



# Nachfrage nach Berufen im Bereich der Wind- und Solar- energie

Eine Analyse von Online-Stellenanzeigen

Jan Felix Engler, Armin Mertens, Adriana Neligan, Dennis Bakalis

Auftraggeber:

Bertelsmann Stiftung

Carl-Bertelsmann-Str. 256

33311 Gütersloh

Köln, 20.10.2023

**Gutachten**



## Herausgeber

**Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.**

Postfach 10 19 42

50459 Köln

Das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) ist ein privates Wirtschaftsforschungsinstitut, das sich für eine freiheitliche Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung einsetzt. Unsere Aufgabe ist es, das Verständnis wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Zusammenhänge zu verbessern.

## Das IW in den sozialen Medien

Twitter

[@iw\\_koeln](https://twitter.com/iw_koeln)

LinkedIn

[@Institut der deutschen Wirtschaft](https://www.linkedin.com/company/institut-der-deutschen-wirtschaft)

Instagram

[@IW\\_Koeln](https://www.instagram.com/iw_koeln)

## Autoren

### **Jan Felix Engler**

Data Scientist

[engler@iwkoeln.de](mailto:engler@iwkoeln.de)

0221 – 4981-311

### **Dr. Armin Mertens**

Leiter des Clusters Big Data Analytics

[armin.mertens@iwkoeln.de](mailto:armin.mertens@iwkoeln.de)

0221 – 4981-747

### **Dr. Adriana Neligan**

Senior Economist

[neligan@iwkoeln.de](mailto:neligan@iwkoeln.de)

0221 – 4981-128

### **Dennis Bakalis**

Economist

[bakalis@iwkoeln.de](mailto:bakalis@iwkoeln.de)

0221 – 4981-397

**Alle Studien finden Sie unter**

**[www.iwkoeln.de](http://www.iwkoeln.de)**

## **Stand:**

Oktober 2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Datengrundlage und Methodik.....</b>	<b>5</b>
2.1 Beschreibung Datengrundlage .....	5
2.2 Methode zur Auswahl relevanter Stellenanzeigen .....	5
2.3 Evaluation der Datengüte.....	7
2.4 Methodische Limitationen .....	7
<b>3 Ausbau von Windkraft und Solarenergie.....</b>	<b>8</b>
3.1 Politische Ziele und Ausbauzahlen .....	8
3.2 Verfügbarkeit von Windkraft und Solarenergie .....	9
3.3 Beschäftigung im Bereich Windkraft und Solarenergie .....	12
<b>4 Nachfrage nach Arbeitskräften im Bereich Wind- und Solarenergie .....</b>	<b>14</b>
4.1 Ausbau von Wind- und Solarenergie sorgt für steigende Job-Nachfrage .....	14
4.2 Bestimmte Berufe werden besonders nachfragt .....	17
4.2.1 Gesamtblick: Die zehn wichtigsten Berufe im Bereich Wind- und/oder Solarenergie.....	18
4.2.2 Die zehn wichtigsten Berufe für die Solarenergie .....	21
4.2.3 Die zehn wichtigsten Berufe für die Windenergie.....	23
4.2.4 Zehn Berufe, die für Windkraft sowie Solarenergie gefragt sind .....	26
4.3 Nachfrage nach Arbeitskräften nach Anforderungsniveau .....	28
4.4 Nachfrage nach Arbeitskräften auf regionaler Ebene.....	29
<b>5 Fazit .....</b>	<b>34</b>
<b>6 Anhang.....</b>	<b>36</b>
6.1 Übersicht KldB-Nummern (Auswahl) .....	36
6.2 Top-10-Berufe als Tabellen (aus Kapitel 4.2).....	37
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>41</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>41</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>42</b>

## Zusammenfassung

Deutschland soll bis 2045 klimaneutral werden. Hierfür ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien zentral. Um die gesetzten Ausbauziele für Wind- und Solarenergie zu erreichen, muss deren Zubau in den kommenden Jahren stark forciert werden. Das hat auch positive Wirkungen auf den Arbeitsmarkt und es werden passend ausgebildete Arbeitskräfte benötigt, die knapp sind.

Diese Studie untersucht die Trends in der Nachfrage nach Berufen in der Wind- und Solarenergie auf Basis von Online-Stellenanzeigen. Hierfür wurden 190 Berufe als potenziell relevant definiert. Mit einem computerlinguistischen Modell wurden die Stellenanzeigen (dieser 190 Berufe) identifiziert, die konkret Jobs im Bereich Solar- und/oder Windenergie ausgeschrieben haben. Das Modell basiert auf einem Wörterbuch, welches Wörter und Phrasen enthält, die auf eine Beschäftigung mit Windkraft oder Solarenergie hindeuten.

Wesentliche Ergebnisse dieser Analyse sind:

- **Trends in der Nachfrage:** Die zunehmende Nutzung von Wind und Sonne als Energieträger sorgt auch für eine ansteigende Nachfrage nach den für die Windkraft und Solarenergie relevanten Berufen. Besonders häufig werden dabei Arbeitskräfte für Tätigkeiten rund um die Solarenergie in Deutschland gesucht. Trotz steigender Relevanz machen Stellenanzeigen mit einschlägigem Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie mit 2 Prozent (2022) nur einen kleinen Teil der Anzeigen für die definierten 190 Berufe aus.
- **Nachfrage nach Berufen:** Für den Aufbau von Solaranlagen werden vor allem Fachkräfte mit Berufsausbildung im Bereich Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie Dachdeckerei für die Montage und Bauelektrik für die Stromanbindung der Solaranlagen gesucht. Der Aufbau von Windkraftanlagen ist deutlich komplexer und bedarf guter Planung. Deswegen werden hier Berufe mit Spezialistenwissen, wie Spezialist:in für die regenerative Energietechnik, sowie Planungs- und Koordinationskompetenzen nachgefragt, aber auch Aufsichtskräfte und Bauelektriker:innen. Stellenanzeigen, die Personen für beide Technologiefelder suchen, brauchen vor allem Aufsichtsfachkräfte zur Planung, Steuerung und Koordination.
- **Nachfrage nach Anforderungsniveau:** Während im Bereich der Solarenergie eher Fachkräfte mit einer Berufsausbildung gesucht werden, suchen Unternehmen, die sowohl Windkraft als auch Solarenergie, aber auch nur Windenergie im Portfolio haben, eher hochqualifizierte Expert:innen mit Hochschulstudium, Meister- oder Technikerweiterbildung. Im Vergleich zu anderen Bereichen werden für die Wind- und/oder Solarenergie angelernte oder Hilfskräfte innerhalb der betrachteten 190 relevanten Berufe selten gesucht. Deswegen gilt es, solche Arbeitnehmer:innen über Teilqualifizierungen beziehungsweise Qualifizierungen fit für diese Zukunftsfelder zu machen.
- **Nachfrage in den Regionen:** Windkraftanlagen werden aufgrund der Flächen bislang häufig im Norden von Deutschland aufgebaut. Damit einher geht eine verstärkte Nachfrage nach Arbeitskräften in Norddeutschland. Die Entwicklung der Nachfrage nach Beschäftigten auf Basis von Stellenanzeigen spiegelt deutlich wider, dass der Ausbau von Photovoltaik-Anlagen flächendeckender, aber mit Schwerpunkten im Süden und Osten von Deutschland stattgefunden hat. Dort wurden auch besonders häufig in den vergangenen Jahren Stellenausschreibungen explizit für den Bereich Solarenergie geschaltet.

# 1 Einleitung

Mit der europäischen Wachstumsstrategie European Green Deal strebt die Europäische Union (EU) an, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden. Die deutsche Bundesregierung hat im Klimaschutzgesetz festgelegt, dieses Ziel bereits bis 2045 zu erreichen. Die Klimaziele auf nationaler und europäischer Ebene lassen sich jedoch nur erreichen, wenn immer mehr Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird (Fischer et al., 2023). Der Ausbau Erneuerbarer Energien ist eine wesentliche Säule der Energiewende. Sie ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen Energieversorgung. Zu den Erneuerbaren Energien gehören Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft (UBA, 2020). Die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien wird zunehmend zum entscheidenden Standortkriterium für unternehmerische Investitionsentscheidungen. In der Folge stellt der konsequente Ausbau vor allem der Wind- und Solarenergie einen zentralen Beitrag zur Standortattraktivität und zum Erhalt bestehender Unternehmensstandorte dar (Fischer et al., 2023).

Das zentrale Steuerungsinstrument für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Das seit 2023 gültige Gesetz legt höhere Ausbauziele für Wind- und Solarenergie fest und gibt Erneuerbarer Energie erstmals gesetzlichen Vorrang in der Abwägung des überwiegenden öffentlichen Interesses (Bundesregierung, 2023). Um die Ziele des EEG für die Wind- und Solarenergie bis zum Jahr 2030 zu erreichen, müssen die jährlichen Ausbauraten in Richtung einer klimaneutralen Energieversorgung um ein Vielfaches gesteigert werden (Koneberg et al., 2022). Das hat positive Wirkungen auf den Arbeitsmarkt und erhöht den Bedarf an entsprechend ausgebildeten Arbeitskräften. Bestehende Berufsbilder können sich allerdings verändern, da für diesen Energiebereich auch neue Fähigkeiten gefragt sind (Wendland, 2023).

Die vorliegende Studie untersucht die Trends in der Nachfrage von Berufen in der Wind- und Solarenergie. Aufbauend auf einer Studie von Koneberg et al. (2022), in der die Bedarfe nach Berufstiteln nach der Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010) in den Tätigkeitsfeldern Wind- und Solarenergie von Expertinnen und Experten abgefragt und validiert wurden, werden die konkreten Bedarfe auf dem deutschen Arbeitsmarkt in den entsprechenden Bereichen und Berufen analysiert. Hierbei soll eine Betrachtung der Nachfrage von 2019 bis Ende Juni 2023 Einblicke geben, in welchen Berufen die größten Veränderungen zu beobachten sind. Dabei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Welche für den Ausbau von Wind- und Solarenergie benötigten Berufe werden aktuell am meisten nachgefragt?
- Wie hat sich die Nachfrage nach diesen Berufen über die Zeit entwickelt?
- Wie unterscheidet sich die Nachfrage zwischen denselben Berufen in den beiden Tätigkeitsfeldern Wind- und Solarenergie im Vergleich zu den übrigen Tätigkeitsfeldern?
- Welche Anforderungsniveaus werden nachgefragt?
- Welche regionalen Unterschiede lassen sich in der Nachfrage erkennen?

## 2 Datengrundlage und Methodik

### 2.1 Beschreibung Datengrundlage

Als Basis der Analyse dient ein Datensatz von Online-Stellenausschreibungen aus dem Jobmonitor der Bertelsmann Stiftung. Der Jobmonitor enthält aufbereitete Daten des kommerziellen Datenanbieters Textkernel, der Stellenanzeigen aus knapp 60.000 unterschiedlichen Quellen sammelt, darunter Jobportale und Unternehmenswebseiten. Daten zu Online-Stellenanzeigen werden gerade in der Arbeitsmarktforschung immer häufiger verwendet (Acemoglu et al., 2022; Azar et al., 2020; Khaouja et al., 2021; Noack et al., 2022; Noack und Müller, 2023; Mertens et al., 2023). Auch wenn Online-Stellenanzeigen informationstechnische Berufe tendenziell überrepräsentieren und gewerbliche sowie Dienstleistungsberufe unterrepräsentieren (Carnavale et al., 2014), geht man davon aus, dass dieser Effekt über die Zeit immer geringer wird (Khaouja et al., 2021). Generell können Online-Stellenanzeigen die Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt näherungsweise abbilden (Acemoglu et al., 2022). Sie bieten eine umfangreiche Datenquelle für Analysen des Arbeitsmarktes. Die vorliegenden Daten umfassen alle gesammelten Stellenanzeigen (bereinigt um Duplikate) vom 1. Januar 2019 bis zum 30. Juni 2023. Die Daten beinhalten den Volltext der Stellenanzeige, Informationen über den Arbeitsort sowie Brancheninformationen des ausschreibenden Unternehmens. Außerdem wurden die Stellenanzeigen in die Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010) der Bundesagentur für Arbeit eingeordnet (siehe Müller, 2022). Die KldB 2010 unterteilt Berufe in verschiedene Gliederungsebenen: Die ersten vier Ebenen unterteilen Berufe mit Blick auf die jeweils erforderlichen Tätigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten. Die fünfte Ebene (KldB-5-Steller) gibt die sogenannte „Berufsgattung“ an und unterscheidet zusätzlich zwischen verschiedenen Anforderungsniveaus (siehe Herdin et al., 2023, S. 10).<sup>1</sup>

Aufbauend auf Koneberg et al. (2022) beschränkt sich die vorliegende Studie auf 190 Berufsbezeichnungen (KldB-5-Steller). Durch validierte qualitative Experteninterviews konnten in Koneberg et al. (2022) Berufe (bzw. Fachkräfte) identifiziert werden, die unerlässlich für den Ausbau von Wind- und Solarenergie sind. Da die relevanten Berufe in den Interviews häufig umgangssprachlich benannt wurden, wurden die entsprechenden Bezeichnungen systematisch den entsprechenden KldB zugeordnet (siehe Koneberg et al. 2022, S. 9-10). Aus den Daten des Jobmonitors wurden schließlich nur Online-Stellenanzeigen extrahiert, die sich einer der 190 KldB-Berufsbezeichnungen zuordnen ließen.

Zusätzlich wurden die Daten der Online-Stellenanzeigen mit einem Zeitarbeitsgewicht gefiltert. Dies wirkt möglichen Verzerrungen der tatsächlichen Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt entgegen. Zeitarbeitsfirmen schreiben nämlich in der Regel wesentlich mehr Stellen aus, als von den Unternehmen tatsächlich nachgefragt werden (siehe Burstedde et al., 2020). Die für Wind- und Solarenergie relevanten Online-Stellenanzeigen wurden deshalb über ein randomisiertes Verfahren um die entsprechenden Jahres-Zeitarbeitsgewichte reduziert (vgl. Herdin et al. 2023, S. 9).

### 2.2 Methode zur Auswahl relevanter Stellenanzeigen

Bei den 190 Berufen handelt es sich nicht nur um branchenspezifische Berufe wie „Umweltschutztechnik-Expert:in“. Viele der Berufe können auch branchenübergreifend eingesetzt werden wie Informatiker:in oder Elektrotechniker:in. Zunächst musste also festgestellt werden, ob es sich um eine Stellenausschreibung

---

<sup>1</sup> Wenn nicht anders gekennzeichnet, bezieht sich die Studie nachfolgend auf KldB-5-Steller. Für eine bessere Verständlichkeit wird der Begriffe „Beruf“ anstelle der Bezeichnung „Berufsgattung“ verwendet.

handelt, die spezifisch im Bereich Windkraft und Solarwirtschaft ausgeschrieben wurde. Da über den Untersuchungszeitraum hinweg mehr als 14 Millionen Stellenanzeigen der 190 Berufe vorlagen, wäre die manuelle Analyse sehr aufwendig gewesen. Deshalb wurde ein computerlinguistisches Modell eingesetzt, um den gesamten Datensatz automatisiert zu klassifizieren. Das Modell analysiert Online-Stellenanzeigen auf das Vorkommen von Wörtern oder Phrasen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ein Tätigkeitsfeld in der Windkraft und/oder Solarenergie hindeuten. Das Modell weist den relevanten Vakanzen die Klassen „Solarenergie“ und/oder „Windenergie“ zu. Mit dem Ziel, möglichst alle Aspekte der Wind- und Solarenergie zu abbilden, wurde ein entsprechend breites Wörterbuch erstellt, iterativ erweitert und validiert. Die Einträge des Wörterbuchs umfassen unter anderem Technologien wie „Photovoltaik“ oder „Solarthermie“, Baubestandteile wie „Rotorblatt“ oder auch rechtliche Aspekte wie „Einspeisevergütung“. Tabelle 2-1 zeigt Begriffsbeispiele aus dem Wörterbuch.

**Tabelle 2-1: Begriffsbeispiele aus dem Wörterbuch**

Wort	Quelle	Klasse
Photovoltaikanlage	Fachliteratur (Koneberg et al., 2022)	Solarenergie
KWEA	Fachliteratur (Rehm und Schneiders, 2022)	Windenergie
Offshore-Energiesysteme	ESCO	Windenergie
solar hot water heating system	O*NET	Solarenergie
Fotovoltaik	OdeNet-Synonym	Solarenergie
Parabolrinnenkraftwerk	Word2Vec	Solarenergie
wind and solar industry	GoogleTranslate	Wind- und Solarenergie
PV*SOL	Stellenausschreibung	Solarenergie

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Das initiale Wörterbuch wurde mit Hilfe von Fachliteratur erstellt und mit linguistischen Verfahren erweitert (siehe Pfeiffer et al., 2023). Die verwendete Literatur umfasst neben herkömmlichen Studien (siehe Koneberg et al., 2022) auch frei verfügbare Listen und Wörterbücher, die sich sowohl mit den Technologien der Wind- und Solarenergieerzeugung beschäftigen als auch (genereller) mit „Green Skills“ (siehe ESCO, 2022 und O\*NET, 2010). Als Erweiterung wurden alle Synonyme und passenden Über- und Unterbegriffe (Hyperonyme und Hyponyme) der Wörter dem Wörterbuch hinzugefügt. Hierfür wurde das deutsche lexikalisch-semantische Wörterbuch OdeNet verwendet (Siegel/Bond, 2021). Darauf aufbauend wurden semantisch-ähnliche Begriffe mithilfe von Worteinbettungen (word embeddings) identifiziert und dem Wörterbuch hinzugefügt. Unter Worteinbettungen versteht man die numerische Darstellung eines Wortes als Vektor, der die Bedeutung dieses Wortes repräsentiert. Damit lassen sich Wörter leicht erkennen, die eine ähnliche Bedeutung haben oder in ähnlichen Kontexten verwendet werden. Das verwendete Modell ist eine deutsche Version von fastText (Bojanowski et al., 2017), einer Erweiterung des Verfahrens Word2Vec (Mikolov et al., 2013). Da einige Ausschreibungen in englischer Sprache verfasst wurden, wurde das Wörterbuch auch ins Englische übersetzt.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Der Anteil an Online-Stellenanzeigen, der (teilweise) Textpassagen in englischer Sprache enthält, beläuft sich auf etwa 0,9 Prozent.

In einem zweiten Schritt wurden mit Hilfe des erweiterten Wörterbuchs erste Stellenausschreibungen identifiziert, die einen direkten Bezug zur Solar- und Windenergie aufweisen. Anhand der Ergebnisse wurden neugefundene Wörter ins Wörterbuch aufgenommen und Wörter entfernt, falls diese – fälschlicherweise – bei Ausschreibungen anschlugen, die in keinem Zusammenhang zur Solar- und Windenergie stehen. Dieser Prozess wurde mehrfach iterativ wiederholt, bis keine Wörter mehr hinzugefügt oder entfernt werden konnten.

## 2.3 Evaluation der Datengüte

Das entwickelte Modell wurde zunächst mit 300 händisch annotierten Stellenausschreibungen evaluiert. Dazu wurde die Annotationssoftware doccano verwendet (Nakayama et al., 2018). Um möglichst objektiv vorzugehen, wurden die Stellenanzeigen von zwei Personen unabhängig voneinander annotiert. Nach jeweils 100 Ausschreibungen wurden Konfliktfälle besprochen und das Annotations-Regelwerk verfeinert. Dadurch war die Übereinstimmung der Annotationen am Ende sehr hoch.<sup>3</sup> Da in den ersten 100 annotierten Online-Stellenanzeigen Tätigkeiten im Bereich der Wind- oder Solarenergie nur in weniger als zwei Prozent der Daten gefunden wurden, wurden die 200 weiteren Stellenanzeigen mit dem computerlinguistischen Modell angereichert. So war eine ausreichende Anzahl an relevanten Tätigkeitsbereichen gewährleistet. Die Genauigkeit (Precision = 0,98) und die Trefferquote (Recall = 1,0) des computerlinguistischen Modells auf den annotierten Stellenausschreibungen ist sehr hoch. Die einzige messbare Schwäche des Modells sind Ausschreibungen von Unternehmen, die sich zwar unter anderem mit der Erzeugung von Solar- und Windenergie beschäftigen, in der aktuellen Ausschreibung jedoch eine Arbeitskraft für einen anderen Bereich ihres Unternehmens suchen. Das führt in 0,67 Prozent der annotierten Ausschreibungen zu einer falschen Vorhersage. Da einzelne Begriffe der 300 annotierten Daten in das finale computerlinguistische Modell aufgenommen wurden, wurden 100 weitere Online-Stellenanzeigen annotiert, um das Modell objektiv bewerten zu können.<sup>4</sup> Auch für diese Daten sind die Vorhersagen des Modells sehr gut.<sup>5</sup>

## 2.4 Methodische Limitationen

Generell werden die nachgefragten Arbeitskräfte in den Tätigkeitsfeldern der Wind- und Solarenergie eher unterschätzt. Zunächst gibt es über die 190 qualitativ validierten Berufe hinaus weitere potenziell relevante Berufe, auch wenn die Auswahl der 190 Berufe die Nachfrage in den Tätigkeitsfeldern prinzipiell sehr gut abbildet.<sup>6</sup> Darüber hinaus schreiben nicht alle Betriebe ihr gesamtes Tätigkeitsspektrum in ihre Online-Stellenanzeigen. In solchen Fällen kann das Klassifikationsmodell Tätigkeiten in den Bereichen der Wind- oder Solarenergie nicht erkennen.

