08.09 Solaranlagen

Problemstellung

Erneuerbare Energien, also vorrangig Windkraft, Geothermie, Biomasse und Solarenergie, stellen für die Energieversorgung Berlins als unerschöpfliche Quellen eine bedeutende Alternative bzw. Ergänzung zu den fossilen Brennstoffen dar. Der Ausbau der Solarenergienutzung wird dabei als besonders wichtiger Baustein in der Klimaschutzstrategie Berlins hervorgehoben, da, mit über 560.000 Gebäuden in Berlin, Dächer und Häuserfassaden, im Gegensatz zu geeigneten Windkraftstandorten, reichlich vorhanden sind. Der Senat von Berlin strebt eine klimaneutrale Energieversorgung der Stadt bis 2050 an. Im Berliner Energiewendegesetz vom 22. März 2016 (EWG Bln 2016) § 16 ist die vermehrte Erzeugung und Nutzung von erneuerbaren Energien auf öffentlichen Gebäuden als Ziel festgesetzt. Zusätzlich wurde der Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere die Nutzung der Solarpotenziale, im Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030) durch den Berliner Senat beschlossen (Abgeordnetenhaus Berlin 2016).

Eine wichtige Grundlage, die zum Abbau der bestehenden Hemmnisse und des bisher noch vergleichsweise niedrigen Ausbaustandes der Solarenergie beitragen soll, ist gemäß BEK 2030 der „Masterplan Solarcity“. Im September 2019 wurde der verantwortlichen Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe nach einem ausführlichen Beteiligungsprozess die „Expertenempfehlung zum Masterplan Solarcity Berlin“ übergeben, die mit einem umfangreichen Maßnahmenkatalog die Basis für den weiteren Ausbau der Solarenergie in Berlin ist. Die Studie bescheinigt Berlin einen möglichen Solarstromanteil von 25 % – bessere Rahmenbedingungen auf Bundesebene, kreative Ansätze vor Ort sowie die Nutzung eines Instrumentenmixes vorausgesetzt (Masterplan Solarcity).

Am 10.03.2020 beschloss der Senat auf dieser Grundlage einen umfassenden Maßnahmenplan, um den Solarausbau in Berlin zu beschleunigen (Senatskanzlei 2020). Seit 2021 werden jährlich Monitoringberichte zum Masterplan Solarcity veröffentlicht. Derzeit liegt der zweite Bericht vor, der dritte wird im November 2023 erwartet (SenWEB 2023).

Einher mit dem Maßnahmenbündel des Masterplanes geht das Solargesetz Berlin. Die **Solarpflicht** gilt seit dem 1. Januar 2023. Die Installation und der Betrieb von Photovoltaikanlagen sind seitdem für Neubauten und Bestandsgebäude unter bestimmten Rahmenbedingungen verpflichtend (SenK 2021).

Auf Bundesebene wurden durch das Jahressteuergesetz 2022 die Umsatzsteuer für Lieferungen sowie die Installation von Solarmodulen, einschließlich der für den Betrieb notwendigen Komponenten und der Speicher, auf 0 Prozent gesenkt (JStG 2022, UStG § 12 Abs. 3). Diese Regelung betrifft Anlagen auf Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und Gebäuden, die für dem Gemeinwohl dienende Tätigkeiten genutzt werden. Die Voraussetzungen für die Befreiung gelten als erfüllt, wenn die Anlagenleistung 30kWp nicht überschreitet. Der Nullsteuersatz gilt seit dem 1. Januar 2023.

Bisher liegt der Solarstromanteil in Berlin bei unter einem Prozent (Berliner Morgenpost 2022). Um die Ausschöpfung der Solarpotenziale im privaten und öffentlichen Bereich zu fördern, wurde, als ein Element des Masterplans Solarcity, im Mai 2019 das Solarzentrum Berlin eröffnet, das als unabhängige Beratungsstelle rund um das Thema Solarenergie arbeitet (Solarzentrum Berlin). Das Zentrum wird von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), Landesverband Berlin Brandenburg, mit Unterstützung der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe betrieben.

Da die räumliche Darstellung und Nutzung von energierelevanten Daten, wie z. B. Solardaten, in Berlin zuvor uneinheitlich und durch verschiedene Angebote realisiert wurde, steht mit dem Energieatlas Berlin seit Juli 2018 ein Fachportal zur Unterstützung der Energiewende bereit, das die wichtigsten Daten benutzerfreundlich und anschaulich präsentiert sowie regelmäßig aktualisiert.

Die im Umweltatlas an dieser Stelle dargestellten Inhalte für

- Photovoltaik (PV), d.h. der direkten Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie, und
- Solarthermie (ST), d.h. der Wärmegewinnung aus der solaren Einstrahlung,

beziehen sich auf die im Energieatlas veröffentlichen Daten und deren Erfassungsstände: 02.03.2023 für die Standortdaten der Photovoltaik-Anlagen und 31.12.2015 bzw. 29.03.2023 (aggregierte BAFA-Daten) für diejenigen der Solarthermie.

Im Rahmen der Fortführung des Energieatlas Berlin werden die Aktualität und Güte der Daten im Bereich der Solaranlagen, vor allem derjenigen mit Photovoltaik, kontinuierlich verbessert.

Seit Mai 2022 liegt als eine der Maßnahmen des Masterplans Solarcity (SenWEB 2019) die Umsetzung des Solarrechners auch in digitaler Form vor. Mit Hilfe der Kartenebenen „Photovoltaik Potenzial“ und „Solarthermie Potenzial“ können sich Hauseigentümer und Mieter, Besitzer von Gewerbe-Immobilien, Wohnungsbaugesellschaften und Energieversorger über die Möglichkeiten der Photovoltaik-Nutzung auf Dachflächen sowie der Solarthermienutzung auf Dächern informieren. Durch diese Maßnahme soll insbesondere die Photovoltaik (PV)-Nutzung in Berlin weiter gefördert werden (IP SYSCON 2022). Die entsprechenden Kartenebenen ergänzen die drei Umweltatlaskarten „Solaranlagen – Photovoltaik (08.09.1)“, „Solaranlagen – Solarthermie (08.09.2)“ und „Solaranlagen – Solare Einstrahlung (08.09.3) (siehe Kartenbeschreibung).

Diese Informationen gewinnen auch mit der seit dem dem 1. Januar 2023 geltenden Solarpflicht für Neubauten sowie für Bestandsgebäude im Falle von wesentlichen Umbauten des Daches an Wert (Solargesetz Berlin 2021). Demnach sind Eigentümer von Gebäuden mit einer Nutzungsfläche von mehr als 50 Quadratmetern dazu verpflichtet, Photovoltaikanlagen auf ihrem Gebäude zu installieren und zu betreiben. Das Gesetz sieht Ausnahmen, Befreiungen und alternative Erfüllungsoptionen vor. Weitere Informationen und einen Praxisleitfaden zum Solargesetz finden Sie hier.

Karte 08.09.1 Photovoltaik

Im Vergleich zur Solarthermie gibt es in Berlin deutlich mehr erfasste Photovoltaikanlagen. So wurden bis zum 23.07.2023 20.985 Anlagen installiert, die zusammen eine installierte Leistung von rund 230 MWp aufweisen. Der darüber jährlich zu produzierende Stromertrag kann nur geschätzt werden und wird bei ca. 207 Mio. kWh/a liegen (abzüglich 5 % bei der Generatorleistung und durchschnittlichem Stromertrag von 900 kWh/a pro kW). Theoretisch können mit dieser Leistung rund 65.400 Haushalte mit einem angenommenen mittleren Stromverbrauch von je 3.000 kWh/a versorgt werden.

Seit der Erstellung des Energieatlas wurde die bisherige Erfassung im Solaranlagenkataster nicht weitergeführt, sondern umgestellt auf eine Kombination mehrerer Quellen (vgl. Datengrundlage) und Auswertedarstellungen. Abbildung 1 verdeutlicht die unterschiedlichen Ausbauzahlen je nach Bezirk (Abb. 1a), vor allem Stadtgebiete mit großräumiger Einzel- und Zweifamilienhausbebauung zeigen die größten Anteile. Dazu passend überwiegt mit rund 19.987 von 20.985 Anlagen die geringste Leistungsklasse mit bis zu 30 kWp (Abb. 1b), wie sie auf kleinen Dächern bevorzugt wird. Die Ausbauzahlen wurden 2014 durch die Novellierung des Gesetzes über den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2014) am 01. August 2014 negativ beeinflusst, bis zu diesem Zeitpunkt wurden noch deutlich mehr Anlagen installiert. Da bis zu diesem Datum rund 88 % der Jahresleistung installiert wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die mit der Novellierung verbundene Verschlechterung der Rahmenbedingungen insbesondere für kleine und mittlere Anlagen zu dem Einbruch des PV-Ausbaus in Berlin auch im Folgejahr 2015 führte. Mit der Novellierung wurde die EEG-Umlage auch für die Eigenstromnutzung eingeführt. Durch diese Änderung verlor das, z. B. bei Wohnungsbaugenossenschaften in Berlin, eingesetzte Contracting-Modell, bei dem die Bewohner und Bewohnerinnen mit hauseigenem PV-Strom versorgt wurden, die PV-Anlage jedoch im Eigentum des Investors verblieb, deutlich an Attraktivität. Seit dem Inkrafttreten der EEG-Novelle im August 2014 ist dieser Trend laut Bundesnetzagentur auch deutschlandweit in den beiden Folgejahren zu beobachten gewesen, es wurden nur noch rund 50.000 Anlagen zugebaut (Bundesnetzagentur 2020). Im Jahr 2019 stieg der jährliche Zuwachs für Anlagen nach dem EEG erstmals wieder auf über 100.000 neuen Anlagen. Zum 01. Juli 2022 wurde die EEG-Umlage für auf Null gesetzt und mit der EEG-Novelle 2023 komplett abgeschafft. Im Jahr 2022 wurden nach Daten der Bundesnetzagentur mit 386.719 neuen Anlagen der bis dahin größte Anstieg verzeichnet. Überschritten wurde dieser neue Höchstwert jedoch schon im ersten Halbjahr 2023 mit 479.504 zugebauten Anlagen (Bundesnetzagentur 2023, Stand Juni 2023).

