UNIVERSITÄT
LEIPZIG

FiWi
Leipzig
Finanzwissenschaft
Institut für Öff. Finanzen
und Public Management

Arbeitspapiere des Instituts für Öffentliche Finanzen und Public Management Nr. 1

Regionalwirtschaftliche Effekte aus dem Betrieb von Photovoltaikanlagen

Methodenpapier zur Wertschöpfungsanalyse

Katharina Kolb, Maren Springsklee, Dr. Mario Hesse

12/2021

Die Studie ist im Rahmen des Forschungsprojektes Smart Utilities and Sustainable Infrastructure Change (SUSIC) entstanden, dessen Auftraggeber das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) ist. Die Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushalts. Projektnummer: 1722 0710

Autor:innen

Katharina Kolb, M.Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management, Universität Leipzig

Maren Springsklee, M.Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management, Universität Leipzig

Dr. Mario Hesse, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management, Universität Leipzig

Zitierempfehlung

Kolb, Katharina/Springsklee, Maren/Hesse, Mario (2021): Regionalwirtschaftliche Effekte aus dem Betrieb von Photovoltaikanlagen – Methodenpapier zur Wertschöpfungsanalyse, Arbeitspapiere des Instituts für Öffentliche Finanzen und Public Management, Nr. 1, Universität Leipzig, Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management, Leipzig.

DOI: 10.36730/2021.3.afwi.1

ISSN: 2750-4530

Veröffentlicht durch

Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management

Universität Leipzig

Neues Augusteum

Augustusplatz 10

04109 Leipzig

Leitung: Prof. Dr. Thomas Lenk

E-Mail: fiwi@wifa.uni-leipzig.de

Web: www.uni-leipzig.de/fiwi

Ansprechpartnerin

Maren Springsklee

Universität Leipzig

Neues Augusteum

Augustusplatz 10

04109 Leipzig

Tel.: +49 341 9733-579

springsklee@wifa.uni-leipzig.de

Dieses Arbeitspapier ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.

Regionalwirtschaftliche Effekte aus dem Betrieb von Photovoltaikanlagen – Methodenpapier zur Wertschöpfungsanalyse

JEL-Codes: H30, H71, O18, Q55

Der voranschreitende Ausbau von erneuerbaren Energien (EE) Technologien bringt eine zunehmend dezentralisierte Energieproduktion mit sich. Hieraus ergeben sich unterschiedliche regionalwirtschaftliche Effekte und Wertschöpfungspotenziale für den ländlichen und den urbanen Raum. Ziel dieser Studie ist die Quantifizierung der Wertschöpfung im Kontext von Solarstromerzeugung durch Photovoltaik (PV)-Anlagen. Hierzu wird eine allgemeine Methodik zur Bestimmung der direkten, indirekten und induzierten Wertschöpfungseffekte erstellt, die aktuelle Entwicklungen berücksichtigt und zunächst auf das Praxisbeispiel der Stadt Leipzig im Jahr 2019 angewandt. Die Ergebnisse können Kommunen bei der Frage unterstützen, ob und inwiefern es sich im Hinblick auf veränderte regulatorische Rahmenbedingungen auch in Zukunft lohnt, den PV-Ausbau vor Ort voranzutreiben und geeignete Ansatzpunkte hierfür zu identifizieren. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Wertschöpfungseffekte für verschiedene Anlagengrößen variieren. Während kleinere Anlagen eine höhere Wertschöpfung pro Kilowattpeak (kWp) generieren, zeigen große Dach- und Freiflächenanlagen durch ihre Skalierung einen größeren Effekt auf die Wertschöpfung in absoluten Werten. Gleichzeitig fließt ein erheblicher Anteil der generierten Wertschöpfung aus der Standortkommune ab. Insgesamt beziffert sich die kommunal verbleibende Wertschöpfung aus dem PV-Betrieb in der Stadt Leipzig 2019 auf rund 4,5 Mio. Euro.

Schlagwörter: Regionalwirtschaftliche Effekte, Kommunale Wertschöpfung, Photovoltaik, PV-Betrieb, direkte/indirekte/induzierte Effekte

Regional economic effects of photovoltaic system operation - methodology to determine value added effects

The advancing deployment of renewable energy (RE) technologies leads to an increasingly decentralized energy production. This results in different regional economic effects and value creation potentials for rural and urban areas. The aim of this study is to quantify the value added in the context of solar power generation photovoltaic (PV) plants. Within the scope of the study, a general methodology for the assessment of direct, indirect, and induced value-added effects is developed, which considers current developments and is initially applied to the practical example of the city of Leipzig in 2019. The findings can support municipalities regarding the promotion of PV locally and help to identify suitable instruments in view of changed regulatory framework conditions. The result shows that the value-added effects vary for different plant sizes. While smaller plants generate a higher value added per kilowatt peak (kWp), large rooftop and ground-mounted plants show larger total value-added effects due to their sheer size. At the same time, a considerable proportion of the value generated flows out of the local community. In total, the remaining municipal value added from PV operation in the city of Leipzig amounts to around 4.5 million euros in 2019.

Keywords: regional economic effects, municipal value added, photovoltaics, PV operation, direct/indirect/induced effects

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Literaturüberblick	2
1.2 Theoretische Vorbemerkungen	3
1.3 Aufbau des Basismodells	5
2 Grundlagen und Annahmen	7
2.1 Datengrundlage	7
2.2 Geographischer und zeitlicher Zuschnitt der Analyse	8
2.3 Größenklassen und Referenzanlagen	9
2.3.1 EEG-Vergütung nach Anlagengröße	9
2.3.2 Häufigkeit verschiedener Anlagengrößen	10
2.3.3 Festlegung der Größenklassen und Referenzanlagen	11
2.4 Ausbaustand in der Stadt Leipzig 2019	11
2.5 Eigenschaften der Anlagenbetreiber:innen	13
2.5.1 Rechtsformen der Betreiber:innen	13
2.5.2 Standort der Betreiber:innen	14
2.5.3 Vollgewerblich, nebengewerblich und privat betriebene Anlagen	15
3 Vorsteuergewinn	16
3.1 Umsatzberechnung	16
3.1.1 Ermittlung des Umsatzes in den Vergleichsstudien	16
3.1.2 Vermarktungsmodelle nach dem EEG	17
3.1.3 Eigenverbrauch	21
3.1.4 Berechnung des Umsatzes pro kWp je Größenklasse	23
3.2 Kostenarten	32
3.2.1 Investitionskosten	32
3.2.2 Übersicht der Kosten im PV-Betrieb	34
3.2.3 Betriebskosten	35
3.2.4 Abschreibungen und Finanzierungskosten	39
3.3 Ergebnisse für Umsätze, Kosten und Vorsteuergewinn	42

4	Direkte Wertschöpfungseffekte.....	43
4.1	Berechnungsmethodik des direkten Effekts	43
4.2	Anteil der Eigenkapitalgeber:innen.....	44
4.3	Anteil der Fremdkapitalgeber:innen	44
4.4	Anteil der Arbeitnehmer:innen.....	45
4.5	Fiskalische Effekte (staatlicher Anteil)	45
4.5.1	Gewerbesteuer	47
4.5.2	Körperschaftsteuer	50
4.5.3	Einkommensteuer	50
4.5.4	Solidaritatzuschlag.....	52
4.5.5	Ergebnisse der fiskalischen Effekte	52
4.6	Direkte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019	53
5	Indirekte Wertschöpfungseffekte	54
5.1	Berechnungsmethodik des indirekten Effekts	54
5.2	Indirekte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019	58
6	Induzierte Wertschöpfungseffekte	59
6.1	Berechnungsmethodik des induzierten Wertschöpfungseffekts.....	59
6.2	Induzierte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019	62
6.3	Induzierte fiskalische Effekte.....	63
7	Gesamtbetrachtung	64
7.1	Ergebnisse der Wertschöpfungsanalyse für das Jahr 2019	64
7.2	Szenarioanalyse.....	67
7.2.1	Veränderbare Parameter	67
7.2.2	Szenario 1: „Regional Total“	68
7.2.3	Szenario 2: „UFO“	68
7.2.4	Vergleich der Szenarien mit der IST-Betrachtung 2019	69
7.3	Grenzbetrachtung für das Jahr 2020	70
7.3.1	Annahmen und aktualisierte Parameter	70
7.3.2	Ergebnisse der Grenzbetrachtung 2020	72
8	Fazit und Ausblick	74
	Literaturverzeichnis	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Berechnung des direkten Wertschöpfungseffekts.....	4
Abbildung 2:	Zusammensetzung der Wertschöpfungseffekte.	4
Abbildung 3:	Exemplarische Wertschöpfungskette einer EE-Anlage.....	5
Abbildung 4:	Schematischer Aufbau des Methodenpapiers.	5
Abbildung 5:	Vergleich der Anlagen-Altersstruktur in der Stadt Leipzig zwischen MaStR und Übertragungsnetzbetreiberdaten (2000-2018).....	8
Abbildung 6:	Anlagenanzahl in der Stadt Leipzig nach kWp (2019).	10
Abbildung 7:	Anlagenanzahl pro 100.000 Einwohner:innen nach kWp differenziert nach Landkreisen und kreisfreien Städten in Sachsen (2019).	11
Abbildung 8:	Kumulierter PV-Ausbau nach installierter Leistung je Größenklasse in der Stadt Leipzig (2000-2018).	12
Abbildung 9:	Rechtsformen der Betreiber:innen von PV-Anlagen und deren Anteil an der installierten Leistung in der Stadt Leipzig.	13
Abbildung 10:	Geschäftssitz der Betreiber:innen von PV-Anlagen in der Stadt Leipzig.	14
Abbildung 11:	Unterteilung in private, neben- und vollgewerblich betriebene Anlagen.	15
Abbildung 12:	Veräußerungsformen nach dem EEG 2021.....	16
Abbildung 13:	Übersicht der Neuerungen des EEG.....	17
Abbildung 14:	Veräußerungsformen von PV-Strom nach dem EEG 2021.....	18
Abbildung 15:	Vergütungsstruktur im Marktprämienmodell.....	19
Abbildung 16:	Entwicklung der Haushaltsstrompreise zum 01.04. (Grundversorgungsvertrag) und der Einspeisevergütung für Anlagen < 30 kWp, die im April des jeweiligen Jahres in Betrieb genommen wurden (2010-2020).	21
Abbildung 17:	Exemplarische Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs bei einer PV-Anlage > 20 kWp (2019).	23
Abbildung 18:	Hauptausrichtung und Neigungswinkel der PV-Anlagen in der Stadt Leipzig.	29
Abbildung 19:	Durchschnittliche Netto-Investitionskosten für Anlagen 10-100 kWp (2006-2018).	32
Abbildung 20:	Durchschnittliche Investitionskosten je Größenklasse in Euro pro kWp (2000-2018).....	33
Abbildung 21:	Entwicklung der Systemkosten für PV-Anlagen (1991-2016).....	34
Abbildung 22:	Schematische Darstellung der Zählermiete nach Anlagengröße.....	37
Abbildung 23:	Extrapolierter Zinsverlauf KfW EE Programm Standard für natürliche Personen und Organisationen (2000-2019).	41
Abbildung 24:	Umsatz, Kosten und Vorsteuergewinn je Größenklasse in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019).	42
Abbildung 25:	Berechnung der Gewerbesteuer.	47
Abbildung 26:	Kommunal verbleibender Anteil der Steuereinnahmen und abfließende Steuereinnahmen in der Stadt Leipzig (2019).....	53
Abbildung 27:	Gesamte und kommunal verbleibende direkte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019).	54

Abbildung 28:	Berechnung der Brutto- und Nettowertschöpfung.	55
Abbildung 29:	Gesamte und kommunale verbleibende indirekte Wertschöpfung in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019).	59
Abbildung 30:	Induzierte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019)	63
Abbildung 31:	Kommunale Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019).	64
Abbildung 32:	Hochgerechnete gesamte und kommunal verbleibende Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in € (2019).	66
Abbildung 33:	Vergleich der kommunalen Wertschöpfung in den Szenarien und der IST-Betrachtung 2019.	69
Abbildung 34:	Kommunale Wertschöpfungseffekte durch den PV-Betrieb in der Stadt Leipzig, Grenzbetrachtung (2020).	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Literaturüberblick regionale Wertschöpfung aus EE-Stromerzeugung.	2
Tabelle 2:	Festgesetzte Anlagengrößenklassen und Referenzanlagen.	11
Tabelle 3:	Ausbaustand in der Stadt Leipzig 2019.	12
Tabelle 4:	Durchschnittliche EEG-Vergütung pro kWp.	26
Tabelle 5:	Übersicht der relevanten Parameter zur Berechnung des spezifischen Nutzertrags.	28
Tabelle 6:	Durchschnittlicher Eigenverbrauch je Größenklasse (2019).	30
Tabelle 7:	Durchschnittliche Netto-Strompreise in Deutschland (2019).	31
Tabelle 8:	Durchschnittliche Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs in €/kWp.	31
Tabelle 9:	Durchschnittliche gewichtete Investitionskosten je Größenklasse in €/kWp.	34
Tabelle 10:	Übersicht der im Betrieb von PV-Anlagen anfallenden Kosten pro kWp und Jahr.	35
Tabelle 11:	Zusammensetzung des durchschnittlichen Vorsteuergewinns je Größenklasse in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019).	42
Tabelle 12:	Gesamte und kommunal verbleibende direkte Wertschöpfung je Stakeholder in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019).	43
Tabelle 13:	Nachsteuergewinn der Eigenkapitalgeber:innen	44
Tabelle 14:	Gemeindliche Steuern.	46
Tabelle 15:	Übersicht der Komponenten zur Berechnung der indirekten Effekte.	56
Tabelle 16:	Bestandteile des Einkommensmultiplikators (2018).	60
Tabelle 17:	Sensitivitätsanalyse des Einkommensmultiplikators in Abhängigkeit der Import- und Konsumquote.	62
Tabelle 18:	Kommunale Wertschöpfungseffekte im Szenario Regional Total.	68
Tabelle 19:	Kommunale Wertschöpfung im Szenario UFO.	69
Tabelle 20:	Annahmen und Parameter der Grenzbetrachtung 2020.	70

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AfA-Tabelle	Abschreibungstabelle für allgemein verwendbare Anlagegüter
AG	Aktiengesellschaft
AW	Anzulegender Wert
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BWS	Bruttowertschöpfung
bzw.	beziehungsweise
Co. KG	Compagnie Kommanditgesellschaft
ct	cent
d. h.	das heißt
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
e. G.	Eingetragene Genossenschaft
EK	Eigenkapital
e. K.	eingetragener Kaufmann
ESV	Einspeisevergütung
EStG	Einkommensteuergesetz
et al.	et alii
etc.	et cetera
e. V.	Eingetragener Verein
EV	Eigenverbrauch
FK	Fremdkapital
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GewStG	Gewerbsteuergesetz
GG	Grundgesetz
gGmbH	Gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ggf.	gegebenenfalls
GK	Größenklasse
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GWh	Gigawattstunden
i. d. R.	in der Regel
KG	Kommanditgesellschaft
KGaA	Kommanditgesellschaft auf Aktien
KStG	Körperschaftsteuergesetz
kWh	Kilowattstunde

KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
kWp	Kilowatt peak
MaStR	Marktstammdatenregister
Mio.	Millionen
MPM	Marktprämienmodell
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
MWp	Megawatt peak
Nr.	Nummer
OHG	Offene Handelsgesellschaft
PV	Photovoltaik
SE	Europäische Aktiengesellschaft
SolzG	Solidaritätszuschlaggesetz
StromNEV	Stromnetzentgeltverordnung
SUSIC	Smart Utilities and Sustainable Infrastructure Change
u. a.	unter anderem
UG	Unternehmergeellschaft
UStG	Umsatzsteuergesetz
v. a.	vor allem
VEV	Vorteilhaftigkeit Eigenverbrauch
vgl.	vergleiche
vNNE	Vermiedene Netznutzungsentgelte
z. B.	zum Beispiel
zzgl.	zuzüglich

1 Einleitung

Im Rahmen der Energiewende schreitet der Ausbau von Erneuerbare-Energien-Technologien (EE) voran. Diese Transformation des Energiesystems bringt eine zunehmend dezentralisierte Energieproduktion mit sich. Dies wirkt sich nicht nur auf die Gewährleistung technischer Voraussetzungen wie Versorgungssicherheit oder Netzstabilität aus, sondern ruft auch erhebliche regionalwirtschaftliche Effekte hervor. Im Rahmen des Verbundprojektes SMART UTILITIES AND SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE CHANGE (SUSIC) der UNIVERSITÄT LEIPZIG, dem INSTITUT FÜR ANGEWANDTE INFORMATIK (INFAI) und der HOCHSCHULE FÜR TECHNIK, WIRTSCHAFT UND KULTUR (HTWK) LEIPZIG erfolgt die Bewertung integrierter kommunaler und regionaler Infrastruktursysteme zur Bereitstellung von Energie und Wasser sowie zur Entsorgung von Abwasser. Zum Verständnis der Transformationsprozesse und -pfade werden die Handlungs- und Entscheidungslogiken der relevanten heterogenen Akteur:innen untersucht und zwei agentenbasierte Technologieadaptionsmodelle entwickelt. Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen zudem die direkten und externen regionalwirtschaftlichen Effekte der Versorgungswirtschaft bewertet werden, die aus der Transformation der Infrastruktursysteme resultieren. Insbesondere soll die regionale Vorteilhaftigkeit eines verstärkten Ausbaus von Photovoltaik (PV)-Anlagen zur Erzeugung von Strom mittels solarer Strahlungsenergie aus kommunaler Perspektive evaluiert werden. Dabei werden auch externe Effekte, die über ein individuelles Kosten-Nutzen-Kalkül der Anlagenbetreiber:innen hinausgehen, berücksichtigt. Der Forschungsgegenstand ist somit die Untersuchung der gesamtwirtschaftlichen Effekte auf Standorte von PV-Anlagen im kommunalen Kontext.

Das vorliegende Teilprojekt zielt konkret auf die Quantifizierung kommunaler Wertschöpfung im Kontext von Solarstromerzeugung ab. Der Fokus liegt hierbei auf der Betriebsphase von PV-Anlagen. Das Vorhaben orientiert sich an den folgenden Forschungsfragen:

- 1) **Wie lassen sich direkte, indirekte und induzierte Wertschöpfungseffekte durch den Betrieb von PV-Anlagen auf einer ortsbezogenen (kommunalen) bzw. regionalen Ebene quantifizieren?**
 - a. Wie lässt sich Eigenverbrauch in der Vergütungsstruktur berücksichtigen?
 - b. Wie lässt sich das Marktpremienmodell (MPM) in der Vergütungsstruktur berücksichtigen?
- 2) **Wie hoch ist die Wertschöpfung, die durch den Betrieb von PV-Anlagen in einer Stadt in einem definierten Zeitraum generiert wird?**
 - a. Wie stellt sich konkret die Wertschöpfung in der Stadt Leipzig im Jahr 2019 dar?
 - b. Wie ist die generierte Wertschöpfung aus kommunaler Sicht zu bewerten?
 - c. An welchen Stellen kann eine Kommune ansetzen, um die Wertschöpfung zu erhöhen?

Ziel des Vorhabens ist somit die Entwicklung einer allgemeinen Methodik, die aktuelle Entwicklungen berücksichtigt und zunächst auf das Praxisbeispiel der Stadt Leipzig im Jahr 2019 angewandt wird (Basismodell). Im Anschluss wird die entwickelte Methode einerseits dazu genutzt, um mithilfe von Alternativszenarien und Grenzbetrachtungen den Potenzialraum der kommunalen

Wertschöpfungseffekte durch den PV-Betrieb abzustecken. Dies kann Kommunen bei der Frage unterstützen, ob und inwiefern es sich im Hinblick auf veränderte regulatorischen Rahmenbedingungen, wie z. B. die Anpassungen der Vergütung durch das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ – EEG), auch in Zukunft lohnt, den PV-Ausbau vor Ort voranzutreiben und geeignete Ansatzpunkte hierfür zu identifizieren. Andererseits soll die Methodik zukünftig auf weitere Kommunen angewandt werden, um die Differenzen zwischen urbanen und ländlichen Kontexten herauszuarbeiten. Insbesondere in Bezug auf die Flächenverfügbarkeit in verschiedenen Räumen sind Unterschiede in der Anlagen- und Vergütungsstruktur denkbar.

Das vorliegende Methodenpapier gibt einen detaillierten Einblick in die entwickelte Berechnungsmethodik, die nutzbare Datenbasis und relevante Annahmen. Die Studie baut dabei auf vorhandene Analysen auf und entwickelt diese weiter, um den Entwicklungen des PV-Marktes und der politischen Fördermaßnahmen der letzten Jahre Rechnung zu tragen.

1.1 Literaturüberblick

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Studien, die sich explizit mit Wertschöpfungseffekten durch regenerative Stromerzeugung und insbesondere Solarstrom auf kommunaler Ebene befassen.¹ Der Fokus in den Studien unterscheidet sich dabei in Bezug auf die analysierten EE-Technologien, Wertschöpfungsstufen und -komponenten sowie den regionalen Zuschnitt. Die Quantifizierung der Wertschöpfung ist auf kommunaler Ebene mittels gängiger Methoden wie der Input-Output-Analyse² aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit kleinräumiger Daten auf Gemeindeebene nicht möglich. Daher greifen die betrachteten Studien näherungsweise auf Verfahren zur Ermittlung der einzelnen Wertschöpfungskomponenten zurück.

Tabelle 1: Literaturüberblick regionale Wertschöpfung aus EE-Stromerzeugung

Autor:innen	Jahr	Fokus	Methodik
Wilkens/Schnitzlbaumer/Wetzel	2020	EE-Stromerzeugung (PV, Wind, Wasser & Biomasse) in Nordhessen (2000-2018)	Methodik des BMVBS
Jenniches/Schneider	2017	EE-Stromerzeugung (PV, Wind) in der Städteregion Aachen	Direkte Effekte mehrerer Wertschöpfungsstufen; Eigenverbrauchsquote
BMVBS ³	2011 & 2013	EE-Stromerzeugung (PV, Wind, Wasser & Biomasse) für 5 Modellkommunen	Direkte, indirekte und induzierte Effekte in Betriebsphase
Kosfeld/Gückelhorn	2012	EE-Stromerzeugung (PV, Wind, Wasser, Biogas) für 4 Modellregionen	Direkte, indirekte und induzierte Effekte in Betriebsphase

¹ Die kommunale Ebene kann dabei sowohl Städte und Gemeinden (örtlicher Bezug) als auch Landkreise (regionaler Bezug) umfassen, sodass sich die Studien durchaus auf unterschiedliche räumliche Kontexte beziehen.

² Mit der Input-Output-Analyse lassen sich Verflechtungen und Güterströme zwischen unterschiedlichen Produktionsebenen einer Volkswirtschaft darstellen. Sie geht auf den Ökonomen Wassily Leontief zurück und erlaubt u. a. eine detaillierte quantitative Analyse von Wertschöpfungseffekten. Sie erfordert allerdings für jede Gütergruppe Informationen zur durchschnittlichen Inputstruktur von Unternehmen und der Verwendung von Gütern. Belastbare Input-Output-Analysen lassen sich jedoch kaum kleinräumig darstellen. Die übliche Darstellungsweise ist die nationalstaatliche Ebene der gesamten Volkswirtschaft. Zur Input-Output-Analyse siehe auch Statistisches Bundesamt (2010).

³ Die Studien des BMVBS wurden u. a. von Kosfeld/Gückelhorn erstellt, daher stimmt die Methodik weitgehend überein.

Funcke	2011	EE-Stromerzeugung PV in der Stadt Freiburg	Methodik von Hirschl et al.
Hirschl et al.	2010a, 2010b, 2011, 2012, 2015	EE-Stromerzeugung (16 Technologien) in diversen Modell- und Beispielkommunen	Direkte Effekte der vollständigen Wertschöpfungskette

Quelle: Eigene Darstellung.

Die vorliegende Studie baut auf den von HIRSCHL et al., JENNICHES/SCHNEIDER, BMVBS und KOSFELD/GÜCKELHORN entwickelten Näherungsverfahren auf, die einen ähnlichen inhaltlichen und räumlichen Zuschnitt haben.⁴ Zusätzlich ermöglicht die verbesserte Datenverfügbarkeit durch die Einführung des zentralen MARKTSTAMMDATENREGISTERS (MaStR) im Jahr 2019 und die veröffentlichten Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber eine Erweiterung der Methodik. Hierdurch können detaillierte Eigenschaften des PV-Betriebs in der Beispielkommune im Rahmen der Wertschöpfungsanalyse berücksichtigt werden. Diese umfassen u. a. die tatsächlich eingespeiste und nach dem EEG vergütete Strommenge je Anlage, verschiedene Eigenschaften der Anlagen (Altersstruktur, Ausrichtung und Anlagentyp) und der Betreiber:innen (Betriebssitz und Rechtsform) sowie zeitliche Entwicklungen der Kosten. Zusätzlich wird der Eigenverbrauch von PV-Strom als Einsparung gegenüber dem externen Strombezug in der vorliegenden Studie berücksichtigt. Dieser spielt für die Wirtschaftlichkeit des PV-Betriebs durch die sinkende Einspeisevergütung bei gleichzeitig steigenden Strompreisen eine zunehmend bedeutsame Rolle.⁵ Im Folgenden werden zunächst die theoretischen Grundlagen der regionalen Wertschöpfungsanalyse vorgestellt.

1.2 Theoretische Vorbemerkungen

Die regionale Wertschöpfungsanalyse im Kontext der Energiewende zielt darauf ab, den im Zuge des EE-Ausbaus geschaffenen Mehrwert entlang der Wertschöpfungskette zu quantifizieren und denjenigen Anteil abzugrenzen, der sich örtlich radizieren lässt (auf gemeindlicher bzw. regionaler Ebene). Zur begrifflichen Einordnung und als Rahmen für die Quantifizierung der Wertschöpfung dient die Logik der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) (siehe Abbildung 1). Angelehnt an die Entstehungsrechnung der VGR berechnet sich die Wertschöpfung, indem vom Produktionswert (zu Marktpreisen bewerteter Güterverbrauch) alle relevanten Vorleistungen (ebenfalls bewertet zu Marktpreisen) abgezogen werden.⁶ Über die Verteilungsrechnung ist die Wertschöpfung additiv ermittelbar, indem die Einkommensanteile der beteiligten Stakeholder summiert werden:⁷ Lohn der Arbeitnehmer:innen + Steuereinnahmen des Staates + Zinseinnahmen der Fremdkapitalgeber:innen + Einkommensanteile der Eigenkapitalgeber:innen.⁸

⁴ Die entsprechenden Studien werden im Folgenden als Vergleichsstudien bezeichnet. Diese Studien betrachten regionale Wertschöpfungseffekte durch PV-Anlagen, bauen methodisch teilweise aufeinander auf und entwickeln die Berechnungsverfahren weiter. Weitere Analysen, welche die Methodik anderer Studien auf einen anderen regionalen Kontext übertragen und anwenden, werden in der vorliegenden Betrachtung nicht als Vergleichsstudien berücksichtigt.

⁵ Zur Entwicklung der PV-Stromgestehungskosten, Einspeisevergütung und Strompreise vgl. Wirth (2020), S. 8–10.

⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020b), S. 30; BMVBS (2013), S. 19–21; Haller (1997), S. 43–45.

⁷ Vgl. BMVBS (2013), S. 19–21; Haller (1997), S. 43 f.

⁸ Vgl. Haller (1997), S. 45 f.

Abbildung 1: Berechnung des direkten Wertschöpfungseffekts

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Haller (1997), S. 45.

Neben diesem sogenannten direkten Wertschöpfungseffekt löst der EE-Ausbau auch indirekte und induzierte Wertschöpfungseffekte aus.⁹ Indirekte Effekte entstehen durch die Nachfrage in den relevanten Vorleistungs- und Zulieferbetrieben, beispielsweise bezüglich Einzelteilen für Anlagen oder der Inanspruchnahme von Dienstleistungen wie Wartung oder Steuerberatung.¹⁰ Zudem verursacht die Wiederverausgabung des generierten Einkommens Multiplikatoreffekte auf die gesamtwirtschaftliche Nachfrage – den induzierten Effekt.¹¹ Der Gesamteffekt berechnet sich folglich aus der Summe der direkten, indirekten und induzierten Wertschöpfungseffekte (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Zusammensetzung der Wertschöpfungseffekte

Quelle: Eigene Darstellung.

Für eine Region bzw. Kommune ist jedoch nicht die gesamte im Wirtschaftszweig generierte Wertschöpfung, sondern nur die *kommunale* Wertschöpfung, also der *in der Kommune* geschaffene und verbleibende Mehrwert, ausschlaggebend. Zur regionalen Abgrenzung der Wertschöpfungseffekte wird daher für jeden Wertschöpfungsschritt nach der räumlichen Zuordnung gefragt: Welche Stakeholder sind in der Kommune ansässig? Haben die Zulieferbetriebe, die von Nachfrageerhöhungen profitieren, ihre Unternehmenssitze in der Kommune? Welcher Anteil der zusätzlichen Steuereinnahmen steht der Kommune zu? Diese Perspektive ist entscheidend, wenn der Betrieb bzw.

⁹ Vgl. BMVBS (2013), S. 22-24.

¹⁰ Vgl. BMVBS (2013), S. 23 f.; Jenniches/Schneider (2017), S. 21.

¹¹ Vgl. BMVBS (2013), S. 23 f.; Funcke (2011), S. 20; Jenniches/Schneider (2017), S. 21.

der Ausbau von PV-Anlagen Gegenstand von Entscheidungen in einem kommunalen Kontext ist.¹²

Abbildung 3: Exemplarische Wertschöpfungskette einer EE-Anlage

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hirschl et al. (2010), S. 23 f.

Die vorliegende Analyse fokussiert sich ausschließlich auf den Energieträger *solare Strahlungsenergie*. Im Folgenden wird zunächst ein Basismodell entwickelt, welches die Wertschöpfungseffekte berechnet, die aus dem Betrieb von PV-Anlagen in der Beispielkommune Leipzig 2019 entstehen. In der in Abbildung 3 dargestellten Wertschöpfungskette wird somit der in Wertschöpfungsstufe 3) *Betrieb und Wartung* geschaffene Mehrwert quantifiziert. Der Fokus liegt damit auf den jährlich auftretenden Effekten der PV-Stromerzeugung – einmalig auftretende Effekte wie die Anlageninstallation in Wertschöpfungsstufe 2) *Planung & Installation* werden nicht direkt betrachtet. Die Stufe 1) *Produktion von Anlagen und Komponenten* spielt im deutschen städtischen Kontext zudem eine vernachlässigbare Rolle und ist daher nicht Gegenstand der vorliegenden Betrachtung.¹³ Diese Stufe betrifft stattdessen eher Fragen der internationalen Arbeitsteilung, da ein Großteil der PV-Module außerhalb Deutschlands gefertigt wird.¹⁴ Als Vorleistungen fließen die Stufen 1) und 2) allerdings indirekt in die Analyse mit ein. Die Erweiterung der Methodik auf die gesamte Wertschöpfungskette bietet sich als Gegenstand zukünftiger Analysen an.

1.3 Aufbau des Basismodells

Im weiteren Verlauf dieses Methodenpapiers wird das Basismodell zur Quantifizierung der kommunalen Wertschöpfung aus dem Betrieb von PV-Anlagen schrittweise aufgebaut. Abbildung 4 gibt einen Überblick der zentralen Komponenten und der Kapitelstruktur dieser Studie.

¹² Siehe hierzu z. B. Scheller et al. (2020).

¹³ Vgl. Matthes/Schaefer (2021), S. 2.

¹⁴ Vgl. Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020). Demnach werden global lediglich rund 3 % der PV-Module in Europa produziert.

Abbildung 4: Schematischer Aufbau des Methodenpapiers

Quelle: Eigene Darstellung.

