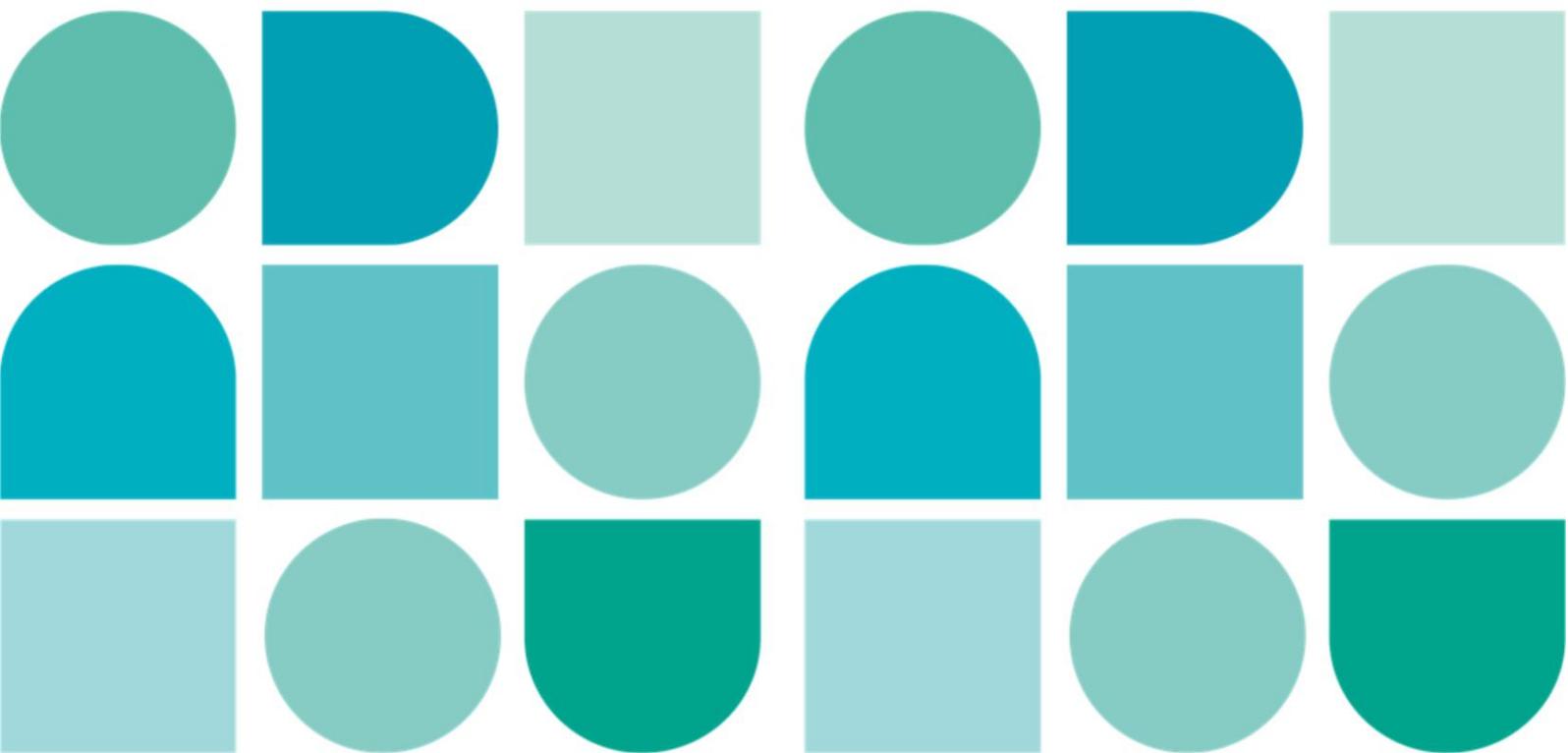


Studie

STANDORTVORTEIL ERNEUERBARE ENERGIE?

Die Bedeutung der Verfügbarkeit
von Erneuerbaren Energien als
Standortfaktor in Deutschland.



Herausgeber

EPICO Klimainnovationen (Energy and Climate Policy and Innovation Council e.V.)

Friedrichstraße 79
10117 Berlin

Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.

Postfach 10 19 42
50459 Köln

Stiftung Klimawirtschaft

Linienstraße 139/140
10115 Berlin

Steuerungskreis:**Dr. Bernd Weber**

Gründer und Geschäftsführer
Bernd.weber@epico.org

Maximilian Lauer

Policy Specialist Energy Markets
Maximilian.lauer@epico.org

Christopher Engelmann

Leitung Inhaltliche Entwicklung
christopher.engelmann@klimawirtschaft.org

Aline de la Sauce

Referentin Inhaltliche Entwicklung
aline.delasauce@klimawirtschaft.org

EPICO in den sozialen Medien

Twitter
[@EPICO_online](https://twitter.com/EPICO_online)

LinkedIn
[@EPICO Klimainnovation](https://www.linkedin.com/company/epico-klimainnovationen)

Autoren**Andreas Fischer**

Economist für Energie und Klimapolitik
fischer@iwkoeln.de

Dennis Bakalis

Economist für Digitalisierung und Klimawandel
bakalis@iwkoeln.de

Dr. Thilo Schaefer

Leiter des Clusters Digitalisierung und Klimawandel
thilo.schaefer@iwkoeln.de

Edgar Schmitz

Referent im Kooperationscluster IW Panels
schmitz@iwkoeln.de

In dieser Publikation wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit regelmäßig das grammatikalische Geschlecht (Genus) verwendet. Damit sind hier ausdrücklich alle Geschlechteridentitäten gemeint.

Stand: Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Zentrale Ergebnisse	5
3	Identifikation betroffener Branchen	9
3.1	Struktur der deutschen Volkswirtschaft.....	9
3.2	Energiebedarf nach Sektoren und Branche.....	11
3.3	Bedeutung verschiedener Branchen für die Energiewende	13
3.4	Standortspezifische Einflussfaktoren	15
3.4.1	Umstellung der Energieversorgung	15
3.4.2	Standortbindung	20
3.5	Zentrale Kriterien.....	23
3.6	Fallbeispiele	25
4	Regionale Standortvorteile	30
4.1	Erneuerbare Energien.....	31
4.2	Fachkräfte.....	36
4.3	Digitalisierung.....	38
4.4	Verkehrsinfrastruktur	40
4.5	Standortqualität auf Kreisebene	42
5	Unternehmensbefragung	46
5.1	Einteilung nach Branchen, Unternehmensgrößen und Energieintensität	46
5.2	Befragungsergebnisse	48
5.2.1	Anpassungen zur Erreichung der Klimaziele	48
5.2.2	Energiekostenbelastung.....	51
5.2.3	Standortfaktor Erneuerbare Energien	54
5.3	Zentrale Erkenntnisse.....	62
6	Ableitung politischer Handlungsempfehlungen	63
6.1	Bedeutung des Standortfaktors Erneuerbare Energien	63
6.2	Politischer Handlungsbedarf	65
	Anhang	71
	Tabellenverzeichnis	102
	Abbildungsverzeichnis	103
	Abkürzungsverzeichnis	104
	Literaturverzeichnis	105

JEL-Klassifikation:

L52 – Industrial Policy; Sectoral Planning Methods

Q42 – Alternative Energy Sources

Q43 – Energy and the Macroeconomy

Q48 – Energy: Government Policy

1 Einleitung

Die Klimaziele auf nationaler und europäischer Ebene lassen sich nur erreichen, wenn zunehmend Energie aus regenerativen Quellen erzeugt wird. Die Notwendigkeit die Erneuerbaren Energien konsequent auszubauen und zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar zu machen, ergibt sich zudem dadurch, dass diese in anderen Regionen der Welt weitaus günstiger und in größerem Umfang erzeugt werden können. Hinzu kommen Förderprogramme wie beispielsweise steuerliche Gutschriften für Erneuerbare Energien und die darauf basierte Erzeugung von Wasserstoff im Zuge des US-amerikanischen Inflation Reduction Acts (Küper, 2023). Ein weiteres Argument für den verstärkten Ausbau hierzulande ist die hohe Abhängigkeit von fossilen Energieimporten, deren Risiken infolge des russischen Angriffs auf die Ukraine im vergangenen Jahr deutlich geworden sind.

Daher stellt sich für deutsche Unternehmen die Frage, wie eine Umstellung auf Erneuerbare Energien an bestehenden Standort gelingen kann und welchen Einfluss dieser Faktor auf zukünftige Investitions- und Standortentscheidungen hat. Perspektivisch wird die Bedeutung verfügbarer Erneuerbarer Energien im Vergleich zu anderen Standortfaktoren deutlich zunehmen, wodurch der konsequente Ausbau der Erneuerbaren Energien einen zentralen Beitrag zur Standortattraktivität und zum Erhalt bestehender Unternehmensstandorte darstellt. Andernfalls besteht ein wachsender Anreiz, Standorte in Regionen mit einer hohen Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien zu wettbewerbsfähigen Preisen zu verlagern, auch innerhalb Deutschlands. Dieser Pull-Faktor wird als Renewables Pull bezeichnet (SCI4climate.NRW, 2021a). Welchen Stellenwert dieser im Vergleich zu anderen Faktoren im Rahmen zukünftiger Standortentscheidungen einnimmt, ist eine der zentral zu adressierenden Fragen der kommenden Jahre, um effektive und effiziente politische Antworten zu finden. In jedem Fall geht diese Umstellung der Energieversorgung mit immensen Herausforderungen für die Unternehmen einher, diese unterscheiden sich zwischen einzelnen Branchen und Wirtschaftszweigen jedoch deutlich und hängen nicht zuletzt von den Bedingungen am jeweiligen Standort ab.

Um die Bedeutung des zukünftig zentralen Standortfaktors Erneuerbare Energien einzuordnen, werden in dieser Studie zunächst Kriterien erarbeitet und angewendet, um die Bedeutung für eine erfolgreiche Energiewende sowie das Ausmaß der Herausforderungen im Rahmen der geplanten Transformation für einzelne Sektoren und Wirtschaftszweige zu benennen. Diese Kriterien dienen zur Identifikation besonders betroffener und relevanter Branchen im Rahmen der Umstellung auf Erneuerbare Energien (Abschnitt 3). Im Anschluss werden Unterschiede innerhalb Deutschlands auf Basis von verschiedenen Standortfaktoren analysiert, um regionale Standortvor- und -nachteile auf Landes- und Kreisebene zu identifizieren und anhand eines Gesamtrankings die Standortattraktivität innerhalb Deutschlands aufzuzeigen (Abschnitt 4). Darauf folgt die Auswertung einer Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels, um die Bedeutung des zukünftig zentralen Standortfaktors Erneuerbare Energien aber auch den Einfluss weiterer regionaler Faktoren sowie den Umfang und die Herausforderung der nötigen Anpassungen aus Unternehmenssicht einzuordnen (Abschnitt 5).¹ Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse und es werden politische Handlungsempfehlungen abgeleitet, um den Unternehmen und Regionen eine erfolgreiche Transformation zu ermöglichen (Abschnitt 6).

¹ Das IW-Zukunftspanel ist eine bis zu dreimal jährlich stattfindende Unternehmensbefragung des Instituts der deutschen Wirtschaft. Darin werden Unternehmen aus dem Industrie- und Dienstleistungssektor zu aktuellen wirtschaftlichen Entwicklungen befragt.

2 Zentrale Ergebnisse

Identifikation betroffener Branchen

Nahezu alle Unternehmen sehen sich im Zuge der Umstellung auf eine klimaneutrale Energieversorgung signifikanten Herausforderungen gegenüber. Deren Umfang unterscheidet sich jedoch in den einzelnen Branchen und Wirtschaftszweigen deutlich. Dementsprechend bedarf es der Anwendung geeigneter Kriterien, um das Ausmaß der anstehenden Herausforderungen als auch die Bedeutung für die Umsetzung einer erfolgreichen Energiewende auf Branchenebene bestimmen zu können.

Dabei gilt es erstens die **ökonomische Bedeutung** der einzelnen Branchen anhand der entstehenden Wertschöpfung als auch der damit verbundenen Beschäftigung zu berücksichtigen. Zweitens zeigt das Ausmaß des **branchenspezifischen Energiebedarfs** die Ansprüche an die benötigte erneuerbare Energieversorgung am jeweiligen Standort. Drittens bildet die EU-Taxonomie eine Möglichkeit zur Identifizierung zentraler Branchen zur **Bereitstellung der Schlüsseltechnologien**, die für eine klimaneutrale Energieversorgung benötigt werden. Zusätzlich sollten weitere Aspekte berücksichtigt werden, die sich oft nur schwer quantifizieren lassen. Dazu gehört neben dem Ausmaß des Energiebedarfs auch die spezifischen technischen **Transformationsherausforderungen**. Ebenso gilt es die Bindung an bestehende Standorte zu berücksichtigen, die sich durch **standortspezifische Synergieeffekte** oder die **Mobilität des Geschäftsmodells** ergeben. Diese Punkte beeinflussen, ob eine Versorgung mit Erneuerbaren Energien vor Ort unabdingbar ist für einen klimaneutralen Betrieb oder eine Verlagerung des Standortes eine Alternative darstellen könnte.

Zentrale Kriterien zur Identifikation stark betroffener Branchen im Rahmen der Energiewende

Ökonomische Bedeutung	Anteile an Bruttowertschöpfung und Beschäftigung
Branchenspezifischer Energiebedarf	Umfang des benötigten Energiebedarfs
Bereitstellung von Schlüsseltechnologien	Taxonomiefähigkeit sowie direkter Bezug durch Fertigung, Errichtung und Betrieb Erneuerbarer Erzeugungsanlagen oder Leitungsinfrastrukturen
Transformationsanforderungen	Anpassung von Strukturen und Prozessen aufgrund der technischen Möglichkeiten der Transformation (inkl. benötigte Energieträger, Infrastrukturen, Anlagen)
Standortspezifische Synergieeffekte	Strategische Positionierung und weitere Verbundvorteile durch ansässige Kooperationspartner sowie bestehende Infrastrukturen und Anlagenkapazitäten
Mobilität des Geschäftsmodells	Ausmaß und Mobilität bestehender Kapazitäten und Anlagen sowie notwendige räumliche Nähe neuer Unternehmensteile/-standorte

Quelle: Eigene Darstellung

Als besonders betroffen zeigen sich vor allem viele Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Dies ergibt sich aus den Herausforderungen im Rahmen der Umstellung der oftmals hohen Energiebedarfe auf Erneuerbare Energien. Zudem zeigen sich die Bedeutung vieler Branchen für die Bereitstellung der klimaneutralen Technologien und die Bindung an bestehende Standorte, aufgrund getätigter Ausrüstungsinvestitionen und regionaler Kooperationsmöglichkeiten. Vor allem in energieintensiven Branchen der Grundstoffindustrie, wie der Chemie-, Metall- und Mineralindustrie, sind umfangreiche technische Transformationsherausforderungen zu erwarten. Diese weisen zudem hohe Synergieeffekte an bestehenden Standorten auf. Letzteres gilt auch für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Aufgrund der Herstellung wichtiger Materialien, Komponenten und Anlagen sind dort und in den beschriebenen Grundstoffbranchen zudem umfangreiche ökonomische Potenziale im Rahmen der Transformation zu erwarten.

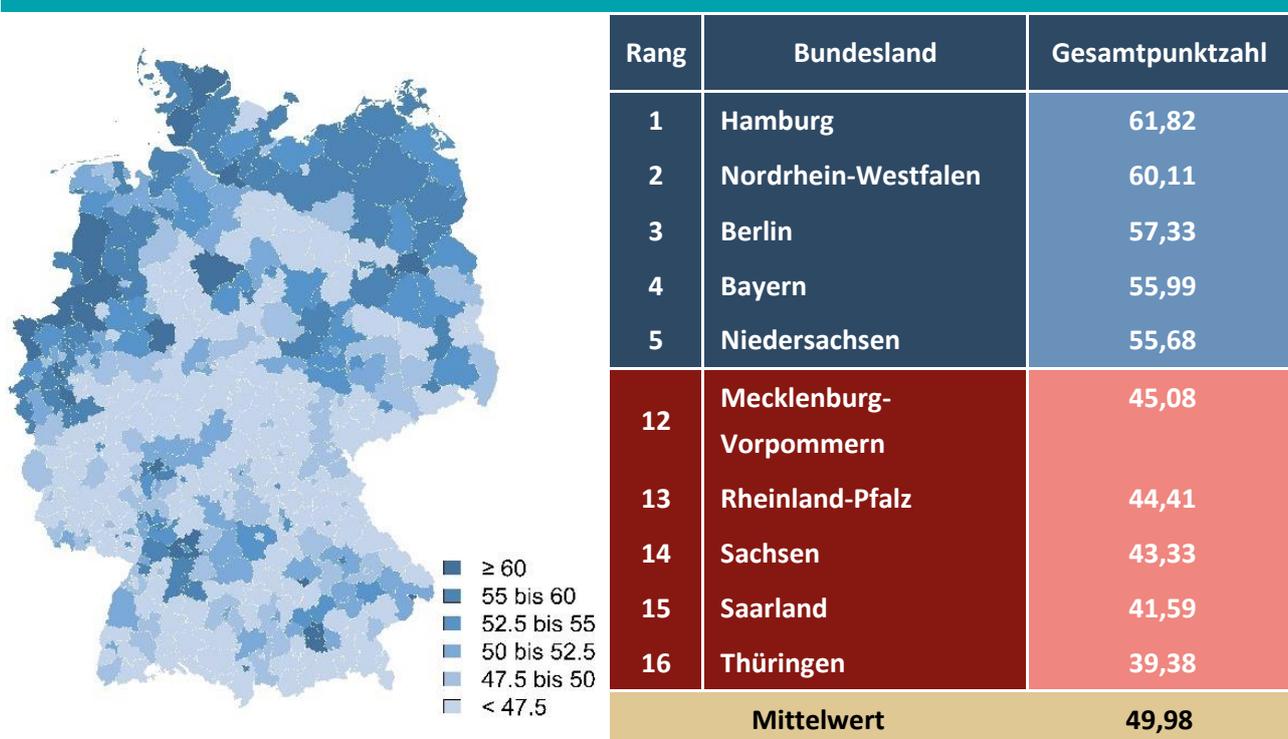
Regionale Standortvorteile

Die Standortattraktivität hängt von einer Vielzahl einzelner Faktoren ab und variiert auch innerhalb Deutschlands. Dabei unterscheiden sich die Ansprüche an die Standorte zwischen einzelnen Branchen deutlich. Beispielsweise spielt im Verarbeitenden Gewerbe die Verfügbarkeit von Flächen eine wichtige Rolle. Im Dienstleistungssektor wird dagegen deutlich mehr Wert auf die räumliche Nähe zu Kunden gelegt.

Vier zentrale branchenübergreifende und auch perspektivisch sehr relevante Standortfaktoren sind

- die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energie vor Ort,
- die Verfügbarkeit geeigneter Fachkräfte,
- der Anschluss an Hochgeschwindigkeits-Breitbandverbindungen
- und der Anschluss an Verkehrsinfrastrukturen, vor allem im Straßenverkehr.²

Bewertung der Standortattraktivität auf Kreis- und Bundeslandebene



Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BNetzA (2022a; 2023c), BA (2022), DFG (2023) und BBSR (2022a; 2022b)

In einer Bewertung der Standortattraktivität ergibt sich insgesamt ein Ost-West-Gefälle. Bezüglich des zentralen Standortfaktors Erneuerbare Energien zeigen sich Vorteile im Norden Deutschlands und ein deutlicher Handlungsbedarf in Süddeutschland. Dieser erklärt sich durch die fehlende Verfügbarkeit von Windenergieanlagen sowie benötigten Anschlüssen an bestehende und geplante Leitungsinfrastrukturen für Strom und Wasserstoff. Der Westen profitiert von einer gut ausgebauten Infrastruktur und einer hohen Anzahl an Fachkräften sowie Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Zudem weisen die Großstädte vielfach eine gute Bewertung auf. Dies erklärt sich vor allem durch die hohe Anzahl an Fachkräften und Bildungseinrichtungen, allerdings auch durch Anschlüsse an digitale und Transportinfrastrukturen.

² Die Konstellation und Gewichtung einzelner Standortfaktoren hängen stark von den zu untersuchenden Branchen ab. Dies gilt insbesondere auch für die Qualifikationen der benötigten Fachkräfte. Als Indikator zur Verfügbarkeit von Fachkräften wird in dieser Studie neben dem Bestand an Bildungsinstituten die Anzahl von Beschäftigten in fertigungstechnischen und Bau- und Ausbauberufen genutzt, da diese von zentraler Bedeutung für die Umsetzung der Energiewende sind.

Unternehmensbefragung

Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigen deutlich die Bedeutung einer klimaneutralen Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen als Standortfaktor und Grundlage für klimafreundliche Geschäftsmodelle:

Erkenntnisse aus dem IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle	
Anpassung des Geschäftsmodells	<p>72,8 Prozent des Verarbeitenden Gewerbes gehen erst nach 2030 von einem Abschluss der nötigen Anpassungen aus, im Dienstleistungssektor sind es 49,2 Prozent.</p> <p>Der Anteil der Unternehmen mit bereits vollständig erfolgten Anpassungen ist in den IKT-Dienstleistungen am höchsten und in den Grundstoffindustrien sowie der Branche Verkehr und Logistik am niedrigsten.</p>
Maßnahmen zur Erreichung eines klimaneutralen Geschäftsbetriebs	<p>62,1 Prozent der Unternehmen messen einem klimaneutralen Energiebezug und 47,7 Prozent dem klimaneutralen Vorleistungsbezug einen mittleren bis hohen Beitrag zur Gewährleistung eines klimaneutralen Betriebs zu.</p> <p>In der Umstellung der eigenen Produktionsprozesse sehen insbesondere die Energie- und Wasserversorgung, die Chemieindustrie und Unternehmen im Bereich Verkehr und Logistik einen mittleren bis hohen Beitrag. Auch Kompensationsmaßnahmen für den CO₂-Ausstoß (bspw. Aufforstung) werden dort am häufigsten genannt.</p>
Energiekostenanteile und Möglichkeit der Kostenweitergabe	<p>41,6 Prozent beträgt der durchschnittlich erwartete Anstieg der Energiekostenanteile zwischen 2021 und 2023 innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes, im Dienstleistungssektor sind es 34,5 Prozent.</p> <p>Die höchsten Kostenanstiege werden in der Metallindustrie (52,9 Prozent) erwartet – in den IKT-Dienstleistungen die geringsten. Dabei können Unternehmen mit geringen Energiekosten steigende Energiepreise in der Tendenz besser an ihre Kunden weitergeben. Am besten wird diese Möglichkeit der Energiekostenweitergabe in der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung bewertet, am schlechtesten bei den unternehmensnahen Diensten.</p>
Standortfaktoren und regionale Vorteile	<p>74,5 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe sehen in der Energieversorgung einen wichtigen Standortfaktor, im Dienstleistungssektor sind es trotz geringerer Energieintensität 47 Prozent.</p> <p>Die Fachkräfteverfügbarkeit gilt branchenübergreifend als wichtigster Standortfaktor. Im Verarbeitenden Gewerbe werden zudem die Transportinfrastruktur und die Energieversorgung häufig genannt – im Dienstleistungssektor ebenfalls die Transportinfrastruktur und zudem die räumliche Nähe zu Kunden.</p> <p>78,9 Prozent der Unternehmen bewerten Norddeutschland bezüglich einer mittelfristig klimaneutralen Energieversorgung als eher gut und sehr gut. Über die südlichen Bundesländer sagen dies nur 30 Prozent der befragten Unternehmen.</p>
Potenzielle Standortverlagerungen	<p>27,3 Prozent der Unternehmen erwarten vermehrte Standortverlagerungen der Lieferanten energieintensiver Vorprodukte innerhalb Europas. Nur 6 Prozent der Unternehmen gehen von vermehrten Abwanderungen innerhalb der eigenen Branche ins europäische Ausland aus.</p> <p>Tendenziell werden Standortverlagerungen der verschiedenen Marktakteure eher außerhalb Deutschlands und innerhalb Europas erwartet. Nur im Maschinen- und Anlagenbau werden Standortverlagerungen generell eher außerhalb Europas erwartet.</p>

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Ableitung politischer Handlungsempfehlungen

Zur Sicherung des der bestehenden Unternehmensstandorte unter der Berücksichtigung der wachsenden Bedeutung einer klimaneutralen Energieerzeugung lassen sich folgende zentrale Handlungsfelder ableiten:

Ansätze zur Stärkung deutscher Unternehmensstandorte	
Standortfaktor Erneuerbare Energien stärken	<p>Beschleunigung des Ausbaus von Erneuerbaren Energien .. auch auf regionaler Ebene durch zeitige Flächenausweisung, regionale Pläne zur Wärmewende und Teilhabemöglichkeiten für Regionen und lokale Unternehmen</p> <p>Stärkung und Absicherung von Power Purchase Agreements .. für eine verlässliche Versorgung mit klimaneutralem Strom, inkl. Lösungen für kleinere Unternehmen</p> <p>Koordinierte Planung der unterschiedlichen Leitungsinfrastrukturen .. für Strom, Wasserstoff, CO₂ und mittelfristig auch Erdgas, unter Berücksichtigung der Bedarfe sowie geplanter Erzeugungs- und Speicherkapazitäten</p> <p>Aufbau breit aufgestellter Importbeziehungen für synthetische Energieträger .. v. a. Wasserstoff, um zukünftige Abhängigkeiten zu vermeiden sowie die Versorgung und Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Unternehmen sicherzustellen</p>
Hindernisse der Transformation beseitigen	<p>Anreize und Möglichkeiten für eine Elektrifizierung in Unternehmen setzen .. inklusive möglicher Flexibilisierung und Eigenerzeugung, beispielsweise über eine Reformierung der Netzentgeltssystematik und den Rollout von Smart Metern</p> <p>Einführung von Klimaschutzverträgen für die Industrietransformation .. zur Förderung zentraler technischer Lösungen für die Umstellung auf einen klimaneutralen Betrieb und vorübergehenden Überbrückung der Kostendifferenz zu fossilen Prozessen</p> <p>Vereinfachung & Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren .. für den Ausbau Erneuerbarer Energien, der zugehörigen Leitungsinfrastrukturen sowie der Umstellung industrieller Anlagenparks</p> <p>Digitalisierung als Grundlage für eine effiziente Energieversorgung nutzen .. sowie für eine Stärkung der Ressourceneffizienz und zur Beschleunigung bürokratischer Verfahren</p>
Wettbewerbsfähigkeit erhalten	<p>Breitband-, Bildungs- und Transportinfrastruktur ausbauen .. und weitere regionale Standortfaktoren stärken</p> <p>Bildung von Industrieclustern zur Förderung von Innovation .. um Synergieeffekte durch die Branchenagglomeration zu realisieren</p> <p>Gezielte Aus- und Weiterbildung von Fachkräften .. insbesondere in den Bereichen zur Fertigung, Implementierung und dem Betrieb zentraler Energiewendetechnologien</p> <p>Absicherung der Wettbewerbsfähigkeit und Versorgung mit Rohstoffen .. durch internationale Handels- und Kooperationsabkommen, u.a. beginnend mit der Etablierung sektor- und branchenspezifischer Klimaclubs</p>

Quelle: Eigene Darstellung

3 Identifikation betroffener Branchen

Grundsätzlich werden alle Sektoren und Branchen in Deutschland durch das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 vor der Herausforderung stehen, ihren Energiebedarf langfristig durch Erneuerbare Energien zu decken. Im Einzelnen unterscheiden sich die Herausforderungen in ihrer Ausprägung als auch im Umfang allerdings deutlich. Im folgenden Abschnitt der Studie werden daher mehrere Kriterien identifiziert, um anhand sowohl quantitativer als auch qualitativer Indikatoren das Ausmaß der Herausforderung einzelner Branchen bei der Umstellung auf Erneuerbare Energien als auch die Bedeutung einer erfolgreichen Anpassung dieser Branchen für die deutsche Wirtschaft bewerten zu können. Ebenso wird dabei berücksichtigt, wie bedeutsam die Bereitstellung Erneuerbarer Energien an bestehenden Standorten ist und somit auch ob sich Anreize zur gezielten Ansiedlung in Regionen mit einer höheren Verfügbarkeit ergeben. Dies beinhaltet mögliche Verlagerungen innerhalb Deutschlands, potenziell aber auch innerhalb der EU oder in Länder außerhalb Europas.

Zu Beginn erfolgt ein Blick auf die bestehende Struktur der deutschen Wirtschaft, um zentrale und individuelle Herausforderungen der deutschen Energiewende als auch die ökonomische Bedeutung einzelner Sektoren und Wirtschaftszweige im Folgenden einordnen zu können. Anschließend werden als zentrale Kriterien die branchenspezifischen Energiebedarfe und die Taxonomiefähigkeit einzelner Branchen und Wirtschaftszweige mit Bezug auf eine klimaneutrale Energieversorgung untersucht. Bei diesen beiden Kriterien handelt es sich um die branchenspezifische Abhängigkeit von der Bereitstellung Erneuerbarer Energien respektive die Bedeutung einzelner Branchen für eine erfolgreiche Energiewende. Wodurch die für eine erfolgreiche Energiewende zentralen Branchen auf der Angebots- als auch der Nachfrageseite identifiziert werden können. In beiden Fällen werden aktuelle Daten genutzt, um die Betroffenheit beziehungsweise Bedeutung einzelner Wirtschaftszweige im Rahmen der geplanten Umstellung auf Erneuerbare Energien quantifizieren zu können.

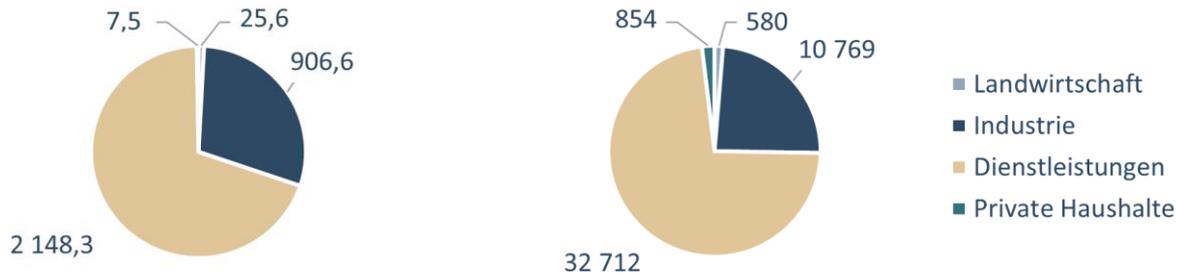
Da diese Daten aber allein kein vollständiges Bild der anstehenden Herausforderungen bieten können, werden zudem weitere qualitative Kriterien anhand ausgewählter Beispielbranchen identifiziert und diskutiert. Erstens müssen die spezifischen Herausforderungen im Rahmen der Umstellung auf Erneuerbare Energien neben dem reinen Umfang der Energiebedarfe berücksichtigt werden, da diese unterschiedliche technische Voraussetzungen an den jeweiligen Standorten erfordert. Zweitens gilt es zu bedenken, wie stark die Bindung einzelner Geschäftsmodelle zu bestehenden Standorten ist, um die Bedeutung der ausreichenden Versorgung Erneuerbarer Energien für einzelne Unternehmen vor Ort aber auch die Möglichkeit einer Umsiedlung bewerten zu können. Abschließend werden ausgewählte zentrale Branchen vorgestellt, die infolge der beschriebenen Multikriterienanalyse eine hohe Relevanz für die Erreichung einer erfolgreichen Energiewende in Deutschland aufweisen.

3.1 Struktur der deutschen Volkswirtschaft

Um die Auswirkung einer erfolgreichen Umstellung einzelner Branchen auf die deutsche Volkswirtschaft einzuordnen, hilft ein Blick auf die ökonomische Bedeutung einzelner Branchen und Wirtschaftszweige. Im Jahr 2020 wies die deutsche Volkswirtschaft hinter den USA, China und Japan mit 5 Prozent den viertgrößten Anteil an der weltweiten Bruttowertschöpfung auf (Steinhaus/Kraft, 2022). Abbildung 3-1 zeigt die Aufteilung der nominalen Wertschöpfung als auch der Beschäftigten auf einzelne Wirtschaftssektoren in Deutschland im Jahr 2020.

Abbildung 3-1 Sektorale Aufteilung von Wertschöpfung und Beschäftigung

Bruttowertschöpfung in Milliarden Euro, nominal (links) und Erwerbstätige in Tausend Personen (rechts), Jahr 2020



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Destatis (2023b; 2023c)

Der Dienstleistungssektor macht mit 69,6 Prozent der Bruttowertschöpfung und 72,8 Prozent der Beschäftigten den Großteil der deutschen Wirtschaft aus. Die am gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfungsanteil bemessene Größe des deutschen Dienstleistungssektors liegt damit nur leicht unter den Anteilen weiterer europäischer Staaten wie Großbritannien (72,8 Prozent) und Frankreich (71 Prozent).³ Der Landwirtschaftssektor weist mit nur 0,8 Prozent der Beschäftigten und 1,3 Prozent der Bruttowertschöpfung deutlich geringere Anteile auf. In den meisten Nachbarländern liegt der Anteil jedoch ebenfalls nur bei ca. 2 Prozent. Neben dem Dienstleistungssektor entfallen mit 24 Prozent der Beschäftigten die zweitgrößten Anteile auf die deutsche Industrie. Allerdings liegen die Anteile deutlich über denen anderer europäischer Staaten, was die Bedeutung des Industriesektors für die deutsche Wirtschaft deutlich macht. Während der deutsche Industriesektor mit insgesamt ca. 906 Milliarden Euro im Jahr 2020 29,3 Prozent der deutschen Gesamtwertschöpfung ausmachte, lagen die Anteile in Großbritannien (16,9 Prozent), Frankreich (16,3 Prozent) und Italien (21,5 Prozent) deutlich unter diesem Wert (Steinhaus/Kraft, 2022).

Eine Aufteilung der Sektoren auf einzelne Subsektoren ermöglicht ein noch genaueres Bild der ökonomischen Bedeutung einzelner Wirtschaftsbereiche. Mit Blick auf die Bruttowertschöpfung zeichnet sich dabei unter den 13 Subsektoren des deutschen Dienstleistungssektors eine relativ gleichmäßige Aufteilung ab. Die größten Anteile entfallen auf das Grundstücks- und Wohnungswesen sowie Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen (jeweils ca. 15 Prozent). Im Industriesektor hingegen kann die Wertschöpfung zu 70,3 Prozent auf die Arbeit im Verarbeitenden Gewerbe zurückgeführt werden. Damit stellt das Verarbeitende Gewerbe auch sektorübergreifend den Subsektor mit den höchsten Anteilen an der Bruttowertschöpfung dar. Ebenso stehen viele Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes am Beginn einer Vielzahl an Wertschöpfungsketten, wodurch die indirekte Wertschöpfung deutlich höher ausfällt.⁴ Ein ähnliches Bild zeigt sich mit Bezug auf die Erwerbstätigen in Deutschland. Mit insgesamt 7,5 Millionen Erwerbstätigen entfallen auf das Verarbeitende Gewerbe sektorübergreifend die höchsten Beschäftigtenanteile, gefolgt vom Gesundheits- und Sozialwesen (ca. 6,1 Millionen) sowie Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (ca. 5,9 Millionen) innerhalb des Dienstleistungssektors.

³ Generell erfolgte die Verlagerung wirtschaftlicher Tätigkeiten vom Industrie- in den Dienstleistungssektor in zahlreichen westlichen Industriestaaten im Zuge der Tertiärisierung (Rowthorn/Coutts, 2013).

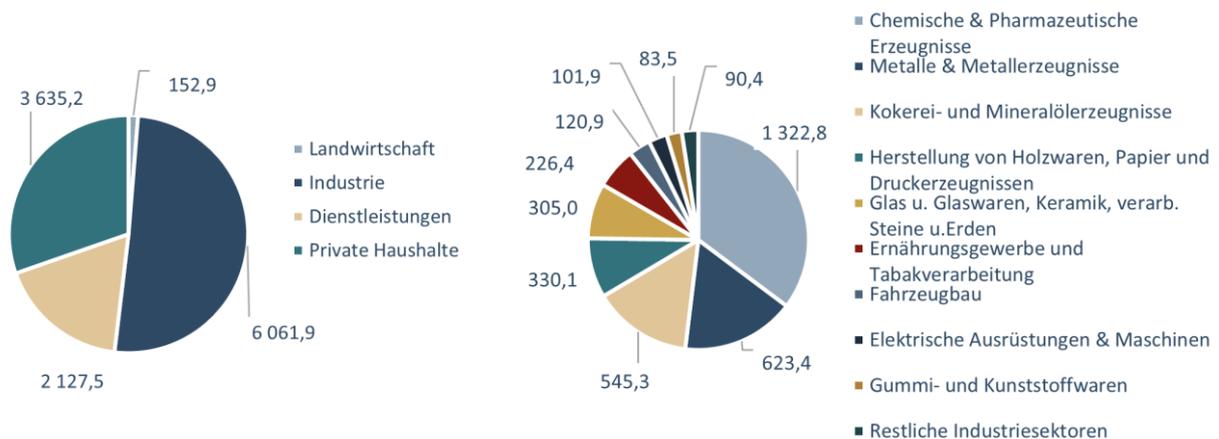
⁴ An dieser Stelle ist zu betonen, dass in Dienstleistungsbereichen wie beispielsweise dem Gesundheits- und Sozialwesen elementare Güter und Dienstleistungen angeboten werden, deren Bedeutung für die Gesellschaft deutlich über die hier beschriebenen ökonomischen Kennzahlen hinaus gehen können.

3.2 Energiebedarf nach Sektoren und Branche

Die Herausforderungen durch die Umstellung der Energieversorgung treffen besonders jene Branchen und Wirtschaftszweige, die durch einen hohen Energiebedarf auf die Bereitstellung von Erneuerbaren Energien und der zugehörigen Infrastruktur in umfangreichem Ausmaß angewiesen sind. Dementsprechend steigt die Bedeutung der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien vor Ort mit dem jeweiligen Energiebedarf. Um die Energieintensität verschiedener Branchen beurteilen zu können, werden in diesem Abschnitt Daten der umweltökonomischen Gesamtrechnung zum sektor- und branchenspezifischen Energieverbrauch herangezogen (Destatis, 2022c). Auf Basis der deutschen Klassifikation der Wirtschaftszweige (Destatis, 2008) zeigt Abbildung 3-2 eine Aufspaltung der Primärenergiebedarfe entlang einzelner Wirtschaftssektoren und Branchen.⁵

Abbildung 3-2 Primärenergieverbrauch auf Sektor und Branchenebene

Primärenergieverbrauch nach Sektoren (links) und nach Wirtschaftszweigen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes (rechts), in Petajoule (PJ), Jahr 2020



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Destatis (2022c)

Anmerkung: Die Kategorie „Restliche Industriesektoren“ enthält die Abteilungen des Verarbeitenden Gewerbes mit einem Primärenergieverbrauch von unter 50PJ.

Im Gegensatz zu den im vorigen Abschnitt (vgl. Abbildung 3-1) angeführten makroökonomischen Indikatoren, welche die Relevanz des Dienstleistungssektors innerhalb der deutschen Wirtschaft hervorgehoben haben, zeigt sich in Bezug auf den abgebildeten Primärenergieverbrauch in Abbildung 3-2 der hohe Energiebedarf des Industriesektors.⁶ Mit einem Verbrauch von insgesamt 6100 PJ machte dieser im Jahr 2020 in etwa die Hälfte des gesamtdeutschen Energieverbrauchs aus, inklusive des Energiesektors und damit anfallender Umwandlungsverluste.⁷ Unter den restlichen Sektoren weisen die privaten Haushalte den höchsten Energieverbrauch auf. Wobei hier zu berücksichtigen ist, dass diese neben der Beleuchtung ihrer Wohnungen und dem Betrieb elektrischer Geräte insbesondere Energie zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwenden (Frondelet et al., 2022). Ähnliches gilt für viele Branchen im Bereich Handel, Gewerbe und Dienstleistungen

⁵ Dabei ist zu beachten, dass durch die Umstellung auf Erneuerbare Energien der Bedarf an Primärenergie in den jeweiligen Branchen grundsätzlich sinken wird, da die elektrische Energie aus erneuerbaren Energien faktisch effizienter in Prozessen genutzt werden kann als es beim bisherigen Einsatz von fossilen Energieträgern auf Grund von Umwandlungsverlusten der Fall ist. Demnach werden sich die Primärenergiebedarfe vor allem in jenen Branchen anpassen, in denen bisher ein geringer Elektrifizierungsgrad zu beobachten ist. Zudem sind weitere Anpassungen im Rahmen von weiteren Energieeffizienzmaßnahmen zu erwarten, deren Möglichkeiten sich ebenso zwischen einzelnen Wirtschaftszweigen und Prozessen unterscheiden.

⁶ Die anfallenden Umwandlungsverluste und der Eigenverbrauch im Rahmen der Erzeugung und Umwandlung werden dem Energiesektor zugewiesen und demnach nicht den Endverbrauchern in anderen Sektoren zugerechnet.

⁷ Der Umrechnungsfaktor von PJ zu GWh beträgt 277,7. Ein Verbrauch von 6100PJ entspricht somit 1.693.970 GWh bzw. 1.693,97 TWh.

(SCI4climate.NRW, 2023). Der Dienstleistungssektor macht insgesamt 18 Prozent des Primärenergieverbrauchs aus. Die geringsten Anteile mit unter 2 Prozent entfallen auf den Landwirtschaftssektor.

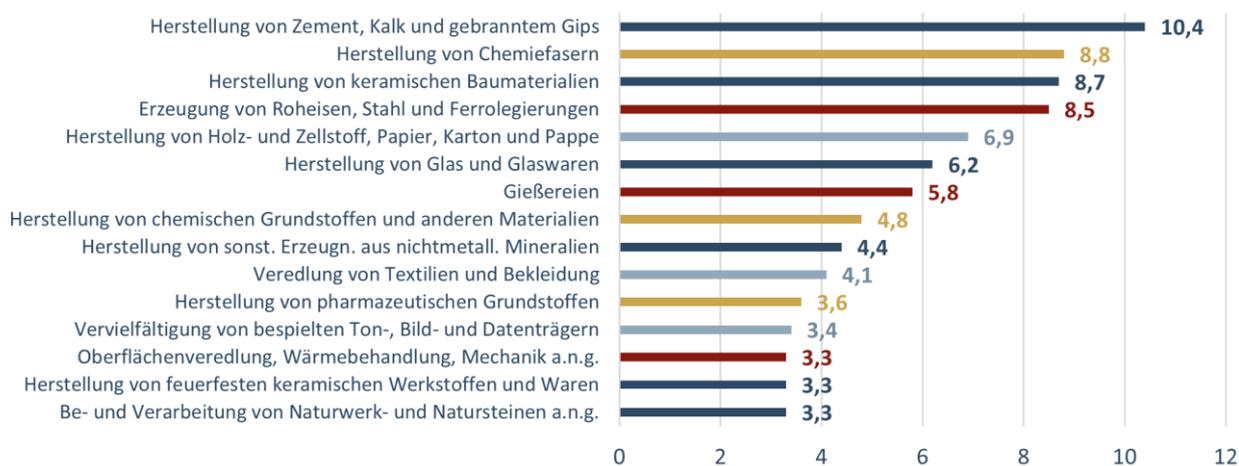
Mit Blick auf einzelne Subsektoren entfallen im Dienstleistungssektor 45,3 Prozent des Energieverbrauchs auf die Branche Verkehr und Lagerei. Innerhalb des Industriesektors zeichnet sich das Verarbeitende Gewerbe mit knapp 61,9 Prozent für den Großteils des Energiebedarfs verantwortlich. Insgesamt beläuft sich der Energiebedarf des Verarbeitenden Gewerbes auf 3750 PJ und liegt damit über dem Bedarf aller anderen Sektoren, selbst über dem Verbrauch der privaten Haushalte mit 3635 PJ. Auch der Energiesektor weist mit 32,2 Prozent des industriellen Bedarfs und insgesamt 1952 PJ deutlich geringere Anteile auf.

Eine genauere Betrachtung der Energiebedarfe des Verarbeitenden Gewerbes zeigt vor allem die Energieintensität der Grundstoffbranchen (vgl. Abbildung 3-3). Allein auf die energieintensiven Branchen der chemischen Industrie (inkl. Pharmaindustrie) sowie der Metallherzeugung- und -verarbeitung entfällt mit einem gemeinsamen Primärenergieverbrauch von 1946 PJ in etwa die Hälfte des gesamten Energiebedarfs im Verarbeitenden Gewerbe. Darauf folgen die Bedarfe der Kokereien und Mineralölverarbeitung.⁸ Weitere hohe Energiebedarfe sind vor allem in den Grundstoffbranchen der Papierindustrie sowie der Glasindustrie als auch weiterer Verarbeitung von Steinen und Erden zu erkennen. Aber auch in der Lebensmittelindustrie und dem Fahrzeugbau bestehen signifikante Bedarfe.

Noch deutlicher zeigt sich der hohe Energiebedarf einzelner Grundstoffbranchen allerdings in der Energieintensität einzelner Wirtschaftszweige. Diese wird dabei als Anteil des Energieverbrauchs am Bruttowertschöpfungswert gemessen. In Anlehnung an die EU-Energiesteuerrichtlinie können dabei Unternehmen als energieintensiv angesehen werden, wenn deren Energiekosten mindestens 3 Prozent des Produktionswerts betragen (Rat der Europäischen Union, 2003). Abbildung 3-3 zeigt die 15 Wirtschaftszweige innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes mit der höchsten Energieintensität in Deutschland. Diese sind auf der dritten Ebene der deutschen Klassifikation der Wirtschaftszweige (Destatis, 2008) abgebildet.⁹

Abbildung 3-3: Top 15 energieintensivste Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe

Branchen mit den höchsten Anteilen des Energieverbrauchs an der Bruttowertschöpfung, in Prozent, Jahr 2020



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Destatis (2022a)

Anmerkung: a.n.g. = anderweitig nicht genannt

⁸ In diesen Branchen ist allerdings im Zuge der sektorübergreifenden Energiewende ein deutlicher Rückgang zu erwarten. Durch beispielsweise die Erzeugung und Verteilung von synthetischen Kraftstoffen mithilfe Erneuerbarer Energien könnten Unternehmen in diesem Bereich allerdings auch zukünftig hohe Energiebedarfe aufweisen (SCI4climate.NRW, 2023).

⁹ Diese dritte Ebene beinhaltet die Aufspaltung der Klassifikation der Wirtschaftszweige auf insgesamt 272 Gruppen (Destatis (2008)).

Der in Abbildung 3-3 aufgeführte Vergleich zeigt, dass unter den energieintensivsten Wirtschaftszweigen vor allem drei Branchen vertreten sind. Diese umfassen die Erzeugung von Glas und Verarbeitung von Steinen und Erden (Mineralien, dunkelblau), die Erzeugung und Verarbeitung von Metallen (rot) und die Erzeugung chemischer Erzeugnisse (inkl. pharmazeutische Erzeugnisse, gold). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei dem Vergleich der absoluten jährlichen Energiekosten nach Wirtschaftszweigen.¹⁰ Auch dort entfallen mehr als die Hälfte der 15 Wirtschaftszweige mit den höchsten Energiekosten auf die chemische Industrie, die Metallindustrie und die Verarbeitung von Mineralien. Dadurch zeigt sich hier deutlich die große Herausforderung für die energieintensive Grundstoffindustrie im Rahmen der geplanten Energiewende.

Unter den besonders energieintensiven Wirtschaftszweigen ist dabei unter anderem die Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips hervorzuheben. Diese weist den höchsten Anteil des Energieverbrauchs am Bruttoproduktionswert von 10,4 Prozent auf und fällt zudem auch mit 575 Millionen Euro im Jahr 2020 unter die 15 Wirtschaftszweige mit den absolut höchsten Energiekosten. Die Herstellung chemischer Grundstoffe birgt mit insgesamt 4427 Millionen Euro mit Abstand die höchsten Energiekosten und zeichnet sich ebenfalls durch eine hohe Energieintensität aus. Innerhalb der Metallindustrie fällt besonders die Erzeugung von Roh-eisen, Stahl und Ferrolegierungen durch eine hohe Energieintensität und die zweithöchsten Energiekosten (2509 Millionen Euro) im Verarbeitenden Gewerbe auf. Daneben finden sich aber auch in weiteren Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes energieintensive Wirtschaftszweige, die vor großen Herausforderungen stehen. Beispielsweise in der Papierindustrie, da die Herstellung von Holz und Zellstoffen, Papier, Karton und Pappe sowohl im Ranking der Wirtschaftszweige nach Energieintensität als auch nach den absoluten Energiekosten auf Platz 5 steht. Weitere nennenswerte energieintensive Wirtschaftszweige finden sich in der Lebensmittelindustrie und dem Fahrzeugbau, vereinzelt aber auch im Maschinenbau und der Textilindustrie.

3.3 Bedeutung verschiedener Branchen für die Energiewende

Neben der besonderen Herausforderung durch die Energiewende aufgrund hoher Energiebedarfe sind einige zentrale Branchen und Geschäftsfelder von besonderer Relevanz für die geplante Transformation. Denn um die Umstellung auf der Nachfrageseite zu ermöglichen, gilt es auch das Angebot an zentralen neuen Technologien und Anwendungen bereitzustellen. Für diese Zwecke werden häufig Materialien und Anlagen und einzelne Komponenten importiert. Allerdings spielen dabei auch regionale Unternehmen bei Planung, Fertigung, Installation und Betrieb eine elementare Rolle. Ebenso gilt es die ökonomischen Potenziale zu heben, die sich aus dem Umstieg und den damit verbundenen umfangreichen Bedarf an Anlagen zur Erzeugung als auch Nutzung Erneuerbarer Energien ergeben. Dies ergibt sich auch aus dem geplanten „Net Zero Industry Act“ der EU, der hohe Anteile europäischer Produktionen an den benötigten Energiewendetechnologien, wie Windenergieanlagen, Batterien oder Wärmepumpen vorsieht. Dadurch sollen ökonomische Potenziale gehoben, aber auch hohe Abhängigkeiten bei der Versorgung mit zentralen Technologien vermieden werden.