<sup>3</sup> Die Übereinstimmung der Annotationen wurde mit Cohens Kappa ( $\kappa$ ) bewertet. Cohens Kappa misst die Reliabilität zwischen zwei unabhängigen Annotator:innen, indem die Wahrscheinlichkeit, dass diese zufällig übereinstimmen, subtrahiert wird von der Wahrscheinlichkeit, dass sie tatsächlich übereinstimmen. Für die annotierten Daten ist  $\kappa_1 = 0,95$ .

<sup>4</sup> Cohens Kappa für diese Daten bei zwei unabhängigen Annotator:innen ist  $\kappa_2 = 1,0$ .

<sup>5</sup> Die Evaluationsmetriken des computerlinguistischen Modells sind Precision = 1,0, Recall = 1,0 und F1 = 1,0. Hierbei ist zu beachten, dass aufgrund der geringen Auftrittswahrscheinlichkeit von Stellenanzeigen mit Bezug zu Wind- oder Solarenergie die Trefferquote (Recall) das Gesamtergebnis schnell verzerren kann.

<sup>6</sup> Wendet man das oben diskutierte Klassifikationsmodell auf alle Online-Stellenanzeigen an, finden sich zusätzlich Berufe wie „Vertrieb (außer IKT) – Expert:in“, „Unternehmensorganisation und -strategie – Spezialist:in“ und „Unternehmensberatung – Expert:in“ mit häufigeren Nennungen.

## 3 Ausbau von Windkraft und Solarenergie

### 3.1 Politische Ziele und Ausbautzahlen

Die im EEG 2023 festgelegten Ausbauziele sind nur erreichbar, wenn der jährliche Zubau erheblich beschleunigt wird. Der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung lag im Jahr 2022 bei 46 Prozent. Wichtigste erneuerbare Energieträger waren die Windkraft mit 22 Prozent und die Solarenergie mit 11 Prozent (AGEB, 2023). Bis 2030 sollen laut EEG mindestens 80 Prozent des Stromverbrauchs durch Erneuerbare Energien abgedeckt werden. Ihr bisheriger Anteil soll sich also in weniger als zehn Jahren nahezu verdoppeln (Bundesregierung, 2023). Dieses Ziel lässt sich nur durch einen deutlich beschleunigten Zubau von Wind- und Solaranlagen erreichen. Die Herausforderung besteht jedoch nicht nur im höheren Ausbautempo von Wind- und Solaranlagen, sondern auch im künftigen Strombedarf. Dieser wird durch die zunehmende Elektrifizierung im Wärme- und Verkehrssektor noch substantiell steigen (Hüther et al., 2023).

Ein Blick auf die Ziele und Ausbautzahlen der vergangenen Jahre auf Basis des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur (BNetzA, 2023) verdeutlicht, dass die Zielerreichung bis 2030 kein Selbstläufer ist:

- **Wind an Land:** Windkraftanlagen an Land tragen den größten Anteil zur erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland bei. Das Ziel der Bundesregierung für das Jahr 2030 ist eine installierte Kapazität von 115 Gigawatt (GW) (BMWK, 2022). Obwohl es in der Vergangenheit zwar erfolgreiche Jahre mit starkem Windenergie-Zubau gab, sind bis zum ersten Halbjahr 2023 in Deutschland nur 59,2 GW installiert. Sie verteilen sich auf insgesamt 29.339 Anlagen. Zwischen 2010 und 2023 wurden jährlich durchschnittlich knapp 2,7 GW neu installierte Windleistung in Betrieb genommen. Nach einem Höchstwert im Jahr 2017 in Höhe von 5,5 GW brach der Ausbau aufgrund falscher ordnungspolitischer Rahmenbedingungen stark ein. Dieser Höchstwert ist auch auf Vorzieheffekte durch die Einführung des Ausschreibungsmodells im Rahmen der Novelle des EEG 2017 zurückzuführen. Planungsgenehmigungsverfahren und andere Hürden (wie veränderte Mindestabstände bei Windenergieanlagen) erschwerten den Ausbau zusätzlich. Erst im Jahr 2022 zeigte sich wieder ein Aufwärtstrend mit 2,4 GW – wobei das Ziel von 3 GW dennoch verfehlt wurde. Für das Jahr 2023 ist ein Zubau von 5 GW, für 2024 von 8 GW und ab 2025 von 10 GW vorgesehen. Bislang summieren sich die im ersten Halbjahr 2023 neu in Betrieb genommenen Anlagen und die für den Rest des Jahres geplanten Anlagen nur auf eine Gesamtleistung von 4,5 GW. Somit wird das diesjährige Ausbauziel voraussichtlich verfehlt (BNetzA, 2023). Um die Windausbauziele bis 2030 erreichen zu können, müssen nach Berechnungen des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln (EWI, 2022) täglich 5,8 Windenergieanlagen ausgebaut werden (unter der Annahme einer bis 2029 linear fortschreitenden Zunahme der Bruttonennleistung der Windenergieanlagen). Allerdings wurden zwischen 2010 und 2022 im Durchschnitt lediglich 2,8 Windenergieanlagen pro Tag erbaut (BNetzA, 2023).
- **Wind auf See:** Die Bundesregierung will bis 2030 eine installierte Leistung von 30 GW erreichen. Ende des ersten Halbjahres 2023 waren 1.561 Offshore-Windanlagen mit einer Gesamtleistung von 8,37 GW in Betrieb. Bis Ende 2023 sind weitere 476 Megawatt (MW) für die Inbetriebnahme geplant. Der Zuschlag für weitere 3,8 GW wurde 2022 bereits in Ausschreibungen erteilt. Eine finale Investitionsentscheidung steht allerdings noch aus. Auch bei der Offshore-Windenergie zeigt sich nach dem Höchstwert beim Anlagenzubau im Jahr 2015 (mit insgesamt 2,3 GW neu installierter Leistung) ein deutliches Abflachen bei den Neuinstallationen bis 2023 (BNetzA, 2023). Dennoch sollen bis 2030 Flächen für Windanlagen auf See mit einer erwarteten Leistung von 16,8 GW in Betrieb genommen werden (Deutsche Windguard, 2023a). Insgesamt könnte so das Ziel von 30 GW installierter Leistung bis 2030 erreicht werden (Hüther et al., 2023).

- **Photovoltaik:** Die Photovoltaik (PV) hat die höchste installierte Leistung aller erneuerbaren Energieträger in Deutschland. Ende des ersten Halbjahres 2023 waren mit einer Anlagenanzahl von 3,17 Millionen insgesamt 74,1 Gigawatt Peak (GWp) auf Häuserdächern oder Freiflächen installiert. Laut BNetzA (2023) waren mehr als 90 Prozent der Anlagen bei Privathaushalten zu verorten, die für etwas weniger als die Hälfte der Leistung verantwortlich waren. Da die Anlagen weniger Volllaststunden aufweisen als Windanlagen, erzeugen die Photovoltaikanlagen in Deutschland bei leicht höherer installierter Leistung weniger Strom als Windanlagen an Land. Die höchsten Zubauzahlen können bei der Photovoltaik bislang mit einem Neuzubau von insgesamt 7,9 GWp im Jahr 2011 verzeichnet werden. Dabei ist für das laufende Jahr 2023 ein neuer Rekord im Leistungszubau absehbar. Denn allein im ersten Halbjahr 2023 wurde ein Neuzubau von 6,6 GWp erreicht. Weitere 1,9 GWp sind für die Inbetriebnahme im zweiten Halbjahr vorgesehen. Die Ausbauraten bei der Solarenergie sollen mit dem Osterpaket der Bundesregierung bis 2026 auf 22 GW – und damit auf knapp das Dreifache pro Jahr – gesteigert werden. Dabei soll der Ausbau von 9 GW im Jahr 2023 über 13 GW im Jahr 2024 und 18 GW im Jahr 2025 schrittweise beschleunigt werden. Die Ausschreibungsvolumen werden hälftig auf Dach- und Freiflächen verteilt. Im Jahr 2030 sollen Photovoltaikanlagen im Umfang von insgesamt rund 215 GW installiert sein (BMWK, 2022).

Der ambitionierte Zubau an Wind- und Solaranlagen wird für eine erhöhte Nachfrage nach Arbeitskräften in Berufen sorgen, die diesen Zubau umsetzen sollen.

### 3.2 Verfügbarkeit von Windkraft und Solarenergie

Die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen der deutschen Klimaschutzziele. Dabei werden die größten Anteile der Stromerzeugung künftig durch Wind- und Solarenergie erfolgen. Nicht nur die Verfügbarkeit, sondern auch die Zubaugeschwindigkeit ist je nach Region sehr unterschiedlich. Entsprechend unterschiedlich wird sich die regionalspezifische Nachfrage nach Berufen zur Umsetzung der Energiewende entwickeln. Dieses Unterkapitel gibt einen Überblick über den Stand und die Entwicklung des Ausbaus von Windkraft- und Solarenergieanlagen auf Kreis- und Bundesländerebene. Ziel ist es, mögliche Zusammenhänge mit der in Kapitel 4.4 aufgeführten regionalen Nachfrage erkennen zu können.

#### On- und Offshore Windenergie

Abbildung 3-1 (links) zeigt den Ausbaustand der Onshore-Windenergieanlagen in Deutschland zum ersten Halbjahr 2023. Grundsätzlich ist hier ein Nord-Süd-Gefälle zu erkennen. Insbesondere die nördlichen Bundesländer verzeichnen eine höhere Bruttoleistung pro Quadratkilometer. Schleswig-Holstein weist mit einer Leistung von 0,51 Megawatt/Quadratkilometer (MW/km<sup>2</sup>) den höchsten Ausbaustand aus, gefolgt von Bremen (0,47 MW/km<sup>2</sup>) und Brandenburg (0,28 MW/km<sup>2</sup>). In Bezug auf die absolut installierte Bruttoleistung führt Niedersachsen (12,22 GW) die Liste an. Jedoch liegen auch hier Brandenburg (8,41 GW) und Schleswig-Holstein (7,98 GW) in den Top 3. Während Berlin in der Rangfolge relativ zur Gebietsfläche mit 0,02 MW/km<sup>2</sup> am schwächsten abschneidet, liegt der Ausbaustand in den Flächenländern Bayern (0,04 MW/km<sup>2</sup>) und Baden-Württemberg (0,05 MW/km<sup>2</sup>) nur knapp höher.

- Auf Kreisebene liegt die kreisfreie Stadt Emden mit 1,71 MW/km<sup>2</sup> an erster Stelle, gefolgt vom Kreis Dithmarschen (1,46 MW/km<sup>2</sup>) und der kreisfreien Stadt Flensburg (1,22 W/km<sup>2</sup>). Von den insgesamt 401 Landkreisen und kreisfreien Städten haben bis zum ersten Halbjahr 2023 insgesamt 52 keine Windenergieanlagen ausgebaut – darunter 45 allein aus Bayern.
- Auch die Anlagenkonfigurationen unterscheiden sich zwischen den Bundesländern: Während die durchschnittliche Leistung einer Windenergieanlage im Vergleich zum Jahr 2022 im ersten Halbjahr 2023 insgesamt um rund 8 Prozent auf 4,7 MW gestiegen ist, weisen die im ersten Halbjahr neu installierten

Windenergieanlagen in Bayern und dem Saarland mit rund 3,6 MW die kleinste durchschnittliche Bruttoleistung aus. Die durchschnittliche Anlagengröße in Niedersachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt lag dagegen bei über 5,1 MW (Deutsche Windguard, 2023b).

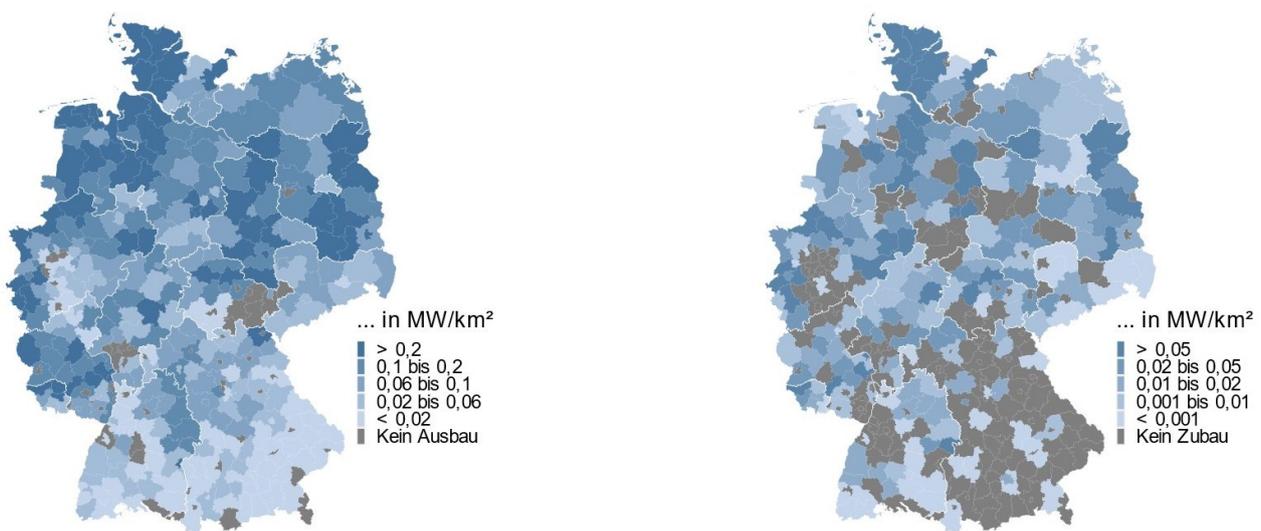
Das Nord-Süd-Gefälle der Windenergie wird weiterhin durch die installierten Offshore-Anlagen im Norden Deutschlands verstärkt. Von den bis zum ersten Halbjahr 2023 insgesamt installierten 8,38 GW der Offshore-Windenergieanlagen befinden sich 7,06 GW in der Nordsee und 1,32 GW in der Ostsee. Unter Bezug auf die jeweiligen Netzanschlusspunkte lassen sich rund 70 Prozent der in der Nordsee installierten Leistung Niedersachsen und rund 30 Prozent Schleswig-Holstein zuordnen. Die installierte Leistung der Offshore-Anlagen in der Ostsee addiert sich hingegen komplett zur Leistung Mecklenburg-Vorpommerns. Komplementär zum derzeitigen Ausbaustand zeigt Abbildung 3-1 (rechts) den Leistungszubau aus Onshore-Windenergieanlagen zwischen den Jahren 2019 und 2022 pro Quadratkilometer. Auch hier zeigt sich, dass der Anlagenzubau vermehrt im Norden Deutschlands stattfindet:

- Die höchsten Ausbauzahlen verzeichnet mit 0,06 MW/km<sup>2</sup> das Bundesland Schleswig-Holstein. Es folgen die Länder Brandenburg (0,04 MW/km<sup>2</sup>), Nordrhein-Westfalen (0,03 MW/km<sup>2</sup>) und Niedersachsen (0,02 MW/km<sup>2</sup>). Auf den letzten Rängen liegen Bayern mit einem Zubau von 0,0015 MW/km<sup>2</sup> sowie Hamburg und Bremen. In den beiden Stadtstaaten wurde im betrachteten Zeitraum nicht eine Windenergieanlage ausgebaut.
- Auf Landkreisebene hat der stärkste Zubau zwischen 2019 und 2022 mit 0,52 MW/km<sup>2</sup> in der kreisfreien Stadt Flensburg stattgefunden. Daran schließen sich die Kreise Dithmarschen (0,25 MW/km<sup>2</sup>) und Paderborn (0,21 MW/km<sup>2</sup>) an. Von den 197 Kreisen und kreisfreien Städten, in denen zwischen 2019 und 2022 kein Windenergiezubau erfolgte, befinden sich insgesamt 75 in Bayern.

In Bezug auf den Zubau von Offshore-Windenergieanlagen wurden zwischen 2019 und 2022 in der Nordsee 560 MW Leistung ausgebaut. In der Ostsee gab es in derselben Zeit keinen Offshore-Windenergieausbau.

### Abbildung 3-1: Ausbaustand und Zubau der Windenergie auf Bundeslandebene

Aggregierte Bruttoleistung installierter Onshore-Windkraftanlagen in MW/km<sup>2</sup>, 1. Halbjahr 2023 (links); Zubau an Bruttoleistung der Onshore-Windkraftanlagen zwischen 2019 und 2022 in MW/km<sup>2</sup> (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 3-1 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der aggregierten Leistung unter Vernachlässigung der Landkreise mit keinem Ausbau/Zubau.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von BNetzA, 2023

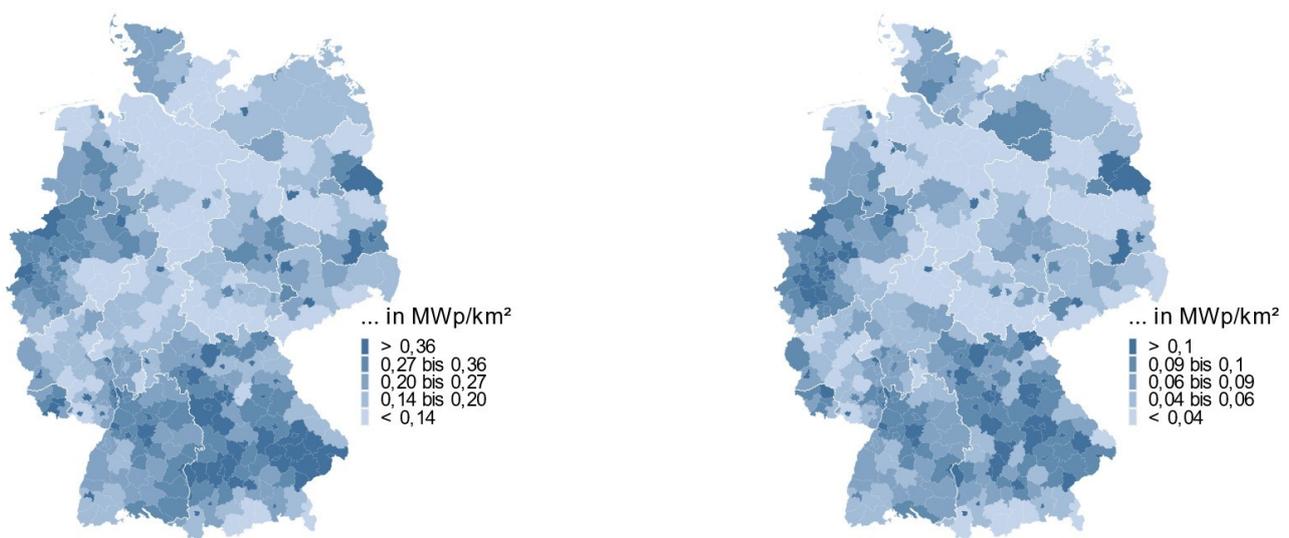
## Solarenergie

Der Ausbaustand der Photovoltaikanlagen in Deutschland zum ersten Halbjahr 2023 wird in Abbildung 3-2 (links) in Bezug zur jeweiligen Gebietsgröße dargestellt. Im Gegensatz zum Ausbaustand der Windenergieanlagen zeigt sich hier, dass sich die aggregierte Leistung insbesondere im Süden sammelt. Angeführt wird die Rangfolge vom Saarland mit einer Leistung von 0,31 MWp/km<sup>2</sup>. Es folgen Bayern (0,29 MWp/km<sup>2</sup>), Berlin (0,26 MWp/km<sup>2</sup>) und Baden-Württemberg (0,26 MWp/km<sup>2</sup>). Auf den untersten Rängen liegen Thüringen mit 0,14 MWp/km<sup>2</sup>, Hamburg (0,13 MWp/km<sup>2</sup>) und Niedersachsen (0,13 MWp/km<sup>2</sup>). Geordnet nach absolut installierter Leistung führen Bayern (20,3 GW) und Baden-Württemberg (9,2 GW). Auf Kreisebene schneiden die kreisfreien Städte Landshut (1,26 MWp/km<sup>2</sup>), Straubing (1,05 MWp/km<sup>2</sup>) und Amberg (1,01 MWp/km<sup>2</sup>) am stärksten ab. Die Landkreise Heidekreis (0,06 MWp/km<sup>2</sup>), Garmisch-Partenkirchen (0,05 MWp/km<sup>2</sup>) und Lüchow-Dannenberg (0,05 MWp/km<sup>2</sup>) belegen die letzten Plätze.