Betrachtet man die flächenbezogene Photovoltaik-Leistung, so lag das Bundesland Berlin 2022 mit 189,6 kWp/km² (kWp = Kilowattpeak) nur knapp über dem bundesweiten Durchschnitt von 188,5 kWp/km², deutlich über dem Wert etwa von Hamburg als zweitgrößter deutscher Stadt (94 kWp/m²), aber auch deutlich hinter einigen Flächenstaaten (Bayern, Baden-Württemberg) (Agentur für erneuerbare Energien 2023). In den Bestandsdaten nicht erfasst sind netzferne Anlagen u.a. für die Eigenversorgung und Inselanlagen, wie beispielsweise PV-Module auf Parkautomaten,

Parkbeleuchtungsanlagen und in Kleingartenanlagen. Die Anzahl dieser Anlagen wird auf zusätzlich rund 2.500 geschätzt.

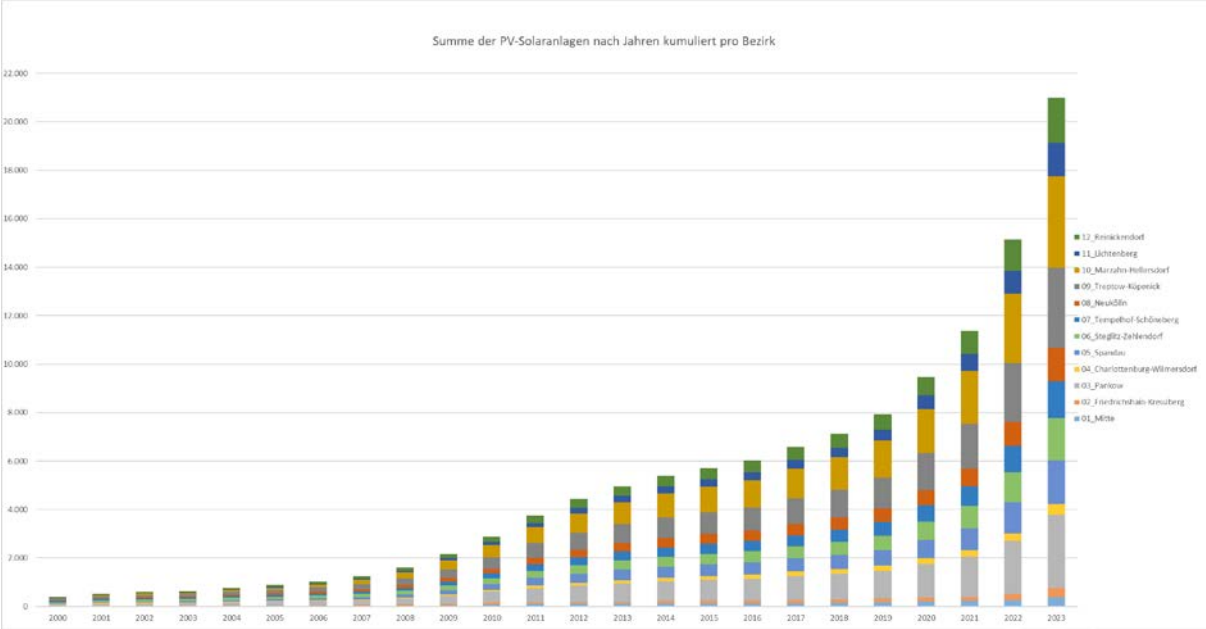

Abb. 1a: Entwicklung nach Bezirken (Datenstand 23.07.2023)

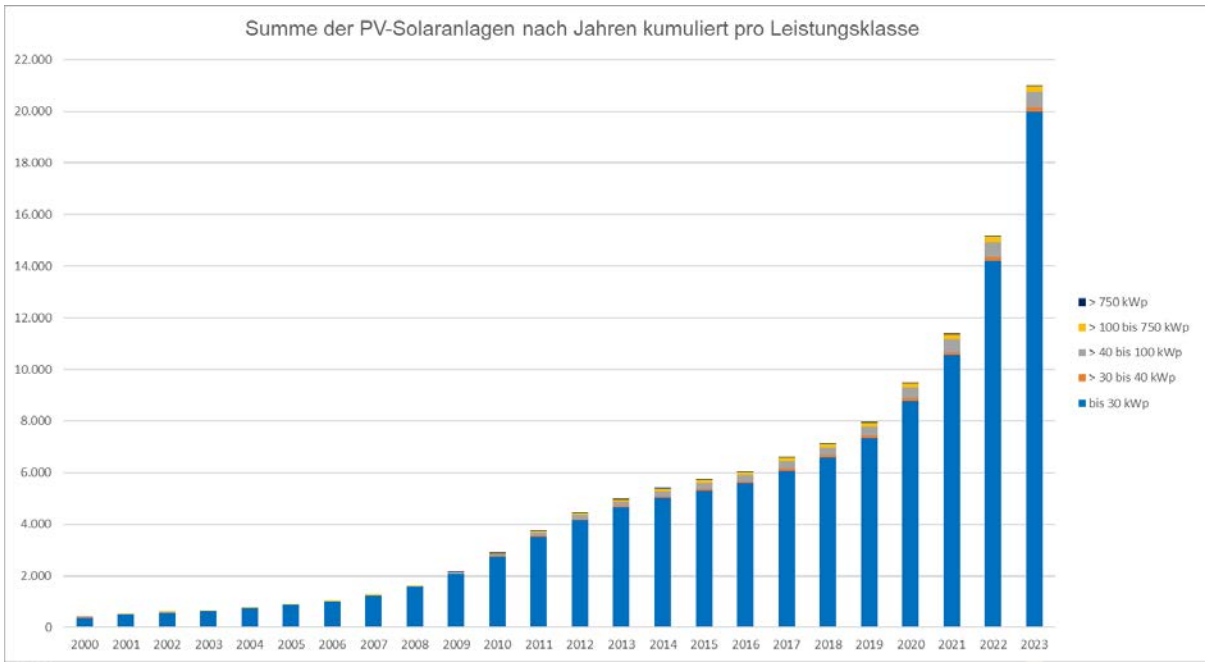

Abb. 1b: Entwicklung nach Leistungsklassen (Datenstand 23.07.2023)

Abb. 1: Entwicklung photovoltaischer Anlagen im Land Berlin ohne netzferne Anlagen nach Bezirken und Leistungsklassen (jährlich kumuliert; Erfassungsstand 23.07.2023)

Der öffentlichen Hand kommt beim PV-Ausbau eine besondere Vorbildfunktion zu. Mit der Novellierung des Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetzes (EWG Bln) im Jahr 2021 ist bei Neubauten die Errichtung von Solaranlagen auf der gesamten technisch nutzbaren Dachfläche Pflicht. Bei Bestandsgebäuden ist grundsätzlich bis zum 31.12.2024 nachzurüsten. Ausnahmen gelten u. a. für

Dachflächen, die aufgrund ihrer Lage und Ausrichtung ungeeignet sind oder wenn öffentlich-rechtlich Vorschriften der Errichtung von PV-Anlagen entgegenstehen. Laut Masterplanstudie zum Masterplan Solarcity Berlin ist das Land Berlin Eigentümerin von 5,4 % der Berliner Gebäude, auf deren Dachfläche 8,3 % des Solarpotenzials entfällt (SenWEB 2019).

Auf den öffentlichen Gebäuden Berlins befinden sich 691 PV-Anlagen mit einer gesamten installierten Leistung von 42,1 MWp (Stand 01.04.2023). In diesen Zahlen enthalten sind neben den Gebäuden der Berliner Bezirke auch der Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM), Gebäude der Berliner Anstalten des öffentlichen Rechts, der Städtische Wohnungsbaugesellschaften sowie bestimmter Landesunternehmen. Nach Berechnungen der Berlin Energieagentur und IDU IT+Umwelt GmbH basierend auf dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur (MaStR) und Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) entfielen im Jahr 2022 5 % der Anlagen und 16,4 % der installierten Leistung auf PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden des Landes Berlin (Abb. 2).

Die meisten der 20.985 PV-Anlagen in Berlin befinden auf sich auf Gebäuden, die Privatpersonen gehören (84,7 %). Dabei ist zu beachten, dass zwar die Gebäude Eigentum von natürlichen Personen sind, die PV-Anlagen jedoch nicht zwangsläufig ihnen gehören müssen, weil Gebäudeeigentümer ihre Dachfläche zur Nutzung an Dritte verpachten können. Auf den Gebäuden von Unternehmen und Genossenschaften sind 9,5 % der PV-Anlagen installiert. Die PV-Anlagen auf privaten Gebäuden machen einen Anteil von 47,2 % fast die Hälfte der gesamten installierten Leistung aus, ein weiteres gutes Drittel (34,8 %) entfällt auf PV-Anlagen auf Gebäuden von Unternehmen und Genossenschaften. Diese beiden Akteursgruppen zusammen sind demnach für den Großteil der installierten PV-Leistung verantwortlich.

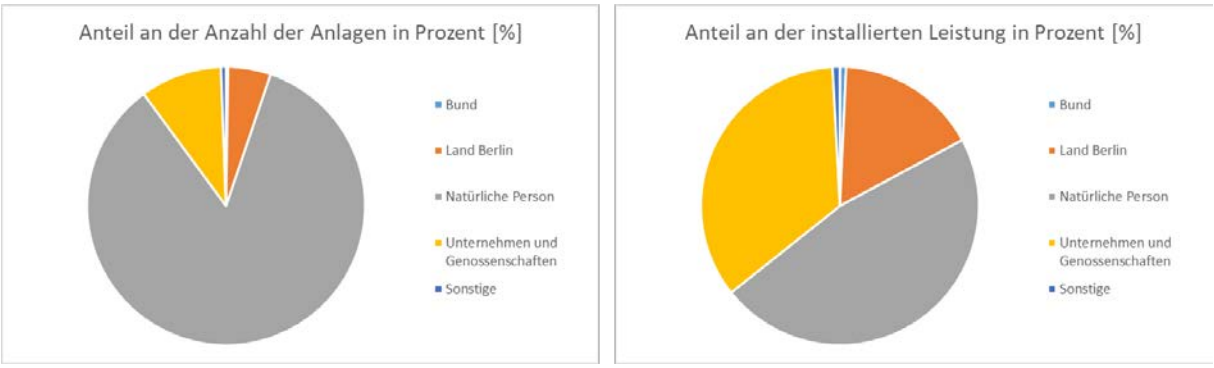

Abb. 2: Eigentümerstruktur als Anteil an der Anzahl der Anlagen sowie an der installierten Leistung (Datenstand März 2022, Datenquelle: Berliner Energieagentur und IDU IT+Umwelt GmbH, basierend auf Daten des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur und des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS))

Karte 08.09.2 Solarthermie

Mit der Erstellung des Energieatlas wurde die bisherige Erfassung im Solaranlagenkataster nicht weitergeführt, sondern umgestellt auf eine Kombination mehrerer Quellen (vgl. Datengrundlage) und Auswertedarstellungen.

