

Studie
zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen
2018
in Deutschland

Henrik te Heesen
Volker Herbort
Martin Rumpler

ibt Institut für Betriebs- und
Technologiemanagement
Institute for Operations and Technology Management



Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

Hochschule Ulm



Studie zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen 2018 in Deutschland

Herausgegeben von der
Hochschule Trier
Umwelt-Campus Birkenfeld
Institut für Technologie- und Betriebsmanagement (IBT)
Campusallee
55768 Neubrücke (Nahe)
Web: <https://www.umwelt-campus.de/index.php?id=ibt>

Autoren

Prof. Dr. Henrik te Heesen (Umwelt-Campus Birkenfeld)
Prof. Dr. Volker Herbort (Hochschule Ulm)
Prof. Dr. Martin Rumpler (Umwelt-Campus Birkenfeld)

Februar 2019, 96 Seiten, 48 Abbildungen, 10 Tabellen

Bildnachweis Seite 0, Seite 3, Seite 6, Seite 14, Seite 26 © Henrik te Heesen

Alle Rechte vorbehalten. Weitergabe, Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung der Hochschule Trier nicht gestattet.

© 2019 Hochschule Trier

Vorwort

Das Jahr 2018 war in Bezug auf die Photovoltaik außergewöhnlich. Sämtliche PV-Anlagen in Deutschland haben 45,8 TWh elektrische Energie ins Stromnetz eingespeist und damit einen Beitrag von 8,4 Prozent zum deutschen Strommix geleistet. Sämtliche erneuerbare Energiesysteme haben 2018 zum ersten Mal mehr als 40 Prozent zur Stromproduktion beigesteuert - ein neuer Rekord in Deutschland.

Die großen Stromproduktionswerte der PV-Anlagen lassen sich insbesondere auf den sehr langen und sonnigen Sommer in Deutschland zurückführen. In den Monaten Mai bis August haben die Anlagen einen spezifischen Ertrag zwischen 120 und fast 140 kWh/kWp erreicht. In einzelnen Regionen in Deutschland wurden spezifische Monatserträge von über 170 kWh/kWp erwirtschaftet.

Wir haben uns in unserer Studie auf PV-Dachanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp konzentriert, da diese Anlagen laut Daten der Bundesnetzagentur rund 90 Prozent der in Deutschland installierten PV-Anlagen ausmachen. Zudem verfügen diese Anlagen in der Regel über kein professionelles Qualitätssicherungs- und Wartungskonzept, auch betreute Fernüberwachungssysteme sind in der Anlagenklasse, insbesondere bei Hausdachanlagen bis 10 kWp, kein Standard. Daher soll diese Studie den Besitzern von PV-Anlagen in dieser Leistungsklasse dazu dienen, ihre Erträge mit Referenzerträgen aus der Region vergleichen zu können. Die Ertragsdaten lassen sich grundsätzlich auch auf größere Dach- oder auch Freiflächenanlagen übertragen, jedoch ist aufgrund des größeren Service- und Wartungsbudgets zu erwarten, dass diese Anlagen etwas größere Referenzerträge erwirtschaften sollten.

Ziel dieser Studie ist es, die elektrischen Energieerträge von Photovoltaikdachanlagen in Deutschland für das Betriebsjahr 2018 zu bewerten, um es den Betreibern zu ermöglichen, die erwirtschafteten Energieerträge mit den für ihre PV-Anlage zu erwartenden Erträgen zu vergleichen. Damit kann jeder Anlagenbetreiber prüfen, ob seine Solaranlage solide Erträge erwirtschaftet oder ob es sich wegen zu kleiner Erträge lohnt, seine PV-Anlage technisch auf Optimierungsmöglichkeiten untersuchen zu lassen.

Sollten Sie Fragen oder Anmerkungen zur Studie haben, zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren. Weiterführende Informationen zur Studie, zur Forschung im Bereich der Ertragsanalyse von Photovoltaikanlagen sowie Kontaktdaten finden Sie unter:

<https://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=ertragsstudie>

Neubrück, Januar 2019

Henrik te Heesen, Volker Herbort und Martin Rumpler

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Inhaltsverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	vi
Glossar	vii
1 Zusammenfassung	1
2 Executive Summary	2
3 Einleitung	4
4 Vorgehen	7
4.1 Fernüberwachungskonzept	7
4.2 Kennzahlen zur Beurteilung von PV-Anlagen	7
5 Ergebnisse	15
5.1 Spezifischer Jahresertrag 2018	16
5.2 Spezifische Erträge pro Monat	18
Literatur	27
A Anhang	28
A.1 Erläuterung der folgenden Abbildungen und Tabellen	28
A.2 Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland	30
A.3 Spezifischer Ertrag für das Kalenderjahr 2018	31
A.4 Spezifische Erträge für die Monate Januar bis Dezember 2018	32
A.5 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 0xxxx	38
A.6 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 1xxxx	42
A.7 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 2xxxx	47
A.8 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 3xxxx	52
A.9 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 4xxxx	56
A.10 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 5xxxx	62
A.11 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 6xxxx	67

A.12 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 7xxxx	72
A.13 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 8xxxx	77
A.14 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 9xxxx	82

Abbildungsverzeichnis

1.1	Spez. Ertrag von PV-Anlagen in Deutschland	1
2.1	Spec. yield of PV systems in Germany	2
3.1	Installierte Nennleistung von PV-Dachanlagen	4
4.1	Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland	9
4.2	Ausschluss von Extremwerten	10
4.3	Darstellung des Filterverfahrens	11
4.4	Sicherheitswahrscheinlichkeit	12
5.1	Korrekturfaktor für Ausrichtung und Neigung	15
5.2	Spez. Ertrag 2018 für PV-Anlagen	16
5.3	Vergleich der monatlichen spezifischen Erträge für die Jahre 2012 bis 2018 . . .	17
5.4	Mittlere spezifische Tageserträge 2018 in Deutschland	18
5.5	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Januar	19
5.6	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Februar	19
5.7	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im März	20
5.8	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im April	20
5.9	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Mai	21
5.10	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Juni	21
5.11	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Juli	22
5.12	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im August	22
5.13	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im September . . .	23
5.14	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Oktober	23
5.15	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im November . . .	24
5.16	Spez. Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge im Dezember	24
5.17	Kumulierte Erträge 2018 im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt	25
A.1	Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland	30
A.2	Spez. Ertrag 2018 für PV-Anlagen	31
A.3	Spez. Ertrag im Januar 2018	32
A.4	Spez. Ertrag im Februar 2018	32
A.5	Spez. Ertrag im März 2018	33
A.6	Spez. Ertrag im April 2018	33
A.7	Spez. Ertrag im Mai 2018	34
A.8	Spez. Ertrag im Juni 2018	34

A.9 Spez. Ertrag im Juli 2018	35
A.10 Spez. Ertrag im August 2018	35
A.11 Spez. Ertrag im September 2018	36
A.12 Spez. Ertrag im Oktober 2018	36
A.13 Spez. Ertrag im November 2018	37
A.14 Spez. Ertrag im Dezember 2018	37
A.15 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 0xxxx	38
A.16 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 1xxxx	42
A.17 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 2xxxx	47
A.18 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 3xxxx	52
A.19 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 4xxxx	57
A.20 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 5xxxx	62
A.21 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 6xxxx	67
A.22 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 7xxxx	72
A.23 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 8xxxx	77
A.24 Ertragsreferenzplot der spez. Monatserträge für den PLZ-Bereich 9xxxx	82

Tabellenverzeichnis

A.1	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 0xxxx.	38
A.2	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 1xxxx.	42
A.3	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 2xxxx.	47
A.4	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 3xxxx.	52
A.5	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 4xxxx.	58
A.6	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 5xxxx.	62
A.7	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 6xxxx.	67
A.8	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 7xxxx.	72
A.9	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 8xxxx.	77
A.10	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 9xxxx.	82

Glossar

EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Kurztitel: Erneuerbare-Energien-Gesetz)
GWp	Gigawatt Peak (1.000 MWp)
IQ	Interquartilsabstand
kW	Kilowatt (1.000 W)
kWh	Kilowattstunde (1.000 Wh)
kWp	Kilowatt Peak (1.000 Wp)
MWp	Megawatt Peak (1.000 kWp)
PLZ	Postleitzahl
PR	Performance Ratio
PV	Photovoltaik
STC	Standard Test Conditions
TWh	Terawattstunde (1 Milliarde kWh)
W	Watt
Wh	Wattstunde
Wp	Watt Peak



1 Zusammenfassung

In dieser Studie analysieren wir die Ertragsdaten von mehr als 23.000 Photovoltaikdachanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp in Deutschland für das Kalenderjahr 2018. Hierzu verwenden wir Tagesertragsdaten inklusive der Konfiguration der PV-Anlagen und aggregieren die Ertragsdaten auf monatliche Werte. Die Daten werden durch einen zweistufigen Algorithmus bereinigt, um nur PV-Anlagen ohne Fehlfunktion zu betrachten.

Äußerst ertragsreiches PV-Ertragsjahr 2018

Das Jahr 2018 war in allen Teilen Deutschlands überdurchschnittlich in Bezug auf die Ertragsproduktion. Im Vergleich zu den Vorjahren 2012 bis 2017 lagen die Erträge durchschnittlich um 11,2 Prozent über dem langjährigen mittleren Ertrag. Dies hat zur Folge, dass die PV-Anlagen entsprechend hohe Einspeisevergütungen erwirtschaftet haben.

Spez. Ertrag zwischen 1.060 und fast 1.200 kWh/kWp

Die größten spezifischen Erträge können in Baden-Württemberg und Bayern mit über 1.150 kWh/kWp beobachtet werden. Und auch in Sachsen sind die Erträge auf ähnliche Werte gestiegen. Selbst in Nordwestdeutschland an der Nordseeküste betrugen die spezifischen Jahreserträge der PV-Dachanlagen 1.080 kWh/kWp und mehr.

Die Auswertungen in dieser Studie basieren auf rein statistischen Methoden und Algorithmen. Daher sind die Ergebnisse objektiv nachprüfbar und weisen keinen subjektiven Einfluss auf. Die Signifikanzanalyse zeigt, dass bei einer hinreichend großen Zahl auswertbarer PV-Anlagen die statistischen Ergebnisse die wahren Erträge der Solaranlagen sehr gut widerspiegeln.

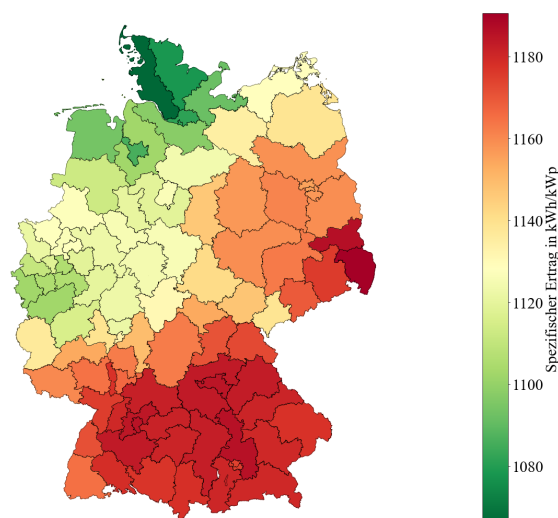


Abbildung 1.1: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp in geneigter Modulebene (Südausrichtung, 30° Modulneigung) für Photovoltaikdachanlagen in Deutschland im Kalenderjahr 2018. Siehe auch Abb. 5.2.

2 Executive Summary

In this study we analyse yield data of more than 23,000 photovoltaic roof-top systems with a capacity of up to 30 kWp in Germany for the year 2018 using daily data including the configuration of the PV systems. The daily values are aggregated to monthly ones. The data are cleansed by a two-step algorithm to only consider PV systems without malfunction.

Extremely profitable year 2018

2018 was an above-average year in terms of yield production in all parts of Germany. Compared to the previous years 2012 to 2017, the yields were on average 11.2 percent above the long-term average yield. As a result, the PV systems generated correspondingly high feed-in tariffs.

Spec. yield between 1,060 and nearly 1.200 kWh/kWp

The largest specific yields can be observed in Baden-Württemberg and Bavaria with over 1,150 kWh/kWp. And in Saxony, too, yields have risen to similar levels. Even in Northwest Germany on the North Sea coast, the specific annual yield of PV roof-top systems amounted to 1,080 kWh/kWp and more.

The evaluations in this study are based on purely statistical methods and algorithms. Therefore, the results are objectively verifiable and have no subjective influence. The significance analysis shows that with a sufficiently large number of evaluable PV systems, the statistical results reflect the true yields of the solar systems very well.

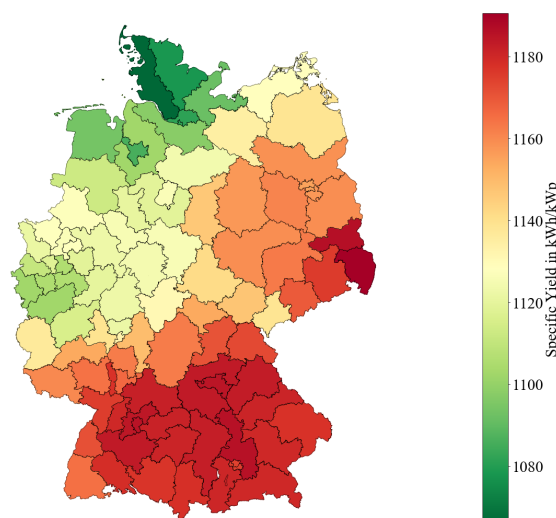


Figure 2.1: Specific yield in kWh/kWp in tilted module plain (Southern orientation, 30° inclination angle) for small PV systems in Germany 2018. See also Fig. 5.2.

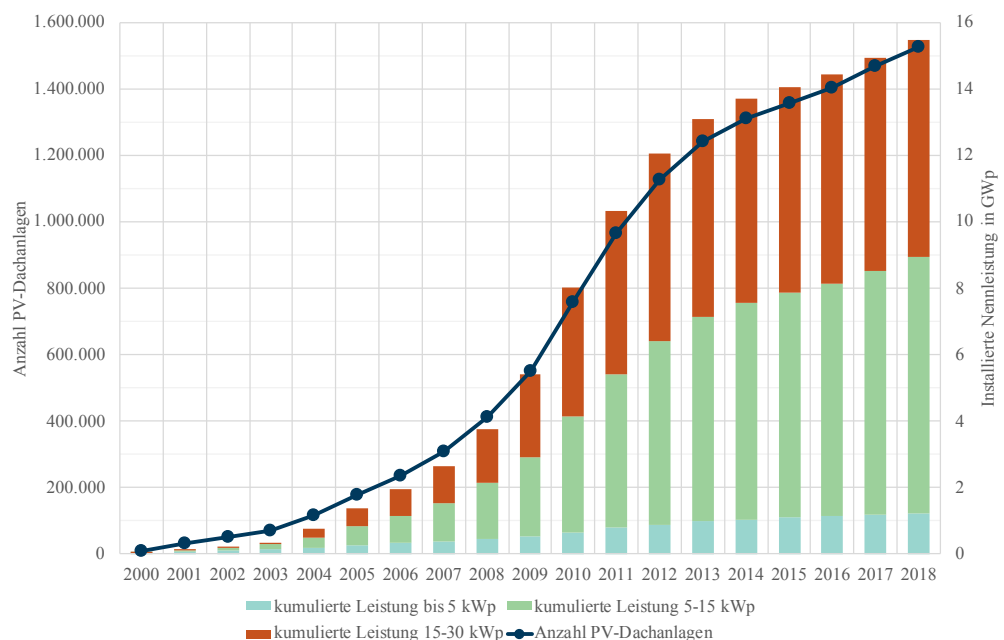


3 Einleitung

Rund 15,5 GWp
PV-Dachanlagen
in Deutschland

Die Photovoltaikbranche hat sich nach schwierigen Jahren stabilisiert und die Zubauraten haben sich leicht erholt. In 2018 beläuft sich der Zubau an Nennleistung von Photovoltaikanlagen auf 2,6 GWp und hat sich damit im Vergleich zu 2017 verbessert. Die mehr als 1,5 Mio. PV-Dachanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp erreichen eine installierte Leistung von rund 15,5 GWp (siehe Abb. 3.1) und tragen damit wesentlich zur Stromproduktion in Deutschland bei.

Abbildung 3.1: Kumulierte installierte Nennleistung von Photovoltaikanlagen in Deutschland im Zeitraum 2002 bis 2018. Datenquelle: Bundesnetzagentur. Daten bis einschließlich Nov. 2018.



Ertragssimulationen
nur für Groß-
kraftwerke sinnvoll

Um die Ertragsproduktion von PV-Anlagen einschätzen und bewerten zu können, sind anlagenspezifische Ertragssimulationen der genaueste Weg. Jedoch sind Simulationen sehr aufwändig, sodass sich diese lediglich für PV-Großkraftwerke lohnen. Für kleinere PV-Anlagen müssen in der Regel andere Möglichkeiten herangezogen werden, wie zum Beispiel der Ertragsvergleich mit PV-Anlagen ähnlicher Konfiguration und vergleichbarem Standort. Bei diesem Ertragsvergleich ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Zahl der PV-Anlagen, die für diesen Vergleich herangezogen wird, hinreichend groß ist und dass Anlagen mit technischen Störungen und Fehlern bei der Ertragsdatenermittlung nicht berücksichtigt werden, um Verfälschungen bei

der Bewertung zu vermeiden.

Ertragsvergleiche
zur Beurteilung von
PV-Dachanlagen

Die Ertragsstudien, die wir in den vergangenen Jahren herausgegeben haben [te Heesen, Herbort und Rumppler 2018c; te Heesen, Herbort und Rumppler 2017; te Heesen, Herbort und Rumppler 2018b; te Heesen, Herbort und Rumppler 2018a; te Heesen, Herbort und Pfatischer 2014; te Heesen, Herbort und Pfatischer 2013], werden um die diesjährige Studie erweitert, wobei der Fokus weiterhin auf Dachanlagen bis zu einer Nennleistung von 30 kWp liegt. Die Erträge größerer PV-Dachanlagen sowie Freiflächenanlagen lassen sich aus den Daten dieser Studie ebenfalls ableiten und vergleichen, jedoch muss beachtet werden, dass die Erträge größerer Photovoltaikanlagen, insbesondere von Freiflächenanlagen, unter gleichen klimatischen Bedingungen größer ausfallen sollten, da Großanlagen über etwas größere Wirkungsgrade und ein professionelleres Servicekonzept verfügen. Sämtliche Ertragsstudien der Vorjahre sowie eine Beschreibung der wissenschaftlichen Forschung, die an der Hochschule Trier in Zusammenarbeit mit der Hochschule Ulm erfolgt, finden Sie unter

<https://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=ertragsstudie>

Im nächsten Kapitel werden das grundsätzliche Vorgehen und die angewendeten Algorithmen beschrieben. Dabei wird großer Wert auf statistische Gesetzmäßigkeiten gelegt, welche eine objektive Beurteilung der Auswertung der Fernüberwachungsmessdaten erlauben. Anschließend werden in Kapitel 5 die Ergebnisse der Auswertung vorgestellt und diskutiert. Im Anhang A sind die Resultate im Detail für jede zweistellige Postleitzahlregion in Deutschland aufgeführt.



4 Vorgehen

In diesem Kapitel werden die Algorithmen beschrieben, welche zur Auswertung der Ertragsdaten der Photovoltaikanlagen verwendet wurden. Die Betreiber der PV-Anlagen sind in erster Instanz für die Qualität und Pflege der Messdaten im Fernüberwachungssystem verantwortlich. Jedoch sind die Messdaten häufig unzureichend gepflegt, sodass ein großer Aufwand betrieben werden muss, um Fehlkonfigurationen, Mess- und Datenfehler sowie Betriebsstörungen statistisch auszuschließen, damit das Ergebnis der Ertragsbewertung nur gut gepflegte Solaranlagen widerspiegelt.

4.1 Fernüberwachungskonzept

Anonymisierte
Rohertragsdaten
aus öffentlich zu-
gänglichen Quellen

Ausgangspunkt der Analyse sind Messdaten von PV-Anlagen, die über ein internetbasiertes Fernüberwachungssystem verfügen und deren Daten öffentlich verfügbar sind. Die Rohdaten werden zunächst anonymisiert, sodass keine Rückschlüsse auf die einzelne Anlage bzw. den Betreiber möglich sind. Anschließend erfolgt die Datenverarbeitung und -bereinigung. Zentrale Komponente zur Datenaufzeichnung ist ein Datenlogger, der die Messdaten der einzelnen Komponenten aufzeichnet, speichert und über das Internet an einen zentralen Server übermittelt. Darüber hinaus ist die Konfiguration jeder PV-Anlage bekannt. Neben dem Standort der Anlagen fließen die Ausrichtung und Neigung der Solarmodule in die Analyse ein. Die Messdaten liegen typischerweise in 5 oder 15-Minuten-Intervallen für jede PV-Anlage vor. Für die Auswertung werden Tagesertragsdaten verwendet und auf Monatswerte aggregiert.

4.2 Kennzahlen zur Beurteilung von PV-Anlagen

Spezifischer Ertrag
als zentrale Kennzahl

Für die Analyse der Photovoltaikanlagen bedarf es Kennzahlen, um Anlagen miteinander vergleichen zu können. Innerhalb der Studie werden daher bereits etablierte Kennzahlen zur Bewertung von PV-Anlagen wie der Energieertrag bzw. der spezifische Energieertrag und die Einstrahlung analysiert. Die Performance Ratio (PR) wird als Qualitätskennzahl in dieser Studie nicht herangezogen, da die PR zum einen in Deutschland einen weitest-

gehend standortunabhängigen Wert wiedergeben sollte, andererseits stark vom Messsystem insbesondere für die Sonneneinstrahlung abhängt.

4.2.1 Energieertrag

Die wichtigste Kennzahl zur Beurteilung einer einzelnen PV-Anlage ist ihr Energieertrag. Der Energieertrag ist die in einem bestimmten Zeitraum produzierte Menge an Energie z. B. in kWh.

Die Messung des Energieertrags erfolgt über die Einspeisezähler einer Anlage. Da der Energieertrag von zahlreichen Faktoren einer PV-Anlage abhängt (Nennleistung, Standort, Ausrichtung, Neigung, Komponenten, Konfiguration), ist ein direkter Vergleich von Energieerträgen unterschiedlicher Anlagen nicht möglich. Um die Ertragsdaten der PV-Anlagen vergleichen zu können, wird der spezifische Ertrag verwendet.

4.2.2 Spezifischer Ertrag

Der spezifische Ertrag Y ist eine Kennzahl, mit der sich unterschiedliche Anlagen vergleichen lassen. Zur Berechnung des spezifischen Ertrags wird der Energieertrag durch die nominelle Anlagenleistung P_{nom} dividiert

$$Y = \frac{E}{P_{\text{nom}}} \quad . \quad (4.1)$$

Die nominelle Anlagenleistung in kWp errechnet sich aus der Summe der nominellen Leistung der installierten Module unter Standard Test Conditions (STC). Der spezifische Ertrag normiert Anlagen unterschiedlicher Größe auf eine einheitliche Ertragsgröße in kWh/kWp. Über den spezifischen Ertrag lassen sich PV-Anlagen in einer Region mit ähnlicher Konfiguration (Ausrichtung, Neigung, Komponenten) vergleichen.

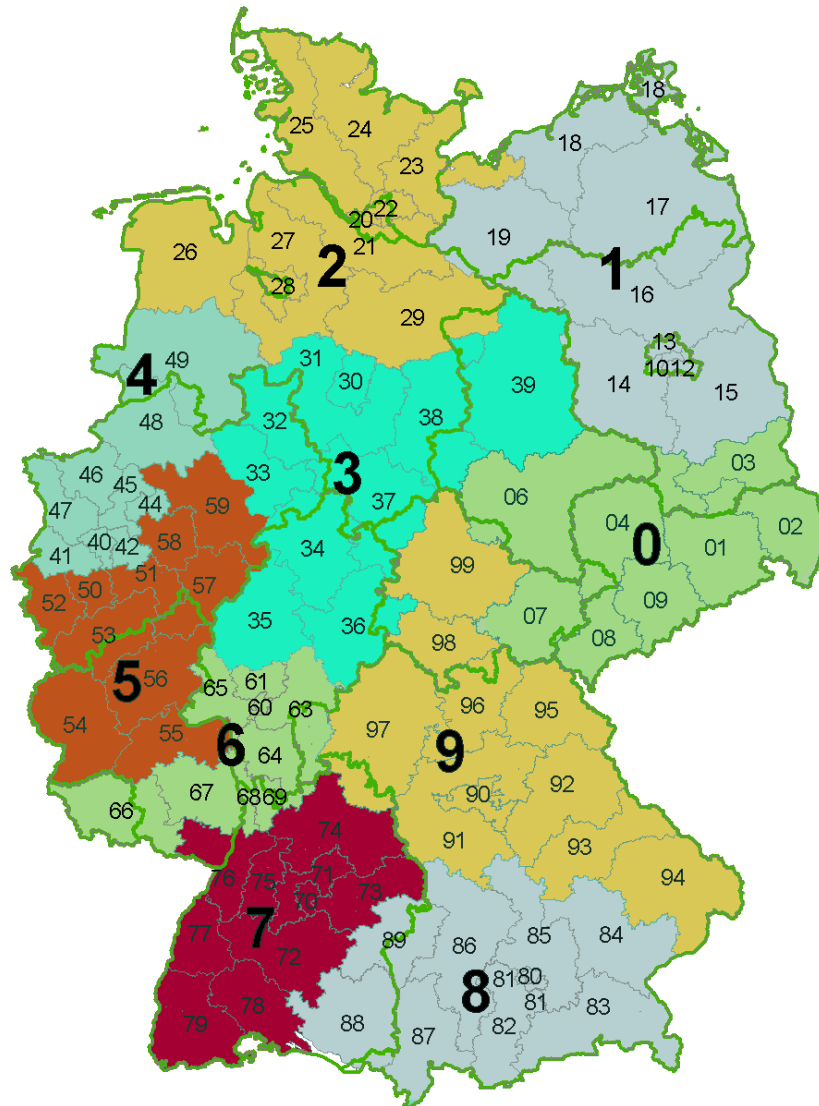
4.2.3 Räumliche Eingrenzung

Regionale Klassifizierung der Anlagen

Die Studie soll die Leistungsfähigkeit von PV-Anlagen in Deutschland untersuchen. Deutschland hat allerdings unterschiedliche klimatische Zonen in Bezug auf Einstrahlung und Temperatur. Da die verwendeten Qualitätskriterien meteorologische Besonderheiten wie z. B. unterschiedliche Umgebungstemperaturen nicht berücksichtigen, wurde die Auswertungen nach zweistelligen Postleitzahlbereichen durchgeführt (siehe Abbildung 4.1).

Die zweistelligen PLZ-Gebiete erstrecken sich meist über Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen. Die Lage einer Anlage innerhalb des

Abbildung 4.1: Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland (nach Stefan Kühn, Creative-Commons-Lizenz CC0 1.0).



PLZ-Gebiets spielt für die Auswertung von Ertrag und Einstrahlung eine vernachlässigbare Rolle. Bezogen auf die Anzahl der Anlagen ergibt sich aufgrund der höheren Anlagendichte in Süddeutschland eine Häufung von auswertbaren Anlagen im süddeutschen Raum, daher ist die Analyse in diesen Regionen genauer als im restlichen Bundesgebiet.

