

PHOTOVOLTAIKZUBAU IN DEUTSCHLAND IN ZAHLEN

Auswertung des Marktstammdatenregisters und der
EEG-Anlagenstammdaten

PHOTOVOLTAIKZUBAU IN DEUTSCHLAND IN ZAHLEN

Auswertung des Marktstammdatenregisters und
der EEG-Anlagenstammdaten

Dominik Peper

(Ansprechpartner: dominik.peper@ise.fraunhofer.de)

Sven Längle

Dr. Christoph Kost

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Gruppe Energiesystem und Energiewirtschaft
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany
www.ise.fraunhofer.de

Inhalt

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung.....	6
3	Auswertung	7
3.1	Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Anlagenzubau	7
3.2	Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Leistungszubau	8
3.3	Relative Anteile der Bundesländer am Anlagenzubau	9
3.4	Relativer Anteil leistungsbegrenzter PV-Anlagen am Anlagenzubau	9
3.5	Relativer Anteil der Ausrichtungen von PV-Anlagen am Anlagenzubau	10
3.6	Relative Anteile der Neigungswinkel von PV-Anlagen am Anlagenzubau...	11
4	Quellenverzeichnis	12

Zusammenfassung

Die vorliegende Veröffentlichung umfasst eine Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) und der EEG-Anlagenstammdaten für die Photovoltaik (PV). Die Auswertung stellt die zeitliche Entwicklung seit 2000 in Bezug auf Anzahl, Leistung, Standort nach Bundesländern, Ausrichtung, Neigung und Leistungsbegrenzung dar. Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse je Auswertungskategorie zusammengefasst.

Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Anlagenzubau (Anlagenanzahl)

- Bedeutung Segment <10 kW seit 2014 konstant bei durchschnittlich 82%.
- Segment der Aufdachanlagen 10-100 kW hatte von 2004 bis 2011 eine Blütezeit mit durchschnittlich 43% Anteil an den neuinstallierten Anlagen (54% bezogen auf die installierte Leistung).

Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Leistungszubau

- Bedeutung Segment <10 kW seit 2014 konstant bei durchschnittlich 19%.
- Anteil von großen Aufdachanlagen 100-750 kW nimmt zu von 17% im Jahr 2012 auf 38% im Jahr 2019.
- Bedeutung von Freiflächenanlagen nimmt ab von 45% im Jahr 2012 auf 20% im Jahr 2019.

Relativer Anteil der Bundesländer am Anlagenzubau

- Anteil von Bayern und Baden-Württemberg fällt von +50 % zwischen 2001 und 2009 auf 43% im Jahr 2019.
- Zuwachs des Anteils in folgenden Bundesländern: Nordrhein-Westfalen von 12% im Jahr 2001 auf 18% im Jahr 2019, Brandenburg von 0% in 2000 auf 4% im Jahr 2019, Rheinland-Pfalz von 3% im Jahr 2001 auf 6% im Jahr 2019.

Relativer Anteil leistungsbegrenzter PV-Anlagen am Anlagenzubau

- 66% der zugebauten Anlagen im Jahr 2019 besitzen eine Leistungsbegrenzung (jährlicher Zuwachs um durchschnittlich 4 Prozentpunkte pro Jahr seit 2014). Sie dürfen gemäß EEG maximal 70% ihrer installierten Leistung ins Netz einspeisen.

Relativer Anteil der verschiedenen Ausrichtungen von PV-Anlagen am Anlagenzubau

- Anteil der Anlagen mit Südausrichtung nimmt ab von 61% im Jahr 2000 auf 42% im Jahr 2019.
- Zunehmende Ausrichtungen: Ost von 1% im Jahr 2000 auf 7% im Jahr 2019, West von 3% im Jahr 2000 auf 9% im Jahr 2019, Ost-West 1% im Jahr 2000 auf 6% im Jahr 2019.

Relativer Anteil verschiedener Neigungswinkel von PV-Anlagen am Anlagenzubau

- Anteil von Anlagen mit weniger als 20 Grad Steigung nimmt zu. Zwischen 2000 und 2009 lag der Anteil bei durchschnittlich 10%. Zwischen 2010 und 2019 stieg dieser auf durchschnittlich 19% an.
- Anteil von Anlagen mit 20 bis 40 Grad Steigung nimmt ab, Zwischen 2000 und 2009 lag der Anteil bei durchschnittlich 63%, zwischen 2010 und 2019 fiel dieser auf 54%.