In Kapitel 2 werden zunächst die Datengrundlage und die Modellannahmen des Basismodells vorgestellt. Anschließend wird in Kapitel 3 der Vorsteuergewinn je installierter Leistung in Kilowattpeak (kWp)¹⁵ für vier Anlagengrößenklassen berechnet. Im ersten Schritt wird der Umsatz in Abhängigkeit verschiedener Vermarktungsmodelle von PV-Strom quantifiziert. Neben Zahlungen nach dem EEG, wie der Einspeisevergütung und der Vergütung nach dem Marktprämienmodell, wird auch die Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs in der Umsatzberechnung berücksichtigt. In einem zweiten Schritt werden die jährlich anfallenden Kosten, bestehend aus Betriebskosten, Finanzierungskosten sowie Abschreibungen, für jede Größenklasse pro kWp näherungsweise ermittelt. Der aus der Differenz von Umsatz und Kosten berechnete Vorsteuergewinn wird in Kapitel 4 den für die Betrachtung relevanten Stakeholdergruppen¹⁶ (Eigenkapitalgeber:innen, Fremdkapitalgeber:innen und Staat)¹⁷ zugeordnet und regional abgegrenzt. Die Summe dieser regionalisierten Stakeholderanteile ergibt den direkten Effekt der Wertschöpfung, welcher durch den Betrieb von PV-Anlagen in der Stadt Leipzig ausgelöst wird. Auf Basis der Betriebskosten wird in Kapitel 5 der

¹⁵ Die Maßeinheit kWp beschreibt die Nennleistung einer PV-Anlage, also die unter Laborbedingungen maximal mögliche Leistung. In der Praxis führen verschiedene Faktoren wie Ausrichtung, Verschattung, Verschmutzung oder die Modultemperatur dazu, dass diese Spitzenleistung nicht dauerhaft erzielt wird.

¹⁶ Beschäftigung spielt im PV-Betrieb eine untergeordnete Rolle, weshalb der Arbeitnehmer:innenanteil nur indirekt in die Berechnung einfließt.

¹⁷ Die staatlichen Anteile sind je nach dem konkreten räumlichen Zuschnitt zu definieren. Die Gesamtbetrachtung des staatlichen Anteils an der Wertschöpfung umfasst die Steuern aller öffentlichen Gebietskörperschaften. Der kommunale Anteil ist i. d. R. mit dem gemeindlichen Anteil an diesen Steuern gleichzusetzen. Einzelheiten dazu werden im Abschnitt 4.5 vertieft.

Wert der regional bereitgestellten Vorleistungen ermittelt – der indirekte Effekt. Zuletzt wird in Kapitel 6 der induzierte Effekt als dritte Wertschöpfungskomponente über einen Einkommensmultiplikator näherungsweise bestimmt. In Kapitel 7 erfolgen die Bewertung der gesamten Wertschöpfungseffekte in der Stadt Leipzig 2019 und eine Ausweitung der Methodik in Form einer Szenarien- und Grenzbetrachtung. Alle Werte werden zunächst für jede Größenklasse in Euro pro kWp ermittelt und anschließend mit der installierten Leistung in der Stadt Leipzig hochgerechnet. Hierdurch kann ein Eindruck gewonnen werden, welche Effekte unterschiedliche Anlagegrößen nach sich ziehen und inwieweit die Effekte skalierbar sind. Die Betrachtung schließt mit einem Fazit und Ausblick in Kapitel 8.

2 Grundlagen und Annahmen

2.1 Datengrundlage

Als Grundlage der Wertschöpfungsanalyse dienen zwei Datenquellen:

- i) das Marktstammdatenregister (MaStR)¹⁸ der BUNDESNETZAGENTUR und
- ii) die Stamm- und Bewegungsdaten des Übertragungsnetzbetreibers 50HERTZ aus dem Jahr 2019.¹⁹

Grund für das Heranziehen beider Datenquellen ist die Abbildung unterschiedlicher Angaben zu den installierten PV-Anlagen, die sich zur Berechnung der Umsätze, Kosten und Hochrechnung der Ergebnisse für die Beispielkommune Leipzig ergänzen. So beinhaltet das MaStR u. a. Informationen zu Anlagengröße, Anlagentyp, Standort der Anlage und Anlagenbetreiber:innen. Die 50HERTZ Stamm- und Bewegungsdaten enthalten neben Angaben zu Anlagengröße und -standort zusätzlich Informationen zur eingespeisten Strommenge je Anlage sowie der dazugehörigen Vergütung. Die Vergütung ergibt sich durch die im EEG festgelegten Vergütungssätze und umfasst die Einspeisevergütung, Marktprämie, den vergüteten Eigenverbrauch sowie vermiedene Netzentgelte (siehe Kapitel 3.1.2).

Ein Abgleich der in der Stadt Leipzig installierten Anlagen zeigt eine Differenz der registrierten Anlagen in beiden Datenquellen. Während nach den 50HERTZ Daten 2.104 PV-Anlagen zwischen dem 01.01.2000 und dem 31.12.2018 in Leipzig installiert wurden, sind es im MaStR 1.790 Anlagen.²⁰ Die Differenz ergibt sich aus älteren Anlagen, die bisher nicht erneut im MaStR registriert wurden.²¹ Da die Anzahl der Anlagen über den Zeitverlauf in beiden Datenquellen einer ähnlichen Verteilung folgt und es somit nicht zu einer grundsätzlichen Verzerrung aufgrund der Altersstruk-

¹⁸ Das Internetportal der Bundesnetzagentur ist seit dem 31.01.2019 online verfügbar und soll einen umfassenden Überblick über die Akteur:innen und Anlagen des deutschen Strom- und Gasmarktes geben. Hierzu sind Akteur:innen des Strom- und Gasmarktes, darunter Netzbetreiber:innen, Strom- und Gashändler:innen und Anlagenbetreiber:innen verpflichtet, sich sowie ggf. ihre Neu- und Bestandsanlagen zu registrieren. Für Bestandsanlagen (d. h. Inbetriebnahme vor dem 01.07.2017) galt eine zweijährige Übergangsfrist, die am 31.01.2021 abgelaufen ist. Vgl. Bundesnetzagentur (2019).

¹⁹ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH (2020a); 50Hertz Transmission GmbH (2020b).

²⁰ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH (2020b); MaStR (Stand: 25.02.2021).

²¹ Laut Bundesnetzagentur sind Stand April 2021 95 % der Anlagen im MaStR registriert. Vgl. Bundesnetzagentur (o. J.b).

tur der Anlagen kommt, wird dieser Unterschied als vernachlässigbar eingeschätzt (siehe Abbildung 5). In beiden Fällen lässt sich im Betrachtungszeitraum zwischen 2010 und 2013 der stärkste Zubau an PV-Anlagen in der Stadt Leipzig beobachten.

Abbildung 5: Vergleich der Anlagen-Altersstruktur in der Stadt Leipzig zwischen MaStR und Übertragungsnetzbetreiberdaten (2000-2018)

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: 50Hertz Transmission GmbH (2020b), MaStR (Stand: 25.02.2021).

2.2 Geographischer und zeitlicher Zuschnitt der Analyse

Die vorliegende Wertschöpfungsanalyse erfolgt auf kommunaler Ebene. Ziel der Analyse ist es somit, die Wertschöpfungseffekte aus dem Betrieb von PV-Anlagen zu berechnen, welche innerhalb des Gebietszuschnitts einer konkreten Kommune anfallen. Die Stadt Leipzig wurde als Beispielkommune des SUSIC-Projekts ausgewählt, in dessen Rahmen die vorliegende Analyse durchgeführt wurde. Die Wertschöpfungsanalyse berücksichtigt hierbei alle bis zum 31.12.2018 installierten Anlagen.²² Folglich werden in der Wertschöpfungsanalyse die durch den PV-Betrieb von Anlagen mit Inbetriebnahmedatum zwischen 2000 und 2018 in der Stadt Leipzig im Jahr 2019 generierten direkten, indirekten und induzierten Wertschöpfungseffekte quantifiziert.

²² Im Laufe des Jahres 2019 in Betrieb genommene Anlagen werden ausgeschlossen, da aufgrund der unterjährigen Inbetriebnahme keine Vergleichbarkeit der eingespeisten Strommenge und Vergütung gewährleistet ist.

2.3 Größenklassen und Referenzanlagen

Wie eingangs beschrieben, wird die Wertschöpfungsanalyse exemplarisch für verschiedene Größenklassen (GK) vorgenommen. Somit können Unterschieden in der Vergütungs- und Kostenstruktur verschiedener Anlagengrößen besser Rechnung getragen werden. Ziel ist es, die GK so zu bilden, dass innerhalb der einzelnen Klasse der Umsatz, die Gewichtung der einzelnen Kostenarten sowie deren Regionalisierungsanteil eine möglichst homogene Struktur aufweisen. Für jede GK wird zudem eine Referenzanlage ausgewählt, die einer für die jeweilige GK typischen Anlage entspricht.

Die herangezogenen Vergleichsstudien zur kommunalen Wertschöpfung durch den PV-Betrieb bilden i. d. R. drei bis vier GK ab. Diese unterscheiden überwiegend zwischen Kleindachanlagen, Großdachanlagen und Freiflächenanlagen. Die den GK zugeordneten Referenzanlagen liegen bei Kleindachanlagen i. d. R. bei 5 kWp – bei größeren Anlagen ist mehr Variabilität festzustellen. Aufgrund der erheblichen Dynamik im PV-Markt und der damit einhergehenden geringen Anzahl aktueller Studien, werden zur Festlegung von GK und Referenzanlagen einerseits die Häufigkeitsverteilungen von PV-Anlagen je kWp betrachtet und andererseits die im EEG für die Regelung der Höhe und Art der Vergütungszahlung relevanten GK einbezogen.

2.3.1 EEG-Vergütung nach Anlagengröße

Bis einschließlich 2003 nahm das EEG für die Höhe der gesetzlich garantierten Vergütung keine Differenzierung nach Anlagengröße vor. Seit 2004 werden je nach EEG-Fassung drei bis vier verschiedene GK gebildet, für welche die Höhe der Vergütungszahlungen einheitlich festgesetzt wird. So wird beispielsweise bei der Festlegung der Einspeisevergütung für Anlagen, die ab 2017 in Betrieb genommen wurden, unterschieden, ob deren installierte Leistung in die Bereiche < 10 kWp, 10-40 kWp, oder 40-750 kWp fällt. Dabei erfolgt grundsätzlich eine degressive Staffelung, sodass Anlagen mit einer höheren installierten Leistung eine niedrigere Vergütung je eingespeister Kilowattstunde (kWh) des erzeugten Solarstroms erhalten. Grund dafür ist, dass größere Anlagen aufgrund von Skaleneffekten niedrigere Kosten in der Anschaffung und im Betrieb je produzierter kWh aufweisen.

Unterschiede in der EEG-Vergütung ergeben sich zudem aus den gesetzlich festgelegten Vermarktungsmodellen je Anlagengröße.²³ In der aktuellen Fassung des EEG (2021) unterscheiden sich die Vermarktungsmodelle für Anlagen < 100 kWp, 100 kWp bis 750 kWp und > 750 kWp.²⁴ Bis zu einer installierten Leistung von 100 kWp können Anlagenbetreiber:innen wählen, ob sie die Einspeisevergütung in Anspruch nehmen oder Direktvermarktung nach dem Marktprämienmodell betreiben. Zwischen 100 kWp und 750 kWp steht den Anlagenbetreiber:innen ausschließlich die EEG-Vergütung nach dem Marktprämienmodell offen. Ab einer installierten Leistung von 750 kWp ist die Teilnahme am Ausschreibungsverfahren für den Erhalt einer EEG-Vergütung verpflichtend. Es ist davon auszugehen, dass die entsprechende Vergütung je Vermarktungsmodell eine Auswirkung auf die Größen der neuinstallierten Anlagen hat und es einen Anreiz gibt, sich

²³ Zu den verschiedenen Vergütungsformen und deren Ausgestaltung siehe Kapitel 3.1.2.

²⁴ Diese Vermarktungsmodelle galten bereits im EEG 2017, welches die gesetzliche Grundlage im Betrachtungsjahr der vorliegenden Studie 2019 bildet. Sofern sich die Gesetzgebung zwischen dem EEG 2021 und dem im Betrachtungsjahr gültigen EEG 2017 unterscheidet, wird dies im Folgenden explizit erwähnt.

bei der Installation von Anlagen an der jeweiligen Obergrenze der GK zu orientieren. So hat beispielsweise die Anzahl der Anlagen mit einer installierten Leistung von 749 kWp seit Einführung des Marktprämienmodells mit Ausschreibung für Anlagen > 750 kWp in Deutschland deutlich zugenommen.²⁵ Für die Festlegung der Referenz-Größenklassen in der vorliegenden Studie ist es daher naheliegend, die GK nach dem EEG zu berücksichtigen.

2.3.2 Häufigkeit verschiedener Anlagengrößen

Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen die Häufigkeitsverteilungen von PV-Anlagen je kWp in der Stadt Leipzig sowie in den Landkreisen bzw. kreisfreien Städten im Freistaat Sachsen. Die Häufigkeitsverteilung der Anlagenanzahl nach kWp in den Landkreisen und kreisfreien Städten im Freistaat Sachsen folgt einem ähnlichen Verlauf. Dabei unterscheidet sich die Struktur der Anlagenanzahl sowie der installierten Leistung nur unwesentlich zwischen Landkreisen und kreisfreien Städten in Sachsen, wobei die Landkreise eine sowohl absolut als auch pro Kopf höhere installierte Leistung aufweisen. Insgesamt zeigen die Häufigkeitsverteilungen ähnliche Ausbauswerpunkte: Peaks zeichnen sich u. a. bei 5 kWp, 10 kWp, 30 kWp, 150 kWp, 500 kWp, 749 kWp ab.

Abbildung 6: Anlagenanzahl in der Stadt Leipzig nach kWp (2019)

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: MaStR (Stand: 25.02.2021).

²⁵ Während laut MaStR in den Jahren 2011, 2012 und 2013 in Deutschland noch jeweils eine Anlage mit installierter Leistung von 749 kWp in Betrieb genommen wurde, so waren es 2017 bereits 42, im Folgejahr 112 und 2019 gar 166 Anlagen. Da bei einer installierten Leistung ab 750 kWp zum Erhalt einer EEG-Vergütung am Ausschreibungsverfahren teilgenommen werden muss, bietet sich eine installierte Leistung von 749 kW insofern an, als dass der Stromertrag bei gleichzeitiger Vergütung durch das EEG maximiert werden kann. Ausschreibungsverfahren sind mit erheblichem Mehraufwand sowie Kosten und vorab vorzuweisenden Sicherheiten verbunden, zudem ist die zu erwartende Vergütung geringer.

Abbildung 7: Anlagenanzahl pro 100.000 Einwohner:innen nach kWp differenziert nach Landkreisen und kreisfreien Städten in Sachsen (2019)

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: MaStR (Stand: 30.06.2020).

2.3.3 Festlegung der Größenklassen und Referenzanlagen

Basierend auf den Häufigkeitsverteilungen und den seit 2017 geltenden GK für EEG-Vergütungszahlungen werden die in Tabelle 2 abgebildeten GK mit ihren Referenzanlagen für die weiterführende Berechnung gesetzt. Für die Referenzanlagen wurden häufig auftretende Anlagengrößen gewählt, die sich innerhalb der GK tendenziell mittig statt am äußeren Rand befinden und typische Anlagengrößen abbilden. Hiermit orientiert sich die vorliegende Studie an den Referenzanlagen in JENNICHES/SCHNEIDER (2017). Anlagen in GK I lassen sich dabei typischerweise als kleine Dachanlagen auf Ein- und Mehrfamilienhäusern charakterisieren, während Anlagen in GK II und III oftmals mittlere bis große Dachanlagen auf größeren Gebäuden abbilden und sich in GK IV v. a. weitläufige Freiflächenanlagen und sehr große Dachanlagen (z. B. auf Fertigungshallen) vorfinden.

Tabelle 2: Festgesetzte Anlagengrößenklassen und Referenzanlagen

Größenklasse	GK I	GK II	GK III	GK IV
Anlagengröße in kWp	≤ 10	10-100	100-750	> 750
Referenzanlage in kWp	5	30	500	1.000

Quelle: Eigene Darstellung.

2.4 Ausbaustand in der Stadt Leipzig 2019

Aus den 50HERTZ-Daten lässt sich anschließend der Ausbaustand je GK in der Stadt Leipzig zum 01.01.2019 bestimmen (siehe Tabelle 3). Während die Anlagenanzahl in GK I mit über 1.700 Anlagen am höchsten ist, dominiert GK IV bei der kumulierten installierten Leistung sowie der 2019 eingespeisten Strommenge, die bei rund 33.300 kWp bzw. 34.700 GWh liegt. In den unteren drei GK liegt die kumulierte installierte Leistung jeweils zwischen 9.000 und 10.000 kWp, die eingespeiste Strommenge zwischen 7.000 und 8.700 GWh.

Tabelle 3: Ausbaustand in der Stadt Leipzig 2019

Größenklasse	GK I	GK II	GK III	GK IV	Gesamt
Anlagenanzahl	1.737	326	30	11	
<i>Prozentualer Anteil</i>	<i>82,6 %</i>	<i>15,5 %</i>	<i>1,4 %</i>	<i>0,5 %</i>	2.104
Installierte Leistung in kWp	9.171	9.954	9.205	33.292	
<i>Prozentualer Anteil</i>	<i>14,9 %</i>	<i>16,2 %</i>	<i>14,9 %</i>	<i>54,0 %</i>	61.623
Eingespeiste Menge in GWh	7.163	8.629	8.216	34.685	
<i>Prozentualer Anteil</i>	<i>12,2 %</i>	<i>14,7 %</i>	<i>14,0 %</i>	<i>59,1 %</i>	58.694

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: 50Hertz Transmission GmbH (2020a); 50Hertz Transmission GmbH (2020b).

Abbildung 8 zeigt den PV-Ausbau in der Stadt Leipzig im Zeitverlauf anhand der kumulierten installierten Leistung in kWp. In GK I bis III lässt sich ab 2009 ein relativ konstanter jährlicher Zuwachs von durchschnittlich rund 880 kWp pro Jahr beobachten. In GK IV steigt die installierte Leistung zwischen 2010 und 2013 am stärksten an. Die Werte für die Stadt Leipzig folgen annähernd dem insgesamt in Deutschland beobachtbaren Trend, wonach der PV-Zuwachs nach den Boom-Jahren 2009-2013 zunächst abflachte und seit 2016 wieder allmählich ansteigt.²⁶

Abbildung 8: Kumulierter PV-Ausbau nach installierter Leistung je Größenklasse in der Stadt Leipzig (2000-2018)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: 50Hertz (2019).

²⁶ Vgl. Marsson/Kaizuka (2019), S. 96.

2.5 Eigenschaften der Anlagenbetreiber:innen

Aus dem MaStR lassen sich Angaben zu den Anlagenbetreiber:innen entnehmen, die für die Berechnung der Steuereinnahmen, die Zuordnung der Kostenarten und die Regionalisierung verschiedener Effekte relevant sind. Mithilfe der im Folgenden beschriebenen Angaben werden prozentuale Anteile pro Größenklasse ermittelt, die in die Berechnung der direkten Effekte einfließen.

2.5.1 Rechtsformen der Betreiber:innen

Durch die Angaben im MaStR zur Rechtsform lassen sich die Anteile der einkommen- bzw. körperschaftsteuerpflichtigen Anlagenbetreiber:innen bestimmen. Dazu werden die verschiedenen Rechtsformen der registrierten Individuen und Organisationen²⁷ den Kategorien *natürliche Personen*, *Personengesellschaft*, *Kapitalgesellschaft* und *Sonstige* zugeordnet, woraus sich jeweils unterschiedliche steuerliche Folgen ableiten.²⁸

Abbildung 9: Rechtsformen der Betreiber:innen von PV-Anlagen und deren Anteil an der installierten Leistung in der Stadt Leipzig

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: MaStR (Stand: 22.10.2020).

Die in Abbildung 9 dargestellte Verteilung der Rechtsformen unterscheidet sich erheblich zwischen den Größenklassen. Während Anlagen ≤ 10 kWp mit 94 % überwiegend von natürlichen Personen betrieben werden, sinkt dieser Anteil über die Größenklassen hinweg stark. Anlagen > 750 kWp werden ausschließlich von Organisationen betrieben, wobei rund zwei Drittel auf Kapitalgesellschaften und ein Drittel auf Personengesellschaften entfallen. Nichtsdestotrotz machen natürliche

²⁷ Unter dem Begriff Organisationen werden im MaStR Unternehmen, Personengesellschaften, juristische Personen, Behörden und Verbände als Personenart zusammengefasst.

²⁸ Natürliche Personen, Einzelunternehmer:innen und e. K. werden dabei in der Kategorie *natürliche Personen* zusammengefasst. Der Kategorie *Personengesellschaft* werden u. a. GmbH & Co. KG, GbR, OHG, und KG zugeordnet. Die Kategorie *Kapitalgesellschaft* umfasst u. a. die Rechtsformen AG, GmbH und UG. Zuletzt werden Rechtsformen wie e. G., e. V. gGmbH und Eigenbetriebe unter der Kategorie *Sonstige* zusammengefasst.

Personen als Anlagenbetreiber:innen in der Gesamtbetrachtung durch die große Anzahl von Anlagen ≤ 10 kWp mit 86 % die Mehrheit aus. Gemessen an der installierten Leistung spielen allerdings die Kapitalgesellschaften, die in GK IV dominieren, die größte Rolle.

2.5.2 Standort der Betreiber:innen

Weiterhin kann der Wohn- bzw. Geschäftssitz der Anlagenbetreiber:innen aus dem MaStR entnommen werden, sofern es sich um Organisationen handelt. Im MaStR ist der Abruf personenbezogener Angaben, wie z.B. der Wohnsitz, aus Datenschutzgründen eingeschränkt. Für diese Gruppe wird daher die plausible Annahme getroffen, dass der Wohnsitz der Betreiber:innen gleich dem Anlagenstandort ist, da es sich überwiegend um kleine Anlagen handelt, die sich v. a. auf Ein- und Mehrfamilienhäusern befinden.²⁹

Bei den Organisationen lässt sich ein abnehmender Anteil der Ortsansässigkeit über die Größenklassen beobachten (siehe Abbildung 10). So haben 90 % der Organisationen mit Anlagen ≤ 10 kWp ihren Sitz in der Stadt Leipzig, während Anlagen > 750 kWp ausschließlich von Betreiber:innen mit Sitz außerhalb Leipzigs betrieben werden. In der vorliegenden Studie wird davon ausgegangen, dass es sich beim registrierten Standort der Organisationen um den Geschäftssitz handelt.³⁰

Abbildung 10: Geschäftssitz der Betreiber:innen von PV-Anlagen in der Stadt Leipzig

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: MaStR (Stand: 22.10.2020).

²⁹ Für die weitere Berechnung bedeutet dies, dass die direkten Wertschöpfungseffekte dieser Stakeholdergruppe (EK-Geber:innen) zu 100 % in der Kommune verbleiben.

³⁰ Folglich fließt die direkte Wertschöpfung der EK-Geber:innen in Form des Nachsteuergewinns für Anlagen > 750 kWp komplett aus der Stadt Leipzig ab.

2.5.3 Vollgewerblich, nebengewerblich und privat betriebene Anlagen

In der vorliegenden Studie wird außerdem zwischen privat betriebenen und gewerblichen Anlagen unterschieden. Die Zuordnung erfolgt hier ebenfalls über die Rechtsformen, wobei Anlagen von natürlichen Personen als *privat* und Anlagen von Organisationen als *gewerblich* klassifiziert werden.³¹ Zusätzlich wird für Anlagen > 100 kWp eine Unterteilung in *neben-* und *vollgewerbliche* Anlagen vorgenommen (siehe Abbildung 11). Anlagen, die laut MaStR teileinspeisen und somit einen Teil des erzeugten PV-Stroms eigenverbrauchen, werden als *nebegewerblich* klassifiziert. Dabei wird davon ausgegangen, dass es sich um Betriebe handelt, deren Hauptgewerbe nicht der Betrieb von PV-Anlagen ist. Als *vollgewerblich* werden volleinspeisende Anlagen klassifiziert. Für diese Betreiber:innen wird die Annahme getroffen, dass der PV-Betrieb das Hauptgewerbe darstellt. Hintergrund dieser zusätzlichen Unterscheidung ist, dass bestimmte Kostenarten nur für *vollgewerbliche* Anlagen relevant sind. So fallen z. B. eigenständige Pachtzahlungen für große Freiflächenanlagen vermutlich v. a. bei vollgewerblich betriebenen Anlagen an. Außerdem ist davon auszugehen, dass Verwaltungs- und sonstige Betriebskosten bei vollgewerblich betriebenen Anlagen in höherem Umfang anfallen, da im nebengewerblichen Bereich ein Großteil durch bereits bestehenden Verwaltungsstrukturen abgedeckt wird.

Abbildung 11: Unterteilung in private, neben- und vollgewerblich betriebene Anlagen

Quelle: Eigene Darstellung.

³¹ Die Unterteilung differenziert danach, welches Gewicht der Betrieb der PV-Anlage in der wirtschaftlichen Gesamttätigkeit der jeweiligen Einheit hat. Dies hat Auswirkungen auf gewisse Kostenbestandteile sowie auf steuerliche Aspekte. Anzumerken ist, dass die Gewinne natürlicher Personen aus dem PV-Betrieb steuerlich als Einkünfte aus Gewerbebetrieb behandelt werden.

3 Vorsteuergewinn

3.1 Umsatzberechnung

Der erste Schritt zur Berechnung des Vorsteuergewinns ist die Bestimmung des durchschnittlichen Jahresumsatzes pro kWp der PV-Anlagen in den verschiedenen Größenklassen. Der Umsatz einer PV-Anlage hängt neben dem Stromertrag auch vom Vermarktungsmodell ab. Grundsätzlich stehen Anlagenbetreiber:innen verschiedene Vermarktungsmodelle mit und ohne EEG-Zahlungsanspruch zur Auswahl. Zu den Modellen mit EEG-Zahlungsanspruch zählen die Einspeisevergütung, das Marktprämienmodell und die (vorübergehend gewährte) Ausfallvergütung sowie die Mieterstrommodelle. Keinen EEG-Zahlungsanspruch haben Anlagen mit sonstiger Direktvermarktung, Direktlieferung sowie Eigenverbrauch des erzeugten PV-Stroms (siehe Abbildung 12). Im Einzelnen hängt die Wahl eines Vermarktungsmodells und der sich daraus ergebenden Vergütungshöhe von diversen Faktoren ab, wie der Anlagengröße und -typ, dem Inbetriebnahmedatum oder dem Strompreis. Der Fokus der Umsatzberechnung liegt in der vorliegenden Studie auf den Vermarktungsmodellen mit EEG-Zahlungsanspruch, zu denen die 50HERTZ-Bewegungsdaten vorliegen, sowie dem Eigenverbrauch. Ausfallvergütung, sonstige Direktvermarktung, Mieterstrom und Direktlieferung werden aufgrund der unzureichenden Datenlage und ihrer untergeordneten Rolle nicht berücksichtigt.³² Bevor der Berechnungsansatz vorgestellt wird, wird zunächst ein Überblick über die Methodik der Vergleichsstudien sowie relevante Regularien im Kontext der Vergütung von PV-Strom gegeben.

Abbildung 12: Veräußerungsformen nach dem EEG 2021

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Klobasa et al. (2018), S. 5.

3.1.1 Ermittlung des Umsatzes in den Vergleichsstudien

HIRSCHL et al. nutzen 2010 zur Umsatzberechnung die durchschnittliche EEG-Vergütung multipliziert mit den geschätzten mittleren Volllaststunden einer Anlage mit durchschnittlicher Ertrags-situation. Diese Berechnung wird für drei Anlagenklassen durchgeführt.³³ Das BMVBS und KOSFELD/GÜCKELHORN gehen analog vor. Allerdings wird die jährliche Energieproduktion beim

³² Im MaStR waren zum 03.07.2019 in Deutschland 677 PV-Mieterstromanlagen mit einer installierten Leistung rund 13,9 MW und einer durchschnittlichen Anlagenleistung von 21 kWp gemeldet. Dies stellt einen Anteil von rund 0,03 % der gesamten installierten Leistung in Deutschland dar. Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.a), S. 7. Deutschlandweit nutzten 2019 lediglich 97 PV-Anlagen sonstige Direktvermarktung, was einen Anteil von 0,09 % der gesamten installierten Leistung darstellt, vgl. Klobasa et al. (2019), S. 7 f. Zur Ausfallvergütung und Direktlieferung liegen nach derzeitigem Wissensstand keine Marktdaten vor.

³³ Vgl. Hirschl et al. (2010), S. 64.

BMVBS (2013) über empirische Daten aus dem Jahr 2013 angenähert und die EEG-Vergütung, differenziert nach Inbetriebnahmejahr je Anlage, mit einbezogen.³⁴ KOSFELD/GÜCKELHORN nutzen 2012 die Simulationssoftware PV*SOL zur Bestimmung der regionstypischen Volllaststunden sowie die im EEG festgelegten Vergütungssätze für Kleindach-, Großdach- und Freiflächenanlagen.³⁵ JENNICHES/SCHNEIDER berechnen 2017 den Stromertrag näherungsweise über die Multiplikation der Anlagenennleistung mit den durchschnittlichen Volllaststunden einer Anlage. Ein pauschaler Eigenverbrauchsanteil von 30-40 % des Stromertrags wird festgesetzt und mit den vermiedenen Strombezugskosten, d. h. dem Strompreis, bewertet. Die Vergütung des verbleibenden Stromanteils wird mit der EEG-Einspeisevergütung nach Leistungsstufen bemessen. Zusätzlich fließen Neuerungen des EEGs wie die Direktvermarktungspflicht für Anlagen > 100 kWp in die Berechnung ein.³⁶

3.1.2 Vermarktungsmodelle nach dem EEG

Als Ausgangspunkt der Umsatzberechnung werden im Folgenden die Entwicklung der EEG-Vergütung sowie relevante Regularien nachgezeichnet. Wie bereits beschrieben sieht das EEG für die Förderung von PV-Anlagen verschiedene Fördermechanismen vor, aus denen sich unterschiedliche Vermarktungsmodelle ergeben. Dabei hängt die EEG-Förderung vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme einer Anlage, der Anlagengröße, sowie dem Anlagentyp³⁷ ab.

Abbildung 13 zeigt die wichtigsten Neuerungen des EEGs und die dazugehörigen Vermarktungsstrukturen im Zeitverlauf.

Abbildung 13: Übersicht der Neuerungen des EEG

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Radtke/Canzler (2019), S. 149.

Die für die vorliegende Studie relevanten Vergütungsstrukturen nach dem EEG 2021 werden im Folgenden kurz erläutert (siehe Abbildung 14).

³⁴ Vgl. BMVBS (2013), S. 75.

³⁵ Vgl. Kosfeld/Gückelhorn (2012), S. 439.

³⁶ Vgl. Jenniches/Schneider (2017), S. 45-48.

³⁷ Die EEG-Vergütungskategorientabelle unterscheidet zwischen Gebäude-/Dachanlagen und Freiflächenanlagen.

Abbildung 14: Veräußerungsformen von PV-Strom nach dem EEG 2021

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), S. 17.