Zur Identifizierung zentraler Technologien und Geschäftsfelder im Rahmen der Transformation bietet die im vergangenen Jahr eingeführte EU-Taxonomie eine entsprechende Grundlage. Mithilfe der Taxonomie definiert die EU spezifische Wirtschaftsaktivitäten, die direkt oder indirekt die Umsetzung der geplanten ökologischen Transformation ermöglichen. Dabei wird innerhalb der Taxonomie zwischen einzelnen Bereichen und Sektoren unterschieden, denen jeweils verschiedene taxonomiefähige Aktivitäten zugewiesen werden, beispielsweise der Energieversorgung aber auch dem Transportsektor, der Produktion von Gütern oder den Informations- und Kommunikationsdiensten. Diesen Aktivitäten sind im Rahmen der Taxonomie jeweils

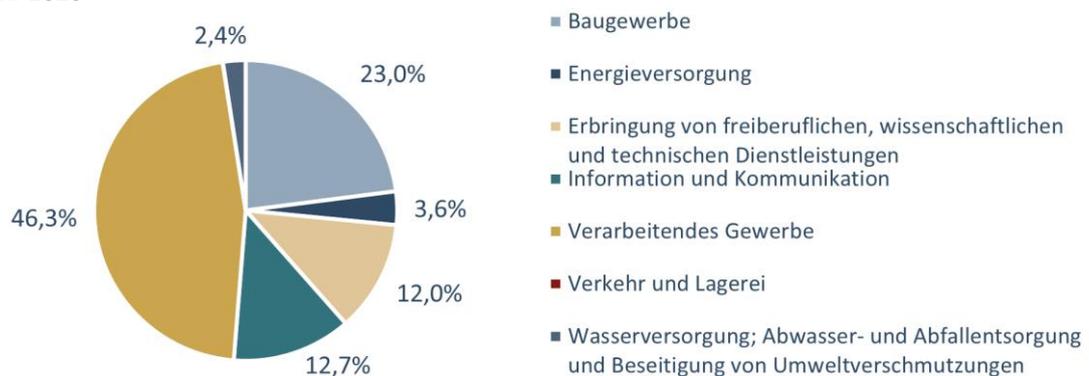
¹⁰ Eine Abbildung der Top 15 energieintensivsten Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes in absoluten Zahlen findet sich in Abbildung B - 1 (Anhang).

betroffene Wirtschaftszweige zugeordnet (Europäische Kommission, 2023). Daher bietet diese ein Hilfsmittel, um gezielt „grüne“ Wirtschaftszweige, die im Zuge der Transformation eine relevante Rolle einnehmen auszuweisen.¹¹

Insgesamt beinhaltet die Taxonomie 94 Aktivitäten, denen jeweils entsprechende Wirtschaftszweige zugeordnet werden (Europäische Kommission, 2023). Monsef & Wendland (2022) haben darunter 34 Aktivitäten identifiziert, die sich direkt oder indirekt auf die Umstellung auf Erneuerbare Energien beziehen. Die Analyse jener Wirtschaftszweige, die diesen Aktivitäten zugeordnet werden, ermöglicht demnach eine Einordnung, welche Branchen eine besondere Relevanz für die Umstellung der Energieversorgung haben werden.

Abbildung 3-4: Aufteilung der Beschäftigten in taxonomiefähigen Aktivitäten

Anteile an den Gesamtbeschäftigten in taxonomiefähigen Aktivitäten mit Bezug zu Erneuerbaren Energien, in Prozent, Jahr 2020



Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BA (2021) und Europäische Kommission (2023)

Diese taxonomie relevanten Aktivitäten mit Bezug auf Erneuerbare Energien umfassen eine Vielzahl an Wirtschaftszweigen in unterschiedlichen Sektoren. Dies beinhaltet die Energie- und Wasserversorgung als auch den Bausektor, das Verarbeitende Gewerbe oder Unternehmen in der IT-Branche. Abbildung 3-4 zeigt die Aufteilung auf einzelne Wirtschaftssektoren der betrachteten taxonomie relevanten Aktivitäten nach Anzahl der Beschäftigten. Dies gibt einen Überblick, in welchen Branchen und Sektoren signifikante Anteile der hierigen Beschäftigten direkt zur Umsetzung der Energiewende beitragen und dementsprechend auch besonders davon betroffen sind. Ebenso dient die Anzahl der Beschäftigten als Indikator um die Größe der gelisteten Branchen und die sich daraus jeweils ergebende ökonomische Bedeutung quantifizieren und vergleichen zu können. Im Energiesektor sind mit nur 3,6 Prozent der betroffenen Beschäftigten relativ geringe Anteile zu verzeichnen. Ähnliches gilt für die Wasserversorgung sowie für Transport und Logistik. Deutlich größere Anteile entfallen auf die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), das Baugewerbe als auch weitere wissenschaftliche und technische Dienstleistungen. Letzteres beinhaltet beispielsweise Ingenieurs- und Architekturbüros als auch weitere technische Untersuchungen. Die Bauwirtschaft spielt über den notwendigen Netzausbau, aber auch die flächendeckende Versorgung mit Glasfaser und die Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur für die Transformation und Modernisierung eine wichtige Rolle (Bosch/Hüttenhoff, 2022b). Den größten Anteil macht allerdings das Verarbeitende Gewerbe mit 46,3 Prozent der betroffenen Beschäftigten aus. Dies zeigt eindeutig die zentrale Rolle der Branchen und Fachkräfte im Verarbeitenden Gewerbe, um die geplante Energiewende umsetzen zu können.

Abbildung 3-5 beinhaltet eine genauere Aufteilung der Beschäftigtenanteile der betrachteten taxonomiefähigen Wirtschaftszweige innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes. Dabei zeigt sich, dass mehrere

¹¹ Eine detaillierte Auflistung der taxonomiefähigen Wirtschaftszweige mit Bezug zu Erneuerbaren Energien befindet sich im Anhang (Tabelle A - 1)

energieintensive Grundstoffbranchen, wie die Herstellung von Glas und Verarbeitung von Steinen und Erden oder die Herstellung von Metallerzeugnissen und Kunststoffwaren, aufgrund der Bereitstellung elementarer Materialien für neue Technologien von der Taxonomie erfasst werden. Auch wird die Erzeugung von Industriegasen innerhalb der chemischen Industrie mit abgebildet. Diese umfasst bisher vergleichsweise wenig Beschäftigte, bildet aufgrund der perspektivisch deutlich steigenden Erzeugung von Wasserstoff aber ebenfalls eines der zentralen Tätigkeitsfelder für die Energiewende. Der Maschinenbau macht insgesamt die größten Beschäftigungsanteile innerhalb der taxonomiefähigen Wirtschaftszweige aus. Ebenso entfallen umfangreiche Anteile auf die Herstellung elektrischer Ausrüstungen. Diese Branchen beinhalten die Fertigung zentraler Technologien für die Energiewende, beispielsweise die Produktion von Batterien und Akkumulatoren, deren wachsende Bedeutung im Zuge der geplanten Transformation zu erwarten ist.

Abbildung 3-5: Aufteilung der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe

Beschäftigtenzahlen in den taxonomiefähigen Aktivitäten mit Bezug zur Energieversorgung, in Tausend Personen, Jahr 2020



Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf Destatis (2022b) und Europäische Kommission (2023)

3.4 Standortspezifische Einflussfaktoren

Die Analyse der branchenspezifischen Energiebedarfe als auch der Bedeutung einzelner Wirtschaftszweige für die deutsche Volkswirtschaft im Allgemeinen und die anstehende Transformation im Besonderen heben die Bedeutung vieler Wirtschaftszweige für das Gelingen einer erfolgreichen Energiewende hervor. Besonders das Verarbeitende Gewerbe ist dabei aufgrund überproportionaler Anteile in Bezug auf diese Aspekte sowie seine ökonomische Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft stark betroffen.

Neben der Energieintensität und der Bereitstellung zentraler Energiewende-Technologien sind allerdings weitere Charakteristiken zu berücksichtigen, die im folgenden Abschnitt benannt werden. Diese sind notwendig, um das Ausmaß der Herausforderung der im Rahmen der Transformation an bestehenden Standorten zu identifizieren. Gerade mit dem Blick auf veränderte Standortbedingungen aufgrund der perspektivischen Nutzung Erneuerbarer Energien ergeben sich weitere Aspekte, die entscheidend dafür sind, wie stark einzelne Branchen sowie deren Geschäftsmodelle von der geplanten Energiewende betroffen und auf eine ausreichende Versorgung mit klimaneutraler Energie an den bestehenden Standorten angewiesen sind.¹²

3.4.1 Umstellung der Energieversorgung

In Abschnitt 3.2 waren bereits deutliche Unterschiede zwischen den Energiebedarfen einzelner Branchen und Wirtschaftszweige zu erkennen, die mit unterschiedlich hohen Herausforderungen im Rahmen der Umstellung der Energieversorgung einhergehen. Allerdings sind zur Bestimmung der spezifischen

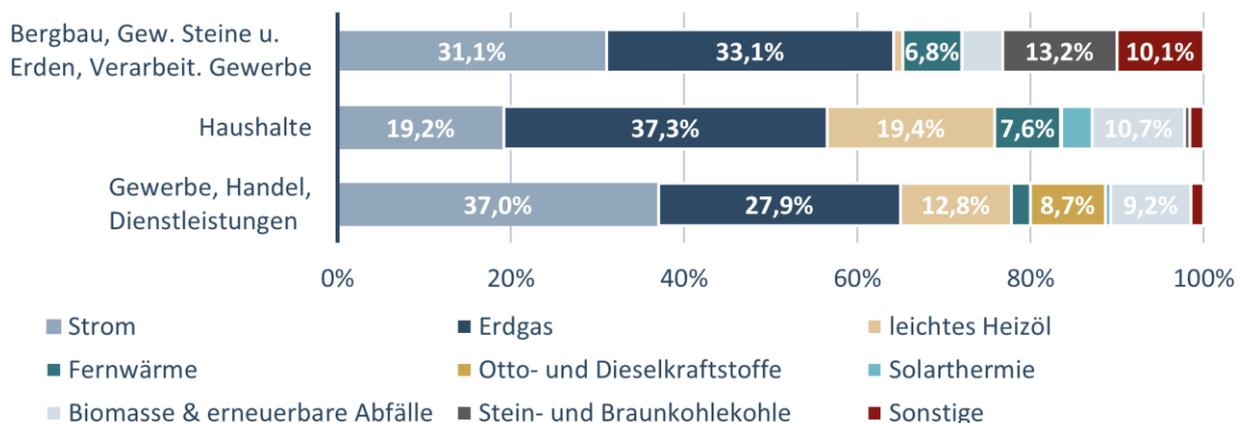
¹² Zusätzlich werden konkrete branchenspezifische Anwendungsmöglichkeiten in Form von Infoboxen dargestellt.

Herausforderungen weitere Aspekte relevant, beispielsweise welche technischen Möglichkeiten bestehen, die bestehenden Geschäftsmodelle an die Versorgung mit Erneuerbaren Energien anzupassen und welche Umstellungen damit verbunden sind. Dies beinhaltet auch die Frage, welche Energieträger und inwieweit Anschlüsse an neue oder bestehende Leitungsinfrastrukturen benötigt werden. Ebenso stellt sich die Frage, inwieweit eigene Prozesse, Strukturen oder gar Geschäftsmodelle angepasst werden müssen. Wohingegen in anderen Fällen die Anpassung größtenteils außerhalb des eigenen Betriebs stattfindet, beispielsweise durch den Bezug von Strom oder Fernwärme, die extern im Energiesektor erzeugt wird und die klimaneutrale Energieversorgung des Unternehmens sicherstellt. Daher unterscheidet sich die Herausforderung einzelner Branchen im Rahmen der Umstellung neben dem Ausmaß der benötigten Energie auch in den sehr heterogenen Anpassungsbedarfen zur Nutzung und Anwendung klimafreundlich erzeugter Energie.

Für viele Branchen und Wirtschaftsbereiche fokussiert sich die Umstellung auf Erneuerbare Energien vor allem auf die Strom- und die Wärmeversorgung sowie die Mobilität. Der Bedarf an Wärme bezieht sich, analog zu den privaten Haushalten, oft ausschließlich auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, beispielsweise in vielen kleineren und mittleren Betrieben im Handels- oder Dienstleistungsbereich, während in der Industrie vielfach der Energieeinsatz für Prozesswärme genutzt wird (SCI4climate.NRW, 2023; Frondel et al., 2022). Insgesamt entfielen bei den privaten Haushalten als auch im Bereich Handel, Gewerbe, Dienstleistungen im Jahr 2020 jeweils 98 Prozent des Endenergieverbrauchs auf Treibstoffe für den Straßenverkehr, Bereitstellung von Raumwärme (Erdgas, leichtes Heizöl, biogene Abfälle, Solarthermie, Fernwärme) und den Bezug von Strom (vgl. Abbildung 3-6). In der Industrie liegt dieser Anteil bei 77 Prozent (AG Energiebilanzen e.V., 2022). Zudem wird unter anderem Erdgas für eine Reihe an Fertigungs- und Verarbeitungsprozessen genutzt. Daher zeigen sich hier zusätzliche Herausforderungen der Transformation.

Abbildung 3-6: Verbrauch nach Energieträgern auf Sektorebene

Energieverbrauch nach Energieträgern, in Prozent, Jahr 2020



Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf AG Energiebilanzen e.V., 2022

Stromversorgung

Eine klimaneutrale Stromversorgung kann über das öffentliche Stromnetz erfolgen. Der Anteil Erneuerbarer Energien lag in 2022 bei mittlerweile 46,2 Prozent (AGEE, 2023). Dies setzt den ausreichenden Ausbau von Erzeugungs-, Speicher- und Leitungskapazitäten als auch Netzanbindungen an den jeweiligen Standorten voraus. Dabei sind die Unternehmen darauf angewiesen, dass die Umstellung im Energiesektor umfassend erfolgt, denn es kann beim eigenen Verbrauch nur ein Grünstromanteil entsprechend des Durchschnitts in der

allgemeinen Stromversorgung erreicht werden.¹³ Alternativ können über direkte Lieferverträge, zunehmend über Langzeitverträge (Power Purchase Agreements, PPA), gezielt Strommengen von Betreibern Erneuerbarer Energien bezogen werden. Zudem sind Möglichkeiten zur Eigenversorgung gegeben, beispielsweise durch die Installation von Photovoltaik (PV)-Anlagen. In beiden Fällen steigt die Herausforderung oftmals mit dem Ausmaß des benötigten Energiebedarfs (vgl. Abschnitt 3.2). Hingegen ist es im Falle kleinerer Energiebedarfe schwieriger sich über bilaterale Verträge wie PPAs gezielt mit grünem Strom zu versorgen, beispielsweise durch die für Anbieter nicht attraktive geringe Abnahmemenge oder hohe Anforderungen an die Kreditwürdigkeit der Abnehmer. Hier besteht im Zweifel die Herausforderung einzelne Bedarfe zu akkumulieren, um im Verbund Versorgungsverträge abschließen zu können. Ebenso stellt sich die Frage, ob die angebotenen PPAs die Lastprofile, den zeitlichen Verlauf des tatsächlichen Strombedarfs, darstellen können. Die Eigenerzeugung ist zudem stark von den regionalen Gegebenheiten, wie die Windhöffigkeit oder die Sonneneinstrahlung vor Ort abhängig und geht mit umfangreichen Investitionen einher.

Rechenzentren

Ein Beispiel für ein zukunftssträchtiges Geschäftsfeld im Rahmen der Digitalisierung und einem entsprechend steigenden Strombedarf sind digitale Infrastrukturen, wie beispielsweise Rechenzentren. Für das Jahr 2020 werden die direkten weltweiten Treibhausgas (THG)-Emissionen für IKT aufgrund des hohen Energiebedarfs auf 700-2000 Mt CO_{2e} geschätzt (Bitkom e.V., 2020). Da die Energieversorgung von Rechenzentren fast ausschließlich auf elektrischem Strom basiert, wird ein klimaneutraler Betrieb in erster Linie über die Bereitstellung von Strom aus Erneuerbaren Energien erreicht. Rechenzentren können im Rahmen der Umstellung der deutschen Stromversorgung aber auch zur Netzstabilität beitragen. Über die Nutzung der Notstromaggregate und USV-Batterien kann die Rechenlast zeitlich verschoben und so auf die fluktuierende Einspeisung von Solar- und Windenergie eingegangen werden. Neue Pilotprojekte testen auch die Möglichkeit eines verbundenen Betriebs von Rechenzentren innerhalb einzelner Windkraftanlagen. Dadurch kann der dort erzeugte Strom direkt genutzt und eine Abschaltung dieser Anlagen, im Falle einer hohen Belastung des Stromnetzes, vermieden werden, da überschüssiger Strom nicht ins Netz gespeist, sondern vor Ort verbraucht werden kann (Hintemann et al., 2020).

Wärmeversorgung

Insgesamt wird die Wärmeversorgung zukünftig mit einem deutlich höheren Strombedarf einhergehen, primär getrieben durch die Anwendung von Wärmepumpen (SCI4climate.NRW, 2023). Dabei besteht die Möglichkeit von einer direkten Nutzung von Wärmepumpen in Gebäuden. Weitere Möglichkeiten für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bestehen in der Nutzung von Solarthermie und Biomasse, beispielsweise Holzpellets. Für kleinere Unternehmen und Haushalte bietet sich zudem eine Anbindung an Nah- oder Fernwärmenetze an, die unter anderem über dezentrale Wärmepumpen oder industrielle Abwärme gespeist werden können (IN4climate.NRW, 2022b). Allerdings fehlt dazu bisher die ausreichende Verfügbarkeit dieser Alternative und es bedarf vielerorts noch eines umfassenden Ausbaus der notwendigen Infrastrukturen. Zusätzlich kann grüner Wasserstoff für die Wärmeerzeugung genutzt werden. Aufgrund der absehbar begrenzten Mengen an importiertem grünem Wasserstoff und den mit einer heimischen Erzeugung verbundenen deutlich höheren Ausbaubedürfnissen an Erneuerbaren Energien ist diese Alternative zumindest kurz- und

¹³ Solange weiterhin fossile Energieträger zur Stromerzeugung genutzt werden, kann nicht von einem hundertprozentigen Bezug von klimaneutral erzeugtem Strom über das öffentliche Netz ausgegangen werden. Die Förderung über das EEG verbietet zudem die explizite Ausweisung der klimafreundlichen Eigenschaft von EEG-geförderten Anlagen. Daher wird bei einem Bezug von Strom aus dem öffentlichen Netz von einem CO₂-Abdruck entsprechend der gesamten deutschen Stromerzeugung ausgegangen.

mittelfristig nur sehr begrenzt in der Versorgung mit Raumwärme zu sehen, vor allem da durch die Nutzung von Wärmepumpen Alternativen bestehen (SCI4climate.NRW, 2021b, 2023).

Mobilität

Ein weiterer zentraler Bereich, der Anpassungen im Energiebezug erfordert ist die Mobilität. Dies gilt sowohl im Hinblick auf den Transport von Waren als auch auf die An- und Abreise von Kunden, Partnern und Mitarbeitern. Insbesondere im Flug- und Schiffsverkehr bieten wasserstoffbasierte synthetische Kraftstoffe mittelfristige Alternativen zum Antrieb aus fossilen Energieträgern wie Kerosin und Mineralöl, welche auch die Investition in neue Bunkerungs- und Betankungsinfrastruktur erfordern (IEA, 2021). Im Schienenverkehr sind große Teile bereits elektrifiziert und können mit grünem Strom versorgt werden. Für die restlichen Streckenabschnitte gilt es zu prüfen, ob eine direkte Elektrifizierung möglich ist oder beispielsweise ein Betrieb mit Wasserstoff umsetzbar ist.

Im Bereich des Straßenverkehrs ist in den meisten Fällen von einer Elektrifizierung der Fahrzeuge auszugehen, wodurch der Strombedarf auch in diesem Sektor perspektivisch deutlich zunehmen wird (SCI4climate.NRW, 2023). Daher zeichnet sich die Umstellung vielfach sowohl durch den Austausch der Fahrzeuge als auch einen Anstieg des Stromverbrauchs und den Bedarf einer entsprechenden Ladeinfrastruktur aus. Zudem benötigt es einen entsprechenden Hochlauf der Elektromobilität, um diese Fahrzeuge in ausreichendem Ausmaß sowie zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung zu stellen. Während im Jahr 2020 rund 95 Prozent der weltweit verkauften Fahrzeuge mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet waren, erfordert die Umstellung hin zur Elektromobilität den Aufbau neuer Wertschöpfungsketten für die Herstellung von Batterien und der benötigten Ladeinfrastruktur (IEA, 2021). Hierbei stehen die Investition in die benötigte Maschinerie für die Fahrzeugproduktion, aber in einigen Fällen auch das Re-Design der bestehenden Fahrzeuge für eine Umrüstung auf die Nutzung von Brennstoffzellen im Vordergrund. Daher ergeben sich zur Umstellung in weiteren Branchen vor allem Herausforderungen im Fahrzeugbau und beim Ausbau neuer Versorgungsinfrastrukturen, beispielsweise Ladepunkten für Elektrofahrzeuge.

Tourismus

Beispielsweise der Tourismus sieht sich verschiedenen Transformationsherausforderungen in unterschiedlichen Geschäftsfeldern gegenüber: Darunter fallen Teile des Einzelhandels, der Lebensmittelindustrie, der Beherbergung und sonstiger Dienstleistungen. Insbesondere für die Transformation in der Beherbergung spielt hier der Zugang zu Erneuerbaren Energien durch die lokale Energieinfrastruktur eine wichtige Rolle. In Bezug auf die Wärmebereitstellung werden dabei Investitionen in die Gebäudeinfrastruktur, wie ein Wechsel von Gasheizungen zu Wärmepumpen und dem Bezug von Strom aus Erneuerbaren Energien, benötigt (WTTC, 2021, S. 39). In einzelnen Fällen kann für die Übergangsphase auch die Beimischung von grünem Wasserstoff in Gasheizungen sinnvoll sein. Da ein Großteil der Emissionen des Tourismussektors auf die verwendeten Transportmittel anfällt, wird auch hier ein Wechsel der genutzten Energieträger relevant. Potentiale bestehen hier beispielsweise für den Schwerlast- und maritimen Schiffsverkehr sowie die Luftfahrt in Form von Brennstoffzellen auf Wasserstoffbasis, aber auch in deren weiterverarbeiteten Derivaten wie synthetischen Kraftstoffen (Wolf/Zander, 2023).

Industrielle Prozesse

Generell bietet die Elektrifizierung des Industriesektors ein hohes Potential für die Emissionsreduktion, wobei je Branche und Produktionsprozess unterschiedliche Herausforderungen in der Transformation bestehen. So können Dampferzeugung und Wärmebereitstellung in vielen Fällen elektrifiziert werden. Beispielsweise ist dadurch in der chemischen Industrie von einem deutlichen Anstieg des bisher bereits hohen Strombedarfs auszugehen (Dechema/FutureCamp, 2019). Aufgrund hoher Strombedarfe, insbesondere aber auch der besonderen Herausforderungen in der Wärmeversorgung und weiteren Prozessanpassungen, gehen die Herausforderungen der Transformation im Falle vieler industrieller Prozesse über die zuvor genannten Anpassungen hinaus. Eine stärkere Nutzung von Sekundärrohstoffen kann den Energiebedarf dabei in vielen Bereichen der Industrie senken und damit die Herausforderung einer ausreichenden Versorgung mit Erneuerbaren Energien reduzieren (SCI4climate.NRW, 2023).

Einige Fertigungsprozesse im Verarbeitenden Gewerbe benötigen besonders hohe Temperaturen. In diesen Fällen ist es nicht immer möglich die Prozesse direkt zu elektrifizieren. Dabei stechen die Metallindustrie, die chemische Industrie und die Verarbeitung von Glas, Steinen und Erden mit den höchsten Bedarfen deutlich heraus, die den überwiegenden Anteil des industriellen Energiebedarfs zur Bereitstellung von Prozesstemperaturen oberhalb von 500 °C ausmachen (LANUV, 2019). Dementsprechend sind hier neben der Elektrifizierung einzelner Anlagen auch zusätzliche Bedarfe an biogenen und synthetischen Energieträgern zu verzeichnen, um diese Prozesse perspektivisch klimaneutral betreiben zu können. Unter anderem in der Zementproduktion als auch weiteren Prozessen im Bereich der Verarbeitung von Steinen und Erden werden zukünftig umfangreiche Mengen entsprechender alternativer Brennstoffe benötigt, um den bisherigen Einsatz von beispielsweise Braunkohle zu ersetzen (SCI4climate.NRW, 2023). Ebenso werden diese Stoffe in einigen Fällen als Grundstoff für verschiedene Prozesse benötigt, um fossile Feedstocks zu ersetzen. Dafür braucht es umfangreiche Mengen grünen Wasserstoffs, um beispielsweise in der Stahl- und Chemieindustrie überhaupt klimaneutrale Prozesse unter der Nutzung Erneuerbarer Energien zu ermöglichen. So müssen bei der Erzeugung von Grundstoffchemikalien fossile Energieträger wie Erdgas oder Mineralölprodukte durch biogene oder synthetische Alternativen, vor allem Wasserstoff, ersetzt werden, beispielsweise zur Produktion von Ammoniak und die anschließende Herstellung von Stickstoffdünger (Wolf/Möckel, 2020). In der Stahlproduktion wird Wasserstoff als alternatives Reduktionsmittel bei der Herstellung von Primärstahl benötigt, um die bisher größtenteils verwendete Kokskohle zu ersetzen (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019).

Textilindustrie:

In der Textilindustrie fielen im Jahr 2018 weltweite THG-Emissionen von in etwa 2,1 Milliarden Tonnen CO_{2e} an (McKinsey/GFA, 2020). Für eine klimaneutrale Textilindustrie ist eine Energieversorgung auf Basis verschiedener Erneuerbarer Energieträger erforderlich, wobei aufgrund der hohen Energieintensität in der Produktion und Verarbeitung besonders hohe Einsparungspotenziale bestehen. Insbesondere in der Primärproduktion von Naturfasern wie beim Baumwollanbau gehen in etwa 70 Prozent der THG-Emissionen auf die Nutzung von Düngemitteln zurück, sodass hier die Versorgung mit grünem Ammoniak für dessen Produktion perspektivisch eine wichtige Rolle spielt (McKinsey/GFA, 2020). Neben der Elektrifizierung der Produktionsprozesse können hier zirkuläre Geschäftsmodelle den zusätzlichen Materialverbrauch senken, erfordern dabei jedoch auch weitere Investitionen in Reparaturstätten und die Gebäudeinfrastruktur (Sadowski et al., 2021).

Dementsprechend braucht es neben der Verfügbarkeit der entsprechenden Alternativen auch einen umfassenden Infrastrukturausbau, um die benötigten Mengen an den bestehenden Produktionsstandorten zur Verfügung stellen zu können. Zusätzlich ergibt sich gerade im Bereich der energieintensiven Grundstoffindustrie ein umfangreicher Bedarf an Investitionen in Neuanlagen und Umrüstungen, um einen klimaneutralen Betrieb zu ermöglichen (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019).

3.4.2 Standortbindung

Neben der Frage, wie umfangreich die nötige Anpassung vor Ort für den Umstieg auf Erneuerbare Energien ist, spielt es ebenso eine Rolle, wie stark das entsprechende Geschäftsmodell an bisherige Standorte gebunden ist. So kann die fehlende ausreichende Versorgung mit grüner Energie das Scheitern eines klimaneutralen Betriebs vor Ort verursachen oder Anreize zu einer Standortverlagerung setzen. Dabei spielt es eine wichtige Rolle, ob die verfügbare und bezahlbare Versorgung mit Erneuerbaren Energien im Vergleich zu anderen Standortfaktoren überwiegt und eine Verlagerung aufgrund der Charakteristiken des Geschäftsmodells überhaupt umsetzbar ist.

Anbindung und Verflechtung

Unter anderem die Nähe zu Zulieferern und Kunden als auch der Anschluss an relevante Infrastrukturen spielt eine wichtige Rolle, da neben einer Reduktion der Lieferzeit benötigter Vorleistungen für die Produktion ebenfalls Transportkosten minimiert werden können (vgl. Abschnitt 5.2.3). Die Standortanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige können dabei unterschiedlich ausfallen. Die Standortwahl kann direkt an physische Begebenheiten wie dem Rohstoffvorkommen oder der Nähe zu schiffbaren Wasserwegen bestimmt sein, wie im Falle der Kokerei, der Fischverarbeitung und der See- und Küstenfahrt. Branchen des Dienstleistungssektors entsprechen aufgrund der notwendigen Präsenz vor Ort hingegen eher der dezentralen Verteilung der Bevölkerung und sind besonders in städtischen Ballungsräumen vertreten (Dauth et al., 2015). Da aufgrund des hohen Gewichts spezifischer Bauteile Lieferungen in der Bauwirtschaft oft durch die hohen Transportkosten nur eingeschränkt möglich sind, müssen auch Großunternehmen in der Baubranche vielfach in den jeweiligen Regionen mit ihren Niederlassungen präsent sein (Bosch/Hüttenhoff, 2022a).

Während gute Transportwege und Anschlussmöglichkeiten zu einer Erhöhung der Standortunabhängigkeit einer Branche beitragen können, hat insbesondere die Entwicklung der IKT – aufbauend auf der digitalen Infrastruktur - zu dieser Erhöhung beigetragen. Auch stellen neben dem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und der sonstigen Anbindung oftmals die zur Verfügung stehenden Flächen einen wichtigen Faktor dar, der die Wahl alternativer Standorte einschränkt (Dauth et al., 2015).¹⁴ Zudem sind Verflechtungen innerhalb als auch außerhalb des eigenen Geschäftsfeldes für die Standortwahl von hoher Bedeutung. So können erstens durch geografische Branchenagglomeration zusätzliche Produktivitätseffekte realisiert werden, wenn durch die regionale Zusammenarbeit der Zugang zu Fachwissen und den notwendigen Fachkräften vereinfacht wird. Zweitens stärkt die Bildung von sogenannten Clustern, durch eine räumliche Konzentration kooperierender als auch konkurrierender Unternehmen, die Innovationskraft und Resilienz einzelner Wirtschaftsstandorte (Bertenrath et al., 2018; Dominguez Lacasa et al., 2018; Wehnert et al., 2016; SCI4climate.NRW, 2020). Im Umkehrschluss ergeben sich natürlich auch negative Effekte entlang der Wertschöpfungskette und potenzielle Sogwirkungen, wenn einzelne Unternehmen innerhalb eines Clusters oder einer ähnlichen

¹⁴ Die Transportinfrastruktur und Flächenverfügbarkeit für Unternehmen wird weitergehend auch in der Befragung des IW-Zukunftspanels mit einer hohen Relevanz für die Standortentscheidungen bewertet (vgl. Abschnitt 5.2.3)

regionalen Struktur den eigenen Standort verlagern (Dauth et al., 2015). Generell findet sich die Bildung derartiger Cluster eher im Verarbeitenden Gewerbe als im Dienstleistungssektor.

Automobilindustrie:

Am Beispiel der deutschen Automobilindustrie zeigen sich standortspezifische Synergieeffekte. Während neben der Branche selbst auch die Zulieferer über die Globalisierung in allen wichtigen Weltmärkten agieren, benötigen diese neben kompetitiven Produktionskosten auch die geografische Nähe zu den jeweiligen Automobilfabriken. Die Innovationsstärke der deutschen Zulieferer baut in weiten Teilen auf historisch gewachsene Netzwerkbeziehungen und Kooperationen mit Forschungs- und Entwicklungsstandorten auf (Schwarz-Kocher et al., 2019). Dabei ist erkennbar, dass innovative Produktionstechnologien zunächst in Produktionsstätten in räumlicher Nähe der Ausrüstungshersteller eingesetzt werden, da deren Implementierung auch von deren Know-How abhängt (Krzywdzinski, 2016). Die Hauptkunden der Zulieferwerke der Automobilindustrie liegen in Deutschland mit einer durchschnittlichen Distanz von 724 km sehr viel enger beisammen als im mittelosteuropäischen Durchschnitt von 2 655 km (Schwarz-Kocher et al., 2019).

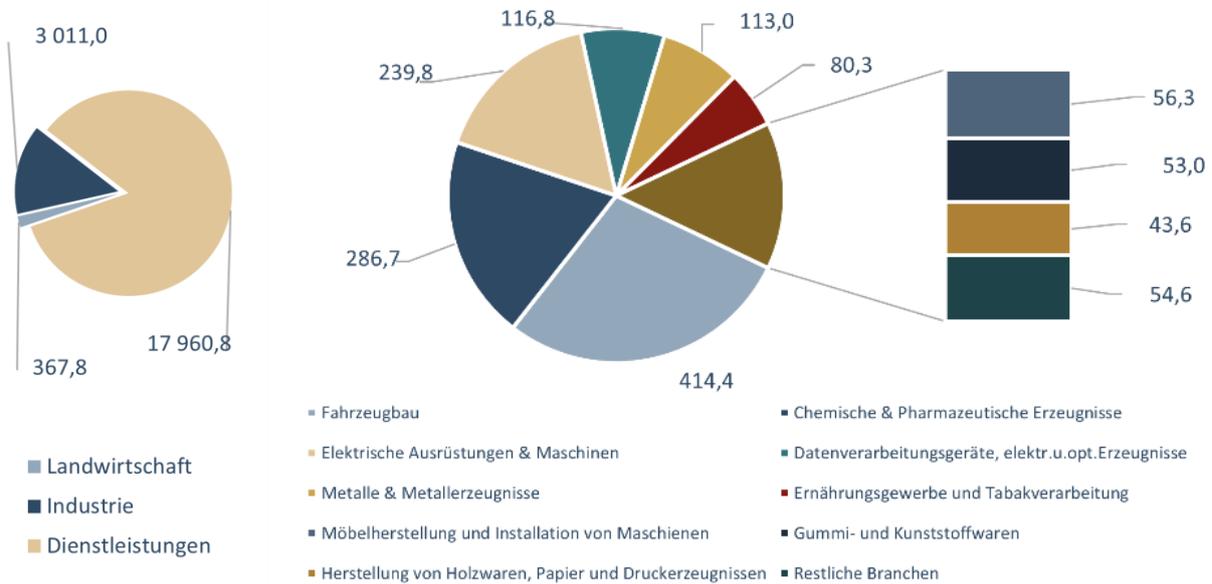
Bestehende Investments

Neben standortspezifischen Synergieeffekten ist zusätzlich davon auszugehen, dass sich die Verlagerung bei einigen Geschäftsmodellen schwer darstellen lässt. Neben der Anbindung an Partner und Kunden ist vor allem bei kapitalintensiven Branchen von umfangreichen bereits getätigten Investitionen in die bestehenden Standorte auszugehen. In einigen Fällen mag eine räumliche Verlagerung oder auch eine räumliche Aufspaltung des Unternehmens oder seiner Geschäftsstellen und Fertigungskapazitäten umsetzbar sein. Beispielsweise im Fall umfangreicher Fertigungskapazitäten mit entsprechenden Anlagen sowie angeschlossenen Verarbeitungsprozessen, wie sie in der Grundstoffindustrie anzutreffen sind, ist von einer stärkeren Bindung an bestehende Standorte auszugehen. Dafür sprechen auch die langfristigen Investitionszyklen in diesem Bereich, welche bei einigen Anlagen über 50 Jahre betragen (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019). Dementsprechend kann dies auch in energieintensiven Branchen dem Anreiz einer Verlagerung aufgrund einer höheren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien entgegenstehen. Im Falle von Investitionen in neue Kapazitäten gilt dies allerdings nur, wenn diese von der Anbindung an den bestehenden Standort zusätzlich profitieren.

Einen Indikator für die Kapitalintensität und die damit einhergehende Standortbindung bildet das Bruttoanlagevermögen. Als Aggregat setzt sich dieses aus den Bestandteilen der (Wohn-)Bauten, Ausrüstungen und sonstigen Anlagen (Nutztiere und Nutzpflanzungen sowie geistiges Eigentum) zusammen und gilt generell als Maß der Produktionskapazität (Gühler/Schmalwasser, 2020). Abbildung 3-7 zeigt das Bruttoanlagevermögen aufgeteilt nach Sektoren sowie spezifisch innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes.

Abbildung 3-7: Bruttoanlagevermögen auf Sektor und Branchenebene

Bruttoanlagevermögen nach Sektoren (links) und im Verarbeitenden Gewerbe (rechts), Wiederbeschaffungspreise in Milliarden Euro, nominal, Jahr 2020



Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf Destatis (2023a)

Anmerkung: Die Darstellung des Bruttoanlagevermögens im Verarbeitenden Gewerbe exkludiert den Beitrag der (Wohn-)Bauten.

Der Blick auf Sektorebene zeigt die größten Bestände im Dienstleistungssektor. Davon gehen 88 Prozent des Anlagevermögens auf den Wert der (Wohn-)Bauten zurück, in welchen auch Lagerhäuser sowie Fabrik-, Geschäfts- und Verwaltungsgebäude inkludiert sind. Auch in Bereichen des Industriesektors gehen große Teile des Bruttoanlagevermögens auf die installierte Infrastruktur zurück, allen voran im Bereich der Energieversorgung (346 Milliarden Euro) und der Wasserversorgung (559 Milliarden Euro) aufgrund des Beitrags von städtischen Rohrleitungs- und Kabelnetzen sowie Fernmelde- und Energieübertragungsleitungen.

Insbesondere im Verarbeitenden Gewerbe gehen hingegen nur 19 Prozent des insgesamten Bruttoanlagevermögens von 1,78 Milliarden Euro auf die Infrastruktur und den Gebäudebestand zurück, während sich der restliche Beitrag auf die Ausrüstung (darunter auch Maschinerie, IKT und Werkzeuge) sowie sonstige Anlagen (Nutztiere und Nutzpflanzungen sowie geistiges Eigentum) verteilt. In Abbildung 3-7 (rechts) wird das Anlagevermögen des Verarbeitenden Gewerbes abzüglich des Wertbeitrags der (Wohn-)Bauten dargestellt. Dabei bilden die Branchen des Fahrzeugbaus, der chemischen Industrie und des Maschinenbaus den Großteil des Kapitalstocks ab. Der Anteil des Bruttoanlagevermögens ohne Bauten bildet im Fahrzeugbau (545 Milliarden Euro) und der chemischen Industrie (286 Milliarden Euro) rund 90 Prozent des Anlagevermögens dieser Branchen ab. Auch im Maschinenbau, welcher insbesondere für die Umsetzung der Energiewende eine zentrale Rolle einnimmt, macht das Anlagevermögen ohne den Anteil der Bauten mit 239,8 Milliarden Euro in etwa 80 Prozent des gesamten Anlagevermögens aus.

Die unterschiedliche Verteilung der jeweiligen Anlagentypen in den Sektoren lässt sich auch vor dem Hintergrund der Mobilität des Geschäftsmodells interpretieren. So erscheint eine höhere Flexibilität bei der Verlagerung der Geschäftsstelle bei Dienstleistungssektoren, deren Anlagevermögen zum großen Teil aus Geschäfts- und Verwaltungsgebäuden besteht, naheliegender als die Verlagerung des Produktionsstandorts bei einem hohen Bestand komplexer Maschinerie, wie sie insbesondere im Verarbeitenden Gewerbe besteht. Denn im Unterschied zu Gebäuden kann im Falle der Anlagen eine Nutzung durch Akteure aus anderen Geschäftsfeldern vielfach ausgeschlossen werden. Dennoch gibt es viele weitere Aspekte, neben dem Umfang des geschäftsfeldspezifischen Anlagevermögens, die berücksichtigt werden müssen, um zu beurteilen, ob eine Verlagerung des Standorts vorteilhaft oder überhaupt möglich ist.

Rechenzentren

Hinsichtlich der Mobilität des Geschäftsmodells von Rechenzentren lässt sich grundsätzlich sagen, dass Datenverarbeitung und -speicherung auch außerhalb der eigenen Landesgrenzen geschehen kann (insoweit die Netzinfrastrukturen keine Restriktionen im Datenfluss darstellen). Dennoch gibt es Gründe für den Betrieb im Inland. So bilden beispielsweise rechtliche Vorschriften hinsichtlich der Steuerverwaltung oder der Sozial- und Patientendaten Einschränkungen für die Auslagerung der Rechenzentren von Behörden und öffentlichen Einrichtungen ins Ausland (Borderstep Institut, 2014). Auch in der Privatwirtschaft entscheiden sich viele Unternehmen für den Beibehalt ihrer Rechenzentren in Betriebsnähe, insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes von sensiblen Unternehmensdaten (Borderstep Institut, 2014).

3.5 Zentrale Kriterien

Anhand ökonomischer Kennzahlen wie der branchenspezifischen Bruttowertschöpfung und Beschäftigung kann die **ökonomische Bedeutung** einzelner Branchen und Wirtschaftszweige sowohl allgemein als auch regional aufgezeigt werden. Dies ermöglicht eine Einschätzung, wie relevant die erfolgreiche Umstellung auf Erneuerbare Energien in einzelnen Branchen und Sektoren ist, um den wirtschaftlichen Erfolg und Wohlstand in Deutschland zu sichern. Die Herausforderung einzelner Unternehmen im Rahmen dieser Umstellung auf Erneuerbare Energien steigt dabei durch das Ausmaß des **branchenspezifischen Energiebedarfs**. Da die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien vor Ort für energieintensive Geschäftsmodelle höhere Ansprüche an den geplanten Ausbau von Erzeugungs-, Leitungs- und Speicherkapazitäten stellt. Zudem können spezifische Wirtschaftszweige benannt werden, die essenziell dazu beitragen die technische Umstellung der deutschen Energieversorgung durch die **Bereitstellung der benötigten Schlüsseltechnologien** zu ermöglichen.

Neben dem reinen Energiebedarf zeigt die vorliegende Analyse, dass auch weitere Faktoren der Umstellung auf Erneuerbare Energien vor Ort zwischen einzelnen Wirtschaftszweigen deutlich variieren. Diese finden sowohl in der Beschaffenheit als auch im Ausmaß unterschiedliche **Transformationsanforderungen** vor, um zur Zielerreichung Klimaneutralität in 2045 beitragen zu können. Dabei ergibt sich für die Unternehmen im Einzelfall die Fragestellung, ob die hohe Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien im Vergleich zu anderen Standortfaktoren überwiegt. Zentral dabei ist unter anderem, ob das jeweilige Geschäftsmodell von bestehenden **standortspezifischen Synergieeffekten** profitiert und so regionale Vorteile an bestehenden Standorten überwiegen, beispielsweise durch die Anbindung an Lieferanten oder bestehende regionale Verflechtungen in Form von industriellen Clustern. Ebenso spielt es eine entscheidende Rolle, inwieweit das **Geschäftsmodell die notwendige Mobilität aufweist**, um den Standort oder auch nur einzelne Teilkapazitäten des Unternehmens an Orte mit einer höheren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien zu verlegen. Dem stehen oftmals umfangreiche Investitionen an bestehenden Standorten in der Vergangenheit entgegen.

Tabelle 3-1: Zentrale Kriterien

Kriterien zur Bemessung der Betroffenheit des Geschäftsmodells einzelner Branchen im Rahmen der Energiewende

Kriterien	Ausprägung
Ökonomische Bedeutung	Anteile an Bruttowertschöpfung und Beschäftigung
Branchenspezifischer Energiebedarf	Umfang des benötigten Energiebedarfs
Bereitstellung von Schlüsseltechnologien	Taxonomiefähigkeit sowie direkter Bezug durch Fertigung, Errichtung und Betrieb Erneuerbarer Erzeugungsanlagen oder Leitungsinfrastrukturen
Transformationsanforderungen	Anpassung von Strukturen und Prozessen aufgrund der technischen Möglichkeiten der Transformation (inkl. benötigte Energieträger, Infrastrukturen, Anlagen)
Standortspezifische Synergieeffekte	Strategische Positionierung und weitere Verbundvorteile durch ansässige Kooperationspartner sowie bestehende Infrastrukturen und Anlagenkapazitäten
Mobilität des Geschäftsmodells	Ausmaß und Mobilität bestehender Kapazitäten und Anlagen sowie notwendige räumliche Nähe neuer Unternehmensteile/-standorte

Quelle: Eigene Darstellung

Die Zahlen des historischen Energieverbrauchs einzelner Branchen zeigen sehr deutlich eine große Herausforderung in vielen Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes. Das Verarbeitende Gewerbe weist zudem die größten Anteile an Bruttowertschöpfung und Beschäftigten auf innerhalb Deutschlands auf subsektoraler Ebene auf. Ebenso sind dort die größten Anteile der Erwerbstätigen beschäftigt, die für eine erfolgreiche Energiewende und die Bereitstellung der klimafreundlichen Technologien benötigt werden. Aber auch der weitere Blick auf die spezifischen Herausforderungen vor Ort an den bestehenden Niederlassungen - sowie die Alternative diese zu verlagern - weisen auf eine besondere Betroffenheit vieler oftmals energieintensiver Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes hin.

Demzufolge demonstriert die Anwendung der ergänzenden qualitativen Kriterien unter anderem die starke Betroffenheit der Metall-, Mineral- und chemischen Industrie als energieintensive Wirtschaftszweige der Grundstoffindustrie, welche ebenfalls eine hohe Bedeutung für eine Vielzahl an Wertschöpfungsketten haben. In diesen Branchen bestehen besondere Bedarfe im Rahmen der Transformation, beispielsweise durch notwendige Anschlüsse an eine Wasserstoffinfrastruktur. Aber auch die Lebensmittelindustrie ist mit einem hohen Energiebedarf und einer zentralen Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft stark von einer erfolgreichen Energiewende an den bestehenden Standorten abhängig. Zudem befinden sich im Maschinen- und Fahrzeugbau weitere energieintensive Wirtschaftszweige. Weitere hohe Energiebedarfe sind in der Produktion von Textilien und Papier zu erkennen. Dazu zeigen vor allem die Wirtschaftszweige des Maschinenbaus aber auch der Fertigung elektrischer Ausrüstung auffallend hohe Anteile an den für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende besonders relevanten Tätigkeitsfeldern auf. Ebenso entfällt ein hoher Anteil der Beschäftigten in den entsprechenden taxonomiefähigen Branchen auf die Fertigung und Bearbeitung von Metallen, Mineralien und Kunststoffen. Zudem weisen besonders die Erzeugung elektrischer Anlagen, der Fahrzeugbau sowie die chemische und Metallindustrie das höchste Bruttoanlagevermögen auf. Dies kann als Indiz für umfangreiche Investitionen in und eine starke Bindung an bestehende Standorten gedeutet werden.

3.6 Fallbeispiele

Im folgenden Abschnitt werden infolge der gewonnenen Erkenntnisse Branchen aufgeführt und vorgestellt, bei denen sowohl eindeutig eine hohe Bedeutung für eine erfolgreiche Energiewende besteht als auch große Herausforderungen im Zuge der geplanten Umstellung auf Erneuerbare Energien identifiziert werden konnten. Die Zusammensetzung der Branchen orientiert sich dabei an der Wirtschaftszweigklassifikation des Statistischen Bundesamts (Destatis, 2008) und ist in Tabelle 3-2 zusammenfassend dargestellt. Die hier im Fokus stehenden Branchen umfassen die chemische Industrie, die Mineralindustrie, die Metallindustrie und den Maschinen- und Anlagenbau. Die Branchen sind dabei als Beispiele für Wirtschaftszweige zu sehen, die in besonderem Ausmaß von der Umstellung auf Erneuerbare Energien betroffen sind und entsprechend umfangreiche Herausforderungen erwarten. Darüber hinaus besteht auch für viele weitere Branchen eine große Herausforderung im Zuge der geplanten Transformation, welche sich aus den Eigenheiten des Geschäftsmodells ergeben.

Mit Blick auf die ökonomische Bedeutung der vier Beispielbranchen zeigt sich, dass diese stark von der Umstellung auf Erneuerbare Energien betroffenen Geschäftsfelder sich zeitgleich für große Anteile an der gesamten Wertschöpfung innerhalb der deutschen Industrie verantwortlich zeichnen. So ergibt sich in Summe ein Gesamtumsatz von 754,4 Milliarden Euro. Dies entspricht 43 Prozent des Gesamtumsatzes im Verarbeitenden Gewerbe. In etwa zwei Fünftel des Umsatzes geht dabei allein auf den Maschinen- und Anlagenbau zurück. Mit 3,02 Millionen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern und 23.389 Betrieben umfassen die aufgeführten Branchen in etwa die Hälfte aller arbeitenden Personen und Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe. Darüber hinaus macht der gemeinsame Endenergieverbrauch dieser vier Branchen mit insgesamt 1602 PJ knapp 67 Prozent des Gesamtendenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe aus. Dies zeigt einerseits die hohe Abhängigkeit von einer erfolgreichen Energiewende vor Ort und andererseits die hohe Bedeutung dieser Branchen für die deutsche Wirtschaft sowie erkennbare ökonomische Chancen im Rahmen der Transformation, vor allem im Maschinen- und Anlagenbau.

Tabelle 3-2: Branchenklassifikationen nach Wirtschaftszweigzugehörigkeit

Branchenname	Wirtschaftszweig - Abteilungen	WZ 2008 Code
Chemieindustrie	Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen	20 + 21
Mineralindustrie	Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	23
Metallindustrie	Metallerzeugung und Bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	24 + 25
Maschinen- und Anlagenbau	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Maschinenbau	27 + 28

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Destatis (2008)

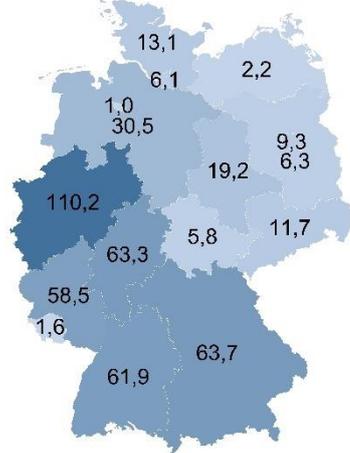
Die folgenden Steckbriefe nehmen dabei sowohl auf die ökonomische Bedeutung Bezug als auch auf die Herausforderungen der jeweiligen Branchen im Rahmen der Umstellung der Energieversorgung. Die Steckbriefe beinhalten die regionale Verteilung der jeweiligen Branchen in Deutschland sowie Ausmaß und Zusammensetzung des Energiebedarfs. Zudem werden mit Bezug auf die geplante Transformation besonders relevante Wirtschaftszweige identifiziert und weitere branchenspezifische Herausforderungen beschrieben.

Die Chemieindustrie in Zahlen

Branchengröße, Regionale Beschäftigtenverteilung und Endenergieverbrauch nach Energieträger, Jahr 2020

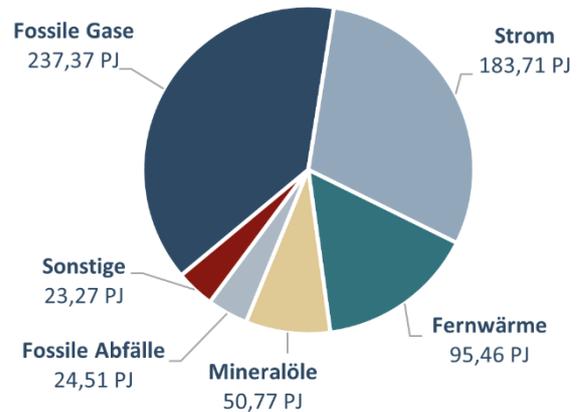
Regionale Verteilung

Erwerbstätige, gemessen in Tausend Personen



Endenergieverbrauch

Aufteilung nach Energieträgern



Geografische Verteilung der Beschäftigten

Mit einer **Gesamtbeschäftigung von 464 437 Personen** in insgesamt **2 061 Betrieben** macht die chemische Industrie 7,5 Prozent der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe aus. Davon befinden sich in etwa drei Viertel aller Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in Südwestdeutschland mit dem Hauptbeschäftigungsort NRW (23,7 Prozent aller Beschäftigten).

Gesamtumsatz: 190,58 Milliarden Euro

Endenergieverbrauch nach Energieträger

Mit einem insgesamt **Endenergieverbrauch von 615 PJ** gehen 25,8 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe auf die chemische Industrie zurück. Darüber hinaus entfallen 58,8 Prozent des gesamten Fernwärmeverbrauchs des Verarbeitenden Gewerbes, 26,9 Prozent der genutzten fossilen Gase und 24,9 Prozent des genutzten Stroms auf die chemische Industrie.

