



STUDIE 03/2022

Energie aus Wind und Sonne

Welche Fachkräfte brauchen wir?

Autorinnen/Autoren

Dr. Lydia Malin
Dr. Anika Jansen
Vico Kutz

Kontakt Daten

Dr. Anika Jansen
Telefon: 0221 4981681
E-Mail: jansen@iwkoeln.de

Mehr Informationen auf

www.kofa.de

E-Mail: fachkraefte@iwkoeln.de

Telefon: 0221-4981-543

twitter.com/KOFA_de

facebook.com/Personalarbeit

linkedin.com/company/kofa-kompetenzzentrum-fachkräftesicherung

Inhalt

Das Wichtigste in Kürze	4
1 Einleitung	7
2 Daten und Methoden	7
2.1 Datenerhebung mittels qualitativer Interviews	8
2.2 Auswertung der qualitativen Interviewdaten und Einordnung der Ergebnisse	9
2.3 Methodik der Berechnung von Fachkräfteengpässen	9
3 Welche Fachkräfte werden (für den Ausbau) in der Solarenergie benötigt?	10
3.1 Tätigkeitsfelder der Solarenergie	11
3.2 Überblick	13
4 Welche Fachkräfte werden (für den Ausbau) in der Windenergie benötigt?	13
4.1 Tätigkeitsfelder der Windenergie	14
4.2 Überblick	16
5 Fachkräftemangel in der Solar- und Windenergie	17
5.1 Die Entwicklung des Arbeitsmarkts in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie	17
5.2 Die Solar- und Windenergie-Berufe mit dem größten Fachkräftemangel	19
5.3 Die Ausbildungssituation in relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie	21
6 Fazit	23
7 Handlungsempfehlungen	24
7.1 Für Unternehmen	24
7.2 Für die Politik	25
Abbildungen	27
Tabellen	27
Literatur	28
Anhang	30

Das Wichtigste in Kürze

Mehr Tempo beim Ausbau von Wind- und Solarenergie erfordert mehr Fachkräfte

Um die Ziele des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in Wind- und Solarenergie bis zum Jahr 2030 zu erreichen, müssen die jährlichen Ausbauraten in Richtung einer klimaneutralen Energieversorgung in den kommenden Jahren um ein Vielfaches gesteigert werden. Um diese Leistungssteigerungen zu ermöglichen, muss die Zahl der eingesetzten Fachkräfte in den verschiedenen Tätigkeitsfeldern der Solar- und Windenergie entsprechend stark steigen.

Anhand von qualitativen Expert:innen-Interviews sowie Arbeits- und Ausbildungsmarktanalysen zeigt diese Studie zum einen auf, welche Fachkräfte benötigt werden, und zum anderen, wie es um die Verfügbarkeit dieser Fachkräfte aktuell steht. Neben der Gewinnung bereits passend qualifizierter Fachkräfte für die Wind- und Solarenergie gilt es, weitere Fachkräfte für diese Aufgabe zeitnah zu qualifizieren und mehr Nachwuchskräfte für eine Ausbildung in diesem Bereich zu gewinnen.

Für den Ausbau der erneuerbaren Energien werden viele Berufe benötigt, die auch in anderen Branchen gesucht werden und bereits jetzt knapp sind

In den identifizierten 190 Berufen, die für den Ausbau der Wind- und Solarenergie relevant sind, beträgt die Fachkräftelücke 216.252 Personen im Jahresdurchschnitt 2021/2022. Das bedeutet, dass über alle relevanten Berufe hinweg sehr viele offene Stellen in allen Branchen rein rechnerisch bereits heute nicht besetzt werden können, da es in ganz Deutschland keine passend qualifizierten Arbeitslosen dafür gibt. Dies betrifft neben der Solar- und Windenergie beispielsweise auch das Baugewerbe, das Verarbeitende Gewerbe und das Handwerk, in denen Unternehmen die gleichen Berufsqualifikationen nachfragen. Vor dem Hintergrund des bereits bestehenden Fachkräftemangels und der Konkurrenz zwischen Branchen dürfte angesichts der ambitionierten Ausbauziele für die Energiewende ein noch höherer Fachkräftemangel resultieren. Hinzu kommen weitere politisch vereinbarte Ziele – beispielsweise im Bereich der E-Mobilität und der Energieeffizienz-Sanierung –, durch die diese Entwicklung weiter verstärkt werden dürfte.

Beim Ausbau der Solarenergie in Privathaushalten kommen vor allem Handwerker:innen, in größeren Solarparks zusätzlich Ingenieur:innen zum Einsatz

Der Fachkräftebedarf für den Ausbau der Solarenergie ist vielseitig: Von Handwerker:innen auf Gesell:innenniveau über Meister:innen und Techniker:innen bis hin zu Ingenieur:innen werden Fachkräfte gebraucht. Da die Solarenergie im Vergleich zur Windenergie auch für die private Eigenstromversorgung etabliert ist, kommen bei der Installation von Photovoltaikanlagen viele Handwerksbetriebe zum Einsatz. Vor allem Dachdecker:innen oder Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen installieren die Anlagen auf Dachflächen, während Elektriker:innen die Anlagen ans Stromnetz anschließen. Aber auch andere Gewerke, die zum Teil mit angelernten Helfer:innen arbeiten, beispielsweise in Solateur-Unternehmen, kommen bei der Installation zum Einsatz.

Den Bau von größeren gewerblichen Solarparks übernehmen meist elektrotechnische Fachkräfte, aber auch angelernte Helfer:innen, da die Anlagen dort meist am Boden statt auf dem Dach montiert werden. Für den Anschluss und die Instandhaltung werden ausgebildete Elektriker:innen benötigt. Darüber hinaus arbeiten Ingenieur:innen aus den Bereichen Elektrotechnik, Bauplanung und Informatik an der Konzeption, Wartung und dem Betrieb von Solarparks. Der Fachkräftebedarf für die Fertigung von Solarmodulen ist in Deutschland derzeit gering, da die Produktion weitestgehend ins Ausland verlagert wurde.

Beim Ausbau der Windenergie kommen vor allem Ingenieur:innen, Servicetechniker:innen und Fachkräfte aus Bauberufen zum Einsatz

Für den Ausbau der Windenergie besteht ein heterogenerer Fachkräftebedarf als in der Solarenergie: Für die Konzeption und Bauplanung von Windparks an Land oder auf dem Meer benötigen Unternehmen akademisch qualifiziertes Personal wie Maschinenbauingenieur:innen, aber auch Umweltwissenschaftler:innen, Meteorolog:innen und Bauplaner:innen. Für die industrielle Fertigung von Windanlagen werden Fachkräfte mit akademischen und beruflichen Abschlüssen in technischen Berufen wie Maschinenbau, (Industrie-)Elektrik und Schweißtechnik eingesetzt. Akademisch und beruflich qualifizierte Logistiker:innen und Berufskraftfahrer:innen kümmern sich um die Logistik und den Transport von Bauteilen.

Für Windkraftanlagen auf dem Meer werden zudem nautische Fachkräfte beschäftigt. Auch der Bau einer Windkraftanlage erfordert viele Fachkräfte sowohl mit beruflichen als auch akademischen Abschlüssen aus den Bereichen Metallbau, Hochbau, Tiefbau, Beton- und Stahlbau, Wasserbau und Bauelektrik. Für den Betrieb und die Wartung von Anlagen werden darüber hinaus Servicetechniker:innen eingesetzt, die meist über einen technischen oder handwerklichen Berufsabschluss verfügen (z. B. Elektro- und Energietechnik, Mechanik, IT). Aber auch IT-Expert:innen und Ingenieure:innen (z. B. aus den Fachrichtungen Maschinenbau oder Elektrotechnik) werden für die Wartung und den Betrieb eingesetzt.

In beiden Technologiefeldern werden darüber hinaus Expert:innen für das Stromnetz, für die Forschung und Entwicklung sowie Fachkräfte für Genehmigungsverfahren benötigt

Sowohl in der Solar- als auch in der Windenergie arbeiten Expert:innen aus der Elektronik, Informatik und Elektrotechnik an der Stabilität des Stromnetzes und der Effizienz der Stromnutzung. Dieselben Expert:innen sind auch in der Forschung und Entwicklung der beiden Technologien aktiv. Auch in der Verwaltung gibt es einen Fachkräftebedarf im Zuge des Ausbaus von Solar- und Windenergie. Zum Beispiel bei Sachbearbeiter:innen und MINT-Fachleuten in Genehmigungsbehörden, aber auch bei Jurist:innen und Wirtschaftsingenieur:innen, die bei Finanzdienstleistern und Versicherungen arbeiten. Darüber hinaus arbeiten in der Solar- und Windenergie auch Expert:innen der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, zum Beispiel Sozialwissenschaftler:innen, die Bürgerdialoge führen.

Größte Fachkräftelücken bestehen derzeit in der Bauelektrik, der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie der Informatik

Unter den für den Ausbau der Solar- und Windenergie relevanten Berufen ist die Fachkräftelücke in der Bauelektrik aktuell am größten, die aber auch in anderen Branchen benötigt werden. Dort fehlten 16.974 Fachkräfte im Jahresdurchschnitt 2021/2022. In der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik fehlten weitere 14.013 Fachkräfte. In beiden Berufen können derzeit rund 80 Prozent der offenen Stellen rein rechnerisch nicht besetzt werden. Neben diesen handwerklichen Berufen steht der Fachkräftemangel bei Informatik-Expert:innen an dritter Stelle: Dort können 13.638 offene Stellen rein rechnerisch nicht besetzt werden, was fast 90 Prozent aller offenen Stellen in diesem Beruf entspricht.

Elektrik-Fachkräfte sind das Nadelöhr für die Energiewende

Ein Schlüsselberuf in der Wind- und Solarenergie-Branche sind Elektrik-Fachkräfte. Gelernte Elektriker:innen werden von vielen Interviewten als „Flaschenhals“ bezeichnet, da ihre Qualifikation aufgrund der gesetzlichen Regelungen und des Arbeitsschutzes für die Arbeiten mit Starkstrom alternativlos ist. Zudem ist die Nachfrage nach Elektriker:innen auch in vielen anderen Branchen sehr hoch. Im Zuge der Energiewende ergeben sich für das Berufsbild immer vielfältigere Aufgaben. Im Rahmen der Interviews wurden deshalb viele verschiedene Elektrik-Berufe aufgezählt.

Interesse an Ausbildung im Zukunftsberuf der Elektrik gestiegen, aber noch nicht ausreichend

Elektrik-Fachkräfte stellen nicht nur für den Ausbau der Solar- und Windenergie einen der zentralsten Schlüsselberufe dar – auch für andere Zukunftsbereiche wie E-Mobilität und Energieeffizienz sind sie essenziell. Die Zukunftsträchtigkeit des Ausbildungsberufs Elektroniker:in der Energie- und Gebäudetechnik zeigt sich in einem seit zehn Jahren steigenden Ausbildungsangebot und in einem ebenfalls steigenden Interesse junger Menschen an diesen Ausbildungsplätzen. Der Blick auf die aktuellen Fachkräftelücken in der Bauelektrik zeigt jedoch, dass dieser Zuwachs noch nicht ausreicht, die Fachkräftebedarfe in diesem Beruf abzudecken. Insofern ist es wichtig, das Ausbildungsangebot und das Interesse der jungen Menschen an diesem Beruf auch in Zukunft weiter zu steigern. Dabei können Unternehmen mit guten Übernahme- und Karriereaussichten in einer zukunftsträchtigen Branche werben.

Bedeutung für die Solar- und Windenergie kann bei Vermarktung von Ausbildungsberufen helfen

Im Durchschnitt werden in den meisten Ausbildungsberufen, die für den Ausbau der Solar- und Windenergie notwendig sind, aktuell weniger Ausbildungsplätze angeboten und diese auch weniger nachgefragt als vor der Pandemie oder als noch vor zehn Jahren. Nach dem Corona- und konjunkturbedingtem Einbruch zwischen 2019 und 2021 steigt das Ausbildungsangebot am aktuellen Rand wieder leicht an. Dabei gibt es auch Berufe wie Elektroniker:in der Energie- und Gebäudetechnik, bei denen es Unternehmen gelungen ist, das Ausbildungsangebot zu steigern. Obwohl in den Berufen, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, mehr Ausbildungsplätze nachgefragt als angeboten werden, können nicht alle Ausbildungsstellen besetzt werden.

Zu den Ausbildungsinteressierten zählen Bewerber:innen, die sich bereits eine Alternative zur Ausbildung gesucht haben. Das macht sie zu einer wichtigen Zielgruppe, die für die Ausbildung gewonnen werden sollte. Zudem gilt es, das Matching zwischen AusbildungsbeWERBER:innen und Betrieben zu verbessern. Viele der Berufe aus dem (bau-)handwerklichen und technischen Bereich werden auf den ersten Blick nicht mit der Rolle, die sie für den Ausbau der Solar- und Windenergie spielen, in Verbindung gebracht. Deshalb könnte es helfen, die Bedeutung der Ausbildungsberufe für die Energiewende bei der Suche nach Auszubildenden zu betonen – um die Attraktivität der Ausbildungsberufe zu erhöhen und neue Zielgruppen für sie zu gewinnen.

Fachkräfte für die Energiewende qualifizieren

Die für die Energiewende benötigten Kompetenzen können durch Aus- und Fortbildung, Studium, Umschulung oder Weiterbildung erworben werden. Gerade im Bereich Solarenergie spielt die Weiterbildung von Ungelernten und Fachkräften zum Solateur:in für die Montage von Solarmodulen eine wichtige Rolle. Insbesondere bei der Weiterbildung von Geringqualifizierten sollte geprüft werden, inwiefern vermehrt Teilqualifikationen eingesetzt werden können, die eine schnelle Einsatzfähigkeit aber auch perspektivisch den Erwerb eines Berufsabschlusses ermöglichen.

Frauen bieten noch ungenutzte Potenziale für die Energiewende

Frauen sind in den Berufen, die für den Ausbau der Solar- und Windenergie besonders benötigt werden und in denen es bereits jetzt die größten Fachkräftelücken gibt, bislang deutlich unterrepräsentiert. So lag der Frauenanteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Jahr 2021 in neun der 15 relevanten Berufe mit dem größten Fachkräftemangel unter zehn Prozent. Mit 0,4 bis 1,5 Prozent Frauenanteil gibt es am wenigsten weibliche Beschäftigte in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, dem Metallbau und der Bauelektrik – diese drei Berufe setzen eine duale Ausbildung voraus. Aber auch unter den relevanten akademisch-qualifizierten Berufen sind Frauen häufig unterrepräsentiert: so zum Beispiel in der Aufsicht und Führung im Bereich Bauplanung und Architektur (6,5 Prozent Frauenanteil), aber auch in der Elektrotechnik (7,4 Prozent) und Softwareentwicklung (12,6). Frauen sind daher stärker in den Blick zu nehmen, um mehr Fachkräfte für die Energiewende zu gewinnen. Unternehmen und Politik sollten deshalb in die klischeefreie berufliche Orientierung und Förderung von Frauen zur Gestaltung der Energiewende investieren.

Politik und Unternehmen werben für die Attraktivität der Berufe in den erneuerbaren Energien

Bereits jetzt gibt es Kampagnen und Maßnahmen, um das Interesse an Berufen erneuerbarer Energien zu wecken. Politik sollte weiterhin dafür werben, dass die erneuerbaren Energien gesellschaftlich akzeptiert werden und Aus- und Weiterbildungen in den dafür benötigten Berufen als eine sichere und attraktive Karriereoption wahrgenommen werden. Junge Menschen sollten über „grüne“ Karriereoptionen innerhalb einer frühen Berufsorientierung informiert werden. Entsprechende Kampagnen und Maßnahmen sollten regelmäßig evaluiert werden und auf ihre Passgenauigkeit überprüft werden.

