



Working Paper 04 - 2011

**Kommunale Wertschöpfung durch
Solarstromsysteme in der
Stadt Freiburg**

Simon Funcke

Published by:

**Centre for Renewable Energy
Zentrum für Erneuerbare Energien**

University of Freiburg
Tennenbacher Str. 4
79106 Freiburg
Germany

Tel.: +49 (0) 761-203-3689
Fax: +49 (0) 761-203-3690
E-Mail: zee@zee.uni-freiburg.de
Web: www.zee.uni-freiburg.de

ISSN online: 2191-0685
ISSN print: 2191-0677

In 2010, the Centre for Renewable Energy initiated its work on a series of working papers. The primary objective of these papers is to stimulate discussion in the field of sustainable energy in Europe as well as on a global scale. An accurate citation of the findings, interpretations and opinions included in these papers must be ensured. They reflect the work of their authors and do not reflect the opinions of the Centre for Renewable Energy or the University of Freiburg. We welcome feedback from readers and request that they convey their comments and criticisms directly to the authors.

Author:
Simon Funcke

Centre for Renewable Energies (ZEE)
Tennenbacher Straße 4
79106 Freiburg
simon.funcke@zee.uni-freiburg.de

Simon Funcke holds a Master of Sciences in Renewable Energy Management from the University of Freiburg and a Bachelor of Sciences in Environmental Sciences from the Leuphana University of Lüneburg. For his master thesis, which serves as a basis for this Working Paper, he analysed the municipal added value generated by solar power systems in the city of Freiburg. Currently he is pursuing his PhD in the field of renewable energies at the University of Freiburg. His research interests are the implications of integrating small-scale renewable energy systems into the energy markets and added value effects of the increasing deployment of renewable energies on the regional and municipal level.

Das vorliegende Working Paper basiert auf einer Masterarbeit, die im Studiengang M.Sc. Renewable Energy Management am Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE) an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Zeitraum von August 2010 bis Februar 2011 angefertigt wurde. Für das Working Paper wurde die Masterarbeit überarbeitet und gekürzt.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit schließt im vorliegenden Working Paper die männliche Form die weibliche Form mit ein.

Zusammenfassung

Politische Ziele und wirtschaftliche Förderung haben in den letzten Jahren zu einem starken Anstieg von regenerativen Energien (RE) im deutschen Strommix geführt. Dies hat eine ökologische Komponente, insbesondere Emissionsverminderungen, aber verstärkt auch Einfluss auf ökonomische und soziale Aspekte. Eine Transformation des konventionellen Energiesystems hin zu verstärktem Einsatz von RE hat in Deutschland bisher eine stärkere Dezentralisierung zur Folge, da vergleichsweise kleinere Anlagen installiert werden, die regionale Potentiale ausnutzen. Dies hat Auswirkungen auf die kommunale Sozioökonomie. Als wichtigster Aspekt wird dabei von lokalen Akteuren oft die kommunale Wertschöpfung angeführt.

Im Rahmen des Working Papers wurde die Frage nach kommunaler Wertschöpfung beispielhaft für die Solarstrombranche im Jahr 2009 in der Stadt Freiburg beantwortet. Dabei geht es einerseits darum fallstudienartig eine konkrete Summe zu ermitteln und andererseits um eine grundlegende Methodenentwicklung, die für weitere, vergleichbare Studien angewendet werden kann.

Als kommunale Wertschöpfung wurden sowohl direkte als auch induzierte Effekte untersucht, die von den relevanten Einrichtungen und Unternehmen im Untersuchungsraum ausgelöst werden. Die direkten Effekte beinhalten die Aspekte Nettounternehmensgewinne, Nettobeschäftigungseffekte sowie die kommunalen Anteile an der Gewerbesteuer, der Einkommensteuer und den Investitionsausgaben. Die induzierten Effekte werden über die keynesianischen Multiplikatoranalyse berechnet. Der Multiplikator wird in dieser Arbeit mit 1,2 angenommen, die direkten Effekte erhöhen sich also durch Wiederverausgabung um 20 Prozent.

Für die Fallstudie sollte möglichst die vollständige Wertschöpfungskette erfasst werden. Ein Schwerpunkt des Working Papers liegt dabei auf der Erarbeitung einer Berechnungsmethode, die es erlaubt Effekte über die Beschäftigtenzahlen zu berücksichtigen. Diese wurde mit einer vorhandenen Methode, die eine Berechnung über die Einheit Euro pro installiertem Kilowatt peak Leistung ermöglicht, kombiniert. Somit konnten alle Schritte der Kette von Forschung und Entwicklung über Produktion, Großhandel, Finanzierung, Planung, Versicherung, Dienstleistungen und Erzeugung bis hin zum Rückbau erfasst werden.

Die berechnete kommunale Wertschöpfung durch Solarstromsysteme lag in Freiburg im Jahr 2009 bei 31,4 Mio. Euro durch direkte und 6,3 Mio. Euro durch induzierte Effekte. Diese kommunale Gesamtwertschöpfung von 37,7 Mio. Euro lässt sich in knapp 1.500 Arbeitsplätze innerhalb Freiburgs umrechnen. Aufgrund einiger vorsichtig getroffener Annahmen sind diese Angaben als ein Mindestwert anzusehen.

English abstract

Municipal added value through solar power systems in the city of Freiburg

The transformation of the conventional energy system towards renewable energies has entailed a stronger decentralisation of energy generation in Germany, as the production units are smaller and are drawing on regional potentials. This can result in positive socio-economic effects in regions where the potential is exploited. The present paper's focus lies on evaluating existing and developing new methods which can be used to determine local added value through renewable energy systems. The methods were required to cover direct as well as induced municipal added value effects and to include all steps of the examined value chain. A combination of methods was tested in a case study for the solar power system value chain in the city of Freiburg (ca. 220,000 inhabitants). The added value through this sector in the year 2009 was calculated at 31.4 million euros through direct and 6.3 million euros through induced effects. This total municipal added value of 37.7 million euros can be converted into roughly 1,500 jobs within the city boundaries. Based on some cautious assumptions, these numbers should be considered as minimum values.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Ziel und Fragestellung.....	2
2	Theoretische Grundlagen.....	4
2.1	Wertschöpfung und Wertschöpfungskette	4
2.2	Kommunale Wertschöpfung	5
2.3	Wertschöpfungskette von Solarstromsystemen.....	9
3	Forschungsdesign und Methoden	12
3.1	Forschungsdesign und Systemgrenzen.....	12
3.2	Methoden der Datenberechnung.....	14
3.2.1	Direkte Wertschöpfungseffekte.....	14
3.2.2	Induzierte Wertschöpfungseffekte	20
3.3	Methoden der Datenerhebung und -auswertung	20
4	Ergebnisse	22
4.1	Evaluation der Wertschöpfungskette	22
4.2	Direkte Wertschöpfung durch die Solarstrombranche.....	25
4.3	Induzierte Wertschöpfung durch die Solarstrombranche	33
4.4	Exkurs: Kommunale Arbeitsplätze durch die Solarstrombranche.....	34
5	Literaturverzeichnis	36
6	Anhang.....	39
6.1	Tabellen zu Wertschöpfungseffekten PV-Großanlagen.....	39
6.2	Interviewleitfäden	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Regenerativ erzeugter Strom in Deutschland im Jahr 2009 aufgeteilt nach Technologien.....	1
Tabelle 3.1: Kommunale Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik-Kleinanlagen	16
Tabelle 3.2: Zubau und Bestand von PV-Anlagen im Jahr 2009.....	16
Tabelle 3.3: Angaben zur Photovoltaik in Freiburg	17
Tabelle 3.4: Investitionen und Bruttoverdienst pro Beschäftigtem.....	18
Tabelle 4.1: Aggregierte Kenndaten im Solarstrombereich des Fraunhofer ISE und der Albert-Ludwigs-Universität.....	26
Tabelle 4.2: Berechnungsschritte Nettoeinkommen durch F&E	26
Tabelle 4.3: Investitionsausgaben im F&E-Bereich.....	27
Tabelle 4.4: Kommunale Wertschöpfung durch F&E	27
Tabelle 4.5: Kommunale Wertschöpfung durch Modulfertigung.....	28
Tabelle 4.6: Kommunale Wertschöpfung durch Großhandel.....	28
Tabelle 4.7: Kommunale Wertschöpfung durch Finanzierung.....	29
Tabelle 4.8: Kommunale Wertschöpfung durch Planung und Projektierung.....	30
Tabelle 4.9: Kommunale Wertschöpfung durch Installation und Montage.....	31
Tabelle 4.10: Kommunale Wertschöpfung durch Erzeugung und Betrieb	32
Tabelle 4.11: Kommunale Wertschöpfung durch Dienstleistungen	33
Tabelle 4.12: Direkte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in Freiburg.....	33
Tabelle 4.13: Induzierte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in Freiburg	34
Tabelle 4.14: Kommunale Arbeitsplätze durch die Solarstrombranche in Freiburg	35
Tabelle 6.1: Kommunale Wertschöpfungseffekte von PV-Großanlagen (Dach).....	39
Tabelle 6.2: Kommunale Wertschöpfungseffekte von PV-Großanlagen (Freiland)	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Definition der Wertschöpfung.....	4
Abbildung 2.2: Schematische Wertschöpfungskette einer regionalen Energiewirtschaft.....	5
Abbildung 2.3: Die Wertschöpfungskette innerhalb des Untersuchungsraums	6
Abbildung 2.4: Zentrale Bestandteile kommunaler Wertschöpfung	8
Abbildung 2.5: Die Solarstrom-Wertschöpfungskette.....	10
Abbildung 3.1: Forschungsschritte und Aktivitäten im Rahmen des Working Papers.....	13
Abbildung 3.2: Kommunale Effekte von Forschungseinrichtungen und Universitäten.....	19

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
AEE	Agentur für Erneuerbare Energien
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
bzw.	beziehungsweise
deENet	Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien e.V. (Kassel)
€/kWp	Euro pro Kilowatt peak
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EU	Europäische Union
ca.	circa
F&E	Forschung und Entwicklung
FR	Freiburg im Breisgau
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (Berlin)
ISE	Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme
km²	Quadratkilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt peak (Spitzenleistung)
Mio.	Million
MW	Megawatt
PV	Photovoltaik
RE	Regenerative Energien
VZÄ	Vollzeitäquivalent
ZEE	Zentrum für Erneuerbare Energien (Freiburg)

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der zunehmende Einsatz von Anlagen zur Erzeugung von regenerativen Energien (RE) ist ein elementarer Schritt in Richtung einer nachhaltigen Gesellschaft. Dementsprechend wurden auf verschiedenen politischen Ebenen Ziele formuliert, die u.a. den zukünftigen Ausbau oder auch Nachhaltigkeitsaspekte betreffen. Mit der Richtlinie 2009/28/EG wurde im April 2009 auf europäischer Ebene die Förderung zur Nutzung von Energie aus regenerativen Quellen formuliert und eine 20-prozentige Versorgung durch entsprechende Anlagen in der gesamten EU bis 2020 als Ziel festgeschrieben. In Deutschland ist die Entwicklung im RE-Bereich direkt mit der Einführung des Stromeinspeisegesetzes und des Nachfolgers, des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), verbunden. Im Jahr 2009 wurden somit bereits 16,4 Prozent des Stroms regenerativ erzeugt (vgl. Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1: Regenerativ erzeugter Strom in Deutschland im Jahr 2009 aufgeteilt nach Technologien

	insgesamt	Photovoltaik	Wasser	Wind	Biomasse
RE-Anteil in 2009 [%]	16,4	1,1	3,3	6,7	5,2

(Quelle: BMU 2010)

Mit dem Ausbau des Anteils regenerativer Systeme an der Energieversorgung werden verschiedenartige Ziele verfolgt. Im politischen Diskurs wird zuvorderst der Klima- und Umweltschutz oder die Schonung fossiler Energiereserven (vgl. bspw. §1 EEG 2009) genannt. Mit dem bisherigen Ausbau ging eine stärkere Dezentralisierung des Energiesystems einher, da vergleichsweise kleinere Anlagen installiert werden, die sich auf regionale Potentiale stützen. Dies hat Auswirkungen auf die kommunale Sozioökonomie. Als wichtigster Aspekt wird dabei von lokalen Akteuren oft die kommunale Wertschöpfung angeführt, die positive Einflüsse auf die kommunale Ökonomie habe und die Akzeptanz für neue Anlagen erhöhen könne. In der täglichen politischen Diskussion und Entscheidungsfindung für oder gegen neue Standorte spielen diese Aspekte eine wichtige Rolle (Hoppenbrock & Albrecht 2010). Das Argument regionaler bzw. kommunaler Wertschöpfung wird dementsprechend von Entscheidungsträgern oft genutzt, meistens ohne die Aussagen durch verlässliche Daten unterstützen zu können.

An dieser Stelle setzt das vorliegende Working Paper an. In der wissenschaftlichen Evaluation von RE bezüglich Nachhaltigkeit steht die ökologische Dimension oft im Vordergrund. Weniger oft und weniger umfassend werden sozioökonomische Effekte untersucht. Einzelaspekte, wie beispielsweise die Anzahl von Arbeitsplätzen auf nationaler

Ebene in Deutschland oder die Gesamtinvestitionen in neue Anlagen, wurden erfasst, regionale und lokale Effekte aber außer Acht gelassen.

Im September 2010 wurde erstmalig eine Studie veröffentlicht, die konkrete Daten für die lokale und regionale Wertschöpfung durch RE in Deutschland geliefert hat (Hirschl et al. 2010). Die im Rahmen der Studie entwickelte Methode liefert für das Jahr 2009 entlang der dort vorgestellten Wertschöpfungsketten Ergebnisse auf nationaler Ebene und kann diese, wenn spezifische Informationen über einen konkreten Untersuchungsraum berücksichtigt werden, auch auf kommunaler Ebene erbringen. Bestimmte Aspekte sowohl innerhalb der Wertschöpfungskette als auch der Methode wurden allerdings nicht erfasst. Für das vorliegende Working Paper wurde deshalb im Anschluss an eine Evaluierung der Methode eine Erweiterung um die Aspekte Forschung und Entwicklung (F&E) sowie noch nicht enthaltene Dienstleistungen entwickelt. Ebenfalls erstmalig mit berücksichtigt wurde die induzierte Wertschöpfung entlang der erweiterten Wertschöpfungskette. Als Anwendungsbeispiel wurden fallstudienartig die Stadt Freiburg als Untersuchungsraum und solare Systeme zur Stromerzeugung als Technologie ausgewählt.

1.2 Ziel und Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die durch Solarstromsysteme generierte Wertschöpfung anhand einer Fallstudie für die Stadt Freiburg aufzuzeigen. Dazu werden vorhandene Ansätze von Solarstromwertschöpfungsketten (Hirschl et al. 2010 und Hoppenbrock & Albrecht 2010) aufgegriffen, evaluiert und ergänzt.

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Integration der Aspekte weitere Dienstleistungen sowie Forschung und Entwicklung (F&E) und induzierten Wertschöpfungseffekten. Die Forschungsfragen sind daher die folgenden:

1. Die Evaluation und die Vervollständigung der Wertschöpfungskette betreffend:
 - a. Deckt die verwendete Wertschöpfungskette alle Stufen ausreichend ab?
Werden Stufen ausgelassen?
2. Die direkten Wertschöpfungseffekte betreffend:
 - a. Wie hoch ist die direkte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in der Stadt Freiburg im Jahr 2009?