Im Land Berlin gab es zum Stand 29.03.2023 rund 8.250 solarthermische Anlagen mit mehr als 81.000 m² installierter Kollektorfläche (letzter erfasster Stand 31.12.2015 für 7.733 Anlagen, IP SYSCON 2016). Die durchschnittliche Kollektorfläche betrug somit über die Jahre rund 10 m². Die Entwicklung in Abbildung 3 verdeutlicht, dass im Vergleich zu den Vorjahren in den Jahren ab etwa 2013 sich der Zuwachs an Neuinstallationen stark verringert hat. Insgesamt zeigt sich somit seitdem ein abnehmender Trend. Hauptsächlich werden solarthermische Anlagen in Berlin für die Warmwasserbereitung sowie zur Heizungsunterstützung genutzt. Darüber hinaus gibt es einige größere Solaranlagen für die Trinkwasser- und Schwimmbadwassererwärmung sowie für solare Luftsysteme und Klimatisierung. Vergleichbar der Verteilung bei den PV-Anlagen ist ein eindeutiger Schwerpunkt in den Außenbereichen der Stadt in den dort noch überwiegend vorhandenen landschaftlich geprägten Siedlungstypen (vgl. Darstellung auf Postleitzahlebene im Geoportal Berlin, Karte Solaranlagen – Solarthermie, Ebene „Summe der solarthermischen Anlagen pro Postleitzahl“).

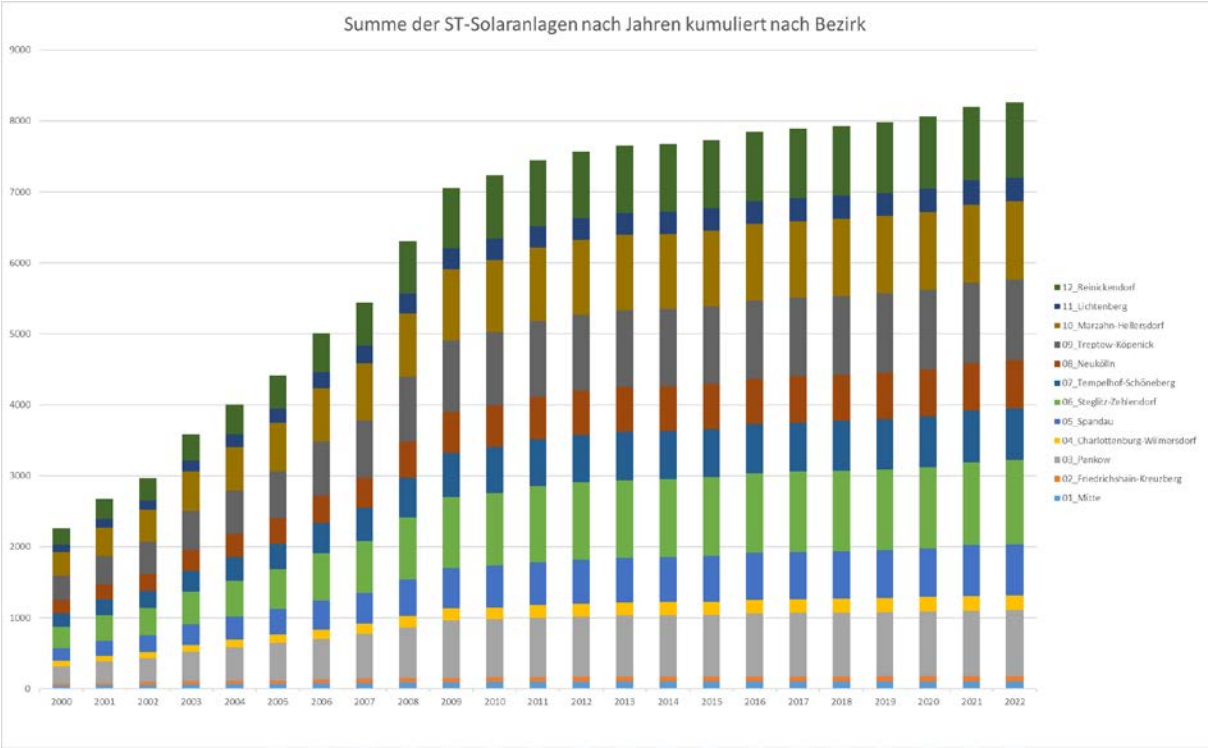

Abb. 3: Entwicklung solarthermischer Anlagen im Land Berlin nach Anlagenanzahl pro Bezirk (Erfassungsstand 29.03.2023)

Aufgrund der nicht lückenlosen Erfassung von Anlagen für Warmwasserbereitung kann von einer höheren Gesamtanzahl solarthermischer Anlagen in Berlin ausgegangen werden. Für die größte Anzahl der Anlagen wurde sich für den Flachkollektor entschieden. Tabelle 1 zeigt, welche Kollektorarten 2014 und 2015 installiert wurden.

Tab. 1: Kollektorart und -anzahl der 2014 und 2015 installierten solarthermischen Anlagen (Erfassungsstand 31.10.2015, letzter verfügbarer Stand für diese Unterteilung)

Kollektorart	Anzahl
Flachkollektor	80
Vakuumröhrenkollektor	52
Luftkollektor	4
keine Angaben	9

Tab. 1: Kollektorart und -anzahl der 2014 und 2015 installierten solarthermischen Anlagen (Erfassungsstand 31.10.2015, letzter verfügbarer Stand für diese Unterteilung, Quelle: IP SYSCON 2016)

Die meisten solarthermischen Anlagen sind in Berlin auf Einfamilienhäusern installiert worden. Tabelle 2 zeigt die Anlagenzahl pro Gebäudetyp nach den Nutzungsangaben der in diesen Jahren noch genutzten Liegenschaftskarte ALK (SenStadtUm 2016).

Tab. 2: Anzahl der installierten solarthermischen Anlagen, bezogen auf den Gebäudetyp der ALK (Erfassungsstand 31.12.2015, letzter verfügbarer Stand für diese Unterteilung)

Gebäudetyp	Anzahl
Einfamilienhaus	4895
Mehrfamilienhaus	563
sonstiges (kein Wohnhaus)	66
keine Angaben	1753

Tab. 2: Anzahl der installierten solarthermischen Anlagen, bezogen auf den Gebäudetyp der ALK (Erfassungsstand 31.12.2015, letzter verfügbarer Stand für diese Unterteilung, Quelle: IP SYSCON 2016)

Der Zubau neuer solarthermischer Anlagen ist in Berlin seit 2013 gegenüber den Vorjahren deutlich gesunken und seitdem rückläufig. 2014 ist hinsichtlich Zahl und Leistung zugebauter Anlagen die geringste Steigerung seit dem Jahr 2000 zu verzeichnen gewesen. 2021 konnte der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr mit 145 neuen Anlagen fast verdoppelt werden, 2022 ging er mit nur 57 neuen Anlagen jedoch wieder deutlich zurück.

Für die Jahre nach 2015 liegen für Berlin keine Einzelangaben, nur noch höher aggregierte Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) vor, die keine Rückschlüsse nach Kollektorarten, Gebäudetypen oder Kollektorflächen mehr zulassen.

Deutschlandweit hat sich der Zubau der Thermie-Kollektorfläche seit 2015 verlangsamt und bis zum Jahresende 2021 auf einen Zuwachs von unter 600.000 m²/a reduziert, insgesamt flacht die Kurve an Zuwachsfläche und Anlagen seit einigen Jahren deutlich ab (Bundesverband Solarwirtschaft 2023). Somit spiegelt die Situation in Berlin auch den deutschlandweiten Trend wider (vgl. Abb. 3).

Karte 08.09.3 Einstrahlung

Die flächendeckende Analyse solarer Einstrahlung dient der Berechnung der nutzbaren Strahlung und wird als ganzjähriger Summenwert wiedergegeben (IP SYSCON 2022). Für den Berliner Raum wird vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für den aktuellen langjährigen Betrachtungszeitraum 1991-2020 eine mittlere Jahressumme der Globalstrahlung, also der Summe wechselnder Anteile aus direkter und diffuser Sonneneinstrahlung, auf eine horizontale Fläche in Höhe von 1081-1100 kWh/m² angegeben. Der Berliner Raum liegt damit ziemlich exakt im Mittel der in Deutschland vorkommenden Bandbreite an Einstrahlungswerten (vgl. Abb. 4). Im Vergleich der beiden letzten Referenzzeiträume 1981-2010 zu 1991-2020 nahm die solare Einstrahlung im Zuge des Klimawandels in Berlin und Brandenburg um 40 bis 50 kWh/m² pro Jahr, also rund 5 %, zu.

Die Einstrahlung auf eine horizontale Fläche wird je nach örtlicher Lage von verschiedenen Faktoren beeinflusst (vgl. Methode).