1. Einleitung

Um die Klimakrise zu beherrschen, ist es notwendig die gegenwärtige Erderhitzung zu bremsen. Weltweit haben sich die Staaten daher im Pariser Abkommen verpflichtet, die Erhitzung auf unter 2 Grad, möglichst auf 1,5 Grad zu begrenzen. Dies gelingt nur mit einem weltweiten zügigen Ausbau erneuerbarer Energien und einer Ausrichtung vor allem wirtschaftlicher Prozesse auf Klimaneutralität. Deutschland will bis 2045, die EU insgesamt bis 2050 Klimaneutralität erreichen. Erneuerbare Energien sind Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft. Da diese weniger Treibhausgase ausstoßen, tragen sie zur Begrenzung der globalen Erwärmung und damit zum Klimaschutz bei. Auch die EU hat beschlossen, dass bis Ende des Jahrzehnts 40 Prozent der Energie in der EU aus erneuerbaren Quellen kommen sollen.

Im Rahmen des sogenannten „Osterpakets“ wurden am 6. April 2022 mehrere Gesetzesvorlagen zum beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien verabschiedet (Bundesregierung, 2022a). Darin wird in der neuesten Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes das Ziel gesetzt, dass im Jahr 2030 die Leistung¹ der Windenergie an Land 115.000 Megawatt (MW) betragen soll. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine jährliche Ausbaurate der Windenergie an Land mit einer Leistung von 10.000 MW angestrebt (EEG, 2022). Zudem wurde in der Novelle zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes das Ziel beschlossen, im Jahr 2030 30.000 MW aus Offshore-Windenergie zu gewinnen (Bundesregierung, 2022b). Trotz effizienterer Windkraftanlagen ist davon auszugehen, dass der verstärkte Ausbau von Windenergieanlagen den Fachkräftebedarf in dieser Branche steigern wird. Für die Solarenergie wird das Ziel gesetzt, dass im Jahr 2030 die Leistung aller Photovoltaik-Anlagen 215.000 MW betragen soll. Dafür wird eine jährliche Ausbaurate der Solarenergie mit einer Leistung von 22.000 MW angestrebt (EEG, 2022). Bis 2030 will Deutschland 80 Prozent seines Stromes aus erneuerba-

ren Quellen gewinnen. Um dies zu erreichen, muss auch hier die Zahl der eingesetzten Fachkräfte entsprechend stark steigen.

Der Erfolg der politischen Vorhaben hängt auch von der ausreichenden Verfügbarkeit von passend qualifizierten Fachkräften für deren Umsetzung ab. So werden die Auswirkungen der Dekarbonisierung und Tätigkeiten im Ausbau erneuerbarer Energien auch explizit in der im Oktober 2022 veröffentlichten Fachkräftestrategie der Bundesregierung adressiert (BMAS, 2022). Die Fachkräftestrategie zeigt prioritäre Handlungsfelder für die Fachkräftesicherung auf und setzt dabei breit an. Sie zielt auf Maßnahmen in den Feldern Aus- und Weiterbildung ab, die Erhöhung der Erwerbsbeteiligung insbesondere bei Frauen und Älteren, die Verbesserung der Arbeitsqualität und nicht zuletzt eine moderne Einwanderungspolitik. Alles Bereiche mit großer Relevanz für die Wind- und Solarbranchen. Doch welche Fachkräfte sind es, die für den Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt werden? Und welche Herausforderungen ergeben sich für die Branchen? Die vorliegende Studie analysiert die aktuelle Fachkräftesituation in der Solar- und Windenergie und zieht Schlussfolgerungen, wie dem Fachkräftemangel begegnet werden kann. Im folgenden Kapitel wird die Datengrundlage und die genutzte Methodik beschrieben. Es werden sowohl quantitative, administrative Daten verwendet als auch qualitative Daten erhoben. In den Kapiteln 3 und 4 wird beschrieben, welche Fachkräfte für den Ausbau der Solar- und Windenergie benötigt werden. Kapitel 5 beschreibt die aktuelle Fachkräftesituation in diesen Berufen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass es sich um eine berufsspezifische und keine branchenspezifische Analyse handelt. Denn die für den Ausbau der Solarenergie relevanten Berufe sind auch in anderen Branchen relevant. Die Studie schließt mit einem Fazit und Handlungsempfehlungen für Unternehmen und Politik.

2. Daten und Methoden

Die vorliegende Studie analysiert die Fachkräftesituation in den beiden Branchen der Solar- und der Windenergie. Es soll ein Überblick erlangt werden, welche Fachkräfte in diesen Branchen für die weitere Umsetzung der Energiewende benötigt werden, wie deren Verfügbarkeit auf dem Arbeitsmarkt ist und in welchen Berufen Engpässe bestehen. Um diese Fragestellungen zu beantworten, wurde zuerst abgegrenzt, welche Berufe für die Solar-

und Windenergie zentral sind. Dazu wurde ein qualitatives Forschungsdesign, bestehend aus Expert:innen-Interviews mit anschließender Inhaltsanalyse, angewandt. Die so gewonnenen Informationen über relevante Berufe in den beiden Branchen wurden nach der inhaltsanalytischen Aufbereitung in die Logik der Klassifikation der Berufe (KldB) übersetzt. So wurden die Ergebnisse an die deutsche Arbeitsmarktstatistik anschlussfähig gemacht.

Diese Übertragung wurde den Gesprächspartner:innen vorgelegt und durch diese validiert. Auf dieser Grundlage konnte die Arbeitsmarktsituation in den relevanten Berufen mit Hilfe der IW-Fachkräftedatenbank analysiert werden und so Fachkräfteengpässe identifiziert werden.

Eine ausführliche Darstellung der qualitativen Datenerhebung (2.1) und -auswertung (2.2) sowie die IW-Methodik der Berechnung von Fachkräfteengpässen (2.3) kann den folgenden Unterkapiteln entnommen werden.

2.1 Datenerhebung mittels qualitativer Interviews

Für die Identifikation der relevanten Berufe der Solar- und der Windenergie wurde mit den Expert:innen-Interviews ein qualitatives Vorhaben gewählt. Vorteil dieses Vorgehens ist, dass die wichtigen Berufe von Expert:innen aus der Praxis berichtet und umschrieben werden und keine Auswahl oder Vorsortierung durch Vorannahmen der Forschenden stattfindet. Im Gegensatz zu einer hierarchischen Entscheidung entlang der KldB konnten bei den qualitativen Interviews auch weichere Kontextinformationen gewonnen werden. Hierzu gehört zum Beispiel, welche Rolle ein bestimmtes Berufsprofil für die jeweilige Technologie einnimmt, ob es Tätigkeiten gibt, die nur von Personen eines bestimmten Berufs oder einer bestimmten Berufsgruppe erledigt werden können oder in welcher Zahl bestimmte Fachkräfte beschäftigt werden. Als Erhebungsinstrument diente ein Interviewleitfaden, der die relevanten Themen und Aspekte für die Fragestellung enthielt. Dieser wurde flexibel in beiden Branchen mit den unterschiedlichen Gesprächspartner:innen eingesetzt. Die Auswahl der Interviewpartner:innen sollte möglichst unterschiedliche Perspektiven bei der Identifikation der relevanten Berufe berücksichtigen. Für die Auswahl der Interviewpartner:innen wurde durch ein sogenanntes „theoretisches Sampling“ angestrebt. Beim theoretischen Sampling werden immer

wieder neue Ansprechpartner:innen gesucht, bis eine theoretische Sättigung erreicht ist, das heißt, bis immer wieder dieselben Berufe genannt wurden. Bei der Rekrutierung von Interviewpartner:innen kam auch das Schneeballprinzip zur Anwendung, indem die Expert:innen im Anschluss an das Gespräch gefragt wurden, welche anderen Perspektiven und ggf. Institutionen bedacht werden sollten, um die Situation in der Branche gut abzubilden. Die Interviews wurden per Videokonferenz von zwei Forscherinnen durchgeführt. Das Gespräch wurde protokolliert und den Befragten nach Abschluss des Interviews zur Korrektur und Freigabe zugeschickt. Ein Interview fand wegen zeitlicher Restriktionen des Interviewpartners nur schriftlich statt, das heißt, es wurde ein am Leitfaden orientierter Fragebogen ausgefüllt.

Im Rahmen der Datenerhebung wurden insgesamt 19 Interviews mit Expert:innen verschiedener Perspektiven entlang der Wertschöpfungskette der Solar- und Windenergie durchgeführt. Dabei wurden sechs Interviews mit Expert:innen aus der Windenergie und sieben mit Expert:innen aus der Solarenergie geführt. Die weiteren sechs Interviewpartner:innen waren technologieübergreifende Expert:innen und konnten Berufe für beide Technologien benennen. Das Sample der Interviews setzte sich dabei wie folgt zusammen:

Tabelle 1: Sample der Expert:innen nach Institution

Institution	Solarenergie	Windenergie	Solar- und Windenergie	Insgesamt
Verbände	3	3	1	7
Forschung und Entwicklung	1	0	2	3
Unternehmen	3	2	2	7
Banken	0	0	1	1
(Weiter-)Bildung und Qualifizierung	0	0	1	1
Summe	7	5	7	19

Quelle: KOFA-Interviews 2022, eigene Darstellung

2.2 Auswertung der qualitativen Interviewdaten und Einordnung der Ergebnisse

Die Gesprächsprotokolle der qualitativen Interviews wurden nach der Freigabe inhaltsanalytisch ausgewertet. Dabei wurde der Text deduktiv nach den Kategorien „Berufsbezeichnung“, „Arbeitsbereiche“, „Tätigkeiten“, „Typische Ausbildung“ und „Eventuell benötigte Zusatzqualifikation oder Arbeitserfahrung“ analysiert und in Tabellenform strukturiert. Jeder Berufsbenennung wurde im Anschluss – wenn möglich – eine passende KldB-Nummer zugeordnet. Um die qualitativen Nennungen, die eher den umgangssprachlichen Bezeichnungen aus der Alltagspraxis folgen, in eine passende Berufsgattung der KldB einzusortieren, wurde das Systematische Verzeichnis der Berufe und die Liste aller Einzelberufe nach den vom Interviewten genannten Stichworten durchsucht. Besonders unklare oder unspezifische Aussagen, die sich nicht eindeutig oder auch nur näherungsweise

zuordnen ließen, wurden nicht in die KldB überführt. Diese (wenigen) Fälle wurden somit von der finalen Berufeliste – der Grundlage für die Berechnung der Fachkräfteengpässe – ausgeschlossen. Die so gewonnene Berufeliste auf KldB-5-Steller-Niveau kann in die Technologien Solar- und Windenergie unterschieden werden und dient als Grundlage für die Fachkräfteanalysen. Nicht immer ist eine eindeutige Zuordnung zu einer Technologie möglich, denn einige Berufsgattungen sind sowohl für die Solar- als auch Windenergie relevant, wie beispielsweise die Bauelektrik-Fachkraft.

Die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse bilden keine repräsentative Abbildung der Grundgesamtheit aller Berufe in der Solar- und Windenergie ab und erheben somit keinen Anspruch auf eine vollständige Abbildung der relevanten Berufe in der Branche.

2.3 Methodik der Berechnung von Fachkräfteengpässen

Für die Analyse des Arbeitsmarkts wird die von Burstedde et al. (2020) vorgestellte Methodik zur Hochrechnung der offenen Stellen und der Bestimmung von Fachkräfteengpässen verwendet. Der Begriff Fachkräftemangel wird wie folgt definiert: „Ein Fachkräftemangel liegt dann vor, wenn das Angebot an passend qualifizierten Arbeitskräften in einem bestimmten Beruf in einer bestimmten

Region kleiner ist als die Arbeitsnachfrage der Arbeitgeber“ (Burstedde et al., 2020, 6). Die passende Qualifikation umfasst dabei sowohl die Berufsfachlichkeit als auch das Anforderungsniveau der Stelle (Tabelle 2). Das Anforderungsniveau einer Stelle beschreibt die Qualifikation, die zur Ausübung der Tätigkeit typischerweise erforderlich ist.

Tabelle 2: Anforderungsniveau

Anforderungsniveau	Bezeichnung	Typische Qualifikation
1	Helfer:in	ohne formale Berufsqualifikation
2	Fachkraft	Berufsausbildung (mindestens zweijährig)
3	Spezialist:in	Fortbildungsabschluss (z. B. Meister:in, Techniker:in, Fachwirt:in) oder Bachelor
4	Expert:in	Diplom, Master oder Promotion

Quelle: KOFA-Darstellung auf Basis der BA – Bundesagentur für Arbeit (2011)

Die **Fachkräftelücke** gibt in absoluten Zahlen an, wie viele passend qualifizierte Arbeitslose in einem Beruf rechnerisch fehlen, um alle offenen Stellen besetzen zu können. Sie ist die Differenz aus offenen Stellen und Arbeitslosen. Gibt es mehr Arbeitslose als Stellen, ist die Fachkräftelücke Null. Die **Stellenüberhangsquote** beschreibt den Anteil an offenen Stellen, die nicht besetzt werden können, an allen offenen Stellen. Die Berechnung der Fachkräfteindikatoren geht von einer absoluten Mobilitätsbereitschaft von Arbeitslosen aus, das heißt, dass regionale Distanzen von offenen Stellen und dafür qualifizierten Arbeitslosen nicht berücksichtigt werden. Da beispielsweise nicht jede und jeder Arbeitslose aus Berlin eine Stelle im Allgäu antritt – selbst wenn er oder sie die passende Qualifikation mitbringt, ist der Fachkräftemangel in der Praxis aus Unternehmensperspektive häufig noch größer.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen,

dass es sich bei den Berufen auf KldB-5-Steller-Niveau um sogenannte Berufsgattungen handelt. Berufsgattungen umfassen mehrere Einzelberufe und Tätigkeiten, für die jedoch keine differenzierten Informationen vorliegen. Für die Zuordnung der qualitativen Ergebnisse waren jedoch teilweise die Einzelberufe ausschlaggebend. Da es, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, Überschneidungen zwischen relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie gibt, können die in den folgenden Kapiteln ausgewiesenen Fachkräftelücken **nicht aufsummiert** werden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die identifizierten Berufe für Solar- und Windenergie auch in anderen Branchen relevant sind. Die KldB erfasst nur Berufe, keine Branchenzugehörigkeit. Das heißt, dass die Fachkräftelücken nicht als branchenspezifische, sondern als **branchenübergreifende berufsspezifische Fachkräftelücken** interpretiert werden müssen.

3. Welche Fachkräfte werden (für den Ausbau) in der Solarenergie benötigt?

Um den CO₂ Ausstoß zu verringern und so die Klimakrise zu beherrschen, nimmt in Deutschland der Ausbau von Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) zur Nutzung von Solarenergie seit 2001 stetig zu. Während im Jahr 2000 noch wenig Strom durch Photovoltaik erzeugt wurde, wurden im Jahr 2021 insgesamt 49.992 Gigawattstunden (GWh) Strom aus Solarenergie produziert (Umweltbundesamt, 2022a). Damit betrug der Anteil von Solarstrom an der gesamten Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2021 fast 8,7 Prozent (ebd.). Im März 2022 waren in Deutschland 2,2 Millionen PV-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 58.400 MW installiert. Im Vergleich dazu waren es zu Aufzeichnungsbeginn im Januar 2018 nur 1,7 Millionen installierte Anlagen mit einer Leistung von 42.300 Megawatt (Statistisches Bundesamt, 2022). Damit ist die Leistung von PV-Anlagen in den letzten vier Jahren um knapp 16.000 MW gestiegen, im Durchschnitt um 4.000 MW pro Jahr.