- b. Welche Anteile an der direkten Wertschöpfung werden durch weitere Dienstleistungen sowie F&E und generiert?
- 3. Die induzierten Wertschöpfungseffekte betreffend:
 - a. Wie hoch sind die induzierten Wertschöpfungseffekte durch Solarstromsysteme in der Stadt Freiburg im Jahr 2009?
 - b. Welche Anteile an der induzierten Wertschöpfung werden durch weitere Dienstleistungen sowie F&E und generiert?

Zielgruppe dieser Arbeit sind in erster Linie politische Entscheidungsträger und zivilgesellschaftliche Akteure aus dem Feld der RE in Freiburg. Andererseits können die Erkenntnisse auch für die gleichen Akteure anderer Städte von Interesse sein, da die Ergebnisse teilweise übertragbar auf andere Städte und auf andere RE-Technologien sind. Zusätzlich soll durch die Erweiterung der Wertschöpfungskette und die Aufbereitung bzw. Anpassung bestehender Methoden zur Berechnung der Wertschöpfung aus anderen Wirtschaftsbranchen ein Impuls für die wissenschaftliche Untersuchung von kommunaler Wertschöpfung im RE-Bereich gegeben werden.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Wertschöpfung und Wertschöpfungskette

Der Begriff Wertschöpfung wird in ökonomischem Kontext verwendet. Die betriebswirtschaftliche Perspektive beschreibt, basierend auf dem Prinzip der Arbeitsteilung, den zusätzlich geschaffenen Wert eines Produkts, nachdem es verändert oder angepasst und an die nächste Stufe der Kette weitergegeben wurde (Haller 1997). Abbildung 2.1 zeigt dafür eine Definition der Wertschöpfung. Während auf der Entstehungsseite die Gesamtleistung des Unternehmens angezeigt wird, werden auf der Verteilungsseite sowohl die Lieferanten von Gütern und Leistungen als auch die Profiteure der erzeugten Wertschöpfung aufgelistet. Dazu gehören Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die Arbeitslöhne erhalten, die öffentliche Hand, die direkt durch Steuern und Abgaben partizipiert und die Eigen- und Fremdkapitalgeber, die eine Verzinsung ihres Kapitals erhalten. Als ‚unverteilte Wertschöpfung‘ führt Haller (1997) den Anteil des Einkommens auf, der nicht direkt den gerade genannten Profiteuren der Wertschöpfung zufließt, sondern für die Selbstfinanzierung des Unternehmens zur Verfügung steht und somit wieder allen Profiteuren zugute kommt.

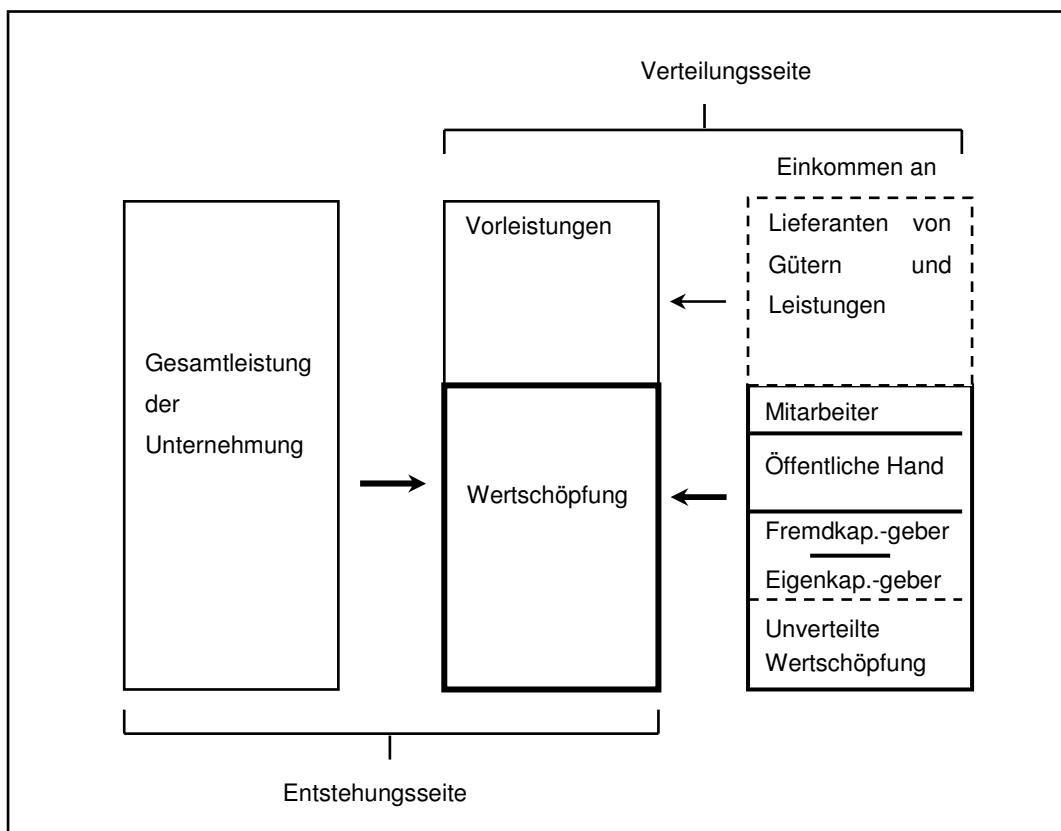


Abbildung 2.1: Definition der Wertschöpfung

(Quelle: Haller 1997)

In Abbildung 2.2 zeigen Hoppenbrock und Albrecht (2010) schematisch eine allgemeine RE-Wertschöpfungskette auf. Diese zeigt die wichtigsten Stufen der Kette auf denen Wertschöpfung generiert wird. Der gesamte Prozess eines Produkts wird von der Entstehung mit allen Zwischenschritten bis hin zur Verwertung erfasst. Im Rahmen einer Analyse lässt sich die Wertschöpfung auf den einzelnen Stufen berechnen.

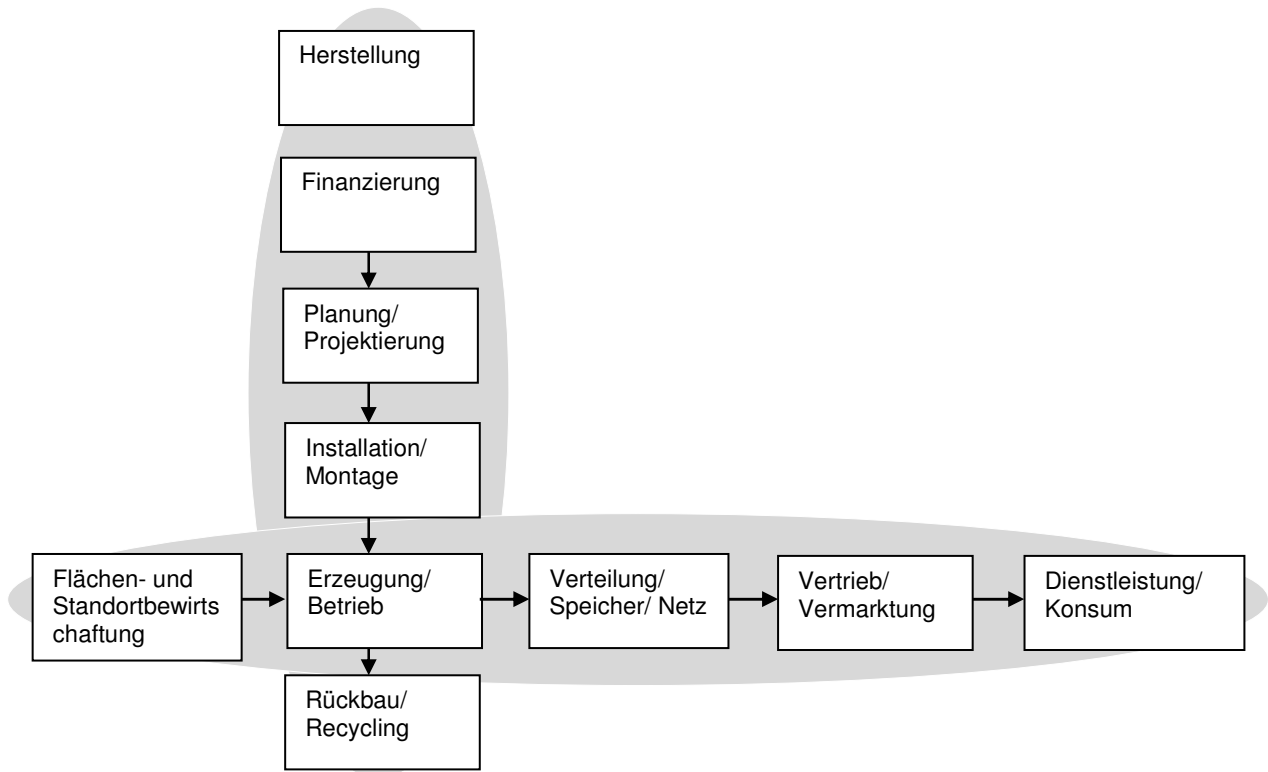


Abbildung 2.2: Schematische Wertschöpfungskette einer regionalen Energiewirtschaft

(Quelle: Hoppenbrock & Albrecht 2010)

2.2 Kommunale Wertschöpfung

In der Literatur findet sich oft der Begriff der regionalen Wertschöpfung. Im Rahmen dieses Working Papers wird stattdessen von kommunaler Wertschöpfung gesprochen, da Untersuchungsraum einzig die Stadt Freiburg und nicht die ganze Region ist. Als relevante Literatur können allerdings sowohl Studien zur regionalen als auch zur kommunalen Wertschöpfung herangezogen werden, da einzig die räumlichen Systemgrenzen anders gezogen werden, methodisch ansonsten allerdings keine Unterschiede bestehen. Auch wenn einzelne zitierte Studien die Wertschöpfung in einer Region untersuchen, wird im Folgenden einzig der Begriff der kommunalen Wertschöpfung verwendet.

Die Berechnung kommunaler Wertschöpfungseffekte findet in den verschiedensten Kontexten statt, wobei in der Regel zeitlich begrenzte Effekte durch einmalige Ereignisse sowie neu zu errichtende oder bereits bestehende Einrichtungen untersucht werden. Projektbezogen kann beispielhaft eine Studie zu wirtschaftlichen Effekten der Fußball-WM 2006 in Deutschland genannt werden, die auch Effekte für die einzelnen Stadionstandorte untersucht hat (Kurscheidt 2004). Die mit der Neuerrichtung und dem Betrieb von Kohlekraftwerken in Nordrhein-Westfalen (Buttermann & Freund 2009) und dem Betrieb des Flughafen Frankfurt Hahn (Heuer et al. 2005) erzeugten Wertschöpfungseffekte sind Beispiele für Einrichtungen.

In der vorliegenden Arbeit wird der Untersuchungsrahmen weiter gefasst. Es werden nicht nur einzelne Einrichtungen oder Projekte berücksichtigt, sondern Effekte entlang der kompletten Wertschöpfungskette für Solarstromsysteme in Freiburg. Wie verschiedene ähnlich gelagerte Arbeiten (z.B. Hirschl et al. 2010 und Hoppenbrock & Albrecht 2010) zeigen, wird dabei ein Schwerpunkt auf die Aspekte Erzeuger, Verarbeiter, Händler, Konsument oder spezielle Abschnitte dieser Kette gelegt. Abbildung 2.3 gibt einen guten Überblick über diese Punkte und zeigt auf, dass sich die Gesamtwertschöpfung einerseits aus Aktivitäten innerhalb, aber auch Vorleistungen von außerhalb zusammensetzt. Aktivitäten auf bestimmten Wertschöpfungsstufen außerhalb der Kommune werden anerkannt, aber hier nicht in die Berechnung mit einbezogen.

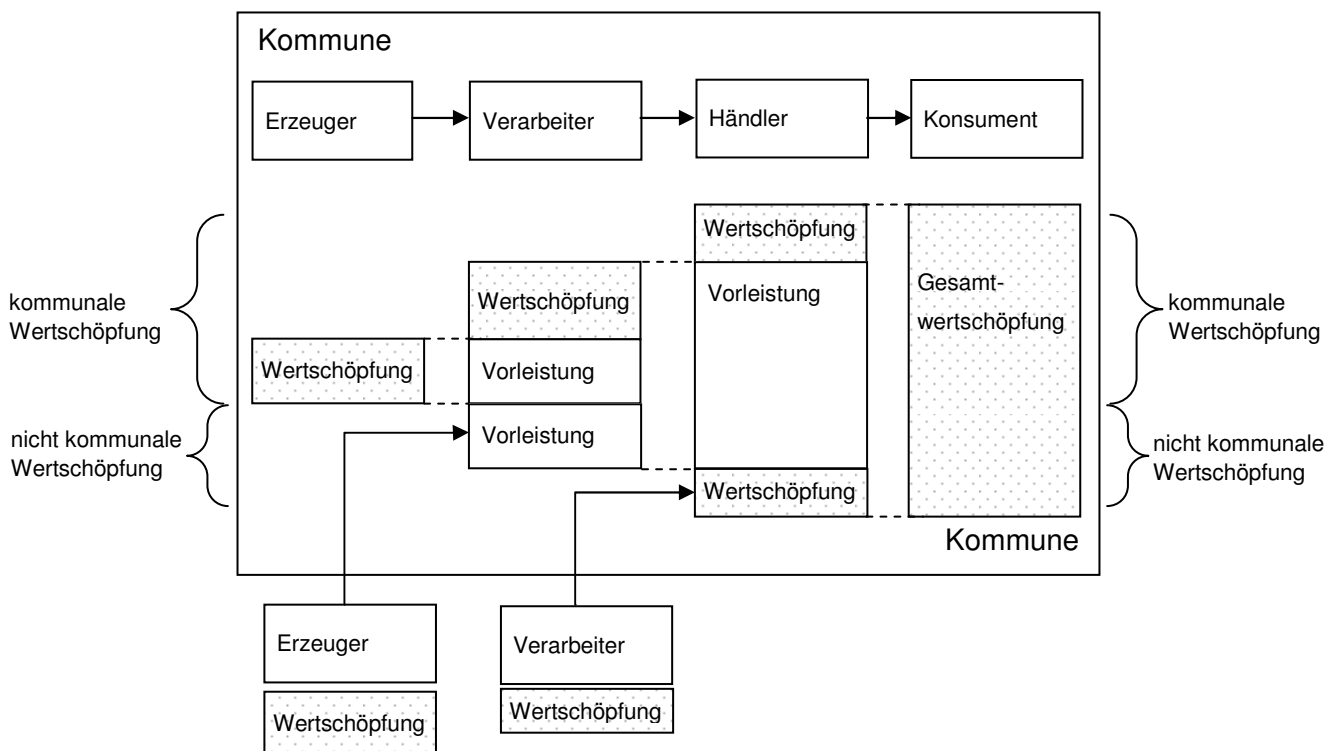


Abbildung 2.3: Die Wertschöpfungskette innerhalb des Untersuchungsraums

(Quelle: abgeändert nach nova-Institut o.J.)