Clustering von
PLZ-Gebieten

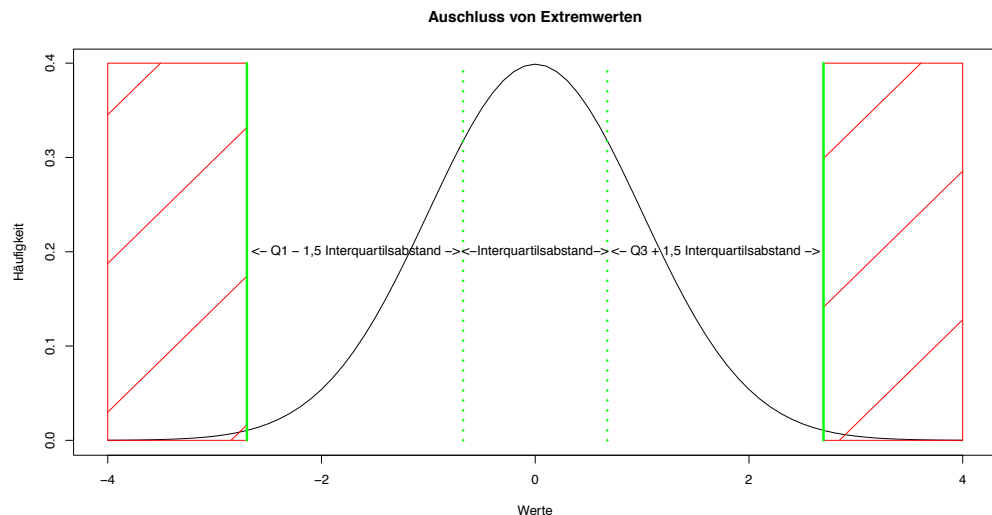
Um die Anzahl der auswertbaren Anlagen zu vergrößern, werden für die regionale Analyse von Ertrag und Einstrahlung sämtliche PV-Anlagen betrachtet, deren Standort sich innerhalb eines zweistelligen PLZ-Gebiets und den direkt angrenzenden PLZ-Gebieten befindet (z. B. PLZ-Region 46xxx mit den benachbarten Regionen 45, 47 und 48). Dies führt zu einer stärkeren Durchmischung der Regionalanalyse, sodass einzelne Anlagen bzw. Anlagen-

cluster die Untersuchung für einzelne PLZ-Bereiche nicht unverhältnismäßig beeinflussen können (siehe Abschnitt 4.2.4 für die Erläuterung der Datenqualitätsprüfung und -bereinigung).

4.2.4 Datenqualität

Bei der explorativen Datenanalyse* zeigt sich, dass es teilweise Anlagen gibt, welche unplausible Werte bzw. gar keine Werte liefern. Um ein korrektes Ergebnis zu ermöglichen, wurden daher zunächst die Monatswerte von Anlagen herausgefiltert, die extreme Werte aufwiesen bzw. keine Werte aufgezeichneten.

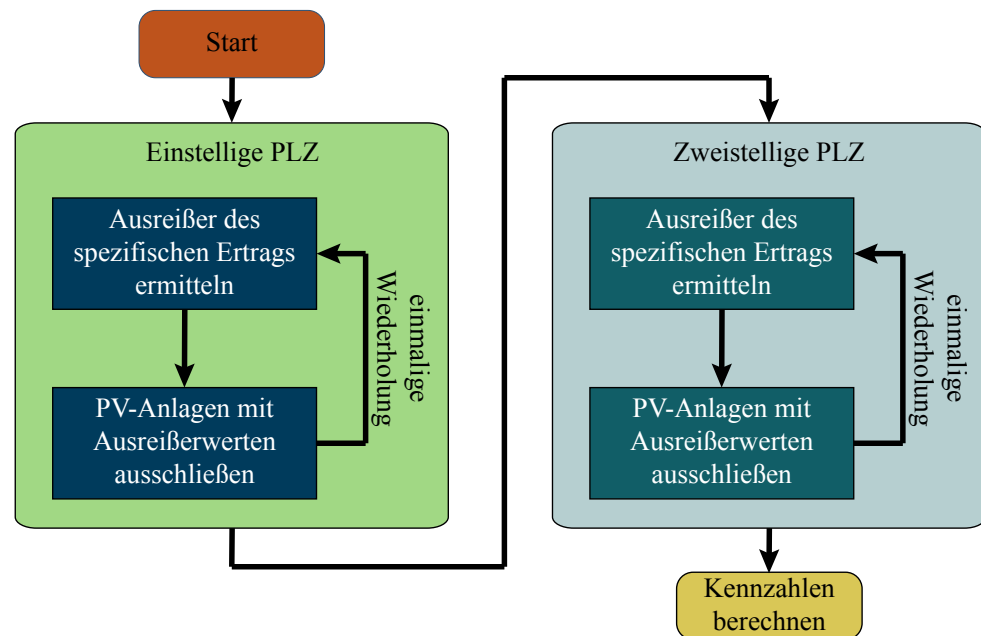
Abbildung 4.2: Ausschluss von Extremwerten unter Verwendung des Interquartilsabstands nach Tukey.



Die für die Auswertung relevanten Kennzahlen zur Analyse der statistischen Ergebnisse sind der Median und die Quartile. Der Median gibt bei einer Menge von Daten den Wert an, bei dem 50 % der Messwerte kleiner und 50 % der Messwerte größer als der Median sind. Das 1. Quartil (oder untere Quartil) gibt den Messwert wieder, bei dem 25 % der Messwerte kleiner und 75 % der Messwerte größer als das 1. Quartil sind. Entsprechend sind bezogen auf das 3. Quartil (oder obere Quartil) 75 % der Messwerte kleiner und 25 % größer als das 3. Quartil. Der Abstand zwischen dem 1. und 3. Quartil wird als Interquartilsabstand (IQ) bezeichnet.

* Explorative Datenanalyse dient dazu mit Hilfe von Histogrammen, Box-Plot u. a. grundlegende Zusammenhänge und Verteilungen in Daten zu ermitteln. Weiterführende Informationen bietet z. B. Tukey [1977].

Abbildung 4.3: Ablauf des zweistufigen Filterverfahrens [te Heesen und Herbort 2016].



Bei einer Normalverteilung entspricht der Median dem arithmetischen Mittelwert. Um eine Annäherung an die Normalverteilung zu erlangen, müssen Median und arithmetisches Mittel also angenähert werden. Kriterium für die Güte des Algorithmus ist daher die Differenz beider Werte.

Zweistufiger Algorithmus zur Datenbereinigung

Nachdem die Anlagen entfernt wurden, die keine Werte liefern, durchlaufen die übrigen Anlagen ein zweistufiges Verfahren, wie in Abbildung 4.3 dargestellt. Ziel des Verfahrens ist es, Ausreißer auszuschließen und dadurch eine Normalverteilung der Erträge der Anlagen zu gewährleisten. Eine geeignete Methode hierfür stellt nach Tukey die Verwendung des IQs dar. Demnach werden alle Werte, welche sich innerhalb des Wertebereichs zwischen dem 1. Quartil -1,5-fachen IQ und dem 3. Quartil +1,5-fachen IQ befinden, als valide Werte angesehen (siehe Abbildung 4.2).

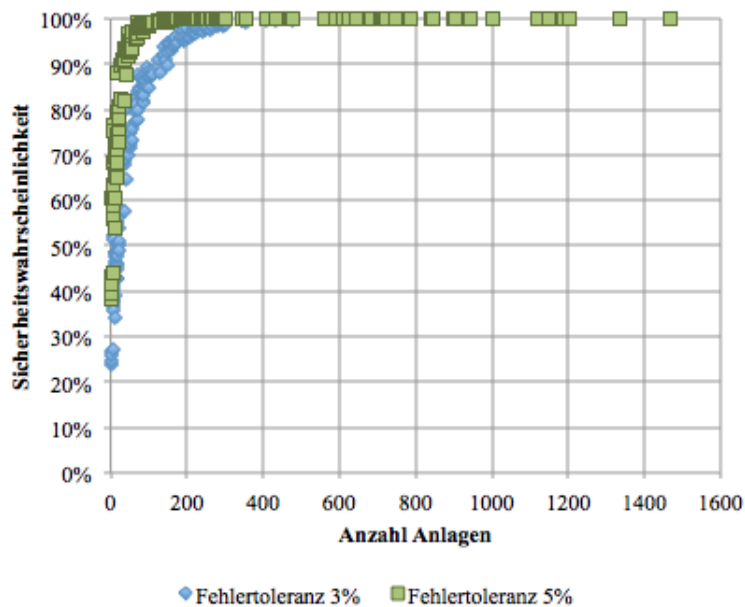
Die Ertragsdaten aller Anlagen, die sich in einem einstelligen Postleitzahlbereich befinden, werden für jeden Monat des Jahres bewertet. Anlagen, deren Erträge außerhalb der Ausreißergrenzen (d. h. deren Werte kleiner als die untere Grenze des Wertebereichs bzw. größer als die obere Grenze des Wertebereichs sind) liegen, werden im weiteren Verlauf des Algorithmus nicht mehr berücksichtigt. Nachdem der Algorithmus für die einstelligen PLZ-Bereiche nach zweimaligem Durchlauf der Datenbereinigung abge-

geschlossen ist, wird die Datenbereinigung zweifach für sämtliche zweistellige Postleitzahlbereiche durchlaufen. Grund für die zweifache Anwendung der Datenbereinigung auf die Ertragsdaten ist, dass der einmalige Durchlauf des Verfahrens zu linksschiefen Normalverteilungen führen kann. Die Filterung der Messdaten zunächst auf einstelliger und anschließend auf zweistelliger PLZ-Ebene vergrößert die Anzahl auswertbarer Messdaten.

4.2.5 Signifikanz der Ergebnisse

Da der Algorithmus lediglich auf statistischen Verfahren beruht, sind die Ergebnisse des Algorithmus bei hinreichend großer Anzahl von PV-Anlagen in einer Region signifikant. Ertrag und Einstrahlung für die Regionen spiegeln bis auf einen statischen Fehler die Soll-Erträge wider.

Abbildung 4.4: Sicherheitswahrscheinlichkeit der Messdatenanalyse in Abhängigkeit der ausgewerteten Anlagenanzahl. Der tolerierte Fehler ist mit 3 % in blau und mit 5 % in grün angegeben.



Für die Sicherheitswahrscheinlichkeit $D(z)$ gilt

$$z^2 = \frac{n \cdot \varepsilon^2}{\sigma \cdot (1 - \sigma)} \quad (4.2)$$

mit der zentralen Wahrscheinlichkeit der Standardnormalverteilung z , der Anzahl der ausgewerteten PV-Anlagen n , dem tolerierten Fehler ε des berechneten Ertrag vom wahren Ertrag in einer Region und der relativen Abweichung σ des Whiskerabstands vom Median als Maß für die Streuung der

Ertragsdaten.

Große Sicherheits-
wahrscheinlichkeit
durch zweistufigen
Algorithmus

Eine graphische Darstellung der Sicherheitswahrscheinlichkeit $D(z)$ in Abhängigkeit der Anzahl ausgewerteter Anlagen pro Region ist in Abbildung 4.4 zu erkennen. Bei einem tolerierten Fehler von 3 % (blaue Rauten) weichen mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von über 95 % die berechneten Werte wie Median und 1. bzw. 3. Quartil bei mehr als 200 ausgewerteten Anlagen nicht vom wahren Ertrag ab. Entsprechend beträgt ab 50 auswertbaren Anlagen in einer Region die Sicherheitswahrscheinlichkeit 97,5 % mit einem tolerierten Fehler von 5 % (grüne Quadrate).

Aus dieser Betrachtung zeigt sich, dass durch den oben erläuterten Algorithmus die Ergebnisse statistisch signifikant sind und die zu erwartenden Erträge in den einzelnen Postleitzahlregionen wiedergeben.

Details zum Algorithmus und der Datenbereinigung sind bei te Heesen und Herbort [2016] zu finden.



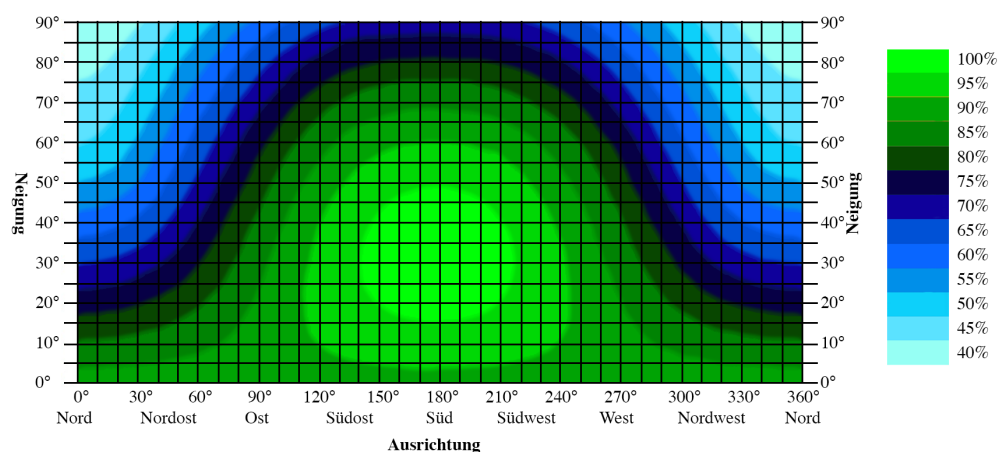
5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Ertragsanalyse dargestellt und diskutiert. Im Anhang A ab Seite 28 sind die Ergebnisse der einzelnen Postleitzahlregionen im Detail (Ertragsobergrenzen und -untergrenzen sowie Quartilswerte) aufgeführt.

Korrekturfaktor
für Ertragsdaten

Sämtliche Ertragsdaten beziehen sich auf PV-Dachanlagen bis zu einer Nennleistung von 30 kWp mit Modulen, die nach Süden ausgerichtet ($\sim 180^\circ$) sind und eine Neigung von rund 30° aufweisen. Für den Datenvergleich mit Anlagen, deren Module eine andere Ausrichtung und/oder Neigung aufweisen, müssen die in dieser Studie angegebenen Jahresertragswerte mit einem Korrekturfaktor nach Abbildung 5.1 multipliziert werden. Beispielsweise müssten die Ertragswerte in dieser Studie für den Vergleich mit einer PV-Anlage, deren Module nach Westen (270°) ausgerichtet und 20° geneigt sind, mit dem Faktor 90 % (0,9) multipliziert werden. Sofern die Module der PV-Anlage eine Ausrichtung zwischen Südost (150°) und Südwest (210°) sowie eine Neigung zwischen 15° und 40° aufweisen, müssen die angegebenen Daten nicht korrigiert werden.

Abbildung 5.1: Korrekturfaktor für Ertragsdaten in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigung der Solarmodule in Deutschland. PV-Anlagen mit Solarmodulen mit einer Ausrichtung nach Süden (180°) und einer Neigung von 30° weisen den höchsten Ertrag auf und werden mit 100 % referenziert. Weichen Ausrichtung und/oder Neigung der Solarmodule von diesen Wert ab, reduziert sich der Jahresertrag der PV-Anlage.

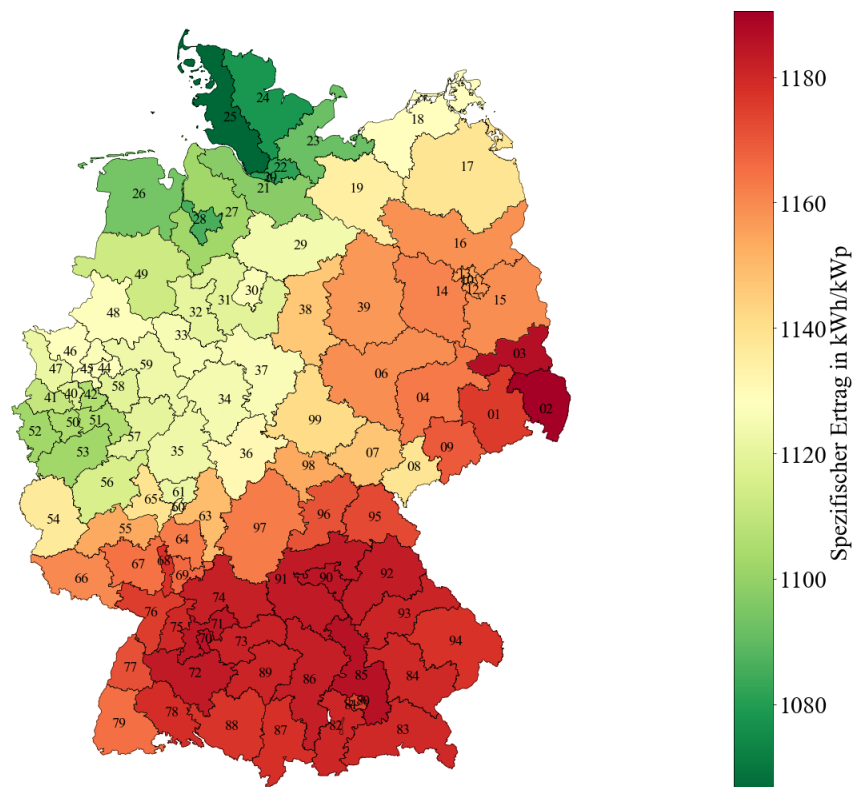


Als Referenzwert für den spezifischen Ertrag wird das 3. Quartil angegeben. Die verwendeten Modul- und Wechselrichtertechnologien sowie die spezifische Anlagenkonfiguration erlauben in den betrachteten Regionen ent-

sprechende Werte für den Ertrag, sodass eine gut errichtete und gepflegte Photovoltaikanlage einen Ertrag erreichen kann, der dem 3. Quartilswert entspricht. Ist der Ertrag einer PV-Anlage kleiner als der Wert des 3. Quartils, jedoch größer als der Median, so kann dieser Ertrag einer Anlage in einer Region als gut angesehen werden. Sollte der Ertrag kleiner als der Median sein, so kann die Solaranlage technische Mängel aufweisen, die zu einer ertragsgeminderten Stromproduktion führen können - die PV-Anlage sollte ggf. einer technischen Überprüfung unterzogen werden, um mögliche Mängel identifizieren und ggf. beseitigen zu können.

5.1 Spezifischer Jahresertrag 2018

Abbildung 5.2: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp in geneigter Modulebene (Südausrichtung, 30° Modulneigung) für Photovoltaikdachanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp in Deutschland im Kalenderjahr 2018 (vgl. Abb. A.2).

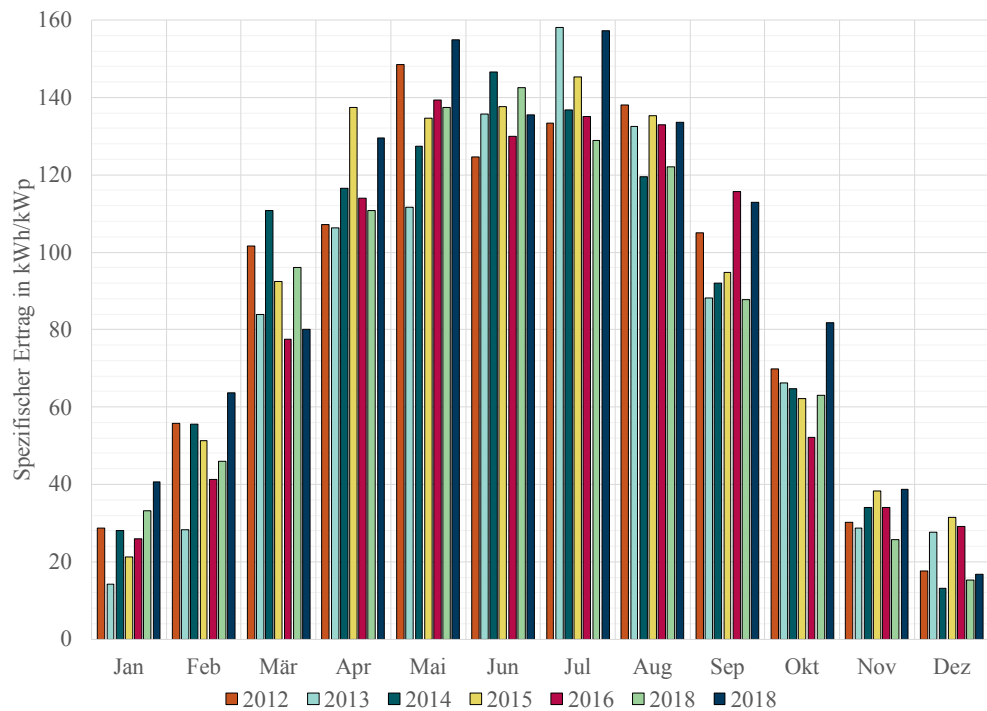


Spez. Referenzertrag
deutschlandweit über
1.050 kWh/kWp

In Abbildung 5.2 ist die Verteilung des spezifischen Referenzertrags für 2018 auf zweistelliger PLZ-Ebene dargestellt. In Bayern, Baden-Württemberg und Sachsen lagen die Erträge bei über 1.150 kWh/kWp, teilweise reichen die spez. Erträge sogar an Werte von 1.200 kWh/kWp heran. In Hessen,

Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen betrugen die Jahreserträge mehr als 1.100 kWh/kWp und selbst in Schleswig-Holstein sind spez. Erträge von über 1.050 kWh/kWp zu beobachten.

Abbildung 5.3: Vergleich der monatlichen spezifischen Erträge in Deutschland für die Jahre 2012 bis 2018.



Äußerst ertrag-
reiches Jahr 2018

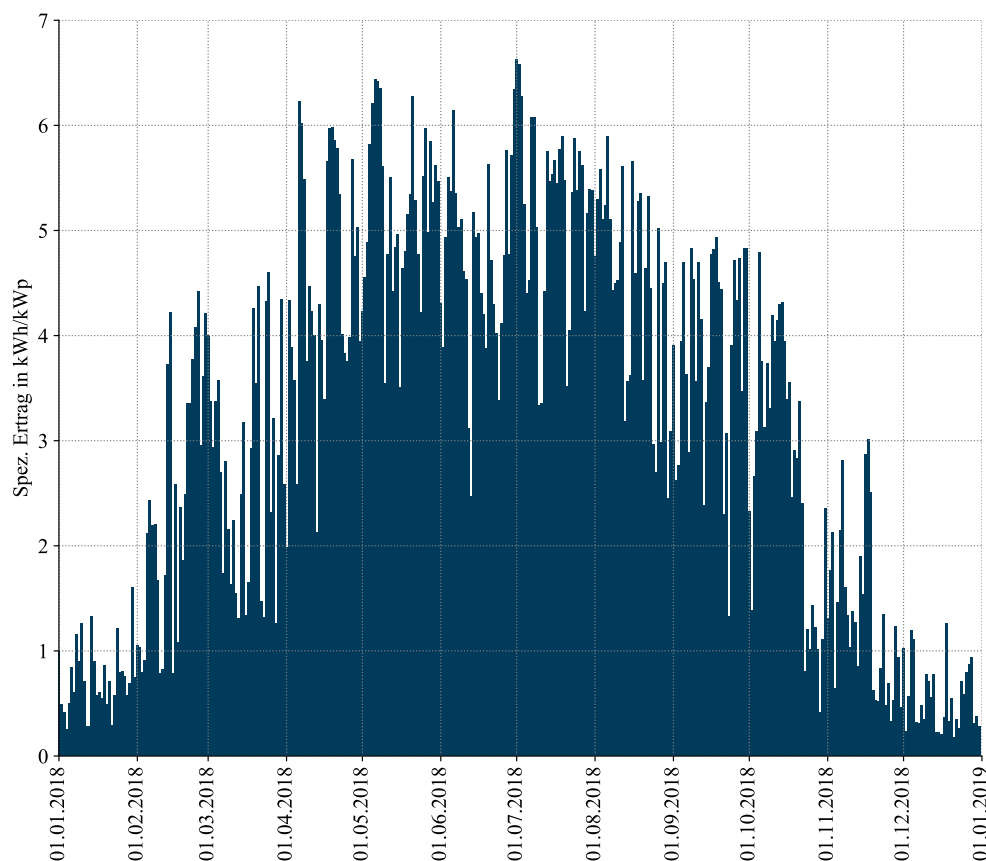
Abbildung 5.3 stellt den Vergleich der mittleren spezifischen Monatserträge von PV-Dachanlagen in Deutschland für die Kalenderjahre 2012 bis 2018 dar. Bereits im Januar und Februar 2018 lagen die Erträge über den Monatserträgen der Vorjahre. Die Erträge im März 2018 waren deutlich kleiner als in der Vergangenheit, ab April 2018 liegen die spez. Referenzerträge aber durchgängig über dem langjährigen Durchschnitt. Im Mai und Juli wurden im deutschlandweiten Mittel spez. Erträge von über 150 kWh/kWp erreicht. Über das gesamte Kalenderjahr 2018 lagen die Erträge um mehr als 11 Prozent über dem Durchschnitt von 2012 bis 2017.

Tageserträge zwi-
schen April und
Oktober auf sehr
hohem Niveau

Bei der Analyse der spezifischen Tageserträge spiegelt sich das Bild, welches sich bei den Monatserträgen bereits abgezeichnet hat (siehe Abb. 5.4). Im Januar lagen die Erträge bei typischerweise unter 1 kWh/kWp. Bereits im Februar sind einzelne Tage mit Erträgen über 4 kWh/kWp zu beobachten. Im Zeitraum April bis August fallen die spezifischen Tageserträge, bis auf einzelne Ausnahmen, bedingt durch den heißen und trockenen Sommer nie unter 4 kWh/kWp. Erst ab September 2018 sind Erträge zwischen 2 und

5 kWh/kWp zu erkennen. Schließlich fallen die Tageserträge im Dezember wieder auf Werte unter 1 kWh/kWp.

Abbildung 5.4: Mittlere spezifische Tageserträge von PV-Anlagen in Deutschland für 2018.



5.2 Spezifische Erträge pro Monat

Die folgenden Abbildungen (Abb. 5.5 bis 5.16) stellen die spezifischen Monatserträge für Januar bis Dezember 2018 für Photovoltaikdachanlagen in Deutschland mit einer Nennleistung bis 30 kWp dar. Eine Vergrößerung der Ertragskarten ist im Anhang A.4 auf den Seiten 32 bis 37 zu finden.

Ertragreicher Januar

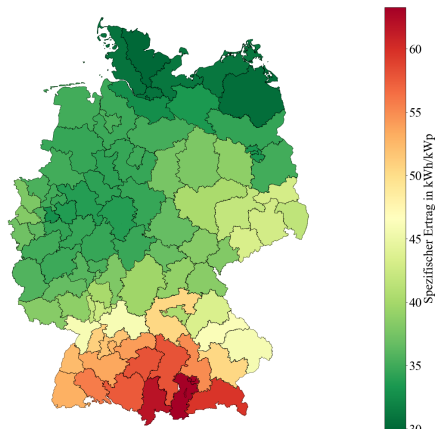
Im Januar 2018 sind die größten Monatserträge im Vergleich zu den typischen Erträgen im Monat Januar der Vorjahre zu verzeichnen. Im Allgäu haben die PV-Dachanlagen spezifische Erträge von 60 kWh/kWp erreicht, in den übrigen Teilen Deutschlands liegen die spez. Erträge bei typischen Werte für den Monat Januar von 30 bis 40 kWh/kWp.

Auch der Februar
klar über dem Mo-
natssmittel

Im Februar 2018 zeigt sich eine Zweiteilung der Erträge. Während im Westen und im Osten Deutschlands spez. Referenzerträge von mehr als

Abbildung 5.5: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Januar 2018.

(a) Januar (Zoom siehe Abb. A.3).



(b) Tageserträge im Januar.

