ARBEITSMARKT

Die Qualifikations- und Berufsprojektionen des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) projizieren seit über einem Jahrzehnt die Entwicklungen des Arbeitsmarktes in die Zukunft, um mögliche Passungsprobleme auf beruflicher Ebene frühzeitig erkennen zu können. Die QuBe-Basisprojektion behält dabei in der Vergangenheit beobachtbare Verhaltensweisen bei und schreibt erkennbare Trends fort. Grundlage der Projektion ist ein umfassender Datenkubus, der aufeinander abgestimmte Informationen



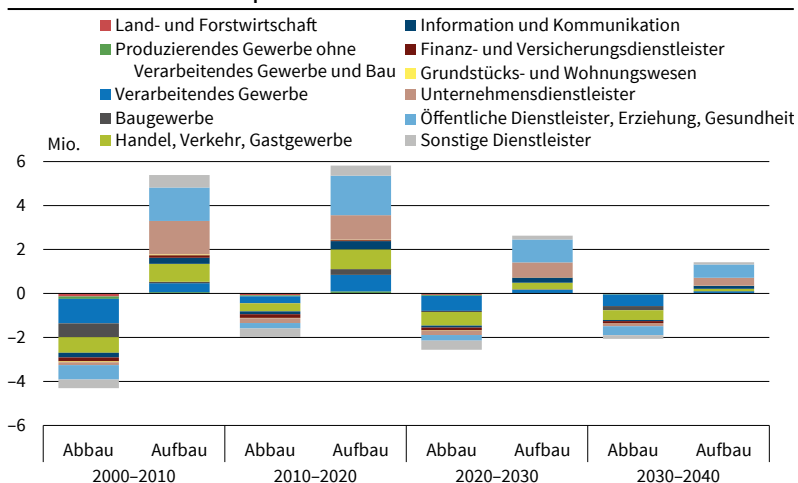
Dr. Tobias Maier

ist Co-Leiter des Arbeitsbereichs »Qualifikation, berufliche Integration und Erwerbstätigkeit« am Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

¹ Statistics | Eurostat (europa.eu), aufgerufen am 24. Februar 2023.

Abb. 1

Auf- und Abbau^a an Arbeitsplätzen nach Branchen und Berufen von 2000 bis 2040



^a Basisprojektion 7. Welle, Projektionswerte ab dem Jahr 2022. Auf- und Abbau gemessen anhand einer Erwerbstätigenmatrix von 63 Branchen (WZ08) und 144 Berufsgruppen (KldB2010).
Quelle: VGR und Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes, QuBe-Projekt; Berechnungen des Autors. © ifo Institut

der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, des Mikrozensus und der Beschäftigtenhistorik der Bundesagentur für Arbeit bereithält (Kalinowski et al. 2023). Dieser Datenkubus enthält u.a. Informationen zur Anzahl der Erwerbstätigen nach 63 Branchen (WZ 2008) und ihrer Verteilung auf 144 Berufsgruppen (KldB 2010). Vergleicht man die Arbeitswelten zweier Jahre anhand der Erwerbstätigen in jeder Branchen-Berufs-Kombination, so kann ein Einblick über die Veränderungen der Arbeitswelt erhalten werden.

Abbildung 1 stellt einen Vergleich der Arbeitswelten in Zehnjahresschritten von 2000 bis 2040 dar. Dabei werden alle ab- und aufgebauten Arbeitsplätze zwischen zwei Vergleichsjahren addiert. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die auf- und abgebauten Arbeitsplätze auf der Ebene von elf zusammengefassten Wirtschaftsabschnitten eingefärbt. Betrachtet man den Vergleich des Jahres 2000 mit dem Jahr 2010, wird ersichtlich, dass die meisten Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe (mittelblau) abgebaut wurden. Dies waren – gemessen auf der Ebene von 19 Wirtschaftsabteilungen im Verarbeitenden Gewerbe und 144 Berufsgruppen – rund 1,11 Mio. Arbeitsplätze, die im Jahr 2000 besetzt waren, aber nicht mehr im Jahr 2010. Auch zwischen den Jahren 2010 und 2020 wurden im Verarbeitenden Gewerbe viele Arbeitsplätze abgebaut (308 000), jedoch auch weitaus mehr geschaffen (745 000). Ein Durchweg größerer Abbau innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes zeigt sich bei der Herstellung von Textilien, Bekleidung, Lederwaren und Schuhen. In der »Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen« wurden zwischen 2000 und 2010 rund 162 000 Arbeitsplätze abgebaut und 57 000 neu geschaffen, zwischen 2010 und 2020 hingegen mehr geschaffen (+118 000) als abgebaut (-4 000). Die Abteilungen »Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen« oder »Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen« konnten insgesamt sogar mehr

Arbeitsplätze zugewinnen als abbauen. Auf beruflicher Ebene betraf der Abbau in diesen Branchen vor allem Berufe der Drucktechnik und Textilverarbeitung und Metallherzeugung, während Berufe in Metallbearbeitung, Metallbau und Schweißtechnik und Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt-, Schiffbautechnik erst ab- und dann wieder aufgebaut wurden. Die Erwerbstätigenzahl in kognitiv anspruchsvolleren Tätigkeiten, wie der der Physik, Informatik und »Unternehmensorganisation und -strategie«, aber auch in der »Kunststoff-, Kautschukherstellung, -verarbeitung«, »Maschinenbau- und Betriebstechnik« oder »Mechatronik und Automatisierungstechnik« nahm hingegen durchweg zu. Ebenfalls erkennbar in Abbildung 1 ist der starke Zuwachs von Arbeitsplätzen bei »Unternehmensdienstleistern«, aus denen das Verarbeitende Gewerbe bekanntermaßen viele Vorleistungen bezieht.

DAS ARBEITSANGEBOT NIMMT EINFLUSS AUF DEN STRUKTURWANDEL

Insgesamt hat die Zahl der Erwerbstätigen von 2000 bis 2010 um rund 1,08 Mio. Personen zugenommen und um weitere 3,8 Millionen im Zeitraum von 2010 bis 2020. Wie Abbildung 2 zeigt, liegt dies auch daran, dass gerade zwischen den Jahren 2000 und 2010 ein ausreichendes Arbeitsangebot zur Verfügung stand, das zwischen 2010 und 2020 vermehrt ausgeschöpft wurde. Bei einer relativ konstanten Erwerbsbevölkerung (15 bis 74 Jahre) in der letzten Dekade konnte die Zahl der Erwerbspersonen nur durch eine zunehmende Erwerbsbeteiligung, insbesondere bei Frauen und älteren Menschen, gesteigert werden. Der damit verbundene Ausbau der Kinderbetreuung wie auch der demografisch bedingte Aufwuchs an pflegebedürftigen Menschen trug im Wesentlichen zum Arbeitsplatzaufbau im »Öffentlichen Dienst, Erziehung, Gesundheit« bei (vgl. Abb. 1).

Die wahrgenommene Deindustrialisierung der Vergangenheit ist daher eher als eine Hinwendung zu Dienstleistungstätigkeiten als eine Abkehr von Produktionstätigkeiten zu interpretieren. Diese Hinwendung wird zum einen durch die Institutionalisierung ehemals haushaltnaher Tätigkeiten wie Erziehung und Pflege begünstigt, andererseits aber auch durch eine veränderte Struktur des Arbeitsangebots. So wurde die Ausübung von kognitiven und informationsverarbeitenden Tätigkeiten in der Vergangenheit auch gefördert, weil immer mehr hochqualifizierte Fachkräfte auf den Markt kamen und die »traditionellen« Fachkräfte in den Produktionsberufen in den Ruhestand übergangen.² Ohne die entsprechenden Fähigkeiten der Erwerbstätigen hätten neue Technologien auch keine entsprechende Anwendung in der Arbeitswelt gefunden.

² Schon in der Vergangenheit konnte gezeigt werden, dass sich hochqualifizierte Kräfte mit einer kurzen zeitlichen Verzögerung ihre eigene Nachfrage kreierten, im Zweifel wurden sie vom öffentlichen Sektor aufgenommen (Schubert und Engelage 2006).

Auch in der Zukunft wird nicht allein die Digitalisierung oder die Globalisierung durch Offshoring den Strukturwandel bestimmen, sondern – im stärkeren Maße als in der Vergangenheit – die Demografie. Denn beim Fortschreiben der bisherigen Trends und Verhaltensweisen ist von einer langfristigen Schrumpfung der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter auszugehen (vgl. Abb. 2). Bereits heute sind wir – trotz Corona-Pandemie und dem Krieg in der Ukraine – am Rande der Vollbeschäftigung.

Aufgrund des derzeitigen Wanderungsgeschehens durch den aktuellen Krieg in der Ukraine könnten in dieser Dekade noch leicht mehr Arbeitsplätze auf- als abgebaut werden, zwischen 2030 und 2040 würde sich diese Entwicklung aber umkehren. Schreibt man den bislang beobachtbaren Strukturwandel in die Zukunft fort, so nimmt die Zahl der Erwerbstätigen im Verarbeitenden Gewerbe von 2020 bis 2040 um weitere rund 973 000 Personen ab (+1,20 Mio. Abbau, 227 000 Aufbau) (vgl. Abb. 1), davon 180 000 Personen in der Automobilindustrie, in der vor allem die Digitalisierung und der Umstieg auf rein elektronisch betriebene Automobile zum Wandel führen (Maier et al. 2022). Massiv steigende Erwerbslosigkeitsrisiken sind aber nicht in Sicht, da sich das Arbeitsangebot im Berufsbereich Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung im selben Zeitraum um rund 1,18 Mio. Personen reduzieren wird.³

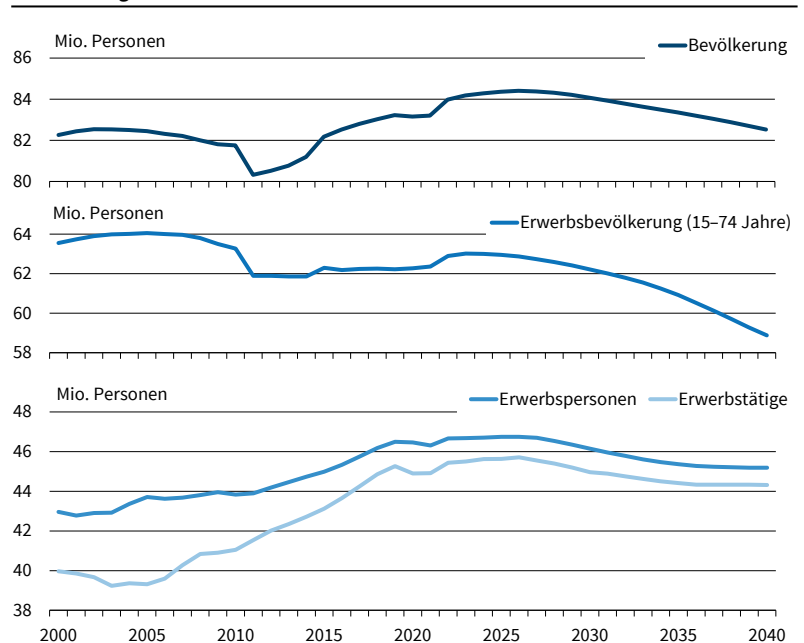
Demografisch bedingt steigt der Bedarf an Arbeitskräften im Gesundheits- und Sozialwesen um rund eine Million Personen an, weil immer mehr Ältere versorgt und betreut werden müssen. Auch in den Unternehmensdienstleistungen werden mehr Arbeitsplätze auf- als abgebaut. Unter den Dienstleistungsbranchen verliert vor allem der Wirtschaftsbereich »Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung« infolge der Digitalisierung (E-Government) sowie der Groß- und Einzelhandel aufgrund der verstärkten Nutzung des Online-Handels an Erwerbstätigen (Maier et al. 2022).