Nicht berücksichtigt wird in dieser produktions- und konsumlastigen Abgrenzung der Aspekt Forschung und Entwicklung (F&E). In der Clusterforschung hingegen ist der Aspekt F&E bzw. Forschungseinrichtungen als essentieller Teilbereich eines regionalen Wirtschaftsklusters anerkannt und wird entsprechend gewürdigt (Kiese 2008). Kiese zeigt verschiedene Definitionen von Cluster auf, wobei die folgende, die am häufigsten verwendete ist und „Cluster als geographische Konzentration miteinander verbundener Unternehmen, spezialisierter Zulieferer und Dienstleister, Unternehmen in verwandten Branchen und weitere Organisationen wie z.B. Universitäten, Standardagenturen, Industrieverbände in einem bestimmten Bereich (Branche, Technologiefeld), die miteinander im Wettbewerb stehen und gleichzeitig kooperieren“ (ebd.) definiert. Trotz einer hohen Konzentration von Unternehmen und einigen weiteren Einrichtungen auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen im Solarstrombereich in Freiburg und trotz des auch im Standortmarketing genutzten „Green City Clusters Freiburg“ kann gemäß dieser Definition in Freiburg nicht von einem Cluster gesprochen werden, da die Konkurrenz nur auf einigen Stufen vorhanden ist. Im Solarstrombereich werden die genannten Kriterien eher im Solarvalley Mitteldeutschland, das eine hohe Konzentration von Produktions- und Forschungseinrichtungen sowie Universitäten aufweist, erfüllt (Solarvalley Mitteldeutschland 2011).

Für die Untersuchung der Wertschöpfungseffekte in Freiburg werden in Anlehnung an die Clusterforschung der F&E-Bereich mit aufgenommen, da dieser auch bei Nichterfüllung der Clusterkriterien eine herausragende Stellung einnehmen kann. Einerseits bewirken die Einrichtungen selbst bereits relevante Einkommens- und Beschäftigungseffekte und andererseits können starke Impulse auf die anderen Wertschöpfungsstufen ausgelöst werden. Die Berechnung der kommunalen Wertschöpfung im Forschungsbereich (Universitäten und Forschungsinstitute) hat bereits eine lange Tradition. Vorhandene Studien dienen daher als Grundlage für die Berechnungen in dieser Arbeit (siehe Methodik im Abschnitt 3.2.1).

Auch der Bereich Dienstleistungen wird in den bereits genannten RE-Wertschöpfungsstudien nicht ausreichend abgebildet, soll hier aber mit untersucht werden. Dieser ist insbesondere deshalb nicht zu vernachlässigen, da er, anders als eventuell die Produktion, voraussichtlich auch in den kommenden Jahrzehnten in Deutschland verbleibt.

Im Gegensatz zur rein betriebswirtschaftlichen Perspektive werden bei der Berechnung der kommunalen Wertschöpfung Abgaben und Steuern sowie Gehaltszahlungen anders beurteilt. Während auf der Unternehmensebene diese Aspekte als Kosten angesehen werden, die das Unternehmen belasten, stellen sie aus kommunaler Perspektive einen positiven Beitrag für den Untersuchungsraum dar. Für die Berechnung der kommunalen Wertschöpfung in der vorliegenden Arbeit wird mit einer Ergänzung auf die von Hirschl et al.

(2010) aufgezeigten Aspekte zurückgegriffen. Die Wertschöpfung setzt sich dabei zusammen aus kommunal erzielten Unternehmensgewinnen, verdienten Nettoeinkommen, gezahlten Steuern, also dem Kommunalanteil von Einkommens- und Gewerbesteuern sowie, ergänzend, dem Kommunalanteil der Investitionsausgaben von Unternehmen (vgl. Abbildung 2.4).

Um die Gesamtwertschöpfung durch diese auch direkte Effekte genannten Aspekte zu bestimmen, werden alle Stufen entlang der Wertschöpfungskette aufsummiert (für die verwendete Methodik siehe Kapitel 3.2.1).

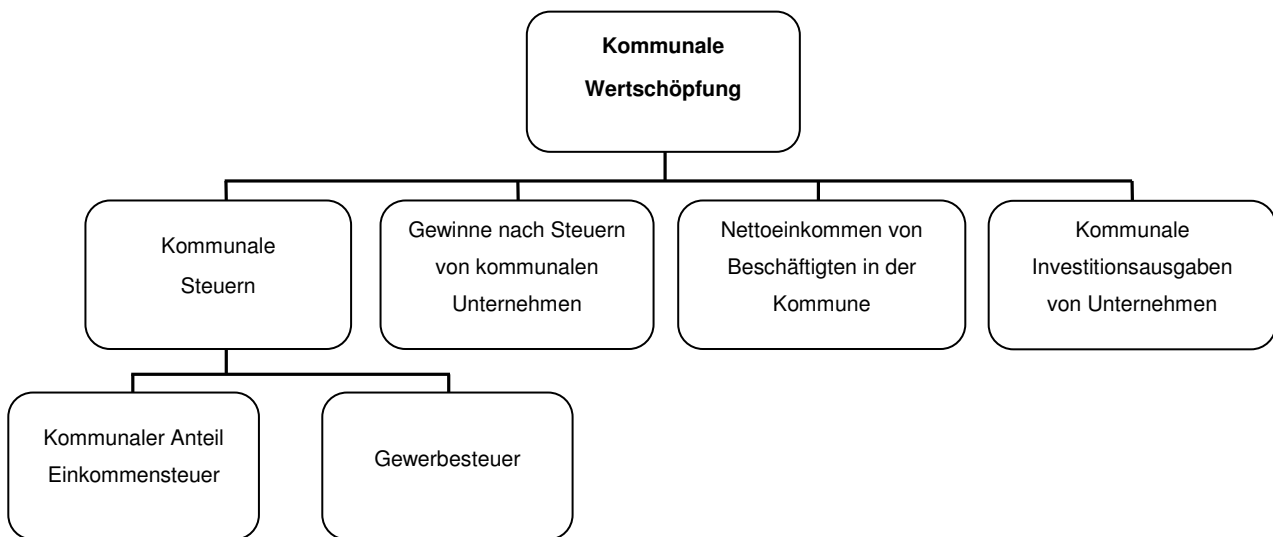


Abbildung 2.4: Zentrale Bestandteile kommunaler Wertschöpfung

(Quelle: erweitert nach Hirschl et al. 2010)

Die durch direkte Effekte erzeugte Wertschöpfung wird teilweise kommunal erneut ausgegeben. Diese auch induzierte Wertschöpfung genannten Effekte führen somit zu einer weiteren Erhöhung der kommunalen Wertschöpfung und sollen in dieser Arbeit ebenfalls erfasst werden (für die verwendete Methodik siehe Kapitel 3.2.2).

2.3 Wertschöpfungskette von Solarstromsystemen

Um die durch Solarstromsysteme¹ erzeugte Wertschöpfung möglichst vollständig abbilden zu können, müssen zuerst die einzelnen Stufen entlang der gesamten Kette bestimmt werden. Die in dieser Arbeit verwendete Wertschöpfungskette basiert auf den Ansätzen von Hirschl et al. (2010) und einer Veröffentlichung des Kompetenznetzwerks Dezentrale Energietechnologien (deENet) (Hoppenbrock & Albrecht 2010).

Während Hirschl et al. (2010) spezifische Wertschöpfungsketten für alle dezentral verfügbaren RE-Technologien abgebildet haben, zeigt Hoppenbrock & Albrechts (2010) Herangehensweise (vgl. Abbildung 2.2) eine stärkere Verallgemeinerung und Anwendbarkeit für alle RE-Technologien.

¹ Das vorliegende Working Paper hat solare Systeme zur Stromerzeugung als technologischen Untersuchungsgegenstand. Aufgrund der technologischen Marktreife und der klimatischen Bedingungen beherrschen nicht-konzentrierende Photovoltaik-Systeme in Deutschland den Markt zur Stromerzeugung durch solare Einstrahlung. Für diese Arbeit wird allerdings bewusst der Begriff „Solarstromsysteme“ genutzt, um auch F&E und die Produktion von Anlagen oder Teilen einzubeziehen, die nicht auf dem deutschen Markt genutzt werden (z.B. konzentrierende Systeme) oder noch nicht marktreif sind (z.B. organische Zellen). Anzumerken ist ebenfalls, dass solare Systeme zur reinen Wärmeabgewinnung nicht mit betrachtet werden.

**Vertikal: Produktions- und
Projektebene**

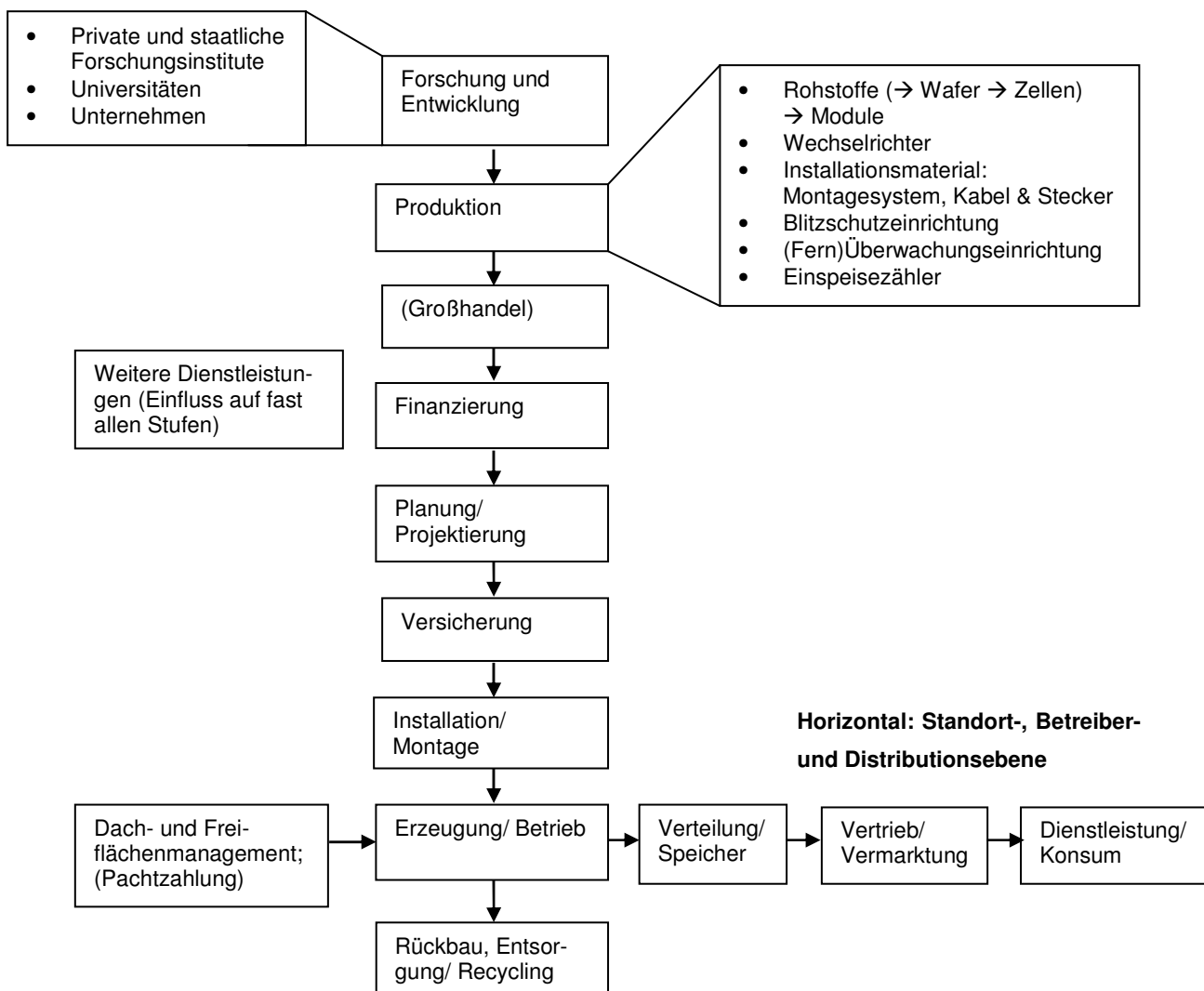


Abbildung 2.5: Die Solarstrom-Wertschöpfungskette

(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Hoppenbrock & Albrecht 2010 und Hirschl et al. 2010)

Abbildung 2.5 zeigt die allgemeine, dieser Arbeit zugrunde liegende Wertschöpfungskette für Solarstromsysteme mit den einzelnen Stufen, auf denen die in Freiburg generierte Wertschöpfung berechnet wird. Berücksichtigt werden muss dabei, dass es verschiedene Systemtypen gibt, die leicht unterschiedliche Ausprägungen in der Kette verursachen. Insbesondere die Leistung und der Installationsort spielen eine wichtige Rolle. Ab einer bestimmten Leistungsklasse, in einem geführten Interview wurde ab 1 Megawatt (MW) genannt, wird meistens der Großhandel ausgelassen, der Projektierer bzw. Bauherr kauft direkt vom Produzenten. Bei Freiflächenanlagen werden zusätzlich Einzäunung und Überwachungskameras vorgeschrieben. Außerdem können Pachtzahlungen fällig werden, wenn die Anlage nicht auf dem Grundstück bzw. den Dachflächen des Besitzers betrieben wird. Auf die Aspekte Verteilung/ Speicher, Vertrieb/ Vermarktung und Dienstleistung/

Konsum auf der horizontalen Achse wird für die Berechnungen nicht genauer eingegangen, da diese automatisch über den Strompreis bzw. die EEG-Umlage abgedeckt werden.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass es sich bei Solarstromanlagen inzwischen oft um globale Produkte handelt. Zwar ist es weiterhin möglich die wichtigsten Bestandteile aus deutscher Produktion zu erwerben, allerdings nicht vollständig innerhalb einer Region oder Stadt. In der Anlagenproduktion ließ sich in den letzten Jahren sogar eine schrittweise Verschiebung der Fertigung in Richtung Asien feststellen. Anders als beispielsweise im eher regional geprägten Hackschnitzelmarkt gibt es für Solarstromsysteme dementsprechend weitreichende Verflechtungen innerhalb der Kette, welche eine räumliche Abgrenzung für eine Untersuchung der kommunalen Wertschöpfung erschweren und die Genauigkeit der Ergebnisse beeinflussen.

3 Forschungsdesign und Methoden

3.1 Forschungsdesign und Systemgrenzen

Für die Berechnung der direkten Wertschöpfung wird auf zwei verschiedene Methoden zurückgegriffen. Von Hirschl et al. (2010) wurde ein Modell entwickelt, das einerseits auch für diese Arbeit angewandt und andererseits einer kritischen Prüfung unterzogen wird (Schritt 1 und 2 in Abbildung 3.1). Das Modell ist für die Berechnung auf die Einheit Euro pro Kilowatt peak (€/kWp) normiert, was es nicht ermöglicht, sämtliche Dienstleistungen (z.B. Rechtsberatung oder PR) und den kompletten außerhalb von Unternehmen stattfindenden F&E-Bereich abzudecken, da diese nicht das Ziel haben eine konkrete Leistung in €/kWp zu erbringen. Daher wird zusätzlich eine Methode verwendet, die auf Beschäftigtenzahlen und Annahmen zu den anderen kommunal wirksamen Effekten beruht und einen Überschneidungspunkt bei den Nettoeinkünften besitzt, was eine Kombination ermöglicht (Schritt 1).

Um auch induzierte Wertschöpfungseffekte berücksichtigen zu können (Schritt 3) werden die beiden Methoden für die direkten Effekte fortgeschrieben und ein Multiplikator für die Berechnung verwendet. Im vierten und fünften Schritt werden Daten zum Entwicklungsstand auf den relevanten Stufen der Wertschöpfungskette in der Stadt Freiburg erhoben und in das Modell eingegeben, um die erzielte Wertschöpfung im Jahr 2009 zu berechnen. Die angewandten Methoden werden im Abschnitt 3.2 detailliert erläutert.