3.1.2.1 Feste Einspeisevergütung

Mit der Einführung des STROMEINSPEISUNGSGESETZTES 1990 wurde erstmals eine feste Einspeisevergütung für Strom aus EE festgesetzt, wobei die Höhe der Vergütung nach verschiedenen Anlagengrößenklassen und -typen differenziert wurde. Demnach erhielten Anlagen mit einer höheren installierten Leistung eine geringere Vergütung je eingespeister kWh ein Grundsatz, der im EEG bis heute gilt.³⁸ Die einzelnen Vergütungssätze wurden im Zeitverlauf kontinuierlich angepasst, um der parallel stattfindenden Degression der Investitionskosten von PV-Anlagen Rechnung zu tragen (siehe Abschnitt 3.2.1). Bis heute wird die Vergütung grundsätzlich über einen Förderzeitraum von 20 Jahren zzgl. dem Jahr der Inbetriebnahme gewährt – was die erwartete Laufzeit einer Anlage widerspiegelt – und bleibt über diesen Zeitraum für die entsprechende Anlage konstant. Neuere Anlagen erhalten somit niedrigere Fördersätze als ältere Anlagen; dem stehen allerdings stark gesunkene Modulkosten gegen. So erhält bspw. eine Anlage ≤ 10 kWp mit Inbetriebnahme im Januar 2012 eine Einspeisevergütung in Höhe von 24,43 ct/kWh, während es bei einer gleich großen Anlage mit Inbetriebnahme im Januar 2019 lediglich 11,47 ct/kWh sind.³⁹ Für 2021 neu installierte Anlagen hängt die Höhe der Einspeisevergütung vom Monat der Inbetriebnahme, dem Anlagentyp (baulich oder Freiflächenanlage) sowie der Anlagengröße ab.⁴⁰ Beispielsweise erhält eine Anlage ≤ 10 kWp mit Inbetriebnahme im Januar 2021 eine Einspeisevergütung in Höhe von 8,16 ct/kWh. Eine Übersicht aller Einspeisevergütungen findet sich in der EEG-Vergütungskategorientabelle der

³⁸ Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), S. 17. Im EEG 2017 berechnet sich die EEG-Einspeisevergütung nach dem im Gesetz festgelegten anzulegenden Wert, verringert um 0,4 ct/kWh. Vgl. § 48 EEG 2017.

³⁹ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH et al. (2021).

⁴⁰ Vgl. §§ 48-49 EEG 2021.

Übertragungsnetzbetreiber.⁴¹ Nach dem EEG 2021 können lediglich Anlagen mit einer installierten Leistung von bis zu 100 kWp die Einspeisevergütung erhalten (siehe Abbildung 14). Größere Anlagen zwischen 100 kWp und 20 MWp⁴² können ihren Strom nach dem Marktprämienmodell mit bzw. ohne Ausschreibung vermarkten.

3.1.2.2 Marktprämienmodell

Nach dem Marktprämienmodell veräußern Anlagenbetreiber:innen den erzeugten PV-Strom direkt an der Strombörse und erhalten anstelle der festen Einspeisevergütung eine Marktprämie.⁴³ Für größere Neuinstallationen wurde mit der Neuerung des EEG 2012 zunächst eine optionale Marktprämie eingeführt, um die Marktintegration von EE-Anlagen schrittweise voranzutreiben. Anlagenbetreiber:innen konnten somit zwischen der festgesetzten EEG-Einspeisevergütung und der Direktvermarktung im Marktprämienmodell wählen. Mit der Einführung des EEG 2014 wurde das Marktprämienmodell für Neuinstallationen mit einer Leistung > 100 kWp verpflichtend. Für kleinere Anlagen besteht weiterhin die Möglichkeit, freiwillig am Marktprämienmodell teilzunehmen.

Abbildung 15: Vergütungsstruktur im Marktprämienmodell

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gawel/Purkus (2012), S. 7.

Die Marktprämie setzt sich dabei als Differenz zwischen dem im EEG festgesetzten anzulegenden Wert⁴⁴ und dem Monatsmarktwert zusammen (siehe Abbildung 15). Letzterer bildet den durchschnittlichen Strompreis des vergangenen Monats ab, der an der Strombörse erzielt wurde. Somit können Anlagenbetreiber:innen höhere Erlöse erzielen als durch die Einspeisevergütung, sofern

⁴¹ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH et al. (2021).

⁴² Für das Betrachtungsjahr 2019 gilt nach dem EEG 2017 noch eine Obergrenze von 10 MWp.

⁴³ Die Direktvermarktung an der Strombörse wird in der Praxis oftmals an ein darauf spezialisiertes Unternehmen („Direktvermarkter“) übertragen, welches eine Vergütung an die Anlagenbetreiber:innen auszahlt, die sich aus Börsenerlös und Marktprämie abzgl. einer Provision zusammensetzt. Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.b).

⁴⁴ Im Fall von Direktvermarktung im Marktprämienmodell verringert sich der anzulegende Wert nicht um die rund 0,4 ct/kWh, wie es bei der EEG-Einspeisevergütung der Fall ist. Hintergrund ist, dass für die Direktvermarktung höhere Kosten durch die zusätzlich notwendige Technologie (Fernsteuerbarkeit der Anlage), Erstellung von Erzeugungsprognosen, Handel etc. erwartet werden. Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), S. 21.

der tatsächlich erzielte Marktpreis der einzelnen Anlage über dem Monatsdurchschnitt liegt. 2019 betrug der Jahresmittelwert des Marktwerts für Strom aus solarer Strahlungsenergie 3,776 ct/kWh.⁴⁵ Für die Berechnung der individuellen Marktpremie wird zusätzlich der anzulegende Wert benötigt, welcher von der Anlagengröße und dem Inbetriebnahmedatum abhängt.

3.1.2.3 Marktpremienmodell mit Ausschreibung

Seit der Novellierung des EEG 2017 gilt für Anlagen > 750 kWp das Marktpremienmodell mit Ausschreibung, was eine wettbewerbliche Bestimmung der Vergütungshöhe zur Folge hat. Dieses kombinierte Modell wurde nach mehreren Pilotausschreibungsrunden für Freiflächenanlagen in den Jahren 2015 und 2016 festgesetzt. Die durchschnittlichen Zuschlagswerte liegen dabei deutlich unterhalb der bisherigen gesetzlich festgelegten Zahlungen durch das EEG. So wurde in den Ausschreibungsrunden für PV-Anlagen 2019 ein durchschnittlicher mengengewichteter Zuschlagswert von rund 5,488 ct/kWh erzielt.⁴⁶

Der Ablauf einer Ausschreibungsrunde ist dabei wie folgt: Bieter:innen, welche die Teilnahmevoraussetzungen erfüllen, geben ihren Gebotspreis in ct/kWh an – wobei dieser den zulässigen Höchstwert⁴⁷ nicht überschreiten darf. Die Zuschlagserteilung folgt dem Pay-as-bid-Verfahren, so dass bezuschlagte Bieter:innen den von ihnen abgegebenen Gebotspreis erhalten. Erhält eine Anlage den Zuschlag, gilt eine zweijährige Frist zur Inbetriebnahme der Anlage (Ausschlussfrist). Für Projekte, die innerhalb dieses Zeitraums nicht umgesetzt werden, müssen Strafzahlungen (Pöna- len) entrichtet werden.⁴⁸

3.1.2.4 Sonderfälle und weitere Vergütungen nach dem EEG

Des Weiteren gibt es nach dem EEG einige Sonderfälle, die für die vorliegende Betrachtung relevant sind und daher kurz skizziert werden.

- **Solkraftwerke:** PV-Freiflächenanlagen > 20 MWp erhalten grundsätzlich keine Förderung nach dem EEG und müssen sich somit bspw. über Direktvermarktung finanzieren.⁴⁹ Nach dem EEG 2017 betrug die Obergrenze zur EEG-Förderung noch 10 MWp.
- **Vergüteter Eigenverbrauch:** Für Anlagen, die zwischen dem 1. Januar 2009 und dem 30. Juni 2012 in Betrieb genommen wurden und deren installierte Leistung maximal 500 kWp beträgt, kann eigenverbraucher Strom teilweise vergütet werden. Grundlage hierfür sind entsprechende Regelungen im EEG 2009 und EEG 2012.⁵⁰ Mit dem Erreichen der Netzparität zu Haushaltsstrompreisen rund um das Jahr 2012⁵¹ wurde der Eigenverbrauch

⁴⁵ Vgl. Netztransparenz (2021).

⁴⁶ Siehe Veröffentlichung der Bundesnetzagentur (2021) zu beendeten Ausschreibungsrunden.

⁴⁷ Der Höchstwert verändert sich monatlich in Abhängigkeit der tatsächlich erzielten Ausbauraten. Dieser sogenannte „atmende Deckel“ soll bewirken, dass flexibler auf Über- oder Unterschreiten der Ausbauziele reagiert werden kann.

⁴⁸ Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), S. 19.

⁴⁹ Vgl. § 37 Abs. 3 EEG 2021.

⁵⁰ So wird z. B. im EEG 2009 festgelegt, dass eigenverbraucher Strom eine Vergütung erhält, die sich aus der festgesetzten Einspeisevergütung, verringert um einen spezifischen Wert errechnet. Dabei wird die Vergütung anhand von einer Leistungsstufe von 30 % der gesamten Stromerzeugungsmenge eines Jahres differenziert. Eigenverbraucher Strom „der 30 Prozent der im selben Jahr durch die Anlage erzeugten Strommenge nicht übersteigt“ erhält demnach eine geringere Vergütung als solcher, der oberhalb der 30 %-Marke liegt. Siehe § 33 Abs. 2 EEG 2009; Clearingstelle EEG | KWKG (2012).

⁵¹ Vgl. Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020).

durch die Möglichkeit der Stromkosteneinsparung zunehmend finanziell attraktiv, was eine gesonderte Förderung des Eigenverbrauchs überflüssig machte.

- **Marktprämienmodell bei freiwilliger Teilnahme:** Für Anlagen, die vor August 2014 in Betrieb genommen wurden (Vergütung nach EEG 2000 bis 2012) und die freiwillig am Marktprämienmodell teilnehmen, ist in der EEG-Vergütungskategorientabelle kein anzulegender Wert festgesetzt. Zur Berechnung der Marktprämie muss daher die Einspeisevergütung in Einklang mit den Vorgaben aus § 100 Abs. 1 Nr. 8 und Anlage 1 EEG 2014 verwendet werden. Für die vorliegende Betrachtung bedeutet dies, dass sich der anzulegende Wert für diese Anlagen aus der EEG-Einspeisevergütung plus 0,4 ct/kWh berechnet.⁵²
- **Vermiedene Netzentgelte (vNNE):** Nach der STROMNETZENTGELTVERORDNUNG (StromNEV) erhalten Betreiber:innen dezentraler Erzeugungsanlagen von den Verteilnetzbetreiber:innen ein Entgelt für die vermiedene Einspeisung und damit vermiedene Netznutzung vorgelagerter Netz- oder Umspannebenen.⁵³ Mit der Einführung des NETZENTGELTMODERNISIERUNGSGESETZES im Jahr 2017 und einer Neuregelung des § 18 StromNEV wurde beschlossen, die vermiedenen Netzentgelte schrittweise abzuschaffen. Vermiedene Netzentgelte erhalten somit noch alle dezentralen Erzeugungsanlagen mit Inbetriebnahmejahr vor 2023 bzw. im Falle von Anlagen mit volatiler Erzeugung bei Inbetriebnahme vor 2018 für die gesamte Laufzeit der Anlage.⁵⁴ Die im Jahr 2019 pro Anlage ausbezahlten vermiedenen Netzentgelte sind neben der regulären EEG-Vergütung in den 50HERTZ-Bewegungsdaten aufgeführt.

3.1.3 Eigenverbrauch

Neben den EEG-Vermarktungsmodellen haben Anlagenbetreiber:innen die Option, den erzeugten PV-Strom selbst zu verbrauchen. Mit der sinkenden Einspeisevergütung bei gleichzeitig steigenden Strompreisen wird der Eigenverbrauch des PV-Stroms zunehmend rentabler. So lag die Einspeisevergütung für Anlagen < 30 kWp, die im April 2010 in Betrieb genommen wurden, noch bei rund 39 ct/kWh und der Strompreis für Haushalte beim Grundversorger im gleichen Monat bei rund 24 ct/kWh. Im April 2020 lag die Einspeisevergütung für neue Anlagen noch bei rund 9,4 ct/kWh, während der Strompreis auf rund 33 ct/kWh angestiegen ist (siehe Abbildung 16).

⁵² Nach § 100 Abs. 1 Nr. 8 EEG 2014 wird der anzulegende Wert in diesen Fällen durch die Erhöhung des entsprechenden EEG-Vergütungssatzes i) um 0,6 ct/kWh, wenn die Anlage fernsteuerbar ist und der Strom vor dem 1. Januar 2015 erzeugt wurde, ii) um 0,3 ct/kWh für Strom, der zwischen dem 31.12.2014 und 1.04.2015 von einer nicht fernsteuerbaren Anlage erzeugt wurde, und iii) in allen anderen Fällen um 0,4 ct/kWh berechnet.

⁵³ Die Grundannahme hinter dem Konzept der vermiedenen Netzentgelte ist, dass Strom, der dezentral erzeugt, in die Netze der unteren Spannungsebenen eingespeist und lokal verbraucht wird, die Inanspruchnahme der vorgelagerten Netze verringert und so Netzinfrastrukturkosten durch Reduzierung der Netzausbaumaßnahmen eingespart werden können. Eine zweite Annahme ist, dass Strom immer aus der höheren in die niedrigeren Spannungsebenen fließt. Die Gültigkeit dieser Annahmen stand in der Vergangenheit vermehrt in der Kritik. In der Praxis kann bspw. durch volatile Erzeugungsanlagen bei höherer Einspeisung als Last eine Rückspeisung in vorgelagerte Netze erforderlich sein. Vgl. Bundesnetzagentur (o. J.b).

⁵⁴ Vgl. StromNEV § 18.

Abbildung 16: Entwicklung der Haushaltsstrompreise zum 01.04. (Grundversorgungsvertrag) und der Einspeisevergütung für Anlagen < 30 kWp, die im April des jeweiligen Jahres in Betrieb genommen wurden (2010-2020)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2021); 50Hertz Transmission GmbH et al. (2021).

Eigenverbrauch ist für Betreiber:innen vorteilhaft gegenüber dem Strombezug von Energieversorgungsunternehmen, wenn der Strompreis oberhalb der Stromgestehungskosten der entsprechenden Anlage liegt. 2018 lagen die Stromgestehungskosten für PV-Kleinanlagen in Abhängigkeit des Standorts und der Investitionskosten zwischen 7,23 und 11,54 ct/kWh, während sie sich 2010 noch im Bereich zwischen 20 und 35 ct/kWh bewegten.⁵⁵ Die Diskrepanz zwischen Strompreis und Stromgestehungskosten entsteht zum einen durch die kontinuierlich gesunkenen Modulkosten – und somit niedrigeren Stromgestehungskosten. Zum anderen entfallen beim Eigenverbrauch einige Kostenpunkte gegenüber dem Strombezug, wie bspw. die Konzessionsabgabe, Marge für den Vertrieb, Netznutzungsentgelte und Stromsteuer, bzw. müssen teilweise nur in verringertem Umfang gezahlt werden, wie die Verminderung der EEG-Umlage auf 40 % für Anlagen > 20 kWp (siehe für eine beispielhafte Darstellung der Vorteilhaftigkeit für das Jahr 2019).

⁵⁵ Vgl. Kost et al. (2018), S. 15; Kost/Schlegel (2010), S. 12.

Abbildung 17: Exemplarische Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs bei einer PV-Anlage > 20 kWp (2019)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), S. 29. Datenquelle: Kost et al. (2018); Bundesnetzagentur / Bundeskartellamt (2020).

3.1.4 Berechnung des Umsatzes pro kWp je Größenklasse

Aufgrund der dynamischen Entwicklung in der Vergütung von Solarstrom durch das EEG, die zunehmende Bedeutung des Eigenverbrauchs einerseits und die bessere Datenverfügbarkeit andererseits, wird ein neuer Ansatz zur Umsatzberechnung gewählt.

Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, enthalten die 50HERTZ-Bewegungsdaten anlagenspezifische Informationen zur tatsächlich eingespeisten Strommenge und der dazugehörigen Vergütung nach dem EEG. Dies ermöglicht eine realitätsnahe Abbildung des Umsatzes pro kWp in den Größenklassen unter Einbezug der dynamischen Entwicklungen im EEG. Neben der EEG-Vergütung wird zudem die Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs als Einsparung gegenüber dem externen Strombezug approximiert (Opportunitätskosten). Damit ergibt sich der durchschnittliche Umsatz pro kWp in Größenklasse k wie folgt:

$$U_k = EEG_k + VEV_k \quad (1)$$

Wobei

$$EEG_k = \frac{\sum_i ESV_{i,k} + \sum_i MPM_{i,k} + \sum_i v_{i,k} + \sum_i vNNE_{i,k}}{\sum_i N_{i,k}} \quad (2)$$

Und

$$VEV_k = p_k * EV_k \quad (3)$$

Dabei beschreibt

- U_k : Durchschnittlicher Umsatz in €/kWp in GK k
- EEG_k : Durchschnittliche Vergütung nach dem EEG in €/kWp in GK k
- $ESV_{i,k}$: Einspeisevergütung in € einer Anlage i in GK k
- $MPM_{i,k}$: Vergütung nach dem Marktpremienmodell in € einer Anlage i in GK k
- $v_{i,k}$: Vergüteter Eigenverbrauch in € einer Anlage i in GK k
- $vNNE_{i,k}$: Vermiedene Netzentgelte in € einer Anlage i in GK k
- $N_{i,k}$: Installierte Leistung in kWp einer Anlage i in GK k
- VEV_k : Durchschnittliche Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs in €/kWp in GK k
- p_k : Durchschnittlicher Strompreis in €/kWh in GK k
- EV_k : Durchschnittlicher Eigenverbrauch in kWh/kWp in GK k

3.1.4.1 Vergütung nach dem EEG

Die Vergütung nach dem EEG für die eingespeiste Strommenge setzt sich aus den vier Einzelbestandteilen 1) Einspeisevergütung, 2) Vergütung nach dem Marktpremienmodell, 3) Vergüteter Eigenverbrauch und 4) vermiedene Netzentgelte zusammen. Da in den 50HERTZ-Bewegungsdaten lediglich nach *EEG-Zahlung* und *vermiedenen Netzentgelten* differenziert wird, muss die *EEG-Zahlung* in ihre drei Einzelbestandteile zerlegt werden. Dies erfolgt über die Schlüssel der Vergütungskategorien, welche die Art der jeweiligen Zahlung näher spezifizieren.⁵⁶

1) Einspeisevergütung (ESV)

Als Einspeisevergütung einer Anlage i werden die EEG-Zahlungen angesetzt, deren Vergütungskategorienschlüssel weder einer Marktpremie noch einer Eigenverbrauchsvergütung entspricht:

$$ESV_i = EEG_Zahlung_i - MPM_i - v_i \quad (4)$$

Wobei $EEG_Zahlung_i$ die in den 50HERTZ-Bewegungsdaten aufgelisteten Vergütungszahlungen beschreibt. Die Höhe der jeweiligen Einspeisevergütung ist der EEG-Vergütungskategorientabelle

⁵⁶ Eine detaillierte Auflistung aller EEG-Vergütungskategorien bis einschließlich Inbetriebnahmejahr 2021 ist der EEG-Vergütungskategorientabelle zu entnehmen.

zu entnehmen und hängt von der Anlagegröße, dem Inbetriebnahmedatum der Anlage sowie dem Anlagentyp (bauliche oder Freiflächenanlage) ab (siehe Abschnitt 3.1.2.1).

2) Vergütung nach dem Marktprämienmodell

Wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben, setzt sich die tatsächliche Vergütung nach dem Marktprämienmodell aus der Marktprämie und dem an der Strombörse erzielten Umsatz zusammen. Da in den 50HERTZ-Bewegungsdaten lediglich die Marktprämie aufgeführt ist, würde der alleinige Einbezug der Marktprämie die Gesamtvergütung nach dem Marktprämienmodell erheblich unterschätzen. Zur näherungsweisen Bestimmung der Gesamtvergütung nach dem Marktprämienmodell pro kWh wird der anzulegende Wert (AW) verwendet, welcher sich aus dem durchschnittlichen Monatsmarktwert und der Marktprämie zusammensetzt (siehe Abbildung 15 auf S. 19) und wie folgt gilt:⁵⁷

- Inbetriebnahme bis 08/2014: erhöhter anzulegender Wert ($AW + 0,04 \text{ ct/kWh}$)⁵⁸
- Inbetriebnahme ab 08/2014: anzulegender Wert aus der EEG-Vergütungskategorientabelle nach Inbetriebnahmemonat, Anlagenart und Anlagenklasse.

Die Vergütung nach dem Marktprämienmodell MPM_i einer Anlage i berechnet sich daher folgendermaßen:

$$MPM_i = AW_i * M_i \quad (5)$$

Dabei beschreibt AW_i den anzulegenden Wert einer Anlage i und M_i die Strommenge einer Anlage i , die nach dem Marktprämienmodell vergütet wird. Dies hat zu Folge, dass die Vergütung einzelner Anlagen nach dem Marktprämienmodell in der vorliegenden Studie über den anzulegenden Wert mitunter über- oder unterschätzt wird, da sich die Höhe des individuell erzielten Marktpreises nicht ermitteln lässt. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Abweichungen zufällig um den Monatsmittelwert schwanken und es keine einseitige Verzerrung gibt, wird die Durchschnittsbetrachtung in der vorliegenden Studie als plausible Näherung erachtet.

3) Vergüteter Eigenverbrauch

Die Zahlungen für vergüteten Eigenverbrauch werden in den 50HERTZ-Bewegungsdaten über die entsprechenden Vergütungskategorienschlüssel ermittelt und treten nur für Anlagen mit Inbetriebnahmejahr zwischen 2009 und 2012 auf. Diese können der Strommenge direkt zugeordnet werden.

4) Vermiedene Netznutzungsentgelte

Die im Kalenderjahr 2019 pro Anlage ausgezahlten vermiedenen Netzentgelte sind in den Bewegungsdaten separat aufgeführt und können direkt in die Umsatzberechnung übernommen werden.

⁵⁷ Die EEG-Vergütungskategorientabelle unterscheidet zwischen einem anzulegenden Wert für bauliche PV-Anlagen und Freiflächenanlagen. Da in GK IV überwiegend Freiflächenanlagen aufzufinden sind, wird für diese Größenklasse der anzulegende Wert für Freiflächenanlagen herangezogen. Für GK I bis III wird der anzulegende Wert für bauliche Anlagen verwendet. Im Falle der Stadt Leipzig erfolgte in GK IV zusätzlich eine manuelle Einordnung als Freiflächen- bzw. bauliche Anlage über einen Abgleich via Google Maps.

⁵⁸ Vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 8 und Anlage 1 EEG 2014. Bis 08/2014 stimmt der anzulegende Wert mit der Einspeisevergütung überein, die 0,4 ct/kWh werden als Managementprämie bezeichnet. Diese wurde ab 08/2014 in den anzulegenden Wert integriert.

Sonderfall: Anlagen > 750 kWp mit Inbetriebnahme ab 2017

Die Vergütung für Anlagen > 750 kWp, die ab 2017 in Betrieb genommen wurden, erfolgt nach dem Ausschreibungsverfahren.⁵⁹ Projekte, die einen Zuschlag erhalten haben, können über die öffentliche Bekanntgabe eingesehen werden. Somit ist eine Schätzung der Vergütung über den gewichteten durchschnittlichen Zuschlagswert der jeweiligen Ausschreibungsrunde möglich.

In der Stadt Leipzig gab es 2019 in der Größenklasse > 750 kWp lediglich elf Anlagen, die alle vor 2017 in Betrieb genommen wurden und somit noch nicht zur Teilnahme am Ausschreibungsverfahren verpflichtet waren. In der öffentlichen Bekanntgabe der Zuschläge der Ausschreibungsrunden für Großdach- und Freiflächenanlagen sind daher keine Anlagen in der Stadt Leipzig aufgelistet. Folglich werden alle vorhandenen Anlagen > 750 kWp in der Stadt Leipzig im Betrachtungsjahr 2019 nach den in der EEG-Vergütungskategorientabelle aufgeführten Sätzen des Marktprämienmodells vergütet.

EEG-Vergütung pro kWp

Im letzten Schritt wird für jede Größenklasse die durchschnittliche EEG-Vergütung pro kWp gemäß Formel (2) berechnet. Hierfür werden die Einzelbestandteile der EEG-Vergütung pro Größenklasse addiert und durch die Summe der installierten Leistung (kWp) in der jeweiligen Größenklasse dividiert. Eine Gewichtung nach Inbetriebnahmejahr erfolgt nicht explizit, da sich die Altersstruktur der Anlagen bereits in den Vergütungssätzen widerspiegelt. Folglich ergibt sich eine durchschnittliche EEG-Vergütung je Größenklasse zwischen 172 €/kWp und 228 €/kWp (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Durchschnittliche EEG-Vergütung pro kWp.

	GK I	GK II	GK III	GK IV
	< 10 kWp	10-100 kWp	100-750 kWp	> 750 kWp
Anzahl der Anlagen	1.737	326	30	11
Summe der EEG-Vergütung in 1.000 €	1.819	2.273	1.583	6.403
Summe der installierten Leistung in kWp	9.171	9.954	9.205	33.292
Durchschnittliche EEG-Vergütung in €/kWp	198	228	172	192

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: 50Hertz Transmission GmbH (2020a).

3.1.4.2 Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs

Zusätzlich zu der Vergütung nach dem EEG wird auch der Eigenverbrauch des erzeugten Stroms als weitere Einnahme deklariert und dementsprechend dem Umsatz hinzuaddiert.⁶⁰ Dabei wird Eigenverbrauch buchhalterisch bzw. einkommensteuerlich wie eine Privatentnahme behandelt (Privatentnahme an Erlöse aus Eigenverbrauch), obwohl hierfür keine tatsächlichen Zahlungen fließen.⁶¹ Ökonomisch betrachtet handelt es sich stattdessen um Opportunitätskosten der Stromversorgung. Der Wert des eigenverbrauchten Stroms entspricht den Wiederbeschaffungskosten, die

⁵⁹ In den Jahren 2015 und 2016 gab es bereits Pilotausschreibungen für Freiflächenanlagen. Seit 2017 gilt das Ausschreibungsverfahren für Großdach- und Freiflächenanlagen > 750 kWp gleichermaßen.

⁶⁰ Vgl. SOLARWATT GmbH (o. J.).

⁶¹ Vgl. Bayerisches Landesamt für Steuern (2019), S. 29, siehe auch § 6 Abs. 1 Nr. 4 EStG.

mit dem Einkaufspreis zzgl. Nebenkosten für einen gleichartigen Gegenstand anzusetzen sind.⁶² Hierfür wird der durchschnittliche Netto-Strompreis als fiktiver Einkaufspreis des Stroms angesetzt.⁶³

Die eigenverbrauchte Strommenge lässt sich den 50HERTZ-Bewegungsdaten bzw. dem MaStR nicht entnehmen und muss daher näherungsweise bestimmt werden. Hierzu wird die Annahme getroffen, dass der in den Bewegungsdaten angegebene, tatsächlich eingespeiste Strom nur einen Teil der gesamten Stromerzeugungsmenge einer PV-Anlage darstellt. Schließlich lassen sich einige Anlagenbetreiber:innen nur einen Teil ihres produzierten Stroms durch das EEG vergüten und verbrauchen den restlichen Strom selbst. Die Eigenverbrauchsmenge lässt sich demnach aus der Differenz des gesamten Stromertrags und der eingespeisten Strommenge ermitteln. Um den gesamten Stromertrag näherungsweise zu bestimmen, wird der durchschnittliche Nutzertrag einer Anlage pro kWp berechnet. Der Nutzertrag bezeichnet die gesamte nutzbare Strommenge, die durch eine Anlage produziert wird und setzt sich somit aus eingespeistem und eigenverbrauchtem PV-Strom zusammen. Der Nutzertrag E_s pro kWp wird für 2019 näherungsweise über folgende Formel⁶⁴ ermittelt:

$$E_s = H_{solar_i}(N_i) * V(A_i) * \eta_{t_0} * (1 - D)^t * PR_{t_0} \quad (6)$$

Dabei beschreibt

- s : Betrachtungsjahr
- $H_{solar_i}(N_i)$: die horizontale Globalstrahlung H_{solar_i} in Abhängigkeit der Modulneigung N_i einer Anlage i
- $V(A_i)$: Ausrichtungsfaktor V und somit Verlust durch Abweichungen der Anlagenausrichtung A_i einer Anlage i von der optimalen Süd-Ausrichtung
- η_{t_0} : Modulwirkungsgrad im Inbetriebnahmejahr t_0
- D : jährliche Degradation der Anlage
- t : Laufzeit der Anlage im Betrachtungsjahr
- PR_{t_0} : Performance Ratio im Inbetriebnahmejahr t_0 der Anlage

Zur Berechnung des Nutzertrags einer Anlage werden Parameterwerte in Abhängigkeit des Inbetriebnahmejahres aus der Literatur ermittelt. Tabelle 5 zeigt eine Übersicht der gewählten Parameter und der dazugehörigen Quellen.

⁶² Vgl. § 10 Abs. 4 S. 1 Nr. 1 UStG; Bayerisches Landesamt für Steuern (2019), S. 34.

⁶³ Vgl. Bayerisches Landesamt für Steuern (2019), S. 25. Der Teilwert ist nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 S. 3 EStG „[...] der Betrag, den ein Erwerber des ganzen Betriebs im Rahmen des Gesamtkaufpreises für das einzelne Wirtschaftsgut ansetzen würde; dabei ist davon auszugehen, dass der Erwerber den Betrieb fortführt“.

⁶⁴ Angepasst aus Quaschnig (2020), S. 155.

Tabelle 5: Übersicht der relevanten Parameter zur Berechnung des spezifischen Nutzertrags

Variable	Parameter	Beschreibung	Quelle
Globalstrahlung	1.048-1.445 kWh/m ² a	Durchschnittliche jährliche Globalstrahlung in Leipzig (2010-2016) in Abhängigkeit des Neigungswinkels, korrigiert um Faktor 1,11 für überdurchschnittliche Strahlung in 2019	PVGIS © (2010-2016); Deutscher Wetterdienst (2019).
Neigungswinkel	0°-90°	Neigungswinkel der Anlagen in Zehnerschritten	MaStR (Stand: 22.10.2020).
Modulfläche	6 m ² /kWp	Durchschnittliche Modulfläche in m ² pro kWp	Quaschning (2020).
Ausrichtungsfaktor	1,1-0,95	Ausrichtungsfaktor durch Abweichung von Süd-Ausrichtung	Quaschning (2020).
Modulwirkungsgrad	13 %-18 %	Durchschnittlicher Modulwirkungsgrad (2000-2019)	Quaschning (2020); Breitschopf/Bürer/Lürich (2014).
Jährliche Degradation	0,30 %	Durchschnittlicher jährlicher Leistungsverlust durch Degradation der Anlage	Wesselak et al. (2017)
Performance Ratio	70 %-90 %	Verhältnis des tatsächlichen Energieertrags zur Nennleistung der Anlage	Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH(17.06.2020), Wirth (2020).

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Globalstrahlung in kWh/m² pro Jahr in Abhängigkeit des Neigungswinkels wird dem PVGIS-Tool des EU Science Hubs entnommen.⁶⁵ Hierzu werden Durchschnittswerte für den Zeitraum 2010 bis 2016 für Neigungswinkel zwischen 0° und 90° gebildet.⁶⁶ Da die Strahlungswerte in der Stadt Leipzig im Betrachtungsjahr 2019 rund 11 % über dem langjährigen Mittel lagen, wird die Globalstrahlung je Neigungswinkel um den Faktor 1,11 korrigiert.⁶⁷ Die maximale Globalstrahlung ergibt sich mit 1.445 kWh/m²a für einen Neigungswinkel von 40°, während sie bei einem Neigungswinkel von 90° mit 1.048 kWh/m²a am niedrigsten ist. Zur Berechnung der durchschnittlichen Globalstrahlung je kWp werden die Werte mit der Modulfläche multipliziert, die für ein kWp benötigt wird. Der Flächenbedarf pro kWp hängt vom Modultyp ab und beträgt rund 6 m²/kWp.⁶⁸

Der Ausrichtungsfaktor ergibt sich aus der Abweichung von der optimalen Südausrichtung. Bei einer Anlage mit Südausrichtung und 35° Neigungswinkel erhöht sich das solare Strahlungsangebot um rund 10 %, während es bei einer Abweichung Richtung Ost bzw. West um rund 5 % sinkt.⁶⁹ Der Wirkungsgrad von Modulen aus Mono- und Multikristallinem Silizium ist in den vergangenen

⁶⁵ Vgl. Huld/Müller/Gambardella (2012).