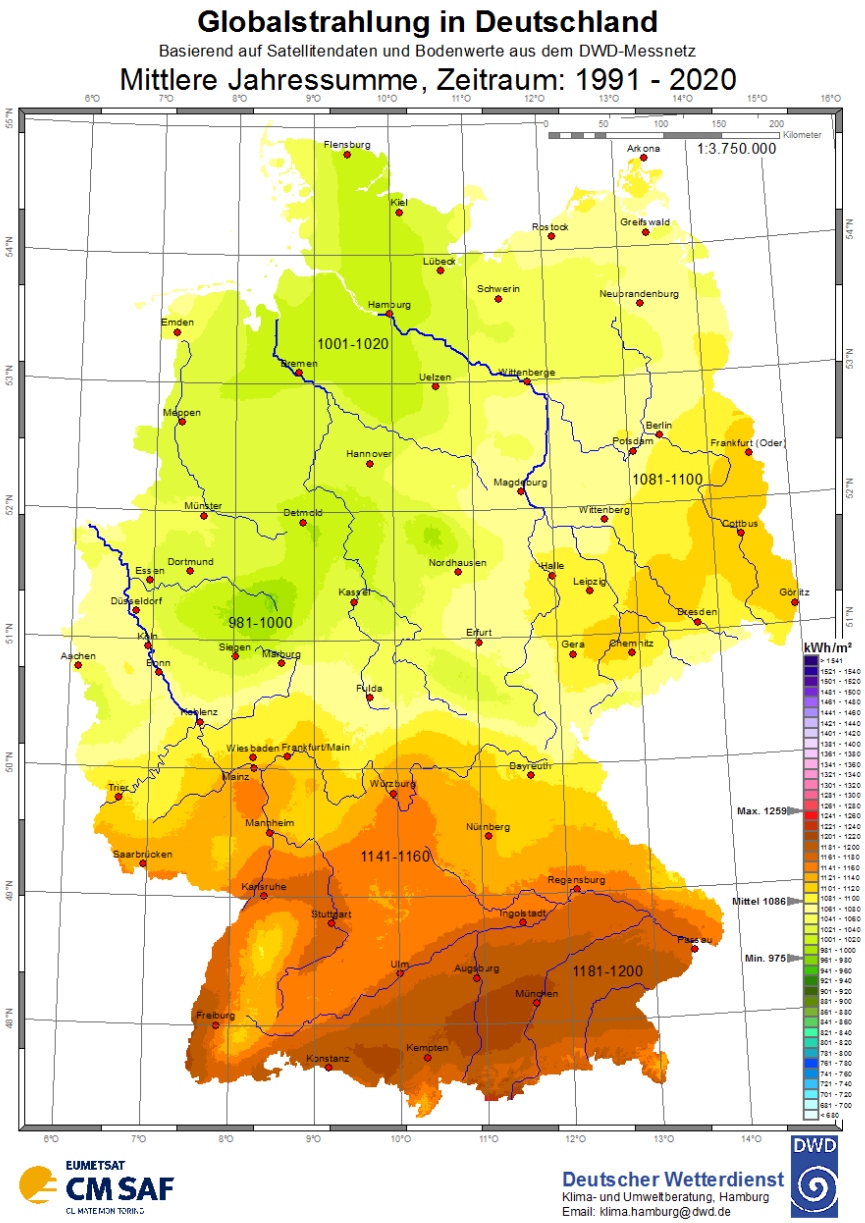

Abb. 4: Mittlere Jahressummen der Globalstrahlung in Deutschland für den langjährigen Zeitraum 1991-2020 (unveränderte Wiedergabe; Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022)

Datengrundlage

Wie beschrieben, wurde mit der Erstellung des Energieatlas die bisherige Erfassung im Solaranlagenkataster nicht weitergeführt, sondern umgestellt auf eine Kombination mehrerer Quellen und Auswertedarstellungen. Zukünftig soll die Energiedatenbank, auf deren Basis der Energieatlas erstellt wird, diese Aufgabe übernehmen.

Die einzelnen Datenquellen werden nachfolgend tabellarisch aufgezählt:

Photovoltaik:

- Energieatlas Berlin, Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB), Online-Stand August 2023
- Standorte PV: Angaben der Bundesnetzagentur entsprechend der Anlagenregisterverordnung und des Marktstammdatenregister (MaStR), Stand 23.07.2023
- Daten zur Öffentlichen Hand: Abfragen durch die Berliner Energieagentur GmbH bei den öffentlichen Institutionen, Stand 31.03.2023

- Stromeinspeisung PV: Angaben der Stromnetz Berlin GmbH, Stand 31.12.2018
- Deckungsrate PV-Potentiale: Expertenempfehlung zum Masterplan Solarcity Berlin, Fraunhofer ISE (2019) im Auftrag des Landes Berlin, Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (Basis Szenario) PV-Potenzial: Solarpotenzialanalyse Berlin, IP SYSCON im Auftrag der SenWEB, Stand 08.12.2021
- Postleitzahlgebiete: Datenstand 30.06.2023.

Solarthermie:

- Energieatlas Berlin, Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB), Online-Stand August 2023
- Standorte Solarthermie: Angaben des Solaranlagenkatasters Berlin, Stand 31.12.2015
- Summe Anlagen je Bezirk bzw. PLZ: Standortangaben zum 31.12.2015 sowie Ergänzungen durch Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für die Jahre 2016 bis2022, Stand 29.03.2023
- Standorte ST-Anlagen sowie Summe ST-Anlagen je Bezirk - öffentliche Hand: Abfrage durch Berliner Energeinetzagentur bei öffentlichen Institutionen, Stand: 31.03.2023
- Solarthermie-Potenzial: Solarpotenzialanalyse Berlin, IP SYSCON im Auftrag der SenWEB, Stand 08.12.2021
- Postleitzahlgebiete: Datenstand 30.06.2023.

Es ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass – auch bezogen auf das jeweils genannte Erfassungsjahr – nicht alle in Berlin installierten Solaranlagen bekannt sind. Zum Beispiel sind Photovoltaikanlagen, die nicht in das Stromnetz einspeisen und den Strom ausschließlich zur Eigenversorgung nutzen, in der Erfassung und den Darstellungen nicht berücksichtigt. Dies gilt für netzferne Anlagen bzw. Inselanlagen, wie beispielsweise PV-Module auf Parkautomaten, Parkbeleuchtungsanlagen und in Kleingartenanlagen.

Einstrahlung:

- Energieatlas Berlin, Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB), Online-Stand Juli 2022
- Solarpotenzialanalyse Berlin, IP SYSCON im Auftrag der SenWEB, Stand 21.03.2022.

Methode

Die drei Kartenthemen bestehen jeweils aus mehreren thematischen und räumlich unterschiedlichen Ebenen; dies hat datenschutzrechtliche, aber auch fachliche Gründe. Die Ebenen sind voneinander unabhängig aussagekräftig; Überlagerungen der einzelnen flächig ausgeprägten Ebenen erzeugen keinen zusätzlichen Informationsgehalt.

Im Einzelnen bestehen die Karten aus folgenden Fachlayern:

Karte 08.09.1 Photovoltaik enthält 12 Ebenen:

- Standorte der PV-Anlagen für Kleinanlagen bis 30 kWp (nicht lagegetreu) und über 30 kWp
- Standorte der PV-Anlagen der öffentlichen Hand
- Installierte Leistung der PV-Anlagen getrennt pro Bezirk und pro Postleitzahlbereich
- Installierte Leistung der PV-Anlagen der öffentlichen Hand pro Bezirk
- PV-Stromeinspeisung getrennt pro Bezirk und pro Postleitzahlbereich
- PV-Potenzial (theoretisch) – Gebäude und
- PV-Potenzial (theoretisch) – Dachfläche
- Relative Deckungsrate PV getrennt pro Bezirk (Verhältnis der theoretisch erzielbaren zur bereits installierten Erzeugungsleistung).

Karte 08.09.2 Solarthermie enthält 7 Ebenen:

- Standorte der ST-Anlagen (Darstellung aus Datenschutzgründen im Maßstabsbereich eingeschränkt)
- Standorte der solarthermischen Anlagen – Öffentliche Hand
- Summe der ST-Anlagen getrennt pro Bezirk und pro Postleitzahlbereich
- Summe der solarthermischen Anlagen pro Bezirk – Öffentliche Hand
- ST-Potenzial (theoretisch) – Gebäude und
- ST-Potenzial (theoretisch) – Dachfläche.

Karte 08.09.3 Solarpotenzial – Einstrahlung enthält 1 Ebene

- „Einstrahlung“.

Karte 08.09.1 Photovoltaik

Eine Besonderheit in der Methodik zur Erstellung der PV-Karten besteht darin, dass mit der Novellierung des EEG im August 2014 die Bundesnetzagentur als zentrale und deutschlandweit einheitliche Institution die Pflicht der Veröffentlichung von PV-Anlagendaten übernahm. Bis zu diesem Zeitpunkt lag die Pflicht der Veröffentlichung der PV-Anlagendaten bei den Netzbetreibern, die in der Regel zu allen Anlagen Angaben zu Adresse und Generatorleistung über eine eigene Internetseite veröffentlicht hatten. Die Bundesnetzagentur publiziert auf Grund von Datenschutzvorgaben zu Anlagen kleiner 30 kWp nur die Postleitzahl des Anlagenstandortes, die detaillierte Adresse mit Straße und Hausnummer wird erst ab einer Leistung ab 30 kWp angegeben.

Kartenebene **„Standorte der PV-Anlagen für Kleinanlagen bis 30 kWp (nicht lagegetreu) und über 30 kWp“**

Der Datensatz beinhaltet nur Anlagen, die nach EEG gefördert werden. Anlagen, die nicht in das Stromnetz einspeisen und den Strom ausschließlich zur Eigenversorgung nutzen, sind in der Darstellung nicht berücksichtigt. Dies gilt z.B. für netzferne Anlagen bzw. Inselanlagen, wie beispielsweise PV-Module auf Parkautomaten, Parkbeleuchtungsanlagen und in Kleingartenanlagen.

Die Verortung für Anlagen über 30 kWp erfolgte anhand der Adressangaben der gemeldeten Anlagendaten. Es ist nicht auszuschließen, dass im Einzelfall geringe räumliche Abweichungen zum tatsächlichen Anlagenstandort entstehen, da eine dachspezifische Verortung nicht immer erfolgen konnte. Aufgrund von datenschutzrechtlichen Vorgaben werden Anlagen bis 30 kWp nicht lagegetreu dargestellt, sondern auf die Mitte des jeweiligen Postleitzahlengebietes zusammengefasst.

Die Daten der PV-Anlagen basieren auf vorläufigen Darstellungen des Markstammdatenregisters der Bundesnetzagentur. Aufgrund der noch anhaltenden Einpflege von Bestandsanlagen sind die Darstellungen aktuell noch unvollständig. Diese werden im Rahmen der Fortschreibung jedoch sukzessive ergänzt, so dass die Darstellungen schrittweise vervollständigt werden.

Kartenebene **„Standorte der PV-Anlagen der öffentlichen Hand“**

In der Karteneben werden die Standorte der PV-Anlagen auf Gebäuden der öffentlichen Hand dargestellt. Dazu gehören bezirkseigene Gebäude, die Gebäude der Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM) und die Gebäude der Berliner Anstalten des öffentlichen Rechts, aber auch Gebäude von Städtischen Wohnungsbaugesellschaften und anderen Beteiligungsunternehmen des Landes. Bislang liegen nicht für sämtliche Gesellschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, an denen das Land Berlin beteiligt ist, Rückmeldungen zum Ausbaustand von PV-Anlagen vor. Die Verortung der Standorte erfolgte adressgenau.

