

**Studie**  
**zum Ertrag von Photovoltaikkleinanlagen**  
**2017**  
**in Deutschland**

**Henrik te Heesen**  
**Volker Herbort**  
**Martin Rumpler**



Umwelt-Campus  
Birkenfeld

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

Hochschule Ulm



## Studie zum Ertrag von Photovoltaikkleinanlagen 2017 in Deutschland

Herausgegeben von der  
Hochschule Trier  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Campusallee  
55768 Neubrück (Nahe)

### Autoren

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

März 2017, 96 Seiten, 47 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.

© 2017 Hochschule Trier

## Vorwort

Die Photovoltaikbranche hat sich in Deutschland im Jahr 2017 etwas erholt, was sich am leicht angestiegenen Zubau von 1,75 GWp im Vergleich zu den Vorjahren mit rund 1,5 GWp zeigt; dennoch ist die jährliche Zubaurate immer noch deutlich kleiner als die Zielvorgabe der Bundesregierung mit 2,5 GWp. Auch konnte die Photovoltaik ihren Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland nicht weiter steigern - der Anteil stagniert bei 7,0 Prozent. Die elektrische Energieerzeugung in 2017 der Photovoltaikanlagen in Deutschland betrug 38,4 TWh.

In dieser Studie haben wir uns auf PV-Kleinanlagen 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 Photovoltaikkleinanlagen in Deutschland für das Betriebsjahr 2017 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, März 2018

Henrik te Heesen, Volker Herbort und Martin Rumpler

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>i</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>iii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>iv</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Glossar</b>	<b>vii</b>
<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2 Executive Summary</b>	<b>2</b>
<b>3 Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>4 Vorgehen</b>	<b>7</b>
4.1 Fernüberwachungskonzept . . . . .	7
4.2 Kennzahlen zur Beurteilung von PV-Anlagen . . . . .	7
<b>5 Ergebnisse</b>	<b>15</b>
5.1 Spezifischer Jahresertrag 2017 . . . . .	16
5.2 Spezifische Erträge pro Monat . . . . .	18
<b>Literatur</b>	<b>27</b>
<b>A Anhang</b>	<b>28</b>
A.1 Erläuterung der folgenden Abbildungen und Tabellen . . . . .	28
A.2 Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland . . . . .	30
A.3 Spezifischer Ertrag für das Kalenderjahr 2017 . . . . .	31
A.4 Spezifische Erträge für die Monate Januar bis Dezember 2017 . . . . .	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-Anlagen . . . . .	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 2017 für PV-Anlagen . . . . .	16
5.3	Vergleich der monatlichen spezifischen Erträge für die Jahre 2012 bis 2017 . . . . .	17
5.4	Mittlere spezifische Tageserträge 2017 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
A.1	Zweistellige Postleitzahlbereiche in Deutschland . . . . .	30
A.2	Spez. Ertrag 2017 für PV-Anlagen . . . . .	31
A.3	Spez. Ertrag im Januar 2017 . . . . .	32
A.4	Spez. Ertrag im Februar 2017 . . . . .	32
A.5	Spez. Ertrag im März 2017 . . . . .	33
A.6	Spez. Ertrag im April 2017 . . . . .	33
A.7	Spez. Ertrag im Mai 2017 . . . . .	34
A.8	Spez. Ertrag im Juni 2017 . . . . .	34
A.9	Spez. Ertrag im Juli 2017 . . . . .	35

---

A.10 Spez. Ertrag im August 2017 . . . . .	35
A.11 Spez. Ertrag im September 2017 . . . . .	36
A.12 Spez. Ertrag im Oktober 2017 . . . . .	36
A.13 Spez. Ertrag im November 2017 . . . . .	37
A.14 Spez. Ertrag im Dezember 2017 . . . . .	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 0xxxxx. . . . .	38
A.2	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 1xxxxx. . . . .	42
A.3	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 2xxxxx. . . . .	47
A.4	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 3xxxxx. . . . .	52
A.5	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 4xxxxx. . . . .	58
A.6	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 5xxxxx. . . . .	62
A.7	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 6xxxxx. . . . .	67
A.8	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 7xxxxx. . . . .	72
A.9	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 8xxxxx. . . . .	77
A.10	Spezifische Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 9xxxxx. . . . .	82

## Glossar

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



# 1 Zusammenfassung

In dieser Studie analysieren wir die Ertragsdaten von mehr als 23.000 Photovoltaikkleinanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp in Deutschland für das Kalenderjahr 2017. 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.

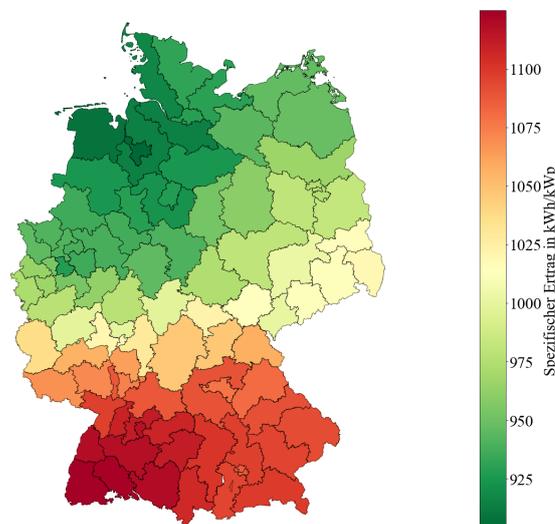
Leicht unterdurchschnittliches PV-Ertragsjahr 2017

2017 war in weiten Teilen Deutschlands ein eher unterdurchschnittliches Ertragsjahr für Photovoltaikanlagen mit einem Minderertrag von rund drei Prozent, verglichen mit dem Referenzzeitraum 2012 bis 2016. Lediglich im Juni lagen die Erträge in 2017 über dem langjährigen Mittel, die übrigen Monate reihen sich im unteren Drittel der Monaterträge ein.

Spez. Ertrag zwischen 900 und 1.100 kWh/kWp

Im Südwesten Deutschlands konnten 2017 die höchsten spezifischen Erträge von über 1.100 kWh/kWp ermittelt werden. Hingegen betragen die spezifischen Erträge der Photovoltaikanlagen im Nordwesten lediglich 900 bis 950 kWh/kWp. Die regionale Spreizung der Erträge ist im Vergleich zu den Vorjahren relativ groß.

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 Photovoltaikkleinanlagen in Deutschland im Kalenderjahr 2017. Siehe auch Abb. 5.2.

## 2 Executive Summary

We provide an analysis of public yield data of more than 23,000 photovoltaic systems with a capacity up to 30 kWp in Germany for 2017. We have used daily yield data including the configuration of the PV systems. We have aggregated the yield data to monthly values. The data have been cleansed by a two-step algorithm to consider only PV systems without any malfunction in this time period. The evaluation of the yield represents the energy production of small PV systems in Germany.

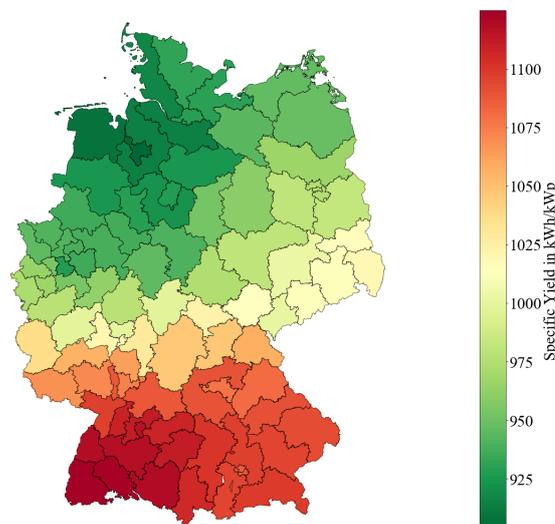
Below average PV  
year 2017

2017 was a below average year for photovoltaic systems in Germany. The yield in 2017 was about three percent smaller compared to the reference period from 2012 to 2016. The yield in June was larger than in previous years, the other months show a specific yield which is just in the final third of long-term monthly yield values.

Spec. yield bet-  
ween 900 and 1,100  
kWh/kWp

The highest specific yield of more than 1,100 kWh/kWp was observed in the southwestern part of Germany. In contrast, the yield in Lower Saxony is the smallest one with just 900 to 950 kWh/kWp. The regional spread of the energy yield is large compared to the previous years.

The analysis in this study is based on statistical methods and algorithms. Therefore, the results are objectively verifiable and have no subjective influence. The significance analysis shows that the statistical results will reflect the real income of the solar systems very well if a sufficiently large number of PV systems is evaluated.



**Figure 2.1:** Specific yield in kWh/kWp in tilted module plain (Southern orientation, 30° inclination angle) for small PV systems in Germany 2017. See also Fig. 5.2.

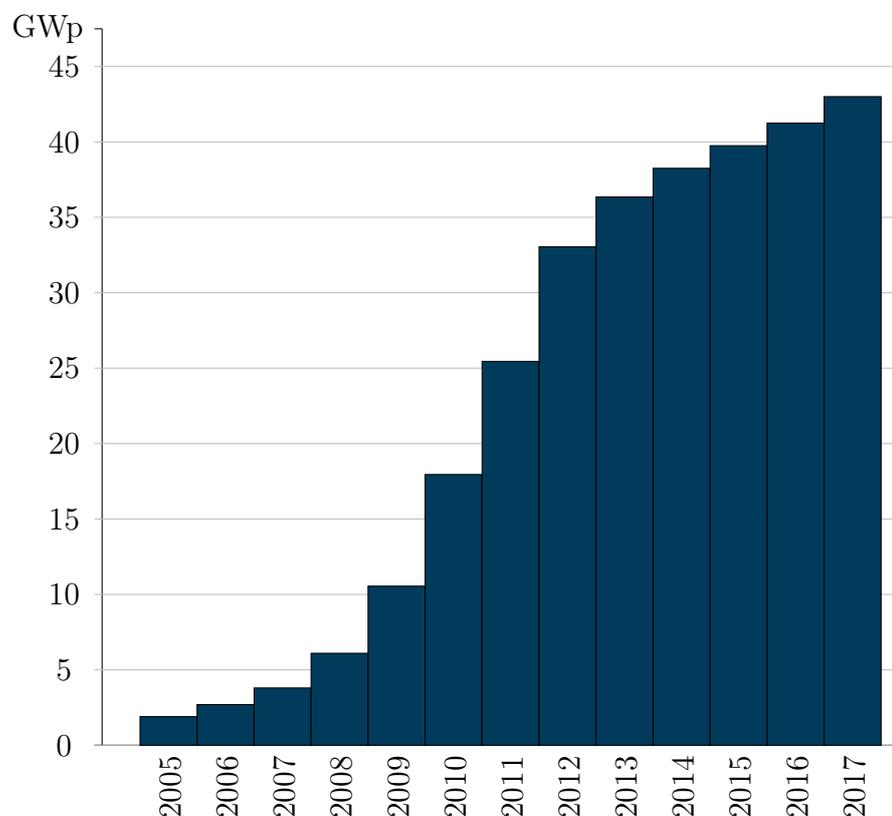


## 3 Einleitung

43,0 GWp installierte PV-Leistung in Deutschland

Der Zubau in der Photovoltaikbranche in Deutschland hat sich nach den Boomjahren 2010 bis 2012 mit einem jährlichen Zubau von über 7 GWp auf einem niedrigen Niveau eingependelt. Der jährliche Zubau an PV-Anlagen ist von 1,5 GWp in 2015 und 2016 auf 1,75 GWp in 2017 leicht angestiegen (siehe Abb. 3.1). Dennoch wird der mittlere Zielkorridor der Bundesregierung beim PV-Zubau von 2,5 GWp weiterhin deutlich unterschritten. Am Jahresende waren in Deutschland mehr als 1,6 Millionen PV-Anlagen installiert - knapp 65.000 PV-Anlagen wurden in 2017 neu installiert. Bei der aktuellen Entwicklung wird die Photovoltaikbranche, wie auch die übrigen regenerativen Energiesysteme, nicht ausreichend dazu beitragen können, langfristig zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung beizutragen; hierzu müsste der Ausbau von PV- und weiteren erneuerbaren Energieanlagen - auch im Zuge der Sektorenkopplung - deutlich gesteigert werden.

**Abbildung 3.1:** Kumulierte installierte Nennleistung von Photovoltaikanlagen in Deutschland im Zeitraum 2005 bis 2017. Datenquelle: Bundesnetzagentur.



Ertragssimulationen nur für Großkraftwerke sinnvoll

Zur Ermittlung der technisch möglichen Erträge von PV-Anlagen können unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden. Die Ertragssimulation bietet sich für solare Kraftwerke zur Ermittlung des Jahressollertrags an. Hierbei werden die spezifische Anlagenkonfiguration (PV-Module, Wechselrichter, Verschaltung und Verkabelung, Verschattungseffekte etc.) sowie die Einstrahlungs- und Temperaturwerte eines Kalenderjahres herangezogen, um daraus den Jahresstromertrag zu berechnen. Für kleine und mittelgroße Anlagen lohnt sich der Aufwand in der Regel nicht, sodass Betreiber dieser Anlagenklassen darauf angewiesen sind, Referenzerträge für ihre Anlagen zu kennen. Jedoch ist das Vorgehen bei der Berechnung der Referenzerträge nicht standardisiert, sodass ein qualitativer Vergleich dieser Werte kaum möglich ist. Dennoch müssen sich die Betreiber auf die Referenzerträge verlassen können, um die Qualität ihrer Anlage bewerten zu können.

Ertragsvergleiche zur Beurteilung von PV-Kleinanlagen

Die Ertragsstudie, die wir im vergangenen Jahr herausgegeben haben [te Heesen, Herbort und Rumpler 2017], wird um die diesjährige Studie erweitert, wobei der Fokus auf Kleinanlagen bis zu einer Nennleistung von 30 kWp liegt. Die Erträge größerer PV-Anlagen 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 [te Heesen, Herbort und Pfatischer 2013; te Heesen, Herbort und Pfatischer 2014] 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  $E_{\text{spez}}$  ist eine Kennzahl, mit der sich unterschiedliche Anlagen vergleichen lassen. Zur Berechnung des spezifischen Ertrags wird der Energieertrag durch die nominelle Anlagenleistung  $P_{\text{nom}}$  dividiert

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

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.

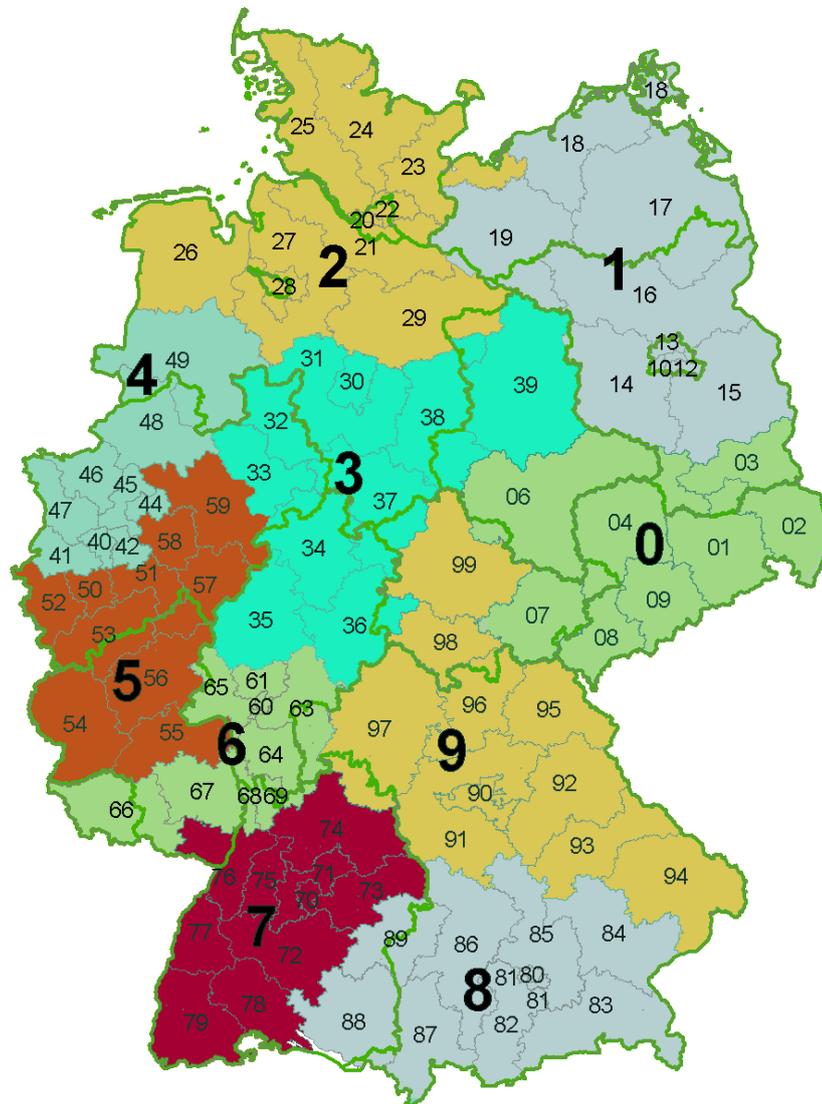
#### 4.2.3 Räumliche Eingrenzung

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.

Clusterung von  
PLZ-Gebieten

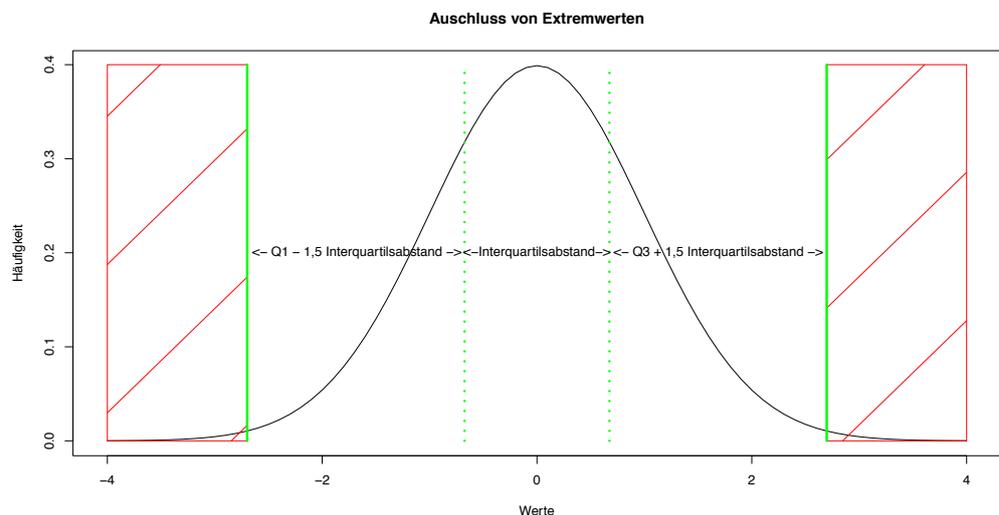
Um die Anzahl der auswertbaren Anlagen zu vergrößern, werden für die regionale Analyse von Ertrag und Einstrahlung sämtliche PV-Anlagen betrachtet, deren Standort sich innerhalb eines zweistelligen PLZ-Gebiets und den direkt angrenzenden PLZ-Gebieten befindet (z. B. PLZ-Region 46xxx mit den benachbarten 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.

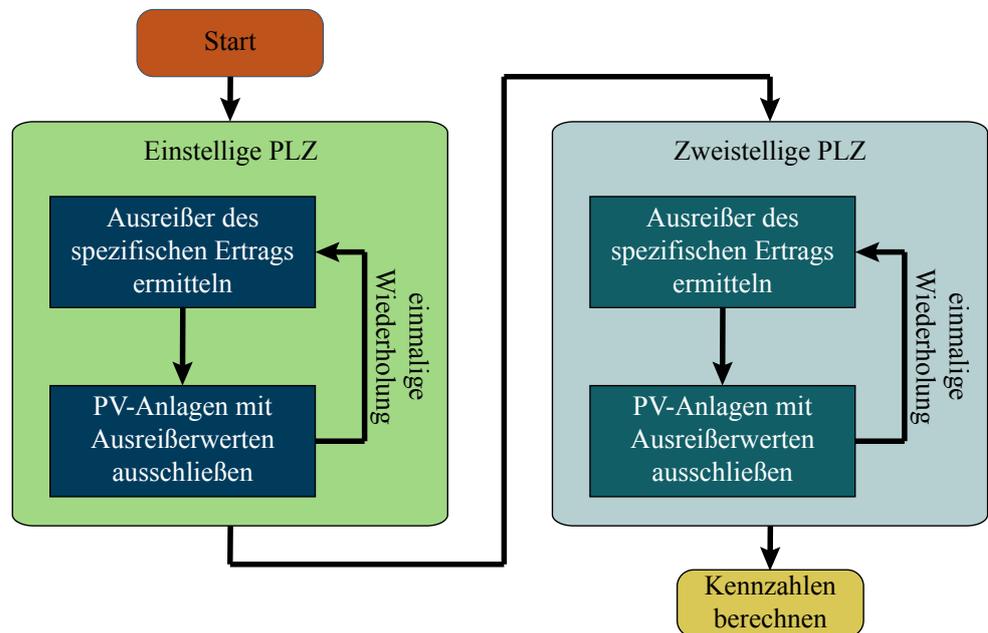
**Abbildung 4.2:** Ausschluss von Extremwerten unter Verwendung des Interquartilsabstands nach Tukey.



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).

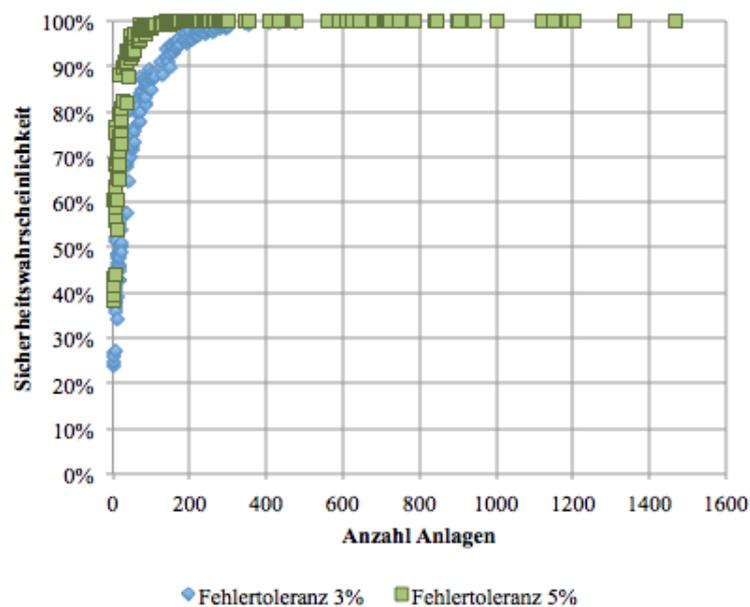
Die Ertragsdaten aller Anlagen, die sich in einem einstelligen Postleitzahlbereich befinden, werden für jeden Monat des Jahres bewertet. Anlagen, deren Erträge außerhalb der Ausreißergrenzen (d. h. deren Werte kleiner als die untere Grenze des Wertebereichs bzw. größer als die obere Grenze des Wertebereichs 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  $\varepsilon$  des berechneten Ertrag vom wahren Ertrag in einer Region und der relativen Abweichung  $\sigma$  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.