Exportquote: 62,05 Prozent

Stark betroffene Wirtschaftszweige innerhalb der chemischen Industrie

Gemessen am Anteil des Energieverbrauchs (EV) am Bruttoproduktionswert (BPW)

Wirtschaftszweig WZ 2008 Dreisteller	BPW In Mrd. €	EV In Mio. €	EV-Anteil am BPW in %
Herstellung von Chemiefasern	1.7	149.4	8,8
Herstellung von chemischen Grundstoffen	92.2	4 426.6	4,8
Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	1.7	60.9	3,6

Die Chemieindustrie steht als Branche mit dem höchsten Endenergiebedarf und als Anbieter zahlreicher Vorprodukte vor großen Transformationsherausforderungen. Insbesondere die Herstellung von Industriegasen im Bereich der Grundstoffindustrie weist mit einem Energiekostenanteil von 22 Prozent des Bruttoproduktionswerts eine hohe Energieintensität aus. Eine klimafreundliche Produktion ist zwar über die Elektrifizierung der Produktionsprozesse in vielen Fällen möglich, erfordert jedoch in Zukunft einen hohen Bedarf an grünem Strom.

Große Anteile des Strombedarfs entfallen sowohl auf die Elektrifizierung der Wärmeerzeugung (Power-to-Heat) als auch beispielsweise die Dampferzeugung, deren Strombedarf vor allem nach 2030 deutlich ansteigen wird (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; SCI4climate.NRW, 2023). Eine Studie der Dechema kam dabei zu dem Ergebnis, dass der Strombedarf der chemischen Industrie im Rahmen der Umstellung bis 2050 auf etwa 2466 PJ (685 TWh) ansteigen könnte (Dechema/FutureCamp, 2019). Dies liegt deutlich über dem jährlichen gesamtdeutschen Strombedarf der letzten Jahre. Der hohe Bedarf beinhaltet allerdings auch die Strommengen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff.

Eine Herausforderung der chemischen Industrie besteht in der Transformation derjenigen Prozesse, in denen eine direkte Elektrifizierung nicht ausreicht und synthetische Energieträger, wie Wasserstoff, als Grundstoff für Produktionsprozesse benötigt werden. Deshalb sind die Versorgung mit Wasserstoff und die Anbindung an entsprechende Infrastrukturen von zentraler Bedeutung (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; SCI4climate.NRW, 2023).

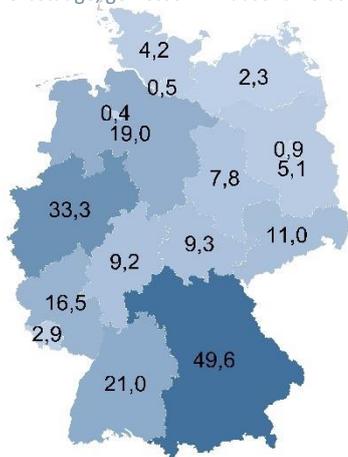
Quellen: Eigene Darstellungen, basierend auf AG Energiebilanzen e.V. (2022) und Destatis (2022a; 2022b)

Die Mineralindustrie in Zahlen

Branchengröße, Regionale Beschäftigtenverteilung und Endenergieverbrauch nach Energieträger, Jahr 2020

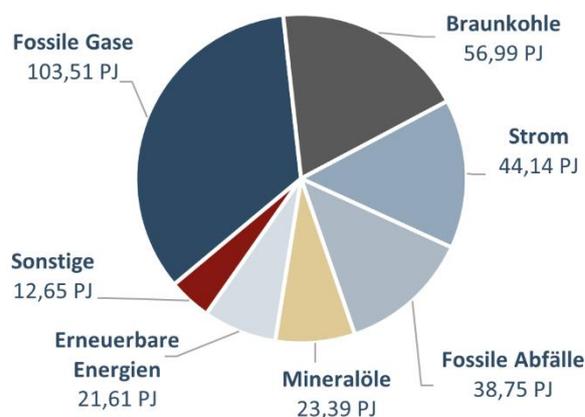
Regionale Verteilung

Erwerbstätige, gemessen in Tausend Personen



Endenergieverbrauch

Aufteilung nach Energieträgern



Geografische Verteilung der Beschäftigten

Mit einer **Gesamtbeschäftigung von 192 903 Personen** in insgesamt **3 311 Betrieben** macht die Mineralindustrie 3,1 Prozent der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe aus. Die größten Anteile entfallen auf Bayern (25,7 Prozent aller Beschäftigten), NRW (17,3 Prozent) und Baden-Württemberg (10,9 Prozent).

Endenergieverbrauch nach Energieträger

Mit einem insgesamt **Endenergieverbrauch von 301 PJ** gehen 12,64 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe auf die Mineralindustrie zurück. Darüber hinaus entfallen 74,8 Prozent der im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt genutzten Braunkohle, 54,1 Prozent der genutzten Energie aus Abfällen und 23,2 Prozent Mineralölprodukte auf die Verarbeitung von Mineralien.

Gesamtumsatz: 42,64 Milliarden Euro

Exportquote: 23,33 Prozent

Stark betroffene Wirtschaftszweige innerhalb der Mineralindustrie

Gemessen am Anteil des Energieverbrauchs (EV) am Bruttoproduktionswert (BPW)

Wirtschaftszweig WZ 2008 Dreisteller	BPW In Mrd. €	EV In Mio. €	EV-Anteil am BPW in %
Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips	5.5	575.8	10.4
Herstellung von keramischen Baumaterialien	2.8	247.3	8.7
Herstellung von Glas und Glaswaren	10.98	681.1	6.2

Innerhalb der Mineralindustrie befinden sich zahlreiche energieintensive Wirtschaftszweige, deren spezifische Produktionsprozesse - wie in etwa die Herstellung von Kalk, gebranntem Gips und Zement sowie Flachglas - Energiekostenanteile von etwa einem Zehntel des Bruttoproduktionswerts ausmachen. Aufgrund des relativ geringen Elektrifizierungsgrads der Branche sind hier umfangreiche Umstellungen zu erwarten. Ebenso wird in einigen Fällen perspektivisch der Bezug von Wasserstoff oder biogenen Brennstoffen für den Weiterbetrieb der Prozesse benötigt.

Insbesondere der Energiebedarf der Zementindustrie sticht mit einer hohen Energieintensität hervor. Dort wurde bereits über die vergangenen Jahre ein Umstieg von Braunkohle als zentraler Energieträger zu alternativen Brennstoffen vollzogen, u.a. biogenen Abfällen, wodurch der große Anteil der Abfälle in der Energieversorgung der Branche erklärt werden kann (VDZ, 2018). Die verstärkte Nutzung alternativer Brennstoffe spielt auch in der zukünftigen Entwicklung der Branchen eine zentrale Rolle (SCI4climate.NRW, 2023).

Daneben stellen prozessbedingte Emissionen besondere Transformationsherausforderungen dar, sodass aus heutiger Sicht Klimaneutralität im Zementsektor weitestgehend nur unter der Nutzung von Carbon-Capture and Storage (CCS) oder Carbon-Capture and Use - Technologien ermöglicht werden kann (SCI4climate.NRW, 2023). Infolge der Nähe der Zement- und Kalkwerke zu Abbaugebieten von Ton und Kalkstein wird somit neben der ausreichenden Versorgung mit Strom, biogenen Brennstoffen und Wasserstoff auch der Anschluss an eine weitreichende CO₂-Infrastruktur dieser Standorte notwendig (IN4climate.NRW, 2021b).

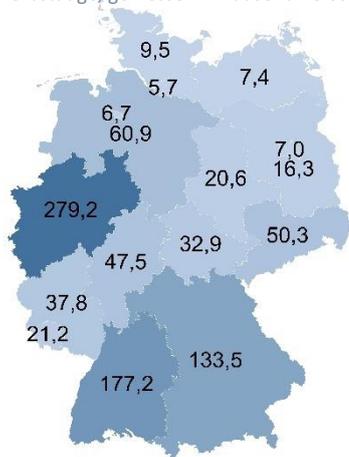
Quellen: Eigene Darstellungen, basierend auf AG Energiebilanzen e.V. (2022) und Destatis (2022a; 2022b)

Die Metallindustrie in Zahlen

Branchengröße, Regionale Beschäftigtenverteilung und Endenergieverbrauch nach Energieträger, Jahr 2020

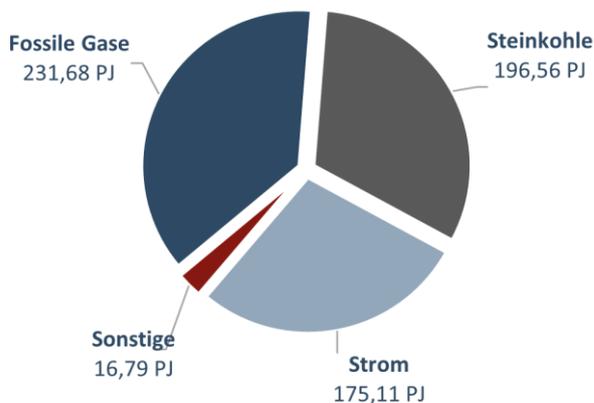
Regionale Verteilung

Erwerbstätige, gemessen in Tausend Personen



Endenergieverbrauch

Aufteilung nach Energieträgern



Geografische Verteilung der Beschäftigten

Mit einer **Gesamtbeschäftigung von 913 695 Personen** in insgesamt **9 312 Betrieben** macht die Metallindustrie 14,7 Prozent der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe aus. Die größten Anteile entfallen auf NRW (30,6 Prozent aller Beschäftigten) sowie Bayern und Baden-Württemberg (zusammen 34 Prozent).

Endenergieverbrauch nach Energieträger

Mit einem insgesamt **Endenergieverbrauch von 620 PJ** gehen 26 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe auf die Metallindustrie zurück. Weiterhin werden 82,7 Prozent der im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt genutzten Steinkohle, 26,3 Prozent der insgesamt genutzten fossilen Gase und 23,7 Prozent des insgesamt genutzten Stroms bei deren Tätigkeiten verbraucht.

Gesamtumsatz:

202,71 Milliarden Euro

Exportquote:

37,24 Prozent

Stark Betroffene Wirtschaftszweige innerhalb der Metallindustrie

Gemessen am Anteil des Energieverbrauchs (EV) am Bruttoproduktionswert (BPW)

Wirtschaftszweig WZ 2008 Dreisteller	BPW In Mrd. €	EV In Mio. €	EV-Anteil am BPW in %
Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	29.5	2 508.9	8,5
Gießereien	12.2	705.7	5,8
Oberflächenveredlung, Wärmebehandlung, Mechanik a.n.g.	21.5	709.3	3,3

In der Fertigung und Verarbeitung von Metallen unterscheiden sich die Herausforderungen im Rahmen der Umstellung der Energieversorgung zwischen den einzelnen Wirtschaftszweigen deutlich. Dabei leistet insbesondere die Stahlindustrie wichtige Vorleistungen für die inländischen Bau-, Auto- und Maschinenbaubranchen (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019, S.163).

Die Herstellung von Aluminium stellt beispielsweise einen der stromintensivsten Prozesse dar. Daher werden umfangreiche Mengen grünen Stroms benötigt als auch entsprechende Leitungsanbindungen. Ebenso können hier, wie bei einigen anderen stromintensiven Prozessen, durch flexible Fahrweisen der Anlagen Verbrauchsanpassungen infolge schwankender Stromerzeugungen von Solar- und Windenergie erfolgen.

Die energieintensive Primärproduktion von Roheisen in der Stahlproduktion hingegen, die hauptsächlich nahe der ehemaligen Kohleregionen in NRW verortet ist, erfolgt größtenteils über die Reduktion von Eisenerz unter Einsatz von Koks. Dies macht den größten Anteil des Steinkohlebedarfs der Branche aus. Während die Fertigung von Sekundärstahl mithilfe von Stahlschrott bereits über strombetriebene Elektrolichtbogenöfen möglich ist, benötigt die Erzeugung von Primärstahl zukünftig umfangreiche Mengen an Wasserstoff (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; SCI4climate.NRW, 2023). Daher benötigen diese Standorte Anschlüsse an entsprechende Infrastrukturen zur Erzeugung, Weiterleitung sowie den Import von klimaneutralem Wasserstoff.

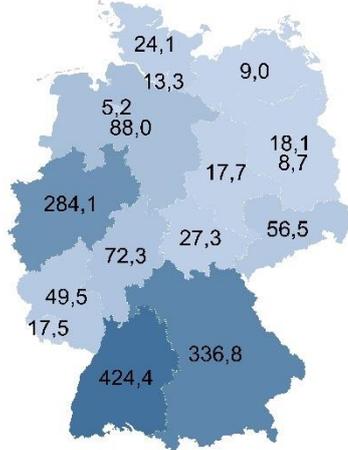
Quellen: Eigene Darstellungen, basierend auf AG Energiebilanzen e.V. (2022) und Destatis (2022a; 2022b)

Der Maschinen- und Anlagenbau in Zahlen

Branchengröße, Regionale Beschäftigtenverteilung und Endenergieverbrauch nach Energieträger, Jahr 2020

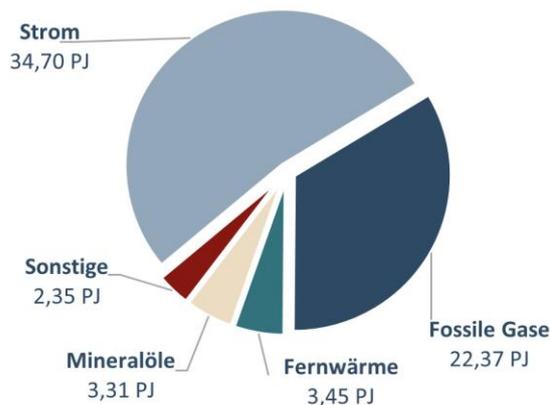
Regionale Verteilung

Erwerbstätige, gemessen in Tausend Personen



Endenergieverbrauch

Aufteilung nach Energieträgern



Geografische Verteilung der Beschäftigten

Mit einer **Gesamtbeschäftigung von 1 452 274 Personen** in insgesamt **8 696 Betrieben** macht der Maschinenbau 23,4 Prozent der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe aus. Davon konzentriert sich die Branche insbesondere in Baden-Württemberg (29,2 Prozent aller Beschäftigten), Bayern (23,2 Prozent aller Beschäftigten) und NRW (19,6 Prozent).

Endenergieverbrauch nach Energieträger

Mit einem insgesamt **Endenergieverbrauch von 66 PJ** gehen 2,8 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe auf den Maschinenbau zurück. Dieser ist mit einem Stromverbrauchsanteil von ca. 52,4 Prozent in weiten Teilen bereits elektrifiziert. Der Anteil der restlichen Energieträger am jeweiligen Gesamtverbrauch innerhalb des Verarbeitenden Gewerbe liegt dabei unter 5 Prozent.

Gesamtumsatz: 318,43 Milliarden Euro

Exportquote: 58,12 Prozent

Stark betroffene Wirtschaftszweige innerhalb des Maschinenbaus

Gemessen am Anteil des Energieverbrauchs (EV) am Bruttoproduktionswert (BPW)

Wirtschaftszweig WZ 2008 Dreisteller	BPW In Mrd. €	EV In Mio. €	EV-Anteil am BPW in %
Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	4.6	50.5	1,1
Herstellung von Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	18.99	189.9	1
Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	5.3	47.3	0,9

Durch den hohen Elektrifizierungsgrad innerhalb des Maschinenbaus spielt die Versorgung mit erneuerbar erzeugtem Strom und die dazu verfügbare Infrastruktur eine wichtige Rolle. Es bestehen aber geringere Notwendigkeiten für eine umfangreiche Elektrifizierung im Vergleich zu anderen Branchen. Allerdings wird bisher in zentralen Produktionsprozessen Erdgas zur Bereitstellung von Prozesswärme genutzt, beispielsweise für die Härtung von Zahnrädern, welche auch für der Produktion von Windanlagen benötigt werden (VDMA, 2023).

Während der Maschinen- und Anlagebau insgesamt deutlich weniger energieintensive Wirtschaftszweige aufweist als die Grundstoffindustrie, nimmt er für den Erfolg der geplanten Energiewende eine zentrale Rolle ein. In dessen Wirtschaftszweigen werden durch die Entwicklung und Herstellung von Schlüsseltechnologien die technischen Möglichkeiten für die Umstellung weiterer Branchen geschaffen. Darüber hinaus können infolge der hohen Wertschöpfungsanteile der Branche große ökonomische Potenziale gehoben werden. Bisher macht der Gesamtumsatz der Branche bereits rund 18 Prozent des Gesamtumsatzes im Verarbeitenden Gewerbe aus (Destatis, 2022a).

Beispielsweise hinsichtlich der Herstellung von Batterien gilt der Maschinen- und Anlagenbau als zukunftsweisend für die Elektromobilität und Herstellung von Energiespeichersystemen. Dabei bestehen vor allem bei der Zellproduktion von Batterien mehrere energieintensive Prozessschritte, beispielsweise bei der Formierung und Bereitstellung von konditionierten Trockenraumumgebungen (VDMA, 2020).

Quellen: Eigene Darstellungen, basierend auf AG Energiebilanzen e.V. (2022) und Destatis (2022a; 2022b)

Anmerkung: Im Endenergieverbrauch ist aufgrund fehlender Daten nur die Branche des Maschinenbaus (abzüglich WZ 28.23 und 29) dargestellt.

4 Regionale Standortvorteile

Je nach Standort bestehen in Deutschland deutliche Unterschiede bei der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien - das gilt bereits heute und auch in der Zukunft. Diese ergeben sich durch die Erzeugungspotenziale vor Ort, dem bisherigen und in den kommenden Jahren geplanten Zubau als auch den Anschlüssen an entsprechende Infrastrukturen, wie zum Beispiel dem Ausbau der Übertragungsnetze in der Stromversorgung oder zukünftige Anschlüsse an Leitungspipelines und Importinfrastrukturen für grünen Wasserstoff. Ein Ausbleiben der entsprechenden Versorgung mit Erneuerbaren Energien würde die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Standorte zukünftig gefährden. Daneben gibt es allerdings weitere relevante Faktoren, die Standortentscheidungen von Unternehmen beeinflussen und einzelnen Regionen Vor- oder Nachteile als potenzielle Unternehmensstandorte einbringen. Diese Standortfaktoren sind vielfältig und unterscheiden sich mitunter deutlich zwischen verschiedenen Branchen.

Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Standortfaktoren auf Landes- und Kreisebene innerhalb Deutschlands untersucht, um ein ganzheitliches Bild über die Standortqualität auf regionaler Ebene liefern zu können. Neben der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien werden die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte sowie die Breitbandanbindung als auch die Anbindung an Verkehrsinfrastrukturen berücksichtigt. Obwohl die Relevanz der einzelnen Standortfaktoren zwischen den Branchen variiert, beleuchtet dieser Ansatz neben der Energieversorgung diejenigen Aspekte, die für die meisten Geschäftsmodelle von erheblicher Bedeutung sind (DIHK, 2022b, 2022a; Demary et al., 2021; vgl. Abschnitt 5.2.3). Allerdings ist es von den einzelnen Branchen und Geschäftsmodellen abhängig, ob die Bedeutung des Standortfaktors Erneuerbare Energien im Vergleich zu anderen Faktoren überwiegen könnte. Die zur Quantifizierung zugrunde gelegten Kriterien auf Kreisebene sind in Tabelle 4-1 dargestellt.

Tabelle 4-1: Standortfaktoren für Unternehmen

Ausgewählte Kriterien zur Bewertung der Standortqualität auf Landkreisebene

Kriterium	Quantitativer Indikator
Erneuerbare Energien	Installierte Erzeugungskapazitäten von Solar- und Windenergie ¹⁵
Fachkräfte	Erwerbstätige in fertigungstechnischen Bau- und Ausbauberufen und regionale Verteilung deutscher Forschungsinstitute
Digitalisierung	Verfügbarkeit von Hochgeschwindigkeits- und Glasfaser-Festnetzanschlüssen für Unternehmen
Verkehrsinfrastruktur	Erreichbarkeit von Autobahnanschlüssen und Ladepunkten für Elektrofahrzeuge

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Basis dieser quantitativen Indikatoren erfolgt in diesem Abschnitt eine Bewertung der Standortqualität einzelner Regionen. Nach der Auswertung der einzelnen Kriterien auf Kreisebene erfolgt abschließend ein Vergleich potenzieller Unternehmensstandorte in Deutschland anhand eines Rankings, welches auf der Gesamtwertung der einzelnen Landkreise entlang der vier gelisteten Kriterien basiert.¹⁶

¹⁵ Die zum jetzigen Zeitpunkt absehbaren Standortunterschiede aufgrund des geplanten Anschlusses an zentrale Leitungsinfrastrukturen werden separat erläutert (vgl. S. 34f.), aber aufgrund der fehlenden Datenlage nicht im Gesamtranking berücksichtigt.

¹⁶ Dabei gehen die vier Kategorien mit gleicher Gewichtung in das Gesamtranking ein. Für eine branchenspezifische Betrachtung würde sich eine entsprechend stärkere Gewichtung einzelner Indikatoren anbieten.

4.1 Erneuerbare Energien

Die Verfügbarkeit von Erneuerbaren Energien ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen der deutschen Klimaschutzziele. Neben der Versorgung der Stromnachfrage vor Ort führen steigende Mengen Strom aus Erneuerbaren Energien zudem zu einem höheren Angebot von günstigem Strom, da deren Betriebskosten gering sind und infolgedessen auch eine senkende Wirkung auf die Börsenstrompreise entfalten. Insbesondere die regionalen Bereitstellungsmöglichkeiten von grünem Strom übersetzen sich dabei in lokale Standortvorteile, besonders für energieintensive Wirtschaftszweige (vgl. Abschnitt 3.4.1).

Insgesamt ist in den meisten Regionen von einem deutlichen Anstieg des Strombedarfs auszugehen. Dies ergibt sich aufgrund der geplanten direkten Elektrifizierung durch, beispielsweise Wärmepumpen und Elektroautos, sowie der indirekten Elektrifizierung durch die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch Strom aus Erneuerbaren Energien. Dies zeigen auch aktuelle Szenarien der vergangenen Jahre deutlich, welche die notwendige Transformation der deutschen Energieversorgung zur Erreichung der gesetzten Klimaziele modellieren. Darin wird bis zum Stichtag 2030 im Vergleich zu 2021 ein Anstieg des deutschen Strombedarfs von 14 bis 28 Prozent auf bis zu 2599 PJ respektive 722 TWh erwartet (Boston Consulting Group, 2021; dena, 2021; Prognos et al., 2021).

Die größten Anteile der Stromerzeugung werden dabei zukünftig durch Solar- und vor allem Windenergieanlagen erfolgen. Denn zukünftig wird die Windenergie, trotz volatiler Einspeisung als wichtigster Energieträger fungieren. Dies ergibt sich im Zuge der beschriebenen sektorübergreifenden Elektrifizierung: Bereits 2019 hatte die Windenergie den größten Anteil an der deutschen Stromerzeugung (BNetzA, 2023e). Auch die Windenergie auf See kann durch ein stetiges Windaufkommen verlässlicher und kontinuierlicher Strom einspeisen. Aufgrund der begrenzten Ausbaupazitäten vor den deutschen Küsten, werden die größten Anteile aber weiterhin durch Windenergieanlagen an Land erzeugt werden.

Zwar weisen Solar- als auch Windenergieanlagen schwankende Einspeisungen auf, allerdings unterscheiden sich die Erträge zwischen den Technologien und Standorten deutlich. Grundsätzlich weisen Windenergieanlagen höhere Vollaststunden auf als Solaranlagen mit vergleichbarer Nennleistung. Vollaststunden bezeichnen dabei einen vereinfachten Wert, mit dem die erzeugte Strommenge innerhalb eines Jahres durch die Multiplikation der Vollaststunden mit der Nennleistung der Anlage errechnet werden kann. Dementsprechend wird die Erzeugungskapazität bei Windenergieanlagen deutlich stärker ausgelastet als bei Photovoltaikanlagen. Zudem ist bei der Solarenergie von einer hohen Erzeugung in den Sommermonaten um die Mittagszeit auszugehen. Die Einspeisung durch Windenergieanlagen schwankt durchaus, erfolgt aber auch verstärkt in den Wintermonaten. Zudem ist in Tabelle 3-2 zu sehen, dass die Auslastung der Anlagen aufgrund der gegebenen Bedingungen je nach Standort auch innerhalb Deutschlands deutlich variieren.

Tabelle 4-2: Vollaststunden für Solar- und Windenergieanlagen in Deutschland

Ausgewählte Kriterien zur Bewertung der Standortqualität auf Landkreisebene

PV-Anlage (Standardmodul)		Windenergieanlage (2-5 MW)	
Standort	Stromerzeugung pro 1kWp (kWh/a)	Standort	Stromerzeugung pro 1 kW (kWh/a)
Deutschland Norden	935	Binnenland Deutschland	1800
Deutschland Mitte	1105	Norddeutschland	2500
Deutschland Süden	1280	Küstennähe und windreiche Standorte	3200

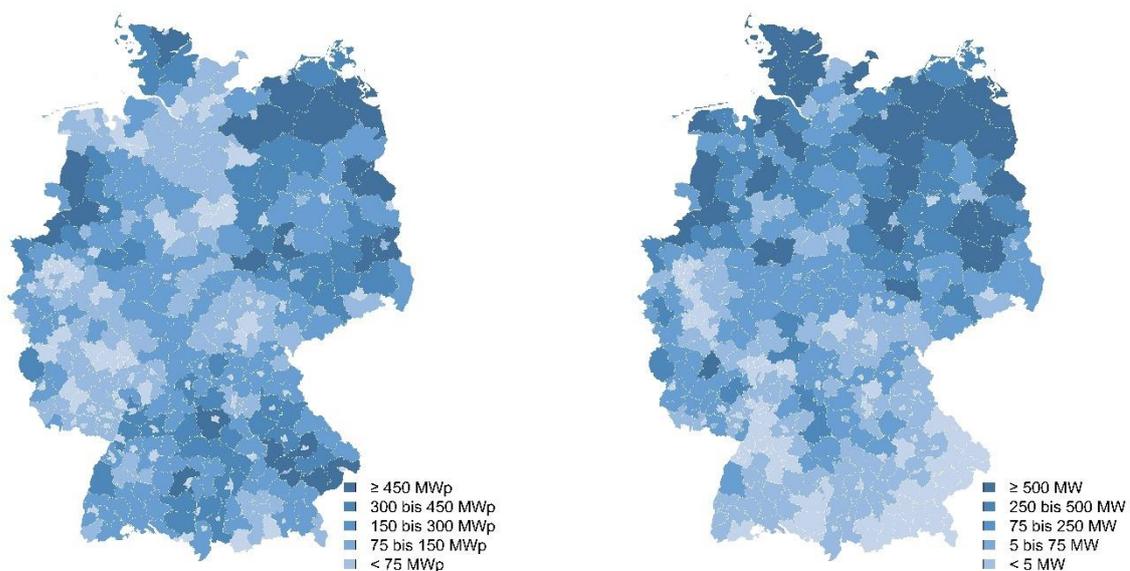
Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Fraunhofer-Institut ISE, 2021

Darüber hinaus können durch den Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze der Stromversorgung die Nachteile bezüglich des Ausbaus und der Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung adressiert werden. Dies ermöglicht beispielsweise, dass Großstädte auch durch umliegende ländlichere Gebiete auch mit Erneuerbaren Energien versorgt werden können, da dort größere Flächenpotenziale bestehen. Zudem können erzeugte Strommengen durch entsprechende Übertragungsleitung auch überregional genutzt werden. Bisher stehen diese Leitungskapazitäten nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung: Beispielsweise ergaben sich allein in 2021 Entschädigungsansprüche für abgeregelten Strom in Höhe von 807,1 Millionen Euro. Diese Strommengen konnten auch aufgrund fehlender Leitungen nicht genutzt werden. Davon entfielen knapp 95 Prozent auf Strom aus Windenergieanlagen, zum größten Teil in Norddeutschland (BNetzA, 2023b). Allerdings wird es trotzdem bundesweit einen regionalen Ausbau der Erneuerbaren Energien im Allgemeinen und der Windenergie im Besonderen benötigen, um die Versorgung mit klimaneutraler Energie sicherzustellen und die Netzbelastung zu begrenzen.

Für eine Beurteilung des regionalen Standortfaktors Erneuerbarer Energien werden in dieser Studie die bestehenden Erzeugungskapazitäten der zwei zentralen erneuerbaren Erzeugungstechnologien, der Solar- und Windenergieanlagen (an Land), auf Kreisebene ausgewertet. Die Daten entstammen dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur und ermöglichen eine regionale Einordnung des aktuellen Stands der Verfügbarkeit von Strom aus Wind- und Solaranlagen anhand der installierten Nennleistung (BNetzA, 2023c).¹⁷ Während die Daten grundsätzlich bestehende regionale Erzeugungskapazitäten widerspiegeln, sind in der Verteilung implizit auch Erzeugungspotenziale erkennbar, da gerade bei der Windenergie die rentabelsten Standorte vielfach zuerst besetzt wurden. Zudem muss bei einer vollumfänglichen Bewertung des Standortfaktors Erneuerbare Energien zukünftig auch der Anschluss an entsprechende Infrastrukturen mitgedacht

Abbildung 4-1 Indikatoren zur Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien auf Kreisebene in Deutschland

Bruttonennleistung (MWp) installierter PV-Anlagen (links), Bruttoleistung (MW) installierter Onshore-Windkraftanlagen (rechts), Stand 30.03.2023



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BNetzA (2023c)

¹⁷ Das Marktstammdatenregister bildet einen gesamtheitlichen Überblick über alle Erzeugungsanlagen des deutschen Strom- und Gasmarktes ab. Dabei werden insbesondere technische Anlagendaten inklusive Standortangaben dokumentiert, wobei Bewegungsdaten (wie beispielsweise Stromerzeugungsmengen und Lastgänge) nicht hinterlegt sind (BNetzA, 2022b).

werden. Dies beinhaltet erstens den Ausbau der zuvor beschriebenen Stromleitungen im Übertragungs- und Verteilnetz als auch den perspektivischen Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur (vgl. Exkurs I und II, S. 34f.).

Abbildung 4-1 stellt die zum Stichtag des 30.03.2023 installierte und im Betrieb befindliche Bruttonennleistung aller PV- und Windenergieanlagen in Deutschland dar. Die akkumulierte deutschlandweite Bruttoleistung aller PV-Anlagen beträgt 69,8 Gigawatt Peak (GWp) und liegt damit knapp über der Gesamtleistung der auf dem Land installierten Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 61,9 Gigawatt (GW). Insgesamt zeigt sich eine deutliche Clusterung der Windenergieanlagen in Norddeutschland (Niedersachsen, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein), deren installierte Bruttoleistung rund drei Fünftel der Gesamtleistung aller Windkraftanlagen ausmacht. Im Verhältnis zur Fläche weist hier Schleswig-Holstein mit durchschnittlich 480 KW installierter Leistung je Quadratkilometer eine der höchsten Werte auf. Gestärkt wird dieser Standortvorteil zudem durch die höheren Volllaststunden im Norden Deutschlands. Diese beschreiben die jährliche Auslastung der Erzeugungskapazitäten aufgrund des regionalen Windaufkommens (Deutsche Windguard, 2020).

Während die Verteilung der PV-Anlagen grundsätzlich dezentraler ist, bestehen insbesondere in Südwestdeutschland (Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen) hohe Kapazitäten (s. Tabelle 4-3 und Tabelle A - 2, Anhang) – insgesamt geht auf diese Bundesländer rund die Hälfte der gesamten Leistung aus PV zurück. Während es in Bayern zwar anteilig weniger Landkreise mit einer hohen installierten Leistung an PV-Anlagen gibt, ist die Leistung insgesamt mit rund 270 KWp je Quadratkilometer breiter verteilt und summiert sich so auf den höchsten Absolutwert auf Landesebene.

Weitere Kreise im Norden Deutschlands stechen ebenfalls durch hohe Erzeugungskapazitäten heraus: Insbesondere Nordfriesland und Dithmarschen weisen hohe Ausprägungen bei der Windenergie auf (vgl. Tabelle A - 3, Anhang). Dementgegen befinden sich in Ludwigslust-Parchim und Märkisch-Oderland große Potentiale für solare Stromerzeugung. Das Emsland erscheint als einzige Region in den Top 5 beider Kategorien. Zusätzlich ergeben sich in Norddeutschland Standortvorteile durch den Anschluss an die zurzeit 8,21 GW Kapazität an Windenergie auf See. Davon ließen sich im Jahr 2022 63 Prozent der installierten Leistung Niedersachsen, 23 Prozent Schleswig-Holstein und 14 Prozent Mecklenburg-Vorpommern zuordnen (Deutsche WindGuard, 2022).

Tabelle 4-3: Ranking der Kategorie Erneuerbare Energien in Deutschland: Bundesländer

Akkumulierte Bruttoleistung der PV-Anlagen in MWp (links) und Windkraftanlagen in MW (rechts), Stand 30.03.2023

Bruttoleistung aller Photovoltaikanlagen			Bruttoleistung aller Windkraftanlagen		
1	Bayern	19 134,76	1	Niedersachsen	12 156,16
2	Baden-Württemberg	8 652,03	2	Brandenburg	8 351,66
3	Nordrhein-Westfalen	7 908,21	3	Nordrhein-Westfalen	8 113,02
14	Berlin	206,85	14	Bremen	201,31
15	Hamburg	86,10	15	Hamburg	118,70
16	Bremen	69,32	16	Berlin	16,58

Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf BNetzA (2023c)

Exkurs I: Ausbaustand Stromnetzinfrastruktur

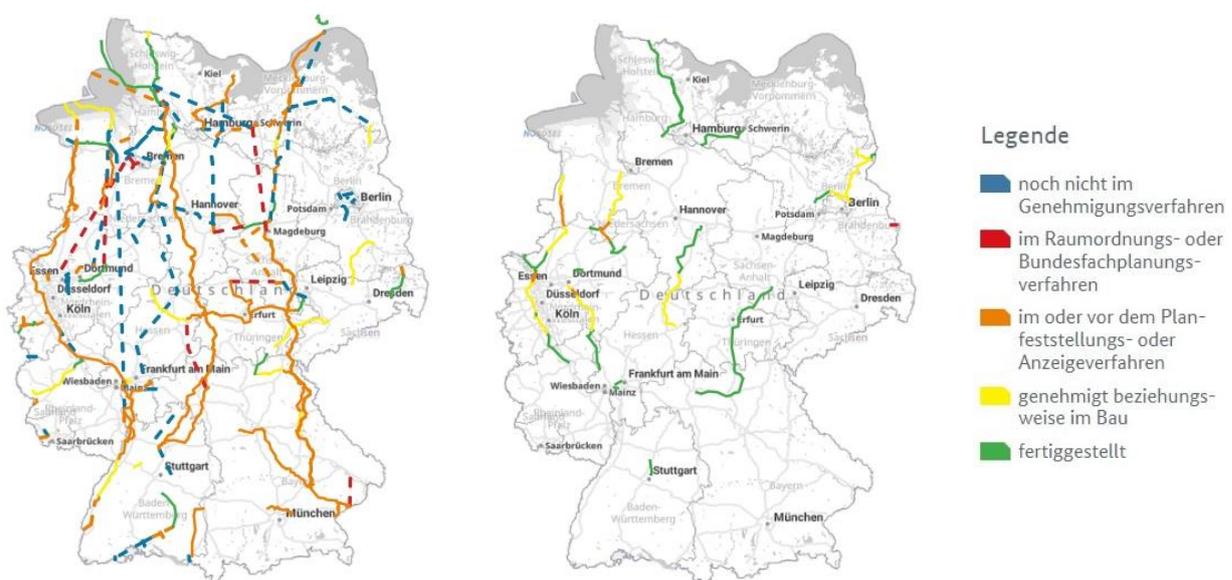
Die Übertragungsmöglichkeiten des Stroms aus Erneuerbarer Energien über die verschiedenen Landkreise und Bundeslandgrenzen hinaus zeichnen sich im Ausbauplan des Stromnetzes ab. Dieses hat somit einen direkten Einfluss auf den Standortfaktor Erneuerbare Energie.

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) ermittelt auf vierteljährlicher Basis den Planungs- und Ausbaustand des Stromnetzes – dieser wird in den Bauvorhaben des Bundesbedarfsplangesetzes (BBPIG) und dem Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) festgelegt. In Abbildung 4-2 (links) ist der derzeitige Stand (Viertes Quartal 2022) der Ausbauvorhaben aus dem BBPIG dargestellt. Von den 97 Vorhaben (insgesamt 12.233 km) sind 1.103 km fertiggestellt und 778 km genehmigt oder bereits im Bau. Mit insgesamt 10.352 km stecken rund 85 Prozent der Vorhaben noch in den verschiedenen Planungs- und Genehmigungsverfahren. Weitere 24 Ausbauprojekte mit insgesamt 1.821 km sind im EnLAG formuliert (vgl. Abbildung 4-2, rechts). Davon sind 1.356 km fertiggestellt, 329 km genehmigt und 136 km in Planungs- und Genehmigungsverfahren (BNetzA, 2023d).

Wie in Abschnitt 4.1 erläutert, ist vor dem Hintergrund des stark ausgeprägten Nord-Süd-Gefälles insbesondere ein Ausbau der Übertragungskapazität zwischen dem Norden (hohe Windenergiekapazitäten) und dem Süden (hohe Solarenergiekapazitäten) relevant. Weiterhin sitzen gerade in Süddeutschland große Stromverbraucher, deren Fabriken sich nicht ausschließlich auf Basis von Solaranlagen betreiben lassen und daher auf weitere Energie aus Windenergie angewiesen sind. Derzeit sind Windenergieanlagen auf Land und auf See die am stärksten abgeregelten Energieträger – insbesondere in Niedersachsen und Schleswig-Holstein (BNetzA, 2022b). Bundesländerübergreifende Trassen wie A-Nord, Ultranet, Südlink und Südostlink stehen für das maßgeblich auf mangelnden Übertragungskapazitäten beruhende Verteilungsproblem im Mittelpunkt – werden jedoch laut aktuellen Planungen erst frühestens ab 2027 betriebsreif (BNetzA, 2023d). Die Überschüsse an Erneuerbaren Energien im Norden können somit oft nicht andernorts genutzt werden und stärken daher bislang nur die Standortattraktivität der nördlicheren Landkreise. Der Netzausbau bildet somit eine industriepolitische Notwendigkeit: Wird dieser nicht vorangetrieben, bleiben innerdeutsche Standortdiskrepanzen zulasten des Südens bestehen.

Abbildung 4-2: Stand des Stromnetzausbaus in Deutschland

Ausbaupläne- und Stand im EnLAG (links) und BBPIG (rechts), Jahr 2022 (Viertes Quartal)



Quelle: BNetzA (2023d)

Exkurs II: Zukunftsvision Wasserstoffinfrastruktur

Die Bereitstellung von Wasserstoff spielt eine wichtige Rolle zum Erreichen der Klimaneutralität für die von der Transformation stark betroffenen Branchen (vgl. Abschnitt 3.6). Die Fernnetzbetreiber Gas (FNB Gas) haben für die perspektivisch steigende Nachfrage an Wasserstoff bereits im Netzentwicklungsplan 2020 erste Vorschläge für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur vorgelegt. Diese orientiert sich insbesondere entlang den umfangreichen Bedarfen einiger Branchen der Grundstoffindustrie, welche auf Wasserstoff angewiesen sind, sowie an den potenziellen inländischen Erzeugungsschwerpunkten in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen (FNB Gas, 2021a).

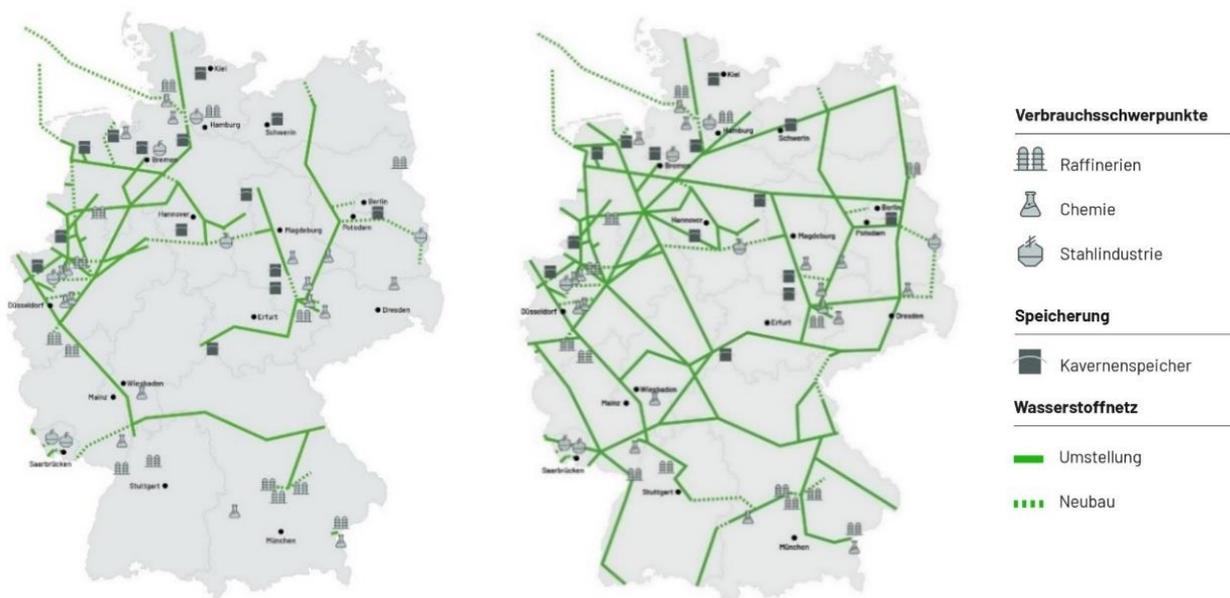
Das auf 2030 angelegte Wasserstoffnetz in Abbildung 4-3 (links) verläuft entlang der geografischen Verteilung der Stahl- und Chemiebranche sowie Raffinerien. Erste Ausbauten des „H2-Startnetzes“ sollen dabei in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen beginnen. Neben weiteren Anschlüssen (z.B. an Kavernenspeicher und regionalen Verteilnetzen in Ballungsräumen) sind ebenfalls Anschlüsse in Regionen mit hohem Aufkommen Erneuerbarer Energien zur Wasserstoffherzeugung vorgesehen (FNB Gas, 2021b).

Das auf weiteren Szenarioberechnungen bis 2050 basierende „H2-Netz 2050“ (s. Abbildung 4-3, rechts) berücksichtigt einen perspektivisch höheren Einsatz von Wasserstoff in der Industrie und steigende Wasserstoffimporte (vgl. Abschnitt 3.4.1). Die Gesamtlänge der Leitungen beträgt 13.300km, wobei in etwa 11.000km auf bestehenden Gasleitungen basieren. Das Netz soll eine Energiemenge von bis zu 504 TWh (Heizwert) bereitstellen können – mit Investitionskosten von insgesamt rund 18 Milliarden Euro bis 2050 (exklusive der Kosten für die Umstellung der Speicherinfrastruktur, Offshore-Leitungen und weiterer Kosten) (FNB Gas, 2021c).

Bei einer Umsetzung der von der FNB Gas vorgeschlagenen Pläne sind weitere Effekte auf den Standortfaktor Erneuerbare Energie absehbar. Die zahlreichen Anschlusspunkte im Norden und Westen sprechen dabei für eine perspektivische Stärkung dieser Regionen. Hier werden durch die Ausrichtung nach Industrieclustern bereits bestehende Industrieniederlassungen gestärkt.

Abbildung 4-3: Planungsvorschläge zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland

Erste Planungen bis 2030: H2 – Netz 2030 (links) und Erweiterungen bis 2050: H2-Netz 2050 (rechts)



Quelle: FNB Gas (2021b; 2021c)

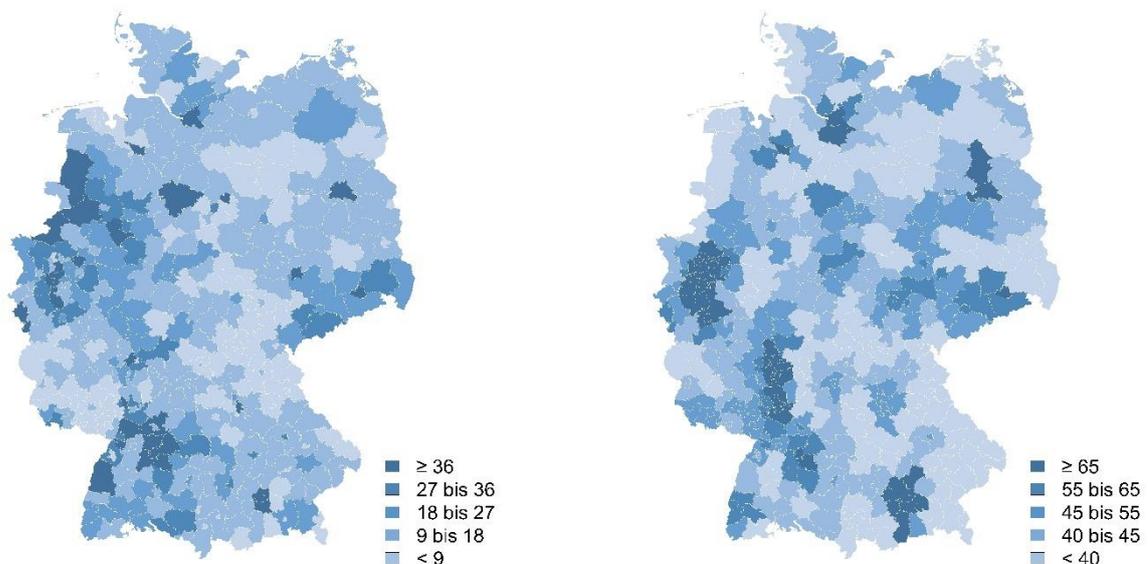
4.2 Fachkräfte

Während die Fachkräftesicherung branchenübergreifend einen hohen Stellenwert für Unternehmen einnimmt, bestehen derzeit in zahlreichen Berufen – insbesondere in der Bauwirtschaft – hohe Fachkräfteengpässe (DIHK, 2022a; Demary et al., 2021). Dabei unterscheiden sich neben dem generell hohen Fachkräftebedarf in vielen Wirtschaftszweigen die relevanten Qualifikationen zwischen einzelnen Branchen deutlich. Dementsprechend ist mit Bezug auf die zurzeit angesiedelten Fachkräfte auch keine branchenübergreifende Bewertung möglich. Aufgrund des Studienschwerpunktes werden im Folgenden Beschäftigte in Berufen mit besonderer Relevanz für die Umsetzung der Energiewende als Indikator für die regionale Verfügbarkeit von Fachkräften genutzt. Dies beinhaltet fertigungstechnische, sowie Bau- und Ausbauberufe, welche ebenfalls in den in Abschnitt 3.6 identifizierten stark von der Transformation betroffenen Branchen benötigt werden: Eine Befragung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA) zeigt, dass sich im Jahr 2018 über 60 Prozent der befragten Erwerbstätigen, die nach eigener Aussage im Bereich der Erneuerbaren Energien tätig sind in fertigungstechnischen sowie Bau- und Ausbauberufen befinden. An der Gesamtzahl der Beschäftigten beträgt dieser Anteil nur 15 Prozent (BIBB/BAuA, 2018; Monsef/Wendland, 2022).

Neben der derzeitigen Fachkräfteverfügbarkeit bietet das zukünftige regionale Fachkräfteangebot als auch die Möglichkeiten der Aus- und Weiterbildung eine zentrale Rolle. Daher ist die vorhandene Bildungsinfrastruktur und die Anbindung an fachlich relevante Forschungseinrichtungen ein weiterer Indikator für die Standortqualität einzelner Regionen und bietet zudem die Möglichkeit zu Kooperationen im Bereich Forschung und Entwicklung. Dementsprechend wird als zweiter Indikator die Anzahl der Forschungseinrichtungen auf Kreisebene einbezogen (DFG, 2023). Dabei werden Ausstrahlungseffekte der Bildungsinfrastruktur eines Landkreises auf die angrenzenden Landkreise berücksichtigt, welche aus der geografischen Distanz der

Abbildung 4-4: Indikatoren zur Verfügbarkeit von Fachkräften auf Kreisebene in Deutschland

Erwerbstätige in fertigungstechnischen sowie Bau- und Ausbauberufen, in Tausend Personen, Jahr 2022 (links) und regionale Verteilung deutscher Forschungseinrichtungen, Indexwerte zwischen 0 und 100, Jahr 2023 (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, basierend auf BA (2022) und DFG (2023)

Landkreismittelpunkte untereinander berechnet wurden. Personen, die zwischen Landkreisen für Ihre Ausbildung oder zukünftige Arbeit pendeln, werden somit indirekt miteinbezogen.¹⁸

Abbildung 4-4 (links) zeigt die regionale Verteilung der Fachkräfte in fertigungstechnischen Bau- und Ausbauberufen. Von diesen sind im Jahr 2022 insgesamt 7,1 Millionen Personen in Deutschland beschäftigt (BA, 2021). Davon befinden sich rund die Hälfte in Nordrhein-Westfalen (19 Prozent), Bayern (18,6 Prozent) und Baden-Württemberg (16,1 Prozent). Insbesondere Berlin liegt mit rund 250 Tausend Fachkräften deutlich vor den restlichen Regionen, gefolgt von Hamburg und München (vgl. Tabelle A - 4 und Tabelle A - 5, Anhang). Die Verteilung der Fachkräfte in den jeweiligen Bundesländern korreliert dabei grundsätzlich stark mit der Verteilung der dort angesiedelten Unternehmen und Wirtschaftszweige – insbesondere der Verteilung der Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sowie der Chemie- und Metallindustrie (vgl. Kapitel 3.6).

Die Verteilung der Forschungseinrichtungen im Jahr 2023 ist in Abbildung 4-4 (rechts) dargestellt.¹⁹ Dabei weist Nordrhein-Westfalen mit insgesamt 247 Forschungseinrichtungen (18,4 Prozent aller Einrichtungen) den größten Anteil auf, gefolgt von Baden-Württemberg und Berlin (vgl. Tabelle 4-4). Mit insgesamt 152 Forschungseinrichtungen sticht die Hauptstadt Berlin stark hervor, vor allem im Kontrast zu der sonstigen Verteilung der Forschungseinrichtungen im Osten Deutschlands. In Nordrhein-Westfalen fällt eine ausgeprägte Bildungsinfrastruktur ins Auge, welche auf die hohe Anzahl an Forschungseinrichtungen unter anderem in Köln und Bonn zurückzuführen ist. Diese strahlt auch auf umliegende Regionen aus. Auch hinsichtlich der in Abschnitt 3.4.2 besprochenen Synergieeffekte, welche sich infolge der geografischen Nähe von Unternehmen zu Forschungsstandorten ergeben können, ist die Clusterung von Forschungsinstituten und Unternehmen in Nordrhein-Westfalen hervorzuheben. Weitere Forschungscluster sind im Süden zu erkennen, insbesondere in den Regionen um München und Frankfurt. Insgesamt zeigt sich ein Gefälle in Deutschland mit einer tendenziell höheren Fachkräfteverfügbarkeit in den alten Bundesländern gegenüber einigen Regionen in Ostdeutschland.