Abbildung 3-2 (rechts) zeigt den aggregierten Leistungszubau der Photovoltaikanlagen pro Quadratkilometer zwischen 2019 und 2022. Neben den bestehenden Schwerpunkten in Süddeutschland zeigen auch einige Landkreise im Norden Deutschlands stärkere Ausbautzahlen. Die höchsten Zubauzahlen wurden mit 0,09 MW/km<sup>2</sup> in Berlin erzielt. Darauf folgen das Saarland (0,08 MWp/km<sup>2</sup>), Bayern (0,07 MWp/km<sup>2</sup>) und Nordrhein-Westfalen (0,06 MWp/km<sup>2</sup>). Thüringen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein schließen mit einem Zubau von jeweils 0,03 MWp/km am schwächsten ab. Auf Landkreisebene verzeichnen die kreisfreien Städte Amberg (0,56 MWp/km<sup>2</sup>), Coburg (0,51 MWp/km<sup>2</sup>) und Schweinfurt (0,37 MWp/km<sup>2</sup>) den stärksten Zubau. Auf den letzten Plätzen liegen die drei Landkreise Birkenfeld, Lüchow-Dannenberg und Garmisch-Partenkirchen mit jeweils rund 0,01 MWp/km<sup>2</sup>.

### Abbildung 3-2: Ausbaustand und Zubau der Photovoltaik auf Bundeslandebene

Aggregierte Brutto-Nennleistung installierter Photovoltaikanlagen in MWp/km<sup>2</sup>, 1. Halbjahr 2023 (links); Zubau an Brutto-Nennleistung der Photovoltaikanlagen zwischen 2019 und 2022 in Prozent in MWp/km<sup>2</sup> (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 3-2 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der aggregierten Leistung unter Vernachlässigung der Landkreise mit keinem Ausbau/Zubau.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von BNetzA, 2023

Die Verfügbarkeit von grünem Strom ist für Unternehmen ein entscheidender Standortfaktor, da sie bei ihrer Ausrichtung hin zur Klimaneutralität vor großen Herausforderungen stehen. Sie müssen aufgrund steigender CO<sub>2</sub>-Preise ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß minimieren und sich gegen steigende Strompreise absichern (dena, 2022). Laut einer IW-Umfrage schneidet Norddeutschland mit seinen enormen Mengen Strom aus Windkraft aktuell besser ab als der Süden (Fischer et al., 2023). So bewerten knapp 80 Prozent der Unternehmen die Perspektiven bezüglich einer klimaneutralen Versorgung in Norddeutschland als gut. Im Süden Deutschlands sind es nur 30 Prozent der Unternehmen. Um die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts auch künftig zu gewährleisten, ist ein konsequenter Ausbau in allen Regionen notwendig (Fischer et al., 2023). Während der Norden bislang eher auf Energie durch Windkraft setzt, konzentriert sich der Süden Deutschlands auf den Ausbau der Photovoltaik. Im Folgenden gilt zu schauen, wie sich das auf die Nachfrage nach Arbeitskräften in den verschiedenen Bundesländern auswirkt.

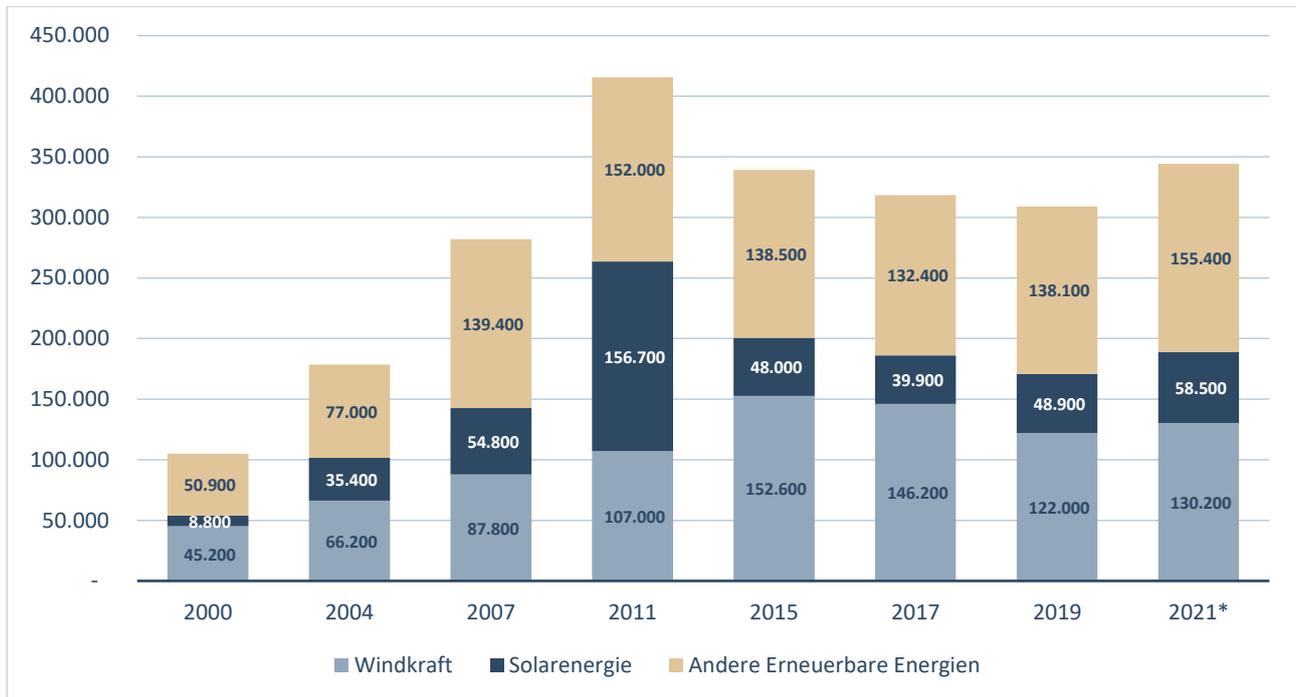
### 3.3 Beschäftigung im Bereich Windkraft und Solarenergie

Der Erfolg der Energiewende hängt nicht nur von den (erheblichen) Investitionen in den Ausbau Erneuerbarer Energien ab. Entscheidend sind auch die Arbeitskräfte, die für ihre Umsetzung benötigt werden. Die International Renewable Energy Agency (IRENA, 2023) berichtet, dass es im Jahr 2022 in Deutschland im Bereich Solarenergie fast 94.000 Arbeitsplätze gab und in der Windbranche 139.000 Arbeitsplätze. In einer etwas anderen Systematik berichten DIW/DLR/GWS (2022) regelmäßig für das Bundeswirtschaftsministerium (BMWK) zur Bruttobeschäftigung im Bereich der Erneuerbaren Energien. Hier zeigt sich ein positiver Beschäftigungstrend durch den Ausbau von Windkraft und Solarenergie (Abbildung 3-3):

- Im Bereich Erneuerbare Energien hat sich die Bruttobeschäftigung für Planungsaufgaben, Produktion und Wartung von Anlagen, Verwaltung sowie die Forschung, Entwicklung und Vermarktung in den vergangenen beiden Jahrzehnten verdreifacht. So gibt es hier heute 344.000 Beschäftigte. Obgleich die Abkehr von fossilen Energiesystemen mit einer Verringerung der Arbeitsplätze in anderen Wirtschaftsbereichen verbunden ist, zeigen Modellrechnungen, dass sich der Ausbau Erneuerbarer Energien positiv auf die Nettobeschäftigung auswirkt (UBA, 2022).
- Den größten Anteil macht inzwischen die Windkraft mit 38 Prozent der Beschäftigten im Bereich der Erneuerbaren Energien aus. Im Bereich Solarenergie sind es 17 Prozent. Damit ist mehr als jeder zweite Job für Erneuerbare Energien im Bereich Windkraft oder Solarenergie angesiedelt. Die verbleibenden 45 Prozent der Beschäftigten für Erneuerbare Energien sind überwiegend für den Energieträger Biomasse (33 Prozent) tätig, gefolgt von der Energieerzeugung auf Basis von Geothermie (10 Prozent) und Wasserkraft (2 Prozent).
- Die Beschäftigungsentwicklung im Bereich Windkraft und Solarwirtschaft schwankt jedoch. Während im Tätigkeitsbereich rund um Windkraftanlagen bis 2016 ein kontinuierlich positiver Trend zu verzeichnen war, gab es zwischen 2017 und 2019 einen Rückgang. Letzteres war die Konsequenz aus deutlichen Einbußen im Außenhandel und dem Rückgang bei neu installierten Windkraftanlagen im Inland. Seit 2020 zeigt sich wieder ein schwach positiver Trend. Bei der Solarenergie war der Beschäftigungsrückgang bereits 2012 zu erkennen. Zu den Ursachen gehörte der Einbruch bei der inländischen Photovoltaikproduktion aufgrund verringerter Vergütungssätze sowie die Abwanderung in andere Länder aufgrund fehlender Wettbewerbsfähigkeit gegenüber ausländischen Konkurrenten (UBA, 2022). Während im Jahr 2012 noch gut 126.000 Personen in der Solarwirtschaft tätig waren, waren es im Jahr 2013 über 56.000 Personen weniger und bis 2015 knapp 80.000 Personen weniger. 2021 waren nur noch knapp 60.000 Personen in der Solarwirtschaft tätig – fast 100.000 weniger als am Höchstpunkt zehn Jahre zuvor.

**Abbildung 3-3: Bruttobeschäftigung durch Erneuerbare Energien**

Anzahl der Beschäftigten



\*vorläufige Daten 2021; Andere Erneuerbare Energien: Geothermie, Wasserkraft, Biomasse

Quelle: DIW/DLR/GWS, 2022

Der Erfolg der Energiewende hängt entscheidend von der ausreichenden Verfügbarkeit passend qualifizierter Fachkräfte ab. Es werden viele Berufe benötigt, die auch in anderen Branchen gefragt und knapp sind. So lassen sich bereits heute viele Stellen nicht besetzen, da es keine passend qualifizierten Arbeitslosen gibt. In den 190 für den Ausbau der Wind- und Solarenergie relevanten Berufen betrug die Fachkräftelücke laut Koneberg et al. (2022) im Jahresdurchschnitt 2021/2022 gut 216.000 Personen. Die meisten Fachkräfte fehlten in der Bauelektrik, der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie in der Informatik. Mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien dürfte sich die Fachkräftelücke weiter vergrößern (Koneberg et al., 2022).

Neben dem generell hohen Fachkräftebedarf unterscheiden sich – je nach Wirtschaftszweig und Tätigkeitsfeld – auch die geforderten Qualifikationen deutlich. In den Tätigkeitsfeldern Solar- und Windenergie werden zum Beispiel Expert:innen für das Stromnetz, für die Forschung und Entwicklung sowie Fachkräfte für Genehmigungsverfahren benötigt. Im Bereich Solarenergie sind insbesondere Handwerker:innen für die Installation der Anlagen gefragt, während für die Windenergie zunehmend Akademiker:innen gesucht werden wie Koneberg et al. (2022) ausführlich analysiert haben:

- Solarenergie:** Aufgrund der kaum vorhandenen einheimischen Produktion ist der Bedarf an Arbeitskräften für die Fertigung von Solarmodulen gering. Beim Ausbau der Solarenergie in Privathaushalten sind vor allem Handwerker:innen gefragt. Dazu gehören Dachdecker:innen oder Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen für die Installation der Anlagen auf den Dächern sowie Elektriker:innen zum Anschluss der Anlagen ans Stromnetz. Größere Solarparks setzen zudem Ingenieur:innen aus den Bereichen Elektrotechnik, Bauplanung und Information für die Konzeption, Wartung und den Betrieb ein. Auch angeleitete Helfer:innen kommen zum Einsatz.

- **Windenergie:** Beim Ausbau der Windenergie besteht ein wesentlich gemischterer Bedarf an Fachkräften als in der Solarenergie. Es werden vor allem Ingenieur:innen, Servicetechniker:innen und Fachkräfte aus den Bauberufen benötigt. Akademisch qualifiziertes Personal wie Maschinenbauingenieur:innen, Umweltwissenschaftler:innen, Meteorolog:innen und Bauplaner:innen kommen bei der Konzeption und Bauplanung von Windparks zum Einsatz. Für die industrielle Produktion sind Fachkräfte mit akademischen und beruflichen Abschlüssen in technischen Berufen wie Maschinenbau, (Industrie-)Elektrik und Schweißtechnik relevant. Für die Logistik und den Transport von Bauteilen bedarf es akademisch und beruflich qualifizierter Logistiker:innen und Berufskraftfahrer:innen. Windkraftanlagen auf dem Meer beschäftigen zudem nautische Fachkräfte. Für den Bau der Windkraftanlagen werden Fachkräfte mit beruflichen und akademischen Abschlüssen aus den Bereichen Metallbau, Hoch- und Tiefbau, Beton- und Stahlbau, Wasserbau und Bauelektrik benötigt. Servicetechniker:innen werden für den Betrieb und die Wartung von Anlagen eingesetzt. Meistens verfügen diese über einen technischen oder handwerklichen Berufsabschluss wie Elektro- und Energietechnik, Mechanik oder Informationstechnologie (IT). Darüber hinaus gibt es auch einen Bedarf an IT-Expert:innen und Ingenieur:innen aus den Bereichen Maschinenbau und Elektrotechnik.

## 4 Nachfrage nach Arbeitskräften im Bereich Wind- und Solarenergie

Dieses Kapitel zeigt auf Basis von Online-Stellenausschreibungen, wie sich die Nachfrage nach Berufen für die Tätigkeitsfelder Windkraft und Solarenergie entwickelt hat und welche Berufe von 2019 bis heute besonders stark gesucht werden.

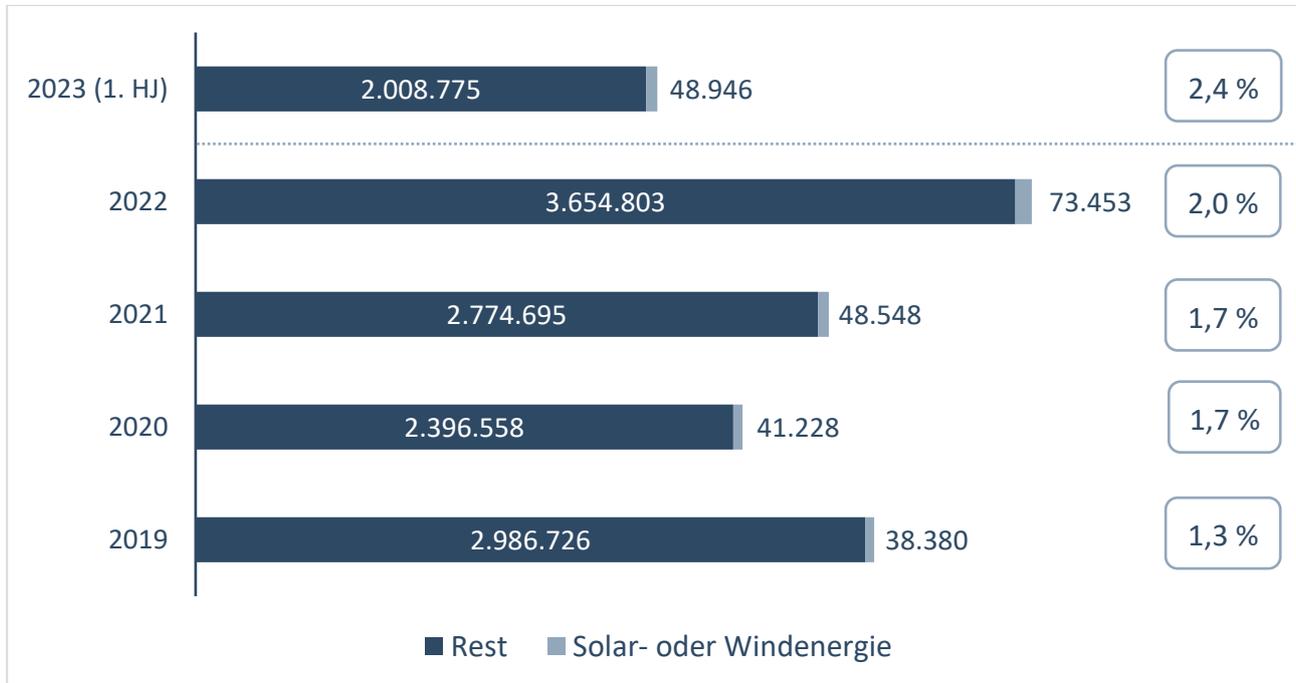
### 4.1 Ausbau von Wind- und Solarenergie sorgt für steigende Job-Nachfrage

Für den Ausbau der Erneuerbaren Energien werden viele Berufe benötigt, die auch in anderen Branchen gesucht werden. Die zunehmende Nutzung von Wind und Sonne als Energieträger sorgt außerdem für eine steigende Nachfrage nach den für die Windkraft und Solarenergie relevanten Berufen. Das zeigt sich nicht nur in Bezug auf die 190 in der Fachliteratur als potenziell wichtig identifizierten Berufe (im Folgenden *relevante Berufe* genannt), sondern auch für die im Rahmen dieser Analyse identifizierten einschlägigen Stellenanzeigen, die konkret Jobs im Bereich Windkraft- und Solarwirtschaft ausgeschrieben haben (im Folgenden *relevante Berufe in einschlägigen Stellenanzeigen* genannt) (Abbildung 4-1):

- **Relevante Berufe:** Zwischen 2019 und 2023 (1. Halbjahr) gab es über 14 Millionen Stellenausschreibungen, die nach Personen in den definierten 190 Berufen gesucht haben. Zwischen 2019 und 2022 stieg die Nachfrage nach diesen Berufen um 23 Prozent (mit jeweils einem kurzfristigen Rückgang in den Jahren 2020 und 2021).
- **Relevante Berufe in einschlägigen Stellenanzeigen:** Die Anzahl der konkret für die Solar- und Windenergie ausgeschrieben Stellen (innerhalb der 190 Berufe) ist zwischen 2019 und 2022 stetig und stark gewachsen (+ 91 Prozent). Allein im Jahr 2022 gab es knapp 73.500 Anzeigen – davon 70 Prozent für verschiedene Tätigkeiten rund um die Solarenergie. Von 2019 bis heute (1. Halbjahr 2023) addiert sich der Zuwachs auf fast 251.000 Stellenausschreibungen – darunter 171.000 für den Solarenergiebereich, 60.000 für den Windenergiebereich und 20.000 für beide Bereiche.