⁶⁶ Die Neigungswinkel werden in Zehnerschritten zusammengefasst.

⁶⁷ Vgl. Deutscher Wetterdienst (2019).

⁶⁸ Vgl. Quaschning (2020), S. 134.

⁶⁹ Vgl. Quaschning (2020), S. 154.

zwei Jahrzehnten von rund 13 % auf 18 % angestiegen.⁷⁰ Für Module mit Inbetriebnahmejahr 2000 wird daher ein Wirkungsgrad von 13 %, für solche mit Inbetriebnahmejahr 2019 werden 18 % festgesetzt und der Wirkungsgrad für die Jahre dazwischen linear interpoliert. Der jährliche Leistungsverlust eines Moduls durch Degradation wird mit 0,3 % angesetzt.⁷¹ Zuletzt wird die Performance Ratio für Module mit Inbetriebnahmejahr 2000 bei 70 % und für 2019 bei 90 % festgesetzt und dazwischen linear interpoliert.⁷²

Durch Einsetzen der beschriebenen Parameter in Formel (6) wird der durchschnittliche Nutzertrag der Anlagen in der Stadt Leipzig im Jahr 2019 pro Größenklasse berechnet.⁷³ Hierzu werden die Angaben zu Inbetriebnahmejahr, Hauptausrichtung und -neigungswinkel der einzelnen Anlagen aus dem MaStR genutzt. Anlagen, für die keine Angaben zu Ausrichtung oder Neigungswinkel vorliegen, werden aus der Berechnung ausgeschlossen. Da die Neigungswinkel der Anlagen im MaStR als Bereich angegeben werden ($< 20^\circ$, $20-40^\circ$, $40-60^\circ$, $> 60^\circ$), wird je Anlage der mittlere Wert festgesetzt.⁷⁴ Abbildung 18 zeigt eine Übersicht der Hauptausrichtung und Hauptneigungswinkel der Anlagen in der Stadt Leipzig. Die überwiegende Anzahl der Anlagen besitzt demnach eine optimale Südausrichtung mit einem Neigungswinkel zwischen $20-40^\circ$.

Abbildung 18: Hauptausrichtung und Neigungswinkel der PV-Anlagen in der Stadt Leipzig

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: MaStR (Stand: 22.10.2020).

⁷⁰ Vgl. Quaschnig (2020), S. 134; Breitschopf/Bürer/Lürich (2014). Da waferbasierte Module aus Mono- und Multi-kristallinen Siliziumzellen über 90 % der in Deutschland installierten Leistung ausmachen, orientiert sich die vorliegende Studie an den dafür typischen Werten.

⁷¹ Vgl. Wesselak et al. (2017), S. 260.

⁷² Vgl. Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020), S. 30; Wirth (2020), S. 42.

⁷³ Die Berechnung erfolgt für alle im MaStR registrierten Anlagen, da in den 50Hertz-Bewegungsdaten keine Informationen zu Ausrichtung und Neigungswinkel der Anlagen vorliegen. Es werden nur Anlagen mit einer Ausrichtung zwischen Ost und West mit Neigungswinkeln zwischen $< 20^\circ$, $20-40^\circ$, $40-60^\circ$ berücksichtigt, $> 60^\circ$. Abweichende Ausrichtungen oder Sonderfälle wie fassadenintegrierte, Ost/West, oder nachgeführte Anlagen werden aufgrund der niedrigen Anzahl vernachlässigt, sind zur Vollständigkeit jedoch in Abbildung 18 dargestellt.

⁷⁴ Für Anlagen mit Neigungswinkel $> 60^\circ$ wird ein Neigungswinkel von 75° festgesetzt.

Im Anschluss wird der durchschnittliche Nutzertrag für jede Anlagengrößenklasse gebildet (siehe Tabelle 6). Unterschiedliche Nutzerträge je Größenklasse ergeben sich demnach durch Differenzen in der vor Ort gegebenen Ausrichtung und Altersstruktur. So ist der etwas höhere Nutzertrag von Anlagen in GK I und IV auf eine optimierte Ausrichtung und einen optimierten Neigungswinkel sowie neuere Anlagen zurückzuführen.

Zur näherungsweisen Bestimmung des Eigenverbrauchs wird eine Durchschnittsbetrachtung je Größenklasse durchgeführt. Die durchschnittliche Eigenverbrauchsmenge errechnet sich als Differenz zwischen dem durchschnittlichen Nutzertrag je Größenklasse und der durchschnittlich eingespeisten Strommenge je Größenklasse.

Tabelle 6: Durchschnittlicher Eigenverbrauch je Größenklasse (2019)

	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Durchschnittlicher Nutzertrag	1.219 kWh	1.148 kWh	1.191 kWh	1.205 kWh
Durchschnittliche Einspeisemenge	781 kWh	867 kWh	893 kWh	1042 kWh
Durchschnittlicher Eigenverbrauch	438 kWh	281 kWh	298 kWh	163 kWh
Eigenverbrauchsquote	36 %	24 %	25 %	14 %

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

Aus der Berechnung ergeben sich Eigenverbrauchsquoten⁷⁵ zwischen 14 % und 36 %, wobei die kleinste Größenklasse die höchste Eigenverbrauchsquote aufweist. Im Gegensatz zur pauschalen Festlegung einer Eigenverbrauchsquote zwischen 30 % und 40 %, wie in manchen Vergleichsstudien verwendet, bietet diese Berechnung den Vorteil eines mit zunehmender Größenklasse abnehmenden Eigenverbrauchs. Dieser Zusammenhang erscheint insofern plausibel, als dass größere Anlagen stärker darauf ausgelegt sind, kommerziell Strom zu erzeugen und einzuspeisen, während Betreiber:innen von kleineren Anlagen (Privathaushalte) v. a. von Einsparungen bei den Stromkosten motiviert sein dürften und somit einen höheren Anreiz zum Eigenverbrauch haben.

Anzumerken ist, dass die Methode den Eigenverbrauch einzelner Anlagen unter- bzw. überschätzen kann, wenn diese eine höhere oder geringere Effizienz (Stromerzeugung je installierte Leistung) ausweisen als eine durchschnittliche Anlage. Dies kann zum einen darauf zurückzuführen sein, dass einzelne Anlagen im Betrachtungszeitraum ausgefallen sind und somit eine unterdurchschnittliche Menge eingespeist haben, wodurch der Eigenverbrauch überschätzt wird. Zum anderen kann der durchschnittliche Nutzertrag die tatsächlich erzeugte Strommenge und somit Eigenverbrauchsmenge für optimal ausgerichtete Anlagen unterschätzen. Treten diese Abweichungen einseitig auf, kann es zu systematischen Verzerrungen der Eigenverbrauchsmenge kommen. Dies scheint in der vorliegenden Betrachtung nicht der Fall zu sein.

⁷⁵ Die Eigenverbrauchsquote errechnet sich aus dem Anteil des Eigenverbrauchs am Nutzertrag.

Die Bewertung des Eigenverbrauchs erfolgt anhand der durchschnittlichen Netto-Strompreise 2019 für Haushalte, Gewerbe, und Industrie (siehe Tabelle 7). Wie bereits beschrieben, stellt der Netto-Strompreis den fiktiven Einkaufspreis dar und wird daher zur Bewertung des Eigenverbrauchs herangezogen.

Tabelle 7: Durchschnittliche Netto-Strompreise in Deutschland (2019)

Haushalte	26,22 ct/kWh*
Gewerbe (Jahresverbrauch über 50 MWh)	22,22 ct/kWh
Industrie (Jahresverbrauch über 24 GWh)	15,98 ct/kWh

* Der Strompreis für Haushalte ergibt sich aus dem Durchschnitt des Strompreises der Grundversorger sowie anderen Anbietern.

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2021).

Dabei werden die Strompreise den verschiedenen Größenklassen folgendermaßen zugeordnet:

- **GK I:** Haushaltskundenpreis von 26,22 ct/kWh
- **GK II:** für den Anteil gewerblicher Anlagenbetreiber:innen der Gewerbekundenpreis von 22,22 ct/kWh und für den Anteil natürlicher Personen den Strompreis für Haushalte
- **GK III:** Gewerbekundenpreis von 22,22 ct/kWh
- **GK IV:** Industriekundenpreis von 15,98 ct/kWh

Aus der Multiplikation der Eigenverbrauchsmenge mit den jeweiligen Strompreisen je Größenklasse ergibt sich eine durchschnittliche Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs zwischen 26 €/kWp und 115 €/kWp (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Durchschnittliche Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs in €/kWp

In €/kWp	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Durchschnittliche Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs (Netto)	115	68	66	26

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

3.2 Kostenarten

Um den Vorsteuergewinn zu berechnen, sind neben dem Umsatz die Kosten zu bewerten, die im Betrieb von PV-Anlagen anfallen. Im Folgenden wird die Berechnung der relevanten Kostenarten dargelegt. Dazu wird zunächst die Entwicklung der zugrundeliegenden Investitionskosten nachgezeichnet.

3.2.1 Investitionskosten

Die erforderlichen Investitionskosten für PV-Module zeigten nach Angaben des FRAUNHOFER ISE/PSE PROJECTS GMBH in den Jahren 2006 bis 2018 eine starke Degression (siehe Abbildung 19). Demnach lagen die Nettopreise für eine Anlage zwischen 10 kWp und 100 kWp (entspricht GK II) im Jahr 2006 im Durchschnitt noch bei rund 4.700 €/kWp. Im Jahr 2018 beliefen sich diese lediglich auf rund 1.100 €/kWp. Bei größeren Anlagen sind die Investitionskosten pro kWp aufgrund von Skaleneffekten niedriger – so lagen die Kosten für große Dachanlagen bzw. Freiflächenanlagen über 2.000 kWp im Jahr 2018 bei rund 700 €/kWp.⁷⁶

Abbildung 19: Durchschnittliche Netto-Investitionskosten für Anlagen 10-100 kWp (2006-2018)

Quelle: Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020), S. 42.

Die Investitionskosten je Größenklasse wurden auf Basis von FRAUNHOFER ISE/PSE PROJECTS GMBH für den Zeitraum 2000-2018 zurückgeschrieben.⁷⁷ Hierzu wurde die Annahme getroffen, dass sich die Systemkosten für PV-Module im Zeitraum 2006 bis 2018 in GK I, III und IV parallel zu GK II entwickelt haben (siehe Abbildung 20). Ausgangswerte bilden hierbei die durchschnittlichen Investitionskosten je GK im Jahr 2018, die einer weiteren Studie des FRAUNHOFER ISE aus dem Jahr 2018 entnommen wurden.⁷⁸ Für die Jahre 2000 bis 2006 wurden die Investitionskosten näherungsweise linear zurückgeschrieben, da für diesen Zeitraum keine Werte vorliegen.

⁷⁶ Vgl. Kost et al. (2018).

⁷⁷ Vgl. Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020).

⁷⁸ Vgl. Kost et al. (2018).

Die Interpolation der Systemkosten auf Basis der Angaben des FRAUNHOFER ISE/PSE PROJECTS GMBH bewegt sich dabei im Rahmen der Angaben zur Entwicklung von Systemkosten für PV-Anlagen des INSTITUTS FÜR REGENERATIVE ENERGIEWIRTSCHAFT aus dem Jahr 2016 (siehe Abbildung 21). Demnach lagen die Systemkosten im Jahr 2000 zwischen ca. 5.700 €/kWp und 8.200 €/kWp. Die Werte der vorliegenden Studie zwischen 7.000 €/kWp und 7.600 €/kWp im Jahr 2000 können somit als plausibel erachtet werden.

Um die tatsächliche Altersstruktur der PV-Anlagen in der Beispielskommune Leipzig in der Kalkulation abzubilden, wurden die ermittelten durchschnittlichen Investitionskosten für jedes Jahr mit der Anzahl der jeweils in diesem Jahr in Betrieb genommenen Anlagen multipliziert und auf dieser Grundlage der gewichtete Durchschnitt für jede Größenklasse gebildet (siehe Tabelle 9). Die ermittelten durchschnittlichen Investitionskosten liegen dieser Berechnungsweise zufolge zwischen 2.419 €/kWp in GK I und 1.314 €/kWp in GK IV.

Abbildung 20: Durchschnittliche Investitionskosten je Größenklasse in Euro pro kWp (2000-2018)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung auf Basis von Kost et al. (2018) und Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020).

Abbildung 21: Entwicklung der Systemkosten für PV-Anlagen (1991-2016)

Quelle: Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2020).

Tabelle 9: Durchschnittliche gewichtete Investitionskosten je Größenklasse in €/kWp

in €/kWp	GK I ≤10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Durchschnittliche gewichtete Investitionskosten (Netto)	2.419	2.045	1.764	1.314

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung auf Basis von Kost et al. (2018); Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020).

Die Investitionskosten fließen einerseits direkt in Form der Abschreibungen auf die PV-Anlagen in die Wertschöpfungsanalyse ein. Weiterhin haben sie in der vorliegenden Studie als Referenzgröße für einige Kostenarten einen indirekten Effekt. So werden bspw. die Versicherungskosten sowie Fremdkapitalzinsen in Abhängigkeit der Investitionskosten berechnet. Für andere Kostenarten wird stattdessen auf Vergleichsstudien und Recherchen auf Fachportalen zurückgegriffen. Im Folgenden wird die Berechnung der einzelnen Kostenarten kurz ausgeführt.

3.2.2 Übersicht der Kosten im PV-Betrieb

Die im Betrieb von PV-Anlagen anfallenden Kosten setzen sich aus Betriebskosten sowie Finanzierungskosten und Abschreibungen zusammen.

Tabelle 10 stellt die ermittelten Werte als Nettowerte in €/kWp⁷⁹ für jede Größenklasse dar. Pro Kostenart führt die letzten Spalte der Tabelle eine Kurzbeschreibung des gewählten Berechnungswegs auf. Die Kosten pro kWp werden teils als Absolutgrößen, teils in Abhängigkeit der Investitionskosten festgelegt. Als Ausgangspunkt werden die Vergleichsstudien herangezogen und durch

⁷⁹ Da die Umsatzsteuer im gewerblichen Bereich ein durchlaufender Posten ist und zu keiner umsatzsteuerlichen Belastung der Gewerbetreibenden führt, werden in der vorliegenden Studie stets die Nettowerte herangezogen. Zudem zählt die Umsatzsteuer als Gütersteuer nach der VGR nicht zur Bruttowertschöpfung und ist daher nicht Gegenstand dieser Betrachtung.

weitere Recherchen ergänzt. Eine ausführliche Beschreibung des Berechnungswegs je Kostenart schließt im Folgenden an die tabellarische Übersicht an.

Tabelle 10: Übersicht der im Betrieb von PV-Anlagen anfallenden Kosten pro kWp und Jahr
In €/kWp

	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp	Beschreibung
Betriebskosten					
Wartung und Instandhaltung	25,3	24,3	23,3	22,7	Mittelwert aus Vergleichsstudien
Zählermiete	4,8	1,7	0,1	0,01	Gesetzlich festgelegter Preis für intelligente und moderne Messeinrichtungen
Versicherung	4,8	4,1	3,5	2,6	0,2 % der Investitionskosten nach Vergleichsstudien
Pacht	-	-	1,8	2,1	0,19 % der Investitionskosten nach Vergleichsstudien für gewerbliche Betriebe
Steuerberatung	-	5,0	3,3	3,3	Mittelwert aus Vergleichsstudien
Verwaltung und sonstige Betriebskosten	-	6,9	13,1	13,0	Mittelwert aus Vergleichsstudien
EEG-Umlage auf EV	-	7,2	7,6	4,2	Gesetzliche EEG-Umlage 2019
Summe Betriebskosten	34,9	49,1	52,7	47,9	
Finanzierungskosten und Abschreibungen					
Abschreibung	121,0	102,2	88,2	65,7	Nach AfA über 20 Jahre
Fremdkapitalkosten	54,8	53,0	45,4	29,7	Zinssatz: KfW Programm EE Standard; Durchschn. Zinsentwicklung der Effektivzinssätze für Kredite an Haushalte und nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften
Gesamtkosten	210,6	204,4	186,3	142,3	

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

3.2.3 Betriebskosten

3.2.3.1 Wartung und Instandhaltung

Wartungs- und Instandhaltungskosten fallen im Betrieb von PV-Anlagen u. a. für Reinigung, Ersatzteile und Reparaturarbeiten an. In den Vergleichsstudien werden diese teils pauschal, teils als prozentualer Anteil der Investitionskosten angegeben. HIRSCHL et al. schätzen in ihrer Betrachtung die Kosten für Wartung und Instandhaltung auf 1,3 % der Investitionskosten.⁸⁰ JENNICHES/SCHNEIDER nehmen für Wartung und Instandhaltung unabhängig von der Anlagengröße Kosten von 20 €/kWp an.⁸¹ Die Studie des BMVBS (2013) nimmt 150 €/2.549 €/56.814 € für die Referenzanlagen mit 5 kWp/150 kWp/3400 kWp an.⁸² In der vorliegenden Untersuchung wird

⁸⁰ Vgl. Hirschl et al. (2010), S. 62.

⁸¹ Vgl. Jenniches/Schneider (2017), S. 42.

⁸² Vgl. BMVBS (2013), S. 71.

der Mittelwert aus den Vergleichsstudien herangezogen.⁸³ Durch eine Recherche auf Ratgeberportalen wird dieser Wert plausibilisiert.⁸⁴ Für GK I ergeben sich Wartungs- und Instandhaltungskosten in Höhe von 25,3 €/kWp, für GK II 24,3 €/kWp, in GK III sind es 23,3 €/kWp und in GK IV 22,7 €/kWp.

3.2.3.2 Zählermiete

Stromzähler können für die eigene PV-Anlage gekauft oder gemietet werden. Üblich scheint jedoch die Miete eines Zählers über den regionalen Energieversorger oder einen Netzdienstleister, welcher regelmäßige Prüfungen vornimmt und bei Defekt haftet.⁸⁵ In der vorliegenden Studie wird die Annahme getroffen, dass alle Stromzähler gemietet werden. Aktuell sind drei Zählertypen im Einsatz: analoge Ferraris-Zähler sowie digitale moderne Messeinrichtungen und intelligente Messsysteme.⁸⁶ Bis spätestens 2032 sollen die analogen Ferraris-Zähler komplett durch die digitalen Zähler ersetzt werden. Grundlage hierfür ist das MESSSTELLENBETRIEBSGESETZ, welches für Betreiber:innen von Erzeugungsanlagen > 7 kWp den Einbau eines intelligenten Messsystems vorschreibt.

Die von den Netzbetreiber:innen veröffentlichte Höhe der Mietzahlung in Abhängigkeit der Anlagengröße dient als Grundlage für die Berechnung der Zählermiete (siehe Abbildung 22). Für Anlagen < 7 kWp kann zwischen dem Einbau eines intelligenten Messsystems und einer modernen Messeinrichtung gewählt werden. Für die vorliegende Berechnung wird davon ausgegangen, dass die Anlagenbetreiber:innen sich für die günstigere moderne Messeinrichtung entscheiden. Daher wird für alle Anlagen < 7 kWp eine Zählermiete von 16,8 € pro Jahr nach dem Preisblatt der NETZ LEIPZIG GMBH festgesetzt.⁸⁷ Bei den größeren Anlagenklassen wird unterschieden zwischen Anlagen, die vor 2016 in Betrieb genommen wurden und somit nicht vom MESSSTELLENBETRIEBSGESETZ betroffen sind und solchen, die nach 2016 in Betrieb genommen wurden. Für Anlagen vor 2016 und > 7 kWp sowie Anlagen > 100 kWp⁸⁸ werden pauschal 40 € pro Jahr für die Zählermiete festgesetzt.⁸⁹ Anlagen, die nach 2016 in Betrieb genommen wurden, wird der gesetzlich festgelegte Preis für intelligente Messsysteme entsprechend ihrer Größenklasse zugeordnet. Die Nettopreise liegen hier zwischen 84 € und 168 € pro Jahr.⁹⁰ Insgesamt ergeben sich in der vorliegenden Betrachtung Zählermieten in Höhe von 4,8 €/kWp in GK I, 1,7 €/kWp in GK II, 0,1 €/kWp in GK III und 0,01 €/kWp in GK IV.

⁸³ Für Größenklasse II wurde der Durchschnitt der Mittelwerte aus den beiden kleineren Größenklassen der Vergleichsstudien herangezogen. Es wird angenommen, dass es sich bei den Werten der Vergleichsstudien um Nettowerte handelt.

⁸⁴ Ca. 7-12 € Wartungskosten pro kWp + 2-3 €/m² Reinigungskosten, Vgl. DeinFachmann (o. J.); 150 € Instandhaltungskosten pro Jahr + 2,50 €/m² Reinigungskosten, Vgl. Anondi GmbH (o. J.a) und 100-300 € pro Jahr oder 7-12 € pro kWp Wartungskosten, Vgl. Anondi GmbH (o. J.b).

⁸⁵ Vgl. Jenniches/Schneider (2017), S. 43; BMVBS (2011), S. 93.

⁸⁶ Sowohl intelligente als auch moderne Messeinrichtungen sind digitale Zähler. Intelligente Messsysteme verfügen gegenüber modernen Messeinrichtungen zusätzlich über eine Kommunikationseinheit. Vgl. Bundesnetzagentur (o. J.a).

⁸⁷ Vgl. Netz Leipzig GmbH (2020). Es handelt sich hierbei um den Nettopreis.

⁸⁸ Für Anlagen > 100 kW sind bisher keine Preise für intelligente Messsysteme gesetzlich festgelegt, da die Systeme in dieser Größenordnung noch nicht vorhanden sind.

⁸⁹ Vgl. Jenniches/Schneider (2017), S. 42. Die Angaben entnehmen sie der Christian Münch GmbH. Es wird angenommen, dass es sich hierbei um den Nettopreis handelt.

⁹⁰ Vgl. Netz Leipzig GmbH (2020).

Abbildung 22: Schematische Darstellung der Zählermiete nach Anlagengröße

Quelle: Eigene Darstellung; *Nach Preisblatt Netz Leipzig GmbH (2020), **Nach Jenniches/Schneider (2017).

3.2.3.3 Versicherung

PV-Anlagenbetreiber:innen schließen üblicherweise eine Haftpflichtversicherung zur Absicherung von Schäden, die bspw. bei Stürmen durch herabfallende Solaranlageanteile entstehen können, sowie ggf. eine Allgefahrenversicherung gegen Sachschäden der Anlage durch Feuer oder Blitzschläge ab.⁹¹ Großanlagen werden zum Teil zusätzlich gegen Ertragsausfälle versichert, die durch Betriebsunterbrechungen entstehen können.

Die vorliegende Studie setzt in Anlehnung an BMVBS (2011) und HIRSCHL et al. 0,2 % der Investitionskosten als Versicherungskosten für alle Größenklassen an.⁹² Zusätzliche Recherchen auf Vergleichsplattformen für PV-Versicherungen haben ergeben, dass die Festsetzung der Versicherungsbeiträge in Abhängigkeit der installierten Leistung sowie der Investitionssumme das übliche Vorgehen ist. Die dabei beispielhaft ermittelten Kosten einer Allgefahrenversicherung für eine Referenzanlage mit 150 kWp und durchschnittlichen Investitionskosten von 900 €/kWp liegen mit durchschnittlich 0,15 % der Investitionskosten⁹³ unterhalb der angesetzten 0,2 %. Da Großanlagen üblicherweise über weitere Versicherungen verfügen, z. B. gegen Ertragsausfälle, erscheint dieser Anteil plausibel. Ein Vorteil der anteilig festgesetzten Versicherungskosten gegenüber absoluten Beträgen ist, dass die Kostendegression der Investitionskosten in den Versicherungsbeträgen berücksichtigt wird. Die Versicherungskosten betragen in GK I 4,8 €/kWp, in GK II rund 4,1 €/kWp, in GK III 3,5 €/kWp und in GK IV 2,6 €/kWp.

3.2.3.4 Steuerberatung

In der vorliegenden Studie wird angenommen, dass der Betrieb von PV-Anlagen nicht zwingend mit Steuerberatungskosten einhergeht. Dies betrifft insbesondere die GK I, in welcher die Anlagen vermehrt von Privatpersonen betrieben werden. Für diese liegt die Vermutung nahe, dass für den

⁹¹ Vgl. BMVBS (2013), S. 72.

⁹² In Vgl. BMVBS (2011) wird auf Basis einer Auswertung von 13 Beteiligungsprospekten deutscher Solarfonds durchschnittliche Versicherungsbeträge in Höhe von 0,19 % der Investitionskosten ermittelt. Für Kleinanlagen setzt diese in Anlehnung an SolarOne ein Versicherungskostenanteil von 0,2 % der Investitionskosten an. Hirschl et al. (2010) setzen ebenfalls 0,2 % der Investitionskosten an und beziehen sich hierbei auf eine Studie von Staiß et al. (2007) bzw. auf SolarOne.

⁹³ Vgl. Meyer (2020).

PV-Betrieb keine gesonderten Steuerberatungsleistungen in Anspruch genommen werden. Für GK II wird ein Pauschalwert von 150 € angesetzt,⁹⁴ somit 5 €/kWp für die Referenzanlage von 30 kWp. Für die GK III und IV wird der Mittelwert aus den Vergleichsstudien genutzt. JENNICHES/SCHNEIDER rechnen für Großanlagen ≥ 100 kWp und Freiflächenanlagen ≥ 1.000 kWp mit einem festen Kostenbestandteil von 3,90 € zzgl. einem anlagenspezifischen Bestandteil von 4,10 €/kWp.⁹⁵ In der Studie des BMVBS (2013) werden 195 €/ 369 €/ 8.236 € für die Referenzanlagen 5 kWp/ 150 kWp/ 3.400 kWp angenommen, somit belaufen sich die Steuerberatungskosten auf 39 €/kWp für kleine Dachanlagen, 2,46 €/kWp für mittlere bis große Dachanlagen und 2,42 €/kWp für große Freiflächenanlagen.⁹⁶ Als Mittelwert der Vergleichsstudien ergeben sich in der vorliegenden Studie für GK III und IV Steuerberatungskosten in Höhe von 3,3 €/kWp.

3.2.3.5 Pacht

Ein mögliches Geschäftsmodell im Rahmen des PV-Anlagenbetriebs ist es, (Dach-)Flächen zu pachten und diese mit PV-Modulen zu bestücken. In den Vergleichsstudien wird davon ausgegangen, dass Pachtzahlungen nur bei Großanlagen anfallen. Dagegen fallen keine Pachtzahlungen an, wenn die Anlage auf einer bestehenden eigenen Dachfläche betrieben wird. HIRSCHL et al. bemessen für Großanlagen 0,17 % der spezifischen Investitionskosten für Pachtzahlungen.⁹⁷ Im Rahmen einer Auswertung von Beteiligungsprospekten deutscher Solarfonds ermittelt BMVBS (2011) Pachtzahlungen in Höhe von durchschnittlich 0,19 % der spezifischen Investitionskosten.⁹⁸ Dieser Wert wird auch in der vorliegenden Studie zur Berechnung der Pachtzahlungen zugrunde gelegt. Das Festsetzen der Pacht in Abhängigkeit der Investitionskosten kommt der Annahme gleich, dass die Pachtzahlungen proportional mit den Investitionskosten gesunken sind.

In der vorliegenden Studie wird zudem die Annahme getroffen, dass Pachtzahlungen nur anfallen, wenn Grundstückseigentümer:in und Anlagenbetreiber:in nicht identisch sind. Dieses Szenario wird für den vollgewerblichen Betrieb von PV-Anlagen angenommen. Folglich fallen in GK I und II, sowie für nebegewerbliche Anlagen der GK III und IV keine separaten, der PV-Anlage direkt zurechenbaren, Pachtzahlungen an. Als Resultat belaufen sich die durchschnittliche Pachtzahlungen in GK III auf rund 1,8 €/kWp und in GK IV auf 2,1 €/kWp.

3.2.3.6 Verwaltung und sonstige Betriebskosten

Unter dem Kostenpunkt Verwaltung werden in der vorliegenden Wertschöpfungsanalyse sämtliche Kosten der Geschäftsführung, Telefongebühren, die im Rahmen der Fernüberwachung anfallen, und Beiträge an Verbände oder Kammern etc. gefasst.

⁹⁴ Vgl. Schemm/Stadler/Partner (2020).

⁹⁵ Die Werte entnehmen sie BMVBS (2011).

⁹⁶ Vgl. BMVBS (2013), S. 71.

⁹⁷ Vgl. Hirschl et al. (2010), S. 74.

⁹⁸ Vgl. BMVBS (2011), S. 87.

Da die Kosten für Verwaltung und sonstige Betriebskosten in der vorliegenden Studie als zeitinvariant eingeschätzt werden, wird der Mittelwert aus den Vergleichsstudien zur Quantifizierung herangezogen.⁹⁹ Zu beachten ist einerseits, dass für GK I keine Verwaltung und sonstige Betriebskosten angesetzt werden. Hier fällt die Verwaltung in den Kreis der rein privaten Betätigung. Außerdem liegt mit GK II eine Anlagenkategorie vor, welche durch Heterogenität der Organisationsform der Anlagenbetreiber:innen geprägt ist. Daher werden Verwaltung und sonstigen Betriebskosten in dieser Größenklasse anteilig für die vollgewerblich betriebenen Anlagen angesetzt (siehe auch Abschnitt 3.2.3.5). Für GK II ergeben sich somit 6,9 €/kWp, für GK III 13,1 €/kWp und für GK IV 13,0 €/kWp.

3.2.3.7 EEG-Umlage

Die EEG-Umlage dient der Förderung des EE-Ausbaus. Sie ist von allen Letztverbraucher:innen zu entrichten und gilt daher grundsätzlich auch für eigenverbrauchten Strom.¹⁰⁰ Für eigenverbrauchten Strom aus EE-Anlagen entfällt oder verringert sich die Zahlung jedoch unter Umständen. So entfällt die Umlage für Strom, der von Anlagen produziert und eigenverbraucht wird, die eine installierte Leistung von höchstens 10 kWp haben und die höchstens 10 MWh Strom im Jahr selbst verbrauchen.¹⁰¹ Für größere Anlagen verringert sich die EEG-Umlage auf eigenverbrauchten Strom auf 40 %.¹⁰² Die EEG-Umlage betrug im Jahr 2019 rund 6,405 ct/kWh.¹⁰³

Die durchschnittliche eigenverbrauchte Strommenge unterschreitet mit 438 kWh die Grenze von 10 MWh in GK I, wodurch die EEG-Umlage entfällt. GK II bis IV zahlen entsprechend die reduzierte EEG-Umlage auf eigenverbrauchten Strom. Zur Berechnung der EEG-Umlage pro kWp wird die durchschnittliche Eigenverbrauchsmenge pro kWp für jede Größenklasse mit der reduzierten EEG-Umlage multipliziert. Die ermittelten Zahlungen für die EEG-Umlage auf eigenverbrauchten Strom liegen in GK II bis IV zwischen 4,2 €/kWp und 7,6 €/kWp.

3.2.4 Abschreibungen und Finanzierungskosten

3.2.4.1 Abschreibung

Die Abschreibungen der Anlagen mindern den Vorsteuergewinn und gelten somit als Kostenart. In den Studien von HIRSCHL et al., KOSFELD/GÜCKELHORN und BMVBS (2013) erfolgt die Abschreibung der Anlagen jeweils linear über einen Zeitraum von 20 Jahren.¹⁰⁴ Dies entspricht der in der Abschreibungstabelle für allgemein verwendbare Anlagegüter (AfA-Tabelle) aufgeführten Nutzungsdauer von PV-Anlagen.¹⁰⁵

⁹⁹ Jenniches/Schneider (2017) setzen nach Hirschl et al. Geschäftsführungskosten für große Anlagen (> 100 kWp) mit 13 €/kWp an sowie 1 €/kWp für die Haftungsvergütung. Das BMVBS setzt für die Verwaltung und kaufmännische Geschäftsführung 1.292 € für 150 kWp-Anlagen und 28.797 € für 3.400 kWp an. Allerdings werden zusätzlich sonstige Kosten in Höhe von 383 € für 150 kWp-Anlagen und 8.535 € für 3.400 kWp Anlagen angeführt.