Kartenebenen **„Installierte Leistung der PV-Anlagen pro Bezirk und pro Postleitzahlbereich“**

Der Datensatz beinhaltet nur Anlagen, die nach EEG gefördert werden. In der (bis August 2017 in Kraft befindlichen) Anlagenregisterverordnung wurden alle Stamm- und Abrechnungsdaten für in der Vergangenheit von den Übertragungsnetzbetreibern gemeldeten PV-Anlagen zusammengefasst. Diese Daten sind adressscharf und wurden je Bezirk und Postleitzahlgebieten aufsummiert.

Kartenebene **„Installierte Leistung der PV-Anlagen der öffentlichen Hand pro Bezirk“**

Diese Kartenebene zeigt die Anzahl sowie installierte Leistung der PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden. Die adressgenauen Daten wurden auf Bezirksebene aufsummiert.

Kartenebenen **„PV-Stromeinspeisung pro Bezirk und pro Postleitzahlbereich“**

Die dargestellten Daten zur Stromeinspeisung umfassen die durch die Stromnetz Berlin GmbH ermittelten, abgerechneten Mengen, aggregiert auf Bezirke und Postleitzahlgebiete. Bei den Stromeinspeisungen liegen die gemessenen und die gemäß der gültigen, festgelegten Marktprozesse abgerechneten Daten vor. Die vorliegenden Jahreswerte sind nicht als abschließend zu betrachten, sondern es können sich beispielsweise aufgrund von Rechnungskorrekturen im Einzelfall noch Änderungen ergeben haben.

In einzelnen Gebieten können nennenswerte jährliche Schwankungen von Stromeinspeisungen auftreten. Konkrete Gründe dafür können z. B. Witterungsschwankungen, Anlagenzubau oder

Betriebsausfall sein. Auf Grundlage der vorhandenen Daten ist es jedoch nicht möglich, die ursächlichen Gründe eindeutig zu bestimmen.

Kartenebene **„Theoretisches PV-Potenzial pro Gebäude“**

Die Kartenebene bildet die Photovoltaik-Potenziale auf den Dachflächen der Berliner Gebäude ab. Neben dem lokalen Globalstrahlungswert sind Verschattung, Ausrichtung und Neigung der Dachfläche entscheidende Parameter bei der Planung einer Photovoltaikanlage. Die geeigneten Dachflächen wurden im Rahmen einer Potenzialanalyse berechnet. Die Einstrahlungsverhältnisse werden auf der Karte durch eine farbliche Skala dargestellt. Diese geben einen ersten Hinweis für die Nutzung von Solarenergie.

Über die Sachdatenanzeige pro Gebäude lassen sich genauere Informationen aufrufen. Neben einer Einschätzung der Eignung des Gebäudes zur Installation einer PV-Anlage, sind unter anderem die installierbare Leistung [kWp], die Anzahl installierbarer Module und der mögliche Stromertrag pro Jahr [kWh/a] aufgeführt. Diese Informationen ersetzen jedoch nicht die weiterhin erforderliche fachliche Begutachtung des Einzelobjekts vor einer Detailplanung und Bau einer Solaranlage, hinsichtlich weiterer Parameter wie z. B. der Statik des Daches. Eine technische Eignung wird daher nicht zugesichert und bedarf der Prüfung des Einzelfalls. Weiterführende Informationen und eine kostenlose Beratung stellt Ihnen das SolarZentrum Berlin zur Verfügung.

Zur Ermittlung der Solarpotenziale wurden bestehende Datengrundlagen wie beispielsweise Luftbilder und ALKIS-Gebäudegrundrisse verwendet, sowie transparente Berechnungsgrundlagen zu Grunde gelegt, die in der Abschlussdokumentation im Detail nachgelesen werden können (IP SYSCON 2022). In der Karte werden nur Dachflächen dargestellt, die als geeignet bewertet wurden. Die ausgewählten Eignungskriterien sind u.a. eine zur Verfügung stehende Mindestfläche von 7 m² und das Erreichen eines spezifischen Stromertrags von 650 kWh/kWp. Dachflächen, die bereits mit PV-Anlagen belegt sind, werden aufgrund der Datengrundlage in der Karte nicht differenziert dargestellt. Zudem sind Entwicklungen an Gebäuden, die nach dem Datenerhebungsstand (22.04.2021) errichtet, verändert, abgerissen bzw. in das Liegenschaftskataster aufgenommen wurden, nicht berücksichtigt.

Kartenebene **„Relative Deckungsrate der tatsächlichen zur theoretisch erzielbaren PV-Leistung pro Bezirk“**

Die theoretisch erzielbaren PV-Potenziale für die Berliner Dachflächen wurden 2019 im Rahmen der Masterplanstudie zum Masterplan Solarcity Berlin des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme berechnet. Die Ergebnisse wurden auf Bezirksebene aggregiert und aus dem Verhältnis zwischen tatsächlich installierter und potenzieller PV-Leistung die relativen Deckungsraten ermittelt.

Die Deckungsraten fallen für die Bezirke auf den ersten Blick verhältnismäßig niedrig aus. Die Gründe dafür liegen jedoch in der Abweichung des theoretisch berechneten vom technisch realisierbaren Potenzial, die, um verlässliche Aussagen treffen zu können, im Einzelnen durch weitere Untersuchungen und Berechnungen konkretisiert werden müssten.

Karte 08.09.2 Solarthermie

Auf die Tasache, dass im Solaranlagenkataster mit seinem finalen Stand 31.12.2015 nicht alle realen Anlagen erfasst werden konnten, wird an dieser Stelle nochmals hingewiesen. Die Differenz zwischen den Standortdaten des Katasters und dem Fortschreibungsstand Ende 2021 auf aggregierter Ebene beträgt rund 468 Anlagen Zubau in sechs Jahren.

Kartenebene **„Standorte der ST-Anlagen“**

Die Darstellung der Anlagenstandorte (Erfassungsstand 31.12.2015) ist aufgrund von Datenschutzauflagen nur für bestimmte Maßstabsbereiche zulässig, so dass die Solarthermie-Anlagen erst ab einem Zoom von 1:15.000 dargestellt werden.

Kartenebene **„Standorte der ST-Anlagen der öffentlichen Hand“**

In der Kartenebene werden die Standorte der Solarthermieanlagen auf Gebäuden der öffentlichen Hand (Erfassungsstand 31.03.2023) dargestellt. Dazu gehören bezirkseigene Gebäude, die Gebäude der Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM) und die Gebäude der Berliner Anstalten des öffentlichen Rechts, aber auch Gebäude von Städtischen Wohnungsbaugesellschaften und anderen Beteiligungsunternehmen des Landes. Bislang liegen nicht für sämtliche Gesellschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, an denen das Land Berlin beteiligt ist, Rückmeldungen zum Ausbaustand der Solarthermieanlagen vor. Die Verortung der Standorte erfolgte adressgenau.

Kartenebenen **„Summe der ST-Anlagen getrennt pro Bezirk und pro Postleitzahlgebiet“**

Die dargestellten Daten umfassen auch Aktualisierungen für die Jahre 2016 bis 2022 durch Ergänzungen auf der Basis von Zulieferungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Diese Daten sind allerdings nur auf Postleitzahlebene als kleinsträumigster Einheit verfügbar, so dass zwar summenmäßig auf Postleitzahl- und Bezirksebene eine Ergänzung der Gesamtzahl erfolgen konnte, jedoch nicht bei der Verortung von Einzelanlagen.

Kartenebene **„Summe der ST-Anlagen der öffentlichen Hand pro Bezirk“**

In dieser Kartenebene wird der Ausbaustand der Solarthermieanlagen auf öffentlichen Gebäuden in den Bezirken zum 31.03.2023 dargestellt. Dazu wurden die adressgenauen Daten auf Bezirksebene aufsummiert. Zum Vergleich wird zusätzlich die Gesamtzahl der solarthermischen Anlagen auf öffentlichen Gebäuden in ganz Berlin angegeben.

Kartenebene **„Theoretisches ST-Potenzial auf Gebäudeebene“**

Die Kartenebene bildet die Solarthermie-Potenziale auf den Dachflächen der Berliner Gebäude ab. Neben dem lokalen Globalstrahlungswert sind Verschattung, Ausrichtung und Neigung der Dachfläche entscheidende Parameter bei der Planung einer Solarthermieanlage. Die geeigneten Dachflächen wurden im Rahmen einer Potenzialanalyse berechnet. Die Einstrahlungsverhältnisse werden auf der Karte durch eine farbliche Skala dargestellt. Diese geben Ihnen einen ersten Hinweis für die Nutzung von Solarenergie.

Über die Sachdatenanzeige pro Gebäude lassen sich genauere Informationen aufrufen. Neben einer Einschätzung der Eignung zur Installation einer Solarthermieanlage, ist zudem der mögliche Wärmeertrag [kWh/a] aufgeführt. Diese Informationen ersetzen jedoch nicht die weiterhin erforderliche fachliche Begutachtung des Einzelobjekts vor einer Detailplanung und Bau einer Solaranlage hinsichtlich von Parametern wie z. B. der Statik des Daches. Eine technische Eignung wird daher nicht zugesichert und bedarf der Prüfung des Einzelfalls. Weiterführende Informationen und eine kostenlose Beratung stellt Ihnen das SolarZentrum Berlin zur Verfügung.

Zur Ermittlung der Solarpotenziale wurden bestehende Datengrundlagen wie beispielsweise Luftbilder und ALKIS-Gebäudegrundrisse verwendet, sowie transparente Berechnungsgrundlagen zu Grunde gelegt, die in der Abschlussdokumentation im Detail nachgelesen werden können. In der Karte werden nur Dachflächen dargestellt, die als geeignet bewertet wurden. Die ausgewählten Eignungskriterien sind eine zur Verfügung stehende Mindestfläche von 4 m² und das Erreichen einer potenziellen Wärmemenge pro m² von 350 kWh/kWp. Zudem sind Entwicklungen an Gebäuden, die nach dem Datenerhebungsstand (22.04.2021) errichtet, verändert, abgerissen bzw. in das Liegenschaftskataster aufgenommen wurden, nicht berücksichtigt.