**Abbildung 4-1: Immer mehr Stellenanzeigen für Tätigkeiten rund um Windkraft und/oder Solarenergie**

Anzahl der mit dem computerlinguistischen Modell identifizierten „relevanten einschlägigen“ sowie der übrigen Stellenausschreibungen für die relevanten Berufe (Basis: 190 Berufe), Anteile der relevanten einschlägigen Berufe an allen für die relevanten Berufe ausgeschriebenen Stellen in Prozent (Kasten rechts)



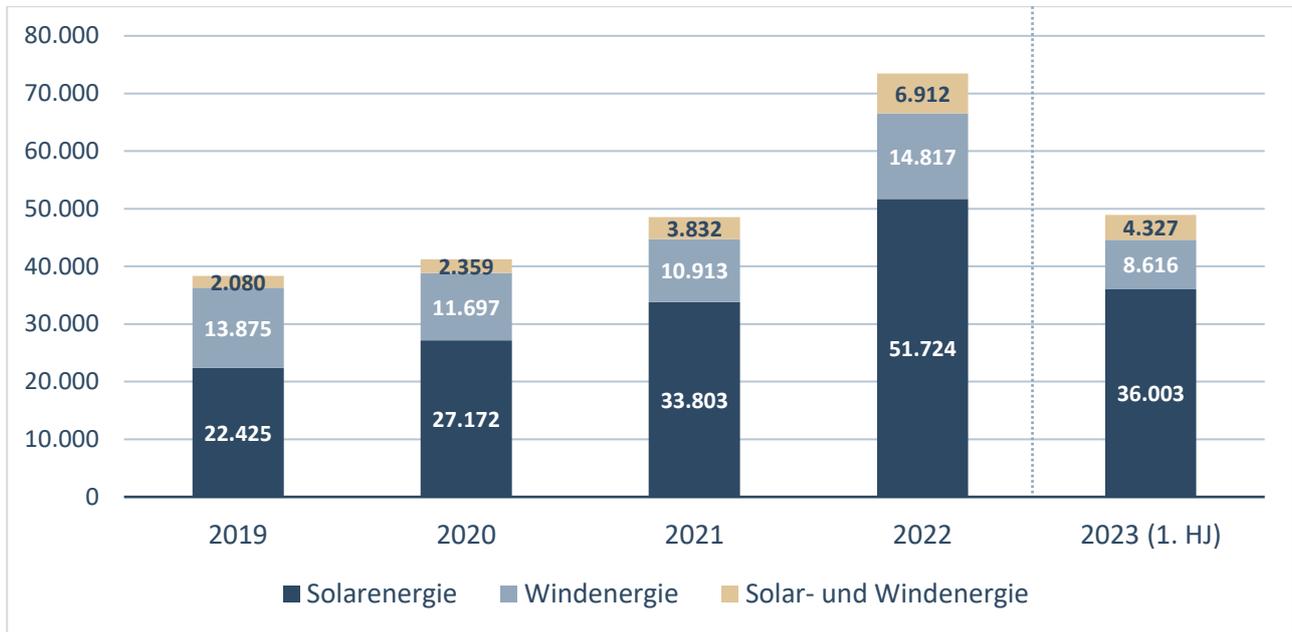
Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Mittlerweile werden Stellenanzeigen für Arbeitskräfte mit Tätigkeiten rund um die Solarenergie immer häufiger gesucht. Die Anzahl der Anzeigen, die konkret darauf Bezug nehmen, hat sich mit einem Plus von 131 Prozent zwischen 2019 und 2022 deutlich erhöht (Abbildung 4-2):

- Waren es im Jahr 2019 noch 22.400 Ausschreibungen mit Bezug zur Solarenergie, gab es im Jahr 2022 mit knapp 52.000 mehr als doppelt so viele. Für 2023 zeichnet sich schon im ersten Halbjahr eine Verstärkung dieses Trends ab. In den ersten sechs Monaten erschienen bereits 36.000 Annoncen.
- Für den Windenergieausbau hat sich die Anzahl der Anzeigen zwischen 2019 und 2022 um nur sieben Prozent erhöht. Im Jahr 2022 beinhaltete ein Fünftel der Stellenanzeigen mit konkretem Bezug zur Solar- oder Windenergie eine Ausschreibung für Tätigkeiten rund um die Windkraft. Im Jahr 2022 waren es 14.800 Annoncen für den Windenergiebereich. Allerdings verheißen die 8.600 Ausschreibungen im ersten Halbjahr 2023, dass es für das gesamte Jahr deutlich mehr Bedarf an Arbeitskräften geben könnte als 2022.
- Es gibt Stellenanzeigen, die Beschäftigte für Tätigkeiten sowohl für den Bereich Wind- als auch Solarenergie suchen. Sie stellen mit 9 Prozent noch eine Minderheit dar, haben aber seit 2021 (3.832 Ausschreibungen) einen deutlichen Sprung nach oben gemacht: Im Jahr 2022 waren es schon 6.900 Ausschreibungen. Im ersten Halbjahr 2023 gab es bereits 4.300 online ausgeschriebene Stellen.

**Abbildung 4-2: Identifizierte Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Wind- und Solarenergie**

Anzahl der mit dem computerlinguistischen Modell identifizierten relevanten Stellenausschreibungen

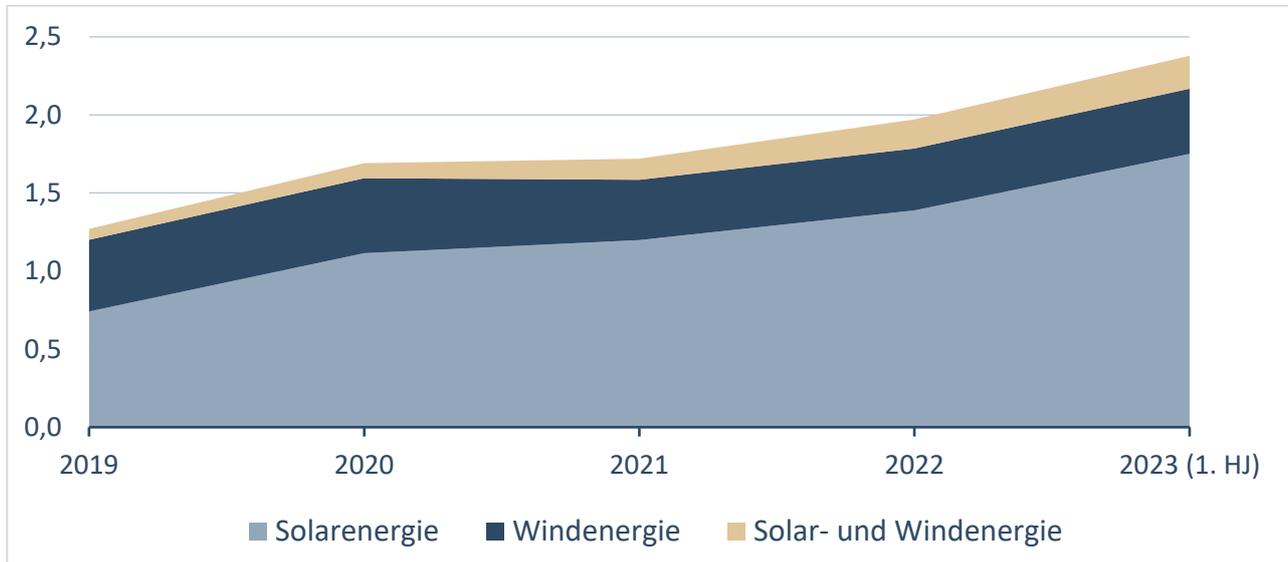


Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Trotz steigender Relevanz machen Stellenanzeigen mit konkretem Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie mit 2 Prozent (2022) nur einen kleinen Bruchteil innerhalb der Anzeigen für die definierten 190 Berufe aus. Auch hier zeigt sich die Dominanz der Stellenanzeigen im Bereich Solarenergie (Abbildung 4-3):

- Der Anteil der inserierten Anzeigen für die 190 Berufe mit einschlägigem Bezug zur Solar- oder Windenergie ist zwischen 2019 und 2022 von 1,3 Prozent auf 2 Prozent gestiegen. Im ersten Halbjahr 2023 lag der Anteil bei 2,4 Prozent.
- Allein die Stellenanzeigen im Bereich Solarenergie machten 2022 – gemessen an den Ausschreibungen für die 190 Berufe – 1,4 Prozent aus. Damit hat sich ihr Anteil seit 2019 verdoppelt. Bei den Ausschreibungen für den Windenergiebereich blieb der Anteil dagegen konstant bei 0,4 bis 0,5 Prozent. Ähnlich sieht es bei den Stellenausschreibungen aus, die eine Beschäftigung sowohl für den Wind- als auch den Solarenergiebereich bieten. Hier stieg der Anteil an allen betrachteten Ausschreibungen von 0,1 auf 0,2 Prozent.

**Abbildung 4-3: Anteil der Anzeigen für die 190 Berufe mit konkretem Bezug zur Solar- oder Windenergie**  
 Anteile der Stellenausschreibungen mit konkretem Solar- oder Windenergiebezug in Prozent an Stellenausschreibungen für die 190 Berufe



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Dieser erste Überblick zeigt, dass deutlich häufiger Arbeitskräfte für den Einsatz in der Solarenergie gesucht werden. Das ist auf die Anzahl und Größe der Anlagen zurückzuführen. Aktuell gibt es mehr als drei Millionen Photovoltaik-Anlagen in Deutschland. Diese sind auf vielen Dachflächen von Privathaushalten montiert, aber auch in Solarparks. Für die Installation kleiner Solaranlagen auf privaten Häusern werden zahlreiche Handwerker:innen benötigt. Der Aufbau einer Windkraftanlage, ist aufgrund der Größe und des Transports deutlich komplexer und bedarf einer detaillierten Konzeption und Planung. Aktuell gibt es gut 30.000 Windkraftanlagen sowohl an Land als auch auf See. Sobald sie einmal stehen, sind beide Arten von Anlagen relativ wartungsarm. Arbeitskräftebedarf im Bereich Windanlagen entsteht also vor allem bei deren Planung und Konstruktion.

## 4.2 Bestimmte Berufe werden besonders nachgefragt

Für die Umsetzung der Energiewende mit Windkraft und Sonnenenergie sind bestimmte Berufe in den betrachteten Stellenausschreibungen besonders gefragt. Dabei handelt es sich um klassische Handwerksberufe.

Ein Blick in die ausgeschriebenen Berufe zeigt deutlich, dass es einige Berufe gibt, die besonders relevant für die Tätigkeitsfelder Wind- und/oder Solarenergie sind. Im Folgenden werden die zehn wichtigsten Berufe nach Anzahl der Stellenausschreibungen mit einschlägigem Wind- und/oder Solarenergiebezug sowie ihre relative Bedeutung innerhalb der Berufsbezeichnung dargestellt. Zunächst werden die relevantesten Berufe aufgeführt, die zumindest für einen der Energieträger von Bedeutung sind. Dabei werden alle Stellenausschreibungen mit einem einschlägigen Bezug zur Windkraft und/oder Solarenergie berücksichtigt. Dann werden die wichtigsten Berufe getrennt nach den beiden Energieträgern betrachtet. Je nach Energieträger werden einzelne Berufe unterschiedlich stark nachgefragt. Daneben gibt es auch Stellenausschreibungen, die Beschäftigte für beide Bereiche suchen. Auch hier werden die wichtigsten Berufe dargestellt. Die genauen Zahlen für die Grafiken der folgenden Unterkapitel sind im Anhang zu finden. Dort sind auch die KldB-Nummern der einzelnen Berufe aufgeführt (siehe Kapitel 6: Anhang).

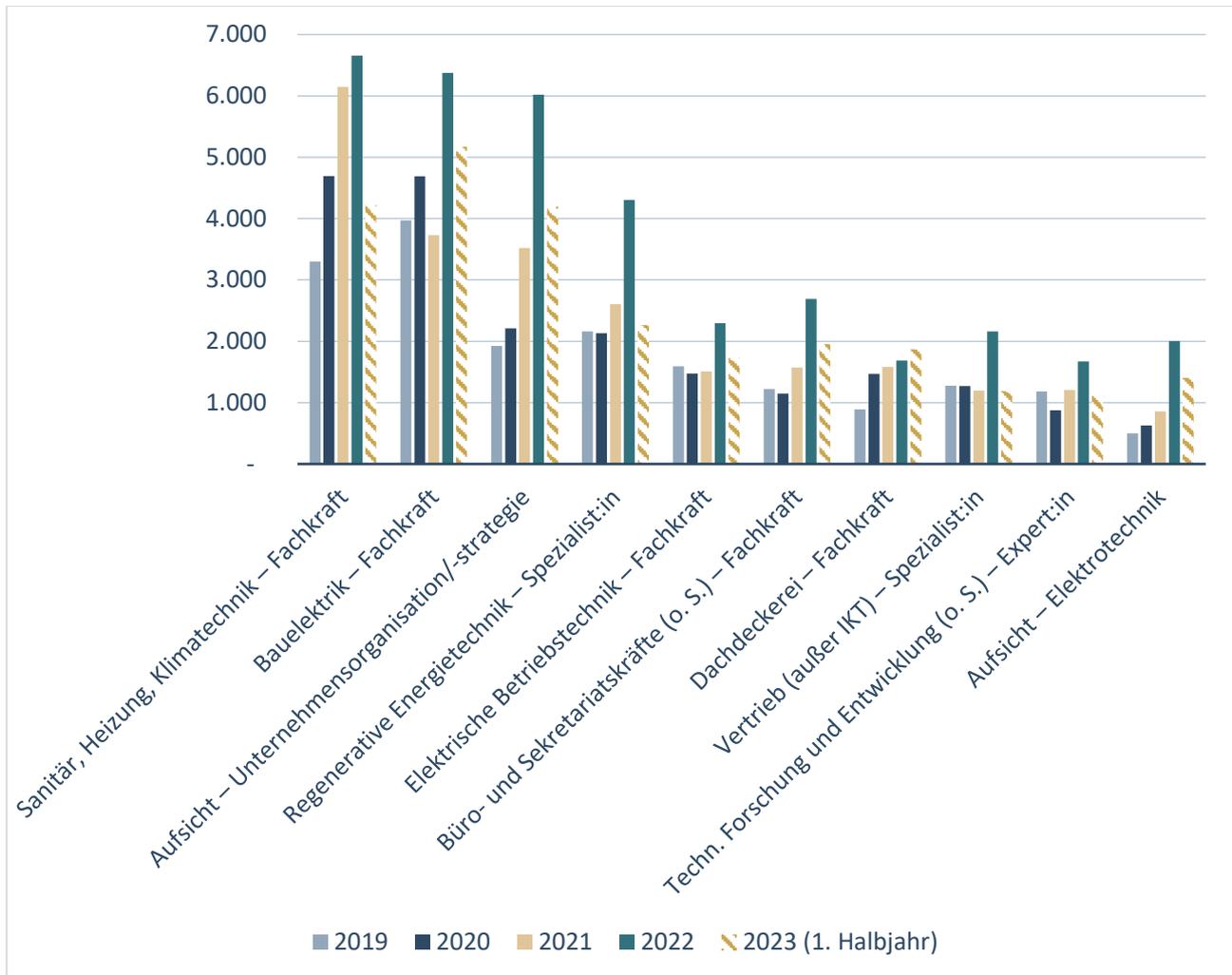
### 4.2.1 Gesamtblick: Die zehn wichtigsten Berufe im Bereich Wind- und/oder Solarenergie

In allen Jahren besonders gefragt sind Berufe im Bereich „Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft“ sowie „Fachkraft im Bereich Bauelektrik“ (in den Stellenangeboten, die konkreten Bezug auf die Solar- und/oder Windenergie nehmen). Dies ist insbesondere der hohen Nachfrage nach Solaranlagen geschuldet und wird in Kapitel 4.2.2 und folgenden Unterkapiteln verdeutlicht. Auch Berufe in der Unternehmensaufsicht sowie Spezialist:innen für regenerative Energietechnik waren hier sehr nachgefragt. Das zeigt der Überblick für den Zeitraum von 2019 bis zum ersten Halbjahr 2023 (Abbildung 4-4):

- Zwischen 2019 und dem ersten Halbjahr 2023 wurden mehr als 25.000 Anzeigen für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen mit direktem Bezug zur Windkraft und/oder Solarenergie geschaltet. Allein im Jahr 2022 gab es 6.657 Stellenanzeigen. Das sind mehr als doppelt so viele wie noch im Jahr 2019.
- Fast 24.000 Stellenangebote gab es seit 2019 im Wind- und Solarenergiebereich für Fachkräfte für Bauelektrik. Im Jahr 2022 waren es 6.377 Anzeigen und somit 60 Prozent mehr als noch drei Jahre zuvor.
- Die Berufe der Aufsicht im Hinblick auf Unternehmensorganisation/-strategie (17.866) (z. B. Projekt-/Gruppen-/Teamleiter:in) sowie Spezialist:innen für regenerative Energietechnik (13.462) (z. B. Solartechniker:in, Windkraftanlagentechniker:in und Servicemonteur:in für Windkraftanlagentechnik) liegen auf dem dritten oder vierten Platz in Bezug auf die absolute Anzahl der Stellenausschreibungen im Zeitraum 2019 bis Mitte 2023. Im Jahr 2022 gab es 6.018 Stellen für Aufsichtskräfte im Bereich Unternehmensorganisation/-strategie und damit dreimal so viele wie noch im Jahr 2019. Für Spezialist:innen für regenerative Energietechnik haben sich die Anzeigen zwischen 2019 und 2022 verdoppelt, im Jahr 2022 waren 4.301 Stellen ausgeschrieben.
- Mit größerem Abstand folgen Berufe wie die Fachkraft für elektrische Betriebstechnik, für Büro- und Sekretariat, für Dachdeckerei sowie Vertriebsspezialist:innen.
- Schon im ersten Halbjahr 2023 wurden mehr Fachkräfte für Dachdeckerei gesucht als im gesamten Jahr 2022.

**Abbildung 4-4: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und/oder Solarenergie nachgefragten Berufe (gesamt)**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zu Wind- und/oder Solarenergie nach Berufen



o. S.: ohne Spezialisierung; IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Keiner der betrachteten 190 Berufe ist nur für die Windkraft und/oder Solarenergie relevant. Allerdings gibt es Berufe, die oft bei Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug der Wind- und Solarwirtschaft zugeordnet werden können. Nicht überraschend ist hier, dass häufig nach Fachkräften sowie Expert:innen für regenerative Energietechnik gefragt wird. Danach folgt mit großem Abstand die Fachkraft für Meteorologie und die Fachkraft für Dachdeckerei (siehe Tabelle 4-1):

- Bei der Nachfrage nach Fachkräften für regenerative Energietechnik (z. B. Solarmonteur:innen, technische Assistent:innen für regenerative Energietechnik oder für nachwachsende Rohstoffe) handelt es sich in drei Viertel der Fälle um Anzeigen für Wind- und oder Solarenergie. 2019 machte dieser Anteil nur 44 Prozent aus. Jede zweite Expertin bzw. jeder zweite Experte für regenerative Energietechnik ist im Wind- oder Solarenergiebereich tätig.

- Auch die Fachkraft für Meteorologie und die Fachkraft für Dachdeckerei wird zunehmend in Stellenausschreibungen der Wind- und/oder Solarenergie gesucht. Im Jahr 2022 machten diese Ausschreibungen für Meteorolog:innen 28 Prozent und für Dachdecker:innen 18 Prozent aus.
- Über den gesamten Betrachtungszeitraum hat etwa jede zehnte Stellenanzeige für folgende Berufe einen konkreten Bezug zur Wind- oder Solarenergie: Spezialist:in für regenerative Energietechnik, Expert:in für Energie- und Kraftwerkstechnik, Aufsicht für Energietechnik, Fachkräfte für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie für Maschinenbau und Aufsicht für Elektrotechnik. Im Jahr 2022 machten bei Berufen für die Aufsicht im Bereich Energietechnik sowie für Elektrotechnik die Annoncen für Wind- oder Solarenergie gut 15 Prozent aus.