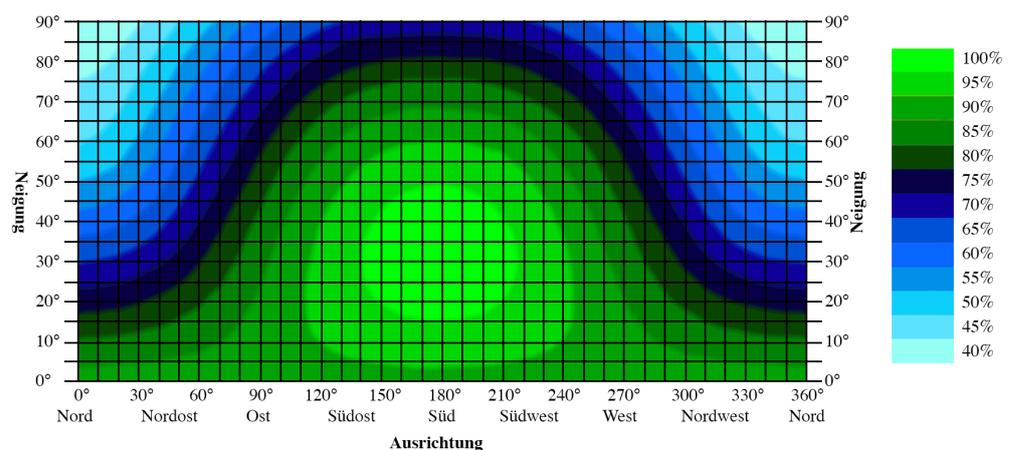
## 5 Ergebnisse

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-Kleinanlagen bis zu einer Nennleistung von 30 kWp mit Modulen, die nach Süden ausgerichtet ( $180^\circ$ ) sind und eine Neigung von  $30^\circ$  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 ( $270^\circ$ ) ausgerichtet und  $20^\circ$  geneigt sind, mit dem Faktor 90 % (0,9) multipliziert werden. Sofern die Module der PV-Anlage eine Ausrichtung zwischen Südost ( $150^\circ$ ) und Südwest ( $210^\circ$ ) sowie eine Neigung zwischen  $15^\circ$  und  $40^\circ$  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 ( $180^\circ$ ) und einer Neigung von  $30^\circ$  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.

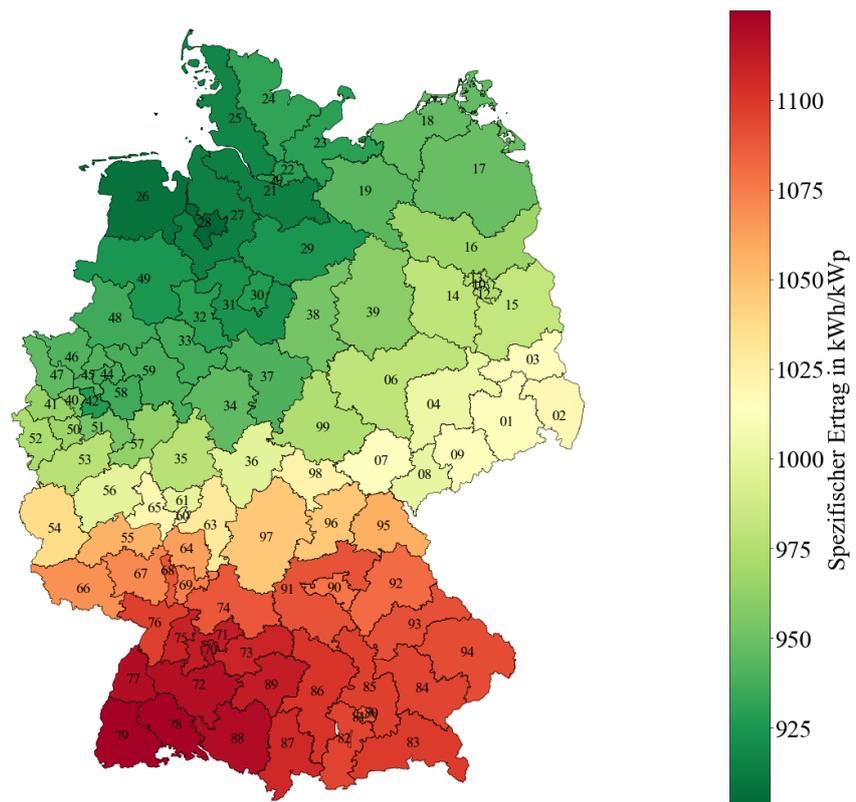


Als Referenzwert für den spezifischen Ertrag wird das 3. Quartil angegeben. Die verwendeten Modul- und Wechselrichtertechnologien sowie die spezifische Anlagenkonfiguration erlauben in den betrachteten Regionen ent-

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 2017

**Abbildung 5.2:** Spezifischer Ertrag in kWh/kWp in geneigter Modulebene (Südausrichtung, 30° Modulneigung) für Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kWp in Deutschland im Kalenderjahr 2017 (vgl. Abb. A.2).

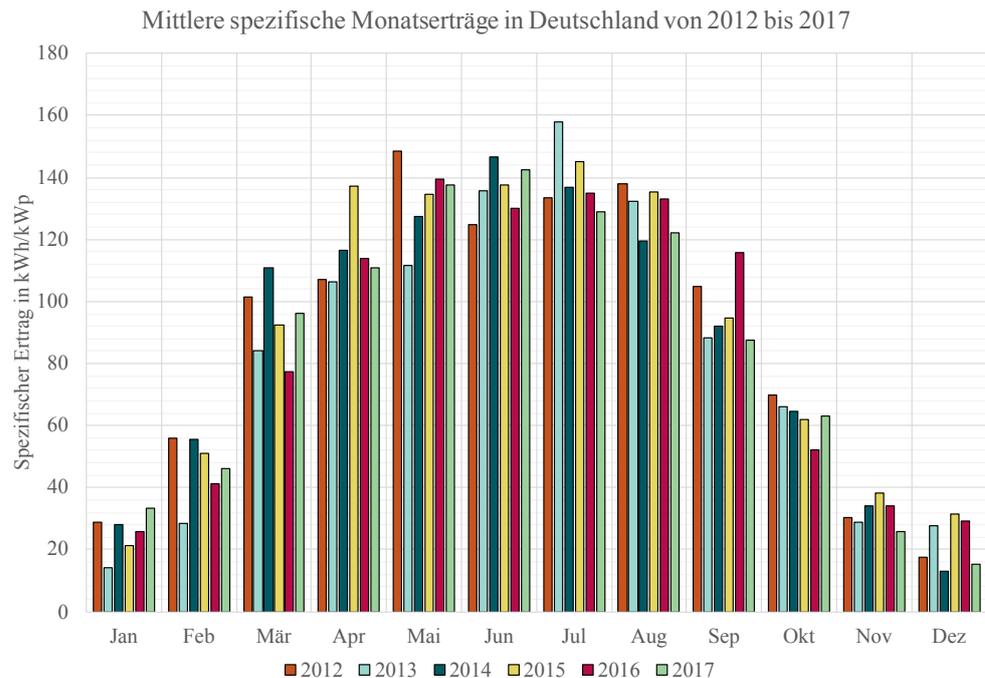


Spez. Ertrag mit  
Süd-Nordgefälle

Abbildung 5.2 stellt die Verteilung des spezifischen Ertrags auf zweistelliger PLZ-Ebene dar. Zu erkennen ist, dass in Nord- und Nordwestdeutschland in 2017 lediglich spezifische Erträge von 900 bis 950 kWh/kWp zu erwarten sind. Entlang des 50. und 51. Breitengrads zieht sich in Deutsch-

land ein Band mit einem spezifischen Ertrag von rund 1.000 kWh/kWp. Südlich der Linie von Karlsruhe nach Nürnberg sind Erträge von über 1.075 kWh/kWp zu beobachten. Die höchsten Erträge 2017 sind im Breisgau mit über 1.100 kWh/kWp zu finden.

**Abbildung 5.3:** Vergleich der monatlichen spezifischen Erträge in Deutschland für die Jahre 2012 bis 2017.



Unterdurchschnittliches Ertragsjahr 2017

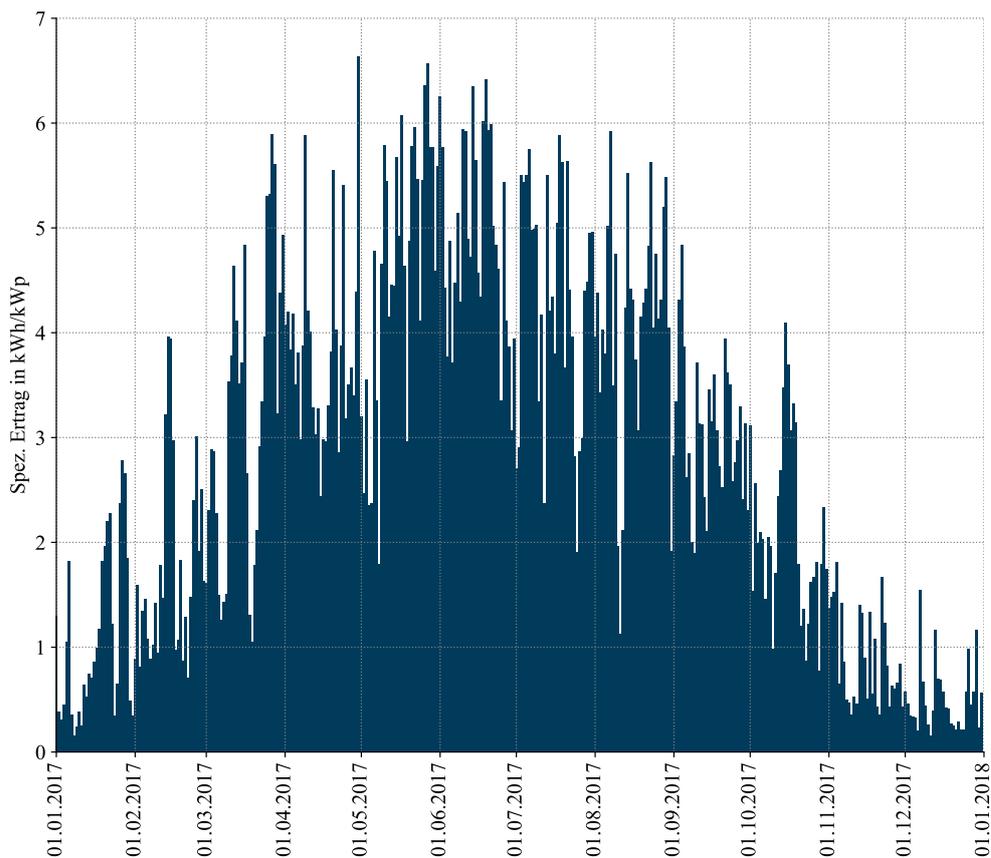
In Abbildung 5.3 ist der Vergleich der mittleren spezifischen Monatserträge von PV-Kleinanlagen in Deutschland für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 dargestellt. Während die erste Jahreshälfte 2017 noch leicht überdurchschnittlich gute Erträge aufweist, liegen die Erträge in der zweiten Jahreshälfte in Deutschland unter dem langjährigen Ertragsmittel, sodass die Erträge von PV-Anlagen in Deutschland für das Kalenderjahr 2017 mit 1.009 kWh/kWp um rund drei Prozent kleiner als das mehrjährige Mittel von 1.040 kWh/kWp sind.

Tageserträge spiegeln die Monatsverteilung 2017

Die Entwicklung der monatlichen Erträge lässt sich auch in der Analyse der spezifischen Tageserträge (siehe Abb. 5.4) wiederfinden. Während im Januar und Februar 2017 im deutschlandweiten Durchschnitt pro Tag teilweise schon Erträge über 2 kWh/kWp erreicht werden, zeigen sich ab Ende März bereits regelmäßig spezifische Tageserträge von über 3 bzw. sogar 4 kWh/kWp. Im Mai und Juni 2017 liegen die Erträge fast durchgängig über 4 kWh/kWp und erreichen Werte bis zu 6 kWh/kWp. Jedoch fallen die

Erträge ab Juli ab, im September 2017 werden nur an wenigen Tagen überhaupt noch Erträge über 4 kWh/kWp erzielt. Im Oktober gibt es noch einmal eine verhältnismäßig sonnige Woche (KW 42) mit spez. Erträgen über 3 kWh/kWp, ansonsten war der Herbst 2017 in Deutschland ertragsarm mit Tageserträgen kleiner als 2 kWh/kWp.

**Abbildung 5.4:** Mittlere spezifische Tageserträge von PV-Anlagen in Deutschland für 2017.



## 5.2 Spezifische Erträge pro Monat

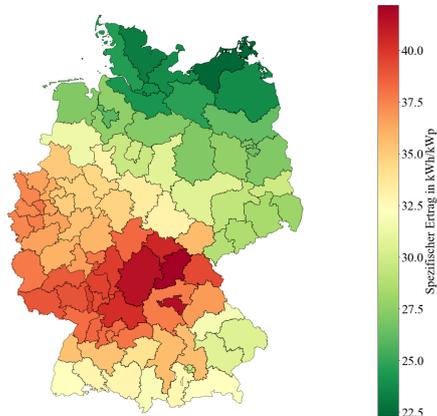
Die folgenden Abbildungen (Abb. 5.5 bis 5.16) stellen die spezifischen Monatserträge für Januar bis Dezember 2017 für Photovoltaikanlagen in Deutschland mit einer Nennleistung bis 30 kWp dar. Eine Vergrößerung der Ertragskarten ist im Anhang A.4 auf den Seiten 32 bis 37 zu finden.

Januarerträge größer als im langjährigen Mittel

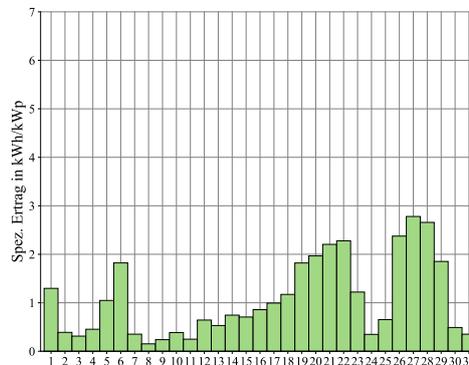
Im Januar zeigt sich beim spezifischen Ertrag, dass die größte Stromproduktion in Franken erzielt wurde. Des Weiteren waren die Erträge im Saarland verhältnismäßig hoch, während Mecklenburg-Vorpommern die gering-

**Abbildung 5.5:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Januar 2017.

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

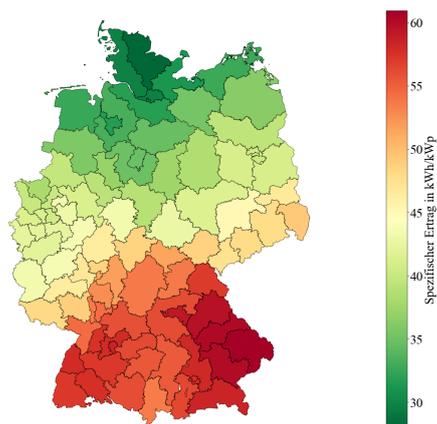


(b) Tageserträge im Januar.

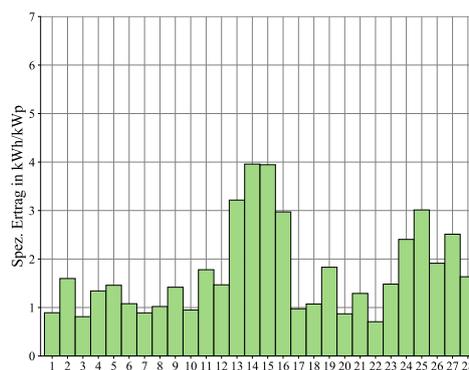


**Abbildung 5.6:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Februar 2017.

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



(b) Tageserträge im Februar.



sten Erträge aufwies. In der zweiten Januarhälfte sind im deutschlandweiten Mittel die spezifischen Tageserträge teilweise über 1 kWh/kWp gestiegen.

Februar leicht unter dem Monatsmittel

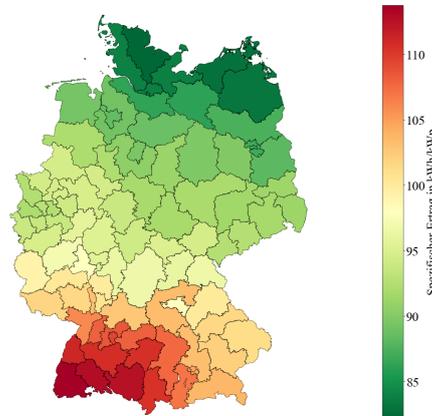
Im Februar waren die größten Erträge im Nieder- und Oberbayern zu finden. Im Gegenzug erreichten PV-Anlagen in Schleswig-Holstein lediglich 35 kWh/kWp. Mitte des Monats Februar konnten die PV-Anlagen in Deutschland durchschnittlich über 3 kWh/kWp produzieren, ansonsten lagen die spezifischen Tageserträge zwischen 1 und 2 kWh/kWp.

Durchschnittlicher März

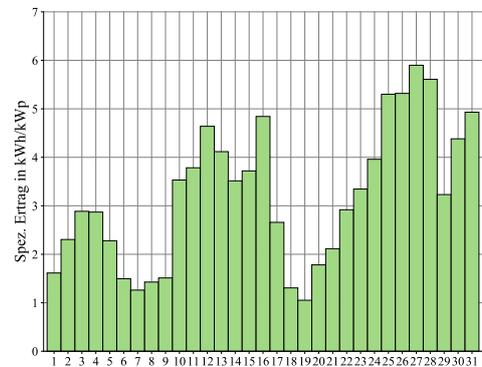
Der März 2017 zeichnete sich durch hohe Erträge im Breisgau und im westlichen Allgäu mit über 105 kWh/kWp aus. In den übrigen Regionen fiel der spezifische Ertrag auf der Achse von Südwest nach Nordost auf unter 90 kWh/kWp. Des Weiteren zeigte der März wochenweise Ertragsschwan-

**Abbildung 5.7:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für März 2017.

(a) März (Zoom siehe Abb. A.5).

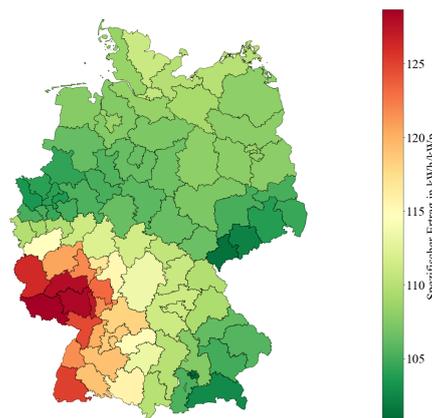


(b) Tageserträge im März.

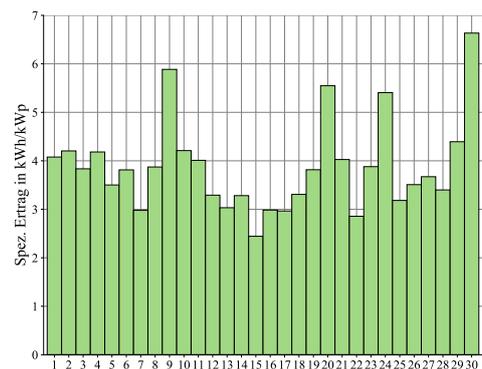


**Abbildung 5.8:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für April 2017.

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



(b) Tageserträge im April.



kungen zwischen 1,5 und über 5,5 kWh/kWp.

Typische Erträge im April

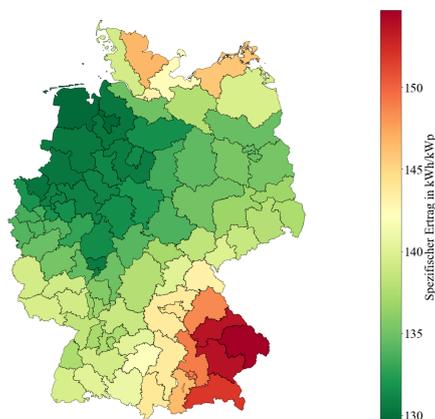
PV-Anlagen im Saarland und der Pfalz erreichten im April spezifische Monatserträge von über 125 kWh/kWp, während in der Lausitz und in Oberbayern lediglich Erträge zwischen 100 und 105 kWh/kWp erreicht wurden. Dennoch lagen deutschlandweit die spezifischen Tageserträge fast jeden Tag zwischen 3 und 4 kWh/kWp, tagesweise sogar bei 5 kWh/kWp und darüber.

Hohe Erträge im Mai

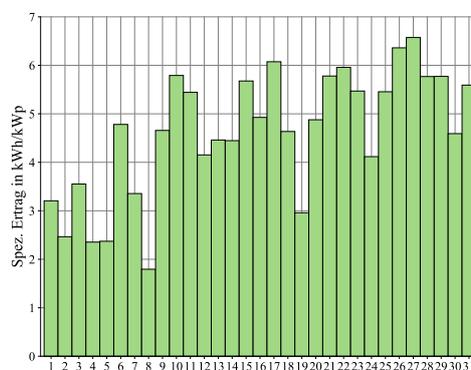
In Bayern, insbesondere in Niederbayern und dem Bayerischen Wald, betragen die spezifischen Monatserträge im Mai über 150 kWh/kWp. Im Weser-Ems-Land im Nordosten Deutschlands lagen die Erträge hingegen unter 135 kWh/kWp. Dennoch ist der spezifische Ertrag im Mai 2017 leicht über dem langjährigen Durchschnitt mit Tageserträgen von 4 kWh/kWp bis zu

**Abbildung 5.9:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Mai 2017.

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

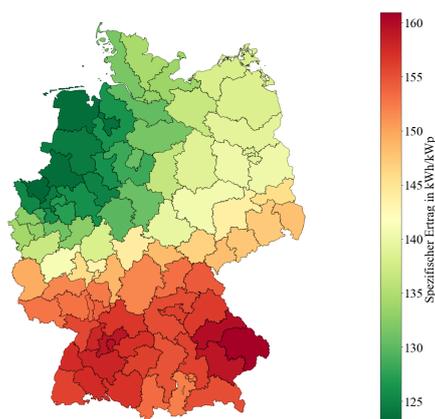


(b) Tageserträge im Mai.

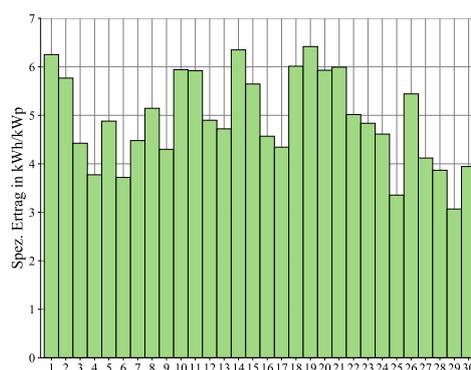


**Abbildung 5.10:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Juni 2017.

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



(b) Tageserträge im Juni.



über 5 kWh/kWp am Ende des Monats.

Juni deutlich über dem Durchschnitt

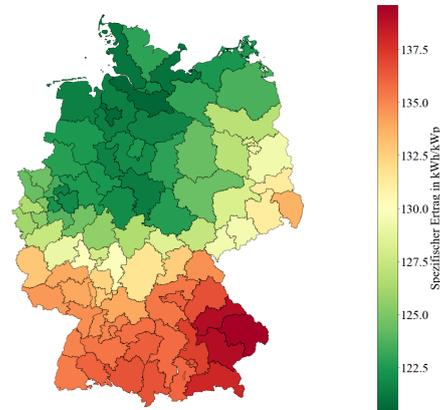
Die Erträge im Juni 2017 lagen deutschlandweit über dem langjährigen Durchschnitt, in Baden-Württemberg und Bayern wurden spezifische Erträge von über 155 kWh/kWp erreicht und auch in den anderen Landesteilen wurden hohe Erträge von rund 140 kWh/kWp in Ostdeutschland und 130 kWh/kWp in Nordwestdeutschland erzielt. Die Tageserträge erreichten Werte von über 4 kWh/kWp, erst zum Monatsende gingen die Erträge leicht zurück.

Ab Juli erreichen die Monatserträge nicht mehr den Durchschnitt

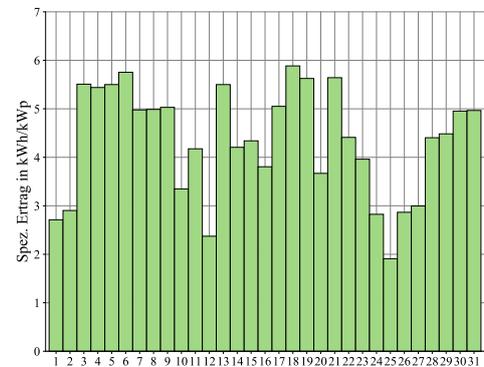
Der Juli 2017 war von einem starken Süd-Nord-Gefälle in Bezug auf den Solarstromertrag gekennzeichnet. Während in Bayern spezifische Erträge von über 135 kWh/kWp erwirtschaftet wurden, waren die Erträge

**Abbildung 5.11:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Juli 2017.

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

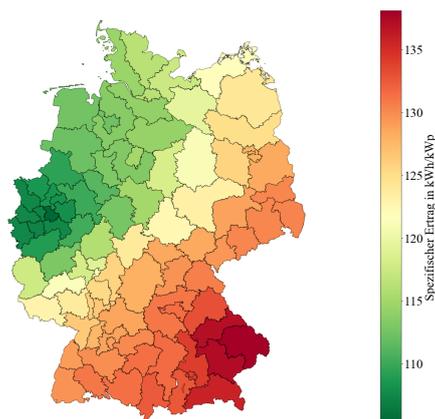


(b) Tageserträge im Juli.