Forschungsschritte

Aktivitäten

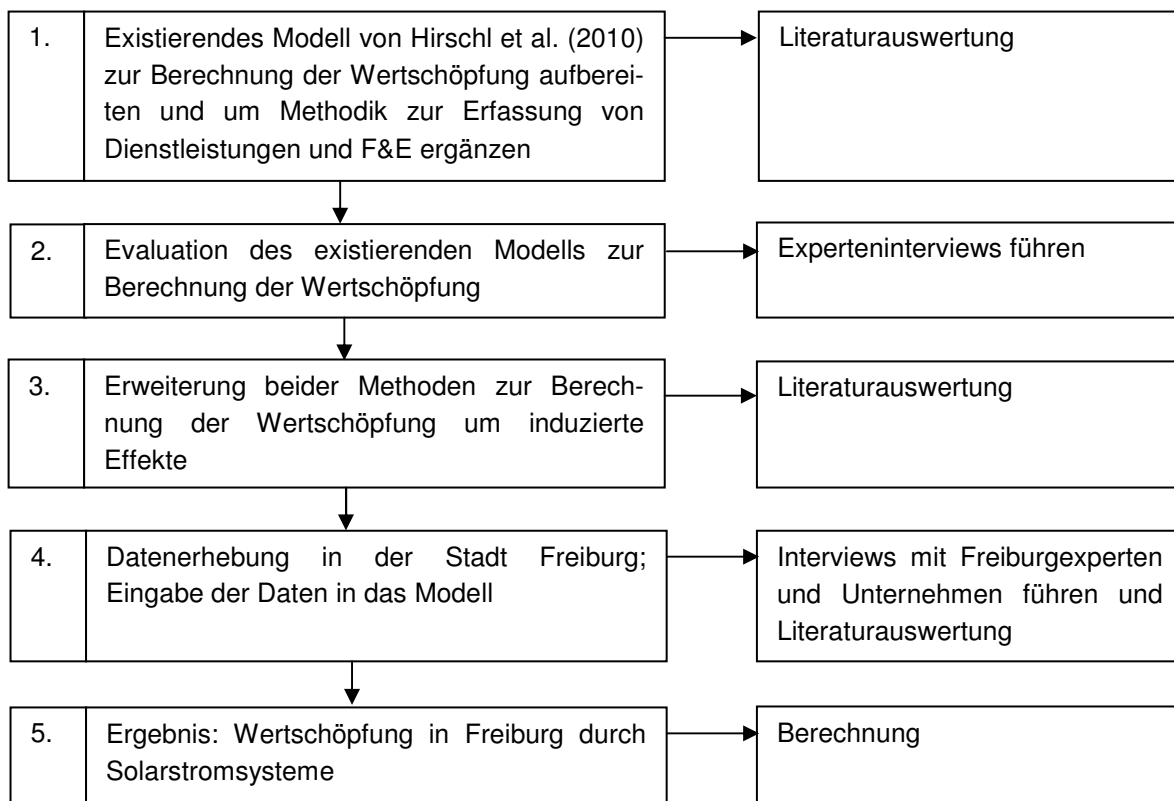


Abbildung 3.1: Forschungsschritte und Aktivitäten im Rahmen des Working Papers

(Quelle: eigene Darstellung)

Untersuchungsgegenstand sind sämtliche Technologien zur solaren Stromerzeugung, die auf einer oder mehreren Stufen der Wertschöpfungskette in der Stadt Freiburg vorzufinden sind. Bei der Berechnung wird genau geprüft, ob die untersuchten ökonomischen Effekte in- oder außerhalb der Stadtgemarkung wirksam werden und nur die kommunalen werden berücksichtigt. Das bedeutet beispielsweise, dass ein Freiburger Unternehmen eine PV-Anlage außerhalb der Stadt finanzieren kann, was auf dieser Wertschöpfungsstufe einen in Freiburg wirksamen ökonomischen Effekt erzeugt, alle von auswärtigen Unternehmen erzeugte Effekte (z.B. Planung und Installation) aber nicht berücksichtigt werden, da sie keine ökonomischen Auswirkungen auf die Stadt haben.

Auch vorgelagerte Stufen, wie beispielsweise die Planung und der Bau von Fertigungshallen oder Forschungslabors, werden nicht mit untersucht, sind aber bei den vorhandenen Einrichtungen mit in die angebotenen Leistungen eingepreist. Bei einer eigenständigen Untersuchung sind die Effekte schwierig zu quantifizieren. Die Berücksichtigung kann im Rahmen dieser Arbeit daher nicht geleistet werden.

3.2 Methoden der Datenberechnung

Wie Spehl et al. (2005) erläutern, sind in der Literatur keine einheitlichen Abgrenzungen der Begrifflichkeiten für die Art von Wertschöpfungseffekten zu finden. Oft wird von direkten, indirekten und induzierten oder auch primären und sekundären Effekten gesprochen. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe direkte und induzierte Wertschöpfung verwendet. Unter direkter Wertschöpfung werden dabei die Aspekte kommunale Gewinne, Steuern und Einkommenseffekte sowie kommunal wirksame Investitionsausgaben von Akteuren entlang der Wertschöpfungseffekte verstanden (vgl. Abschnitt 3.2.1). Als induzierte Wertschöpfung werden die zusätzlichen, durch kommunale Wiederverausgabung der direkten Wertschöpfung erzeugten Effekte verstanden. Die Berechnung erfolgt durch eine keynesianische Multiplikatoranalyse (vgl. Abschnitt 3.2.2).

3.2.1 Direkte Wertschöpfungseffekte

Die Methode von Hirschl et al. (2010) eignet sich nur zur Berechnung von direkter Wertschöpfung und bietet sich in allen Fällen an, in denen bei Befragungen Angaben zur Leistung gegeben worden sind, also auf den Wertschöpfungsstufen Produktion, Großhandel, Finanzierung, Planung/ Projektierung, Versicherung, Installation/ Montage und Betrieb. Methodisch wurde zuerst die Umsatzstruktur der Wertschöpfungskette erfasst, zu der einerseits die Investitionskosten der Endkunden, die einmalig bei Neuerrichtung der Anlage anfallen und andererseits die jährlichen Umsätze durch den Betrieb gehören. Auf Basis dieser Werte wurden die Gewinne ermittelt und anhand der Umsatzrentabilität auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen ausgewiesen. Auf Grundlage der Umsätze in Kombination mit statistischen Werten zum Einkommen verschiedener Berufsgruppen wurden im dritten Schritt die Beschäftigungseffekte berechnet. Auf Grundlage der vorhergehenden Schritte wurden zuletzt die Steuern erfasst. Gewerbesteuern und Einkommenssteuern wurden entsprechend des kommunalen Anteils berücksichtigt (ebd.).

Die wichtigsten Ergebnisse für kleine Aufdachphotovoltaikanlagen (< 30 kWp Leistung) einerseits und große Aufdach- (\geq 30 kWp Leistung) und Freiflächenphotovoltaikanlagen andererseits sind im Folgenden dargestellt.

Die Gesamtinvestitionskosten für PV-Kleinanlagen wurden im angesprochenen Modell im Jahr 2009 mit durchschnittlichen Kosten in Höhe von 2.754 €/kWp angegeben. Dieser Betrag setzt sich zusammen aus den Durchschnittspreisen von mono- und multikristallinen sowie amorphen Siliziumanlagen, Cadmiumtellurid- und sonstigen Anlagen ins Verhältnis zum jeweiligen Marktanteil gesetzt. Bereits abgezogen wurde der 19 Prozent-Anteil der Umsatzsteuer, da einzig die Nettowerte für die Berechnung der Wertschöpfung relevant sind.

Dieser angegebene Systempreis wurde von kommunalen Experten und Unternehmen als weit unterhalb der realen Endkundenpreise im Jahr 2009 bezeichnet. Ein Experte hielt um 15 bis 20 Prozent höhere Preise für realistisch und befragte Unternehmen haben in diesem Zeitraum Endkundenpreise zwischen 3.000 und 3.700 €/kWp exklusive Umsatzsteuer in dieser Größenkategorie angegeben. Um die Berechnungsgrundlagen den realen Verhältnissen in der Stadt Freiburg im Jahr 2009 anzupassen, wurde deshalb ein um 20 Prozent höherer Systempreis im Vergleich zu Hirschl et al. (2010) zugrunde gelegt. Das schlägt sich proportional auf die in Tabelle 3.1 aufgezeigten Werte durch. Einzig der Aspekt Betreiberertrag bzw. Betreibererträge wurde konstant gehalten, da dieser auf durchschnittlichen Renditeberechnungen zu PV beruhen, die von Hirschl et al. gesondert für das Jahr 2009 erhoben wurden. Im Zeitraum der Anlagenlaufzeit, in der Regel werden in der Branche 20 Jahre angenommen, kommen weitere Kosten und Umsätze hinzu, die ebenfalls berücksichtigt werden.

Für Großdach- und Freiflächenanlagen wurden leicht veränderte Werte ermittelt; dies ist vor allem auf Mengeneffekten und teilweise andere Randbedingungen wie Aufständigung oder Pachtzahlungen für die genutzte Fläche zurückzuführen. So wird von spezifischen Investitionskosten in Höhe von 2.528 €/kWp und 2.411 €/kWp ausgegangen, die für dieses Working Paper ebenfalls um 20 Prozent erhöht wurden.

Die Wertschöpfungseffekte dieser drei Anlagenkategorien werden beispielhaft für Kleindachanlagen in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Tabellen für Großdach- und Freiflächenanlagen sind in Anhang 6.1 zu finden. Berücksichtigt sind gemäß der Definition von kommunaler Wertschöpfung in Abschnitt 2.2 die Aspekte Gewinne, Steuern und Einkommen. Die Investitionskosten werden gesondert berechnet.

Tabelle 3.1: Kommunale Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik-Kleinanlagen

Wertschöpfungsschritte	Nachsteuer- gewinn	Beschäftigungs- kosten (netto)	Gewerbsteuer (netto)	Gemeindeanteil Einkommensteuer
	€/kWp	€/kWp	€/kWp	€/kWp
<i>Einmalige Effekte</i>				
Module	139	385	24	23
Handel Module	28	67	5	4
Module	44	137	7	8
Zellen/ Absorbermaterial	36	109	6	7
Wafer	19	59	4	4
Metallische Rohstoffe	12	14	2	1
Wechselrichter	16	66	2	4
Handel Wechselrichter	6	14	1	1
Produktion Wechselrichter	10	52	1	4
Planung & Projektierung	4	25	1	2
Installation	41	263	7	12
Handel Installationsmaterial	6	13	1	1
Produktion Installationsmaterial	8	40	1	2
Montage	19	154	4	6
Netzanschluss	7	58	1	2
Investitions- und Investitionsnebenkosten gesamt	199	740	35	40
<i>Jährliche Effekte</i>				
Betriebskosten gesamt	6	12	1	0,7
Wartung & Instandhaltung	1	7	0,4	0,4
Versicherung	0,2	0,2	0	0
Banken (Finanzierung durch Fremdkapital)	5	5	0,7	1
Brutto-Gewinn der Personengesellschaft	90		0	6

(Quelle: angepasst nach Hirschl et al. 2010)

Die Multiplikation der in den Interviews und aus statistischen Daten erhobenen Werte mit den Werten aus Tabelle 3.1 bzw. 6.1 und 6.2 erfolgt, so keine unternehmensspezifischen Daten verfügbar sind, gemäß Tabelle 3.2. Dabei kommen die Daten aus Baden-Württemberg zum Einsatz für Effekte, die von Freiburger Unternehmen außerhalb Freiburgs generiert werden und die Freiburger Werte für Effekte, die innerhalb der Stadtgemarkung anfallen.

Tabelle 3.2: Zubau und Bestand von PV-Anlagen im Jahr 2009

	Zubau in BW [% in kWp]	Zubau in FR [% in kWp]	Bestand in BW [% in kWp]	Bestand in FR [% in kWp]
Dachanlagen < 30 kWp	43	50	61	52
Dachanlagen ≥ 30 kWp	41	50	28	48
Freiflächenanlagen	16	0	11	0

(Quelle: EnBW Transportnetze AG 2011; Reichmuth et al. 2010)

Für einige Wertschöpfungsstufen stellt außerdem der Gesamtbestand an PV-Anlagen Ende des Jahres 2009 und der Zubau im Jahr 2009 die Berechnungsgrundlage dar. Die wichtigsten Angaben zur PV in Freiburg sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 3.3: Angaben zur Photovoltaik in Freiburg

Jahr	Anlagenanzahl	Leistung [kWp]	Erzeugung Strom [kWh]	Zubau [kWp]	Bestand [kWp]
2008	1.051	12.117	9.810.835		
2009	1.237	15.297	12.600.000	3.180	13.707

(Quelle: badenova AG & Co.KG 2011)

Für die Bereiche, die sich nicht über die Einheit €/kWp erfassen lassen, also insbesondere durch öffentliche Gelder finanzierte F&E und Teilbereiche des Dienstleistungssektors, ist eine andere Herangehensweise notwendig. Ausgehend von der Anzahl der Mitarbeiter werden die Nettoeinkommenseffekte ermittelt, die sich mit den Ergebnissen der anderen Methode kombinieren lassen. Von Blume & Fromm (Blume & Fromm 2000) wurden dafür Annahmen für durchschnittliche Arbeitgeber- und Arbeitnehmeranteile an Sozialversicherungsbeiträgen (jeweils 15%) und einen durchschnittliche Einkommensteueranteil (18%) übernommen. Je nach Datenlage wurden die folgenden Rechenschritte vollständig oder teilweise durchgeführt, um die Netto-Beschäftigungskosten zu erhalten:

- Personalkosten - Arbeitgeberanteil Sozialversicherungsbeiträge (15%) = Bruttoeinkommen Arbeitnehmer
- Bruttoeinkommen - Arbeitnehmeranteil Sozialversicherungsbeiträge und Einkommensteuer (33%) = Nettoeinkommenseffekte = Netto-Beschäftigungskosten

Nicht alle befragten Unternehmen und Einrichtungen waren bereit, die Personalkosten offenzulegen. In diesen Fällen wurde mit Abschätzungen bzw. den Angaben des Statistischen Bundesamtes (2009 & 2010) und des Bundesministeriums der Finanzen (2010) zu durchschnittlichen Verdiensten von Arbeitnehmern operiert (vgl. Tabelle 3.4). Die Berechnungsschritte wurden vereinfachend auch für Einkommen aus selbständiger Arbeit übernommen. In diesem Fall sind zwar keine verpflichtenden Sozialabgaben zu begleichen, es wird allerdings angenommen, dass eine vergleichbare Absicherung auf private Initiative hin geschieht. Auf einigen Wertschöpfungsstufen wurde sowohl die Methode von Hirschl et al. (2010), als auch die Methode über Beschäftigtenzahlen verwendet. Da sich bei der letztgenannten nicht automatisch Nettogewinn und Gewerbesteuer ergeben, wurden die über die erstgenannte Methode erfassten Werte auf einen einzelnen Beschäftigten herunter gebrochen und der so erhaltene Faktor auch für die andere Methode verwendet.

Auch Investitionsausgaben der Unternehmen und Einrichtungen lösen direkte Wertschöpfungseffekte aus. Nur in Ausnahmefällen konnten hierzu Werte direkt bei den Unternehmen erfasst werden. Für alle anderen Fälle wird hier ebenfalls mit Durchschnittswerten des Statistischen Bundesamtes (2010), des Bundesministeriums der Finanzen (2010) und, wenn nicht anders möglich, mit Annahmen gerechnet. Tabelle 3.4 führt Werte zu den Branchen auf, die nicht in Interviews erfasst werden konnten. Die Literaturwerte zu Investitionen einer Branche wurden dafür ins Verhältnis zu den in diesem Bereich Beschäftigten gesetzt.