Tabelle 4-4: Ranking der Kategorie Fachkräfte in Deutschland: Bundesländer

Erwerbstätige in fertigungstechnischen sowie Bau- und Ausbauberufen, in Tausend Personen, Jahr 2022 (links) und absolute Anzahl an Forschungsinstituten, Jahr 2023 (rechts)

Beschäftigte in fertigungstechnischen-, Bau- und Ausbauberufen in Tausend Personen			Anzahl an Forschungseinrichtungen		
1	Nordrhein-Westfalen	1 350,08	1	Nordrhein-Westfalen	247
2	Bayern	1 322,73	2	Baden-Württemberg	164
3	Baden-Württemberg	1 143,79	3	Berlin	152
14	Mecklenburg-Vorpommern	119,30	14	Schleswig-Holstein	30
15	Saarland	84,22	15	Mecklenburg-Vorpommern	26
16	Bremen	69,36	16	Saarland	19

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BA (2022) und DFG (2023)

¹⁸ Der Index ist auf eine Minimalausprägung von 0 und eine Maximalausprägung von 100 normiert. Diese erfolgt analog zur in Abschnitt 3.5 beschriebenen Methodik über die Standardisierung der Daten und anschließenden Wahl von Ober- und Untergrenzen.

¹⁹ Aufgrund des Fokus auf Fachkräfte für die Energiewende werden nur zentrale Bildungseinrichtungen (Universitäten und Fachhochschulen) und Forschungseinrichtungen mit einem fachlichen Bezug zur Transformation berücksichtigt. Dazu zählen Agrar-, Ingenieurs-, Rechts-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften sowie Forschungsinstitute der Mathematik und Naturwissenschaften.

4.3 Digitalisierung

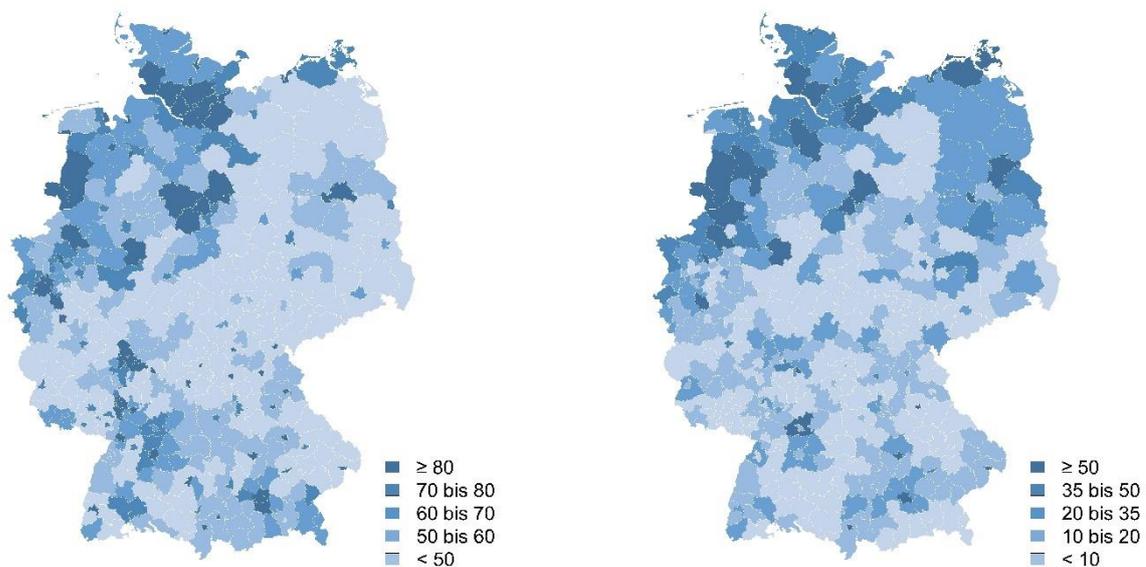
Der Ausbau der IKT spielt im sektor- und branchenübergreifenden Megatrend Digitalisierung eine wichtige Rolle. Der Anschluss an eine zukunftsfähige Breitbandinfrastruktur birgt dabei direkte Vorteile für verschiedene Geschäftsmodelle und bildet weiterhin eine Grundlage für die geplante Energiewende. Dies gilt beispielsweise für einen effizienten Energieverbrauch und die Anpassungen von Stromerzeugung- und Verbrauch. Zudem ist die Digitalisierung im Bereich der nachhaltigen Ressourcennutzung von großer Bedeutung (Neligan et al., 2021).

Die Nutzung maschinengenerierter Daten eröffnet darüber hinaus bessere Monitoring-, Evaluierungs- und Governanceprozesse durch steigende Transparenz und Nachverfolgbarkeit und bildet die Basis für die Automatisierung von Prozessen (Engels, 2022). Weiterhin bildet Digitalisierung ebenso die Basisinfrastruktur für die Wertschöpfung zahlreicher Wirtschaftszweige der industriellen Produktion (Borderstep Institut, 2014). Im IW-Zukunftspanel (Winter 2020) messen rund zwei Drittel der insgesamt rund 1.100 befragten Unternehmen der Digitalisierung einen großen Stellenwert zu (Demary et al., 2021). Dabei ist die Digitalisierung eine Voraussetzung, um Prozesse vor Ort anzupassen, beispielsweise zur energetischen Optimierung der Produktion oder der Laststeuerung der Energienachfrage zur besseren Integration volatiler Einspeisung aus Erneuerbaren Energien (Bitkom e.V., 2020). Somit werden auch in Zukunft mehr „smarte“ Technologien für eine automatisierte Steuerung erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen, Speicher und Transportnetze benötigt.

Im Zuge dessen spielt die digitale Infrastruktur auch für die Standortentscheidungen von Unternehmen eine wichtige Rolle (IW Consult, 2023). Das Fundament einer erfolgreichen Digitalisierung besteht dabei aus der Qualität der digitalen Infrastruktur. Grundsätzlich sind immer mehr Geschäftsmodelle neben der Verfügbarkeit von mobilem Internet auf eine leistungsstarke Breitbandverbindungen angewiesen: Während dies teilweise direkt aus den Geschäftsmodellen folgt (E-Commerce, Streaming, Rechenzentren, etc.), können in vielen Fällen auch Geschäftsmodelle mit einem indirekten Bezug (z.B. Lieferlogistik, prädikative Wartung, etc.) gestärkt werden.

Abbildung 4-5: Indikatoren zur digitalen Infrastruktur auf Kreisebene in Deutschland

Anteil der Breitbandverfügbarkeit mit Geschwindigkeiten von mindestens 1000 Mbit/s für Unternehmen, in Prozent, Jahr 2022 (links) und Anteil der Unternehmen mit Glasfaseranschluss, in Prozent, Jahr 2022 (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BNetzA (2022a)

Um den derzeitigen Stand der Breitbandverfügbarkeit für Unternehmen zu messen, werden Daten zur Breitbandverfügbarkeit für Unternehmen mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1.000 Mbit/s und Glasfaseranschlüssen (FTTB/H) aus dem Breitbandatlas der Bundesnetzagentur aus dem Jahr 2022 herangezogen (BNetzA, 2022a). Um die Zukunftsfähigkeit der digitalen Infrastruktur zu beurteilen, ist die Glasfasertechnologie ausschlaggebend, da diese die rasant wachsenden Netzanforderungen der Zukunft bedienen kann.

Der Anteil der Unternehmen mit einer Breitbandverfügbarkeit von mindestens 1.000 Mbit/s im Jahr 2022 ist in Abbildung 4-5 (links) auf Kreisebene dargestellt. Dabei fällt bei der bestehenden Leistung des Breitbandnetzes grundsätzlich ein Gefälle zwischen den alten und neuen Bundesländern auf. Die Schlusslichter bilden auf Bundeslandebene Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen (vgl. Tabelle 4-5 und Tabelle A - 6, Anhang). Hingegen verzeichnen die Stadtstaaten Hamburg (98,2 Prozent) und Berlin (96,8 Prozent) die höchsten Anschlussraten. Insbesondere für Berlin ist dabei die hohe Leistungsfähigkeit des Breitbandnetzes von Bedeutung, da die Stadt als Start-up Hochburg im KI-Bereich andernfalls kaum im internationalen Gründungswettbewerb mithalten könnte (Büchel/Röhl, 2023). Auch auf der Kreisebene werden die höchsten Ausprägungen seitens der Breitbandausstattung von kreisfreien Städten erreicht, angeführt von Ingolstadt, Frankfurt am Main und Stuttgart (vgl. Tabelle A - 7, Anhang). Diese Beobachtung kann auch in Teilen damit erklärt werden, dass es sich für viele Telekommunikationsanbieter eher lohnt in Städten das Netz auszubauen, da dort mehr Kunden erreicht werden. Auch empirisch zeigt sich, dass die Verfügbarkeit von schnellem Internet in gering besiedelten Regionstypen sowohl für Haushalte als auch Unternehmen geringer ist (Büchel/Engels, 2023).

Abbildung 4-5 (rechts) zeigt den Anteil der Unternehmen auf Kreisebene, die im Jahr 2022 über einen Glasfaseranschluss im Gebäude verfügen. Dabei weisen nur 29 Landkreise Werte oberhalb von 50 Prozent auf – beim Breitbandanschluss sind es hingegen 260 Landkreise. In zahlreichen Landkreisen bestehen nur geringe prozentuale Anteile der Unternehmen mit Glasfaseranschlüssen. Grundsätzlich ist ein Nord-Süd-Gefälle beim Glasfaseranschluss erkennbar. Unter den Bundesländern liegt der niedrigste Anteil der Unternehmen mit Glasfaseranschluss in Thüringen, gefolgt vom Saarland und Rheinland-Pfalz (vgl. Tabelle 4-5). Die höchsten Anteile auf Kreisebene haben dabei Ingolstadt, Dithmarschen und das Herzogtum Lauenburg (vgl. Tabelle A - 7, Anhang). Insgesamt verfügen in Deutschland im Jahr 2022 nur rund ein Fünftel der insgesamt 3,56 Millionen Unternehmen über einen Glasfaseranschluss (BNetzA, 2022a). Damit nimmt Deutschland im Vergleich zu den restlichen EU-Mitgliedsstaaten den vorletzten Platz ein (Europäische Kommission, 2022).

Tabelle 4-5: Ranking der Kategorie Digitalisierung in Deutschland: Bundesländer

Anteil der Breitbandverfügbarkeit mit Geschwindigkeiten von mindestens 1.000 Mbit/s für Unternehmen, in Prozent, Jahr 2022 (links) und Anteil der Unternehmen mit Glasfaseranschluss, in Prozent, Jahr 2022 (rechts)

Festnetzverfügbarkeit mit einer Geschwindigkeit > 1.000 Mbit/s			Anteil Unternehmen mit Glasfaseranschluss der Gebäude		
1	Hamburg	98,22	1	Hamburg	46,63
2	Berlin	96,78	2	Schleswig-Holstein	44,62
3	Schleswig-Holstein	81,17	3	Mecklenburg-Vorpommern	32,39
14	Sachsen	39,76	14	Rheinland-Pfalz	10,52
15	Sachsen-Anhalt	35,91	15	Saarland	9,42
16	Thüringen	34,84	16	Thüringen	6,06

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BNetzA (2022a)

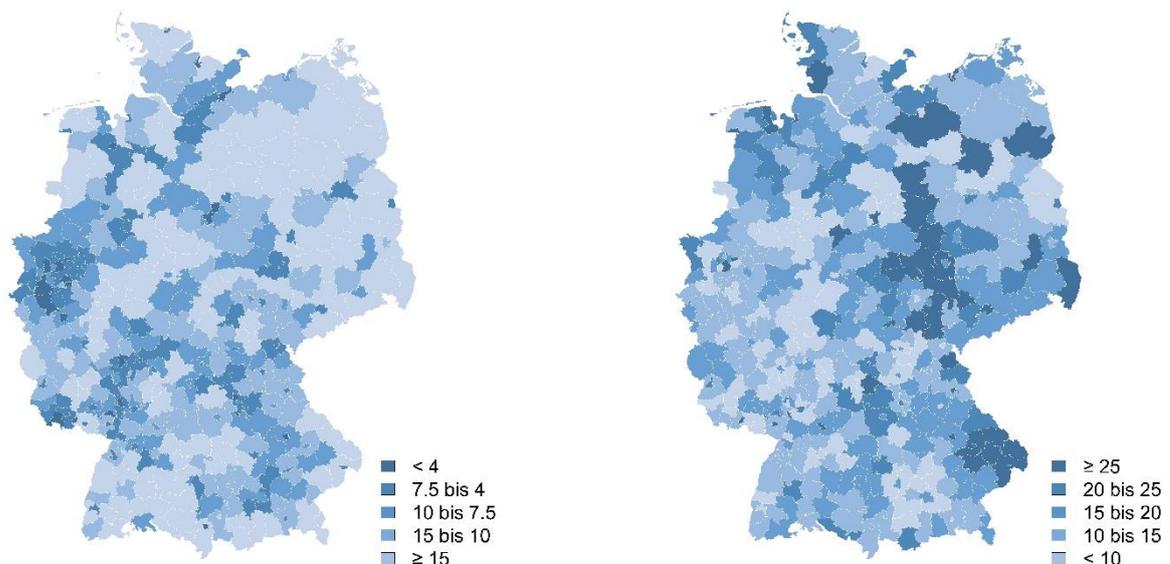
4.4 Verkehrsinfrastruktur

Die Erreichbarkeit durch eine gute Verkehrsanbindung stellt für nahezu alle Geschäftsmodelle einen wichtigen strategischen Standortfaktor dar. Für Logistikunternehmen und viele mobile Dienstleister ist diese eine Voraussetzung für die Ausübung ihres Geschäftsmodells. Auch für den Handels- und Industriesektor spielen die Transportwege zu Lieferanten und Kunden eine wichtige Rolle. Hier weisen gerade die energieintensiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes auf die Bedeutung der Straßenverkehrsinfrastruktur und einer entsprechenden Anbindung hin (DIHK, 2022b). Für sämtliche Tätigkeitsfelder stellt eine gute Verkehrsanbindung für die Anfahrt von Mitarbeitern und Kunden einen zentralen Aspekt der Standortattraktivität dar. Neben dem Ausbaustand des Straßenverkehrsnetzes spielt auch die Verfügbarkeit von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge eine zunehmend wichtigere Rolle. Der Umstieg auf batteriebetriebene Fahrzeuge stellt für nahezu alle Unternehmen eine klimafreundliche Alternative dar, die eng an die Integration der Erneuerbaren Energien geknüpft ist (vgl. Abschnitt 3.4.1). Dabei wird insbesondere der Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Marktdurchdringung eine zentrale Rolle spielen.

Die Beurteilung der Verkehrsinfrastruktur auf Kreisebene erfolgt über Daten zur durchschnittlichen PKW-Fahrtzeit zur nächsten Anschlussstelle der Bundesautobahn (BAB) sowie der Dichte von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektrofahrzeuge, bezogen auf die Anzahl der Elektrofahrzeuge aus dem Jahr 2021 (BBSR, 2022a, 2022b).²⁰ Die Verteilung der Ladepunkte auf die Landkreise kann dabei als Indikator für die Verfügbarkeit von Lagemöglichkeiten vor Ort und damit der Zukunftsfähigkeit der bestehenden Infrastruktur interpretiert werden.

Abbildung 4-6: Indikatoren zur Verkehrsinfrastruktur auf Kreisebene in Deutschland

Durchschnittliche PKW-Fahrtzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle, in Minuten, Jahr 2021 (links) und Anzahl von Ladepunkten je 100.000 Elektrofahrzeuge, Jahr 2021 (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BBSR (2022a; 2022b)

²⁰ Die durchschnittliche PKW-Fahrtzeit ergibt sich durch einen flächengewichteten Durchschnittswert, welcher unter Berücksichtigung des Straßenausbaustands sowie siedlungsstruktureller und topografischer Gegebenheiten berechnet wird (BBSR, 2022a). Die Verteilung der Ladepunkte beinhaltet Normal- und Schnellladepunkte (BBSR, 2022b).

Abbildung 4-6 (links) stellt für das Jahr 2021 die durchschnittliche Fahrtzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle auf Kreisebene dar. Grundsätzlich zeigt sich in der Tendenz eine schlechtere Autobahnerreichbarkeit im Osten Deutschlands. Die Schlusslichter bilden dabei die eher dünn besiedelten Regionen Sachsen-Anhalts und Mecklenburg-Vorpommerns, wo die durchschnittliche Fahrtzeit zur nächsten Autobahn rund 20 Minuten beträgt (vgl. Tabelle 4-6 und Tabelle A - 8, Anhang). Auf Kreisebene zeichnet sich eine höhere Varianz in den Fahrtzeiten ab. Lüchow-Dannenberg, Holzminden und der Altmarkkreis Salzwedel bilden dabei mit rund 45 Minuten Fahrtzeit die Schlusslichter. Mit unter zwei Minuten Fahrtzeit liegen die kreisfreien Städte Essen, Herne und Zweibrücken hingegen an der Spitze der Auswertung (vgl. Tabelle A - 9, Anhang). Bei der Befragung von rund 1.800 Unternehmen im IW-Zukunftspanel (Sommer 2023) zeigte sich hier, dass rund vier Fünftel der Unternehmen trotz der großen Autobahndichte die Verkehrsinfrastruktur schlecht bewerten – allen voran in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und den ostdeutschen Bundesländern (Puls/Schmitz, 2022). Besonders in Nordrhein-Westfalen – als wichtige Verkehrsader für den Güter- und Warentransport – ist neben der hohen Kapazitätsauslastung auch der bauliche Zustand des Straßennetzes zu berücksichtigen (IW Consult, 2023). Die guten Anschlussmöglichkeiten zur Autobahn bilden somit Standortvorteile für Unternehmen in Nordrhein-Westfalen, benötigen jedoch ebenfalls Investitionen zum Erhalt und Ausbau der bestehenden Verkehrsnetze.

In Abbildung 4-6 (rechts) ist die Anzahl der Ladepunkte je 100.000 Elektrofahrzeuge auf Landkreisebene für das Jahr 2021 abgebildet.²¹ Die wenigsten Ladepunkte, gemessen am Bestand der Elektrofahrzeuge, befinden sich in Hessen, dem Saarland und Niedersachsen (vgl. Tabelle 4-6). Auf Kreisebene gilt dies für Weimar (1,42), Prignitz (2,59) und Remscheid (3,29).²² Grundsätzlich ist eine höhere Verfügbarkeit von Ladepunkten im Süden zu erkennen. Vor allem in Regen, Salzgitter und Freyung-Grafenau bestehen mehr als 50 Ladepunkte pro 100.000 Elektrofahrzeugen (vgl. Tabelle A - 9, Anhang).

Tabelle 4-6: Ranking der Kategorie Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: Bundesländer

Durchschnittliche PKW-Fahrtzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle, in Minuten, Jahr 2021 (links) und Anzahl von Ladepunkten je 100.000 Elektrofahrzeuge, Jahr 2021 (rechts)

Durchschnittliche PKW-Fahrtzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle (Min.)			Ladepunkte je 100.000 Elektrofahrzeuge		
1	Bremen	5,41	1	Sachsen-Anhalt	22,72
2	Saarland	5,98	2	Sachsen	19,37
3	Hamburg	6,51	3	Bremen	19,15
14	Brandenburg	19,47	14	Niedersachsen	11,66
15	Mecklenburg-Vorpommern	20,02	15	Saarland	10,98
16	Sachsen-Anhalt	21,24	16	Hessen	10,94

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BBSR (2022a; 2022b)

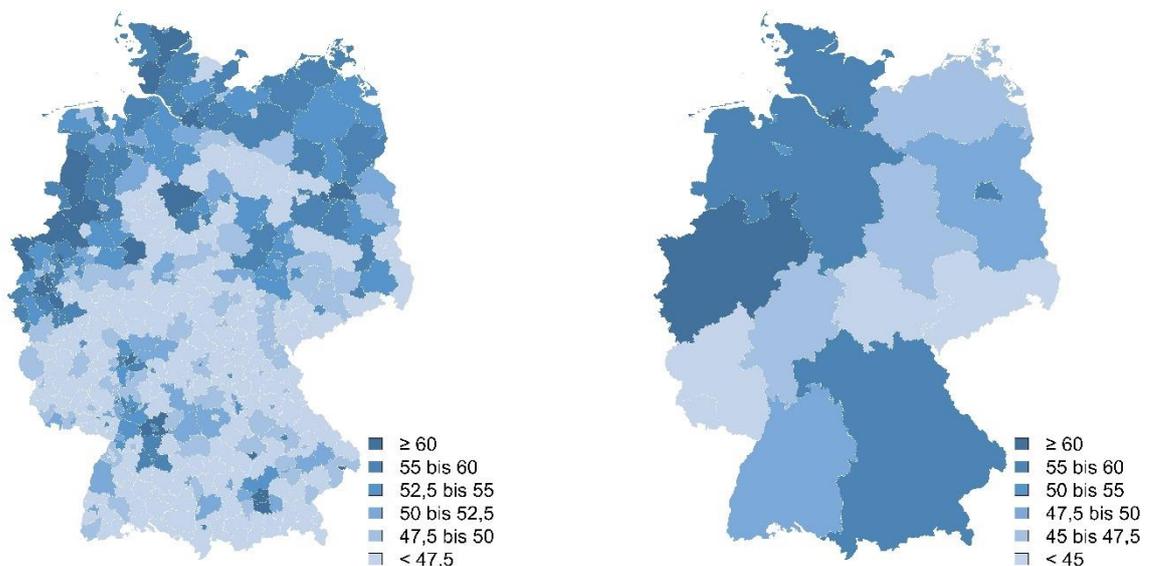
²¹ Im Gegensatz zu einer Bewertung im Verhältnis zur Einwohneranzahl wird mit der Wahl dieses Indikators indirekt darauf eingegangen, dass (insbesondere in den ländlicheren Regionen) Ladevorgänge tendenziell eher am eigenen Hausanschluss vorgenommen werden: Wietschel et al. (2022) zeigen so anhand einer Umfrage mit 460 Teilnehmern und Teilnehmerinnen, dass rund drei Fünftel aller Ladevorgänge von zuhause stattfinden, ein Viertel an öffentlichen Ladepunkten und rund 15 Prozent am Arbeitsplatz.

²² Der niedrige Wert in Weimar kann dabei auch durch eine höhere Anzahl an KFZ-Anmeldungen durch den Flottenbetreiber MILES (früher WE SHARE) erklärt werden.

4.5 Standortqualität auf Kreisebene

Um die Standortqualität auf Kreisebene insgesamt zu bewerten, werden den einzelnen Indikatoren der vorangegangenen Kapitel Punktwerte zugewiesen.²³ Dies ermöglicht einen Vergleich der Standortattraktivität auf Landes- und Kreisebene entlang der vier geschilderten Kriterien: Erneuerbare Energien, Fachkräfte, Digitalisierung und Verkehrsinfrastruktur. Die bestmögliche Bewertung liegt bei 100 Punkten. Der hier ausgewiesene Gesamtscore ergibt sich schließlich aus dem Mittelwert dieser vier Oberkategorien, die gleichgewichtet im Gesamtscore berücksichtigt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Ansprüche an den jeweiligen Standort zwischen einzelnen Geschäftsmodellen deutlich unterscheiden. Spielt beispielsweise im Einzelhandel eine gute Erreichbarkeit und eine hohe Anzahl potenzieller Kunden eine entscheidende Rolle, ergeben sich für manche Branchen im Verarbeitenden Gewerbe ebenfalls hohe Vorteile durch eine gute Verkehrsanbindung. Hingegen spielt in diesem Fall auch die verfügbare Fläche für die Errichtung nötiger Produktionskapazitäten eine zentrale Rolle, die in Ballungsräumen häufig nicht gegeben ist. Innerhalb der Oberkategorien geht im Falle der Erneuerbaren Energien entsprechend der Unterschiede in der erwarteten Stromerzeugung die bestehende Nennleistung der Windenergieanlagen etwas stärker in die Wertung ein als die der Solaranlagen.²⁴ Für die drei weiteren Kategorien Fachkräfte, Digitalisierung und Verkehrsinfrastruktur werden die auf den vorherigen Abschnitten beschriebenen Indikatoren jeweils gleich gewichtet.

Abbildung 4-7: Gesamtbewertung der Standortattraktivität deutscher Landkreise und Bundesländer
Ergebnisse der Auswertung regionaler Indikatoren auf Kreisebene (links) und Bundeslandebene (rechts).



Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BNetzA (2022a; 2023c), BA (2022), DFG (2023) und BBSR (2022a; 2022b)
Der Gesamtscore ergibt sich aus den Kategorien Erneuerbare Energien, Fachkräfte, Digitalisierung und Verkehrsinfrastruktur.

²³ Die Transformation der Indikatorwerte in einen vergleichbaren Skalenwert erfolgt dabei im ersten Schritt über die Standardisierung der einzelnen Variablen, um die jeweiligen Maßeinheiten miteinander vergleichbar zu machen. Nach der Standardisierung werden Ober- und Untergrenzen gewählt, welche sich an der Verteilung der Indikatoren um die jeweiligen Mittelwerte orientieren. Jeder Indikator ist infolgedessen auf einer Punkteskala mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 100 normiert

²⁴ Als Grundlage zur Gewichtung der Wind- und Solarkapazitäten werden die jeweiligen Vollaststunden genutzt. Im Falle der Windenergie werden die Vollaststunden guter jedoch nicht küstennaher Standort einbezogen (2500 Stunden). Für die Solarenergie wird der Wert für Standorte in den mittleren Regionen Deutschlands genutzt (1105 Stunden) Fraunhofer-Institut ISE (2021).

Grundsätzlich zeigen sich entlang der vier Oberkategorien teils deutliche regionale Unterschiede. So besteht in der Kategorie Erneuerbare Energien ein Kontrast zwischen Nord und Süd: Die Stromerzeugung aus Windenergie konzentriert sich deutlich im Norden und die Stromerzeugung aus PV im Süden Deutschlands. In der Kategorie Fachkräfte zeigt sich eine Diskrepanz der Fachkräfteverfügbarkeit zwischen den alten und neuen Bundesländern. Insbesondere im Westen und Süden Deutschlands findet sich eine deutlich höhere Anzahl an Fachkräften im Bereich der fertigungstechnischen sowie der Bau- und Ausbauberufe. Die Anbindung an die Bildungsinfrastruktur auf Kreisebene und damit auch die Ausbildung zukünftiger Fachkräfte ist vor allem entlang der Großstädte erkennbar. Auch in der Kategorie Digitalisierung zeichnet sich ein Ost-West-Gefälle ab, in welchem die neuen Bundesländer tendenziell schlechter mit Hochgeschwindigkeits-Festnetzanschlüssen ausgestattet sind – insbesondere in den ländlicheren Gebieten. Die nördlichen Grenzregionen weisen dabei eine bessere Ausstattung mit Glasfaserkabeln auf. In der Kategorie Verkehrsinfrastruktur zeigt sich eine höhere Erreichbarkeit der einzelnen Bundesautobahnauffahrten in Westdeutschland. Zudem finden sich auch in einigen südlichen Regionen gut erreichbare Autobahnanschlüsse zuzüglich einer ausgeprägten Ladefrastruktur.

Tabelle 4-7: Auswertung des Regionalrankings auf Bundeslandebene

Ergebnisse der Kategorien Erneuerbare Energien, Fachkräfteverfügbarkeit, Digitalisierung und Verkehrsinfrastruktur. Die vier untersuchten Kriterien gehen auf Landes- und Kreisebene mit der gleichen Gewichtung in die Gesamtbewertung mit ein.

Rang	Bundesland	Erneuerbare Energien	Fachkräfte	Digitalisierung	Verkehrsinfrastruktur	Gesamt
1	Hamburg	32,71	61,07	83,10	70,39	61,82
2	Nordrhein-Westfalen	68,09	71,68	54,28	46,37	60,11
3	Berlin	32,50	70,46	58,07	68,27	57,33
4	Bayern	62,81	61,44	51,09	48,61	55,99
5	Niedersachsen	79,25	49,38	59,74	34,34	55,68
6	Schleswig-Holstein	60,27	40,09	74,00	47,03	55,35
7	Bremen	32,97	42,44	54,53	72,72	50,66
8	Brandenburg	66,57	41,03	49,19	37,88	48,67
9	Baden-Württemberg	48,62	60,97	46,06	36,09	47,93
10	Hessen	45,49	53,09	46,99	40,47	46,51
11	Sachsen-Anhalt	54,37	40,06	33,69	55,42	45,88
12	Mecklenburg-Vorpommern	48,11	36,97	53,35	41,88	45,08
13	Rheinland-Pfalz	51,57	43,92	38,14	44,03	44,41
14	Sachsen	39,90	46,99	32,83	53,59	43,33
15	Saarland	34,83	40,33	39,03	52,17	41,59
16	Thüringen	40,77	40,09	25,92	50,73	39,38
Mittelwert je Kategorie		49,93	50,00	50,00	50,00	49,98

Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BNetzA (2022a; 2023c), BA (2022), DFG (2023) und BBSR (2022a; 2022b)

Auf Bundeslandebene weist der Stadtstaat Hamburg (58,92 Punkte) die höchste Punktzahl aus, gefolgt von Nordrhein-Westfalen (59,74 Punkte), Bayern (58,58 Punkte), Berlin (57,49 Punkte), Schleswig-Holstein (54,16 Punkte) und Niedersachsen (54,01 Punkte). Insgesamt hebt sich der Nordwesten Deutschlands bei den hier betrachteten Standortvorteilen für Unternehmen ab (vgl. Tabelle 4-7 und Abbildung 4-7). Grundsätzlich ist dabei neben der besseren Verfügbarkeit von Erneuerbaren Energien (insbesondere der Windenergie) ebenfalls eine bessere Fachkräftesituation ausschlaggebend. Die Verfügbarkeit von Fachkräften ist insbesondere in Nordrhein-Westfalen und Berlin stark ausgeprägt. Hamburg profitiert neben einer guten Ausstattung mit Fachkräften ebenfalls von einer guten Verkehrsinfrastruktur und erreicht zudem die höchste Punktzahl in der Kategorie Digitalisierung. Grundsätzlich erzielen die Stadtstaaten Bremen, Hamburg und Berlin in der Kategorie Verkehrsinfrastruktur die besten Bewertungen, die Schlusslichter bilden in dieser Kategorie Niedersachsen, Baden-Württemberg und Brandenburg.

Tabelle 4-8: Top 10 Ranking der Städte und Landkreise in Deutschland

Gesamtbewertung der Standortqualität und Bewertung der Oberkategorien in führenden Landkreisen

Rang	Kreisfreie Stadt/ Landkreis	Erneuerbare Energien	Fachkräfte	Digitalisierung	Verkehrs- infrastruktur	Gesamt
1	Landkreis Emsland (NI)	100,00	54,26	84,32	49,74	72,08
2	Kreisfreie Stadt München (BY)	41,46	100	89,38	55,16	71,50
3	Kreisfreie Stadt Köln (NW)	41,65	100	87,34	53,62	70,65
4	Kreis Dithmarschen (SH)	90,90	41,18	89,41	60,74	70,56
5	Kreisfreie Stadt Hamburg (HH)	45,70	92,85	79,73	58,98	69,32
6	Landkreis Region Hannover (NI)	67,62	82,38	65,78	53,23	67,25
7	Kreisfreie Stadt Berlin (BE)	45,37	100	62,75	57,92	66,51
8	Kreis Paderborn (NW)	91,18	51,95	74,59	46,84	66,14
9	Kreis Steinfurt (NW)	81,43	56,55	68,53	48,96	63,87
10	Kreisfreie Stadt Frankfurt am Main (HE)	39,37	94,39	67,21	53,30	63,57
Mittelwert je Kategorie		49,50	49,40	49,90	49,96	49,69

Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BNetzA (2022a; 2023c), BA (2022), DFG (2023) und BBSR (2022a; 2022b)

Die regionalen Unterschiede in Deutschland zeigen sich auch in der Gesamtbewertung der Standortqualität auf Kreisebene. Das Top 10 Ranking teilt sich recht gleichmäßig auf kreisfreie Städte und Landkreise auf (vgl. Tabelle 4-8 und

Tabelle A - 10, Anhang). Die kreisfreien Städte punkten in den Kategorien Fachkräfte und Digitalisierung, erreichen jedoch nur unterdurchschnittliche Werte bei den Erneuerbaren Energien. Auf Kreisebene führt das Emsland die Liste an – insbesondere durch hohe Ausprägungen im Bereich der Erneuerbaren Energien (rund 1.530 GW Nennleistung an Solar- und Windenergieanlagen) und einer gut ausgebauten digitalen Infrastruktur. Die kreisfreien Städte München, Köln, Berlin und Hamburg weisen Defizite in der Versorgung mit Erneuerbaren Energien auf. Zu berücksichtigen ist dabei, dass gerade der Ausbau von Windrädern generell eher in ländlicheren Räumen als in dicht besiedelten Regionen umsetzbar ist.²⁵ Dithmarschen erzielt hohe Werte in der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien und dem Anschluss an zentrale Verkehrsinfrastrukturen, weist aber im Verhältnis zu den Großstädten eine deutlich geringere Verfügbarkeit an Fachkräften auf.

²⁵ Dabei ergibt sich natürlich auch die Möglichkeit des Bezugs Erneuerbarer Energien aus dem regionalen oder überregionalen Umfeld. Dieser setzt allerdings den Ausbau der Leitungsinfrastrukturen voraus. Zudem besteht weiterhin die Notwendigkeiten die Erzeugungspotenziale, gerade der Windenergie, innerhalb der betrachteten Kreise und Städte oder in unmittelbarer Nähe auszubauen (vgl. Abschnitt 4.1).

5 Unternehmensbefragung

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der 44. Befragungswelle des IW-Zukunftspanels (Frühling 2023) ausgewertet. Das IW-Zukunftspanel ist eine seit 2006 stattfindende Unternehmensbefragung des Instituts der deutschen Wirtschaft. Darin werden bis zu dreimal jährlich Unternehmen aus dem Industrie- und Dienstleistungssektor zu aktuellen wirtschaftlichen Entwicklungen befragt, beispielsweise zu den Themen Strukturwandel und Globalisierung.

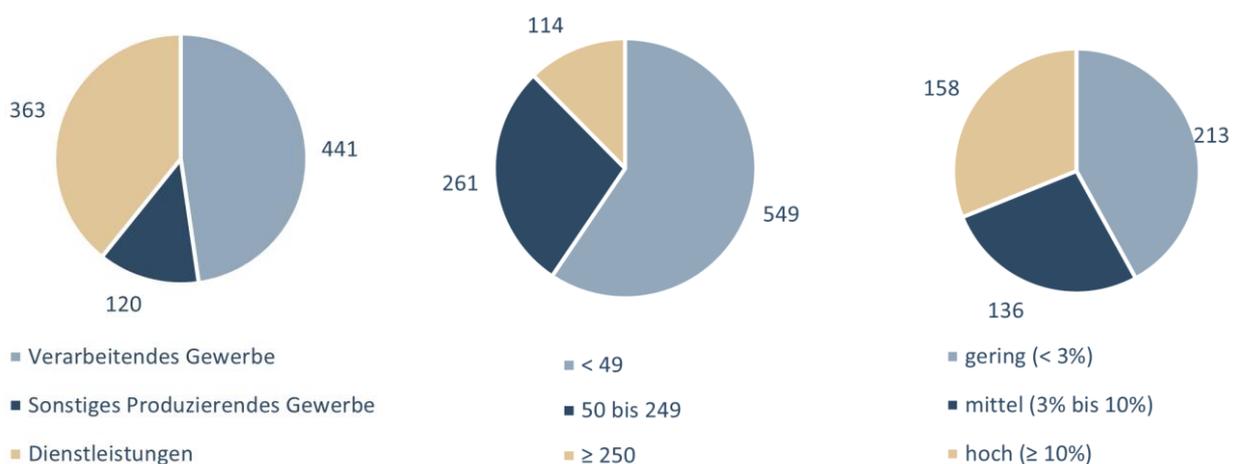
Abschnitt 4.1 gibt einen detaillierten Überblick über die Branchen- und Größenstruktur der in dieser Befragungswelle teilnehmenden Unternehmen. Anschließend erfolgt in Abschnitt 5.2.1 die Auswertung der Unternehmensbefragung. Diese umfasst Fragen zum Beitrag verschiedener Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele, dem Stand der hierfür notwendigen Anpassungsprozesse der Geschäftsmodelle sowie Einschätzungen zur Energiekostenbelastung der Unternehmen und Möglichkeiten der Kostenweitergabe an Kunden. Zudem werden spezifische Standortfaktoren aus Unternehmenssicht bewertet sowie regionale Standortpräferenzen in Deutschland und die Einschätzung potenzieller Standortverlagerungen verschiedener Marktakteure abgebildet. In Abschnitt 5.3 werden die zentralen Ergebnisse der Befragung zusammenfassend dargestellt.

5.1 Einteilung nach Branchen, Unternehmensgrößen und Energieintensität

In der aktuellen Befragungswelle liegen Antworten von 924 Unternehmen vor. Abbildung 5-1 zeigt die Verteilung der befragten Unternehmen hinsichtlich ihrer sektoralen Zugehörigkeit, Anzahl der Mitarbeitenden und der jeweiligen Energiekostenintensität. Der Industriesektor, welcher allgemein hin auch als „Produzierendes Gewerbe“ bezeichnet wird, ist hier in das Verarbeitende Gewerbe und einen Verbund aus den Unternehmen der Bauindustrie sowie der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung („sonstiges Produzierendes Gewerbe“) eingeteilt.

Abbildung 5-1: Befragte Unternehmen nach Sektor, Unternehmensgröße und Energieintensität

Aufteilung nach Sektoren (links), Mitarbeitendenzahl (Mitte) und Energieanteil (rechts)



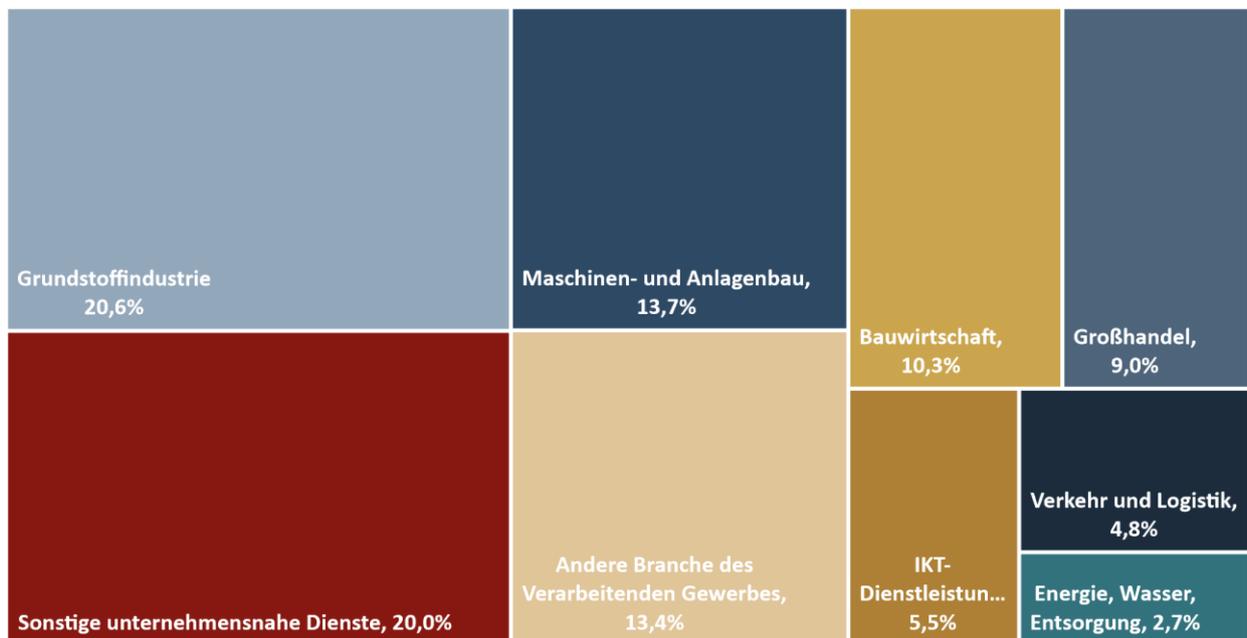
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Die Branchen des Verarbeitenden Gewerbes machen dabei mit 441 Unternehmen und 47,7 Prozent den größten Anteil der befragten Unternehmen aus. Sie beinhalten neben den energieintensiven Branchen der Papier-, Chemie-, Metall- und Glasindustrie ebenfalls weitere Geschäftsfelder wie die Nahrungsmittelproduktion und den Maschinen- und Anlagenbau. Das sonstige Produzierende Gewerbe ist mit 120 Unternehmen vertreten (13 Prozent). Aus dem Dienstleistungssektor nahmen 363 Unternehmen an der Befragung teil

(39,3 Prozent). Diese beinhalten neben dem Einzel- und Großhandel weitere Wirtschaftsbereiche wie Verkehr und Logistik, Finanzdienstleistungen und Tätigkeiten im Bereich der IKT (Software und Datenverarbeitung). Im Rahmen der Umfrage sind die Unternehmen des Industriesektors überproportional vertreten: Im IW-Zukunftspanel gehören 60,7 Prozent der Unternehmen dem produzierenden Gewerbe an – welches im Jahr 2020 hingegen 24 Prozent der Beschäftigten und 29,3 Prozent der Wertschöpfung in Deutschland ausmachte. In der Verteilung der Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten sind mit rund drei Vierteln aller Befragten verstärkt kleinere Unternehmen mit bis zu 49 Mitarbeitern vertreten, gefolgt von 261 Unternehmen mit 50 bis 250 Mitarbeitern und 114 Unternehmen mit über 250 Mitarbeitern. Darüber hinaus liegt eine relativ gleichmäßige Einteilung der Unternehmen entlang der von ihnen genannten Anteile der Energiekosten an der Gesamtkostenstruktur vor.

Abbildung 5-2: Befragte Unternehmen nach Branchenzugehörigkeit

Unternehmen nach Branchenzugehörigkeit, N=924



Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung 5-2 gibt einen tieferen Blick in die Struktur der im IW-Zukunftspanel integrierten Unternehmen nach Branchenzugehörigkeit und dem jeweiligen prozentualen Anteil an der Gesamtzahl der befragten Unternehmen. Mit 20,6 Prozent aller Unternehmen sind die Branchen der Grundstoffindustrie am stärksten vertreten.²⁶ Der zweitgrößte Anteil der Industrieunternehmen entfällt auf den Maschinen- und Anlagenbau (13,7 Prozent). Neben weiteren Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, welche insgesamt 13,4 Prozent aller Unternehmen ausmachen, liegen ebenfalls Antworten der Bauindustrie (10,3 Prozent) und der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung (2,7 Prozent) vor. Ein Fünftel der Unternehmen gehören den unternehmensnahen Diensten innerhalb des Dienstleistungssektors an (20 Prozent). Weitere 9 Prozent gehören zum Großhandel, gefolgt von 5,5 Prozent aus dem Bereich der IKT-Dienstleistungen (Software, Telekommunikation, Datenverarbeitung, -hosting etc.). Die Branche Verkehr und Logistik bildet 4,8 Prozent der befragten Unternehmen ab.

²⁶ Diese beinhalten die Metallerzeugung und -verarbeitung, die chemische Industrie, inkl. Pharmazie und Kunststoffe, als auch die die Glas- und Keramikindustrie sowie die weiteren Verarbeitungen von Steinen und Erden.

5.2 Befragungsergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Befragungsergebnisse des IW- Zukunftspanels vorgestellt. Die Auswertung der Antworten erfolgt dabei in einem strukturierten Ablauf. Darin wird in allen Fragekategorien zunächst das gesamte Stimmungsbild einschließlich aller befragten Unternehmen abgebildet. Grundsätzlich wird dazu die Menge der Zustimmung in einer Antwortkategorie als prozentualer Anteil („Antwortanteil“) der insgesamt vorliegenden Antworten dargestellt. Ergänzende Abbildungen beinhalten spezifische Auswertungen auf Sektor- und Branchenebene sowie nach Unternehmensgröße und Energieintensität.

5.2.1 Anpassungen zur Erreichung der Klimaziele

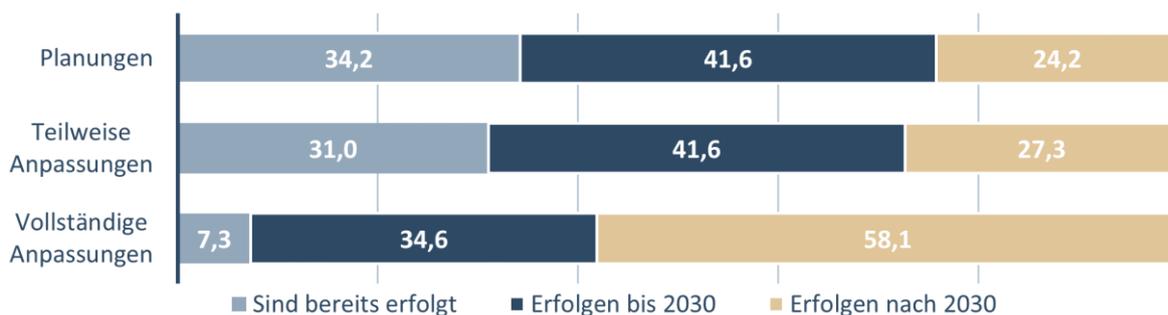
Die Anforderungen zum Erreichen der deutschen Klimaziele – insbesondere mit Bezug auf die Zielvorgabe der Klimaneutralität bis 2045 – stellen deutsche Unternehmen vor große Herausforderungen, welche je nach Geschäftsmodell unterschiedliche Schwerpunkte haben können. Diese reichen vom Bezug von grünem Strom aus dem öffentlichen Netz bis hin zu der Umstellung ganzer Produktionsprozesse inklusive der benötigten Anlagen und Infrastrukturen (vgl. Abschnitt 3.4.1). Der folgende Abschnitt bildet den derzeitigen Stand sowie die Pläne zu den Anpassungsprozessen für verschiedene Wirtschaftszweige ab und zeigt die Klimaschutzpotenziale für verschiedene Maßnahmen aus Unternehmenssicht auf.

Anpassungen des Geschäftsmodells

Abbildung 5-3 gibt einen Überblick über die in den Unternehmen bereits erfolgten und geplanten Anpassungen der Geschäftsmodelle zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2045. Dabei zeigt sich zunächst, dass 31 Prozent der befragten Unternehmen zum jetzigen Zeitpunkt bereits erste Anpassungen ihrer Geschäftsmodelle vorgenommen haben. 34,2 Prozent befinden sich derzeit im Planungsprozess entsprechender Anpassungen. Nur 7,3 Prozent haben die notwendigen Anpassungen bereits vollständig durchgeführt. Dagegen erwarten mit 58,1 Prozent etwa achtmal so viele Unternehmen eine vollständige Anpassung erst nach 2030.

Abbildung 5-3: Anpassungen des Geschäftsmodells

Wann werden die Anpassungen Ihres Geschäftsmodells an die Zielvorgabe „Klimaneutralität bis 2045“ voraussichtlich erfolgen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 878 Unternehmen

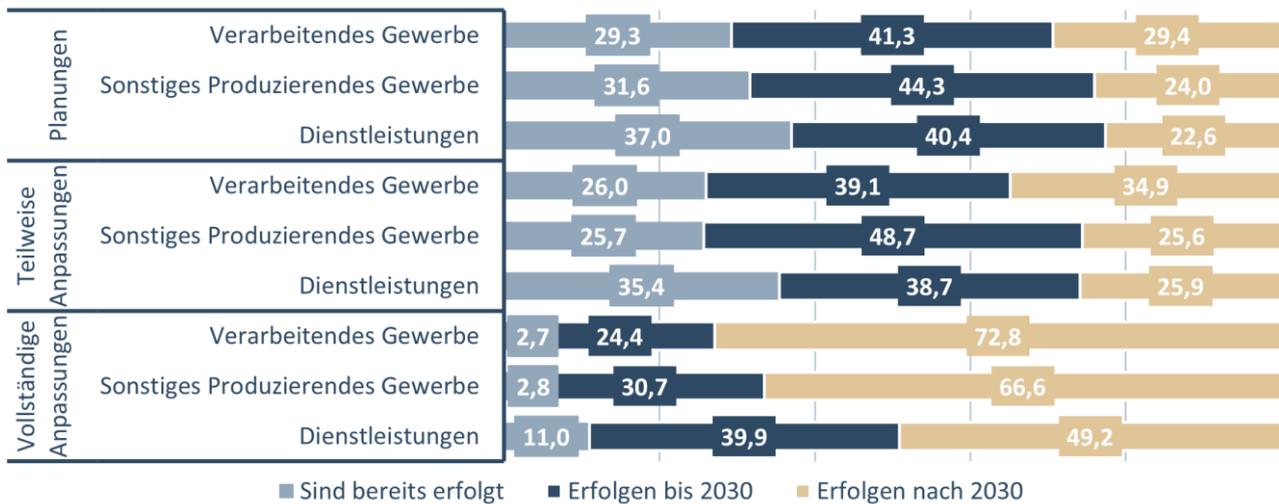
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

In Abbildung 5-4 zeigt deutliche Unterschiede in den Antworten zwischen einzelnen Sektoren. So liegen bei den Unternehmen, die bereits erste Anpassungen ihrer Geschäftsmodelle vorgenommen haben die Dienstleistungsbereiche mit 35,4 Prozent knapp 10 Prozentpunkte über den Antwortanteilen im Verarbeitenden Gewerbe (25,7 Prozent) und dem sonstigen Produzierenden Gewerbe (26 Prozent). Von den Unternehmen der Bauwirtschaft und der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung rechnen etwa die Hälfte (48,7 Prozent) mit dem Abschluss erster Anpassungen bis 2030 – im Verarbeitenden Gewerbe (39,1 Prozent) und im Dienstleistungssektor (38,7 Prozent) sind es deutlich weniger. Der Anteil der Unternehmen des

Verarbeitenden Gewerbes, welche erste Anpassungen erst nach 2030 vornehmen, liegt mit 34,9 Prozent wiederum knapp 10 Prozentpunkte über den Angaben der restlichen Wirtschaftszweige. Bei den energieintensiven Branchen der Grundstoffindustrie liegt dieser Wert mit 42,1 Prozent noch höher. Die auffälligsten Abweichungen im Vergleich zu den aggregierten Antwortanteilen (vgl. Abbildung 5-3) zeigen sich bei den Unternehmen, welche erst nach 2030 mit einer vollständigen Anpassung rechnen: Während in etwa die Hälfte Dienstleistungsunternehmen (49,2 Prozent) davon ausgehen, nach 2030 ihre Geschäftsmodelle vollständig angepasst zu haben, ist dieser Anteil im Verarbeitenden Gewerbe mit 72,8 Prozent deutlich höher.