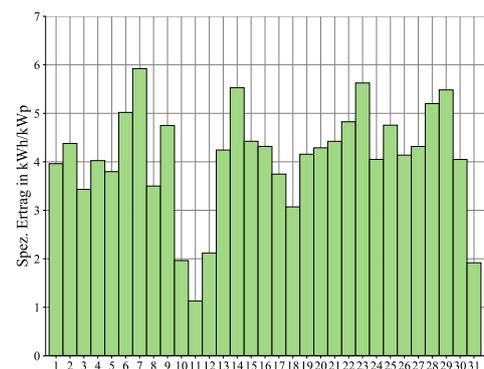


**Abbildung 5.12:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für August 2017.

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



(b) Tageserträge im August.



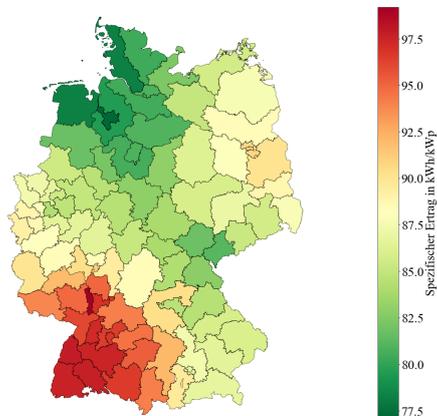
in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein kleiner als 125 kWh/kWp. Bezogen auf den Monat Juli der Vorjahre 2012 bis 2016 war der mittlere spezifische Ertrag in Deutschland im Juli 2017 um 10 Prozent kleiner. Dies spiegelt sich auch in den Tageserträgen, die im Juli nur an wenigen Tagen über 5 kWh/kWp lagen.

Erträge im August kleiner als das langjährige Mittel

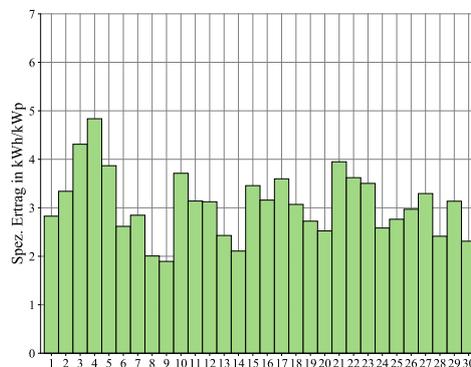
Während in Niederbayern im August 2017 Erträge von rund 135 kWh/kWp erreicht wurden, waren die Erträge der PV-Anlagen in Nordrhein-Westfalen und in Westniedersachsen kleiner als 115 kWh/kWp und damit kleiner als typische Erträge im August. Auch die Tageserträge in Deutschland schwankten weitestgehend um den mittleren spezifischen Tagesertrag von 4 kWh/kWp.

**Abbildung 5.13:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für September 2017.

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

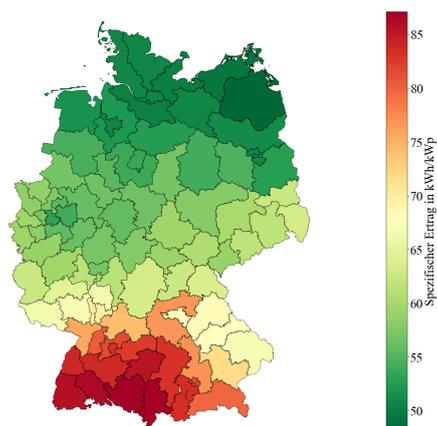


(b) Tageserträge im September.

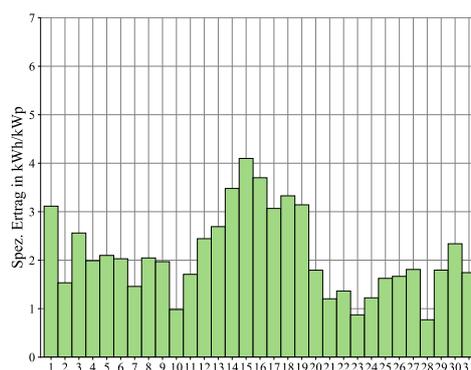


**Abbildung 5.14:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Oktober 2017.

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



(b) Tageserträge im Oktober.



September ebenfalls 10 % unter dem Durchschnitt

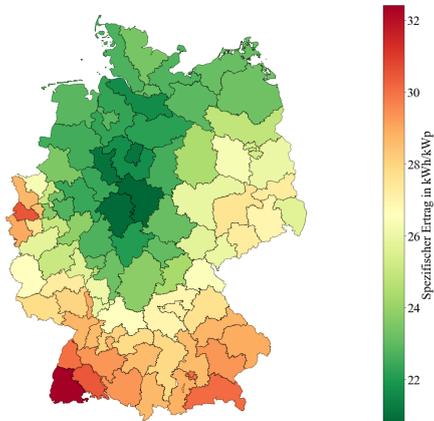
Der September wies ein sehr indifferentes Bild bezüglich der spezifischen Erträge in Deutschland auf. PV-Anlagen im Breisgau und in Baden erreichten Erträge von 95 kWh/kWp und mehr, an der Nordseeküste wurden lediglich Erträge von 80 kWh/kWp erzielt. Die spezifischen Erträge der PV-Kleinanlagen in Deutschland pro Tag erreichten Anfang September Werte von rund 4 kWh/kWp, blieben ab der zweiten Septemberwoche jedoch unter diesem Wert.

Typische Erträge im Oktober

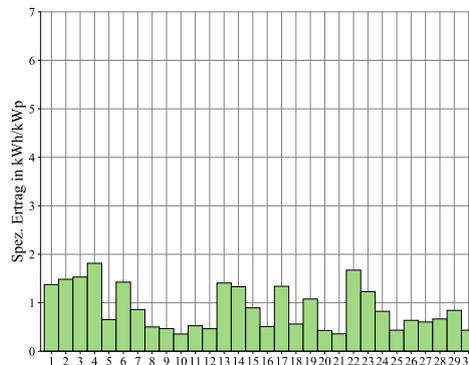
Waren die Vormonate Juli bis September 2017 ertragsärmer als in den Vorjahren, so erreichten die Erträge der PV-Anlagen in Deutschland im Oktober 2017 zumindest wieder die Durchschnittswerte. Das Breisgau, der Schwarzwald und das Allgäu wiesen die höchsten Erträge von über 80 kWh/kWp

**Abbildung 5.15:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für November 2017.

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

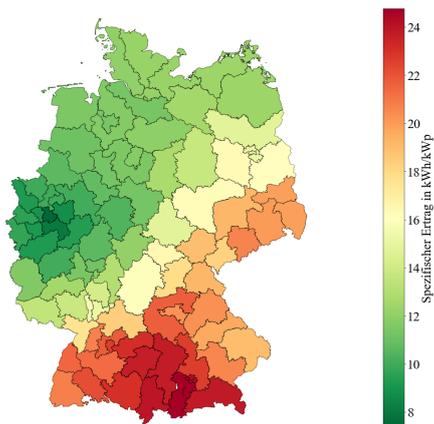


(b) Tageserträge im November.

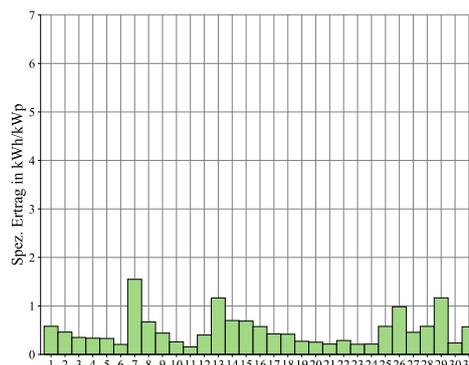


**Abbildung 5.16:** Spezifische Monatserträge und Verlauf der mittleren Tageserträge in kWh/kWp für Dezember 2017.

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



(b) Tageserträge im Dezember.



auf, in Nord- und Nordostdeutschland wurden Erträge unter 60 kWh/kWp erwirtschaftet. Die mittleren Tageserträge der PV-Kleinanlagen in Deutschland im Oktober liegen außer vom 12. bis 19.10. unterhalb von 2 kWh/kWp.

November wieder ertragsärmer als in den Vorjahren

Die regionale Verteilung der Erträge im November 2017 zeigt, dass in Deutschland die spezifischen Erträge der PV-Kleinanlagen auf niedrigem Niveau weitestgehend gleichverteilt mit Monatsertragswerten zwischen 20 und 32 kWh/kWp waren. Die Tageserträge erreichten die Grenze von 2 kWh/kWp nicht mehr, sondern blieben im gesamten Monat unter diesem Wert.

Dezember ebenfalls unterdurchschnittlich

Schließlich wies der Dezember 2017, bedingt durch Schneefall in weiten Teilen Deutschlands, niedrige Ertragswerte von über 20 kWh/kWp in Südostdeutschland und unter 10 kWh/kWp in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-

Pfalz auf. Die spezifischen Tageserträge blieben außer ein vereinzelt Tagen unter 1 kWh/kWp, sodass der Dezember nur noch einen sehr kleinen Beitrag zur Jahresstromproduktion leisten konnte.

Erstes Halbjahr  
leicht überdurch-  
schnittlich, zweite  
Jahreshälfte ertrags-  
arm

Zusammenfassend lässt sich damit festhalten, dass Photovoltaikkleinanlagen in Deutschland im ersten Halbjahr des Jahres 2017 leicht überdurchschnittliche Erträge im Vergleich zu den Vorjahren erwirtschaftet haben. Die zweite Jahreshälfte ab Juli 2017 weist die niedrigsten Erträge im Vergleich zu den Vorjahren 2012 bis 2016 auf. In diesem Zeitraum haben die PV-Kleinanlagen in Deutschland bis zu 10 Prozent weniger Ertrag als im Referenzzeitraum erwirtschaftet, sodass sich für das Kalenderjahr 2017 der deutschlandweite Minderertrag auf knapp drei Prozent summiert.



## 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 Rumpler, Martin (2017). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikanlagen in Deutschland 2016*. 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 Über-  
sicht 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  $180^\circ$  und deren Solarmodulneigung von  $30^\circ$  abweicht, müssten die tabellarischen 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 Ertragsdaten 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 Konfigurationen von den angegebenen Erträgen abweichen. Sollten die Erträge von PV-Anlagen wesentlich kleiner oder gar größer als die Ergebnisse dieser Studie 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.

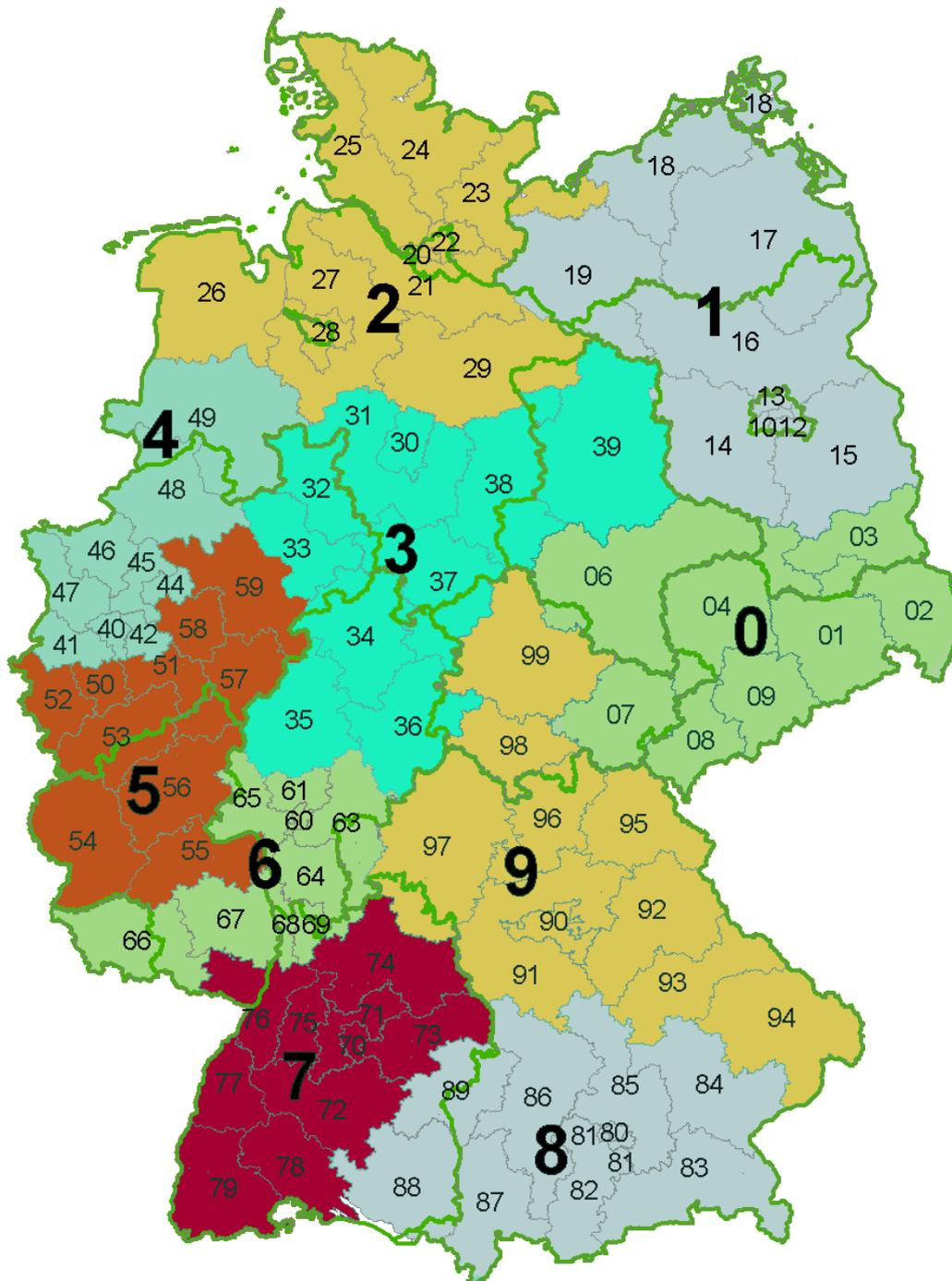
Erläuterung zum  
Bewertungsschema

Betrachtet werden soll eine PV-Anlage in der Postleitzahlregion 66 (Saarbrücken). In Tabelle A.7 ab Seite 67 sind die zu erwartenden spezifischen Erträge pro Monat und Jahr in der PLZ-Region 66 aufgeführt. Sollte die Beispielanlage einen spezifischen Jahresertrag von  $1.000 \text{ kWh/kWp}$  erwirtschaftet haben, dann läge dieser Wert zwischen Median und 3. Quartil - diese Anlage würde also eine gute Anlage darstellen. Wäre der spez. Jahresertrag  $1.090 \text{ kWh/kWp}$ , dann gehört diese Anlage zur Klasse der sehr guten Anlagen in der PLZ-Region 66. Sollte der spez. Jahresertrag lediglich  $940 \text{ kWh/kWp}$  betragen, dann wäre dieser Ertrag lediglich ausreichend. Bei einem spez. Ertrag von  $850 \text{ kWh/kWp}$  ergibt sich, dass die Beispielanlage aufgrund von Betriebsstörungen oder Defekten im Kalenderjahr zu geringe Energieerträge 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

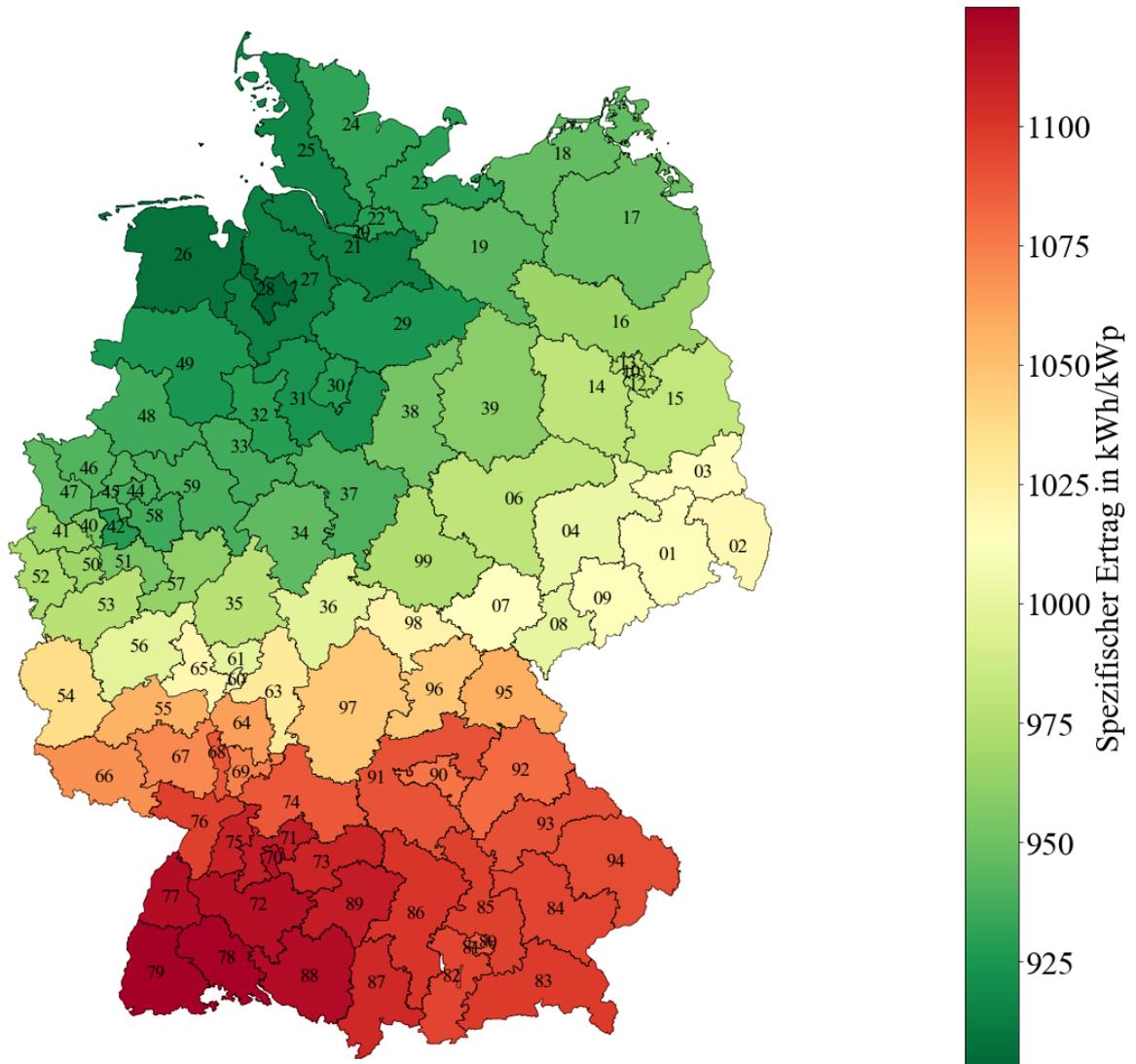
Zur Übersicht und regionalen Einordnung der zweistelligen Postleitzahlen ist die Deutschlandkarte mit den zweistelligen PLZ-Bereichen dargestellt.

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



## A.3 Spezifischer Ertrag für das Kalenderjahr 2017

**Abbildung A.2:** Spezifischer Ertrag in kWh/kWp in geneigter Modulebene (Südausrichtung, 30° Modulneigung) für Photovoltaikanlagen in Deutschland im Kalenderjahr 2017 (vgl. Abb. 5.2).



## A.4 Spezifische Erträge für die Monate Januar bis Dezember 2017

Abbildung A.3: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Januar 2017 (vgl. Abb. 5.5).

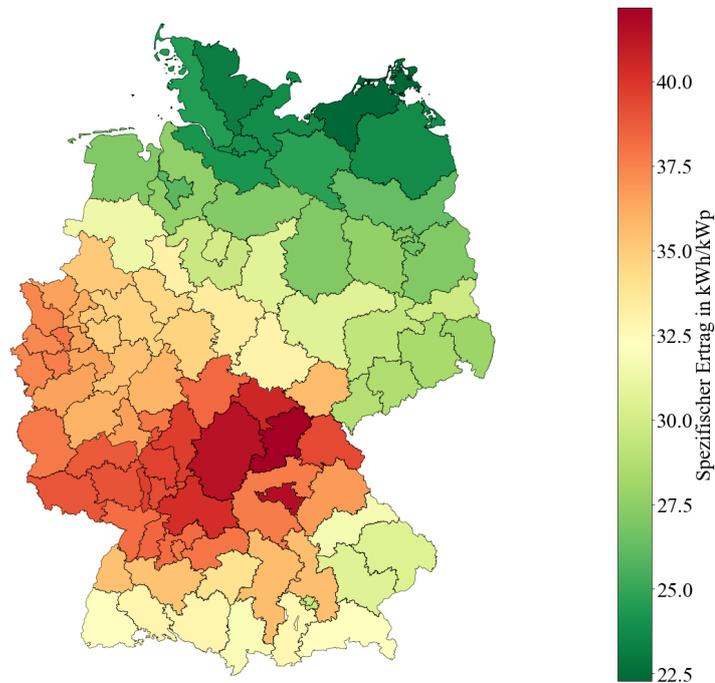


Abbildung A.4: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Februar 2017 (vgl. Abb. 5.6).

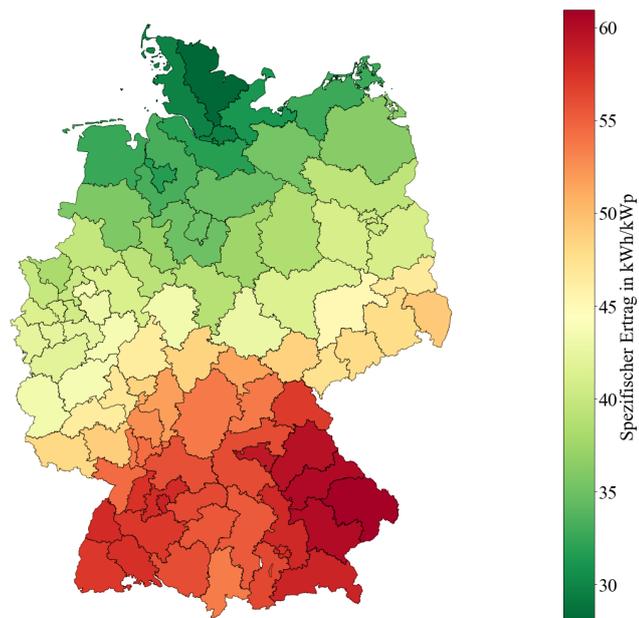


Abbildung A.5: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im März 2017 (vgl. Abb. 5.7).

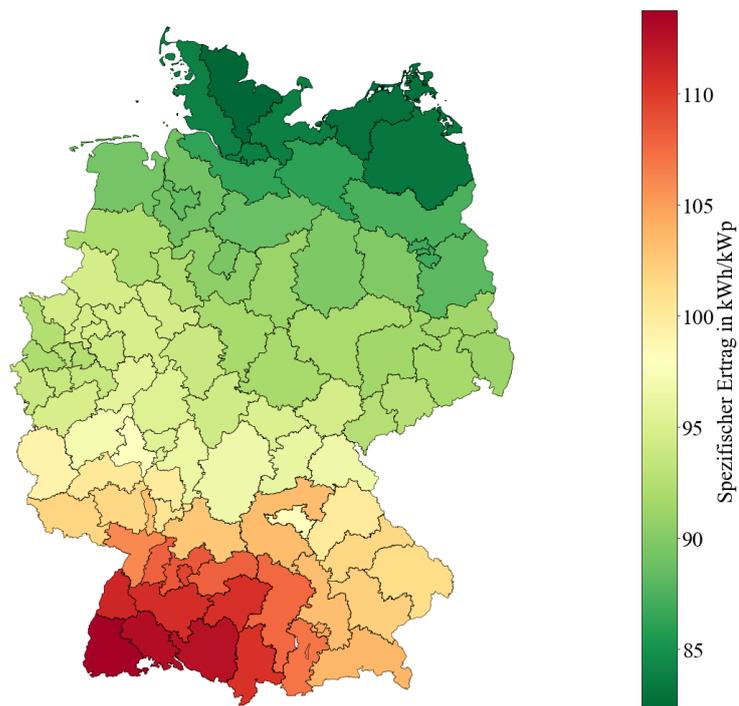


Abbildung A.6: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im April 2017 (vgl. Abb. 5.8).