**Tabelle 4-1: Top-10-Berufe der Wind- und/oder Solarenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen**

Anteil der Stellenausschreibungen im Bereich Wind- und/oder Solarenergie an den jeweiligen Berufen in Prozent; absolute Anzahl der Stellenausschreibungen in Klammern

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)	alle Jahre
Regenerative Energietechnik – Fachkraft	43,6 (294)	63,7 (545)	62,7 (798)	74,3 (1.624)	76,7 (1.238)	68,1 (4.499)
Regenerative Energietechnik – Expert:in	51,7 (230)	55,2 (258)	56,4 (356)	54,4 (536)	46,2 (330)	52,7 (1710)
Meteorologie – Fachkraft	24,7 (47)	33,5 (52)	21,2 (39)	28,4 (61)	35,0 (36)	27,7 (235)
Dachdeckerei – Fachkraft	9,8 (892)	12,5 (1.469)	16,0 (1.582)	17,6 (1.684)	24,0 (1.868)	15,6 (7.495)
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	9,4 (2.160)	11,1 (2.132)	10,2 (2.604)	12,4 (4.301)	11,7 (2.265)	11,1 (13.462)
Energie-, Kraftwerkstechnik – Expert:in	8,0 (118)	8,3 (100)	11,1 (141)	11,6 (258)	12,4 (228)	10,5 (845)
Aufsicht – Energietechnik	3,9 (39)	5,6 (45)	10,0 (94)	15,9 (202)	16,0 (116)	10,5 (496)
Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft	6,4 (3.300)	8,9 (4.695)	12,4 (6.150)	12,9 (6.657)	12,2 (4.225)	10,4 (25.027)
Maschinenbau und Betriebstechnik – Fachkraft	11,1 (117)	14,2 (101)	11,1 (89)	7,5 (82)	8,8 (65)	10,3 (454)
Aufsicht – Elektrotechnik	4,1 (499)	6,0 (630)	9,1 (856)	15,3 (2.004)	15,7 (1.406)	10,0 (5.395)

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

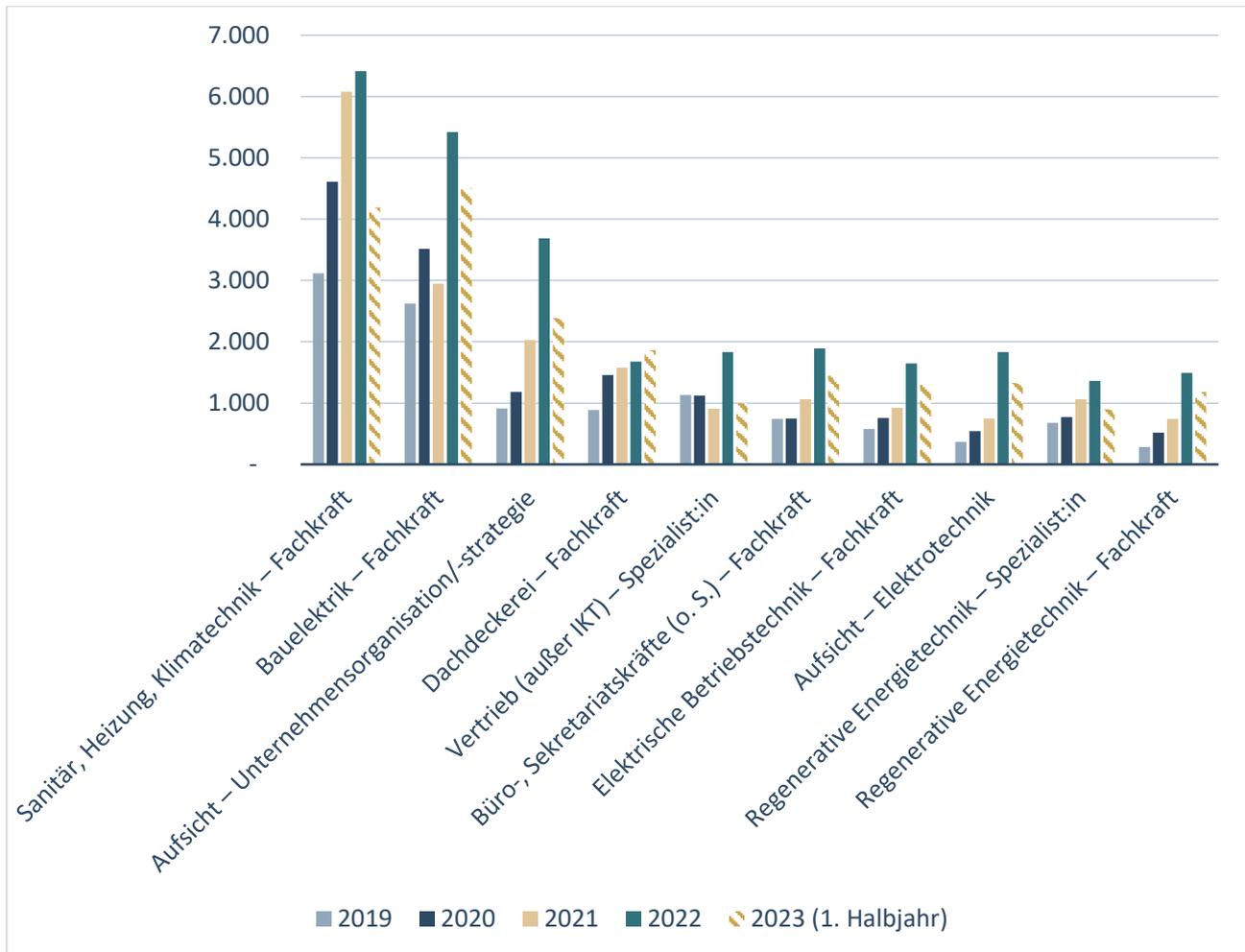
## 4.2.2 Die zehn wichtigsten Berufe für die Solarenergie

Für den Aufbau von Solaranlagen werden vor allem Fachkräfte aus den Bereichen Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik benötigt und für den Anschluss der Anlagen ans Stromnetz Fachkräfte für Bauelektrik (Abbildung 4-5):

- Das Gros der Fachkräfte für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik wird für den Tätigkeitsbereich Solarenergie gesucht. Im Jahr 2022 gab es 6.414 entsprechende Stellenanzeigen, doppelt so viele wie im Jahr 2019. Von 2019 bis zum ersten Halbjahr 2023 gab es mehr als 24.400 Anzeigen für den Aufbau von Photovoltaik- und anderen sonnengetriebenen Anlagen.
- Die Nachfrage nach Fachkräften für Bauelektrik hat sich seit 2019 verdoppelt. Sie stellt auch den Großteil der Nachfrage nach diesem Beruf mit konkretem Bezug zur Solar- und Windenergie. Im Jahr 2022 gab es gut 5.400 Stellenangebote mit konkretem Bezug zur Solarwirtschaft.
- Mehr als 10.000 Jobangebote gab es für die Aufsicht von Unternehmensorganisation und -strategie. Zwischen 2019 und 2022 hat sich die Nachfrage in Bezug auf die Annoncen mit konkretem Bezug zur Solarenergie vervierfacht.
- Immer häufiger werden Fachkräfte für die Dachdeckerei gesucht, um Solaranlagen auf Dächern zu montieren. Seit 2019 gab es insgesamt 7.463 Anzeigen – im ersten Halbjahr 2023 gab es schon 1.861, was höher als die Gesamtzahl eines jeden der vorherigen Jahre ist.
- Neben der Fachkraft für elektrische Betriebstechnik und Aufsicht für Elektrotechnik werden Spezialist:innen für den Vertrieb und Verwaltungsfachkräfte im Kontext der Solarenergie immer mehr nachgefragt. Das ist auf den massiven Ausbau und den damit verbundenen Verkauf von Solaranlagen zurückzuführen. Insbesondere der Beruf der Aufsicht für Elektrotechnik wurde 2022 (1.834 Anzeigen) fünfmal häufiger nachgefragt als noch 2019 (367 Anzeigen). Alle diese Berufe verzeichneten jeweils mehr als 5.000 Anzeigen seit 2019.
- Gerade noch in den Top 10 der meist nachgefragten Berufe sind die Fachkräfte sowie Spezialist:innen für regenerative Energietechnik. Insbesondere bei den Fachkräften für regenerative Energietechnik hat sich der Bedarf seit 2019 verfünffacht.

**Abbildung 4-5: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Solarenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Solarenergie nach Berufen



IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Die relative Bedeutung der Nachfrage für bestimmte Berufe für die Solarenergie steigt seit 2019. Gemessen an allen Ausschreibungen für diesen Beruf ist die Relevanz in den meisten Fällen aber noch niedrig (Tabelle 4-2):

- Fachkräfte für regenerative Energietechnik werden in zwei von drei Annoncen, in denen dieser Beruf nachgefragt wird, mit Bezug zur Solarenergie ausgeschrieben.
- Relativ zu allen Stellenausschreibungen für die jeweiligen Berufe werden andere Berufe deutlich seltener spezifisch im Kontext von Solarenergie ausgeschrieben. Am ehesten ist dies der Fall bei Fachkräften für Dachdeckerei und den Expert:innen für regenerative Energietechnik. Dort nehmen von 2019 bis heute gut 15 Prozent der Annoncen direkten Bezug auf die Solarenergie.

**Tabelle 4-2: Top-10-Berufe der Solarenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen**

Anteil der Stellenausschreibungen im Bereich Solarenergie an den jeweiligen Berufen in Prozent; absolute Anzahl der Stellenausschreibungen in Klammern

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)	alle Jahre
Regenerative Energietechnik – Fachkraft	42,1 (284)	60,6 (519)	58,6 (745)	68,3 (1.493)	73,2 (1.181)	64,0 (4.222)
Dachdeckerei – Fachkraft	9,8 (888)	12,4 (1.459)	15,9 (1.578)	17,5 (1.677)	23,9 (1.861)	15,5 (7.463)
Regenerative Energietechnik – Expert:in	15,1 (67)	16,7 (78)	15,5 (98)	15,9 (157)	14,0 (100)	15,4 (500)
Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft	6,1 (3.116)	8,7 (4.609)	12,3 (6.080)	12,4 (6.414)	12,1 (4.193)	10,2 (24.412)
Aufsicht – Elektrotechnik	3,0 (367)	5,2 (542)	8,0 (750)	14,0 (1.834)	14,8 (1.327)	8,9 (4.820)
Aufsicht – Energietechnik	2,9 (29)	4,1 (33)	8,3 (78)	12,1 (153)	12,8 (93)	8,2 (386)
Energie- und Kraftwerkstechnik – Expert:in	4,6 (68)	4,2 (51)	8,2 (104)	9,1 (202)	9,3 (171)	7,4 (596)
Klempnerei – Fachkraft	6,1 (147)	5,5 (122)	10,6 (165)	8,4 (136)	5,0 (54)	7,0 (624)
Umweltschutzverwaltung/-beratung – Spezialist:in	3,7 (102)	5,6 (144)	6,8 (221)	8,0 (388)	7,9 (223)	6,6 (1.078)
Bauelektrik – Fachkraft	3,1 (2.620)	4,8 (3.517)	4,4 (2.948)	6,3 (5.422)	7,5 (4.504)	5,1 (19.011)

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Der Ausbau von Sonne als Energieträger geschieht weniger durch hochqualifizierte Spezialist:innen als durch Handwerker:innen wie Sanitär-/Heizungs- und Klimatechniker:innen, Dachdecker:innen, Elektriker:innen sowie Elektro- und regenerative Energietechniker:innen. Das überrascht nicht, da mehr als 90 Prozent der Photovoltaikanlagen in privaten Haushalten aufgestellt werden und die Dachmontage der Solarzellen durch die entsprechenden Handwerker:innen erfolgt.

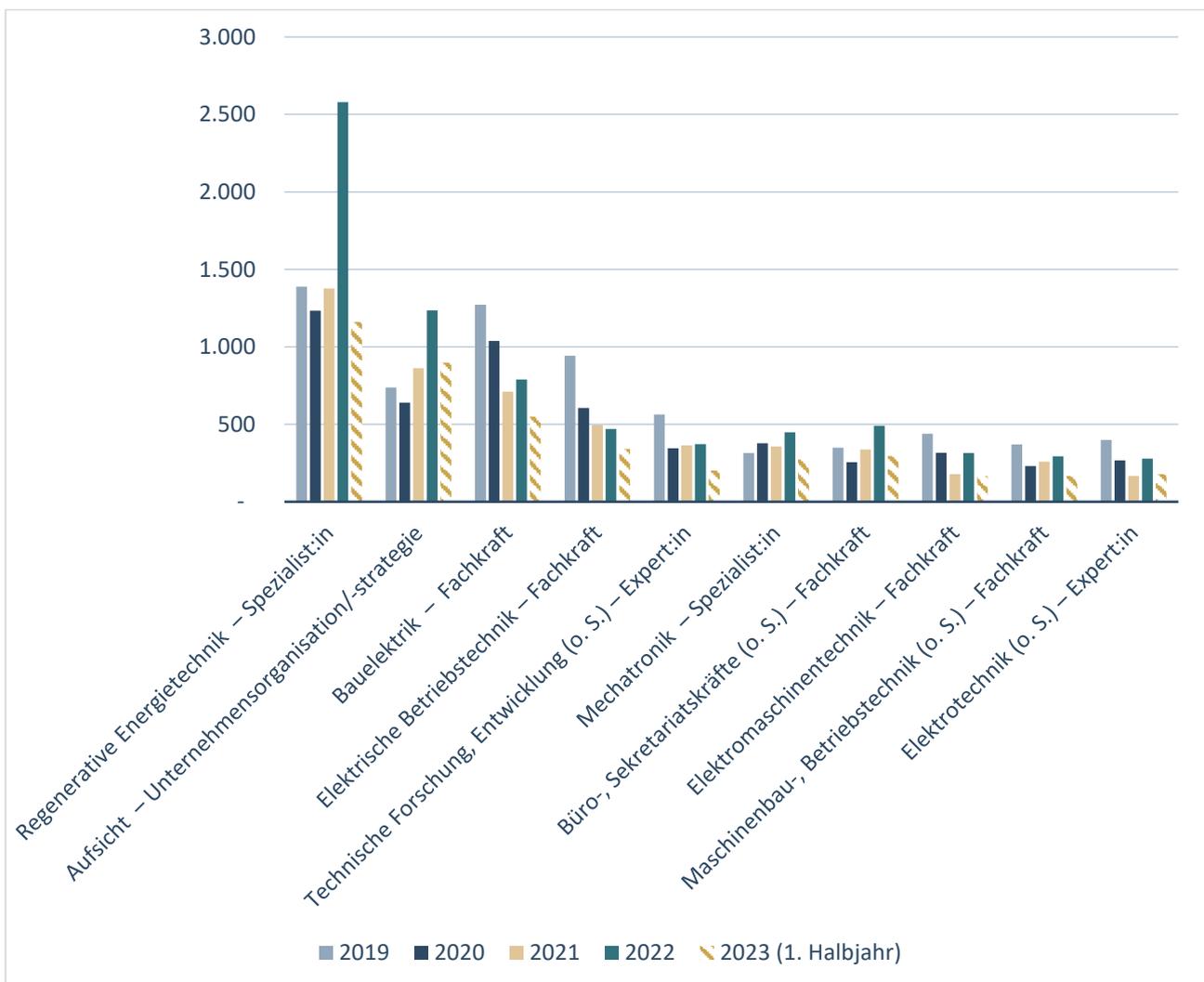
### 4.2.3 Die zehn wichtigsten Berufe für die Windenergie

Auch für den Aufbau, Betrieb und die Aufrechterhaltung von Windkraftanlagen nehmen die Stellenanzeigen, die explizit nach Arbeitskräften hierfür suchen, stetig zu. Im Vergleich zur stark gestiegenen Nachfrage nach Beschäftigten zur Umsetzung der Energiewende mit Solarenergie ist das Wachstum der am meisten nachgefragten Berufe in Stellenanzeigen bei der Windenergie aber deutlich gemäßigter. Das liegt auch an der deutlich geringeren Anzahl von Windkraftanlagen im Vergleich zu Solaranlagen. Zudem ist die Anzahl der Stellenanzeigen, die explizit nur Jobs für die Windkraft annoncieren, deutlich niedriger. Der Aufbau einer Windkraftanlage ist sehr komplex und bedarf gründlicher Planung. Deswegen sind hier Berufe mit dem Wissen von Spezialist:innen sowie Planungs- und Koordinationskompetenzen gefragt (Abbildung 4-6):

- Besonders nachgefragt waren in allen Jahren Spezialist:innen für regenerative Energietechnik. Seit 2019 haben sich die jährlichen Stellenausschreibungen im Kontext von Windkraft fast verdoppelt. Im Jahr 2022 gab es 2.579 Annoncen.
- Sehr gefragt sind seit 2022 auch Aufsichtskräfte in der Unternehmensorganisation und -strategie bei der Konzeption, Planung, Steuerung und Koordinierung von Windkraftanlagen – mit 1.236 Anzeigen im Jahr 2022 und bereits 898 im ersten Halbjahr 2023. Seit 2019 gab es insgesamt 4.372 Annoncen.
- Unter den Top-5-Windkraft-Berufen – und damit besonders gesucht – sind auch Fachkräfte für Bauelektrik, elektrische Betriebstechnik sowie Expert:innen für technische Forschung und Entwicklung. Der Höhepunkt der Nachfrage war im Jahr 2019. Von den insgesamt 4.360 Annoncen für Bauelektrik-Fachkräfte erschien mehr als jedes zweite Stellenangebot in den Jahren 2019 und 2020. Die Nachfrage ist rückläufig.

#### Abbildung 4-6: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Windenergie nachgefragten Berufe

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Windkraft nach Berufen



o. S.: ohne Spezialisierung

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Innerhalb der Berufe spielen Angebote speziell im Kontext von Windenergie bislang eine geringere Rolle als bei der Solarenergie (Tabelle 4-3):

- In jeder fünften Stellenanzeige für Expert:innen der regenerativen Energietechnik wurden zwischen 2019 und dem erstem Halbjahr 2023 Arbeitskräfte für den Bereich Windenergie gesucht. Insbesondere in den Jahren 2019 und 2021 machte das jedes vierte Beschäftigungsangebot aus.
- Auch Annoncen für die Fachkraft für Meteorologie wurden in jedem siebten Fall für Jobs rund um Windkraftanlagen geschaltet. Besonders stark gesucht wurden sie im Jahr 2020 (in Relation zu allen Anzeigen für diesen Beruf).
- Jede zehnte konkrete Anzeige für die Windkraft richtete sich an Maschinenbau- und Betriebstechnik-Fachkräfte. Auch hier wurde im Jahr 2020 häufiger spezifisch für die Windenergie gesucht.
- Gemessen an der absoluten Zahl der ausgeschriebenen Stellen sind Spezialist:innen für regenerative Energietechnik zwar die Nummer 1 im Bereich der Windenergie. Geht es jedoch um konkret auf die Windenergie zugeschriebene Anzeigen, haben sie mit durchschnittlich 6 Prozent nur einen geringen Anteil an der gesamten Nachfrage nach diesem Beruf.