In der neuesten Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wird das Ziel gesetzt, dass im Jahr 2030 die Leistung aller Photovoltaik-Anlagen 215.000 MW betragen soll. Dafür wird eine jährliche Ausbaurate der Solarenergie von einer Leistung von 22.000 MW angestrebt (EEG, 2022). Damit ist die benötigte jährliche

Ausbaurate fünfmal so hoch wie die durchschnittliche Ausbaurate der letzten vier Jahre. Dafür ist neben der Installation von PV-Anlagen auf Privatdächern auch der Ausbau von Solarparks nötig. Zudem muss das Stromnetz hierauf vorbereitet werden. Um dies zu erreichen, muss die Zahl der eingesetzten Fachkräfte in den verschiedenen Tätigkeitsfeldern der Solarenergie (Kapitel 3.1) entsprechend stark steigen, vorhandene Fachkräfte gegebenenfalls für diese Aufgabe weiterqualifiziert werden und die Ausbildung des Fachkräftenachwuchses vorangetrieben werden.



Im Folgenden wird zwischen Leistung und Energie differenziert. Die installierte Leistung beschreibt dabei, welche Energiemenge unter konstanten Rahmenbedingungen in einer bestimmten Zeit produziert werden könnte, und wird in Megawatt (MW) angegeben. Im Vergleich dazu beschreibt Energie die tatsächlich produzierte Energiemenge, die zur Verrichtung einer bestimmten Arbeit genutzt werden kann. Energie wird in Gigawattstunden (GWh) angegeben.

3.1 Tätigkeitsfelder der Solarenergie

Kaum noch Produktion in Deutschland

Während die deutsche Solarindustrie bis zum Jahr 2012 eine wichtige Rolle bei der Produktion von Solarmodulen auf dem Weltmarkt spielte, findet die Produktion aktuell vor allem im Ausland, insbesondere in China, statt. Nachdem 2012 die Einspeisevergütungen stark gekürzt wurden, war es für viele deutsche Firmen schwierig, ökonomisch zu bestehen. Einige Expert:innen formulierten den Wunsch, die Produktion wieder nach Deutschland zu holen, um unabhängiger von anderen Ländern zu werden. Auch in der EU gibt es bereits Initiativen, die zum Ziel haben, die Solarproduktion in Europa zu stärken (Europäische Kommission, 2022). Sollte die Solarzellenproduktion nach Deutschland zurückkehren, würden sich dadurch neue Fachkräftebedarfe ergeben, zum Beispiel bei Ingenieur:innen der Automatisierungstechnik, die für die Konzeption und den Betrieb von Produktionsstraßen benötigt werden.

Installation und Wartung von PV-Anlagen auf Privaddächern

Für den Ausbau der Solarenergie werden vor allem Fachkräfte aus dem Handwerk benötigt. Die größte Aufgabe ist derzeit, die Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern zu installieren und an das Stromnetz anzuschließen. Die Montage der PV-Anlage auf dem Dach wird typischerweise von ausgebildeten Dachdecker:innen übernommen. Allerdings ist es sehr schwer, entsprechende Fachkräfte zu finden, sodass teilweise auch auf andere Handwerksberufe ausgewichen wird, zum Beispiel auf Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen. Optimalerweise haben die Fachkräfte eine Weiterbildung zum Solateur absolviert. Zum Beispiel bieten einige Handwerkskammern eine Weiterbildung zur Fachkraft für Solartechnik an (www.hwk-heilbronn.de/FachkraftSolar#inhalte). Diese Weiterbildung kann von Fachkräften verschiedener Gewerke absolviert werden, zum Beispiel der Gewerke Sanitär-, Heizungs-, Klimatechnik, Bau, Dachdecker, Glaser, Elektroinstallateure und Metallbauer.

Für die Montage von PV-Anlagen gibt es keine eigenständige Ausbildung, die sich auf die Solartechnik oder die erneuerbaren Energien fokussiert. Manche Kammern oder Innungen bieten eine Weiterbildung als Solateur:in an. Diese Weiterbildung ist allerdings keine staatlich anerkannte Fortbildung. Im Vergleich zum Anschluss der PV-Anlage an das Stromnetz ist die Montage der Anlage auf dem Dach nicht beruflich reglementiert, das heißt, dass Beschäftigte verschiedener Gewerke/Berufe und verschiedener Qualifikationsniveaus für diese Tätigkeit eingesetzt werden. Einige Befragte schlagen vor, kurze

Qualifizierungswege für die Montage von PV-Anlagen zu schaffen. Bereits jetzt gäbe es in der Branche eine gewisse Offenheit für den Einsatz angelernter Arbeiter:innen, da die Auftragsbücher voll seien und die Nachfrage hoch sei und sonst nicht bedient werden könne.

Insgesamt gab es unter den Befragten unterschiedliche Ansichten zu den notwendigen Qualifikationen für die Montage von PV-Anlagen. Ein Teil der Befragten betonte, dass das Dach als komplexes Gebilde geschützt werden müsse. Dies erfordere spezielle Kenntnisse, die nur im Rahmen einer beruflichen Ausbildung als Dachdecker:in vermittelt werden. Zusätzlich stellt die Montage der PV-Anlagen, die Gleichstrom erzeugen, ein Sicherheitsrisiko dar, wenn dies nicht von qualifizierten Fachkräften begleitet wird. Allerdings wurde von anderen Interviewpartner:innen angemerkt, dass die notwendigen Kenntnisse zur Montage in kürzeren Qualifizierungsprogrammen erlernt werden könnten, da nur ein Bruchteil der Kompetenzen einer Fachkraft als Dachdecker:in benötigt würde. Manche vertraten die Meinung, dass auch angelernte Arbeitskräfte diese Tätigkeit übernehmen könnten. So könnten sowohl Fachkräfte anderer Fachrichtungen als auch Ungelernte die Montage einer PV-Anlage binnen weniger Schulungstage erlernen und so bei der Installation unterstützen. Das schnelle Anlernen von Ungelernten für die Montage wurde vor allem von Unternehmen vertreten, die sich ausschließlich auf den Ausbau der Solarenergie spezialisiert haben.

Ganz eindeutig wird die Frage nach der notwendigen Qualifikation beim Anschluss des Wechselrichters an das Stromnetz beantwortet. Dies kann nur von ausgebildeten Elektroniker:innen durchgeführt werden. Der Anschluss und die Abnahme der Anlage kann von einer bzw. einem Elektriker:in mit Meistertitel oder einem Gesellen oder einer Gesellin in einem Meisterbetrieb erfolgen. Die Verantwortung über den ordnungsgemäßen Anschluss des Wechselrichters trägt derjenige mit dem Meistertitel. Dies ist keine Regelung, die nur für die Solartechnik gilt: Laut Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) §13 dürfen sämtliche Anschlussarbeiten elektrischer Anlagen an das Stromnetz nur durch eine:n Elektriker:in eines eingetragenen Meisterbetriebs vorgenommen werden. Auch den Anschluss der PV-Anlage an den Zählerstand darf nur die Elektrofachkraft durchführen. Da viele Informationen der PV-Anlage elektronisch übermittelt werden, beispielsweise auf Apps, sind hier zusätzliche Qualifikationen im Bereich Nutzung der digitalen Endgeräte und der entsprechenden Software notwendig. Elektroniker:innen sind somit Schlüsselberuf und auch Nadelöhr für den Ausbau der Solarenergie.

Auch die mit zunehmendem Ausbau einhergehenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten können zu einem großen Teil nur durch ausgebildete Elektrofachkräfte durchgeführt werden. Allerdings kam in einigen Interviews zum Ausdruck, dass einige der Instandhaltungsarbeiten, zum Beispiel der Austausch von Modulen, auch mit angelerntem Personal durchzuführen seien.

Planung und Betreuung von Solarparks

Neben der Installation von PV-Anlagen auf Privatdächern werden auch für den Bau und Betrieb von größeren gewerblichen Solarparks, in denen größere (Boden-) Flächen mit Solarpanelen ausgerüstet werden, um im größeren Umfang Strom zu produzieren, Fachkräfte benötigt. Für die Planung und den Betrieb eines Solarparks werden zum Teil andere Fachkräfte gebraucht als für die Installation kleinerer Anlagen in Privathaushalten. Zwar braucht man für das Verbauen der Module ebenfalls beruflich qualifizierte Fachkräfte, aber zusätzlich auch akademisch qualifizierte Fachkräfte, wie Ingenieur:innen aus dem Bereich Elektrotechnik und Maschinenbau, die zum Beispiel für die Verkabelung, Kapazitätsplanung und Konzeption eines Solarparks verantwortlich sind.

Für das Betreiben einer Anlage werden auch häufig Projektmanager:innen gesucht, die sowohl über technisches als auch kaufmännisches Wissen verfügen, zum Beispiel aus dem Wirtschaftsingenieurwesen. Beim Bau von Solarparks werden auch An- und Ungelernte beschäftigt. Die Wartung und Überwachung des Betriebs übernehmen dagegen in der Regel Fachkräfte oder Spezialist:innen aus den Bereichen Mechatronik oder Industriemechanik. Für die Einspeisung des Stroms in das Stromnetz werden hauptsächlich Elektrotechnikingenieur:innen benötigt.

Forschung und Entwicklung, Planung des Stromnetzes und der effizienten Stromnutzung

Neben Fachkräften, die den Ausbau und Betrieb von Solarenergie in Privathaushalten und Solarparks vorantreiben, braucht es Expert:innen, die das Stromnetz auf die Energiewende auslegen. Dies ist notwendig, da die erneuerbaren Energien deutlich volatil sind und je nach Wetterlage (und im Falle privater PV-Anlagen auch Eigenverbrauch) mehr oder weniger Strom in das Stromnetz einspeisen (BMWK, 2022). Deshalb werden zum Beispiel Elektroingenieur:innen benötigt, die sich um die Stabilität des Energienetzes kümmern. Im Vergleich zu traditionellen Technologien zur Stromgewinnung oder der Windenergie gibt es in der Solarenergie ein heterogeneres Spektrum an Stromerzeugern:innen, da es neben größeren gewerblichen Anlagen auch viele kleine Privatanlagen gibt. Insbesondere durch die vielen Privathaushalte mit PV-Anlagen wird die Zahl der Stromeinspeisenden deutlich erhöht. Laut den Expert:innen werden deshalb Ingenieur:innen aus dem Bereich Elektrik und Informatik benötigt, um intelligente Steuerungs- und Regelungstechniken für das Stromnetz, aber auch die Nutzung der selbst erzeugten Energie im Privathaushalt zu erforschen, weiterzuentwickeln und zu implementieren. Dieselben Expert:innen braucht es zudem für die weitere Forschung und Entwicklung.

3.2 Überblick

Im Anschluss an die detaillierte Darstellung der einzelnen Tätigkeitsbereiche und der Fachkräfte, die für diese Tätigkeiten eingesetzt werden, lassen sich die wichtigs-

ten Tätigkeitsbereiche und typischen Berufsbilder oder Qualifikationen in der Solarenergie wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 3: Wichtigste Tätigkeiten und typische Berufe für den Ausbau von Solarenergie

Tätigkeitsbereiche	Typische Berufsbilder oder Qualifikationen
Verkauf und Vertrieb von PV-Anlagen / Beratung	Sowohl technischer als auch kaufmännischer Hintergrund, z. B. Betriebswirtschaftler:innen
Montage und Wartung der PV-Anlagen auf dem Dach	Typischerweise Dachdecker:in, aber auch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen, angelernte Helfer:innen
Anschluss an das Stromnetz	Elektroniker:innen (Fachkraft und Meister:innen)
Planung und Konzeption von Solarparks	Elektrotechnikingenieur:innen, Wirtschaftsingenieur:innen, Maschinenbauingenieur:innen
Wartung und Instandhaltung des Solarparks	Elektroniker:innen (Fachkräfte und Spezialist:innen)
Forschung, Entwicklung und Planung des Stromnetzes und der effizienten Stromnutzung	Akademiker:innen/Ingenieur:innen aus den Bereichen Elektronik, Informatik, Elektrotechnik, Sektorenkopplung

Quelle: KOFA-Interviews 2022, eigene Darstellung

4. Welche Fachkräfte werden (für den Ausbau) in der Windenergie benötigt?

Windkraft gilt unter den erneuerbaren Energien als besonderer Hoffnungsträger, da die Anlagen viel Strom erzeugen können und deshalb traditionelle Technologien, die große Mengen an Strom produzieren, gut ersetzen können. Auf diese Weise kann ein Ausbau der Windenergie den CO₂-Ausstoß verringern. Die Windenergie leistete im Jahr 2021 von allen erneuerbaren Energien den höchsten Anteil der Stromerzeugung (Umweltbundesamt, 2022a): Sie machte fast die Hälfte des Stroms aus erneuerbaren Entergien aus (48,7 Prozent) und

damit ein Fünftel des gesamten erzeugten Stroms in Deutschland (Umweltbundesamt, 2022b). Windenergie kann sowohl durch Windkraftanlagen an Land (Onshore) als auch auf See (Offshore) gewonnen werden. Im Jahr 2021 erzeugten Windkraftanlagen an Land insgesamt 89.747 GWh und damit 15,7 Prozent des gesamten deutschen Stroms. Auf See wurden insgesamt 24.374 GWh, also 4,3 Prozent des gesamten Stroms in Deutschland, erzeugt (Umweltbundesamt, 2022a).

Zum Jahresende 2021 waren in Deutschland 29.731 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 63.924 MW installiert. Der Großteil dieser Anlagen (28.230) war an Land installiert und sie erbrachten eine Leistung von 56.130 MW (Deutsche WindGuard GmbH, 2021a). Zusätzlich zu den Onshore-Anlagen gab es 2021 1.501 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Leistung von 7.794 MW (Deutsche WindGuard GmbH, 2021b). Insgesamt zeigt sich bei Betrachtung der installierten Leistung in den letzten vier Jahren ein Leistungszuwachs um gut 5.000 MW an Land und 2.400 MW auf See. Die durchschnittliche jährliche Ausbaurrate entspricht damit an Land gut 1.250 MW und auf See 600 MW. Nach dem Rekordausbau im Jahr 2017 blieb der Leistungszuwachs in den letzten vier Jahren allerdings auf einem niedrigen Niveau (Umweltbundesamt, 2022a). Der deutliche Rückgang an neu installierten Windkraftanlagen in Deutschland war damit einer der zentralen Gründe für den starken Beschäftigungsabbau in dieser Branche: So sank die Zahl der Beschäftigten in der Windenergie von 2016 auf 2019 von 167.700 auf 122.000 (Umweltbundesamt, 2021). Im Jahr 2021 waren 130.200 Personen in der Windenergie beschäftigt (ebd.).

In der neuesten Novelle des Erneuerbare-Energien-Ge-

setzes (EEG) aus dem Jahr 2022 wird das Ziel gesetzt, dass im Jahr 2030 die Leistung der Windenergie an Land 115.000 MW betragen soll. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine jährliche Ausbaurrate der Windenergie an Land von einer Leistung von 10.000 MW angestrebt (EEG, 2022). Damit ist die benötigte jährliche Ausbaurate acht-mal so hoch wie die durchschnittliche Ausbaurrate in den letzten vier Jahren. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Bundesregierung unter anderem für die Ausweitung der bundesweit ausgewiesenen Landesfläche für Windenergieanlagen die Zielmarke von zwei Prozent der gesamten Landesfläche gesetzlich festgelegt (BMWK, 2022). Aktuell werden ca. 0,5 Prozent der Landesfläche für Windanlagen genutzt. Um das Ziel zu erreichen, werden auch Maßnahmen zur Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung geprüft. Zudem wurde in der Novelle zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes das Ziel beschlossen, im Jahr 2030 30.000 MW aus Offshore-Windenergie zu gewinnen (Bundesregierung, 2022b). Damit wird eine viermal so hohe Leistung wie zum Jahresende 2021 angestrebt. Es ist davon auszugehen, dass der verstärkte Ausbau von Windenergieanlagen den Fachkräftebedarf in dieser Branche steigern wird.

