

PV in Berlin – Flächennutzung und Erschließung

Joseph Bergner · Bernhard Siegel · Prof. Dr. Volker Quaschning

Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin

FB1 · Wilhelminenhofstr. 75 A · 12459 Berlin

Tel.: 030/5019-3634

E-Mail: pv2city-info@htw-berlin.de

Internet: <http://pvspeicher.htw-berlin.de>

1. Einleitung

Der voranschreitende Klimawandel führt in den Städten und Kommunen zu einem größeren Bewusstsein für dessen Folgen und Risiken aber auch zur Notwendigkeit zur Klimafolgenanpassung. Insbesondere wegen der hohen Bevölkerungsdichte aber auch weil mehr als 50% der Menschen in Städten leben, wird hier die meiste Energie verbraucht, sind Städte für 70 % der CO₂-Emissionen verantwortlich und es bestehen große Möglichkeiten für den Wandel hin zu nachhaltigerem Verkehr, Energie- und Wärmeversorgung. [1].

In vielen Städten werden daher ehrgeizige Ziele der Klimaneutralität formuliert, beispielsweise [2], [3], und mit Maßnahmen untermauert. Mit dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) wurden für Berlin Maßnahmen in den Bereichen Mobilität, Wirtschaft, Wohnen, Konsum und Energie zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 definiert [4]. Neben anderen beinhaltet dies den „Masterplan Solarcity“, der vorsieht, „möglichst schnell ein Viertel der Berliner Stromversorgung durch Solarenergie zu decken“. Dies entspricht ca. 3-4 TWh Solarenergie allein in Berlin. Die Zielsetzung wird dabei aus der *Machbarkeitsstudie: Klimaneutrales Berlin 2050* aus dem Jahr 2014 hergeleitet [5]. Hierin wird in zwei Szenarien aufgeschlüsselt, welcher Solarausbau in Berlin notwendig ist, um das Ziel einer klimaneutralen Stadt zu erreichen. Dabei diente der sogenannte *Solaratlas* [6] als Grundlage für die Bestimmung der solaren Dachflächenpotenziale.

Was die Studie nicht betrachtet ist welche strukturellen Voraussetzungen in Berlin gegeben sind, wie die Gebäude genutzt werden und welche Eigentümerstrukturen angesprochen werden müssen, um das Ziel der größtmöglichen Solarstromversorgung einer Großstadt zu erreichen.

2. Methodik

In diesem Beitrag wird exemplarisch für Berlin gezeigt, wie sich durch die Verknüpfung von Geodaten neue Erkenntnisse über das Solarpotenzial Berlins generieren lassen. Hierfür werden ausschließlich frei verfügbare Daten verwendet, so dass die Methodik *leicht* und ohne zusätzliche Kosten nachvollziehbar ist. Es werden folgende Daten vorgestellt:

- (a) der Berliner Solaratlas [6],
- (b) das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) [7],
- (c) die reale Flächennutzung [8],
- (d) Statistische Daten aus dem Zensus 2011 [9].

(a) Berliner Solaratlas

Der Berliner Solaratlas aus dem Jahr 2012 wurde auf Basis eines dreidimensionalen Stadtmodells erstellt. Verzeichnet sind in der Solarpotenzialkarte Berlins alle

Dachflächen und die mögliche installierbare PV-Leistung. Für die Erstellung wurde eine Verschattungssimulation der Gebäudedächer durchgeführt und die Dächer entsprechend ihrer Jahreserträge bewertet. Grundlegende Annahmen für die PV-Potenzialkarte sind:

- (1) ein Modulwirkungsgrad von 15%,
- (2) eine Mindestgröße der PV-Anlage von 2 kW bzw. 15 m² für Schräg- und 40 m² für Flachdächer bei einer Flächennutzung von 40 %,
- (3) die Reduzierung der Direktstrahlung durch Verschattung muss unterhalb von 10% liegen,
- (4) Flächen mit einem Ertrag von weniger als 80 % des maximalen Ertrages werden kategorisch ausgeschlossen.