2 Einleitung

Alle an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossenen Stromerzeugungseinheiten müssen seit Januar 2021 in das Marktstammdatenregister (MaStR) eingetragen sein. Dies gilt auch für die stetig wachsende Zahl von Photovoltaikanlagen in Deutschland. Neben den Stammdaten, die schon in den EEG-Stammdaten erfasst wurden, wie Leistung und Standort, werden im Marktstammdatenregister nun auch zusätzliche Informationen über die PV-Anlagen, wie zum Beispiel die Ausrichtung, Neigung und Leistungsbegrenzung erfasst. Die verfügbaren Informationen wertet das Fraunhofer ISE nun in regelmäßigen Abständen aus und macht die Ergebnisse für die breite Öffentlichkeit verfügbar. Weiterführende Auswertungen sind möglich und können beim Fraunhofer ISE angefragt werden.

3 Auswertung

3.1 Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Anlagenzubau

Um zu verstehen, welche Typen von PV-Anlagen besonders häufig in Deutschland installiert werden, wird der relative Anteil der einzelnen Anlagenklassen untersucht. Hierfür werden die EEG-Anlagenstammdaten nach Inbetriebnahmejahren ausgewertet und die Anlagen eines Inbetriebnahmejahres den definierten Anlagenkategorien zugeordnet. Die Anzahl der Anlagen in den einzelnen Anlagenklassen wird ins Verhältnis zur Gesamtanzahl der im jeweiligen Inbetriebnahmejahr zugebauten Anlagen gesetzt.

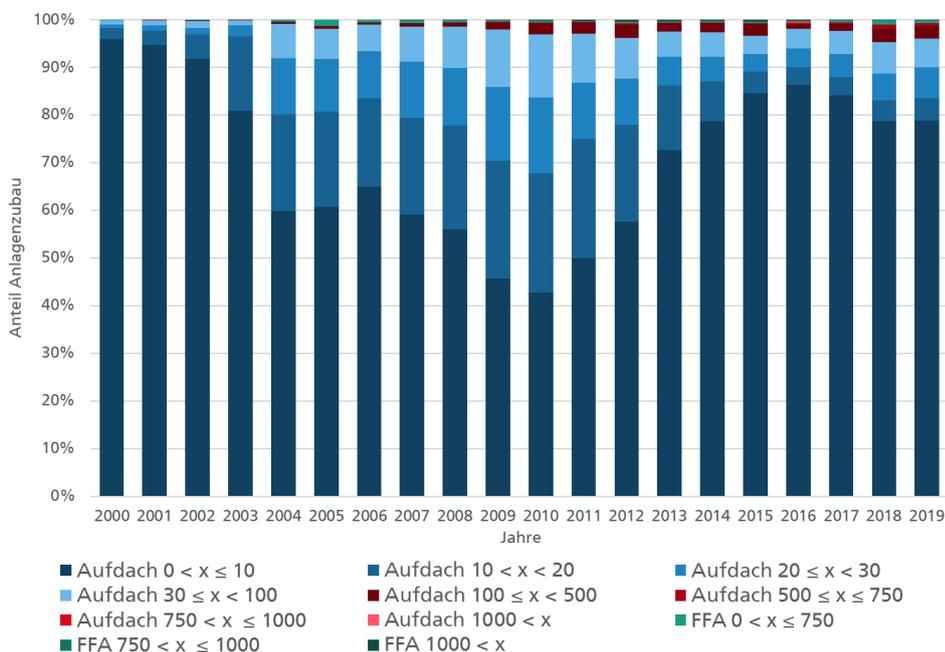


Abb. 01 Verteilung Anlagenzubau von PV-Anlagen in den Jahren 2000 bis 2019 nach Leistungsklasse und Anlagentyp. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis EEG-Anlagenstammdaten (Stand 31.12.2019) und Bewegungsdaten (Stand: 31.07.2020), [1, 2]

Abbildung 1 zeigt, dass die Anlagenkategorie Aufdachanlagen ≤ 10 kW gemessen an der Anlagenzahl über den gesamten Auswertungszeitraum immer den größten Anteil am Zubau hatte (maximal 96% im Jahr 2000 und minimal 43% in 2010). Der Anteil der Aufdachanlagen in den Kategorien zwischen 10 und 100 kW wuchs bis 2010 beständig an, von 4,0 % im Jahr 2000 auf 52,2 % im Jahr 2010. Danach reduzierte sich der Anteil wieder auf 17,2 % im Jahr 2019. Großanlagen nahmen anteilmäßig mit Schwankungen tendenziell zu. So hatten Aufdachanlagen zwischen 100 kW und 500 kW einen Anteil von 2,6% in 2019 (0,1% in 2000). Der Anteil der Freiflächenanlagen lag in fast allen Jahren unter 1 %.