4.1 Tätigkeitsfelder der Windenergie

In der Windenergie ist das Feld der Tätigkeiten und Berufsprofile heterogener als in der Solarenergie, da auch Teile der industriellen Fertigung in Deutschland stattfinden. Darüber hinaus werden für Offshore-Windanlagen andere Fachkräfte benötigt als beim Bau und der Wartung von Landanlagen. Aufgrund der Lage und der damit verbundenen Verantwortung für den Arbeitsschutz brauchen Unternehmen in der Offshore-Windenergie-Branche spezielle Fachkräfte mit zusätzlichen Qualifikationen, körperlicher Fitness und der Bereitschaft zu mehrtägigen Schichtdiensten auf dem Meer. Die Arbeitssprache ist in der Off-shore-Windenergie häufig Englisch, da sie maritim und damit international geprägt ist. Zudem ergeben sich für Unternehmen und Beschäftigte auf Offshore-Windanlagen höhere Prüf- und Qualifizierungsaufwände durch häufige Sicherheitsschulungen der Mitarbeitenden.

Standortbestimmung, Begutachtung und Planung der Anlagen

Sowohl in der Off- als auch der Onshore-Windenergie planen und begutachten Fachkräfte den Standort und das bauliche Konzept der Anlagen. Diese Fachkräfte müssen sicherstellen, dass die Windanlage umweltver-

träglich und minimalinvasiv gelegen ist und möglichst effizient gebaut wird. Dafür werden laut Aussagen der Befragten vor allem Fachkräfte mit einem akademischen Hintergrund benötigt. Diese Expert:innen kommen dabei aus verschiedenen Disziplinen. So werden beispielsweise Expert:innen aus den Bereichen Meteorologie, Geologie, Geografie und Umweltwissenschaften, aber auch Kartograf:innen und Maschinenbauingenieur:innen in dieser Phase der Standortbestimmung und Anlagenplanung eingesetzt. Vereinzelt wurden auch Expert:innen aus dem Bereich der Soziologie sowie der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit genannt, welche beispielsweise im Bürgerdialog und der politischen Kommunikation rund um die Planung von Windkraftanlagen zum Einsatz kommen.

Industrielle Fertigung

Da in der Windenergie im Vergleich zu Solarenergie auch die Produktion von Windenergieanlagen oder Teilen davon in Deutschland stattfindet, arbeiten Fachkräfte für die industrielle Fertigung der Bauteile. Dafür werden vor allem technische Berufe wie Maschinenbau- und Elektro-Ingenieur:innen, aber auch Fachkräfte mit dualer Berufsausbildung oder Fortbildungsabschlüssen in den

Bereichen (Industrie-)Mechanik, Mechatronik, (Industrie-)Elektrik und Schweißtechnik sowie in der Produktionsplanung und -steuerung benötigt. Auch Un- und Angelernte kommen bei der industriellen Fertigung zum Einsatz. Zusätzlich arbeiten spezielle Fachkräfte und Expert:innen aus dem Bereich Softwareentwicklung und Informatik an der Fertigung elektrischer und teilweise intelligenter Fernwartungs- und Monitoringsysteme .

Transport und Logistik

Da die Transporte von Bauteilen einer Windanlage häufig Schwerlasttransporte sind, spielt auch der Bereich Transport und Logistik eine wichtige Rolle. In diesem Bereich werden sowohl Expert:innen für die Planung der Logistik und Verladung als auch beruflich qualifiziertes Personal für den tatsächlichen Transport benötigt. Für Offshore-Windanlagen ist darüber hinaus auch qualifiziertes Schiffspersonal notwendig. So erfordert der Bau einer Offshore-Windanlage nicht nur spezialisierte nautische Fachkräfte, sondern auch spezielle Schiffe, die die großen Lasten auf dem offenen Meer transportieren und errichten können. Auch für den Transport des Servicepersonals (z. B. bei Wartungen oder zum Wechseln der Schichtdienste) wird nautisches Personal benötigt.

Anlagenbau

Insbesondere für der Bau der Anlagen braucht es viele Fachkräfte. Dabei werden sowohl akademisch qualifiziert Expert:innen (wie z. B. Ingenieur:innen) für die Bauleitung als auch Fachkräfte mit abgeschlossener beruflicher Ausbildung und/oder Fortbildungsabschluss eingesetzt. Fast alle Berufsbereiche des Baus kommen zum Einsatz, zum Beispiel Metallbau, Hochbau, Tiefbau, Beton- und Stahlbau, Wasserbau, Bauelektrik, Bauzeichnung.

Inbetriebnahme und Wartung

Für die spätere Inbetriebnahme und Wartung der Windkraftanlage brauchen Unternehmen Fachkräfte in der Servicetechnik, die unterschiedliche berufliche Qualifikationen aus Industrie und Handwerk mit sich bringen, zum Beispiel aus den Bereichen Elektro- und Energietechnik-, der IT oder Mechanik. Zusätzlich arbeiten IT-Expert:innen in der Fernwartung und am Monitoring der Anlagen. Die Fernwartung ist insbesondere bei Offshore-Anlagen relevant, die weit draußen auf dem Meer sind und bei denen der Einsatz von Servicepersonal kostspieliger ist als an Land. Sowohl auf dem Meer als auch an Land werden Expert:innen und Fachkräfte für den Großkomponententausch eingesetzt, zum Beispiel wenn ein Rotorblatt getauscht werden muss. Hierbei sind nicht nur die ausführenden Fachkräfte, sondern auch Maschinenbauingenieur:innen involviert.

Darüber hinaus werden Industriekletter:innen im Bereich Betrieb und Wartung benötigt. Im Bereich der Offshore-Windenergie sind zusätzlich (Industrie-)Taucher:innen im Einsatz, die beispielsweise die Fundamente der Anlagen kontrollieren.

Forschung, Entwicklung und Planung des Stromnetzes

Damit der produzierte Strom auch in das Stromnetz eingespeist werden kann, planen Expert:innen und Spezialist:innen die effiziente Stromübertragung – insbesondere bei Offshore-Anlagen müssen größere Distanzen unter Wasser überwunden werden. In Bezug auf die Auslegung des Stromnetzes und die effiziente Stromnutzung sind auch die bereits bei der Solarenergie in Kapitel 3.1 benannten Ingenieur:innen der Elektrotechnik und IT relevant, die das Stromnetz auf die deutlich volatileren erneuerbaren Energien auslegen und so dessen Stabilität sichern. Um die Windkraft in Deutschland voranzutreiben, braucht es zudem auch Expert:innen in der Forschung und Entwicklung. Hier sind vor allem Ingenieur:innen in den Bereichen Maschinenbau, Energietechnik, Elektrotechnik und Physik gefragt.

Finanzierung

Damit der Bau und Betrieb einer Windkraftanlage geplant werden kann, müssen sich entsprechende Expert:innen um die Finanzierung und Versicherung der Anlage kümmern. Diese Aufgabe übernehmen laut den Befragten vor allem Wirtschaftsingenieur:innen, (Industrie-)Kaufleute, die häufig einen Versicherungs- oder Bankhintergrund mitbringen, sowie kaufmännische und betriebswirtschaftliche Spezialist:innen und Jurist:innen.

4.2 Überblick

Im Anschluss an die detaillierte Darstellung der einzelnen Tätigkeitsbereiche und der Fachkräfte, die für diese Tätigkeiten eingesetzt werden, lassen sich die wichtigs-

ten Tätigkeitsbereiche und typischen Berufsbilder oder Qualifikationen in der Windenergie wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 4: Wichtigste Tätigkeiten und typische Berufe für den Ausbau der Windenergie

Tätigkeitsbereiche	Typische Berufsbilder oder Qualifikationen
Standortbestimmung, Begutachtung, Planung von Anlagen	Fachkräfte mit Ingenieurstudium (z. B. Maschinenbau oder Bau) oder anderen Studiengängen wie Umweltwissenschaften, Meteorologie, Geologie und teilw. auch Sozialwissenschaften
Industrielle Fertigung	Fachkräfte mit akademischem und beruflichem Abschluss in technisches Berufen wie Maschinenbau, (Industrie-)Elektrik, Schweißtechnik
Logistik und Transport	Akademisch und beruflich qualifizierte Logistiker:innen, Berufskraftfahrer:innen, Schiffspersonal für Offshore
Anlagenbau	Bau-Fachkräfte mit beruflichem oder akademischem Abschluss aus Metallbau, Hochbau, Tiefbau, Beton- und Stahlbau, Wasserbau, Bauelektrik, Bauzeichner:innen
Betrieb und Wartung	Servicetechniker:innen mit beruflichen technischem oder handwerklichem Abschluss (z. B. Elektro- und Energietechnik, Mechanik, IT), IT-Expert:innen und Ingenieur:innen (Maschinenbau, Elektrotechnik)
Forschung, Entwicklung und Planung des Stromnetzes	Akademiker:innen/Ingenieur:innen aus den Bereichen Elektronik, Informatik, Elektrotechnik, Sektorenkopplung, Maschinenbau, Elektrotechnik, (regenerative) Energietechnik, Physik
Finanzierung und Versicherung	Wirtschaftsingenieur:innen, Jurist:innen, (Industrie-)Kaufleute

Quelle: KOFA-Interviews 2022, eigene Darstellung

5. Fachkräftemangel in der Solar- und Windenergie

Den in Kapitel 3 und 4 beschriebenen Tätigkeitsfeldern und dabei zum Einsatz kommenden Fachkräften wurden insgesamt 190 Berufsgattungen auf Ebene der KldB-5-Steller der Bundesagentur für Arbeit zugeordnet. Eine vollständige Liste der Berufe, des Anforderungsniveaus und der Zuordnung zur Solar- und/oder Windenergie lässt sich Tabelle I des Anhangs entnehmen. Auf Grundlage dieser Berufe wird in diesem Kapitel die Fachkräftesituation in der Solar- und Windenergie analysiert. Dabei ist zu beachten, dass es sich um eine berufs- und

nicht branchenspezifische Analyse handelt. Die für die Solar- und Windenergie als wichtig identifizierten Berufe kommen auch in anderen Branchen zum Einsatz. Deshalb können die im folgenden beschriebenen Fachkräftelücken nicht als branchenspezifische Lücke betrachtet werden, sondern als allgemeine Fachkräftelücke für den relevanten Beruf. Dies bedeutet, dass die Branche der Solar- und Windenergie bei den bestehenden Fachkräftengpässen im Wettbewerb mit anderen Branchen, die ähnliche Fachkräfte suchen, steht.

Tabelle 5: Übersicht über die relevanten Berufe der Solar- und Windenergie

Institution	Solarenergie	Windenergie	Solar- und Windenergie	Insgesamt
Helfer:in	0	3	1	4
Fachkraft	10	22	19	51
Spezialist:in	4	27	31	62
Expert:in	10	22	41	73
Summe	24	74	92	190

Quelle: KOFA-Interviews 2022, eigene Darstellung

Die Liste der identifizierten Berufen zeigt, dass es eine große Schnittmenge zwischen den relevanten Berufen in der Solar- und Windenergie gibt. Insgesamt umfasst die Windenergie jedoch ein größeres Berufsspektrum.

Dies liegt insbesondere an der Offshore-Windenergie, da hierfür viele Berufe im Bereich Meereskunde bzw. Nautik benötigt werden, die in der Solarenergie keine Rolle spielen.

5.1 Die Entwicklung des Arbeitsmarkts in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie

Betrachtet man den Arbeitsmarkt für die Berufe der Solar- und Windenergie im Aggregat, zeigt sich ein wechselhaftes Bild. Die Anzahl von Arbeitslosen, die einen Vermittlungswunsch in einen Beruf der Solar- und Windenergie angaben, und die Zahl der offenen Stellen, die Unternehmen ausschrieben, schwankten insbesondere in der Phase zwischen 2016 und 2021 teilweise

erheblich. Trotz dieser Schwankungen ist die Zahl der offenen Stellen für relevante Berufe der Solar- und Windenergie von 2010 bis zur Jahreshälfte 2022 stark gestiegen, während die Zahl der Arbeitslosen mit Vermittlungswunsch in die Berufe stark gesunken ist. So gab es im Jahresdurchschnitt 2021/2022 mit 313.808 offene Stellen fast 130 Prozent mehr Stellen für Berufe

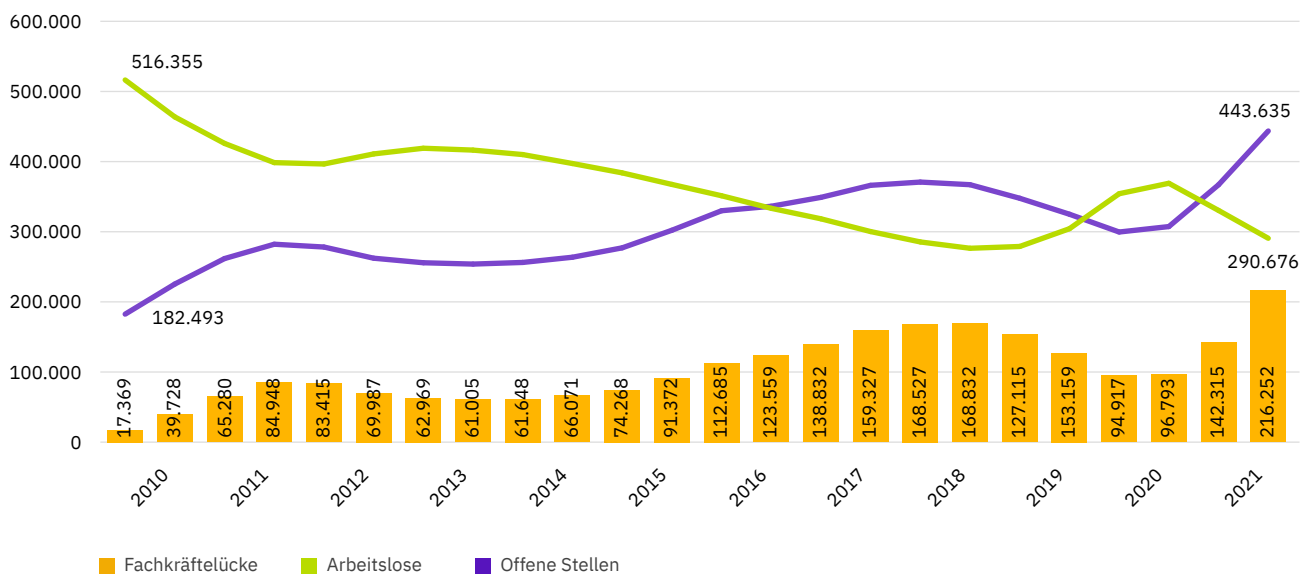
der Solar- und Windenergie als noch 2010. Die Zahl der Arbeitslosen lag im selben Zeitraum rund 45 Prozent niedriger als 2010.