Abbildung 5-4: Anpassungen des Geschäftsmodells auf Sektorebene

Wann werden die Anpassungen Ihres Geschäftsmodells an die Zielvorgabe „Klimaneutralität bis 2045“ voraussichtlich erfolgen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 878 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Innerhalb der Dienstleistungsbereiche fallen die Antworten aus dem Bereich der IKT-Dienstleistungen auf: Hier geben 18,6 Prozent der Unternehmen an, dass vollständige Anpassungen bereits erfolgt seien. 48,3 Prozent geben weiterhin an, dass vollständige Anpassungen bis 2030 erfolgen würden und rund ein Drittel dieser Unternehmen rechnet mit vollständigen Anpassungen nach 2030. Damit ist die Branche der IKT-Dienstleistungen der Wirtschaftsbereich mit dem höchsten Anteil der bereits erfolgten Anpassungsprozesse. Anders sieht es im Bereich Verkehr und Logistik aus: Hier gab keines der 41 Unternehmen an, dass entsprechende Anpassungen bereits erfolgt seien und nur rund ein Drittel der Unternehmen rechne mit einem Abschluss der geplanten Anpassungsprozesse vor 2030. Ähnliche Werte sind in den Grundstoffindustrien zu beobachten: Hier rechnen 71,5 Prozent der Unternehmen mit einem Abschluss aller Anpassungen erst nach 2030.

Beitrag für einen klimaneutralen Betrieb

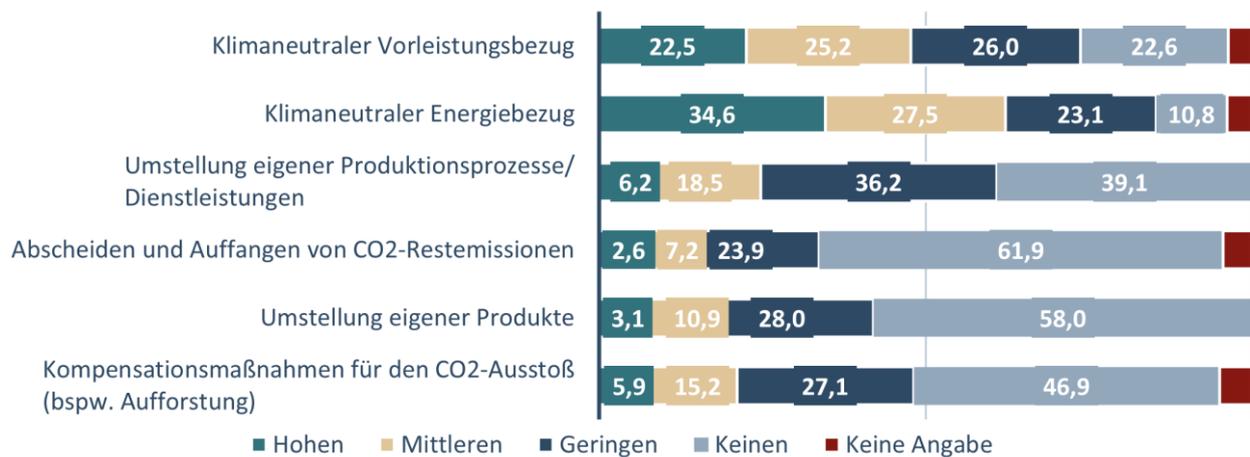
In Abbildung 5-5 ist dargestellt, wie die befragten Unternehmen insgesamt verschiedene Maßnahmen bewerten, um einen klimaneutralen Betrieb ihres Geschäftsmodells zu erreichen. Hierbei wird das höchste Potential in den Maßnahmen eines klimaneutralen Vorleistungs- und Energiebezugs gesehen: Rund drei Fünftel der Unternehmen messen dem klimaneutralen Energiebezug einen mittleren bis hohen Beitrag zu und rund die Hälfte der Unternehmen sehen einen mittleren bis hohen Beitrag durch einen klimaneutralen Vorleistungsbezug. An dritter Stelle finden sich die erwarteten Potentiale durch eine Umstellung der eigenen Produktionsprozesse und Dienstleistungen, welche mit einer Betonung des Beitrags einer klimaneutralen Energieversorgung einhergeht: Von den 152 Unternehmen, welche der Umstellung der eigenen Prozesse einen mittleren bis hohen Beitrag zumessen, nennen rund 85 Prozent auch einen klimaneutralen Energiebezug als

Maßnahmen mit einem mittleren bis hohen Beitrag. Vor allem in der chemischen Industrie und im Transportgewerbe wird ein hoher Bedarf gesehen, eigene Prozesse anzupassen: 44,2 Prozent der Chemieunternehmen und 42,8 Prozent der Verkehrs- und Logistikunternehmen sehen hier einen mittleren bis hohen Beitrag. In der Branche der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung liegt der Anteil dieser Antworten sogar bei 60,7 Prozent.

Hingegen wird der Möglichkeit durch die Umstellung der eigenen Produkte ein eher niedrigeres Potential beigemessen: Rund drei Fünftel der Unternehmen (61,9 Prozent) geben hier an, dass diese Maßnahme für die Anpassung ihres Geschäftsmodells keinen nennenswerten Beitrag leisten werden. Auch in Kompensationsmaßnahmen des eigenen CO₂-Ausstoßes, wie beispielsweise Aufforstung oder CCS, wird von den Unternehmen ein niedrigeres Potential gesehen – so geben nur knapp 10 Prozent der Unternehmen an, dass CCS einen mittleren bis hohen Beitrag zu einem klimaneutralen Geschäftsbetrieb beitragen könne.

Abbildung 5-5: Beiträge für einen Klimaneutralen Betrieb

Welchen Beitrag können folgende Maßnahmen leisten, um einen klimaneutralen Betrieb Ihres Unternehmens entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 917 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Zudem unterscheiden sich die Antworten abhängig von der jeweiligen Energieintensität deutlich: 58,2 Prozent der Unternehmen mit einer geringen Energieintensität²⁷ messen dem klimaneutralen Energiebezug einen mittleren bis hohen Beitrag zu. Bei Unternehmen mit einer mittleren bis hohen Energieintensität liegen die Anteile zwischen 70 und 75 Prozent. Mit Bezug auf mögliche Kompensationsmöglichkeiten, nennen vor allem Unternehmen mit einer hohen Energieintensität mit 16 Prozent CCS-Technologien²⁸. Alternative Kompensationsmaßnahmen (beispielsweise Aufforstung) werden vor allem von weniger energieintensiven Unternehmen mit 29 Prozent als hilfreiche Maßnahme mit einem mittleren oder hohen Beitrag gesehen.

Dem Bezug klimaneutraler Vorprodukte wird vor allem im Verarbeitenden Gewerbe (mit Ausnahme der Branche der IKT-Hardware) eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Die höchsten Potentiale eines klimaneutralen Vorleistungsbezugs – gemessen an den summierten Antwortanteilen der Kategorien mittleren und hohen – werden in den Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie der Grundstoffindustrie und dem

²⁷ Eine Darstellung zu den Beiträgen verschiedener Maßnahmen für einen Klimaneutralen Betrieb geordnet nach Energieintensität der Unternehmen ist in Abbildung B - 2 (Anhang) aufgeführt.

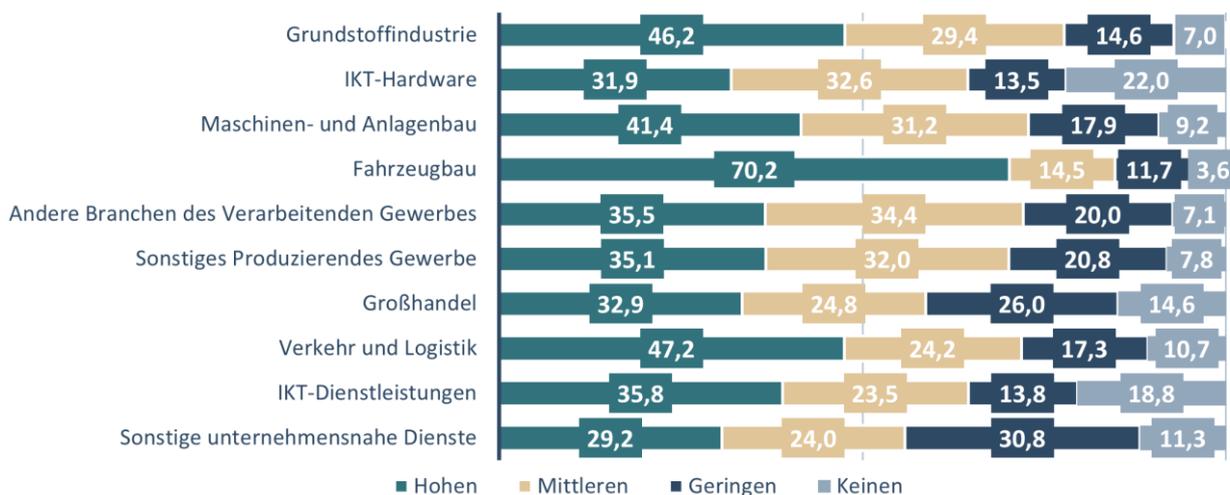
²⁸ Wie die Ausführungen in Abschnitt 3.6 zeigen, ist die Anwendung von CCS vor allem in der Verarbeitung von Steinen und Erden, wie der Kalk- und Zementindustrie von hoher Bedeutung.

Fahrzeugbau gesehen.²⁹ Die Dienstleistungsbereiche sehen eher geringere Potentiale eines klimaneutralen Energiebezugs – Ausnahme bildet hier der Großhandel, in welchem rund die Hälfte der Unternehmen mittlere bis hohe Beitragsmöglichkeiten sehen.

Abbildung 5-6 zeigt, dass dem klimaneutralen Energiebezug branchenübergreifend ein hoher Beitrag für eine erfolgreiche Transformation beigemessen wird. Vor allem der Fahrzeugbau, Verkehr und Logistik, der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Grundstoffindustrie erwarten einen hohen Beitrag durch die Umstellung des Energiebezugs. Grundsätzlich sehen die Dienstleistungsbereiche im direkten Vergleich zu einem klimaneutralen Vorleistungsbezug höhere Potentiale durch eine Energieversorgung aus Erneuerbaren Energien. Dieser Unterschied ist innerhalb der Dienstleistungsbereiche am stärksten in der Branche Verkehr und Logistik ausgeprägt. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes ist der Unterschied in der Branche der IKT-Hardware am größten: Während nur rund ein Fünftel (20,7 Prozent) der Unternehmen dieser Branche mittlere bis hohe Beitragsmöglichkeiten in einem klimaneutralen Vorleistungsbezug sehen, erwarten rund drei Fünftel (64,5 Prozent) einen mittleren bis hohen Beitrag durch eine klimaneutrale Energieversorgung.

Abbildung 5-6: Beiträge für einen klimaneutralen Betrieb: Klimaneutraler Energiebezug, Branchenebene

Welchen Beitrag können folgende Maßnahmen leisten, um einen klimaneutralen Betrieb Ihres Unternehmens entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 917 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

5.2.2 Energiekostenbelastung

Bereits seit vielen Jahren stellen hohe Energiekosten einen Nachteil für den Wirtschaftsstandort Deutschland dar. Die Preisanstiege seit dem zweiten Halbjahr 2021 haben die Belastungen für deutsche und europäische Unternehmen weiter erhöht.³⁰ Dieser Abschnitt zeigt die Angaben der befragten Unternehmen zu den Energiekostenanteilen an der gesamten Kostenstruktur für das Jahr 2021 für ausgewählte Wirtschaftszweige sowie die erwarteten Preisentwicklungen für das Jahr 2023. Ebenso wurden Einschätzungen über eine mögliche Weitergabe höherer Energiekosten der Unternehmen an Kunden eingeholt.³¹

²⁹ Eine Darstellung zu der Einordnung eines klimaneutralen Vorleistungsbezugs ist im Anhang aufgeführt (Abbildung B - 3).

³⁰ Zwischen dem zweiten Halbjahr 2020 und dem zweiten Halbjahr 2022 stiegen die Strompreise für Industriekunden mit einem Stromverbrauch zwischen 500 bis 2000 MWh pro Jahr in der Europäischen Union um durchschnittlich 64 Prozent (Eurostat, 2023).

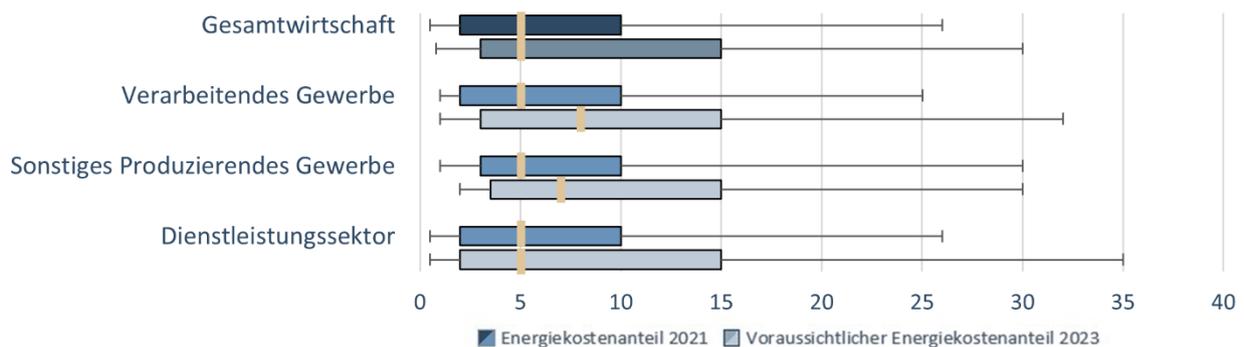
³¹ In den Boxplot-Diagrammen dieses Abschnitts wird die Verteilung der angegebenen Werte dargestellt. Innerhalb der Boxen liegen dabei die mittleren 50 Prozent der Daten. Das linke Ende der Box entspricht dem 25 Prozent Quantil, das rechte Ende dem 75

Energiekostenanteile an den Gesamtkosten

In Abbildung 5-7 ist die Verteilung der Energiekostenanteile an der Gesamtkostenstruktur der befragten Unternehmen im Jahr 2021 sowie die erwartete Entwicklung im Jahr 2023 auf Sektorebene dargestellt. Daher zeigt sich hier einerseits die Energiekostenbelastung der Unternehmen als auch die erwarteten Folgen der Energiekrise des letzten Jahres. Mit Ausnahme einiger Ausreißer am Rand der Verteilung liegen sektor- und branchenübergreifend 90 Prozent der genannten Energiekostenanteile zwischen 0,5 und 26 Prozent. Dem gegenüber wird in allen Wirtschaftsbereichen von einem merklichen Anstieg der Energiekosten im Jahr 2023 ausgegangen. Der Kostenanstieg variiert zwischen den einzelnen Sektoren und Branchen allerdings deutlich. Der Mittelwert der Energiekostenanteile der befragten Unternehmen beträgt zum Jahr 2021 7,5 Prozent und steigt nach den Erwartungen der Unternehmen bis 2023 um rund 38 Prozent auf einen Wert von 10,4 Prozent an. Im Dienstleistungssektor wird im Schnitt von einer Preissteigerung um 34,5 Prozent ausgegangen. Im Verarbeitenden Gewerbe liegen die erwarteten Preissteigerungen dagegen bei überdurchschnittlichen 41,6 Prozent. Dies entspricht einem Sprung vom 8,18 Prozent im Jahr 2021 auf einen Energiekostenanteil von 11,6 Prozent im Jahr 2023. Das sonstige Produzierende Gewerbe erwartet einen ähnlichen Anstieg um 42,3 Prozent, von 7,7 Prozent im Jahr 2021 auf rund 11 Prozent im Jahr 2023.

Abbildung 5-7: Energiekostenanteile an der Kostenstruktur auf Sektorebene

Welchen Anteil macht der Energiebezug in der Kostenstruktur Ihres Unternehmens aus?



Mittelwerte der umfassten Unternehmen, Prozentualer Anteil der Gesamtkosten, Schätzungen, 924 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

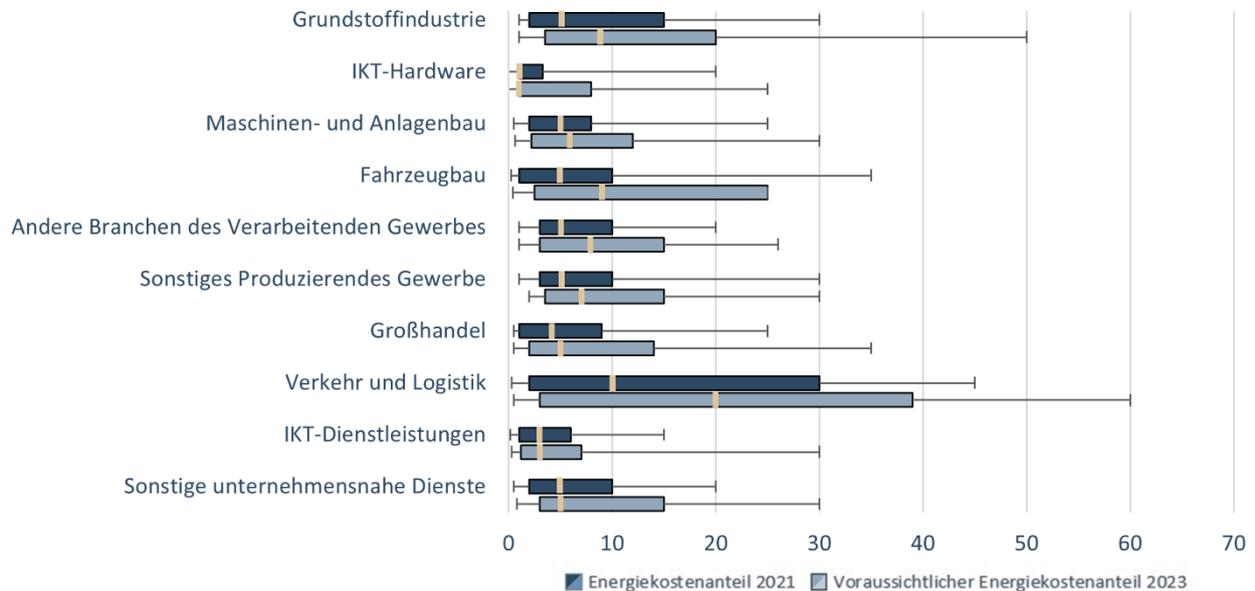
Abbildung 5-8 zeigt die branchenspezifischen Energiekostenanteile an der Gesamtkostenstruktur für die Jahre 2021 und 2023.³² Mit Werten von 0,3 und 45 Prozent wird im Bereich Verkehr und Logistik die größte Bandbreite an Energiekosten im Jahr 2021 angegeben. – Besonders die energieintensive Grundstoffindustrie erwartet hohe Kostensteigerungen von durchschnittlich 9,6 Prozent in 2021 auf 14 Prozent im Jahr 2023. Mit einem Energiekostenanteil von 9,8 Prozent in 2021 und einem erwarteten Anstieg um 52,9 Prozent auf 14,9 Prozent in 2023 sticht dabei vor allem die Metallindustrie heraus. Im Maschinen- und Anlagenbau werden ebenfalls starke Kostenanstiege erwartet: Diese betragen 45,3 Prozent, von 6,7 Prozent in 2021 zu einem erwarteten Energiekostenanteil von 9,72 Prozent in 2023.

Prozent Quantil. Die Markierung innerhalb der Box stellt den Median dar. Die Linien beinhalten die Spannweite von 90 Prozent der Antworten. Das linke Ende, der „Whisker“, stellt das 5 Prozent Quantil und das rechte Ende das 95 Prozent Quantil dar.

³² Die Mittelwerte der Energiekostenanteile aller hier diskutierten Branchen befinden sich in Abbildung B - 4 (Anhang).

Abbildung 5-8: Energiekostenanteile an der der Kostenstruktur auf Branchenebene

Welchen Anteil macht der Energiebezug in der Kostenstruktur Ihres Unternehmens aus?



Mittelwerte der umfassten Unternehmen, Angaben in Prozent, Schätzungen, 924 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Gerade mit Blick auf die energieintensiven Unternehmen zeigt sich auch eine Doppelbelastung: Die Energiekosten in 2021 als auch 2023 werden von denjenigen Unternehmen um etwa 55 Prozent höher angegeben, die auch davon ausgehen, ihre Prozesse für die anstehende Transformation in signifikantem Maße umstellen zu müssen. Zudem erwarten auch jene einen starken Preisanstieg, die im Rahmen der Befragung eine Abwanderung von Unternehmen der eigenen Branche in signifikantem Ausmaß befürchten: Diese Unternehmen wiesen 2021 im Schnitt Energiekostenanteile von 13,1 Prozent auf und erwarten weitere Kostensteigerungen um 43,9 Prozent auf gut ein Fünftel (18,8 Prozent) der gesamten Kostenstruktur.³³

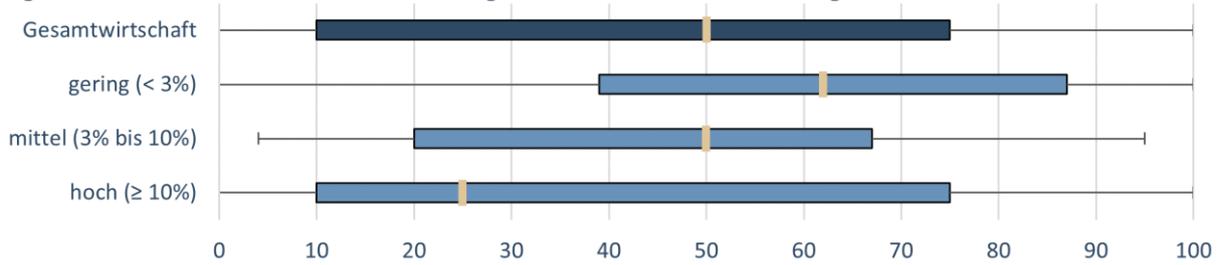
Möglichkeiten der Kostenweitergabe

Neben der direkten Zusatzbelastung hoher Energiekosten variiert auch die Möglichkeit, diese an Kunden weiterzugeben. Abbildung 5-9 zeigt die Einschätzungen der Unternehmen zu der Frage, inwieweit sie erhöhte Energiekosten weitergeben können für die Gesamtwirtschaft sowie abhängig von der Energieintensität. Die Antwortmöglichkeiten dieser Frage verteilen sich dabei auf einer Punkteskala von 0 bis 100, wobei 100 die beste Weitergabemöglichkeit abbildet. Der Mittelwert der Gesamtwirtschaft beträgt dabei 45 Punkte. Grundsätzlich zeichnet sich ab, dass Unternehmen mit geringeren Energieintensitäten tendenziell eher dazu in der Lage sind, die gestiegenen Kosten weiterzugeben. Der Mittelwert für die Unternehmen mit geringer Energieintensität beträgt 59 Punkte, gefolgt vom Mittelwert der Unternehmen mit mittlerer (46 Punkte) und dem der Unternehmen mit hoher Energieintensität (40 Punkte). Auch im Bezug auf die Spannweite der Punkteangaben zeigt sich eine niedrigere Varianz in den Angaben der Unternehmen mit mittlerer oder geringer Energieintensität. Bei der Betrachtung nach Unternehmensgrößenklassen gehen größere Unternehmen eher davon aus, die höheren Kosten weitergeben zu können (50,97 Punkte), gefolgt von den mittleren (48,54 Punkte) und den kleinen Unternehmen (44,91 Punkte).

³³ Unternehmen mit den Antworten „viele“ oder „fast alle“ auf die Frage: „Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte innerhalb Europas aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?“

Abbildung 5-9: Möglichkeiten der Energiekostenweitergabe nach Energieintensitäten

Wie gut könnte Ihr Unternehmen erhöhte Energiekosten an die Kunden weitergeben?



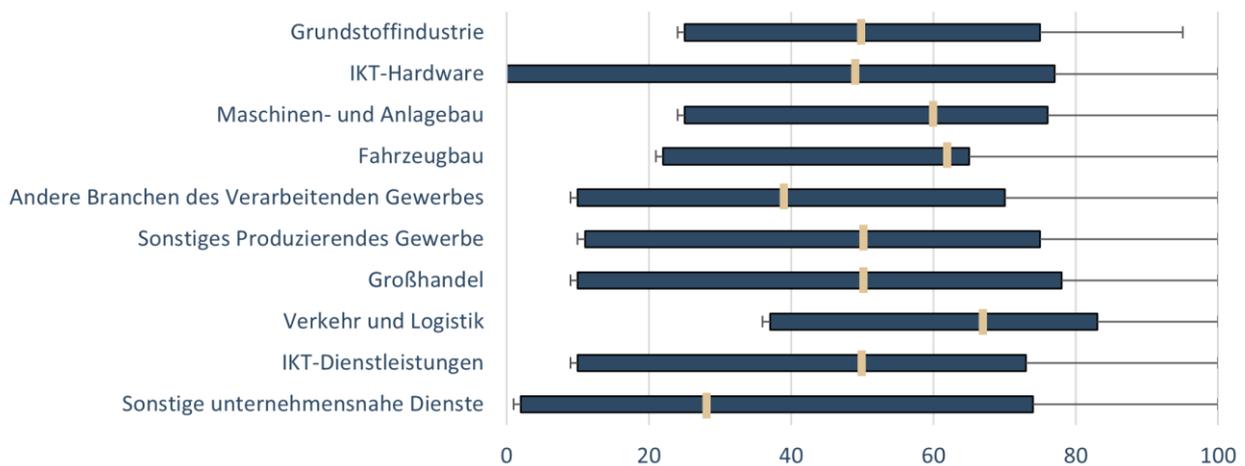
Mittelwerte der umfassten Unternehmen, 924 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung 5-10 zeigt die Einschätzungen der Unternehmen auf Branchenebene. Die Mittelwerte der jeweiligen Branchen verteilen sich auch hier um die 50-Punkte-Linie.³⁴ Dabei geben die Unternehmen der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung die höchsten Werte an (65 Punkte), gefolgt vom Mittelwert der Branche Verkehr und Logistik (59 Punkte). Der niedrigste Wert mit 38,7 Punkten stammt von den unternehmensnahen Diensten. Innerhalb einzelner Branchen bestehen teilweise große Unterschiede zwischen Unternehmen: Die höchste Streuung der Antworten findet sich dabei in der Branche der IKT-Dienstleistungen.

Abbildung 5-10: Möglichkeiten der Energiekostenweitergabe auf Branchenebene

Wie gut könnte Ihr Unternehmen erhöhte Energiekosten an die Kunden weitergeben?



Mittelwerte der umfassten Unternehmen, 924 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

5.2.3 Standortfaktor Erneuerbare Energien

Die Bedeutung von Erneuerbaren Energien in ausreichendem Ausmaß und zu wettbewerbsfähigen Preisen wird bei der Wahl eines Unternehmensstandorts stetig zunehmen. Daneben gibt es eine ganze Reihe weiterer ausschlaggebender Standortfaktoren, die je nach Branche und Geschäftsmodell sehr unterschiedlich ausfallen (vgl. Abschnitt 4). Im Folgenden Abschnitt werden die Einschätzungen der Unternehmen zu verschiedenen Standortfaktoren abgebildet. Dabei bewerteten die Unternehmen sowohl die Bedeutung spezifischer Faktoren, wie die Fachkräfteverfügbarkeit und die Transportinfrastruktur, als auch die regionalen Unterschiede innerhalb Deutschlands hinsichtlich einer klimaneutralen Energieversorgung. Darüber hinaus werden die Erwartungen der befragten Unternehmen bezüglich potenzieller Standortverlagerungen aufgrund der besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien innerhalb Deutschlands, Europas und weltweit abgebildet.

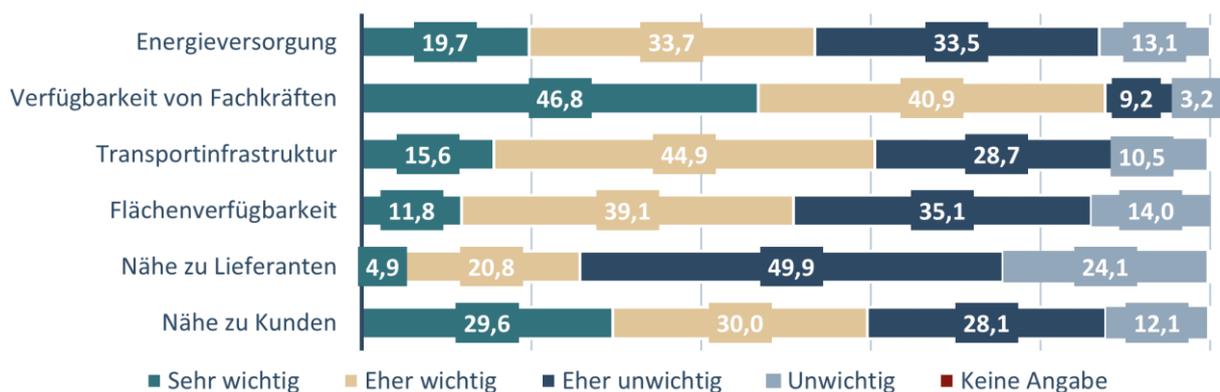
³⁴ Die Mittelwerte zu den Möglichkeiten der Kostenweitergabe aller Branchen befinden sich in Abbildung B - 5 (Anhang).

Faktoren für die Wahl des Unternehmensstandortes

Abbildung 5-11 zeigt die Bewertung unterschiedlicher Standortfaktoren aus Sicht der befragten Unternehmen. Grundsätzlich untermauern die Einschätzungen die Wahl der Indikatoren aus Abschnitt 4: Fachkräfteverfügbarkeit, Energiebezug und Transportinfrastruktur werden branchenübergreifend als wichtige Standortfaktoren angesehen. Die Fachkräfteverfügbarkeit gilt dabei als wichtigster Standortfaktor: 87,7 Prozent aller Befragten Unternehmen bewerten diese als eher wichtig oder sehr wichtig. Auf Branchenebene geben 7 der 10 dargestellten Wirtschaftsbereiche die Verfügbarkeit von Fachkräften mit über 90 Prozent als wichtigen Faktor an.³⁵ Rund drei Fünftel der Unternehmen sehen ebenfalls die Transportinfrastruktur (60,5 Prozent) oder die Nähe zu den Kunden (59,6 Prozent) als wichtig oder eher wichtig an. Die Energieversorgung wird von rund der Hälfte der Unternehmen als wichtiger Standortfaktor angesehen (53,4 Prozent). Während im Verarbeitenden Gewerbe die Verfügbarkeit von Fachkräften (91,6 Prozent), die Transportinfrastruktur (80,4 Prozent) und die Energieversorgung (74,5 Prozent) die Top 3 der relevantesten Standortfaktoren bilden, sind es in den Dienstleistungssektoren die Fachkräfteverfügbarkeit (83,6 Prozent), die Nähe zum Kunden (54,6 Prozent) und die Transportinfrastruktur (51,6 Prozent) – gemessen an den summierten Antwortteilen der Kategorien eher wichtig und sehr wichtig.

Abbildung 5-11: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren

Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 924 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Zudem zeigen sich Unterschiede in der Relevanz der verschiedenen Standortfaktoren je nach Unternehmensgröße³⁶: So ist gerade bei kleinen Betrieben mit unter 49 Mitarbeitenden die Nähe zu Kunden ein wichtigerer Standortfaktor im Vergleich zu größeren Unternehmen. Hingegen wird die Nähe zu den Lieferanten für das eigene Unternehmen von großen Unternehmen mit über 250 Mitarbeitenden als besonders relevant angesehen: 37,4 Prozent der großen Unternehmen messen diesem Faktor eine eher oder sehr wichtige Relevanz für die Standortwahl zu – etwa 12 Prozentpunkte mehr als bei den summierten Antwortanteilen der kleinen Unternehmen (25,6 Prozent). Die Bedeutung des Standortfaktors der Energieversorgung wächst mit der Unternehmensgröße. So beurteilen 52,6 Prozent der Unternehmen mit weniger als 49 Mitarbeitenden die Energieversorgung als eher wichtig oder sehr wichtig. Bei mittelgroßen Unternehmen steigen die summierten Antwortanteile dieser Kategorien weiter auf 66,3 Prozent an – bei großen Unternehmen sogar auf 68,2 Prozent. Auch der Standortfaktor der Flächenverfügbarkeit wird verstärkt von großen Unternehmen mit mehr

³⁵ Die Auswertung zum Standortfaktor Fachkräfteverfügbarkeit geordnet nach Branchen befindet sich im Anhang (Abbildung B - 6).

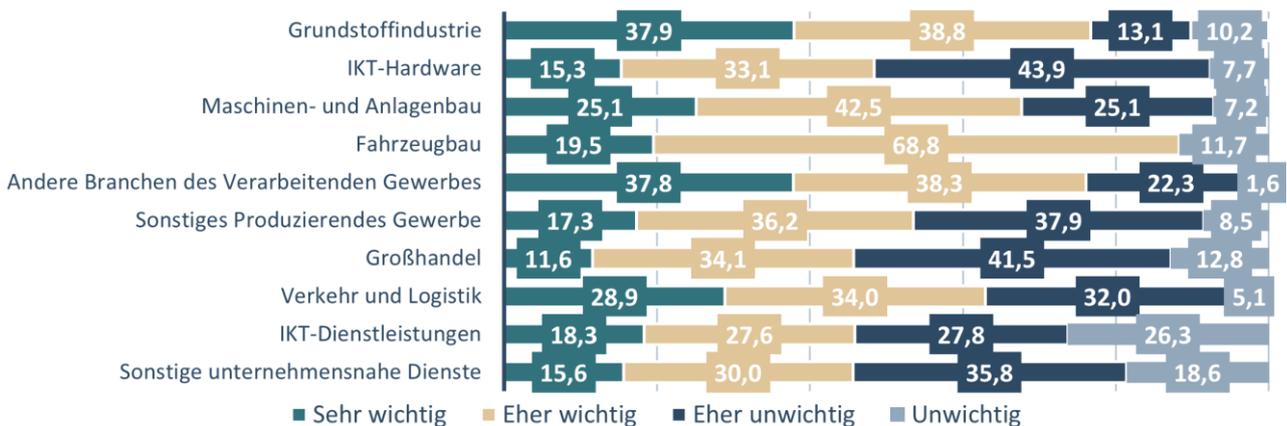
³⁶ Ergänzende Darstellungen zu den Bewertungen aller Standortfaktoren anhand der summierten Antwortanteile der Kategorien eher wichtig und sehr wichtig (Abbildung B - 7) sowie der Verteilung der Antworten zur Energieversorgung (Abbildung B - 8) und der Flächenverfügbarkeit (Abbildung B - 9) geordnet nach Unternehmensgrößenklassen befinden sich im Anhang.

als 250 Mitarbeitenden mit eher wichtig oder sehr wichtig beurteilt (76,7 Prozent), gefolgt von mittelgroßen Unternehmen (66 Prozent) und zuletzt den kleineren Betrieben (49,8 Prozent).

In Abbildung 5-12 ist die Bewertung des Standortfaktors Energieversorgung auf Branchenebene dargestellt. Deren Bedeutung wird vor allem von den Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes betont. Dies gilt insbesondere in der Grundstoffindustrie (76,6 Prozent) und dem Fahrzeugbau (88,3 Prozent). Im Dienstleistungssektor wird die Energieversorgung im Bereich Verkehr und Logistik mit 62,9 Prozent am häufigsten als eher wichtig oder sehr wichtig bewertet.

Abbildung 5-12: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren auf Branchenebene: Energieversorgung

Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 924 Unternehmen

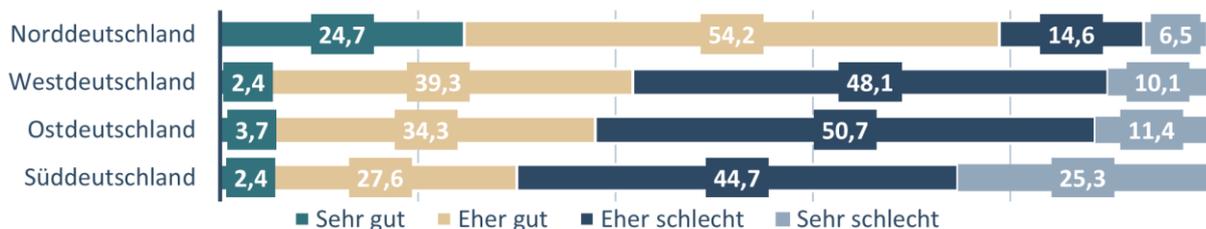
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Regionale Unterschiede in der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien

Während im vorherigen Abschnitt über die Hälfte der befragten Unternehmen (53,4 Prozent) die Energieversorgung vor Ort als wichtigen Standortfaktor benennen, enthält Abbildung 5-13 eine Bewertung der regionalen Möglichkeiten für eine Versorgung mit Erneuerbaren Energien. Hierbei zeigt sich eine besonders positive Einschätzung der norddeutschen Bundesländer: Knapp vier Fünftel aller befragten Unternehmen (78,9 Prozent) bewerten Norddeutschland hinsichtlich einer mittelfristig klimaneutralen Energieversorgung als eher gut oder sehr gut.

Abbildung 5-13: Regionale Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien

Wie bewerten Sie die folgenden Regionen Deutschlands hinsichtlich einer mittelfristig klimaneutralen Energieversorgung Ihres Unternehmens (über den direkten Bezug Erneuerbarer Energien oder auch über entsprechende Leitungs- und Importinfrastrukturen)?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 796 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Definition der Regionen: Norddeutschland (Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg, Bremen, Niedersachsen), Westdeutschland (Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland), Ostdeutschland (Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen, Brandenburg, Berlin), Süddeutschland (Bayern, Baden-Württemberg)

Besonders die Bewertung der Unternehmen im Bereich der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung weichen von Gesamtbild ab: Während auch hier 91,1 Prozent aller Unternehmen Norddeutschland als eher gut oder sehr gut einordnen, wird branchenintern auch Ostdeutschland von 75,9 Prozent positiv bewertet. Auch in den Branchen des Fahrzeugbaus, der Grundstoffindustrie und des Maschinen- und Anlagenbaus wird Ostdeutschland gegenüber West- und Süddeutschland bevorzugt. Eine Auswertung nach Unternehmensgröße zeigt zudem, dass Norddeutschland die meisten positiven Bewertungen von Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern erhält. Zudem werden Westdeutschland (48,7 Prozent) und Ostdeutschland (50,5 Prozent), im Vergleich zu den Angaben kleinerer Unternehmen, deutlich häufiger als eher gut oder sehr gut bewertet als Süddeutschland (25,1 Prozent).³⁷

Potenzielle Standortverschiebungen

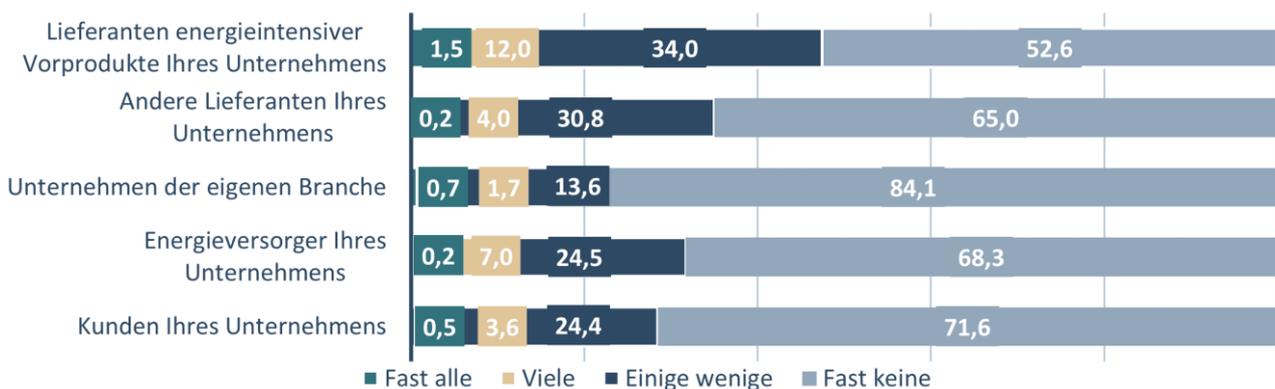
Im Rahmen der Befragung wurden die Einschätzungen und Erwartungen der Unternehmen eingeholt, ob und in welchem Ausmaß sie eine Standortverlagerung verschiedener Marktakteure aufgrund einer besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien erwarten.

Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands

Abbildung 5-14 zeigt die Erwartungen der befragten Unternehmen hinsichtlich potenzieller Standortverlagerungen innerhalb Deutschlands. Generell zeigt sich dabei, dass in allen der fünf Antwortkategorien über die Hälfte der befragten Unternehmen nicht von merklichen Verlagerungen innerhalb Deutschlands ausgehen. Insbesondere die Abwanderung der eigenen Branche wird von den Unternehmen eher nicht erwartet. Auch gehen etwa 70 Prozent nicht von Verlagerungen der eigenen Kunden (71,6 Prozent) oder der Energieversorger (68,3 Prozent) aus. Die Verlagerung vieler oder fast aller Lieferanten energieintensiver Vorprodukte wird mit 13,5 Prozent am häufigsten genannt.

Abbildung 5-14: Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands

Erwarten Sie eine Verlagerung von Unternehmen an andere Standorte innerhalb Deutschlands aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 864 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Das gilt vor allem für den Großhandel (69,5 Prozent), die IKT-Dienstleistungen (62,5 Prozent) und den Verkehr und Logistik (62,3 Prozent), die im Vergleich am seltensten angeben, das sie fast keine Abwanderungen von Lieferanten energieintensiver Vorprodukte erwarten. Im sonstigen Produzierenden Gewerbe betrifft dies vor

³⁷ Die Verteilung der Antworten zur regionalen Auswertung im Bezug auf die Verfügbarkeit von Erneuerbaren Energien geordnet nach Unternehmensgrößenklassen befindet sich im Anhang (Abbildung B - 10).

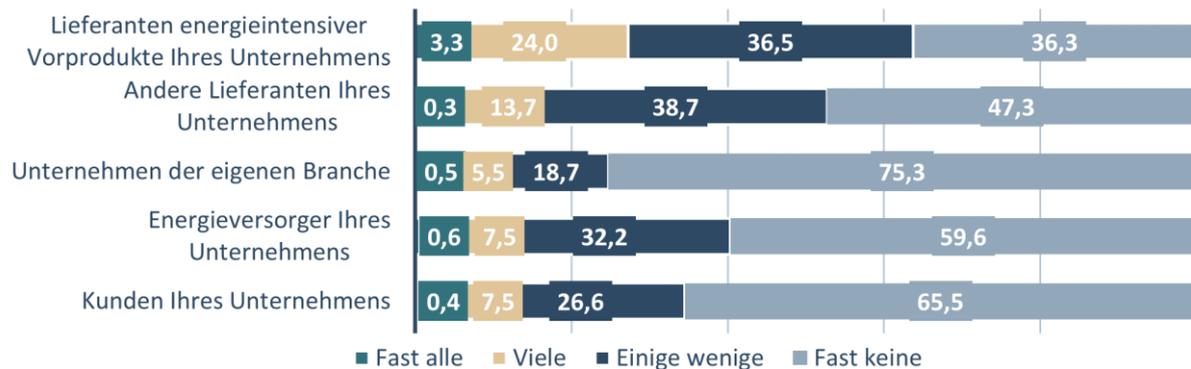
allein die Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung: Dort gehen nur 26 Prozent der Unternehmen davon aus, dass es innerhalb Deutschlands kaum zu Verlagerungen kommen werde.³⁸

Standortverschiebungen innerhalb Europas

In Abbildung 5-15 sind die Antworten der Unternehmen spezifisch zu einer potenziellen Abwanderung ins europäische Ausland aufgeführt. Im direkten Vergleich zu potenziellen Verlagerungen innerhalb Deutschlands (vgl. Abbildung 5-14) zeigt sich, dass in allen Bereichen eher Verlagerungen innerhalb Europas erwartet werden. Dies gilt vor allem für die antizipierte Standortverlagerung der Zulieferer von energieintensiven Vorprodukten: Rund ein Viertel (27,3 Prozent) der Unternehmen geht davon aus, dass viele dieser Lieferanten ihre Standorte innerhalb Europas verlagern werden. Dies ist mehr als eine Verdopplung der Angaben zu einer möglichen Verlagerung innerhalb Deutschlands (13,5 Prozent). Hingegen gehen rund drei Viertel der Unternehmen (75,3 Prozent) davon aus, dass fast keine Unternehmen der eigenen Branche abwandern werden.

Abbildung 5-15: Standortverschiebungen innerhalb Europas

Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte innerhalb Europas aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 854 Unternehmen

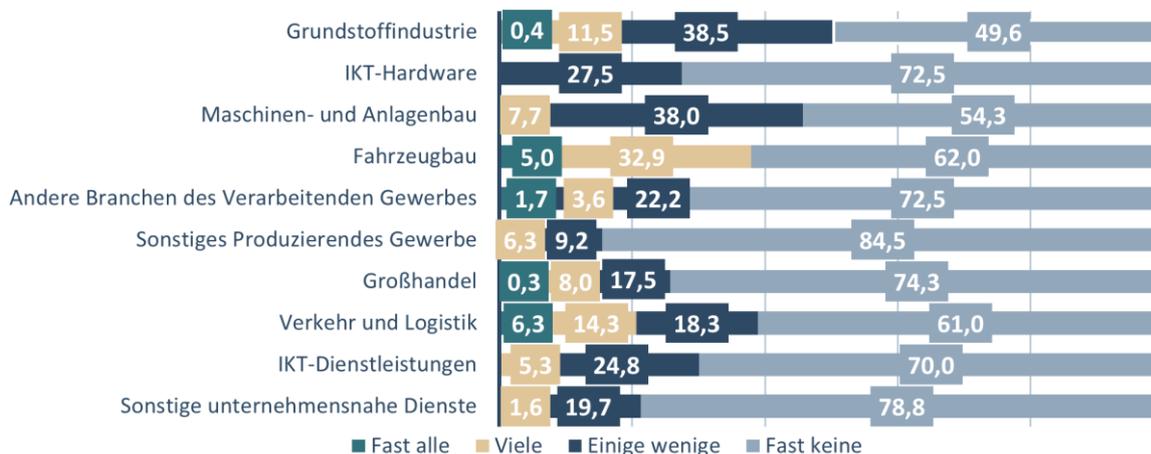
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung 5-16 zeigt die Ergebnisse zu erwarteten Verlagerungen innerhalb der eigenen Branche in andere europäische Staaten auf Branchenebene. Insbesondere im Fahrzeugbau belaufen sich die summierten Antwortanteile der Kategorien viele und fast alle auf 37,9 Prozent. Die Branche der IKT-Hardware geht größtenteils von keinen nennenswerten Abwanderungen innerhalb der eigenen Branche aus, wenngleich 27,5 Prozent dies zumindest für einige Unternehmen nicht ausschließen. Die Abwanderung von einigen wenigen Unternehmen ist auch bei den Unternehmen der Grundstoffindustrie sowie dem Maschinen- und Anlagenbau stärker ausgeprägt. Zudem gehen im Bereich Verkehr und Logistik 38,9 Prozent von einer Verlagerung von zumindest einigen wenigen Mitbewerbern aus.

³⁸ Die Auswertung zu potenziellen Abwanderungen von Lieferanten energieintensiver Vorprodukte auf Branchenebene befindet sich im Anhang (Abbildung B - 11).

Abbildung 5-16: Standortverschiebungen innerhalb Europas auf Branchenebene: Verlagerungen der eigenen Branche

Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte innerhalb Europas aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 854 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Bezüglich potenzieller Verlagerungen der Energieversorger gehen bis auf den Fahrzeugbau alle Branchen zu über 50 Prozent nicht von einer nennenswerten Verlagerung ins europäische Ausland aus.³⁹ An zweiter Stelle gehen in den energieintensiven Grundstoffindustrien 49 Prozent von einer Verlagerung von zumindest einem Teil der Energieversorger aus. Generell spielen bei der Frage einer potenziellen Abwanderung der eigenen Branche insbesondere die Fachkräfte- und Energieversorgungssituation eine Rolle: Von den 58 Unternehmen, welche eine Standortverlagerung vieler oder fast aller Unternehmen der eigenen Branche erwarten, nennen 90,8 Prozent die Verfügbarkeit von Fachkräften als wichtigen Standortfaktor. Von diesen Unternehmen geben zudem 89,4 Prozent die Energieversorgung als wichtigen Standortfaktor an.

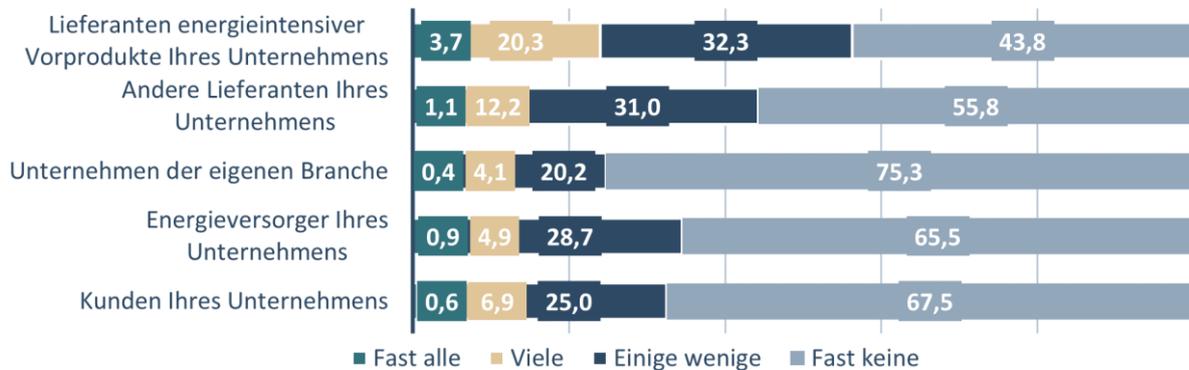
Standortverschiebungen weltweit

In Abbildung 5-17 sind die Erwartungen zu perspektivischen Standortverlagerungen weltweit dargestellt. Zunächst zeigen sich dabei wenige Unterschiede im Vergleich zu den Ergebnissen zu Abwanderungen innerhalb Europas (vgl. Abbildung 5-17). Im Bezug auf die erwarteten Abwanderungen der Lieferanten energieintensiver Vorprodukte zeichnet sich ab, dass die befragten Unternehmen eher von Verlagerungen innerhalb Europas als weltweit ausgehen. So steigt der Antwortanteil der Kategorie fast keine bezüglich einer weltweiten Abwanderung von Lieferanten energieintensiver Vorprodukte (43,8 Prozent) im Vergleich zu erwarteten Standortverlagerungen innerhalb Europas (36,3 Prozent). Innerhalb der eigenen Branchen werden kaum Verlagerungen erwartet (75,3 Prozent).

³⁹ Eine branchenspezifische Auswertung der Frage nach potenziellen Abwanderungen von Energieversorgern innerhalb Europas findet sich im Anhang (Abbildung B - 12).

Abbildung 5-17: Standortverschiebungen weltweit

Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte weltweit aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 841 Unternehmen
 Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Bei einer branchenspezifischen Auswertung zeigt sich vor allem im Fahrzeugbau mit 44,5 Prozent eine Befürchtung, dass viele Lieferanten energieintensiver Produkte ins außereuropäische Ausland abwandern könnten.⁴⁰ Auch in der Grundstoffindustrie geht nur ein Fünftel (21,6 Prozent) davon aus, dass es zu keiner nennenswerten Verlagerung dieser Lieferanten komme. Zudem wird im Maschinen- und Anlagenbau, entgegen der Einschätzungen aus anderen Branchen, eher sowohl eine Verlagerung innerhalb der eigenen Branche als auch von Lieferanten und Kunden ins außereuropäische Ausland anstatt in europäische Nachbarstaaten erwartet.