Die Auswertung zeigt, dass vor allem Kleinanlagen und darunter mehrheitlich Anlagen ≤ 10 kW in Deutschland installiert werden. Die herausragende Bedeutung dieser Anlagenklasse lässt sich auf folgende Zusammenhänge zurückführen: Der Flächenbedarf von PV-Anlagen dieser Leistungsklasse entspricht typischerweise der Flächenverfügbarkeit von Einfamilienhäusern. Da der Ausbau von PV-Anlagen Privatbereich politisch gewünscht ist, wird die Installation von PV-Anlagen dieser Größe durch finanzielle Anreize, wie höhere Einspeisetarife und die EEG-Umlagebefreiung bei Selbstverbrauch unterstützt. Hinzu kommt, dass Privatleute typischerweise geringeren Renditeerwarten haben und häufig die nichtfinanziellen Werte einer PV-Anlage (Autarkie, Beitrag zu Energiewende, etc.) im Vordergrund stehen.

Aufgrund der geringen Größe der Kleinanlagen hat die resultierende installierte Leistung in diesem Anlagensegment jedoch eine ähnliche Größe wie in anderen Anlagensegmenten.

Auswertung

3.2 Relativer Anteil bestimmter Anlagenklassen am Leistungszubau

Für die Anteile einzelner Anlagenklassen am Leistungszubau wird die gleiche Auswertung wie für die Anteile am Anlagenzubau durchgeführt. Hierfür werden die Anlagenstammdaten nach Inbetriebnahmejahren ausgewertet und die installierte Leistung der einzelnen Anlagen eines Inbetriebnahmejahres den definierten Anlagenkategorien zugeordnet. Die aggregierte Leistung der einzelnen Anlagenklassen wird ins Verhältnis zum gesamten Leistungszubau des jeweiligen Inbetriebnahmejahres gesetzt.

Bei der installierten Leistung zeigt sich der Trend, dass der Großteil des Leistungszubaus nicht mehr wie in den Anfangsjahren des PV-Zubaus in den kleinen Anlagenkategorien (0 kW bis 30 kW) geschieht, sondern vermehrt in den Leistungsklassen (30 bis 750 kW). In den Jahren 2000 bis 2008 wurden stets mehr als 50% der Anlageleistung in den kleinen Segmenten (0 kW bis 30 kW) zugebaut. Innerhalb dieser Segmente nahm zeitweise die Bedeutung der Segmente 10 bis 30 kW stark zu. Zwischen 2004 und 2012 wurde jeweils deutlich mehr als die Hälfte der zugebauten Leistung der drei Segmente in den oberen beiden Segmenten (10-20 kW und 20-30 kW) zugebaut. Im Jahr 2019 entfielen nur noch 30% auf das Segment 10 kW bis 30 kW. Dieser Trend wird sich in Zukunft durch die Anhebung der 10 kW Grenze für EEG-Umlage befreiten Selbstverbrauch auf 30 kW wieder umkehren.

Der Anteil der Aufdachanlagen zwischen 30 und 750 kW hat besonders in den letzten Jahren stark zugenommen und im Jahr 2019 seinen bisherigen Höhepunkt mit 52% Anteil am gesamten Leistungszubau erreicht. Besondere Bedeutung für das Anwachsen hat die Anlagenkategorie 500 bis 750 kW.