Vor dem Hintergrund steigender Wirkungsgrade, gesunkener Modulkosten und alternativen Flachdachbelegungen, müssen einige Annahmen heute kritisch bewertet werden. Für die Ausnutzung der Flachdächer wurde in diesem Beitrag daher die zugrundeliegende Dachfläche mit 100 % berücksichtigt. Alternativ enthält der Solaratlas auch die für Solarthermie geeigneten Flächen, für die weniger restriktive Annahmen getroffen wurde:

- (1) Flächen mit einem Ertrag von weniger als 80 % des maximalen Ertrages werden kategorisch ausgeschlossen,
- (2) die Mindestgröße der nutzbaren Dachfläche beträgt 5 m² für Schräg- und 15 m² für Flachdächer.

(b) ALKIS-Daten

Das digitale Liegenschaftskataster enthält für sämtliche Gebäude Berlins zum einen die Gebäudegrundrisse aber auch zahlreiche weitere Informationen wie beispielsweise die Etagenzahl oder eine von zweihundert Nutzungskategorien. Hierbei erfolgt eine grobe Einteilung in „Wohnen“, „Wirtschaft“ und „öffentliche Infrastruktur, Gesundheit und Soziales“ mit zahlreichen Unterkategorien. Die Nutzungskategorien zeigen an ob es sich beispielsweise um eine Fabrik, ein Wohnhaus oder eine Schule handelt, was eine Auswertung nach eben diesen Kategorien ermöglicht, die der Solaratlas nicht zulässt.

(c) Reale Nutzung

Die reale Nutzung innerhalb von Kiezen und Blöcken ist im Umweltatlas erfasst und kann stellenweise zur Ergänzung der ALKIS-Daten genutzt werden. So kann ermittelt werden, ob es sich bei einem Wohngebäude um ein Ein- oder Zweifamilienhaus oder um einen Geschossbau handelt.

(d) Statistische Daten

Neben der Bevölkerungszählung beinhaltet der Zensus 2011 auch detaillierte Informationen zur Wohnsituation, Gebäudeeigentümerstruktur und Gebäudealter. Diese Daten wurden von den Statistischen Landesämtern erhoben und unterscheiden sich in der Tiefe der Untersuchung. Für Berlin liegen sie auf Bezirksebene vor und eignen sich daher nicht für die Auswertung der Gebäude. In diesem Beitrag wird sich daher auf die Landesebene beschränkt.

Die Daten wurden bestmöglich miteinander verschnitten, wobei beispielsweise Gebäudeabbrüche so wie -neubauten exkludiert wurden. Dennoch gibt es in der Datenbasis eine Differenz zu den statistischen Daten Berlins (siehe auch).

3. Auswertung

Für die Bewertung der Ergebnisse ist es wichtig sich mit den den Rahmendaten Berlins vertraut zu machen. In Berlin leben derzeit ca. 3,6 Mio. Menschen. Die Stadt setzt sich zusammen aus ca. 536.000 Gebäuden, wovon 60% zum Wohnen genutzt werden. Die statistischen Daten werden in Tabelle 1 der in der Untersuchung genutzten Datenbasis gegenübergestellt. Es fällt auf, dass eine leichte Abweichungen zwischen den Daten des Amts für Statistik Berlin Brandenburg, den Zensusdaten und der Datenbasis besteht, die jedoch unterhalb von 3% liegt.

Tabelle 1: Gebäude im Vergleich von Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2016, Zensusdaten 2011 und der Datenbasis

	Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2016	Zensus 2011	Datenbasis
Wohngebäude	322.644	310.453	314.619
<i>Einfamilienhaus</i>	183.816	173.610	190.668
<i>Mehrfamilienhaus</i>	138.828	136.843	124.040
Weitere Gebäude	-	-	221.076

Der Solaratlas ermittelt für 223.176 Gebäude ein Solarpotenzial von insgesamt 5,6 GW. Die aufsummierte Verteilung der Dachgrößen ist in Abbildung 1 über den logarithmischen Leistungsklassen dargestellt. Dabei zeigt sich, dass Gebäude mit einem Solarpotenzial von weniger als 10 kW etwa 10 % des Potenzials ausmachen. Dahingegen liegen 50% des Dachflächenpotenzials bei potenziellen PV-Anlagen größer als 10 bis 100 kW. Gebäude mit einem Dachflächenpotenzial größer als 100 kW machen 40 % des Gesamtpotenzials aus. In Summe sind etwa zwei Drittel der Flächen flache und ein Drittel geneigte Dächer.