¹⁰⁰ Vgl. § 61 EEG 2021.

¹⁰¹ Vgl. § 61a Abs. 1 Nr. 4 EEG 2017. Nach § 61b Abs. 2 EEG 2021 werden diese Grenzen auf 30 kWp und 30 MWh angehoben.

¹⁰² Vgl. § 61b EEG 2017.

¹⁰³ Vgl. Bundesnetzagentur (o. J.c).

¹⁰⁴ In der Studie von Jenniches/Schneider (2017) wurden Abschreibungen nicht explizit einbezogen.

¹⁰⁵ Vgl. Bundesministerium der Finanzen (1995).

Für die Abschreibung einer Anlage pro Jahr gilt folglich:

$$\text{Abschreibung} = \frac{\text{Investitionskosten}}{20} \quad (7)$$

3.2.4.2 Fremdkapitalkosten

Zur Berechnung der Fremdkapitalkosten sind einerseits der fremdfinanzierte Anteil der Investitionskosten und andererseits der Zinssatz zu bestimmen. In den Vergleichsstudien wird der Fremdkapitalanteil für Kleinanlagen auf 50 % der Investitionskosten geschätzt.¹⁰⁶ Für Anlagen zwischen 10 und 100 kWp bzw. > 100 kWp setzen JENNICHES/SCHNEIDER nach KELM et al. 63 % bzw. 75 % fest.¹⁰⁷ HIRSCHL et al. gehen für Großdach- und Freiflächenanlagen ebenfalls von einem Fremdkapitalanteil von 75 % aus.¹⁰⁸ In der vorliegenden Studie wird der Fremdkapitalanteil in Anlehnung an die Vergleichsstudien folgendermaßen festgesetzt:

- i) 50 % für Anlagen < 10 kWp (GK I),
- ii) 63 % für Anlagen zwischen 10 kWp und 100 kWp (GK II), und
- iii) 75 % für Anlagen > 100 kWp (GK III und IV).

Für den Fremdkapitalzins beziehen sich sowohl JENNICHES/SCHNEIDER als auch BMBVS auf das KFW PROGRAMM ERNEUERBARE ENERGIEN STANDARD (20 Jahre + Zinsbindung), das BMBVS nutzt für kleine Dachanlagen die mittlere Risikoklasse E. Analog werden in der vorliegenden Studie die aktuellen Zinssätze dem entsprechenden KFW-Programm entnommen.¹⁰⁹ Unter der Annahme, dass Unternehmen durch höhere Sicherheiten günstigere Kreditkonditionen erhalten als private Haushalte, wird für gewerbliche Betreiber:innen der niedrigere Effektivzins der Risikoklasse B als Referenzzinssatz zugrunde gelegt. Für natürliche Personen wird der Effektivzins der mittleren Risikoklasse E genutzt.¹¹⁰

Um die Altersstruktur der Anlagen und die damit einhergehenden Veränderung der Zinssätze im Zeitverlauf zu berücksichtigen, werden die Zinssätze des KFW Programms aus dem Jahr 2019 zurückgeschrieben. Dazu wird die Zinsentwicklung der Effektivzinssätze für Kredite an private Haushalte mit einer anfänglichen Zinsbindung über 5 Jahre¹¹¹ bzw. nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften für den Zeitraum 2003 bis 2020 zugrunde gelegt.¹¹² Mittels der errechneten Wachstumsraten der Zinssätze wird die zurückliegende Zinsentwicklung des KFW PROGRAMMS EE STANDARD rückwirkend näherungsweise ermittelt (siehe Abbildung 23):

¹⁰⁶ Vgl. Jenniches/Schneider (2017), S. 43; Hirschl et al. (2010), S. 62; BMVBS (2013), S. 74.

¹⁰⁷ Kelm et al. (2014), S. 27 setzen einen Wert von ca. 63 % für eine 30 kWp-Anlage und 75 % für Anlagen > 500 kWp an.

¹⁰⁸ Vgl. Hirschl et al. (2010), S. 74.

¹⁰⁹ Vgl. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020). Für die Konditionen wird von einer Laufzeit von 20 Jahren, drei tilgungsfreien Anlaufjahren und einer Zinsbindung über den gesamten Zeitraum ausgegangen. Die in diesen Konditionen enthaltenen ersten drei tilgungsfreien Jahre werden in der weiteren Berechnung jedoch vernachlässigt.

¹¹⁰ Bei den Konditionen unterscheidet das KfW-Programm Erneuerbare Energien Standard zwischen neun Risikoklassen A bis I und verschiedenen Kombinationen aus Laufzeiten, tilgungsfreien Anlaufjahren sowie Zinsbindung. Die Effektivzinssätze liegen 2020 zwischen 1,03 % und 7,97 %. Den individuellen Zinssatz ermittelt die Hausbank, über die der KfW Kredit vergeben wird, nach der Antragsstellung anhand verschiedener Faktoren wie dem Standort, den wirtschaftlichen Verhältnissen sowie den Sicherheiten. Antragsteller:innen, die in die höchste Risikoklasse I eingestuft werden, zahlen demnach deutlich höhere Effektivzinsen als solche in der niedrigsten Risikoklasse A. Zur Konditionenübersicht siehe Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020).

¹¹¹ Vgl. Deutsche Bundesbank (2020a).

¹¹² Vgl. Deutsche Bundesbank (2020b). Es wird zunächst der Jahresdurchschnitt über die Monatswerte gebildet.

- i) Für private Haushalte (= natürliche Personen) wird hierfür der Effektivzins der Risikoklasse E zum 01.10.2020 in Höhe von 3,18 % mit der Wachstumsrate der Effektivzinssätze für Kredite an private Haushalte extrapoliert.
- ii) Für Unternehmen (= Organisationen) wird der Zinssatz der Risikoklasse B zum 01.10.2020 in Höhe von 1,75 % mit dem Verlauf des Effektivzinssatzes für Kredite an nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften zurückgeschrieben.

Abbildung 23: Extrapolierter Zinsverlauf KfW EE Programm Standard für natürliche Personen und Organisationen (2000-2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung. Datenquelle: Deutsche Bundesbank (2020a); Deutsche Bundesbank (2020b).

Der berechnete Zinsverlauf wird den Anlagen entsprechend ihres Inbetriebnahmejahres und Betreiber:innentyps zugeordnet. Anschließend wird der Durchschnitt je Größenklasse unter Berücksichtigung des Fremdkapitalanteils und der Investitionskosten berechnet. Für GK I ergeben sich demnach durchschnittliche Fremdkapitalkosten in Höhe von 54,8 €/kWp, für GK II 53,0 €/kWp, für GK III 45,4 €/kWp und für GK IV 29,7 €/kWp.

3.2.4.3 Eigenkapitalkosten

Diejenigen Teile der Gesamtfinanzierung, die nicht durch Fremdkapital erbracht werden, beruhen auf eingebrachtem Eigenkapital der Betreiber:innen. Der auf das Eigenkapital entfallende Anteil der Erträge ergibt sich als Residualgröße und wird nachfolgend als Vorsteuergewinn ausgewiesen (siehe Abschnitt 3.3). Weitere Eigenkapitalkosten könnten als Opportunitätskosten betrachtet werden, die bei einer alternativen Verwendung des eingesetzten Kapitals entstehen. Da die vorliegende Studie bereits realisierte Investitionen in PV-Anlagen betrachtet, sind solche Opportunitätskosten nicht (mehr) relevant. Zudem wird sich zeigen, dass der Betrieb von PV-Anlagen eine deutlich positive Rendite erzielt, weshalb eine zusätzliche Berücksichtigung als Kostenbestandteil wenig zielführend erscheint. Daher werden in der Kalkulation keine zusätzlichen Kosten der Eigenkapitalnutzung angesetzt.

3.3 Ergebnisse für Umsätze, Kosten und Vorsteuergewinn

Aus den berechneten Umsätzen und Kosten je Größenklasse lässt sich der Vorsteuergewinn je Größenklasse bestimmen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengefasst und in Abbildung 24 grafisch dargestellt. Während Umsatz und Kosten aufgrund von Skaleneffekten und der EEG-Vergütung über die Größenklassen hinweg abfallen, zeigt sich in der Gesamtbetrachtung des Vorsteuergewinns in GK IV ein etwas höherer Wert als in GK III. Dies ist v. a. auf die höhere EEG-Vergütung durch das Marktprämienmodell in GK IV zurückzuführen, die im Jahr 2019 rund 68 % der Gesamtvergütung ausmacht und für zukünftige Anlagen dieser Größenklasse aufgrund der verpflichtenden Ausschreibungsteilnahme deutlich niedriger ausfallen wird. Zum anderen weist GK IV stärkere Skaleneffekte auf, was das Absinken der Kosten von 186 €/kWp (GK III) auf 143 €/kWp verdeutlicht.

Tabelle 11: Zusammensetzung des durchschnittlichen Vorsteuergewinns je Größenklasse in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019)

In €/kWp	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
EEG-Vergütung	198	228	171	192
+ Vorteilhaftigkeit Eigenverbrauch	115	68	66	26
= Umsatz	313	296	238	218
- Betriebskosten	35	50	53	48
- Finanzierungskosten	55	53	45	30
- Abschreibungen	121	102	88	66
= Vorsteuergewinn	102	92	52	75

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

Abbildung 24: Umsatz, Kosten und Vorsteuergewinn je Größenklasse in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

4 Direkte Wertschöpfungseffekte

4.1 Berechnungsmethodik des direkten Effekts

Aufbauend auf die Kalkulation der Umsatzerlöse sowie der relevanten Kosten wird im nächsten Schritt die direkte kommunale Wertschöpfung durch den PV-Betrieb in der Stadt Leipzig berechnet. Hierzu wird zunächst der Vorsteuergewinn sowie die Fremdkapitalkosten auf die relevanten Stakeholder, d. h. die Fremdkapitalgeber:innen, Arbeitnehmer:innen, Eigenkapitalgeber:innen sowie den staatlichen Anteil, aufgeteilt. In einem zweiten Schritt werden diese Anteile stakeholder-spezifisch regional abgegrenzt, um die in der Stadt Leipzig verbleibende, direkte Wertschöpfung zu beziffern. Tabelle 12 gibt einen Überblick der resultierenden direkten Wertschöpfungseffekte. Die Berechnung der jeweiligen Anteile wird im Folgenden erläutert.

Tabelle 12: Gesamte und kommunal verbleibende direkte Wertschöpfung je Stakeholder in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019)

In €/kWp	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Vorsteuergewinn	102	92	52	75
Anteil der Eigenkapitalgeber:innen	68	67	38	51
Anteil der Fremdkapitalgeber:innen	55	53	45	30
Anteil der Arbeitnehmer:innen	0	0	0	0
Anteil des Staates	34	25	14	25
Summe direkte Wertschöpfung	157	145	97	105
Örtlich radizierbarer Anteil der Eigenkapitalgeber:innen	68	59	18	0
Örtlich radizierbarer Anteil der Fremdkapitalgeber:innen	28	28	24	15
Örtlich radizierbarer Anteil der Arbeitnehmer:innen	0	0	0	0
Örtlicher staatlicher Anteil (Gemeindehaushalt)	5	3	1	2
Summe kommunale direkte Wertschöpfung	101	90	43	17

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

4.2 Anteil der Eigenkapitalgeber:innen

Der Nachsteuergewinn stellt den direkten Wertschöpfungsanteil der Eigenkapitalgeber:innen dar und wird je Größenklasse pro kWp wie folgt berechnet:

$$\text{Nachsteuergewinn} = \text{Vorsteuergewinn} - \text{Steuerlast} \quad (8)$$

Wobei sich die Steuerlast je Größenklasse pro kWp wie folgt ergibt:¹¹³

$$\text{Steuerlast} = \text{Gewerbesteuerlast} + \text{Körperschaftsteuerlast} + \text{Einkommensteuerlast} + \text{Solidarittszuschlag} \quad (9)$$

Anschließend wird quantifiziert, welcher Anteil des Nachsteuergewinns kommunal, d. h. in der Stadt Leipzig, verbleibt. Hierzu wird zunchst der Nachsteuergewinn je Grssenklasse mit dem Anteil der ortsansssigen natrlichen Personen und Organisationen multipliziert (siehe hierzu Abschnitt 2.5.2). Als Resultat ergeben sich in der Stadt Leipzig verbleibende Anteile der Eigenkapitalgeber:innen in Hhe von 68,0 €/kWp in GK I, 58,8 €/kWp in GK II und 18,4 €/kWp in GK III. Da alle Anlagenbetreiber:innen in GK IV auerhalb der Stadt Leipzig ansssig sind, fliet die gesamte direkte Wertschpfung der Eigenkapitalgeber:innen in dieser Grssenklasse aus der Stadt Leipzig ab.

Tabelle 13: Nachsteuergewinn der Eigenkapitalgeber:innen

In €/kWp	GK I <10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV >750 kWp
Vorsteuergewinn	102,5	91,7	51,9	75,2
- Steuerlast	34,1	24,7	13,6	24,5
Einkommensteuer	32,2	20,2	9,1	5,1
Solidaritätszuschlag	1,8	1,3	0,6	0,7
Gewerbesteuer	-	-	1,2	11,6
Körperschaftsteuer	0,2	3,2	2,7	7,2
= Nachsteuergewinn	68,4	67,1	38,2	50,6
Davon kommunal verbleibend	68,0	58,8	18,4	0

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

4.3 Anteil der Fremdkapitalgeber:innen

Der regional bzw. lokal radizierbare Anteil der Fremdkapitalgeber:innen lsst sich nach dem Vorbild des BMVBS mit Hilfe einer spezifischen Regionalisierungsquote wie folgt berechnen:¹¹⁴

$$\text{Anteil FK-Geber:innen} = \text{Kostenposition FK-Zinsen} * \text{Regionalisierungsquote} \quad (10)$$

Zur Bestimmung der Regionalisierungsquote der Fremdkapitalzinsen greift das BMVBS auf die Bankenstatistik zurck. Dabei wird der regional verbleibende Anteil an Zinseinnahmen auf den Anteil der lokalen Buchkredite (d. h. von ffentlich-rechtlichen Kreditinstituten, Genossenschaftsbanken, Regionalbanken) am gesamten Buchkreditgeschft geschtzt. Dahinter steht die Annahme, dass diese Banken mit einem starken regionalen Bezug geschftsttig sind und sich mit

¹¹³ Siehe hierzu Abschnitt 4.5.

¹¹⁴ Kosfeld/Gckelhorn (2012) und Jenniches/Schneider (2017) sttzen sich in ihrer Betrachtung ebenfalls auf diese Vorgehensweise.

einem gewissen Schwerpunkt auch regional refinanzieren. Zinseinnahmen regional tätiger Kreditinstitute führen demnach wieder zu regional verankerter Wertschöpfung. Die Finanzierungsanteile von Geschäftsbanken können dagegen nicht unmittelbar einer Region bzw. einer Kommune zugeordnet werden. In der vorliegenden Studie wird die Regionalisierungsquote annähernd analog¹¹⁵ für jedes Jahr (2000-2019) gesondert bestimmt. Im Durchschnitt ergibt sich daraus eine Regionalisierungsquote von 52 %, die zur Bestimmung des in der Stadt Leipzig verbleibenden Anteils der Zinseinnahmen genutzt wird. In Folge ergeben sich für GK I ein Anteil der Fremdkapitalgeber:innen in Höhe von 28,5 €/kWp, für GK II 27,5 €/kWp, in GK III 23,6 €/kWp und in GK IV 15,5 €/kWp.

4.4 Anteil der Arbeitnehmer:innen

Da der PV-Betrieb mit einem geringen Personalaufwand einhergeht, werden in der Mehrheit der Vergleichsstudien keine Personalkosten einbezogen.¹¹⁶ Die Kapitalbindung ist im PV-Betrieb insgesamt hoch und für Dienstleistungen wie Wartung und Instandhaltung, Verwaltung oder Steuerberatung werden insbesondere bei kleineren Anlagen in der Praxis eher externe Betriebe beauftragt. Bei sehr großen Freiflächenanlagen könnte eigenes Personal z. B. für Wartungsarbeiten eingesetzt werden, denkbar wären hier aber ebenfalls externe Wartungsverträge. Für das Basismodell wird in der vorliegenden Studie allerdings die Annahme getroffen, dass sämtliche arbeitskraftbindenden Tätigkeiten nicht in-house durchgeführt werden, sondern externe Dienstleister:innen dafür beauftragt werden. Es werden daher keine gesonderten Personalkosten ausgewiesen, wodurch keine direkten Wertschöpfungseffekte für Arbeitnehmer:innen aus dem PV-Anlagenbetrieb entstehen. Stattdessen fließt die entstehende Wertschöpfung als Vorleistung über die indirekten Effekte in die Betrachtung ein.

4.5 Fiskalische Effekte (staatlicher Anteil)

Die Betrachtung der fiskalischen Effekte konzentriert sich auf die Auswirkungen auf das Steueraufkommen. Andere öffentliche Einnahmen wie Sozialversicherungsbeiträge, Nutzungs- und Verwaltungsgebühren usw. werden nicht betrachtet. Grund hierfür ist, dass diese im Aufkommen nicht regional zerlegungsfähig sind (SV-Beiträge) bzw. ihr Aufkommen nicht maßgeblich durch die PV-Nutzung beeinträchtigt wird (Gebühren). Im Kontext des PV-Anlagenbetriebs sind vor dem Hintergrund der Einbettung der Gemeinden in die föderalen Strukturen der Steuereinnahmen vier Steuerarten zu berücksichtigen (siehe

Tabelle 14). Das Aufkommen aus diesen Steuern lässt sich räumlich zuordnen, wobei es nicht gänzlich auf der kommunalen Ebene verbleibt.¹¹⁷ Weitere Steuereinnahmen, die keinen räumlichen Bezug aufweisen und darüber hinaus im hier diskutierten Aufkommen vernachlässigbar sind, bleiben außen vor: z. B. die Versicherungssteuer auf Versicherungsleistungen, die als Bundessteuer vollständig im Bundeshaushalt verbleibt oder die Grunderwerbsteuer, die dem Land zugeordnet

¹¹⁵ Im Gegensatz zu BMBVS werden Regionalbanken und sonstige Kreditbanken in dieser Analyse nicht mit einbezogen, da diese überwiegend nicht lokal verortet sind. Vgl. Deutsche Bundesbank (2018), S. 55–67. Darüber hinaus werden lediglich die Buchkredite an *inländische* Nichtbanken herangezogen.

¹¹⁶ Vgl. BMVBS (2013); Jenniches/Schneider (2017); Kosfeld/Gückelhorn (2012). Lediglich Hirschl et al. (2010) setzen für Großanlagen 3,75 €/kWp nach Staiß et al. (2007) an.

¹¹⁷ Der kommunale Bezug wird hier zum gemeindlichen Aufkommen aus den genannten Steuern hergestellt. Die Landkreise verfügen nicht über eigene Steuereinnahmen.

wird. Auch die Umsatzsteuer ist kein Teil der fiskalischen Effekte, da sie als Gütersteuer nach der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung nicht zur Bruttowertschöpfung zählt.¹¹⁸

Tabelle 14: Gemeindliche Steuern

Steuereinnahmen	Gewerbesteuer	Körperschaftsteuer	Grundsteuer	Einkommensteuer
Wer wird besteuert?	Anlagenbetreiber:innen	Kapitalgesellschaften	Grundbesitzer:innen	Personengesellschaften / natürliche Personen
Was wird besteuert?	Gewerbeertrag	Einkommen juristischer Personen / Gewbeertrag	Flächeninanspruchnahme + Erträge	Einkommen natürlicher Personen am Wohnort
Anteil der Gemeinden	100 % abzgl. GewSt-Umlage	-	100 %	15 % x gemeindliche Schlüsselzahl
Effekt für Kommunen	sehr hoch	nicht vorhanden	hoch	gering

Quelle: Eigene Darstellung.

Im Folgenden wird zunächst die durchschnittliche Höhe, der in der entsprechenden Größenklasse anfallenden Steuerzahlungen je Steuerart pro kWp berechnet und diese in einem zweiten Schritt regional abgegrenzt. Die insgesamt anfallende Steuerzahllast wird zur Berechnung des Nachsteuergewinns (= Anteil der Eigenkapitalgeber:innen) benötigt, während der kommunal verbleibende Anteil dem direkten Wertschöpfungseffekt des Staates entspricht; wobei sich die Begrifflichkeit „Staat“ sich im Folgenden auf die gemeindliche Ebene, also die Stadt Leipzig, bezieht. Weitere Teile des Steueraufkommens, die auf den Ebenen des Landes (in diesem Fall: Freistaat Sachsen) und des Bundes entstehen, wirken sich zwar auf die Höhe des Nachsteuergewinns aus, sie verbleiben jedoch nicht nachvollziehbar in den gemeindlichen Budgets und werden daher nicht als kommunaler bzw. regionalisierbarer Anteil des Wertschöpfungseffekts betrachtet.¹¹⁹

Die Grundsteuer spielt für die Betrachtung nach der gegenwärtigen Ausgestaltung keine Rolle, da sich der Steuermessbetrag (Einheitswert) eines Grundstückes durch den Besitz und Betrieb einer PV-Anlage nicht erhöht.¹²⁰ Im weiteren Verlauf werden daher für den staatlichen Anteil Gewerbe-, Körperschaft-, und Einkommensteuer berücksichtigt.

Den Bemessungsgrundlagen der einzelnen Steuern liegt der Vorsteuergewinn bzw. Teilen dieser Größe zugrunde, welcher sich aus der Differenz von Betriebseinnahmen und -ausgaben ergibt. Die

¹¹⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020b), 30. Die Umsatzsteuer ist aus betrieblicher Sicht ein durchlaufender Posten, da sie effektiv nur die Endverbraucher:innen belastet. Die Produktion elektrischen Stroms über PV-Technik erzeugt zunächst kein zusätzliches Umsatzsteueraufkommen. Dies würde nur dann wachsen, wenn insgesamt mehr Strom verbraucht würde, unabhängig von der Art der Erzeugung.

¹¹⁹ Die Anteile der jeweiligen Bundesländer (hier: des Freistaates Sachsen) an der Körperschaft- und Einkommensteuer sowie der Länderanteil an der Gewerbesteuerumlage können zwar ebenfalls in einem weiteren Sinne als „regional“ klassifiziert werden, charakteristisch ist jedoch, dass diese Einnahmen in ihrer Verwendung keine Verbindung zum Ort des Steueraufkommens aufweisen. D.h., Steuereinnahmen des Freistaates Sachsen werden räumlich grundsätzlich unabhängig davon eingesetzt, wo sie wirtschaftlich entstanden sind. Als Zweitrundeneffekt könnten zwar zusätzliche Einnahmen des Landes oder des Bundes dafür eingesetzt werden, öffentliche Leistungen in eben jener Region bereitzustellen, die verstärkt im Ausbau von PV-Anlagen engagiert sind. Diese Auswirkungen können jedoch weder mit Sicherheit vorausgesagt werden, noch dürften sie in der Entscheidungsfindung eines Standortes eine entscheidende Rolle spielen.

¹²⁰ Grund hierfür ist, dass die Bemessung des Einheitswerts seit der letzten Hauptfeststellung am 01.01.1964 (in den alten Bundesländern) nicht wie vorgesehen regelmäßig im Abstand von sechs Jahren neu bewertet werden. Vgl. Kraft/Kraft (2018), S. 313. Somit wird über die Grundsteuer derzeit keine zusätzliche Wertschöpfung durch PV-Anlagen generiert.

Betriebseinnahmen entsprechen dabei der EEG-Vergütung und der Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs. Die Betriebsausgaben setzen sich im vorliegenden Fall aus den Betriebskosten, Abschreibungen und Zinszahlungen zusammen.

4.5.1 Gewerbesteuer

Im Betrieb von PV-Anlagen sind grundsätzlich alle Anlagenbetreiber:innen gewerbesteuerpflichtig.¹²¹ Die Besteuerungsgrundlage der Gewerbesteuer ist der Gewerbeertrag.¹²² Die Höhe der Gewerbesteuer berechnet sich wie in Abbildung 25 dargestellt. Da die Höhe des Freibetrags von der Rechtsform abhängt und letztere lediglich dem MaStR entnommen werden kann, erfolgt statt einer anlagenspezifischen Betrachtung eine Durchschnittsbetrachtung des Gewerbeertrags nach Freibetrag, die im Folgenden näher ausgeführt wird.¹²³

Abbildung 25: Berechnung der Gewerbesteuer

Gewinn aus Gewerbebetrieb	
– Freibetrag	
Natürliche Person, Personengesellschaft	24.500 €
Kapitalgesellschaften	0 €
Weitere juristische Personen	5.000 €
<hr/>	
= Gewerbeertrag nach Freibetrag	
x Steuermesszahl	3,50 %
<hr/>	
= Gewerbesteuermessbetrag	
x Hebesatz der Gemeinde	
<hr/>	
= Gewerbesteuer	

Quelle: Eigene Darstellung.

Schritt 1: Gesamte Steuerlast pro kWp

Die anfallende Gewerbesteuer pro kWp wird je Größenklasse k wie folgt berechnet:

$$GewSt_k = \frac{\text{Gewerbeertrag nach Freibetrag} * \text{Messzahl} * \text{Hebesatz}}{\sum_i \text{installierte Leistung}_{i,k}} \quad (11)$$

¹²¹ Gewerbesteuerpflichtig sind: Einzelgewerbetreiber:innen, Mitunternehmerhaftlich konzipierte Personengesellschaften und Kapitalgesellschaften. Vgl. Kraft/Kraft (2018), S. 198 f.

¹²² Vgl. § 6 GewStG. Der Gewerbeertrag entspricht dem zu ermittelnden Gewinn nach EStG bzw. KStG, vgl. § 7 GewStG.

¹²³ Bezüglich der Höhe des Freibetrags vgl. § 11 Abs. 1 S. 3 GewStG.

Wobei sich der Gewerbeertrag nach Freibetrag in der entsprechenden Größenklasse über drei Schritte berechnen lässt:

1. Gewerbeertrag = Installierte Leistung * (EEG-Vergütung – Kosten)¹²⁴
2. Anteil Gewerbeertrag nach Freibetrag je Rechtsform:¹²⁵
 - Gewerbeertrag nach Freibetrag Personengesellschaften (PG)/Natürliche Personen (NP) = (Gewerbeertrag * Anteil PG/NP) – (24.500 € * Anzahl der Anlagen PG/NP).
 - Gewerbeertrag nach Freibetrag Kapitalgesellschaften = (Gewerbeertrag * Anteil Kapitalgesellschaften (KapGes)).
 - Gewerbeertrag nach Freibetrag Sonstige = (Gewerbeertrag * Anteil Sonstige Rechtsformen) - (5.000 € * Anzahl der Anlagen Sonstige).
3. Gesamter Gewerbeertrag nach Freibetrag = (Gewerbeertrag nach Freibetrag PG/NP + Gewerbeertrag KapGes + Gewerbeertrag nach Freibetrag Sonstige).

Da Anlagen in GK I nach § 3 Nr. 32 GewStG von der Gewerbesteuer befreit sind und die Gewerbeerträge aus dem PV-Betrieb in GK II den dort geltenden Freibetrag in Höhe von 24.500 € nicht übersteigen und somit kein positiver Gewerbeertrag nach Freibetrag verbleibt, wird in diesen beiden Größenklassen auch kein Gewerbesteueraufkommen generiert.

Auf die Anlagen mit einem positiven Gewerbeertrag nach Freibeträgen wird die bundeseinheitliche Gewerbesteuermesszahl in Höhe von 3,5 % angesetzt. Daraus ergibt sich der im gesamten Bundesgebiet einheitlich bestimmte Gewerbesteuermessbetrag (auch ‚Grundbetrag‘). Auf diesen Messbetrag bringt nun jede Gemeinde einen in ihrem Gemeindegebiet geltenden Hebesatz zur Anwendung, welcher mindestens 200 % betragen muss.¹²⁶ Der Bundesdurchschnitt des Jahres 2019 lag bei 403 %¹²⁷, sodass sich eine durchschnittliche tarifliche Belastung des Gewerbeertrages von 14,105 % ergibt (=3,5 % * 403 %). Durch die Festsetzung des Hebesatzes kann die Standortgemeinde einer Betriebsstätte steuern, in welchem Umfang der Betrieb einer Anlage steuerlich belastet wird, wobei das Steueraufkommen vor Ort verbleibt. Beim niedrigsten möglichen Hebesatz von 200 % läge die tarifliche Belastung lediglich bei 7 % der Gewinne, bei einem Hebesatz von 460 %, wie er 2019 in der Stadt Leipzig galt, bei 16,1 %, in Fällen mit bundesweit sehr hohen Hebesätzen im Bereich von 600 % wären sogar 21 % der Gewerbeerträge als Gewerbesteuer abzuführen.

Schritt 2: Regionale Abgrenzung

Nun wird der in der Stadt Leipzig verbleibende Anteil des Gewerbesteueraufkommens abgegrenzt. Grundsätzlich fließt das Aufkommen aus der Gewerbesteuer derjenigen Gemeinde zu, in welcher der Gewerbebetrieb ansässig ist.¹²⁸ Hierfür werden die in Kapitel 2.4 definierten Anteile der Anlagen, deren Anlagenort dem Geschäftssitz der Betreiber:innen entspricht, herangezogen.

¹²⁴ EEG-Vergütung bezeichnet den Vorsteuergewinn exklusive Vorteilhaftigkeit Eigenverbrauch.

¹²⁵ Für den Anteil der Rechtsformen in den entsprechenden Größenklassen siehe 2.5.1.

¹²⁶ Vgl. § 16 GewStG.

¹²⁷ Vgl. Statistisches Bundesamt (2021), S. 39.

¹²⁸ Vgl. § 4 Abs. 1 S. 1 GewStG.

Des Weiteren existiert für die Gewerbesteuer eine Zerlegungsregelung, sofern ein Gewerbebetrieb mehrere Betriebsstätten in unterschiedlichen Gemeinden betreibt. In diesem Fall erfolgt die Zerlegung i. d. R. anhand der Lohnsummen.¹²⁹ Allerdings fällt im Betrieb von PV-Anlagen i. d. R. keine direkte Beschäftigung und folglich keine zerlegungsrelevante Lohnsumme an, sodass die Standortgemeinden nach diesem Zerlegungsmaßstab geringfügig bis gar nicht am Gewerbesteueraufkommen beteiligt würden. Dies kann dazu führen, dass für Kommunen kaum fiskalische Anreize bestehen, Flächen für die Erzeugung erneuerbarer Energien bereitzustellen oder deren Ausbau zu fördern, wenn damit nicht auch die Niederlassung entsprechender Betriebsunternehmen am Sitz der Gemeinde erfolgt. Um diesen Anreiz für Kommunen zu stärken, wurde bereits 2012 mit § 29 Abs. 1 Nr. 2 a) GewStG ein gesonderter Zerlegungsmaßstab für Windenergieanlagen festgelegt und im Folgenden auf weitere erneuerbare Energieträger ausgeweitet.