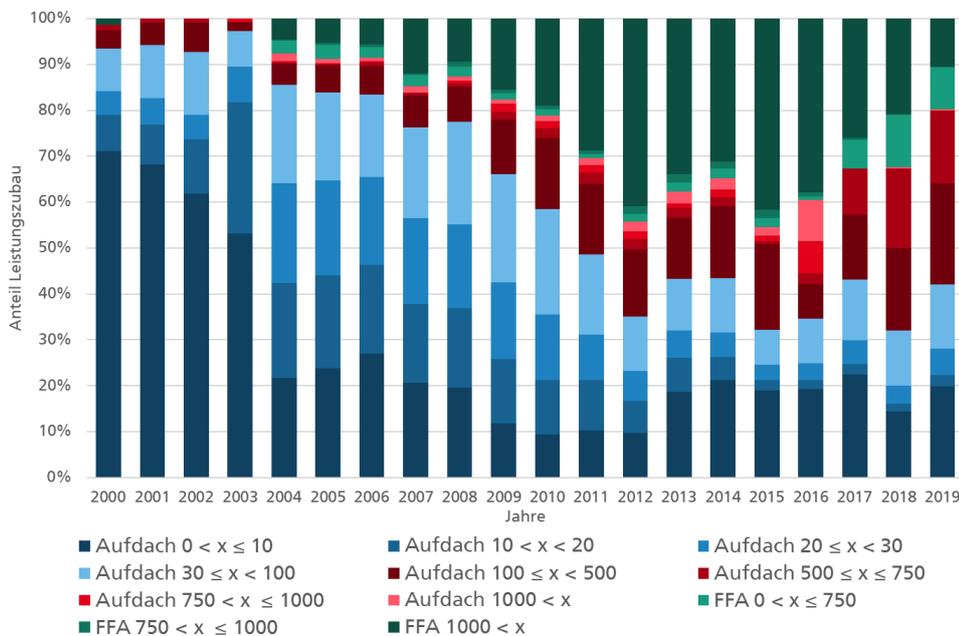


Abb. 02 Verteilung Leistungszubau von PV-Anlagen in den Jahren 2000 bis 2019 nach Leistungsklasse und Anlagentyp. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis EEG-Anlagenstammdaten (Stand 31.12.2019) und Bewegungsdaten (Stand: 31.07.2020), [1, 2]

Das Anwachsen des Segments von großen PV-Aufdachanlagen, bei dem es sich vorrangig um PV-Anlagen auf Gewerbedächern handelt, lässt sich nicht auf einzelne Ursachen reduzieren. Gründe sind u.a. fallende Preise für PV-Anlagen, steigende

3.3

Relative Anteile der Bundesländer am Anlagenzubau

Die Betrachtung des Anlagenzubaues nach relativem Anteil (in Bezug auf die Anzahl insgesamt zugebauter Anlagen) je Bundesland zeigt, dass der Großteil des Zubaus in den Jahren 2001 bis 2009 in den Ländern Bayern und Baden-Württemberg stattgefunden hat. Ihr Anteil lag in dieser Zeit zwischen 52 % und 74%. Bis zum Jahr 2019 ist er auf 43% zurückgegangen.

Zuwächse beim Anteil konnte ab 2009 vor allem Nordrhein-Westfalen verzeichnen. Der Anteil stieg von 12% im Jahr 2001 auf zeitweise 20% in 2015 und ist seit 2017 konstant bei 18%. Zuwächse konnten außerdem die Länder Brandenburg (4% in 2019), Rheinland-Pfalz (6% in 2019), Sachsen (4% in 2019), und Sachsen-Anhalt (3% in 2019) verzeichnen.

Tendenziell ist in diesen Bundesländern mit etwas geringeren Volllaststunden zu rechnen als in Bayern und Baden-Württemberg, da in diesen Regionen die Globalstrahlung um etwa 100 bis 220 kWh/m² niedriger liegt [3]. Trotz der zu erwartenden geringeren Erträge, ist die bessere räumliche Verteilung der PV-Anlagen zu begrüßen, da hierdurch die Erzeugung regional besser verteilt und das Netz entlastet wird.