Tabelle 3.4: Investitionen und Bruttoverdienst pro Beschäftigtem

Wertschöpfungsstufe	Investitionen/ Beschäftigtem [€]	Bruttoverdienst/ Beschäftigtem [€]
Produktion	6.395	42.392
Großhandel	5.361	38.958
Finanzierung & Versicherung	7.615	58.473
Planung/ Projektierung	4.007	54.662
Installation/ Montage	2.758	37.522
Weitere Dienstleistungen		
<i>Informationen und Kommunikation</i>	<i>2.442</i>	<i>56.985</i>
<i>Anwälte</i>	<i>7.615</i>	<i>52.589</i>

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2009 & 2010; Bundesministerium der Finanzen 2010)

Für die über die Methode von Hirschl et al. (2010) erfassten Wertschöpfungsstufen wurden keine vollständigen Beschäftigtenzahlen erhoben, welche für die Berechnung der Investitionsausgaben notwendig sind. Diese werden über die Gesamtnettobeschäftigungskosten in Vollzeitstellen umgerechnet, sodass auch für diese Bereiche die Investitionsausgaben berücksichtigt werden können. Für alle Wertschöpfungsstufen ist zu beachten, dass nur ein bestimmter Anteil der Ausgaben kommunal getätigt wird und somit Auswirkungen auf die kommunale Wertschöpfung entfaltet. Gemäß den Angaben für das Fraunhofer ISE wird eine gemittelte Kommunalquote von 15 Prozent angenommen.

Auch für die Nettobeschäftigungskosten und dementsprechend auch für den Kommunalanteil der Einkommensteuer muss eine Kommunalquote berücksichtigt werden, da nicht alle Arbeitnehmer ihren Wohnsitz innerhalb der Stadtgemarkung haben. Da nicht für alle Unternehmen genaue Werte vorliegen, wird als Mittelwert aus geführten Interviews angenommen, dass 75 Prozent der Beschäftigten innerhalb Freiburgs wohnen. Außerdem wird gemäß Spehl et al. (2005) angenommen, dass 10 Prozent der Nettoeinkommen von außerhalb der Stadtgemarkung lebenden Arbeitnehmern am Sitz des Arbeitsplatzes ausgegeben werden und somit die kommunale Wertschöpfung erhöhen. Mit diesen Angaben werden auch die Nettobeschäftigungs- und Einkommensteuereffekte, die mithilfe der Methode von Hirschl et al. (2010) erfasst werden, korrigiert. Die Beschäftigten werden

anhand 100 Prozent Stellen, so genannten Vollzeitäquivalenten (VZÄ), erfasst. Für Unternehmen und Einrichtungen, die keine exakten Angaben über VZÄ gegeben haben, wird gemäß Spehl et al. (2005) angenommen, dass ein Arbeitsplatz 0,9 VZÄ entspricht.

Eine Sonderrolle bei der Bestimmung der direkten Wertschöpfung nehmen öffentliche Forschungseinrichtungen und Universitäten ein. Die bereits beschriebenen Effekte durch Beschäftigung sowie Investitionsausgaben lassen sich unter dem Begriff Ausgaben- bzw. Nachfrageeffekte zusammenfassen. Diese können auch als kurzfristige Effekte bezeichnet werden, da sie bei Schließung der Einrichtung augenblicklich entfallen würden. Zusätzlich werden auch Wissens- bzw. Angebotseffekte ausgelöst (vgl. Abbildung 3.2), die langfristiger sind und sich bei Schließung der Einrichtung nur langsam verringern. Dazu gehört sowohl personengebundener Wissenstransfer, z.B. durch Ausbildung von hochqualifiziertem Personal, das den kommunalen Unternehmen zur Verfügung steht, als auch personenungebundenes Wissen, das beispielsweise durch Patente oder Veröffentlichungen ebenfalls kommunale Auswirkungen erzielen kann (Haisch 2008). DIW econ (2008) weisen außerdem noch auf steigende Standortqualität hin, die durch die Ansiedlung von Forschungseinrichtungen und Universitäten erzielt werden kann.

Ausgaben- bzw. Nachfrageeffekte

Wissens- bzw. Angebotseffekte



Abbildung 3.2: Kommunale Effekte von Forschungseinrichtungen und Universitäten

(Quelle: eigene Darstellung nach DIW econ 2008)

Von den in Abbildung 3.2 aufgeführten Wissens- bzw. Angebotseffekten lassen sich die Auswirkungen durch Spin-offs am einfachsten messen, da sie, wie andere Unternehmen auch, entlang der Wertschöpfungskette angesiedelt sind. Spin-offs im Solarstrombereich werden somit, so sie in Freiburg ansässig sind, auch in dieser Arbeit erfasst. Die Berücksichtigung weiterer Wissens- bzw. Angebotseffekte ist um einiges anspruchsvoller und kann im Rahmen dieses Working Papers nicht geleistet werden. Beispielhaft sei hier auf eine ausführliche Berechnung dieser Effekte durch Spehl et al. (2007) verwiesen. Es lässt sich schlussfolgern, dass hier durchaus noch weitere positive Wertschöpfungseffekte generiert werden, die in diesem Working Paper allerdings nur im Bereich von Ausgründungen berücksichtigt werden.

3.2.2 Induzierte Wertschöpfungseffekte

Die Erfassung der kommunalen Wertschöpfung durch RE beschränkt sich in bisher vorliegenden Studien bzw. Abschätzungen auf direkte Effekte, die durch die in Abbildung 2.2 aufgeführten Stufen verursacht werden. Nicht berücksichtigt wurden bisher induzierte Effekte. Die Berechnung induzierter Effekte erfolgt am häufigsten mithilfe einer Input-Output-Analyse oder der keynesianischen Multiplikatoranalyse (Leusing 2007). Für die Methode der Input-Output-Analyse werden u.a. detaillierte Angaben zu den Vorleistungsbeziehungen der untersuchten Branchen benötigt, die für den Solarstrombereich in Freiburg nicht vorliegen. Deshalb wird für diese Arbeit die Methode der keynesianischen Multiplikatoranalyse verwendet. Als Ausgangspunkt gilt dabei die Tatsache, dass die erzielte direkte Wertschöpfung innerhalb der Kommune durch Wiederverausgabung weitere, so genannte induzierte, Wertschöpfung erzeugt. Dies geschieht theoretisch in unendlich vielen Wirkungsrunden, wobei sich der Effekt in jeder Runde durch Abflüsse aus der Kommune sowie Sparquoten und Steuern bzw. Abgaben verringert (ebd.). Beeinflusst wird die Höhe des Multiplikators durch Wirtschaftsverflechtungen der Kommune; insbesondere die marginale Konsumquote und die kommunale Importquote, aber auch marginale Sparquote und Transferzahlungen haben Einfluss auf den Multiplikatorwert (Spehl et al. 2005).

Eine ausführliche Berechnung des Multiplikators erfordert exakte Daten zu den angegebenen Aspekten, die kommunal nicht oder nur teilweise vorliegen. In der Literatur finden sich Multiplikatorwerte zwischen 1,05 und 1,9 mit dem größten Anteil zwischen 1,2 und 1,6 (ebd.). Da die Importquote stark von der Größe des Untersuchungsraums und den dort vorhandenen Produktionskapazitäten zur Befriedigung des kommunalen Konsums abhängt, muss im Fall der Stadt Freiburg von einer eher hohen Quote ausgegangen werden, was den Multiplikatorwert absenkt. Es wird daher für die vorliegende Arbeit ein eher vorsichtiger Wert von 1,2 angenommen.

3.3 Methoden der Datenerhebung und -auswertung

Die Erhebung der für die Berechnung der kommunalen Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in Freiburg notwendigen Daten wurde einerseits über Interviews und andererseits über statistische Werte bzw. die Auswertung von frei zugänglichen Informationen, z.B. Unternehmenswebseiten, geleistet. Die konkrete Herangehensweise wird im Folgenden vorgestellt.

Gemäß der Fragestellung wurden Interviews mit verschiedenen Akteuren geführt. Dazu gehörten Gespräche mit Experten der Solarstromwertschöpfungskette sowie mit Experten, die einerseits über die Entwicklungen und den aktuellen Stand innerhalb der Stadt und andererseits über in der Stadt aktive Unternehmen Auskunft geben konnten. Die dritte befragte Akteursgruppe setzt sich aus Repräsentanten von Unternehmern und Einrichtungen zusammen, die in Freiburg für die Generierung von Wertschöpfung verantwortlich sind.

Die beiden erstgenannten Akteursgruppen wurden befragt, um sicherzustellen, dass die Wertschöpfungskette vollständig erfasst wurde. Zu letztgenanntem gehörte auch die Vervollständigung einer Liste mit kommunalen Unternehmen. Wie Bogner und Menz (2005) erläutern, bietet das Gespräch mit Experten einen guten Einstieg in ein Forschungsfeld und kann „dem Forscher lange Wege ersparen“. Ebenso herausgestellt wird die Möglichkeit mit vergleichsweise geringem Aufwand einen hohen Ertrag an Daten zu generieren. Auch im Rahmen der Interviews mit Unternehmensvertretern wurde die Liste mit Unternehmen und Einrichtungen nach dem Prinzip des „Schneeballsystems“ weiter vervollständigt, indem nach Konkurrenten auf derselben Wertschöpfungsstufen im Untersuchungsraum gefragt wurde.

Die Reihenfolge der Interviews hat sich stark an der im Forschungsdesign (Abbildung 3.1) vorgestellten Systematik orientiert. Die Interviewleitfäden für die unterschiedlichen Akteursgruppen sind in Anhang 6.2 zu finden. Je nach interviewtem Akteur wurde nur eine sinnvolle Auswahl der dort aufgeführten Fragen gestellt. Die Interviews der ersten beiden Kategorien wurden persönlich und die der dritten je nach Verfügbarkeit schriftlich, telefonisch oder persönlich geführt.

Die Experteninterviews mit den Übersichtsakteuren der Wertschöpfungskette und der Stadt Freiburg wurden ausführlich ausgewertet und in Abschnitten transkribiert. Von besonderem Interesse waren hier Aspekte, die einerseits die Vollständigkeit der Wertschöpfungskette betreffen und allgemeine Markttrends wiedergeben und andererseits allgemeingültige Aussagen zur Solarstrombranche in der Stadt Freiburg und zu dort aktiven Unternehmen liefern.

Einige Unternehmen verlangten eine anonymisierte und kumulierte Präsentation ihrer Angaben. Die Ergebnisse werden daher aggregiert für jede Wertschöpfungsstufe aufgezeigt und keine Klarnamen verwendet. Wo die Verwendung eines Firmennamens notwendig erschien, wurde dieser entsprechend der Wertschöpfungsstufe mit dem ersten Buchstaben der Stufe und einer Zahl anonymisiert.

4 Ergebnisse

4.1 Evaluation der Wertschöpfungskette

Einer der ersten Schritte war es, die Wertschöpfungskette für Solarstromsysteme zu identifizieren. Dafür konnte zuerst auf vorhandene Literatur zurückgegriffen werden (vgl. Abschnitt 2.3). Es stellte sich allerdings schnell heraus, und wurde teilweise auch entsprechend in den Quellen vermerkt, dass einige Aspekte in der Literatur nicht berücksichtigt wurden. Insbesondere F&E als Innovationstreiber und Impulsgeber und Teilbereiche des Dienstleistungssektors wurden dort bisher nicht erfasst. Mit der um diese beiden Aspekte bereits vorab ergänzten Wertschöpfungskette (siehe

Abbildung 2.5) wurden Interviews mit Experten geführt, um zu überprüfen, ob die Kette vollständig und in sich schlüssig erfasst wurde. Geplant waren Interviews mit mindestens zwei Wertschöpfungskettenexperten: Es konnte jedoch mangels Ansprechpartner und Bereitschaft nur eins geführt werden. Die Abbildung wurde allerdings in weiteren Interviews mit Repräsentanten von Einrichtungen verwendet und dabei auch teilweise kommentiert, sodass eine Evaluation, wenn auch eingeschränkt, möglich ist. Die Interviewergebnisse und die daraus gezogenen Schlüsse bzw. Anpassungen für dieses Working Paper werden gemäß

Abbildung 2.5 im Folgenden stufenweise dargestellt.

Die Interviewten haben erklärt, dass die Darstellung grundsätzlich vollständig sei, es aber einige Mehrdeutigkeiten gäbe bzw. Verdeutlichungen notwendig seien. Für die Wertschöpfungsstufe Produktion wurde angemerkt, dass die Produktionsschritte für kristalline und Dünnschichtmodule unterschiedlich ablaufen. Dies wurde in

Abbildung 2.5 bereits berücksichtigt. Die Darstellung des Großhandels wurde folgendermaßen kommentiert:

„Es gibt natürlich ganz unterschiedliche Vertriebswege. Sie haben es ja richtig eingegrenzt, Großhandel als in Klammern, muss nicht sein. Es gibt auch die Produzenten, die direkt an Installation und Montage [liefern]. Teilweise hat man aber auch zwei Stufen drin. Es gibt ja auch die Großhändler, die Importeure sind. Es gibt OEM-Produktionen, wo dann im Auftrag nur produziert und dann gebrandet wird von einer Firma, das ist da nicht dargestellt. Aber das Prinzip stimmt natürlich.“
(Experte 1)

In der schriftlichen Erklärung der Wertschöpfungskette in Abschnitt 2.3 wird auf diese Aspekte teilweise eingegangen. Ob der Händler importiert oder Produkte aus Deutschland vertreibt, stellt für die generierte kommunale Wertschöpfung auf dieser Stufe keinen Unterschied dar, da der Vertrieb von Anlagen bzw. Anlagenteilen in beiden Fällen gegeben ist. Einzig ein Einfluss auf die Umsatzrentabilität des spezifischen Unternehmens kann eventuell festgestellt werden. Da dieser Wert allerdings jährlichen Schwankungen unterliegt und stark unternehmensspezifisch geprägt ist, findet die Berechnung über pauschale Annahmen zu Gewinnen über die von Hirschl et al. (2010) entwickelte Methode statt.

Für die Stufe Planung und Projektierung muss unterschieden werden zwischen kleinen und größeren Anlagen. Experte 1 hat sich dazu folgendermaßen geäußert:

„[...] Planung und Projektierung, ist so ein bisschen die Frage, ob das jetzt mehr als Tätigkeit verstanden wird, die hier auf der Kette realisiert werden muss oder als Akteur weil natürlich muss eine Anlage geplant werden, wobei die Planung dann eben von einem guten Installateur gemacht werden kann und von einem Projektierer dann gemacht wird, wenn es sich um eine Großanlage handelt, die ein Projektierer tatsächlich entwickelt. Und da gehört dann natürlich nicht nur die Planung dazu, sondern Projektentwicklung bedeutet auch finanziell oder genehmigungsmäßig, Grundstücke etc., und das hängt dann also von der Art und Weise ab wie das Marktsegment bedient wird.“

Dieser Aussage wird durch die in der Methode von Hirschl et al. (2010) veranschlagten Kosten auf dieser Stufe Rechnung getragen. Wenn man Tabelle 3.1 mit den Tabellen 6.1 und 6.2 vergleicht, kann man feststellen, dass dies die einzige Stufe ist, auf denen die Kosten für größere Anlagen höher liegen als bei kleineren.