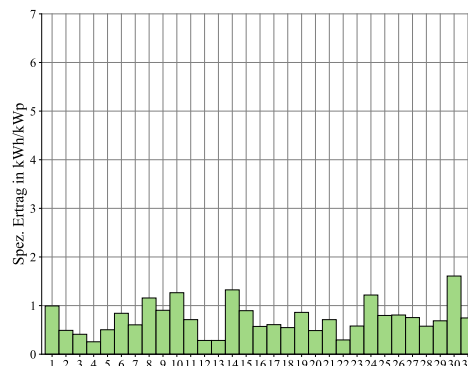
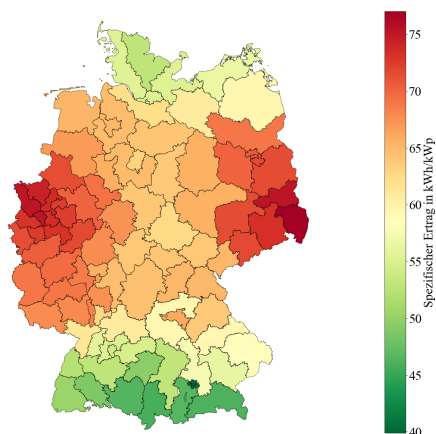
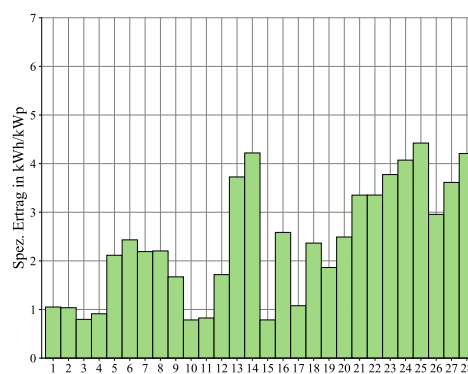


Abbildung 5.6: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Februar 2018.

(a) Februar (Zoom siehe Abb. A.4).



(b) Tageserträge im Februar.



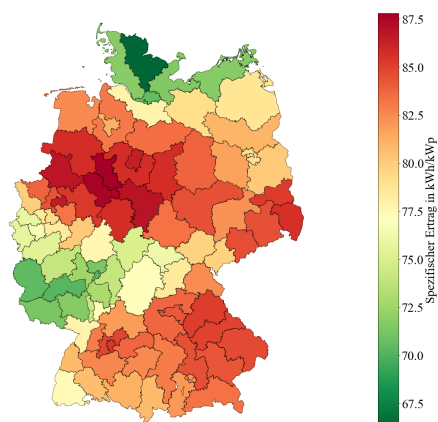
70 kWh/kWp auftreten, haben PV-Dachanlagen in der Mitte Deutschlands zwischen 55 und 65 kWh/kWp erwirtschaftet. An den Alpen liegt der Ertrag bei unter 50 kWh/kWp. Die Tageserträge im Februar sind ab dem 21. des Monats auf über 3 kWh/kWp gestiegen.

Durchschnittlicher
März

Der März 2018 weist, im Gegensatz zu den übrigen Monaten in 2018, typische spezifische Erträge in diesem Monat auf. Im Weser- und Emsland sind spez. Referenzerträge von rund 80 kWh/kWp zu beobachten, auch im Bayerischen Wald liegen die Erträge bei ähnlichen Werten. Das Saarland weist im März Erträge von etwa 70 kWh/kWp auf. Die Tageserträge im März variieren zwischen 1 und knapp über 4 kWh/kWp.

Abbildung 5.7: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für März 2018.

(a) März (Zoom siehe Abb. A.5).



(b) Tageserträge im März.

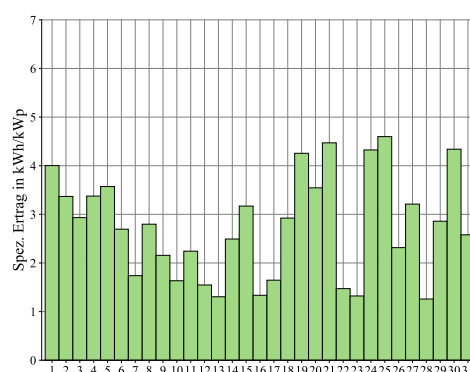
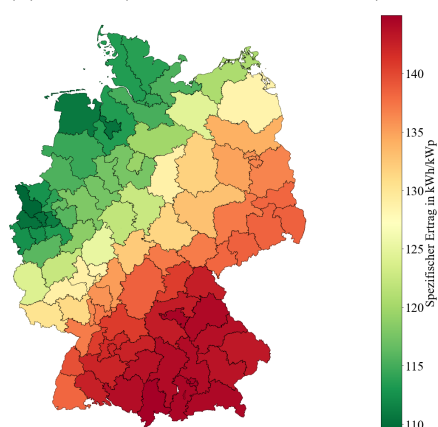
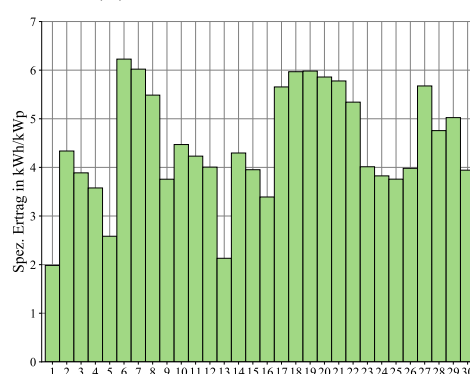


Abbildung 5.8: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für April 2018.

(a) April (Zoom siehe Abb. A.6).



(b) Tageserträge im April.



Hohe Erträge im
April

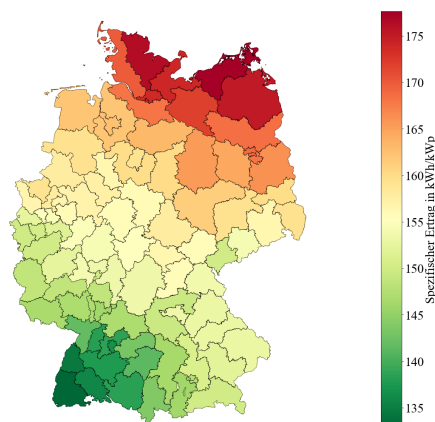
Im April ist ein klares Südost-Nordwest-Gefälle in Bezug auf die spez. Erträge zu erkennen. Während in weiten Teilen Bayerns die Monatserträge über 140 kWh/kWp liegen, sind die Erträge am Niederrhein und der Nordseeküste bei unter 120 kWh/kWp. Die Tageserträge liegen im deutschlandweiten Mittel ab der zweiten Aprilhälfte bei 4 kWh/kWp und darüber.

Spitzenwerte im Mai
bei fast 155 kWh/kWp

An der Ostseeküste in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern erreichen PV-Anlagen im Mai Ertragshöchstwerte von über 170 kWh/kWp. Auch in den übrigen Teilen des Landes betragen die Referenzerträge zwischen 150 und 170 kWh/kWp. Lediglich am Oberrhein erreichen PV-Anlagen Monatserträge von 140 kWh/kWp. Die stabile Wetterlage im Mai führt auch dazu, dass die Tageserträge bei durchschnittlich 5 kWh/kWp liegen.

Abbildung 5.9: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Mai 2018.

(a) Mai (Zoom siehe Abb. A.7).



(b) Tageserträge im Mai.

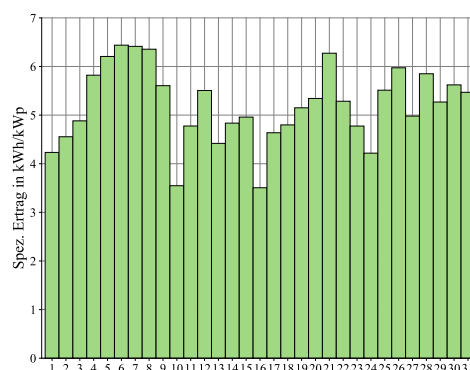
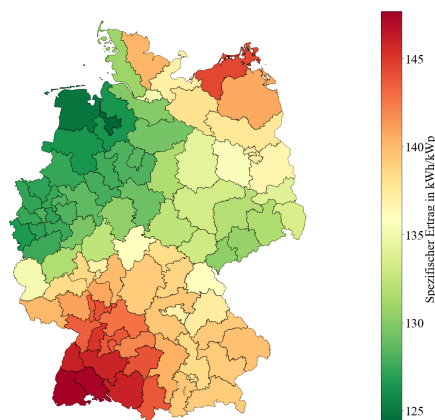
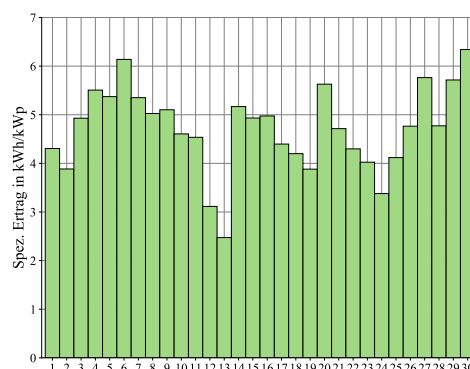


Abbildung 5.10: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Juni 2018.

(a) Juni (Zoom siehe Abb. A.8).



(b) Tageserträge im Juni.



Typischer Juni

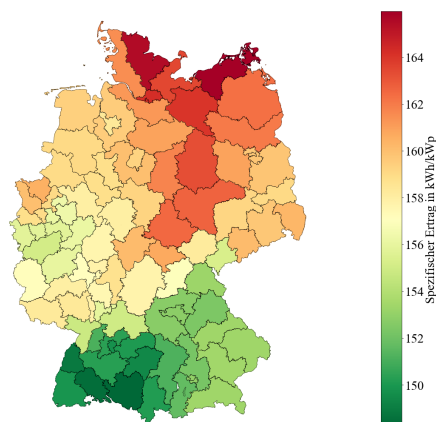
Die Referenzerträge im Juni 2018 entsprechen dem langjährigen Mittelwert. In Mecklenburg-Vorpommern und im Schwarzwald erreichen die spez. Erträge Werte von über 140 kWh/kWp, wobei in den übrigen Regionen in Deutschland die Erträge nicht unter 125 kWh/kWp fallen. Damit ist die Ertragsverteilung im Juni in Deutschland sehr homogen. Dennoch fallen die gemittelten Tageserträge im Vergleich zum Mai 2018 auf rund 4,5 kWh/kWp ab.

Sehr hohe Erträge
im Juli

Die Erträge im Juli 2018 sind wieder äußerst groß und werden lediglich von den Monatserträgen aus dem Jahr 2013 knapp übertroffen. Dennoch zeigt sich in Deutschland eine recht homogene Ertragsverteilung mit spezifischen Referenzerträgen zwischen 150 und 165 kWh/kWp. Vereinzelt übertreffen

Abbildung 5.11: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Juli 2018.

(a) Juli (Zoom siehe Abb. A.9).



(b) Tageserträge im Juli.

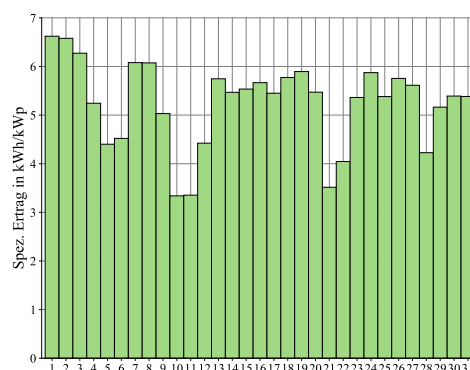
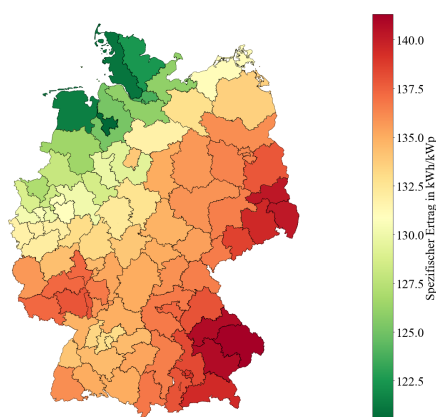
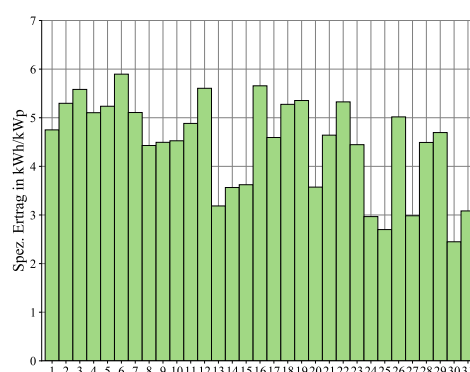


Abbildung 5.12: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für August 2018.

(a) August (Zoom siehe Abb. A.10).



(b) Tageserträge im August.



einzelne Tage die Ertragsgrenze von 6 kWh/kWp.

Leicht überdurchschnittlicher August

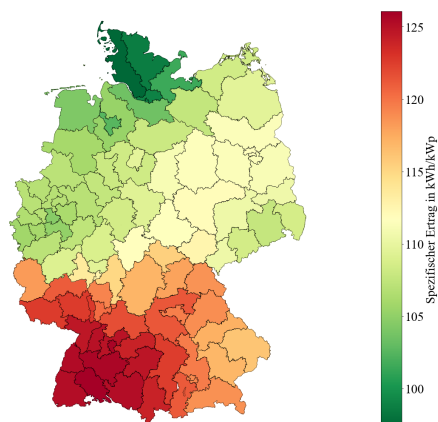
Ähnlich wie die Vormonate sind auch die Erträge im August sehr homogen verteilt. Die größten Erträge sind im Süden und Osten Deutschlands mit deutlich über 130 kWh/kWp zu beobachten. An der Nordseeküste erreichen PV-Dachanlagen Erträge von ca. 125 kWh/kWp. Im Verlauf des Monats August fallen die Tageserträge leicht, dennoch werden immer wieder Werte von 5 kWh/kWp erreicht.

September ebenfalls mit großen Erträgen

Die spezifischen Erträge im September 2018 liegen rund 16 Prozent über typischen Erträgen in diesem Monat. In Baden-Württemberg werden Erträge von über 120 kWh/kWp erreicht, in den übrigen Teilen Deutschlands liegen die Erträge bei 100 bis 115 kWh/kWp. Die Tageserträge im Septem-

Abbildung 5.13: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für September 2018.

(a) September (Zoom siehe Abb. A.11).



(b) Tageserträge im September.

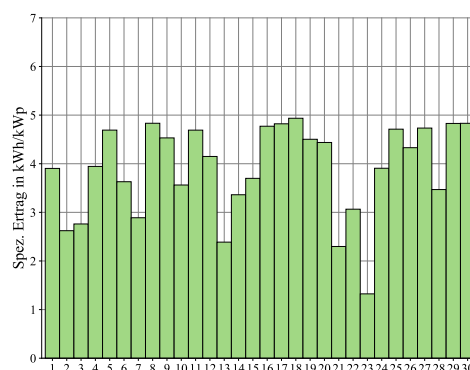
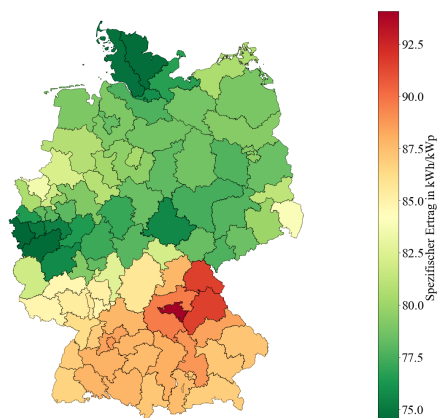
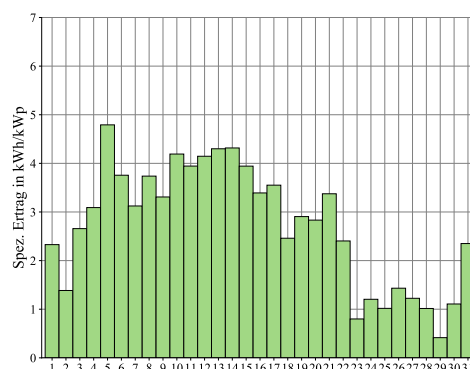


Abbildung 5.14: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Oktober 2018.

(a) Oktober (Zoom siehe Abb. A.12).



(b) Tageserträge im Oktober.



ber übertreffen zwar nicht mehr die Grenze von 5 kWh/kWp, liegen jedoch an den meisten Tagen knapp darunter.

Rekordoktober

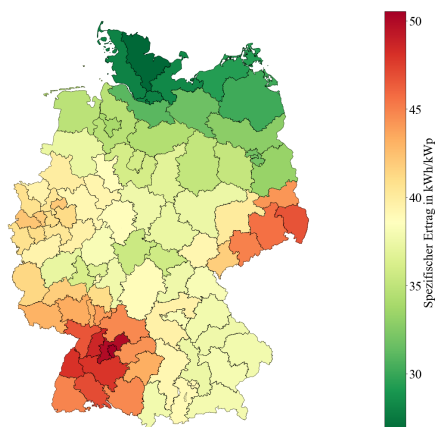
Im Herbstmonat Oktober werden deutschlandweit neue Spitzenwerte bzgl. des Ertrags erreicht. Im Durchschnitt produzieren die PV-Dachanlagen gut 80 kWh/kWp und liegen damit um 30 Prozent über dem langjährigen Mittel. Dies ist insbesondere auf die hohen Einstrahlungswerten in den ersten drei Wochen im Oktober zurückzuführen, erst ab dem 23. Oktober endet der Rekordsommer in Deutschland, sodass die Tageserträge unter 1 kWh/kWp fallen.

November leicht
ertragsreicher als
in den Vorjahren

Auch der November liegt, trotz der jahreszeitlich bedingten niedrigen Erträge, ebenfalls über dem Durchschnittsertrag, der im November erwartet

Abbildung 5.15: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für November 2018.

(a) November (Zoom siehe Abb. A.13).



(b) Tageserträge im November.

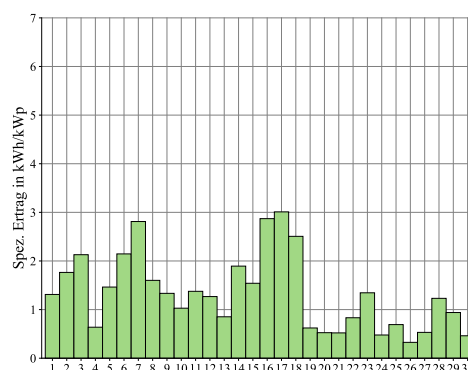
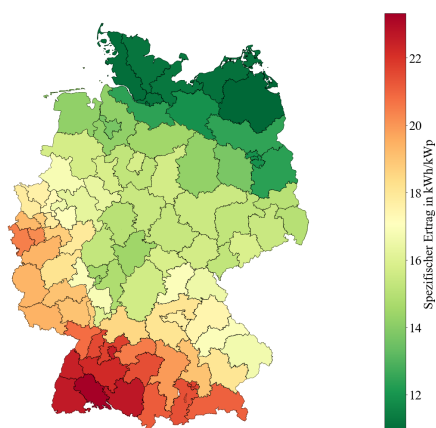
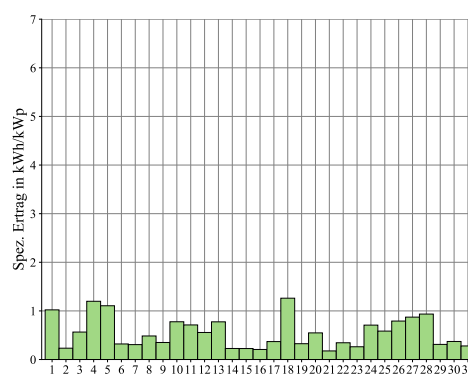


Abbildung 5.16: Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Dezember 2018.

(a) Dezember (Zoom siehe Abb. A.14).



(b) Tageserträge im Dezember.



werden kann. In Deutschland variiert der spez. Referenzertrag im November zwischen knapp 30 kWh/kWp in Nordostdeutschland und fast 50 kWh/kWp in Baden-Württemberg. Die Tageserträge fallen auf Werte zwischen 1 und 3 kWh/kWp.

Dezember unter-
durchschnittlich

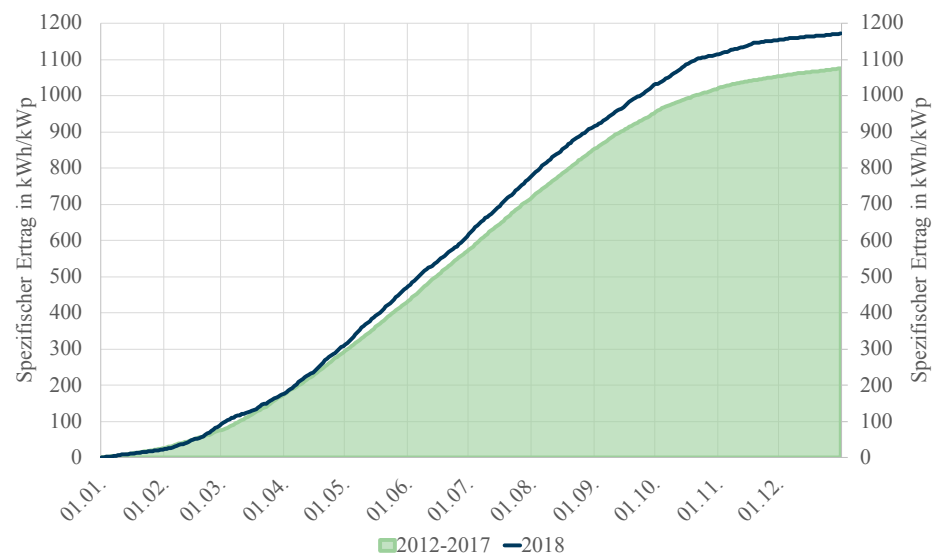
Schließlich sinken die Erträge im Dezember 2018 auf Werte zwischen 10 und 23 kWh/kWp und liegen damit unterhalb des langjährigen Ertragsdurchschnitts. Die Tageserträge steigen kaum über 1 kWh/kWp.

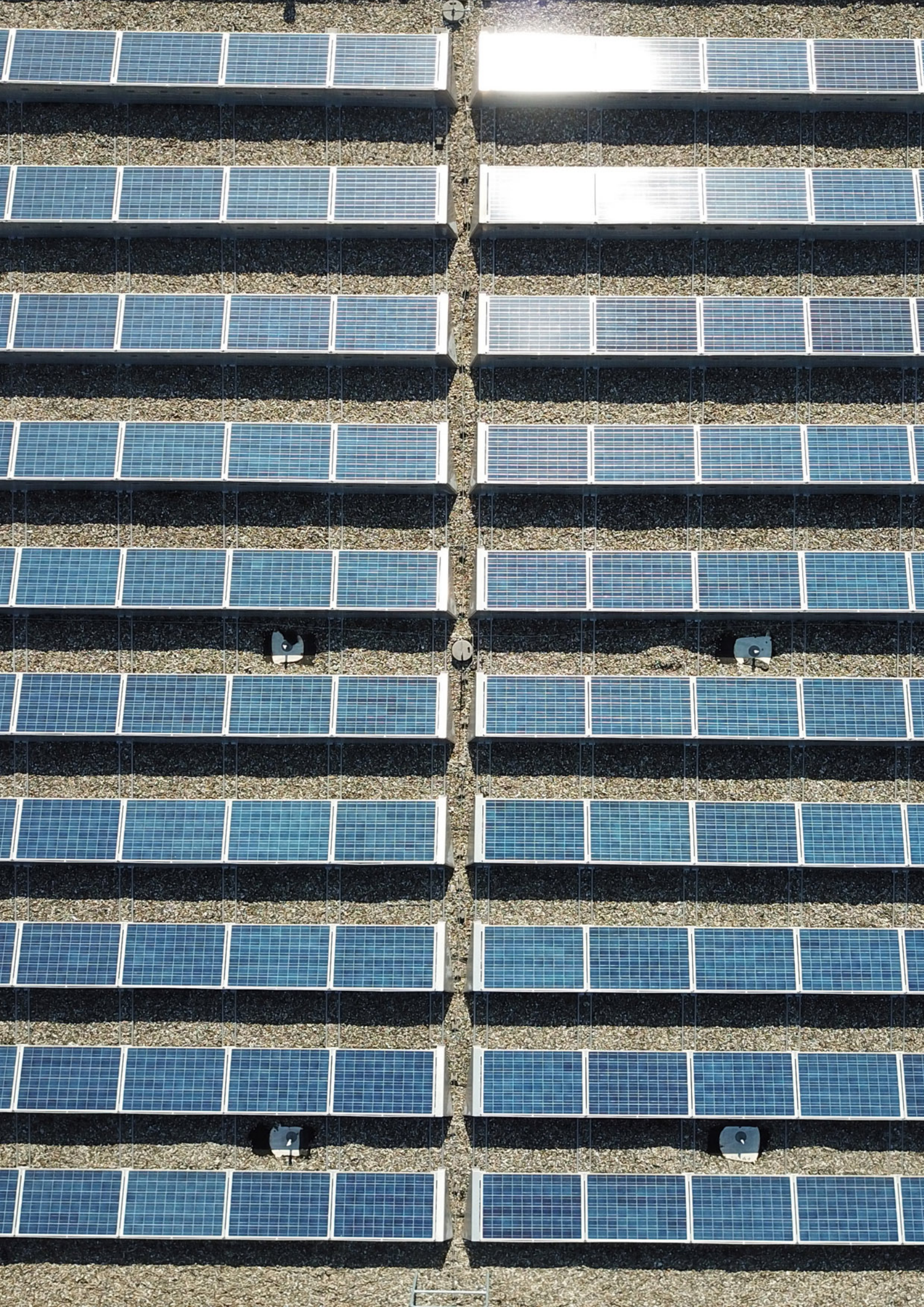
Äußerst ertrags-
reiches Jahr 2018

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Photovoltaikdachanlagen in Deutschland ein äußerst ertragsreiches Jahr 2018 zu verzeichnen haben (siehe Abb. 5.17). Im Vergleich zu den Vorjahren 2012 bis 2017 liegen die kumulierten Erträge mit Jahresbeginn über dem langjährigen Durchschnitt.

In der Gesamtbetrachtung der Jahreserträge haben die PV-Anlagen durchschnittlich über 100 kWh/kWp höhere Erträge als im mehrjährigen Mittel erwirtschaftet.

Abbildung 5.17: Entwicklung der kumulierten spezifischen Erträge in 2018 (dunkelblau) im Vergleich zu den kumulierten spezifischen mittleren Erträgen aus dem Zeitraum 2012 bis 2017 (grün).





Literatur

- Bundesnetzagentur (2018). *Photovoltaikanlagen: Datenmeldungen sowie EEG-Vergütungssätze*.
URL: <http://www.bundesnetzagentur.de>.
- te Heesen, Henrik und Herbort, Volker (2016). „Development of an Algorithm to Analyze the Yield of Photovoltaic Systems“. In: *Renewable Energy* 87.2, S. 1016–2022.
- te Heesen, Henrik, Herbort, Volker und Pfatischer, Robert (2013). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikanlagen in Deutschland 2012*. Hochschule Trier und meteocontrol GmbH.
- (2014). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikanlagen in Deutschland 2013*. Hochschule Trier und meteocontrol GmbH.
- te Heesen, Henrik, Herbort, Volker und Rumpfer, Martin (2017). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen in Deutschland 2016*. Hochschule Trier.
- (2018a). *Ertragsdaten von Photovoltaikkleinanlagen 2014*. Hochschule Trier.
- (2018b). *Ertragsdaten von Photovoltaikkleinanlagen 2015*. Hochschule Trier.
- (2018c). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen in Deutschland 2017*. Hochschule Trier.
- Tukey, John W. (1977). *Exploratory data analysis*. 1. Aufl. Addison-Wesley.

A Anhang

Im Anhang sind die detaillierten Ergebnisse dieser Ertragsstudie aufgeführt. Zunächst wird in Abschnitt A.1 erläutert, wie die Ergebnisse der Studie in den folgenden Abbildungen und Tabellen dargestellt und aufbereitet sind. Anschließend werden zunächst die Jahresertragskarte (Abschnitt A.3) die Monatsertragskarten (Abschnitt A.4) und danach die Ertragsdaten für die zehn einstelligen Postleitzahlbereiche (Abschnitt A.5 bis A.14) aufgeführt.

A.1 Erläuterung der folgenden Abbildungen und Tabellen

Im Folgenden werden die Diagramme und Tabellen erläutert, die für die einzelnen Postleitzahlbereiche folgen.