TRANSFORMATION STATT DEINDUSTRIALISIERUNG

Wie lässt sich nun die Deindustrialisierung bewerten? Die geschilderten Entwicklungen zeigen, dass die Wertschöpfung und Erwerbstätigkeit in der Industrie im Kontext des allgemeinen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandels betrachtet werden sollten. Neben den demografischen Begrenzungen des Arbeitsmarktes gibt es zwei weitere bedeutende Entwicklungen, die den Strukturwandel der Zukunft beeinflussen: zum einen die Möglichkeiten der vierten industriellen Revolution, die anders als in der Vergangenheit nicht nur industrielle Arbeitsplätze bzw. Produktionsberufe betrifft, sondern auch eine Reihe an Dienstleistungstätigkeiten, die durch Softwarelösun-

Abb. 2

Entwicklung der Bevölkerung, Erwerbsbevölkerung, Erwerbspersonen und Erwerbstätigen von 2000 bis 2040



^a Basisprojektion 7. Welle, Projektionswerte ab dem Jahr 2022. Datensprung in der (Erwerbs-) Bevölkerung 2011 aufgrund der Zensuskorrektur.

Quelle: VGR und Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes, QuBe-Projekt; Berechnungen des Autors. © ifo Institut

gen ersetzt oder verändert werden. Dies bedeutet, dass nicht nur die Industrie, sondern nahezu die gesamte Arbeitswelt einem grundlegenden Wandel, das heißt einer digitalen Transformation, unterworfen ist.

Zum anderen stellt uns das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 vor weitere Herausforderungen. Denn es bedeutet, dass in den sechs Sektoren Energiewirtschaft, Industrie- und Wirtschaft, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Verkehr gewaltige Anstrengungen unternommen werden müssen, um den CO₂-Ausstoß zu verringern. Dies kann trotz Produktivitätssteigerungen durch neue, digitale Möglichkeiten nur mit Fachkräften gelingen, die die Investitionen in Forschung und Entwicklung, Ausrüstungen und Bau umsetzen können.

Ein Schlüssel zur Klimaneutralität stellt die Energieerzeugung und -nutzung dar. Ohne eine Abkehr von fossilen Energieträgern wird das Ziel nicht erreicht werden können. Hier fehlt es derzeit jedoch an einer ausreichenden Anzahl von erneuerbaren Energieerzeugern, wie Solar- und Windkraftanlagen, aber auch an der entsprechenden Infrastruktur, um die regional unterschiedlich verfügbare und je nach Wetterlage unregelmäßig anfallende Energie zu speichern und zu transportieren. Dies betrifft nicht nur Stromnetze, sondern auch Netze für grünen Wasserstoff und Fernwärme. Gefragt sind eine moderne und flexible Verwaltung, Know-how für die neuen Technologien und zuletzt Fachkräfte für eine Installation der entsprechenden Anlagen und Herstellung der Infrastruktur. Die Anlagen, wie Solaranlagen, Windräder, Elektrolyseure, könnten zwar, wie auch die Energie, aus dem Ausland zugekauft werden, allerdings würde

³ www.qube-data.de, aufgerufen am 24. Februar 2023.

dies den zweiten Vorteil der erneuerbaren Energien, die Unabhängigkeit in der Energieversorgung, konterkarieren.

Um erneuerbare Energien im Gebäudebereich effizient zu nutzen, bedarf es auch einer entsprechenden Dämmung und Umstellung von Privatwohnungen und Geschäftsgebäuden auf Heizungen, die erneuerbaren Strom oder Fernwärme nutzen können. Das setzt eine Sanierung und Aktivierung des derzeitigen Gebäudebestandes voraus, die vom Baugewerbe zu erbringen sind. Im Verkehrssektor müsste die Zahl der Elektroautos weitaus schneller erhöht werden als bislang – der dort bereits eingesetzte Transformationsprozess müsste also deutlich beschleunigt werden.

WAS IST ZU TUN?

Der Schlüssel für die erfolgreiche Gestaltung einer sozial-ökologischen, aber auch digitalen Transformation liegt in der Fachkräftesicherung. Es sind gewaltige Herausforderungen für das Produzierende Gewerbe und das Baugewerbe, deren Beschäftigte nicht nur mit teilweise neuen Kompetenzerfordernissen konfrontiert werden, sondern deren Quantität derzeit auch nicht ausreicht, um die anstehenden Aufgaben rasch zu bewältigen. Paradoxerweise hängt die Zukunft Deutschlands somit an Berufen, in denen die Erwerbstätigkeit langfristig vermutlich zurückgehen wird. Dabei wird verkannt, dass gerade in den (technischen) Produktions- und Bauberufen mittelfristig ähnlich gute Beschäftigungschancen, wie im IT- und Gesundheitsbereich, bestehen, da viele Fachkräfte in dieser Dekade in den Ruhestand übergehen und bereits heute Arbeitgeber große Schwierigkeiten haben, diese Stellen zu besetzen (Zika et al. 2022).

Die permanente Diskussion über einen Arbeitsplatzabbau bei Produktionstätigkeiten könnte daher auch ein verzerrtes Bild über die individuellen Karrierechancen aufzeigen. Es sollte die Wichtigkeit, die technische Produktionsberufe und Bauberufe für die ökologische Transformation haben, verdeutlicht werden. Denn zum einen spielt die gesellschaftliche Anerkennung und das Image der Berufe eine wichtige Rolle bei der Berufswahl (Ebner und Rohrbach-Schmidt 2019). Zum anderen ist bei der voraussichtlichen Arbeitsmarktlage ein gelungener Übergang von der Ausbildung in die Beschäftigung zu erwarten. Dies sichert in der Regel auch langfristige Beschäftigterfolge, da Erwerbsbiografien auch bei Berufswechseln häufig auf bestehenden Fähigkeitsprofilen aufbauen können (Maier 2021). Diese Chancen zu vermitteln, aber auch die entsprechenden Tätigkeitsfelder attraktiver für Jugendliche zu machen, ist Aufgabe der Unternehmen und der Politik.

Die Notwendigkeit der Fachkräftesicherung wird sich jedoch nicht allein auf die unmittelbar an der Umsetzung der ökologischen Transformation betroffenen Berufe beschränken können. Denn wenn sie dort gelingt, werden die Gewinne, Löhne und Steuereinnahmen steigen. Dies hat in der Regel positive Auswirkungen auf den privaten Konsum, so dass auch die Arbeitsnachfrage im Dienstleistungsbereich zunehmen wird (Wolter et al. 2023). Die Fachkräftesicherung muss also so gestaltet sein, dass der Fachkräftegewinn des einen Unternehmens nicht automatisch der Verlust des anderen ist. Es bedarf somit einer Steigerung des Fachkräfteangebots insgesamt. Als naheliegendste Lösung wird hier zumeist die Zuwanderung genannt, sie greift jedoch zu kurz. Es geht auch darum, das inländische Potenzial auszuschöpfen. Dies bedeutet, dass auch Abwanderungen von Fachkräften verringert werden und die Erfolgsquoten an den Hochschulen und im berufsbildenden Bereich erhöht werden müssen. Gerade unter Jugendlichen ausländischer Nationalität, deren Anzahl zukünftig zunehmen wird, sind die Abbruchquoten fast doppelt so hoch wie bei Deutschen (Kalinowski und Maier 2023). Hier wird neben einem langfristigen Fachkräftepotenzial auch die Chance verschenkt, die ökologische Transformation sozial zu gestalten.

REFERENZEN

- Ebner, C. und D. Rohrbach-Schmidt (2019), *Berufliches Ansehen in Deutschland für die Klassifikation der Berufe 2010. Beschreibung der methodischen Vorgehensweise, erste deskriptive Ergebnisse und Güte der Messung*, BIBB-Reprint, Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Bonn.
- Kalinowski, M., F. Bernardt und T. Maier (2023), »Ein konsistentes Datenmodell für die Arbeitsmarktprojektion«, in: G. Zika, M. Hummel, T. Maier und M. I. Wolter (Hrsg.), *Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden*, IAB-Bibliothek, 374, wbv Media, Bielefeld, 33–54.
- Kalinowski, M. und T. Maier (2023), *Verschenktes Fachkräftepotenzial. Die Abbruchquoten in den Ausbildungsstätten müssen verringert werden*, Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Bonn.
- Maier, T. (2021), *Die Anwendbarkeit des Erlernten in den wandelnden Bildungs- und Arbeitslandschaften der 1970er bis 2000er Jahre*, Berichte zur beruflichen Bildung, Verlag Barbara Budrich, Leverkusen.
- Maier, T., M. Kalinowski, G. Zika, C. Schneemann, A. Mönning und M. I. Wolter (2022), »Es wird knapp. Ergebnisse der siebten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2040«, in: *BIBB Report 3*, verfügbar unter: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/18168>, aufgerufen am 15. November 2022.
- Schubert, F. und S. Engelage (2006), »Bildungsexpansion und berufsstruktureller Wandel«, in: A. Hadjar und R. Becker (Hrsg.), *Die Bildungsexpansion*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 93–121, verfügbar unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-90325-5_4.
- Wolter, M. I., R. Helmrich, G. Zika und T. Maier (2023), *Auswirkungen der sozial-ökologischen Transformation auf Arbeitsplätze. Abgrenzungen und Überlegungen zu dem Indikator Arbeitsplätze im Transformationsfokus (ATF)*, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS) QuBe-Essay, 1/2023.
- Zika, G., C. Schneemann, J. Zenk, M. Kalinowski, T. Maier, F. Bernardt et al. (2022), *Fachkräftemonitoring für das BMAS – Mittelfristprognose bis 2026*, Forschungsbericht 602, Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin.