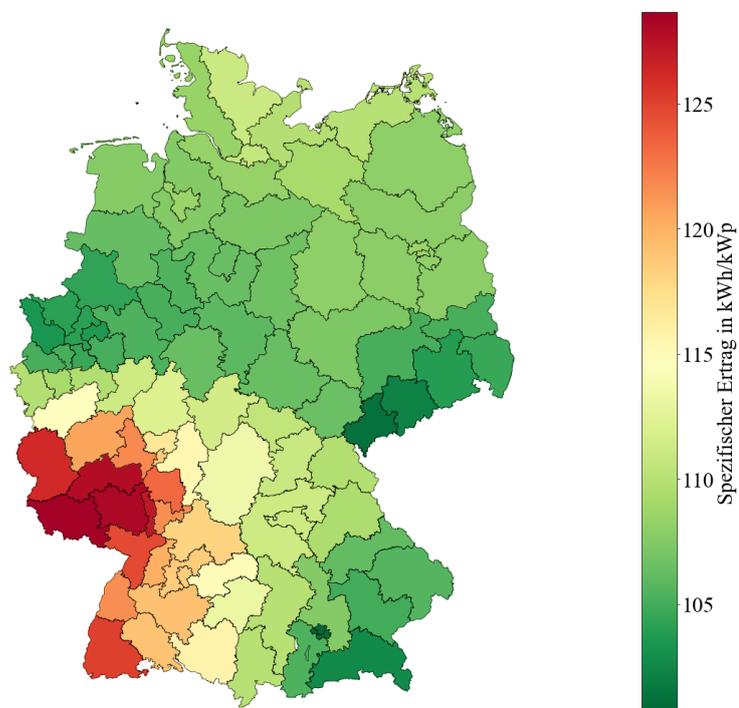


Abbildung A.7: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Mai 2017 (vgl. Abb. 5.9).

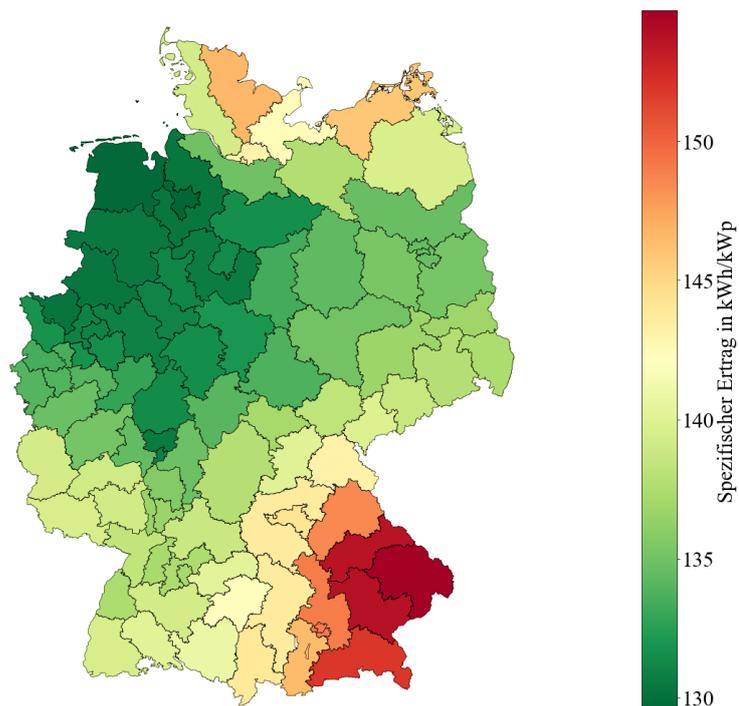


Abbildung A.8: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Juni 2017 (vgl. Abb. 5.10).

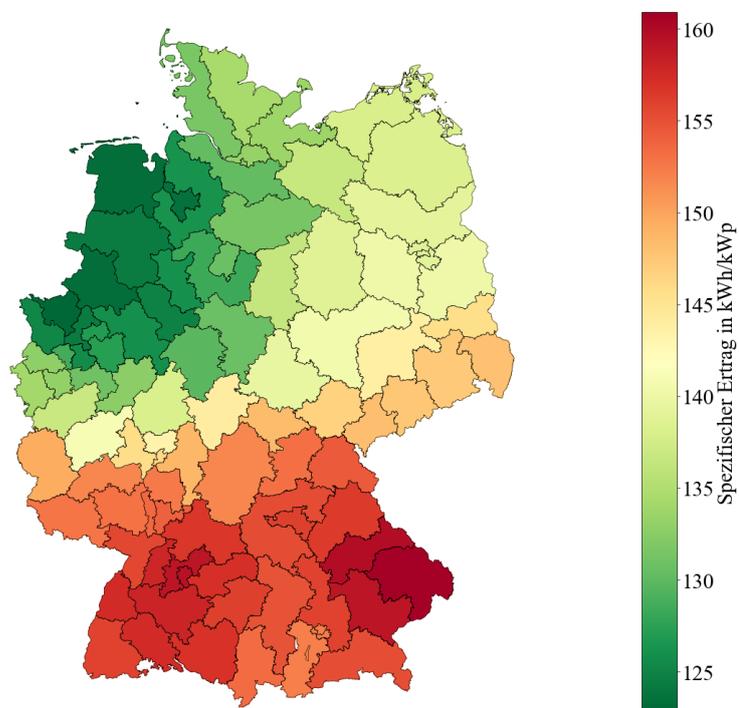


Abbildung A.9: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Juli 2017 (vgl. Abb. 5.11).

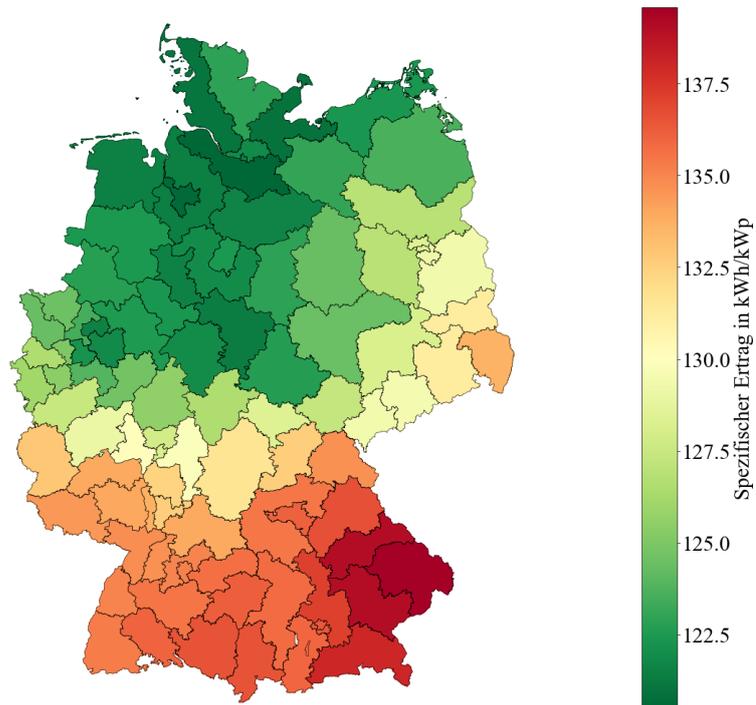


Abbildung A.10: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im August 2017 (vgl. Abb. 5.12).

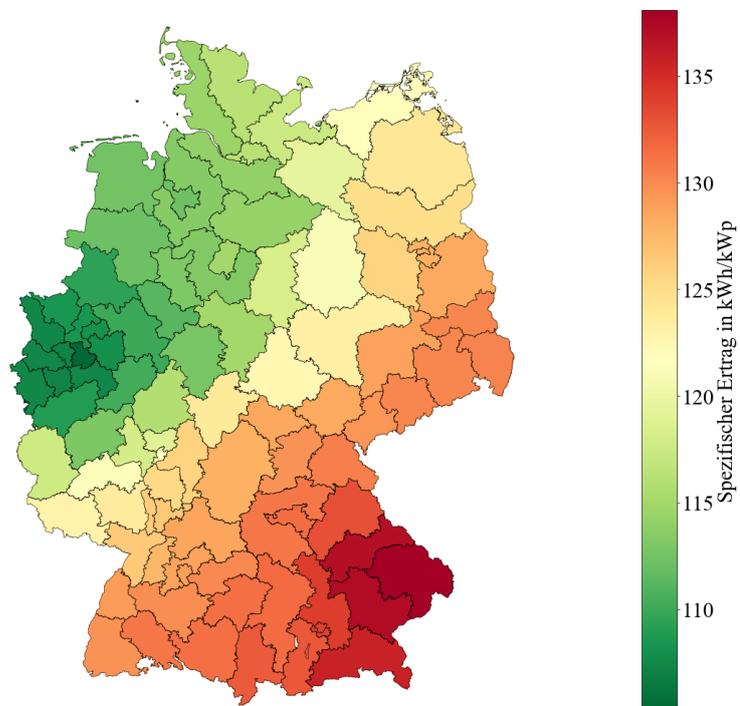


Abbildung A.11: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im September 2017 (vgl. Abb. 5.13).

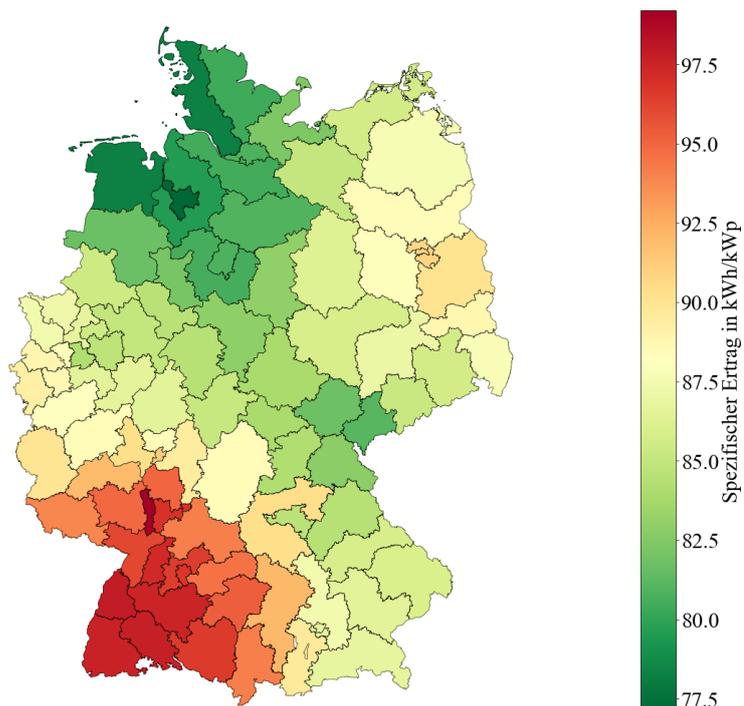


Abbildung A.12: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Oktober 2017 (vgl. Abb. 5.14).

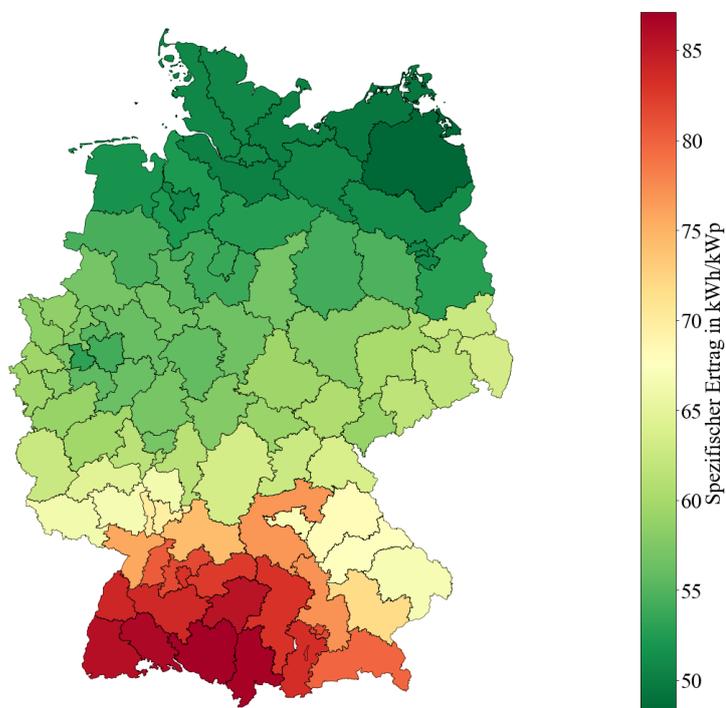


Abbildung A.13: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im November 2017 (vgl. Abb. 5.15).

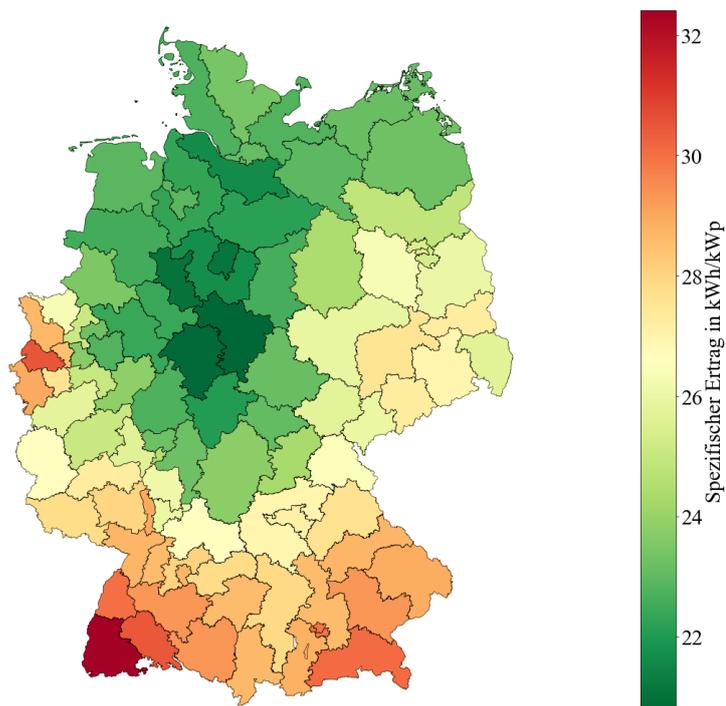
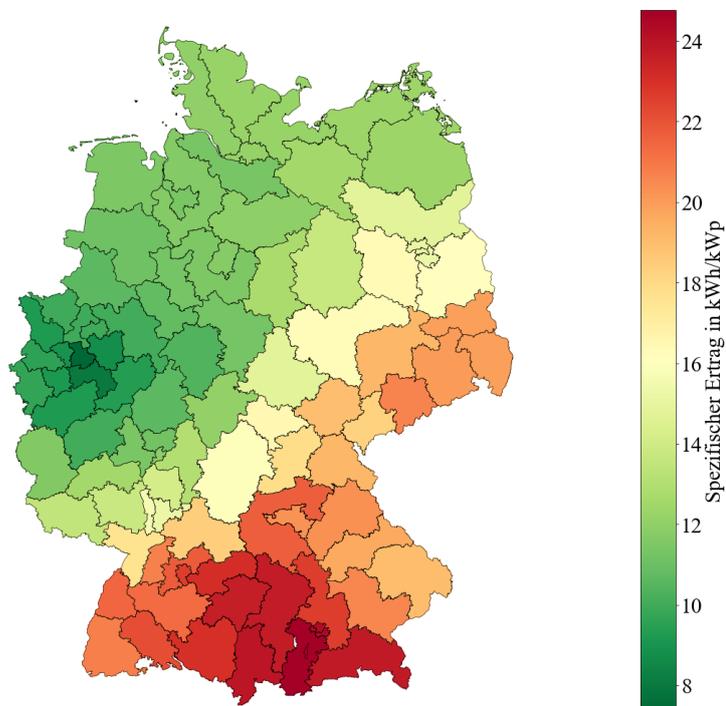


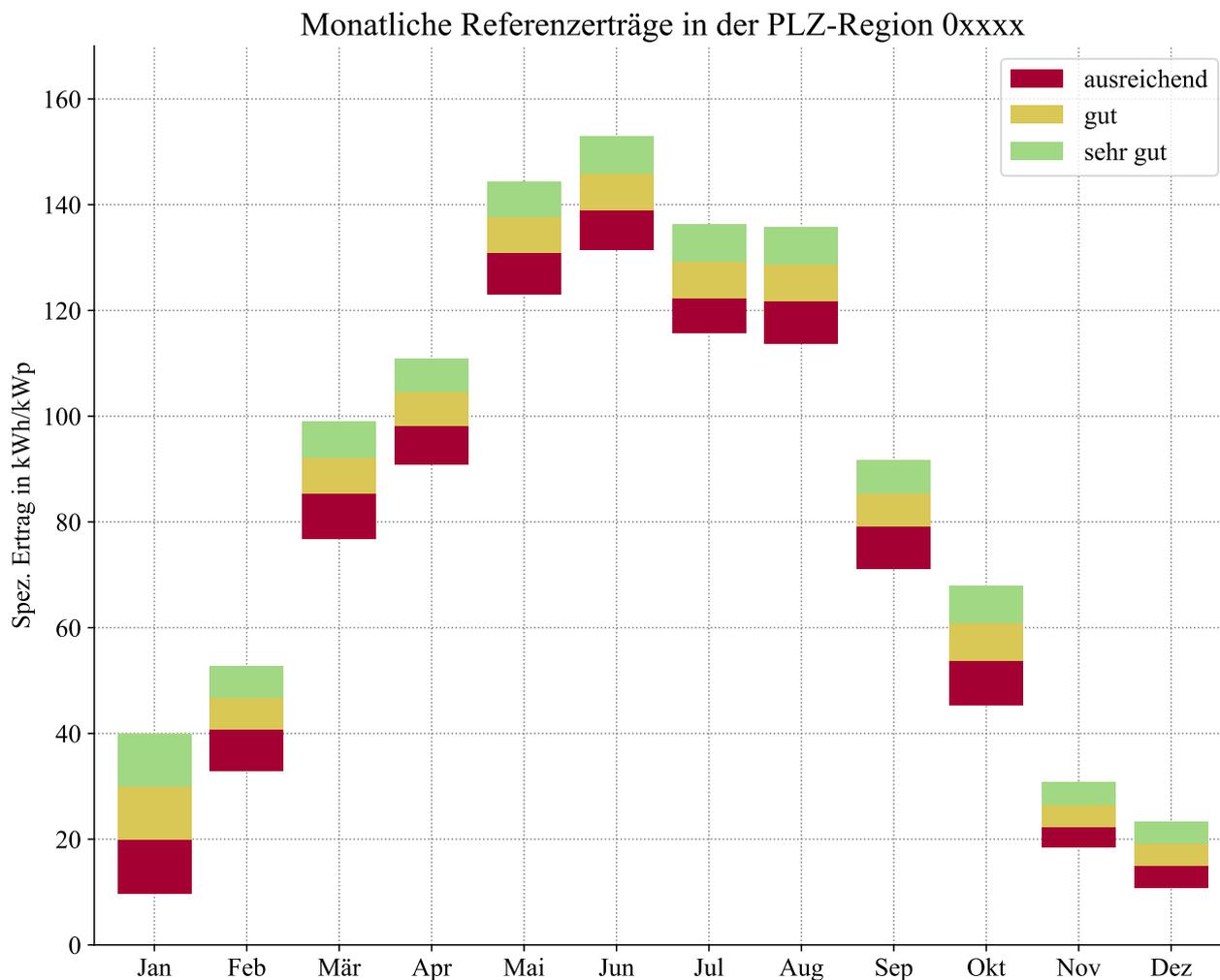
Abbildung A.14: Spezifischer Ertrag in kWh/kWp im Dezember 2017 (vgl. Abb. 5.16).



## 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 2017.



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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
01	Jan	5,6	17,9	28,4	38,9
01	Feb	33,0	41,7	47,8	53,9
01	Mär	77,9	85,7	91,7	97,7
01	Apr	89,5	96,4	103,9	111,4
01	Mai	124,0	131,9	137,8	143,7

*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	133,9	140,6	147,3	154,0
01	Jul	116,9	123,5	131,2	138,9
01	Aug	115,6	123,6	130,1	136,6
01	Sep	72,2	80,4	85,7	91,0
01	Okt	46,6	56,1	61,7	67,3
01	Nov	19,1	23,0	27,0	31,0
01	Dez	11,4	16,3	20,0	23,7
01	2017	845,7	937,1	1012,6	1088,1
02	Jan	9,9	19,3	28,0	36,7
02	Feb	36,5	42,7	49,1	55,5
02	Mär	77,6	85,7	91,3	96,9
02	Apr	94,7	100,4	104,6	108,8
02	Mai	125,0	130,8	137,4	144,0
02	Jun	135,1	141,8	148,0	154,2
02	Jul	121,3	127,7	133,7	139,7
02	Aug	117,1	125,3	130,3	135,3
02	Sep	75,4	82,7	87,7	92,7
02	Okt	47,8	57,2	63,2	69,2
02	Nov	18,8	22,2	25,7	29,2
02	Dez	11,5	16,4	19,9	23,4
02	2017	870,7	952,2	1018,9	1085,6
03	Jan	11,1	20,0	29,7	39,4
03	Feb	32,5	40,7	46,7	52,7
03	Mär	77,3	84,7	91,4	98,1
03	Apr	93,7	100,1	105,1	110,1
03	Mai	122,6	130,2	136,9	143,6
03	Jun	129,8	137,9	145,6	153,3
03	Jul	117,3	124,6	131,2	137,8
03	Aug	115,7	123,7	130,2	136,7
03	Sep	73,8	82,7	88,8	94,9
03	Okt	45,6	55,5	62,6	69,7
03	Nov	18,8	23,0	27,3	31,6
03	Dez	11,4	16,0	19,9	23,8
03	2017	849,6	939,1	1015,4	1091,7