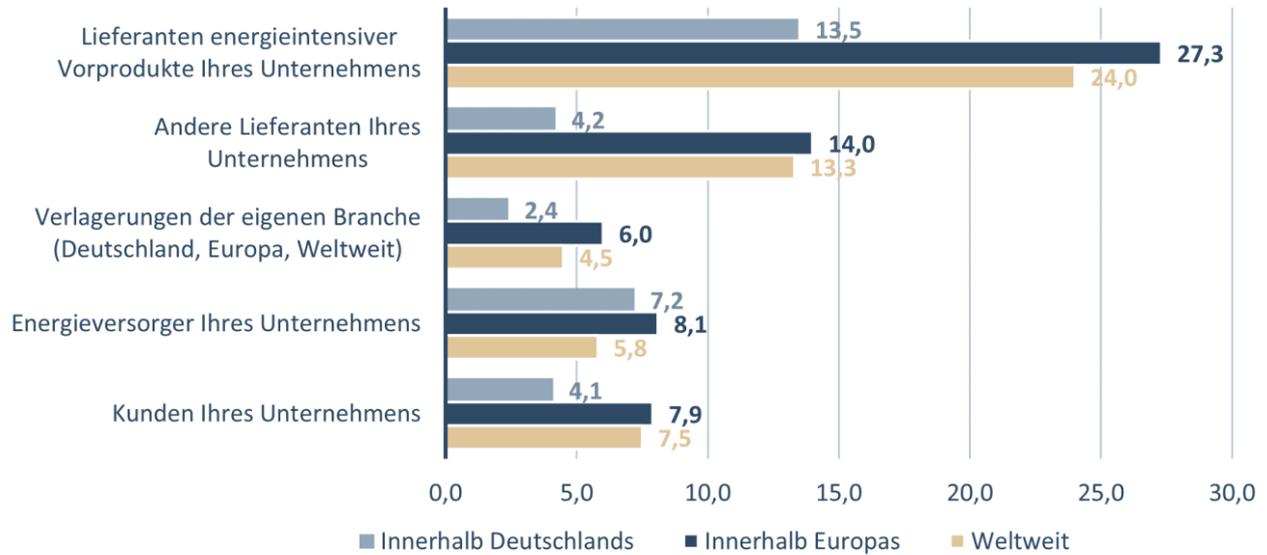
Abbildung 5-18 zeigt abschließend einen Vergleich der Befragungsergebnisse zu potenziellen Standortverlagerungen innerhalb Deutschlands, Europas und weltweit aufgrund der besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien. Darin sind die summierten Antworten viele und fast alle für verschiedene Akteure entlang der Wertschöpfungskette aufgeführt. Insgesamt geben die Unternehmen in allen Bereichen mit mindestens über 70 Prozent an, dass sie keine Abwanderungen in signifikantem Ausmaß erwarten. Wenn eine Abwanderung in nennenswertem Ausmaß erwartet wird, bezieht sich dies auf Lieferanten im Allgemeinen und energieintensive Vorprodukte im Besonderen. Dabei wird aber eher eine Abwanderung in andere europäische Länder oder über die Grenzen der EU hinaus erwartet als innerhalb Deutschlands. Auch eine Abwanderung innerhalb der eigenen Branche wird vor allem außerhalb Europas, aber auch im europäischen Ausland und kaum innerhalb Deutschlands gesehen. Der Maschinen- und Anlagebau⁴¹ zeigt als einzige der betrachteten Branchen über alle Antwortkategorien hinweg die höchsten Zustimmungswerte bezüglich einer erwarteten Abwanderung an Standorte außerhalb Europas. Am höchsten sind dabei die Angaben zur erwarteten Abwanderung der Lieferanten von energieintensiven Vorprodukten: 35,7 Prozent des Maschinen- und Anlagebaus geben an, dass sie eine Abwanderung vieler oder fast aller dieser Lieferanten erwarten.

⁴⁰ Eine branchenspezifische Auswertung der Frage nach potenziellen Verlagerungen von Lieferanten energieintensiver Vorprodukte oder der eigenen Branche ins außereuropäische Ausland findet sich im Anhang (Abbildung B - 13 und Abbildung B - 14).

⁴¹ Eine Auswertung der Frage zu potenziellen Standortverlagerungen innerhalb Deutschlands, Europas und weltweit aus Sicht des Maschinen- und Anlagebaus befindet sich im Anhang (Abbildung B - 15).

Abbildung 5-18: Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands, Europa und weltweit

Erwarten Sie eine Verlagerung (deutscher) Unternehmen an andere Standorte innerhalb Deutschlands/Europa/weltweit aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile „viele“ und „fast alle“ in Prozent, 864 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

5.3 Zentrale Erkenntnisse

In Tabelle 5-1 sind die zentralen Ergebnisse der Unternehmensbefragung aus dem IW-Zukunftspanel im Frühling 2023 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5-1: Zentrale Erkenntnisse aus dem IW-Zukunftspanel

Zusammenfassende Darstellung der Kernaussagen

Anpassung des Geschäftsmodells	<p>72,8 Prozent des Verarbeitenden Gewerbes gehen erst nach 2030 von einem Abschluss der nötigen Anpassungen aus, im Dienstleistungssektor sind es 49,2 Prozent.</p> <p>Der Anteil der Unternehmen mit bereits vollständig erfolgten Anpassungen ist in den IKT-Dienstleistungen am höchsten und in den Grundstoffindustrien sowie der Branche Verkehr und Logistik am niedrigsten.</p>
Maßnahmen zur Erreichung eines klimaneutralen Geschäftsbetriebs	<p>62,1 Prozent der Unternehmen messen einem klimaneutralen Energiebezug und 47,7 Prozent dem klimaneutralen Vorleistungsbezug einen mittleren bis hohen Beitrag zur Gewährleistung eines klimaneutralen Betriebs zu.</p> <p>In der Umstellung der eigenen Produktionsprozesse sehen insbesondere die Energie- und Wasserversorgung, die Chemieindustrie und Unternehmen im Bereich Verkehr und Logistik einen mittleren bis hohen Beitrag. Auch Kompensationsmaßnahmen für den CO₂-Ausstoß (bspw. Aufforstung) werden dort am häufigsten genannt.</p>
Energiekostenanteile und Möglichkeit der Kostenweitergabe	<p>41,6 Prozent beträgt der durchschnittlich erwartete Anstieg der Energiekostenanteile zwischen 2021 und 2023 innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes, im Dienstleistungssektor sind es 34,5 Prozent.</p> <p>Die höchsten Kostenanstiege werden in der Metallindustrie (52,9 Prozent) erwartet – in den IKT-Dienstleistungen die geringsten. Dabei können Unternehmen mit geringen Energiekosten steigende Energiepreise in der Tendenz besser an ihre Kunden weitergeben. Am besten wird diese Möglichkeit der Energiekostenweitergabe in der Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung bewertet, am schlechtesten bei den unternehmensnahen Diensten.</p>
Standortfaktoren und regionale Vorteile	<p>74,5 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe sehen in der Energieversorgung einen wichtigen Standortfaktor, im Dienstleistungssektor sind es trotz geringerer Energieintensität 47 Prozent.</p> <p>Die Fachkräfteverfügbarkeit gilt branchenübergreifend als wichtigster Standortfaktor. Im Verarbeitenden Gewerbe werden zudem die Transportinfrastruktur und die Energieversorgung häufig genannt – im Dienstleistungssektor ebenfalls die Transportinfrastruktur und zudem die räumliche Nähe zu Kunden.</p> <p>78,9 Prozent der Unternehmen bewerten Norddeutschland bezüglich einer mittelfristig klimaneutralen Energieversorgung als eher gut und sehr gut. Über die südlichen Bundesländer sagen dies nur 30 Prozent der befragten Unternehmen.</p>
Potenzielle Standortverlagerungen	<p>27,3 Prozent der Unternehmen erwarten vermehrte Standortverlagerungen der Lieferanten energieintensiver Vorprodukte innerhalb Europas. Nur 6 Prozent der Unternehmen gehen von vermehrten Abwanderungen innerhalb der eigenen Branche ins europäische Ausland aus.</p> <p>Tendenziell werden Standortverlagerungen der verschiedenen Marktakteure eher außerhalb Deutschlands und innerhalb Europas erwartet. Nur im Maschinen- und Anlagenbau werden Standortverlagerungen generell eher außerhalb Europas erwartet.</p>

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

6 Ableitung politischer Handlungsempfehlungen

Die in dieser Studie ausgewerteten Daten zur branchenspezifischen Betroffenheit und zu den regionalen Standortunterschieden sowie die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigen deutliche branchen- und regionsspezifische Herausforderungen im Rahmen der geplanten Transformation. Dies beinhaltet auch unterschiedliche Bedarfe und Verfügbarkeiten mit Bezug auf den Standortfaktor Erneuerbare Energien, dessen Bedeutung, wie in den vorhergehenden Abschnitten deutlich erkennbar ist, perspektivisch deutlich zunehmen wird.

Im folgenden Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse dieser Analyse diskutiert, um die Relevanz einer grünen Energieversorgung als Standortfaktor für Unternehmen darzustellen und bestehende Hemmnisse sowie geeignete Lösungen aufzuzeigen.⁴²

6.1 Bedeutung des Standortfaktors Erneuerbare Energien

Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung unterstreichen die wachsende Bedeutung des Standortfaktors Erneuerbare Energien: Die befragten Unternehmen benennen über alle Sektoren und Branchen hinweg den Bezug klimaneutral erzeugter Energie als zentrale Maßnahme zur Anpassung des eigenen Geschäftsmodells – insgesamt 62,1 Prozent der Unternehmen. An zweiter Stelle verweisen die Unternehmen mit 47,7 Prozent auf den Bezug energieintensiver Vorprodukte. Auch wird die Energieversorgung von über der Hälfte der Unternehmen als relevanter Standortfaktor gesehen. Bereits in einer vorherigen Befragung des IW-Zukunftspansels verwiesen 31 Prozent der befragten Unternehmen auf eine unzureichende Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien als Hemmnis der Umsetzung des europäischen Green New Deals (Küper et al., 2023). Bei den relevanten Faktoren zur Wahl von Unternehmensstandorten betonen die befragten Unternehmen daneben branchenübergreifend die Bedeutung verfügbarer Fachkräfte, welche auch für den Ausbau der Erneuerbaren Energien und der dazugehörigen Infrastrukturen eine wichtige Rolle spielen (KOFA, 2022). Standortverlagerungen aufgrund einer höheren Verfügbarkeit grüner Energie erwarten die Unternehmen zum größten Teil nicht in nennenswertem Ausmaß. Branchenübergreifend werden diese am ehesten bei Lieferanten energieintensiver Vorprodukte gesehen. Innerhalb der eigenen Branche werden Abwanderungen nur in geringem Umfang erwartet, vornehmlich ins europäische Ausland (5 Prozent).

Eine Analyse der regionalen Standortqualität in Deutschland (vgl. Abschnitt 4) zeigt allerdings, dass sowohl durch den schleppenden Ausbau der Erneuerbaren Energien und Leitungsinfrastrukturen der letzten Jahre als auch

„Ausbau des Stromnetzes im ländlichen Raum zur Einspeisung erneuerbaren Stroms und zur Nutzung des Stroms vor Ort in industriellen Anlagen!“

O-Tone aus der Lebensmittelindustrie

die regional variierenden Erzeugungspotenziale deutliche Qualitätsunterschiede zwischen Unternehmensstandorten in Deutschland bestehen. An einigen Standorten sind somit trotz Vorteilen in anderen Bereichen Maßnahmen nötig, um die Versorgung mit Erneuerbaren Energien vor Ort zu gewährleisten. Hier zeigen sich in den verfügbaren Daten und den Einschätzungen der Unternehmen deutliche Vorteile im Norden Deutschlands. Diese bestehen aufgrund des bereits signifikanten Ausbaus der Windenergie an Land, dem Anschluss

⁴² Hierbei wurde im Rahmen einer Unternehmensbefragung mit 39 Teilnehmern in Kooperation mit EPICO Klimainnovation und der Stiftung KlimaWirtschaft zusätzlich ein erstes Stimmungsbild zu bestehenden und perspektivischen Hindernissen eingefangen. Einzelne Antworten auf die Frage „Welche Maßnahmen müsste die Politik ergreifen, um die Versorgung mit Erneuerbaren Energien und die potenzielle Umstellung Ihrer Anlagen an Ihrem Standort zu gewährleisten?“ sind innerhalb dieses Abschnitts aufgeführt, um auf die spezifischen Herausforderungen aus Unternehmenssicht aufmerksam zu machen.

zur Windenergie auf See und der Möglichkeit des Imports synthetischer Energieträger auf dem Seeweg. In den anderen Regionen Deutschlands, vor allem im Süden, sind hier bisher deutliche Standortnachteile in diesem Bereich zu erkennen. Dies zeigt sich vor allem beim Ausbau der Windenergie sowie der Leitungsinfrastrukturen (vgl. Abschnitt 4.1). Insgesamt zeigt sich zudem, dass die Ballungsräume um die Großstädte deutliche Standortvorteile aufweisen. Dies wird auch durch die Betonung der räumlichen Nähe zu Kunden als relevanter Standortfaktor vonseiten der Unternehmen im Rahmen der Befragung verstärkt (vgl. Abschnitt 5.2.3). Allerdings verhilft der Einbezug der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien gerade in ländlicheren Regionen, vor allem im Osten und Norden Deutschlands, zu einer insgesamt höheren Standortattraktivität (vgl. Abschnitt 4.5).

Die Ergebnisse der branchenspezifischen Untersuchungen zeigen eine besondere Betroffenheit des Verarbeitenden Gewerbes im Rahmen der geplanten Energiewende (vgl. Abschnitt 3). Dort zeigen sich umfangreiche Herausforderungen und eine besondere Bedeutung der Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien vor Ort: Erstens werden große Mengen an Energie zum Betrieb der einzelnen Prozesse benötigt, zweitens bestehen durch existierende Industrieanlagen signifikante Bindungen zu den bisherigen Standorten und drittens müssen viele Wirtschaftszweige umfangreiche Umstellungen der eigenen Prozesse und Anlagen durchführen, um einen klimaneutralen Betrieb gewährleisten zu können. Dies bestätigen auch die Ergebnisse der Unternehmensbefragung (vgl. Abschnitt 5). Die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes gehen zu großen Teilen von einem deutlich längeren Umstellungsprozess aus als es beispielsweise im Dienstleistungsbereich der Fall ist: 72,8 Prozent des Verarbeitenden Gewerbes rechnen mit vollständigen Anpassungen der Geschäftsmodelle zur Erreichung der Klimaneutralität erst nach 2030, im Dienstleistungsbereich sind es hingegen nur 49,2 Prozent. Ebenso wird dem Standortfaktor Energieversorgung von drei Vierteln eine hohe Bedeutung zugewiesen. Hier liegt der Anteil im Dienstleistungssektor noch bei etwa der Hälfte aller befragten Unternehmen. Gerade energieintensive Unternehmen verweisen zudem zu rund 40 Prozent auf eine nötige Anpassung der eigenen Produktionsprozesse. Auch geben mit der Grundstoffindustrie, dem Anlagen- und Maschinenbau und dem Fahrzeugbau einige Branchen des Verarbeitenden Gewerbes zu höheren Anteilen an, dass sie eine Verlagerung von Standorten der eigenen Branche ins inner- oder außereuropäische Ausland nicht ausschließen. Zudem befürchten nach Ergebnissen einer vergangenen Befragung des IW-Zukunftspanels vor allem die Metall-, Elektro- und chemische Industrie sowie der Maschinen- und Fahrzeugbau im Rahmen der europaweiten Transformation einen hohen Wettbewerbsdruck aus dem außereuropäischen Ausland (Küper et al., 2023).

„Wettbewerbsfähige Strompreise sind ein sehr wichtiger Standortfaktor!“

O-Tone aus dem Maschinen- und Anlagenbau

Damit bestätigt sich auch die Identifizierung einiger Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, vor allem der energieintensiven Grundstoffsparte (chemische, Metall- und Mineralindustrie), als besonders von der Transformation betroffen (vgl. Abschnitt 3.6). Die Grundstoffindustrie verweist im Rahmen der Befragung auf die hohe Bedeutung der Energieversorgung und die im Branchenvergleich hohen Energiekosten. Auch ergeben sich hier besondere Ansprüche an zukünftige Leitungsinfrastrukturen. Dies betrifft die Verfügbarkeit umfangreicher Strommengen, welche vor allem im Süden Deutschlands und die dortigen Industriestandorte ein perspektivisches Problem darstellt. Zudem benötigen gerade die Grundstoffsparten, wie die chemische oder die Stahlindustrie, aufgrund der notwendigen Prozessanpassungen Anschlüsse an zu errichtende Wasserstoffnetze (vgl. Abschnitte 3.4, 3.6, 4.1). Ohnehin besteht in den energieintensiven Branchen der Grundstoffindustrie bereits eine hohe Belastung durch Energiekosten und die Befürchtung steigende Kosten nicht weitergeben zu können: Insgesamt erwarten die Grundstoffsparten einen Anstieg der

Energiekostenanteile von 2021 bis 2023 von 46,2 Prozent, anteilig an der Gesamtkostenstruktur. Die Metallindustrie geht sogar von einer Kostensteigerung um 52,9 Prozent aus. Gleichzeitig können gerade Unternehmen in den energieintensiven Industriezweigen ihre höheren Kosten nur bedingt weitergeben. Gerade hinsichtlich stark exportorientierter Branchen, wie der Chemieindustrie (Exportquote im Jahr 2020: 62 Prozent, vgl. Abschnitt 3.6), sind diese erschwerten Möglichkeiten der Kostenweitergabe problematisch, da sich diese im starken internationalen Wettbewerb befinden. Daher geben die Unternehmen der Grundstoffindustrie neben dem Maschinen- und Anlagenbau jeweils etwa zur Hälfte an, dass sie zumindest eine Verlagerung einiger weniger Standorte innerhalb der eigenen Branche ins europäische Ausland erwarten.

6.2 Politischer Handlungsbedarf

Die auf europäischer und nationaler Ebene vorgegebenen Klimaziele erfordern den Umbau der Unternehmen auf einen klimaneutralen Betrieb. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen die herausragende Bedeutung einer erneuerbaren Energieversorgung für diese Transformation und deren Herausforderungen. Dies erfordert nicht nur umfangreiche staatliche, sondern auch unternehmerische Investitionen. Da an anderen Standorten insbesondere außerhalb Europas weniger ambitionierte Klimaziele und weniger strenge Anforderungen bestehen, drohen für hiesige Unternehmen Wettbewerbsnachteile. Deshalb müssen die Standortbedingungen hierzulande gestärkt werden. Für die Politik ergeben sich daraus drei zentrale Ansatzpunkte:

1. **Standortfaktor Erneuerbare Energien stärken:** Die Erneuerbaren Energien müssen konsequent ausgebaut werden. Dies betrifft auch die zugehörigen Leitungs-, Speicher- und Importinfrastrukturen, unter anderem für Wasserstoff.
2. **Hindernisse der Transformation beseitigen:** Unternehmen müssen bei der Anpassung ihrer Geschäftsmodelle unterstützt und Transformationshindernisse abgebaut werden
3. **Wettbewerbsfähigkeit erhalten:** Bestehende Standortvorteile wie die Verfügbarkeit von Fachkräften oder die Qualität der bestehenden Transportinfrastruktur müssen erhalten und gestärkt werden. Ebenso gilt es die Nachteile aufgrund von ungleichen Potenzialen einer erneuerbaren Energieversorgung und Rohstoffvorkommen zu adressieren

Standortfaktor Erneuerbare Energien stärken

Für eine ausreichende Versorgung mit Erneuerbaren Energien zu wettbewerbsfähigen Preisen benötigt es einen konsequenteren Ausbau in allen Regionen Deutschlands. Dies erhöht erstens die Versorgungssicherheit durch eine geringere Abhängigkeit von Importen und senkt zudem die Strompreise aufgrund der geringen Betriebskosten der Wind- und Solaranlagen. Vor allem im Süden Deutschlands müssen hier bestehende Potenziale gehoben werden, um den bestehenden Industriestandorten eine nachhaltige Energieversorgung zu ermöglichen. Im Unterschied zu nördlichen Bundesländern fehlt es beispielsweise in Bayern und Baden-Württemberg bisher am notwendigen Ausbau der Windenergie. Auch wenn die Erzeugungspotenziale durch geringer sind als im Norden Deutschlands, gilt es diese zu heben. Da die Stromversorgung, gerade für energieintensive Prozesse, nicht ausschließlich über die bereits gut ausgebaute Solarenergie abgedeckt werden kann (vgl. Abschnitt 3.1).

Vielfach scheiterte der Ausbau der Windenergie an Land in den vergangenen Jahren an langwierigen Genehmigungen und fehlenden Flächen. Hier hat die Bundesregierung bereits einige Hebel in Bewegung gesetzt. Die Ausbauziele wurden auf ein ambitioniertes

„Essenzieller Standortfaktor wird die ausreichende Verfügbarkeit von grünem Strom zu global wettbewerbsfähigen Preisen sein!“

O-Ton aus der chemischen Industrie, inkl. Pharma und Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren

Niveau heraufgesetzt und der Ausbau als Teil des überragenden öffentlichen Interesses definiert. Ebenso gibt es nun vorgegebene Flächenziele auf Landesebene, die allerdings erst in 2032 bindend werden. Zudem wurden die Vergütungssätze im Rahmen der Förderung aus dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) erhöht, auch um die infolge der letztjährigen Krisen höheren Kosten für Anlagenkomponenten zu berücksichtigen (BMWK, 2022b; BNetzA, 2023a). Zukünftig sollten zudem langfristige bilaterale Verträge (PPAs) gestärkt und öffentlich abgesichert werden. Dadurch können Investitionsrisiken bei der privaten Finanzierung Erneuerbarer Energien und Strompreisrisiken für Unternehmen deutlich gesenkt werden. Die Stärkung solcher PPAs sehen auch die Pläne des Bundeswirtschaftsministeriums und der EU vor, um langfristig eine ausreichende Versorgung mit klimaneutral erzeugtem Strom zu stabilen Preisen auf einem wettbewerbsfähigen Niveau zu ermöglichen. Dabei gilt es auch die Möglichkeit kleiner Unternehmen zu berücksichtigen, derartige Verträge abzuschließen. Diese stellen aus Sicht der Energieanbieter oft keine ausreichend hohe Nachfrage oder zu hohe potenzielle Ausfallrisiken dar. Daher bietet sich eine öffentliche Absicherung derartiger Verträge als auch der gemeinsame Energieeinkauf mehrerer Unternehmen mithilfe von Aggregatoren an.

Einen weiteren zentralen Punkt stellt die klimafreundliche Wärmeversorgung dar. An vielen Standorten wird eine Umstellung der eigenen Wärmeversorgung auf beispielsweise Wärmepumpen, klimafreundliche Brennstoffe oder prozessbedingte Abwärme erfolgen müssen. Diese Anpassungen und Investitionen sind besonders für kleinere und mittlere Unternehmen oft schwieriger darstellbar. Daher ist es gerade für diese Unternehmen wichtig, dass auf regionaler Ebene Pläne für die zukünftige Wärmeversorgung entstehen, um über Quartierslösungen Möglichkeiten für eine effiziente Umstellung zu schaffen - beispielsweise durch zentrale Wärmepumpen zur Versorgung mehrerer Gebäude oder den Anschluss an bestehende Abwärmequellen. Zudem sollten für kleinere Unternehmen Lösungen gefunden werden, um einen gezielten Bezug von erneuerbar erzeugtem Strom handhabbar zu machen. Beispielsweise über einen Einsatz von Aggregatoren, sodass mehrere Unternehmen gemeinsam PPAs mit Stromerzeugern abschließen können. Ebenso bieten sich Beteiligungsmöglichkeiten an entstehenden Solar- oder Windparks in der Region an, um so auch kleineren Unternehmen die aktive Teilhabe an der Umstellung der regionalen Energieversorgung zu ermöglichen. Ohnehin zeigen Studien bereits die akzeptanzfördernde Wirkung durch die finanzielle Teilhabe an neuen Projekten (Fachagentur Windenergie an Land, 2015). Dies kann durch eine direkte finanzielle Beteiligung, das Angebot günstiger Konditionen für angebundene Stromkunden oder Erlösbeteiligungen der entsprechenden Gemeinden erfolgen. Hier ist davon auszugehen, dass auch die Teilhabe der regional angesiedelten Unternehmen und die resultierende Stärkung des Unternehmensstandortes ebenfalls positive Auswirkungen auf die Akzeptanz des Zubaus von Erzeugungs- und Leitungsinfrastrukturen haben kann.

Zusätzlich gilt es die notwendigen Infrastrukturen für Strom, Wasserstoff und perspektivisch auch CO₂ aufzubauen (IN4climate.NRW, 2021b). Der anstehende Ten Year Net Development Plan (TYNDP) wird zum ersten Mal

auch die Bedarfe für eine Wasserstoffinfrastruktur berücksichtigen, auf die eine Vielzahl von Industriebetrieben angewiesen sein wird. Dabei bedarf es einer gemeinsamen Planung, da Erzeugung und Nutzung von Strom, Wasserstoff, CO₂ - und in der kurzen bis mittleren Frist auch Erdgas - miteinander verknüpft sind. Aufgrund der beabsichtigten direkten und indirekten Elektrifizierung - mit Wasserstoff - ist der Ausbau der entsprechenden Leitungs-, Speicher- und Importinfrastrukturen eine industriepolitische Notwendigkeit, inklusive grenzüberschreitender Leitungen. Die bestehenden Erzeugungs- und Leitungskapazitäten und Ausbaupläne zeigen hier vor allem für den Süden Deutschlands einen großen Aufholbedarf (vgl.

„Leistungs- und Infrastrukturausbau muss vorangetrieben werden!“

O-Töne, Metallerzeugung und -bearbeitung

„Nachhaltige Versorgung mit grünem Wasserstoff muss gesichert sein!“

O-Töne, Glas/Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden

inklusive grenzüberschreitender Leitungen. Die bestehenden Erzeugungs- und Leitungskapazitäten und Ausbaupläne zeigen hier vor allem für den Süden Deutschlands einen großen Aufholbedarf (vgl.

Abschnitt 4.1). Hier gilt es auch über den entsprechenden Netzausbau Regionen mit geringeren Potenzialen zur Erzeugung Erneuerbarer Energien oder Ballungsräume in Großstädten mit geringen Flächenpotenzialen den Anschluss an die großskalige Erzeugung durch Solar- und Windenergieanlagen zu ermöglichen (vgl. Abschnitt 4.1). Grundsätzlich ist es zudem wichtig gerade die bestehenden industriellen Cluster zu berücksichtigen, beispielsweise beim Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur. Dies sehen die aktuellen Pläne der Fernnetzbetreiber auch vor. Allerdings sollten auch kleinere und mittlere Unternehmen Berücksichtigung finden. Beispielsweise Betriebe im Bereich der Herstellung von Glas und Verarbeitung von Steinen und Erden - wovon im Jahr 2020 etwa 70 Prozent unter 50 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen beschäftigten (Destatis, 2021) - werden zukünftig ebenfalls Wasserstoffmengen benötigen. Daher müssen auch für dezentralere Standorte technische Lösungen bereitgestellt werden. Darüber hinaus sollte beim perspektivisch wachsenden Import von Wasserstoff und anderen synthetischen Energieträgern von Beginn an ein breites Portfolio an Kooperationen geschlossen werden, um zu starke Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten zukünftig zu vermeiden.

Hindernisse der Transformation beseitigen

Um den Unternehmen die Umstellung und Nutzung Erneuerbarer Energien zu erleichtern, gilt es unter anderem durch Anpassung der staatlich induzierten Stromkostenbestandteile Elektrifizierung und Flexibilisierung zu setzen. Dies gilt vor allem hinsichtlich einer notwendigen Überarbeitung der Netzentgeltsystematik, um vor allem bei Unternehmen mit einem hohen Energiebedarf flexible netzdienliche Verbräuche zu incentivieren (Agora Energiewende, 2021b). Gerade für kleinere und mittlere Unternehmen bedarf es ebenso eine Ausweitung des Angebots flexibler Stromtarife und eines zeitnahen Rollouts von intelligenten Stromzählern (Smart Metern), um auf Preissignale reagieren und die Stromversorgung der Erzeugung Erneuerbarer Energien effizient anpassen zu können. Ebenso gilt es Anreize für die klimafreundliche Eigenerzeugung von Strom- und Wärme zu erhöhen, beispielsweise durch Solaranlagen. Für kleinere Unternehmen kann dies durch eine Erleichterung der Genehmigungs- und Zertifizierungspflichten erfolgen: Beispielsweise durch die Anhebung der Grenze zur notwendigen Zertifizierung von Fotovoltaik-Dachanlagen von derzeit 135 Kilowatt peak (kWp). Für derartige Anlagen ab einer Leistung von 1 Megawatt peak (MWp) gilt seit einigen Jahren zudem eine Pflicht zur Teilnahme an Ausschreibungen im Rahmen des EEG. Hier muss die Ausschreibungsmenge dem zukünftigen Bedarf angepasst sowie der verwaltungstechnische Aufwand einer Teilnahme möglichst geringgehalten werden.

„Schnelle Genehmigungen für Erneuerbare Energien und Voraussetzungen für grüne Wasserstoffproduktion schaffen!“

O-Ton aus der chemischen Industrie, inkl. Pharma und Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren

Für energieintensive Unternehmen mit einer hohen Kapitalintensität besteht einerseits eine hohe Standortbindung durch bestehende Anlagen. Andererseits bedingt die geplante Transformation umfangreiche Neuinvestitionen,

um einen klimaneutralen Betrieb basierend auf Erneuerbaren Energien zu ermöglichen. Hier sollen die geplanten Klimaschutzverträge kurz- bis mittelfristig die Kostendifferenz zwischen emissionsintensiven und klimafreundlichen Prozessen abdecken und dann auslaufen (BMWK, 2022a). Wichtig ist, dass dabei jene technischen Umstellungen berücksichtigt werden, die hohe langfristige Einsparungspotenziale aufweisen und sich für einen vollständig klimaneutralen Betrieb eignen (IN4climate.NRW, 2021c). Dies beinhaltet unter anderem die Nutzung von Schachttöfen mit Wasserstoff in der Stahlindustrie, die Möglichkeit der CO₂-Abscheidung in der Zementindustrie oder eine verstärkte Nutzung von Sekundärrohstoffen, beispielsweise im Baugewerbe oder der Kunststoffproduktion (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; IN4climate.NRW, 2021a).

Zudem sollte sowohl der Umbau industrieller Anlagen als auch der Ausbau Erneuerbarer Energien sowie der zugehörigen Infrastruktur nicht von Planungs- und Genehmigungsverfahren verzögert werden. Hier zeigen die Befragungsergebnisse des IW-Zukunftspanels, dass im Falle der nötigen Umstellung der eigenen Prozesse ohnehin bereits langwierige Anpassungsmaßnahmen erwartet werden (vgl. Abschnitt 5.2.1.). Ebenso geben in einer zusätzlichen Unternehmensbefragung mit einem kleineren Teilnehmerkreis 19 von 39 Unternehmen Genehmigungsverfahren und andere bürokratische Hürden als zentrales Hindernis der Umstellung auf Erneuerbare Energien an.⁴³ Hier sowie bei der Ausweisung ausreichender Flächen für die Windenergie bestehen zentrale Handlungsmöglichkeiten auf Länder- und Kommunalebene, um die eigene Standortqualität zu erhöhen und den Standortfaktor Erneuerbare Energien zu stärken (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019). Beispielsweise sollte geprüft werden, ob Vereinfachungen im Immissionsschutz, wie sie im Falle des nötigen Ersatzes von Erdgas im vergangenen Winter zum Einsatz kamen, oder das Entfallen der aufschiebenden Wirkung sowie der Reduzierung von Klageinstanzen, wie es bereits beim Windausbau vorgesehen ist, auf weitere Projekte ausgeweitet werden können (BMWK, 2023). Auch sollten durch den Ausbau der Planungskapazitäten und eine konsequente Digitalisierung der Vorgänge in den zuständigen Behörden Verfahren zukünftig erleichtert und beschleunigt werden (IN4climate.NRW, 2022a; Schaefer et al., 2021).

„Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsprozesse für alle industriellen Anlagen!“

O-Ton aus der chemischen Industrie, inkl. Pharma und Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren

Wettbewerbsfähigkeit erhalten

Neben der eigentlichen Umstellung auf Erneuerbare Energien gibt es eine ganze Reihe an weiteren relevanten Standortfaktoren, die es zu stärken gilt. Neben den bereits genannten Leitungsinfrastrukturen zur Energieversorgung spielen dabei auch Verkehrs- und digitale Infrastrukturen eine wichtige Rolle. Wie die Untersuchungen zu regionalen Standortqualitäten zeigen, besteht im Bereich der Anschlüsse an leistungsfähige Glasfaserkabel noch umfangreicher Ausbaubedarf in vielen Regionen Deutschlands. Zudem sind die Unternehmen weiterhin auf eine gut ausgebaute Verkehrsanbindung angewiesen. Hier weisen Verkehrsprognosen gerade im Güter- und Warentransport vor allem im Straßenverkehr eindeutig steigende Bedarfe aus und auch für den Erhalt bestehender Kapazitäten braucht es stärkere Investitionen als in der Vergangenheit (Agora Energiewende, 2021a; Intraplan Consult/TRIMODE Transport Solutions, 2023; Puls, 2018). Zusätzlich betonen beispielsweise die Unternehmen der Grundstoffindustrie die hohe Bedeutung durch die entsprechenden Anschlüsse an Lieferwege (DIHK, 2022b). Dementsprechend ist der Erhalt der Standortqualitäten in diesem Bereich von hoher Relevanz für eine Vielzahl von Unternehmen. Zukünftig spielt für eine gute Verkehrsinfrastruktur auch die Verfügbarkeit von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge eine zentrale Rolle. Auch hier braucht es einen signifikanten Zubau in den kommenden Jahren.

An bestehenden Industriestandorten bietet es sich an, durch Kooperationen innerhalb der eigenen Branche als auch branchenübergreifend Cluster zu bilden, um gemeinsam die Transformation gezielt anzugehen und die Region als resilienten Unternehmensstandort aufzustellen. Auch dies hilft bei gemeinsamen Forschungsprojekten zur technischen Umstellung sowie beispielsweise zur gemeinsamen Akquise von Fachkräften (SCI4climate.NRW, 2020). Zudem sollten die bestehenden Vorteile durch eine gute Bildungsinfrastruktur und

⁴³ Die Top 5 meistgenannter Hindernisse zur Beantwortung der Frage „Welche Maßnahmen müsste die Politik ergreifen, um die Versorgung mit Erneuerbaren Energien und die potenzielle Umstellung Ihrer Anlagen an Ihrem Standort zu gewährleisten?“ aus der Unternehmensbefragung in Kooperation mit EPICO Klimainnovation und der Stiftung KlimaWirtschaft befindet sich im Anhang (Abbildung B - 16).

die Möglichkeit umfangreicher Forschungsk Kooperationen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen gezielt genutzt und weiter gestärkt werden. Die häufigste Nennung als relevanter Standortfaktor erhält in der vorliegenden Unternehmensbefragung mit Abstand die Verfügbarkeit von Fachkräften. Gerade auch in zentralen Tätigkeitsfeldern für die Energiewende fehlt es an qualifizierten Fachkräften. Beispielsweise in der Bauelektrik fehlten in den vergangenen zwei Jahren knapp 17 Tausend Fachkräfte, im Bereich Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik waren es gut 14 Tausend. Darüber hinaus besteht in der Bauwirtschaft, der Metall- und Elektroindustrie, dem Maschinen- und Fahrzeugbau als auch in der chemischen Industrie und der Energieversorgung ein hoher Bedarf nach qualifizierten Fachkräften (KOFA, 2022, 2023a; Küper et al., 2023; Thomas et al., 2021). Daher gilt es gerade diese zur Umsetzung einer erfolgreichen Transformation zentralen Branchen mit gezielten Ausbildungs- und Weiterbildungsprogrammen zu adressieren (KOFA, 2023b).

„Dem Fachkräftemangel muss begegnet werden!“

O-Ton aus der Metallerzeugung und -bearbeitung

Zur Absicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit und einer erfolgreichen Transformation zur Erreichung der Klimaziele sollten zukünftig internationale gemeinsame Klimaschutzverpflichtungen vereinbart und in Handelsabkommen verankert werden. Als erster Schritt können dafür bilaterale branchen- oder sektorspezifische Abkommen etabliert werden (Hermwille et al., 2022). Diese können auch als erste Grundsteine sogenannter Klimaclubs dienen, in denen auf internationaler Ebene gemeinsame Klimaambitionen definiert und verfolgt werden, einschließlich mit Diskussionen und Abstimmung zu den wichtigsten klimapolitischen Maßnahmen in emissionsintensiven Sektoren zwischen Ländern (EPICO Klimainnovation/Macdonald-Laurier Institute, 2022). Ebenso gilt es über entsprechende Abkommen die Versorgung mit wichtigen Rohstoffen und Vorprodukten abzusichern und damit die Resilienz der hiesigen Wirtschaft zusätzlich zu stärken. Daher bietet es sich an, Kooperationen zu Ländern mit wichtigen Rohstoffen zu stärken und gleichzeitig die Bedürfnisse der Entwicklungsländer zu berücksichtigen (van den Berg, 2023). Zudem sollten frühzeitig Kooperationen mit Ländern, die perspektivisch über hohe Solar- und Windpotenziale verfügen aufgebaut werden, um beim Import von synthetischen Energieträgern und energieintensiven Vorprodukten von den dortigen Standortfaktoren profitieren zu können (EPICO et al., 2023). Da beim Aufbau der notwendigen Erzeugungs- und Leitungsinfrastrukturen ohnehin mit einem langjährigen Vorlauf zu rechnen ist, um den Import in ausreichendem Maß zu ermöglichen (SCI4climate.NRW, 2021b). Dadurch könnten spätere Wertschöpfungsstufen - und damit die Weiterverarbeitung dieser Materialien und Komponenten in Deutschland zu klimafreundlichen Produkten und zu wettbewerbsfähigen Preisen - gestärkt werden.

Tabelle 6-1: Ansätze zur Stärkung der deutschen Unternehmensstandorte

Auflistung geeigneter Politikmaßnahmen für den Erhalt und die Verstärkung der Standortqualität

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Standortfaktor Erneuerbare Energien stärken</p>	<p>Beschleunigung des Ausbaus von Erneuerbaren Energien .. auch auf regionaler Ebene durch zeitige Flächenausweisung, regionale Pläne zur Wärmewende und Teilhabemöglichkeiten für Regionen und lokale Unternehmen</p> <p>Stärkung und Absicherung von Power Purchase Agreements .. für eine verlässliche Versorgung mit klimaneutralem Strom, inkl. Lösungen für kleinere Unternehmen</p> <p>Koordinierte Planung der unterschiedlichen Leitungsinfrastrukturen .. für Strom, Wasserstoff, CO₂ und mittelfristig auch Erdgas, unter Berücksichtigung der Bedarfe sowie geplanter Erzeugungs- und Speicherkapazitäten</p> <p>Aufbau breit aufgestellter Importbeziehungen für synthetische Energieträger .. v. a. Wasserstoff, um zukünftige Abhängigkeiten zu vermeiden sowie die Versorgung und Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Unternehmen sicherzustellen</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hindernisse der Transformation beseitigen</p>	<p>Anreize und Möglichkeiten für eine Elektrifizierung in Unternehmen setzen .. inklusive möglicher Flexibilisierung und Eigenerzeugung, beispielsweise über eine Reformierung der Netzentgeltsystematik und den Rollout von Smart Metern</p> <p>Einführung von Klimaschutzverträgen für die Industrietransformation .. zur Förderung zentraler technischer Lösungen für die Umstellung auf einen klimaneutralen Betrieb und vorübergehenden Überbrückung der Kostendifferenz zu fossilen Prozessen</p> <p>Vereinfachung & Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren .. für den Ausbau Erneuerbarer Energien, der zugehörigen Leitungsinfrastrukturen sowie der Umstellung industrieller Anlagenparks</p> <p>Digitalisierung als Grundlage für eine effiziente Energieversorgung nutzen .. sowie für eine Stärkung der Ressourceneffizienz und zur Beschleunigung bürokratischer Verfahren</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Wettbewerbsfähigkeit erhalten</p>	<p>Breitband-, Bildungs- und Transportinfrastruktur ausbauen .. und weitere regionale Standortfaktoren stärken</p> <p>Bildung von Industrieclustern zur Förderung von Innovation .. um Synergieeffekte durch die Branchenagglomeration zu realisieren</p> <p>Gezielte Aus- und Weiterbildung von Fachkräften .. insbesondere in den Bereichen zur Fertigung, Implementierung und dem Betrieb zentraler Energiewendetechnologien</p> <p>Absicherung der Wettbewerbsfähigkeit und Versorgung mit Rohstoffen .. durch internationale Handels- und Kooperationsabkommen, u.a. beginnend mit der Etablierung sektor- und branchenspezifischer Klimaclubs</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang

Im folgenden Abschnitt werden weitere Graphen und Tabellen zur Verfügung gestellt, welche die Kernpunkte der Hauptabschnitte dieses Berichts ergänzen.

Anhang A: Ergänzende Tabellen

Tabelle A - 1: Taxonomiefähige Wirtschaftszweige mit Bezug zu Erneuerbaren Energien

Zuordnung der taxonomiefähigen Aktivitäten zu einzelnen Wirtschaftszweigen nach der Klassifikation WZ 2008

WZ 2008 Gruppen	WZ 2008 Abschnitte	Bezeichnung des Wirtschaftszweigs
16	Verarbeitendes Gewerbe	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)
17		Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
20.11		Herstellung von Industriegasen
22		Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
23		Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
25		Herstellung von Metallerzeugnissen
27		Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
27.2		Herstellung von Batterien und Akkumulatoren
28		Maschinenbau
35.11		Energieversorgung
35.12	Elektrizitätsübertragung	
35.13	Elektrizitätsverteilung	
35.21	Gaserzeugung ohne Verteilung	
35.22	Gasverteilung durch Rohrleitungen	
35.30	Wärme- und Kälteversorgung	
37.00	Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallversorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	Abwasserentsorgung
38.21		Behandlung und Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle
38.32		Rückgewinnung sortierter Werkstoffe
42	Baugewerbe	Tiefbau
42.21		Rohrleitungstiefbau, Brunnenbau und Kläranlagenbau
42.22		Kabelnetzleitungstiefbau
42.99		Sonstiger Tiefbau anderweitig nicht genannt
43		Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe
43.22	Gas-, Wasser-, Heizungs- sowie Lüftungs- und Klimainstallation	
49.50	Verkehr und Lagerei	Transport in Rohrfernleitungen
61	Information und Kommunikation	Telekommunikation
62		Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
63.11		Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten
71	Erbringung von Freiberuflichen, Wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung
71.12		Ingenieurbüros
72.1		Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin

Quellen: Eigene Darstellung, basierend auf Europäische Kommission (2023) und Monsef & Wendland (2022)

Tabelle A - 2: Ranking der Kategorie Erneuerbare Energien in Deutschland: Alle Bundesländer

Akkumulierte Bruttoleistung der PV-Anlagen in MWp (links) und Windkraftanlagen in MW (rechts), Stand 30.03.2023

Bruttoleistung aller Photovoltaikanlagen			Bruttoleistung aller Windkraftanlagen		
1	Bayern	19 134,76	1	Niedersachsen	12 156,16
2	Baden-Württemberg	8 652,03	2	Brandenburg	8 351,66
3	Nordrhein-Westfalen	7 908,21	3	Nordrhein-Westfalen	8 113,02
4	Brandenburg	5 842,03	4	Schleswig-Holstein	7 571,93
5	Niedersachsen	5 840,98	5	Sachsen-Anhalt	5 360,61
6	Sachsen-Anhalt	3 837,33	6	Rheinland-Pfalz	4 710,51
7	Mecklenburg-Vorpommern	3 449,45	7	Mecklenburg-Vorpommern	3 612,89
8	Rheinland-Pfalz	3 271,05	8	Bayern	3 117,60
9	Hessen	3 144,18	9	Hessen	2 929,35
10	Sachsen	2 945,67	10	Baden-Württemberg	2 020,99
11	Schleswig-Holstein	2 520,79	11	Thüringen	1 829,87
12	Thüringen	2 201,07	12	Sachsen	1 317,83
13	Saarland	729,95	13	Saarland	540,17
14	Berlin	206,85	14	Bremen	201,31
15	Hamburg	86,10	15	Hamburg	118,70
16	Bremen	69,32	16	Berlin	16,58

Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf BNetzA (2023c)

Tabelle A - 3: Top 5 der Kategorie Erneuerbare Energien auf Kreisebene in Deutschland

Akkumulierte Bruttoleistung der Photovoltaikanlagen (links) und Windkraftanlagen (rechts), Stand 30.03.2023

Bruttoleistung aller Photovoltaikanlagen, MWp		Bruttoleistung aller Windkraftanlagen, MW	
Landkreis Ludwigslust-Parchim (MV)	863,23	Kreis Nordfriesland (SH)	2.311,77
Landkreis Märkisch-Oderland (BB)	846,42	Kreis Dithmarschen (SH)	1.948,31
Landkreis Mecklenburgische Seenplatte (MV)	737,42	Landkreis Uckermark (BB)	1.533,27
Landkreis Ansbach (BY)	692,55	Landkreis Emsland (NI)	1.193,47
Landkreis Emsland (NI)	677,32	Kreis Schleswig-Flensburg (SH)	1.097,16

Quelle: Eigene Berechnungen, basierend auf BNetzA (2023c)

Tabelle A - 4: Ranking der Kategorie Fachkräfte in Deutschland: Alle Bundesländer

Erwerbstätige in fertigungstechnischen sowie Bau- und Ausbauberufen, in Tausend Personen, Jahr 2022 (links) und absolute Anzahl an Forschungsinstituten, Jahr 2023 (rechts)

Beschäftigte in fertigungstechnischen-, Bau- und Ausbauberufen in Tausend Personen			Anzahl an Forschungseinrichtungen		
1	Nordrhein-Westfalen	1350,08	1	Nordrhein-Westfalen	247
2	Bayern	1322,73	2	Baden-Württemberg	164
3	Baden-Württemberg	1143,79	3	Berlin	152
4	Niedersachsen	699,52	4	Bayern	150
5	Hessen	500,90	5	Hessen	104
6	Sachsen	363,84	6	Sachsen	95
7	Rheinland-Pfalz	311,72	7	Niedersachsen	94
8	Berlin	246,75	8	Hamburg	50
9	Schleswig-Holstein	208,36	9	Brandenburg	50
10	Thüringen	184,95	10	Sachsen-Anhalt	50
11	Brandenburg	180,27	11	Rheinland-Pfalz	48
12	Sachsen-Anhalt	166,87	12	Thüringen	45
13	Hamburg	159,20	13	Bremen	35
14	Mecklenburg-Vorpommern	119,30	14	Schleswig-Holstein	30
15	Saarland	84,22	15	Mecklenburg-Vorpommern	26
16	Bremen	69,36	16	Saarland	19

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BA (2022) und DFG (2023)

Tabelle A - 5: Top 5 der Kategorie Fachkräfte auf Kreisebene in Deutschland

Erwerbstätige in fertigungstechnischen sowie Bau- und Ausbauberufen, Jahr 2022 (links) und absolute Anzahl an Forschungsinstituten, Jahr 2023 (rechts)

Beschäftigte in fertigungstechnischen-, Bau- und Ausbauberufen		Anzahl an Forschungseinrichtungen	
Kreisfreie Stadt Berlin (BE)	246.753	Kreisfreie Stadt Berlin (BE)	152
Kreisfreie Stadt Hamburg (HH)	159.197	Kreisfreie Stadt Potsdam (BB)	51
Kreisfreie Stadt München (BY)	149.468	Kreisfreie Stadt Köln (NW)	50
Landkreis Region Hannover (NI)	100.073	Kreisfreie Stadt Leverkusen (NW)	46
Stadtkreis Stuttgart (BW)	89.004	Kreisfreie Stadt Bonn (NW)	39

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BA (2022) und DFG (2023)

Tabelle A - 6: Ranking der Kategorie Digitalisierung in Deutschland: Alle Bundesländer

Anteil der Breitbandverfügbarkeit mit Geschwindigkeiten von mindestens 1.000 Mbit/s für Unternehmen, in Prozent, Jahr 2022 (links) und Anteil der Unternehmen mit Glasfaseranschluss, in Prozent, Jahr 2022 (rechts)

Festnetzverfügbarkeit mit einer Geschwindigkeit > 1.000 Mbit/s			Anteil Unternehmen mit Glasfaseranschluss der Gebäude		
1	Hamburg	98,22	1	Hamburg	46,63
2	Berlin	96,78	2	Schleswig-Holstein	44,62
3	Schleswig-Holstein	81,17	3	Mecklenburg-Vorpommern	32,39
4	Bremen	78,75	4	Niedersachsen	31,35
5	Niedersachsen	70,29	5	Brandenburg	30,27
6	Nordrhein-Westfalen	67,97	6	Nordrhein-Westfalen	25,09
7	Baden-Württemberg	64,84	7	Bayern	23,23
8	Hessen	64,36	8	Bremen	18,56
9	Bayern	63,81	9	Hessen	17,07
10	Saarland	58,66	10	Sachsen-Anhalt	16,38
11	Rheinland-Pfalz	54,96	11	Baden-Württemberg	15,44
12	Mecklenburg-Vorpommern	54,48	12	Sachsen	12,71
13	Brandenburg	48,58	13	Berlin	12,07
14	Sachsen	39,76	14	Rheinland-Pfalz	10,52
15	Sachsen-Anhalt	35,91	15	Saarland	9,42
16	Thüringen	34,84	16	Thüringen	6,06

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BNetzA (2022a)

Tabelle A - 7: Top 5 der Kategorie Digitalisierung auf Kreisebene in Deutschland

Anteil der Breitbandverfügbarkeit mit Geschwindigkeiten von mindestens 1.000 Mbit/s für Unternehmen, in Prozent, Jahr 2022 (links) und Anteil der Unternehmen mit Glasfaseranschluss, in Prozent, Jahr 2022 (rechts)

Festnetzverfügbarkeit mit einer Geschwindigkeit > 1.000 Mbit/s		Anteil Unternehmen mit Glasfaseranschluss der Gebäude	
Kreisfreie Stadt Ingolstadt (BY)	99,98	Kreisfreie Stadt Ingolstadt (BY)	99,98
Kreisfreie Stadt Frankfurt am Main (HE)	99,92	Kreis Dithmarschen (SH)	90,45
Stadtkreis Stuttgart (BW)	99,81	Kreis Herzogtum Lauenburg (SH)	82,51
Kreisfreie Stadt München (BY)	99,61	Kreisfreie Stadt Passau (BY)	79,45
Kreisfreie Stadt Düsseldorf (NW)	98,94	Kreisfreie Stadt Kempten (Allgäu) (BY)	78,92

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BNetzA (2022a)

Tabelle A - 8: Ranking der Kategorie Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: Alle Bundesländer

Durchschnittliche PKW-Fahrzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle, in Minuten, Jahr 2021 (links) und Anzahl von Ladepunkten je 100.000 Elektrofahrzeuge, Jahr 2021 (rechts)

Durchschnittliche PKW-Fahrzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle (Min.)			Ladepunkte je 100.000 Elektrofahrzeuge		
1	Bremen	5,41	1	Sachsen-Anhalt	22,72
2	Saarland	5,98	2	Sachsen	19,37
3	Hamburg	6,51	3	Bremen	19,15
4	Berlin	7,12	4	Hamburg	18,93
5	Nordrhein-Westfalen	10,57	5	Berlin	18,46
6	Hessen	13,08	6	Thüringen	16,35
7	Rheinland-Pfalz	13,59	7	Mecklenburg-Vorpommern	16,25
8	Bayern	14,21	8	Schleswig-Holstein	15,53
9	Thüringen	14,75	9	Bayern	15,10
10	Schleswig-Holstein	15,81	10	Brandenburg	14,21
11	Sachsen	17,44	11	Rheinland-Pfalz	12,77
12	Baden-Württemberg	17,61	12	Baden-Württemberg	12,20
13	Niedersachsen	17,89	13	Nordrhein-Westfalen	11,69
14	Brandenburg	19,47	14	Niedersachsen	11,66
15	Mecklenburg-Vorpommern	20,02	15	Saarland	10,98
16	Sachsen-Anhalt	21,24	16	Hessen	10,94

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BBSR (2022a; 2022b)

Tabelle A - 9: Top 5 der Kategorie Verkehrsinfrastruktur auf Kreisebene in Deutschland

Durchschnittliche PKW-Fahrzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle, in Minuten, Jahr 2021 (links) und Anzahl von Ladepunkten je 100.000 Elektrofahrzeuge, Jahr 2021 (rechts)

Durchschnittliche PKW-Fahrzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle (Min.)		Ladepunkte je 100.000 Elektrofahrzeuge	
Kreisfreie Stadt Essen (NW)	0,43	Landkreis Regen (BY)	60,29
Kreisfreie Stadt Herne (NW)	1,10	Kreisfreie Stadt Salzgitter (NI)	58,24
Kreisfreie Stadt Zweibrücken (RP)	1,18	Landkreis Freyung-Grafenau (BY)	51,55
Kreisfreie Stadt Erlangen (BY)	1,92	Landkreis Ostprignitz-Ruppin (BB)	48,17
Kreisfreie Stadt Ludwigshafen am Rhein (RP)	2,13	Kreisfreie Stadt Regensburg (BY)	47,52

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf BBSR (2022a)

Tabelle A - 10: Auswertung des Regionalrankings auf Kreisebene

Ergebnisse der Kategorien Erneuerbare Energien, Fachkräfteverfügbarkeit, Digitalisierung und Verkehrsinfrastruktur
Die vier untersuchten Kriterien gehen auf Landes- und Kreisebene mit der gleichen Gewichtung in die Gesamtbewertung mit ein.