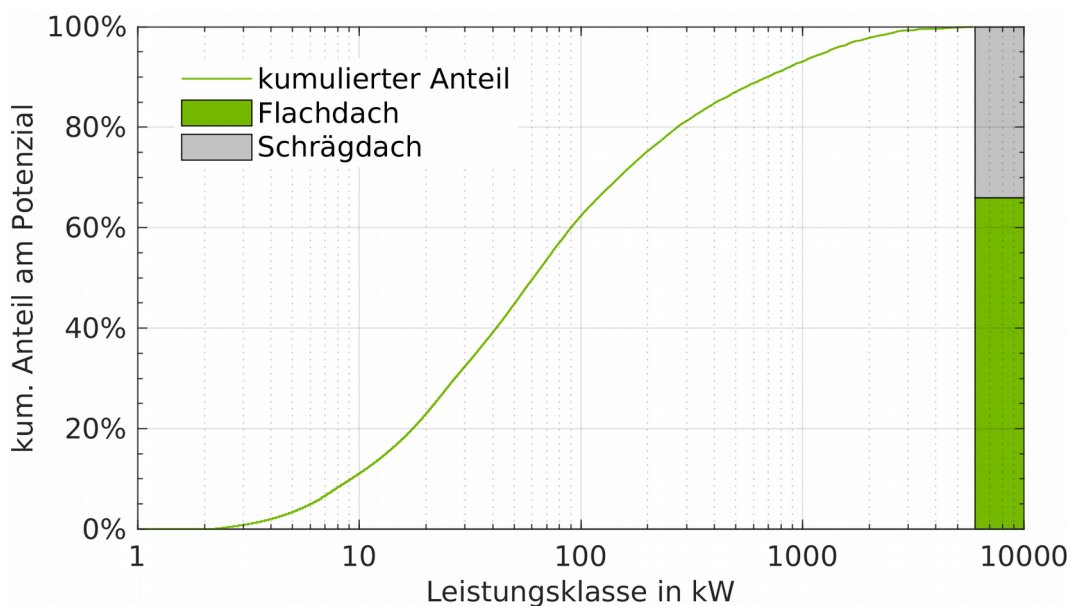


Abbildung 1 Anteil am Flächenpotenzial nach Leistungsklasse (eigene Darstellung).

Werden die Potenzialflächen von 3.800 Hektar nach der Nutzung der Gebäude summiert, so zeigt sich in Abbildung 2, dass sich ein überwiegender Anteil des Berliner PV-Potenzials (ca. 55%) auf Wohngebäuden befindet. Ein Viertel davon entfällt auf Ein- und Zweifamilienhäuser, während drei Viertel der geeigneten Dachflächen in Mehrfamilienhäusern der Mieterhauptstadt zu finden sind. Zusätzlich haben die städtischen Flächen, wie Sporthallen, Schulen und Kindergärten sowie Einrichtungen der Verwaltung, Sicherheit und Ordnung, mit etwa 9 % einen nennenswerten Anteil am Gesamtpotenzial (knapp 336 Hektar bzw. 500 MW). Die zur solaren Nutzung geeigneten Gewerbeflächen nehmen 34 % der Potenzialflächen ein (ca. 1300 Hektar). Das entspricht etwa 1.900 MW installierbarer Leistung. Diese sind in Abbildung 2 aufgeschlüsselt in Einkaufszentren, Büros, Lager- und Fabrikhallen und sonstige Dächer.