Dennoch zeigt Abbildung 1, dass es in den Berufen, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, auch Zeiten gab, in denen es deutlich mehr Arbeitslose als offene Stellen gab. So zum Beispiel zwischen 2012 und 2014: Hier sank die Zahl der offenen Stellen, während die der Arbeitslosen anstieg. Dies könnte neben weiteren Faktoren auch auf Änderungen im Erneuerbaren-Energien-Gesetz zurückzuführen sein, welches eine Kürzung der Förderung von Solarenergie und eine Deckelung der Ausbauziele enthielt. Dies hatte unter anderem die Insolvenz sowie die Abwanderung vieler Unternehmen in der Solarindustrie zur Folge. Da die Berufe der Solar- und Windenergie allerdings auch in anderen Branchen von

Relevanz sind, kann die Entwicklung der Arbeitsmarktsituation nicht allein durch die Entwicklung der Solar- und Windenergie erklärt werden. Ab dem Jahresdurchschnitt 2014/2015 stieg die Arbeitskräftenachfrage wieder an, bis im Jahresdurchschnitt 2016/2017 die Anzahl der offenen Stellen erstmals die Anzahl an dafür passend qualifizierten Arbeitslosen überstieg. Im Zuge der schwächeren Konjunktorentwicklung und dem Beginn der Corona-Pandemie im Jahresdurchschnitt 2019/2020 stieg die Zahl der Arbeitslosen jedoch wieder über die Gesamtheit der offenen Stellen. In diesem Zeitraum war auch der Ausbau der Windkraft an Land auf einem besonders niedrigen Niveau. Seit dem Halbjahresdurchschnitt 2020/2021 steigen die offenen Stellen wieder stark an und übertreffen nun wieder das Potenzial an verfügbaren Arbeitslosen.

Abbildung 1: Die Arbeitsmarktentwicklung in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie

Offene Stellen, Arbeitslose und Fachkräftelücke in (gleitenden) Jahresdurchschnitten



Hinweis: Die Anzahl der offenen Stellen basiert auf der Hochrechnung der gemeldeten offenen Stellen aus der BA-Stellenstatistik und den Meldequoten aus der IAB-Stellenerhebung (vgl. Burstedde et al., 2020). Stellen für Helfer:innen bzw. An- und Ungelernte sind nicht enthalten.

Quelle: KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der BA und der IAB-Stellenerhebung, 2022

Trotz der schwankenden Entwicklung von offenen Stellen und passend qualifizierten Arbeitslosen in den Berufen, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, zeigt sich über den gesamten Beobachtungszeitraum eine Fachkräftelücke. Insgesamt ist die Fachkräftelücke seit 2010 stark gestiegen, auch wenn sie im Zuge der Arbeitsmarktentwicklung in ihrer Höhe schwankte. Zu Beginn des Beobachtungszeitraums lag die Fachkräftelücke bei 17.369 Stellen, die im Jahresdurchschnitt 2010 nicht besetzt werden konnten, da in ganz Deutschland keine passend qualifizierten Arbeitslosen dafür zur Verfügung standen. Im Jahresdurchschnitt 2021/2022 erreicht die Fachkräftelücke mit 216.252 fehlenden Fachkräften

ihren Höchststand. Damit ist der Fachkräftemangel in den Berufen der Solar- und Windenergie nach einer corona- und konjunkturbedingten Rezession deutlich über Vorkrisenniveau angestiegen und hat sich in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt.

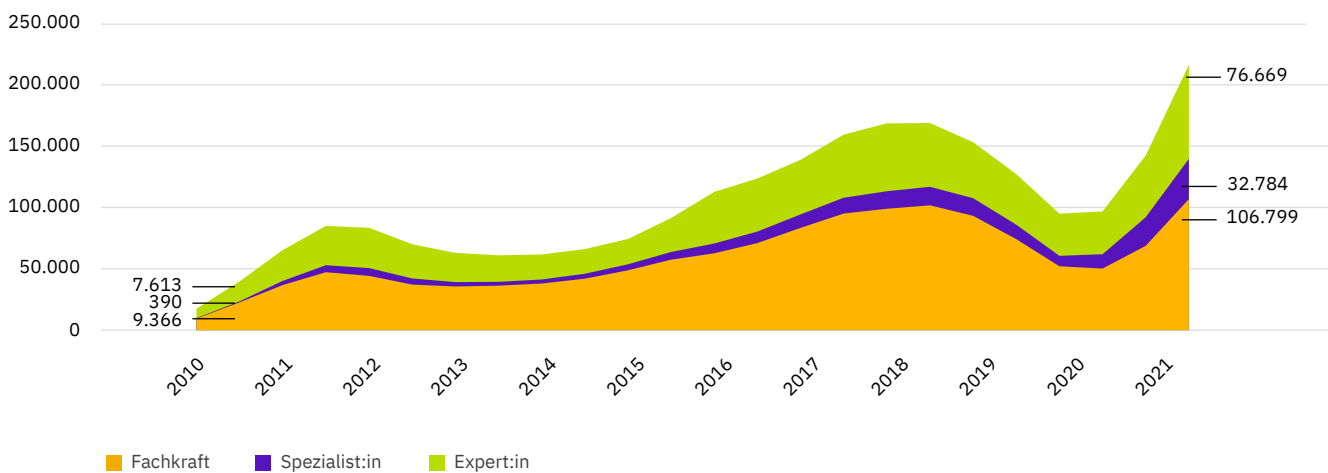
Die Fachkräftelücke wird anhand der offenen Stellen und Arbeitslosen für jeden Beruf einzeln berechnet. Die Zahl von 216.000 ergibt sich durch die Summe der Fachkräftelücken in allen identifizierten Berufen. Dies entspricht nicht der Differenz der Summe der offenen Stellen in diesen Berufen und der Summe der Arbeitslosen. Bei letzterem läge die Annahme zu Grunde, dass alle Arbeitslose in

allen Berufen eingesetzt werden könnten. Da viele Tätigkeiten eine mehrjährige Aus- und Weiterbildung bzw. ein Studium voraussetzen, ist diese Substituierbarkeit kurz- und mittelfristig nicht gegeben. Dies erklärt, wieso die Differenz aus offenen Stellen und Arbeitslosen insgesamt nicht der aggregierten Fachkräftelücke entspricht.

Der Fachkräftemangel in den Berufen, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, ist je nach Anforderungsniveau – und dementsprechend der erforderlichen Qualifikation – unterschiedlich hoch (Abbildung 2). Jedoch zeigt sich auf allen drei Anforderungsniveaus der konjunktur- und coronabedingte Einbruch der Fachkräftelücke, die seit Mitte 2021 wieder rasant ansteigt.

Abbildung 2: Die Entwicklung der Fachkräftelücke in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie nach Anforderungsniveau

in (gleitenden) Jahresdurchschnitten



Hinweis: Die Anzahl der offenen Stellen basiert auf der Hochrechnung der gemeldeten offenen Stellen aus der BA-Stellenstatistik und den Meldequoten aus der IAB-Stellenerhebung (vgl. Burstedde et al., 2020). Stellen für Helfer:innen bzw. An- und Ungelernte sind nicht enthalten.

Quelle: KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der BA und der IAB-Stellenerhebung, 2022

Die meisten Fachkräfte fehlen in den relevanten Berufen der Solar- und Windenergie auf Fachkraftniveau. Das heißt, in absoluten Zahlen können vor allem Stellen für Arbeitskräfte mit beruflicher Bildung aufgrund mangelnder Fachkräfte rein rechnerisch nicht besetzt werden. Insgesamt fehlten im Jahresdurchschnitt 2021/2022 in den relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie 106.799 Fachkräfte mit dualer Ausbildung, 2.784 Spezialist:innen mit Fortbildungs- oder Bachelorabschluss und 76.669 Expert:innen mit höherem akademischem Abschluss.

Während die Fachkräftelücke bei den klassischen Fachkräften am höchsten liegt, konnten anteilig die meisten Stellen für Expert:innen nicht besetzt werden. So betrug der Anteil der Stellen, die aufgrund fehlender qualifizierter Arbeitsloser nicht besetzt werden konnten, bei Fachkräften 42,9 Prozent. Unter den offenen Stellen für Expert:innen konnten hingegen sechs von zehn Stellen nicht besetzt werden (65,5 Prozent), obwohl die absolute Fachkräftelücke geringer ist.

5.2 Die Solar- und Windenergie-Berufe mit dem größten Fachkräftemangel

Ein detaillierterer Blick auf die einzelnen Berufe, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, zeigt, dass unter den Berufen mit dem größten Fachkräftemangel viele Handwerksberufe sind. Mit den Fachkraftberufen der Bauelektrik und der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie den Expert:innen der Informatik finden

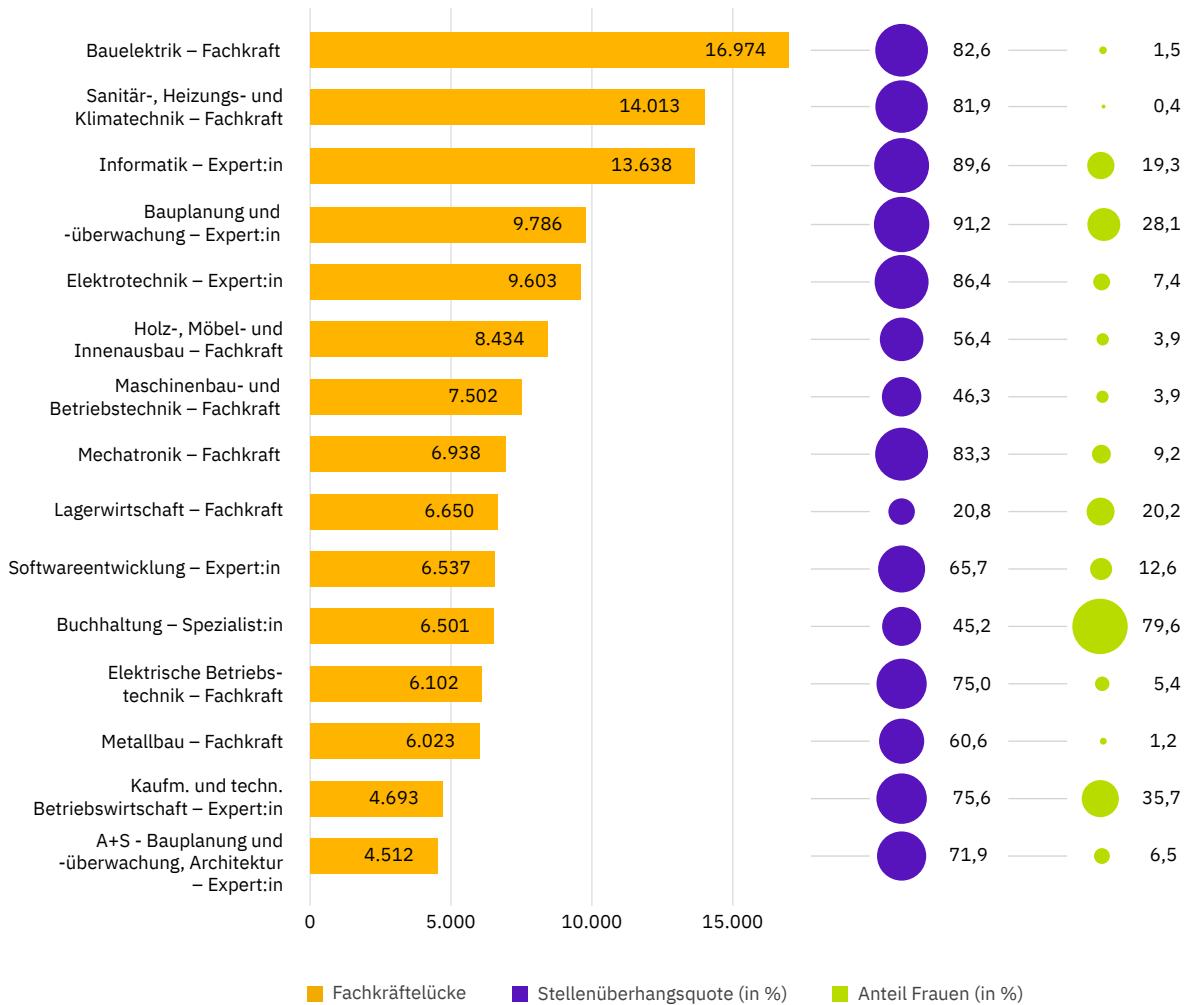
sich drei Berufe unter den Top-15-Engpassberufen für die Solar- und Windenergie, die deutschlandweit und über alle Branchen und Berufe hinweg zu den Berufen mit den größten Fachkräftelücken zählen (Hickmann/Koneberg, 2022). Dies spricht für eine besonders große branchenübergreifende Konkurrenz um diese Fachkräfte.

Vor allem in der Bauelektrik – einem Schlüsselberuf der Solar- und Windenergie – ist zu erwarten, dass mit den beschlossenen Ausbauzielen die Fachkräftenachfrage weiter zunehmen wird. In diesem Beruf können

allerdings bereits jetzt bundesweit 16.974, das heißt, acht von zehn offenen Stellen rein rechnerisch nicht mit einem passend qualifizierten Arbeitslosen besetzt werden.

Abbildung 3: Die Top-15-Engpassberufe mit Relevanz für die Solar- und Windenergie

Nach der Anzahl an offenen Stellen, für die es bundesweit keine passend qualifizierten Arbeitslosen gibt, Jahresdurchschnitt 01.07.2021 bis 30.06.2022



Hinweis: Die Anzahl der offenen Stellen basiert auf der Hochrechnung der gemeldeten offenen Stellen aus der BA-Stellenstatistik und den Meldequoten aus der IAB-Stellenerhebung (vgl. Burstedde et al., 2020). Stellen für Helfer:innen bzw. An- und Ungelernte sind nicht enthalten.

Quelle: KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der BA und der IAB-Stellenerhebung, 2022

Darüber hinaus fällt auf, dass acht der zehn Top-15-Engpassberufe in der Solar- und Windenergie eine duale Ausbildung erfordern. Darunter sind vor allem Berufe aus dem handwerklichen und technischen Bereich. Im Hinblick auf den großen Fachkräftemangel sollte in diesen Berufen verstärkt ausgebildet werden, um den Fachkräftebedarf für die Zukunft zu decken.

Ein Blick auf die Beschäftigungsstruktur in den relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie mit der größten Fachkräftelücke zeigt zudem ein sehr ungleiches

Geschlechterverhältnis unter den Beschäftigten. Grundsätzlich sind Frauen in allen dargestellten Berufen, abgesehen von der Buchhaltung, unterrepräsentiert. Neun der 15 Berufe weisen einen Frauenanteil von unter zehn Prozent auf. In einem Drittel der Engpassberufe waren sogar weniger als fünf Prozent der Beschäftigten Frauen. Mit 0,4 bis 1,5 Prozent Frauenanteil gibt es am wenigsten weibliche Beschäftigte in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, dem Metallbau und der Bauelektrik. Dies ist ein Hinweis, dass geschlechtstypische Berufe

besonders stark von Fachkräftengaps betroffen sind (Hickmann/Koneberg, 2022). Der auffallend geringe Anteil an Frauen unter den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zeigt, dass Frauen ein bisher unerschlossenes Fachkräftepotenzial für die Berufe der Solar- und Windenergie darstellen. Der Fachkräftemangel in den

Berufen könnte dementsprechend sinken, wenn es gelänge, das Potenzial an weiblichen Fachkräften anzuheben. Das heißt, es müssten mehr Frauen für die Qualifizierungswege und den Berufseinstieg in den relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie gewonnen werden.