Seit dem 11.06.2021 gilt für Betriebe, die ausschließlich Anlagen zur Erzeugung von Strom und anderen Energieträgern sowie Wärme aus Windenergie und solarer Strahlungsenergie betreiben, dass 10 % anhand der Lohnsummen und 90 % anhand des Verhältnisses von installierter Leistung in allen Betriebsstätten zur installierten Leistung in den einzelnen Betriebsstätten zerlegt wird.¹³⁰ Im Betrachtungsjahr 2019 galt jedoch für entsprechende Betriebe noch die sogenannte 70/30-Regel als Zerlegungsmaßstab. Danach werden 30 % der Gewerbesteuer nach der Lohnsumme und 70 % nach dem Verhältnis des steuerbilanziellen Sachanlagevermögens in den Betriebsstätten verteilt. Vereinfacht bedeutet dies, dass 70 % der Gewerbesteuer auf die Standortgemeinde der Anlage entfallen, während die restlichen 30 % der Gemeinde mit Verwaltungssitz der Betreibergesellschaft zustehen. Die Regelung gilt für EE-Träger – mit Ausnahme der Windenergie – nur für Neuanlagen, die nach dem 30. Juni 2013 genehmigt wurden.¹³¹ Die Berechnung der Gewerbesteuer wird daher für Anlagen mit Inbetriebnahmedatum vor 2014 und solche ab 2014 separat durchgeführt.

Anlagen mit Inbetriebnahmedatum vor 2014:

$$GewSt_{regional} = GewSt * (Anteil\ ortsansässige\ Org + Anteil\ ortsansässige\ NP) \quad (12)$$

Anlagen mit Inbetriebnahmedatum ab 2014:

$$GewSt_{regional} = GewSt * ((Anteil\ ortsansässige\ Org + Anteil\ ortsansässige\ NP) + (Anteil\ nichtortsansässige\ vollgewerbliche\ Org * 0,7)) \quad (13)$$

Weiterhin ist von der Kommune eine Gewerbesteuerumlage an Bund und Länder sowie, wenn es sich um eine kreisangehörige Gemeinde handelt, die Kreisumlage an die Landkreise abzuführen. Für die Gewerbesteuerumlage sind im Jahr 2019 35 % der Steuermesszahl abzuführen, d. h., des bundesweit standardisierten Aufkommens *bevor* der gemeindliche Hebesatz zur Anwendung kommt. Im konkreten Fall der Stadt Leipzig fließen durchschnittlich 7,6 % des Gewerbesteueraufkommens als Gewerbesteuerumlage an den Bund und den Freistaat Sachsen ab.¹³² Daher wird von der regional verorteten Gewerbesteuer zusätzlich 7,6 % subtrahiert. Während kreisfreie Städte das

¹²⁹ Vgl. § 29 Abs. 1 Nr. 1 GewStG.

¹³⁰ Vgl. § 29 Abs. 1 Nr. 2 GewStG. Für die Jahre 2021 bis 2023 gelten gesonderte Übergangsregelungen.

¹³¹ Vgl. § 29 Abs. 1 Nr. 2 GewStG a.F.

¹³² Dies entspricht 35 % des Messbetrags, der sich ergibt, wenn das Ist-Aufkommen durch 460 % (lokaler Hebesatz) geteilt wird. Zur Berechnungsweise Vgl. Lenk/Hesse/Starke (2019), S. 60.

gesamte kommunale Aufgabenspektrum „aus einer Hand“ bereitstellen, ist im kreisangehörigen Raum eine Aufgabenteilung zwischen den kreisangehörigen Gemeinden und den Landkreisen charakteristisch.¹³³ Hierzu finanzieren sich die Landkreise über die sogenannte Kreisumlage, welche sich grundsätzlich auf die gemeindliche Steuerkraft stützt.¹³⁴ Ein Teil des erzeugten Steueraufkommens fließt daher automatisch und regelgebunden an den jeweiligen Landkreis, dem die Gemeinde zugeordnet ist. Da die Kreisumlage nur für kreisangehörige Gemeinden anfällt und es sich bei der Stadt Leipzig um eine kreisfreie Stadt handelt, ist sie von der Stadt Leipzig nicht zu entrichten und wird daher nicht vertieft betrachtet. Die Gewerbesteuerumlage wirkt unmittelbar, während die Effekte bei der Kreisumlage mit Zeitverzögerung und unter dem Zusammenwirken mehrerer zusätzlicher Faktoren zustande kommen. Daher können erstere als direkte Folge und letztere eher als indirekte Folge des (zusätzlichen) Gewerbesteueraufkommens interpretiert werden.

4.5.2 Körperschaftsteuer

Schritt 1: Gesamte Steuerlast

Alle Kapitalgesellschaften (AG, KGaA, SE, GmbH) sind körperschaftsteuerpflichtig.¹³⁵ Der Anteil der Betreiber:innen, der einer dieser Rechtsformen zugeordnet werden kann, lässt sich näherungsweise aus dem MaStR bestimmen (siehe Kapitel 2.4). Die Bemessungsgrundlage der Körperschaftsteuer ist nach § 7 Abs. 1 KStG das zu versteuernde Einkommen (hier: Vorsteuergewinn (VStG)). Damit kann die Körperschaftsteuer pro kWp in der entsprechenden Größenklasse wie folgt berechnet werden:

$$KSt = VStG * \text{Anteil Körperschaften} * \text{Körperschaftsteuersatz (15 \%)} \quad (14)$$

Schritt 2: Regionale Abgrenzung

Da die Einnahmen der Körperschaftsteuer hälftig zwischen Bund und Ländern aufgeteilt werden¹³⁶ und den Gemeinden kein Anteil an der Körperschaftsteuer zugeteilt wird, erhält die Stadt Leipzig keine Einnahmen aus dem Körperschaftsteueraufkommen.

4.5.3 Einkommensteuer

In der vorliegenden Betrachtung wird davon ausgegangen, dass alle natürlichen Personen und Personengesellschaften einkommensteuerpflichtig sind, d. h., dass sie mindestens aus der PV-Anlage und ggf. aus weiteren Einkommensquellen Einkünfte nach dem EINKOMMENSTEUERGESETZ (EstG) erzielen. Der Anteil der Betreiber:innen, die einer dieser Rechtsformen zugeordnet werden können, lässt sich näherungsweise aus dem MaStR bestimmen (siehe Kapitel 2.4).

Die Einkommensteuer ist auf den Gewinn aus dem Gewerbebetrieb zu entrichten, also der Differenz aus Betriebseinnahmen und -ausgaben. Zu den Betriebseinnahmen zählen neben der Vergütung aus dem EEG auch die Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs, welche einkommensteuerlich

¹³³ Der Grad der Aufgabenteilung variiert zum Teil zwischen den Ländern, ist jedoch für die hier vorliegende Betrachtung ohne Relevanz.

¹³⁴ Die Einzelheiten dazu sind in den kommunalen Finanzausgleichsgesetzen der Länder geregelt.

¹³⁵ Vgl. § 1 KStG.

¹³⁶ Vgl. Art. 106 Abs. 3 S. 2 GG.

als „Sachentnahme des Stroms aus dem Gewerbebetrieb Fotovoltaikanlage“¹³⁷ behandelt wird.¹³⁸ Damit entspricht die Bemessungsgrundlage dem berechneten Vorsteuergewinn.

Schritt 1: Gesamte Steuerlast

Grundsätzlich richtet sich die Höhe des Einkommensteuersatzes nach dem progressiven Steuertarif, wobei Einkünfte aus allen Einkunftsarten zusammengefasst werden. Bei Einkünften aus dem PV-Betrieb kann zumindest für natürliche Personen davon ausgegangen werden, dass es sich in den meisten Fällen nicht um das alleinige steuerpflichtige Einkommen der Anlagenbetreiber:innen, sondern um ein zusätzliches Einkommen handelt.¹³⁹ Somit muss eine Annahme über den Einkommensteuersatz der Betreiber:innen getroffen werden. In der vorliegenden Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die Eigentümer:innen von PV-Anlagen im oberen Einkommensquartil angesiedelt sind, also nach Maßgabe ihres zu versteuernden Einkommens zu den oberen 25 % der Einkommensteuerpflichtigen zählen. Dies ist plausibel, da PV-Anlagen mit einer hohen Anfangsinvestition einhergehen, welche Haushalte mit höheren Einkommen vermutlich leichter aufbringen können als einkommensschwächere Haushalte. Weiterhin dürften die Anlagen vermehrt auf Wohneigentum installiert sein, das im oberen Einkommensquartil häufiger vorhanden ist.¹⁴⁰ Als relevanter Einkommensteuersatz wird folglich der durchschnittliche Grenzsteuersatz¹⁴¹ aus Grund- und Splittingtabelle des oberen Quartils der Einkommensteuerpflichtigen angesetzt, welcher bei 32 % liegt.¹⁴² Die zu zahlende Gewerbesteuer kann (zumindest teilweise) von der Einkommensteuerschuld abgezogen werden. Nach § 35 EStG kann das Vierfache des Gewerbesteuermessbetrags (= Gewerbeertrag * Gewerbesteuermesszahl) darauf angerechnet werden.¹⁴³

Zusammenfassend lässt sich die Einkommensteuer pro kWp in der jeweiligen Größenklasse wie folgt berechnen:

$$Est = (VStG * Anteil PG * Einkommensteuersatz) - \frac{Gewerbesteuerbetrag}{Hebesatz Gewerbesteuer} * 4 \quad (15)$$

Schritt 2: Regionale Abgrenzung

Vom Aufkommen der Einkommensteuer verbleiben 15 % bei der Wohnsitzgemeinde des Steuerpflichtigen, während 42,5 % dem jeweiligen Land und 42,5 % dem Bund zugeordnet werden.¹⁴⁴

¹³⁷ Bayerisches Landesamt für Steuern (2019), S. 33 f.

¹³⁸ Siehe hierzu auch § 4 Abs. 1 EStG.

¹³⁹ Eine mögliche Ausnahme bilden Rentner:innen und Privatis.

¹⁴⁰ Die Wohneigentumsquote steigt mit dem Haushaltsnettoeinkommen stark an. So liegt die Eigentumsquote bei Haushalten mit einem Haushaltsnettoeinkommen unter 1.300 € unter 20 %. Bei Haushalten mit einem Haushaltsnettoeinkommen zwischen 2.600 und 3.600 € liegt sie bereits bei über 50 %. Von den Haushalten mit einem Haushaltsnettoeinkommen über 5.000 € besitzen gar über 75 % Wohneigentum. Vgl. Statistisches Bundesamt (2019d), S. 26.

¹⁴¹ Die Nutzung des Grenzsteuersatzes trägt dem Umstand Rechnung, dass es sich um *zusätzliches* Einkommen handelt. Der Durchschnittssteuersatz der genannten Referenzgruppe ist niedriger, dieser bezieht sich jedoch auch auf das Einkommen, das unabhängig von der PV-Anlage entsteht und insofern für die Fragestellung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien irrelevant ist.

¹⁴² Die oberen 25 % der Steuerpflichtigen weisen ein zu versteuerndes Einkommen von rund 41.800 € aufwärts auf. Vgl. Bundesministerium der Finanzen (2019), S. 20; Statistisches Bundesamt (2019c), S. 284. Um den Einkommensteuersatz der PV-Anlagenbetreiber:innen anzunähern, wird der durchschnittliche Grenzsteuersatz des oberen Quartils der Einkommensteuerpflichtigen aus Grund- und Splittingtabelle 2019 herangezogen (die Splittingtabelle ist für zusammen veranlagte (Ehe-)Partner einschlägig). Vgl. Schröder (o. J.a); Schröder (o.J.b).

¹⁴³ Sofern dadurch ein negativer Betrag entsteht, wird die Einkommensteuerlast gleich Null gesetzt.

¹⁴⁴ Vgl. Art. 106 Abs. 3 S. 2 GG.

Um den in der Stadt Leipzig verbleibenden Anteil der Einkommensteuer zu berechnen, wird die gesamte aus dem PV-Betrieb resultierende Einkommensteuerlast mit dem Gemeindeanteil (15 %) sowie mit dem Anteil der ortsansässigen Einkommensteuerpflichtigen multipliziert. Letzterer Anteil ist dem MaStR entnommen (siehe Abschnitt 2.4).

$$ESt_{regional} = ESt * Gemeindeanteil * (Anteil \text{ ortsansässige NP} + Anteil \text{ ortsansässige Org}) \quad (16)$$

Der genannte 15 %-Anteil kommt jedoch erst mittelfristig zum Tragen. Er wird auf Basis des landesweiten Aufkommens der Einkommensteuer mit Hilfe von gemeindlichen Schlüsselzahlen verteilt. Die Schlüsselzahl jeder einzelnen Gemeinde wird im dreijährigen Rhythmus jeweils auf Basis der aktuellsten verfügbaren Einkommensteuerstatistik festgelegt und bleibt in den Zwischenjahren unverändert. Bei einer neu in Betrieb gehenden Anlage wird die wirtschaftlich erzeugte Einkommensteuer zunächst nach den jeweils geltenden Schlüsselzahlen verteilt.¹⁴⁵ Mit der regelmäßigen Revision der Schlüsselzahlen werden die Verhältnisse dann so austariert, dass der 15 %-ige Anteil richtig repräsentiert wird.¹⁴⁶ Vor dem Hintergrund der konkreten Inbetriebnahmejahre der PV-Anlagen in der Stadt Leipzig wird von der Kurzfristbetrachtung abgesehen und lediglich die Effekte der mittelfristigen Steueraufkommen betrachtet.

4.5.4 Solidaritätszuschlag

Der Solidaritätszuschlag in Höhe von 5,5 % entfällt auf die Bemessungsgrundlage der Einkommen- bzw. Körperschaftsteuer.¹⁴⁷ Mit der Änderung des SOLIDARITÄTSZUSCHLAGGESETZES zum 1. Dezember 2020 wurde der Zuschlag zwar weitestgehend abgeschafft, allerdings fällt er im Betrachtungsjahr 2019 noch an und mindert somit den Nachsteuergewinn der Eigenkapitalgeber:innen. Beim Solidaritätszuschlag handelt es sich um eine Bundessteuer, daher besteht kein gemeindlicher Anteil. Auf die Stadt Leipzig entfallen in der vorliegenden Analyse im Jahr 2019 folglich keine Einnahmen aus dem Solidaritätszuschlag.

4.5.5 Ergebnisse der fiskalischen Effekte

Durch die steuerlichen Verteilmechanismen zwischen Bund, Länder und Gemeinden zeigt sich bei den fiskalischen Effekten im Ergebnis, dass die Steuereinnahmen mehrheitlich aus der Kommune abfließen (siehe Abbildung 26). Nichtsdestotrotz erhält die Kommune Steuereinnahmen aus der Einkommen- und Gewerbesteuer. Während der gemeindliche Steueranteil bei der Einkommenssteuer in Größenklassen I und II am höchsten ist, spielt die Gewerbesteuer lediglich in Größenklassen III und IV eine Rolle. Anzumerken ist, dass die Ortsansässigkeit der gewerblichen Anlagenbetreiber:innen das vor Ort verbleibende Gewerbesteueraufkommen maßgeblich beeinflusst. Dass sich die 70/30-Regel der Gewerbesteuer vergleichsweise wenig im lokal verbleibenden Anteil bemerkbar macht, ist auf die Altersstruktur der Anlagen zurückzuführen. Von den 41 Anlagen der Größenklasse III und IV wurden lediglich 19 Anlagen nach 2013 installiert, sodass ca. 65 % der

¹⁴⁵ Vgl. Gemeindefinanzreformgesetzdurchführungsverordnung. Die Schlüsselzahl für die Stadt Leipzig im Jahr 2019 betrug rund 0,1536, sodass von einem zusätzlichen Euro Einkommensteuer nicht 15 ct, sondern kurzfristig nur rund 2,3 ct in der Stadtkasse verbleiben ($0,15 * 0,1536 = 0,023$).

¹⁴⁶ Vgl. Lenk/Hesse/Starke (2019), S. 157.

¹⁴⁷ Vgl. § 4 Abs. 1 S. 1 SolzG 1995.

installierten Leistung in GK III und IV im Betrachtungsjahr 2019 noch nicht nach der 70/30-Regel besteuert wird.

Abbildung 26: Kommunal verbleibender Anteil der Steuereinnahmen und abfließende Steuereinnahmen in der Stadt Leipzig (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

Insgesamt verbleiben somit nur geringe Anteile des Steueraufkommens, welches durch den Betrieb von PV-Anlagen im Gemeindegebiet der Stadt Leipzig generiert wird, tatsächlich in der kommunalen Kasse. Zu bemerken ist, dass 50 % des Aufkommens aus der Körperschaftsteuer sowie 50 % des nicht lokal zugeordneten Aufkommens aus der Einkommensteuer (42,5 % des Gesamtaufkommens) beim Freistaat Sachsen verbleiben. Insofern ist immerhin eine regionale Bindung im weiteren Sinne vorhanden. Gleichsam sind diese Anteile für die Standortgemeinde nicht direkt verfügbar.

4.6 Direkte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019

Die Ergebnisse der direkten Effekte sind in Abbildung 27 dargestellt. Die höchsten Anteile des direkten Effekts entfallen auf die Eigenkapitalgeber:innen in GK I und II. Der Anteil der Fremdkapitalgeber:innen hat einen mäßigen Effekt, während der gemeindliche Anteil wie oben beschrieben sehr gering ist. Es wird erneut deutlich, dass die Ortsansässigkeit der Anlagenbetreiber:innen einen erheblichen Effekt auf die kommunale direkte Wertschöpfung hat. So fließt der Anteil der Eigenkapitalgeber:innen in GK IV komplett aus der Stadt Leipzig ab, da die Anlagenbetreiber:innen ihre Gesellschaftssitze gegenwärtig nicht vor Ort haben. Die kommunal verbleibende direkte Wertschöpfung in GK IV setzt sich somit aus dem Anteil der Fremdkapitalgeber:innen sowie dem gemeindlichen Anteil zusammen, wobei sich letzterer lediglich aus der Gewerbesteuer speist.

Abbildung 27: Gesamte und kommunal verbleibende direkte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

5 Indirekte Wertschöpfungseffekte

5.1 Berechnungsmethodik des indirekten Effekts

Indirekte Effekte entstehen durch die Nachfrage in Vorleistungs- und Zulieferbetrieben, beispielsweise durch den Personalaufwand und den Kauf von Ersatzteilen für die Instandhaltung oder die Inanspruchnahme von Dienstleistungen wie Steuerberatung.¹⁴⁸ Die indirekten Wertschöpfungseffekte umfassen somit die in den Vorleistungsbetrieben ausgelöste Wertschöpfung. In der vorliegenden Studie werden diese vereinfachend für die erste Vorleistungsstufe betrachtet.¹⁴⁹ Dabei entsprechen die Betriebskosten der Anlagenbetreiber:innen den Umsätzen der jeweiligen Vorleistungsbetriebe.

Die Quantifizierung der indirekten Effekte erfolgt für jede Größenklasse separat in €/kWp. Hierzu werden die indirekten Effekte für jede Kostenart (= Vorleistungssektor) näherungsweise mittels der folgenden drei Schritte ermittelt:¹⁵⁰

- (1) Bestimmung des Anteils der Nettowertschöpfung (bzw. ersatzweise Bruttowertschöpfung) am Bruttoproduktionswert für die entsprechende (Unter-)klasse des Wirtschaftszweigs.
- (2) Multiplikation dieser Quote¹⁵¹ mit dem konkreten Bruttoproduktionswert (= Umsatz pro kWp) der entsprechenden Kostenart.
- (3) Festlegen des kommunal verbleibenden Anteils.

¹⁴⁸ Vgl. BMVBS (2013), S. 23 f.; Jenniches/Schneider (2017), S. 21.

¹⁴⁹ Aufgrund der Datenlage ist es nicht möglich, die Effekte in weiter vorgelagerten Stufen plausibel zu bestimmen.

¹⁵⁰ Eine Ausnahme bildet die Zählermiete.

¹⁵¹ Anteil Brutto- bzw. Nettowertschöpfung am Bruttoproduktionswert.

Die Nettowertschöpfung lässt sich nach dem Schema der VGR berechnen und ist für einzelne Wirtschaftszweige beim Statistischen Bundesamt verfügbar (siehe Abbildung 28).¹⁵²

Abbildung 28: Berechnung der Brutto- und Nettowertschöpfung

Gesamtumsatz
+ Bestandsveränderungen an unfertigen und fertigen Erzeugnissen aus eigener Produktion
+ Selbsterstellte Anlagen
= Bruttoproduktionswert (Gesamtleistung)
Bruttoproduktionswert
– Materialverbrauch, Einsatz an Handelsware, Kosten für Lohnarbeiten
= Nettoproduktionswert
Nettoproduktionswert
– Sonstige Vorleistungen
= Bruttowertschöpfung
Bruttowertschöpfung
– Abschreibungen
= Nettowertschöpfung
Nettowertschöpfung
– sonstige Kostensteuern abz. Subventionen
= Nettowertschöpfung zu Faktorkosten.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2019a), S. 4.

Dem ersten Schritt liegt die Annahme zugrunde, dass die Wertschöpfungsquote im konkreten Vorleistungssektor der durchschnittlichen Wertschöpfungsquote der entsprechenden (Unter-)klasse des Wirtschaftszweigs entspricht. Der Vorleistungssektor „Wartung und Instandhaltung“ wird beispielsweise der Klasse „33.12 Reparatur von Maschinen“ zugeordnet. Der Fachserie 4 Reihe 4.3 des STATISTISCHEN BUNDESAMTES kann entnommen werden, dass in dieser Klasse die Nettowertschöpfung im Jahr 2017¹⁵³ ca. 2,19 Mrd. € betrug, der Bruttoproduktionswert belief sich auf ca. 5,94 Mrd. €. ¹⁵⁴ Folglich ergibt sich eine Quote von:

$$Wertschöpfungsquote_{\text{Klasse 33.12}} = \frac{\text{Nettowertschöpfung}}{\text{Bruttoproduktionswert}} = \frac{2.190.271.000 \text{ €}}{5.944.951.000 \text{ €}} = 36,84 \% \quad (17)$$

Diese Quote wird im zweiten Schritt mit dem Bruttoproduktionswert des jeweiligen Vorleistungssektors multipliziert, um die entsprechende indirekte Wertschöpfung zu berechnen. Der Bruttoproduktionswert wird in der vorliegenden Studie mit dem Umsatz pro kWp des entsprechenden Vorleistungssektors gleichgesetzt,¹⁵⁵ welcher wiederum den durchschnittlichen Kosten pro kWp der Anlagenbetreiber:innen für diese Vorleistung entspricht. Im Fall von Wartung und Instandhaltung belaufen sich die Kosten in GK I z. B. auf 25,3 €/kWp.

$$Nettowertschöpfung_{W\&I_GK\ I} = 36,84 \% * 25,3 \frac{\text{€}}{\text{kWp}} = 9,3 \frac{\text{€}}{\text{kWp}} \quad (18)$$

¹⁵² Da die Nettowertschöpfung für einige Kostenarten mangels Informationen zu den spezifischen Abschreibungen nicht ermittelt werden kann, wird teilweise auf die Bruttowertschöpfung zurückgegriffen, welche noch die jeweiligen Abschreibungen enthält.

¹⁵³ Aktuellstes verfügbares Jahr.

¹⁵⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (2019a), S. 67 f.

¹⁵⁵ Dies kommt der Annahme gleich, dass es bei den vorliegenden Dienstleistungen keine Bestandsveränderungen und unfertigen und fertigen Erzeugnissen sowie selbsterstellten Anlagen gibt, die eine Differenz zwischen Gesamtumsatz und Bruttoproduktionswert erzeugen.

Da jedoch nicht alle Vorleistungsbetriebe ortsansässig sind und ein Teil der indirekten Wertschöpfung somit aus der Kommune abfließt, wird der kommunal verbleibende Anteil über Regionalisierungsquoten bestimmt. Während die Ausgangsgrößen über die Daten des STATISTISCHEN BUNDESAMTS empirisch abgesichert sind, müssen die Regionalisierungsquoten aufgrund der unzureichenden Datenlage in der vorliegenden Studie annahmegemäß festgelegt werden. Eine empirische Unterfütterung könnte durch eine zusätzliche Befragung von PV-Anlagenbetreiber:innen umgesetzt werden, übersteigt jedoch den Rahmen der vorliegenden Studie. Für den Vorleistungssektor Wartung und Instandhaltung werden zwei verschiedene Regionalisierungsquoten festgesetzt – eine für GK I und eine weitere für GK II bis IV. Für GK I wird eine Regionalisierungsquote von 80 % angenommen, weil davon auszugehen ist, dass die meisten Kleinanlagenbetreiber:innen lokale Firmen beauftragen, ein Teil davon allerdings außerhalb der Stadtgrenzen angesiedelt ist. Für GK II bis IV werden jeweils 50 % angenommen, da größere Betreibergesellschaften zur Minimierung der Transaktionskosten der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten teilweise lokale Kooperationspartnerschaften und teilweise externe Dienstleistungsunternehmen nutzen dürften.

Eine Übersicht der berechneten Netto- bzw. Bruttowertschöpfungsanteile sowie der Regionalisierungsquoten für sämtliche Vorleistungssektoren ist in Tabelle 15 dargestellt. Nachstehend folgen kurze Ausführungen zur Berechnung der indirekten Wertschöpfung der übrigen Vorleistungssektoren. Abgesehen von der Zählermiete werden diese analog zum Vorleistungssektor Wartung und Instandhaltung berechnet.

Zur Ermittlung des Anteils der Bruttowertschöpfung am Gesamtumsatz der Versicherung werden die Werte dem Statistischen Jahrbuch 2019 des STATISTISCHEN BUNDESAMTES der Klassifikationsnummer 65.1 (Versicherungen) entnommen und eine Regionalisierungsquote von 50 % für alle Größenklassen festgesetzt. Das kommt der Annahme gleich, dass zumindest die Vertriebspartner der Versicherungen lokal ansässig sind, sich jedoch nicht notwendigerweise der Hauptsitz der Versicherung vor Ort befindet.

Zur Berechnung der durch die Pachtung ausgelösten indirekten Effekte wird angenommen, dass die Pachtkosten bzw. der Gesamtumsatz der Grundstücksbesitzer:innen der Bruttowertschöpfung entsprechen und somit mögliche Vorleistungen zur Bewirtschaftung der Pachtflächen vernachlässigt werden. Es wird ebenfalls eine Regionalisierungsquote von 50 % angesetzt. Die zugrundeliegende Annahme ist folglich, dass die Hälfte der Pächter:innen der relevanten Flächen in Leipzig ansässig sind.

Bei der Steuerberatung werden die entsprechenden Werte der Fachserie 9 Reihe 4.4 des STATISTISCHEN BUNDESAMTES, Klassifikationsnummer 69.20.3 (Praxen von Steuerbevollmächtigten, Steuerberater:innen u. -beratern, Steuerberatungsgesellschaften) entnommen und eine Regionalisierungsquote von 50 % angenommen.

Tabelle 15: Übersicht der Komponenten zur Berechnung der indirekten Effekte

In €/kWp	GK I < 10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp	Beschreibung
Wartung und Instandhaltung					
Anteil Nettowertschöpfung	36,84 %	36,84 %	36,84 %	36,84 %	Statistisches Bundesamt (2019a), Fachserie 4 Reihe 4.3, Klassifikationsnr. 33.12
Regionalisierungsquote	80 %	50 %	50 %	50 %	Annahme
Zählermiete					
Einkommensbestandteil nach Steuern & Abgaben	67,04 %	67,04 %	67,04 %	67,04 %	Statistisches Bundesamt (2020c), Fachserie 18 Reihe 1.5, Nr. 1.8
Regionalisierungsquote	100 %	100 %	100 %	100 %	Annahme
Materialkostenbestandteil	1,1 €/kWp	0,2 €/kWp	0,0 €/kWp	0,0 €/kWp	Referenzwert, AfA-Tabelle, Messeinrichtungen (allgemein), Referenzanlage kWp
Regionalisierungsquote	0 %	0 %	0 %	0 %	Annahme
Versicherung					
Anteil Bruttowertschöpfung	6,61 %	6,61 %	6,61 %	6,61 %	Statistisches Bundesamt (2019b), Klassifikationsnr. 65.1
Regionalisierungsquote	50 %	50 %	50 %	50 %	Annahme
Pacht					
Anteil Bruttowertschöpfung	100 %	100 %	100 %	100 %	Annahme: Gesamtumsatz = Bruttowertschöpfung
Regionalisierungsquote	50 %	50 %	50 %	50 %	Annahme
Steuerberatung					
Anteil Bruttowertschöpfung	74,68 %	74,68 %	74,68 %	74,68 %	Statistisches Bundesamt (2020a), Fachserie 9 Reihe 4.4, Klassifikationsnr. 69.20.3
Regionalisierungsquote	50 %	50 %	50 %	50 %	Annahme
Verwaltung und sonstige Betriebskosten					
Anteil Bruttowertschöpfung	33,58 %	33,58 %	33,58 %	33,58 %	Statistisches Bundesamt (2020a), Fachserie 9 Reihe 4.4, Klassifikationsnr. 70.1
Regionalisierungsquote	99 %	87 %	50 %	0 %	Berechnet aus Anteil ortsansässiger gewerblicher Anlagenbetreiber:innen

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

Analog zur Steuerberatung wird bei Verwaltung und sonstigen Betriebskosten die Klassifikationsnummer 70.1 (Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben) der gleichen Fachserie herangezogen und eine Regionalisierungsquote von 50 % festgesetzt. Um Transaktionskosten zu minimieren, bietet sich die Nutzung ortsansässiger Angebote an. Gleichzeitig sind ein Teil der Vorleistungsbetriebe vermutlich nicht vor Ort ansässig, beispielsweise im Fall überregional tätiger Spezialist:innen.

Für die Zählermiete wird ein alternativer Berechnungsansatz genutzt,¹⁵⁶ wonach der Gesamtumsatz in seinen Einkommens- und Materialkostenbestandteil zerlegt wird. Hierfür wurde ein Referenzwert von 100 € an reinen Materialkosten angenommen und nach der AfA-Tabelle über 18 Jahre abgeschrieben,¹⁵⁷ um die jährlichen Materialkosten zu bestimmen. Diese werden je Größenklasse mit der jeweiligen Referenzanlage pro kWp heruntergerechnet. Es wird angenommen, dass die Zähler außerhalb der Stadt Leipzig gefertigt werden und somit der Materialkostenbestandteil komplett abfließt. Die verbleibende Differenz aus der jährlichen Zählermiete zu den jährlichen Materialkosten wird als Einkommensanteil verortet. Beim Einkommensbestandteil wird die Nettowertschöpfung auf den nach Steuern und Abgaben verbleibenden Anteil festgesetzt. Das verbleibende Einkommen wird zu 100 % in der Stadt Leipzig verortet, da es sich beim grundzuständigen Messstellenbetrieb um die Stadtwerke Leipzig handelt, deren Arbeitnehmer:innen annahmegemäß in der Stadt Leipzig ansässig sind.

5.2 Indirekte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019

Die Ergebnisse der durch den PV-Betrieb ausgelösten indirekten Wertschöpfung in der Stadt Leipzig im Jahr 2019 sowie die gesamte indirekte Wertschöpfung werden in Abbildung 29 dargestellt. Es ist klar erkennbar, dass die indirekten Effekte nur rund 10 % bis 20 % der direkten Effekte umfassen und damit einen wesentlich kleineren Hebel auf den gesamten Wertschöpfungseffekt des PV-Anlagenbetriebs haben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass lediglich die für den Betrieb notwendigen Vorleistungen betrachtet wurden. Die Aufstellung und Inbetriebnahme der Anlagen ist, wie eingangs beschrieben wurde, für die Berechnung regional verankerter Wertschöpfungsprozesse des *PV-Betriebs*, nicht relevant (siehe Kapitel 1.2). Ein Großteil der Vorleistung ist jedoch durch die kapitalintensive Produktion des solaren Stroms in den Anlagen selbst gebunden.