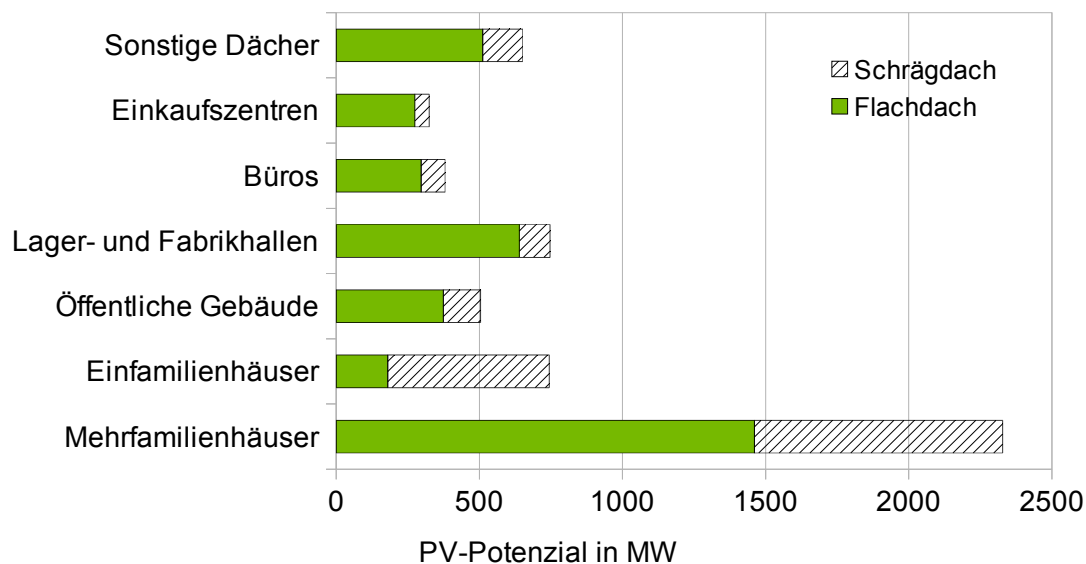


Abbildung 2 Flächenpotenzial nach Nutzung und Dachtyp (eigene Darstellung).

Wie sich an der Zusammensetzung der Flächenstruktur zeigt, sind große PV-Potenziale auf den Wohngebäuden zu finden. Darüber hinaus kommt dem Flachdach in der Großstadt eine besondere Rolle zu. Beispielsweise sind die Gewerbedächer meist als Flachdach ausgeführt. Aufgrund der meist großen Dachflächen und des in der Regel hohen Stromverbrauchs in diesen Gebäuden eignen sie sich besonders für die PV-Nutzung. Auf aufgeständerte Süd-Anlagen sollte zugunsten des höheren Gesamtertrags bei flacher Belegung gänzlich verzichtet werden. Anderenfalls reduziert sich die Potenzialfläche entsprechend des Flächennutzungsgrades.

Betrachtet man Tabelle 2, so kann festgestellt werden, dass mit zunehmender städtischer Flächenverfügbarkeit auch die Anlagengröße abnimmt. Eine Fokussierung auf größere Anlagen mit einer überschaubaren Anzahl an Ansprechpartner_innen reicht daher nicht um langfristig das gesamte Solarpotenzial auszuschöpfen (38% des PV-Potenzials mit Anlagen größer 100 kW). Hierzu muss auch der kleinteilige Massenmarkt der Wohngebäude (62%) erschlossen werden (siehe auch Abbildung 1).

Mit dem Direktverbrauch und Mieterstrom gibt es für Wohngebäude schlüssige Vertriebskonzepte, welche jedoch durch aktives Marketing und Verknüpfung mit anderen Produkten der Sektorkopplung stärker in die öffentliche Diskussion getragen werden müssen.

Tabelle 2: Durchschnitt und Median der Anlagengröße des PV-Potenzials

n		Ø PV in kW	Median PV in kW	Gesamtanteil
191.179	Wohngebäude	16	8	54 %
100.881	Einfamilienhaus	7	5,7	13 %
90.328	Mehrfamilienhaus	26	17,7	41 %
5.060	Lager- und Fabrikhallen	148	51	13 %
7.204	Büros	53	21	7 %
1.890	Einkaufszentren	172	76	6 %

Aus den Zensus 2011 lässt sich in unterschiedlicher geographischer Tiefe die Eigentümerstruktur der Wohngebäude ermitteln. Es zeigt sich, dass 75 % der Wohngebäude in Berlin im Besitz von Privatpersonen und Wohnungseigentümergemeinschaften (WEG) sind. Somit verbleiben 25 % der Gebäude, mit 50 % der Wohnungen, in institutionalisierter Verwaltung, siehe Abbildung 3.