Die Positionierung der Versicherung auf der Wertschöpfungskette wurde ebenfalls angesprochen. Fraglich ist, ob der Abschluss einer Versicherung bereits vor der Montage der Anlage getätigt wird. Laut Experte 1 geschieht dies bei hohem Professionalisierungsgrad des Bauherrn bzw. Planers, bei kleinen Privatanlagen aber eher im Anschluss an die Installation. Es ist somit nicht einheitlich für die gesamte Wertschöpfungskette zu klären, auf welcher Position die Versicherung einzuordnen ist. Für die erzielte kommunale Wertschöpfung ist dies grundsätzlich nicht entscheidend, insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass der Anteil an der Gesamtwertschöpfung durch Versicherungen vernachlässigbar ist (vgl. Abschnitt 4.2).

Auf der Installations- und Montageebene wurde angemerkt, dass es sowohl spezialisierte Unternehmen (Solarteure) als auch Elektro- bzw. Heizungsinstallateure sowie Dachdecker gibt, die das Installieren von PV-Anlagen als einen weiteren Service im Angebot haben.

Diese Feststellung hat konkrete Auswirkungen auf die Erfassung der kommunalen Wertschöpfung in diesem Working Paper. Jeden einzelnen Elektroinstallateur zu befragen, wäre aufwändig und der Rücklauf an Antworten wahrscheinlich unvollständig gewesen. Stattdessen wurden die spezialisierten Unternehmen interviewt und die kleinen Monteure über die offiziellen PV-Zubauzahlen für die Stadt Freiburg erfasst (vgl. Abschnitt 4.2).

Verschiedene Akteure haben Aussagen zu allgemeinen Aspekten der Wertschöpfungskette getroffen. Stark hervorgehoben hat Experte 1 die Unterscheidung zwischen verschiedenen Marktsegmenten:

„[...] ich finde was sehr wichtig ist, ist beim PV-Markt, dass man sich gewahr wird, dass ich sehr unterschiedliche Marktsegmente habe. Die Privatinvestoren, die anders angetrieben sind und auch z.B. niedrigere Renditen realisieren, die mehr Beratung brauchen als jetzt ein Experte und dann habe ich eben die professionellen Investoren, die jetzt projektieren und kontinuierlich größere Anlagen realisieren, die einen sehr guten Marktüberblick haben, die eine sehr gute Marktkenntnis und auch Produktkenntnis haben, die sehr renditeorientiert arbeiten und dann habe ich vielleicht die Leute, die so zwischendrin stehen, die größere Anlagen bauen und in größere Anlagen investieren, die sich ausreichend informieren und dann ja irgendwo zwischendrin stehen, [z.B.] die Bauern, die auf ihr Dach dann, was weiß ich, 50 oder 100 kW bauen oder Gewerbetreibende oder irgend so was.“

Im Rahmen der von Hirschl et al. (2010) erstellten Methode werden die verschiedenen Marktsegmente beachtet, indem unterschiedliche Kosten- und Wertschöpfungsstrukturen für Klein- (< 30 kWp) und Großdach- (\geq 30 kWp) sowie Freiflächenanlagen berücksichtigt werden. Bei Berechnungen über die Beschäftigtenzahlen ist diese Unterscheidung nicht notwendig, da Effekte über Mitarbeiter und nicht über verkaufte Leistung erfasst werden.

Abbildung 2.5 scheint somit die Wertschöpfungskette vollständig darzustellen, auch wenn zu beachten ist, dass je nach Marktsegment unterschiedliche Ausprägungen existieren. Im Laufe der kommenden Jahre sind eine Beobachtung der Entwicklungen und gegebenenfalls weitere Anpassungen notwendig. Die genauen Marktentwicklungen lassen sich zwar nicht voraussagen. Falls es aber beispielsweise, wie sich momentan beobachten lässt, zu einem verstärkten Eigenverbrauch der Betreiber kommen sollte, geht dies wahrscheinlich einher mit der Nutzung von Regelgeräten, die den Stromverbrauch steuern oder auch der Nutzung von Batterien zur Stromspeicherung, was weitere Wertschöpfungseffekte hervorrufen würde.

Von zwei Experten wurden Exporte von Leistungen aus Freiburg heraus angesprochen, die auf allen Stufen anzutreffen sind. Beispielhaft kann hier der Großhandel oder die Produktion genannt werden, die nur einen sehr geringen Anteil ihres Umsatzes in Freiburg erwirtschaften und deren Geschäftsfeld sich über die Region bzw. teilweise sogar bis ins Ausland erstreckt. Diese Exporteffekte wurden im Rahmen der Berechnung der Ergebnisse anhand der Einheit €/kWp oder den Mitarbeiterzahlen berücksichtigt.

Ebenfalls wurde von Experten und Unternehmensvertretern der Systempreis (€/kWp) angesprochen, der in der Studie von Hirschl et al. (2010) für Freiburger Verhältnisse im Jahr 2009 zu niedrig angesetzt wurde. Da dieser Aspekt in der genannten Methode starken Einfluss auf die kommunale Gesamtwertschöpfung hat, wurden die Werte angepasst und für die Berechnungen im folgenden Abschnitt um 20 Prozent erhöht (vgl. auch Abschnitt 3.2.1).

4.2 Direkte Wertschöpfung durch die Solarstrombranche

Im Folgenden wird die direkte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme im Untersuchungsraum stufenweise dargestellt². Die Berechnungsschritte werden für F&E einmal ausführlicher abgebildet und für die folgenden Stufen zusammenfassend aufgezeigt.

Forschung und Entwicklung

In Freiburg gibt es einerseits privatwirtschaftliche Unternehmen und andererseits durch öffentliche Gelder unterstützte bzw. finanzierte Einrichtungen, die im Bereich F&E aktiv sind. F&E durch private Unternehmen wird über die Einnahmen durch den Verkauf von Produkten finanziert und somit implizit auf der Wertschöpfungsstufe, auf der das Unternehmen seine Produkte vermarktet, erfasst; eine Berücksichtigung ist daher auf der Stufe F&E nicht notwendig und würde zu einer doppelten Berechnung führen. Forschungseinrichtungen, die nicht gleichzeitig als Verkäufer von Produkten fungieren, stellen ein Potential für kommunale Wertschöpfung dar. In Freiburg sind insbesondere das Fraunhofer ISE und die Albert-Ludwigs-Universität zu berücksichtigen. Die Daten konnten in den Institutionen erhoben werden, die Darstellung erfolgt aggregiert für beide Einrichtungen. Wissens- bzw. Angebotseffekte werden nicht untersucht (vgl. Abschnitt 3.2.1). Ein Eindruck dieser

² Die Darstellung der Angaben in Euro erfolgt inklusive einer Auf- bzw. Abrundung auf die nächste 10.000er oder 100.000er Stelle, was auch für Summen gilt, die deshalb nicht in allen Fällen exakt den Additionen der voranstehenden Werte entsprechen.

Effekte kann im Jahresbericht des ISE gewonnen werden (Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme 2010).

Tabelle 4.1 gibt die Grundlagen für die folgenden Berechnungen an. Von den Mitarbeitern am ISE sind 50 Prozent dem Bereich Solarstromsysteme zuzurechnen und an der Freiburger Universität gibt es eine Arbeitsgruppe mit 25 Mitarbeitern, die sich überwiegend mit organischen Solarzellen beschäftigen. Insgesamt ergeben sich daraus 439 Beschäftigte im Bereich Solarstromsysteme, die im Durchschnitt eine 50 Prozent-Stelle innehaben. Von diesen leben 70 Prozent innerhalb der Stadt Freiburg, was zu 154 VZÄ mit Wohnsitz innerhalb der Gemarkung und 66 mit Wohnsitz außerhalb führt.

Tabelle 4.1: Aggregierte Kenndaten im Solarstrombereich des Fraunhofer ISE und der Albert-Ludwigs-Universität

Beschäftigte im Bereich Solarstromsysteme	VZÄ pro Beschäftigtem	Beschäftigte mit Wohnsitz in FR	VZÄ gesamt	VZÄ Stadt Freiburg	VZÄ außerhalb Stadt Freiburg
439	0,5	70%	220	154	66

(Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Interviewaussagen)

Die Berechnung des kommunal verfügbaren Nettoeinkommens wird gemäß der in Abschnitt 3.2.1 vorgestellten Methodik durchgeführt. Als letzter Schritt wird das Nettoeinkommen der Arbeitnehmer mit Wohnsitz in Freiburg und der 10 Prozent-Anteil der Arbeitnehmer mit auswärtigem Wohnsitz addiert, was eine kommunale Wertschöpfung von ca. 5 Mio. Euro durch Nettoeinkommen erzeugt. Hinzu kommt der kommunale Anteil der Einkommensteuern in Höhe von ca. 190.000 Euro.

Tabelle 4.2: Berechnungsschritte Nettoeinkommen durch F&E

	Anteil Mitarbeiter mit Wohnsitz in FR	Anteil Mitarbeiter mit Wohnsitz außerhalb FR
Personalkosten	8.400.000	3.600.000
- Anteil Sozialversicherungsbeiträge Arbeitgeber	1.300.000	540.000
= Bruttoeinkommen	7.100.000	3.100.000
- Anteil Sozialversicherungsbeiträge und Steuern Arbeitnehmer	2.400.000	1.000.000
= Nettoeinkommen	4.800.000	2.100.000
Kommunal verausgabter Anteil Nettoeinkommen von Mitarbeitern außerhalb FR		210.000
Kommunal verfügbares Nettoeinkommen	5.000.000	

(Quelle: eigene Berechnungen, basierend auf Interviewaussagen; in Anlehnung an Blume & Fromm 2000)

Die Investitionsausgaben werden in Tabelle 4.3 dargestellt. Von der Gesamtsumme werden 50 Prozent im Solarstrombereich ausgegeben und davon wiederum 15 Prozent kommunal verausgabt. Dies führt zu einer kommunalen Wertschöpfung durch Investitionsausgaben von knapp 2,3 Mio. Euro. Diese Werte sind im Jahr 2009 stark durch das Konjunkturpaket der

Bundesregierung beeinflusst und würden, wenn man einen Zehnjahresdurchschnitt zugrunde legt, um knapp 400.000 Euro niedriger liegen.

Tabelle 4.3: Investitionsausgaben im F&E-Bereich

Gesamtsumme Investitionen [€]	Anteil im Bereich Solarstromsysteme	Summe für Solarstromsysteme [€]	Kommunalquote	Kommunale Wertschöpfung [€]
30.000.000	50%	15.000.000	15%	2.250.000

(Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Interviewaussagen)

Die gesamte direkte Wertschöpfung durch den F&E-Bereich betrug im Jahr 2009 somit ca. 7,4 Mio. Euro, von denen 67 Prozent durch Einkommenseffekte, 30 Prozent durch Investitionsausgaben und knapp drei Prozent durch den Kommunalanteil der Einkommensteuer generiert wurden.

Bereits im Jahr 2010 lagen diese Werte bedeutend höher, da das Fraunhofer ISE weiter gewachsen ist und in Kooperation zwischen ISE und Universität ein PV-online-Masterstudiengang eingeführt wurde.

Tabelle 4.4: Kommunale Wertschöpfung durch F&E

Nettoeinkommenseffekte [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
5.000.000	200.000	2.250.000

(Quelle: eigene Berechnungen, basierend auf Interviewaussagen)

Produktion

In Freiburg sind auf der Wertschöpfungsstufe Produktion zwei Modulproduzenten ansässig. Für Unternehmen M1 kann die Wertschöpfung anhand der Produktion im Jahr 2009 durch die Methode von Hirschl et al. (2010) berechnet werden. M2 wurde im Jahr 2005 aus dem Fraunhofer ISE ausgegründet und befindet sich noch in der Markteinführung der Produkte. Eine Berechnung über den Jahresoutput an Modulen würde somit zu starken Ungenauigkeiten führen. Stattdessen werden die Mitarbeiterzahlen als Grundlage herangezogen. Gewinne und somit Gewerbesteuern wurden durch dieses Unternehmen noch nicht generiert.

Tabelle 4.5 zeigt die kommunale erzeugte Wertschöpfung durch die beiden Modulproduzenten an, welche im Jahr 2009 insgesamt 10,7 Mio. Euro betrug. Der größte Anteil mit 66 Prozent entfällt dabei auf die Nettoeinkommenseffekte gefolgt von den Nachsteuergewinnen mit 23 Prozent.

Tabelle 4.5: Kommunale Wertschöpfung durch Modulfertigung

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbsteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
2.500.000	7.000.000	430.000	400.000	400.000

(Quelle: eigene Berechnungen, basierend auf Interviewaussagen)

Großhandel

Im Untersuchungsgebiet sind zwei PV-Großhändler ansässig. G1 ist außerdem noch im Projektgeschäft tätig, die dort erzeugte Wertschöpfung wird auf der entsprechenden Stufe berücksichtigt. Mit G2 konnte kein Interview geführt werden, deshalb wurde hier die Wertschöpfung mit den Angaben auf der Webseite und über die Mitarbeiterzahlen berechnet und auf dieser Basis und den Angaben von G1 Annahmen über Gewinne und Gewerbesteuerzahlungen von G2 getroffen.

Tabelle 4.6 stellt die kommunalen Wertschöpfungseffekte der beiden Großhändler inklusive einer Tochterfirma dar, die insgesamt 4 Mio. Euro im Jahr 2009 betragen.

Tabelle 4.6: Kommunale Wertschöpfung durch Großhandel

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbsteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
1.300.000	2.400.000	230.000	130.000	60.000

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Finanzierung

Um die kommunalen Wertschöpfungseffekte durch die Finanzierung von PV-Anlagen in Freiburg zu quantifizieren, wurde sowohl mit drei lokal ansässigen Banken als auch mit einem Projektfinanzierer gesprochen. Ein weiteres Unternehmen, das im Bereich Projektfinanzierung tätig ist und seinen Sitz in Freiburg hat, war nicht bereit Auskünfte zu geben. Auch über deren Webseite konnten keine relevanten Informationen erfasst werden, somit konnte die durch dieses Unternehmen generierte Wertschöpfung nicht berücksichtigt werden.

Die Befragung der Banken ergab, dass eine bankeninterne Statistik der finanzierten PV-Anlagen nicht oder nur in Teilbereichen vorliegt. Die Berechnung der Effekte durch lokal installierte Anlagen erfolgt daher über die Methode von Hirschl et al. (2010), mit der dort getroffenen Annahme, dass Kleindachanlagen zu 50 Prozent und Großdach- und

Freiflächenanlagen zu 75 Prozent fremdfinanziert werden. Diese Annahme deckt sich mit durchschnittlichen Schätzungen der Interviewten.

Während F1 nur Anlagen innerhalb Freiburgs finanziert, bieten F2 und F3 dies auch außerhalb der Stadtgrenzen an. Exakte Angaben über Anzahl bzw. Leistung der Anlagen konnten allerdings nicht gegeben werden. Da es sowohl Anlagen gibt, die zu 100 Prozent eigen- oder auch fremdfinanziert werden und es zusätzlich Effekte von in Freiburg finanzierten, aber außerhalb der Stadt installierten Anlagen gibt, wird vereinfachend angenommen, dass der vollständige Bestand an PV-Anlagen in Freiburg, unter Berücksichtigung der entsprechenden Quoten, fremdfinanziert wird. Der Projektfinanzierer F4 wird über Mitarbeiterzahlen berücksichtigt und mit Annahmen zu Nachsteuergewinnen und Gewerbesteuern analog denen der anderen Finanzierer aufgenommen.