Karte 08.09.3 Solarpotenzial - Einstrahlung

Die Berechnung der Einstrahlung in Berlin umfasst alle Oberflächenelemente der Stadt, nicht nur die Gebäude- und Bauteile. Sie ist damit auch für andere Auswertungszwecke, als sie im Rahmen der Solarpotenzialanalyse benötigt wurden, geeignet. Die Methode zur Erstellung der hochaufgelösten Rasterdaten wird ausführlich im Endbericht zur Solarpotenzialanalyse beschrieben (IP SYSCON 2022) und soll hier nur zusammengefasst beschrieben werden

Grundlage der Analyse waren Befliegungsdaten des Jahres 2020 (SenStadtWohn 2020). Aus diesen Daten wurde ein 3D-Modell abgeleitet, womit vor allem eine dreidimensionale Analyse möglich wurde, die etwa Verschattungseinflüsse durch Baum- und Gebäudestrukturen sowie unterschiedliche Sonnenstände, die je nach Jahreszeit einen großen Einfluß ausüben, einbeziehen konnte. Grundlage zur Kalibrierung des Berechnungsverfahrens waren die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellten Monatsmittelwerte der Globalstrahlung im langjährigen Mittel, hier im Mittel der Jahre 1991 – 2020 (vgl. Abb. 4).

Über die hier dargestellten Jahressummenwerte hinaus wurden für die Berechnung der durch Solarthermie möglichen Heizungsunterstützung auch die Einstrahlungswerte für die Heizperiode vom 01.10. – 30.04. ermittelt.

Kartenbeschreibung

Insgesamt werden in beiden Karten 29.243 Einzelanlagen, davon 8.258 Solarthermie- (29.03.2023) und 20.985 PV-Anlagen (23.07.2023), dargestellt. Dabei handelt es sich ausschließlich um solche Anlagen, die bei den verschiedenen Förderinstitutionen bekannt sind. Es kann jedoch davon ausgegangen

werden, dass damit mehr als 90 % aller existierenden Anlagen Berlins zum Zeitpunkt der je nach Anlagenart differierenden Erfassungsstände bekannt sind.

Einen eigenen, hier nicht erfassten Datenbestand bilden die sogenannten PV-Inselanlagen, also z.B. solarbetriebene Parkautomaten oder Beleuchtungsanlagen und ähnliche netzferne Systeme.

Karte 08.09.1 Photovoltaik (PV)

In Berlin sind mit Stand 23.07.2023 20.985 PV-Anlagen registriert, wovon die ganz überwiegende Anzahl Kleinanlagen unter 30 kWp ausmachen (19.987) und nur 227 größere Anlagen (> 100 kWp) vorhanden sind. Sie haben eine installierte Leistung von insgesamt etwa 229.492 kWp, wovon auf die genannten größeren Anlagen etwa ein Drittel (etwa 54.222 kWp) der Gesamtleistung in Berlin fallen. Mit Abstand die meisten Anlagen und die größte Gesamtleistung befinden sich in den drei Bezirken Marzahn-Hellersdorf, Treptow-Köpenick und Pankow mit Anlagenzahlen zwischen 3.010 und 3.778. Hinsichtlich der installierten Leistung fällt auch der Bezirk Lichtenberg mit 21,59 MWp auf, hier wird die deutlich geringere absolute Anlagenzahl durch einzelne Anlagen mit hoher installierter Leistung ausgeglichen. Bei Betrachtung der feinräumigeren Ebene der Postleitzahlbereiche zeigt sich, dass die randstädtischen Einzelhaussiedlungen mit ihrer hohen absoluten Anlagenzahl die meisten PLZ-Bereiche mit Leistungen größer 1.000 kWp stellen.

Auf den Gebäuden der öffentlichen Hand waren zum Datenstand 01.04.2023 insgesamt 691 PV-Anlagen mit einer Leistung von 42,08 MWp installiert. Mit 112 Anlagen sind im Bezirk Lichtenberg am meisten PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden zu finden, gefolgt von Pankow (91) und Marzahn-Hellersdorf (90). Die höchste installierte Leistung erzielt jedoch der Bezirk Pankow mit 5,46 MWp, dicht gefolgt von Charlottenburg-Wilmersdorf, Mitte und Spandau. Die öffentliche Hand unterhält auch Gebäude außerhalb Berlins, auf denen an drei Standorten vier PV-Anlagen installiert sind. Mit einer durchschnittlichen Leistung von rund 470 kWp je Anlage erreichen diese vier PV-Anlagen eine vergleichbare installierte Gesamtleistung wie die 30 bzw. 39 Anlagen in den Bezirken Tempelhof-Schöneberg und Friedrichshain-Kreuzberg.

Tab. 3: Anzahl der PV-Anlagen und die installierte Anlagenleistung in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand 23.07.2023)

Bezirk	Anzahl	Gesamt-leistung [MWp]	Durch-schnitt-liche Leistung [kWp]	Stromein-speisung [MWh] (Stand 2018)	Anzahl Anlagen der öffentl. Hand	Gesamt-leistung öffentl. Hand [MWp]	Durch-schnitt-liche Leistung öffentl. Hand [kWp]
Mitte	375	9,49	25,30	4.140,74	51	4,62	90,62
Friedrichshain-Kreuzberg	389	5,19	13,33	1.740,79	39	1,99	51,08
Pankow	3.010	26,40	8,77	7.911,88	91	3,30	36,25
Charlottenburg-Wilmersdorf	469	8,10	17,27	2.688,31	54	4,33	80,10
Spandau	1.775	19,60	11,04	5.666,21	42	3,18	75,60
Steglitz-Zehlendorf	1.764	14,88	8,43	3.525,17	33	3,02	91,63
Tempelhof-Schöneberg	1.512	21,38	14,14	5.438,05	30	1,84	61,32
Neukölln	1.382	13,39	9,69	4.385,34	39	1,71	43,82
Treptow-Köpenick	3.312	31,61	9,54	8.596,04	74	3,27	44,19
Marzahn-Hellersdorf	3.778	37,86	10,02	11.325,40	90	5,25	58,36

Lichtenberg	1.360	21,59	15,88	7.722,88	112	5,46	48,75
Reinickendorf	1.859	20,02	10,77	6.639,82	31	2,20	70,83
Außerhalb Berlins	–	–	–	–	4	1,88	469,02
Gesamt	**20.985**	**229,49**	**10,94**	**69.780,63**	**690**	**42,05**	**60,93**

Tab. 3: Anzahl der PV-Anlagen und die installierte Anlagenleistung in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand 23.07.2023, Stand der Stromeinspeisung 31.12.2018, Daten zu Anlagen der öffentlichen Hand 01.04.2023)

Da die Anlagen oft mehr Strom produzieren als zur Eigenversorgung benötigt wird, wird der überschüssige Strom ins Stromnetz eingespeist. In Berlin machte dies 2018 etwa die Hälfte des PV-Stroms aus. Dabei hat sich die eingespeiste Menge seit 2012 kontiniuerlich von ca. 43 GWh in 2012 auf den höchsten Wert von 69,8 GWh in 2018 gesteigert (siehe Abb. 5). Im Jahr 2016 ist für Berlin ein geringfügiger Rückgang feststellbar. Von 2012 bis Ende 2018 haben die Bezirke Marzahn-Hellersdorf (+127 %), Reinickendorf (+120 %) und Mitte (+83%) die größten Zunahmen verzeichnet. Die absolut höchsten Mengen an Strom speisen entsprechend dem aktuellen Datenstand die Bezirke Marzahn-Hellersdorf (11.325,4 MWh) und Treptow-Köpenick (8.596,04 MWh) ein (vgl. Tab. 3). Deutlich ist ein Schwerpunkt der Stromeinspeisung in den nördlichen und östlichen Bezirken zu erkennen. In Friedrichshain-Kreuzberg wird am wenigsten Strom in das Netz eingespeist, dort befinden sich aber auch die wenigsten Anlagen mit einer geringen Gesamtleistung. Auf der kleinteiligeren Ebene der Postleitzahlenbereiche heben sich, wie bereits bei der installierten Leistung der Anlagen, erwartungsgemäß wieder deutlich die durch Einzelhausbebauung geprägten Wohngebiete hervor. Der Postleitzahlbereich mit der höchsten Stromeinspeisung zum Erfassungsjahr 2018 war jedoch das zentraler gelegene Gebiet 10365 westlich des Zentralfriedhofes Friedrichsfelde mit rund 3.063 MWh. Die dort installierte Leistung steht mit 4.190 kWp ebenfalls im „Ranking“ im Spitzenfeld der auf die Postleitzahlgebiete Berlins aggregierten PV-Leistungen.

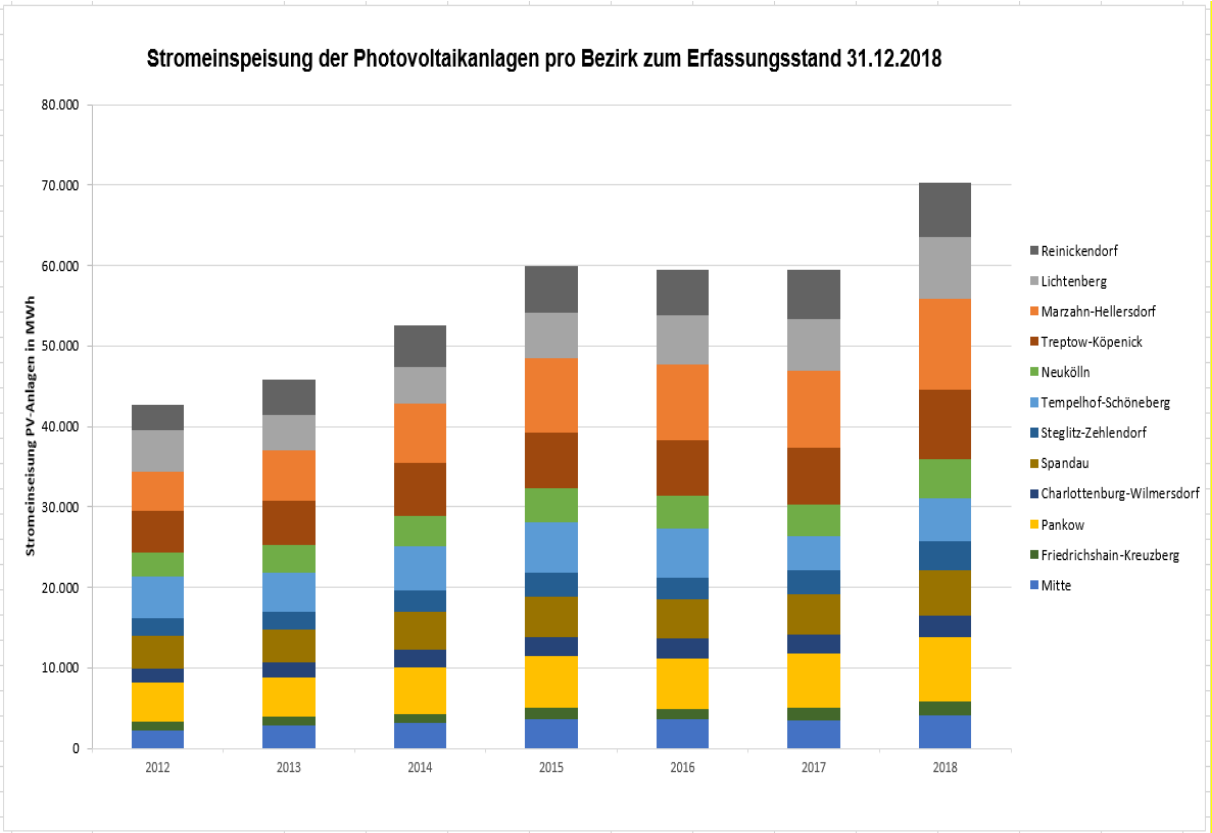

Abb. 5: Stromeinspeisung der Photovoltaikanlagen auf der Ebene der Bezirke Berlins (Erfassungsstand 31.12.2018)

Die relativen Deckungsraten der Photovoltaik schwanken in den Bezirken zwischen 1,58 % in Charlottenburg-Wilmersdorf und 7,63 % in Marzahn-Hellersdorf (vgl. Tab. 4).