Oliver Falck, Lisandra Flach und Christian Pfaffl

Spotlight Automobilbranche: Deindustrialisierungsschock oder absehbarer Strukturwandel?

DIE BEDEUTUNG DER AUTOMOBILINDUSTRIE FÜR DEUTSCHLAND

Die Automobilindustrie zählt hierzulande zu den bedeutendsten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Im Jahr 2018 und damit noch vor dem Dieselskandal, wurden allein im Kraftfahrzeugbau etwa 109 Mrd. Euro an Bruttowertschöpfung generiert. Gemessen an der gesamten Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes entspricht das einem Anteil von 17% (vgl. Abb. 1). Damit ist die Automobilindustrie auch ein bedeutender Arbeitgeber. 2021 zählte die Branche 900 000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte und stellte damit einen Anteil von ca. 13% der gesamten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe. Die Wertschöpfungsleistung beschränkt sich jedoch nicht nur auf die direkte Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren (WZ 29.1)¹, sondern findet auch zu einem großen Teil in Zulieferindustrien statt. Etwa die Hälfte aller Beschäftigten in der Automobilindustrie war 2021 in der Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern (WZ 29.2) sowie in der Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen (WZ 29.3) tätig. Die Automobilbranche ist auch über direkte und indirekte Zulieferverflechtungen mit anderen Wirtschaftszweigen verbunden. Dazu zählen beispielsweise die Metallindustrie (WZ 24 und 25), die Gummi- und Kunststoffwarenindustrie (WZ 22) die Kokerei- und Mineralölverarbeitung (WZ 19) oder der Maschinenbau (WZ 28).

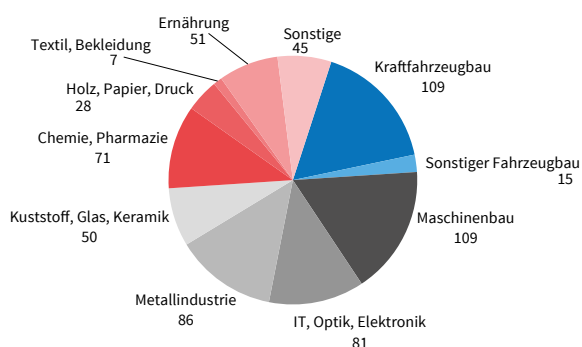
Doch auch aus internationaler Sicht hat die deutsche Automobilindustrie eine herausragende Bedeutung. 2018 entfiel innerhalb der Europäischen Union knapp die Hälfte der europäischen Wertschöpfung im Kraftfahrzeugbau auf Deutschland (48,3%), gefolgt von Frankreich (9,0%) und Großbritannien (8,4%)

(vgl. Abb. 2). Darüber hinaus generiert die deutsche Automobilindustrie sowohl im europäischen als auch im außereuropäischen Ausland Wertschöpfung, indem sie von dort Vorleistungsgüter importiert oder eigene Produktionsstätten betreibt. Die Zahl der von deutschen Automobilherstellern im Ausland produzierten Pkw hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. 2019 wurden von deutschen Herstellern erstmals mehr Pkw in China produziert als in Deutschland selbst (vgl. Abb. 3 und Abb. 4).

Die Ereignisse der letzten Jahre haben die Debatte um die Deindustrialisierung Deutschlands neu aufflammen lassen. Die Störung von Lieferketten infolge der Corona-Pandemie, neue Herausforderungen im Umgang mit China oder der Krieg in der Ukraine sind Beispiele dafür. Aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung für die deutsche Wirtschaft steht die Automobilindustrie im besonderen Fokus der Deindustrialisierungsdebatte. Doch die Branche befindet sich bereits seit einigen Jahren in einem vielschichtigen Strukturwandel, der sie nachhaltig und tiefgreifend verändern wird. Vier Megatrends beeinflussen die

Abb. 1

Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe
Deutschland, Mrd. Euro, 2018



¹ Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

Quelle: Eurostat.

© ifo Institut



Prof. Dr. Oliver Falck

leitet des ifo Zentrum für Industrieökonomik und neue Technologien und ist Professor für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Empirische Innovationsökonomik, an der Ludwig-Maximilians-Universität München.



Prof. Dr. Lisandra Flach

leitet das ifo Zentrum für Außenwirtschaft und ist Professorin für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Ökonomik der Globalisierung, an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

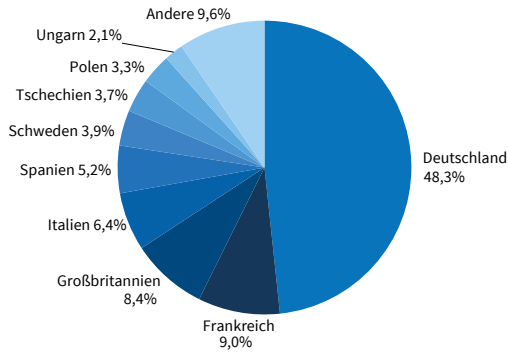


Christian Pfaffl

ist Fachreferent am ifo Zentrum für Industrieökonomik und neue Technologien.

Abb. 2

Länderanteile an der Wertschöpfung im Kraftfahrzeugbau der EU im Jahr 2018

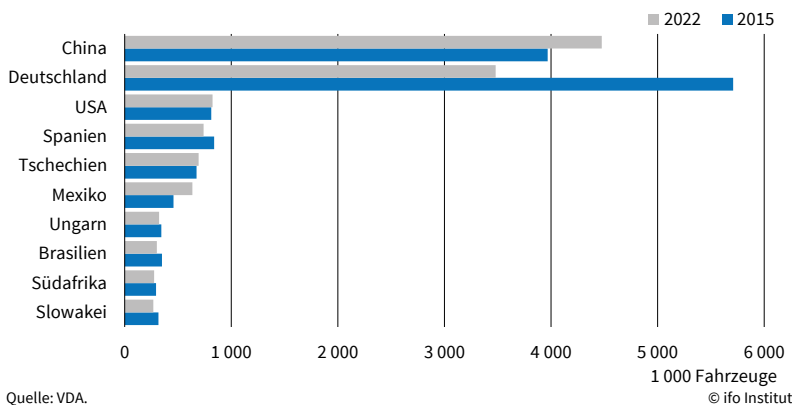


Quelle: Eurostat.

© ifo Institut

Abb. 3

Pkw Inlands- und Auslandsproduktion deutscher Automobilhersteller nach Ländern

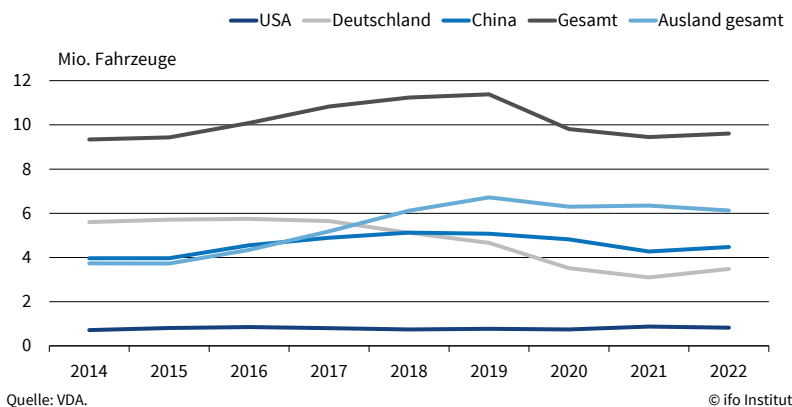


Quelle: VDA.

© ifo Institut

Abb. 4

Pkw Inlands- und Auslandsproduktion deutscher Automobilhersteller nach Ländern



Quelle: VDA.

© ifo Institut

Automobilbranche dabei besonders: Der Wandel weg vom (fossilen) Verbrennungsmotor hin zu alternativen Antrieben, die Digitalisierung, die Veränderung der Globalisierung sowie der demografische Wandel und die Urbanisierung.

ALTERNATIVE ANTRIEBE

Im Kampf gegen den Klimawandel haben sich Deutschland und Europa Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen gesetzt. Demnach soll Europa bis zum Jahr 2050

klimaneutral werden und bis 2030 mindestens 55% der Treibhausgase im Vergleich zu 1990 einsparen. Deutschland hat sich im Rahmen seines Klimaschutzgesetzes ein noch ambitionierteres Einsparungsziel von mind. 65% gesetzt. Um das zu erreichen, wird auch dem Straßenverkehrssektor eine wichtige Rolle zukommen. Denn allein der Straßenverkehr machte 2019 etwa ein Fünftel der CO₂-Emissionen in der EU aus. Der Beschluss des EU-Parlaments, ab 2035 in der EU keine neuen Pkw mit Verbrennungsmotor zuzulassen, gibt nun auf europäischer Ebene die Stoßrichtung vor, wie die Klimaziele im Straßenverkehr erreicht werden sollen. Für die Automobilindustrie bedeutet das eine nahezu vollständige Abkehr von ihrem bisherigen Geschäftsmodell, mit dem sie jahrzehntelang äußerst erfolgreich war. Doch welche Konsequenzen hat die Abkehr von der Produktion von Verbrennungsmotoren für die Branche?

Die Etablierung des Elektromotors hat das Wettbewerbsumfeld in der Automobilindustrie bereits stark verändert. Zwar hat die deutsche Autoindustrie in den vergangenen Jahrzehnten einen komparativen Wettbewerbsvorteil bei der Herstellung von Verbrennungsmotoren genossen, in Sachen Elektroautos zeigt sich dieser Vorteil jedoch weniger deutlich. Das Marktumfeld in der Herstellung von Elektroautos war in den letzten Jahren gekennzeichnet durch zahlreiche Markteintritte neuer Firmen. Bestes Beispiel ist der US-Amerikanische Automobilhersteller Tesla, der seit der Produktion seines ersten Serienfahrzeuges im Jahr 2006 zum heute größten E-Auto Hersteller der Welt aufstieg. Doch auch aus Ländern wie China, die bislang kaum Kernkompetenz in der Automobilproduktion hatten, drängen neue Hersteller von E-Autos mit großem Erfolg auf den Markt (vgl. Abb. 5).