Klassifizierung
der PV-Anlagen

Zunächst werden die monatlichen spezifischen Erträge dargestellt. Die grünen Bereiche stellen Erträge von sehr guten PV-Anlagen dar; der Ertrag dieser Anlagen ist besser als der Wert des 3. Quartils und damit besser als 75 % aller Anlagen in der entsprechenden Postleitzahlregion. Der gelbe Bereich markiert den Ertrag von guten PV-Anlagen - der Ertrag dieser Anlagen ist größer als der Medianertrag in dieser Region, jedoch kleiner als das 3. Quartil. Der rot markierte Bereich gibt den Ertrag von PV-Anlagen wieder, die aufgrund von technischen Störungen oder anderen Fehlern einen knapp ausreichenden spezifischen Ertrag aufweisen - der Ertrag ist kleiner als der Medianertrag in dieser Region. Sollte der Ertrag einer PV-Anlage kleiner als die untere Grenze des roten Bereichs sein, so lassen sich in der Regel technische Mängel bei dieser Solaranlage identifizieren, um den zu geringen Ertrag zu erklären.

Tabellarische Übersicht
zu den Erträgen

Schließlich werden tabellarisch für die zweistelligen Postleitzahlregionen die spezifischen Monats- und Jahreserträge in kWh/kWp aufgeführt. Die Einteilung ist analog zur oben eingeführten Klassifizierung. Sollte der spezifische Ertrag einer PV-Anlage größer als die angegebene Ertragsobergrenze sein, so ist eine Überprüfung der messtechnischen Aufzeichnung der Energieerträge der Solaranlage zu empfehlen, da die Erträge überdurchschnittlich groß im Vergleich zu anderen Anlagen in der Region sind - aufgrund von einem ertragstechnisch optimierten Betrieb können Erträge von Anlagen jedoch über der angegebenen Obergrenze liegen. Anlagenbetreiber können

ihre Monats- und Jahreserträge mit den angegebenen Daten vergleichen und die Erträge ihrer PV-Anlage bewerten. Bei Anlagen, deren Ausrichtung von 180° und deren Solarmodulneigung von 30° abweicht, müssten die tabellari-schen Werte mit einem Korrekturfaktor nach Abbildung 5.1 multiplizieren, um die Erträge miteinander vergleichen zu können. Postleitzahlenregionen von Großstädten (z. B. 70 für Stuttgart) weisen sehr ähnliche Ertragsda-ten wie die umgebende Postleitzahlregion (z. B. 71 für den Großraum um Stuttgart) auf.

Da es sich um eine statistische Auswertung realer Betriebsdaten handelt, können die Erträge einzelner Anlagen aufgrund außergewöhnlicher Konfigu-rationen von den angegeben Erträgen abweichen. Sollten die Erträge von PV-Anlagen wesentlich kleiner oder gar größer als die Ergebnisse dieser Stu-die sein, so lassen sich bei einer Detailanalyse dieser PV-Anlage technische Gründe finden, welche die Abweichung erklären.

Beispiel

Anhand eines Beispiels lassen sich die Bewertungen der spezifischen Erträge veranschaulichen.

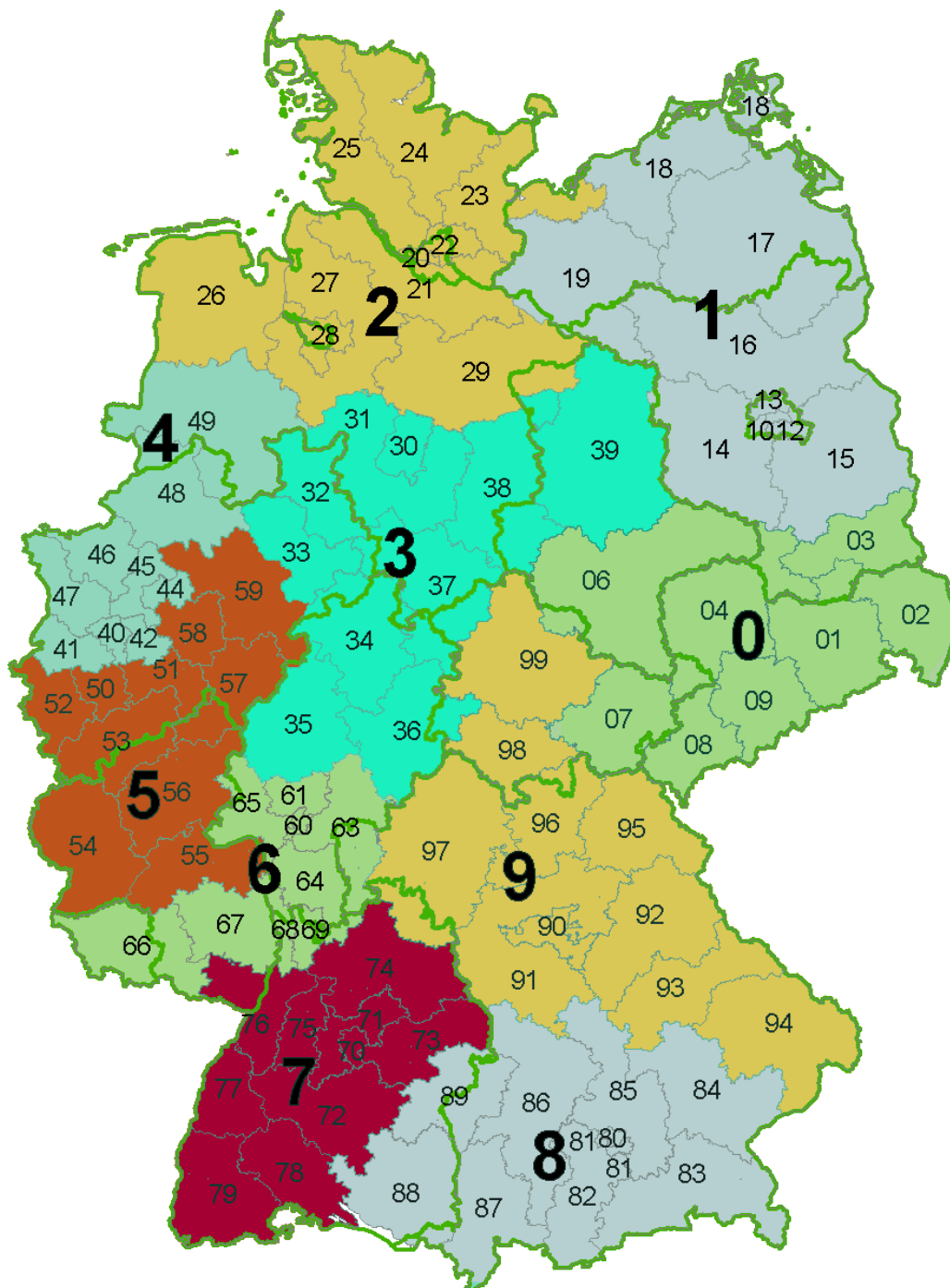
Erläuterung zum
Bewertungsschema

Betrachtet werden soll eine PV-Anlage in der Postleitzahlregion 14 (Pots-dam). In Tabelle A.2 ab Seite 42 sind die zu erwartenden spezifischen Erträ-ge pro Monat und Jahr in der PLZ-Region 14 aufgeführt. Sollte die Beispiel-anlage einen spezifischen Jahresertrag von 1.100 kWh/kWp erwirtschaftet haben, dann läge dieser Wert zwischen Median und 3. Quartil - diese An-lage würde also eine gute Anlage darstellen. Wäre der spez. Jahresertrag 1.200 kWh/kWp, dann gehört diese Anlage zur Klasse der sehr guten An-lagen in der PLZ-Region 14. Sollte der spez. Jahresertrag 1.000 kWh/kWp betragen, dann wäre dieser Ertrag lediglich ausreichend. Bei einem spez. Ertrag von 900 kWh/kWp ergibt sich, dass die Beispielanlage aufgrund von Betriebsstörungen oder Defekten im Kalenderjahr zu geringe Energieerträ-ge erwirtschaftet hat und einer technischen Überprüfung unterzogen werden sollte. Durch die Analyse der Monatserträge ließe sich der Fehlerzeitraum genauer eingrenzen.

A.2 Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland

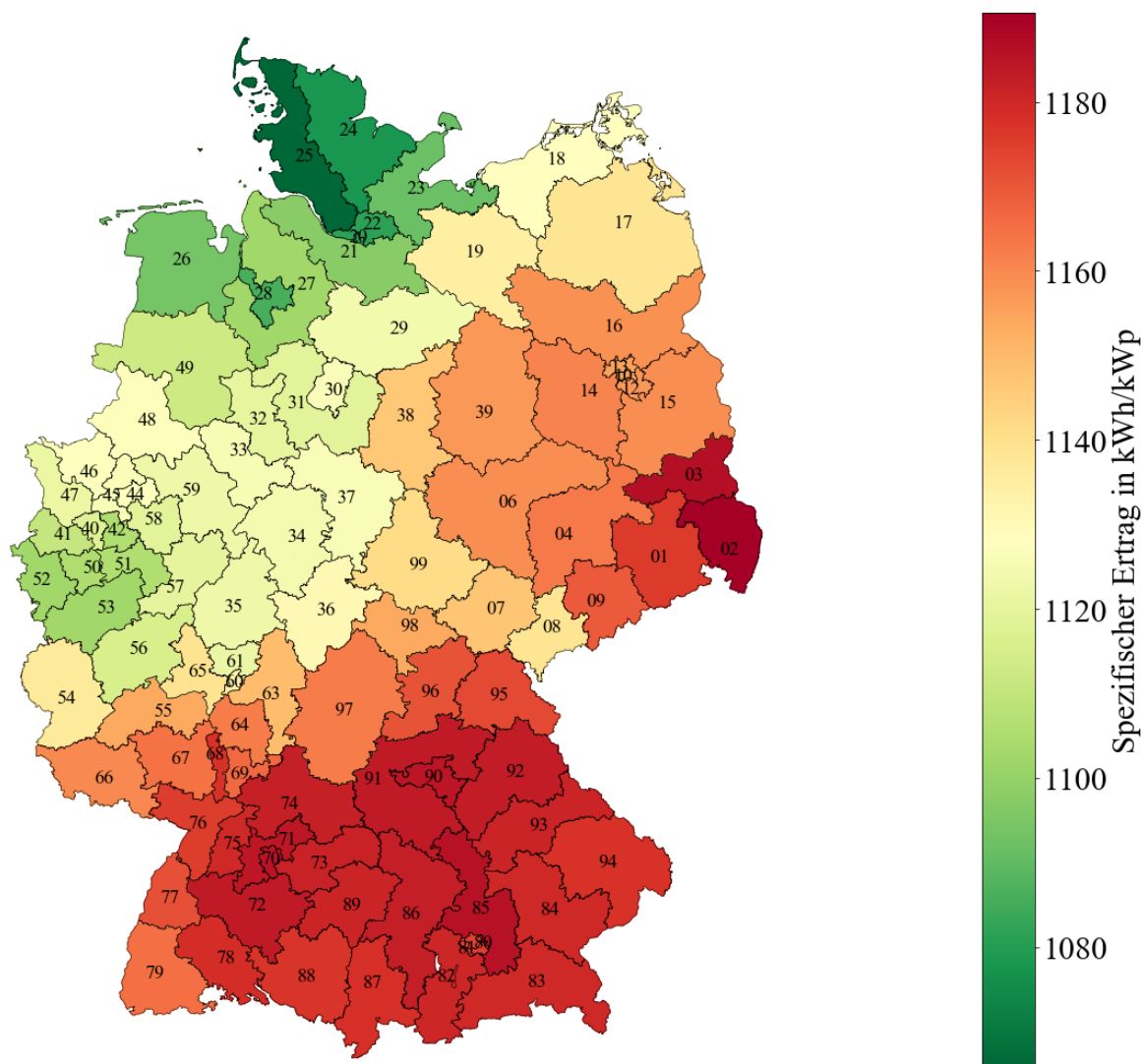
Zur Übersicht und regionalen Einordnung der zweistelligen Postleitzahlen ist die Deutschlandkarte mit den zweistelligen PLZ-Bereichen dargestellt.

Abbildung A.1: Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland (nach Stefan Kühn, Creative-Commons-Lizenz CC0 1.0).



A.3 Spezifischer Ertrag für das Kalenderjahr 2018

Abbildung A.2: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp in geneigter Modulebene (Südausrichtung, 30° Modulneigung) für Photovoltaikanlagen in Deutschland im Kalenderjahr 2018 (vgl. Abb. 5.2).



A.4 Spezifische Erträge für die Monate Januar bis Dezember 2018

Abbildung A.3: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Januar 2018 (vgl. Abb. 5.5).

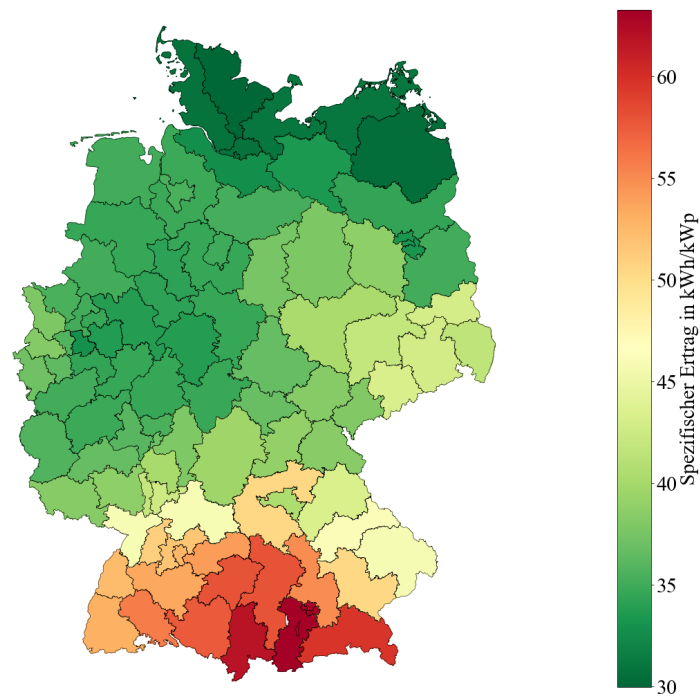


Abbildung A.4: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Februar 2018 (vgl. Abb. 5.6).

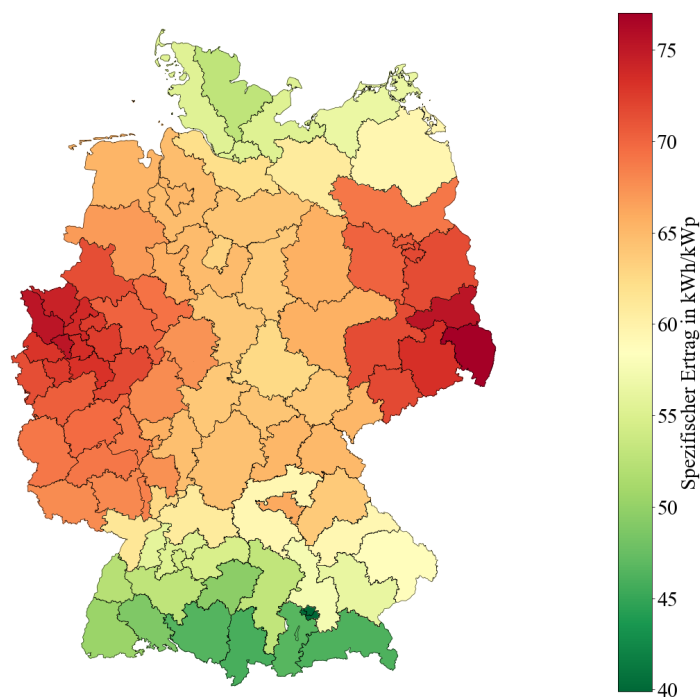


Abbildung A.5: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im März 2018 (vgl. Abb. 5.7).

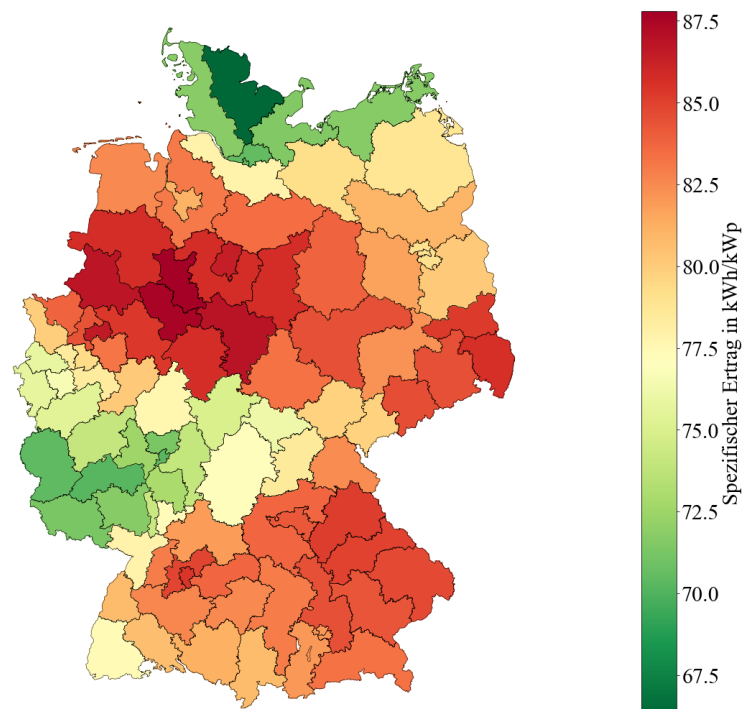


Abbildung A.6: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im April 2018 (vgl. Abb. 5.8).

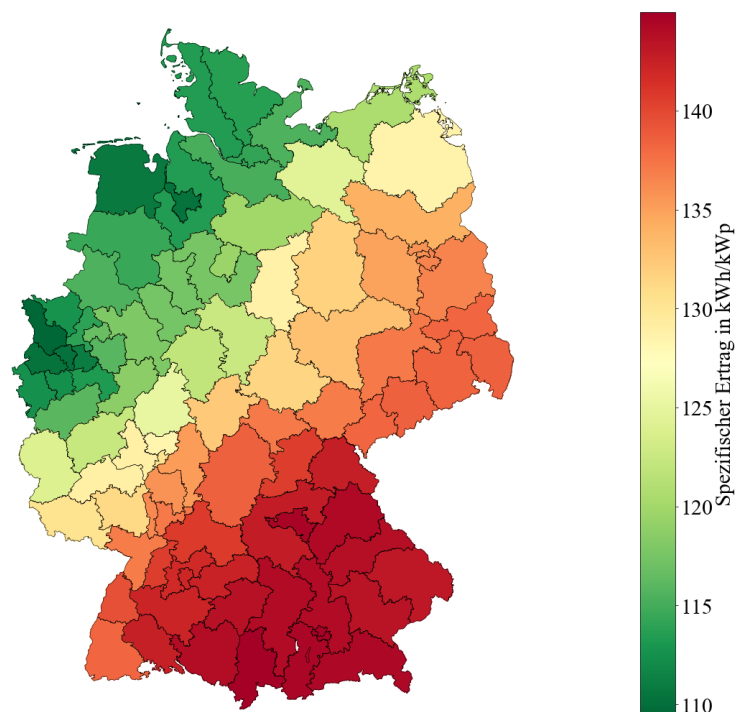


Abbildung A.7: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Mai 2018 (vgl. Abb. 5.9).

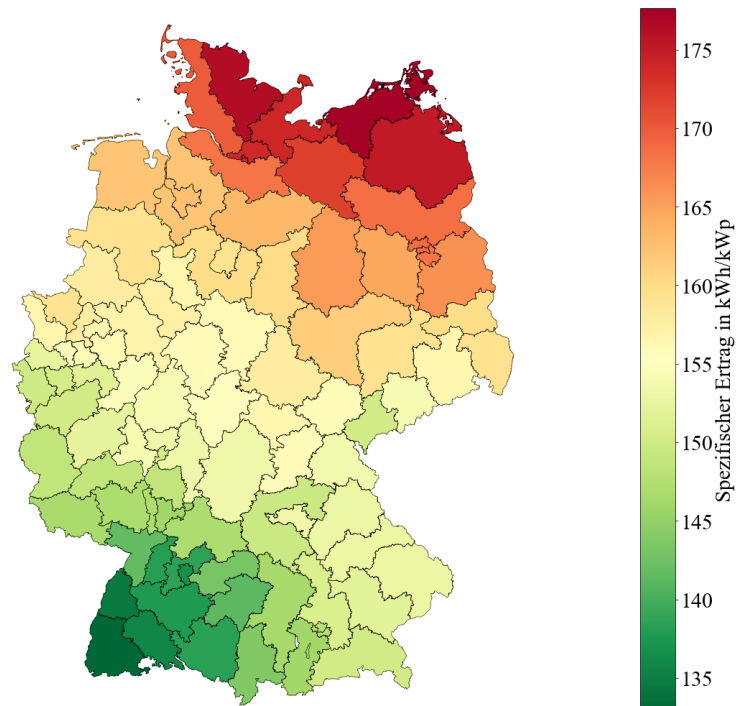


Abbildung A.8: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Juni 2018 (vgl. Abb. 5.10).

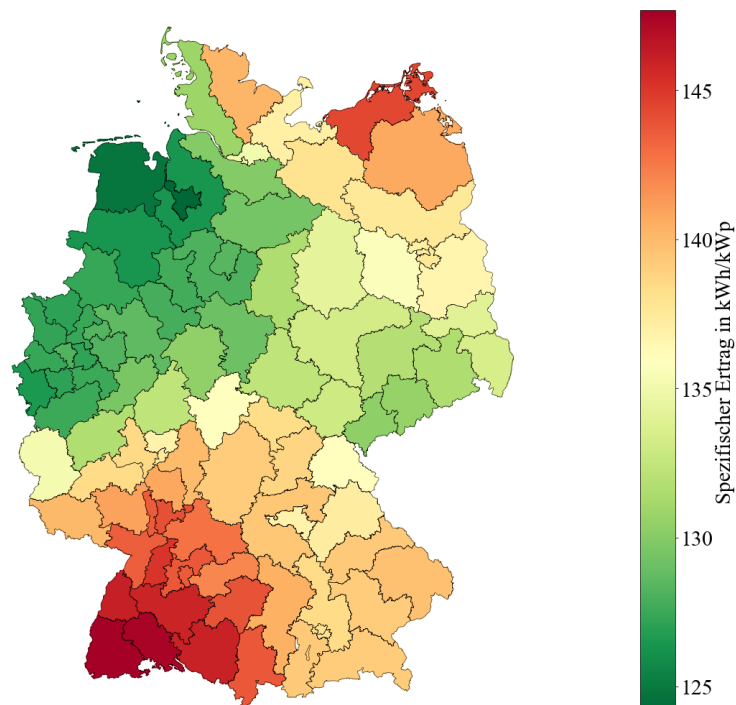


Abbildung A.9: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Juli 2018 (vgl. Abb. 5.11).

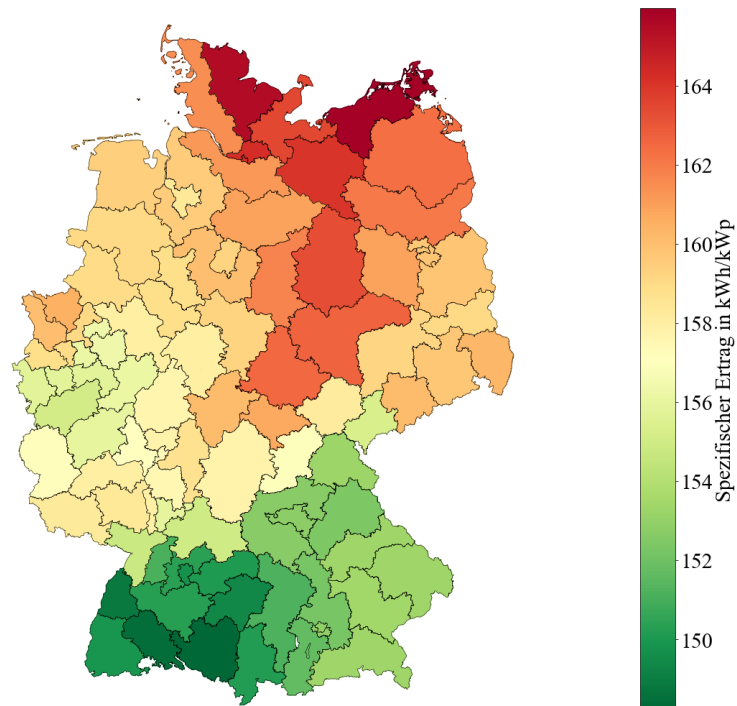


Abbildung A.10: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im August 2018 (vgl. Abb. 5.12).

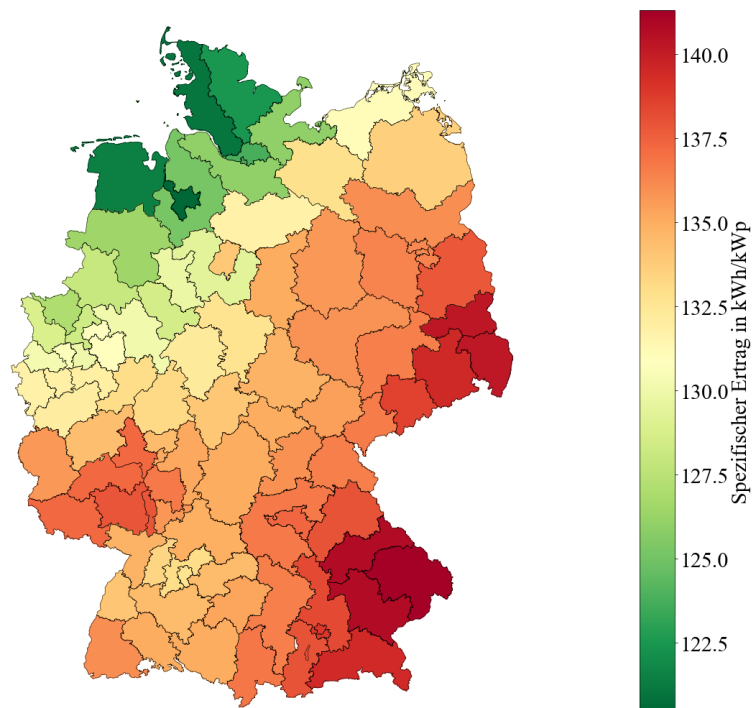


Abbildung A.11: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im September 2018 (vgl. Abb. 5.13).

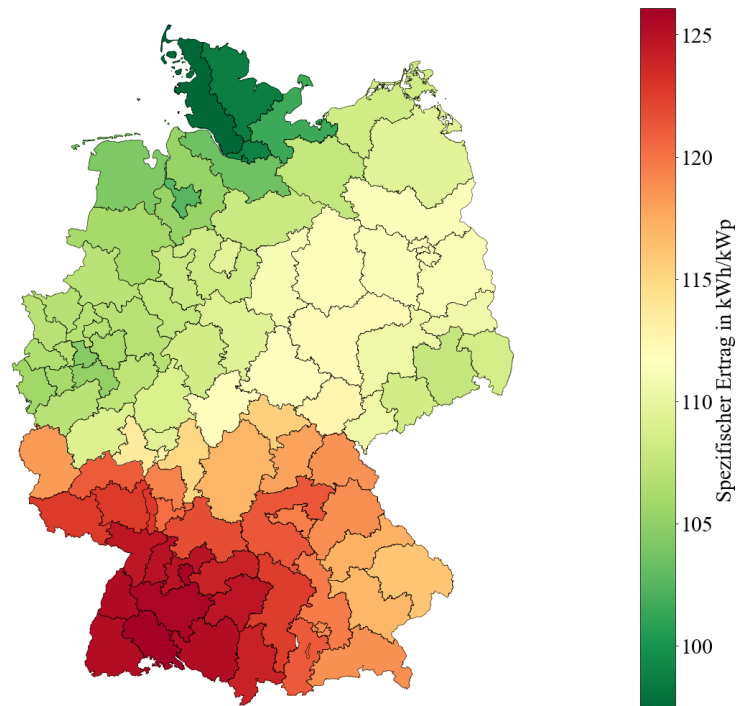


Abbildung A.12: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Oktober 2018 (vgl. Abb. 5.14).