Die ermittelten relativen Deckungsraten zwischen Potenzial und Bestand für die Bezirke und Postleitzahlengebiete fallen auf den ersten Blick verhältnismäßig niedrig aus. Die Gründe dafür liegen jedoch in der Abweichung des theoretisch berechneten vom technisch realisierbaren Potenzial, die, um verlässliche Aussagen treffen zu können, im Einzelnen durch weitere Untersuchungen und Berechnungen konkretisiert werden müssten.

Tab. 4: Relative Deckungsrate PV-Leistung in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand PV-Anlagen: 23.07.2023)

Bezirk	Theoretisch erzielbare Leistung [kWp]	Tatsächlich Installierte Leistung [kWp]	Relative Deckungsrate [%]
Mitte	532.000	9.485,97	1,78
Friedrichshain-Kreuzberg	285.000	5.187,29	1,82
Pankow	609.000	26.396,83	4,33
Charlottenburg-Wilmersdorf	512.000	8.098,51	1,58
Spandau	545.000	19.600,49	3,60
Steglitz-Zehlendorf	612.000	14.876,22	2,43
Tempelhof-Schöneberg	687.000	21.381,73	3,11
Neukölln	527.000	13.388,39	2,54
Treptow-Köpenick	604.000	31.610,17	5,23
Marzahn-Hellersdorf	496.000	37.857,41	7,63
Lichtenberg	465.000	21.594,14	4,64
Reinickendorf	562.000	20.015,29	3,56
Gesamt	**6.436.000**	**229.492,43**	**3,57**

Tab. 4: Relative Deckungsrate PV-Leistung in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand PV-Anlagen 23.07.2023 (Potenzial in Relation zur installierten Leistung))

Ergebnisse der Potenzialstudie zur Photovoltaik auf Dachflächen

Von den knapp 536.000 untersuchten Gebäuden eignen sich rund 421.000 Gebäude für die solare PV-Nutzung. Würden die 45,7 km² theoretisch geeignete Modulfläche für die Stromerzeugung mittels PV genutzt werden, könnten über PV-Anlagen mit 19,5 % Wirkungsgrad 7.929 GWh/a Strom erzeugt und 4,3 Mio. t CO2 eingespart werden.

Eignung	Solar-Modulfläche in m²	kWp-Leistung	Stromertrag in GWh/a (bei 19,5% Wirkungsgrad)	CO_2–Einsparung in t pro Jahr (bei 19,5% Wirkungsgrad)
geeignet	45.679.550	8.894.703	7.929	4.313.594

Tab. 5: Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse für Photovoltaik auf Dachflächen in Berlin (Flachdächer werden mit einer aufgeständerten Installation gen Süden berücksichtigt) (IP SYSCON 2022)

Karte 08.09.2 Solarthermie (ST)

Die fortgeschriebenen Daten auf der Basis ergänzender Informationen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) weisen für die Gesamtstadt 8.258 Solarthermieanlagen auf den Gebäudedächern aus.

Sowohl die kleinräumige Darstellung der Einzelanlagen als auch die Aggregation auf die Raumbezüge Postleitzahl- und Bezirksebene verdeutlichen, dass die größte Anzahl der Anlagen im Außenbereich der Stadt installiert sind. Auf Bezirksebene ist zu sehen, dass mit jeweils über 1.100 Anlagen Schwerpunkte in den Bezirken Steglitz-Zehlendorf, Treptow-Köpenick und Marzahn-Hellersdorf vorliegen (vgl. Tab. 6). Hierbei handelt es sich - vergleichbar der Situation im PV-Anlagenbereich - um kleinere Objekte (im Mittel 9-11 m²) auf Ein- und Zweifamilienhäusern in privater Nutzung, die vorrangig zur Warmwasserbereitung genutzt werden (IP SYSCON 2016) und so eine wichtige energetische Unterstützung leisten. Im Innenstadtbereich, in den Bezirken Friedrichshain-Kreuzberg (76 Anlagen), Mitte (104 Anlagen) und Charlottenburg-Wilmersdorf (209 Anlagen) sind dagegen deutlich weniger Anlagen installiert, dafür jedoch auch solche mit großem elektrischen Leistungs- bzw. Wärmegewinnungspotenzial (Kollektorfläche im Mittel 15-37 m²). Diese befinden sich auf Gebäuden mit öffentlicher oder industriell-gewerblicher Nutzung. Interessant ist darüber hinaus, dass (bezogen auf den Stand 31.12.2015) unter den zehn größten solarthermischen Anlagen Berlins sechs auf Mehrfamilienhäusern installiert sind, also der energetischen Unterstützung im Wohnbereich dienen.

Tab. 6: Anzahl der Solarthermieanlagen und Anzahl der Solarthermieanlagen der öffentlichen Hand in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand März 2023)

Bezirk	Anzahl	Anzahl der Anlagen der öffentlichen Hand
Mitte	104	30
Friedrichshain-Kreuzberg	76	5
Pankow	930	11
Charlottenburg-Wilmersdorf	209	19
Spandau	719	2
Steglitz-Zehlendorf	1.182	8
Tempelhof-Schöneberg	729	21
Neukölln	677	11
Treptow-Köpenick	1.135	23
Marzahn-Hellersdorf	1.109	7
Lichtenberg	333	6
Reinickendorf	1.055	5
Gesamt	**8.258**	**148**

Tab. 6: Anzahl der Solarthermie-Anlagen und Anzahl der Solarthermie-Anlagen der öffentlichen Hand in den Bezirken Berlins (Erfassungsstand März 2023)

Ergebnisse der Potenzialstudie zur Solarthermie

Von den knapp 536.000 untersuchten Gebäuden eignen sich mehr als 464.000 Gebäude für die solare Thermie-Nutzung mit einer Modulfläche von insgesamt 66,2 km².

Eignung	Solar-Modulfläche in m²	Anzahl Gebäude	Potenzielle Wärmemenge in GWh/a
geeignet	66.264.578	464.826	40.553

Tab. 7: Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse für Solarthermie zur Warmwasserbereitung auf Dachflächen in Berlin (Flachdächer werden mit einer gen Süden aufgeständerten Installation berücksichtigt) (IP SYSCON 2022).

Karte 08.09.3 Solarpotenzial - Einstrahlung

Die berechneten Werte der globalen Einstrahlung als Jahressummenwerte streuen in Berlin – betrachtet über alle Oberflächen der Stadt - zwischen einem Maximum von etwa 1220 kWh/(m²/a) und einem Minimum um 246 kWh/(m²/a). Die vom Deutschen Wetterdienst DWD angesetzte mittlere Jahresumme für Berlin beträgt 1032 kWh/(m²/a). Sehr niedrrige Werte werden auf Dachflächen nur dann ermittelt, wenn Überdeckungen durch Bäume oder Verschattungen aus anderen Gründen vorliegen (vgl. Abb. 6).