**Tabelle 4-3: Top-10-Berufe der Windenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen**

Anteil der Stellenausschreibungen im Bereich Windenergie an den jeweiligen Berufen in Prozent

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)	alle Jahre
Regenerative Energietechnik – Expert:in	26,1 (116)	20,1 (94)	26,5 (167)	15,3 (151)	13,7 (98)	19,3 (626)
Meteorologie – Fachkraft	15,3 (29)	18,1 (28)	10,9 (20)	15,3 (33)	7,8 (8)	13,9 (118)
Maschinenbau und Betriebstechnik – Fachkraft	10,9 (115)	13,9 (99)	10,5 (84)	7,0 (76)	8,4 (62)	9,9 (436)
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	6,0 (1.388)	6,4 (1.233)	5,4 (1.377)	7,5 (2.579)	6,0 (1.161)	6,4 (7.738)
Techn. Schiffsverkehrsbetrieb – Expert:in	2,7 (6)	8,5 (17)	5,1 (8)	2,1 (4)	3,0 (3)	4,4 (38)
Meteorologie – Spezialist:in	2,2 (1)	1,6 (1)	0,0 (0)	3,8 (2)	20,0 (2)	2,6 (6)
Schiffbautechnik – Expert:in	2,5 (10)	1,3 (5)	1,8 (5)	3,6 (16)	3,7 (8)	2,5 (64)
Meteorologie – Expert:in	1,6 (2)	1,5 (2)	2,0 (2)	3,7 (5)	2,8 (1)	2,3 (12)
Elektromaschinentechnik – Fachkraft	2,7 (439)	2,5 (317)	1,3 (179)	1,6 (315)	1,4 (166)	1,9 (1.416)
Schiffbautechnik – Spezialist:in	0,7 (5)	3,0 (12)	5,2 (13)	1,6 (5)	0,5 (1)	1,9 (36)

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor Daten

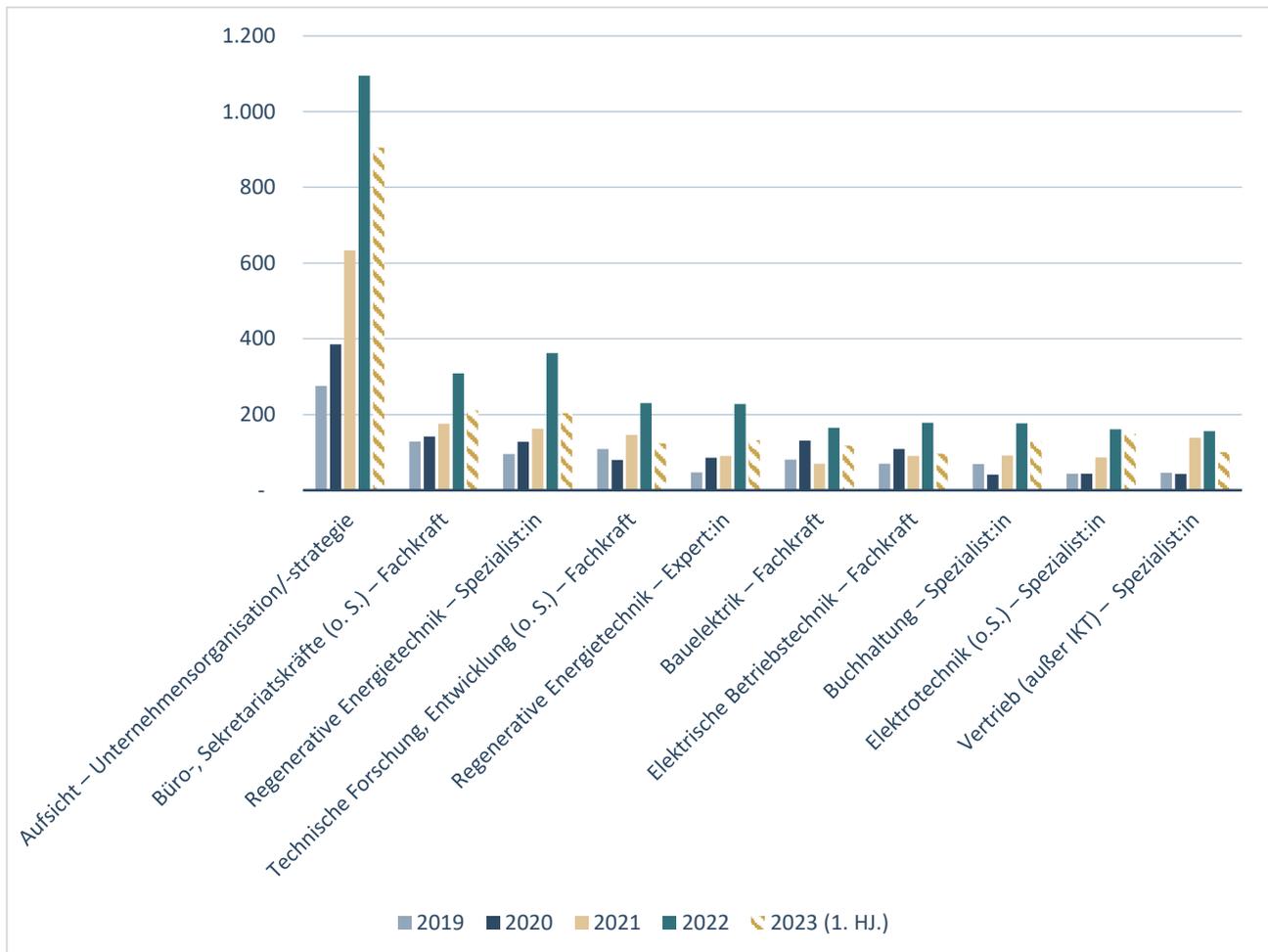
Neben großen Flächen bedarf der Bau von Windkraftanlagen einer guten Planung, einer komplexen Logistik sowie technischer und handwerklicher Kompetenzen für den Ausbau. Hierfür werden nicht nur Fachkräfte mit einer beruflichen Ausbildung benötigt, sondern auch hochqualifizierte Spezialist:innen.

#### 4.2.4 Zehn Berufe, die für Windkraft sowie Solarenergie gefragt sind

In den meisten Stellenanzeigen wird konkret nach Arbeitskräften entweder im Tätigkeitsfeld Windenergie oder Solarenergie gesucht. Es gibt aber auch Unternehmen, die innerhalb der 190 definierten Berufe Stellen für beide Bereiche ausschreiben. Die entsprechenden Jobs sind zwar in der Minderheit, haben aber seit 2022 deutlich an Relevanz gewonnen (siehe auch Kapitel 4.1). Dabei werden überwiegend Aufsichtskräfte für die Unternehmensorganisation und -strategie gesucht. Das lässt vermuten, dass es hier vor allem um konzeptionelle, planerische und koordinative Tätigkeiten zur Umsetzung von Windkraft- und Solaranlagen geht (Abbildung 4-7).

**Abbildung 4-7: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und Solarenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Windkraft und Solarenergie nach Berufen



o. S.: ohne Spezialisierung; IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

- Mit mehr als 1.000 Anzeigen gab es im Jahr 2022 besonders viele Stellenanzeigen für Aufsichtskräfte für die Unternehmensorganisation/-strategie. Im ersten Halbjahr 2023 waren es mit 905 Anzeigen schon fast so viel im gesamten Vorjahr.
- Mit knapp 1.000 Anzeigen seit 2019 folgen Fachkräfte für Büro- und Sekretariatsarbeiten und Spezialist:innen für regenerative Energietechnik. Auch hier ist der Trend steigend, startet aber von einem deutlich geringeren Niveau an geschalteten Stellenannoncen.

Jede fünfte Expertin bzw. jeder fünfte Experte für regenerative Energietechnik soll laut Stellenbeschreibung sowohl im Bereich Wind- als auch Solarenergie tätig sein (Tabelle 4-4). Jede zehnte Stelle für Fachkräfte der Meteorologie bezieht sich ebenfalls auf beide Tätigkeitsfelder. Danach spielen Ausschreibungen, die Jobs für beide Energieträger formulieren, eine deutlich geringere Rolle.

**Tabelle 4-4: Top-10-Berufe der Solar- und Windenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen**

Anteil der Stellenausschreibungen im Bereich Wind- und Solarenergie an den jeweiligen Berufen in Prozent

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)	alle Jahre
Regenerative Energietechnik – Expert:in	10,6 (47)	18,4 (86)	14,4 (91)	23,1 (228)	18,5 (132)	18,0 (584)
Meteorologie – Fachkraft	4,7 (9)	12,9 (20)	7,6 (14)	12,1 (26)	12,6 (13)	9,7 (82)
Regenerative Energietechnik – Fachkraft	1,5 (10)	2,3 (20)	3,5 (45)	5,4 (119)	3,5 (56)	3,8 (250)
Meteorologie – Expert:in	0,8 (1)	6,8 (9)	3,0 (3)	0,7 (1)	8,3 (3)	3,2 (17)
Geografie – Expert:in	1,3 (4)	1,2 (4)	0,2 (1)	4,1 (18)	5,5 (13)	2,3 (40)
Aufsicht – Energietechnik	0,5 (5)	0,4 (3)	1,6 (15)	3,5 (45)	3,2 (23)	1,9 (91)
Natur-, Landschaftspflege – Expert:in	0,7 (1)	2,8 (10)	0,9 (3)	0,7 (3)	3,1 (9)	1,7 (26)
Energie-, Kraftwerkstechnik – Expert:in	1,2 (17)	1,3 (16)	0,8 (10)	1,7 (38)	2,4 (45)	1,6 (126)
Umweltschutzverwaltung,-beratung – Spezialist:in	0,9 (24)	1,6 (40)	1,5 (50)	1,8 (88)	1,7 (47)	1,5 (249)
Umweltschutztechnik (s. s. T.) – Spezialist:in	0,2 (1)	0,7 (3)	1,1 (1)	2,4 (12)	2,8 (18)	1,5 (35)

s. s. T.: sonstige spezifische Tätigkeitsangabe

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Die Nachfrage nach Beschäftigten, die für beide Technologiefelder aktiv sein sollen, ist sehr spezifisch und setzt vor allem auf Spezialistenwissen im Bereich der regenerativen Energietechnik.

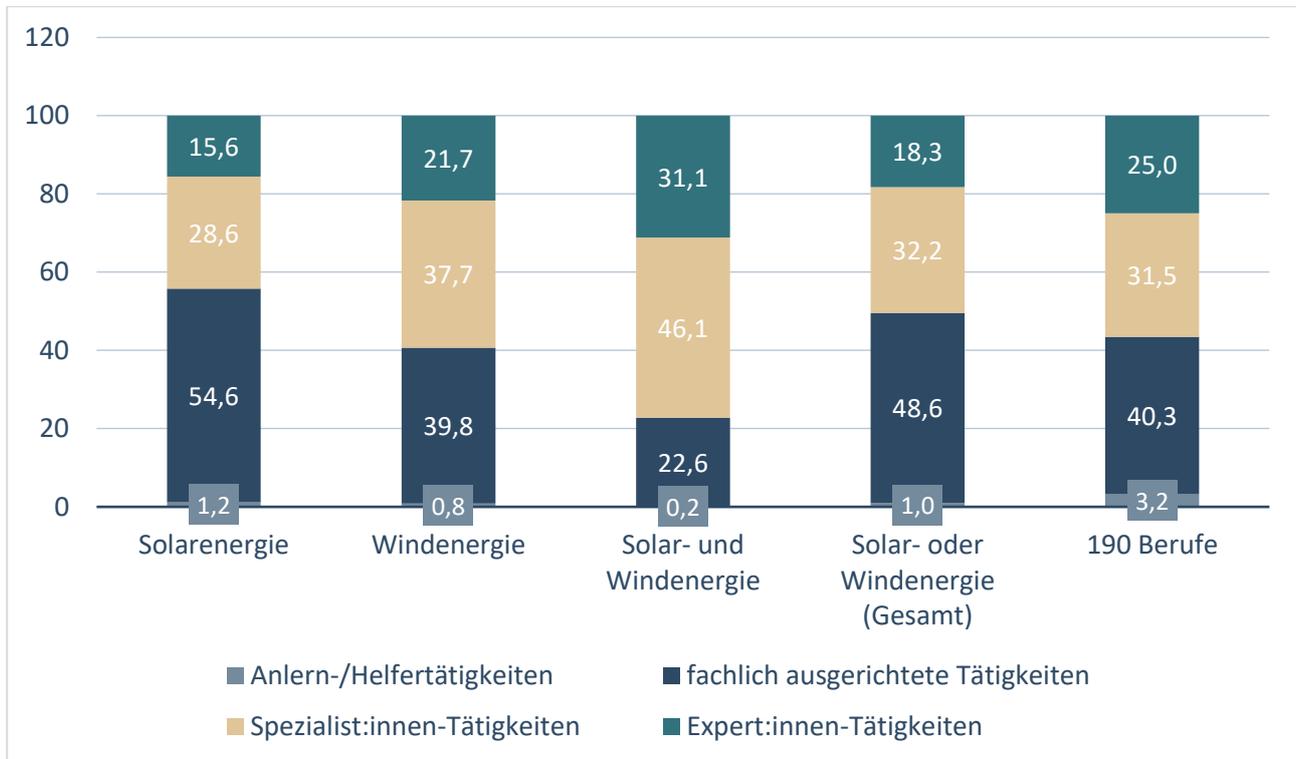
### 4.3 Nachfrage nach Arbeitskräften nach Anforderungsniveau

Stellenanzeigen, die konkret auf die Windkraft oder Solarenergie Bezug nehmen, suchen vor allem Arbeitskräfte mit einer Berufsausbildung, wie ein Blick in die Stellenanzeigen für den Zeitraum zwischen 2019 und Mitte 2023 zeigt. Je nach Energieträger werden auch die Anforderungsprofile unterschiedlich formuliert. Während in der Solarenergie eher Fachkräfte mit einer Berufsausbildung gesucht werden, suchen Unternehmen, die sowohl Windkraft als auch Solarenergie im Portfolio haben, eher hochqualifizierte Spezialist:innen mit Hochschulstudium. Zugrunde gelegt werden die vier verschiedenen Anforderungsniveaus, die die KldB 2010 auf der fünften Stelle unterscheidet (vgl. Paulus/Matthes, 2023) (Abbildung 4-8):

- Jedes zweite dieser Jobangebote mit konkretem Bezug zu einem der beiden Bereiche suchte eine Fachkraft mit einer Berufsausbildung für fachlich ausgerichtete Tätigkeiten (im Zeitraum 2019 bis zum ersten Halbjahr 2023). Mit 55 Prozent besonders hoch ist der Bedarf bei der Solarenergie, besonders niedrig bei Ausschreibungen, die sich sowohl auf Solar- als auch Windenergie beziehen. Hier werden eher Spezialist:innen für hochkomplexe Tätigkeiten mit einem Studium gesucht. Bei den Stellenanzeigen für alle 190 Berufe suchten nur 40 Prozent der Anzeigen nach Fachkräften mit einer Berufsausbildung.
- Allerdings wurden in den Annoncen, die sich auf die 190 Berufe beziehen, in jedem vierten Fall Fachkräfte für Expertentätigkeiten gesucht. Bei Anzeigen mit konkretem Bezug zur Wind- und Solarenergie für diese 190 Berufe wurde nur in 18 Prozent der Anzeigen dieses sehr hohe Anforderungsprofil formuliert (welches ein Hochschulstudium voraussetzt). Geht es um Fachkräfte sowohl für die Wind- als auch Solarenergie, werden schon in jeder dritten Anzeige Expert:innen gesucht.
- Im Vergleich zu anderen Bereichen werden für die Wind- und/oder Solarenergie relativ selten angelernte oder Hilfskräfte gesucht (innerhalb der betrachteten 190 relevanten Berufe). Hier ist der Anteil bei allen 190 Berufen mit 3 Prozent höher. Generell lassen sich diese niedrigen Werte einerseits dadurch erklären, dass in den 190 Ausgangsberufen lediglich vier Helferberufe enthalten sind. Darüber hinaus gibt es Online-Stellenanzeigen, die neben einer Ausbildung auch Quereinsteiger:innen und Helfer:innen ansprechen. Wenn im Titel oder der Überschrift der Stellenanzeige aber eine Fachkraft gesucht wird, können diese Anforderungsniveaus nur schwer erfasst werden. Die geringe Nachfrage könnte jedoch darauf hinweisen, dass für den Ausbau der Tätigkeitsfelder Solar- und Windenergie eine Teilqualifizierung oder Qualifizierung von un- bzw. angelernten Kräften erforderlich ist, um Arbeitskräfte für die Energiewende bereitzustellen. Das eröffnet Aufstiegschancen für un- und angelernte Arbeitskräfte.

**Abbildung 4-8: Nachgefragte Anforderungsniveaus in den Stellenausschreibungen**

Verteilung in Prozent der Stellenausschreibungen im Zeitraum 2019 bis 1. Halbjahr 2023



Anlern-/Helfertätigkeiten: in der Regel keine berufliche Ausbildung erforderlich; fachlich ausgerichtete Tätigkeiten: in der Regel eine Berufsausbildung erforderlich; Spezialistentätigkeiten: in der Regel eine Meister:innen- oder Techniker:innen-Ausbildung beziehungsweise ein gleichwertiger Fachschulabschluss erforderlich; Expertentätigkeiten: in der Regel ein Hochschulstudium erforderlich.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

Das geforderte Anforderungsprofil unterscheidet sich je nach Technologiefeld und deckt sich mit den Ergebnissen in Bezug auf die gesuchten Berufe. Während für die Solarenergie eher Personen für fachlich ausgerichtete Tätigkeiten mit einer Berufsausbildung gesucht werden, ist der Anforderungsbedarf im Bereich Windenergie sowie für Tätigkeitsfelder, in denen beide Energieträger relevant sind, höher.

#### 4.4 Nachfrage nach Arbeitskräften auf regionaler Ebene

Bei der Auswertung der Stellenausschreibungen der Jobmonitor-Daten zeigen sich auch auf regionaler Ebene Unterschiede in der Anzahl von Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie sowie in der Entwicklung der aggregierten Ausschreibungen zwischen 2019 und 2022. Dieser Zeitraum wurde gewählt, da für die Gewichtung der Anzeigen mit den sozialversicherungspflichtig (SV-pflichtig) beschäftigten Personen in den Bundesländern nur Zahlen bis 2022 vorliegen. Insgesamt können für diese regionale Betrachtung im entsprechenden Zeitraum knapp 189.000 Stellenausschreibungen klassifiziert werden.

#### Gesamtblick: Regionale Relevanz von Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie

Grundsätzlich zeigt sich bei einer Gewichtung anhand der Gesamtzahl der SV-pflichtig Beschäftigten für das Jahr 2022 in Abbildung 4-9 (links) die stärkste Nachfrage nach Berufen mit Wind- und/oder Solarenergiebezug in Nord- und Ostdeutschland:

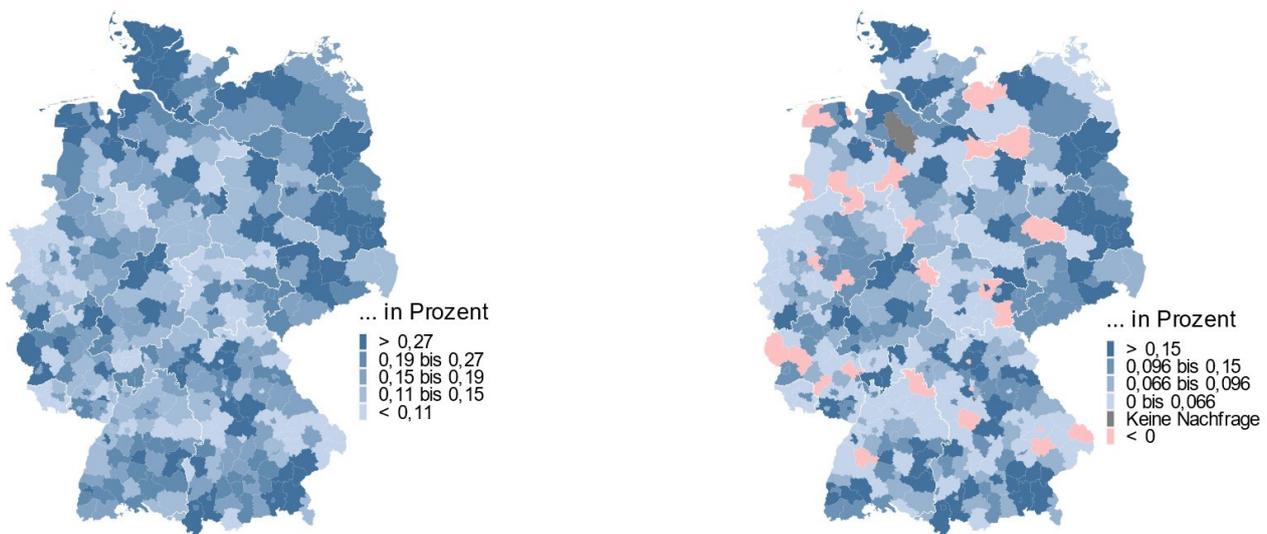
- Die höchste Nachfrage auf Bundeslandebene wird im Stadtstaat Bremen verzeichnet, wo die Anzahl der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person mit 0,46 Prozent weit vor den restlichen Bundesländern liegt. Es folgen Schleswig-Holstein, Sachsen und Mecklenburg-Vorpommern mit rund 0,3 Prozent. Die schwächste Nachfrage besteht in den Bundesländern Thüringen (0,17 Prozent), Nordrhein-Westfalen (0,13 Prozent) und im Saarland (0,1 Prozent).
- Auf Ebene der Landkreise liegt der Kreis Nordfriesland mit einem Anteil von 0,91 Prozent an erster Stelle, gefolgt von den Landkreisen Aurich (0,8 Prozent) und Altöttingen (0,73 Prozent). Die niedrigsten Anteile verzeichnen die kreisfreien Städte Wolfsburg (0,05 Prozent), Herne (0,04 Prozent) und der Werra-Meißner-Kreis (0,03 Prozent).