Die folgende Tabelle stellt die kommunale Wertschöpfung durch Finanzierung in Freiburg vor, welche bei ca. 240.000 Euro lag und somit einen eher geringen Anteil am Gesamtwert hat. Der größte Anteil entfällt, anders als auf den anderen Stufen, auf den Nachsteuergewinn.

Tabelle 4.7: Kommunale Wertschöpfung durch Finanzierung

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbesteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
120.000	90.000	19.000	9.000	3.500

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Planung und Projektierung

In Freiburg gibt es recht viele Unternehmen, die PV-Anlagen planen und projektieren. Einerseits sind hier einige große Fachbetriebe zu nennen, die sich auf PV spezialisiert haben und auch außerhalb der Stadtgrenzen, teilweise auch national bzw. international tätig sind. Andererseits gibt es kleinere Heizungs- und Elektroinstallateure sowie Dachdecker, die seit einigen Jahren zusätzlich zu den traditionell angebotenen Handwerksleistungen auch RE und somit auch PV mit ins Angebot aufgenommen haben. Neben der Installation übernehmen diese auch die Planung der Anlagen.

In Interviews mit in Freiburg ansässigen kleineren Installationsbetrieben gab es einerseits Unternehmen, die nur innerhalb der Stadtgrenzen, und andererseits Unternehmen, die sowohl innerhalb als auch außerhalb Kunden haben. Es wird angenommen, dass dies genau so für Unternehmen außerhalb der städtischen Gemarkung gilt, also auch Installateure von außerhalb in Freiburg PV-Anlagen installieren und sich diese Effekte in etwa gegenseitig

aufheben, sodass die offiziellen Zubauzahlen für das Jahr 2009 zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 3.3) werden können. Wenn nun die kommunalen Anteile der großen Unternehmen subtrahiert werden, kann man davon ausgehen, dass der Rest von den kleinen geplant wird. Konkret bedeutet das, dass von insgesamt 3.180 kWp geplanter PV-Leistung in Freiburg im Jahr 2009 702 kWp von den großen Unternehmen und der Rest, nämlich 2.478 kWp, von den kleinen Installateuren geplant wurde. Das ermöglichte eine Berechnung der kommunalen Wertschöpfung anhand der von Hirschl et al. (2010) entwickelten Methode, ohne jeden kleinen Installationsbetrieb befragen zu müssen.

Mit den vier spezialisierten Unternehmen wurden Interviews geführt, um die Effekte durch exportierte Planung und Projektierung berechnen zu können, die auf dieser Stufe einen großen Einfluss besitzen. Die Gesamtleistung, der von Freiburg aus geplanten aber außerhalb installierten Anlagen liegt weit über 34 MW. Es fehlen hier allerdings die Angaben von zwei Unternehmen, die über die Beschäftigtenzahlen erfasst wurden. P1 spielt eine Sonderrolle, da die Werte des Unternehmens über beide Methoden berechnet wurden. Dies hat zur Folge, dass sich 15 Arbeitsplätze bei P1 nicht eindeutig zuordnen lassen. Diese werden der Stufe Planung und Projektierung zugerechnet. Insgesamt wurde auf dieser Stufe kommunale Wertschöpfung in Höhe von ca. 4,1 Mio. Euro generiert.

Tabelle 4.8: Kommunale Wertschöpfung durch Planung und Projektierung

Nachsteuer-gewinn [€]	Nettoeinkommens-effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbesteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
560.000	3.200.000	130.000	160.000	71.000

(Quelle: eigene Berechnungen, basierend auf Interviewaussagen)

Versicherung

Versicherungen für PV-Anlagen stellen einen wichtigen Aspekt für den Betreiber dar, um sich gegen eventuelle Schäden abzusichern. Für die Berechnung der kommunalen Wertschöpfung ist es eine relativ schwierig zu erfassende Stufe, da Versicherungen auch problemlos mit Gesellschaften abgeschlossen werden können, die ihren Sitz nicht in der Betreiberkommune haben. Unter der Annahme, dass alle kommunalen Anlagen über in Freiburg ansässige Anbieter versichert wären, würde eine Wertschöpfung von unter 10.000 Euro generiert werden.

Aufgrund der hohen Unsicherheit und des geringen Einflusses auf die Gesamtwertschöpfung wird diese Stufe der Wertschöpfungskette hiermit anerkannt, aber nicht in den Berechnungen berücksichtigt.

Installation und Montage

Für diese Stufe gelten die gleichen Annahmen wie für die Stufe Planung und Projektierung, da hier dieselben Unternehmen aktiv sind. Der einzige Unterschied ist, dass die spezialisierten Unternehmen nicht alle ihre geplanten Anlagen auch selber installieren. Ein Anteil von 3.378 kWp wurde selbst außerhalb der Gemarkung installiert und mindestens 31,3 MWp von Partnern, die im Auftrag von P1 (P1, da dasselbe Unternehmen auch auf der Stufe Planung und Projektierung tätig ist und dort bereits erwähnt wurde) die Montage übernommen haben. Auch wenn die Installation nicht von Beschäftigten von P1 vorgenommen wurde, wurden dennoch hohe Umsätze und dadurch auch Wertschöpfung durch diesen Geschäftsbereich erzielt, die auf dieser Stufe berücksichtigt werden. Für die Berechnung wurde angenommen, dass der Anteil am Gesamtumsatz auch dem Anteil an Arbeitsplätzen entspricht.

Durch Installation und Montage wurden ca. 2 Mio. Euro kommunaler Wertschöpfung generiert (siehe Tabelle 4.9). Der größte Anteil entfällt dabei auf die Nettoeinkommenseffekte.

Tabelle 4.9: Kommunale Wertschöpfung durch Installation und Montage

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbsteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
260.000	1.500.000	68.000	60.000	35.000

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Erzeugung und Betrieb

Die kommunale Wertschöpfung aus Erzeugung und Betrieb setzt sich zusammen aus den Aspekten Betreiber und Betreibergesellschaften sowie Wartung und Instandhaltung von bestehenden Anlagen (siehe Tabelle 3.1, 6.1 und 6.2). Um die Effekte durch Betreiber und Betreibergesellschaften zu berechnen, werden sowohl der PV-Anlagenbestand in Freiburg als auch von Freiburg aus betriebene Anlagen außerhalb der Stadt berücksichtigt. Eine vollständige Aufnahme der letztgenannten Effekte ist sehr schwierig, da beispielsweise Beteiligungen, die von Bürgern innerhalb der Stadt gehalten werden, nicht erfasst werden können. Berücksichtigt wird hier einzig ein Unternehmen, P1, das auswärtige PV-Anlagen mit knapp 11 MW Leistung von Freiburg aus betreibt. Bei kleinen Dachanlagen wird angenommen, dass kein bezahltes Personal zum Betrieb notwendig ist.

Die Wartung und Instandhaltung wird von den Unternehmen geleistet, die bereits in der vorherigen Stufe vorgestellt wurden. Da Installationen innerhalb und außerhalb der Stadt in

etwa den gleichen Größenrahmen haben, wird angenommen, dass auch entsprechend viele auswärtige Anlagen von Freiburg aus gewartet und instand gehalten werden.

Tabelle 4.10 zeigt auf, dass durch Erzeugung und Betrieb eine Wertschöpfung von insgesamt ca. 2,4 Mio. generiert wird. Da diese Stufe wenig arbeitsintensiv ist, fallen mehr als 80 Prozent der Wertschöpfung durch Nachsteuergewinne an.

Tabelle 4.10: Kommunale Wertschöpfung durch Erzeugung und Betrieb

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbsteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
2.000.000	190.000	130.000	100.000	3.000

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Rückbau, Entsorgung/ Recycling

Die Stufe Rückbau, Entsorgung bzw. Recycling wird im Rahmen dieses Working Papers nicht mit berechnet. Seit dem Jahr 2010 bietet die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH eine kostenlose Rückgabemöglichkeit für PV-Anlagen an. Von dort werden die Systemteile einer zentralen Recyclingeinrichtung zugeführt (Friedl 2010). Die dadurch verursachte kommunale Wertschöpfung ist vernachlässigbar. In den kommenden Jahren, wenn vermehrt Anlagen zurückgebaut werden, dürfte diese Stufe eine wichtigere Stellung auf der Wertschöpfungskette einnehmen.

Weitere Dienstleistungen

Im Dienstleistungssektor gibt es in der Solarstrombranche in der Stadt Freiburg Unternehmen aus den Bereichen Rechtsberatung, PR und Werbung, Consulting sowie Lobbying, die nicht über die anderen Stufen abgedeckt werden. Die kommunale Wertschöpfung wird vollständig über die Beschäftigtenzahlen berechnet. Ergänzend wird die Annahme getroffen, dass Nettogewinne und Gewerbesteuer proportional zum Mittelwert der anderen Dienstleistungen (Großhandel, Finanzierung, Planung und Projektierung) der Methode von Hirschl et al. (2010) anfallen.

Insgesamt wird auf dieser Stufe eine eher geringe kommunale Wertschöpfung in Höhe von ca. 430.000 Euro generiert. Zwei in Freiburg ansässige PR- und Werbeagenturen tragen dazu ca. 45 Prozent bei, drei kleinere Consultingunternehmen und eine Lobbyorganisation ca. 38 Prozent und ein Rechtsberatungsunternehmen ca. 17 Prozent.

Tabelle 4.11: Kommunale Wertschöpfung durch Dienstleistungen

Nachsteuer- gewinn [€]	Nettoeinkommens- effekte [€]	Kommunaler Anteil Gewerbesteuer [€]	Kommunaler Anteil Einkommensteuer [€]	Kommunaler Anteil Investitionsausgaben [€]
61.000	330.000	20.000	13.000	6.000

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Zusammenfassung Kommunale Wertschöpfung aus direkten Effekten

Die kommunale Wertschöpfung aus direkten Effekten durch Solarstromsysteme beläuft sich in der Stadt Freiburg im Jahr 2009 auf 31,4 Mio. Euro (vgl. Tabelle 4.12). Gemäß der Fragestellung wurde die Methodik um die Stufen F&E und weitere Dienstleistungen erweitert. Beide Stufen zusammen generieren eine direkte Wertschöpfung von knapp 7,9 Mio. Euro, was gut 25 Prozent der Gesamtsumme entspricht. Mit einem Anteil von ca. 34 Prozent stellt die Produktion die Stufe mit dem höchsten Einzelwert dar. Großhandel, Planung und Projektierung, Installation und Montage sowie Erzeugung und Betrieb liegen jeweils zwischen 6 und 14 Prozent; die Stufen Finanzierung hat mit knapp einem Prozent einen relativ geringen Anteil.

Tabelle 4.12: Direkte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in Freiburg

Wertschöpfungsstufe	Direkte Wertschöpfung [€, gerundet]	Anteil [%]
F&E	7.400.000	23,7
Produktion	10.700.000	34,2
Großhandel	4.000.000	12,9
Finanzierung	240.000	0,8
Planung/ Projektierung	4.100.000	13,2
Installation/ Montage	2.000.000	6,3
Erzeugung/ Betrieb	2.400.000	7,6
Dienstleistungen	430.000	1,4
Summe	31.400.000	100

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

4.3 Induzierte Wertschöpfung durch die Solarstrombranche

Die induzierte Wertschöpfung berechnet sich mithilfe der keynesianischen Multiplikatoranalyse. Der Multiplikator wurde für die vorliegende Arbeit auf 1,2 festgelegt (vgl. Abschnitt 3.2.2), der Wert der direkten Wertschöpfung erhöht sich also um das 1,2-fache. Insgesamt wird durch die direkten Effekte eine zusätzliche Wertschöpfung durch

Wiederverausgabung in Höhe von ca. 6,3 Mio. Euro induziert (vgl. Tabelle 4.13). Davon entfallen ca. 1,6 Mio. Euro auf F&E und Dienstleistungen. Anteilig entsprechen die einzelnen Stufen denen der direkten Wertschöpfung.

Tabelle 4.13: Induzierte Wertschöpfung durch Solarstromsysteme in Freiburg

Wertschöpfungsstufe	Direkte Wertschöpfung [€, gerundet]	Induzierte Wertschöpfung [€, gerundet]	Anteil [%]
F&E	7.400.000	1.500.000	23,7
Produktion	10.700.000	2.100.000	34,2
Großhandel	4.000.000	810.000	12,9
Finanzierung	240.000	50.000	0,8
Planung/ Projektierung	4.100.000	830.000	13,2
Installation/ Montage	2.000.000	400.000	6,3
Erzeugung/ Betrieb	2.400.000	480.000	7,6
Dienstleistungen	430.000	90.000	1,4
Summe	31.400.000	6.300.000	100

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

Die kommunale Gesamtwertschöpfung durch direkte und induzierte Effekte der Solarstrombranche beträgt in der Stadt Freiburg im Breisgau insgesamt 37,7 Mio. Euro im Jahr 2009.

4.4 Exkurs: Kommunale Arbeitsplätze durch die Solarstrombranche

Als Nebenprodukt der Berechnung der kommunalen Wertschöpfung lässt sich auch die Anzahl der Arbeitsplätze bestimmen. Diese wurden durch direkte Wertschöpfung entweder in den Unternehmen erfragt oder über die in Tabelle 3.4 aufgezeigten Durchschnittseinkommen im Verhältnis zu den Einkommenseffekten auf der gesamten Stufe berechnet. Die durch induzierte Effekte erzeugten Arbeitsplätze wurden auf jeder Stufe einzeln grob abgeschätzt, indem die kumulierte direkte Wertschöpfung auf einer Stufe mit den Arbeitsplätze aus der direkten Wertschöpfung ins Verhältnis gesetzt wurden, um im zweiten Schritt mit der kumulierten induzierten Wertschöpfung multipliziert zu werden:

- $\frac{\text{Kumulierte direkte Wertschöpfung auf einer Stufe}}{\text{Arbeitsplätze auf dieser Stufe}} \times \text{induzierte Wertschöpfung auf dieser Stufe} = \text{induzierte Arbeitsplätze}$

Hierbei handelt es sich um eine eher vorsichtige Annäherung, da Arbeitsplätze in der Solarstrombranche tendenziell mehr Wertschöpfung generieren als die durchschnittliche Arbeitsstelle in Freiburg. Da die induzierte Wertschöpfung aber in allen in Freiburg

anzutreffenden Wirtschaftsbranchen anfällt, ist anzunehmen, dass die in der Realität induzierten Arbeitsplätze über den in Tabelle 4.14 aufgeführten liegen.

Durch die direkte Wertschöpfung der Solarstrombranche wurden im Jahr 2009 in Freiburg 1.223 und durch induzierte Wertschöpfung weitere 245 Arbeitsplätze bereitgestellt. In VZÄ ausgedrückt entspricht dies 1.035 bzw. 207 Stellen.