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

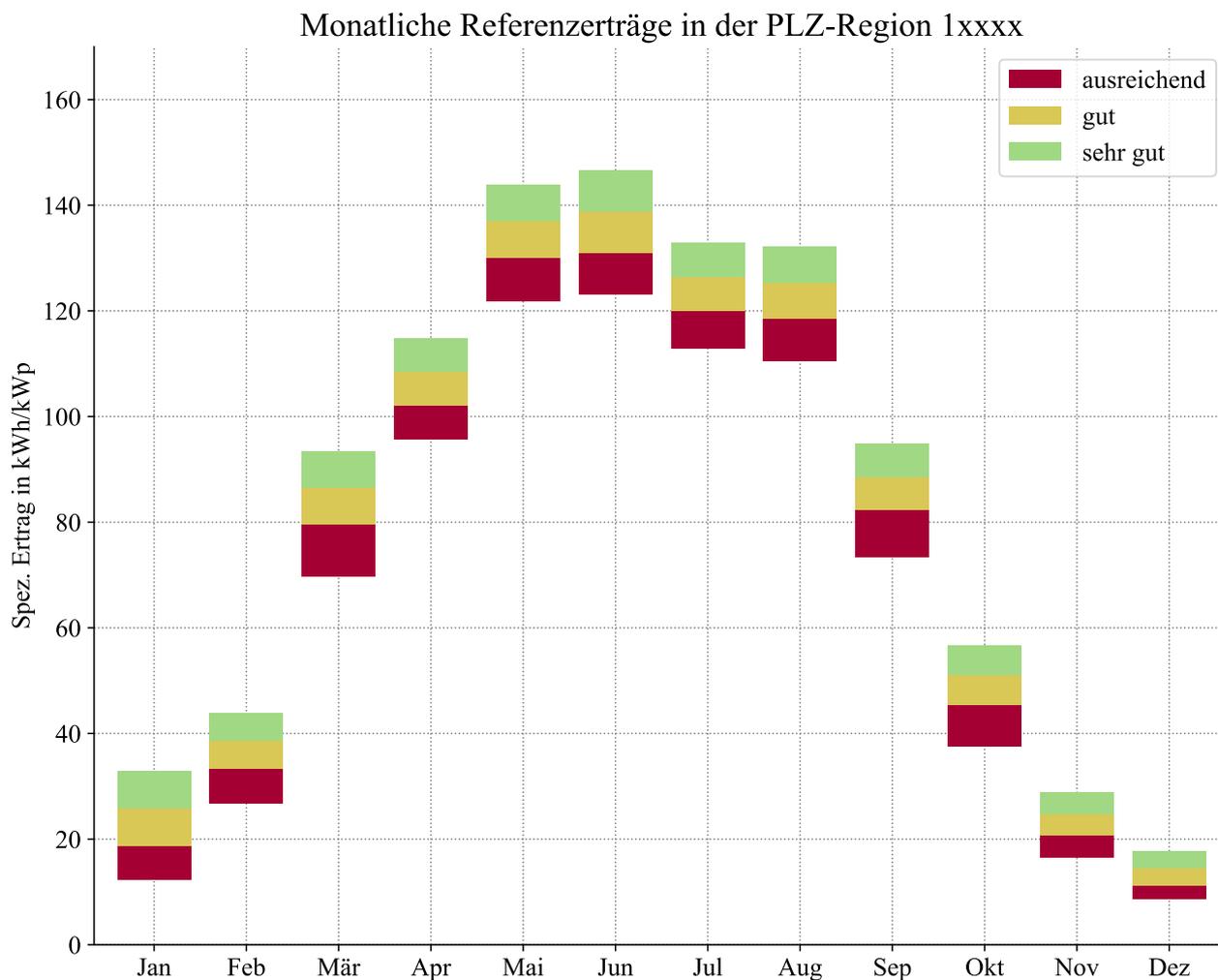
PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
04	Jan	11,7	20,2	29,3	38,4
04	Feb	31,4	39,3	45,1	50,9
04	Mär	74,6	84,0	91,5	99,0
04	Apr	89,6	98,2	105,2	112,2
04	Mai	121,3	129,8	136,7	143,6
04	Jun	128,1	136,1	143,8	151,5
04	Jul	114,8	121,5	128,2	134,9
04	Aug	114,0	121,5	128,8	136,1
04	Sep	71,2	80,2	87,1	94,0
04	Okt	43,8	51,2	60,1	69,0
04	Nov	18,8	23,4	27,6	31,8
04	Dez	10,8	14,9	19,2	23,5
04	2017	830,1	920,3	1002,6	1084,9
06	Jan	15,2	22,6	30,6	38,6
06	Feb	29,8	35,8	41,5	47,2
06	Mär	75,1	85,2	92,0	98,8
06	Apr	93,7	101,7	107,3	112,9
06	Mai	120,9	128,6	135,0	141,4
06	Jun	125,1	132,2	140,5	148,8
06	Jul	111,1	118,4	124,4	130,4
06	Aug	106,1	115,0	123,3	131,6
06	Sep	70,6	79,3	85,8	92,3
06	Okt	43,2	50,9	58,0	65,1
06	Nov	16,6	20,9	25,9	30,9
06	Dez	9,5	12,4	16,2	20,0
06	2017	816,9	903,0	980,5	1058,0
07	Jan	13,4	24,0	35,7	47,4
07	Feb	34,0	41,9	48,6	55,3
07	Mär	77,0	86,6	94,6	102,6
07	Apr	91,5	99,8	106,5	113,2
07	Mai	122,0	131,5	138,4	145,3
07	Jun	131,8	139,7	146,7	153,7
07	Jul	113,5	119,9	127,4	134,9
07	Aug	112,0	120,3	128,3	136,3

*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	67,2	74,4	81,8	89,2
07	Okt	44,2	51,8	60,5	69,2
07	Nov	17,0	20,9	25,7	30,5
07	Dez	10,0	14,0	19,0	24,0
07	2017	833,6	924,8	1013,2	1101,6
08	Jan	5,9	18,1	28,8	39,5
08	Feb	34,2	42,3	47,5	52,7
08	Mär	77,5	85,6	92,6	99,6
08	Apr	87,4	94,5	101,3	108,1
08	Mai	124,5	132,3	139,9	147,5
08	Jun	134,0	141,9	148,2	154,5
08	Jul	114,3	121,2	129,4	137,6
08	Aug	114,0	121,6	129,5	137,4
08	Sep	67,9	74,1	81,1	88,1
08	Okt	44,7	51,8	59,1	66,4
08	Nov	18,6	21,8	26,0	30,2
08	Dez	10,3	14,2	18,3	22,4
08	2017	833,3	919,4	1001,7	1084,0
09	Jan	5,1	17,4	28,6	39,8
09	Feb	32,6	41,7	48,0	54,3
09	Mär	77,9	85,7	92,6	99,5
09	Apr	87,2	94,6	102,2	109,8
09	Mai	124,0	132,4	138,7	145,0
09	Jun	134,2	140,7	147,5	154,3
09	Jul	116,4	122,2	129,4	136,6
09	Aug	115,1	123,5	130,1	136,7
09	Sep	71,1	79,4	85,2	91,0
09	Okt	46,6	55,5	61,7	67,9
09	Nov	19,6	23,5	27,3	31,1
09	Dez	11,5	16,3	20,7	25,1
09	2017	841,3	932,9	1012,0	1091,1

## A.6 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 1xxxx



**Abbildung A.16:** Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 1xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
10	Jan	12,7	19,9	27,1	34,3
10	Feb	27,5	35,5	40,6	45,7
10	Mär	70,4	80,4	86,9	93,4
10	Apr	96,0	102,6	108,7	114,8
10	Mai	120,7	128,2	134,6	141,0
10	Jun	122,8	130,9	138,7	146,5
10	Jul	116,0	122,7	128,4	134,1

*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	114,9	121,5	127,9	134,3
10	Sep	76,4	85,1	90,7	96,3
10	Okt	37,0	46,1	50,8	55,5
10	Nov	16,5	21,3	25,5	29,7
10	Dez	8,6	11,7	15,1	18,5
10	2017	819,5	905,9	975,0	1044,1
12	Jan	12,7	19,9	26,6	33,3
12	Feb	27,5	35,0	40,4	45,8
12	Mär	70,1	79,9	86,9	93,9
12	Apr	95,7	101,7	108,3	114,9
12	Mai	120,4	128,0	134,7	141,4
12	Jun	122,4	130,9	139,1	147,3
12	Jul	116,0	122,8	129,2	135,6
12	Aug	114,9	121,6	128,0	134,4
12	Sep	76,3	85,2	90,8	96,4
12	Okt	37,1	46,3	50,8	55,3
12	Nov	16,6	21,6	25,3	29,0
12	Dez	9,0	11,8	15,2	18,6
12	2017	818,7	904,7	975,3	1045,9
13	Jan	12,7	19,9	27,1	34,3
13	Feb	27,5	35,5	40,6	45,7
13	Mär	70,4	80,4	86,9	93,4
13	Apr	96,0	102,6	108,7	114,8
13	Mai	120,7	128,2	134,6	141,0
13	Jun	122,8	130,9	138,7	146,5
13	Jul	116,0	122,7	128,4	134,1
13	Aug	114,9	121,5	127,9	134,3
13	Sep	76,4	85,1	90,7	96,3
13	Okt	37,0	46,1	50,8	55,5
13	Nov	16,5	21,3	25,5	29,7
13	Dez	8,6	11,7	15,1	18,5
13	2017	819,5	905,9	975,0	1044,1
14	Jan	13,1	20,1	27,7	35,3
14	Feb	28,0	35,5	41,0	46,5

*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	70,9	81,8	89,9	98,0
14	Apr	94,7	101,5	107,9	114,3
14	Mai	120,7	129,0	135,3	141,6
14	Jun	124,2	132,5	140,2	147,9
14	Jul	113,8	120,4	126,9	133,4
14	Aug	109,7	118,9	125,7	132,5
14	Sep	70,9	81,3	88,0	94,7
14	Okt	40,0	47,8	54,8	61,8
14	Nov	17,6	22,3	26,3	30,3
14	Dez	9,6	12,7	16,4	20,1
14	2017	813,2	903,8	980,1	1056,4
15	Jan	12,5	19,9	27,1	34,3
15	Feb	27,9	35,5	41,0	46,5
15	Mär	72,2	81,7	88,2	94,7
15	Apr	94,8	101,6	107,9	114,2
15	Mai	120,2	128,7	135,3	141,9
15	Jun	122,9	131,7	140,0	148,3
15	Jul	116,0	122,8	129,3	135,8
15	Aug	114,9	121,8	128,4	135,0
15	Sep	74,3	84,1	90,1	96,1
15	Okt	38,7	47,5	52,8	58,1
15	Nov	17,6	22,3	26,0	29,7
15	Dez	9,4	12,3	16,1	19,9
15	2017	821,4	909,9	982,2	1054,5
16	Jan	12,5	18,8	26,3	33,8
16	Feb	27,4	34,2	39,5	44,8
16	Mär	70,9	79,9	87,4	94,9
16	Apr	95,6	101,5	108,0	114,5
16	Mai	120,8	128,9	134,6	140,3
16	Jun	123,4	131,2	139,2	147,2
16	Jul	113,0	120,3	127,0	133,7
16	Aug	108,0	117,7	124,9	132,1
16	Sep	73,8	82,4	88,5	94,6
16	Okt	38,3	45,9	51,2	56,5

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

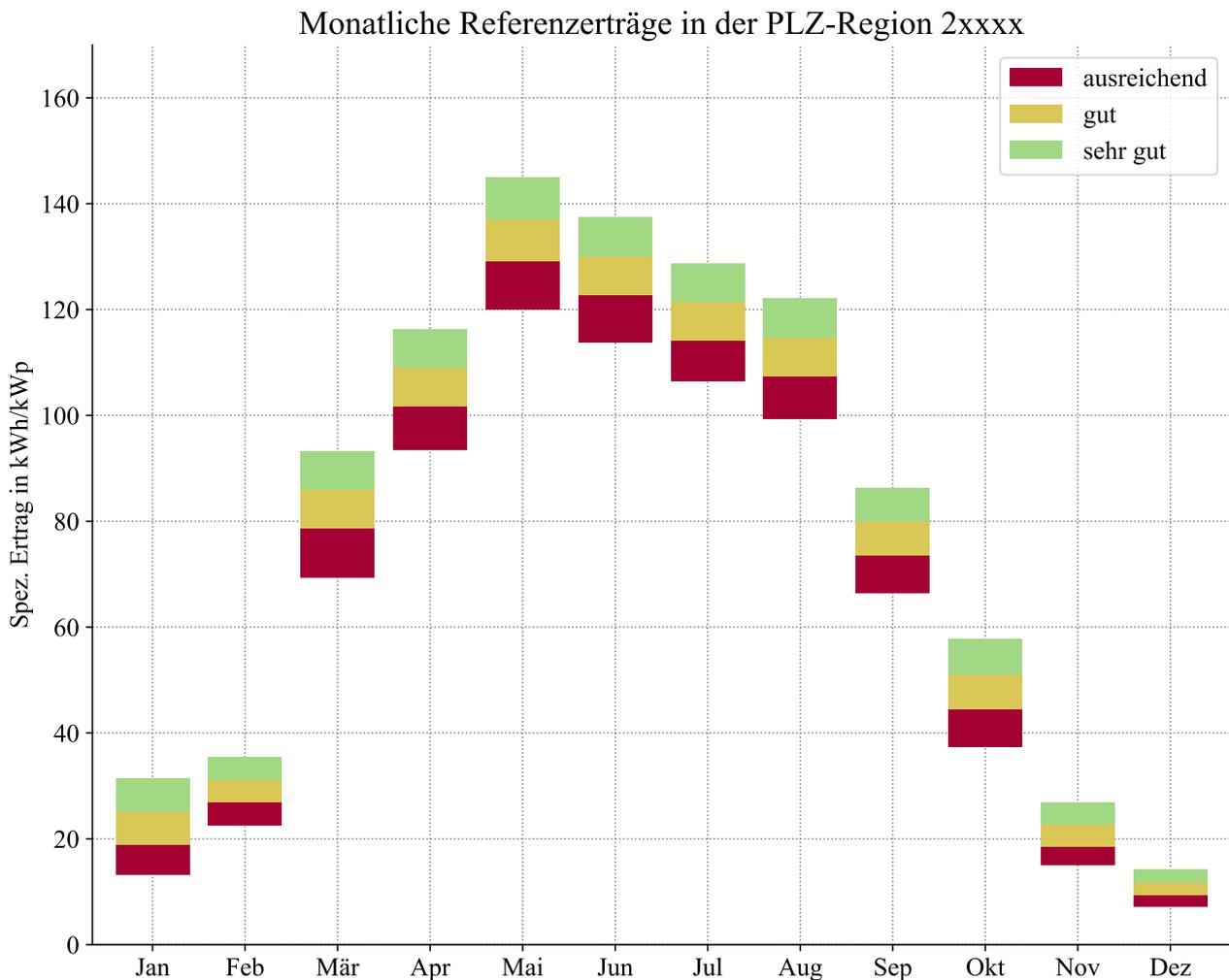
PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
16	Nov	16,8	21,1	24,9	28,7
16	Dez	8,8	11,6	14,8	18,0
16	2017	809,3	893,5	966,3	1039,1
17	Jan	11,3	16,4	23,8	31,2
17	Feb	25,4	31,4	36,4	41,4
17	Mär	67,2	76,5	83,2	89,9
17	Apr	95,5	101,9	108,0	114,1
17	Mai	123,2	132,3	139,6	146,9
17	Jun	123,2	130,6	138,3	146,0
17	Jul	108,5	115,9	123,6	131,3
17	Aug	107,9	116,7	124,1	131,5
17	Sep	72,1	80,4	87,6	94,8
17	Okt	35,5	42,0	48,2	54,4
17	Nov	15,3	19,3	23,3	27,3
17	Dez	7,6	9,6	12,4	15,2
17	2017	792,7	873,0	948,5	1024,0
18	Jan	11,6	16,2	22,3	28,4
18	Feb	23,8	27,9	32,7	37,5
18	Mär	67,6	76,7	82,9	89,1
18	Apr	97,4	102,7	110,0	117,3
18	Mai	128,3	136,4	145,9	155,4
18	Jun	123,9	131,3	138,0	144,7
18	Jul	108,9	115,8	122,4	129,0
18	Aug	106,1	114,3	121,9	129,5
18	Sep	70,1	78,8	85,7	92,6
18	Okt	37,1	42,8	49,4	56,0
18	Nov	15,7	18,9	23,2	27,5
18	Dez	7,7	9,7	12,3	14,9
18	2017	798,2	871,5	946,7	1021,9
19	Jan	12,4	17,4	24,7	32,0
19	Feb	25,0	29,8	35,3	40,8
19	Mär	68,6	78,9	86,2	93,5
19	Apr	95,8	103,1	109,2	115,3
19	Mai	121,3	130,3	137,7	145,1

*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	121,1	129,2	136,7	144,2
19	Jul	108,6	116,0	123,0	130,0
19	Aug	103,3	112,5	119,6	126,7
19	Sep	70,0	78,3	85,1	91,9
19	Okt	37,8	44,1	50,7	57,3
19	Nov	15,5	18,7	23,0	27,3
19	Dez	7,9	10,0	12,6	15,2
19	2017	787,3	868,3	943,8	1019,3

## A.7 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 2xxxx



**Abbildung A.17:** Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 2xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
20	Jan	12,6	17,5	24,0	30,5
20	Feb	20,7	25,3	29,7	34,1
20	Mär	66,4	76,5	83,7	90,9
20	Apr	93,6	102,8	110,6	118,4
20	Mai	122,6	134,0	143,1	152,2
20	Jun	116,3	126,1	133,2	140,3
20	Jul	106,5	114,5	121,8	129,1

*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	100,0	108,4	116,3	124,2
20	Sep	65,6	74,0	80,8	87,6
20	Okt	36,4	43,9	50,9	57,9
20	Nov	14,8	18,6	23,1	27,6
20	Dez	7,1	9,5	12,1	14,7
20	2017	762,6	851,1	929,3	1007,5
21	Jan	12,5	18,0	24,1	30,2
21	Feb	23,4	27,9	31,9	35,9
21	Mär	70,5	79,2	86,3	93,4
21	Apr	93,4	101,3	108,4	115,5
21	Mai	117,4	126,2	135,0	143,8
21	Jun	113,1	122,0	130,3	138,6
21	Jul	106,1	113,6	120,5	127,4
21	Aug	98,6	106,8	114,1	121,4
21	Sep	67,2	74,0	80,5	87,0
21	Okt	37,5	43,9	50,2	56,5
21	Nov	14,8	18,1	21,7	25,3
21	Dez	7,3	9,2	11,3	13,4
21	2017	761,8	840,2	914,3	988,4
22	Jan	12,6	17,5	24,0	30,5
22	Feb	20,7	25,3	29,7	34,1
22	Mär	66,4	76,5	83,7	90,9
22	Apr	93,6	102,8	110,6	118,4
22	Mai	122,6	134,0	143,1	152,2
22	Jun	116,3	126,1	133,2	140,3
22	Jul	106,5	114,5	121,8	129,1
22	Aug	100,0	108,4	116,3	124,2
22	Sep	65,6	74,0	80,8	87,6
22	Okt	36,4	43,9	50,9	57,9
22	Nov	14,8	18,6	23,1	27,6
22	Dez	7,1	9,5	12,1	14,7
22	2017	762,6	851,1	929,3	1007,5
23	Jan	12,4	17,2	23,8	30,4
23	Feb	21,5	26,5	31,2	35,9

*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	66,7	76,6	83,7	90,8
23	Apr	94,7	102,8	109,9	117,0
23	Mai	123,7	133,7	142,3	150,9
23	Jun	117,5	127,2	133,7	140,2
23	Jul	107,0	114,1	121,0	127,9
23	Aug	101,0	109,9	117,5	125,1
23	Sep	67,2	75,9	82,3	88,7
23	Okt	36,6	43,5	50,1	56,7
23	Nov	15,0	18,5	22,8	27,1
23	Dez	7,2	9,5	12,2	14,9
23	2017	770,5	855,4	930,5	1005,6
24	Jan	12,5	17,0	23,2	29,4
24	Feb	19,8	24,3	27,9	31,5
24	Mär	66,0	74,3	82,2	90,1
24	Apr	92,7	101,9	111,1	120,3
24	Mai	126,0	136,8	146,7	156,6
24	Jun	116,5	126,7	134,5	142,3
24	Jul	106,8	115,5	122,9	130,3
24	Aug	99,2	108,3	116,4	124,5
24	Sep	65,5	73,5	80,4	87,3
24	Okt	36,4	43,2	50,7	58,2
24	Nov	15,4	18,8	23,4	28,0
24	Dez	7,2	9,5	12,2	14,9
24	2017	764,0	849,8	931,6	1013,4
25	Jan	12,6	18,3	24,5	30,7
25	Feb	20,3	25,0	29,7	34,4
25	Mär	65,1	75,9	83,9	91,9
25	Apr	92,2	101,7	108,4	115,1
25	Mai	120,7	130,0	139,3	148,6
25	Jun	114,8	123,4	131,6	139,8
25	Jul	104,7	113,0	121,1	129,2
25	Aug	99,0	107,3	114,6	121,9
25	Sep	64,2	72,4	78,3	84,2
25	Okt	35,5	44,2	50,7	57,2

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

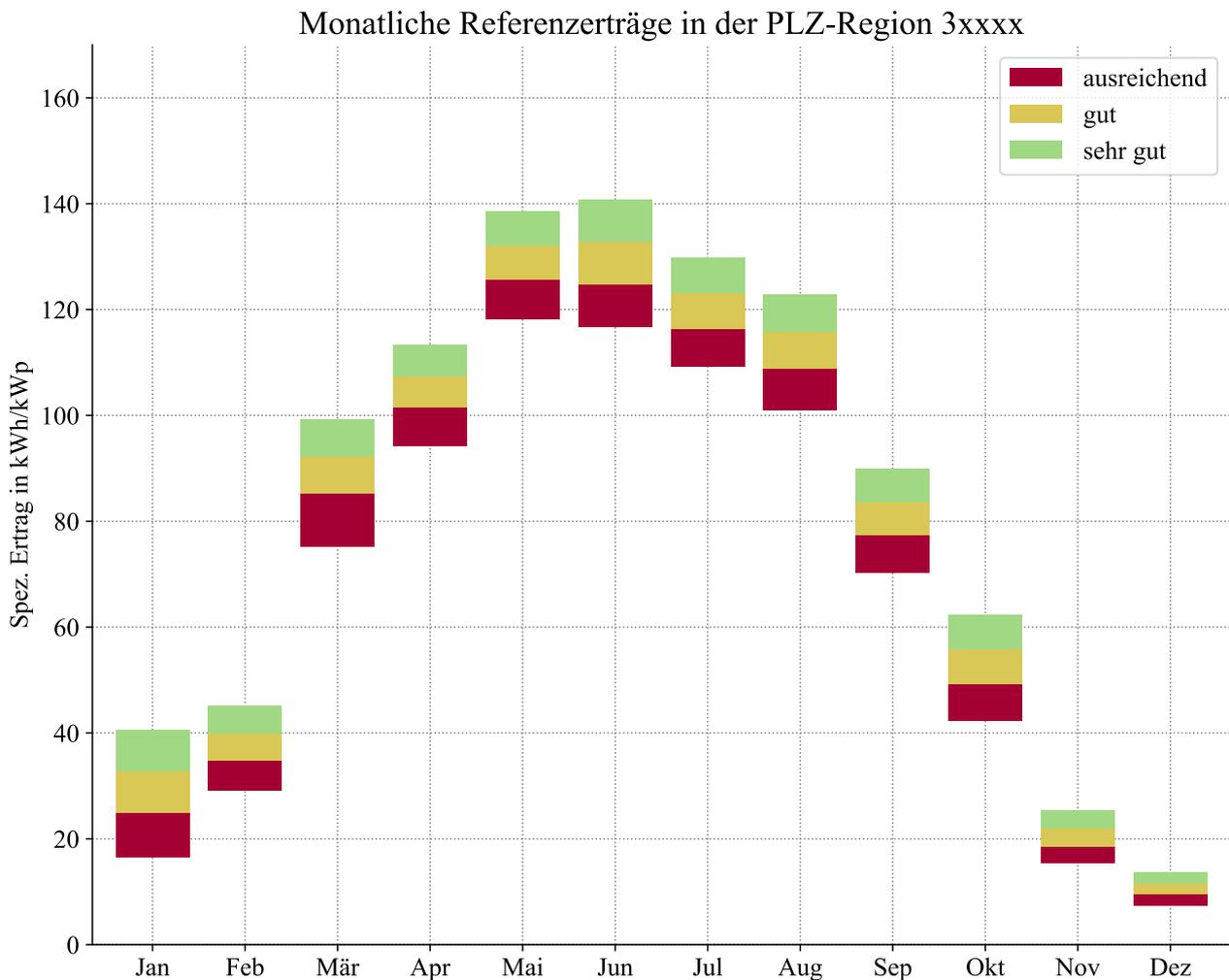
PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
25	Nov	14,7	18,3	22,7	27,1
25	Dez	6,8	9,4	12,0	14,6
25	2017	750,6	838,9	916,8	994,7
26	Jan	14,6	20,7	27,2	33,7
26	Feb	24,4	28,6	32,6	36,6
26	Mär	73,5	82,5	89,2	95,9
26	Apr	93,9	101,0	107,7	114,4
26	Mai	115,7	123,2	129,7	136,2
26	Jun	108,8	116,6	123,3	130,0
26	Jul	106,8	114,6	121,5	128,4
26	Aug	98,7	105,7	112,4	119,1
26	Sep	67,1	72,3	78,3	84,3
26	Okt	39,1	45,4	51,7	58,0
26	Nov	15,7	19,2	22,9	26,6
26	Dez	7,3	9,1	11,4	13,7
26	2017	765,6	838,9	907,9	976,9
27	Jan	14,5	21,0	27,6	34,2
27	Feb	24,9	29,2	33,3	37,4
27	Mär	73,3	82,5	89,1	95,7
27	Apr	93,8	101,3	107,6	113,9
27	Mai	116,9	124,1	130,3	136,5
27	Jun	110,8	118,9	126,2	133,5
27	Jul	107,1	114,6	121,4	128,2
27	Aug	99,2	106,7	113,5	120,3
27	Sep	67,7	73,3	79,5	85,7
27	Okt	39,2	46,1	52,1	58,1
27	Nov	15,3	18,7	22,3	25,9
27	Dez	7,5	9,4	11,7	14,0
27	2017	770,2	845,8	914,6	983,4
28	Jan	14,2	20,0	26,0	32,0
28	Feb	24,2	28,1	31,8	35,5
28	Mär	72,9	81,2	88,4	95,6
28	Apr	94,2	101,6	108,6	115,6
28	Mai	115,9	123,2	129,5	135,8