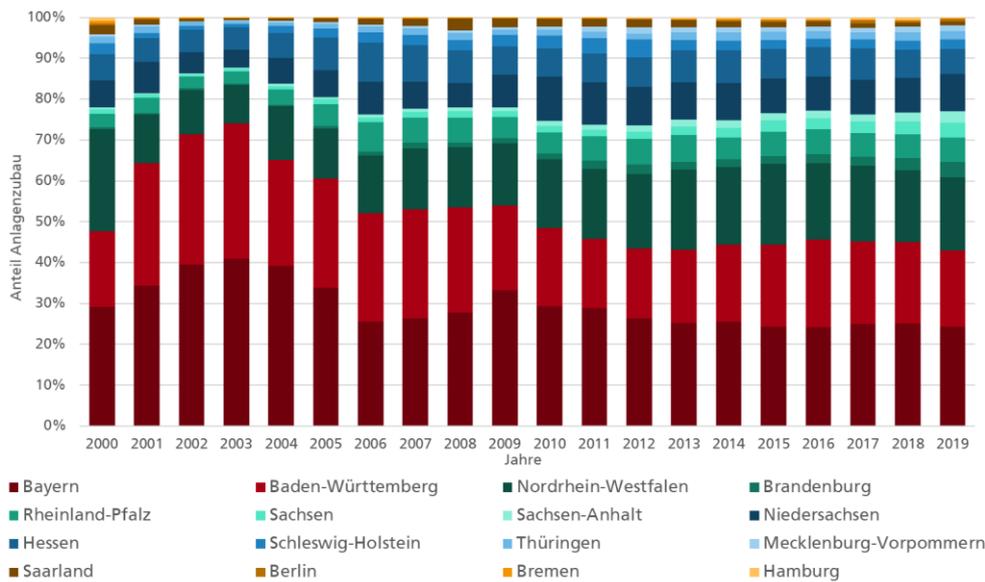


Abb. 03 Abbildung 3: Relative Anteile der einzelnen Bundesländer am Anlagenzubau. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 03.03.2020) [4]

3.4

Relativer Anteil leistungsbegrenzter PV-Anlagen am Anlagenzubau

Seit dem EEG 2012 wird gemäß § 6 Abs. 2 gefordert, dass sich alle Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung bis 100 kW am vereinfachten Einspeisemanagement beteiligen. D.h. die Anlagen müssen im Falle von Netzüberlastungen seitens des Netzbetreibers ferngesteuert heruntergeregelt werden können. Für kleinere Photovoltaikanlagen bis zu einer installierten Nennleistung von maximal 30 kW bietet das EEG dem Anlagenbetreiber die Wahl: Alternativ zur ferngesteuerten Leistungsbegrenzung besteht die Möglichkeit, die Wirkleistung der

Anlage am Netzverknüpfungspunkt konstant auf 70 Prozent der installierten Modulleistung zu begrenzen.

Neben der Begrenzung auf 70% existieren Fördermodelle, die eine stärkere Begrenzung erfordern. Der KfW Effizienzhaus 40 plus-Standard setzt die Anforderung an die maximale Leistungsabgabe auf 60% der installierten Leistung. Im Falle einer Förderung eines mit einer PV-Anlagen kombinierten Batteriespeichers im Programm 275 der KfW, ist die maximale Leistungsabgabe der Photovoltaikanlage am Netzanschlusspunkt auf 50 % der installierten Leistung der Photovoltaikanlage zu begrenzen.

Diese Regelungen haben dazu geführt, dass ab 2012 ein immer größerer Teil der zugebauten Anlagen mit Leistungsbegrenzungen am Netzanschlusspunkt versehen wird. Im Jahr 2019 wurden 73% der Anlagen in ihrer Leistung begrenzt. 66% wurden auf 70% begrenzt. Die sonstigen Begrenzungen liegen im kleinen einstelligen Bereich. Die Leistungsbegrenzung kann in ungünstigen Fällen dazu führen, dass ein Teil des erzeugten Stroms nicht genutzt werden kann und verloren geht.