Neben einem veränderten Wettbewerbsumfeld ergeben sich für die deutschen Automobilhersteller auch neue Herausforderungen in der Produktion und Rohstoffbeschaffung. Denn aufgrund der geringeren Komplexität von E-Motoren werden weitaus weniger Teile benötigt als für klassische Verbrennungsmotoren. Dadurch verringert sich einerseits die Zahl der im Produktionsprozess notwendigen Arbeitskräfte, andererseits verändert sich auch die Qualifikationsanforderung der Beschäftigten. In einer ifo Studie wurde beispielsweise geschätzt, wie viele Beschäftigte direkt an der Produktion von Verbrennungsmotoren hängen. Demnach stellten 2019 etwa 447 000 Beschäftigte Produkte her, die direkt mit der Verbrennertechnologie (z.B. Dieselmotoren, Abgasreinigungssysteme) zusammenhängen. Das entspricht einem Anteil von 7% der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe, der unmittelbar von der Umstellung von Verbrennungs- auf Elektromotoren betroffen sein könnte (Falck et al. 2021).

Darüber hinaus werden für die Herstellung von E-Motoren andere Rohstoffe benötigt, die aus Ländern wie China importiert werden müssen. Eine Studie des ifo Instituts untersuchte die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten, die für die Pro-

duktion von Schlüsseltechnologien wie beispielweise Elektromotoren, Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen notwendig sind. Demnach zeigt sich beim Bezug von neun Mineralien, die für Schlüsseltechnologien besonders wichtig sind, eine hohe Importabhängigkeit von einigen wenigen Ländern. Für sieben der neun Mineralien ist China unter den Top 5 der wichtigsten Lieferanten weltweit. Auch für seltene Erden ist China das bedeutendste Herkunftsland (Flach et al. 2022).

DIGITALISIERUNG

Die Digitalisierung der Automobilindustrie ist äußerst vielschichtig und hat die Branche bereits stark verändert. Während die Software eines Autos immer wichtiger wird und einen zunehmenden Anteil an Wertschöpfung generiert, verliert die eigentliche Herstellung von Autos an Bedeutung. Diese Verschiebung spiegelt sich auch in einer veränderten Beschäftigungsstruktur in der Automobilindustrie wider. Während die Zahl klassischer Produktionsberufe in den letzten Jahren rückläufig war, fand ein deutlicher Beschäftigungsaufbau bei IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen statt (vgl. Abb. 6). Diese Entwicklung dürfte noch an Dynamik gewinnen, wenn sich die derzeit noch vorherrschende Doppelstruktur aus der Produktion von Verbrennungsmotoren und Elektromotoren weiter verringert (zugunsten der E-Mobilität). Durch den immer größer werdenden Anteil an digitaler Wertschöpfung in der Automobilindustrie ergeben sich weitere Markteintrittspforten für Unternehmen, die bislang nicht zum Kreis etablierter Automobilhersteller zählten. Der Bedeutungsgewinn von Software, Entertainment und Automatisierung in der Automobilproduktion bietet vor allem für Tech-Unternehmen neue Chancen, im Automobilssektor Fuß zu fassen. Denn gegenüber etablierten Automobilherstellern haben sie in Digitalfragen oftmals einen deutlichen Kompetenzvorsprung, was beispielsweise Anwendungsentwicklung und Datenanalyse angeht – letzteres ist besonders wichtig für die Zukunftstechnologien des vernetzten bzw. autonomen Fahrens. Diesen Kompetenzvorsprung haben bereits zahlreiche etablierte Autohersteller erkannt und sich zunutze gemacht: Volkswagen und Microsoft arbeiten seit 2018 bei der Entwicklung der Volkswagen Automotive Cloud zusammen, Amazon Web Services findet in der Industrial Cloud von Volkswagen Anwendung und das Car-Entertainment bei Volvo basiert mittlerweile auf dem Betriebssystem Automotive Android von Google. Eine offene Frage ist jedoch, ob durch solche Kooperationen Wertschöpfung langfristig an die Tech-Konzerne abfließt oder ob die deutschen Automobilhersteller aus diesen Kooperationen lernen und sich eigenes Know-how aufbauen können.

Während es sich bei diesen Beispielen noch um US-amerikanische Tech-Giganten handelt, dürften in diesem Bereich künftig auch chinesische Unterneh-

Abb. 5

Absatz von Elektroautos weltweit nach Marken 2021

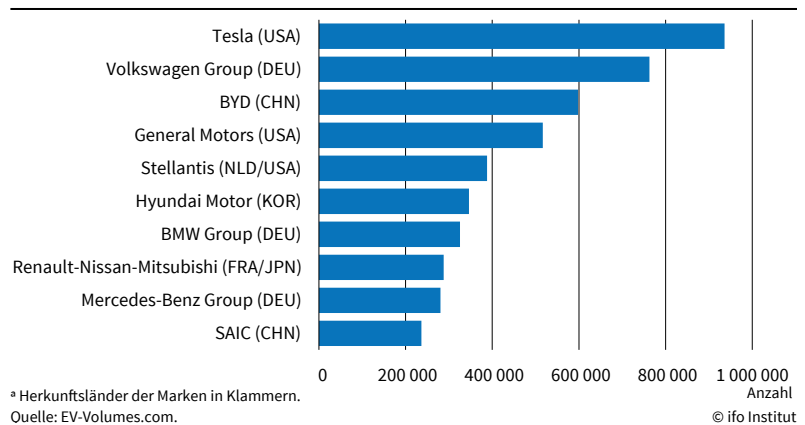
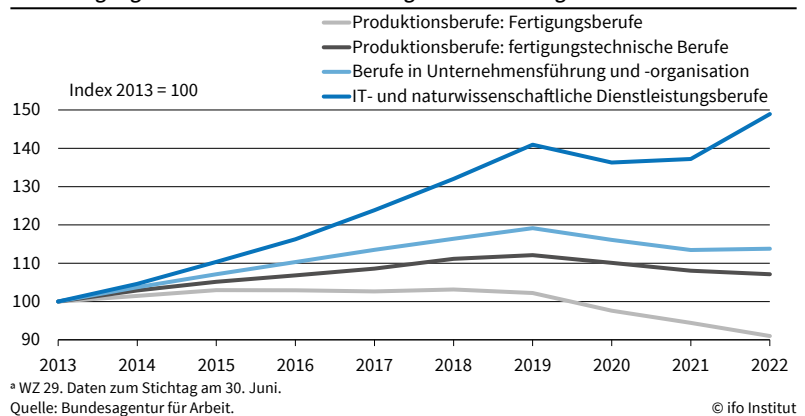


Abb. 6

Beschäftigungsstruktur in der H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen^a



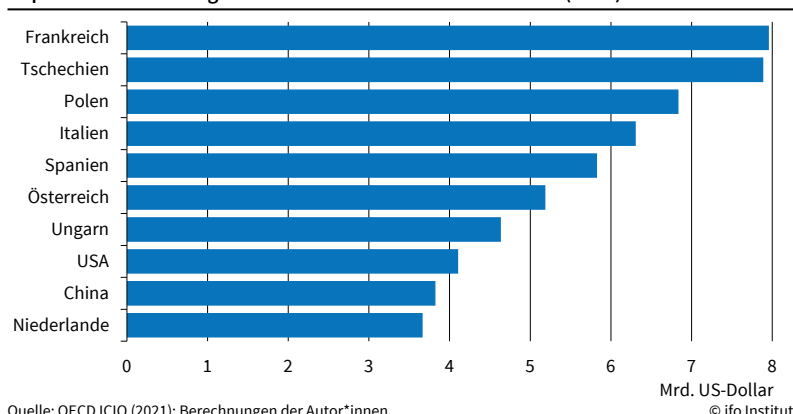
men eine Rolle spielen. Denn China hat sich ambitionierte Ziele gesetzt: Im Rahmen seiner wirtschaftspolitischen Strategie »Made in China 2025« hat China Technologiebereiche identifiziert, in denen ausländische Hersteller durch chinesische ersetzt werden sollen. Zu diesen Technologiefeldern gehören unter anderem die Bereiche Car Entertainment sowie Fahrerassistenzsysteme. In beiden Feldern möchte China bis zum Jahr 2030 eine 100%ige Abdeckung des chinesischen Marktes durch einheimische Hersteller erreichen (Zenglein und Holzmann 2019).

GLOBALISIERUNG

Verschiedene Ereignisse haben in den letzten Jahren zu einer beschleunigten Veränderung der Globalisierung und des Welthandels beigetragen. Dazu zählen unter anderem der Handelsstreit zwischen den USA und China, die Covid-19-Pandemie sowie der Krieg in der Ukraine. Die daraus resultierende Unterbrechung von Lieferketten sowie der Wegfall von Lieferanten und ganzen Absatzmärkte führte auch in der Automobilindustrie zu Produktionsunterbrechungen. Angesichts der tiefen Außenhandelsverflechtungen der deutschen Automobilindustrie dürfte die Veränderung der Globalisierung große strukturelle Umbrüche nach sich ziehen.

Abb. 7

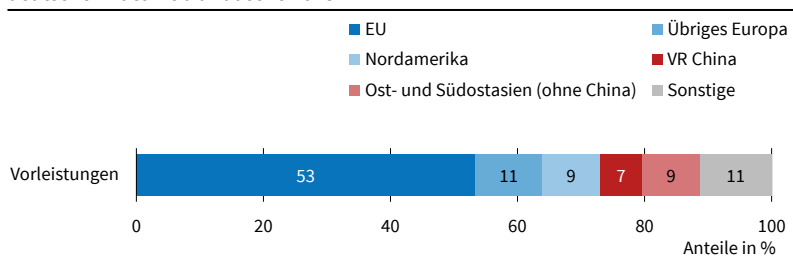
Import von Vorleistungen der deutschen Automobilindustrie (2018)



Quelle: OECD ICIO (2021); Berechnungen der Autor*innen.

Abb. 8

Geografische Verteilung ausländischer Wertschöpfung in der Produktion der deutschen Automobilindustrie 2018



Quelle: OECD ICIO (2021); Berechnungen der Autor*innen.