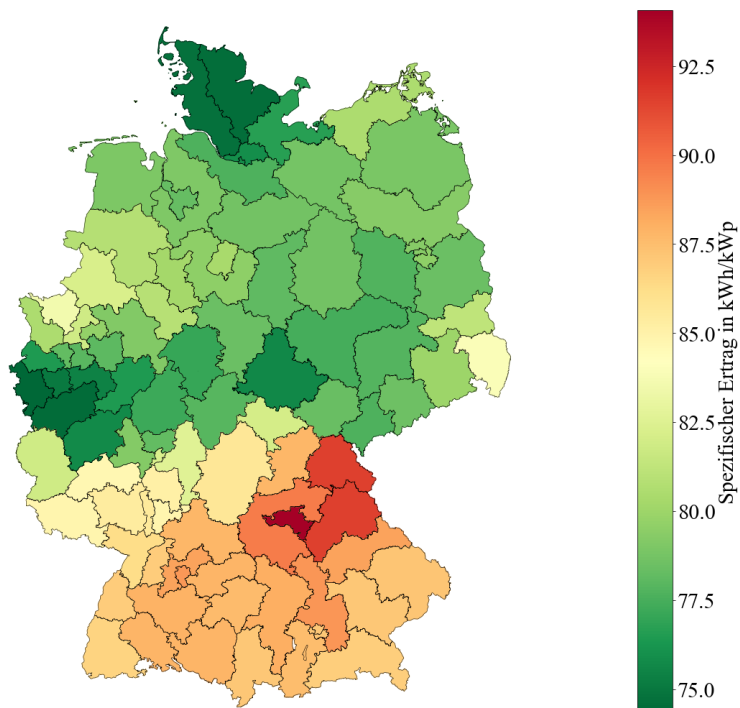


Abbildung A.13: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im November 2018 (vgl. Abb. 5.15).

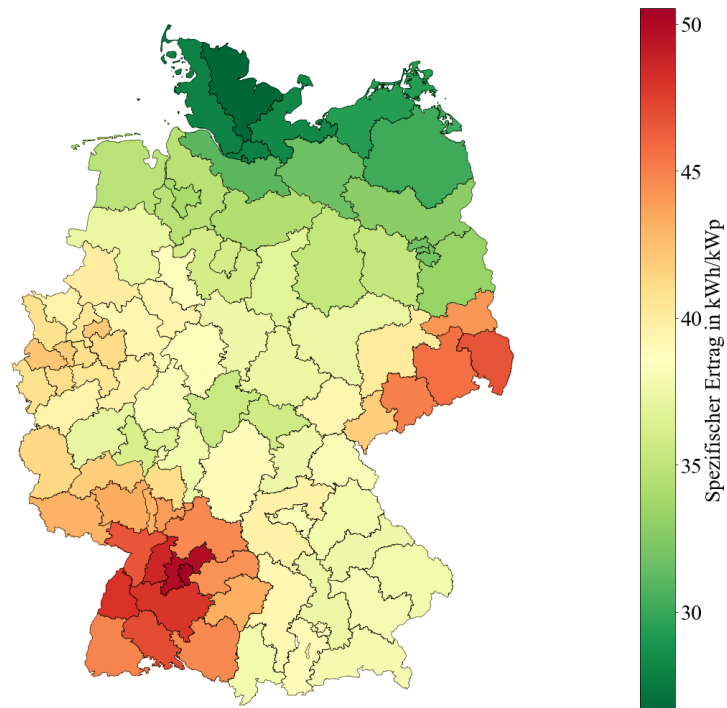
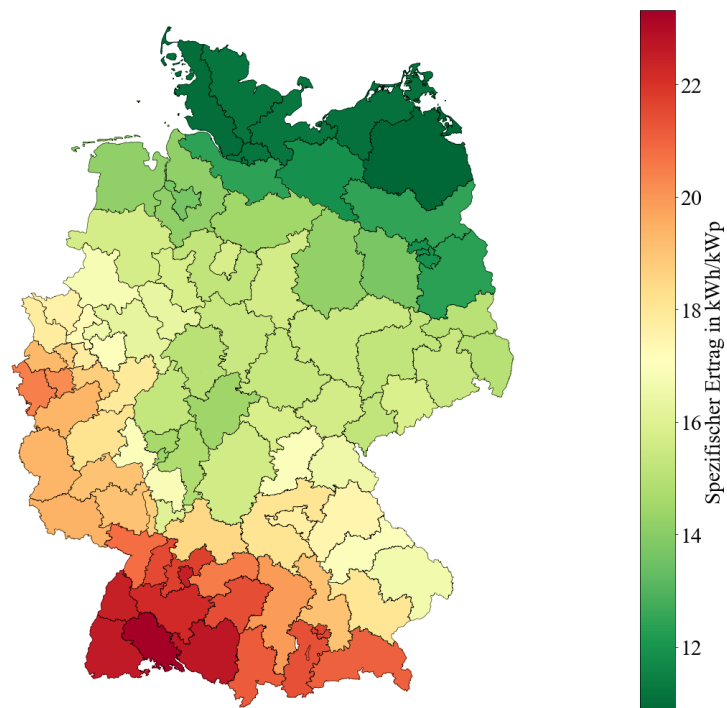


Abbildung A.14: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Dezember 2018 (vgl. Abb. 5.16).



A.5 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 0xxxx

Im folgenden Abschnitt sind die Einzeldaten für den Postleitzahlbereich 0xxxx aufgeführt.

Abbildung A.15: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 0xxxx im Kalenderjahr 2018.

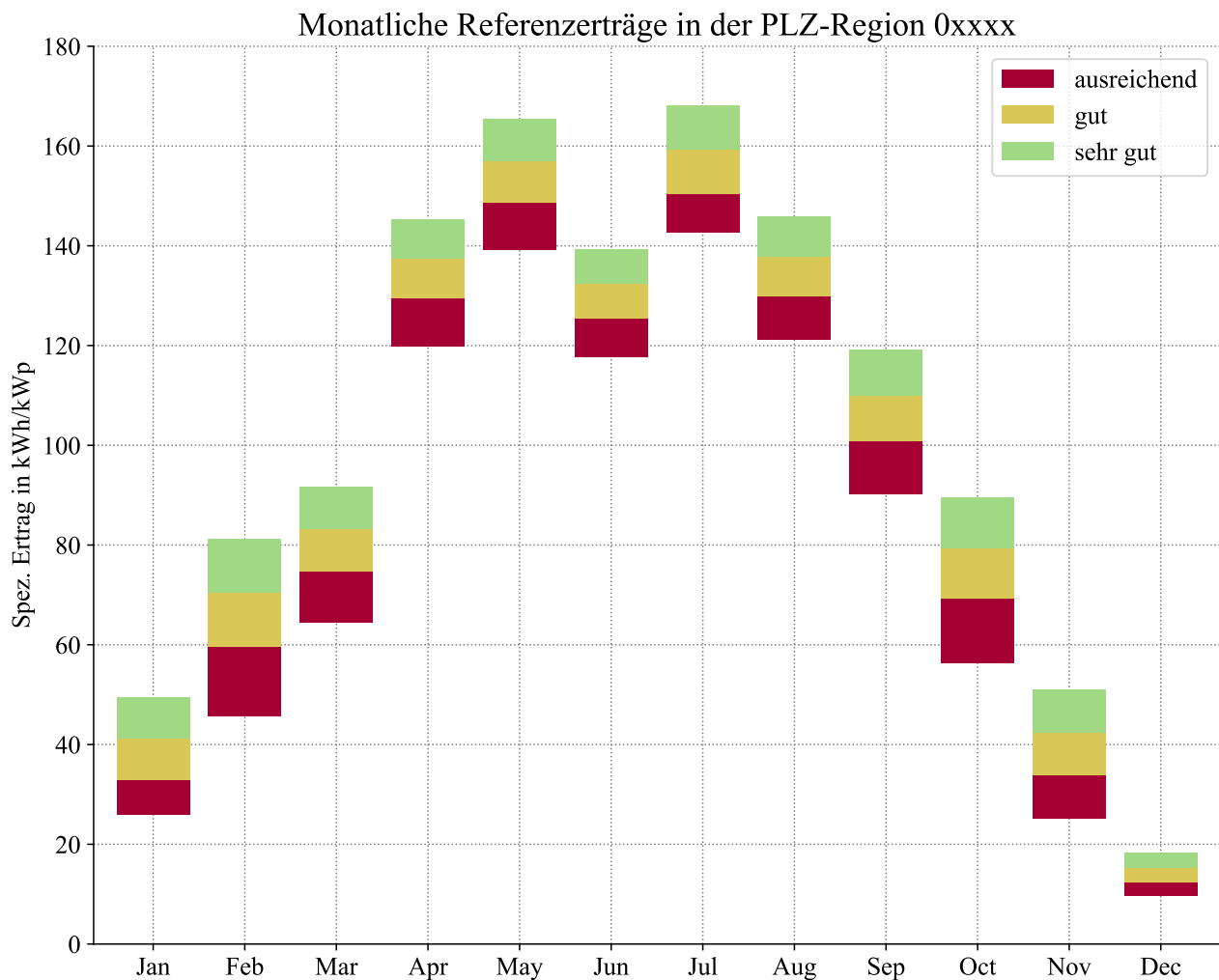


Tabelle A.1: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 0xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
01	Jan	27,5	35,5	42,9	50,3
01	Feb	48,3	62,7	73,3	83,9
01	Mär	66,3	76,7	84,5	92,3
01	Apr	122,6	131,4	138,4	145,4
01	Mai	139,5	147,9	156,5	165,1

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.1. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 0xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
01	Jun	117,2	124,5	131,6	138,7
01	Jul	143,1	150,4	159,8	169,2
01	Aug	122,9	131,8	139,6	147,4
01	Sep	89,9	99,9	107,7	115,5
01	Okt	58,2	70,0	80,0	90,0
01	Nov	26,1	37,0	45,6	54,2
01	Dez	9,9	12,6	15,4	18,2
01	2018	971,5	1080,4	1175,3	1270,2
02	Jan	27,6	35,6	41,6	47,6
02	Feb	55,8	68,8	77,0	85,2
02	Mär	70,2	78,0	85,6	93,2
02	Apr	123,9	132,6	138,5	144,4
02	Mai	144,0	152,7	159,4	166,1
02	Jun	118,3	127,3	133,5	139,7
02	Jul	143,0	150,8	160,3	169,8
02	Aug	127,1	133,7	140,2	146,7
02	Sep	92,3	101,3	108,7	116,1
02	Okt	63,5	75,3	84,0	92,7
02	Nov	29,0	38,4	46,8	55,2
02	Dez	10,5	12,3	15,0	17,7
02	2018	1005,2	1106,8	1190,6	1274,4
03	Jan	27,2	35,5	43,0	50,5
03	Feb	48,3	65,0	75,4	85,8
03	Mär	65,5	77,1	85,2	93,3
03	Apr	122,2	131,4	138,3	145,2
03	Mai	143,7	151,9	160,0	168,1
03	Jun	118,4	126,5	134,0	141,5
03	Jul	141,3	149,1	159,0	168,9
03	Aug	125,0	132,8	140,3	147,8
03	Sep	90,9	101,6	110,5	119,4
03	Okt	57,8	70,4	81,3	92,2
03	Nov	24,5	34,9	44,2	53,5
03	Dez	9,5	12,1	15,0	17,9
03	2018	974,3	1088,3	1186,2	1284,1

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.1. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 0xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
04	Jan	26,3	33,1	41,9	50,7
04	Feb	44,5	58,6	71,6	84,6
04	Mär	61,0	73,7	82,2	90,7
04	Apr	118,5	129,2	137,1	145,0
04	Mai	138,9	150,1	159,3	168,5
04	Jun	117,4	125,2	131,9	138,6
04	Jul	142,7	150,7	159,2	167,7
04	Aug	120,1	128,7	136,5	144,3
04	Sep	89,7	100,3	110,4	120,5
04	Okt	53,3	66,9	77,8	88,7
04	Nov	23,7	31,4	40,1	48,8
04	Dez	9,2	12,1	15,3	18,5
04	2018	945,3	1060,0	1163,3	1266,6
06	Jan	26,2	32,3	40,4	48,5
06	Feb	40,7	54,5	65,6	76,7
06	Mär	62,7	75,3	84,4	93,5
06	Apr	112,9	124,9	133,0	141,1
06	Mai	141,6	152,9	161,4	169,9
06	Jun	119,8	126,6	133,3	140,0
06	Jul	145,7	154,2	162,7	171,2
06	Aug	119,4	128,5	135,9	143,3
06	Sep	89,9	103,2	111,9	120,6
06	Okt	53,6	66,6	77,4	88,2
06	Nov	22,9	30,7	37,4	44,1
06	Dez	9,8	12,6	15,5	18,4
06	2018	945,2	1062,3	1158,9	1255,5
07	Jan	22,7	28,7	38,4	48,1
07	Feb	38,9	52,7	63,8	74,9
07	Mär	60,0	70,2	79,8	89,4
07	Apr	117,4	128,2	137,0	145,8
07	Mai	135,5	146,5	155,8	165,1
07	Jun	120,0	126,1	133,0	139,9
07	Jul	140,8	150,0	158,2	166,4
07	Aug	116,0	126,6	135,5	144,4

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.1. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 0xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
07	Sep	89,7	102,2	112,7	123,2
07	Okt	52,4	66,9	78,4	89,9
07	Nov	23,2	30,9	39,3	47,7
07	Dez	9,8	12,4	15,7	19,0
07	2018	926,4	1041,4	1147,6	1253,8
08	Jan	22,2	28,5	38,1	47,7
08	Feb	43,0	55,4	65,2	75,0
08	Mär	64,2	72,0	79,7	87,4
08	Apr	119,1	128,6	138,3	148,0
08	Mai	133,8	141,8	150,1	158,4
08	Jun	115,7	123,5	130,4	137,3
08	Jul	140,0	147,8	155,3	162,8
08	Aug	118,1	127,4	136,6	145,8
08	Sep	90,0	100,5	110,4	120,3
08	Okt	56,2	69,1	77,7	86,3
08	Nov	25,7	32,2	41,8	51,4
08	Dez	9,4	11,9	15,2	18,5
08	2018	937,4	1038,7	1138,8	1238,9
09	Jan	27,6	35,2	43,3	51,4
09	Feb	46,2	59,8	71,7	83,6
09	Mär	65,4	75,2	84,6	94,0
09	Apr	122,6	130,8	138,5	146,2
09	Mai	136,8	145,4	154,0	162,6
09	Jun	114,8	123,2	130,6	138,0
09	Jul	143,9	150,8	160,2	169,6
09	Aug	120,7	129,6	138,6	147,6
09	Sep	89,2	98,8	108,5	118,2
09	Okt	56,2	68,8	78,5	88,2
09	Nov	26,6	36,4	44,9	53,4
09	Dez	10,0	12,8	15,9	19,0
09	2018	960,0	1066,8	1169,3	1271,8

A.6 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 1xxxx

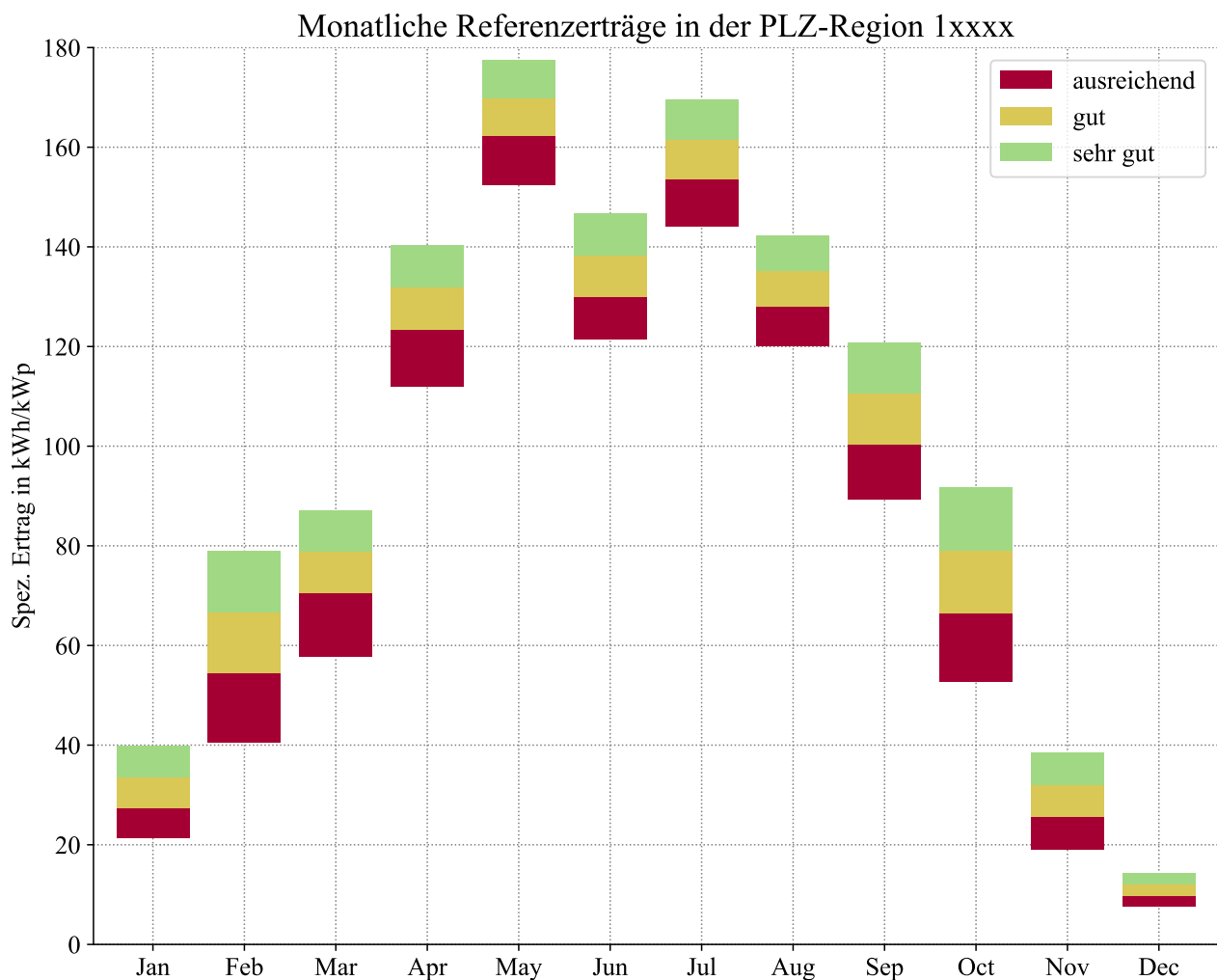


Abbildung A.16: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 1xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.2: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 1xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
10	Jan	21,2	27,6	33,3	39,0
10	Feb	44,6	59,8	70,7	81,6
10	Mär	59,9	73,0	79,0	85,0
10	Apr	118,0	128,6	135,8	143,0
10	Mai	152,0	161,8	168,8	175,8
10	Jun	119,8	128,7	137,1	145,5
10	Jul	141,7	151,9	159,6	167,3

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.2. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 1xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
10	Aug	123,3	129,7	136,2	142,7
10	Sep	91,7	101,8	111,7	121,6
10	Okt	53,2	66,4	79,3	92,2
10	Nov	19,4	26,3	31,9	37,5
10	Dez	7,7	9,9	11,9	13,9
10	2018	952,5	1065,5	1155,3	1245,1
12	Jan	21,8	27,7	33,1	38,5
12	Feb	45,3	61,4	71,7	82,0
12	Mär	60,0	73,0	79,0	85,0
12	Apr	117,8	129,2	136,6	144,0
12	Mai	151,9	161,5	168,2	174,9
12	Jun	120,0	128,9	137,6	146,3
12	Jul	140,9	151,4	159,8	168,2
12	Aug	123,3	130,1	136,4	142,7
12	Sep	90,8	101,9	111,4	120,9
12	Okt	53,5	68,1	79,5	90,9
12	Nov	19,4	26,3	31,9	37,5
12	Dez	7,7	9,9	11,9	13,9
12	2018	952,4	1069,4	1157,1	1244,8
13	Jan	21,2	27,6	33,3	39,0
13	Feb	44,6	59,8	70,7	81,6
13	Mär	59,9	73,0	79,0	85,0
13	Apr	118,0	128,6	135,8	143,0
13	Mai	152,0	161,8	168,8	175,8
13	Jun	119,8	128,7	137,1	145,5
13	Jul	141,7	151,9	159,6	167,3
13	Aug	123,3	129,7	136,2	142,7
13	Sep	91,7	101,8	111,7	121,6
13	Okt	53,2	66,4	79,3	92,2
13	Nov	19,4	26,3	31,9	37,5
13	Dez	7,7	9,9	11,9	13,9
13	2018	952,5	1065,5	1155,3	1245,1
14	Jan	24,4	31,1	38,8	46,5
14	Feb	43,1	57,0	70,1	83,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.2. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 1xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
14	Mär	59,7	73,0	81,7	90,4
14	Apr	114,3	127,2	134,9	142,6
14	Mai	146,4	156,7	164,6	172,5
14	Jun	120,7	127,7	135,7	143,7
14	Jul	143,9	153,5	160,9	168,3
14	Aug	120,9	129,1	136,4	143,7
14	Sep	88,3	101,8	111,5	121,2
14	Okt	51,2	65,8	77,7	89,6
14	Nov	20,3	27,5	35,3	43,1
14	Dez	8,5	11,0	13,7	16,4
14	2018	941,7	1061,4	1161,3	1261,2
15	Jan	23,0	29,0	35,2	41,4
15	Feb	45,0	61,0	71,5	82,0
15	Mär	60,1	73,0	80,1	87,2
15	Apr	115,8	128,9	136,6	144,3
15	Mai	148,0	159,0	166,1	173,2
15	Jun	120,0	128,3	136,7	145,1
15	Jul	140,9	150,8	159,8	168,8
15	Aug	122,8	130,7	137,9	145,1
15	Sep	90,1	101,8	111,2	120,6
15	Okt	53,3	67,6	78,5	89,4
15	Nov	19,9	26,6	33,3	40,0
15	Dez	7,9	10,4	12,4	14,4
15	2018	946,8	1067,1	1159,3	1251,5
16	Jan	22,1	28,7	34,4	40,1
16	Feb	43,4	56,7	68,9	81,1
16	Mär	60,4	73,0	81,0	89,0
16	Apr	112,5	124,9	134,1	143,3
16	Mai	151,7	161,1	168,4	175,7
16	Jun	121,4	129,8	137,6	145,4
16	Jul	144,7	154,3	162,0	169,7
16	Aug	121,7	129,0	136,0	143,0
16	Sep	90,1	101,8	111,4	121,0
16	Okt	53,4	68,0	79,3	90,6

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.2. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 1xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
16	Nov	19,8	26,4	32,8	39,2
16	Dez	7,9	10,1	12,5	14,9
16	2018	949,1	1063,8	1158,4	1253,0
17	Jan	18,6	24,1	30,4	36,7
17	Feb	33,8	46,0	59,6	73,2
17	Mär	54,2	66,8	78,8	90,8
17	Apr	106,3	118,4	128,5	138,6
17	Mai	158,8	167,1	175,1	183,1
17	Jun	125,6	133,5	140,7	147,9
17	Jul	146,6	155,5	162,3	169,1
17	Aug	117,4	126,5	133,6	140,7
17	Sep	89,4	98,3	109,6	120,9
17	Okt	50,2	63,9	78,9	93,9
17	Nov	17,4	23,2	30,2	37,2
17	Dez	6,8	8,8	10,8	12,8
17	2018	925,1	1032,1	1138,5	1244,9
18	Jan	19,3	24,2	31,1	38,0
18	Feb	30,0	41,6	56,5	71,4
18	Mär	50,6	61,4	71,7	82,0
18	Apr	101,7	111,2	120,7	130,2
18	Mai	159,7	169,6	177,6	185,6
18	Jun	126,8	134,8	144,4	154,0
18	Jul	149,7	157,6	166,0	174,4
18	Aug	114,4	123,6	131,1	138,6
18	Sep	87,3	96,7	108,4	120,1
18	Okt	53,9	65,8	80,6	95,4
18	Nov	17,6	22,9	29,4	35,9
18	Dez	7,2	9,1	11,1	13,1
18	2018	918,2	1018,5	1128,6	1238,7
19	Jan	20,6	27,1	33,5	39,9
19	Feb	34,3	47,4	60,8	74,2
19	Mär	54,4	68,7	79,2	89,7
19	Apr	103,1	114,1	124,6	135,1
19	Mai	150,4	162,6	171,9	181,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.2. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 1xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
19	Jun	119,9	129,0	138,0	147,0
19	Jul	146,4	155,2	164,0	172,8
19	Aug	114,3	124,5	132,8	141,1
19	Sep	85,4	97,0	107,6	118,2
19	Okt	53,2	66,1	78,7	91,3
19	Nov	18,4	24,4	31,7	39,0
19	Dez	7,5	9,7	11,9	14,1
19	2018	907,9	1025,8	1134,7	1243,6

A.7 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 2xxxx

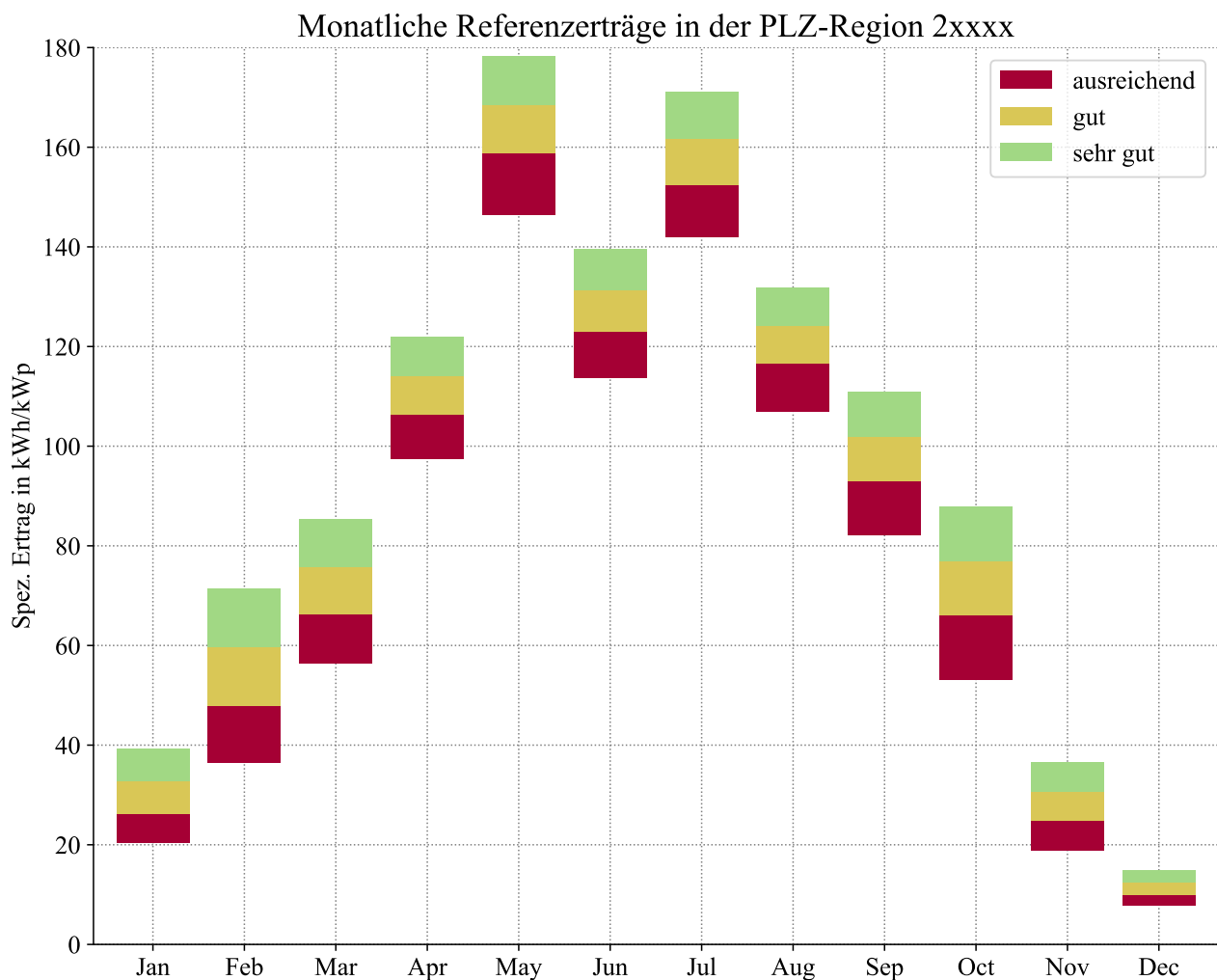


Abbildung A.17: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 2xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.3: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 2xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
20	Jan	18,2	24,0	30,8	37,6
20	Feb	31,6	42,9	55,4	67,9
20	Mär	49,8	59,4	70,5	81,6
20	Apr	96,1	106,1	114,2	122,3
20	Mai	148,8	163,4	173,8	184,2
20	Jun	115,5	126,2	135,1	144,0
20	Jul	141,9	153,6	164,2	174,8