Abbildung 4-9 (rechts) zeigt den Zuwachs an Stellenausschreibungen mit explizitem Wind- und/oder Solarenergiebezug pro SV-pflichtig beschäftigten Personen im Mittel der Jahre 2019 und 2022 in Deutschland. Dabei schwankt die insgesamte Anzahl der Stellenausschreibungen zwischen 2019 und 2022 je Bundesland zwischen 1.111 und 32.180 Anzeigen. Während die Nachfrage nach diesen Berufsbildern grundsätzlich in allen Teilen Deutschlands gestiegen ist, hat sie in der Tendenz am stärksten in Nord- und Ostdeutschland zugenommen:

- Die stärkste Nachfrage auf Bundeslandebene verzeichnet mit einem Zuwachs von 0,18 Prozent Brandenburg. Es folgen Schleswig-Holstein (0,17 Prozent) und Sachsen (0,15 Prozent). Auf den letzten Plätzen liegen Bremen (0,04 Prozent), das Saarland (0,04 Prozent) und Nordrhein-Westfalen (0,07 Prozent).
- Auf Kreisebene gab es die höchste Zunahme der Nachfrage in den Landkreisen Nordfriesland (0,64 Prozent), Altöttingen (0,57 Prozent) und der kreisfreien Stadt Oldenburg (0,51 Prozent). Den stärksten Rückgang verzeichneten der Landkreis Aurich (-0,34 Prozent), die kreisfreie Stadt Bremerhaven (-0,29 Prozent) und der Landkreis Bernkastel-Wittlich (-0,21 Prozent).

#### Abbildung 4-9: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie (Gesamt) in Deutschland

Anteil der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person in Prozent, Jahr 2022 (links), Zuwachs an Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person zwischen 2019 und 2022 im Mittel in Prozent (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 4-9 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der Indikatoren.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten und BA

Ein Blick auf die Verteilung der einzelnen Technologiefelder gibt weiteren Aufschluss, wie der regionale Ausbau mit der Nachfrage nach Beschäftigten zusammenhängen könnte. Windkraftanlagen werden aufgrund der Flächen bislang häufig im Norden von Deutschland gebaut. Die Nachfrage nach den deutlich kleineren Solaranlagen für die Privathaushalte findet flächendeckender und auch in verdichteten urbanen Räumen statt. Dort, wo es viele Häuser (also viele Einwohner) auf engem Raum gibt, können mehr Solaranlagen installiert werden. Die Nachfrageentwicklung nach Beschäftigten spiegelt deutlich wider, dass der Ausbau von Photovoltaik-Anlagen flächendeckender im Süden und Osten von Deutschland stattgefunden hat – hier allerdings mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten (siehe Kapitel 3.2).

### Regionale Relevanz von Stellenanzeigen mit konkretem Bezug zur Solarenergie

Die Daten des Jobmonitors zeigen: Es werden weitaus mehr Stellen mit Bezug zur Solarenergie ausgeschrieben als Stellen mit Bezug zur Windenergie. Insgesamt summiert sich die aggregierte Anzahl über alle Bundesländer hinweg auf 126.817 Ausschreibungen zwischen 2019 und 2022. Abbildung 4-10 (links) zeigt, dass sich der Anteil der Stellenausschreibungen pro 100 SV-pflichtig Beschäftigte mit Bezug zur Solarenergie deutlich in Süd- und Ostdeutschland zentriert:

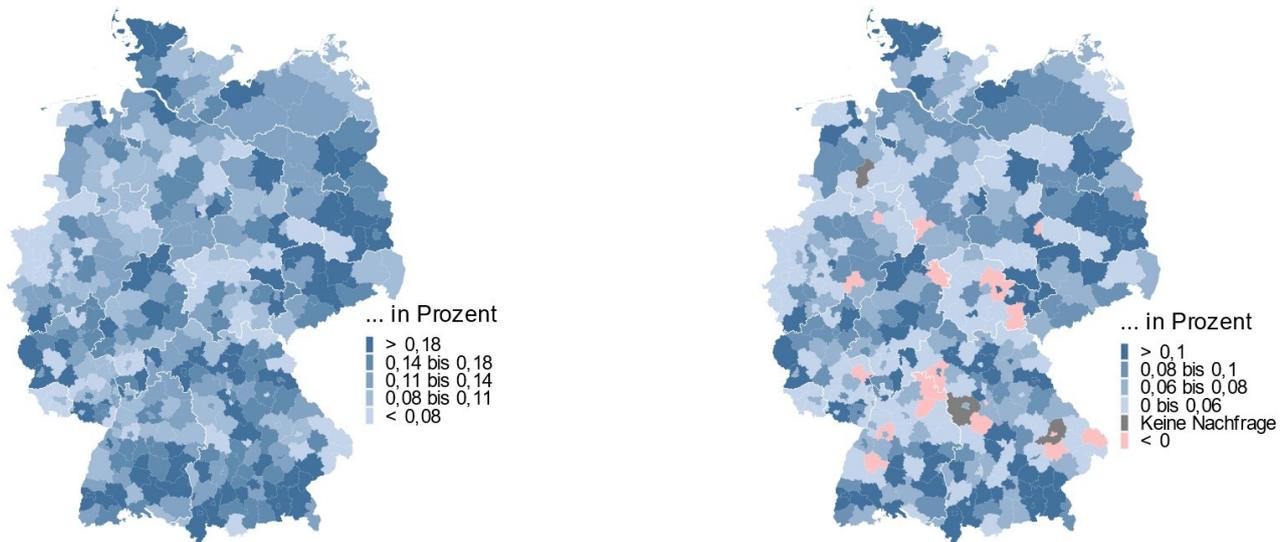
- Mit einem Anteil von 0,21 Prozent führt Sachsen die Rangfolge der Bundesländer an. Darauf folgen Brandenburg (0,19 Prozent), Berlin (0,17 Prozent) und Bayern (0,17 Prozent). Den niedrigsten Anteil weisen das Saarland (0,07 Prozent), Nordrhein-Westfalen (0,10 Prozent) und Hamburg (0,12 Prozent) auf.
- Auf Landkreisebene führen die Landkreise Schweinfurt (0,7 Prozent), Altöttingen (0,7 Prozent) und Lichtenfels (0,65 Prozent) die Liste an. Den schwächsten Zuwachs bei der Nachfrage zeigen im Jahr 2022 die kreisfreie Stadt Emden (0,02 Prozent), der Werra-Meißner-Kreis (0,02 Prozent) und die kreisfreie Stadt Herne (0,03 Prozent).

Abbildung 4-10 (rechts) stellt den Zuwachs an Stellenausschreibungen mit Solarenergiebezug pro 100 SV-pflichtig beschäftigten Personen im Mittel der Jahre 2019 und 2022 in Deutschland dar. Grundsätzlich zeigt sich dabei auf Bundeslandebene ein durchgängiger Zuwachs der Nachfrage. Insgesamt weist die aggregierte Anzahl der Stellenanzeigen zwischen 2019 und 2022 eine hohe Spannweite von 757 bis 26.726 Ausschreibungen aus.

- Den höchsten Nachfrageanstieg verzeichnen auf Ebene der Bundesländer Brandenburg (0,13 Prozent), Sachsen (0,11 Prozent) und Bremen (0,10 Prozent). An letzter Stelle stehen das Saarland (0,04 Prozent), Nordrhein-Westfalen (0,06 Prozent) und Thüringen (0,06 Prozent).
- Auf Landkreisebene wuchs die Nachfrage mit einem Plus von 0,55 Prozent am stärksten im Landkreis Altötting, gefolgt vom Alb-Donau-Kreis (0,45 Prozent) und dem Landkreis Tübingen (0,38 Prozent). In 20 Landkreisen hat die Nachfrage abgenommen – am stärksten im Main-Tauber-Kreis (-0,13 Prozent), Saale-Orla-Kreis (-0,07 Prozent) und im Landkreis Würzburg (-0,05 Prozent).

### Abbildung 4-10: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Solarenergie in Deutschland

Anteil der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person in Prozent, Jahr 2022 (links), Zuwachs an Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person zwischen 2019 und 2022 im Mittel in Prozent (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 4-10 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der Indikatoren.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten und BA

### Regionale Relevanz von Stellenanzeigen mit konkretem Bezug zur Windenergie

Eine Auswertung der aggregierten Anzahl der Stellenausschreibungen mit Bezug zur Windenergie kommt auf eine Gesamtzahl von 48.128 Ausschreibungen (über alle Bundesländer hinweg zwischen den Jahren 2019 und 2022). Auch hier zeigt sich deutlich der Schwerpunkt des Ausbaus von Windkraftanlagen im Norden von Deutschland passend zum Ausbau der Windenergie mit seinem starken Nord-Südgefälle. Dort wo Windkraft-Infrastruktur entsteht, werden auch Beschäftigte gesucht (siehe Kapitel 3.2). In Abbildung 4-11 (links) ist der Anteil der Stellenausschreibungen an den SV-pflichtigen Beschäftigten für das Jahr 2022 dargestellt. Dabei fällt eine verstärkte Nachfrage nach Fachkräften mit Bezug zur Windenergie in Norddeutschland auf:

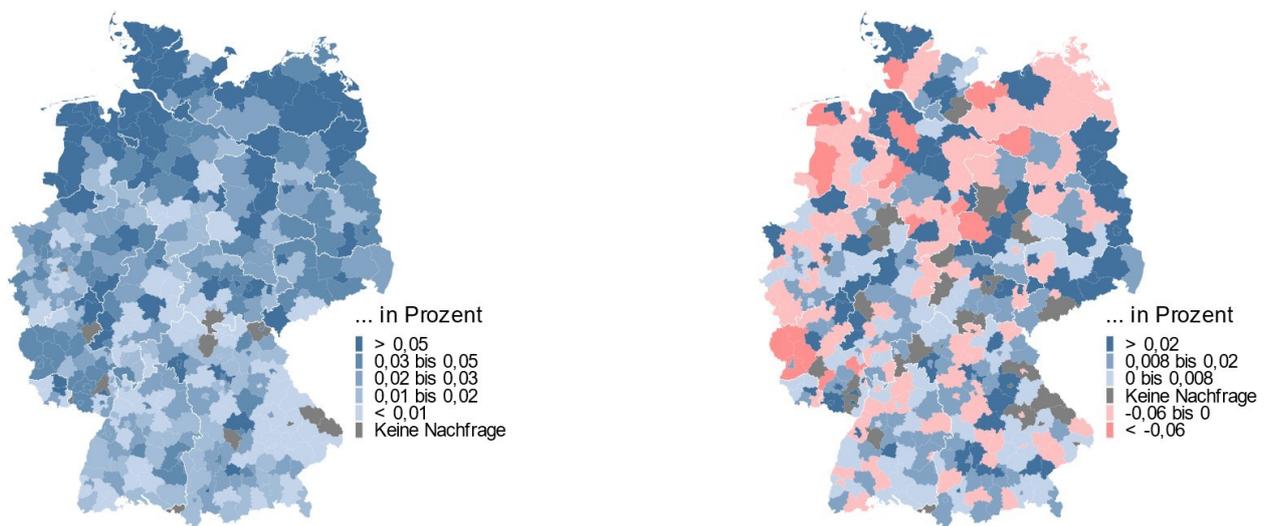
- Auf Bundeslandebene befindet sich der höchste Anteil der Stellenausschreibungen mit Bezug zur Windenergie pro 100 SV-pflichtig beschäftigten Personen in Bremen (0,27 Prozent). Darauf folgen die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern (0,14 Prozent), Hamburg (0,12 Prozent) und Schleswig-Holstein (0,09 Prozent). Auf den letzten Rängen liegen die Bundesländer Baden-Württemberg (0,02 Prozent), Bayern (0,02 Prozent) und Nordrhein-Westfalen (0,02 Prozent).
- Auf Kreisebene besteht im Jahr 2022 die höchste Nachfrage nach Windenergie-Berufen mit einem Anteil von 0,71 Prozent im Landkreis Aurich, gefolgt vom Kreis Nordfriesland (0,46 Prozent) und der kreisfreien Stadt Rostock (0,45 Prozent). In zwölf der insgesamt 401 Landkreise wurden im Jahr 2022 keine Windenergie-Berufe ausgeschrieben – sieben davon lagen in Bayern.

Abbildung 4-11 (rechts) zeigt den Zuwachs an Stellenausschreibungen mit Bezug zur Windenergie pro SV-pflichtig beschäftigten Personen im Mittel der Jahre 2019 und 2022 in Deutschland. Insgesamt verteilt sich die Anzahl der Stellenausschreibungen zwischen 2019 und 2022 auf einer Spannweite von 300 bis 9.296 Anzeigen. Auf Bundeslandebene ist grundsätzlich keine starke Nachfragesteigerung zu verzeichnen:

- Während die stärkste Zunahme in Schleswig-Holstein (0,02 Prozent), Sachsen (0,01 Prozent) und Berlin (0,01 Prozent) erfolgte, sind in insgesamt fünf Bundesländern die Ausschreibungszahlen rückläufig. Am stärksten abgenommen hat die Nachfrage in Bremen (-0,09 Prozent), Mecklenburg-Vorpommern (-0,01 Prozent) und Sachsen-Anhalt (-0,01 Prozent).
- Auf Ebene der Landkreise gab es die höchsten Nachfragezuwächse im Landkreis Nordfriesland (0,3 Prozent), dem Landkreis Limburg-Weilburg (0,29 Prozent) sowie in der kreisfreien Stadt Oldenburg (0,23 Prozent). In 29 Landkreisen hat die Nachfrage zwischen 2022 und 2019 abgenommen – am stärksten im Landkreis Aurich (-0,37 Prozent), der kreisfreien Stadt Bremerhaven (-0,30 Prozent) und im Landkreis Bernkastel-Wittlich (-0,25 Prozent).

#### Abbildung 4-11: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Windenergie in Deutschland

Anteil der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person in Prozent, Jahr 2022 (links), Zuwachs an Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person zwischen 2019 und 2022 im Mittel in Prozent (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 4-11 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der Indikatoren.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten und BA

#### Regionale Relevanz von Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Wind- und Solarenergie

Bei einer Betrachtung der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug sowohl zur Solar- als auch Windenergie werden nur die Ausschreibungen betrachtet, in denen die Schlagwörter zu beiden Tätigkeitsbereichen gleichzeitig gefunden werden konnten. Dabei zeichnet sich bereits ab, dass Unternehmen in der Tendenz eher nach Fachkräften suchen, die spezifisch für die jeweiligen Erneuerbaren Energien ausgebildet wurden. Die Gesamtzahl aller Stellenausschreibungen zwischen 2019 bis 2022 beträgt hier lediglich 14.018 Ausschreibungen. Abbildung 4-12 (links) stellt den Anteil der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person in Prozent im Jahr 2022 dar. Hierbei werden die größten Anteile in Norddeutschland und in Brandenburg verzeichnet:

- An erster Stelle steht mit 0,06 Prozent Schleswig-Holstein. Es folgen die Bundesländer Brandenburg (0,05 Prozent), Hamburg (0,05 Prozent) und Bremen (0,04 Prozent). Die niedrigsten Anteile finden sich im Saarland (0,004 Prozent), in Baden-Württemberg (0,01 Prozent) und in Nordrhein-Westfalen (0,01 Prozent).
- Auf Ebene der Landkreise gab es im Jahr 2022 die stärkste Nachfrage mit 0,29 Prozent im Alzey-Worms-Kreis sowie in den Landkreisen Neumarkt in der Oberpfalz (0,20 Prozent) und Nordfriesland (0,19

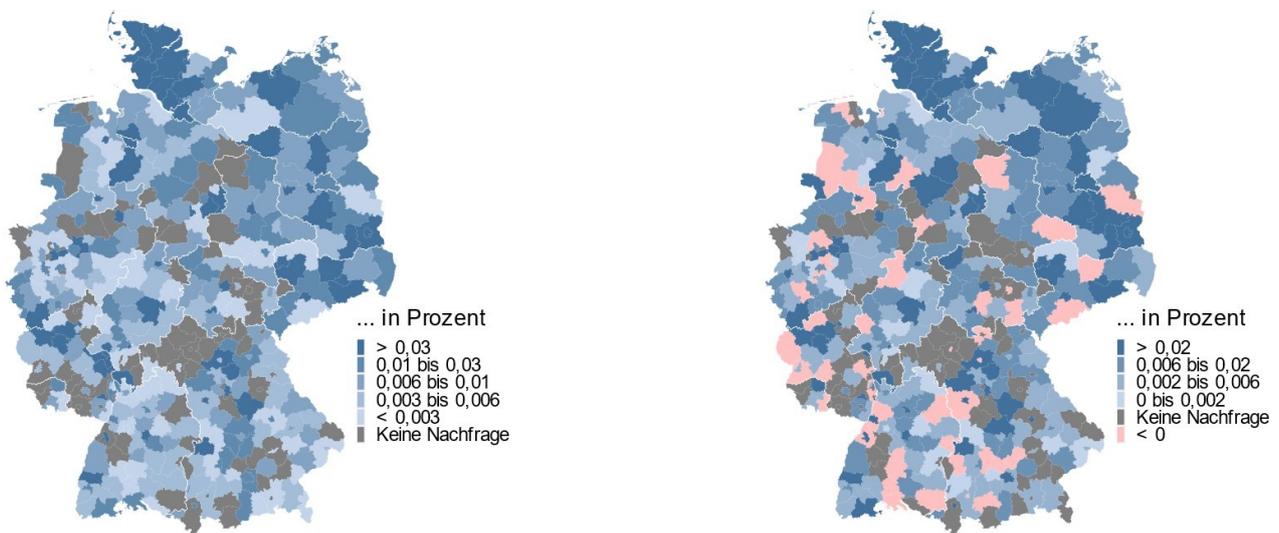
Prozent). In insgesamt 87 Landkreisen wurden 2022 keine Berufe mit Solar- und Windenergiebezug ausgeschrieben.

Abbildung 4-12 (rechts) stellt den Zuwachs an Stellenausschreibungen mit Wind- und Solarenergiebezug pro SV-pflichtig Beschäftigten im Mittel der Jahre 2019 und 2022 in Deutschland dar. Dabei zeigt sich eine tendenziell höhere Nachfrage in Nord- und Ostdeutschland. Insgesamt streut die aggregierte Anzahl an Stellenausschreibungen zwischen 54 und 1.596 Ausschreibungen:

- Die meisten Stellenausschreibungen im betrachteten Zeitintervall wurden auf Bundeslandebene mit 0,06 Prozent in Schleswig-Holstein verzeichnet, gefolgt von Brandenburg (0,04 Prozent) und Hamburg (0,04 Prozent). Den niedrigsten Nachfragezuwachs gab es im Saarland (0,002 Prozent), in Rheinland-Pfalz (0,003 Prozent) und Baden-Württemberg (0,006 Prozent).
- Auf Ebene der Landkreise erfolgten die stärksten Nachfragesteigerungen im Landkreis Neumarkt in der Oberpfalz (0,20 Prozent), in der kreisfreien Stadt Flensburg (0,18 Prozent) sowie im Landkreis Nordfriesland (0,16 Prozent). In insgesamt 50 Landkreisen hat die Nachfrage abgenommen. Am stärksten betroffen waren der Alzey-Worms-Kreis (-0,1 Prozent), der Eifelkreis Bitburg-Plüm (-0,045 Prozent) und der Landkreis Wittenberg (-0,044 Prozent).

#### Abbildung 4-12: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Solar- und Windenergie in Deutschland

Anteil der Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person in Prozent, Jahr 2022 (links), Zuwachs an Stellenausschreibungen pro SV-pflichtig beschäftigter Person zwischen 2019 und 2022 im Mittel in Prozent (rechts)



Anmerkung: Die Legendenkategorien in Abbildung 4-12 orientieren sich an den Quintilen der Verteilung der Indikatoren.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten und BA

## 5 Fazit

Deutschland soll bis 2045 klimaneutral werden. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien ist dafür zentral. Allerdings sind die gesetzten politischen Ausbauziele für Wind- und Solarenergie keine Selbstläufer. Sie machen einen deutlich beschleunigten Zubau von Windkraft- und Solaranlagen in Deutschland erforderlich. Das dient nicht nur dem Klimaschutz und der Versorgung von Industrie und Haushalten mit kostengünstiger Energie, sondern schafft auch Beschäftigung. Für den geforderten Ausbau werden zahlreiche Fachkräfte benötigt. Der

Erfolg der Energiewende hängt jedoch von der ausreichenden Verfügbarkeit passend qualifizierter Fachkräfte ab. Es gibt Engpässe für Tätigkeiten und Berufe rund um die Solar- und Windenergie, die sich mit dem beschleunigten Zubau verschärfen werden. Deswegen gilt es, die Jobs in diesen Tätigkeitsfeldern bekannter und attraktiver zu machen und die notwendigen Kompetenzen gezielt zu entwickeln.