5.3 Die Ausbildungssituation in relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie

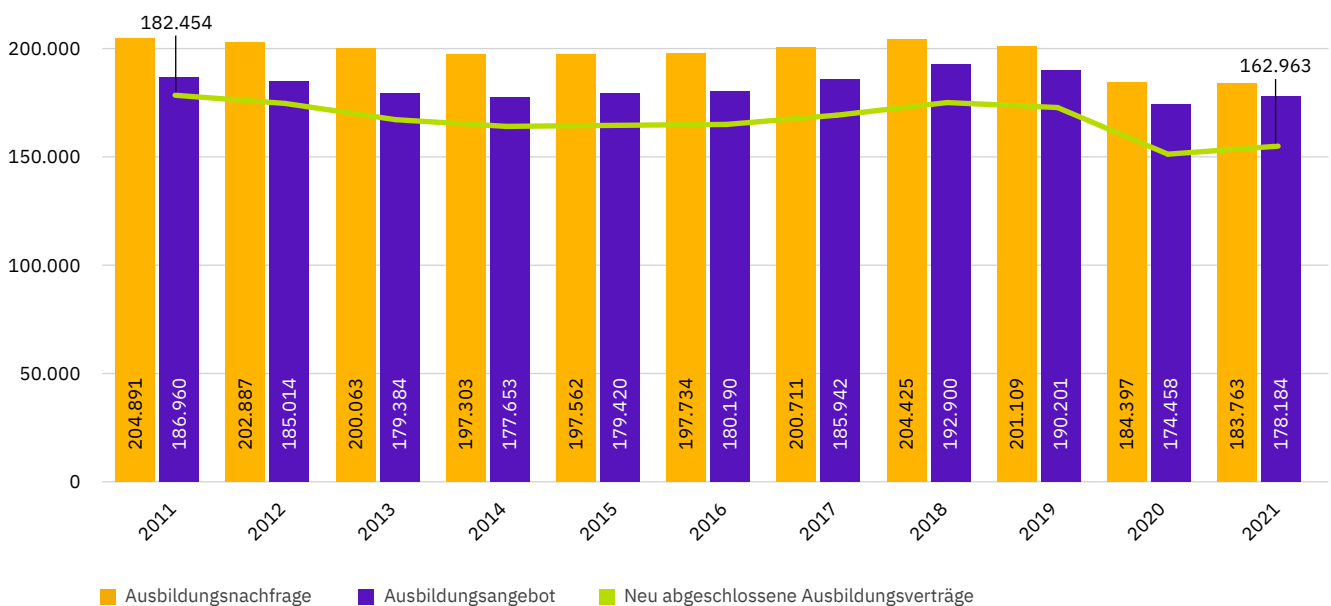
Da die absolute Fachkräftelücke in Berufen, die eine duale Ausbildung erfordern, am größten ist, und sich gleichzeitig viele Fachkraftberufe unter den Berufen mit dem größten Fachkräftemangel befinden, lohnt sich ein Blick auf den Ausbildungsmarkt. Dies kann dabei helfen zu bestimmen, ob für den Ausbau der Solar- und Windenergie ausreichend Nachwuchs vorhanden ist. Insgesamt können den relevanten Berufen für die Solar- und Windenergie 36 duale Ausbildungsberufe zugeordnet werden.

Die allgemeine Entwicklung auf dem Ausbildungsmarkt spiegelt sich auch in den Berufen wider, die für die Solar- und Windenergie relevant sind (Abbildung 4). Analog zum bundesweiten Trend hat sich die Zahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge auch in den Ausbildungsberufen der Solar- und Windenergie in den

letzten zehn Jahren verringert (vgl. Jansen/Hickmann, 2021). Insbesondere zu Beginn der Corona-Pandemie im Jahr 2020 wurden deutlich weniger Ausbildungsverträge geschlossen. Im Jahr 2021 gab es wieder mehr neu abgeschlossene Ausbildungsverträge. Die Ausbildungsnachfrage und das Ausbildungsangebot liegen nach der leichten Erholung vom konjunktur- und coronabedingten Einbruch zwischen 2019 und 2021 nach wie vor unter dem Niveau von 2011. Somit werden in den Ausbildungsberufen, die für den Ausbau der Solarenergie notwendig sind, weniger Ausbildungsplätze angeboten und diese auch weniger nachgefragt als noch vor zehn Jahren. Dies gefährdet den Nachschub an ausreichend passend qualifiziertem Nachwuchs für die Energiewende, zumal viele der Ausbildungsberufe auch in anderen Branchen für Zukunftsaufgaben benötigt werden.

Abbildung 4: Entwicklung des Ausbildungsplatzangebots und der Ausbildungsplatznachfrage in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie

jeweils zum 30.09. eines Jahres



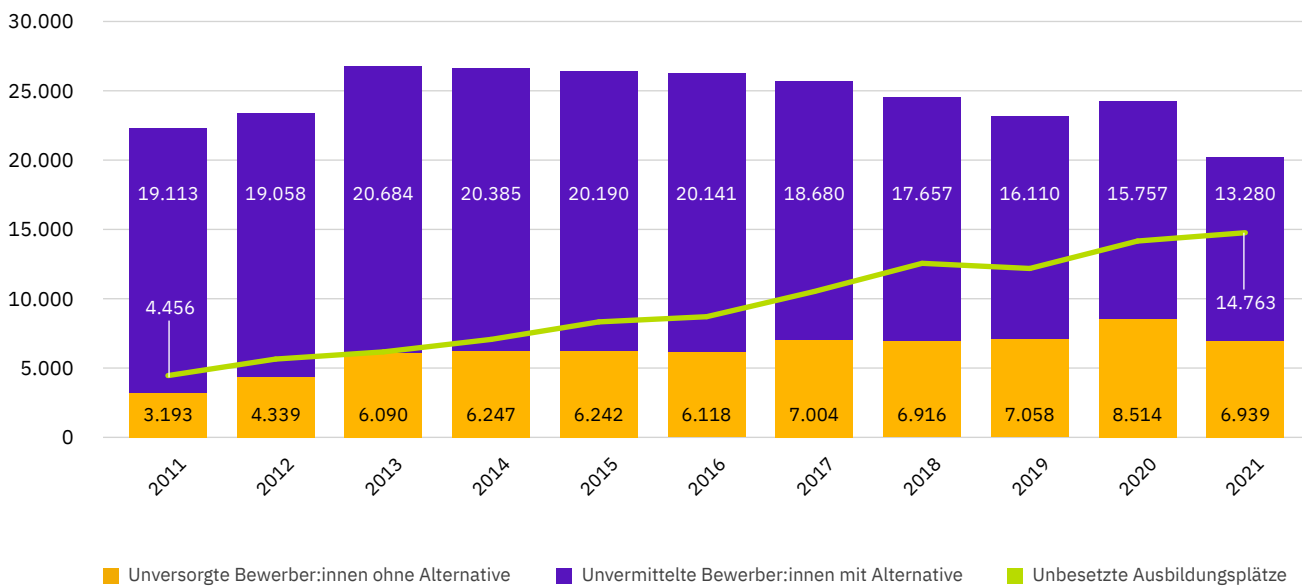
Quelle: KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der BA und des BIBB, 2022

Bei der Betrachtung der gesamten Ausbildungslage in den für Solar- und Windenergie relevanten Berufen fällt auf, dass über den gesamten Beobachtungszeitraum mehr Ausbildungsplätze nachgefragt als angeboten werden. Zur Ausbildungsnachfrage zählen auch Bewerber:innen, die bereits über Alternativen zu einem Ausbildungsplatz in den wichtigen Berufen für

die Solar- und Windenergie verfügen. Trotz der höheren Ausbildungsnachfrage fällt es Unternehmen zunehmend schwerer, ihre Ausbildungsplätze zu besetzen (Abbildung 5). Während es im Jahr 2011 noch 4.456 unbesetzte Ausbildungsplätze gab, waren es 2021 bereits 14.763 unbesetzte Stellen.

Abbildung 5: Entwicklung des Ausbildungsmarkts in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie

jeweils zum 30.09. eines Jahres



Quelle: KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der BA und des BIBB, 2022

Die Zahl der unversorgten Bewerber:innen ist über den gesamten Beobachtungszeitraum weitestgehend konstant geblieben. Der Anteil an unversorgten Bewerber:innen ohne Alternative an allen unversorgten Bewerber:innen ist jedoch etwas gewachsen. Als unvermittelt gelten Bewerber:innen, die einen Vermittlungswunsch in einen Ausbildungsberuf für die Solar- und Windenergie angegeben und aufrechterhalten haben, jedoch eine andere Ausbildung, ein Studium oder eine verlängerte Schulphase als Alternative gefunden haben. Das Verhältnis von unbesetzten Stellen und unversorgten sowie unvermittelten Bewerber:innen zeigt, dass es aktuell nicht im ausreichenden Maße gelingt, Bewerber:innen und Stellen zusammenzuführen. Stattdessen können immer mehr Ausbildungsstellen nicht besetzt werden, obwohl noch unversorgte Bewerber:innen zur Verfügung stünden.

Es gibt jedoch auch einige Ausbildungsberufe, in denen es gelungen ist, die Ausbildungsnachfrage und die Zahl der Vertragsabschlüsse zu erhöhen. Ein Beispiel kommt aus dem Bereich Elektronik bzw. Elektrotechnik, der für die erneuerbaren Energien eine besondere Rolle ein-

nimmt, da Elektriker:innen sowohl in der Solar- als auch in der Windenergie unerlässlich sind, aber auch im Zuge der Mobilitätswende stärker nachgefragt werden. Im Bereich der Bauelektrik ist das Ausbildungsangebot in den letzten zehn Jahren gewachsen. Dabei nahmen sowohl die Zahl an neu abgeschlossenen Ausbildungsverträgen als auch die Zahl unbesetzter Ausbildungsplätze zu. Im Jahr 2021 wurden 14.103 neue Ausbildungsverträge zum Bauelektriker:in (Elektriker:in mit Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik oder Gebäude- und Infrastruktursysteme) abgeschlossen. Den 1.161 unbesetzten Ausbildungsstellen standen 1.060 unvermittelte Bewerber:innen in diesem Jahr gegenüber. Auch das Interesse der jungen Menschen an dem Beruf ist gewachsen. So ist die Ausbildungsplatznachfrage im Beruf in den letzten zehn Jahren jährlich gestiegen und lag im September 2021 bei 15.718 Ausbildungsplatzinteressierten. Zwei weitere relevante Berufe für die Solar- und Windenergie, die wider den allgemeinen Trend einen Aufschwung verzeichnen, sind die Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie die Dachdeckerei (Hickmann et al., 2022).

6. Fazit

Um die gesteckten Ziele in der Wind- und Solarenergie für 2030 zu erreichen, müssen sich die bisherigen Ausbauraten vervielfachen. Dies wird mehr Fachkräfte erfordern. Diese Studie untersucht, welche Berufe für den Ausbau der Solar- und Windenergie genau benötigt werden, um passende Handlungsempfehlungen ableiten zu können.

Ein übergeordnetes Ergebnis ist, dass der Fachkräftebedarf in der Solarbranche anders aussieht als in der Windenergie. Für Letztere werden mehr Akademiker:innen gebraucht als in der Solarenergie, in der vor allem Handwerker:innen PV-Anlagen auf privaten und gewerblichen Gebäuden installieren. Da die Solarbranche insbesondere Handwerker:innen benötigt, leidet sie auch besonders unter der gestiegenen Studierneigung des Nachwuchses. Ein Schlüsselberuf für die Solar- und Windenergie sind Elektrik-Fachkräfte. Gelernte Elektriker:innen wurden in den Interviews zum Teil als „Flaschenhals“ bezeichnet, da Arbeiten mit Starkstrom reglementiert sind und eine entsprechende Qualifikation voraussetzen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Nachfrage nach Elektriker:innen auch in vielen anderen Branchen hoch ist, da sich im Zuge der Energie- und Mobilitätswende immer vielfältigere Aufgaben für das Berufsbild ergeben. Von fast allen Interviewten wurden Ingenieur:innen als wichtige Fachkräfte für die Solar- und Windenergie-Branche genannt, vor allem aus den Bereichen Elektro(technik) und Maschinenbau. Sowohl in der Solar- als auch in der Windenergie werden Expert:innen aus der Elektronik, Informatik und Elektrotechnik benötigt, die an der Stabilität des Stromnetzes und Effizienz der Stromnutzung arbeiten und an der Weiterentwicklung der Technologien forschen. Auch auf Seite der Verwaltung gibt es einen Fachkräftebedarf im Zuge des Ausbaus von Solar- und Windenergie. Hier kommen zum Beispiel Sachbearbeiter:innen und MINT-Fachleute für die Genehmigungsbehörden, aber auch Jurist:innen und Wirtschaftsingenieur:innen bei Finanzdienstleistern und Versicherungen zum Einsatz. Auch sozialwissenschaftliche Expert:innen der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sind für die Solar- und Windenergie wichtig, zum Beispiel für das Führen von Bürgerdialogen.

In der Solarenergie gab es zwischen den befragten Expert:innen unterschiedliche Einstellungen in Bezug auf die Qualifikationsanforderungen für die Montage von PV-Anlagen. Während einige Interviewpartner:innen die Meinung vertraten, dass es für die Tätigkeit einer dualen Ausbildung bedarf, waren andere – meist auf den Ausbau von PV-Anlagen spezialisierte Unternehmen – der

Meinung, dass für diese Aufgabe kurz angelehrte Arbeitskräfte ohne Ausbildung eingesetzt werden können. Die Schulung von Ungelernten birgt dabei Vor- und Nachteile: Zum einen eröffnet es ungelerten Arbeitskräften kurzfristige Beschäftigungschancen, während Unternehmen ihren Fachkräftemangel durch die Unterstützung von Angelernten abschwächen können. Zum anderen werden die Ungelernten jedoch für eine sehr spezialisierte Tätigkeit befähigt. Dieser Zuschnitt auf eine einzige Tätigkeit schmälert das Einsatzfeld der angelehrten Arbeitskräfte und gefährdet die Beschäftigungsfähigkeit im Falle eines Technologie- oder Strategiewandels in der Energiewende. Denn eine Berufsausbildung vermittelt umfangreiches Handlungswissen, das Fachkräften ermöglicht, auch neue Aufgaben und Probleme zu lösen.

Insgesamt fehlen in den Berufen, die für den Ausbau der Solar- und Windenergie relevant sind, aktuell 216.252 Fachkräfte. Vor dem Hintergrund des bereits bestehenden Fachkräftemangels und der Konkurrenz zwischen Branchen und politischen Zielen (wie beispielsweise E-Mobilität, Energieeffizienz-Sanierungen etc.), für die es ähnliche Fachkräfte braucht, kann der steigende Bedarf für die Energiewende zu noch höheren Engpässen führen. Am größten ist die Fachkräftelücke in der Bauelektrik, dort fehlen im Jahresdurchschnitt 2021/2022 16.974 arbeitslose Fachkräfte, um alle offenen Stellen besetzen zu können. Auch in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik fehlen 14.013 Fachkräfte. Somit können in beiden Berufen rund 80 Prozent der offenen Stellen rein rechnerisch nicht besetzt werden. Neben diesen handwerklichen Berufen steht der Fachkräftemangel bei Informatik-Expert:innen an dritter Stelle: Dort können 13.638 offene Stellen rein rechnerisch nicht besetzt werden, was fast 90 Prozent aller offenen Stellen in diesem Beruf entspricht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Frauen unterrepräsentiert in den Berufen sind, die für den Ausbau der Solar- und Windenergie benötigt werden. So lag der Frauenanteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Jahr 2021 in neun der 15 Berufe mit dem größten Fachkräftemangel unter zehn Prozent. Darüber hinaus zeigt die Studie, dass Unternehmen immer mehr Probleme haben, die Ausbildungsstellen in den Berufen zu besetzen, die für Solar- und Windenergie relevant sind, obwohl die Ausbildungsnachfrage das Ausbildungsangebot eigentlich übersteigt. Dies zeigt auf, dass das Matching von Auszubildenden und Stellen verbessert werden muss.

7. Handlungsempfehlungen

7.1 Für Unternehmen

In Berufsorientierung investieren: Begeistern Sie junge Menschen möglichst früh für die relevanten Berufe der Solar- und Windenergie und kommunizieren Sie deren Bedeutung für den Klimaschutz. Lust am Handwerk und an technischen MINT-Fächern lässt sich bereits früh bei Kindern fördern, zum Beispiel durch Lesematerial, Bausets oder andere praktische Anwendungen und Experimente. Aber auch Schulkooperationen, Beteiligung an Projekttagen und Tage der offenen Tür können dazu beitragen, dass junge Menschen diese wichtigen Berufe besser kennenlernen und für sich als Perspektive erkennen. Informieren Sie sich auch zu Fördermöglichkeiten für Projekte zur „grünen“ Berufsorientierung. So wurden in der ersten Förderrunde des ESF-Programms des BMU 14 Projekte zur Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) gefördert (z. B. Workcamps oder Schulungsmodule).