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.3. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 2xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
20	Aug	105,2	115,6	123,8	132,0
20	Sep	78,7	90,7	98,9	107,1
20	Okt	51,2	64,3	75,9	87,5
20	Nov	16,7	22,4	27,8	33,2
20	Dez	7,0	8,9	11,2	13,5
20	2018	860,7	977,5	1081,6	1185,7
21	Jan	21,0	26,7	32,7	38,7
21	Feb	36,7	49,2	62,1	75,0
21	Mär	56,2	68,8	77,9	87,0
21	Apr	99,1	107,5	115,3	123,1
21	Mai	146,0	157,4	168,1	178,8
21	Jun	112,9	121,9	129,9	137,9
21	Jul	142,0	152,3	161,2	170,1
21	Aug	108,3	117,9	126,0	134,1
21	Sep	84,0	94,1	103,5	112,9
21	Okt	54,0	66,1	77,7	89,3
21	Nov	18,7	24,6	31,0	37,4
21	Dez	7,8	9,9	12,4	14,9
21	2018	886,7	996,4	1097,8	1199,2
22	Jan	18,2	24,0	30,8	37,6
22	Feb	31,6	42,9	55,4	67,9
22	Mär	49,8	59,4	70,5	81,6
22	Apr	96,1	106,1	114,2	122,3
22	Mai	148,8	163,4	173,8	184,2
22	Jun	115,5	126,2	135,1	144,0
22	Jul	141,9	153,6	164,2	174,8
22	Aug	105,2	115,6	123,8	132,0
22	Sep	78,7	90,7	98,9	107,1
22	Okt	51,2	64,3	75,9	87,5
22	Nov	16,7	22,4	27,8	33,2
22	Dez	7,0	8,9	11,2	13,5
22	2018	860,7	977,5	1081,6	1185,7
23	Jan	18,4	24,0	31,1	38,2
23	Feb	31,6	43,1	55,4	67,7

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.3. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 2xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
23	Mär	49,9	60,9	71,5	82,1
23	Apr	96,4	107,4	115,4	123,4
23	Mai	150,5	164,8	174,1	183,4
23	Jun	117,3	127,7	137,1	146,5
23	Jul	142,7	153,9	163,5	173,1
23	Aug	106,9	117,9	126,0	134,1
23	Sep	81,0	92,5	101,5	110,5
23	Okt	51,5	65,5	76,7	87,9
23	Nov	17,0	22,8	28,2	33,6
23	Dez	6,9	8,9	11,3	13,7
23	2018	870,1	989,4	1091,8	1194,2
24	Jan	18,2	23,6	30,0	36,4
24	Feb	31,0	41,0	52,8	64,6
24	Mär	48,5	56,5	66,3	76,1
24	Apr	96,3	105,3	113,7	122,1
24	Mai	149,0	165,6	176,3	187,0
24	Jun	117,8	128,2	140,2	152,2
24	Jul	140,7	153,9	165,5	177,1
24	Aug	104,6	115,2	122,5	129,8
24	Sep	78,7	90,0	98,7	107,4
24	Okt	51,5	64,1	74,6	85,1
24	Nov	16,1	21,6	26,6	31,6
24	Dez	7,1	9,1	11,2	13,3
24	2018	859,5	974,1	1078,4	1182,7
25	Jan	17,9	24,1	30,8	37,5
25	Feb	32,6	44,6	55,4	66,2
25	Mär	49,5	60,4	71,8	83,2
25	Apr	95,6	105,0	113,4	121,8
25	Mai	147,7	160,1	169,9	179,7
25	Jun	112,9	122,9	130,9	138,9
25	Jul	140,6	151,8	161,5	171,2
25	Aug	103,4	113,8	121,0	128,2
25	Sep	76,7	88,8	97,3	105,8
25	Okt	48,5	63,2	74,8	86,4

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.3. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 2xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
25	Nov	16,3	22,3	28,0	33,7
25	Dez	6,8	8,8	11,0	13,2
25	2018	848,5	965,8	1065,8	1165,8
26	Jan	23,1	28,5	35,2	41,9
26	Feb	43,2	54,4	65,4	76,4
26	Mär	65,8	75,1	82,5	89,9
26	Apr	97,6	104,6	110,8	117,0
26	Mai	143,4	153,4	162,3	171,2
26	Jun	110,6	118,3	124,8	131,3
26	Jul	141,9	151,2	159,4	167,6
26	Aug	107,9	115,5	121,4	127,3
26	Sep	85,7	94,9	104,2	113,5
26	Okt	56,1	68,7	79,0	89,3
26	Nov	22,0	28,4	34,7	41,0
26	Dez	9,1	11,5	14,2	16,9
26	2018	906,4	1004,5	1093,9	1183,3
27	Jan	22,9	28,6	34,8	41,0
27	Feb	42,5	53,7	64,8	75,9
27	Mär	65,4	75,2	83,0	90,8
27	Apr	98,3	106,0	113,4	120,8
27	Mai	143,1	153,1	162,2	171,3
27	Jun	111,2	119,3	126,4	133,5
27	Jul	142,0	151,5	159,5	167,5
27	Aug	108,8	117,3	125,2	133,1
27	Sep	85,7	95,6	105,3	115,0
27	Okt	56,5	68,7	79,1	89,5
27	Nov	21,9	28,1	34,7	41,3
27	Dez	8,9	11,4	14,2	17,0
27	2018	907,2	1008,5	1102,6	1196,7
28	Jan	23,0	28,6	35,5	42,4
28	Feb	43,2	54,4	65,2	76,0
28	Mär	65,2	73,8	81,1	88,4
28	Apr	97,3	104,2	110,4	116,6
28	Mai	144,0	154,0	162,6	171,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.3. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 2xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
28	Jun	110,2	117,8	124,1	130,4
28	Jul	141,5	150,8	158,4	166,0
28	Aug	107,1	114,9	120,4	125,9
28	Sep	85,2	93,9	102,5	111,1
28	Okt	55,7	68,2	78,3	88,4
28	Nov	21,8	27,9	34,0	40,1
28	Dez	8,9	11,0	13,7	16,4
28	2018	903,1	999,5	1086,2	1172,9
29	Jan	23,1	29,2	35,2	41,2
29	Feb	40,9	52,6	64,2	75,8
29	Mär	63,7	74,2	83,5	92,8
29	Apr	100,9	110,5	120,0	129,5
29	Mai	144,2	154,2	163,2	172,2
29	Jun	113,7	122,6	129,4	136,2
29	Jul	143,6	152,6	160,9	169,2
29	Aug	112,2	122,5	131,8	141,1
29	Sep	87,2	98,3	108,0	117,7
29	Okt	55,7	68,5	78,7	88,9
29	Nov	21,4	27,9	34,4	40,9
29	Dez	9,0	11,6	14,5	17,4
29	2018	915,6	1024,7	1123,8	1222,9

A.8 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 3xxxx

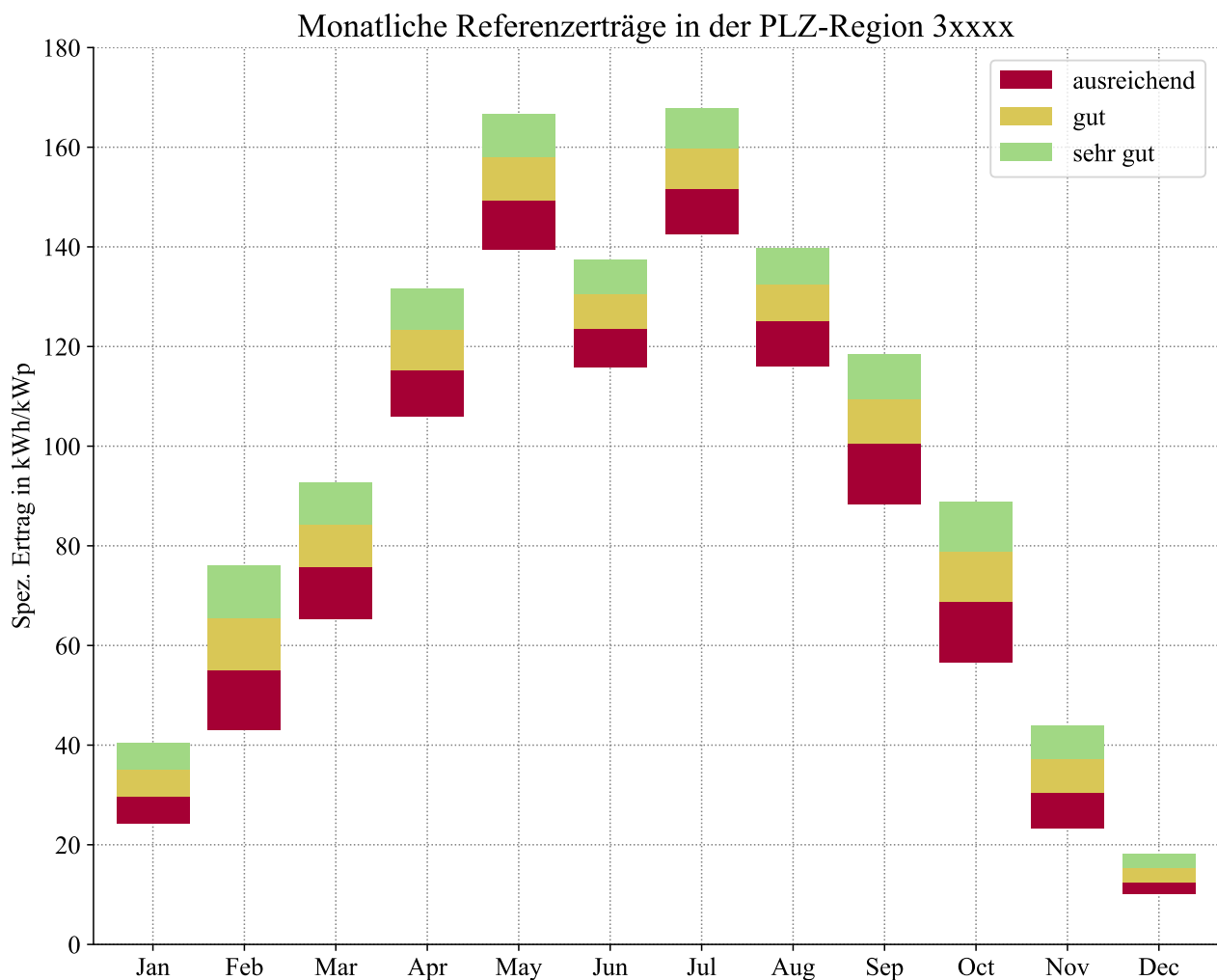


Abbildung A.18: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 3xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.4: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 3xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
30	Jan	23,7	29,6	35,0	40,4
30	Feb	41,5	52,3	63,0	73,7
30	Mär	66,3	77,1	86,4	95,7
30	Apr	101,8	112,2	119,6	127,0
30	Mai	138,1	150,4	159,1	167,8
30	Jun	113,3	122,4	128,4	134,4
30	Jul	143,0	152,1	159,2	166,3

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.4. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 3xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
30	Aug	114,5	126,4	134,0	141,6
30	Sep	89,2	100,7	109,7	118,7
30	Okt	58,0	69,8	80,4	91,0
30	Nov	22,4	28,8	36,0	43,2
30	Dez	10,0	12,3	15,8	19,3
30	2018	921,8	1034,1	1126,6	1219,1
31	Jan	23,4	28,9	34,6	40,3
31	Feb	42,1	54,0	64,9	75,8
31	Mär	66,4	76,9	85,7	94,5
31	Apr	100,6	109,2	117,6	126,0
31	Mai	141,5	151,4	159,9	168,4
31	Jun	113,3	121,0	128,1	135,2
31	Jul	143,0	151,7	160,1	168,5
31	Aug	112,4	121,5	129,3	137,1
31	Sep	87,7	98,8	108,3	117,8
31	Okt	56,8	69,1	79,5	89,9
31	Nov	22,5	29,3	36,0	42,7
31	Dez	9,7	12,2	15,2	18,2
31	2018	919,4	1024,0	1119,2	1214,4
32	Jan	23,4	29,6	34,2	38,8
32	Feb	43,5	55,7	65,8	75,9
32	Mär	67,9	79,9	87,8	95,7
32	Apr	101,3	110,2	117,4	124,6
32	Mai	138,5	148,0	156,5	165,0
32	Jun	113,9	121,2	127,7	134,2
32	Jul	142,2	151,3	158,8	166,3
32	Aug	113,6	123,1	129,8	136,5
32	Sep	87,2	99,4	108,0	116,6
32	Okt	57,3	70,0	80,2	90,4
32	Nov	23,6	31,6	38,7	45,8
32	Dez	10,2	13,1	15,8	18,5
32	2018	922,6	1033,1	1120,7	1208,3
33	Jan	24,6	29,7	34,2	38,7
33	Feb	46,4	58,8	69,2	79,6

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.4. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 3xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
33	Mär	69,6	79,9	87,6	95,3
33	Apr	102,0	110,7	117,4	124,1
33	Mai	139,7	149,0	157,5	166,0
33	Jun	113,9	120,9	127,8	134,7
33	Jul	142,2	151,0	158,9	166,8
33	Aug	113,2	121,7	128,6	135,5
33	Sep	87,2	98,7	107,6	116,5
33	Okt	57,9	70,6	80,9	91,2
33	Nov	24,7	32,3	39,4	46,5
33	Dez	10,5	13,3	16,4	19,5
33	2018	931,9	1036,6	1125,5	1214,4
34	Jan	24,2	28,9	33,8	38,7
34	Feb	45,5	57,8	67,4	77,0
34	Mär	66,8	76,5	85,7	94,9
34	Apr	106,1	114,9	122,0	129,1
34	Mai	138,7	147,2	155,7	164,2
34	Jun	115,5	123,2	130,4	137,6
34	Jul	140,6	150,2	158,0	165,8
34	Aug	117,9	125,4	132,3	139,2
34	Sep	88,5	100,5	108,5	116,5
34	Okt	57,1	68,3	77,1	85,9
34	Nov	24,4	31,9	38,7	45,5
34	Dez	10,2	12,6	15,0	17,4
34	2018	935,5	1037,4	1124,6	1211,8
35	Jan	24,5	29,3	34,6	39,9
35	Feb	45,9	57,6	67,7	77,8
35	Mär	62,1	69,6	77,7	85,8
35	Apr	108,5	116,9	125,2	133,5
35	Mai	136,4	145,5	154,3	163,1
35	Jun	117,2	125,1	132,4	139,7
35	Jul	139,4	149,4	157,6	165,8
35	Aug	117,8	125,9	133,2	140,5
35	Sep	89,0	100,1	109,0	117,9
35	Okt	57,0	68,2	77,2	86,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.4. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 3xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
35	Nov	24,0	31,2	38,2	45,2
35	Dez	10,5	12,7	15,3	17,9
35	2018	932,3	1031,5	1122,4	1213,3
36	Jan	24,2	29,3	34,7	40,1
36	Feb	42,0	53,8	63,9	74,0
36	Mär	60,3	67,8	75,0	82,2
36	Apr	113,4	123,3	132,3	141,3
36	Mai	135,9	145,5	155,2	164,9
36	Jun	118,6	127,8	135,8	143,8
36	Jul	141,4	151,7	160,2	168,7
36	Aug	116,8	125,5	134,0	142,5
36	Sep	88,8	102,0	111,7	121,4
36	Okt	56,5	68,7	77,9	87,1
36	Nov	22,9	29,3	35,5	41,7
36	Dez	10,0	12,0	14,5	17,0
36	2018	930,8	1036,7	1130,7	1224,7
37	Jan	24,0	29,8	34,5	39,2
37	Feb	41,8	54,1	64,0	73,9
37	Mär	66,4	78,2	86,9	95,6
37	Apr	105,0	114,4	122,6	130,8
37	Mai	137,8	147,3	156,0	164,7
37	Jun	114,5	122,3	129,1	135,9
37	Jul	142,5	151,6	159,3	167,0
37	Aug	116,1	125,4	132,7	140,0
37	Sep	87,7	100,7	109,4	118,1
37	Okt	56,4	68,7	78,4	88,1
37	Nov	23,7	31,6	37,6	43,6
37	Dez	10,2	12,8	15,4	18,0
37	2018	926,1	1036,9	1125,9	1214,9
38	Jan	25,1	31,2	37,5	43,8
38	Feb	41,0	52,8	63,7	74,6
38	Mär	64,5	76,7	85,7	94,7
38	Apr	108,1	118,4	128,9	139,4
38	Mai	141,3	151,9	160,1	168,3

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.4. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 3xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
38	Jun	117,2	125,2	131,6	138,0
38	Jul	145,5	154,0	161,8	169,6
38	Aug	118,4	127,6	135,0	142,4
38	Sep	89,5	102,3	111,1	119,9
38	Okt	55,5	68,1	78,2	88,3
38	Nov	22,9	30,5	36,9	43,3
38	Dez	9,9	12,6	15,7	18,8
38	2018	938,9	1051,3	1146,2	1241,1
39	Jan	24,5	31,0	37,9	44,8
39	Feb	41,1	53,7	65,7	77,7
39	Mär	62,4	74,8	83,8	92,8
39	Apr	111,6	123,0	131,7	140,4
39	Mai	147,3	157,0	165,5	174,0
39	Jun	120,2	127,3	134,3	141,3
39	Jul	146,3	154,3	163,3	172,3
39	Aug	120,2	128,8	135,7	142,6
39	Sep	89,7	102,0	111,5	121,0
39	Okt	53,8	67,5	78,7	89,9
39	Nov	21,4	28,4	35,2	42,0
39	Dez	8,9	11,5	14,2	16,9
39	2018	947,4	1059,3	1157,5	1255,7

A.9 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 4xxxx

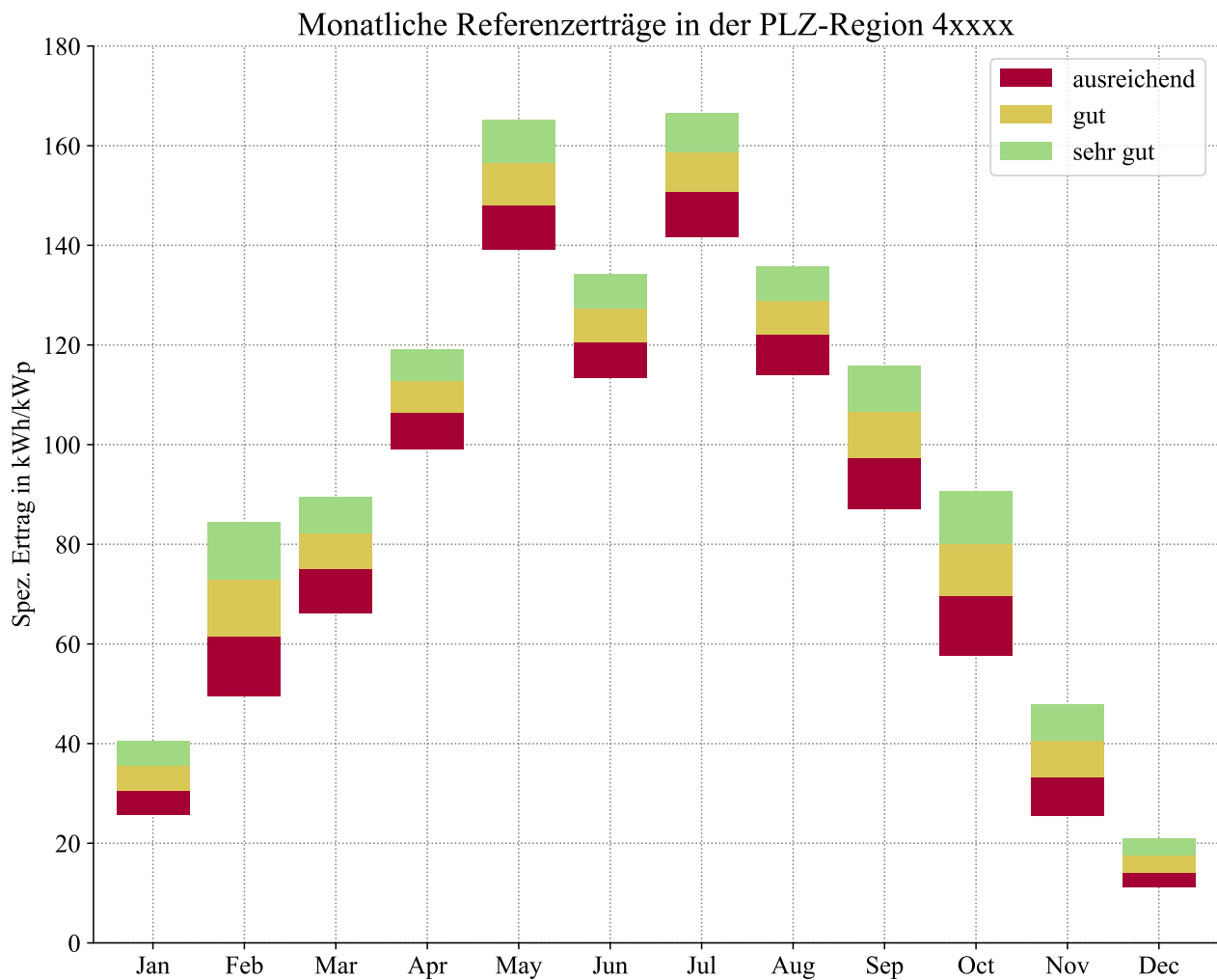


Abbildung A.19: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 4xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.5: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 4xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
40	Jan	26,2	31,5	35,7	39,9
40	Feb	52,5	64,6	75,3	86,0
40	Mär	65,0	72,3	78,4	84,5
40	Apr	98,1	104,3	110,2	116,1
40	Mai	138,5	146,8	154,9	163,0
40	Jun	114,8	121,4	128,2	135,0
40	Jul	142,0	151,0	159,0	167,0
40	Aug	116,4	124,1	130,6	137,1
40	Sep	88,9	98,0	106,9	115,8
40	Okt	57,6	68,6	78,2	87,8
40	Nov	26,8	34,5	41,9	49,3
40	Dez	11,8	15,2	18,8	22,4
40	2018	938,6	1032,3	1118,1	1203,9
41	Jan	27,2	32,6	38,2	43,8
41	Feb	48,2	60,7	73,0	85,3
41	Mär	62,7	69,3	75,8	82,3
41	Apr	97,7	104,2	110,4	116,6
41	Mai	135,6	144,6	152,5	160,4
41	Jun	113,8	120,6	127,3	134,0
41	Jul	141,7	150,9	158,8	166,7
41	Aug	115,1	123,2	130,2	137,2
41	Sep	88,4	98,2	106,5	114,8
41	Okt	56,3	66,9	76,5	86,1
41	Nov	27,0	34,6	42,3	50,0
41	Dez	12,9	16,4	19,3	22,2
41	2018	926,6	1022,2	1110,8	1199,4
42	Jan	24,4	28,4	32,9	37,4
42	Feb	49,0	61,7	73,5	85,3
42	Mär	64,6	73,0	79,3	85,6
42	Apr	98,4	105,2	111,0	116,8
42	Mai	136,6	144,3	154,6	164,9
42	Jun	112,5	119,4	127,2	135,0
42	Jul	140,1	148,0	156,1	164,2
42	Aug	116,3	123,2	130,0	136,8

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.5. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 4xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
42	Sep	87,0	96,5	104,5	112,5
42	Okt	57,1	68,0	78,0	88,0
42	Nov	26,4	34,5	40,9	47,3
42	Dez	11,0	14,1	17,8	21,5
42	2018	923,4	1016,3	1105,8	1195,3
44	Jan	25,9	30,1	34,8	39,5
44	Feb	49,2	60,9	72,5	84,1
44	Mär	68,6	78,4	86,6	94,8
44	Apr	101,7	110,4	116,8	123,2
44	Mai	140,2	148,9	156,8	164,7
44	Jun	114,8	121,5	128,3	135,1
44	Jul	139,2	148,4	156,3	164,2
44	Aug	116,7	124,0	130,8	137,6
44	Sep	87,3	96,8	106,9	117,0
44	Okt	58,2	69,3	79,7	90,1
44	Nov	25,6	34,6	42,0	49,4
44	Dez	10,9	13,5	16,6	19,7
44	2018	938,3	1036,8	1128,1	1219,4
45	Jan	25,9	30,3	35,1	39,9
45	Feb	50,4	62,3	73,7	85,1
45	Mär	67,4	76,7	84,4	92,1
45	Apr	99,4	107,1	114,0	120,9
45	Mai	140,1	149,5	157,8	166,1
45	Jun	113,2	120,5	127,4	134,3
45	Jul	141,8	151,3	159,0	166,7
45	Aug	113,4	121,4	128,4	135,4
45	Sep	87,3	97,4	106,9	116,4
45	Okt	58,1	71,0	81,9	92,8
45	Nov	25,4	33,3	40,4	47,5
45	Dez	11,1	13,9	17,3	20,7
45	2018	933,5	1034,7	1126,3	1217,9
46	Jan	26,1	30,8	35,5	40,2
46	Feb	50,9	62,3	74,4	86,5
46	Mär	66,8	76,2	83,8	91,4

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.5. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 4xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
46	Apr	99,0	106,1	112,7	119,3
46	Mai	141,0	150,4	159,2	168,0
46	Jun	112,5	120,2	127,1	134,0
46	Jul	142,9	152,7	160,5	168,3
46	Aug	112,0	120,3	127,1	133,9
46	Sep	86,4	97,5	106,9	116,3
46	Okt	58,5	71,9	83,6	95,3
46	Nov	24,8	32,0	39,5	47,0
46	Dez	11,1	14,2	17,6	21,0
46	2018	932,0	1034,6	1127,9	1221,2
47	Jan	27,0	32,3	37,9	43,5
47	Feb	51,2	63,3	75,3	87,3
47	Mär	64,5	72,6	79,9	87,2
47	Apr	96,7	103,8	109,5	115,2
47	Mai	138,7	148,0	156,7	165,4
47	Jun	113,1	120,9	127,3	133,7
47	Jul	142,5	152,2	160,0	167,8
47	Aug	114,3	122,5	128,9	135,3
47	Sep	85,3	96,8	107,1	117,4
47	Okt	56,6	68,6	80,5	92,4
47	Nov	24,9	33,0	40,8	48,6
47	Dez	11,1	14,3	17,8	21,3
47	2018	925,9	1028,3	1121,7	1215,1
48	Jan	25,3	30,4	35,2	40,0
48	Feb	49,0	60,4	71,5	82,6
48	Mär	69,2	79,2	86,8	94,4
48	Apr	100,3	108,4	115,5	122,6
48	Mai	140,2	149,2	157,8	166,4
48	Jun	113,8	120,8	127,3	133,8
48	Jul	142,2	151,2	159,0	166,8
48	Aug	112,6	121,0	128,0	135,0
48	Sep	86,7	97,9	107,2	116,5
48	Okt	58,7	71,4	82,2	93,0
48	Nov	24,9	32,6	40,0	47,4