Die Rolle importierter Vorleistungen für die Automobilindustrie lässt sich anhand länderübergreifender Input-Output-Tabellen der OECD quantifizieren. Demnach lag der hierzulande erbrachte Wertschöpfungsanteil in der Automobilproduktion 2018 bei 36,8%. Das heißt, rund 60% des gesamten Produktionswertes der deutschen Automobilindustrie gehen auf Vorprodukte zurück. Von diesen Vorprodukten wiederum wurden knapp 30% aus anderen Ländern importiert. Das gesamte Importvolumen betrug ca. 90 Mrd. US-Dollar. Unter den zehn wichtigsten Importländern finden sich in erster Linie andere EU-Mitgliedstaaten. Wichtigstes Zuliefererland von Vorprodukten war Frankreich mit einem Importvolumen von rund 8 Mrd. US-Dollar, gefolgt von Tschechien (7,9 Mrd. US-Dollar), Polen (6,8 Mrd. US-Dollar) und Italien (6,3 Mrd. US-Dollar). Zusammengefasst wurden rund 70% aller importierten Vorleistungen aus anderen EU-Ländern bezogen. Das wichtigste außereuropäische Importland waren die Vereinigten Staaten von Amerika. Von dort wurden Vorprodukten im Wert von 4,1 Mrd. US-Dollar importiert, was einem Anteil von 4,5% an allen importierten Inputs entspricht. 3,8% der importierten Vorleistungen entstammten aus China (3,8 Mrd. US-Dollar) (vgl. Abb. 7).

Eine Betrachtung der Produktion der deutschen Automobilindustrie auf Wertschöpfungsbasis ermöglicht es, auch indirekte Handelsverflechtungen über längere Lieferketten zu berücksichtigen. Auf diese Weise kann nämlich berücksichtigt werden,

dass in importierten Vorprodukten ebenfalls Vorprodukte aus weiteren Ländern enthalten sein können. Grundsätzlich beruhen rund 27% der Produktion in der deutschen Automobilindustrie auf ausländischer Wertschöpfung in Form von Vorprodukten. Auch auf Wertschöpfungsbasis zeigt sich aber, dass die Lieferketten der deutschen Automobilindustrie stark europäisch geprägt sind. Mehr als 50% der ausländischen Wertschöpfung in der Produktion der deutschen Automobilindustrie kann auf andere EU-Mitgliedstaaten zurückgeführt werden. Chinas Anteil an der ausländischen Wertschöpfung liegt bei 7%, andere süd- und südostasiatische Länder tragen 9% zur ausländischen Wertschöpfung bei (vgl. Abb. 8).

Die globale Integration der Automobilindustrie zeigt sich jedoch nicht nur anhand der Input-Output-Verflechtungen, sondern auch über ihre Direktinvestitionen im Ausland. In der Gesamtbetrachtung des Verarbeitenden Gewerbes hatte die deutsche Automobilindustrie 2020 den mit Abstand größten Bestand an ausländischen Direktinvestitionen, vor der chemischen Industrie und dem Maschinenbau (vgl. Abb. 9). Anders als bei Input-Output-Verflechtungen flossen die meisten Investitionen im Verarbeitenden Gewerbe nicht in die Europäische Union, sondern in die Vereinigten Staaten und nach China (vgl. Abb. 10). Darin zeigt sich, dass die Automobilindustrie in den vergangenen Jahren sehr stark auf den Standort China gesetzt hat. Zwar wurden die dort produzierten Autos bislang vorrangig für den chinesischen Markt produziert, jedoch dürfte die Zahl der in China für den europäischen Markt produzierten Autos künftig weiter zunehmen. Die Motive für Investitionen in China sind vielfältig. Einerseits möchten Automobilkonzerne die wachsende Kompetenz Chinas bei Elektroautos nutzen. Das zeigt sich beispielsweise anhand der Entscheidung von VW, 2,4 Mrd. Euro in ein Joint Venture mit einer chinesischen Softwarefirma zu investieren. Andererseits möchten Automobilhersteller den enormen Absatzmarkt China besser erschließen. Dazu hat beispielsweise BMW angekündigt, die Fertigung des Modells X5, das bisher in den USA produziert wurde, nach China zu verlagern. Auch die Elektroversion der 3er-Reihe soll künftig ausschließlich in China produziert werden, um die dort wachsende Nachfrage nach E-Autos zu bedienen. Damit wird auch durch ausländische Direktinvestitionen die Kompetenz Chinas bei Elektroautos immer größer, wodurch China seine Marktposition in diesem Segment weiter ausbauen könnte.

DEMOGRAFIE UND URBANISIERUNG

Der demografische Wandel hin zu einer immer älteren Gesellschaft beeinflusst auch die Automobilindustrie auf vielfältige Weise. Neben dem sich verschärfenden Fachkräftemangel verändert sich dadurch auch das Konsumverhalten bei Autos. Für den konsumstarken, jedoch immer kleiner wer-

dende Anteil junger Personen verliert das Auto als Statussymbol zunehmend an Bedeutung. Darüber hinaus zieht es junge Leute ungebrochen in städtische Räume, in denen die Probleme des Individualverkehrs bereits heute deutlich zu Tage treten und der eigene Autobesitz immer unattraktiver wird. Gemäß der aktuellen INRIX Traffic Scorecard standen deutsche Autofahrer*innen 2022 durchschnittlich 40 Stunden im Stau. In den deutschen Großstädten war dieses Problem besonders stark ausgeprägt. Mit einem Zeitverlust von 74 Stunden führte München die Staustatistik an, gefolgt von Berlin (71 Stunden) und Hamburg (56 Stunden) (INRIX 2023). Neben der Stauproblematik erfordert auch die zunehmende Belastung durch Abgase eine Lösung des Verkehrsproblems in Großstädten. Konzepte zur Stauvermeidung, wie z.B. eine Anti-Stau-Gebühr könnten beispielsweise helfen, den Automobilverkehr in der Stadt zu reduzieren (Falck et al. 2020). Auch die durch die Digitalisierung ermöglichten neuen Mobilitätsdienstleistungen wie Car-Sharing könnten ihren Beitrag zur Verkehrsreduktion leisten. Für die Automobilindustrie heißt das aber letztlich: Der Absatz von Neuwagen dürfte künftig weiter zurückgehen.

FAZIT

Die deutsche Automobilindustrie befindet sich seit Jahren in einem tiefgreifenden Strukturwandel, der die Branche in den nächsten 15 Jahren grundlegend verändern wird. Durch die Elektrifizierung und Digitalisierung des Automobils treten neue Marktakteure auf den Plan und erhöhen den Wettbewerbsdruck für etablierte deutsche Hersteller. Zudem setzt die deutsche Automobilindustrie weiterhin auf den Wachstumsmarkt China, der jedoch zunehmend mit geopolitischen Unsicherheiten behaftet ist. Aktuelle Herausforderungen wie Lieferprobleme und hohe Energiepreise reihen sich neben vier Megatrends ein, die die Automobilindustrie bereits stark beeinflusst haben und auch künftig beeinflussen werden. Um sich zukunftsfest aufzustellen, muss die Automobilindustrie auf alle Herausforderungen eine Antwort finden. Dass die Automobilbranche in diesem Strukturwandel auch schrumpfen könnte, ist nicht von der Hand zu weisen. In der Summe dürfte sie jedoch auch künftig ein bedeutender Industriezweig bleiben.

Abb. 9

Ausländische Direktinvestitionen im Verarbeitenden Gewerbe 2020
Bestand an inländischen Direktinvestitionen im Ausland nach Wirtschaftszweigen

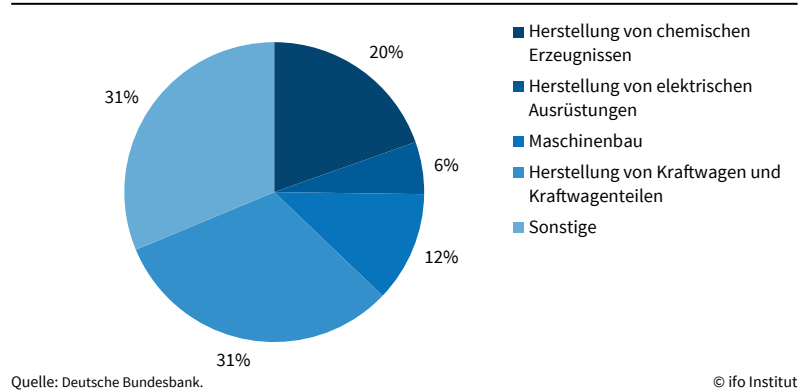
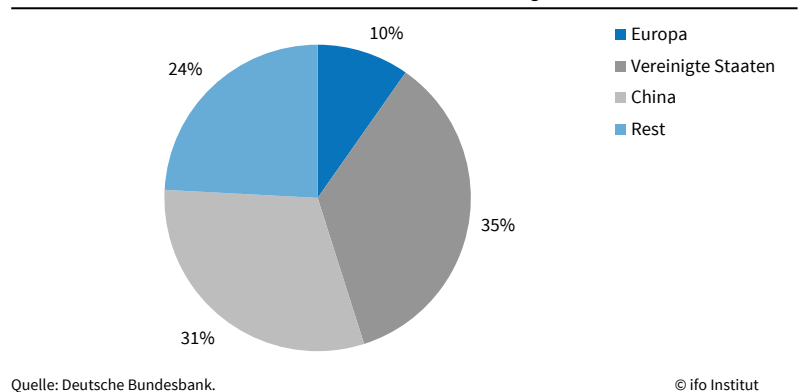


Abb. 10

Ausländische Direktinvestitionen im Verarbeitenden Gewerbe 2022
Bestand an inländischen Direktinvestitionen im Ausland nach Anlageländern



REFERENZEN

Falck, O., N. Czernich und J. Koenen (2021), *Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland*, ifo Studie, ifo Institut, München.

Falck, O., A. Fichtl, A. Janko, T. Kluth und A. Wöfl (2020), *Verkehrliche Wirkungen einer Anti-Stau-Gebühr in München*, ifo Forschungsberichte 115, ifo Institut, München.

Flach, L., I. Gourevich, L. Grandum, L. Scheckenhofer und F. Teti (2022), *Wie abhängig ist Deutschland von Rohstoffimporten? Eine Analyse für die Produktion von Schlüsseltechnologien*, ifo Institut, München.

INRIX Traffic Scorecard (2022), verfügbar unter: <https://inrix.com/press-releases/2022-global-traffic-scorecard-de/>, aufgerufen am 17. Februar 2023.