Für den kommunal verbleibenden Anteil lässt sich ein abnehmender Verlauf über die Größenklassen beobachten, wobei Wartung und Instandhaltung in allen Größenklassen den höchsten Anteil ausmacht. Die abnehmenden Anteile über die Größenklassen sind auf die Regionalisierungsquoten zurückzuführen, da die gesamte indirekte Wertschöpfung über die Größenklassen hinweg ansteigt. Grund für die ansteigende gesamte indirekte Wertschöpfung ist, dass einige Kostenarten wie Unternehmensverwaltung und Pacht nur bei größeren bzw. gewerblich betriebenen Anlagen anfallen. Immerhin kann abgeschätzt werden, dass ein Teil der betriebsrelevanten Vorleistungen in der Kommune verbleibt und somit der Betrieb von PV-Anlagen zumindest in geringem Maße auch indirekte Effekte für die lokale Wirtschaft zur Folge hat.

¹⁵⁶ Die Vorgehensweise wird angepasst, da im Falle der Zählermiete die Regionalisierungsquoten von Einkommens- und Materialbestandteil stärker divergieren als bei den übrigen Vorleistungen.

¹⁵⁷ Vgl. Bundesministerium der Finanzen (1995).

Abbildung 29: Gesamte und kommunal verbleibende indirekte Wertschöpfung in €/kWp in der Stadt Leipzig (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

6 Induzierte Wertschöpfungseffekte

6.1 Berechnungsmethodik des induzierten Wertschöpfungseffekts

Wie bereits in Abschnitt 1.2 erwähnt, löst die Wiederverausgabung des Einkommens, welches durch den PV-Betrieb generiert wird, einen Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage aus. In einer Kaskade erzeugt die Konsumverwendung der generierten Einkommen wiederum neue Einkommen auf einer nächsten Stufe. Innerhalb des Wirtschaftskreislaufs werden immer neue Einkommen generiert bzw. *induziert*. Allerdings haben diese induzierten Nachfrageeffekte abnehmende Amplituden, sodass kein endloser Prozess ewigen Wachstums entsteht, sondern bereits nach wenigen Wiederholungen nur noch kleine Zuwächse erzeugt werden. Der induzierte Effekt wird technisch durch die Multiplikation der regionalisierten direkten und indirekten Effekte mit einem regionalspezifischen Einkommensmultiplikator berechnet:

$$\text{Induzierter Effekt} = \text{Einkommensmultiplikator} * (\text{Direkter} + \text{Indirekter Effekt}) \quad (19)$$

Für die Effektstärke ist demnach sowohl die Ausgangsbasis (direkter und indirekter Effekt) als auch der Übersetzungshebel (Einkommensmultiplikator) entscheidend. Der Einkommensmultiplikator liegt in der Literatur typischerweise zwischen 1,05 und 1,9 und überwiegend im Bereich 1,2 bis 1,6.¹⁵⁸ Das bedeutet, dass für jeden Euro Einkommen, der im Rahmen des direkten und indirekten Wertschöpfungseffekts generiert wird, durch Wiederverausgabung zusätzlich zwischen 5 bis 90 ct Wertschöpfung in der Region erzeugt, also *induziert* wird. Der Einkommensmultiplikator k lässt sich mit folgender Formel berechnen:¹⁵⁹

¹⁵⁸ Vgl. Spehl et al. (2005), S. 51.

¹⁵⁹ Vgl. Färber et al. (2007), S. 30; Assenmacher/Leßmann/Wehrt (2004), S. 14–16.

$$k = \frac{1}{1 - c(1 - t + tr)(1 - i - m)} \quad (20)$$

Dabei gilt

- c : Marginale Konsumquote, also der Anteil der Konsumausgaben am zusätzlich generierten Einkommen
- t : Quote der direkten Steuern, also der Anteil der Einkommen- und Vermögensteuer sowie Sozialbeiträge am Primäreinkommen
- tr : Transferquote, also der Anteil monetärer Sozialleistungen und sonstiger Transfers am Primäreinkommen
- i : Quote der indirekten Steuern, also der Anteil der Gütersteuern am Primäreinkommen
- m : Marginale Importquote, also der Anteil der Güter und Dienstleistungen, die von außerhalb der Kommune bezogen werden

Je höher die marginale Konsumquote c und die Transferquote tr sind, desto größer ist auch der Einkommensmultiplikator k . Analog sinkt k , wenn die direkten Steuern t , die indirekten Steuern i und die marginale Importquote m ansteigen, d. h., wenn das erzeugte Einkommen aus dem lokalen Konsumkreislauf abfließt. Während die Quoten der direkten und indirekten Steuern sowie die Transferquote aus den Daten der amtlichen Statistik¹⁶⁰ berechnet werden können (siehe Tabelle 16), müssen die marginale Konsumquote und die marginale Importquote geschätzt werden.

Tabelle 16: Bestandteile des Einkommensmultiplikators (2018)

Kennzahl	Berechnung	Quelle
Quote der direkten Steuern (t)	= (geleistete Einkommen- & Vermögensteuer + Sozialbeiträge) / Primäreinkommen (in Mio. €) = (10.936+25.491) / 85.858 = 42,43 %	Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021b).
Quote der indirekten Steuern (i)	= Gütersteuern / Primäreinkommen (in Mio. €) = 12.349 / 85.858 = 14,38 %	Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021b); Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2020).
Transferquote (tr)	= (monetäre Sozialleistungen + sonst. laufende Transfers) / Primäreinkommen (in Mio. €) = (32.358+1.169) / 85.858 = 39,05 %	Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021b); Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2020).

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

¹⁶⁰ Für sämtliche Kennzahlen wurden die Werte aus dem aktuellsten verfügbaren Jahr (2018) entnommen.

Marginale Konsumquote:

Zur Berechnung der marginalen Konsumquote werden die verfügbaren Einkommen¹⁶¹ auf die privaten Konsumausgaben¹⁶² über die Jahre 2009 bis 2018 linear regressiert. Die Werte entstammen der amtlichen Statistik auf der Landesebene des Freistaates Sachsen. Die so berechnete marginale Konsumquote liegt bei 97,8 %.¹⁶³ Daraus lässt sich ableiten, dass in der Stadt Leipzig 2019 von jedem Euro zusätzlichen Einkommens 97,8 ct für Konsumausgaben verwendet werden.

Marginale Importquote:

Zur Berechnung der marginalen Importquote wird auf den Zusammenhang: $Importquote = 1 - intraregionale\ Lieferquote$ zurückgegriffen. Die intraregionale Lieferquote beschreibt, welcher Anteil der Ausgaben für Vorleistungsgüter innerhalb des regionalen Zuschnitts erfolgt. Für die empirische Bestimmung der Lieferquote sind umfassende Umfragen erforderlich, welche den Umfang dieser Studie übersteigen. Daher wird die intraregionale Lieferquote der Stadt Leipzig über den von FÄRBER et al. aufgestellten Zusammenhang zur Bruttowertschöpfung (BWS) näherungsweise wie folgt berechnet:¹⁶⁴

$$Intraregionale\ Lieferquote = 0,078448 * \ln(BWS\ in\ Mrd.\ €) + 0,26267 \quad (21)$$

Für die Stadt Leipzig ergibt sich:¹⁶⁵

$$Intraregionale\ Lieferquote = 0,078448 * \ln(19,37) + 0,26267 = 0,495 \quad (22)$$

Und somit für die marginale Importquote m :

$$m = 1 - intraregionale\ Lieferquote = 1 - 0,495 = 0,5048 \quad (23)$$

Folglich fallen 2019 von jedem zusätzlichen Euro, der für Vorleistungsgüter ausgegeben wird, 50,5 ct außerhalb der Stadt Leipzig an.

Einkommensmultiplikator:

Durch Einsetzen der ermittelten Quoten in (20) kann nun der Einkommensmultiplikator k berechnet werden:

$$k = \frac{1}{1 - 0,9780(1 - 0,4243 + 0,3905)(1 - 0,1438 - 0,5048)} = 1,497 \quad (24)$$

¹⁶¹ Datenquelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021b).

¹⁶² Datenquelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2019).

¹⁶³ $F(1,8) = 2068,72$, $p < 0,001$; $\beta(\text{Verfügbares Einkommen}) = 0,978024$, $p < 0,001$.

¹⁶⁴ Vgl. Färber et al. (2007), S. 29. Färber et al. ziehen hierzu zwölf intraregionale Lieferquoten aus den Jahren 1992 bis 2006 aus verschiedenen Untersuchungsräumen heran. Mittels logarithmischer Regression ermitteln sie den Zusammenhang mit der Wertschöpfung. Limitierend wirkt, dass die Werte nicht mehr aktuell sind und sich die Regression auf lediglich zwölf Datenpunkte stützt.

¹⁶⁵ Die Bruttowertschöpfung der Stadt Leipzig für das aktuellste verfügbare Jahr 2018 wurde dem Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021a) entnommen.

Jeder Euro Einkommen, der durch den PV-Betrieb direkt oder indirekt in der Stadt Leipzig 2019 erzeugt wird, induziert somit weitere Wertschöpfung in Höhe von rund 49,7 ct vor Ort.

Sensitivitätsanalyse Einkommensmultiplikator:

Aufgrund der unvollständigen Datenbasis zur Berechnung lokaler Konsum- und Importquoten sind die vorliegenden Werte mit einiger Unsicherheit behaftet. Die Ergebnisse der induzierten Effekte sind daher mit Vorsicht zu betrachten. Dies zeigt sich besonders daran, dass der Einkommensmultiplikator sensibel auf Veränderungen der Konsum- und Importquote reagiert (siehe Tabelle 17). Bei hoher marginaler Importquote (m) und niedriger marginaler Konsumquote (c) sinkt der Einkommensmultiplikator auf bis zu 1,14. Dies ist gleichbedeutend mit einem Szenario, in dem nur ein geringer Teil der generierten Einkommen in der vor Ort verausgabt werden und zugleich eine starke Abhängigkeit von Lieferanten außerhalb der Kommune besteht. Umgekehrt beträgt er bei hoher marginaler Konsumquote und niedriger Importquote bis zu 2,16, was einem Szenario einer starken Verflechtung der lokalen Wirtschaft und einer starken Verausgabung der Einkommen vor Ort entspricht. Nichtsdestotrotz befindet sich der hier errechnete Einkommensmultiplikator in Höhe von ca. 1,5 im mittleren Bereich der oben genannten typischen Werte aus der Literatur und ist daher plausibel.

Tabelle 17: Sensitivitätsanalyse des Einkommensmultiplikators in Abhängigkeit der Import- und Konsumquote

$m \backslash c$	0,8	0,85	0,9	0,95	1
0,7	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18
0,6	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33
0,5	1,38	1,41	1,45	1,49	1,52
0,4	1,54	1,60	1,66	1,72	1,79
0,3	1,75	1,84	1,94	2,04	2,16

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung in Anlehnung an Kosfeld/Gückelhorn (2012), S. 442.

6.2 Induzierte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig 2019

Zur Bestimmung der durch den PV-Betrieb ausgelösten induzierten Wertschöpfungseffekte in der Stadt Leipzig wird der ermittelte Einkommensmultiplikator mit den Ergebnissen der direkten und indirekten Effekte multipliziert. Die Ergebnisse der induzierten Wertschöpfung sind in Abbildung 30 dargestellt. Der Einkommensmultiplikator hängt von den regionalen Wirtschaftsverflechtungen ab und kann von der Kommune nur begrenzt beeinflusst werden. Da dieser über die Größenklassen hinweg konstant bleibt, schlägt sich der Verlauf der direkten und indirekten Effekte proportional in den induzierten Effekten wider.

Abbildung 30: Induzierte Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

6.3 Induzierte fiskalische Effekte

Im Abschnitt 4.5.5 wurden die direkten fiskalischen Effekte dargestellt, die sich aus der kommunalen Perspektive der Stadt Leipzig aus Mehreinnahmen aus der Gewerbesteuer (für große Anlagen) sowie aus dem Gemeindeanteil an der Einkommensteuer (vor allem für kleinere Anlagen) ableiten. Die unmittelbar anknüpfenden Effekte der Gewerbesteuerumlage sowie der Kreisumlage wurden in diesem Zusammenhang bereits benannt. Hinzu kommt, dass gemeindliche Steuermehreinnahmen im verflochtenen System des fiskalischen Föderalismus zwar kurzfristig vor Ort anfallen, mittelfristig jedoch zum Teil aus der Gemeinde abfließen. Den Hintergrund hierfür bilden die kommunalen Finanzausgleichssysteme, die in den 13 Flächenländern heterogen ausgestaltet sind.¹⁶⁶ Gemeinsam ist den Systemen der Bezug zur Steuerkraft, d. h., sie erhalten, vereinfacht gesagt, sogenannte Schlüsselzuweisungen, wenn sie relativ steuerschwach sind. Zusätzliche Steuereinnahmen führen in den Systemen dazu, dass Schlüsselzuweisungen tendenziell entzogen werden und die Gemeinden folglich netto weniger Einnahmenezuwächse haben als es durch den steuerlichen Impuls selbst induziert wird. Diese Folgeeffekte zu modellieren ist jedoch äußerst komplex und die Ergebnisse können kaum verlässlich interpretiert werden. Vor allem sind die Schlüsselzuweisungssysteme nicht nur vom Verhalten der einzelnen Gemeinde, sondern vom Zusammenwirken aller Gemeinden und Landkreise sowie deren relativen Verhältnisse zueinander abhängig.¹⁶⁷ Insbesondere vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Verflechtungen, die in den vorangegangenen Abschnitten ausgeführt wurden und die zeigen, dass ein erheblicher Teil der Wertschöpfung in andere Gemeinden abfließt, und somit in verschiedensten räumlichen Umfeldern wieder wirksam wird, kann diesen Effekten an dieser Stelle nicht nachgegangen werden. Es müsste dafür unterschieden

¹⁶⁶ Vgl. Lenk/Starke/Hesse (2019).

¹⁶⁷ Dazu kommt, dass die Aufkommen aus dem Gemeindeanteil an der Einkommensteuer zwar unmittelbar in die Steuerkraftberechnung eingehen, die Einnahmen aus der Gewerbesteuer jedoch durch einen sogenannten Nivellierungshebesatz zwischen den Gemeinden normiert werden.

werden, ob die Wertschöpfung im räumlichen „Wirkbereich“ des jeweiligen gleichen kommunalen Finanzausgleichs zum Tragen kommt oder ob sie gänzlich aus dem Flächenland abfließt. Klar ist einerseits, dass die dargestellten fiskalischen Effekte langfristig nicht in vollem Umfang in der Gemeinde verbleiben. Der genaue Umfang der langfristigen Verbleibsquote müsste jedoch mit weitreichenden zusätzlichen Modellierungen angenähert werden, was für die hier behandelten Forschungsfragen zu weit führen würde.

7 Gesamtbetrachtung

7.1 Ergebnisse der Wertschöpfungsanalyse für das Jahr 2019

In der Gesamtbetrachtung zeigt sich, dass die direkten Effekte den höchsten Anteil an der kommunalen Wertschöpfung durch den PV-Betrieb in der Stadt Leipzig im Jahr 2019 tragen, gefolgt von den induzierten Effekten (siehe Abbildung 31). Die indirekten Effekte spielen eine vergleichsweise geringe Rolle. Zudem fließt ein erheblicher Teil der Wertschöpfung aus der Stadt Leipzig ab, worauf im Folgenden näher eingegangen wird.¹⁶⁸ Im Durchschnitt der GK beträgt die in Leipzig verbleibende Wertschöpfung 107 €/kWp, wobei sie mit 167 € in GK I am höchsten und in GK IV mit 36 €/kWp am niedrigsten ausfällt.

Abbildung 31: Kommunale Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in €/kWp (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

¹⁶⁸ Die abfließende Wertschöpfung umfasst dabei sowohl die direkten als auch indirekten abfließenden Wertschöpfungseffekte.

Der Anteil der direkten sowie indirekten Wertschöpfung, welcher in der Stadt Leipzig verbleibt, nimmt über die Größenklassen hinweg ab. Verbleibt in GK I noch 64 % der direkten und 76 % der indirekten Wertschöpfung in der Kommune, fließt in GK III bereits 55 % der direkten und 50 % der indirekten Wertschöpfung ab. In GK IV kann lediglich 16 % der direkten Wertschöpfung und 37 % der indirekten Wertschöpfung in der Kommune gehalten werden. Diese Tendenz ist auch innerhalb der einzelnen Stakeholdergruppen erkennbar (siehe hierzu Tabelle 12 auf S. 43). Kleinere Anlagen können folglich pro kWp höhere Wertschöpfung vor Ort binden, als dies bei gewerblich betriebenen Anlagen (z. B. in Form von Investorenmodellen) möglich ist.

Die Ergebnisse der Wertschöpfungsanalyse werden mit der im MaStR¹⁶⁹ angegebenen installierten Leistung pro Größenklasse (= Nettonennleistung¹⁷⁰) hochgerechnet, um die kommunale Wertschöpfung in absoluten Werten zu bestimmen (siehe Abbildung 32). Hierbei zeigt sich, dass insbesondere GK I und IV eine entscheidende Rolle bei der vor Ort verbleibenden Wertschöpfung spielen. In GK I ist das Bild durch die große Anzahl der Anlagen von ortsansässigen Privatpersonen geprägt, bei denen jeweils ein hoher Anteil der erzeugten Wertschöpfung im lokalen bzw. regionalen Bezugsrahmen wirksam wird. Für die GK IV liegt dagegen eine vergleichsweise geringe lokale Bindung der Wertschöpfung vor; die kleineren Effekte je kWp werden allerdings durch die schiere Größe der installierten Anlagenleistung kompensiert (bezogen auf den Gesamtleistungsumfang). Für die Gruppe der großen Anlagen ist daher ein Trade-off zwischen einem geringen lokalen Effekt je Einheit und der hohen Zahl der Einheiten festzustellen. Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen ist daher insbesondere in einem urbanen Kontext als zusätzliche Variable zu beachten.

Die durch den PV-Betrieb generierte kommunale Wertschöpfung beläuft sich im Jahr 2019 in der Stadt Leipzig auf rund 4,2 Mio. €. Hierbei handelt es sich allerdings nur um einen Teil der insgesamt generierten Wertschöpfung in Höhe von rund 9 Mio. €. Rund 4,8 Mio. € bzw. 53 % fließen aus der Kommune ab. Der höchste kommunal verbleibende Anteil findet sich in GK I – hier verbleiben rund 73 % der generierten direkten und indirekten Wertschöpfung in der Stadt Leipzig. In GK II verbleiben 70 %, in GK III 55 % und in GK IV noch 26 % der erzeugten Wertschöpfung in der Kommune.

¹⁶⁹ Abrufdatum: 25.02.2021.

¹⁷⁰ Die Bundesnetzagentur definiert die Nettonennleistung folgendermaßen: „Die Nettonennleistung (Produktion) ist die höchste elektrische Dauerleistung unter Nennbedingungen, die eine Energieumwandlungsanlage erreicht. In der Nettonennleistung ist der Betriebs- und Eigenverbrauch der Anlage sowie ggf. derjenige für den Kraftwerksstandort bereits herausgerechnet und somit nicht mehr enthalten, da dieser Strom nicht in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Vgl. Bundesnetzagentur (o. J.a).

Abbildung 32: Hochgerechnete gesamte und kommunal verbleibende Wertschöpfung in der Stadt Leipzig in € (2019)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

Es erscheint zunächst überraschend, dass ein vergleichsweise geringer Anteil lokal verbleibt, obwohl die PV-Anlagen ortsfest gebunden sind und insofern eine „lokale Stromerzeugung“ vorliegt. Dieser Befund ist jedoch darauf zurückzuführen, dass einerseits der laufende Betrieb einer PV-Anlage keinen dauernden Personaleinsatz vor Ort erfordert, der die maßgebliche Grundlage höherer kommunaler Anteile an der Wertschöpfung bildet. Zudem hat die Ortansässigkeit der Anlagenbetreiber:innen einen erheblichen Einfluss auf die Höhe der kommunal verbleibenden Wertschöpfung. Besonders deutlich wird dieser Zusammenhang in GK IV, in der aktuell sämtliche Organisationen ihren Gesellschaftssitz außerhalb der Stadt Leipzig haben. Andererseits weisen auch die relevanten Vorleistungen nur zum Teil einen lokalen Bezug auf. Zuletzt führt der Zuschnitt des föderalen Systems der Steuerzuordnung zu einem erheblichen Abfluss der durchaus vorhandenen steuerlichen Mehraufkommen (siehe hierzu Tabelle 12, S. 43). Während der Betrieb einer PV-Anlage einzelwirtschaftlich für die Betreiber:innen höchst attraktiv ist, ist die ökonomische Attraktivität im Gesamtkontext für eine Kommune nur bedingt gegeben. Dies dürfte bei Kenntnis dieser Effekte Auswirkungen auf das Engagement einer Kommune haben, sich in der Adoption von PV-Technik zu engagieren, um daraus wirtschaftliche und finanzielle Vorteile für die Standortgemeinde im Sinne einer Unternehmensförderung bzw. -ansiedlung zu generieren.

Aus einer gemeindlichen Perspektive ist feststellbar, dass der Betrieb von PV-Anlagen zwar durchaus positive Effekte auf die lokale Wertschöpfung und das lokale Steueraufkommen hat. Allerdings ist deren Anteil so gering, dass bei möglichen Konkurrenzsituationen die aktive Förderung von PV-Anlagen wenig vorteilhaft erscheint. Solche Konkurrenzsituationen dürften entstehen, wenn

zwischen verschiedenen Alternativen der Flächennutzung (v. a. Freiflächenanlagen) oder zwischen verschiedenen Verwendungsoptionen kommunaler Mittel der Wirtschaftsförderung entschieden werden muss.

Für kommunale Akteur:innen mit dem Ziel, neben dem Vorantreiben der Energiewende aus ökologischen Gründen auch die kommunale Wertschöpfung durch den PV-Betrieb zu erhöhen, stehen vor dem Hintergrund der Resultate verschiedene Wege offen:

- Beförderung der Installation neuer PV-Anlagen, um durch eine hohe Anzahl kleiner Effekte einen Beitrag für den Standort zu leisten (Skalierung).
- Erhöhung des vor Ort verbleibenden Anteils an Vorleistungen. Für die Stadt Leipzig könnte dies einerseits bedeuten, Anreize für ortsansässige Betreiber:innen großer PV-Anlagen zu schaffen. Andererseits könnte der Versuch unternommen werden, spezifische Vorleistungen vor Ort zu bündeln, um die damit verbundene Wertschöpfung lokal zu binden (v. a. Instandhaltungs- und Wartungsleistungen, Verwaltungsleistungen einschließlich Steuerberatung, organisierte Bereitstellung von lokalem Fremdkapital). Eine solche Cluster-Strategie setzt auf vertikale Integration in der Wertschöpfungskette.¹⁷¹
- Direkte Nutzung der wirtschaftlichen Vorteile des PV-Betriebs. Die Stadt könnte weiterhin den Weg wählen, sich die einzelwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Betriebs von PV-Anlagen zunutze zu machen und selbst entsprechende Anlagen betreiben. Hierzu könnten vorhandene Immobilien genutzt werden (v. a. bestehende Hochbauten). Über die Kernverwaltung hinaus könnte die Kommunen über kommunale Unternehmen aktiv werden (v. a. Stadtwerke, Wohnungsunternehmen).

7.2 Szenarioanalyse

7.2.1 Veränderbare Parameter

Die vorangestellten Herleitungen und Modellrechnungen haben gezeigt, dass der Grad der regionalen Verflechtung mit den relevanten Vorleistungserbringer:innen einen erheblichen Hebel auf die direkte und indirekte kommunal verbleibende Wertschöpfung haben. Zugleich konnten viele der relevanten Parameterwerte nicht präzise berechnet werden, sondern unterliegen Werturteilen und qualifizierten Abschätzungen. Ziel der Szenarioanalyse ist es daher, den Rahmen abzustecken, in dem sich die kommunale Wertschöpfung in einem definierten Zusammenspiel dieser Parameter bewegen kann. Hiermit soll einerseits das maximale Potenzial aufgezeigt werden, das sich hypothetisch ergibt, wenn es einer Kommune gelinge, die relevanten (Vor-)Leistungen vor Ort zu bündeln und zudem alle Anlagenbetreiber:innen im Sinne einer lokal organisierten Energiewende in der Kommune ansässig sind. Andererseits soll die Gegenvariante skizziert werden, in dem der Betrieb der PV-Anlage ausschließlich durch ortsfremde Akteur:innen durchgeführt und organisiert wird und letztlich nur die Fläche lokal bereitgestellt wird.

¹⁷¹ Vgl. Korn/van der Beek (2018).

Durch Variation der Regionalisierungsquoten und -parameter wird somit die obere und untere Grenze der kommunalen Wertschöpfung ermittelt. Konkret betrifft dies die Regionalisierungsquoten des Fremdkapitals und der indirekten Effekte sowie die Ortsansässigkeit der Organisationen. Bei natürlichen Personen wird weiterhin angenommen, dass sie am Ort der Anlage ansässig sind.

7.2.2 Szenario 1: „Regional Total“

Dieses Szenario beschreibt das maximale Potenzial der vorliegenden Wertschöpfungsanalyse, indem sämtliche Regionalisierungsquoten auf 100 % festgesetzt werden. Konkret bedeutet dies, dass annahmegemäß alle Betreiber:innen ortsansässig sind und alle Vorleistungen von lokalen Betrieben bezogen werden. Bei den direkten Effekten verbleibt folglich der Anteil der Eigenkapitalgeber:innen und der Fremdkapitalgeber:innen komplett vor Ort, während der gemeindliche Anteil an den Steuereinnahmen durch die unveränderten steuerlichen Verteilmechanismen weiterhin größtenteils abfließt. Im gemeindlichen Anteil wird der Unterschied zu dem in Tabelle 12 auf S. 43 beschriebenen Gesamteffekten deutlich – bei der gesamten direkten Wertschöpfung werden die Steuereinnahmen vollständig berücksichtigt. Bei den indirekten Effekten stellt sich der in Abbildung 29 auf S. 59 bereits dargestellte Gesamteffekt ein. Die höheren direkten und indirekten Effekte wiederum führen über den Einkommensmultiplikator zu einem höheren induzierten Effekt. Die Ergebnisse des Szenarios sind in Tabelle 18 aufgelistet.

Tabelle 18: Kommunale Wertschöpfungseffekte im Szenario Regional Total

In €/kWp	GK I ≤10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Direkte kommunale Wertschöpfung	128	129	92	95
Indirekte kommunale Wertschöpfung	13	16	18	17
Induzierte kommunale Wertschöpfung	70	72	55	56
Gesamte kommunale Wertschöpfung	211	217	164	169

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

7.2.3 Szenario 2: „UFO“

Für das Szenario „UFO“ wird angenommen, dass bis auf natürliche Personen alle Anlagenbetreiber:innen außerhalb der Standortkommune ansässig sind, „wie ein UFO in der Gemeinde landen“ und ansonsten keinerlei lokalen Bezug aufweisen. Gleiches gilt für Vorleistungen und Finanzierungsleistungen, die annahmegemäß ausschließlich von Externen bezogen werden. Hierdurch lässt sich die untere Grenze der möglichen kommunalen Wertschöpfung ermitteln. Während bei den direkten Effekten nur der Anteil der vor Ort ansässigen natürlichen Personen sowie der dadurch ausgelösten gemeindlichen Steuereinnahmen verbleibt, fließen die indirekten Effekte komplett aus der Kommune ab (siehe Tabelle 19). Folglich ist auch der induzierte Effekt deutlich geringer. Durch die hohen Anteile natürlicher Personen in GK I und II haben diese den größten Effekt auf die kommunale Wertschöpfung. Die vor Ort verbleibende Wertschöpfung ist insbesondere in GK III und IV als geringfügig einzustufen.

Tabelle 19: Kommunale Wertschöpfung im Szenario UFO

In €/kWp	GK I ≤10 kWp	GK II 10-100 kWp	GK III 100-750 kWp	GK IV > 750 kWp
Direkte kommunale Wertschöpfung	69	38	6	2
Indirekte kommunale Wertschöpfung	-	-	-	-
Induzierte kommunale Wertschöpfung	34	19	3	1
Gesamte kommunale Wertschöpfung	103	57	8	3

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

7.2.4 Vergleich der Szenarien mit der IST-Betrachtung 2019

Aus den betrachteten Szenarien wird im Vergleich mit der IST-Betrachtung 2019 deutlich, dass die mögliche kommunale Wertschöpfung stark variieren kann und die Ortsansässigkeit von Organisationen einen entscheidenden Effekt hat (siehe Abbildung 33). So schwankt die kommunale Wertschöpfung in GK I durch die vielen natürlichen Personen als Anlagenbetreiber:innen deutlich weniger stark um die IST-Betrachtung 2019 als in GK III und IV mit ihren vielen ortsvariablen Organisationen. Dies verdeutlicht, dass Kommunen mit dem Ziel, die kommunal verbleibende Wertschöpfung zu erhöhen, mit geeigneten Instrumenten auf die Ortsansässigkeit der Betreiber:innen insbesondere von größeren Anlagen abzielen sollten. Bei diesen besteht der größte Hebel, sowohl nach oben als auch nach unten. Bei einem rein extern organisierten Betrieb verbleibt zwar immer noch ein kleiner lokaler Anteil je kWp, der bei hinreichend verfügbaren Flächen und entsprechender Skalierung nennenswerte Gesamteffekte nach sich ziehen kann. In einem urbanen Kontext mit knappen Flächen ist dagegen diese Strategie im Sinne der lokalen Wirtschaftsförderung wenig attraktiv.

Abbildung 33: Vergleich der kommunalen Wertschöpfung in den Szenarien und der IST-Betrachtung 2019

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

7.3 Grenzbetrachtung für das Jahr 2020

7.3.1 Annahmen und aktualisierte Parameter

Durch die dynamischen Veränderungen in den EEG-Vergütungsmodellen und Investitionskosten eignen sich die Ergebnisse des Basismodells (IST-2019) nur bedingt, um Aussagen über die zukünftige Entwicklung der Wertschöpfung durch den PV-Betrieb zu treffen. Die bisherigen Ergebnisse bilden die durchschnittlichen Altersstrukturen der installierten Anlagen und die damit verbundenen Kostenstrukturen ab. Ziel der sich anschließenden Grenzbetrachtung ist es daher, zu berechnen, welche Wertschöpfung sich künftig pro Jahr ergibt, wenn eine Anlage neu in Betrieb genommen wird. Demnach stehen auch die wirtschaftlichen Folgeeffekte im Fokus, die mit einer neuen Anlage entstehen. Die Grenzbetrachtung wird exemplarisch für Anlagen mit Inbetriebnahmedatum 01.09.2020 durchgeführt. Die Methodik des Basismodells wird hierbei je Größenklasse für die jeweilige Referenzanlage angewandt und die entsprechenden Parameter der Vergütung und Kostenarten für das Jahr 2020 angepasst. Im Folgenden werden die veränderten Parameter und Annahmen beschrieben und die Ergebnisse kurz aufgezeigt (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Annahmen und Parameter der Grenzbetrachtung 2020

	GK I	GK II	GK III	GK IV
Referenzanlage	5 kWp	30 kWp	500 kWp	1.000 kWp
Rechtsform der Betreiber:innen	Natürliche Person	Natürliche Person	Personengesellschaft	Kapitalgesellschaft
Standort der Betreiber:innen	Leipzig	Leipzig	Leipzig	Leipzig
Anlagenbetrieb	Privat	Privat	Nebengewerblich	Vollgewerblich
Anlagentyp	Baulich	Baulich	Baulich	Freifläche
Ausrichtung	Süd	Süd	Süd	Süd
Neigungswinkel	30	30	30	30
Vergütungsmodell	Einspeisevergütung	Einspeisevergütung	Marktprämienmodell	Marktprämienmodell mit Ausschreibung
Eigenverbrauch	Ja	Ja	Ja	Nein
Eigenverbrauchsquote	40 %	40 %	25 %	0 %

Quelle: Eigene Darstellung.