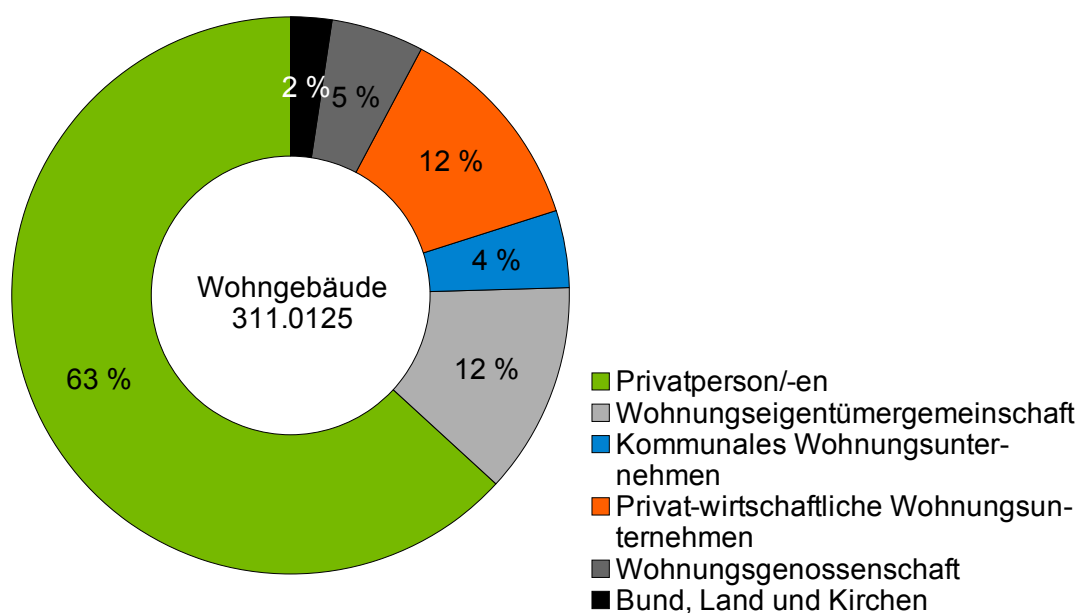


Abbildung 3 Eigentümerstruktur der Wohngebäude (eigene Darstellung).

Für den begünstigten solaren Direktverbrauch müssen Anlagenbetreiber und Stromverbraucher identisch sein. 96 % der rund 174.000 Ein- und Zweifamilienhäuser kommen in Berlin aufgrund der Eigentümerstruktur hierfür in Frage. Bei einem anteiligen Solarpotenzial entspricht dies einer potenziellen Leistung von etwa 700 MW und damit knapp dem Zehnfachen der in Berlin installierten PV-Leistung.

Da diese Anlagen jedoch nur einen Bruchteil des gesamten Berliner Solarpotenzials auf Wohngebäuden ausmachen, ist eine weitere Betrachtung der Mehrfamilienhäuser notwendig. Im Geschosswohnungsbau bietet sich eine Nutzung von Mieterstromkonzepten an. Da die Anforderungen an Mieterstrom relativ hoch liegen, kann davon ausgegangen werden, dass für die Umsetzung solcher Projekte nur institutionelle Anbieter in Frage kommen (Abbildung 4), die knapp die Hälfte der Mehrfamilienhäuser verwalten. Anteilig entspricht dies mindestens 1,1 GW des Solarpotenzials.