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.5. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 4xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
48	Dez	10,8	13,6	16,8	20,0
48	2018	933,7	1036,1	1127,3	1218,5
49	Jan	24,0	29,5	34,6	39,7
49	Feb	45,2	57,1	66,9	76,7
49	Mär	67,2	78,2	85,7	93,2
49	Apr	99,7	107,6	114,6	121,6
49	Mai	141,3	150,9	159,4	167,9
49	Jun	112,4	119,6	126,4	133,2
49	Jul	142,2	151,4	159,0	166,6
49	Aug	109,8	118,6	126,5	134,4
49	Sep	86,1	97,4	106,0	114,6
49	Okt	57,5	70,3	80,8	91,3
49	Nov	23,3	30,3	37,3	44,3
49	Dez	9,9	12,7	15,7	18,7
49	2018	918,6	1023,6	1112,9	1202,2

A.10 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 5xxxx

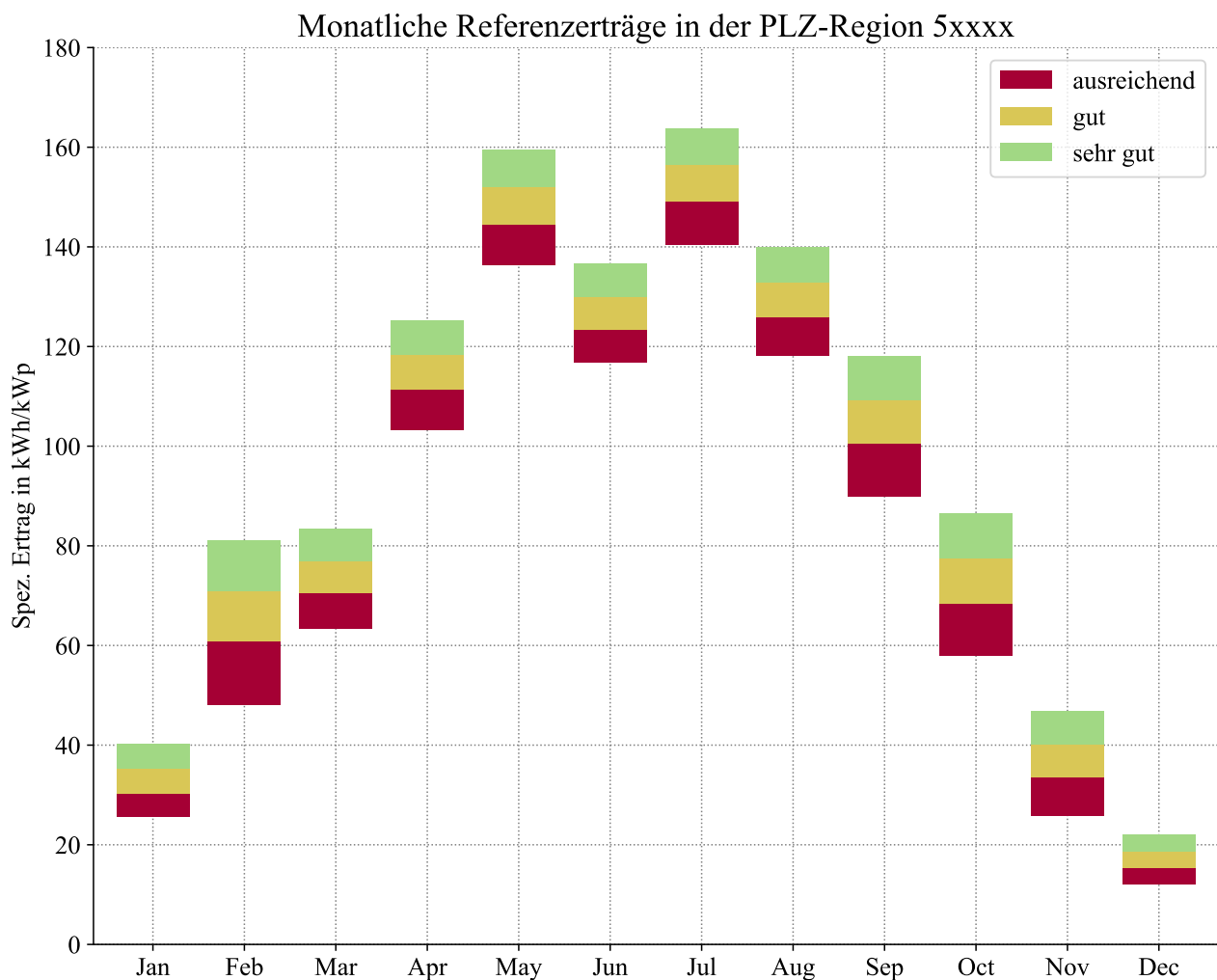


Abbildung A.20: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 5xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.6: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 5xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
50	Jan	27,0	32,0	36,5	41,0
50	Feb	48,3	61,9	72,6	83,3
50	Mär	64,1	70,0	76,6	83,2
50	Apr	99,0	105,8	112,4	119,0
50	Mai	136,8	143,6	150,4	157,2
50	Jun	115,0	120,8	127,1	133,4
50	Jul	141,3	149,0	155,8	162,6

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.6. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 5xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
50	Aug	117,3	124,8	131,9	139,0
50	Sep	88,6	98,1	106,0	113,9
50	Okt	56,7	66,6	75,0	83,4
50	Nov	27,0	34,6	41,1	47,6
50	Dez	13,5	17,0	20,2	23,4
50	2018	934,6	1024,2	1105,6	1187,0
51	Jan	25,2	29,6	34,4	39,2
51	Feb	50,2	62,4	73,1	83,8
51	Mär	65,0	72,4	78,4	84,4
51	Apr	100,2	107,5	113,3	119,1
51	Mai	136,9	144,4	151,8	159,2
51	Jun	115,5	120,8	127,5	134,2
51	Jul	140,1	148,6	155,8	163,0
51	Aug	118,1	125,0	131,9	138,8
51	Sep	88,9	98,1	105,2	112,3
51	Okt	57,1	67,3	75,4	83,5
51	Nov	26,7	34,2	40,4	46,6
51	Dez	11,9	15,1	18,8	22,5
51	2018	935,8	1025,4	1106,0	1186,6
52	Jan	27,4	32,6	37,2	41,8
52	Feb	47,4	61,2	71,4	81,6
52	Mär	63,6	69,6	75,7	81,8
52	Apr	99,4	106,0	112,6	119,2
52	Mai	136,0	143,4	149,9	156,4
52	Jun	115,1	120,8	126,6	132,4
52	Jul	141,2	149,3	155,8	162,3
52	Aug	116,9	124,8	131,8	138,8
52	Sep	88,3	98,0	105,8	113,6
52	Okt	56,5	65,8	74,3	82,8
52	Nov	26,9	34,3	40,8	47,3
52	Dez	13,8	17,1	20,5	23,9
52	2018	932,5	1022,9	1102,4	1181,9
53	Jan	25,2	30,3	35,1	39,9
53	Feb	47,2	60,3	70,5	80,7

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.6. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 5xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
53	Mär	62,4	69,0	75,4	81,8
53	Apr	101,6	109,1	116,0	122,9
53	Mai	135,5	143,4	150,2	157,0
53	Jun	115,5	121,8	127,6	133,4
53	Jul	139,8	147,9	155,1	162,3
53	Aug	117,6	125,1	132,0	138,9
53	Sep	89,2	99,0	107,1	115,2
53	Okt	56,8	66,4	74,5	82,6
53	Nov	26,0	33,5	39,5	45,5
53	Dez	12,5	16,1	19,4	22,7
53	2018	929,3	1021,9	1102,4	1182,9
54	Jan	26,5	31,1	35,8	40,5
54	Feb	47,8	59,8	69,0	78,2
54	Mär	58,8	65,1	70,4	75,7
54	Apr	106,3	116,3	124,1	131,9
54	Mai	133,7	141,5	148,7	155,9
54	Jun	119,3	127,6	135,2	142,8
54	Jul	141,3	150,5	157,2	163,9
54	Aug	120,2	128,5	135,7	142,9
54	Sep	93,8	107,1	118,3	129,5
54	Okt	59,6	71,7	81,8	91,9
54	Nov	27,0	34,2	41,3	48,4
54	Dez	12,7	16,2	19,4	22,6
54	2018	947,0	1049,6	1136,9	1224,2
55	Jan	26,8	31,7	36,7	41,7
55	Feb	47,2	59,5	69,0	78,5
55	Mär	58,3	64,6	70,2	75,8
55	Apr	111,6	120,5	128,9	137,3
55	Mai	133,0	141,3	148,7	156,1
55	Jun	123,0	131,3	138,4	145,5
55	Jul	141,6	150,8	158,0	165,2
55	Aug	121,3	129,4	137,3	145,2
55	Sep	96,1	109,8	121,1	132,4
55	Okt	60,6	73,9	84,7	95,5

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.6. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 5xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
55	Nov	26,7	34,5	41,8	49,1
55	Dez	12,2	15,7	19,1	22,5
55	2018	958,4	1063,0	1153,9	1244,8
56	Jan	24,2	29,4	34,8	40,2
56	Feb	47,5	59,9	69,6	79,3
56	Mär	61,1	67,8	74,1	80,4
56	Apr	105,0	114,6	122,4	130,2
56	Mai	136,8	144,9	152,5	160,1
56	Jun	117,7	124,8	131,7	138,6
56	Jul	139,8	148,4	156,0	163,6
56	Aug	119,4	127,3	134,4	141,5
56	Sep	89,9	101,0	109,1	117,2
56	Okt	57,0	67,0	75,7	84,4
56	Nov	23,9	30,9	37,2	43,5
56	Dez	11,7	15,0	18,2	21,4
56	2018	934,0	1031,0	1115,7	1200,4
57	Jan	25,0	29,4	34,6	39,8
57	Feb	49,3	61,8	71,7	81,6
57	Mär	65,8	73,4	80,1	86,8
57	Apr	104,0	112,0	118,7	125,4
57	Mai	138,6	146,4	154,8	163,2
57	Jun	116,8	123,3	129,6	135,9
57	Jul	139,9	148,6	156,2	163,8
57	Aug	119,3	126,4	133,0	139,6
57	Sep	89,4	98,8	107,4	116,0
57	Okt	57,8	67,7	76,4	85,1
57	Nov	25,0	32,6	39,7	46,8
57	Dez	11,5	14,4	17,9	21,4
57	2018	942,4	1034,8	1120,1	1205,4
58	Jan	24,7	28,8	33,7	38,6
58	Feb	49,3	61,7	72,4	83,1
58	Mär	67,2	75,6	83,2	90,8
58	Apr	101,6	109,3	115,8	122,3
58	Mai	138,0	147,1	156,0	164,9

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.6. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 5xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
58	Jun	115,5	121,7	128,2	134,7
58	Jul	139,3	148,2	156,3	164,4
58	Aug	117,4	124,2	130,9	137,6
58	Sep	88,4	97,2	106,3	115,4
58	Okt	58,4	68,7	78,0	87,3
58	Nov	26,0	34,5	41,2	47,9
58	Dez	10,9	13,7	17,0	20,3
58	2018	936,7	1030,7	1119,0	1207,3
59	Jan	24,2	28,9	33,8	38,7
59	Feb	47,6	59,7	70,1	80,5
59	Mär	67,3	77,0	85,4	93,8
59	Apr	102,6	111,4	118,0	124,6
59	Mai	139,4	148,8	157,1	165,4
59	Jun	114,5	121,6	128,7	135,8
59	Jul	140,2	150,2	158,0	165,8
59	Aug	114,9	122,8	130,1	137,4
59	Sep	87,3	98,3	107,1	115,9
59	Okt	57,8	69,6	79,2	88,8
59	Nov	24,3	31,9	39,2	46,5
59	Dez	10,7	13,4	16,3	19,2
59	2018	930,8	1033,6	1123,0	1212,4

A.11 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 6xxxx

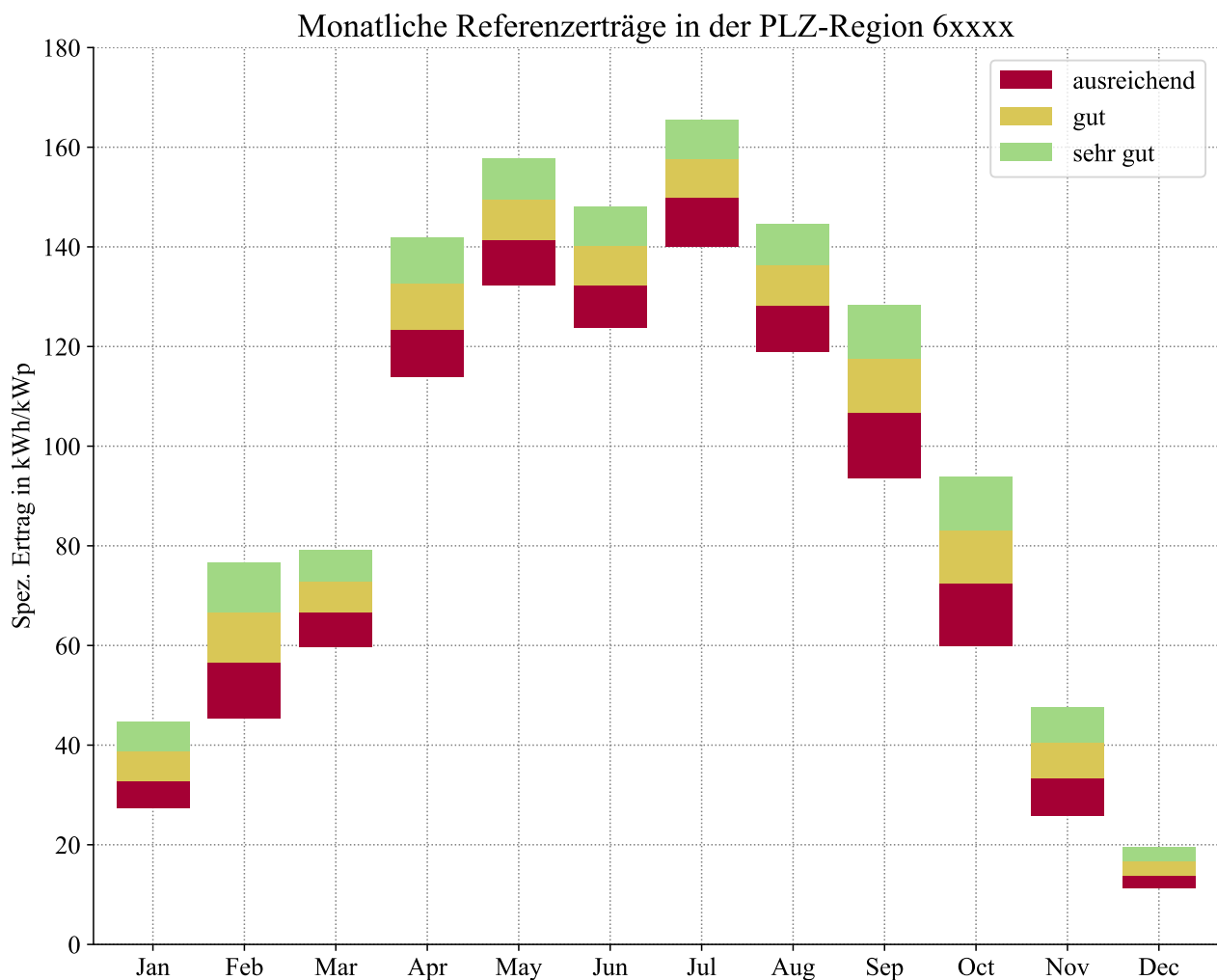


Abbildung A.21: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 6xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.7: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 6xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
60	Jan	27,7	32,3	37,1	41,9
60	Feb	46,1	56,7	66,5	76,3
60	Mär	59,2	65,0	70,3	75,6
60	Apr	112,4	121,1	130,3	139,5
60	Mai	132,2	142,2	150,2	158,2
60	Jun	120,5	129,7	137,5	145,3
60	Jul	139,1	149,4	157,4	165,4

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.7. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 6xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
60	Aug	116,5	125,7	135,2	144,7
60	Sep	90,4	101,3	112,7	124,1
60	Okt	58,8	71,0	82,3	93,6
60	Nov	25,1	32,1	39,0	45,9
60	Dez	10,3	12,1	14,4	16,7
60	2018	938,3	1038,6	1132,9	1227,2
61	Jan	25,4	30,5	35,5	40,5
61	Feb	46,6	56,5	65,6	74,7
61	Mär	59,6	65,7	71,3	76,9
61	Apr	112,5	120,9	128,4	135,9
61	Mai	135,0	144,4	153,4	162,4
61	Jun	121,3	129,3	136,8	144,3
61	Jul	139,5	150,3	157,8	165,3
61	Aug	117,7	126,6	134,5	142,4
61	Sep	89,4	101,1	109,5	117,9
61	Okt	58,2	68,9	78,2	87,5
61	Nov	23,4	30,2	36,6	43,0
61	Dez	10,2	12,2	14,6	17,0
61	2018	938,8	1036,6	1122,2	1207,8
63	Jan	26,4	31,9	38,0	44,1
63	Feb	42,8	54,9	64,5	74,1
63	Mär	59,9	67,4	73,9	80,4
63	Apr	114,8	125,4	135,2	145,0
63	Mai	134,6	144,4	153,5	162,6
63	Jun	122,6	131,6	140,0	148,4
63	Jul	140,2	150,6	158,7	166,8
63	Aug	117,8	127,3	135,3	143,3
63	Sep	90,8	103,4	115,0	126,6
63	Okt	59,2	71,1	82,6	94,1
63	Nov	24,0	31,0	37,7	44,4
63	Dez	10,4	12,5	14,8	17,1
63	2018	943,5	1051,5	1149,2	1246,9
64	Jan	28,1	33,7	40,2	46,7
64	Feb	45,9	57,3	67,5	77,7

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.7. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 6xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
64	Mär	59,5	66,8	73,0	79,2
64	Apr	114,9	125,4	135,8	146,2
64	Mai	132,1	141,0	148,6	156,2
64	Jun	123,6	132,5	140,8	149,1
64	Jul	139,8	149,7	157,5	165,3
64	Aug	118,4	128,4	136,7	145,0
64	Sep	93,9	108,0	119,2	130,4
64	Okt	60,9	74,3	85,2	96,1
64	Nov	26,4	34,0	41,1	48,2
64	Dez	10,9	13,6	16,8	20,0
64	2018	954,4	1064,7	1162,4	1260,1
65	Jan	25,3	30,3	36,1	41,9
65	Feb	46,7	58,6	68,7	78,8
65	Mär	59,4	66,3	72,6	78,9
65	Apr	112,1	120,5	128,9	137,3
65	Mai	136,4	145,6	154,0	162,4
65	Jun	121,9	130,0	138,5	147,0
65	Jul	140,1	149,2	157,1	165,0
65	Aug	120,8	129,5	137,2	144,9
65	Sep	92,0	103,4	113,6	123,8
65	Okt	57,9	69,0	79,3	89,6
65	Nov	23,5	30,1	36,2	42,3
65	Dez	11,1	13,8	17,0	20,2
65	2018	947,2	1046,3	1139,2	1232,1
66	Jan	27,5	32,7	38,4	44,1
66	Feb	46,3	58,0	67,7	77,4
66	Mär	58,8	65,2	71,3	77,4
66	Apr	112,3	121,3	130,3	139,3
66	Mai	130,8	139,4	146,8	154,2
66	Jun	124,3	132,8	140,1	147,4
66	Jul	141,8	151,1	158,3	165,5
66	Aug	120,5	129,1	137,3	145,5
66	Sep	97,5	111,8	122,6	133,4
66	Okt	61,2	74,6	84,8	95,0

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.7. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 6xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
66	Nov	27,9	35,8	43,1	50,4
66	Dez	12,8	16,1	19,4	22,7
66	2018	961,7	1067,9	1160,1	1252,3
67	Jan	27,9	33,1	38,8	44,5
67	Feb	46,3	58,2	68,0	77,8
67	Mär	58,9	65,5	71,7	77,9
67	Apr	113,3	122,1	131,2	140,3
67	Mai	130,9	139,5	147,0	154,5
67	Jun	125,6	133,8	141,0	148,2
67	Jul	141,8	151,2	158,4	165,6
67	Aug	121,1	129,7	137,9	146,1
67	Sep	97,1	111,9	122,6	133,3
67	Okt	61,1	75,4	85,4	95,4
67	Nov	27,7	35,9	43,3	50,7
67	Dez	12,2	15,7	19,1	22,5
67	2018	963,9	1072,0	1164,4	1256,8
68	Jan	28,8	34,8	42,0	49,2
68	Feb	45,5	57,5	68,4	79,3
68	Mär	60,2	67,5	74,2	80,9
68	Apr	116,1	125,7	136,3	146,9
68	Mai	130,2	138,7	147,0	155,3
68	Jun	126,3	135,1	143,6	152,1
68	Jul	140,3	149,4	157,9	166,4
68	Aug	119,3	129,6	138,0	146,4
68	Sep	95,8	111,0	122,7	134,4
68	Okt	60,3	74,3	85,6	96,9
68	Nov	27,0	35,2	43,1	51,0
68	Dez	11,8	15,2	18,8	22,4
68	2018	961,6	1074,0	1177,6	1281,2
69	Jan	29,2	35,5	42,6	49,7
69	Feb	41,7	52,2	62,6	73,0
69	Mär	61,4	70,3	77,2	84,1
69	Apr	116,7	128,0	137,1	146,2
69	Mai	127,7	137,8	146,0	154,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.7. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 6xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
69	Jun	127,2	136,3	144,1	151,9
69	Jul	138,6	148,2	155,9	163,6
69	Aug	117,9	127,8	135,8	143,8
69	Sep	94,4	109,2	120,3	131,4
69	Okt	60,9	73,8	84,9	96,0
69	Nov	27,5	35,9	44,0	52,1
69	Dez	11,2	13,5	16,1	18,7
69	2018	954,4	1068,5	1166,6	1264,7

A.12 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 7xxxx

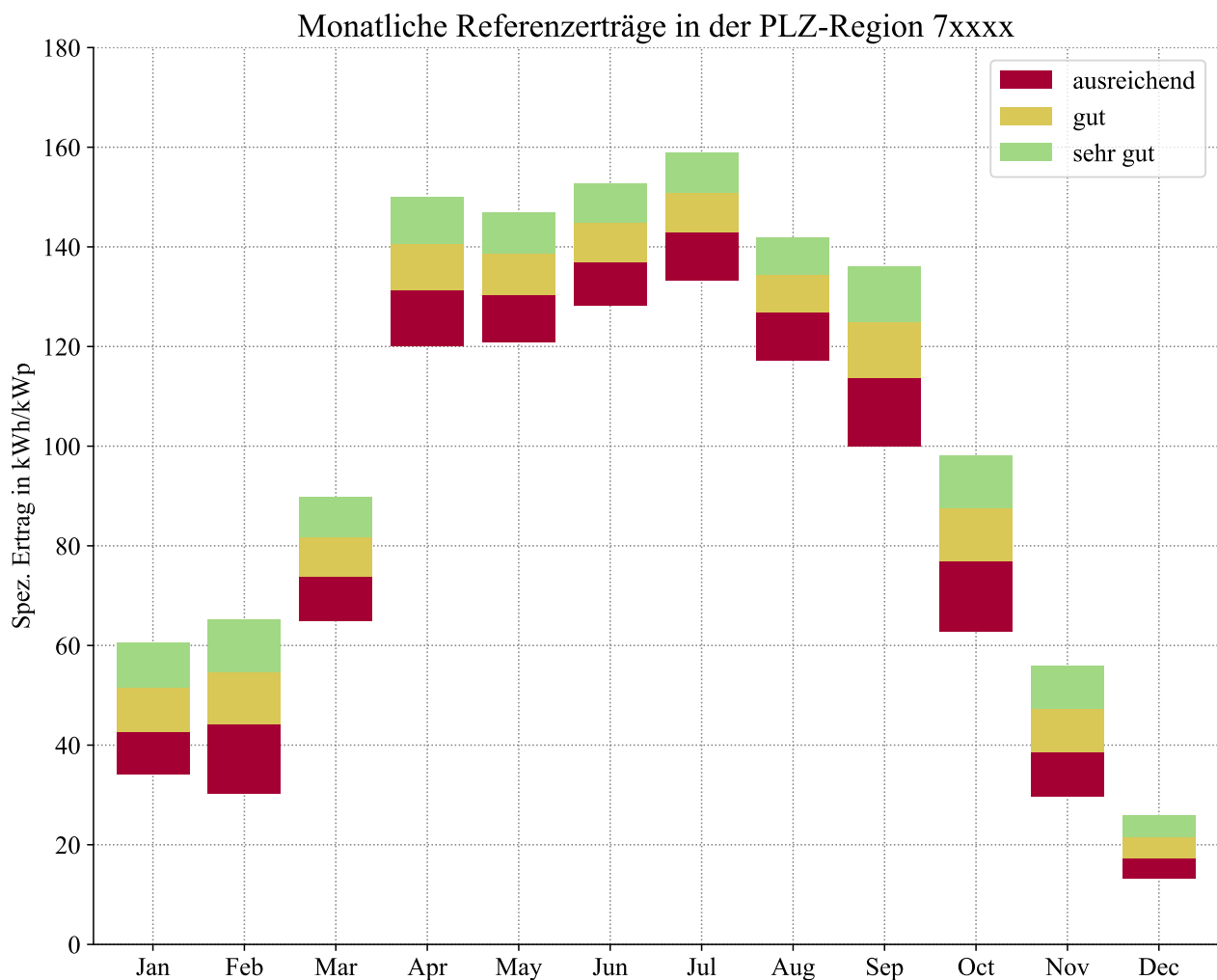


Abbildung A.22: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 7xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.8: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 7xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
70	Jan	35,0	43,7	52,6	61,5
70	Feb	29,3	43,8	54,5	65,2
70	Mär	67,8	77,5	85,5	93,5
70	Apr	121,7	133,3	142,1	150,9
70	Mai	120,0	128,9	136,9	144,9
70	Jun	127,4	136,0	143,7	151,4
70	Jul	132,3	141,8	149,8	157,8