Frauen für die Solar- und Windenergieberufe begeistern: Frauen sind in vielen Solar- und Windenergieberufen unterrepräsentiert – gerade in solchen mit großen Fachkräftelücken. Daher ist es wichtig, diese Zielgruppe stärker zu adressieren. Informieren Sie sich über die Bedürfnisse von Arbeitnehmerinnen und adressieren sie Frauen gezielt in Ihren Stellenanzeigen. Darüber hinaus können Sie mit zielgruppenspezifischen Formaten die Aufmerksamkeit von Frauen für diese Berufe steigern, zum Beispiel durch Workshops, Informations- und Netzwerkveranstaltungen. Idealerweise gestalten Frauen diese Formate zum Kennenlernen von Energieberufen und dienen gleichzeitig als Vorbild.

Attraktive Arbeitsbedingungen gestalten: Schaffen Sie familienfreundliche und flexible Arbeitsbedingungen, um so Frauen und Männer gleichermaßen anzusprechen. Dies erhöht zusätzlich Ihre Arbeitgeberattraktivität und Ihre Mitarbeitendenbindung.

Imagekampagne für die Branche aufsetzen: Signalisieren Sie potenziellen Fachkräften, dass eine Karriere in der Energiewende eine sichere Zukunftsperspektive bietet. Dies ist gerade vor dem Hintergrund wichtig, dass es in der Vergangenheit auch Stellenkürzungen, beispielsweise in der Solarindustrie, gab. Eine Imagekampagne, die Jobprofile, Karrierewege und Weiterbildungschancen aufzeigt, hilft, mehr Aufmerksamkeit für die Berufe zu schaffen und gleichzeitig eventuell bestehende Vorbehalte gegen die Branche zu adressieren.

An- und Ungelernte über Teilqualifikationen qualifizieren: Qualifizieren Sie An- und Ungelernte für Tätigkeiten in der Wind- und Solarbranche. Dies kann beispielsweise über betriebliche Weiterbildungen oder über Teilqualifikationen geschehen. Letztere können auch zu einem vollwertigen Berufsabschluss führen, was den Arbeitskräften eine nachhaltigere Einsatzfähigkeit auf dem Arbeitsmarkt ermöglicht. Nutzen und investieren Sie in das Potenzial von An- und Ungelernten und tragen sie damit zur Fachkräftesicherung für die Solar- und Windenergie bei.

Ausbildungsmarketing für Solar- und Windenergieberufe ausbauen: Viele der Ausbildungsberufe, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, werden auf den ersten Blick nicht mit ihrer Bedeutung für die beiden Technologiefelder in Verbindung gebracht. Sei es der Beruf Elektroniker:in oder der Beruf Anlagenmechaniker:in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. Bewerben Sie diese Verbindung stärker in Ihrem Ausbildungsmarketing, um die Berufe so attraktiver für junge Menschen zu machen und damit gegebenenfalls neue Zielgruppen zu erschließen. Dies kann all jene motivieren, die die Energiewende aktiv mitgestalten wollen.

Matching zwischen Auszubildenden und Ausbildungsstellen verbessern: Obwohl es mehr Nachfrage als Angebote an Ausbildungsplätzen in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie gibt, können nicht alle angebotenen Ausbildungsplätze besetzt werden. Wenn Sie noch unbesetzte Ausbildungsplätze haben, bleiben Sie auch zu Beginn des Ausbildungsjahrs noch aktiv. Denn viele Bewerber:innen, die schon einen alternativen Bildungsweg gewählt haben, sind grundsätzlich noch offen für eine Ausbildung. Sollte ihr Unternehmen an einem anderen Standort gelegen sein, an dem es nur wenige potenzielle Bewerber:innen gibt, so können bereitgestellte Wohnungen oder ein anteilig finanziertes Fahrticket eine Brücke bauen.

Unterstützungsangebote nutzen: Wenn Sie Probleme haben, geeignete Bewerber:innen zu finden, kann es helfen, neue Zielgruppen in den Blick zu nehmen und Unterstützungsangebote zu nutzen. Wenn Sie beispielsweise vermehrt leistungsschwächere oder sozial benachteiligte Jugendliche in den Blick nehmen, können Programme wie Einstiegsqualifizierung (EQ), die Assistierte Ausbildung oder ausbildungsbegleitende Hilfen Sie und Ihre Auszubildenden bei dem Weg in eine erfolgreiche Ausbildung unterstützen.

7.2 Für die Politik

Stabile Rahmenbedingungen für die Branche schaffen: Damit die Unternehmen im Bereich der Solar- und Windenergie als attraktive Arbeitgeber für Fachkräfte wahrgenommen werden, muss die Branche mit Blick auf Arbeitsplätze als sicher wahrgenommen werden. Die Politik kann durch passende Rahmenbedingungen und eine Kommunikation der weiteren Ziele und Schritte dafür sorgen, dass potenzielle Bewerber:innen mit einer langfristigen Beschäftigungsperspektive rechnen können.

Gesellschaftliche Akzeptanz des Ausbaus der erneuerbaren Energien weiter verbessern: Die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende ist Voraussetzung für die Gewinnung von Fachkräften. Die Politik kann weiterhin durch Kampagnen die gesellschaftliche Akzeptanz stärken. Es ist wichtig, die Bedeutung der erneuerbaren Energien für die Dekarbonisierung und somit auch für den Klimaschutz deutlich zu machen.

Hier setzt beispielsweise das BMWK-geförderte Projekt „Regionale Wertschöpfung. Akzeptanz. Beteiligung“ (ReWA) an, welches u. a. von der Agentur für Erneuerbare Energien e. V. umgesetzt wird, und untersucht, wie eine höhere Akzeptanz der erneuerbaren Energien erreicht werden kann (AEE, 2022).

Auch die Kampagne des WWFs und der Klima-Allianz Deutschland „Die erneuerbare - von uns allen, für uns alle“ strebt an die Akzeptanz der erneuerbaren Energien zu erhöhen, in dem sie die verschiedenen Vorteile der Erneuerbaren darstellt. (www.fuerunsalle.org)

Betriebe beim Einstieg in die erneuerbaren Energien unterstützen: Aktivitäten im Bereich der Solarenergie werden zum großen Teil von kleineren Handwerksbetrieben ausgeführt (z. B. Dachdecker- oder Elektrobetriebe). Viele dieser Betriebe verfügen derzeit über volle Auftragsbücher und haben nur begrenzte Kapazitäten und auch Anreize, sich zusätzlich auf das Thema Photovoltaik zu spezialisieren. Hier gilt es, Angebote zu schaffen, die Betriebe motivieren, in dieses Feld zu investieren. Dies können zum Beispiel kompakte Informationsangebote sein, die Qualifizierungsmöglichkeiten aufzeigen oder die Bedeutung des Themas Nachhaltigkeit für die Nachwuchsgewinnung.

Aus- und Weiterbildung für die Energiewende fördern: Es sollte mehr Möglichkeiten geben, innerhalb staatlich anerkannter Ausbildungsgänge und innerhalb technischer Studiengänge Wissen und Fertigkeiten in erneuerbaren Energien zu erwerben. Dies könnte durch Zusatz- oder Wahlqualifikation, Spezialisierungen, Fachrichtungen, aber auch durch Teilqualifikationen

oder Fortbildungen angeboten werden. Insbesondere anerkannte Teilqualifikationen können einen Beitrag dazu leisten, dass An- und Ungelernte für die Montage von PV-Anlagen schneller qualifiziert werden und gleichzeitig die erworbenen Kenntnisse später in einer Berufsausbildung anerkannt bekommen. Bisher existiert eine solche Teilqualifizierung noch nicht, jedoch wäre sie zu empfehlen und könnte ähnlich der Teilqualifizierung „Erstellen von Wärmeerzeugungsanlagen“ im Berufsbild Anlagenmechaniker:in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik ausgestaltet werden. Teilweise setzt die Politik bereits jetzt zusätzliche Anreize für Unternehmen selbst auszubilden. So wurde mit der Neufassung des Windenergie-auf-See-Gesetzes qualitative Ausschreibungskriterien bei der Vergabe von Flächen für Windparks auf See aufgenommen, welche u.a. den Beitrag der jeweiligen Unternehmen zur Fachkräftesicherung bewerten. Bei der Bewertung der Gebote werden damit diejenigen Unternehmen bevorzugt, welche ein hohes Verhältnis der Anzahl von Auszubildenden zur Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten haben.

Interesse für Technik fördern und Berufsorientierung früh beginnen: Bund und Länder können mit Kampagnen und Förderungen junge Menschen früh für die Berufe der Solar- und Windenergie zu begeistern. Hier setzt zum Beispiel das ESF-Programm des Bundesumweltministeriums „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)“ an (BMU, 2022). Hier werden Workcamps, Ausstellungen und Schulungsmodule gefördert, die es jungen Menschen ermöglichen, in verschiedene Berufe hinein zu schnuppern und mehr über das „Greening“ der Berufe zu erfahren. Die Berufsorientierung in den Bereichen MINT und Handwerk sollte nicht erst in der weiterführenden Schule, sondern auch schon im Kindergarten und Grundschule gefördert werden. So können Kinder von klein auf spielerisch Technik, Naturwissenschaft und Handwerk erleben. Auch die Kampagne des Zentralverbands des deutschen Handwerks strebt eine Imageverbesserung der Handwerksberufe an und macht deutlich, welchen Beitrag das Handwerk für die Energiewende leistet (www.handwerk.de/zukunft).

Darüber hinaus wird im Rahmen der BMWK Kampagne „Energiewechsel“ auch für eine Aus- und Weiterbildung im oder einen Quereinstieg in das Handwerk geworben (www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/gruene-handwerksberufe.html)

Frauen in der Energiewende fördern: Der geringe Anteil an Frauen in den MINT- und Handwerksberufen, die für die Solar- und Windenergie relevant sind, stellt ein großes ungenutztes Fachkräftepotenzial für die Bran-

che dar. Es sollte daher ein politisches Ziel sein, Frauen genau für diese Berufe zu gewinnen. Mit der Initiative „Women Energize Women“ des BMWK gibt es in diese Richtung bereits Bestrebungen, die beibehalten und ausgebaut werden können.

Auch die Fachkräftestrategie der Bundesregierung hat die Erhöhung der Erwerbsbeteiligung und des Arbeitsvolumens von Frauen als ein erklärtes Ziel.

Mehr Fachkräfte in Genehmigungsbehörden einsetzen: Um die Genehmigungsverfahren für Solar- und Windenergieprojekte zu verkürzen, sollten mehr Fachkräfte für die Bearbeitung und Begutachtung der Anträge eingesetzt werden. Dazu gehören neben Buchhaltungs- und Sachbearbeitungsfachkräften auch MINT-Expert:innen. Auch die öffentliche Verwaltung ist dementsprechend gefragt, sich als attraktiver Arbeitgeber zu präsentieren.

Internationale Fachkräfte sowie Auszubildende und Studierende gewinnen: Aufgrund des demografischen Wandels wird es in Zukunft noch schwerer, den Fachkräftebedarf mit inländischen Potenzialen zu decken. Es bedarf der vermehrten Rekrutierung ausländischer Fachkräfte und ausländischer Ausbildungs- und Studieninteressent:innen. Die Einwanderung ins Bildungssystem bietet dabei den Vorteil, dass Auszubildende und Studierende während ihrer Qualifizierungsphase Zeit haben, die nötigen Sprachkenntnisse zu erlernen. Die Politik kann hier durch erleichterte Zugangswege und die Förderung von Sprachkenntnissen unterstützen.

Abbildungen

Abbildung 1: Die Arbeitsmarktentwicklung in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie.	18
Abbildung 2: Die Entwicklung der Fachkräftelücke in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie nach Anforderungsniveau... ..	19
Abbildung 3: Die Top-15-Engpassberufe mit Relevanz für die Solar- und Windenergie.	20
Abbildung 4: Entwicklung des Ausbildungsplatzangebots und der Ausbildungsplatznachfrage in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie	21
Abbildung 5: Entwicklung des Ausbildungsmarkts in relevanten Berufen der Solar- und Windenergie.	22

Tabellen

Tabelle 1: Sample der Expert:innen nach Institution.	8
Tabelle 2: Anforderungsniveau.	9
Tabelle 3: Wichtigste Tätigkeiten und typische Berufe für den Ausbau von Solarenergie.	13
Tabelle 4: Wichtigste Tätigkeiten und typische Berufe für den Ausbau der Windenergie	16
Tabelle 5: Übersicht über die relevanten Berufe der Solar- und Windenergie	17
Tabelle 6: Relevante Berufe der Solar- und Windenergie nach Zuordnung	29

Literatur

AEE - Agentur für Erneuerbare Energien, 2022, ReWA, www.unendlich-viel-energie.de/rewa-projekt [24.10.2022]

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2011, Klassifikation der Berufe 2010, Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg, www.arbeitsagentur.de/datei/Klassifikation-der-Berufe_ba017989.pdf [25.8.2022]

BMAS - Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2022, Fachkräftestrategie der Bundesregierung - Herausforderungen und Chancen für die Fachkräftesicherung und den Arbeitsmarkt in Deutschland, www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Broschueren/fachkraeftestrategie-der-bundesregierung.html [24.10.2022]

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022, Intelligente Netze, www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/intelligente-netze.html [25.8.2022]

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2022, Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNW), www.bmuv.de/programm/berufsbildung-fuer-nachhaltige-entwicklung-bbne [24.10.2022]

Bundesregierung, 2022a, „Wir verdreifachen die Geschwindigkeit beim Ausbau der erneuerbaren Energien“, www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/novellierung-des-eeg-gesetzes-2023972 [25.8.2022]

Bundesregierung, 2022b, Mehr Windenergie auf See, www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/windenergie-auf-see-gesetz-2022968#:~:text=Beschleunigter%20Ausbau%20Mehr%20Windenergie%20auf%20See&text=Im%20Jahr%202045%20sollen%20dann,auf-See-Gesetz%20gebilligt. [25.8.2022]

Burstedde, Alexander / Flake, Regina / Jansen, Anika / Malin, Lydia / Risius, Paula / Seyda, Susanne / Schirner, Sebastian / Werner, Dirk, 2020, Die Messung des Fachkräftemangels. Methodik und Ergebnisse aus der IW-Fachkräftedatenbank zur Bestimmung von Engpässen und zur Berechnung von Fachkräftelücken und anderen Indikatoren, IW-Report, Nr. 59, Köln, www.iwkoeln.de/studien/alexander-burstedde-regina-flake-anika-jansen-lydia-malin-paula-risius-susanne-seyda-sebastian-schirner-dirk-werner-die-messung-des-fachkraeftemangels.html [25.8.2022]

Deutsche WindGuard GmbH, 2021a, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, Jahr 2021, www.windguard.de/jahr-2021.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/windenergiestatistik/2021/Jahr/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Jahr%202021.pdf [25.8.2022]

Deutsche WindGuard GmbH, 2021b, Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland, Jahr 2021, www.windguard.de/jahr-2021.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/windenergiestatistik/2021/Jahr/Status%20des%20Offshore-Windenergieausbaus_Jahr%202021.pdf [25.8.2021]

EEG – Erneuerbare-Energie-Gesetz, 2022, Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor, www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_EEG_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [21.7.2022]

