

ANALYSE DER PV-ERTRÄGE IN DEUTSCHLAND

EIN BLICK AUF DAS JAHR 2023

Aus meteorologischer Sicht zeichnete sich das Jahr 2023 erneut durch Wetterextreme und Rekorde aus. Es war das wärmste Jahr seit Beginn der Messaufzeichnung in 1881 [1]. Im Gegensatz zu den Vorjahren prägten feucht-warme Bedingungen das Jahr, begleitet von überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen von + 20 % [1]. Doch wie beeinflussten diese Wetterbedingungen die PV-Anlagenerträge? Hierfür wurden mehrere Tausend Datensätze der Jahre 2018 bis 2023 aus der VCOM-Cloud von meteocontrol GmbH analysiert. Zusätzlich wurden die langjährigen Monitoringdaten der 1-MW-PV-Anlage auf dem Messegelände Riem in München ausgewertet.

Analyse der Solarstrahlung

Im vergangenen Jahr wurde in Deutschland eine mittlere Jahressumme der Globalstrahlung von 1.144 Kilowattstunden je Quadratmeter (kWh/m²) gemessen. Es platziert sich auf Platz 6 der strahlungsreichsten Jahre seit Beginn der zuverlässigen Datenverfügbarkeit im Jahr 1983 [1]. Im Folgenden eine Tabelle mit den Jahressummen der Globalstrahlung für den im Artikel verwendeten Referenzzeitraum von 2018 bis 2022 [1].

Jahr	kWh/(m ² ·a)
2018	1.207
2019	1.147
2020	1.171
2021	1.096
2022	1.227

Quelle: DWD

Tabelle 1: Jahressummen der Globalstrahlung (Referenzzeitraum 2018 bis 2022)

In 2023 verzeichneten die Monate Juni und September Globalstrahlungswerte, die deutlich über dem 90 %-Perzentil lagen. Ebenso wurden in den Monaten Februar und Mai Werte über dem 75 %-Perzentil gemessen. In den Monaten Juli, Oktober und November wurden Durchschnittswerte registriert, während in den übrigen Monaten ein Strahlungsdefizit festgestellt wurde. Die deutschlandweite Verteilung der Globalstrahlung entspricht weitgehend der mittleren Verteilung des 30-jährigen Zeitraums von 1991 bis 2020 [1] zusätzlich zum bereits bekannten Süd-Nord-Gefälle der Solarstrahlung.

Deutschlandweite PV-Erträge unter der Lupe

Zur Bewertung der PV-Erträge wurde eine Ertragskarte erstellt [2], die die deutschlandweiten Erträge für das Jahr 2023 in verschiedenen Regionen darstellt

und in Bild 1 zu sehen ist. Das Ergebnis ist qualitativ von der Anlagendichte und -qualität aller eingezeichneten Regionen abhängig, jedoch aufgrund der sehr großen Anzahl überwachter Anlagen repräsentativ. Der Energieeintrag von PV-Anlagen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, darunter die Ausrichtung der PV-Module, individuelle Verschattungssituationen, das Mikroklima vor Ort oder unterschiedliche Montagearten. Um Besonderheiten im PV-Ertrag hervorzuheben, zeigt Bild 2 die Ertragsabweichungen im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren (2018 bis 2022). Auf den ersten Blick waren die Erträge im Jahr 2023 im Vergleich zu den Vorjahren vielerorts unterdurchschnittlich, was auf die noch solarstrahlungsreicheren Vorjahre (2018, 2019, 2020, 2022) des Referenzzeitraums zurückzuführen ist.

Die Nettostromerzeugung aus PV-Anlagen im Jahr 2023 belief sich auf 59,9 Terawattstunden (TWh), was einem Anstieg von ca. 1 TWh (1,4 %) im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Die installierte Leistung erreichte Ende Dezember 82,2 Gigawatt (GW), wobei im Jahresverlauf 14,6 GW zugebaut wurden [3]. Auffällig ist, dass die Volllaststunden für Solarenergie mit 893 Stunden einen Rückgang um

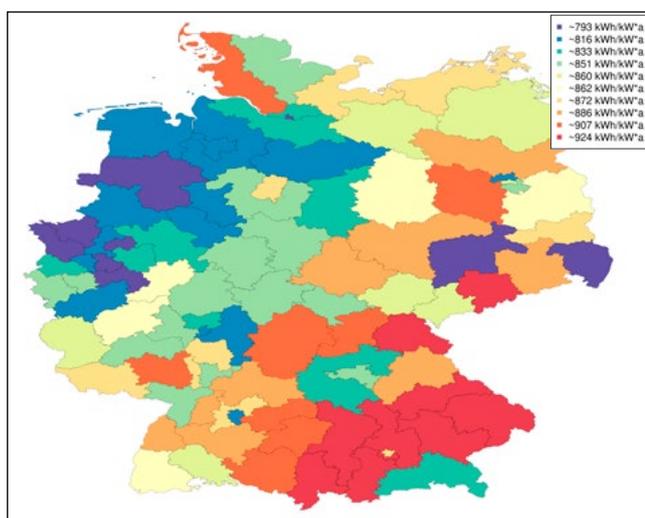


Bild 1: Deutschlandkarte für das Jahr 2023 mit den normierten PV-Erträgen gemittelt für einzelne Regionen