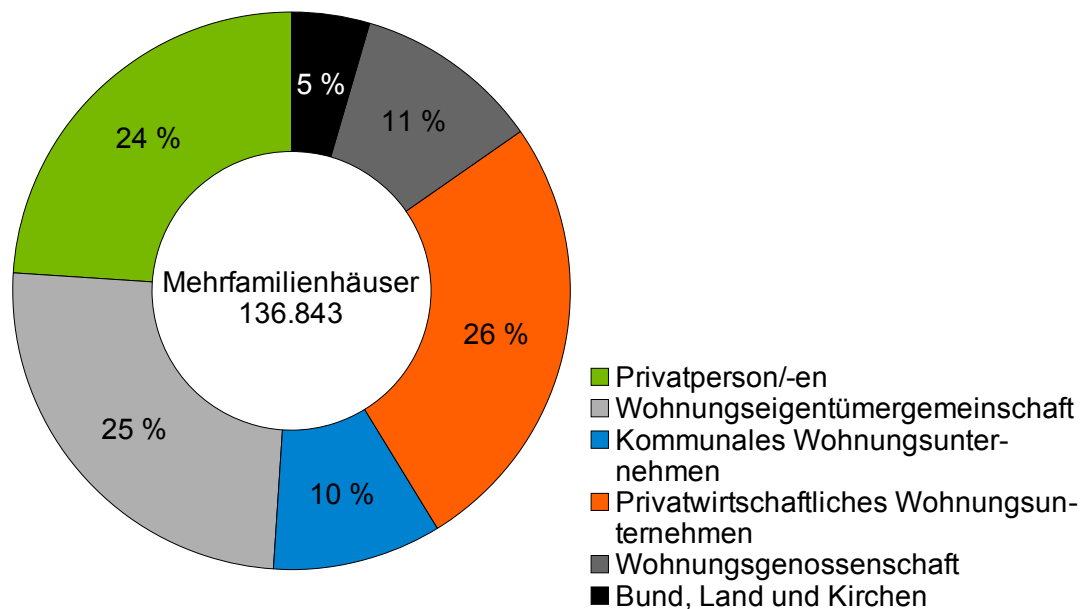


Abbildung 4 Eigentümerstruktur der Mehrfamilienhäuser (eigene Darstellung).

4. Bewertung und Diskussion

In diesem Beitrag konnte auf Basis bestehender Geodaten gezeigt werden, dass Berlin ein erhebliches Potenzial für Solarenergie hat. Grundlage der Untersuchung ist dabei der Solaratlas, welche jedoch gewisse Einschränkungen hat. Insbesondere komplexe Dachaufbauten und Mikroverschattungen kann der Solaratlas methodikbedingt nicht erkennen, so dass sich das Potenzial einerseits reduziert. Andererseits sind im Solaratlas harte Ausschlusskriterien formuliert, die nicht für alle Anwendungen gelten, beispielsweise 80% Ertrag oder kleinere Flächen. So könnte das PV-Potenzial durch eine Mitnutzung der für Solarthermie ausgewiesenen Flächen auch 34 % höher liegen. Eine genaue Quantifizierung ist somit schwierig und kann nur als Orientierung dienen.

Dem Flachdach kommt in der Großstadt eine besondere Rolle zu. Um eine Vielzahl der Dächer einer solaren Nutzung zuzuführen ist es hierbei wichtig, dass günstige, leichte Lösungen (Dachstatik) gefunden werden. Auf aufgeständerte Süd-Anlagen sollte zugunsten des höheren Gesamtertrags und der sinkenden spezifischen Kosten bei flacher Belegung gänzlich verzichtet werden.

Darüber hinaus wurde in diesem Beitrag die Zielgruppe einer möglichen „Solar-Kampagne“ näher analysiert. Neben großen Flächen vor allem im Gewerbe, konnte gezeigt werden, dass die Ein- und Zweifamilienhäuser Berlins ein Solarpotenzial von etwa 700 MW haben, welches durch solaren Direktverbrauch wirtschaftlich erschlossen werden kann. Der Ausschluss kleiner Flächen kommt hier besonders zum Tragen, so dass dieses Potenzial auch deutlich höher liegen kann. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig einen guten Vertrieb für standardisierte Solaranlagen aufzubauen, der diesen Herausforderungen begegnen kann. Eine öffentliche Kampagne zu Klimaschutz und Teilhabe, die Solarenergie als Teil der Lösung präsentiert, könnte bei der Aktivierung dieser Flächen helfen und ist im BEK bereits angelegt. Einschränkend muss angemerkt werden, dass nicht alle dieser Gebäude auch im Besitz der Einwohnenden sein müssen.