Oggleich Stellenanzeigen mit explizitem Bezug zur Solar- oder Windenergie bisher nur einen kleinen Anteil des Arbeitsmarktes innerhalb der 190 relevanten Berufe ausmachen, zeigt sich deutlich, dass die Nachfrage nach Fachkräften für diese beiden Technologiefelder seit 2019 spürbar gestiegen ist. In den Stellenanzeigen werden mehrheitlich Beschäftigte für den Bereich Solarenergie gesucht, was vor allem auf die Vielzahl der Anlagen zurückzuführen ist. Hier werden viele Berufe benötigt, die auch in anderen Branchen gesucht werden und die bereits knapp sind (Koneberg et al., 2022). Für den Aufbau von Solaranlagen werden vor allem Fachkräfte mit einer Berufsausbildung im Bereich Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik oder Dachdeckerei – für die Montage – gesucht oder im Bereich Bauelektrik für die Stromanbindung der Solaranlagen. Der Aufbau von Windkraftanlagen ist deutlich komplexer und bedarf guter Planung. Deswegen werden hier Berufe mit Spezialistenwissen, (z. B. Spezialist:in für regenerative Energietechnik) sowie Planungs- und Koordinationskompetenzen nachgefragt. Aber auch Aufsichtskräfte und Bauelektriker:innen sind gesucht. Stellenanzeigen, die Fachkräfte für beide Technologiefelder suchen, brauchen vor allem Aufsichtsfachkräfte zur Planung, Steuerung und Koordination. Schwierige und langwierige Genehmigungsverfahren erfordern spezialisierte Fachkräfte, die sich in den Unternehmen darum kümmern.

Während in der Solarenergie eher Fachkräfte mit einer Berufsausbildung gesucht werden, suchen Unternehmen, die sowohl Windkraft als auch Solarenergie im Portfolio haben, eher hochqualifizierte Spezialist:innen mit Hochschulstudium. Viele der Berufsprofile fußen auf dem dualen Ausbildungssystem – vor allem Profile für das Technologiefeld Solarenergie. Mit der Energiewende ändern sich aber auch Berufsbilder, da neue Fähigkeiten gefragt sind. Deswegen ist es zentral, dass Fachkräfte für die Energiewende über Teilqualifizierung, Aus- und Fortbildung, Studium, Umschulung und Weiterbildung qualifiziert werden. In den Stellenanzeigen, die sich explizit auf die Wind- und Solarenergie beziehen, ist der Anteil an un- bzw. angelernten Arbeitskräften relativ gering. Über die Schaffung von niederschweligen Angeboten für eine abschlussorientierte Teilqualifizierung bieten sich hier Aufstiegschancen für un- und angelernte Arbeitskräfte. Im Bereich Solarenergie gilt es, Ungelernte kurzfristig zu Solarmonteur:innen für die Montage von Solarmodulen weiterzubilden und langfristig zu Dachdecker:innen oder Elektroniker:innen für Energiegebäudetechnik zu qualifizieren. Darüber hinaus müssen Fachkräfte mithilfe gezielter Weiterbildungen für den Photovoltaikbereich qualifiziert und Quereinstiege ermöglicht werden. Auch müssen innerhalb technischer Studiengänge Wissen und Fertigkeiten in Bezug auf Erneuerbare Energien gestärkt werden (siehe auch Koneberg et al., 2022).

Die Wind- und Solarenergie sind zukunftssträchtige Tätigkeitsfelder, die vielversprechende „grüne“ Karriereoptionen bieten. Immer mehr junge Arbeitskräfte wollen auch in ihrem Berufsalltag einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Zukunftssicherung leisten. Deswegen ist es wichtig, bei jungen Menschen für ein besseres Standing von Ausbildungsberufen zu sorgen, die mit der Wind- und Solarenergie verbunden sind. Laut Bertelsmann Stiftung (2023) wünschen sich vor allem potenzielle junge Arbeitskräfte Unternehmen, die sich aktiv mit den Trendthemen Nachhaltigkeit und Digitalisierung auseinandersetzen. Ergänzend gibt es ungenutzte Potenziale bei Frauen (Koneberg et al., 2022), sodass die Umschulung weiblicher Arbeitskräfte aus anderen Bereichen dazu beitragen kann, mehr Fachkräfte zu gewinnen. Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels spielen auch internationale Fachkräfte, Auszubildende und Studierende eine wesentliche Rolle, um künftig den Fachkräftebedarf zu decken.

## 6 Anhang

### 6.1 Übersicht KldB-Nummern (Auswahl)

Tabelle 6-1: KldB-Nummern relevanter Berufe

Berufe	KldB-Nummern
Aufsicht – Elektrotechnik	26393
Aufsicht – Unternehmensorganisation/-strategie	71393
Bauelektrik – Fachkraft	26212
Buchhaltung – Spezialist:in	72213
Büro-, Sekretariatskräfte (o. S.) – Fachkraft	71402
Dachdeckerei – Fachkraft	32142
Elektrische Betriebstechnik – Fachkraft	26252
Elektromaschinenteknik – Fachkraft	26222
Elektrotechnik (o. S.) – Expert:in	26304
Elektrotechnik (o. S.) – Spezialist:in	26303
Maschinenbau-, Betriebstechnik (o. S.) – Fachkraft	25102
Mechatronik – Spezialist:in	26113
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	26243
Regenerative Energietechnik – Expert:in	26244
Regenerative Energietechnik – Fachkraft	26242
Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft	34212
Technische Forschung, Entwicklung (o. S.) – Expert:in	27104
Technische Forschung, Entwicklung (o. S.) – Spezialist:in	27103
Vertrieb (außer IKT) – Spezialist:in	61123

o. S.: ohne Spezialisierung, IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: KldB (2010)

## 6.2 Top-10-Berufe als Tabellen (aus Kapitel 4.2)

**Tabelle 6-2: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Solarenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Solarenergie nach Berufen

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)
Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft	3.116	4.609	6.080	6.414	4.193
Bauelektrik – Fachkraft	2.620	3.517	2.948	5.422	4.504
Aufsicht – Unternehmensorganisation/-strategie	913	1.184	2.026	3.687	2.389
Dachdeckerei – Fachkraft	888	1.459	1.578	1.677	1.861
Vertrieb (außer IKT) – Spezialist:in	1.130	1.124	910	1.833	999
Büro-, Sekretariatskräfte (o. S.) – Fachkraft	744	747	1.062	1.893	1.449
Elektrische Betriebstechnik – Fachkraft	578	760	922	1.647	1.297
Aufsicht – Elektrotechnik	367	542	750	1.834	1.327
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	676	771	1.064	1.360	900
Regenerative Energietechnik – Fachkraft	284	519	745	1.493	1.181

o. S.: ohne Spezialisierung, IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

**Tabelle 6-3: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Windenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Windenergie nach Berufen

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	1.388	1.233	1.377	2.579	1.161
Aufsicht – Unternehmensorganisation/-strategie	737	640	861	1.236	898
Bauelektrik – Fachkraft	1.271	1.039	711	790	549
Elektrische Betriebstechnik – Fachkraft	943	606	494	470	341
Technische Forschung, Entwicklung (o. S.) – Expert:in	563	345	364	371	202
Mechatronik – Spezialist:in	315	378	356	449	272
Büro-, Sekretariatskräfte (o. S.) – Fachkraft	348	256	337	490	295
Elektromaschinentechnik – Fachkraft	439	317	179	315	166
Maschinenbau-, Betriebstechnik (o. S.) – Fachkraft	370	230	259	293	167
Elektrotechnik (o. S.) – Expert:in	398	266	167	278	179

o. S.: ohne Spezialisierung, IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

**Tabelle 6-4: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und Solarenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Windkraft und Solarenergie nach Berufen

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)
Aufsicht – Unternehmensorganisation/-strategie	276	385	634	1.095	905
Büro-, Sekretariatskräfte (o. S.) – Fachkraft	129	142	176	309	211
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	96	128	163	362	204
Technische Forschung, Entwicklung (o. S.) – Expert:in	109	80	146	230	124
Regenerative Energietechnik – Expert:in	47	86	91	228	132
Bauelektrik – Fachkraft	81	131	70	165	118
Elektrische Betriebstechnik – Fachkraft	70	109	91	178	97
Buchhaltung – Spezialist:in	69	41	92	177	129
Elektrotechnik (o. S.) – Spezialist:in	44	44	87	161	149
Vertrieb (außer IKT) – Spezialist:in	46	43	139	156	101

o. S.: ohne Spezialisierung, IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

**Tabelle 6-5: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und/oder Solarenergie nachgefragten Berufe**

Anzahl der Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zu Wind- und/oder Solarenergie nach Berufen

	2019	2020	2021	2022	2023 (1. HJ)
Sanitär, Heizung, Klimatechnik – Fachkraft	3.300	4.695	6.150	6.657	4.225
Bauelektrik – Fachkraft	3.972	4.687	3.729	6.377	5.171
Aufsicht – Unternehmensorganisation/-strategie	1.926	2.209	3.521	6.018	4.192
Regenerative Energietechnik – Spezialist:in	2.160	2.132	2.604	4.301	2.265
Elektrische Betriebstechnik – Fachkraft	1.591	1.475	1.507	2.295	1.735
Büro- und Sekretariatskräfte – Fachkraft	1.221	1.145	1.575	2.692	1.955
Dachdeckerei – Fachkraft	892	1.469	1.582	1.684	1.868
Vertrieb (außer IKT) – Spezialist:in	1.275	1.271	1.197	2.161	1.185
Technische Forschung, Entwickl. (o. S.) – Expert:in	1.183	876	1.206	1.674	1.106
Aufsicht – Elektrotechnik	499	630	856	2.004	1.406

IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft auf Basis von Jobmonitor-Daten

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Begriffsbeispiele aus dem Wörterbuch .....	6
Tabelle 4-1: Top-10-Berufe der Wind- und/oder Solarenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen .....	20
Tabelle 4-2: Top-10-Berufe der Solarenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen .....	23
Tabelle 4-3: Top-10-Berufe der Windenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen.....	25
Tabelle 4-4: Top-10-Berufe der Solar- und Windenergie nach ihrer Bedeutung in den Berufen .....	27
Tabelle 6-1: KldB-Nummern relevanter Berufe.....	36
Tabelle 6-2: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Solarenergie nachgefragten Berufe .....	37
Tabelle 6-3: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Windenergie nachgefragten Berufe .....	38
Tabelle 6-4: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und Solarenergie nachgefragten Berufe.....	39
Tabelle 6-5: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und/oder Solarenergie nachgefragten Berufe .....	40

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Ausbaustand und Zubau der Windenergie auf Bundeslandebene.....	10
Abbildung 3-2: Ausbaustand und Zubau der Photovoltaik auf Bundeslandebene .....	11
Abbildung 3-3: Bruttobeschäftigung durch Erneuerbare Energien.....	13
Abbildung 4-1: Immer mehr Stellenanzeigen für Tätigkeiten rund um Windkraft und/oder Solarenergie.....	15
Abbildung 4-2: Identifizierte Stellenausschreibungen mit konkretem Bezug zur Wind- und Solarenergie.....	16
Abbildung 4-3: Anteil der Anzeigen für die 190 Berufe mit konkretem Bezug zur Solar- oder Windenergie .....	17
Abbildung 4-4: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und/oder Solarenergie nachgefragten Berufe (gesamt) .....	19
Abbildung 4-5: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Solarenergie nachgefragten Berufe.....	22
Abbildung 4-6: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Windenergie nachgefragten Berufe .....	24
Abbildung 4-7: Top 10 der in Stellenausschreibungen für Wind- und Solarenergie nachgefragten Berufe .....	26
Abbildung 4-8: Nachgefragte Anforderungsniveaus in den Stellenausschreibungen.....	29
Abbildung 4-9: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Wind- und/oder Solarenergie (Gesamt) in Deutschland .....	30
Abbildung 4-10: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Solarenergie in Deutschland .....	32
Abbildung 4-11: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Windenergie in Deutschland.....	33
Abbildung 4-12: Stellenausschreibungen für Berufe mit Bezug zur Solar- und Windenergie in Deutschland.....	34

## Literaturverzeichnis

Acemoglu, Daron / Hazell, Jonathan / Restrepo, Pascual, 2022, Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies, in: Journal of Labor Economics, 40. Jg., Nr. S1, S. 293–340

Azar, José / Marinescu, Ioana / Steinbaum, Marshall / Taska, Bledi, 2020, Concentration in US labor markets: Evidence from online vacancy data, in: Labour Economics, 66. Jg., Nr. C

AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, 2023, Struktur der Stromerzeugung in Deutschland 2022, Infografik Nr. 2, [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/03/AGEB\\_Infografik\\_02\\_2023\\_Stromerzeugung\\_2022-1.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/03/AGEB_Infografik_02_2023_Stromerzeugung_2022-1.pdf) [29.9.2023]

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2022, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Bestand an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Stichtag 30. Juni 2022)

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), 2023, Metastudie Doppelte Transformation, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/doppelte-transformation> [17.10.2023]

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022, Neuer Schwung für erneuerbare Energien – Das EEG soll den Ausbau der Erneuerbaren massiv beschleunigen, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2022/10/05-neuer-schwung-fuer-erneuerbare-energien.html> [29.9.2023]

BNetzA – Bundesnetzagentur, 2023, Marktstammdatenregister, <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> [04.09.2023]

Bojanowski, Piotr / Grave, Edouard / Joulin, Armand / Mikolov, Tomas, 2017, Enriching Word Vectors with Subword Information, in: Transactions of the Association for Computational Linguistics, 5. Jg., S. 135–146

BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V., 2023, Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik), [https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2022/02/bsw\\_faktenblatt\\_photovoltaik.pdf](https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2022/02/bsw_faktenblatt_photovoltaik.pdf) [5.10.2023]

Bundesregierung, 2023, Mehr Energie aus erneuerbaren Quellen, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/energiewende-beschleunigen-2040310> [29.9.2023]

Burstedde, Alexander / Flake, Regina / Jansen, Anika / Malin, Lydia / Risius, Paula / Seyda, Susanne / Schirner, Sebastian / Werner, Dirk, 2020, Die Messung des Fachkräftemangels, IW-Report, Nr. 59, Köln

Carnevale, Anthony P. / Jayasundera, Tamara / Möller, Timo, 2014, Understanding Online Job Ads Data: A Technical Report, [https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/OCLM.Tech\\_Web.pdf](https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/OCLM.Tech_Web.pdf) [2.10.2023]

dena – Deutsche Energieagentur, 2022, Beschaffungsstrategien für grünen Strom, [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/dena\\_Marktoffensive\\_Abnahmeleitfa-den\\_2022.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/dena_Marktoffensive_Abnahmeleitfa-den_2022.pdf) [18.10.2023]

Deutsche Windguard, 2023a, Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland – Jahr 2022, [https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/06-zahlen-und-fakten/20230116\\_Status\\_des\\_Offshore-Windenergieausbaus\\_Jahr\\_2022.pdf](https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/06-zahlen-und-fakten/20230116_Status_des_Offshore-Windenergieausbaus_Jahr_2022.pdf) [29.9.2023]

Deutsche Windguard, 2023b, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland – Erstes Halbjahr 2023 [https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto\\_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2023/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land\\_Halbjahr%202023.pdf](https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2023/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Halbjahr%202023.pdf) [4.10.2023]

DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung / DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt / GWS – Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung, 2022, Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien 2000 bis 2021, Stand: Mai 2022, 220512 EE-Beschaeftigte-2000-2021 Web.xlsx, [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihe-der-beschaefigungszahlen-seit-2000.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihe-der-beschaefigungszahlen-seit-2000.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [2.10.2023]

ESCO, 2022, Green Skills and Knowledge Concepts: Labelling the ESCO classification, Technical Report

EWI – Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, 2022, Implikationen des geplanten Zubaus erneuerbarer Energien gemäß Osterpaket und EEG 2023, Köln

Fischer, Andreas / Bakalis, Dennis / Schaefer, Thilo / Schmitz, Edgar, 2023, Die Bedeutung der Verfügbarkeit von Erneuerbaren Energien als Standortfaktor in Deutschland, Gutachten in Zusammenarbeit mit EPICO Klimainnovation (Hrsg.), Institut der deutschen Wirtschaft und Stiftung KlimaWirtschaft, Köln

Herdin, Gunvald / Baskaran, Rahkavee / Fingerhut, Jana / Müller, Johannes, 2023, Das große Berufe-Ranking. Wie sich die Nachfrage nach Berufen in Deutschland verändert, Gütersloh

Hüther, Michael / Küper, Malte / Schaefer, Thilo, 2023, Zukunft Erdgas. Wie viel brauchen wir noch und was kommt dann?, IW-Policy Paper, Nr. 5, Köln

IRENA – International Renewable Energy Agency, 2023, Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2023, <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023> [5.10.2023]

Khaouja, Imane / Kassou, Ismail / Ghogo, Mounir, 2021, A Survey on Skill Identification From Online Job Ads, in: IEEE Access, Nr. 9, S. 118134-118153

Koneberg, Filiz / Jansen, Anika / Kutz, Vico, 2022, Energie aus Wind und Sonne. Welche Fachkräfte brauchen wir?, Kofa-Studie Nr. 3, Köln

Mertens, Armin / Burstedde, Alexander / Goecke, Henry / Metzler, Christoph / Sträfling, Nicole, 2023, Kompetenzen und Berufe in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie. Was Arbeitgeber suchen. Gutachten im Auftrag der Bertelsmann Stiftung, Gütersloh

Mikolov, Tomas, et al., 2013, Efficient estimation of word representations in vector space, arXiv preprint arXiv:1301.3781

Müller, Johannes, 2022, Jobmonitor.de: Datenaufbereitung, Anreicherung und Berechnung der Metriken, Methodenbericht

Nakayama, Hiroki et al., 2018, doccano: Text Annotation Tool for Human, <https://github.com/doccano/doccano> [6.9.2023]

Noack, Martin / Ziegler, Matthias / Müller, Johannes, 2022, Kompetenzwandel in Krisenzeiten – Welche Soft Skills jetzt zählen, Gütersloh

Noack, Martin / Müller, Johannes, 2023, Mehr Fachkräfte in jeder Region – Deckung des regionalen Fachkräftebedarfs durch Teilqualifikationen, Gütersloh

O\*NET, 2010, O\*NET Green Task Development Project

Paulus, Wiebke / Matthes, Britta, 2013, „Klassifikation der Berufe: Struktur, Codierung und Umsteigeschlüssel“, FDZ-Methodenreport 201308 (de), Nürnberg

Pfeiffer, Iris / Weber, Heiko (Hrsg.), 2023, Zum Konzept der Nachhaltigkeit in Arbeit, Beruf und Bildung – Stand in Forschung und Praxis, Bonn

Rehm, Tobias / Schneiders, Thorsten, 2022, Technologie-Screening: Smart Energy Technologien für Haushalte, [https://epb.bibl.th-koeln.de/files/1989/Technologie-Screening\\_Smart\\_Energy\\_Haushalte.pdf](https://epb.bibl.th-koeln.de/files/1989/Technologie-Screening_Smart_Energy_Haushalte.pdf) [16.11.2023]

Siegel, Melanie / Bond, Francis, 2021, OdeNet: compiling a GermanWordNet from other resources, in: Proceedings of the 11th Global Wordnet Conference, University of South Africa, S. 192–198

UBA – Umweltbundesamt, 2020, Erneuerbare Energien, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien> [29.9.2023]

UBA, 2022, Indikator: Beschäftigte im Bereich Erneuerbare Energien, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-beschaeftigte-im-bereich-erneuerbare> [2.10.2023]

Wendland, Finn, 2023, Green Jobs: Fachkräftemangel bremst Energiewende, <https://www.iwd.de/artikel/green-jobs-fachkraeftemangel-bremst-energiewende-591512/> [29.9.2023]