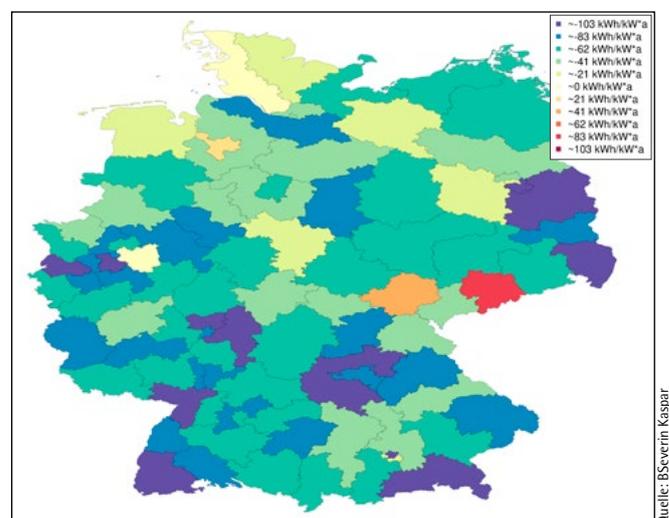
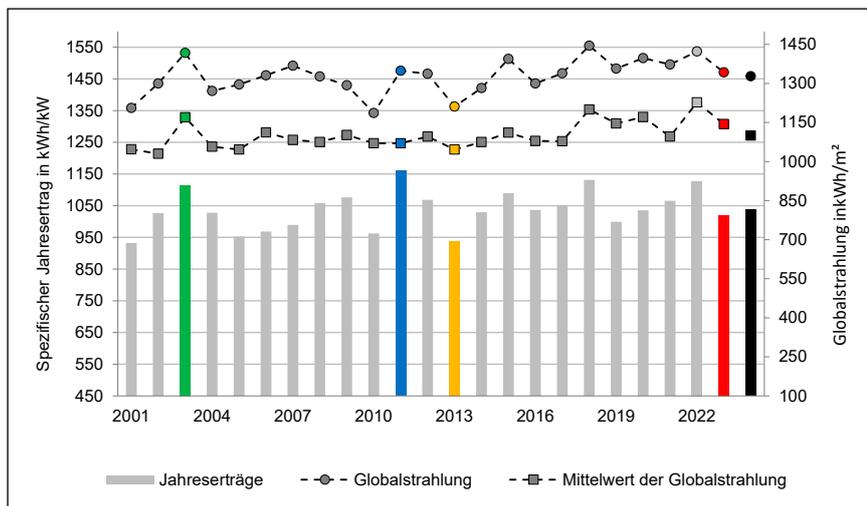
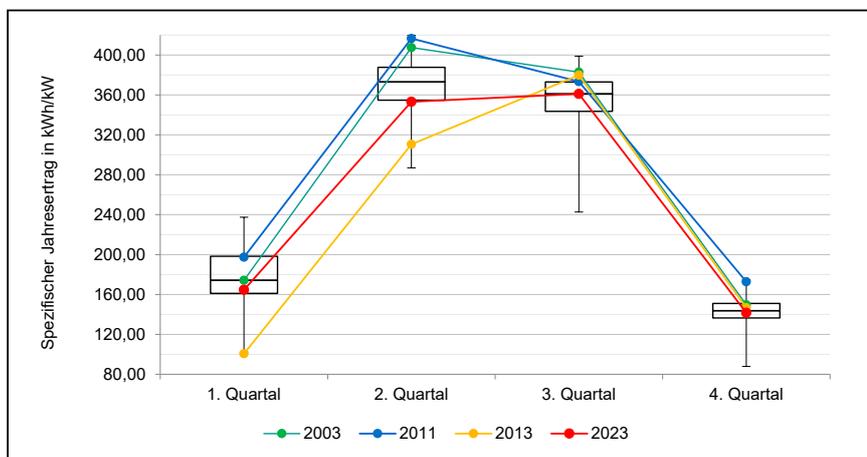


Bild 2: Die PV-Erträge aus Bild 1 werden in diesem Plot als Abweichung vom spezifischen Ertrag im Vergleich zu einem mehrjährigen Mittelwert dargestellt (2018 – 2022)