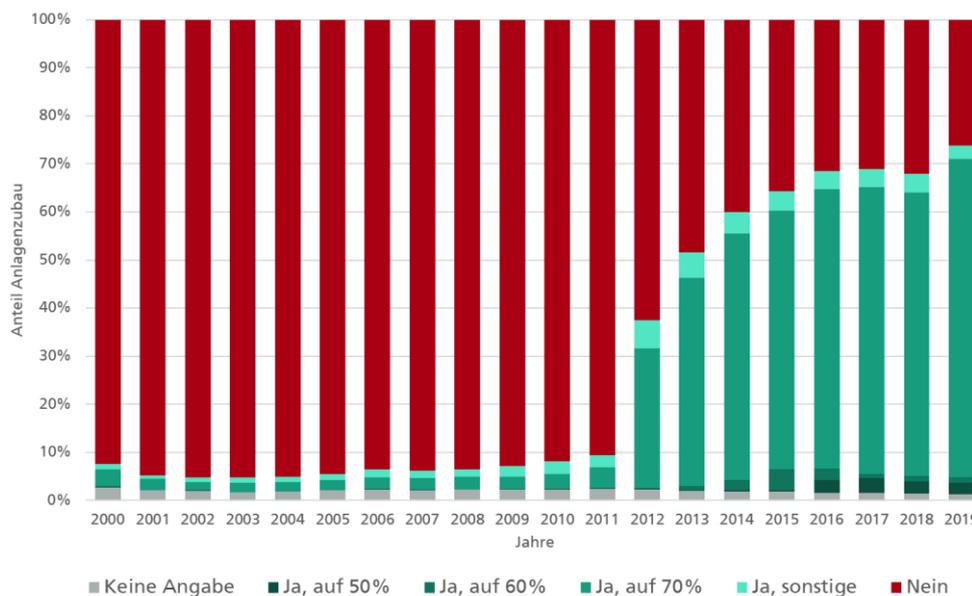


Abb. 04 Abbildung 4: Relative Anteile der Leistungsbegrenzungskategorien am Anlagenzubau historisch. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 03.03.2020) [4]

3.5

Relativer Anteil der Ausrichtungen von PV-Anlagen am Anlagenzubau

Aus Abbildung 5 ist ersichtlich, dass die meisten PV-Anlagen in der für den Ertrag der PV-Anlage am vorteilhaftesten Himmelsrichtung Süden gebaut sind. Im Jahr 2019 betrug der Anteil nach Süden ausgerichteter Anlagen 42%. Darauf folgen mit 19% Süd-West Anlagen und hierauf mit 14% Süd-Ost Anlagen. Westanlagen (9%) sind etwas häufiger als Ostanlagen (7%). Als letzte größere Gruppe folgen Ost-West Anlagen mit 6%.

Allgemein hat der Anteil der Anlagen, die in anderen Himmelsrichtungen als Süden aufgestellt werden zugenommen. Während es in 2000 39% waren, hat ihr Anteil bis 2019 auf 58% zugenommen. Hierdurch können Ertragseinbußen entstehen, die in ihrer Höhe allerdings stark vom Neigungswinkel der Anlage abhängen. Bei optimalem Neigungswinkel (variiert mit Himmelsrichtung, Breitengrad und Jahreszeit) können die Ertragseinbußen minimiert werden und liegen typischerweise zwischen 5-10%. Nur bei Anlagen, die in Richtung Norden ausgerichtet sind (2,1% der Anlagen in 2019), kann der Ertrag bis zu 50% niedriger ausfallen. Die zunehmende Variation der Ausrichtungen führt zu einer besseren Verteilung der Stromerzeugung über den Tag.

Ostanlagen sind vorteilhaft für die Stromerzeugung am Morgen, Westanlagen für den Abend.

Auswertung

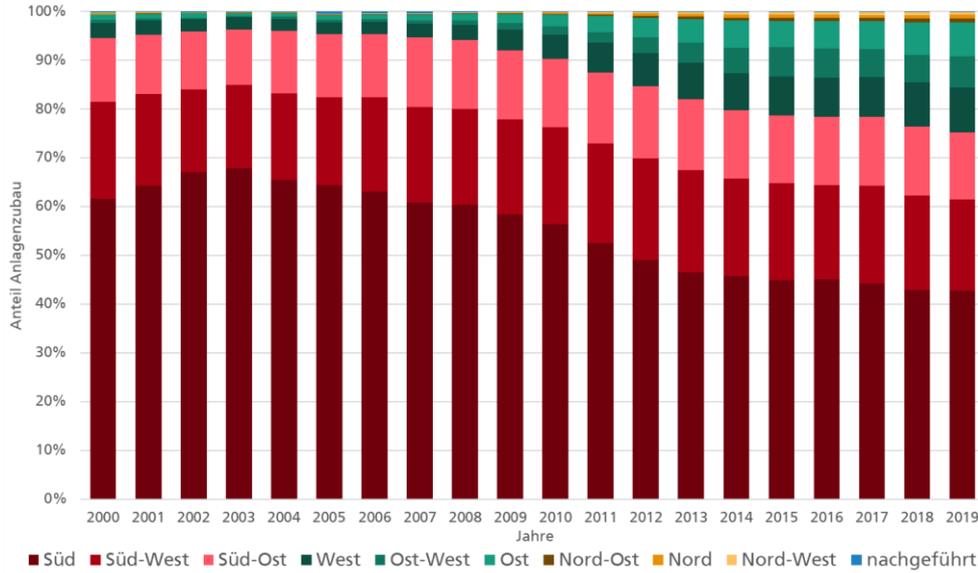


Abb. 05 Relative Anteile der verschiedenen Ausrichtungen am Anlagenzubau historisch. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 03.03.2020) [4]