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
28	Jun	108,9	116,9	123,5	130,1
28	Jul	106,2	113,6	120,6	127,6
28	Aug	98,1	105,6	112,4	119,2
28	Sep	66,6	71,8	77,1	82,4
28	Okt	37,9	44,4	50,7	57,0
28	Nov	15,6	18,9	22,9	26,9
28	Dez	7,4	9,2	11,4	13,6
28	2017	762,1	834,5	902,9	971,3
29	Jan	14,1	20,6	27,2	33,8
29	Feb	25,3	29,9	34,7	39,5
29	Mär	72,2	81,6	88,8	96,0
29	Apr	93,7	101,1	107,3	113,5
29	Mai	117,6	125,2	131,6	138,0
29	Jun	114,3	123,4	131,4	139,4
29	Jul	107,3	114,7	121,7	128,7
29	Aug	99,1	107,2	114,3	121,4
29	Sep	67,7	74,7	81,0	87,3
29	Okt	39,0	45,9	52,7	59,5
29	Nov	15,2	18,6	22,2	25,8
29	Dez	7,7	9,7	11,9	14,1
29	2017	773,2	852,6	924,8	997,0

## A.8 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 3xxxx



**Abbildung A.18:** Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 3xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
30	Jan	15,3	22,7	30,0	37,3
30	Feb	25,4	30,4	34,9	39,4
30	Mär	72,7	83,3	89,6	95,9
30	Apr	92,4	100,1	106,3	112,5
30	Mai	118,1	125,1	131,3	137,5
30	Jun	115,4	123,0	130,7	138,4
30	Jul	108,1	115,2	122,5	129,8

*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	99,5	108,4	115,0	121,6
30	Sep	68,6	75,8	80,9	86,0
30	Okt	40,6	47,6	53,7	59,8
30	Nov	15,1	18,3	21,1	23,9
30	Dez	7,9	9,9	11,7	13,5
30	2017	779,1	859,8	927,7	995,6
31	Jan	15,1	22,1	29,6	37,1
31	Feb	25,2	29,9	35,0	40,1
31	Mär	73,2	83,3	90,5	97,7
31	Apr	93,2	100,3	106,4	112,5
31	Mai	117,4	124,2	130,6	137,0
31	Jun	112,3	120,2	128,3	136,4
31	Jul	107,5	114,8	122,0	129,2
31	Aug	99,1	106,7	113,2	119,7
31	Sep	68,2	74,3	80,6	86,9
31	Okt	40,3	47,3	53,8	60,3
31	Nov	15,1	18,3	21,7	25,1
31	Dez	7,5	9,3	11,5	13,7
31	2017	774,1	850,7	923,2	995,7
32	Jan	17,2	25,8	33,1	40,4
32	Feb	26,7	32,5	37,2	41,9
32	Mär	75,2	85,6	92,3	99,0
32	Apr	93,3	99,7	105,5	111,3
32	Mai	117,6	124,8	131,1	137,4
32	Jun	111,9	119,4	126,1	132,8
32	Jul	108,7	115,2	121,6	128,0
32	Aug	99,2	106,7	113,1	119,5
32	Sep	69,7	76,4	82,2	88,0
32	Okt	42,4	49,2	55,3	61,4
32	Nov	14,9	18,0	21,0	24,0
32	Dez	7,3	9,3	11,2	13,1
32	2017	784,1	862,6	929,7	996,8
33	Jan	18,1	26,7	34,5	42,3
33	Feb	28,2	33,9	39,2	44,5

*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	76,9	86,9	94,4	101,9
33	Apr	92,8	99,3	105,2	111,1
33	Mai	117,4	124,1	131,0	137,9
33	Jun	110,8	117,9	124,8	131,7
33	Jul	109,2	115,8	122,4	129,0
33	Aug	98,0	105,3	111,1	116,9
33	Sep	71,1	78,1	84,6	91,1
33	Okt	43,3	50,3	56,6	62,9
33	Nov	15,7	18,8	22,4	26,0
33	Dez	7,1	8,8	10,8	12,8
33	2017	788,6	865,9	937,0	1008,1
34	Jan	17,2	27,0	34,7	42,4
34	Feb	32,3	37,5	43,4	49,3
34	Mär	77,7	87,1	93,9	100,7
34	Apr	93,8	100,4	106,4	112,4
34	Mai	118,2	125,2	131,5	137,8
34	Jun	114,9	121,9	129,8	137,7
34	Jul	109,0	115,5	121,9	128,3
34	Aug	99,4	106,9	112,7	118,5
34	Sep	71,8	78,3	84,5	90,7
34	Okt	43,3	49,9	55,8	61,7
34	Nov	15,1	17,8	20,8	23,8
34	Dez	6,8	8,5	10,4	12,3
34	2017	799,5	876,0	945,8	1015,6
35	Jan	16,8	27,4	36,0	44,6
35	Feb	34,1	40,3	46,4	52,5
35	Mär	78,2	87,7	95,4	103,1
35	Apr	97,3	104,9	112,2	119,5
35	Mai	117,7	125,0	131,4	137,8
35	Jun	119,5	128,9	138,2	147,5
35	Jul	111,0	118,7	125,6	132,5
35	Aug	101,1	108,6	115,9	123,2
35	Sep	72,2	79,2	86,5	93,8
35	Okt	44,2	50,6	57,1	63,6

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
35	Nov	16,1	19,2	22,7	26,2
35	Dez	6,2	8,4	10,7	13,0
35	2017	814,4	898,9	978,1	1057,3
36	Jan	18,0	29,0	38,3	47,6
36	Feb	34,4	41,6	48,5	55,4
36	Mär	77,0	86,9	94,2	101,5
36	Apr	97,7	105,1	111,6	118,1
36	Mai	119,3	127,3	134,1	140,9
36	Jun	125,1	135,4	144,0	152,6
36	Jul	111,6	119,5	126,5	133,5
36	Aug	107,1	115,0	123,8	132,6
36	Sep	70,9	77,7	85,1	92,5
36	Okt	44,3	51,2	57,9	64,6
36	Nov	15,7	18,6	22,1	25,6
36	Dez	7,4	9,6	12,1	14,6
36	2017	828,5	916,9	998,2	1079,5
37	Jan	17,5	25,9	33,4	40,9
37	Feb	28,5	34,2	39,0	43,8
37	Mär	75,6	85,6	91,8	98,0
37	Apr	93,6	100,7	106,0	111,3
37	Mai	117,9	125,4	132,0	138,6
37	Jun	114,5	122,3	130,7	139,1
37	Jul	107,6	114,8	121,4	128,0
37	Aug	99,7	107,7	115,0	122,3
37	Sep	70,0	76,9	82,9	88,9
37	Okt	42,9	50,2	56,7	63,2
37	Nov	14,9	17,8	20,8	23,8
37	Dez	7,3	9,4	11,3	13,2
37	2017	790,0	870,9	941,0	1011,1
38	Jan	15,3	23,1	30,7	38,3
38	Feb	27,9	33,1	37,5	41,9
38	Mär	73,5	84,4	91,2	98,0
38	Apr	93,8	101,4	106,8	112,2
38	Mai	119,1	126,8	133,4	140,0

*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	119,7	128,6	136,5	144,4
38	Jul	109,2	116,5	122,9	129,3
38	Aug	102,3	110,8	118,2	125,6
38	Sep	69,6	77,4	83,0	88,6
38	Okt	42,5	50,0	56,9	63,8
38	Nov	15,6	18,7	22,6	26,5
38	Dez	8,4	10,6	12,7	14,8
38	2017	796,9	881,4	952,4	1023,4
39	Jan	13,8	20,1	27,1	34,1
39	Feb	28,2	34,0	38,6	43,2
39	Mär	72,7	82,2	89,7	97,2
39	Apr	95,0	102,3	108,0	113,7
39	Mai	119,9	128,1	134,3	140,5
39	Jun	123,2	130,9	138,7	146,5
39	Jul	110,6	117,9	124,4	130,9
39	Aug	104,5	113,5	121,0	128,5
39	Sep	70,9	79,9	86,3	92,7
39	Okt	40,1	47,3	54,2	61,1
39	Nov	16,4	20,2	24,4	28,6
39	Dez	8,5	11,2	13,7	16,2
39	2017	803,8	887,6	960,4	1033,2

## A.9 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 4xxxx

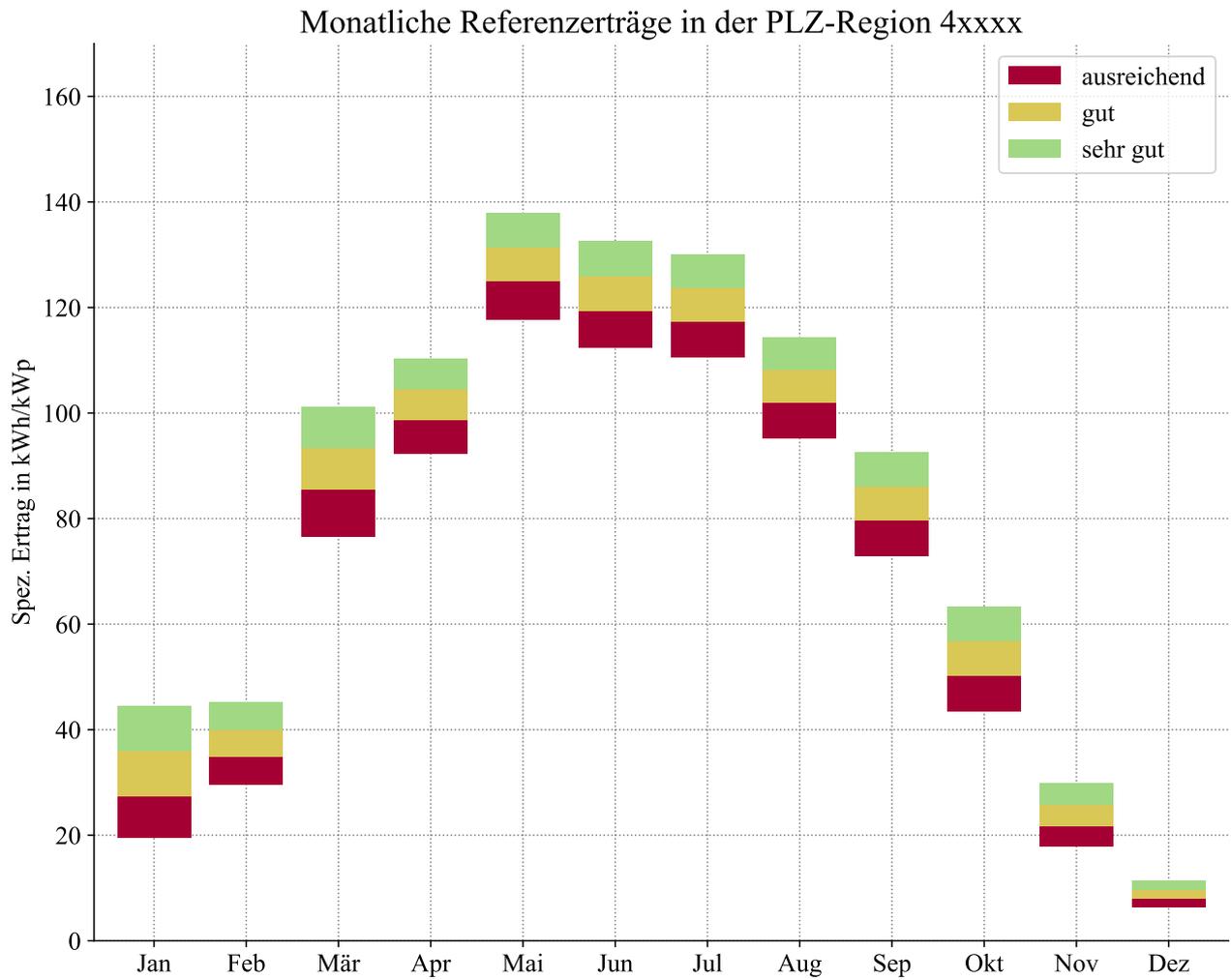


Abbildung A.19: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 4xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
40	Jan	21,0	29,4	38,0	46,6
40	Feb	31,2	36,7	41,3	45,9
40	Mär	77,5	85,7	93,0	100,3
40	Apr	92,9	99,5	105,2	110,9
40	Mai	121,1	127,9	133,6	139,3
40	Jun	115,3	122,1	128,6	135,1
40	Jul	111,7	119,1	125,0	130,9
40	Aug	94,6	100,7	107,2	113,7
40	Sep	74,1	81,7	87,9	94,1
40	Okt	43,8	50,6	57,3	64,0
40	Nov	18,9	23,7	28,5	33,3
40	Dez	5,8	7,3	9,0	10,7
40	2017	807,9	884,4	954,6	1024,8
41	Jan	20,0	28,1	37,3	46,5
41	Feb	31,9	36,5	41,4	46,3
41	Mär	77,3	84,8	92,1	99,4
41	Apr	93,5	99,9	105,2	110,5
41	Mai	119,5	127,2	133,5	139,8
41	Jun	118,6	126,0	132,8	139,6
41	Jul	113,4	120,2	126,5	132,8
41	Aug	95,3	101,3	107,5	113,7
41	Sep	75,4	82,7	88,9	95,1
41	Okt	46,7	53,2	59,4	65,6
41	Nov	21,9	25,8	30,5	35,2
41	Dez	6,2	8,1	9,6	11,1
41	2017	819,7	893,8	964,7	1035,6
42	Jan	18,2	26,9	36,5	46,1
42	Feb	30,6	36,7	40,6	44,5
42	Mär	76,7	85,6	92,5	99,4
42	Apr	92,0	98,3	104,6	110,9
42	Mai	118,0	125,4	131,8	138,2
42	Jun	113,5	119,1	125,7	132,3
42	Jul	110,8	115,5	122,2	128,9
42	Aug	93,7	98,8	105,2	111,6

*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	72,1	78,7	84,2	89,7
42	Okt	41,0	47,6	53,1	58,6
42	Nov	17,2	19,8	23,7	27,6
42	Dez	5,1	6,2	7,4	8,6
42	2017	788,9	858,6	927,5	996,4
44	Jan	18,8	27,4	35,0	42,6
44	Feb	32,0	38,1	43,7	49,3
44	Mär	76,8	86,5	94,7	102,9
44	Apr	91,4	97,7	103,7	109,7
44	Mai	116,4	123,8	131,0	138,2
44	Jun	114,0	120,6	127,0	133,4
44	Jul	109,7	115,3	121,5	127,7
44	Aug	95,1	102,5	108,2	113,9
44	Sep	73,3	78,6	85,5	92,4
44	Okt	42,7	48,9	55,3	61,7
44	Nov	16,9	19,6	23,3	27,0
44	Dez	6,4	7,9	10,0	12,1
44	2017	793,5	866,9	938,9	1010,9
45	Jan	19,8	27,9	36,2	44,5
45	Feb	29,2	34,6	40,2	45,8
45	Mär	76,7	86,5	94,6	102,7
45	Apr	91,8	98,4	104,1	109,8
45	Mai	116,5	124,0	130,9	137,8
45	Jun	110,6	117,6	124,3	131,0
45	Jul	110,0	117,1	123,5	129,9
45	Aug	94,9	102,4	108,3	114,2
45	Sep	73,3	79,8	86,7	93,6
45	Okt	43,8	50,6	57,5	64,4
45	Nov	17,5	21,2	25,1	29,0
45	Dez	6,5	8,1	10,0	11,9
45	2017	790,6	868,2	941,4	1014,6
46	Jan	20,4	28,1	36,6	45,1
46	Feb	27,9	32,9	38,2	43,5
46	Mär	76,3	85,9	94,4	102,9

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

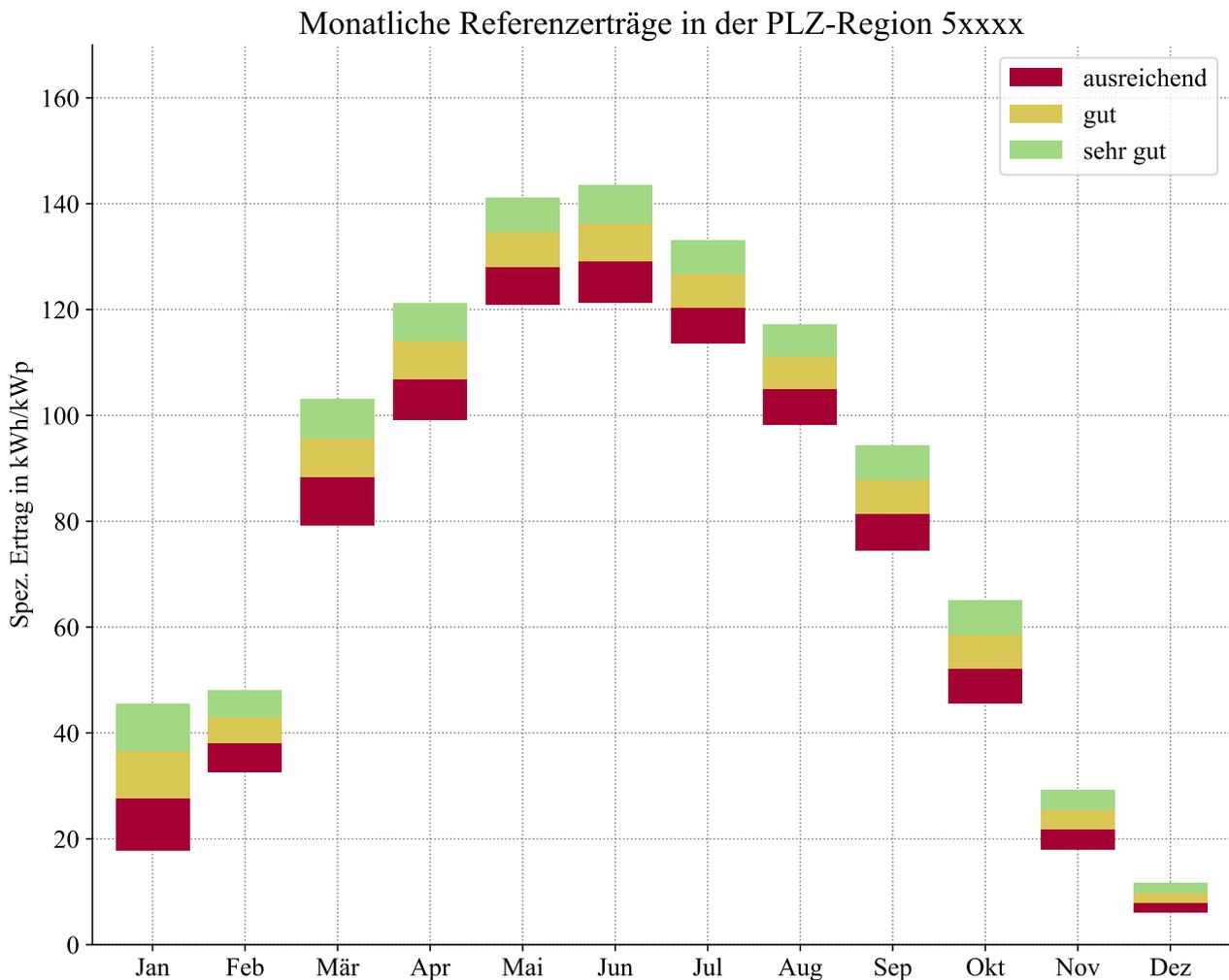
PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
46	Apr	91,9	98,5	104,1	109,7
46	Mai	116,4	123,6	130,2	136,8
46	Jun	108,4	115,8	122,7	129,6
46	Jul	110,6	118,1	124,6	131,1
46	Aug	95,2	102,3	108,5	114,7
46	Sep	73,3	80,3	87,2	94,1
46	Okt	44,6	51,8	58,6	65,4
46	Nov	17,7	22,2	26,3	30,4
46	Dez	6,7	8,3	10,0	11,7
46	2017	789,4	867,8	941,4	1015,0
47	Jan	21,1	28,4	37,4	46,4
47	Feb	28,7	34,7	39,9	45,1
47	Mär	75,0	83,6	92,5	101,4
47	Apr	91,3	97,7	103,4	109,1
47	Mai	117,2	125,7	131,8	137,9
47	Jun	111,5	118,7	125,3	131,9
47	Jul	110,1	118,2	124,4	130,6
47	Aug	93,8	100,7	107,4	114,1
47	Sep	73,4	80,6	87,4	94,2
47	Okt	43,8	51,0	58,4	65,8
47	Nov	18,6	23,8	28,7	33,6
47	Dez	6,3	7,9	9,2	10,5
47	2017	790,8	871,0	945,8	1020,6
48	Jan	19,0	27,1	35,1	43,1
48	Feb	28,3	33,9	39,7	45,5
48	Mär	76,7	86,7	94,6	102,5
48	Apr	92,4	98,6	104,3	110,0
48	Mai	116,5	123,7	130,4	137,1
48	Jun	109,8	116,8	123,3	129,8
48	Jul	109,7	116,2	122,8	129,4
48	Aug	96,2	103,7	109,4	115,1
48	Sep	71,7	78,9	85,4	91,9
48	Okt	43,3	50,3	56,9	63,5
48	Nov	16,4	19,9	23,5	27,1

*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	6,9	8,6	10,6	12,6
48	2017	786,9	864,4	936,0	1007,6
49	Jan	16,7	23,9	31,3	38,7
49	Feb	25,7	30,8	35,8	40,8
49	Mär	75,3	84,7	92,1	99,5
49	Apr	93,2	100,0	106,3	112,6
49	Mai	116,8	124,0	130,4	136,8
49	Jun	109,7	117,5	124,3	131,1
49	Jul	108,8	115,7	122,5	129,3
49	Aug	98,0	105,6	112,2	118,8
49	Sep	69,0	75,7	81,7	87,7
49	Okt	41,1	48,3	54,4	60,5
49	Nov	15,6	19,1	22,6	26,1
49	Dez	7,2	9,2	11,1	13,0
49	2017	777,1	854,5	924,7	994,9

## A.10 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 5xxxx



**Abbildung A.20:** Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 5xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
50	Jan	18,7	28,5	37,6	46,7
50	Feb	32,8	37,7	42,3	46,9
50	Mär	78,4	86,4	93,8	101,2
50	Apr	96,2	102,7	109,2	115,7
50	Mai	121,5	128,2	133,9	139,6
50	Jun	119,4	127,0	133,2	139,4
50	Jul	113,3	119,4	125,4	131,4