Rang	Bundesland	Landkreis / Kreisfreie Stadt	Erneuerbare Energien	Fachkräfte	Digitalisierung	Verkehrsinfrastruktur	Gesamt
1	NI	Landkreis Emsland	100,00	54,26	84,32	49,74	72,08
2	BY	Kreisfreie Stadt München	41,46	100,00	89,38	55,16	71,50
3	NW	Kreisfreie Stadt Köln	41,65	100,00	87,34	53,62	70,65
4	SH	Kreis Dithmarschen	90,90	41,18	89,41	60,74	70,56
5	HH	Kreisfreie Stadt Hamburg	45,70	92,85	79,73	58,98	69,32
6	NI	Landkreis Region Hannover	67,62	82,38	65,78	53,23	67,25
7	BE	Kreisfreie Stadt Berlin	45,37	100,00	62,75	57,92	66,51
8	NW	Kreis Paderborn	91,18	51,95	74,59	46,84	66,14
9	NW	Kreis Steinfurt	81,43	56,55	68,53	48,96	63,87
10	HE	Kreisfreie Stadt Frankfurt am Main	39,37	94,39	67,21	53,30	63,57
11	NW	Kreis Borken	84,65	52,10	60,93	53,64	62,83
12	BY	Landkreis München	42,55	87,73	66,76	52,89	62,48
13	BY	Kreisfreie Stadt Passau	38,68	41,28	90,46	76,39	61,70
14	BB	Kreisfreie Stadt Potsdam	41,86	71,57	77,58	55,52	61,63
15	SH	Kreis Schleswig-Flensburg	96,07	43,71	62,10	43,52	61,35
16	NW	Kreis Kleve	66,96	46,80	67,59	61,95	60,82
17	BW	Landkreis Heilbronn	51,62	62,02	76,07	53,21	60,73
18	NW	Kreisfreie Stadt Düsseldorf	39,14	85,93	66,25	51,41	60,68
19	BY	Kreisfreie Stadt Ingolstadt	39,67	51,19	92,41	58,31	60,40
20	NW	Kreis Coesfeld	59,82	50,97	81,16	49,50	60,36
21	NW	Kreis Rhein-Kreis Neuss	53,45	69,66	65,14	52,46	60,18
22	NW	Kreisfreie Stadt Gelsenkirchen	38,81	61,93	79,25	60,28	60,07

23	SH	Kreis Steinburg	75,57	41,47	75,71	47,11	59,96
24	NW	Kreis Mettmann	41,23	83,02	60,38	54,31	59,73
25	NW	Kreis Recklinghausen	50,38	67,69	65,28	54,50	59,47
26	HE	Landkreis Offenbach	40,39	69,05	68,49	59,67	59,40
27	HB	Kreisfreie Stadt Bremen	45,31	76,18	56,65	58,66	59,20
28	BW	Stadtkreis Stuttgart	39,84	87,76	66,43	42,73	59,19
29	NI	Landkreis Vechta	54,23	45,20	73,84	63,05	59,08
30	NI	Landkreis Cuxhaven	78,21	42,27	65,12	49,74	58,84
31	ST	Landkreis Salzlandkreis	79,73	47,37	35,29	72,93	58,83
32	SH	Kreis Stormarn	42,51	56,08	83,34	52,89	58,71
33	NW	Kreis Rhein-Erft-Kreis	46,54	77,86	53,68	56,17	58,56
34	HE	Landkreis Main-Taunus-Kreis	39,20	68,27	73,30	53,43	58,55
35	NW	Kreisfreie Stadt Essen	39,26	72,51	50,23	72,03	58,51
36	NI	Landkreis Cloppenburg	71,83	47,12	68,04	46,66	58,41
37	BB	Landkreis Uckermark	86,75	39,98	38,14	68,08	58,24
38	NI	Landkreis Friesland	54,95	40,50	69,55	67,68	58,17
39	NI	Kreisfreie Stadt Salzgitter	44,13	47,35	56,14	84,64	58,06
40	NW	Kreis Städteregion Aachen	52,64	67,08	59,67	52,65	58,01
41	SH	Kreis Nordfriesland	92,69	43,06	63,13	33,00	57,97
42	SH	Kreis Ostholstein	68,77	43,42	59,07	60,41	57,92
43	MV	Landkreis Rostock	86,62	48,26	50,97	45,78	57,91
44	MV	Kreisfreie Stadt Rostock	39,34	49,67	79,55	63,05	57,90
45	BW	Stadtkreis Mannheim	39,82	66,38	65,08	58,27	57,39
46	BB	Landkreis Barnim	72,20	42,58	65,62	49,00	57,35
47	BW	Landkreis Ludwigsburg	45,81	70,21	62,22	51,10	57,34
48	BW	Landkreis Böblingen	44,05	75,36	62,66	47,14	57,30

49	NW	Kreisfreie Stadt Bonn	38,60	76,67	57,96	55,84	57,27
50	BY	Kreisfreie Stadt Regensburg	39,17	53,51	51,49	84,89	57,27
51	NI	Landkreis Oldenburg	55,50	50,87	67,63	54,82	57,21
52	SH	Kreis Rendsburg-Eckernförde	72,35	47,24	61,76	47,08	57,11
53	NI	Landkreis Osnabrück	73,05	52,01	52,33	50,54	56,98
54	NI	Kreisfreie Stadt Oldenburg (Oldb)	39,96	45,45	79,11	63,18	56,92
55	BB	Landkreis Oberspreewald-Lausitz	81,64	40,70	34,32	71,03	56,92
56	BW	Stadtkreis Heidelberg	38,50	57,35	67,12	63,70	56,67
57	BB	Landkreis Ostprignitz-Ruppin	69,72	40,58	44,60	71,32	56,56
58	NW	Kreis Heinsberg	54,21	50,00	68,30	53,37	56,47
59	SH	Kreis Pinneberg	41,25	57,62	75,75	51,15	56,44
60	ST	Landkreis Mansfeld-Südharz	73,38	40,33	37,97	73,89	56,40
61	MV	Landkreis Vorpommern-Rügen	73,55	43,88	72,74	35,29	56,36
62	NI	Kreisfreie Stadt Emden	46,66	41,67	54,17	82,65	56,29
63	BY	Kreisfreie Stadt Kempten (Allgäu)	38,92	40,07	88,55	57,46	56,25
64	SH	Kreis Herzogtum Lauenburg	44,97	43,40	90,52	46,07	56,24
65	SH	Kreisfreie Stadt Kiel	38,15	51,25	67,91	67,50	56,20
66	MV	Landkreis Ludwigslust-Parchim	90,59	43,99	34,21	55,78	56,14
67	RP	Kreisfreie Stadt Frankenthal (Pfalz)	38,14	48,69	72,77	64,82	56,10
68	SN	Kreisfreie Stadt Dresden	39,41	78,79	48,84	57,35	56,10
69	BW	Landkreis Esslingen	44,41	74,88	55,16	49,85	56,07
70	NW	Kreisfreie Stadt Bottrop	39,55	56,38	68,44	58,77	55,78
71	NI	Landkreis Grafschaft Bentheim	54,10	41,23	87,67	40,12	55,78

72	BB	Landkreis Potsdam-Mittelmark	67,35	49,50	57,39	48,16	55,60
73	BB	Landkreis Teltow-Fläming	80,66	49,36	55,72	36,19	55,48
74	HB	Kreisfreie Stadt Bremerhaven	40,89	42,37	68,48	69,30	55,26
75	NW	Kreis Rhein-Sieg-Kreis	45,57	82,18	43,55	49,47	55,19
76	NI	Landkreis Leer	51,27	40,78	71,50	56,95	55,13
77	NI	Landkreis Hildesheim	47,49	52,11	73,42	47,00	55,00
78	NI	Landkreis Rotenburg (Wümme)	64,88	42,60	65,67	46,81	54,99
79	NW	Kreisfreie Stadt Leverkusen	38,26	72,41	61,03	47,51	54,80
80	BW	Landkreis Karlsruhe	49,05	65,34	51,72	52,62	54,68
81	HE	Landkreis Groß-Gerau	41,24	69,94	57,12	50,41	54,68
82	NI	Landkreis Verden	49,30	49,54	61,78	57,69	54,58
83	NI	Landkreis Aurich	83,42	42,90	55,58	36,26	54,54
84	NW	Kreisfreie Stadt Oberhausen	38,18	61,15	55,56	63,09	54,50
85	MV	Landkreis Mecklenburgische Seenplatte	89,56	45,27	46,34	36,67	54,46
86	SH	Kreis Segeberg	48,46	44,26	72,78	52,14	54,41
87	SH	Kreisfreie Stadt Flensburg	40,14	42,00	79,29	56,14	54,39
88	ST	Landkreis Burgenlandkreis	69,72	53,14	37,24	57,29	54,35
89	BY	Kreisfreie Stadt Nürnberg	40,15	67,80	55,21	54,19	54,34
90	BB	Landkreis Dahme-Spreewald	78,25	43,46	51,53	43,80	54,26
91	ST	Landkreis Börde	81,11	45,86	31,12	58,60	54,17
92	BW	Stadtkreis Heilbronn	38,97	50,66	49,57	77,12	54,08
93	MV	Landkreis Nordwestmecklenburg	56,53	42,77	59,90	56,69	53,97
94	RP	Kreisfreie Stadt Landau in der Pfalz	38,65	43,71	53,66	79,80	53,96
95	MV	Landkreis	90,48	44,84	46,41	33,88	53,91

		Vorpommern-Greifswald					
96	BY	Kreisfreie Stadt Schweinfurt	38,43	45,23	58,95	72,73	53,84
97	NW	Kreis Warendorf	59,98	50,50	62,84	41,93	53,81
98	BY	Kreisfreie Stadt Aschaffenburg	38,16	41,05	84,46	51,51	53,80
99	NI	Landkreis Peine	48,06	43,53	79,97	43,47	53,76
100	NW	Kreis Viersen	46,40	46,32	63,32	58,79	53,71
101	ST	Kreisfreie Stadt Magdeburg	40,47	52,22	63,07	58,51	53,57
102	NI	Kreisfreie Stadt Wolfsburg	38,66	61,87	66,00	47,71	53,56
103	BB	Landkreis Oberhavel	54,04	73,02	55,19	31,97	53,56
104	NI	Landkreis Stade	61,75	43,73	65,78	42,85	53,53
105	NW	Kreisfreie Stadt Dortmund	40,95	69,76	50,80	52,43	53,49
106	NW	Kreis Soest	58,62	47,92	59,69	47,57	53,45
107	NW	Kreisfreie Stadt Hagen	39,15	54,39	62,10	57,80	53,36
108	BY	Kreisfreie Stadt Bamberg	38,18	45,29	73,45	56,06	53,25
109	SN	Kreisfreie Stadt Leipzig	42,18	70,69	47,47	52,15	53,12
110	NW	Kreisfreie Stadt Herne	37,97	58,77	44,81	70,85	53,10
111	RP	Kreisfreie Stadt Koblenz	38,31	45,46	71,42	57,13	53,08
112	SH	Kreisfreie Stadt Neumünster	38,14	42,79	82,34	48,61	52,97
113	NW	Kreis Wesel	51,48	53,48	53,77	53,05	52,94
114	BY	Landkreis Dachau	44,93	61,01	60,08	45,38	52,85
115	SN	Kreisfreie Stadt Chemnitz	40,87	56,66	45,44	68,36	52,83
116	NI	Landkreis Wesermarsch	58,76	43,20	58,47	50,82	52,81
117	NW	Kreisfreie Stadt Bochum	39,14	66,39	57,62	48,00	52,79
118	RP	Kreisfreie Stadt Speyer	38,15	55,15	52,07	65,79	52,79
119	HE	Landkreis Hochtaunuskreis	40,98	61,76	68,53	39,85	52,78

120	BW	Landkreis Rhein-Neckar-Kreis	48,54	65,49	50,99	46,05	52,77
121	BY	Landkreis Freising	47,27	61,24	55,32	47,03	52,72
122	NW	Kreis Gütersloh	51,15	58,71	51,57	49,34	52,69
123	SN	Landkreis Bautzen	58,31	48,68	53,25	50,52	52,69
124	NI	Landkreis Heidekreis	57,08	41,22	53,86	58,44	52,65
125	ST	Landkreis Saalekreis	63,68	51,15	29,81	65,65	52,57
126	NW	Kreis Düren	64,76	52,19	45,92	47,38	52,56
127	ST	Landkreis Anhalt-Bitterfeld	76,10	48,89	32,66	52,51	52,54
128	BY	Landkreis Ansbach	65,87	44,11	41,93	58,08	52,50
129	RP	Kreisfreie Stadt Zweibrücken	38,10	42,58	42,70	86,43	52,45
130	NI	Landkreis Harburg	49,46	56,36	56,20	47,71	52,43
131	NI	Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven	42,95	42,43	61,77	62,45	52,40
132	HE	Kreisfreie Stadt Darmstadt	38,15	67,05	47,21	56,82	52,31
133	NI	Kreisfreie Stadt Delmenhorst	38,85	49,43	62,76	58,00	52,26
134	NW	Kreisfreie Stadt Duisburg	39,39	65,73	43,37	60,26	52,19
135	BY	Kreisfreie Stadt Landshut	40,25	40,39	71,15	56,90	52,17
136	BB	Kreisfreie Stadt Frankfurt (Oder)	39,68	38,99	64,92	64,99	52,14
137	NI	Landkreis Gifhorn	49,99	44,38	84,91	29,16	52,11
138	BW	Stadtkreis Freiburg im Breisgau	40,06	56,24	64,58	47,54	52,11
139	BB	Landkreis Märkisch-Oderland	83,36	42,66	58,75	23,52	52,07
140	BW	Landkreis Main-Tauber-Kreis	58,42	45,48	46,49	57,05	51,86
141	NI	Landkreis Ammerland	44,78	43,93	60,79	57,26	51,69
142	NI	Landkreis Osterholz	46,15	50,07	64,32	45,93	51,62
143	HE	Landkreis Kassel	55,09	48,73	53,95	48,64	51,60
144	SL	Landkreis Regionalverband Saarbrücken	43,69	56,89	47,27	58,56	51,60

145	RP	Kreisfreie Stadt Ludwigshafen am Rhein	38,42	62,00	55,86	50,07	51,59
146	BY	Landkreis Dingolfing-Landau	52,82	45,24	35,19	72,56	51,45
147	HE	Kreisfreie Stadt Offenbach am Main	37,91	63,01	58,86	45,97	51,44
148	RP	Landkreis Rhein-Pfalz-Kreis	42,13	50,54	58,57	54,44	51,42
149	HE	Landkreis Main-Kinzig-Kreis	57,64	48,78	45,71	53,52	51,41
150	BY	Landkreis Fürstentumbruck	42,82	55,45	57,95	49,01	51,31
151	NW	Kreis Unna	45,77	56,92	49,00	53,17	51,21
152	NW	Kreisfreie Stadt Wuppertal	39,32	62,53	48,92	54,00	51,19
153	RP	Kreisfreie Stadt Mainz	39,53	53,66	55,78	55,75	51,18
154	BY	Kreisfreie Stadt Erlangen	38,73	52,03	57,22	55,46	50,86
155	NW	Kreisfreie Stadt Mönchengladbach	40,67	49,16	61,39	52,06	50,82
156	BY	Kreisfreie Stadt Amberg	38,82	40,24	76,83	47,22	50,78
157	BW	Stadtkreis Karlsruhe	39,60	57,77	55,35	49,95	50,67
158	RP	Kreisfreie Stadt Neustadt an der Weinstraße	38,56	44,20	54,79	65,12	50,67
159	BW	Stadtkreis Ulm	41,36	49,22	54,21	57,52	50,58
160	TH	Landkreis Kyffhäuserkreis	52,95	40,65	43,12	65,48	50,55
161	BY	Landkreis Deggendorf	52,03	42,63	43,26	64,22	50,53
162	BW	Landkreis Ortenaukreis	56,46	56,05	47,90	41,72	50,53
163	BY	Kreisfreie Stadt Augsburg	39,69	51,37	55,34	55,60	50,50
164	BW	Landkreis Schwäbisch Hall	65,35	48,85	41,39	46,25	50,46
165	NI	Kreisfreie Stadt Braunschweig	39,38	53,76	58,47	50,12	50,43
166	ST	Kreisfreie Stadt	42,93	53,03	48,42	56,99	50,34

		Halle (Saale)					
167	NI	Landkreis Diepholz	84,17	43,71	44,77	28,37	50,25
168	BY	Landkreis Ebersberg	41,97	56,94	60,18	41,58	50,17
169	ST	Kreisfreie Stadt Dessau-Roßlau	40,82	41,48	62,04	56,18	50,13
170	BY	Landkreis Unterallgäu	52,37	44,25	50,06	53,64	50,08
171	HE	Landkreis Wetteraukreis	44,20	58,00	50,25	47,60	50,01
172	RP	Kreisfreie Stadt Trier	39,20	42,51	56,33	61,58	49,90
173	BY	Kreisfreie Stadt Fürth	38,63	47,48	52,30	61,20	49,90
174	RP	Kreisfreie Stadt Kaiserslautern	39,85	46,38	53,69	59,58	49,87
175	RP	Landkreis Rhein-Hunsrück-Kreis	74,57	42,76	38,97	42,88	49,80
176	BY	Landkreis Wunsiedel i. Fichtelgebirge	43,08	40,04	44,76	71,19	49,77
177	SN	Landkreis Leipzig	54,60	52,60	39,51	52,23	49,73
178	NW	Kreisfreie Stadt Mülheim an der Ruhr	38,19	60,72	51,87	48,08	49,71
179	HE	Landkreis Fulda	48,70	47,10	51,01	51,73	49,63
180	TH	Landkreis Saale-Holzland-Kreis	47,03	46,39	32,75	72,36	49,63
181	BB	Landkreis Prignitz	93,46	39,13	34,18	31,73	49,63
182	BB	Landkreis Oder-Spree	68,05	44,70	48,65	36,89	49,57
183	BY	Kreisfreie Stadt Bayreuth	38,38	42,43	62,78	54,69	49,57
184	BY	Kreisfreie Stadt Coburg	38,67	40,19	59,85	59,43	49,53
185	BY	Landkreis Eichstätt	53,18	41,63	54,06	49,25	49,53
186	RP	Landkreis Alzey-Worms	59,90	45,80	44,80	47,60	49,53
187	NW	Kreisfreie Stadt Krefeld	39,88	53,84	58,10	45,94	49,44
188	NW	Kreisfreie Stadt Bielefeld	41,01	51,71	55,33	49,65	49,43
189	BW	Landkreis Lörrach	42,53	50,24	60,11	44,59	49,37
190	BW	Landkreis	44,06	46,58	61,94	44,88	49,36

		Schwarzwald-Baar-Kreis					
191	BW	Landkreis Ostalbkreis	58,26	53,28	40,19	45,45	49,30
192	SH	Kreisfreie Stadt Lübeck	38,94	47,44	55,06	55,40	49,21
193	NW	Kreis Märkischer Kreis	43,02	57,32	48,36	47,83	49,13
194	NW	Kreis Hochsauerlandkreis	52,16	46,40	51,50	46,24	49,07
195	TH	Kreisfreie Stadt Gera	39,06	40,94	38,46	77,56	49,01
196	SL	Landkreis Saarlouis	44,20	49,94	48,96	52,72	48,96
197	NI	Kreisfreie Stadt Osnabrück	39,45	45,27	53,18	57,93	48,96
198	NI	Landkreis Wittmund	55,52	38,08	56,25	45,78	48,91
199	BY	Landkreis Altötting	46,89	41,05	53,19	54,19	48,83
200	BY	Landkreis Passau	58,42	43,98	35,71	57,06	48,80
201	NW	Kreis Euskirchen	54,61	43,65	47,16	49,54	48,74
202	NW	Kreis Ennepe-Ruhr-Kreis	39,99	62,40	40,10	52,39	48,72
203	BY	Landkreis Landshut	55,47	43,59	43,28	52,33	48,67
204	RP	Kreisfreie Stadt Worms	39,79	50,58	49,22	54,98	48,64
205	BY	Kreisfreie Stadt Straubing	39,80	39,27	50,06	65,35	48,62
206	BW	Landkreis Hohenlohekreis	47,23	43,49	52,48	51,16	48,59
207	HE	Kreisfreie Stadt Kassel	39,17	47,15	61,48	46,51	48,58
208	TH	Landkreis Saale-Orla-Kreis	43,87	44,14	30,71	75,57	48,57
209	BY	Landkreis Regensburg	52,31	45,31	42,31	54,29	48,56
210	BY	Kreisfreie Stadt Weiden i.d. OPf.	38,85	38,94	50,56	65,87	48,56
211	NI	Landkreis Göttingen	49,52	55,09	45,11	44,43	48,54
212	ST	Landkreis Harz	59,70	44,05	38,81	51,26	48,46
213	BY	Landkreis Neu-Ulm	44,61	46,52	43,89	58,68	48,42
214	HE	Kreisfreie Stadt Wiesbaden	38,58	55,68	49,26	49,83	48,34

215	NI	Landkreis Lüneburg	51,36	43,09	62,20	36,59	48,31
216	SL	Landkreis Saarpfalz-Kreis	42,52	48,32	50,01	52,38	48,31
217	BY	Landkreis Schweinfurt	49,62	40,92	41,01	61,46	48,25
218	BY	Landkreis Neumarkt i.d. OPf.	59,56	42,74	34,20	56,22	48,18
219	BW	Landkreis Rastatt	43,24	52,99	50,94	45,48	48,16
220	SN	Landkreis Nordsachsen	56,81	43,91	59,41	32,27	48,10
221	BY	Landkreis Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	56,66	40,19	41,53	53,93	48,08
222	HE	Landkreis Darmstadt-Dieburg	42,98	62,29	40,70	46,28	48,06
223	HE	Landkreis Bergstraße	44,94	60,77	39,10	47,42	48,06
224	BW	Stadtkreis Pforzheim	38,57	45,46	52,89	55,21	48,03
225	HE	Landkreis Limburg-Weilburg	46,49	45,59	50,01	49,90	48,00
226	TH	Kreisfreie Stadt Suhl	37,79	39,02	42,64	72,39	47,96
227	BY	Kreisfreie Stadt Würzburg	38,78	47,58	58,06	47,20	47,91
228	SN	Landkreis Meißen	55,53	54,40	28,89	52,55	47,84
229	BY	Landkreis Hof	57,42	40,59	39,83	53,29	47,78
230	SN	Landkreis Mittelsachsen	61,63	56,56	22,89	50,03	47,78
231	TH	Landkreis Gotha	51,38	44,85	36,34	58,43	47,75
232	RP	Landkreis Eifelkreis Bitburg-Prüm	68,75	40,24	32,59	49,39	47,74
233	TH	Kreisfreie Stadt Erfurt	42,15	49,65	43,36	55,54	47,68
234	BY	Landkreis Starnberg	41,00	60,51	44,55	43,99	47,51
235	BW	Landkreis Rems-Murr-Kreis	44,97	61,98	54,72	28,14	47,45
236	BY	Landkreis Augsburg	53,21	46,34	47,80	42,26	47,40
237	BY	Landkreis Kulmbach	47,07	40,79	48,05	53,55	47,36
238	BY	Kreisfreie Stadt Memmingen	38,79	39,99	53,43	57,25	47,36

239	RP	Landkreis Germersheim	44,00	49,20	44,69	51,38	47,32
240	BW	Landkreis Rottweil	44,87	44,45	44,05	55,87	47,31
241	NW	Kreis Herford	43,57	47,13	46,83	51,52	47,26
242	NW	Kreisfreie Stadt Solingen	38,61	67,54	36,56	46,29	47,25
243	TH	Landkreis Altenburger Land	48,08	45,97	23,01	71,91	47,24
244	BY	Landkreis Kelheim	54,10	44,38	43,14	47,20	47,21
245	NW	Kreisfreie Stadt Remscheid	38,04	62,85	40,51	47,41	47,20
246	BY	Landkreis Straubing-Bogen	54,71	40,74	28,89	64,47	47,20
247	NW	Kreisfreie Stadt Münster	44,84	53,71	47,32	42,76	47,16
248	BW	Landkreis Tuttlingen	43,78	46,21	53,39	45,18	47,14
249	SN	Landkreis Görlitz	56,19	46,52	35,78	49,92	47,10
250	BY	Landkreis Kitzingen	48,54	43,02	30,16	66,52	47,06
251	BY	Landkreis Fürth	44,19	45,08	51,95	46,86	47,02
252	BY	Landkreis Ostallgäu	51,86	43,51	46,76	45,75	46,97
253	RP	Landkreis Bernkastel-Wittlich	53,93	41,88	41,56	50,09	46,86
254	NW	Kreis Rheinisch-Bergischer Kreis	40,14	71,43	29,31	46,47	46,84
255	BW	Landkreis Tübingen	41,99	55,29	47,01	42,96	46,81
256	HE	Landkreis Lahn-Dill-Kreis	48,63	51,20	39,68	47,73	46,81
257	HE	Landkreis Gießen	44,48	51,65	42,92	47,96	46,75
258	BY	Landkreis Landsberg am Lech	46,67	42,76	54,60	42,83	46,72
259	BW	Landkreis Göppingen	47,73	47,47	51,20	40,31	46,68
260	BW	Landkreis Konstanz	45,93	48,44	44,65	47,52	46,64
261	BY	Kreisfreie Stadt Ansbach	39,68	39,82	52,24	54,74	46,62
262	BY	Landkreis Mühldorf a. Inn	46,00	41,61	45,67	52,85	46,53
263	BY	Landkreis Nürnberger Land	42,06	46,33	42,88	54,69	46,49
264	NI	Landkreis Schaumburg	43,63	40,96	45,70	55,64	46,48

265	RP	Landkreis Mayen-Koblenz	44,96	46,11	45,33	49,46	46,47
266	BY	Landkreis Amberg-Weizbach	51,01	40,57	43,27	50,94	46,45
267	BW	Landkreis Heidenheim	49,52	45,75	38,33	52,18	46,44
268	HE	Landkreis Vogelsbergkreis	64,07	39,19	27,25	55,05	46,39
269	BY	Landkreis Roth	46,15	45,64	39,17	54,52	46,37
270	TH	Kreisfreie Stadt Jena	37,95	50,52	37,53	59,45	46,36
271	BY	Landkreis Aschaffenburg	41,31	43,32	52,15	48,48	46,31
272	SN	Landkreis Vogtlandkreis	43,51	45,55	44,51	51,58	46,29
273	SH	Kreis Plön	42,20	42,71	63,42	36,62	46,24
274	BY	Landkreis Rosenheim	47,35	45,43	44,72	46,91	46,10
275	NI	Landkreis Northeim	43,66	46,84	46,78	46,90	46,05
276	SN	Landkreis Sächsi- sche Schweiz- Osterzgebirge	43,28	57,26	34,86	48,75	46,03
277	BY	Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab	48,13	40,83	46,89	48,23	46,02
278	BY	Kreisfreie Stadt Schwabach	37,99	44,13	48,01	53,89	46,01
279	RP	Landkreis Neuwied	40,60	48,63	46,80	47,78	45,95
280	BW	Landkreis Alb-Donau-Kreis	55,29	46,72	36,48	45,27	45,94
281	BB	Landkreis Havelland	59,74	41,89	55,48	26,63	45,93
282	BY	Landkreis Günzburg	47,73	44,12	40,74	51,13	45,93
283	NI	Landkreis Nienburg (Weser)	61,14	40,60	46,30	35,43	45,86
284	RP	Landkreis Bad Dürkheim	41,98	45,26	42,69	53,37	45,83
285	RP	Landkreis Trier-Saarburg	52,12	41,04	45,28	44,84	45,82
286	BY	Landkreis Schwandorf	51,74	43,09	35,42	52,98	45,81
287	TH	Landkreis Ilm-Kreis	40,35	46,31	40,94	55,01	45,65

288	BY	Landkreis Erding	43,73	41,81	47,05	50,01	45,65
289	RP	Landkreis Mainz-Bingen	47,48	48,16	42,32	44,49	45,61
290	BY	Landkreis Erlangen-Höchstadt	43,56	48,90	35,37	54,44	45,57
291	ST	Landkreis Stendal	86,02	39,55	35,37	21,26	45,55
292	BY	Landkreis Tirschenreuth	45,26	40,13	44,62	52,17	45,54
293	TH	Landkreis Eichsfeld	45,53	46,45	31,37	58,75	45,53
294	BW	Landkreis Bodenseekreis	44,09	50,04	43,42	44,48	45,51
295	BY	Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen	40,30	57,11	42,83	41,76	45,50
296	SL	Landkreis Neunkirchen	44,07	46,31	45,45	46,12	45,49
297	BY	Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm	45,31	44,26	46,10	45,98	45,41
298	BY	Landkreis Forchheim	42,73	45,98	38,86	54,06	45,41
299	SN	Landkreis Zwickau	48,81	52,58	21,77	58,11	45,32
300	BY	Kreisfreie Stadt Hof	38,43	38,85	54,58	49,10	45,24
301	BW	Landkreis Ravensburg	52,27	51,69	38,21	38,68	45,21
302	HE	Landkreis Werra-Meißner-Kreis	45,11	43,64	35,35	56,59	45,17
303	BY	Landkreis Traunstein	47,50	45,52	46,89	40,77	45,17
304	BY	Landkreis Würzburg	53,82	45,61	34,07	46,89	45,10
305	BY	Landkreis Oberallgäu	45,54	43,25	48,99	42,56	45,09
306	BW	Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald	45,41	55,09	41,51	38,17	45,05
307	NI	Landkreis Goslar	41,22	41,51	45,85	51,59	45,04
308	SL	Landkreis St. Wendel	50,57	44,21	37,04	48,11	44,98
309	BY	Landkreis Lichtenfels	44,15	39,86	49,04	46,39	44,86
310	BY	Landkreis Miesbach	39,62	44,20	46,62	48,80	44,81
311	TH	Landkreis Hildburghausen	41,80	39,07	46,88	51,36	44,78
312	RP	Landkreis	44,93	43,07	37,76	53,16	44,73

		Kaiserslautern					
313	BW	Landkreis Enzkreis	42,68	48,03	38,46	49,69	44,72
314	BY	Landkreis Bayreuth	49,16	40,71	38,81	50,18	44,72
315	HE	Landkreis Rheingau-Taunus-Kreis	42,34	48,43	43,38	44,40	44,64
316	NW	Kreis Minden-Lübbecke	49,11	50,56	43,35	35,47	44,62
317	NW	Kreis Höxter	73,48	40,90	31,20	32,91	44,62
318	RP	Kreisfreie Stadt Pirmasens	38,52	41,61	50,45	47,78	44,59
319	BY	Landkreis Berchtesgadener Land	40,11	40,15	50,64	47,37	44,57
320	BY	Landkreis Regen	43,38	40,07	42,47	52,34	44,56
321	BY	Landkreis Rottal-Inn	54,24	41,14	40,33	42,35	44,51
322	BB	Kreisfreie Stadt Brandenburg an der Havel	41,17	40,09	39,08	57,54	44,47
323	BB	Kreisfreie Stadt Cottbus	44,62	40,70	45,09	47,47	44,47
324	SL	Landkreis Merzig-Wadern	48,92	44,54	35,45	48,88	44,45
325	NW	Kreis Lippe	51,93	49,31	40,96	35,53	44,43
326	RP	Landkreis Ahrweiler	40,54	53,43	41,70	41,92	44,40
327	NI	Landkreis Wolfenbüttel	47,44	43,22	43,21	43,67	44,39
328	RP	Landkreis Südliche Weinstraße	43,18	46,26	38,13	49,95	44,38
329	BB	Landkreis Elbe-Elster	80,82	40,26	31,20	25,13	44,35
330	ST	Landkreis Jerichower Land	57,71	43,56	35,15	40,83	44,31
331	BY	Landkreis Bad Kissingen	50,70	40,33	36,78	49,42	44,31
332	MV	Kreisfreie Stadt Schwerin	40,58	41,17	55,78	39,61	44,29
333	NW	Kreis Oberbergischer Kreis	42,31	50,22	38,29	46,27	44,27
334	NW	Kreisfreie Stadt Hamm	41,43	48,89	39,44	47,13	44,22
335	BY	Landkreis Lindau (Bodensee)	39,90	41,94	42,26	52,23	44,08

336	BY	Kreisfreie Stadt Kaufbeuren	38,32	38,30	59,21	39,93	43,94
337	BY	Landkreis Bamberg	48,80	44,25	38,19	44,50	43,94
338	BY	Landkreis Haßberge	49,92	40,19	39,96	45,50	43,89
339	NI	Landkreis Helmstedt	45,46	40,55	44,58	44,83	43,86
340	RP	Landkreis Westerwaldkreis	51,22	44,93	36,27	42,96	43,84
341	RP	Landkreis Bad Kreuznach	48,51	42,83	48,10	35,92	43,84
342	BY	Landkreis Garmisch-Partenkirchen	39,03	39,16	41,99	54,96	43,78
343	TH	Landkreis Nordhausen	44,60	40,56	23,17	66,78	43,78
344	HE	Landkreis Hersfeld-Rotenburg	48,89	42,58	30,36	53,16	43,75
345	BY	Landkreis Aichach-Friedberg	49,46	42,92	42,41	40,00	43,70
346	BW	Landkreis Emmendingen	44,48	51,96	37,63	40,66	43,68
347	HE	Landkreis Schwalm-Eder-Kreis	49,96	42,77	32,80	49,07	43,65
348	BY	Landkreis Coburg	45,63	40,27	44,75	43,92	43,64
349	HE	Landkreis Marburg-Biedenkopf	53,21	51,89	38,75	30,08	43,48
350	TH	Landkreis Sömmerda	51,75	43,63	25,97	52,40	43,44
351	BW	Landkreis Reutlingen	45,74	60,64	40,76	26,46	43,40
352	BB	Landkreis Spree-Neiße	62,35	41,55	24,87	44,65	43,35
353	BY	Landkreis Dillingen a.d. Donau	47,03	40,45	39,42	45,80	43,17
354	BW	Landkreis Waldshut	43,34	42,37	36,56	49,80	43,02
355	NW	Kreis Olpe	40,73	43,44	41,79	46,07	43,01
356	BW	Stadtkreis Baden-Baden	38,52	42,21	38,00	52,45	42,80
357	BY	Landkreis Neuburg-Schrobenhausen	49,02	40,91	45,01	35,51	42,61
358	NW	Kreis Siegen-	43,97	48,70	40,41	37,10	42,54

		Wittgenstein					
359	ST	Landkreis Altmark- kreis Salzwedel	66,81	38,80	28,69	35,72	42,51
360	RP	Landkreis Vulkaneifel	48,29	39,00	32,01	50,65	42,49
361	RP	Landkreis Kusel	46,57	40,50	34,99	47,76	42,45
362	TH	Landkreis Greiz	45,53	41,19	36,12	46,32	42,29
363	BY	Landkreis Freyung-Grafenau	43,09	40,17	35,72	50,00	42,24
364	ST	Landkreis Wittenberg	57,79	40,82	32,46	37,86	42,23
365	TH	Landkreis Weimarer Land	47,78	48,59	25,12	46,82	42,08
366	BY	Landkreis Main-Spessart	50,13	44,94	31,77	41,26	42,03
367	TH	Kreisfreie Stadt Weimar	38,11	48,59	40,63	40,71	42,01
368	BY	Landkreis Weil- heim-Schongau	43,62	42,84	48,11	33,34	41,97
369	TH	Landkreis Unstrut- Hainich-Kreis	53,52	41,18	31,64	41,24	41,90
370	RP	Landkreis Donnersbergkreis	52,97	42,16	27,70	44,75	41,89
371	BW	Landkreis Biberach	51,73	50,01	39,07	26,37	41,80
372	BY	Landkreis Rhön-Grabfeld	45,10	40,94	38,33	42,07	41,61
373	SN	Landkreis Erzgebirgskreis	46,64	55,61	26,70	36,73	41,42
374	BY	Landkreis Donau-Ries	50,63	45,27	45,17	22,47	40,89
375	HE	Landkreis Waldeck- Frankenberg	53,92	44,64	38,13	26,49	40,79
376	RP	Landkreis Südwestpfalz	46,15	41,49	36,92	38,33	40,72
377	TH	Landkreis Sonneberg	38,57	40,25	41,68	42,11	40,65
378	NI	Landkreis Hameln-Pyrmont	47,53	42,67	41,93	30,47	40,65
379	BW	Landkreis Calw	44,41	41,96	37,83	38,03	40,56
380	BY	Landkreis Weißenburg- Gunzenhausen	53,82	39,83	43,75	23,66	40,26
381	RP	Landkreis	46,09	38,57	41,85	33,76	40,07

		Birkenfeld					
382	BW	Landkreis Neckar-Odenwald-Kreis	49,89	42,07	29,86	38,16	40,00
383	BY	Landkreis Miltenberg	42,18	42,12	45,91	28,13	39,59
384	BW	Landkreis Zollernalbkreis	44,20	47,86	35,60	30,17	39,46
385	TH	Landkreis Saalfeld-Rudolstadt	40,22	43,34	30,80	43,40	39,44
386	NI	Landkreis Celle	48,20	42,60	42,85	23,52	39,29
387	NI	Landkreis Lüchow-Dannenberg	43,91	37,75	60,18	14,93	39,19
388	BW	Landkreis Freudenstadt	42,78	42,46	37,61	32,06	38,73
389	RP	Landkreis Cochem-Zell	47,53	39,56	26,54	41,11	38,68
390	TH	Landkreis Schmalkalden-Meiningen	41,80	41,59	26,74	44,57	38,67
391	NI	Landkreis Holzminden	41,57	40,09	38,81	34,06	38,64
392	TH	Landkreis Wartburgkreis	50,06	44,28	17,32	42,87	38,63
393	NI	Landkreis Uelzen	51,88	39,62	36,82	24,84	38,29
394	BW	Landkreis Sigmaringen	48,00	42,14	34,09	27,54	37,94
395	BY	Landkreis Cham	46,86	44,15	29,15	29,01	37,29
396	RP	Landkreis Rhein-Lahn-Kreis	40,36	41,40	35,23	31,14	37,03
397	BY	Landkreis Kronach	42,15	39,65	35,16	28,63	36,40
398	BY	Kreisfreie Stadt Rosenheim	38,15	39,58	22,35	44,84	36,23
399	HE	Landkreis Odenwaldkreis	41,64	43,71	26,62	28,57	35,14
400	RP	Landkreis Altenkirchen (Westerwald)	40,93	42,63	21,67	35,29	35,13
Mittelwert je Kategorie			49,50	49,40	49,90	49,96	49,69

Quelle: Eigene Berechnung, basierend auf BNetzA (2022a; 2023c), BA (2022), DFG (2023) und BBSR (2022a; 2022b)
 Bundeslandabkürzungen: Schleswig-Holstein (SH), Hamburg (HH), Niedersachsen (NI), Bremen (HB), Nordrhein-Westfalen (NW), Hessen (HE), Rheinland-Pfalz (RP), Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY), Saarland (SL), Berlin (BE), Brandenburg (BB), Mecklenburg-Vorpommern (MV), Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST), Thüringen (TH)

Anhang B: Ergänzende Abbildungen

Abbildung B - 1: Top 15 energieintensivste Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe, absolut

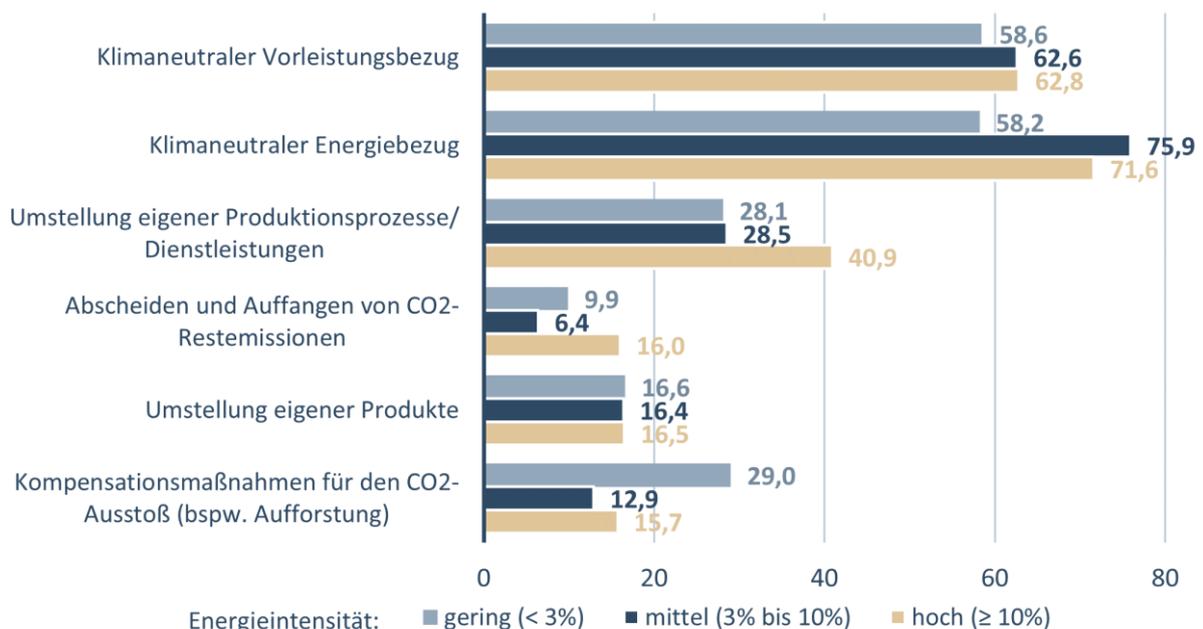
Wirtschaftszweige mit den höchsten Anteilen des Energieverbrauchs an der Bruttowertschöpfung, in Tausend Euro, Jahr 2020



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Destatis (2022a)

Abbildung B - 2: Beiträge für einen Klimaneutralen Betrieb nach Energieintensitäten

Welchen Beitrag können folgende Maßnahmen leisten, um einen klimaneutralen Betrieb ihres Unternehmens entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen?

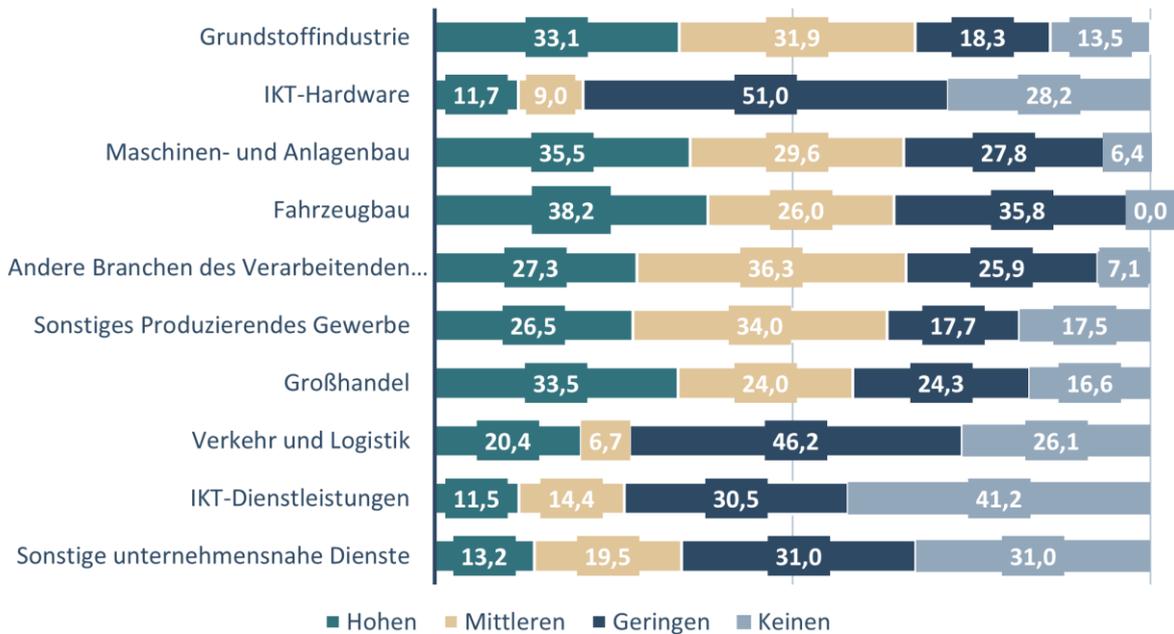


Angaben der summierten Antwortanteile „mittleren“ und „hohen“ in Prozent, 507 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 3: Beiträge für einen Klimaneutralen Betrieb: Klimaneutraler Vorleistungsbezug, Branchenebene

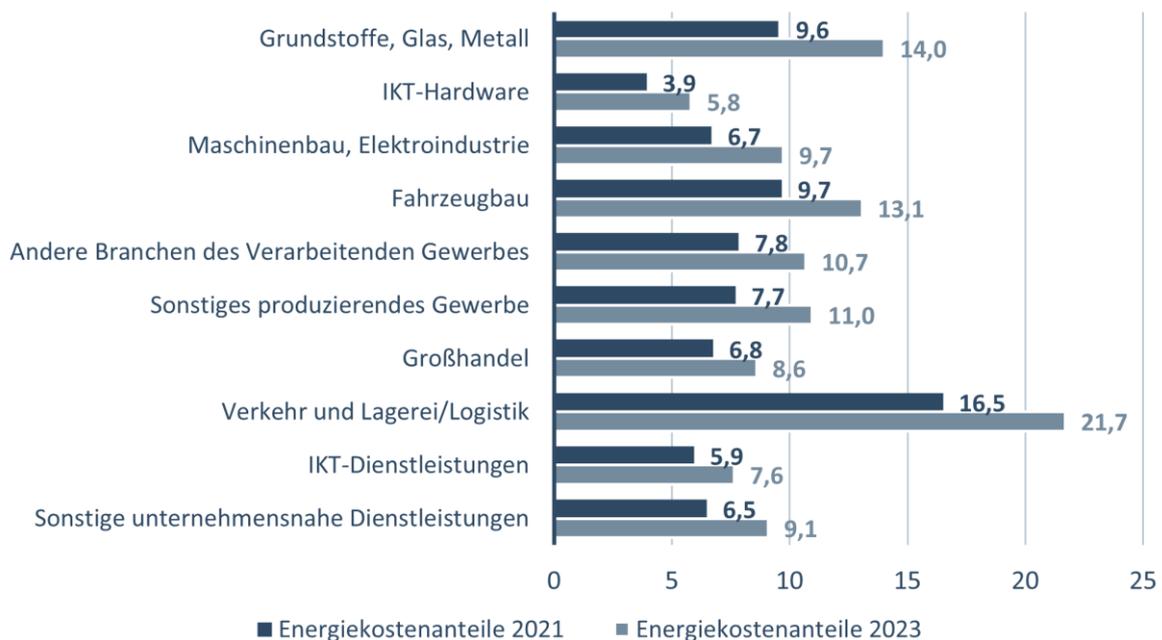
Welchen Beitrag können folgende Maßnahmen leisten, um einen klimaneutralen Betrieb ihres Unternehmens entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 917 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 4: Energiekostenanteile an der Kostenstruktur auf Branchenebene

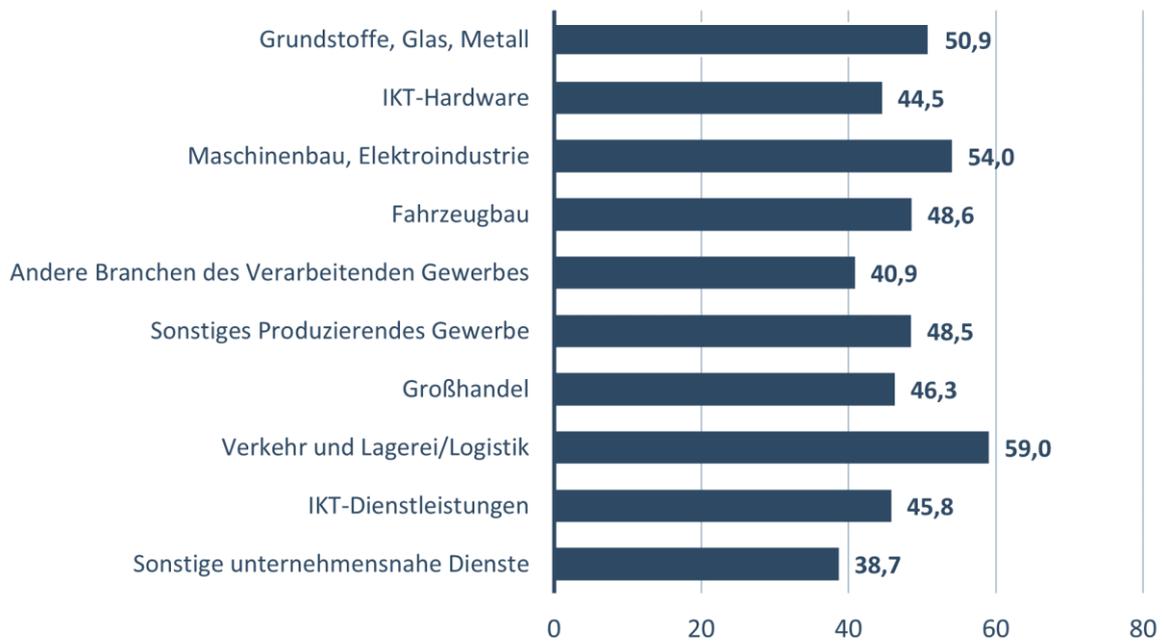
Welchen Anteil macht der Energiebezug in der Kostenstruktur Ihres Unternehmens aus?