3.6

Relative Anteile der Neigungswinkel von PV-Anlagen am Anlagenzubau

Im Jahr 2019 hatte der Großteil (54 %) der installierten Anlagen einen Neigungswinkel zwischen 20 und 40 Grad. 20 % der Anlagen wiesen einen Neigungswinkel noch steileren Winkel zwischen 40 und 60 Grad auf.

Der Anteil von Anlagen mit flachem Neigungswinkel <20 Grad ist allerdings in den letzten 20 Jahren stark angestiegen: Von 5% im Jahr 2000 auf 24% in 2019. Als Gründe für die verstärkte Nutzung von flachen Winkeln bei PV-Anlagen können folgende Entwicklungen und Installationsstrategien angeführt werden: Die zunehmenden Installationen von Ost-West Anlagen, die Ermöglichung von engeren Packungsdichten und die Reduktion der Traglasten bei Wind.

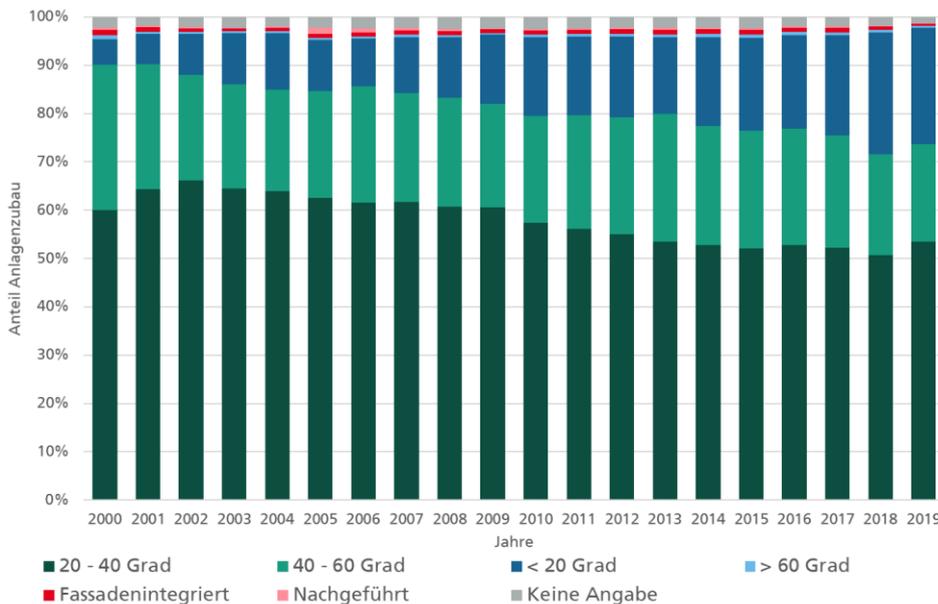


Abb. 06 Abbildung 6: Relative Anteile verschiedener Neigungswinkel von PV-Anlagen am Anlagenzubau historisch. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 03.03.2020) [4]

4 Quellenverzeichnis

- [1] 50Hertz, Amprion, TenneT, and TransnetBW, *EEG-Anlagenstammdaten zur Jahresabrechnung 2019*. [Online]. Available: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Anlagenstammdaten>
- [2] 50Hertz, Amprion, TenneT, and TransnetBW, *EEG-Bewegungsdaten zur Jahresabrechnung 2019*. [Online]. Available: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>
- [3] DWD, *Global Radiation in Germany: Average annual sums, period: 1981-2010*. [Online]. Available: https://www.dwd.de/EN/ourservices/solarenergy/maps_globalradiation_average.html
- [4] BNetzA, *Marktstammdatenregister: MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 03.03.2020)*. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschundMonitoring/Marktstammdatenregister/MaStR_node.html