Europäische Kommission, 2022, MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN EU-Strategie für Solarenergie, Brüssel, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13338-EU-Strategie-fur-Solarenergie_de [26.9.2022]

Hickmann, Helen / Koneberg, Filiz, 2022, Die Berufe mit den aktuell größten Fachkräftelücken, IW-Kurzbericht, Nr. 67, Köln, www.iwkoeln.de/studien/helen-hickmann-filiz-koneberg-die-berufe-mit-den-aktuell-groessten-fachkraef-teluecken.html [25.8.2022]

Hickmann, Helen / Malin, Lydia / Risius, Paula, 2022, Wider den Trend: In diesen Berufen steigt die Ausbildungsplatznachfrage seit Jahren kontinuierlich, IW-Kurzbericht, Nr. 74, Köln, www.iwkoeln.de/studien/helen-hickmann-lydia-malin-paula-risius-in-diesen-berufen-steigt-die-ausbildungsplatznachfrage-seit-jahren-kontinuierlich.html [14.9.2022]

Jansen, Anika / Hickmann, Helen, 2021, Lockdown am Ausbildungsmarkt: Folgen für die Fachkräftesicherung, KOFA-Studie 3/2021, www.iwkoeln.de/studien/anika-jansen-helen-hickmann-lockdown-am-ausbildungsmarkt-folgen-fuer-die-fachkraeftesicherung.html [25.8.2022]

Statistisches Bundesamt, 2022, 2,2 Millionen Photovoltaik-Anlagen in Deutschland installiert, www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/06/PD22_N037_43.html#:~:text=Auch%20der%20Anteil%20der%20Photovoltaik,%2C7%20%25%2C%20im%201. [21.7.2022]

Umweltbundesamt, 2021, Indikator: Beschäftigte im Bereich Erneuerbare Energien, www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-beschaefigte-im-bereich-erneuerbare#die-wichtigsten-fakten [25.8.2022]

Umweltbundesamt, 2022a, Erneuerbare Energien in Deutschland, www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/hg_erneuerbareenergien_dt.pdf [21.7.2022]

Umweltbundesamt, 2022b, Erneuerbare Energien in Zahlen, www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick [25.8.2022]

Women Energize Women, 2022, www.womenenergize.org/about [27.9.2022]

Anhang

Tabelle 6: Relevante Berufe der Solar- und Windenergie nach Zuordnung

KldB 2010	Berufsbezeichnung	Anforderungsniveau	Zuordnung
11724	Natur- und Landschaftspflege	Expert:in	Solar- und Windenergie
12144	Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau	Expert:in	Solar- und Windenergie
22342	Holz-, Möbel- und Innenausbau	Fachkraft	Solarenergie
24122	Metallumformung	Fachkraft	Windenergie
24123	Metallumformung	Spezialist:in	Windenergie
24124	Metallumformung	Expert:in	Windenergie
24201	Metallbearbeitung	Helfer:in	Windenergie
24202	Metallbearbeitung	Fachkraft	Windenergie
24203	Metallbearbeitung	Spezialist:in	Windenergie
24212	Spanlose Metallbearbeitung	Fachkraft	Windenergie
24302	Metalloberflächenbehandlung	Fachkraft	Windenergie
24412	Metallbau	Fachkraft	Solar- und Windenergie
24413	Metallbau	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
24414	Metallbau	Expert:in	Windenergie
24422	Schweiß- und Verbindungstechnik	Fachkraft	Windenergie
24432	Industrietaucher:innen und andere Taucher:innenberufe	Fachkraft	Windenergie
24512	Feinwerktechnik	Fachkraft	Windenergie
25101	Maschinenbau- und Betriebstechnik	Helfer:in	Windenergie
25102	Maschinenbau- und Betriebstechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
25103	Maschinenbau- und Betriebstechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
25104	Maschinenbau- und Betriebstechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
25132	Technische Servicekräfte in Wartung und Instandhaltung	Fachkraft	Solar- und Windenergie

25133	Technische Servicekräfte in Wartung und Instandhaltung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
25134	Technische Servicekräfte in Wartung und Instandhaltung	Expert:in	Solar- und Windenergie
25182	Maschinenbau- und Betriebstechnik (sonstige Spezialisierung)	Fachkraft	Windenergie
25184	Maschinenbau- und Betriebstechnik (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Solarenergie
25193	Aufsicht und Führung - Maschinenbau- und Betriebstechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
25194	Aufsicht und Führung - Maschinenbau- und Betriebstechnik	Expert:in	Windenergie
25242	Schiffbautechnik	Fachkraft	Windenergie
25243	Schiffbautechnik	Spezialist:in	Windenergie
25244	Schiffbautechnik	Expert:in	Windenergie
25293	Aufsicht und Führung - Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt- und Schiffbautechnik	Spezialist:in	Windenergie
26112	Mechatronik	Fachkraft	Windenergie
26113	Mechatronik	Spezialist:in	Windenergie
26114	Mechatronik	Expert:in	Windenergie
26122	Automatisierungstechnik	Fachkraft	Windenergie
26123	Automatisierungstechnik	Spezialist:in	Windenergie
26124	Automatisierungstechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
26212	Bauelektrik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26213	Bauelektrik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26222	Elektromaschinentechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26232	Energie- und Kraftwerkstechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26233	Energie- und Kraftwerkstechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26234	Energie- und Kraftwerkstechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
26242	Regenerative Energietechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26243	Regenerative Energietechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26244	Regenerative Energietechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie

26252	Elektrische Betriebstechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26253	Elektrische Betriebstechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26262	Leitungsinstallation und -wartung	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26263	Leitungsinstallation und -wartung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26264	Leitungsinstallation und -wartung	Expert:in	Solar- und Windenergie
26293	Aufsicht - Energietechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26301	Elektrotechnik	Helfer:in	Solar- und Windenergie
26302	Elektrotechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26303	Elektrotechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
26304	Elektrotechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
26312	Informations- und Telekommunikations- technik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
26314	Informations- und Telekommunikations- technik	Expert:in	Windenergie
26324	Mikrosystemtechnik	Expert:in	Windenergie
26384	Elektrotechnik (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Windenergie
26393	Aufsicht - Elektrotechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
27103	Techn. Forschung und Entwicklung	Spezialist:in	Solarenergie
27104	Techn. Forschung und Entwicklung	Expert:in	Solar- und Windenergie
27212	Technische:r Zeichner:in	Fachkraft	Solar- und Windenergie
27223	Konstruktion und Gerätebau	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
27224	Konstruktion und Gerätebau	Expert:in	Solarenergie
27303	Techn. Produktionsplanung und -steuerung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
27304	Techn. Produktionsplanung und -steuerung	Expert:in	Solar- und Windenergie
27312	Techn. Qualitätssicherung	Fachkraft	Windenergie
27313	Techn. Qualitätssicherung	Spezialist:in	Windenergie
27314	Techn. Qualitätssicherung	Expert:in	Windenergie
27394	Aufsicht und Führung - Technische Produktionsplanung und -steuerung	Expert:in	Solar- und Windenergie
31103	Bauplanung und -überwachung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie

31104	Bauplanung und -überwachung	Expert:in	Solarenergie
31114	Architektur	Expert:in	Solarenergie
31124	Stadt- und Raumplanung	Expert:in	Solar- und Windenergie
31154	Bauwerkserhaltung und -erneuerung	Expert:in	Solarenergie
31163	Bausachverständige und Baukontrolleur:innen	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
31164	Bausachverständige und Baukontrolleur:innen	Expert:in	Solar- und Windenergie
31173	Bauabrechnung und -kalkulation	Spezialist:in	Solarenergie
31174	Bauabrechnung und -kalkulation	Expert:in	Solarenergie
31194	Aufsicht und Führung - Bauplanung und -überwachung, Architektur	Expert:in	Solar- und Windenergie
31223	Kartografie	Spezialist:in	Windenergie
31224	Kartografie	Expert:in	Windenergie
32102	Hochbau	Fachkraft	Windenergie
32103	Hochbau	Spezialist:in	Windenergie
32104	Hochbau	Expert:in	Windenergie
32113	Beton- und Stahlbetonbau	Spezialist:in	Windenergie
32142	Dachdeckerei	Fachkraft	Solarenergie
32162	Gerüstbau	Fachkraft	Solar- und Windenergie
32193	Aufsicht - Hochbau	Spezialist:in	Windenergie
32202	Tiefbau	Fachkraft	Windenergie
32203	Tiefbau	Spezialist:in	Windenergie
32204	Tiefbau	Expert:in	Windenergie
32222	Straßen- und Asphaltbau	Fachkraft	Windenergie
32223	Straßen- und Asphaltbau	Spezialist:in	Windenergie
32224	Straßen- und Asphaltbau	Expert:in	Windenergie
32263	Kultur- und Wasserbau	Spezialist:in	Windenergie
32264	Kultur- und Wasserbau	Expert:in	Windenergie
32293	Aufsicht - Tiefbau	Spezialist:in	Windenergie

33322	Zimmerei	Fachkraft	Solarenergie
33332	Bautischlerei	Fachkraft	Solarenergie
33342	Glaserei	Fachkraft	Solarenergie
34202	Klempnerei	Fachkraft	Solarenergie
34212	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	Fachkraft	Solarenergie
34213	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	Spezialist:in	Solarenergie
34313	Wasserversorgungs- und Abwassertechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
34314	Wasserversorgungs- und Abwassertechnik	Expert:in	Windenergie
34332	Abfallwirtschaft	Fachkraft	Solar- und Windenergie
34334	Abfallwirtschaft	Expert:in	Solar- und Windenergie
34342	Anlagen-, Behälter- und Apparatebau	Fachkraft	Solarenergie
34343	Anlagen-, Behälter- und Apparatebau	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
34344	Anlagen-, Behälter- und Apparatebau	Expert:in	Solar- und Windenergie
41254	Biologie (Zoologie)	Expert:in	Solar- und Windenergie
41424	Werkstofftechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
41484	Physik (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Solar- und Windenergie
42124	Geologie	Expert:in	Solar- und Windenergie
42134	Geografie	Expert:in	Solar- und Windenergie
42142	Meteorologie	Fachkraft	Solar- und Windenergie
42143	Meteorologie	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
42144	Meteorologie	Expert:in	Solar- und Windenergie
42202	Umweltschutztechnik	Fachkraft	Solar- und Windenergie
42203	Umweltschutztechnik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
42204	Umweltschutztechnik	Expert:in	Solar- und Windenergie
42283	Umweltschutztechnik (sonstige Spezialisierung)	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
42312	Umweltschutzverwaltung und -beratung	Fachkraft	Solar- und Windenergie
42313	Umweltschutzverwaltung und -beratung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
42314	Umweltschutzverwaltung und -beratung	Expert:in	Solar- und Windenergie

43103	Informatik	Spezialist:in	Windenergie
43104	Informatik	Expert:in	Solar- und Windenergie
43114	Wirtschaftsinformatik	Expert:in	Solarenergie
43123	Techn. Informatik	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
43124	Techn. Informatik	Expert:in	Solar- und Windenergie
43214	IT-Systemanalyse	Expert:in	Solarenergie
43313	IT-Netzwerktechnik	Spezialist:in	Solarenergie
43323	IT-Koordination	Spezialist:in	Windenergie
43353	Datenbankentwicklung und -administration	Spezialist:in	Windenergie
43383	IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (sonstige Spezialisierung)	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
43384	IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Solar- und Windenergie
43413	Softwareentwicklung	Spezialist:in	Windenergie
43414	Softwareentwicklung	Expert:in	Solar- und Windenergie
43423	Programmierung	Spezialist:in	Windenergie
51132	Techn. Schiffsverkehrsbetrieb	Fachkraft	Windenergie
51134	Techn. Schiffsverkehrsbetrieb	Expert:in	Windenergie
51312	Lagerwirtschaft	Fachkraft	Windenergie
51623	Speditions- und Logistikkaufleute	Spezialist:in	Windenergie
51624	Speditions- und Logistikkaufleute	Expert:in	Windenergie
51653	Schiffahrtskaufleute	Spezialist:in	Windenergie
52314	Pilot:innen und Verkehrsflugzeugführer:innen	Expert:in	Windenergie
52413	Nautische Schiffsoffizier:innen und Kapitän:innen	Spezialist:in	Windenergie
52414	Nautische Schiffsoffizier:innen und Kapitän:innen	Expert:in	Windenergie
52522	Führer:innen von Erdbewegungs- und verwandten Maschinen	Fachkraft	Windenergie

52531	Kranführer:innen, Aufzugsmaschinist:innen und Bediener:innen verwandter Hebeeinrichtungen	Helfer:in	Windenergie
52532	Kranführer:innen, Aufzugsmaschinist:innen und Bediener:innen verwandter Hebeeinrichtungen	Fachkraft	Windenergie
61112	Einkauf	Fachkraft	Windenergie
61113	Einkauf	Spezialist:in	Windenergie
61122	Vertrieb (außer Informations- und Kommunikationstechnologien)	Fachkraft	Solarenergie
61123	Vertrieb (außer Informations- und Kommunikationstechnologien)	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
71104	Geschäftsführer:innen und Vorstände	Expert:in	Solarenergie
71302	Kaufm. und techn. Betriebswirtschaft	Fachkraft	Windenergie
71303	Kaufm. und techn. Betriebswirtschaft	Spezialist:in	Windenergie
71304	Kaufm. und techn. Betriebswirtschaft	Expert:in	Solar- und Windenergie
71393	Aufsicht und Führung - Unternehmensorganisation und -strategie	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
71394	Aufsicht und Führung - Unternehmensorganisation und -strategie	Expert:in	Solar- und Windenergie
71402	Büro- und Sekretariatskräfte	Fachkraft	Solarenergie
72124	Anlageberater:innen und sonstige Finanzdienstleistungsberufe	Expert:in	Solar- und Windenergie
72144	Finanzanalyst:innen	Expert:in	Solar- und Windenergie
72194	Führung - Versicherungs- und Finanzdienstleistungen	Expert:in	Solar- und Windenergie
72212	Buchhaltung	Fachkraft	Windenergie
72213	Buchhaltung	Spezialist:in	Windenergie
72214	Buchhaltung	Expert:in	Windenergie
72233	Controlling	Spezialist:in	Windenergie
72234	Controlling	Expert:in	Windenergie
72243	Wirtschaftsprüfung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
72244	Wirtschaftsprüfung	Expert:in	Solar- und Windenergie

72304	Steuerberatung	Expert:in	Solar- und Windenergie
73104	Rechtsberatung, -sprechung und -ordnung	Expert:in	Solar- und Windenergie
73134	Rechtsanwälte:innen	Expert:in	Windenergie
73183	Rechtsberatung, -sprechung und -ordnung (sonstige Spezialisierung)	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
73184	Rechtsberatung, -sprechung und -ordnung (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Solar- und Windenergie
73202	Öffentliche Verwaltung	Fachkraft	Solar- und Windenergie
73203	Öffentliche Verwaltung	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
91324	Soziologie	Expert:in	Solar- und Windenergie
91484	Wirtschaftswissenschaften (sonstige Spezialisierung)	Expert:in	Solarenergie
92112	Werbung und Marketing	Fachkraft	Solar- und Windenergie
92113	Werbung und Marketing	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
92114	Werbung und Marketing	Expert:in	Solar- und Windenergie
92203	Öffentlichkeitsarbeit	Spezialist:in	Solar- und Windenergie
92204	Öffentlichkeitsarbeit	Expert:in	Solar- und Windenergie

IMPRESSUM

Herausgeber

Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.
Postfach 10 19 42, 50459 Köln
Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln
www.iwkoeln.de

Redaktion

Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung
Postfach 10 19 42, 50459 Köln
Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln
fachkraefte@iwkoeln.de
www.kofa.de

Gestaltung und Produktion

neues handeln AG

Stand

November 2022