Da es sich um eine exemplarische Betrachtung der Referenzanlagen handelt, müssen zunächst Annahmen zu den Betreiber:innen, dem Anlagentyp und Vermarktungsmodell getroffen werden. Als Rechtsform der Anlagenbetreiber:innen wird jeweils die überwiegende Rechtsform in den jeweiligen Größenklassen der IST-Betrachtung 2019 gewählt und die Annahme getroffen, dass diese in der Stadt Leipzig ansässig sind. Das gleiche Vorgehen wird für die Festlegung des Anlagentyps und -betriebs gewählt. Zudem wird für alle Anlagen eine optimale Südausrichtung mit 30° Neigungswinkel angenommen.

Das Vergütungsmodell wird je nach Anlagengröße in Abstimmung mit den aktuell geltenden EEG-Regelungen gewählt, wobei auch die dominierenden Vermarktungsmodelle aus der IST-Betrachtung 2019 berücksichtigt werden.¹⁷² Folglich wird für GK I und II eine Mischung aus Einspeisung und Eigenverbrauch festgelegt. Die Vergütung setzt sich in den unteren beiden Größenklassen somit aus der EEG-Einspeisevergütung und den Stromkosten-Einsparungen durch Eigenverbrauch zusammen. Für die Einspeisevergütung wird die durchschnittliche EEG-Einspeisevergütung der entsprechenden Größenklasse im Jahr 2020 genutzt.¹⁷³ In Größenklasse III wird der durchschnittliche anzulegende Wert 2020 als Näherungswert für die Vergütung im Marktprämienmodell gewählt und zudem die Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs einbezogen.¹⁷⁴

Zur Bestimmung der Strommenge wird der Nutzertrag auf Basis der Anlagenausrichtung und Neigungswinkel berechnet (siehe 3.1.4.2).¹⁷⁵ Durch Multiplikation mit der Eigenverbrauchsquote lässt sich die Eigenverbrauchsmenge feststellen – die restliche Strommenge wird eingespeist. Die Eigenverbrauchsquote wird für GK I und II auf die ohne Stromspeicher im Mittel erreichbaren 40 % festgelegt.¹⁷⁶ Für GK III wird als Eigenverbrauchsquote die berechnete Quote aus der IST-Betrachtung 2019 gewählt und somit die Annahme getroffen, dass sich der Eigenverbrauchsanteil nicht grundlegend verändert hat.¹⁷⁷ Die Vorteilhaftigkeit des Eigenverbrauchs wird mit den durchschnittlichen Strompreisen für Haushalte, Gewerbe und Industrie zum 01.04.2020 bemessen.¹⁷⁸

Für GK IV ändert sich mit dem Marktprämienmodell mit Ausschreibung die Vergütung. Während dieses Vergütungsmodell in der IST-Betrachtung 2019 nicht zur Anwendung kam, da die Anlagen in der Stadt Leipzig in dieser Größenklasse vor dessen Einführung in Betrieb genommen wurden, muss das Ausschreibungsverfahren in der Grenzbetrachtung berücksichtigt werden. Das Ausschreibungsverfahren dient dazu, den individuellen anzulegenden Wert einer Anlage bei Zuschlag festzulegen, der folglich die Marktprämie bestimmt. Die Teilnehmer:innen geben einen Gebotswert an, der bei Zuschlag einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen ermöglicht. Das bedeutet, dass nicht wie bisher der Gesetzgeber festlegt, welcher Wert wirtschaftlich ist, sondern die Anlagenbetreiber:innen selbst. Dieses Vorgehen soll den Wettbewerb im Segment erhöhen und führt dazu, dass Anlagenbetreiber:innen versuchen, den Gebotswert möglichst niedrig zu halten, um einen Zuschlag zu erhalten.

Zur näherungsweisen Bestimmung der Vergütung nach dem Marktprämienmodell mit Ausschreibung in GK IV wird der mittlere gewichtete Zuschlagswert für Ausschreibungen 2020 angesetzt.¹⁷⁹ Dieser lag in den sieben Ausschreibungsrunden 2020 zwischen 5,01 ct/kWh und 5,27 ct/kWh. Über alle Ausschreibungsrunden ergibt sich so ein durchschnittlicher Zuschlagswert in Höhe von 5,17 ct/kWh.

¹⁷² Zu den EEG-Vergütungsmodellen siehe Abschnitt 3.1.2.

¹⁷³ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH et al. (2021).

¹⁷⁴ Vgl. 50Hertz Transmission GmbH et al. (2021).

¹⁷⁵ Die Globalstrahlung in Leipzig lag 2020 um Faktor 1,13 höher als das langjährige Mittel, vgl. Deutscher Wetterdienst (2020). Die Berechnung des Nutzertrags wurde daher um diesen Faktor korrigiert.

¹⁷⁶ Vgl. Kelm (2015).

¹⁷⁷ Dieser Zusammenhang würde sich unter Berücksichtigung von Stromspeichern ändern, da sich hierdurch deutlich höhere Eigenverbrauchsquoten erzielen lassen.

¹⁷⁸ Vgl. Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2021), S. 270.

¹⁷⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2021).

Zusätzlich werden in der Kostenstruktur folgende Werte für das Jahr 2020 aktualisiert:

- Die Investitionskosten werden fortgeschrieben unter der Annahme, dass sich die Kosteneinsparung aus dem Jahr 2019 von -1,9 % fortsetzt.
- Die EEG-Umlage in Höhe von 6,756 ct/kWh.¹⁸⁰
- Für die Fremdkapitalzinsen die Zinssätze des KfW EE-PROGRAMM STANDARD der Risikoklasse E für Haushalte (GK I & II: 3,18 %) und Risikoklasse B für gewerbliche Betreiber:innen (GK III & IV: 1,75 %).¹⁸¹
- Die jährliche Zählermiete wird dem aktuellen Preisblatt der für moderne und intelligente Messeinrichtungen entnommen und für GK IV die Netto-Zählermiete für Anlagen > 30 kWp bis ≤ 100 kWp in Höhe von 168,07 € angenommen.¹⁸²
- Die Kostenpunkte Wartung und Instandhaltung, Steuerberatung sowie Verwaltung und sonstige Betriebskosten müssen für die Grenzbetrachtung neu berechnet werden. In der IST-Betrachtung waren diese für die Durchschnittsbetrachtung als Mittelwerte aus den Vergleichsstudien festgelegt und haben somit auch die höheren Kosten älterer Anlagen berücksichtigt. Die Durchschnittswerte scheinen somit für die Grenzbetrachtung nur bedingt geeignet. Aus diesem Grund wird die Kalkulation dieser Kosten von einer absoluten Basis (feste Euro-Beträge je kWp) auf eine relative Basis (Prozent im Verhältnis zu den Investitionskosten) umgestellt. Die Unterstellung dahinter ist, dass im Zuge der Marktdurchdringung nicht nur die Investitionskosten je Einheit installierter Leistung sinken, sondern auch die begleitenden Dienstleistungen eine gewisse Kostendegression durch Spezialisierung und eine größere Marktabdeckung entstehen (Economies of Scope und Economies of Scale). Hierzu wird zunächst aus der IST-Betrachtung der prozentuale Anteil der jeweiligen Kostenart an den Investitionskosten berechnet. Diese liegen für Wartung und Instandhaltung zwischen 1 % und 1,7 %, für die Steuerberatung zwischen 0,1 % und 0,15 % und für Verwaltung und sonstige Betriebskosten zwischen 0,33 % und 1 %. Für die Grenzbetrachtung werden die drei genannten Kostenarten daher mit den prozentualen Anteilen der aktualisierten Investitionskosten berechnet.
- Die Berechnung der Kostenarten, die schon in der IST-Betrachtung als prozentualer Anteil der Investitionskosten festgelegt wurden, bleibt gleich. Dies betrifft die Versicherungskosten sowie die Pacht.

7.3.2 Ergebnisse der Grenzbetrachtung 2020

Die direkten, indirekten und induzierten Effekte werden in der Grenzbetrachtung analog zur IST-Betrachtung mit den aktualisierten Werten berechnet. Im Ergebnis zeigen sich in der Grenzbetrachtung 2020 im Vergleich zur IST-Betrachtung 2019 heterogene Effekte (siehe Abbildung 34). Während die kommunale Wertschöpfung pro kWp in GK I mit 167 €/kWp konstant bleibt, steigt sie für Anlagen in GK II auf rund 196 €/kWp (IST-2019: 147 €/kWp). Dieser Anstieg ist einerseits auf die höhere Eigenverbrauchsquote von 40 % und stärkere Globalstrahlung im Jahr 2020 zurückzuführen. Andererseits beeinflussen auch die angenommene Ortsansässigkeit der Betreiber:innen

¹⁸⁰ Vgl. Netztransparenz (o. J.).

¹⁸¹ Vgl. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020).

¹⁸² Vgl. Netz Leipzig GmbH (2020).

sowie die gesunkenen Investitions- und Betriebskosten das Ergebnis. In GK III liegt die kommunale Wertschöpfung in der Grenzbetrachtung bei rund 132 €/kWp. Auch hier zeigt sich der Einfluss der (angenommenen) Ortsansässigkeit der Betreiber:innen auf die kommunale Wertschöpfung. Die kommunale Wertschöpfung in GK IV liegt trotz Ortsansässigkeit mit rund 37 €/kWp gleichauf mit der durchschnittlichen IST-Betrachtung 2019. Allerdings sinkt die gesamte Wertschöpfung von 134 €/kWp (IST-2019) auf 47 €/kWp. Grund ist das Marktprämienmodell mit Ausschreibung, das den Wettbewerb in der Größenklasse deutlich erhöht und die Vergütung nach dem EEG deutlich gesenkt hat. Folglich zeigt die Grenzbetrachtung, wie sich gegenwärtig die Effekte durch den schrittweisen Austritt aus der hochsubventionierten Phase und der damit einhergehenden Modifizierung des Marktdesigns ändern.

Die Grenzbetrachtung wurde für PV-Anlagen mit lokal ansässigen Betreiber:innen durchgeführt. Daher kann aus den Ergebnissen auch abgeleitet werden, welche kommunale Wertschöpfung sich aus einer lokal organisierten Energiewende ergibt. Sie dient somit als Richtwert für kommunale Akteure, die bspw. Förderinstrumente wie Informationskampagnen planen. Als Fazit lässt sich festhalten: Kleinere Anlagen bleiben interessant, auch im urbanen Kontext. Bei großen Anlagen kommt zunehmend der Konflikt mit der Flächenverfügbarkeit zum Tragen. In Zukunft wird es vermehrt erforderlich sein, auf großen Flächen zu skalieren, um nennenswerte Umsätze und letztlich auch Gewinne für die Anlagenbetreiber:innen zu erwirtschaften.

Abbildung 34: Kommunale Wertschöpfungseffekte durch den PV-Betrieb in der Stadt Leipzig, Grenzbetrachtung (2020)

Quelle: Eigene Darstellung; eigene Berechnung.

8 Fazit und Ausblick

Das vorliegende Methodenpapier bietet einen Überblick über die Berechnung kommunaler Wertschöpfungseffekte aus dem PV-Betrieb in einem urbanen Kontext am Beispiel der Stadt Leipzig. Durch die ausgeprägte Dynamik im PV-Bereich, die sich kostenseitig aus Lerneffekten und vergütungsseitig aus Veränderungen der Vermarktungsstruktur durch das EEG ergibt, ist die kommunale Wertschöpfung stark durch die Altersstruktur der Anlagen vor Ort geprägt.

Die verbesserte Datenlage durch das MaStR und die Übertragungsnetzbetreiber ermöglichen im Vergleich zu bisherigen Studien eine detaillierte Berücksichtigung aktueller Entwicklungen sowie der tatsächlichen Anlagen- und Betreiber:innenstrukturen vor Ort. Insbesondere sind in der vorliegenden Betrachtung eingespeiste Strommengen, unterschiedliche EEG-Vergütungsmodelle sowie die zunehmende Bedeutung von Eigenverbrauch in die Methodik integriert. Es zeigt sich, dass sich der Betrieb von PV-Anlagen grundsätzlich nicht nur aus privatwirtschaftlicher Sicht, sondern auch aus kommunaler Perspektive lohnt.

Aus kommunaler Sicht lassen sich aus den Ergebnissen geeignete Ansätze und Instrumente ableiten, die auf eine Erhöhung der kommunalen Wertschöpfung abzielen. Mögliche Strategien bieten die Unterstützung des PV-Ausbaus und somit die Skalierung, die Förderung eines kommunalen Clusters oder die wirtschaftliche Tätigkeit der Kommune selbst, ggf. über kommunale Eigenbetriebe oder durch die Nutzung kommunaler (Dach-)Flächen.

Das hier entwickelte Basismodell bietet Ansatzpunkte für Erweiterungen in verschiedene Richtungen. Zukünftige Studien könnten an die Methodik anknüpfen und zusätzliche Vermarktungsmodelle, die in Zukunft an Bedeutung gewinnen dürften, integrieren. Dazu zählen beispielsweise Mieterstrommodelle, Contracting-Modelle in Kombination mit Dachflächenverpachtung oder der Einsatz von Stromspeichern zur Erhöhung der Eigenverbrauchsquote. Eine zusätzliche Erweiterungsmöglichkeit im Bereich PV besteht in der Bestimmung der kommunalen Wertschöpfung entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Voraussetzung hierfür ist eine geeignete Datengrundlage, insbesondere was die relevanten Vorleistungssektoren und regionalen Wirtschaftsverflechtungen betrifft.

Zudem lässt sich das Basismodell auf andere Städte, Gemeinden oder Landkreise übertragen. Allerdings spielt die Größe der entsprechenden Kommune insbesondere im Kontext der indirekten und induzierten Effekte eine erkennbare Rolle und muss in den zugrundeliegenden Annahmen Berücksichtigung finden. Bezüglich der Quantifizierung der indirekten Effekte sind die Regionalisierungsquoten der Vorleistungssektoren anzupassen. Die Übertragung der Berechnung der induzierten Effekte erfordert eine Anpassung der marginalen Importquote, da diese in engem Zusammenhang mit der Größe der Kommune steht. Die Anwendung der Methodik auf weitere Regionen und Kommunen ermöglicht einen Vergleich zwischen verschiedenen Raumkontexten. Interessant dürfte beispielsweise die Frage sein, inwieweit sich die kommunale Wertschöpfung im ländlichen Raum durch die potenziell höhere Flächenverfügbarkeit vom urbanen Kontext unterscheidet.

Literaturverzeichnis

50Hertz Transmission GmbH (2020a): 50Hertz Bewegungsdaten 2019. Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, 50Hertz Transmission GmbH (Hrsg.), o. O.

50Hertz Transmission GmbH (2020b): EEG-Anlagenstammdaten 50Hertz Transmission GmbH zur Jahresabrechnung 2019. Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Anlagenstammdaten>, 50Hertz Transmission GmbH (Hrsg.), o. O.

50Hertz Transmission GmbH/Amprion GmbH/TenneT TSO GmbH/TransnetBW GmbH (2021): EEG-Vergütungskategorientabelle. Mit allen Kategorien bis Inbetriebnahmejahr 2021, in: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Verguetungs-und-Umlagekategorien>, zuletzt abgerufen am 03.05.2021.

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2018): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, Ausgabe 2018, Hannover.

Anondi GmbH (o. J.a): Photovoltaik Betriebskosten. Betriebskosten von Photovoltaikanlagen, in: <https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-wirtschaftlichkeit/photovoltaik-betriebskosten>, zuletzt abgerufen am 12.11.2020.

Anondi GmbH (o. J.b): Photovoltaik Wartung Kosten. Photovoltaik: Was darf die Wartung einer PV-Anlage kosten?, in: <https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-wartung/photovoltaik-wartung-kosten>, zuletzt abgerufen am 13.11.2020.

Assenmacher, Marianne/Leßmann, Grit/Wehrt, Klaus (2004): Regionale Entwicklungsimpulse von Hochschulen. Einkommens-, Beschäftigungs- und Kapazitätseffekte der Hochschulen Anhalt und Harz (FH), Hochschule Harz, Hochschule für angewandte Wissenschaften (FH) (Hrsg.), Harzer Hochschultexte Nr. 7, Wernigerode.

Bayerisches Landesamt für Steuern (2019): Hilfe zu Photovoltaikanlagen, Bayerisches Landesamt für Steuern (Hrsg.), Nürnberg.

BMVBS (2011): Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Wertschöpfung auf regionaler Ebene, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.), BMVBS-Online-Publikation Nr. 18/2011.

BMVBS (2013): Regionalwirtschaftliche Effekte der erneuerbaren Energien II. Einfluss der Regionalplanung und Raumordnung auf regionale Wertschöpfung, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.).

Breitschopf, Barbara/Bürer, Simon/Lürich, Lucas (2014): Verteilungswirkungen der Marktförderung des EEG in den Bereichen Photovoltaik und Windenergie (onshore), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Bundesministerium der Finanzen (1995): AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter AfA-Tabelle, in: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebsprüfung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html, zuletzt abgerufen am 19.04.2021.

Bundesministerium der Finanzen (2019): Datensammlung zur Steuerpolitik, Bundesministerium der Finanzen (Hrsg.), Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.a): Mieterstrombericht nach § 99 Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017, o. O.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.b): Was ist eigentlich "Direktvermarktung"?, in: <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2017/16/Meldung/direkt-erklärt.html>, zuletzt abgerufen am 03.05.2021.

Bundesnetzagentur (o. J.a): Daten für den Strombereich, Bundesnetzagentur (Hrsg.), Bonn.

Bundesnetzagentur (o. J.c): EEG-Umlage 2019, in: <https://www.netztransparenz.de/EEG/EEG-Umlagen-Übersicht/EEG-Umlage-2019>, zuletzt abgerufen am 14.04.2021.

Bundesnetzagentur (o. J.b): Marktstammdatenregister, in: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschundMonitoring/Marktstammdatenregister/MaStR, zuletzt abgerufen am 15.04.2021.

Bundesnetzagentur (o. J.a): Moderne Messeinrichtungen / Intelligente Messsysteme, in: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/Metering/SmartMeter>, zuletzt abgerufen am 19.04.2021.

Bundesnetzagentur (o. J.b): Vermiedene Netzentgelte, in: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Bechlusskammern/BK08/BK8_06_Netzentgelte/67_vermNetzentG/BK8_vermNetzentg.html;jsessionid=47E2B64B3D44FB92C48D494C56B4BAC7, zuletzt abgerufen am 04.05.2021.

Bundesnetzagentur (2019): Daten und Fakten zum Marktstammdatenregister, Bonn.

Bundesnetzagentur (2021): Beendete Ausschreibungen, in: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2020): Monitoringbericht 2019. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (Hrsg.), Bonn.

Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2021): Monitoringbericht 2020. Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB, Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (Hrsg.), Bonn.

Clearingstelle EEG | KWKG (2012): PV-Eigenverbrauch: Welche Regelungen gelten für welche Anlagen? Häufige Rechtsfrage Nr. 91, in: <https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/haeufige-rechtsfrage/91>, zuletzt abgerufen am 02.11.2021.

DeinFachmann (o. J.): Laufende Kosten bei Photovoltaikanlagen, in: <https://www.rechnerphotovoltaik.de/photovoltaik/kosten-finanzierung/laufende-kosten>, zuletzt abgerufen am 12.11.2020.

Deutsche Bundesbank (2018): Verzeichnis der Kreditinstitute und ihrer Verbände sowie der Treuhänder für Kreditinstitute in der Bundesrepublik Deutschland. Bankgeschäftliche Informationen 2, Frankfurt am Main.

Deutsche Bundesbank (2020a): Effektivzinssätze Banken DE / Neugeschäft / Konsumentenkredite an private Haushalte, anfängliche Zinsbindung über 5 Jahre. Zeitreihenschlüssel: BBK01.SUD115.

Deutsche Bundesbank (2020b): Effektivzinssätze Banken DE / Neugeschäft / Kredite an nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften, insgesamt. Zeitreihenschlüssel: BBK01.SUD939A.

Deutscher Wetterdienst (2019): Globalstrahlung in Deutschland. Abweichung der Jahressumme 2019 zum langjährigen Mittel, in: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_ab.html?nn=16102, zuletzt abgerufen am 15.01.2021.

Deutscher Wetterdienst (2020): Globalstrahlung in Deutschland. Abweichung der Jahressumme 2020 zum vieljährigen Mittel 1981-2010, in: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/strahlungskarten_sum.html?nn=16102#buehneTop, zuletzt abgerufen am 29.10.2021.

Einkommensteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3366, 3862), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. März 2021 (BGBl. I S. 330) geändert worden ist.

Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017): Attraktive Geschäftsmodelle mit PV-Anlagen. Eine Studie im Auftrag der Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH in Zusammenarbeit mit BET – Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, Energieagentur Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Kaiserslautern.

Erneuerbare-Energien-Gesetz a. F. vom 01.01.2009 (BGBl. (2008) I S. 2074), das zuletzt durch Artikel 1 G. v. 11.08.2010 (BGBl. I S. 1170) geändert worden ist (EEG 2009).

Erneuerbare-Energien-Gesetz a. F. vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066) (EEG 2014).

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138) geändert worden ist (EEG 2021).

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1719) geändert worden ist (EEG 2017).

Färber, Gisela/Dalezios, Harald/Arndt, Olaf/Steden, Philip (2007): Die Formale und Effektive Inzidenz von Bundesmitteln. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR), o. O.

Fraunhofer ISE/PSE Projects GmbH (17.06.2020): Photovoltaics Report, Freiburg.

Funcke, Simon (2011): Kommunale Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in der Stadt Freiburg, Universität Freiburg, Working Paper Nr. 04, Freiburg.

Gawel, Erik/Purkus, Alexandra (2012): Die Marktprämie im EEG 2012: Ein sinnvoller Beitrag zur Markt- und Systemintegration erneuerbarer Energien?, UFZ Diskussionspapiere Nr. 12/2012.

Gemeindefinanzreformgesetzdurchführungsverordnung vom 10. April 2018 (SächsGVBl. S. 176), die durch die Verordnung vom 27. Januar 2021 (SächsGVBl. S. 245) geändert worden ist.

Gewerbsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4167), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2050) geändert worden ist.

Gewerbsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4167), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3096) geändert worden ist.

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 u. 2 Satz 2 des Gesetzes vom 29. September 2020 (BGBl. I S. 2048) geändert worden ist.

Haller, Axel (1997): Wertschöpfungsrechnung. Ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext, in: Finanzwirtschaftliche Führung von Unternehmen, Stuttgart.

Hirschl, Bernd/Aretz, Astrid/Prahl, Andreas/Böther, Timo/Heinbach, Katharina (2010): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien, in: Schriftenreihe des IÖW, 196, Berlin.

Huld, Thomas/Müller, Richard/Gambardella, Attilio (2012): A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa, in: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR, zuletzt abgerufen am 08.03.2021.

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2020): Kosten der Photovoltaik, in: <https://www.solarbranche.de/wirtschaft/kosten-photovoltaik>, zuletzt abgerufen am 12.11.2020.

Jenniches, Simon/Schneider, Jens (2017): Potenziale und Chancen einer regionalen Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien in der Städtereion Aachen, o. O.

Kelm, Tobias (2015): PowerPoint-Präsentation. Marktanalyse Photovoltaik.

Kelm, Tobias/Schmidt, Maike/Taumann, Michael/Püttner, Andreas/Jachmann, Henning/Capota, Michael (2014): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 im Auftrag der Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Vorhaben IIc Solare Strahlungsenergie, ZSW, Stuttgart.

Klobasa, Marian/Lux, Benjamin/Pfluger, Benjamin/Bonin, Michael von/Gerhardt, Norman/Antoni, Johannes/Nill, Dennis/Schäfer-Stradowsky, Simon (2019): Monitoring der Direktvermarktung, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE); Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.), Quartalsbericht Nr. 06/2019.

Klobasa, Marian/Lux, Benjamin/Pfluger, Benjamin/Bonin, Michael von/Gerhardt, Norman/Lerm, Verena/Nill, Dennis/Schäfer-Stradowsky, Simon (2018): Monitoring der Direktvermarktung, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE); Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.), Quartalsbericht Nr. 06/2018.

Korn, Thorsten/van der Beek, Gregor (2018): Kommunale Wirtschaftsförderung, in: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, Ausgabe 2018, Hannover.

Körperschaftsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4144), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3096) geändert worden ist.

Kosfeld, Reinhold/Gückelhorn, Franziska (2012): Ökonomische Effekte erneuerbarer Energien auf regionaler Ebene, in: Raumforschung und Raumordnung, 70 (2012) Heft 5, S. 437–449.

Kost, Christoph/Schlegl, Thomas (2010): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Fraunhofer ISE.

Kost, Christoph/Shammugam, Shivenes/Jülch, Verena/Nguyen, Huyen-Tran/Schlegl, Thomas (2018): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Fraunhofer ISE, Freiburg.

Kraft, Cornelia/Kraft, Gerhard (2018): Grundlagen der Unternehmensbesteuerung, Wiesbaden.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2020): Konditionenübersicht für Endkreditnehmer. In den Förderprogrammen der KfW Bankengruppe (Stand: 30.09.2020), Frankfurt.

Lenk, Thomas/Hesse, Mario/Starke, Tim (2019): Gemeindefinanzbericht Sachsen 2018/19, Universität Leipzig, Institut für Öffentliche Finanzen und Public Management, Sachsenlandkurier Nr. 06/19.

Lenk, Thomas/Starke, Tim/Hesse, Mario (2019): Kommunalen Finanzausgleich - vertikale und horizontale Verteilung, Strukturprinzipien und Wirkungen Haushalts- und Finanzwirtschaft der Kommunen in der Bundesrepublik Deutschland., in: Schweisfurth, Tilmann/Wallmann, Walter (Hrsg.): Haushalts- und Finanzwirtschaft der Kommunen in der Bundesrepublik Deutschland, in: Schriften zur öffentlichen Verwaltung und öffentlichen Wirtschaft, Band 242, Berlin, S. 325–358.

Marsson, G./Kaizuka, I. (2019): Trends in Photovoltaic Applications 2019, Photovoltaic Power Systems Technology Collaboration Programme, International Energy Agency (Hrsg.), Report IEA PVPS Nr. T1-36.

Matthes, Jürgen/Schaefer, Thilo (2021): Exportperformance von Gütern zur Herstellung erneuerbarer Energien enttäuscht, IW-Kurzbericht Nr. 53/2021.

Meyer, Olaf (2020): Photovoltaik Versicherung - Vergleichsrechner, in: <https://www.photovoltaiik-versicherung-vergleichen.de/photovoltaikversicherungen-vergleichen-vergleichsrechner.html>, zuletzt abgerufen am 12.11.2020.

Netz Leipzig GmbH (2020): Preisblatt. Entgelte für den grundzuständigen Messstellenbetrieb von modernen Messeinrichtungen und intelligenten Messsystemen gemäß Messtellenbetriebsgesetz, o. O.

Netztransparenz (o. J.): EEG-Umlage 2020, in: <https://www.netztransparenz.de/EEG/EEG-Umlagen-Übersicht/EEG-Umlage-2020>, zuletzt abgerufen am 03.06.2021.

Netztransparenz (2021): Marktwertübersicht. Tatsächlicher Jahresmittelwert des Marktwerts für Strom aus solarer Strahlungsenergie (MWSolar(a)) gemäß § 33 EEG 2012, in: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Marktwerte>, zuletzt abgerufen am 22.10.2021.

Quaschnig, Volker (2020): Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende, 5. Auflage, München.

Radtke, Jörg/Canzler, Weert (2019): Energiewende. Eine sozialwissenschaftliche Einführung, Wiesbaden.

Scheller, Fabian/Doser, Isabel/Sloot, Daniel/McKenna, Russell/Bruckner, Thomas (2020): Exploring the Role of Stakeholder Dynamics in Residential Photovoltaic Adoption Decisions: A Synthesis of the Literature, in: *Energies*, 13 (2020) Heft 23, S. 6283.

Schemm/Stadler/Partner (2020): Unsere Leistungen rund um Photovoltaik, in: <https://steuerberater1.de/unsere-leistungen/photovoltaik/>, zuletzt abgerufen am 12.11.2020.

Schröder, Michael (o. J.a): Einkommensteuer Grundtabelle 2019, Berlin.

Schröder, Michael (o.J.b): Einkommensteuer Splittingtabelle 2019, Berlin.

Schweisfurth, Tilmann/Wallmann, Walter (Hrsg.) (2019): Haushalts- und Finanzwirtschaft der Kommunen in der Bundesrepublik Deutschland, in: Schriften zur öffentlichen Verwaltung und öffentlichen Wirtschaft, Band 242, Berlin.

SOLARWATT GmbH (o. J.): Steuertipps für privat betriebene Solaranlagen, in: <https://www.solarwatt.de/photovoltaikanlage/photovoltaikanlage-kaufen/steuern>, zuletzt abgerufen am 25.02.2021.

Solidaritätszuschlagsgesetz 1995 in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4130), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 1. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2616) geändert worden ist.

Spehl, Harald/Sauerborn, Klaus/Sauer, Martin/Benson, Lutz/Feser, Hans-Dieter/Malottki, Christian von/Schultze, Peter M./Flohr, Martin (2005): Regionalwirtschaftliche Wirkungen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz. Wertschöpfungs-, Einkommens- und Beschäftigungseffekte durch Bau und Betrieb der Einrichtungen. Langfassung, Trier.

Staiß, F./Leprich, U./Horst, J./Schmidt, M./Musiol, F./Jahraus, B./Wülbeck, H.-F./Rehfeld, K./Bußmann, W./Allnoch, N./Schlusemann, R./Kleinmanns, B.: Fishedick, M./Merten, F./Günnewig, D./Wachter, T. (2007): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2007 gemäß §20 EEG. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Statistisches Bundesamt (2010): Input-Output-Rechnung im Überblick, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2019a): Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, 2017. Fachserie 4 Reihe 4.3, Statistisches Bundesamt (Hrsg.).

Statistisches Bundesamt (2019b): Statistisches Jahrbuch 2019. 27 Weitere Dienstleistungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), o. O.

Statistisches Bundesamt (2019c): Statistisches Jahrbuch 2019. 9 Finanzen und Steuern, Statistisches Bundesamt (Hrsg.).

Statistisches Bundesamt (2019d): Wirtschaftsrechnungen. Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wohnverhältnisse privater Haushalte, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), o. O.

Statistisches Bundesamt (2020a): Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich - Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen. Fachserie 9 Reihe 4.4, 2018, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), o. O.

Statistisches Bundesamt (2020b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Wichtige Zusammenhänge im Überblick 2019, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), o. O.

Statistisches Bundesamt (2020c): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktsberechnung Lange Reihe ab 1970. Fachserie 18 Reihe 1.5, 2019, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), o. O.

Statistisches Bundesamt (2021): Finanzen und Steuern. Realsteuervergleich - Realsteuern, kommunale Einkommen- und Umsatzsteuerbeteiligungen 2019. Fachserie 14 Reihe 10.1, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2019): Konsum im Freistaat Sachsen von 2009 bis 2018, Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.), o. O.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2020): Statistische Jahreszahlen des Freistaates Sachsen 2020. Kapitel 21 "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen", Kamenz.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021a): Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung im Freistaat Sachsen nach Kreisfreien Städten und Landkreisen 2010 bis 2019. P | 1 - j/19, P | 4 - j/18, Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.), Kamenz.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021b): Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte im Freistaat Sachsen nach Kreisfreien Städten und Landkreisen 2009 bis 2018. P | 6 - j/18, Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.), Kamenz.

Stromnetzentgeltverordnung vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2225), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist.

Umsatzsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Februar 2005 (BGBl. I S. 386), das zuletzt durch Artikel 15 Absatz 28 des Gesetzes vom 4. Mai 2021 (BGBl. I S. 882) geändert worden ist.

Wesselak, Viktor/Schabbach, Thomas/Link, Thomas/Fischer, Joachim (2017): Handbuch Regenerative Energietechnik, 3. Auflage, Berlin, u. a.

Wilkens, Ines/Schnitzlbaumer, Marinus/Wetzel, Heike (2020): Regionale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Nordhessen, Universität Kassel, Kassel.

Wirth, Harry (2020): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, Freiburg.