Zenglein, M., J. Holzmann und A. Holzmann (2019), *Evolving Made in China 2025. China's Industrial Policy in the Quest for Global Tech Leadership*, Merics – Mercator Institute for China Studies, Berlin.

Clemens Schneider

Aus der Gaskrise zu einer anpassungsfähigen klimaneutralen Grundstoffindustrie

Strukturwandel und eine starke industrielle Basis im Bereich der Grundstoffe schließen sich nicht aus



Clemens Schneider

ist Senior Researcher am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

In der schwelenden Erdgaskrise mit immer noch relativ hohen Gaspreisen zu Anfang des Jahres 2023 ist die Industrie weiter gefordert, sich Gedanken über die Verringerung der Abhängigkeit vom Energieträger Erdgas zu machen. Doch welche Industriezweige und Standorte sind überhaupt stark davon abhängig? Welche Wertschöpfungsketten wären

durch dauerhaft hohe Preise gefährdet, und wie sehen die Zukunftsperspektiven dieser Branchen im Hinblick auf eine weiter voranschreitende Energiewende und die Herausforderung einer klimaneutralen Produktion aus?

Zukünftig gilt es, Versorgungssicherheit und Klimaschutz stärker zusammen zu denken. Hierfür braucht es auch klare Lenkungseffekte seitens des Staates. Wenn den Unternehmen der gasintensiven Branchen ein Energieträgerwechsel ermöglicht werden soll, um im internationalen Wettbewerb weiter zu bestehen sowie um die entstehenden Märkte für grüne Produkte bedienen zu können, so ist nicht nur eine Beschleunigung von Prozessen, sondern auch eine – zumindest zeitweise – Förderung notwendig. Auf der anderen Seite gilt aber auch: Eine Fixierung auf den möglichst kompletten Erhalt der Wertschöpfung im Bereich der energieintensiven Grundstoffe in Deutschland ist angesichts der internationalen Konkurrenzsituation der falsche Weg. Sie schadet letztlich der Wettbewerbsfähigkeit der nachgelagerten Stufen, die für Beschäftigung und Wertschöpfung weit bedeutender sind. Und sie wird auf Dauer nicht durchzuhalten sein. Für die Grundstoffindustrie in Deutschland kommt es darauf an, die Weichen jetzt so zu stellen, dass eine kluge Balance erreicht werden kann.

DIE GEGENWÄRTIGE GASABHÄNGIGKEIT DER ENERGIEINTENSIVEN INDUSTRIE UND DAMIT VERBUNDENE SYSTEMISCHE RISIKEN

Insgesamt setzte die deutsche Industrie 2019 etwa 215 Terawattstunden (TWh) Erdgas als Endenergieträger ein. Hinzu kommt der Einsatz in Höhe von 52 TWh zur industriellen Stromerzeugung und ca. 40 TWh zur Bereitstellung von Molekülen, die zu Produkten weiterverarbeitet wurden (sogenannter »stofflicher Verbrauch« bzw. »Feedstock«) (AG Energiebilanzen o.J.).

Doch wodurch ist dieser Energieeinsatz im Einzelnen bedingt? Das IWH (Müller et al. 2022) hat im Auftrag des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung eine Studie erstellt, in der statistische Zusammenhänge zwischen Erdgasverbrauch und Produktionsvolumina für einzelne Güter auf der Ebene einzelner Unternehmen hergestellt wurden. Da diese Untersuchung auf Daten beruht, die der Geheimhaltung unterliegen, konnten jedoch nur sehr aggregierte Ergebnisse in den öffentlich zugänglichen Berichten dargestellt werden. Im Gegensatz hierzu beruht die nachfolgend gezeigte Darstellung auf Modellrechnungen, in denen öffentlich zugängliche statistische Daten mit technischen Kennwerten aus der Literatur kombiniert wurden.¹ Hierdurch können Kausalitäten für bestimmte Erdgasabhängigkeiten herausgearbeitet werden.

Top-40-Erdgasverbraucher

Zunächst fällt auf, dass insbesondere die chemische Industrie sehr viel Erdgas benötigt. Abbildung 1 verdeutlicht, dass der weitaus größte Teil des in der chemischen Industrie genutzten Erdgases als Brennstoff in der Kraft-Wärme-Kopplung (für Strom und Dampf) und in Dampfkesseln genutzt wird. Daneben macht die Bereitstellung von Wasserstoff aus Erdgas für die Ammoniakherstellung einen weiteren Großteil des Erdgaseinsatzes aus. Ein Mythos ist jedoch, dass die Steamcracker als energieintensivster Einzelprozess der chemischen Industrie Erdgas benötigen. Bei der Verarbeitung der Erdölprodukte Naphtha und LPG, die in den deutschen Crackern als Rohstoffe eingesetzt werden, fällt im Gegenteil Methan als Nebenprodukt an – und zwar in größerem Umfang als zur Feuerung der Cracker benötigt wird.² Der Ausgangsprozess der petrochemischen Produktion in Deutschland, das Cracken von Naphtha und LPG, ist also nicht erdgasabhängig, sondern liefert sogar gasförmige Brennstoffe, die bei der Weiterverarbeitung der Cracker-Hauptprodukte, den sogenannten high-value-chemicals (HVC³),

¹ Diese Modellrechnungen wurden unter Hinzuziehung weiterer (redundanter) statistischer Daten validiert.

² Beim Einsatz von Ethan im Steamcracker, der in den USA sehr bedeutend ist, wird dagegen zusätzlicher Brennstoff (in der Regel Erdgas) benötigt, denn hier reicht die Beiproduktion nicht aus.

³ Als high-value chemicals sind in diesem Kontext neben den beiden Olefinen Ethylen und Propylen die Aromaten Benzol, Toluol und Xylol zu nennen. Bedeutend gerade für europäische Cracker ist daneben noch Butadien, das jedoch in einem zusätzlichen Prozessschritt relativ aufwändig herausgelöst werden muss.

innerhalb der Chemieparks zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden können und damit sogar Erdgas als Brennstoff ersetzen können.

Die Erdgasabhängigkeit der chemischen Industrie ist daher primär in der Struktur der heutigen Dampfbereitstellung begründet. Regional zeigen sich hierbei große Unterschiede: Während Ludwigshafen vor allem aufgrund einer umfangreichen Stromproduktion in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (und der Ammoniakproduktion) sehr viel Erdgas verbraucht, weisen andere Cluster wie der Kölner Raum eine nur sehr geringe Abhängigkeit auf (Scholz et al. 2023).

Um sich einem Verständnis anzunähern, welche einzelnen Produktionsprozesse durch die hohen Erdgaspreise betroffen sind, zeigt Abbildung 2 die Top-40-Erdgasverbraucher in der deutschen Industrie gemäß der Modellrechnung. Dabei werden nicht nur die direkten, sondern auch die indirekten Erdgasbedarfe für einzelne Endprodukte der chemischen Industrie berücksichtigt. Direkte entstehen durch den Einsatz als Feedstock, indirekte Bedarfe entstehen durch die Deckung von Dampf- oder Hochtemperaturwärmebedarfen.⁴

Wenig überraschend weist auch der Blick auf die Einzelprozesse auf die große Bedeutung der chemischen Industrie hin. Daneben sind jedoch auch die Glasindustrie, die Papier- und Pappeherstellung sowie einzelne Prozesse der Stahlherstellung und -weiterverarbeitung unter den Top 40. Während die Papier- und Pappeindustrie ausschließlich Dampf benötigt, geht Erdgas in der Glasindustrie und der Stahlindustrie in den Betrieb von Öfen, also in die Bereitstellung von Wärme auf einem Temperaturniveau von über 500°C.

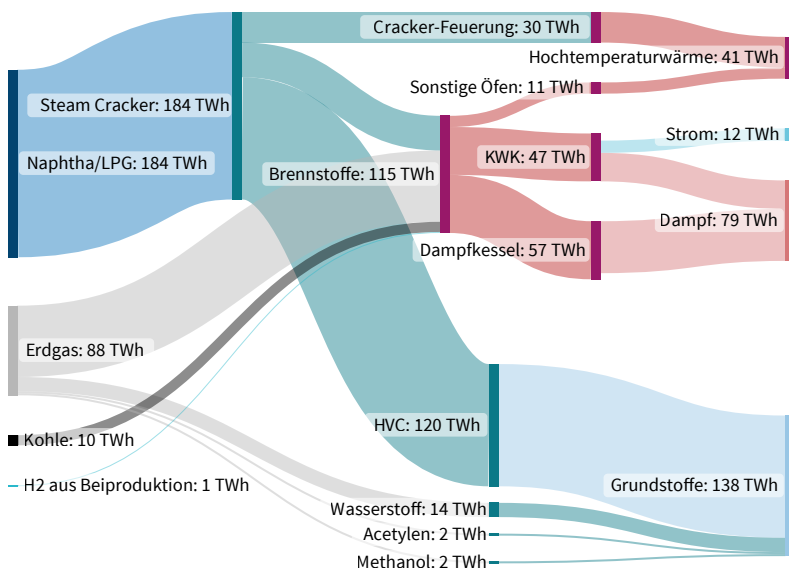
Ausgerechnet die Primärstahlproduktion über die Hochofenroute als bedeutendster industrieller CO₂-Emittent, wo Stahl aus Erz hergestellt wird, fehlt in der Liste der Top 40. Sie beruht nicht auf Erdgas als Energieträger, sondern auf Kohle. Ähnlich wie die Steamcracker in der chemischen Industrie ist diese Produktionsroute mit einem bedeutenden Aufkommen an energetisch nutzbaren Begleitgasen verbunden, die in den nachfolgenden Wertschöpfungsstufen (vor allem dem Warmwalzen zu Flachstahl) genutzt werden können und hiermit indirekt Erdgas ersetzen.⁵ Die Sekundärstahlproduktion (Elektrostahl) ist mit einem Bedarf von 2 TWh pro Jahr Teil der Liste der Top 40, obwohl dort hauptsächlich Strom eingesetzt wird. Anders als die Primärroute weist sie

⁴ Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, wird nicht der komplette Dampfbedarf der chemischen Industrie durch Erdgas gedeckt. Der kumulierte Dampfbedarf der in Abbildung 2 dargestellten Prozesse der chemischen Industrie ist jedoch immer noch niedriger als der gesamte Bedarf. Insofern könnte bei einem Herunterfahren der dargestellten Prozesse auch die entsprechende Summe an Erdgas eingespart werden. Dies gilt jedoch nicht analog für die Papierindustrie, wo die dargestellten Prozesse einen Großteil des gesamten Dampfbedarfs der Branche darstellen. Hier wurde der Erdgasbedarf deshalb nur entsprechend des Anteils von Erdgas an der Dampfbereitstellung in der Branche dargestellt.