*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	95,6	101,6	107,3	113,0
50	Sep	75,7	82,7	88,7	94,7
50	Okt	46,5	52,7	58,4	64,1
50	Nov	20,2	24,0	27,6	31,2
50	Dez	6,0	7,6	9,2	10,8
50	2017	824,3	898,5	966,6	1034,7
51	Jan	15,7	26,9	36,5	46,1
51	Feb	32,6	38,1	42,2	46,3
51	Mär	78,1	87,4	93,8	100,2
51	Apr	95,9	103,1	109,7	116,3
51	Mai	120,5	127,6	134,0	140,4
51	Jun	117,0	123,7	131,0	138,3
51	Jul	111,0	117,4	123,9	130,4
51	Aug	95,6	101,9	107,5	113,1
51	Sep	73,1	80,7	86,5	92,3
51	Okt	43,4	49,6	55,6	61,6
51	Nov	16,9	20,9	25,0	29,1
51	Dez	4,9	6,5	8,0	9,5
51	2017	804,7	883,8	953,7	1023,6
52	Jan	18,7	28,2	37,4	46,6
52	Feb	33,0	37,7	42,3	46,9
52	Mär	78,5	86,3	93,8	101,3
52	Apr	96,3	102,9	109,8	116,7
52	Mai	121,4	128,1	134,0	139,9
52	Jun	121,8	128,6	134,1	139,6
52	Jul	113,8	120,1	126,1	132,1
52	Aug	96,3	102,0	107,5	113,0
52	Sep	76,7	83,4	89,2	95,0
52	Okt	47,6	53,3	59,5	65,7
52	Nov	21,2	24,9	29,0	33,1
52	Dez	6,3	7,9	9,7	11,5
52	2017	831,6	903,4	972,4	1041,4
53	Jan	16,0	27,1	36,5	45,9
53	Feb	32,8	37,5	42,0	46,5

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
53	Mär	78,8	87,4	94,7	102,0
53	Apr	98,9	106,6	114,6	122,6
53	Mai	121,2	128,2	134,8	141,4
53	Jun	120,7	129,4	136,8	144,2
53	Jul	113,1	120,3	127,5	134,7
53	Aug	96,9	103,3	108,9	114,5
53	Sep	74,7	81,7	88,1	94,5
53	Okt	45,9	52,5	59,0	65,5
53	Nov	17,9	22,4	25,8	29,2
53	Dez	5,3	7,3	9,2	11,1
53	2017	822,2	903,7	977,9	1052,1
54	Jan	20,8	29,9	37,8	45,7
54	Feb	33,1	38,3	43,4	48,5
54	Mär	81,8	91,4	99,1	106,8
54	Apr	108,3	117,7	126,3	134,9
54	Mai	124,5	132,5	139,3	146,1
54	Jun	130,7	140,1	149,5	158,9
54	Jul	118,8	126,8	132,9	139,0
54	Aug	102,6	110,4	117,6	124,8
54	Sep	76,7	84,2	90,0	95,8
54	Okt	48,1	56,0	62,5	69,0
54	Nov	19,5	23,1	26,6	30,1
54	Dez	7,5	9,5	11,6	13,7
54	2017	872,4	959,9	1036,6	1113,3
55	Jan	22,0	30,6	38,8	47,0
55	Feb	34,3	40,0	46,4	52,8
55	Mär	81,8	92,2	100,3	108,4
55	Apr	111,0	120,4	127,9	135,4
55	Mai	124,2	132,3	139,1	145,9
55	Jun	135,6	144,5	151,7	158,9
55	Jul	120,8	128,0	133,9	139,8
55	Aug	105,9	113,4	121,4	129,4
55	Sep	77,2	85,0	92,0	99,0
55	Okt	48,5	57,1	64,7	72,3

*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	19,5	23,3	27,3	31,3
55	Dez	8,1	10,3	12,5	14,7
55	2017	888,9	977,1	1056,0	1134,9
56	Jan	15,6	26,9	36,0	45,1
56	Feb	33,0	38,4	43,6	48,8
56	Mär	80,3	89,9	97,0	104,1
56	Apr	103,1	111,6	120,6	129,6
56	Mai	121,1	128,5	135,1	141,7
56	Jun	124,0	132,5	141,0	149,5
56	Jul	114,6	122,0	129,1	136,2
56	Aug	99,5	107,1	113,0	118,9
56	Sep	73,8	81,3	88,5	95,7
56	Okt	45,6	52,6	59,7	66,8
56	Nov	17,0	21,4	25,1	28,8
56	Dez	5,6	7,7	10,0	12,3
56	2017	833,2	919,9	998,7	1077,5
57	Jan	15,7	26,7	35,5	44,3
57	Feb	33,1	38,8	43,6	48,4
57	Mär	79,1	88,6	95,8	103,0
57	Apr	96,3	104,3	111,2	118,1
57	Mai	120,0	126,4	132,9	139,4
57	Jun	117,8	125,5	132,6	139,7
57	Jul	111,6	118,3	124,7	131,1
57	Aug	98,1	104,7	110,3	115,9
57	Sep	73,5	79,8	86,6	93,4
57	Okt	44,2	50,2	56,4	62,6
57	Nov	16,4	20,2	23,9	27,6
57	Dez	5,8	7,4	9,4	11,4
57	2017	811,6	890,9	962,9	1034,9
58	Jan	16,6	26,5	34,9	43,3
58	Feb	32,4	38,1	43,0	47,9
58	Mär	77,7	86,7	94,1	101,5
58	Apr	92,9	99,2	105,0	110,8
58	Mai	117,5	124,5	131,6	138,7

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
58	Jun	114,5	120,6	127,3	134,0
58	Jul	109,6	115,6	121,8	128,0
58	Aug	95,2	102,0	108,0	114,0
58	Sep	71,6	78,1	84,7	91,3
58	Okt	42,2	48,2	54,2	60,2
58	Nov	16,1	19,1	22,8	26,5
58	Dez	5,1	7,0	8,8	10,6
58	2017	791,4	865,6	936,2	1006,8
59	Jan	17,7	26,4	34,7	43,0
59	Feb	30,2	35,8	41,3	46,8
59	Mär	77,6	87,2	94,7	102,2
59	Apr	92,5	99,2	105,4	111,6
59	Mai	117,0	123,9	130,9	137,9
59	Jun	111,5	118,8	125,9	133,0
59	Jul	109,4	116,0	122,5	129,0
59	Aug	96,6	104,3	110,0	115,7
59	Sep	71,4	78,3	85,0	91,7
59	Okt	43,3	49,9	56,2	62,5
59	Nov	15,5	18,7	22,4	26,1
59	Dez	6,2	8,0	10,1	12,2
59	2017	788,9	866,5	939,1	1011,7

## A.11 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 6xxxx

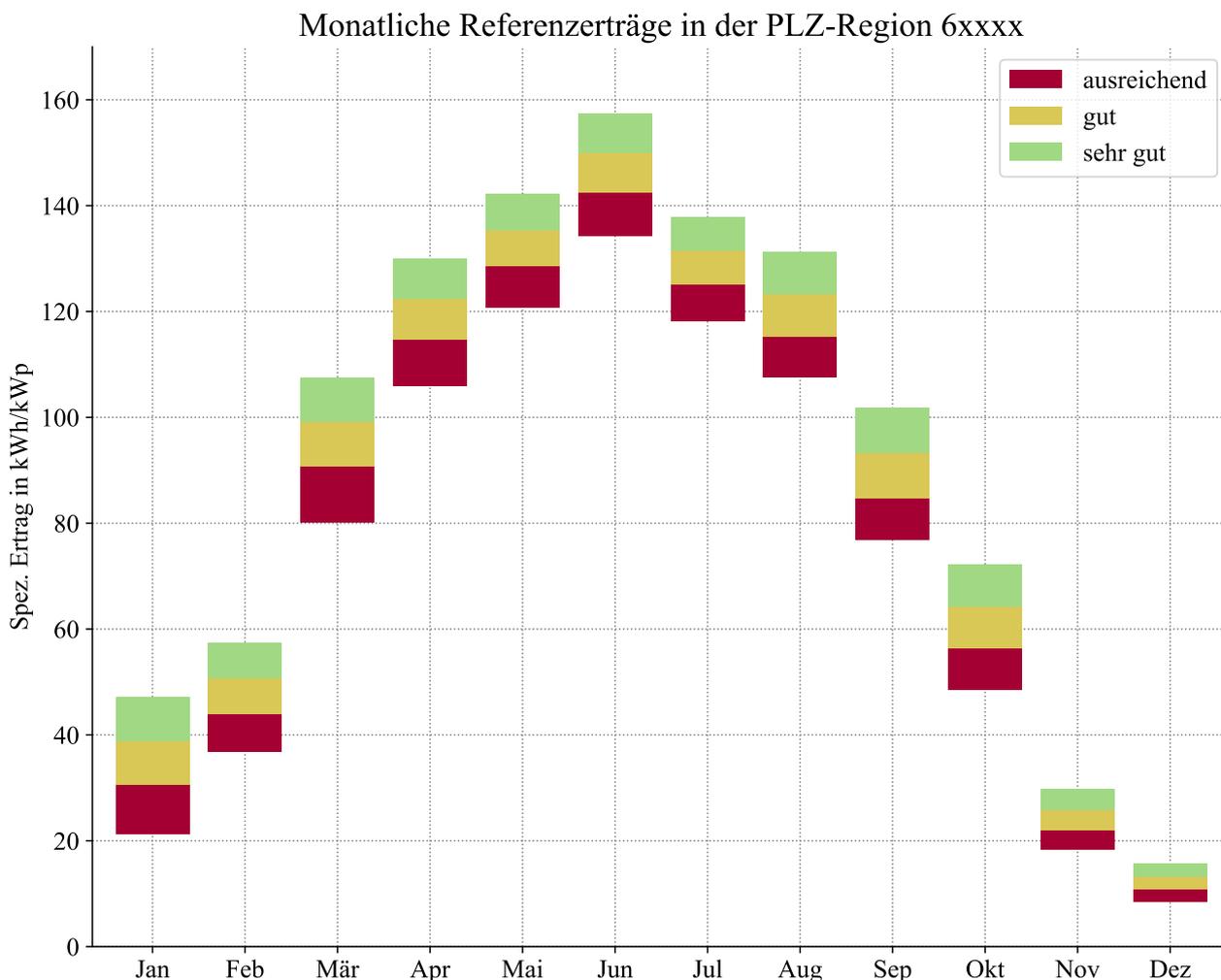


Abbildung A.21: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 6xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
60	Jan	21,6	30,7	39,0	47,3
60	Feb	36,9	44,2	51,2	58,2
60	Mär	78,0	87,4	95,5	103,6
60	Apr	102,6	110,8	118,4	126,0
60	Mai	117,3	124,9	130,8	136,7
60	Jun	131,7	139,5	146,1	152,7
60	Jul	115,2	122,0	128,2	134,4

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	106,4	113,8	121,5	129,2
60	Sep	75,3	82,5	91,2	99,9
60	Okt	46,1	52,7	60,2	67,7
60	Nov	17,7	21,2	24,6	28,0
60	Dez	8,2	10,2	11,9	13,6
60	2017	857,0	939,9	1018,6	1097,3
61	Jan	18,8	29,5	37,9	46,3
61	Feb	35,8	42,8	48,5	54,2
61	Mär	78,6	88,3	95,6	102,9
61	Apr	102,7	110,0	116,8	123,6
61	Mai	117,8	125,0	130,6	136,2
61	Jun	127,4	136,8	143,3	149,8
61	Jul	115,0	121,9	127,9	133,9
61	Aug	105,3	112,2	119,0	125,8
61	Sep	73,6	80,6	88,4	96,2
61	Okt	45,7	51,3	57,1	62,9
61	Nov	17,0	20,2	23,3	26,4
61	Dez	6,8	9,1	11,2	13,3
61	2017	844,5	927,7	999,6	1071,5
63	Jan	19,8	30,8	39,7	48,6
63	Feb	37,2	44,8	51,7	58,6
63	Mär	78,7	88,4	96,3	104,2
63	Apr	100,7	108,9	115,4	121,9
63	Mai	120,2	128,0	134,9	141,8
63	Jun	132,2	140,6	148,7	156,8
63	Jul	116,2	123,3	129,9	136,5
63	Aug	109,1	116,9	125,8	134,7
63	Sep	73,4	80,8	89,5	98,2
63	Okt	46,0	53,2	61,3	69,4
63	Nov	16,8	20,1	23,2	26,3
63	Dez	8,0	10,4	13,1	15,8
63	2017	858,3	946,2	1029,5	1112,8
64	Jan	22,1	31,4	39,6	47,8
64	Feb	38,0	45,8	52,7	59,6

*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	79,6	91,4	100,0	108,6
64	Apr	104,9	114,7	123,3	131,9
64	Mai	120,0	128,2	135,7	143,2
64	Jun	136,1	144,1	152,4	160,7
64	Jul	118,1	125,5	132,4	139,3
64	Aug	108,0	116,7	125,4	134,1
64	Sep	78,0	86,5	95,1	103,7
64	Okt	48,9	57,2	66,3	75,4
64	Nov	18,1	21,9	26,1	30,3
64	Dez	9,1	11,4	14,2	17,0
64	2017	880,9	974,8	1063,2	1151,6
65	Jan	18,7	27,9	36,6	45,3
65	Feb	34,8	41,3	46,9	52,5
65	Mär	80,1	90,7	97,9	105,1
65	Apr	104,6	114,1	121,8	129,5
65	Mai	120,2	127,9	134,5	141,1
65	Jun	129,1	138,2	145,7	153,2
65	Jul	117,4	124,0	130,1	136,2
65	Aug	104,1	111,6	118,1	124,6
65	Sep	75,4	83,0	90,3	97,6
65	Okt	46,1	53,3	61,5	69,7
65	Nov	17,9	21,7	25,7	29,7
65	Dez	6,8	9,4	11,4	13,4
65	2017	855,2	943,1	1020,5	1097,9
66	Jan	22,8	31,1	38,9	46,7
66	Feb	35,0	40,9	48,1	55,3
66	Mär	82,7	93,0	101,7	110,4
66	Apr	112,0	121,2	128,7	136,2
66	Mai	124,5	132,6	139,5	146,4
66	Jun	137,3	145,9	152,8	159,7
66	Jul	121,5	128,6	134,4	140,2
66	Aug	107,1	114,9	122,9	130,9
66	Sep	78,7	86,1	93,9	101,7
66	Okt	50,3	58,7	66,4	74,1

*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	20,1	23,7	27,8	31,9
66	Dez	8,6	11,0	13,5	16,0
66	2017	900,6	987,7	1068,6	1149,5
67	Jan	23,0	31,2	39,1	47,0
67	Feb	35,7	42,2	48,8	55,4
67	Mär	81,9	92,7	101,6	110,5
67	Apr	110,5	120,2	128,2	136,2
67	Mai	123,8	132,0	139,2	146,4
67	Jun	137,9	146,2	152,9	159,6
67	Jul	120,9	128,1	134,0	139,9
67	Aug	108,4	115,9	123,8	131,7
67	Sep	78,6	86,5	94,9	103,3
67	Okt	50,0	58,8	66,6	74,4
67	Nov	20,0	23,8	28,0	32,2
67	Dez	9,2	11,3	13,8	16,3
67	2017	899,9	988,9	1070,9	1152,9
68	Jan	23,4	31,5	39,7	47,9
68	Feb	38,5	46,4	53,7	61,0
68	Mär	81,5	93,4	103,1	112,8
68	Apr	109,0	118,6	127,2	135,8
68	Mai	121,2	129,2	136,6	144,0
68	Jun	137,6	145,4	153,6	161,8
68	Jul	119,3	126,7	133,7	140,7
68	Aug	108,9	117,4	126,1	134,8
68	Sep	80,1	88,9	99,2	109,5
68	Okt	51,8	61,5	70,1	78,7
68	Nov	19,9	24,1	29,0	33,9
68	Dez	9,9	12,7	15,6	18,5
68	2017	901,1	995,8	1087,6	1179,4
69	Jan	21,9	30,9	39,3	47,7
69	Feb	39,0	47,3	54,2	61,1
69	Mär	79,7	91,6	100,6	109,6
69	Apr	105,9	114,4	121,6	128,8
69	Mai	121,6	129,3	136,6	143,9

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	138,2	146,2	154,0	161,8
69	Jul	119,1	126,5	132,6	138,7
69	Aug	109,9	118,5	126,5	134,5
69	Sep	79,3	88,6	96,9	105,2
69	Okt	51,8	61,7	69,8	77,9
69	Nov	18,1	21,7	26,0	30,3
69	Dez	9,6	12,2	15,2	18,2
69	2017	894,1	988,9	1073,3	1157,7

## A.12 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 7xxxx

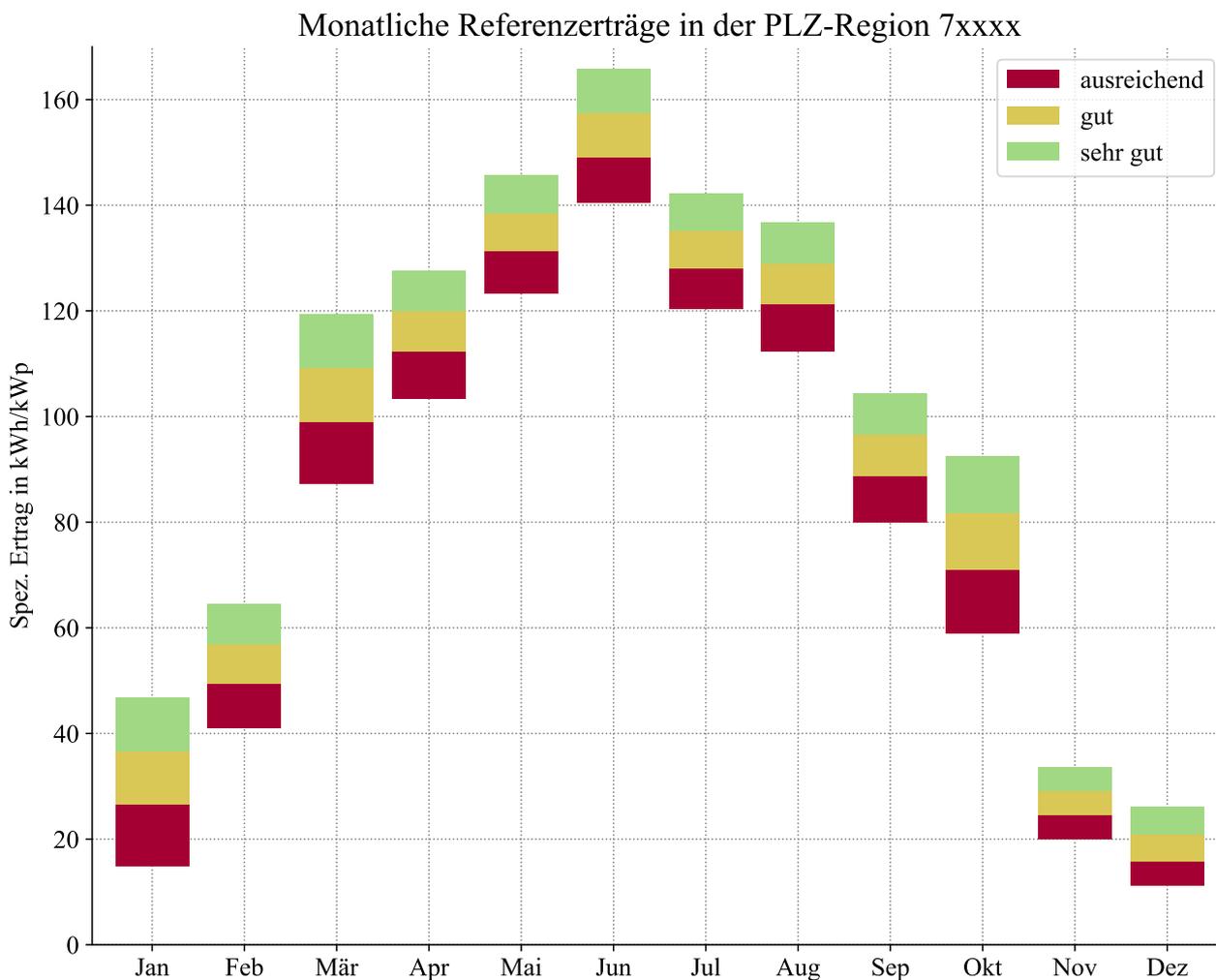


Abbildung A.22: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 7xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
70	Jan	15,3	26,9	37,8	48,7
70	Feb	42,3	51,3	58,5	65,7
70	Mär	88,0	100,2	109,6	119,0
70	Apr	102,2	111,4	118,5	125,6
70	Mai	122,8	130,4	137,1	143,8
70	Jun	142,8	151,3	159,5	167,7
70	Jul	120,4	127,8	135,1	142,4

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	112,7	121,5	128,9	136,3
70	Sep	80,4	89,2	96,8	104,4
70	Okt	60,9	73,3	83,0	92,7
70	Nov	20,0	24,3	28,7	33,1
70	Dez	12,2	17,4	22,7	28,0
70	2017	920,0	1025,0	1116,2	1207,4
71	Jan	16,1	27,7	38,3	48,9
71	Feb	42,3	50,9	57,9	64,9
71	Mär	86,8	98,8	108,5	118,2
71	Apr	102,4	111,6	118,5	125,4
71	Mai	123,0	130,6	137,4	144,2
71	Jun	142,5	151,1	159,2	167,3
71	Jul	120,6	127,9	135,1	142,3
71	Aug	112,8	121,5	128,8	136,1
71	Sep	80,4	89,1	96,5	103,9
71	Okt	59,2	71,5	81,6	91,7
71	Nov	19,2	23,6	28,0	32,4
71	Dez	11,5	16,3	21,8	27,3
71	2017	916,8	1020,6	1111,6	1202,6
72	Jan	12,9	24,4	35,3	46,2
72	Feb	41,4	49,7	57,1	64,5
72	Mär	88,1	100,5	110,8	121,1
72	Apr	102,9	111,7	119,2	126,7
72	Mai	123,6	131,9	139,3	146,7
72	Jun	140,9	149,5	158,0	166,5
72	Jul	120,6	128,2	135,5	142,8
72	Aug	112,8	122,2	129,9	137,6
72	Sep	80,9	89,9	97,5	105,1
72	Okt	60,9	73,3	83,9	94,5
72	Nov	20,4	24,8	29,3	33,8
72	Dez	11,4	16,3	21,3	26,3
72	2017	916,8	1022,4	1117,1	1211,8
73	Jan	14,9	27,6	37,9	48,2
73	Feb	41,1	49,2	56,3	63,4

*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	86,2	98,6	108,1	117,6
73	Apr	99,1	107,6	114,9	122,2
73	Mai	125,0	132,9	140,3	147,7
73	Jun	140,7	149,1	157,1	165,1
73	Jul	121,5	128,8	135,6	142,4
73	Aug	114,1	122,8	130,0	137,2
73	Sep	78,8	87,2	94,5	101,8
73	Okt	59,3	71,8	82,5	93,2
73	Nov	19,7	23,9	27,8	31,7
73	Dez	12,5	17,6	23,1	28,6
73	2017	912,9	1017,1	1108,1	1199,1
74	Jan	19,0	30,0	40,3	50,6
74	Feb	40,6	48,7	55,8	62,9
74	Mär	82,7	93,4	102,7	112,0
74	Apr	102,8	111,0	118,2	125,4
74	Mai	123,5	131,3	138,8	146,3
74	Jun	140,2	148,5	156,6	164,7
74	Jul	119,6	126,9	133,9	140,9
74	Aug	112,2	120,7	128,6	136,5
74	Sep	76,8	85,6	94,2	102,8
74	Okt	52,2	62,9	74,3	85,7
74	Nov	18,7	22,4	26,6	30,8
74	Dez	10,6	14,1	18,4	22,7
74	2017	898,9	995,5	1088,4	1181,3
75	Jan	18,0	29,1	38,4	47,7
75	Feb	42,3	50,6	57,6	64,6
75	Mär	86,7	98,2	108,0	117,8
75	Apr	103,7	113,1	120,2	127,3
75	Mai	122,7	130,4	137,3	144,2
75	Jun	141,0	149,6	157,9	166,2
75	Jul	120,2	127,6	134,7	141,8
75	Aug	112,2	120,4	127,6	134,8
75	Sep	81,0	89,7	97,3	104,9
75	Okt	58,5	70,2	80,4	90,6