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.8. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 7xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
70	Aug	116,0	125,7	132,7	139,7
70	Sep	100,1	114,3	125,8	137,3
70	Okt	63,9	78,7	88,8	98,9
70	Nov	31,5	42,0	50,5	59,0
70	Dez	14,1	18,3	22,5	26,7
70	2018	959,1	1084,0	1185,4	1286,8
71	Jan	34,2	42,9	51,7	60,5
71	Feb	30,7	44,7	55,3	65,9
71	Mär	67,6	77,1	84,9	92,7
71	Apr	121,7	133,2	141,9	150,6
71	Mai	120,7	130,3	138,5	146,7
71	Jun	127,5	136,1	143,8	151,5
71	Jul	132,7	142,4	150,4	158,4
71	Aug	116,4	126,0	133,0	140,0
71	Sep	100,1	113,9	124,9	135,9
71	Okt	64,1	78,5	88,5	98,5
71	Nov	31,3	41,1	49,9	58,7
71	Dez	13,4	17,2	21,7	26,2
71	2018	960,4	1083,4	1184,5	1285,6
72	Jan	35,5	44,2	53,5	62,8
72	Feb	27,0	41,9	52,8	63,7
72	Mär	65,8	75,1	82,7	90,3
72	Apr	121,3	132,8	142,2	151,6
72	Mai	120,6	129,9	137,7	145,5
72	Jun	129,1	137,9	145,9	153,9
72	Jul	133,0	142,4	150,3	158,2
72	Aug	117,2	126,7	134,5	142,3
72	Sep	100,3	114,4	125,7	137,0
72	Okt	63,0	77,3	87,9	98,5
72	Nov	29,6	38,9	47,9	56,9
72	Dez	13,7	17,8	22,2	26,6
72	2018	956,1	1079,3	1183,3	1287,3
73	Jan	34,9	43,9	54,1	64,3
73	Feb	27,2	43,3	54,8	66,3

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.8. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 7xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
73	Mär	66,4	75,9	83,7	91,5
73	Apr	122,4	133,9	142,4	150,9
73	Mai	123,9	134,1	143,2	152,3
73	Jun	126,5	134,6	142,0	149,4
73	Jul	133,2	142,2	150,1	158,0
73	Aug	117,7	126,9	134,5	142,1
73	Sep	99,2	113,8	124,0	134,2
73	Okt	63,1	78,0	87,9	97,8
73	Nov	27,6	35,5	44,3	53,1
73	Dez	13,1	16,6	20,5	24,4
73	2018	955,2	1078,7	1181,5	1284,3
74	Jan	30,6	38,2	45,9	53,6
74	Feb	39,9	51,4	60,9	70,4
74	Mär	64,5	73,5	81,9	90,3
74	Apr	120,6	131,6	140,7	149,8
74	Mai	126,8	137,5	146,9	156,3
74	Jun	126,6	134,8	142,8	150,8
74	Jul	138,1	147,2	155,0	162,8
74	Aug	118,3	127,7	135,0	142,3
74	Sep	97,0	110,7	121,8	132,9
74	Okt	62,6	76,9	87,8	98,7
74	Nov	27,6	36,2	44,7	53,2
74	Dez	11,9	14,9	18,5	22,1
74	2018	964,5	1080,6	1181,9	1283,2
75	Jan	34,0	42,3	50,9	59,5
75	Feb	32,6	45,9	55,9	65,9
75	Mär	66,6	75,3	83,0	90,7
75	Apr	120,3	131,6	140,6	149,6
75	Mai	120,5	130,1	138,2	146,3
75	Jun	128,9	137,4	145,2	153,0
75	Jul	133,5	142,9	151,2	159,5
75	Aug	117,0	126,0	133,3	140,6
75	Sep	100,2	114,1	125,0	135,9
75	Okt	63,0	77,0	86,9	96,8

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.8. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 7xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
75	Nov	30,9	40,6	48,7	56,8
75	Dez	12,9	16,6	21,5	26,4
75	2018	960,4	1079,8	1180,4	1281,0
76	Jan	29,8	36,6	45,9	55,2
76	Feb	37,4	50,3	61,3	72,3
76	Mär	61,5	69,0	77,9	86,8
76	Apr	115,9	126,0	137,0	148,0
76	Mai	123,0	133,0	141,8	150,6
76	Jun	127,4	135,7	143,5	151,3
76	Jul	136,1	146,0	154,8	163,6
76	Aug	118,7	127,6	134,9	142,2
76	Sep	99,9	114,0	124,7	135,4
76	Okt	62,7	76,3	86,2	96,1
76	Nov	29,9	38,6	46,6	54,6
76	Dez	13,0	16,8	20,8	24,8
76	2018	955,3	1069,9	1175,4	1280,9
77	Jan	35,0	43,2	52,4	61,6
77	Feb	27,2	42,0	52,3	62,6
77	Mär	63,9	72,5	80,8	89,1
77	Apr	118,4	130,3	139,5	148,7
77	Mai	117,4	126,9	134,6	142,3
77	Jun	128,6	138,2	146,1	154,0
77	Jul	130,9	140,8	148,8	156,8
77	Aug	116,2	125,8	134,1	142,4
77	Sep	99,3	113,8	125,4	137,0
77	Okt	62,1	75,8	86,9	98,0
77	Nov	30,1	39,5	48,1	56,7
77	Dez	13,4	17,8	22,5	27,2
77	2018	942,5	1066,6	1171,5	1276,4
78	Jan	36,6	46,8	55,8	64,8
78	Feb	23,7	37,7	48,7	59,7
78	Mär	64,0	72,8	80,6	88,4
78	Apr	121,4	133,0	142,5	152,0
78	Mai	118,9	128,2	135,7	143,2

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.8. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 7xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
78	Jun	129,9	139,5	147,5	155,5
78	Jul	131,6	140,8	148,4	156,0
78	Aug	117,7	127,4	135,0	142,6
78	Sep	101,4	115,0	126,1	137,2
78	Okt	63,0	76,9	87,9	98,9
78	Nov	29,0	37,8	47,0	56,2
78	Dez	14,5	18,9	23,3	27,7
78	2018	951,7	1074,8	1178,5	1282,2
79	Jan	36,3	45,0	53,0	61,0
79	Feb	27,1	40,4	50,4	60,4
79	Mär	60,9	69,8	77,4	85,0
79	Apr	117,3	128,3	138,2	148,1
79	Mai	116,6	126,0	132,9	139,8
79	Jun	129,9	139,8	147,7	155,6
79	Jul	131,2	142,2	149,9	157,6
79	Aug	117,2	128,0	136,0	144,0
79	Sep	101,0	113,9	125,3	136,7
79	Okt	61,0	73,9	86,7	99,5
79	Nov	28,8	37,0	44,9	52,8
79	Dez	13,3	17,2	22,6	28,0
79	2018	940,6	1061,5	1165,0	1268,5

A.13 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 8xxxx

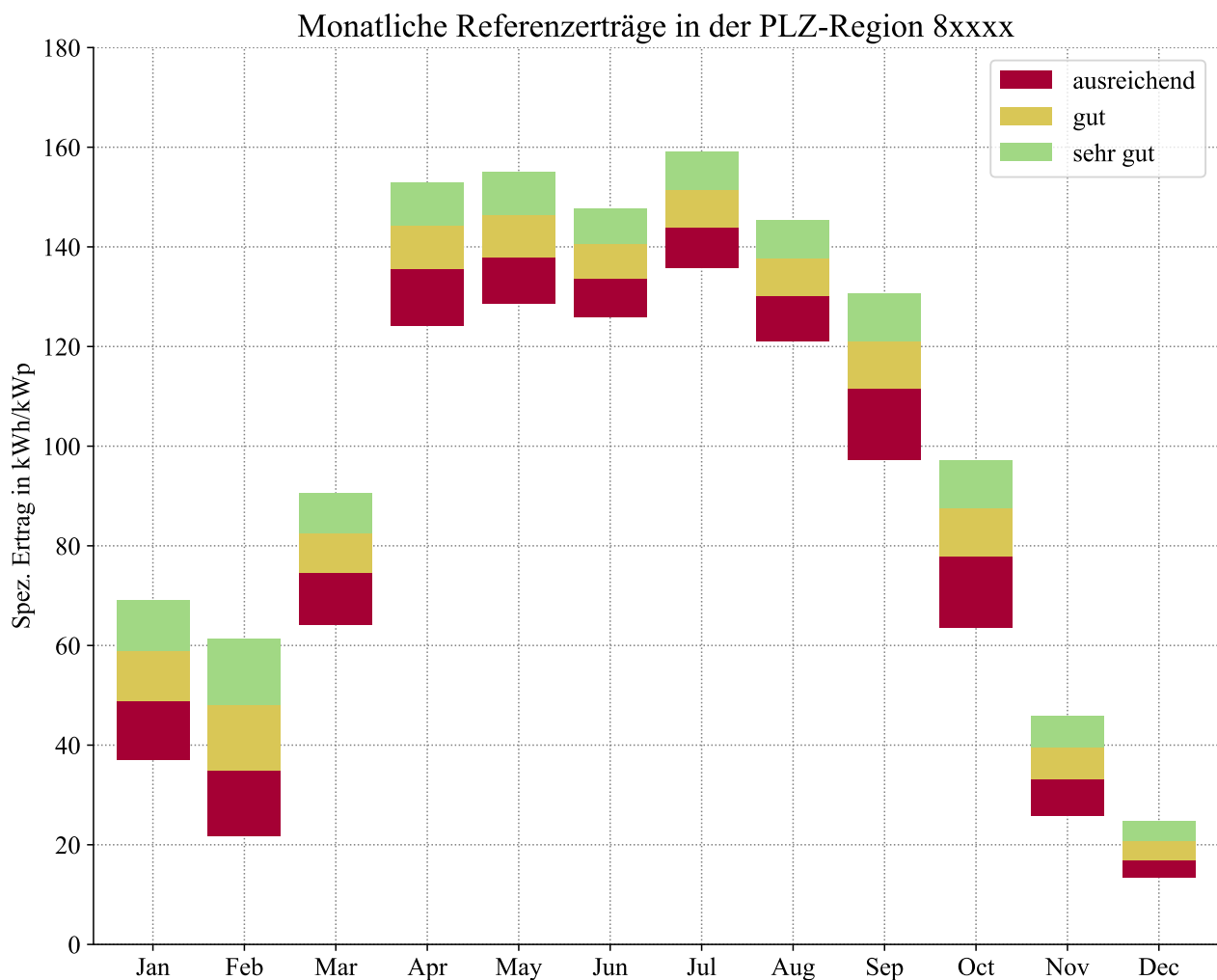


Abbildung A.23: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 8xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.9: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 8xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
80	Jan	38,5	53,5	63,1	72,7
80	Feb	16,2	28,7	39,9	51,1
80	Mär	61,3	73,3	82,0	90,7
80	Apr	124,8	136,1	144,7	153,3
80	Mai	129,2	138,2	147,8	157,4
80	Jun	124,3	131,4	138,0	144,6
80	Jul	136,8	145,4	153,0	160,6

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.9. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 8xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
80	Aug	122,6	131,3	138,9	146,5
80	Sep	95,4	109,8	119,0	128,2
80	Okt	63,7	78,1	87,1	96,1
80	Nov	25,7	34,0	39,1	44,2
80	Dez	13,5	17,4	21,7	26,0
80	2018	952,0	1077,2	1174,3	1271,4
81	Jan	38,6	53,6	63,1	72,6
81	Feb	16,3	28,6	39,9	51,2
81	Mär	61,4	73,5	82,1	90,7
81	Apr	124,8	136,3	144,8	153,3
81	Mai	129,3	138,3	147,9	157,5
81	Jun	124,3	131,5	138,1	144,7
81	Jul	136,8	145,4	153,0	160,6
81	Aug	122,7	131,3	138,9	146,5
81	Sep	95,8	110,0	119,0	128,0
81	Okt	63,8	78,4	87,2	96,0
81	Nov	25,8	33,9	39,1	44,3
81	Dez	13,5	17,4	21,7	26,0
81	2018	953,1	1078,2	1174,8	1271,4
82	Jan	39,4	52,9	63,2	73,5
82	Feb	17,8	30,3	46,6	62,9
82	Mär	61,8	73,5	82,1	90,7
82	Apr	123,6	135,4	144,4	153,4
82	Mai	127,6	137,4	146,1	154,8
82	Jun	124,6	132,4	139,2	146,0
82	Jul	136,0	144,1	151,7	159,3
82	Aug	120,4	130,0	138,0	146,0
82	Sep	96,3	110,8	121,2	131,6
82	Okt	62,5	77,6	87,5	97,4
82	Nov	25,4	33,0	39,0	45,0
82	Dez	13,3	16,9	21,4	25,9
82	2018	948,7	1074,3	1180,4	1286,5
83	Jan	37,8	49,3	59,7	70,1
83	Feb	21,2	34,5	46,2	57,9

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.9. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 8xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
83	Mär	65,0	75,2	83,3	91,4
83	Apr	124,9	135,6	144,4	153,2
83	Mai	131,7	141,4	150,0	158,6
83	Jun	125,0	132,1	139,1	146,1
83	Jul	137,6	145,8	153,4	161,0
83	Aug	122,6	131,6	139,5	147,4
83	Sep	96,6	110,0	118,7	127,4
83	Okt	63,9	77,7	86,9	96,1
83	Nov	25,1	32,6	37,9	43,2
83	Dez	13,7	17,4	21,1	24,8
83	2018	965,1	1083,2	1180,2	1277,2
84	Jan	33,3	40,7	50,5	60,3
84	Feb	31,3	45,3	56,4	67,5
84	Mär	68,5	77,6	84,3	91,0
84	Apr	125,1	135,5	143,5	151,5
84	Mai	135,3	144,1	152,0	159,9
84	Jun	125,2	132,6	139,2	145,8
84	Jul	138,1	146,1	153,4	160,7
84	Aug	124,4	133,5	140,8	148,1
84	Sep	96,5	108,3	116,9	125,5
84	Okt	66,1	78,4	87,1	95,8
84	Nov	25,9	32,4	38,0	43,6
84	Dez	11,5	14,6	18,1	21,6
84	2018	981,2	1089,1	1180,2	1271,3
85	Jan	32,9	42,2	55,0	67,8
85	Feb	29,3	44,0	57,5	71,0
85	Mär	67,3	77,0	84,5	92,0
85	Apr	124,9	135,5	144,1	152,7
85	Mai	133,6	142,6	151,0	159,4
85	Jun	124,8	131,9	138,4	144,9
85	Jul	136,5	144,6	152,2	159,8
85	Aug	121,5	130,7	138,4	146,1
85	Sep	96,6	110,0	119,6	129,2
85	Okt	64,5	78,8	88,9	99,0

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.9. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 8xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
85	Nov	25,0	31,9	37,4	42,9
85	Dez	12,6	15,6	19,1	22,6
85	2018	969,5	1084,8	1186,1	1287,4
86	Jan	36,3	47,0	57,9	68,8
86	Feb	22,4	38,9	53,1	67,3
86	Mär	64,0	74,6	82,9	91,2
86	Apr	123,5	135,0	144,0	153,0
86	Mai	128,3	137,8	146,5	155,2
86	Jun	125,9	133,5	140,5	147,5
86	Jul	135,4	143,4	151,2	159,0
86	Aug	119,8	129,0	136,5	144,0
86	Sep	97,5	112,8	122,6	132,4
86	Okt	62,5	77,9	88,1	98,3
86	Nov	25,7	32,7	39,2	45,7
86	Dez	13,2	16,5	19,9	23,3
86	2018	954,5	1079,1	1182,4	1285,7
87	Jan	40,1	52,4	61,9	71,4
87	Feb	19,7	30,1	45,9	61,7
87	Mär	63,0	73,0	80,8	88,6
87	Apr	124,6	136,3	145,0	153,7
87	Mai	127,2	135,7	143,8	151,9
87	Jun	127,8	136,4	143,8	151,2
87	Jul	134,9	142,7	150,2	157,7
87	Aug	120,0	129,5	136,8	144,1
87	Sep	98,8	114,3	124,0	133,7
87	Okt	62,4	77,2	87,2	97,2
87	Nov	25,4	31,7	37,8	43,9
87	Dez	13,8	17,2	21,1	25,0
87	2018	957,7	1076,5	1178,3	1280,1
88	Jan	36,9	48,4	57,5	66,6
88	Feb	20,5	32,3	46,5	60,7
88	Mär	63,8	73,2	81,2	89,2
88	Apr	123,3	135,0	143,9	152,8
88	Mai	121,1	130,5	138,3	146,1

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.9. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 8xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
88	Jun	129,5	138,3	145,9	153,5
88	Jul	131,6	140,6	148,2	155,8
88	Aug	117,8	127,2	135,0	142,8
88	Sep	100,0	114,8	125,3	135,8
88	Okt	63,8	77,5	87,8	98,1
88	Nov	27,7	35,3	44,7	54,1
88	Dez	14,6	18,7	22,7	26,7
88	2018	950,6	1071,8	1177,0	1282,2
89	Jan	37,2	48,3	58,0	67,7
89	Feb	22,1	36,3	49,5	62,7
89	Mär	64,9	74,7	82,5	90,3
89	Apr	123,2	134,9	143,6	152,3
89	Mai	123,4	132,9	141,4	149,9
89	Jun	127,9	136,5	144,0	151,5
89	Jul	133,1	141,6	149,4	157,2
89	Aug	118,3	127,6	135,3	143,0
89	Sep	99,6	114,6	124,8	135,0
89	Okt	63,1	77,5	87,6	97,7
89	Nov	27,2	34,3	43,3	52,3
89	Dez	13,9	17,7	21,5	25,3
89	2018	953,9	1076,9	1180,9	1284,9

A.14 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 9xxxx

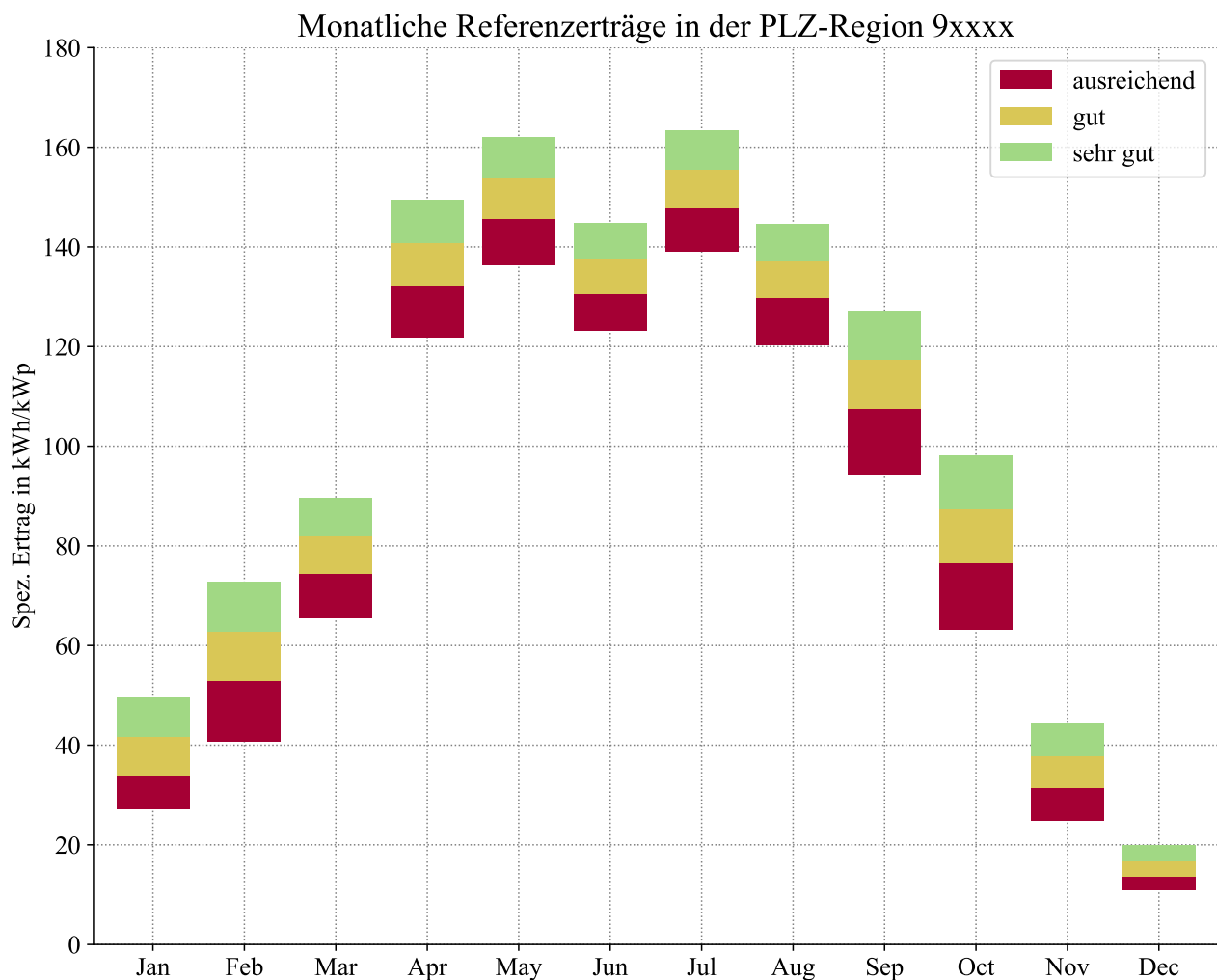


Abbildung A.24: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 9xxxx im Kalenderjahr 2018.

Tabelle A.10: Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 9xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
90	Jan	27,1	33,0	40,5	48,0
90	Feb	46,1	57,2	66,0	74,8
90	Mär	69,2	77,7	84,2	90,7
90	Apr	126,6	136,3	144,6	152,9
90	Mai	137,1	145,9	153,4	160,9
90	Jun	123,4	130,2	136,8	143,4
90	Jul	136,1	145,0	152,8	160,6

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.10. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 9xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
90	Aug	120,6	130,2	137,4	144,6
90	Sep	97,6	110,6	119,6	128,6
90	Okt	70,6	83,7	94,1	104,5
90	Nov	25,1	32,0	38,2	44,4
90	Dez	11,3	14,1	17,7	21,3
90	2018	990,8	1095,9	1185,3	1274,7
91	Jan	30,5	39,3	50,5	61,7
91	Feb	33,9	49,0	59,4	69,8
91	Mär	66,6	76,2	83,7	91,2
91	Apr	123,4	134,4	142,8	151,2
91	Mai	131,3	141,0	149,7	158,4
91	Jun	124,3	132,0	139,4	146,8
91	Jul	136,7	145,3	152,7	160,1
91	Aug	120,0	129,1	136,7	144,3
91	Sep	97,5	111,5	121,3	131,1
91	Okt	64,0	78,9	89,6	100,3
91	Nov	26,1	33,1	39,6	46,1
91	Dez	11,9	14,8	18,1	21,4
91	2018	966,2	1084,6	1183,5	1282,4
92	Jan	28,2	35,2	43,4	51,6
92	Feb	41,2	53,8	63,8	73,8
92	Mär	68,4	77,8	85,2	92,6
92	Apr	125,1	135,6	144,2	152,8
92	Mai	136,7	145,3	153,1	160,9
92	Jun	124,4	130,7	137,2	143,7
92	Jul	136,9	144,8	152,4	160,0
92	Aug	121,9	131,1	138,0	144,9
92	Sep	95,7	109,2	118,8	128,4
92	Okt	67,1	80,7	91,6	102,5
92	Nov	25,4	31,6	37,8	44,0
92	Dez	11,4	14,1	17,5	20,9
92	2018	982,4	1089,9	1183,0	1276,1
93	Jan	30,7	38,2	46,1	54,0
93	Feb	38,6	49,9	59,3	68,7

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.10. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 9xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
93	Mär	69,8	78,5	85,0	91,5
93	Apr	125,1	135,6	143,8	152,0
93	Mai	136,6	145,1	152,9	160,7
93	Jun	125,3	132,4	139,3	146,2
93	Jul	137,7	145,8	153,4	161,0
93	Aug	123,7	133,3	140,8	148,3
93	Sep	96,1	108,4	117,2	126,0
93	Okt	66,3	78,8	88,5	98,2
93	Nov	25,4	31,5	37,6	43,7
93	Dez	11,3	14,0	17,0	20,0
93	2018	986,6	1091,5	1180,9	1270,3
94	Jan	31,9	38,8	45,8	52,8
94	Feb	39,6	49,7	58,7	67,7
94	Mär	70,3	78,2	84,7	91,2
94	Apr	125,0	135,3	143,2	151,1
94	Mai	136,8	145,5	152,9	160,3
94	Jun	125,7	133,0	139,7	146,4
94	Jul	138,1	146,0	153,3	160,6
94	Aug	124,8	134,1	141,3	148,5
94	Sep	96,2	107,8	116,1	124,4
94	Okt	66,3	78,4	87,2	96,0
94	Nov	25,9	31,8	37,8	43,8
94	Dez	11,0	13,9	16,7	19,5
94	2018	991,6	1092,5	1177,4	1262,3
95	Jan	24,5	30,2	38,5	46,8
95	Feb	44,1	55,9	65,1	74,3
95	Mär	66,9	75,3	82,4	89,5
95	Apr	124,2	134,1	142,6	151,1
95	Mai	136,8	145,7	153,5	161,3
95	Jun	122,7	129,1	136,0	142,9
95	Jul	138,1	145,6	153,3	161,0
95	Aug	119,8	129,0	136,5	144,0
95	Sep	94,8	108,8	118,6	128,4
95	Okt	64,6	79,5	91,6	103,7

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.10. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 9xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
95	Nov	25,3	31,6	38,2	44,8
95	Dez	10,6	13,3	16,5	19,7
95	2018	972,4	1078,1	1172,8	1267,5
96	Jan	24,9	31,5	39,0	46,5
96	Feb	42,0	55,0	65,2	75,4
96	Mär	61,9	70,3	78,5	86,7
96	Apr	121,0	131,5	140,5	149,5
96	Mai	137,2	147,2	155,8	164,4
96	Jun	123,3	131,2	138,7	146,2
96	Jul	140,2	148,5	157,0	165,5
96	Aug	118,6	128,5	135,9	143,3
96	Sep	93,3	106,9	117,9	128,9
96	Okt	61,4	75,7	87,8	99,9
96	Nov	24,1	30,6	37,6	44,6
96	Dez	10,6	13,6	16,9	20,2
96	2018	958,5	1070,5	1170,8	1271,1
97	Jan	27,0	32,9	39,7	46,5
97	Feb	42,3	54,4	64,5	74,6
97	Mär	60,6	69,1	77,2	85,3
97	Apr	118,0	129,0	138,5	148,0
97	Mai	134,9	144,4	153,4	162,4
97	Jun	122,7	131,1	139,1	147,1
97	Jul	139,9	149,4	157,7	166,0
97	Aug	117,8	127,7	135,1	142,5
97	Sep	92,3	106,1	117,0	127,9
97	Okt	61,3	74,6	85,7	96,8
97	Nov	24,7	32,1	38,8	45,5
97	Dez	10,5	13,0	15,6	18,2
97	2018	952,0	1063,8	1162,3	1260,8
98	Jan	24,1	29,8	36,7	43,6
98	Feb	39,6	53,3	64,2	75,1
98	Mär	60,0	67,9	76,1	84,3
98	Apr	117,5	128,5	137,2	145,9
98	Mai	136,9	147,9	156,5	165,1

Fortsetzung auf nächster Seite

Tabelle A.10. Spez. Erträge in kWh/kWp für den PLZ-Bereich 9xxxx.

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
98	Jun	122,3	130,7	138,4	146,1
98	Jul	142,3	152,5	160,7	168,9
98	Aug	116,7	126,3	135,1	143,9
98	Sep	90,1	103,0	115,4	127,8
98	Okt	57,6	70,2	82,1	94,0
98	Nov	22,9	29,1	35,7	42,3
98	Dez	10,3	13,0	15,8	18,6
98	2018	940,3	1052,2	1153,9	1255,6
99	Jan	24,0	29,9	36,7	43,5
99	Feb	38,8	51,7	62,5	73,3
99	Mär	61,0	72,9	83,3	93,7
99	Apr	112,5	123,1	131,4	139,7
99	Mai	138,4	149,3	157,7	166,1
99	Jun	117,6	125,9	132,4	138,9
99	Jul	144,9	153,9	162,5	171,1
99	Aug	118,3	127,6	134,8	142,0
99	Sep	90,0	102,6	111,6	120,6
99	Okt	53,5	65,8	75,7	85,6
99	Nov	23,6	31,1	37,3	43,5
99	Dez	9,8	12,3	15,4	18,5
99	2018	932,4	1046,1	1141,3	1236,5