⁵ In Einzelfällen gibt es durch Standortspezifika dennoch Abhängigkeiten: In Bremen fehlt zum Beispiel die Kokerei am Standort und damit ein entsprechendes Kokereigasaufkommen, weshalb mehr Erdgas am Standort eingesetzt wird.

Abb. 1

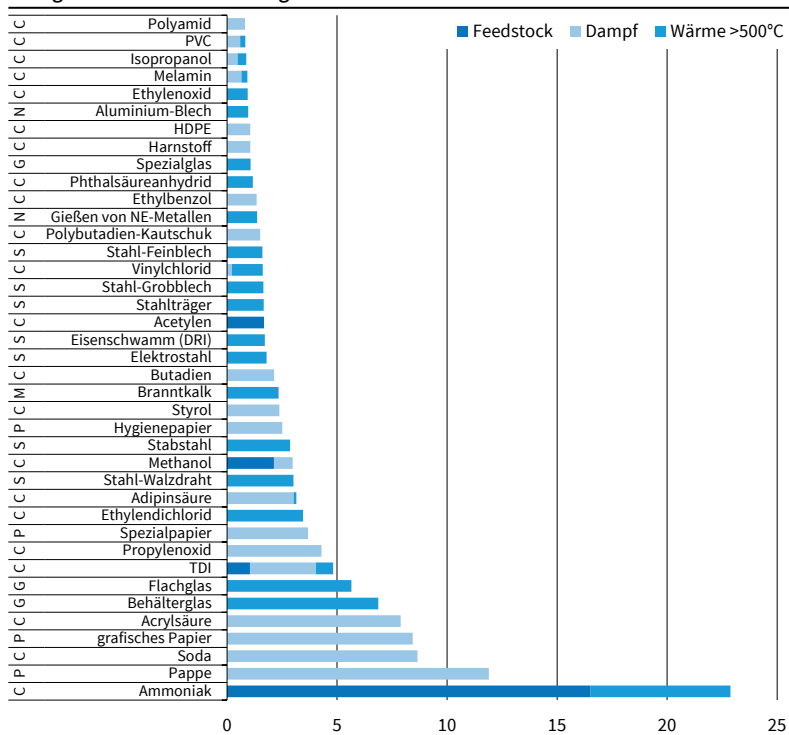
Verwendung chemischer Energieträger in der chemischen Industrie in Deutschland



HVC: high value chemicals (Zielprodukte des Steam cracking).
Quelle: Modellberechnungen des Wuppertal Instituts (Scholz et al. 2023).

Abb. 2

Erdgasbedarf von Einzelprozessen der energieintensiven Industrie in Deutschland bezogen auf Produktionsmengen im Jahr 2019

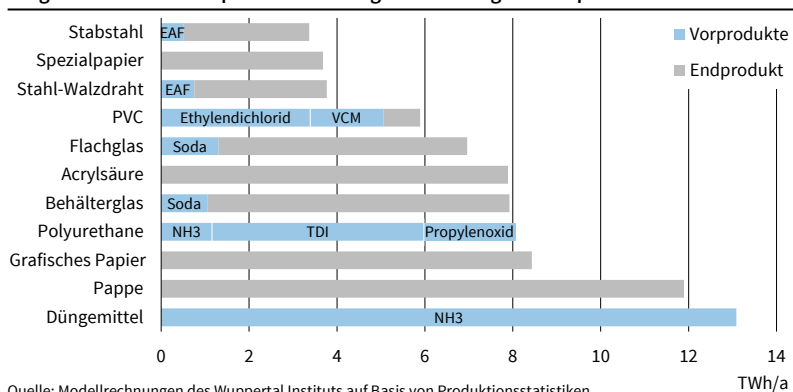


Branchenzugehörigkeit der Einzelprozesse: C = Chemische Industrie, G = Glas, M = Mineralische Industrie, N = Nicht-Eisen-Metalle, P = Papier und Pappe, S = Stahl.
Quelle: Modellrechnungen des Wuppertal Instituts auf Basis von Produktionsstatistiken des Statistischen Bundesamtes sowie von Verbänden.
© ifo Institut

jedoch keine Prozessgasüberschüsse aus, weshalb nicht nur isoliert stehende Stahlwalzwerke, sondern auch solche an Sekundärstahlstandorten mit Erdgas betrieben werden. Unter den Top 40 finden sich aus diesem Grund mehrere Stahlwalzprozesse (Walzdraht, Stabstahl, Träger, Grobblech, Feinblech). Hier handelt es sich jedoch ausschließlich um den Bedarf solcher

Abb. 3

Erdgasbedarf für Einzelprodukte entlang ihrer wichtigsten Vorprodukte



Quelle: Modellrechnungen des Wuppertal Instituts auf Basis von Produktionsstatistiken des Statistischen Bundesamtes sowie von Verbänden. © ifo Institut

Walzwerke, die nicht in Standorte der Primärstahlerzeugung integriert sind. Die regionalen Schwerpunkte solcher Walzwerke liegen nun nicht an den bekannten Hochofenstandorten wie Duisburg, Salzgitter, Bremen oder Eisenhüttenstadt, sondern z.B. auch im Westen Brandenburgs, in Bayern und Baden-Württemberg.

Produktionsrückgang über die gesamte Breite der chemischen Grundstoffen

Zur Hochzeit der Gaspreise im Sommer und Herbst 2022 begann die Industrie die Produktion der aufgeführten Güter teilweise einzuschränken. Statistiken auf der Einzelproduktebene liegen zwar noch nicht vor, durch die Presse gingen jedoch die (Teil-)Stilllegung verschiedener Ammoniakanlagen (u.a. in Wittenberg und Ludwigshafen), und bekannt wurde beispielsweise auch die (mengenmäßig relativ unbedeutende) Stilllegung der Eisenschwammproduktion (DRI) in Hamburg. Die Entwicklung der Produktionsindizes für die Einzelsegmente der chemischen Industrie lässt darüber hinaus bereits den Schluss zu, dass im Dezember 2022 ein Produktionsrückgang über die gesamte Breite des Portfolios an chemischen Grundprodukten stattgefunden hat.⁶ Die Risiken im weltweiten Konjunkturzyklus haben sich durch die Erhöhung der Gaspreise zudem erhöht, da sich die relative Position der europäischen chemischen Industrie im Hinblick auf die Produktionskosten im weltweiten Vergleich verschoben hat.

Dominoeffekt kurzfristig nicht zu erwarten

Inwiefern bedeuten solche teilweise potenziellen, teilweise bereits eingetretenen Produktionskürzungen

⁶ Vgl. den (saison- und kalenderbereinigten) Produktionsindex für das Verarbeitende Gewerbe: Deutschland, Monate, Original- und bereinigte Daten, Wirtschaftszweige (2-4-Steller-Hierarchie) des Statistischen Bundesamtes mit den »Vierstellern« unterhalb des Dreistellers »Herstellung von chemischen Grundstoffen« (20.1). Es muss hier noch offenbleiben, inwiefern diese Entwicklung durch eine Antizipation kurzfristig hoher Gaspreise (die auch in Folge der milden Witterung nicht eintraten), durch konjunkturelle Effekte oder durch mittelfristig orientierte strategische Lieferkettenumstellungen hervorgerufen wurde.

nun jedoch eine Schwächung derjenigen Wertschöpfungsstufen in Deutschland, die für Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung sehr viel relevanter sind? Dahingehend lohnt sich ein Blick auf die Endprodukte der energieintensiven Industrie, die z.B. an die Automobilindustrie und die Bau- oder Landwirtschaft geliefert werden. Zur Beurteilung der Relevanz des oft vorgebrachten Arguments zum Zusammenbruch ganzer Wertschöpfungsketten (»Dominoeffekt«) ist die zentrale bereits im Frühjahr 2022 intensiv unter Ökonomen diskutierte Frage, wie leicht die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen auf andere Lieferanten aus dem Ausland ausweichen können. Abbildung 3 weist diejenigen Produkte aus, die – bezogen auf ihr Produktionsvolumen im Jahr 2018 in Deutschland – die höchsten Gasbedarfe entlang ihrer Vorkette (also inklusive des Bedarfs zur Produktion der wichtigsten Vorprodukte) aufweisen. Dabei ist bedeutsam, dass die Güter mit dem höchsten Gasbedarf in der Produktionskette relativ homogene Massengüter sind, für die leichter als für andere auf Importe ausgewichen werden kann. Während Pappe für Verpackungen, grafisches Papier, Glasflaschen oder auch chemische Grundstoffe sehr gleichförmige Produkte sind, die ohne besonderen Kundenspezifikationen überall auf der Welt hergestellt werden können, gilt dies für bestimmte Stahlsorten mit besonderen Legierungen und Abmessungen nicht in gleichem Maße. Eine Ausnahme bei den chemischen Grundstoffen bildet die Produktion von Toluoldiisocyanat (TDI), einem Eingangsprodukt für die Produktion von Polyurethan-Weichschäumen. Deutschland stellt hier allein ca. 10% der globalen Kapazitäten, weitere signifikante Kapazitäten befinden sich in – ähnlich betroffenen – europäischen Nachbarländern. Polyurethan-Weichschäumen werden in der Automobilindustrie, für Matratzen und Möbel sowie im Baugewerbe verwendet. Bei Acrylsäure vereinigt Deutschland die Hälfte der europäischen Kapazitäten. Falls es im kommenden Winter doch noch zu der Notwendigkeit kommen sollte, Gas zuteilen zu müssen oder die Gaspreise in der Industrie noch einmal stark steigen sollten, könnten – bei ausreichend hoher Nachfrage weltweit – zumindest solche Prozesse voraussichtlich von Produktionskürzungen ausgenommen werden.⁷

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der Entspannung bei den weltweiten Lieferketten im Laufe des Jahres 2022, der nun ausreichenden Zeit für die Suche nach Alternativen und besser abschätzbaren Risiken zum Eintreten einer Krise im Winter 2023/24 kurzfristige Dominoeffekte in den Wertschöpfungsketten durch mögliche Produktionskürzungen in Folge von Gasknappheit nicht zu erwarten sind.