*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	19,8	23,9	28,6	33,3
75	Dez	11,4	15,8	20,7	25,6
75	2017	917,5	1018,6	1108,7	1198,8
76	Jan	20,0	29,6	38,2	46,8
76	Feb	37,9	46,0	54,5	63,0
76	Mär	84,9	96,1	106,0	115,9
76	Apr	106,4	115,8	124,7	133,6
76	Mai	123,6	131,2	138,4	145,6
76	Jun	139,6	147,7	155,6	163,5
76	Jul	120,7	128,1	134,8	141,5
76	Aug	110,0	118,2	126,4	134,6
76	Sep	79,8	88,0	96,2	104,4
76	Okt	54,3	64,4	75,8	87,2
76	Nov	20,2	24,4	28,7	33,0
76	Dez	9,6	12,9	17,6	22,3
76	2017	907,0	1002,4	1096,9	1191,4
77	Jan	13,9	25,5	35,5	45,5
77	Feb	41,6	50,1	57,9	65,7
77	Mär	87,9	100,4	111,3	122,2
77	Apr	103,7	113,5	121,6	129,7
77	Mai	122,2	130,0	137,4	144,8
77	Jun	139,4	148,5	157,4	166,3
77	Jul	119,6	127,8	135,1	142,4
77	Aug	111,7	121,1	129,1	137,1
77	Sep	80,5	89,7	97,9	106,1
77	Okt	60,2	72,8	84,0	95,2
77	Nov	20,6	25,4	30,0	34,6
77	Dez	11,1	16,0	21,4	26,8
77	2017	912,4	1020,8	1118,6	1216,4
78	Jan	9,9	21,2	32,9	44,6
78	Feb	41,6	49,7	57,7	65,7
78	Mär	90,3	102,4	112,8	123,2
78	Apr	102,0	111,2	119,0	126,8
78	Mai	124,0	132,6	140,1	147,6

*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	139,9	148,9	157,4	165,9
78	Jul	121,0	129,2	136,1	143,0
78	Aug	113,7	123,1	131,0	138,9
78	Sep	81,3	90,2	97,7	105,2
78	Okt	63,0	76,2	86,5	96,8
78	Nov	21,0	25,9	30,5	35,1
78	Dez	11,1	16,6	22,1	27,6
78	2017	918,8	1027,2	1123,8	1220,4
79	Jan	9,4	22,9	32,2	41,5
79	Feb	40,0	49,1	57,2	65,3
79	Mär	90,5	101,6	113,8	126,0
79	Apr	107,1	116,9	125,1	133,3
79	Mai	122,6	131,9	139,5	147,1
79	Jun	137,4	147,4	155,9	164,4
79	Jul	119,5	128,3	135,3	142,3
79	Aug	111,2	121,5	129,5	137,5
79	Sep	80,0	89,4	97,6	105,8
79	Okt	60,9	73,4	85,8	98,2
79	Nov	21,4	26,8	32,4	38,0
79	Dez	10,4	15,4	20,8	26,2
79	2017	910,4	1024,6	1125,1	1225,6

## A.13 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 8xxxx

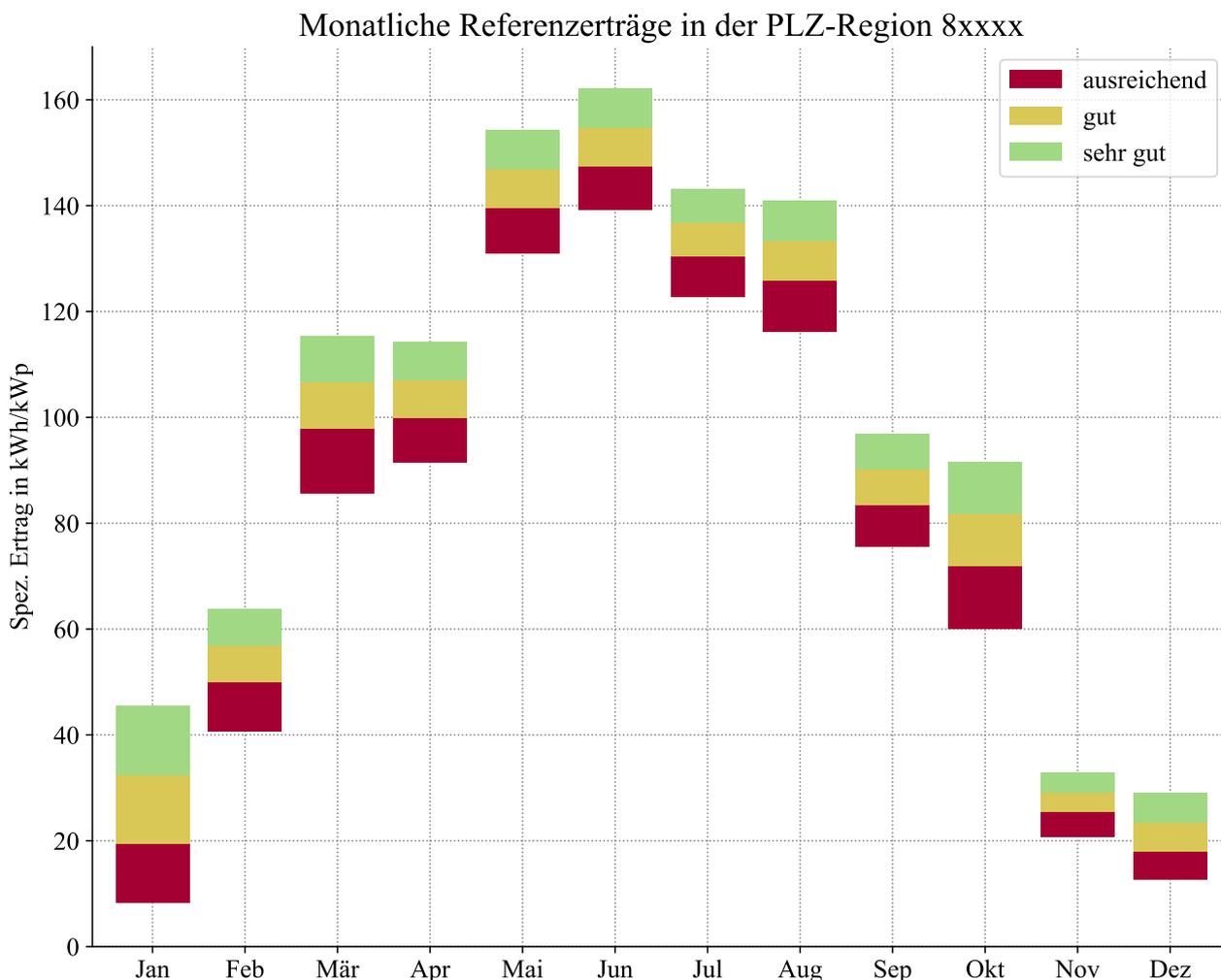


Abbildung A.23: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 8xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
80	Jan	6,2	14,9	29,5	44,1
80	Feb	40,2	51,1	57,7	64,3
80	Mär	84,4	96,2	104,5	112,8
80	Apr	85,2	93,4	100,6	107,8
80	Mai	132,2	141,7	149,0	156,3
80	Jun	136,8	145,3	152,2	159,1
80	Jul	121,5	129,8	136,4	143,0

Fortsetzung auf nächster Seite

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
80	Aug	115,7	125,8	133,8	141,8
80	Sep	73,1	80,2	86,8	93,4
80	Okt	60,7	72,5	81,5	90,5
80	Nov	20,9	26,4	30,0	33,6
80	Dez	13,0	18,7	24,4	30,1
80	2017	889,9	996,0	1086,4	1176,8
81	Jan	6,1	14,8	29,4	44,0
81	Feb	40,3	51,2	57,9	64,6
81	Mär	84,4	96,2	104,6	113,0
81	Apr	85,4	93,5	100,8	108,1
81	Mai	132,5	141,9	149,0	156,1
81	Jun	137,0	145,5	152,3	159,1
81	Jul	121,5	129,9	136,4	142,9
81	Aug	115,7	125,8	133,8	141,8
81	Sep	73,1	80,3	86,9	93,5
81	Okt	60,7	72,6	81,5	90,4
81	Nov	20,9	26,5	30,0	33,5
81	Dez	13,1	18,7	24,4	30,1
81	2017	890,7	996,9	1087,0	1177,1
82	Jan	8,0	19,0	32,7	46,4
82	Feb	39,9	50,1	56,4	62,7
82	Mär	84,9	98,1	107,1	116,1
82	Apr	88,6	97,4	105,4	113,4
82	Mai	130,5	139,3	146,5	153,7
82	Jun	137,2	145,3	152,1	158,9
82	Jul	122,5	129,8	135,9	142,0
82	Aug	115,0	125,1	132,6	140,1
82	Sep	74,9	82,8	89,7	96,6
82	Okt	60,6	73,7	83,4	93,1
82	Nov	20,5	25,0	28,8	32,6
82	Dez	13,1	18,9	24,8	30,7
82	2017	895,7	1004,5	1095,4	1186,3
83	Jan	8,0	19,4	32,2	45,0
83	Feb	41,4	51,6	58,5	65,4

*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	84,3	95,3	103,7	112,1
83	Apr	87,8	95,4	102,6	109,8
83	Mai	135,4	143,9	151,9	159,9
83	Jun	139,7	147,4	155,1	162,8
83	Jul	123,6	131,3	138,0	144,7
83	Aug	117,5	127,4	135,8	144,2
83	Sep	73,3	80,4	86,8	93,2
83	Okt	60,1	70,6	79,7	88,8
83	Nov	21,5	26,6	30,1	33,6
83	Dez	13,3	18,9	23,8	28,7
83	2017	905,9	1008,2	1098,2	1188,2
84	Jan	4,1	15,9	30,6	45,3
84	Feb	43,0	52,8	60,1	67,4
84	Mär	84,5	94,4	102,1	109,8
84	Apr	90,8	98,1	104,9	111,7
84	Mai	138,0	146,1	153,8	161,5
84	Jun	143,5	151,6	159,2	166,8
84	Jul	125,4	132,6	139,0	145,4
84	Aug	120,4	129,6	137,3	145,0
84	Sep	73,2	80,3	86,5	92,7
84	Okt	53,4	61,9	71,8	81,7
84	Nov	21,5	25,8	29,3	32,8
84	Dez	10,6	15,1	20,6	26,1
84	2017	908,4	1004,2	1095,2	1186,2
85	Jan	9,5	22,8	35,6	48,4
85	Feb	42,3	51,4	58,2	65,0
85	Mär	83,6	94,6	103,2	111,8
85	Apr	92,4	100,5	107,6	114,7
85	Mai	132,0	141,0	149,0	157,0
85	Jun	140,7	148,4	155,9	163,4
85	Jul	123,6	131,0	137,2	143,4
85	Aug	117,1	126,4	134,0	141,6
85	Sep	73,1	80,4	87,4	94,4
85	Okt	55,5	65,6	77,1	88,6

*Fortsetzung auf nächster Seite*

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
85	Nov	20,8	25,1	28,6	32,1
85	Dez	12,8	17,4	22,7	28,0
85	2017	903,4	1004,6	1096,5	1188,4
86	Jan	11,4	24,2	35,6	47,0
86	Feb	39,7	48,3	55,4	62,5
86	Mär	85,3	98,3	107,7	117,1
86	Apr	94,2	103,0	110,0	117,0
86	Mai	128,3	136,5	143,7	150,9
86	Jun	139,1	147,3	154,9	162,5
86	Jul	122,1	129,5	135,8	142,1
86	Aug	115,0	124,4	131,6	138,8
86	Sep	76,2	84,9	92,1	99,3
86	Okt	59,4	72,4	83,0	93,6
86	Nov	20,1	24,3	27,9	31,5
86	Dez	13,1	18,7	23,7	28,7
86	2017	903,9	1011,8	1101,4	1191,0
87	Jan	9,4	19,4	31,9	44,4
87	Feb	39,1	46,9	53,5	60,1
87	Mär	87,5	102,0	110,5	119,0
87	Apr	94,4	103,2	110,0	116,8
87	Mai	129,1	137,2	143,9	150,6
87	Jun	138,5	146,6	153,3	160,0
87	Jul	123,6	130,4	136,5	142,6
87	Aug	116,2	125,4	132,5	139,6
87	Sep	78,5	87,2	94,2	101,2
87	Okt	63,0	77,3	86,9	96,5
87	Nov	20,6	25,1	28,7	32,3
87	Dez	12,9	18,3	24,0	29,7
87	2017	912,8	1019,0	1105,9	1192,8
88	Jan	10,2	21,1	32,9	44,7
88	Feb	40,2	48,2	55,9	63,6
88	Mär	89,6	103,1	112,6	122,1
88	Apr	99,1	108,0	115,6	123,2
88	Mai	125,3	133,9	140,8	147,7

*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	140,4	148,7	157,0	165,3
88	Jul	122,4	130,1	136,6	143,1
88	Aug	114,7	124,3	131,4	138,5
88	Sep	80,9	89,8	96,6	103,4
88	Okt	63,8	77,3	87,1	96,9
88	Nov	20,6	25,3	29,3	33,3
88	Dez	11,6	17,3	23,0	28,7
88	2017	918,8	1027,1	1118,8	1210,5
89	Jan	10,7	22,1	33,9	45,7
89	Feb	40,5	48,4	55,5	62,6
89	Mär	88,0	101,4	110,6	119,8
89	Apr	97,5	105,9	113,2	120,5
89	Mai	126,1	134,8	141,9	149,0
89	Jun	140,0	148,2	156,1	164,0
89	Jul	122,2	129,8	136,2	142,6
89	Aug	114,9	124,2	131,4	138,6
89	Sep	79,8	88,4	95,3	102,2
89	Okt	62,2	75,8	85,5	95,2
89	Nov	20,3	24,7	28,6	32,5
89	Dez	12,5	17,9	23,6	29,3
89	2017	914,7	1021,6	1111,8	1202,0

## A.14 Ertragsdaten für den Postleitzahlbereich 9xxxx

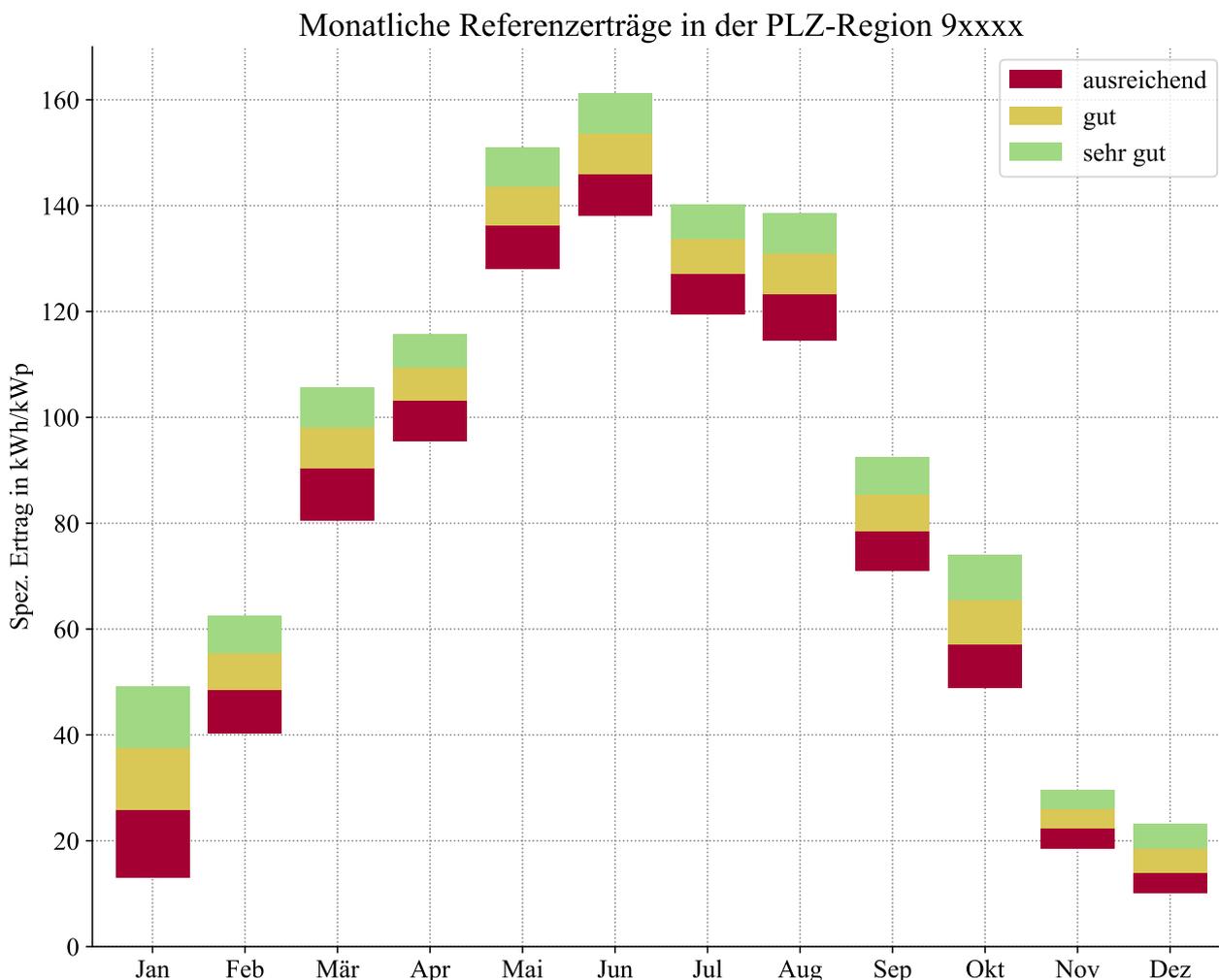


Abbildung A.24: Ertragsreferenzplot der monatlichen spezifischen Erträge in kWh/kWp für den Postleitzahlbereich 9xxxx im Kalenderjahr 2017.

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

PLZ	Monat	ausreichend	gut	sehr gut	Obergrenze
90	Jan	14,5	29,6	41,6	53,6
90	Feb	44,4	52,4	59,3	66,2
90	Mär	81,6	90,7	98,1	105,5
90	Apr	98,2	105,6	111,2	116,8
90	Mai	128,0	136,5	144,2	151,9
90	Jun	140,9	149,0	156,1	163,2
90	Jul	121,9	130,4	136,1	141,8

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	115,5	124,8	131,5	138,2
90	Sep	71,1	78,5	84,7	90,9
90	Okt	50,8	58,9	67,0	75,1
90	Nov	19,7	23,7	27,1	30,5
90	Dez	11,5	15,6	20,3	25,0
90	2017	898,1	995,7	1077,2	1158,7
91	Jan	13,0	26,5	37,7	48,9
91	Feb	41,2	49,8	56,1	62,4
91	Mär	83,1	94,1	103,4	112,7
91	Apr	96,3	104,7	111,2	117,7
91	Mai	127,9	136,2	143,8	151,4
91	Jun	139,7	147,8	155,3	162,8
91	Jul	121,3	128,8	135,4	142,0
91	Aug	114,7	123,7	130,9	138,1
91	Sep	73,9	81,8	90,4	99,0
91	Okt	54,0	64,3	76,9	89,5
91	Nov	19,2	23,1	27,0	30,9
91	Dez	11,9	16,2	21,7	27,2
91	2017	896,2	997,0	1089,8	1182,6
92	Jan	10,0	23,7	36,8	49,9
92	Feb	43,0	52,0	59,7	67,4
92	Mär	81,6	92,1	100,1	108,1
92	Apr	95,1	103,1	109,5	115,9
92	Mai	131,2	140,3	148,5	156,7
92	Jun	142,3	149,4	156,4	163,4
92	Jul	122,2	130,3	136,6	142,9
92	Aug	116,8	125,9	133,0	140,1
92	Sep	71,1	78,0	84,5	91,0
92	Okt	51,3	59,3	68,1	76,9
92	Nov	20,1	24,0	27,7	31,4
92	Dez	11,6	15,5	20,3	25,1
92	2017	896,3	993,6	1081,2	1168,8
93	Jan	4,4	18,1	31,7	45,3
93	Feb	42,9	52,8	60,3	67,8

*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	83,5	93,8	101,6	109,4
93	Apr	92,6	99,7	106,2	112,7
93	Mai	137,7	146,0	153,6	161,2
93	Jun	144,3	152,2	159,8	167,4
93	Jul	125,1	132,5	139,0	145,5
93	Aug	119,6	129,2	137,0	144,8
93	Sep	72,7	79,6	85,8	92,0
93	Okt	52,2	59,6	67,6	75,6
93	Nov	21,0	25,2	28,7	32,2
93	Dez	10,3	14,6	19,7	24,8
93	2017	906,3	1003,3	1091,0	1178,7
94	Jan	3,1	15,9	30,6	45,3
94	Feb	43,4	53,4	60,9	68,4
94	Mär	84,1	94,0	101,2	108,4
94	Apr	92,5	99,3	105,6	111,9
94	Mai	139,4	147,7	154,7	161,7
94	Jun	146,1	153,8	160,9	168,0
94	Jul	126,2	133,3	139,6	145,9
94	Aug	121,5	130,7	138,1	145,5
94	Sep	72,8	80,3	86,0	91,7
94	Okt	52,2	59,6	66,8	74,0
94	Nov	21,4	25,7	28,9	32,1
94	Dez	9,4	13,7	19,0	24,3
94	2017	912,1	1007,4	1092,3	1177,2
95	Jan	13,4	27,5	39,3	51,1
95	Feb	41,7	49,3	57,0	64,7
95	Mär	80,4	89,4	96,6	103,8
95	Apr	95,3	103,7	109,7	115,7
95	Mai	127,2	135,5	143,2	150,9
95	Jun	138,5	146,7	154,5	162,3
95	Jul	119,6	127,8	134,7	141,6
95	Aug	114,5	123,6	130,5	137,4
95	Sep	69,5	76,5	82,9	89,3
95	Okt	48,3	56,2	63,8	71,4

*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	18,5	22,5	26,5	30,5
95	Dez	10,8	14,6	19,3	24,0
95	2017	877,7	973,3	1058,0	1142,7
96	Jan	17,7	30,7	42,2	53,7
96	Feb	39,5	46,8	53,7	60,6
96	Mär	79,3	88,7	96,1	103,5
96	Apr	96,6	104,6	111,0	117,4
96	Mai	125,1	132,9	140,1	147,3
96	Jun	136,9	144,7	153,1	161,5
96	Jul	117,5	125,3	132,6	139,9
96	Aug	113,1	121,8	129,5	137,2
96	Sep	69,5	76,6	84,2	91,8
96	Okt	46,3	54,0	62,7	71,4
96	Nov	17,3	21,1	24,3	27,5
96	Dez	10,0	13,7	17,9	22,1
96	2017	868,8	960,9	1047,4	1133,9
97	Jan	19,6	31,8	41,5	51,2
97	Feb	39,4	47,5	53,6	59,7
97	Mär	79,2	89,0	96,7	104,4
97	Apr	98,8	106,9	113,6	120,3
97	Mai	121,6	129,8	137,8	145,8
97	Jun	135,0	143,5	151,8	160,1
97	Jul	117,0	124,5	131,6	138,7
97	Aug	111,6	119,5	128,0	136,5
97	Sep	71,9	80,0	88,3	96,6
97	Okt	46,9	55,1	63,4	71,7
97	Nov	17,0	20,4	23,8	27,2
97	Dez	9,1	12,1	16,0	19,9
97	2017	867,1	960,1	1046,1	1132,1
98	Jan	18,4	30,6	40,6	50,6
98	Feb	36,7	44,3	51,4	58,5
98	Mär	77,6	87,2	95,1	103,0
98	Apr	97,0	104,2	110,5	116,8
98	Mai	122,1	130,9	137,1	143,3

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	132,4	140,6	148,5	156,4
98	Jul	114,7	121,8	128,4	135,0
98	Aug	112,0	120,1	128,6	137,1
98	Sep	69,4	76,2	83,9	91,6
98	Okt	44,1	51,3	59,3	67,3
98	Nov	16,1	19,8	23,1	26,4
98	Dez	8,9	12,3	16,5	20,7
98	2017	849,4	939,3	1023,0	1106,7
99	Jan	15,9	24,1	33,0	41,9
99	Feb	31,2	36,5	42,8	49,1
99	Mär	74,9	85,2	91,9	98,6
99	Apr	93,2	101,0	106,4	111,8
99	Mai	119,6	127,2	133,8	140,4
99	Jun	124,2	132,1	139,7	147,3
99	Jul	109,5	116,7	122,7	128,7
99	Aug	105,3	113,8	122,5	131,2
99	Sep	69,4	76,9	83,9	90,9
99	Okt	43,9	52,1	59,5	66,9
99	Nov	15,4	18,4	23,1	27,8
99	Dez	8,1	11,0	14,8	18,6
99	2017	810,6	895,0	974,1	1053,2