Quelle: Andreas Boschert und Prof. Mike Zehner

Bild 3: Spezifische Jahreswerte der 1 MW PV-Anlage Solardach Messe München. Die oberen Liniendiagramme zeigen den Verlauf der zugehörigen Globalstrahlung für den Standort und als Vergleich die Globalstrahlung als deutschlandweites Flächenmittel; die rote Säule zeigt den Jahresertrag für 2023, die schwarze Säule den langjährigen Mittelwert (2001 – 2022)



Quelle: Andreas Boschert und Prof. Mike Zehner

Bild 4: Darstellung der normierten PV-Erträge der Jahresquartale der 1 MW PV-Anlage Solardach Messe München von 2001 bis 2023. Diese Linien wurden über eine statistische Auswertung der Ertragswerte der Anlage von 2001 bis 2022 aufgetragen (Boxplot mit Min-, 25 % Quantil-, Median, 75 % Quantil- und Max-Werten). Das ermöglicht eine einfache Vergleichbarkeit verschiedener Jahre

12,4 % im Vergleich zum mehrjährigen Durchschnitt (2015 bis 2022) verzeichneten [3]. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Daten keine Berücksichtigung der Abregelung durch Redispatch oder der Erträge der PV-Anlagen finden, die nach dem Auslaufen der EEG-Förderung nun auf Eigenverbrauch umgestellt wurden.

PV-Anlagenverhalten am Beispiel Solardach Messe München

Als Referenzsystem dient die 1-MW-PV-Anlage auf dem Solardach der Messe München-Riem [4]. Die Grafik in Bild 3 zeigt die spezifischen Jahreserträge der Anlage von 2001 bis 2023 sowie den Verlauf der Globalstrahlung im selben Zeitraum. Der schwarze Balken repräsentiert den Mittelwert der Jahre 2001 bis 2022. Als Referenz dienen die Jahre 2003 in Grün und 2011 in Blau für be-

sonders ertragsreiche Jahre und 2013 in Gelb als besonders schlechtes Jahr. Eindeutig erkennbar ist der Zusammenhang zwischen den spezifischen Erträgen und der Globalstrahlung. Mit einem spezifischen Ertrag von 1.020 kWh/(kW·a) im Jahr 2023 wurde ein Wert annähernd dem langjährigen Mittel erreicht (-1,7 %). Bild 4 stellt die Quartalerträge der Jahre 2001 bis 2023 dar. Farblich hervorgehoben sind wieder auffällige Verläufe der spezifischen Erträge und die langjährigen Quartalsmittelwerte. Die Erträge im ersten Quartal des Jahres 2023 waren lediglich marginal höher im Vergleich zu 25 % der bisher erzielten Erträge. Auch im zweiten Quartal wurde das 25 %-Quantil nur knapp erreicht. Im Verlauf des dritten Quartals konnte der Median erreicht werden, jedoch wurde dieser im letzten Jahresquartal knapp verfehlt.

Fazit

Die PV-Anlagen verzeichneten im Vergleich zu den Jahren 2018 bis 2022 auf den ersten Blick leicht unterdurchschnittliche Erträge. Dies ist jedoch auf die noch solarstrahlungsreicheren Vorjahre zurückzuführen. Mögliche Ursachen für die geringeren Erträge können Saharastaub, hohe Temperaturen mit entsprechend reduziertem Wirkungsgrad der PV-Module, winterlicher Schnee sowie lokale Mikroklimata sein. Insbesondere die ungünstige Witterung in der ersten Jahreshälfte beeinträchtigte die PV-Erzeugung. Zusätzlich führten die niederschlagsreichen Sommermonate und das Jahresende zu einem Rückgang der Erträge, wodurch die Rekorderträge der Vorjahre nicht erreicht wurden.

Referenzen und Quellen

- [1] Verschiedene Pressemitteilungen des DWD: Jahresrückblick 2023 und monatliche Berichte zum Deutschlandwetter sowie dem Solarstrahlungsjahr von 2018 - 2023
- [2] Die Angaben basieren auf PV-Erzeugungsdaten der meteocontrol VCOM Cloud Plattform
- [3] Prof. Dr. Bruno Burger, „Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2023“, energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2023.pdf
- [4] Solarenergieförderverein Bayern e.V., Messdatensätze der 1 MW PV-Anlage Neue Messe München der Jahre 2001 bis 2023, sev-bayern.de

ZUM DEN AUTOREN:

► **Andreas Boschert**
wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer an der TH Rosenheim und Doktorand an der TU München in der Arbeitsgruppe „Combined Smart Energy Systems“ (CoSES). Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Energiemeteorologie.
andreas.boschert@th-rosenheim.de

► **Mike Zehner**
Professor für nachhaltige Energietechnik im Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie der TH Rosenheim und leitet dort das Labor für Solare Energiesysteme am Rosenheimer Technologiezentrum Energie und Gebäude (roteg).
mike.zehner@fh-rosenheim.de

► **Severin Kaspar**
Teamleiter bei der meteocontrol GmbH im Bereich Data Analytics.
s.kaspar@meteocontrol.de