Mittelwerte der umfassten Unternehmen, Angaben in Prozent, Schätzungen, 850 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 5: Möglichkeiten der Energiekostenweitergabe auf Branchenebene

Wie gut könnte Ihr Unternehmen erhöhte Energiekosten an die Kunden weitergeben?

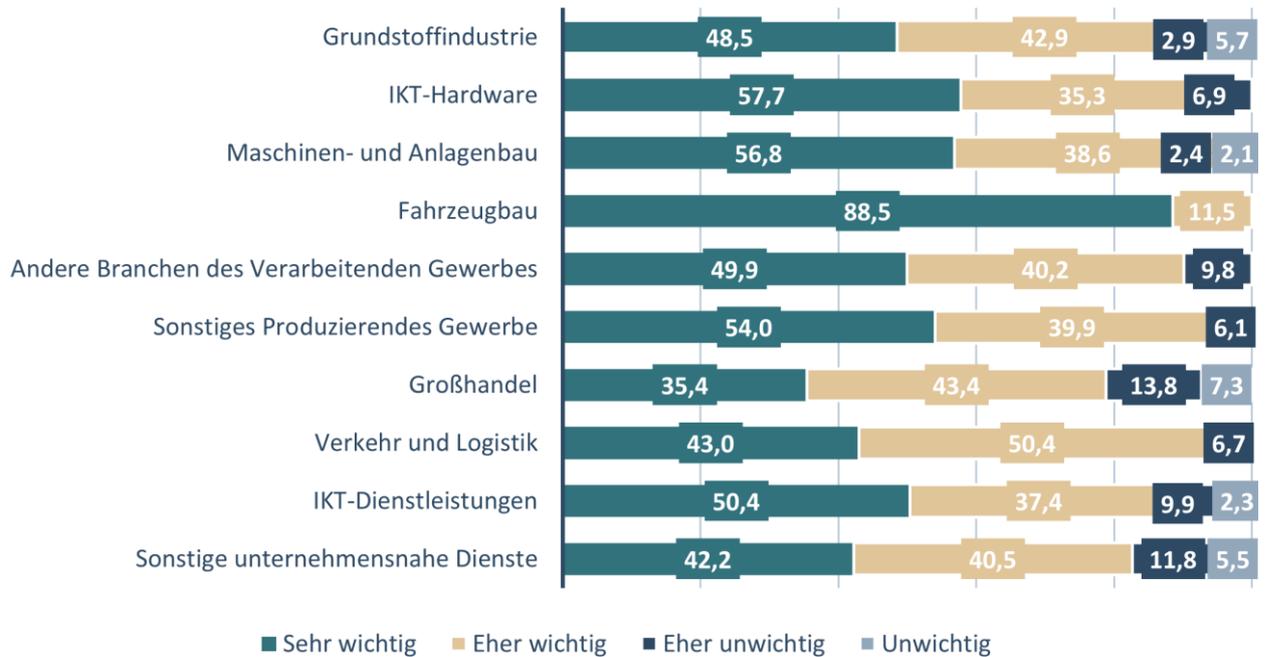


Mittelwerte der umfassten Unternehmen, 879 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 6: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren: Fachkräfteverfügbarkeit, Branchenebene

Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?

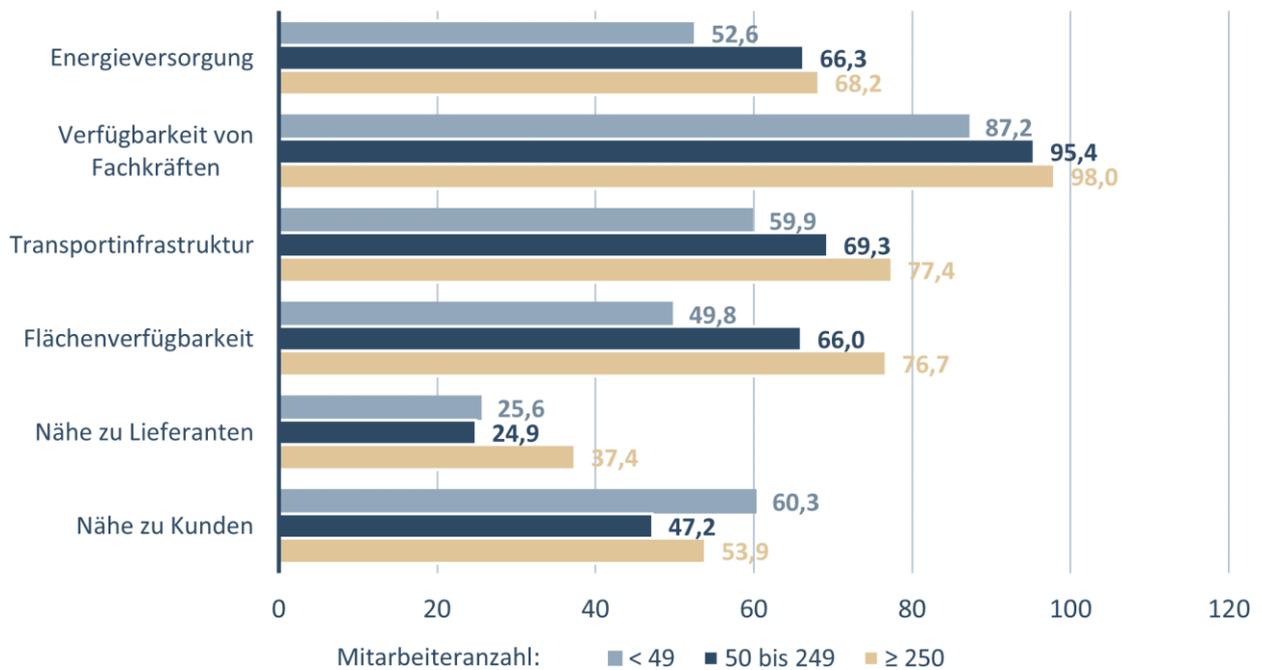


Angaben der Antwortanteile in Prozent, 924 Unternehmen

Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 7: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren nach Unternehmensgrößenklassen

Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?



Angaben der summierten Antwortanteile „eher wichtig“ und „sehr wichtig“ in Prozent, 924 Unternehmen
 Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 8: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren: Energieversorgung nach Unternehmensgrößenklassen

Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 924 Unternehmen
 Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 9: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren: Flächenverfügbarkeit nach Unternehmensgrößenklassen

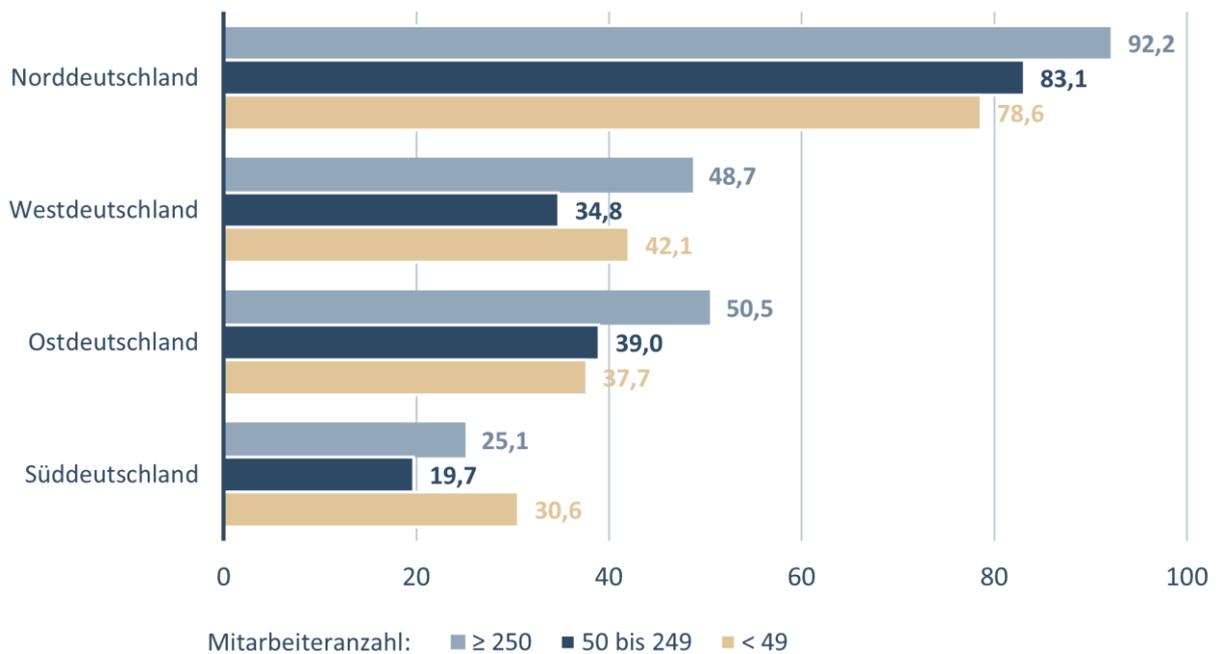
Wie relevant sind (oder wären) die folgenden Faktoren bei der Wahl eines Standortes für Ihr Unternehmen?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 924 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 10: Regionale Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien nach Unternehmensgrößenklassen

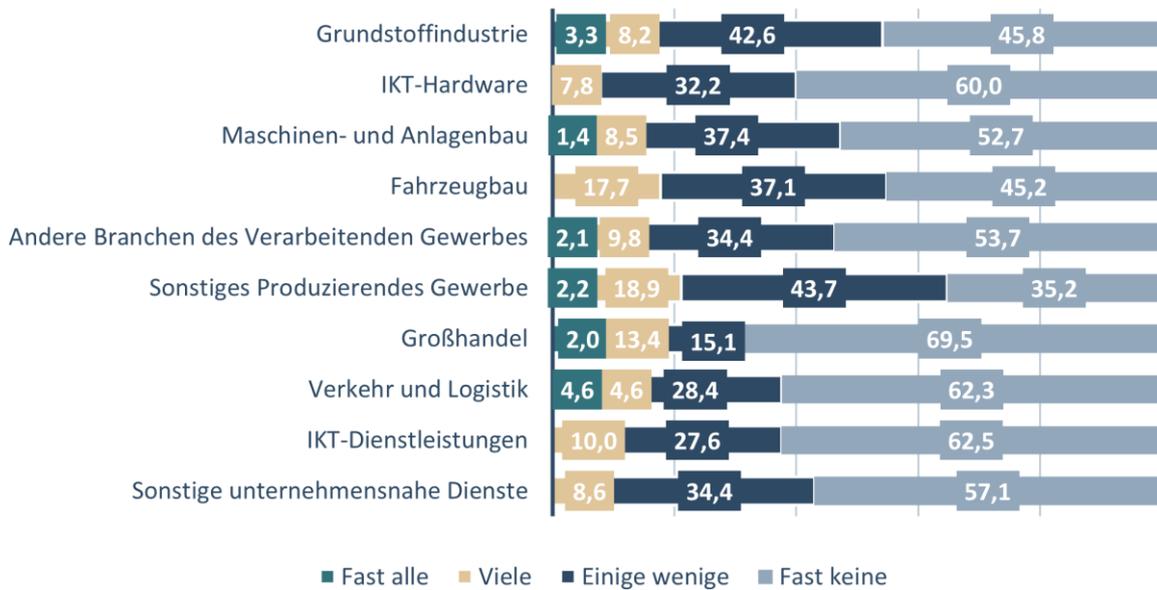
Wie bewerten Sie die folgenden Regionen Deutschlands hinsichtlich einer mittelfristig klimaneutralen Energieversorgung Ihres Unternehmens (über den direkten Bezug Erneuerbarer Energien oder auch über entsprechende Leitungs- und Importstrukturen)?



Angaben der summierten Antwortanteile „eher gut“ und „sehr gut“ in Prozent, 796 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 11: Standortverlagerungen innerhalb Deutschlands: Lieferanten energieintensiver Vorprodukte, Branchenebene

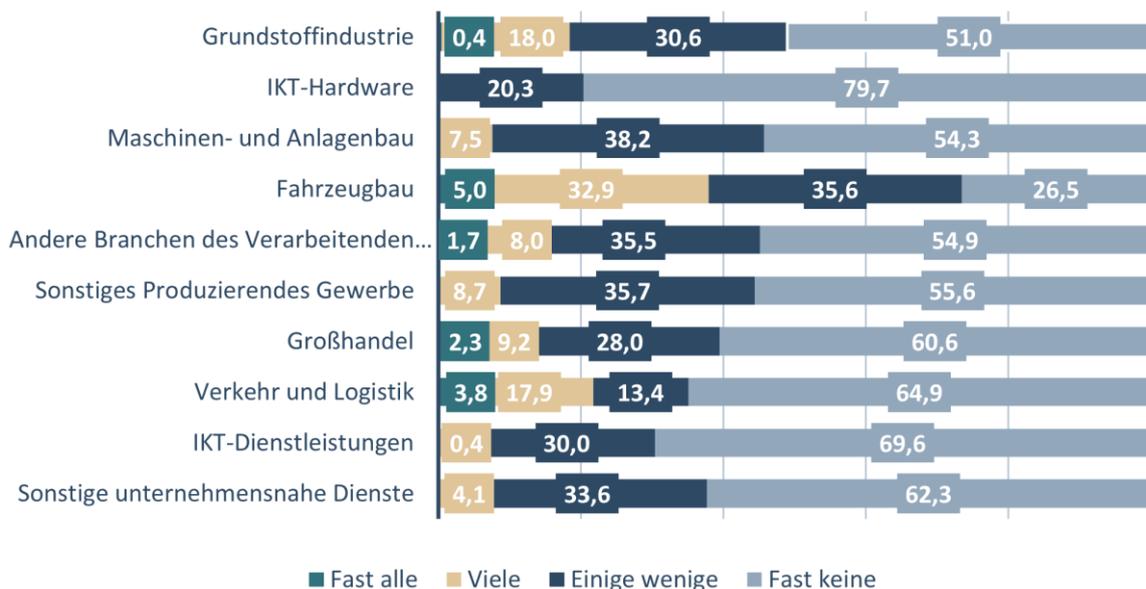
Erwarten Sie eine Verlagerung von Unternehmen an andere Standorte innerhalb Deutschlands aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 852 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 12: Standortverschiebungen innerhalb Europas: Energieversorger des eigenen Unternehmens, Branchenebene

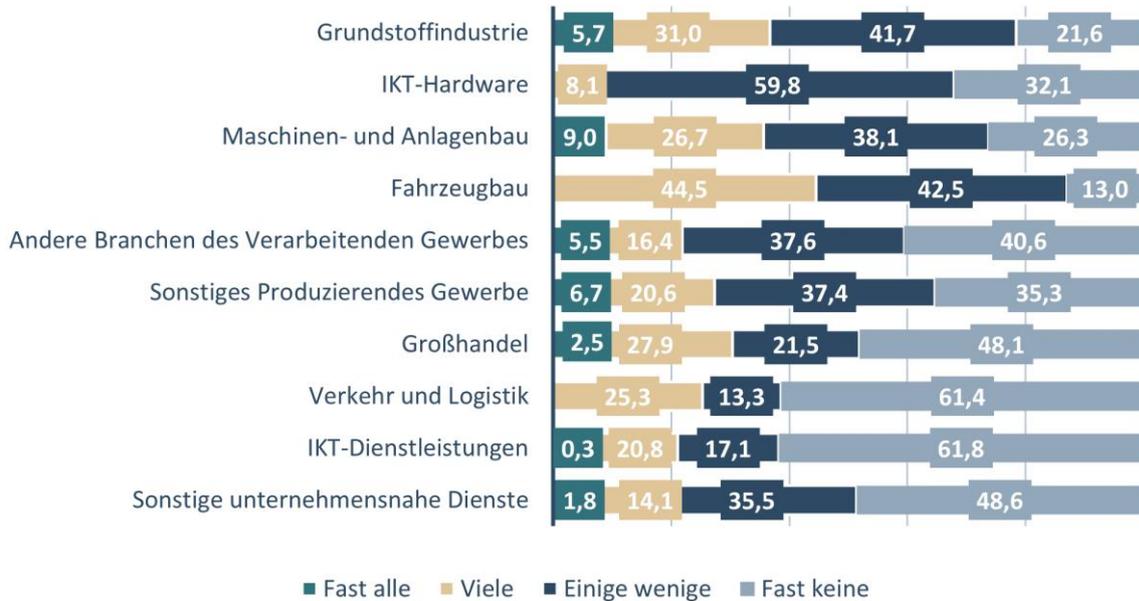
Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte innerhalb Europas aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 842 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 13: Standortverschiebungen weltweit: Lieferanten energieintensiver Vorprodukte, Branchenebene

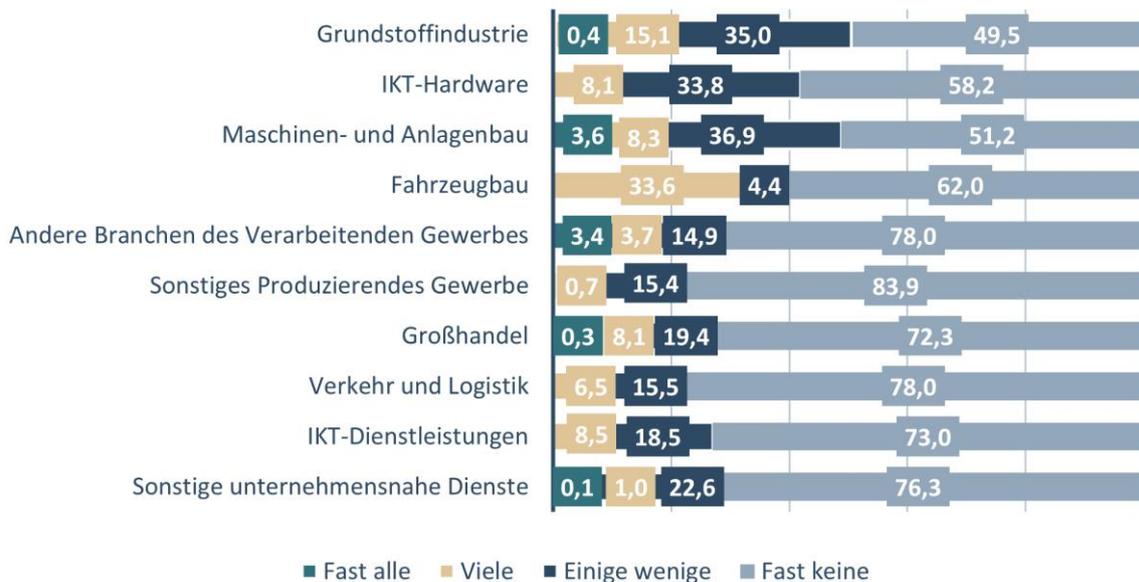
Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte weltweit aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 841 Unternehmen
 Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 14: Standortverschiebungen weltweit: Verlagerungen der eigenen Branche, Branchenebene

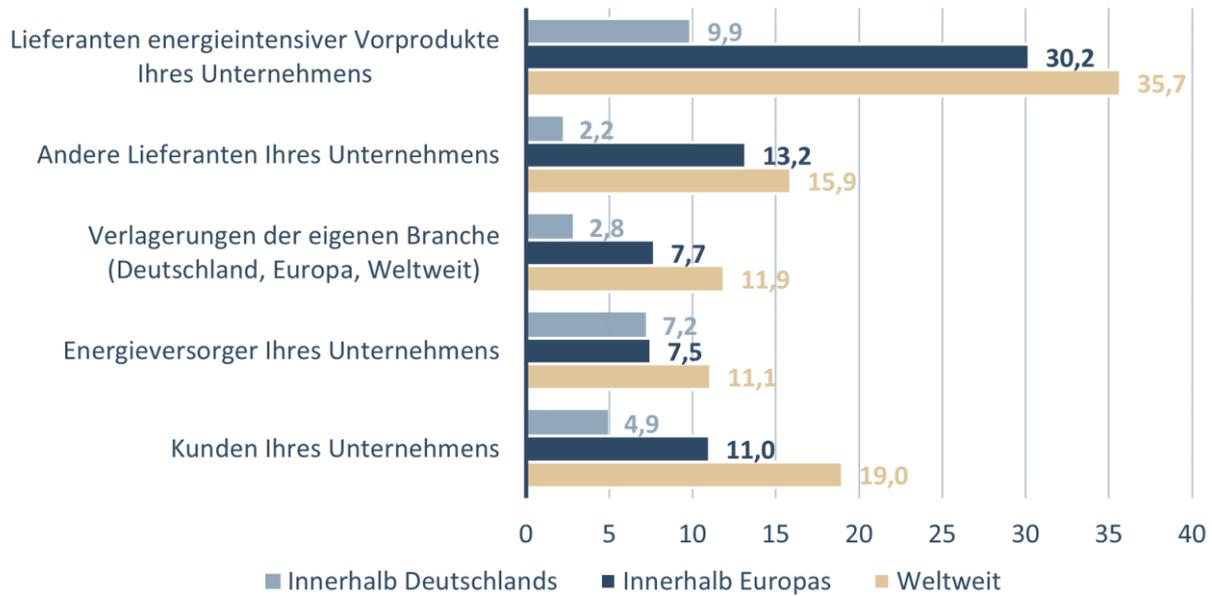
Erwarten Sie eine Verlagerung von deutschen Unternehmen an andere Standorte weltweit aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der Antwortanteile in Prozent, 841 Unternehmen
 Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 15: Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands, Europa und weltweit: Maschinen- und Anlagebau

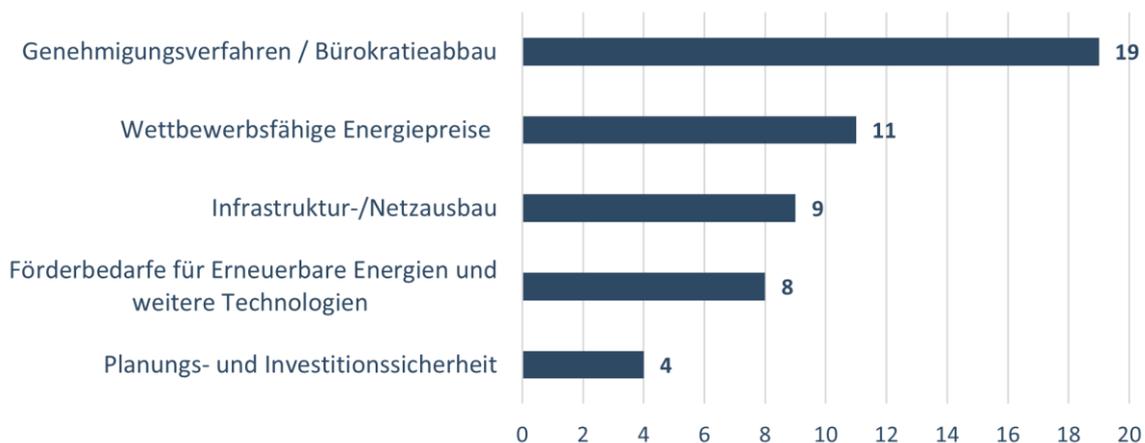
Erwarten Sie eine Verlagerung (deutscher) Unternehmen an andere Standorte innerhalb Deutschlands/Europa/weltweit aufgrund der dort besseren Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien?



Angaben der summierten Antwortanteile „viele“ und „fast alle“ in Prozent, 123 Unternehmen
Quelle: IW-Zukunftspanel 2023, 44. Befragungswelle

Abbildung B - 16: Top 5 der meistgenannten Ansatzpunkte für politische Maßnahmen zur Versicherung der Versorgung mit Erneuerbaren Energien und der Anlagenumstellung aus Unternehmenssicht

Welche Maßnahmen müsste die Politik ergreifen, um die Versorgung mit Erneuerbaren Energien und die potenzielle Umstellung Ihrer Anlagen an Ihrem Standort zu gewährleisten?



Häufigkeit der angesprochenen Konzepte, 39 Unternehmen

Quelle: Unternehmensbefragung in Kooperation mit Epico KlimaInnovation und der Stiftung Klimawirtschaft

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Zentrale Kriterien.....	24
Tabelle 2-2: Branchenklassifikationen nach Wirtschaftszweigzugehörigkeit	25
Tabelle 3-1: Standortfaktoren für Unternehmen.....	30
Tabelle 3-2: Volllaststunden für Solar- und Windenergieanlagen in Deutschland	31
Tabelle 3-3: Ranking der Kategorie Erneuerbare Energien in Deutschland: Bundesländer.....	33
Tabelle 3-4: Ranking der Kategorie Fachkräfte in Deutschland: Bundesländer	37
Tabelle 3-5: Ranking der Kategorie Digitalisierung in Deutschland: Bundesländer	39
Tabelle 3-6: Ranking der Kategorie Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: Bundesländer	41
Tabelle 3-7: Auswertung des Regionalrankings auf Bundeslandebene	43
Tabelle 3-8: Top 10 Ranking der Städte und Landkreise in Deutschland	44
Tabelle 4-1: Zentrale Erkenntnisse aus dem IW-Zukunftspanel.....	62
Tabelle 5-1: Ansätze zur Stärkung der deutschen Unternehmensstandorte	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Sektorale Aufteilung von Wertschöpfung und Beschäftigung.....	10
Abbildung 2-2 Primärenergieverbrauch auf Sektor und Branchenebene.....	11
Abbildung 2-3: Top 15 energieintensivste Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe	12
Abbildung 2-4: Aufteilung der Beschäftigten in taxonomiefähigen Aktivitäten	14
Abbildung 2-5: Aufteilung der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe	15
Abbildung 2-6: Verbrauch nach Energieträgern auf Sektorebene	16
Abbildung 2-7: Bruttoanlagevermögen auf Sektor und Branchenebene.....	22
Abbildung 3-1 Indikatoren zur Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien auf Kreisebene in Deutschland.....	32
Abbildung 3-2: Stand des Stromnetzausbaus in Deutschland.....	34
Abbildung 3-3: Planungsvorschläge zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland	35
Abbildung 3-4: Indikatoren zur Verfügbarkeit von Fachkräften auf Kreisebene in Deutschland	36
Abbildung 3-5: Indikatoren zur digitalen Infrastruktur auf Kreisebene in Deutschland	38
Abbildung 3-6: Indikatoren zur Verkehrsinfrastruktur auf Kreisebene in Deutschland.....	40
Abbildung 3-7: Gesamtbewertung der Standortattraktivität deutscher Landkreise und Bundesländer.....	42
Abbildung 4-1: Befragte Unternehmen nach Sektor, Unternehmensgröße und Energieintensität	46
Abbildung 4-2: Befragte Unternehmen nach Branchenzugehörigkeit.....	47
Abbildung 4-3: Anpassungen des Geschäftsmodells.....	48
Abbildung 4-4: Anpassungen des Geschäftsmodells auf Sektorebene	49
Abbildung 4-5: Beiträge für einen Klimaneutralen Betrieb.....	50
Abbildung 4-6: Beiträge für einen klimaneutralen Betrieb: klimaneutraler Energiebezug, Branchenebene	51
Abbildung 4-7: Energiekostenanteile an der Kostenstruktur auf Sektorebene	52
Abbildung 4-8: Energiekostenanteile an der der Kostenstruktur auf Branchenebene	53
Abbildung 4-9: Möglichkeiten der Energiekostenweitergabe nach Energieintensitäten	54
Abbildung 4-10: Möglichkeiten zur Energiekostenweitergabe auf Branchenebene	54
Abbildung 4-11: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren	55
Abbildung 4-12: Bewertung ausgewählter Standortfaktoren auf Branchenebene: Energieversorgung	56
Abbildung 4-13: Regionale Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien.....	56
Abbildung 4-14: Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands.....	57
Abbildung 4-15: Standortverschiebungen innerhalb Europas	58
Abbildung 4-16: Standortverschiebungen innerhalb Europas auf Branchenebene:.....	59
Abbildung 4-17: Standortverschiebungen weltweit.....	60
Abbildung 4-18: Standortverschiebungen innerhalb Deutschlands, Europa und weltweit.....	61

Abkürzungsverzeichnis

BA	Bundesagentur für Arbeit
BAB	Bundesautobahn
BauA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BnetzA	Bundesnetzagentur
CCS	Carbon Capture and Storage
Dena	Deutsche Energie-Agentur
Destatis	Statistisches Bundesamt
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DIHK	Deutsche Industrie- und Handelskammer
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
FNB	Fernnetzbetreiber
GFA	Global Fashion Agenda
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
GWp	Gigawatt Peak
IEA	International Energy Agency
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IW	Institut der Deutschen Wirtschaft
KOFA	Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
MW	Megawatt
MWp	Megawatt Peak
PJ	Petajoule
PPA	Power Purchase Agreement
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunde
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VDZ	Verein deutscher Zementwerke
WTTC	World Travel and Tourism Council

Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e.V., 2022, Energiebilanz der Bundesrepublik 2020, <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/bilanzen-1990-bis-2020/?wpv-jahresbereich-bilanz=2011-2020> [08.03.2023]

Agora Energiewende, 2021a, Software & Daten - Klimaneutrales Deutschland (Datenanhang), <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang> [06.06.2023]

Agora Energiewende, 2021b, Zukünftige Anforderungen an eine energiewendegerechte Netzkostenallokation. Impuls, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_07_IND_FlexNetz/A-EW_224_Netzkostenallokation_WEB.pdf [01.06.2023]

Agora Energiewende / Wuppertal Institut, 2019, Klimaneutrale Industrie. Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf [01.06.2023]

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2021, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Jahresdurchschnitt 2020. Wirtschaftsgruppen WZ 2008 x Berufsgruppen KldB 2010

BA, 2022, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Bestand an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Stichtag 30. Juni 2022). Berufsgruppen KldB 2010 x Gemeinden in Deutschland

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2022a, Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR), Durchschn. Pkw-Fahrzeit zur nächsten BAB-Anschlussstelle in Minuten, <https://www.inkar.de> [12.06.2023]

BBSR, 2022b, Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR), Ladepunkte je 100.000 Elektrofahrzeuge (BEV), <https://www.inkar.de> [12.06.2023]

Bertenrath, Roman / Bähr, Cornelius / Kleissner, Anna / Schaefer, Thilo, 2018, Folgenabschätzung Klimaschutzplan. und Strukturwandel in den Braunkohleregionen, IW-Gutachten, https://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/projekte/2018/Debriv_Braunkohle_2018/endbericht_debriv_revision_final_clean_1_.pdf [12.06.2023]

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung/ BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2018, BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018. Arbeit und Beruf im Wandel, Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikationen, <https://www.bibb.de/de/65740.php> [12.06.2023]

Bitkom e.V., 2020, Klimaschutz durch digitale Technologien - Chancen und Risiken. Kurzstudie, https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/2020-05_bitkom_klimastudie_digitalisierung.pdf [12.06.2023]

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022a, Interessenbekundungsverfahren zur geplanten Förderung von projektbezogenen Klimaschutzverträgen, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/klimaschutzvertraege-bekanntmachung-des-interessenbekundungsverfahrens.html> [01.06.2023]

BMWK, 2022b, Überblickspapier Osterpaket, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0406_ueberblickspapier_osterpaket.pdf?__blob=publicationFile&v=12 [01.06.2023]

BMWK, 2023, Bundesrat verabschiedet EnSiG 3.0, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/10/20221007-bundesrat-verabschiedet-ensig-30.html> [01.06.2023]

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2022a, Gigabit Grundbuch. Daten zur statistischen Auswertung der Breitbandverfügbarkeit in Deutschland aus dem Breitbandatlas, <https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/Breitbandatlas/Downloads/start.html> [01.06.2023]

BNetzA, 2022b, Monitoringbericht. Netzausbau, <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/report/de.html> [16.03.2023]

BNetzA, 2023a, Ausschreibungen für EE- und KWK-Anlagen, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/start.html [12.06.2023]

BNetzA, 2023b, Bericht Netzengpassmanagement Gesamtes Jahr 2021, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Engpassmanagement/Zahlen%20Ganzes%20Jahr2021.pdf;jsessionid=2DD22985D59723D778C9B7037E797D9D?__blob=publicationFile&v=4 [21.06.2023]

BNetzA, 2023c, Marktstammdatenregister, <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> [30.03.2023]

BNetzA, 2023d, Monitoring des Stromnetzausbaus. Viertes Quartal 2022, [Monitoringbericht 2022 \(bundesnetzagentur.de\)](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Monitoringberichte/2022/Monitoringbericht_2022_bundesnetzagentur.de.pdf) [12.06.2023]

BNetzA, 2023e, SMARD - Strommarktdaten, Stromhandel und Stromerzeugung in Deutschland, <https://www.smard.de/home> [21.06.2023]

Borderstep Institut, 2014, Rechenzentren in Deutschland: Eine Studie zur Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung und der Wettbewerbssituation. Im Auftrag des BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Berlin

Bosch, Gerhard / Hüttenhoff, Frederic, 2022a, Der Bauarbeitsmarkt: Soziologie und Ökonomie einer Branche, Frankfurt

Bosch, Gerhard / Hüttenhoff, Frederic, 2022b, Fachkräfte im Bau für die Transformation unverzichtbar! Verliert die Bauwirtschaft den Konkurrenzkampf auf dem Arbeitsmarkt?, IAQ Standpunkt, Nr. 02, Duisburg / Essen

Boston Consulting Group, 2021, Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. Gutachten für Bundesverband der deutschen Industrie e.V. (BDI), https://issuu.com/bdi-berlin/docs/211021_bdi_klimapfade_2.0_-_gesamtstudie_-_vorabve [12.06.2023]

Büchel, Jan / Engels, Barbara, 2023, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex 2022. Langfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Projekt "Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland", Köln

Büchel, Jan / Röhl, Klaus-Heiner, 2023, Aufbau Ost. Die Gigabit-Lücke, IW-Kurzbericht, Nr. 15, Köln/Berlin

Dauth, Wolfgang / Michaela, Fuchs / Anne, Otto, 2015, Standortmuster in Westdeutschland: Nur wenige Branchen sind räumlich stark konzentriert, IAB-Kurzbericht, Nr. 16, Nürnberg

Dechema / FutureCamp, 2019, Roadmap Chemie 2050. Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland, München

Demary, Vera / Matthes, Jürgen / Plünnecke, Axel / Schaefer, Thilo, 2021, Gleichzeitig: Wie vier Disruptionen die deutsche Wirtschaft verändern. Herausforderungen und Lösungen, IW-Studien, Köln

Dena – Deutsche Energie-Agentur, 2021, dena-Leitstudie. Aufbruch Klimaneutralität, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf [12.06.2023]

Destatis – Statistisches Bundesamt, 2008, Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008), Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/gliederung-klassifikation-wz-3100130089004.pdf?__blob=publicationFile [12.06.2023]

Destatis, 2021, Produzierendes Gewerbe. Betriebe, Tätige Personen und Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Beschäftigtengrößenklassen, Reihe 4.1.2, Fachserie 4, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/betriebe-taetige-personen-2040412207004.pdf?__blob=publicationFile [12.06.2023]

Destatis, 2022a, GENESIS-Online Datenbank, Kostenstruktur der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe. Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-4-Steller Hierarchie), Wiesbaden, https://www.genesis.destatis.de/genesis/online/data?operation=find&suchanweisung_language=de&query=42251#breadcrumb [12.06.2023]

Destatis, 2022b, Produzierendes Gewerbe. Beschäftigte, Umsatz und Investitionen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Reihe 4.2.1, Fachserie 4, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/beschaefigte-umsatz-investitionen-2040421207004.pdf?__blob=publicationFile [12.06.2023]

Destatis, 2022c, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Energiegesamtrechnung. Berichtszeitraum 2000 - 2020, Nr. 5850014207004, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/energiefluesse-emissionen/_inhalt.html#_fz88b8ozr [08.03.2023]

Destatis, 2023a, GENESIS-Online Datenbank, VGR des Bundes - Bruttoanlagevermögen. (Wiederbeschaffungspreise/preisbereinigt): Deutschland, Jahre, Wirtschaftsbereiche, Anlagearten, Wiesbaden, <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=81000-0116&bypass=true&levelindex=0&levelid=1678292683078#abreadcrumb> [13.03.2023]

Destatis, 2023b, GENESIS-Online Datenbank, VGR des Bundes - Bruttowertschöpfung. (nominal/preisbereinigt): Deutschland, Jahre, Wirtschaftsbereiche, Wiesbaden, <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=81000-0103&bypass=true&levelindex=0&levelid=1678292683078#abreadcrumb> [08.03.2023]

Destatis, 2023c, GENESIS-Online Datenbank, VGR des Bundes - Erwerbstätige. Deutschland, Jahre, Wirtschaftsbereiche, Wiesbaden, <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=81000-0112&bypass=true&levelindex=1&levelid=1686575713461#abreadcrumb> [08.03.2023]

Deutsche WindGuard, 2022, Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. Erstes Halbjahr 2022, https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/06-zahlen-und-fakten/Status_des_Offshore-Windenergieausbaus_Halbjahr_2022_final.pdf [09.05.2023]

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2023, GERiT-Datenbank. Die Deutsche Forschungslandschaft, <https://www.gerit.org/de/service> [12.04.2023]

DIHK – Deutsche Industrie- und Handelskammer, 2022a, DIHK-Fachkräftereport 2021. Personalengpässe beeinträchtigen das Wachstum, <https://www.dihk.de/de/themen-und-positionen/fachkraefte/beschaeftigung/fachkraeftereport-2021> [12.06.2023]

DIHK, 2022b, Industriestandort Deutschland: Strukturelle Probleme anpacken. DIHK-Umfrage im Netzwerk Industrie 2020, <https://www.dihk.de/resource/blob/25080/5ad21b78dbd3775b7a0946133f8769c9/dihk-industrienumfrage-data.pdf> [12.06.2023]

Dominguez Lacasa, Iciar / Klement, Benjamin / Dornbusch, Friedrich, 2018, Auswertung nationaler und internationaler Erfahrungen zum Strukturwandel. Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Forschungsprojekt Nr. 52/17, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/abschlussbericht-fraunhofer-erfahrungen-strukturwandel.pdf?__blob=publication-file&v=14 [12.06.2023]

Engels, Barbara, 2022, Nachhaltige Digitalisierung. Ein digitalökonomisches Konzept, IW-Policy Paper, Nr. 3, Köln

EPICO / KAS / Guidehouse, 2023, Design options for a European hydrogen bank, Berlin

EPICO Klimainnovation / Macdonald-Laurier Institute, 2022, Perspectives on designing a climate club. Alliance-building to strengthen international climate cooperation, Berlin, <https://epico.org/uploads/images/Perspectives-on-designing-a-climate-club.pdf> [15.06.2023]

Europäische Kommission, 2022, Digital Economy and Society Index (DESI), <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> [12.06.2023]

Europäische Kommission, 2023, EU Taxonomy Compass, <https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/taxonomy-compass> [23.01.2023]

Eurostat – Statistisches Amt der Europäischen Union, 2023, Preise Elektrizität für Nichthaushaltskunde, ab 2007 - halbjährliche Daten, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_205/default/table?lang=de [25.05.2023]

Fachagentur Windenergie an Land, 2015, Mehr Abstand – mehr Akzeptanz? Ein umweltsychologischer Studienvergleich

FNB Gas – Fernnetzbetreiber Gas, 2021a, Netzentwicklungsplan Gas 2020 - 2030, https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2021/09/fnb_gas_nep_gas_2020_de-1.pdf [12.06.2023]

FNB Gas, 2021b, Wasserstoffnetz 2030: Aufbruch in ein klimaneutrales Deutschland, <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2030/> [01.06.2023]

FNB Gas, 2021c, Wasserstoffnetz 2050: Für ein klimaneutrales Deutschland, <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2050/> [01.06.2023]

Fraunhofer-Institut ISE, 2021, Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien

Fronde, Manuel / Janßen-Timmen, Ronald / Kaestner, Katrin / Sommer, Stephan, 2022, Erstellung der Anwendungsbilanzen 2021 für den Sektor der Privaten Haushalte und den Verkehrssektor in Deutschland. Endbericht - Juni 2022, RWI Projektberichte, Essen

Gühler, Nadine / Schmalwasser, Oda, 2020, Anlagevermögen, Abschreibungen und Abgänge in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Wirtschaft und Statistik, Ausgabe 03/2020

Hermwille, Lukas et al., 2022, A climate club to decarbonize the global steel industry, in: Nature Climate Change, 12. Jg., Nr. 6, S. 494–496

Hintemann, Ralph / Hinterholzer, Simon / Clausen, Jens, 2020, Rechenzentren in Europa - Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung, Berlin

International Energy Agency - IEA, 2021, Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector, https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf [12.06.2023]

IN4climate.NRW, 2021a, Chemisches Recycling - Eine Einordnung. Positionspapier von IN4Climate.NRW, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/in4climate.nrw-positions-papier-chemisches-recycling-de.pdf [12.06.2023]

IN4climate.NRW, 2021b, CO2 in einer klimaneutralen Grundstoffindustrie: Infrastrukturanforderungen für NRW. Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Kohlendioxidwirtschaft, <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/0a369b22-1e1e-46e3-88f6-aa4ee34456bd/content> [12.06.2023]

IN4climate.NRW, 2021c, Klimaschutzverträge für eine beschleunigte Transformation der Industrie. Positionspapier von IN4Climate.NRW, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/in4climatenrw-positions-papier-klimaschutzvertraege-de-web-2021-05.pdf [12.06.2023]

IN4climate.NRW, 2022a, 9 Eckpunkte zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren in der energieintensiven Grundstoffindustrie. Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Genehmigungsverfahren, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2022/Diskussionspapier-Eckpunkte-zur-Beschleunigung-Genehmigungsverfahren-cr-nrwenergy4climate.pdf [12.06.2023]

IN4climate.NRW, 2022b, Prozesswärme für eine klimaneutrale Industrie. Impulspapier der Initiative IN4climate.NRW, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2022/prozesswaerme-fuer-eine-klimaneutrale-industrie-impulspapier-der-initiative-in4climatenrw-cr-nrwenergy4climate.pdf [12.06.2023]

Intraplan Consult / TRIMODE Transport Solutions, 2023, „Prognose 2022“ - Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022. Im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/prognose-berichtgleitende-langfrist-verkehrsprognose.pdf?__blob=publicationFile [06.06.2023]

IW Consult, 2023, Kommunalranking NRW 2023. Studie für Unternehmer NRW, Köln

KOFA – Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung, 2022, Energie aus Wind und Sonne. Welche Fachkräfte brauchen wir?, 03/2022, <https://www.kofa.de/media/Publikationen/Studien/Solar-und-Windenergie.pdf> [12.06.2023]

KOFA, 2023a, Die Fachkräftesituation in Metall- und Elektroberufen, Studie, 01/2023

KOFA, 2023b, Ökologische Nachhaltigkeit: Mit welchen Kompetenzbedarfen rechnen die Unternehmen?, Studie 02/2023

Krzywdzinski, Martin, 2016, Technologie, Qualifikationen und internationale Arbeitsteilung: Anmerkungen zu der Diskussion über Industrie 4.0, Discussion Paper, No. SP III 2016-301, Berlin

Küper, Malte, 2023, Wasserstoff im Inflation Reduction Act: Was ist drin für Deutschland und die EU?, IW-Kurzbericht, Nr. 8, Köln / Berlin

Küper, Malte / Schaefer, Thilo / Schmitz, Edgar, 2023, Transformationskompass. Herausforderungen und Chancen für Unternehmen in Deutschland. Gutachten im Auftrag von Grüner Wirtschaftsdialog Berlin, Köln

LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019, Potenzialstudie Industrielle Abwärme, LANUV-Fachbericht 96, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV_fabe96_Potenzialstudie_Industrielle_Abwaerme_web.pdf [12.06.2023]

McKinsey / GFA – Global Fashion Agenda, 2020, Fashion on Climate. How the Fashion Industry can urgently act to reduce its Greenhouse Gas Emissions, <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/fashion%20on%20climate/fashion-on-climate-full-report.pdf> [03.04.2023]

Monsef, Roschan / Wendland, Finn Arnd, 2022, Beschäftigte im Bereich erneuerbare Energien: Renaissance der beruflichen Ausbildung? Produktions- und Fertigungsberufe im Fokus der Energiewende, IW-Report, Nr. 57, Köln

Neligan, Adriana et al., 2021, Deutsches Ressourceneffizienzprogramm: Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, IW-Gutachten, <https://www.iwkoeln.de/studien/adriana-neligan-digitalisierung-als-enabler-fuer-ressourceneffizienz-in-unternehmen.html> [12.06.2023]

Prognos / Öko-Institut / Wuppertal-Institut, 2021, Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045-langfassung/> [01.06.2023]

Puls, Thomas, 2018, Effiziente Strukturen schaffen ist jetzt die Hauptaufgabe, in: ifo Schnelldienst, Nr. 71, S. 13–16

Puls, Thomas / Schmitz, Edgar, 2022, Wie stark beeinträchtigen Infrastrukturprobleme die Unternehmen in Deutschland? Ergebnisse von IW-Befragungen, Köln

Rat der Europäischen Union, 2003, RICHTLINIE 2003/96/EG DES RATES vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom, [37420 51..51 \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32003L0096) [12.06.2023]

Rowthorn, Robert / Coutts, Kenneth, 2013, De-Industrialisation and the Balance of Payments in Advanced Economies, Working Paper, Nr. 453, Cambridge

Sadowski, Michael / Perkins, Lewis / Mcgarvey, Emily, 2021, Roadmap to Net Zero: Delivering Science-Based Targets in the Apparel Sector, Working Paper, <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/2021-11/roadmap-net-zero-delivering-science-based-targets-apparel-sector.pdf?VersionId=LxrwUSv9dHytM7zy-buQgoJ8LUHBZVgM1> [01.06.2023]

Schaefer, Thilo et al., 2021, Der ökonomische und ökologische Impact beschleunigter Planungs- und Genehmigungsverfahren in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme unter besonderer Berücksichtigung der Chemischen Industrie, IW-Gutachten

SCI4climate.NRW, 2020, Einflussfaktoren industrieller Strukturwandelprozesse. Eine Metaanalyse regionaler Fallstudien für die Transformation der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Rahmenbedingungen/sci4climate.nrw-industrielle-strukturwandelprozesse.pdf [01.06.2023]

SCI4climate.NRW, 2021a, Konzeptualisierung des möglichen Renewables-Pull Phänomens. Definition, Wirkmechanismen und Abgrenzung zu Carbon Leakage, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Szenarien/2020/konzeptualisierung-des-moeglichen-renewables-pull-phaenomens-cr-sci4climatenrw.pdf [01,06,2023]

SCI4climate.NRW, 2021b, Wasserstoffimporte. Bewertung der Realisierbarkeit von Wasserstoffimporten gemäß den Zielvorgaben der Nationalen Wasserstoffstrategie bis zum Jahr 2030, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Technologie_und_Infrastrukturen/bewertung-der-realisiertbarkeit-von-wasserstoffimporten-gemaess-den-zielvorgaben-der-nationalen-wasserstoffstrategie-bis-zum-jahr-2030-cr-sci4climatenrw.pdf [12.06.2023]

SCI4climate.NRW, 2023, Treibhausgasneutralität bis 2045. Ein Szenario aus dem Projekt SCI4climate.NRW, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Szenarien/2023/treibhausgasneutralitaet-in-deutschland-bis-2045-szenario-cr-sci4climate.nrw.pdf [12.06.2023]

Schwarz-Kocher, Martin et.al., 2019, Entwicklung der Zulieferstandorte in Deutschland, in: Schwarz-Kocher, Martin / Krzywdzinski, Martin / Korflür, Inger (Hrsg.), Standortperspektiven in der Automobilzulieferindustrie. Die Situation in Deutschland und Mitteleuropa unter dem Druck veränderter globaler Wertschöpfungsstrukturen, Study der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf, S. 69-109

Steinhaus, Henrik / Kraft, Stephan, 2022, Volkswirtschaftliche Bedeutung des Industriellen Sektors in Deutschland: Eine vergleichende Analyse auf nationaler und internationaler Ebene, Study der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 469, Düsseldorf

Thomas, Stefan et al., 2021, CO₂-neutrale Gebäude bis spätestens 2045. Ein Diskussionsbeitrag für eine ambitionierte und sozialverträgliche Politikstrategie, Zukunftsimpuls, Nr. 21, Wuppertal

van den Berg, Aniek, 2023, Addressing sustainable material management in the proposed Critical Raw Materials Act: Three focus areas for improvement. About the different parts of a comprehensive approach for sustainable material management, <https://epico.org/en/blog/addressing-sustainable-material-management-in-the-proposed-critical-raw-materials-act-three-focus-areas-for-improvement> [15.06.2023]

VDMA – Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 2020, Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030. Update 2020, https://www.vdma.org/c/document_library/get_file?uuid=6037f526-9679-43a2-35a1-513090abd700&groupId=34570 [01.06.2023]

VDMA, 2023, Maschinenbau zwischen Machen und Bangen, <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/ren-der/58886062> [16.03.2023]

VDZ – Verein deutscher Zementwerke, 2018, Zementindustrie im Überblick 2018/2019, https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/zementindustrie_ueberblick/VDZ_Zementindustrie_im_Ueberblick_2018-2019.pdf [12.06.2023]

Wehnert, Timon / Bönisch, Anna / Hermelingmeier, Verena / Schellhöf, Jennifer, 2016, Retrospektive Fallstudienanalyse zu Einflussfaktoren auf den Verlauf von industriellen Transformationsprozessen, https://e-pub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6731/file/6731_Retrospektive_Fallstudien.pdf [12.06.2023]

Wietschel, Martin / Preuß, Sabine / Kunze, Robert / Keller, Marc, 2022, Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland mit Ökostromverträgen, Working Paper Sustainability and Innovation, Nr. 2, https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2022/WP02-2022_Laden_von_Elektrofahrzeugen_in_Deutschland_mit_Oekostromvertraegen_final.pdf [01.06.2023]

Wolf, André / Möckel, Stefan, 2020, Düngung bleibt weiterhin eine ökologische, rechtliche und politische Herausforderung, in: Natur und Recht, Nr. 42, 2020, S. 736–746

Wolf, André / Zander, Nils, 2023, Die Arbeitsmarktpotenziale Norddeutschlands für eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft, https://norddeutsches-reallabor.de/wp-content/uploads/2023/02/Wolf-Andre_Zander-Nils_Die-Arbeitsmarktpotenziale-Norddeutschlands-fuer-eine-zukuenftige-Wasserstoffwirtschaft.pdf [12.06.2023]

WTTC – World Travel and Tourism Council, 2021, A Net Zero Roadmap for Travel & Tourism. Proposing a New Target Framework for the Travel & Tourism Sector, https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/from-crm/WTTC_Net_Zero_Roadmap_compressed.pdf [12.06.2023]