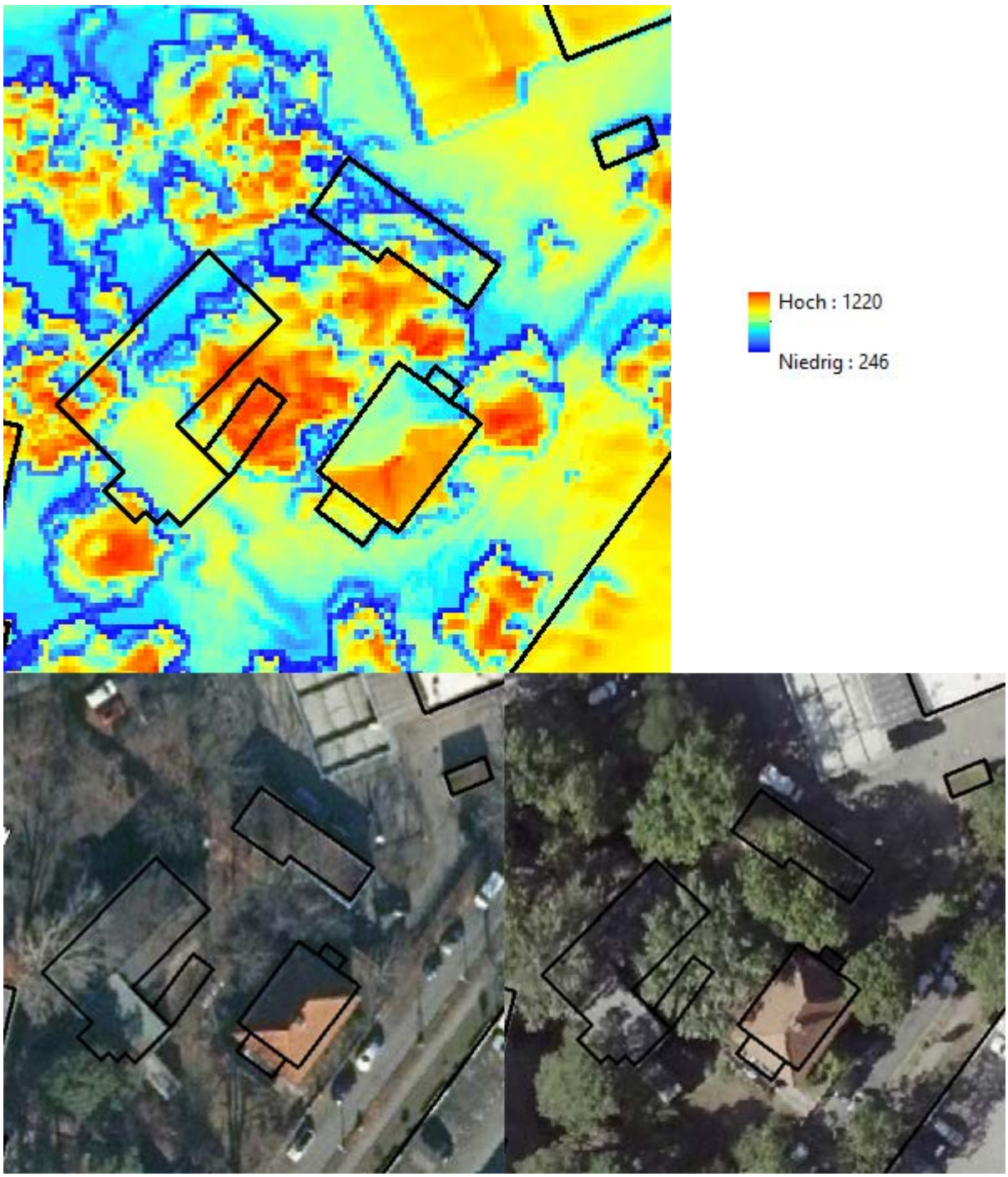

*Abb. 6: Einfluss von Überdeckungseffekten durch Bäume sowie durch die Dachausrichtung auf die berechneten solaren Einstrahlungswerte von Gebäudedächern (Werte als mittlere Jahressummen in kWh/(m²/a)). Oben: berechnete Einstrahlungswerte der Oberflächenraster in der Auflösung 0,5 * 0,5 m², schwarz: Gebäudeumringe. Unten: links: Luftbildausschnitt Februar 2021, rechts: Luftbildauschnitt August 2020.*

Bilder: Luftbilder: Geoportal Berlin, DOP20RGBI (unten links); TrueDOP20RGB – Sommerbefliegung (unten rechts)

Die höchsten Werte erreichen dagegen unbeschattete bzw. nicht überdeckte und nach südlichen Himmelsrichtungen ausgerichte geneigte Dachflächen. Offene und unbeschattete vegetationsbedeckte Flächen wie das Tempelhofer Feld erreichen ebenfalls hohe Werte um 1000 kWh/(m²/a). Waldgebiete und baumbestandene Areale dagegen vermindern durch ihre Struktur und Schattenwurf die Einstrahlungswerte beträchtlich bis in den Bereich der niedrigsten Einstrahlungen um 250-300 kWh/(m²/a).

Hier ist eine direkte Beziehung zu stadtklimatischen Effekten zu sehen, wie sie zum Beispiel in den Analysekarten des Klimamodells modelliert werden (vgl. Umweltatlaskarte „Klimamodell Berlin: Strahlungstemperatur 2015“ (04.10.3)). Insofern deckt die Karte „Solarpotenzial – Einstrahlung“ (08.09.3) eine breitgefächerte Verwendbarkeit ab.

Literatur

[1] Abgeordnetenhaus Berlin 2016:
Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 – Umsetzungszeitraum 2016 – 2020, Vorlage – zur Beschlussfassung –, Drucksache 17/2987, 07.06.2016.
Internet:
http://www.parlament-berlin.de/ados/17/IIIPlen/vorgang/d17-2987.pdf
(Zugriffsdatum: 08.092022)

[2] Agentur für erneuerbare Energien 2023:
Online-Auftritt: „Bundesländer-Übersicht zu Erneuerbaren Energien“
Internet:
Photovoltaik installierte Leistung pro km² - Solar - Übersicht zur Entwicklung Erneuerbarer Energien in allen Bundesländern - Föderal Erneuerbar (foederal-erneuerbar.de)
(Zugriffsdatum: 11.07.2023)

[3] Amt für Statistik (AfS) Berlin-Brandenburg 2016:
Regionales Bezugssystem RBS.
Internet:
https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/regionales/rbs/berlinklein.asp?Kat=4002
(Zugriffsdatum: 08.09.2022)

[4] Amt für Statistik (AfS) Berlin-Brandenburg 2021:
Energie- und CO_2-Daten im Land Berlin 2020, Potsdam.
Internet:
https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/cba6353763ccd5d2/f1c40867da86/SB_E04-05-00_2020j01_BE.xlsx
(Zugriffsdatum 08.09.2022)

[5] Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) vom 22. März 2016:
In der Fassung des Ersten Gesetzes zur Änderung des Berliner Energiewendegesetzes vom 26.10.2017, GVBl. S. 548 ff.
Internet:
https://www.berlin.de/sen/justiz/service/gesetze-und-verordnungen/2017/ausgabe-nr-29-vom-7-11-2017-s-541-556.pdf
(Zugriffsdatum: 08.09.2022)

[6] Business Location Center Berlin (BLC) 2011:
Solarpotenzialanalyse Berlin – Datendokumentation.
Internet:
https://energieatlas.berlin.de/Energieatlas_Be/Docs/Datendokumentation-Solarkataster_BLN.pdf
(Zugriff am 08.09.2022)

[7] Berliner Morgenpost 2022:
Solaranlagen: Berlin bräuchte sechsmal das Tempelhofer Feld.
Internet:
https://www.morgenpost.de/berlin/article237170005/Solaranlagen-Berlin-braeuchte-sechsmal-das-Tempelhofer-Feld.html
(Zugriff am 20.07.2023)

[8] Bundesnetzagentur (BNA) 2020:
EEG in Zahlen.
Internet:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEGinZahlen_2019.xlsx?__blob=publicationFile&v=4
(Zugriffsdatum: 12.06.2023)

[9] **Bundesnetzagentur (BNA) 2023:**
Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung – Juni 2023.
Internet:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEStatistikMaStRBNetzA_XLS.xlsx?__blob=publicationFile&v=7
(Zugriffsdatum: 31.08.2023)

[10] **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) 2020:**
Online-Auftritt.
Internet:
https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html
(Zugriff am 08.09.2022)

[11] **Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) e.V. 2023:**
Aktueller Bestand an Solarwärmesystemen und Solarkollektorfläche in Deutschland, Berlin.
Internet:
https://www.solarwirtschaft.de/presse/marktdaten/
(Zugriff: 12-07-2023)

[12] **Deutscher Wetterdienst (DWD) 2022:**
Online Präsenz zu Strahlungskarten und Informationen.
Internet:
https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/strahlungskarten_sum.html

(Zugriff: 21.10.2022)

[13] **Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014):**
Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist.
Internet:
https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf
(Zugriff am 16.08.2023)

[14] **Jahressteuergesetz 2022 (JStG 2022):**
Jahressteuergesetz vom 16. Dezember 2022 (BGBl. I 2022 S. 2294)
Internet:
https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Gesetzestexte/Gesetze_Gesetzesvorhaben/Abteilungen/Abteilung_IV/20_Legislaturperiode/2022-12-20-JStG-2022/4-Verkuendetes-Gesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=2
(Zugriff am 16.08.2023)

[15] **IP SYSCON 2016:**
Solaranlagenkataster Berlin 2015, Ergebnisbericht Januar 2016, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin, unveröffentlicht.

[16] **Reusswig, F./ Hirschl, B./ Lass, W./ Becker, C./ Bölling, L./ Clausen, W./ Haag, L./ Hahmann, H./ Heiduk, P./ Hendzlik, M./ Henze, A./ Hollandt, F./ Hunsicker, F./ Lange, C./ Meyer-Ohlendorf, L./ Neumann, A./ Rupp, J./ Schiefelbein, S./ Schwarz, U./ Weyer, G./ Wieler, U. 2014:**
Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Berlin 2050, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2014.
Internet:
https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/bek-2030-umsetzung-2017-bis-2021/machbarkeitsstudie-klimaneutrales-berlin-2050/21
(Zugriffsdatum: 08.09.2022)

[17] **SenK (Senatskanzlei Berlin) 2021:**
Senat beschließt Solargesetz Berlin, Pressemitteilung vom 02.03.2021.
Internet:
https://www.berlin.de/rbmskzl/aktuelles/pressemitteilungen/2021/pressemitteilung.1058907.php
(Zugriff am 08.09.2022)

[18] **SenUMVK (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität und Verbraucher- und Klimaschutz Berlin) 2022:**
Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030) Umsetzungszeitraum 2022 bis 2026.
Internet:

https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/bek-2030-umsetzung-2022-bis-2026/
(Zugriff 08.09.2022)

[19] **SenWEB (Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin) 2013: Solaratlas Berlin**, erstellt durch Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH. Offline.

[20] **SenWEB (Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin) 2021: Energieatlas Berlin**, Stand September 2022.
Internet:
https://energieatlas.berlin.de/
(Zugriff 08.09.2022)

[21] **SenWEB (Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin) 2019:** Masterplan Solarcity.
Internet:
https://www.berlin.de/sen/energie/energiepolitik/masterplan-solarcity/expertenempfehlung_masterplan_solarcity_berlin.pdf?ts=1684734313
(Zugriff 13.07.2023)

[22] **SenWEB (Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin) 2023:** Monitoring Masterplan Solarcity, jeweils aktueller Stand.
Internet:
https://www.berlin.de/sen/energie/erneuerbare-energien/masterplan-solarcity/
(Zugriff am 20.07.2023)

[23] **Umsatzsteuergesetz (UStG):**
Umsatzsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Februar 2005 (BGBl. I S. 386), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 19. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 194) geändert worden ist.
Internet:
https://www.gesetze-im-internet.de/ustg_1980/UStG.pdf
(Zugriff am 16.08.2023)

[24] **Verordnung über ein Register für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und Grubengas (Anlagenregisterverordnung - AnlRegV2017:**
Die Anlagenregisterverordnung vom 1. August 2014 (BGBl. I S. 1320), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert worden ist, ist gemäß Artikel 2 der Verordnung über die Registrierung energiewirtschaftlicher Daten (MaStRVEV) am 1. September 2017 außer Kraft getreten.

Karten

[25] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2020:** Digitale farbige TrueOrthophotos 2020 (TrueDOP20RGB) - Sommerbefliegung
Internet:
https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=k_luftbild2020_true_rgb@senstadt
(Zugriff am 20.10.2022)

[26] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2021:** Digitale farbige Orthophotos 2021 (DOP20RGBI)
Internet:
https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=k_luftbild2021_rgb@senstadt
(Zugriff am 20.10.2022)