Darüber hinaus wurde der Geschosswohnungsbau näher betrachtet, bei dem sich eine Nutzung von Mieterstromkonzepten anbietet. Mit einem institutionalisierten Anteil von 50 % können hier mit einer überschaubaren Anzahl an Akteuren große

Flächen für die Solarenergie erschlossen werden. Fraglich bleibt jedoch, ob die geringen Pachteinahmen durch die Solarenergie in Zeiten hoher Immobilienpreise attraktiv genug sind um Mieterstrom bereits kurzfristig zur tragenden Säule der urbanen Energiewende zu machen. Die nicht profitorientierten, genossenschaftlichen und öffentlichen Wohnungswirtschaft ist dabei prädestiniert eine wichtige Rolle zu übernehmen, auf deren Dächern ein anteiliges Solarpotenzial von etwa 500 MW liegt. Günstigerweise kommt für viele dieser Gebäude hinzu, dass eine baldige Installation von PV-Anlagen mit ohnehin anstehenden Sanierungsarbeiten zusammenfallen würde. Dies würde sich positiv auf die Installationskosten Solaranlagen auswirken.

Es zeigte sich: will das Land Berlin seinem Anspruch auf eine Vorreiterrolle gerecht werden, ließe sich mit 700 MW auf den kommunalen verwalteten Dächern bereits ein erhebliches Dachflächenpotenzial erschließen. Mit einer konkreten Überprüfung der kommunalen Flächen im Kontext des BEK ist bis Ende 2018 zu rechnen. Für die Realisierung ist die Kooperation im Rahmen der neu geschaffenen *Mieterstrom-Plattform* [10] unerlässlich. Sie bietet darüber hinaus Anknüpfungspunkte für die genossenschaftliche und privatwirtschaftliche Wohnungswirtschaft. Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass der Mieterstrom schnell Popularität erlangen sollte; denn geht man von einer Sanierungszeitspanne von 50 Jahren aus, ergibt sich für 7-17 % der Mehrfamilienhäuser in naher Zukunft ein günstiger Zeitpunkt für die Installation von Solartechnik für eine solar-urbane Zukunft.

Abschließend kann festgehalten werden: Mit der Verknüpfung von unterschiedlichen Geodaten ist ein Erkenntnisgewinn über das Solarpotenzial und deren Erschließung, auch über Berlin hinaus, zu erreichen.

Danksagung:

Wir Danken dem Fördermittelgeber für die Ermöglichung des Projektes. Das Vorhaben "PV2City" wird im Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE) gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Berlin (Förderkennzeichen 1048-BS-0).

Literatur

- [1] International Energy Agency (IEA), *Energy Technology Perspectives 2016 -Towards Sustainable Urban Energy Systems* -. OECD Publishing, 2016.
- [2] Abgeordnetenhaus Berlin, *Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln)*, Bd. 754–1. 2016.
- [3] „Carbon Neutral Cities Alliance - Urban Sustainability Directors Network“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.usdn.org/public/page/13/CNCA>. [Zugegriffen: 14-März-2018].
- [4] *Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) 2030 – Umsetzungszeitraum 2017-2021*, Bd. Konsolidierte Fassung. 2016.
- [5] F. Reusswig, B. Hirschl, W. Lass, C. Becker, L. Bölling, und W. Clausen, „Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Berlin 2050“, Potsdamer institut für Klimafolgenforschung (PIK), Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Andere, Berlin und Potsdam, Machbarkeitsstudie, 2014.
- [6] simuPLAN, „Solaratlas Berlin - Solarpotential (Eignung pro Gebäude)“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.businesslocationcenter.de/solaratlas>. [Zugegriffen: 14-Nov-2016].
- [7] Senatsverwaltung für und Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, „Geoportal Berlin / ALKIS Berlin“. [Online]. Verfügbar unter: <http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>. [Zugegriffen: 05-März-2018].
- [8] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, „Geoportal Berlin / Solaranlagen - Reale Nutzung (Umweltatlas)“. [Online]. Verfügbar unter: <http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>. [Zugegriffen: 05-März-2018].
- [9] Amt für Statistik Berlin Brandenburg, „Zensus 2011 - Datenbank“, 09-Mai-2011. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/datenbank/zensus.asp>. [Zugegriffen: 14-März-2018].
- [10] Berliner Stadtwerke GmbH, „Sieben auf einen Streich: Sonnenstrom vom Dach“, Berlin, 20-Nov-2017.