⁷ Aufgrund der typischerweise sehr hohen Gewinnbeiträge der Polyurethan-Sparte der deutschen Hersteller BASF und Covestro besteht auch ein sehr deutlicher ökonomischer Anreiz für eine Aufrechterhaltung dieser »systemrelevanten« Produktion.

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN IM RAHMEN DER TRANSFORMATION HIN ZU KLIMANEUTRALER PRODUKTION

Unter dem Blickwinkel der mittel- und langfristig anstehenden Transformation der deutschen Grundstoffindustrie zu klimaneutraler Produktion bietet die gegenwärtige Gaskrise sowohl Chancen als auch spezielle Herausforderungen, die für die Branchen Chemie, Glas und Stahl im Folgenden zumindest angerissen werden sollen.

Chemische Industrie

Für die chemische Industrie in Deutschland sind die aktuellen Herausforderungen im vorherigen Abschnitt besonders deutlich geworden, allen voran für die Ammoniakproduktion als gasintensivsten Einzelprozess. Der Grund hierfür ist der relative Wasserstoffreichtum von Erdgas gegenüber anderen Energieträgern, denn der Wasserstoffgehalt im Ammoniak (NH_3) ist der eigentliche Treiber für den Erdgasbedarf. Da die Produktion von Wasserstoff aus Elektrolyse in sonnen- und windreichen Regionen der Erde bei gegenwärtigen Erdgaspreisen bereits heute preislich konkurrieren könnte, bietet sich ein Import des sehr gut über längere Entfernungen mit Schiffen transportierbaren Ammoniaks nicht nur in kurzer Frist als Ausweichreaktion, sondern auch als dauerhafte, dann CO_2 -neutrale Option an. Insbesondere Ludwigshafen ist auf eine Weiterverarbeitung von Ammoniak angewiesen und müsste zusätzliche Transportkosten in Kauf nehmen, denn mit der derzeit vorhandenen Infrastruktur bleibt nur der zusätzliche Antransport per Binnenschiff oder Bahn, bei begrenzten Kapazitäten.

In den weiteren Prozessen der chemischen Industrie sowie der Papier- und Pappeindustrie beruht die Erdgasabhängigkeit dagegen nicht auf einem Molekülbedarf, sondern auf ihrem Hunger nach Prozessdampf. Die gute Nachricht: Hierfür bestehen eine Reihe von wenig kapitalintensiven strombasierten Alternativen, die sich – zumal an großen Verbundstandorten – zu einem resilienten Dampfversorgungssystem kombinieren ließen. Die großen Chemieparcs wie in Ludwigshafen, in Mitteldeutschland, im nördlichen Ruhrgebiet sowie im bayrischen Chemiedreieck vereinen den Großteil des dampfbedingten Erdgasbedarfs der chemischen Industrie auf sich. Für diese Regionen bedarf es alternativer Energieversorgungskonzepte, die sich schon sehr bald im Netzentwicklungsplan für das Stromübertragungsnetz und beschleunigten Prozessen niederschlagen müssten. Strom kann hier in Zeiten ausreichender Verfügbarkeit einen Großteil der Versorgung übernehmen, sei es durch den Einsatz in hocheffizienten Hochtemperaturwärmepumpen oder den sehr wenig kapitalintensiven Elektrodenkesseln, die zudem noch relativ wenig Platz benötigen, sich insofern gut in Hybridsysteme integrieren lassen. Ergänzend bzw. als Reserve stünden die bestehenden Feu-

erungsanlagen zur Verfügung, die im Zeitverlauf von Erdgas auf Wasserstoff oder Ammoniak umgerüstet werden können.⁸ Obwohl die Investitionen überschaubar sind, sind die gegenwärtig hohen Strompreise für die Industrie sowie die mangelnde Geschwindigkeit im Netzausbau in einem Klima genereller Investitionszurückhaltung in Bezug auf deutsche Standorte nicht vertrauensbildend.

Glasindustrie

Die Glasindustrie in Deutschland wird durch die Erdgaskrise auf dem falschen Fuß erwischt. Ein kurzfristiger Produktionsstillstand ist hier mit sehr hohen Kosten verbunden, denn die eigentlich auf 20 Jahre Lebenszeit und einen Betrieb rund um die Uhr ausgelegten Glaswannen müssen in einem solchen Fall aufwändig neu ausgemauert werden. Wertschöpfungsstarke Unternehmen wie der Spezialglasproduzent Schott haben sich aus diesem Grund mit teurem LPG bevorratet, um eine mögliche Erdgasrationierung überbrücken zu können. Ob Unternehmen der Glasindustrie anstehende Ersatzinvestitionen unter der derzeitigen Unsicherheit über die zukünftigen Erdgaspreise und mit einer unklaren technischen Perspektive für einen künftigen klimaneutralen Betrieb stemmen wollen und können, darf bezweifelt werden. Einigermassen zukunftssicher wäre hier eine Biogas- oder Biomethan-Versorgung aus lokalen Quellen, denn mit diesen Energieträgern ließe sich auch eine nahezu klimaneutrale Produktion darstellen. Gerade die Behälterglashersteller liegen aus historischen Gründen auch in waldreichen ländlichen Regionen, weshalb sich regionale Lösungen auf Basis von biogenen Reststoffen grundsätzlich anbieten.

Stahlindustrie

Zuletzt soll noch ein Blick auf die Stahlindustrie geworfen werden. Unmittelbar von der Gaskrise betroffen sind derzeit dort eher die Sekundärstahlerzeuger, die Strom zur Stahlerzeugung einsetzen, für den Betrieb der Hubbalkenöfen in ihren Walzwerken an den Standorten aber zusätzlich Erdgas benötigen. Ähnlich wie in der Glasindustrie sind die Alternativen zu Erdgas hier rar, erst längerfristig wird über eine Elektrifizierung nachgedacht, daneben blieben Biogas oder Wasserstoff als Optionen. Die Primärstahlerzeugung hat im Unterschied hierzu zwar kein unmittelbares Erdgasproblem, aber aufgrund ihrer hohen Emissionen in Folge des Kohleeinsatzes ein enormes Treibhausgasproblem. Deshalb besteht Handlungsbedarf. Alle Konzepte, die von den Stahlunternehmen für die Zukunft deutscher Primärstahlproduktion vorgestellt wurden, beruhen darauf, die bisherige Produktion von Roheisen im Hochofen durch direkt reduziertes Eisen (direct reduced iron, DRI) und einen Teil durch einen

⁸ Vgl. eine Klassifizierung möglicher strombasierter Wärmeversorgung in Chemieparcs in Bauer et al. (2021).

höheren Schrotteinsatz zu ersetzen. In beiden Fällen soll der Energieeintrag zum Schmelzen zukünftig über Strom erfolgen. Für die klimaneutrale Produktion von DRI sind zudem große Mengen Wasserstoff notwendig. Aber auch mit Erdgas ließe sich der DRI-Prozess betreiben. Zumindest diese Rückfalloption ist mit der Gaskrise deutlich unattraktiver geworden, weswegen ein rechtzeitiger Anschluss an Wasserstoffinfrastrukturen noch bedeutender geworden ist. Da das Stahlvorprodukt DRI zumindest mittelfristig möglicherweise zu deutlich günstigeren Bezugskosten auch importiert werden kann⁹, ist die rechtzeitige Versorgung der Standorte mit (grünem) Strom jedoch noch bedeutender, um die Wertschöpfungsstufe der Stahlerzeugung mittel- und langfristig nicht zu gefährden.

FAZIT

Aus den dargelegten Optionen für eine Elektrifizierung im Bereich der Dampferzeugung wie auch der Stahlerzeugung lässt sich ableiten, dass eine deutliche Verstärkung des Ausbaus erneuerbarer Stromerzeugung und ihrer Transportinfrastrukturen notwendig ist, um den Grundstoffindustrien in Deutschland die Rahmenbedingungen zu verschaffen, die sie benötigen, um selbst Investitionen in zukunftsfähige Produktionsanlagen zu tätigen. Dieser Befund gilt unbedingt auch für ein Szenario, in dem Deutschland stärker als heute auf Recycling und damit auf heimische Roh-

⁹ Dieses Phänomen der Verlagerung industrieller Produktion in Weltregionen mit besonders guten Bedingungen für erneuerbare Energien wird seit kurzem unter dem Begriff »Renewables Pull« oder – mit negativer Konnotation – als »Green Leakage« diskutiert, vgl. Samadi et al. (2021).

stoffe setzt. Auch eine Wasserstoffinfrastruktur wird in Deutschland benötigt – langfristig zumindest für die chemische Industrie, möglicherweise auch für den Verkehrssektor und für die Absicherung der Stromversorgung (in der »Dunkelflaute«). Und selbst wenn die Stahlindustrie weniger Wasserstoff pro Jahr benötigen sollte, als heute von den Unternehmen vorgerechnet, weil sie möglicherweise zeitweise DRI importieren oder Erdgas zu seiner Herstellung einsetzen könnte, so bleibt ein (wenn auch möglicherweise nur phasenweise) hoher Leistungsbedarf. An entsprechende Spitzenlasten sollten die Infrastrukturen angepasst werden. Entscheidend sind hier also weniger die Jahresmengen an Wasserstoff, sondern die kurzfristige Lieferfähigkeit auch größerer Mengen. Der schnelle Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur ist deshalb ein lohnendes Ziel.

REFERENZEN

AG Energiebilanzen (o.J.), »Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2019«, Datenstand: 25. Februar 2021, verfügbar unter: <https://ag-energiebilanzen.de/>.

Bauer, T., M. Prenzel, F. Klasing, R. Franck, J. Lützow, K. Perrey, R. Faatz, J. Trautmann, A. Reimer und S. Kirschbaum (2021), »Ideal-Typical Utility Infrastructure at Chemical Sites – Definition, Operation and Defossilization«, *Chemie, Ingenieur, Technik* 94(6), 840–851.

Müller, S. und M. Mertens (2022), *Wirtschaftliche Folgen des Gaspreisanstiegs für die deutsche Industrie*, Kurzexpertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der Gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Arbeitspapier 04/2022 des Sachverständigenrates, November, Wiesbaden.

Samadi, S., S. Lechtenböhrer, P. Viebahn und A. Fischer (2021), »Renewables Pull – Verlagerung industrieller Produktion aufgrund unterschiedlicher Kosten erneuerbarer Energien«, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 71(7–8), 10–13.

Scholz, A., C. Schneider, M. Saurat und S. Theisen (2023), *Das petrochemische System in Deutschland und Westeuropa*. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt GreenFeed, Wuppertal, verfügbar unter: <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/1993>.