Tabelle 4.14: Kommunale Arbeitsplätze durch die Solarstrombranche in Freiburg

Wertschöpfungsstufe	Arbeitsplätze durch direkte Wertschöpfung	Arbeitsplätze durch induzierte Wertschöpfung
F&E	439	88
Produktion	410	82
Großhandel	73	15
Finanzierung	3	1
Planung/ Projektierung	118	24
Installation/ Montage	41	8
Erzeugung/ Betrieb	9	2
Dienstleistungen	130	26
Summe	1.223	245

(Quelle: eigene Berechnungen, teilweise basierend auf Interviewaussagen)

5 Literaturverzeichnis

- Amtsblatt Stadt Freiburg** (2009): *Kommunal und ökologisch als Strategie. Badenova setzt auf neues Unternehmensprofil*, (Nr. 499). Online verfügbar unter http://www.freiburg.de/servlet/PB/show/1206456/Amtsblatt_Ausgabe_499.pdf, zuletzt geprüft am 15.08.2010.
- badenova AG & Co.KG** (2011): *PV-Anlagen im badenova-Stromnetz (persönliche Mitteilung von Bärbel Schäfer, 13.01.2011)*.
- Blume, L. & Fromm, O.** (2000): *Regionalökonomische Bedeutung von Hochschulen: eine empirische Untersuchung am Beispiel der Universität Gesamthochschule Kassel*. Kassel: Kassel Univ. Press. Online verfügbar unter <http://www.upress.uni-kassel.de/online/frei/978-3-933146-31-1.volltext.frei.pdf>, zuletzt geprüft am 25.11.2010.
- Bogner, A. & Menz, W.** (2005): *Expertenwissen und Forschungspraxis: die modernisierungstheoretische und die methodische Debatte um die Experten. Zur Einführung in ein unübersichtliches Problemfeld*. In: *Das Experteninterview : Theorie, Methode, Anwendung* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BMU** (2010): *Erneuerbare Energien in Zahlen - Internet-Update ausgewählter Daten*. Berlin. Online verfügbar unter http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_update_bf.pdf, zuletzt geprüft am 15.01.2011.
- Bundesministerium der Finanzen, BMF** (2010): *Datensammlung zur Steuerpolitik. Ausgabe 2010*. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bundesfinanzministerium.de/nn_53848/DE/BMF_Startseite/Service/Broschueren__Bestellservice/Steuern/20250__Datensammlung__zur__Steuerpolitik__2010,property=publicationFile.pdf, zuletzt geprüft am 07.02.2011.
- Buttermann, H. & Freund, F.** (2009): *Sektorale und regionale Beschäftigungseffekte durch den Neubau von fünf Kraftwerken auf Basis Stein- und Braunkohle am Standort Nordrhein-Westfalen*. Münster, Berlin. Online verfügbar unter <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/407386/data/243690/3/rwe/verantwortung/unser-handeln/gesellschaft/regionale-verantwortung/regionale-wertschoepfung/EEFA-Studie-zu-sektoralen-und-regionalen-Beschaeftigungseffekten.pdf>, zuletzt geprüft am 05.02.2011.
- DIW econ** (2008): *Wirtschaftsfaktor TU Berlin. Welchen Einfluss hat die TU Berlin auf die Berliner Wirtschaft?* Online verfügbar unter von http://www.diw-econ.de/de/downloads/20081113_Report_TU_Berlin.pdf, zuletzt geprüft am 25.11.2010.
- EEG, Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien** (Erneuerbare-Energien-Gesetz) (2009). Online verfügbar unter http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf, zuletzt geprüft am 08.02.2011.
- EnBW Transportnetze AG** (2011): *EEG-Anlagendaten*. Online verfügbar unter http://www.enbw.com/content/de/netznutzer/strom/erneuerbare_energien/anlagendaten_tng/anlagendaten_suche/index.jsp, zuletzt geprüft am 26.01.2011.
- Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme** (2010): *Jahresbericht 2009*. Freiburg.
- Friedl, I.** (2010): *Freiburg sammelt alte Solaranlagen*. Solarthemen:kom, (23.12.2010). Online verfügbar unter von <http://www.solarthemen.de/index.php/2010/12/23/freiburg-sammelt-alte-solaranlagen/>, zuletzt geprüft am 15.02.2011.
- Haisch, T.** (2008): *Regionalwirtschaftliche Ausstrahlung von öffentlichen Forschungseinrichtungen in der Region Basel und der Nordschweiz. Eine Analyse der Einkommens-, Beschäftigungs- und Steuereffekte sowie des Wissenstransfers der Universität Basel und der Fachhochschule Nordwestschweiz*. Basel: Universität Basel. Online verfügbar unter http://edoc.unibas.ch/850/1/DissB_8396.pdf, zuletzt geprüft am 25.11.2010.

- Haller, A.** (1997): *Wertschöpfungsrechnung. Ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext.* Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Heuer, K.,** Klophaus, R. & Schaper, T. (2005): *Regionalökonomische Auswirkungen des Flughafens Frankfurt-Hahn für den Betrachtungszeitraum 2003-2015. Wissenschaftliche Forschungsstudie im Auftrag der Flughafen Frankfurt-Hahn GmbH.* Birkenfeld. Online verfügbar unter <http://www.fluglaerm.de/hahn/fremddokumente/regionalkonomischeauswirkungen-ffhg-2003-2015.pdf>, zuletzt geprüft am 05.02.2011.
- Hirschl, B.,** Aretz, A., Prahl, A., Böther, T., Heinbach, K., Pick, D. & Funcke, S. (2010): *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien.* Schriftenreihe des IÖW 196/10. Berlin. Online verfügbar unter http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_196_Kommunale_Wertsch%C3%B6pfung_durch_Erneuerbare_Energien.pdf, zuletzt geprüft am 08.02.2011.
- Hoppenbrock, C.** & Albrecht, A. (2010). *Diskussionspapier zur Erfassung regionaler Wertschöpfung in 100%-EE-Regionen. Grundlagen und Anwendung am Beispiel der Fotovoltaik.* In: deENet (Hrsg): Arbeitsmaterialien 100EE Nr. 2. Kassel. Online verfügbar unter http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Schriftenreihe/Arbeitsmaterialien_100EE_Nr_2.pdf, zuletzt geprüft am 18.08.2010.
- Kiese, M.** (2008): *Stand und Perspektiven der regionalen Clusterforschung.* In: Cluster und Regionalentwicklung. Theorie, Beratung und praktische Umsetzung, Kiese, M. & Schätzl, L. (Hrsg.) (S. 9-50). Dortmund: Dorothea Rohn.
- Kurscheidt, M.** (2004): *Erfassung und Bewertung der wirtschaftlichen Effekte der Fußball-WM 2006.* Unabhängiges wissenschaftliches Gutachten (Manuskriptfassung) für wegweiser GmbH, Berlin. Bochum. Online verfügbar unter http://www.sponsors.de/uploads/tx_svsstudiengaenge/Wirtschaftliche_Effekte_der_Fussball-WM_2006.pdf, zuletzt geprüft am 05.02.2011.
- Leusing, B.** (2007): *Hochschulen als Standortfaktor. Eine empirische Analyse der regionalökonomischen Effekte der Universität Flensburg.* In: Discussion Paper Nr. 15. Flensburg. Online verfügbar unter http://www.iim.uni-flensburg.de/cms/upload/discussionpapers/15_Leusing_HochschulenStandortFaktor.pdf, zuletzt geprüft am 25.11.2010.
- nova-Institut** (o.J): *Regionale Wertschöpfungspartnerschaften.* Online verfügbar unter <http://www.regionale-wertschoepfung.info/index.php?tpl=page&id=42&lng=de>, zuletzt geprüft am 05.02.2011.
- Reichmuth, M.,** Schröder, G., Pohl, R., Scheuermann, A., Schiffler, A. & Weber, A. (2010): *Jahresprognose 2011 zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus regenerativen Kraftwerken. Prognose der Stromeinspeisung und der Vergütung im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für 2011.* Leipzig. Online verfügbar unter <http://www.eeg-kwk.net/de/file/2010-10-12-IE-EEG-Jahresprognose2011.pdf>, zuletzt geprüft am 03.02.2011.
- Solarvalley Mitteldeutschland** (2011): *Solarvalley Mitteldeutschland - HOME.* Online verfügbar unter von <http://www.solarvalley.org/home>, zuletzt geprüft am 06.02.2011.
- Spehl, H.,** Sauerborn, K., Sauer, M., Benson, L., Vogel, B., Wagner, S. A., Feser, H., von Malottki, C., Meckes, N., Würfel, A., Schulze, P., Flohr, M., Knoll, D. & Raschke, R. (2005): *Forschungsprojekt Hochschule und Region: Regionalwirtschaftliche Wirkungen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz. Wertschöpfungs-, Einkommens- und Beschäftigungseffekte durch Bau und Betrieb der Einrichtungen.* Trier. Online verfügbar unter http://www.mbwjk.rlp.de/fileadmin/Dateien/Downloads/Wissenschaft/wirkung_forschung_lang.pdf, zuletzt geprüft am 08.10.2010.
- Spehl, H.,** Sauerborn, K., Sauer, M., Maurer, J., Kolb, J., Krohn, H., Motz, N., Pansch, H., Feser, H., von Malottki, C., Schmitt, R., Meckes, N., Tan, S., Würfel, A., Schulze, P., Flohr, M., Bauereiß, A. & Eschermann, C. (2007): *Regionalwirtschaftliche Wirkungen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz. Phase II: Effekte wissenschaftlicher Einrichtungen auf Humankapital, Gründungen, Wissens- und Technologietransfer sowie Wachstum und Innovation*

(Leistungsabgabe). Trier. Online verfügbar unter http://www.uni-trier.de/fileadmin/forschung/TAURUS/Publikationen_Sauerborn/Regionalwirtschaftliche_Wirkungen_RLP_Phase_II_Lang.pdf, zuletzt geprüft am 08.10.2010.

Statistisches Bundesamt (2009): *Verdienste und Arbeitskosten. Verdienststrukturerhebung 2006 - Verdienste nach Berufen* -. Wiesbaden. Online verfügbar unter http://www.verdienste2010.de/Statistik-Portal/VSE/Verdienste_nach_Berufen.pdf, zuletzt geprüft am 08.10.2010.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2010): *Statistisches Jahrbuch 2010*. Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1025833>, zuletzt geprüft am 08.10.2010.

6 Anhang

6.1 Tabellen zu Wertschöpfungseffekten PV-Großanlagen

Tabelle 6.1: Kommunale Wertschöpfungseffekte von PV-Großanlagen (Dach)

Wertschöpfungsschritte	Nachsteuer- gewinn	Beschäftigungs- kosten (netto)	Gewerbsteuer (netto)	Gemeindeanteil Einkommensteuer
	€/kWp	€/kWp	€/kWp	€/kWp
<i>Einmalige Effekte</i>				
Module	120	331	20	19
Handel Module	24	58	5	4
Module	38	118	7	7
Zellen/ Absorbermaterial	31	94	5	6
Wafer	17	50	2	4
Metallische Rohstoffe	11	13	1	1
Wechselrichter	13	55	2	4
Handel Wechselrichter	5	12	1	1
Produktion Wechselrichter	8	43	1	2
Planung & Projektierung	13	104	2	6
Installation	35	188	6	8
Handel Installationsmaterial	8	19	1	1
Produktion Installationsmaterial	13	56	2	2
Montage	12	113	2	5
Investitions- und Investitionsnebenkosten gesamt	182	679	31	38
<i>Jährliche Effekte</i>				
Betriebsführung	12	16	1	1
Betriebspersonal		2		0,1
Wartung & Instandhaltung	1,2	6	0,2	0,4
Versicherung	0,2	0,2	0	0
Banken (Finanzierung durch Fremdkapital)	6	6	1,2	0,4
Betreibergesellschaft	74	6	12	3
Geschäftsführung		6		0,4
Haftungsvergütung	1			
Brutto-Gewinn der KG	73		12	2
<i>Gewerbsteuer</i>			12	
<i>Finanzierung durch Eigenkapital (Kommanditisten)</i>				2

(Quelle: angepasst nach Hirschl et al. 2010)

Tabelle 6.2: Kommunale Wertschöpfungseffekte von PV-Großanlagen (Freiland)

Wertschöpfungsschritte	Nachsteuer- gewinn	Beschäftigungs- kosten (netto)	Gewerbesteuer (netto)	Gemeindeanteil Einkommensteuer
	€/kWp	€/kWp	€/kWp	€/kWp
<i>Einmalige Effekte</i>				
Module	120	331	20	19
Handel Module	24	58	5	4
Module	38	118	7	7
Zellen/ Absorbermaterial	31	94	5	6
Wafer	17	50	2	4
Metallische Rohstoffe	11	13	1	1
Wechselrichter	13	55	2	4
Handel Wechselrichter	5	12	1	1
Produktion Wechselrichter	8	43	1	2
Planung & Projektierung	13	104	2	6
Installation	29	150	5	7
Handel Installationsmaterial	7	17	1	1
Produktion Installationsmaterial	12	49	2	2
Montage	11	84	2	4
Investitions- und Investitionsnebenkosten gesamt	176	640	30	36
<i>Jährliche Effekte</i>				
Betriebsführung	11	14	1	1
Betriebspersonal		2		0,1
Wartung & Instandhaltung	1	6	0,2	0,4
Versicherung	0,2	0,2	0	0
Banken (Finanzierung durch Fremdkapital)	6	6	1	0,4
Betreibergesellschaft	47	6	7	2
Geschäftsführung		6		0,4
Haftungsvergütung	1			
Brutto-Gewinn der KG	46		7	1
<i>Gewerbesteuer</i>			7	
<i>Finanzierung durch Eigenkapital (Kommanditisten)</i>				1

(Quelle: angepasst nach Hirschl et al. 2010)

6.2 Interviewleitfäden

Leitfaden WSK-Experten

WSK Solarstromsysteme

- Grafik zur Wertschöpfungskette wurde entwickelt – sehen Sie Lücken/ Aspekte, die nicht berücksichtigt worden sind?
- (Welche Stufen der WSK sind nicht in FR angesiedelt? Ergänzungen insbesondere im Bereich F&E und Dienstleistungen?)

Markt und Marktentwicklung

- Zeigen sich Auswirkungen von Marktveränderungen (bspw. durch Vergütungsanpassung) auf alle Unternehmen und Institutionen der WSK (Renditen, Verlust von Marktanteilen an ausländische Produktionsstandorte; vgl. mit WSK-Abbildung)? Auf einige stärker, auf andere weniger stark?

Technologien

- Welche Technologien zur solaren Stromerzeugung werden in Freiburg produziert, und erforscht (inkl. CSP, Dünnschicht, organische Zellen etc.)?
- Wer investiert in F&E zu welchen Anteilen → Unternehmen, Forschungsinstitute? Woher kommen die finanziellen Mittel?
- Wie hoch sind die durchschnittlichen Investitionen in F&E in % des Umsatzes in Unternehmen?
- In der Branche wird oft über Grid Parity gesprochen. Wie definieren Sie Grid Parity und was für Entwicklungen erwarten Sie in dieser Hinsicht?
 - (Wann glauben Sie wird Grid-Parity erreicht und welche Auswirkungen wird das auf Installationszahlen haben?)
 - Erwarten Sie aufgrund von Grid-Parity einen Boom von Anlagen außerhalb der EEG-Vergütung?)

Sonstiges

- Weitere Ansprechpartner für Solarstrom-WSK?
- Weitere Aspekte, die ich nicht angesprochen habe, die aber von Interesse sein könnten?

Leitfaden Freiburgexperten

Einleitung

- Wertschöpfungskette anhand von Grafik vorstellen
- Betonen, dass sich sämtliche Fragen auf Stromerzeugung aus solaren Systemen beziehen

Strategie/ Ziele

- Welche Rolle spielt Solarenergie für den Wirtschaftsstandort Freiburg?
- Welche Ziele bezüglich weiterer Ansiedlung von Unternehmen aus der solaren WSK zur Stromgewinnung gibt es für Freiburg? Z.B. über Wirtschaftsförderung?
- Gibt es aktualisierte städtische Ausbauziele für PV?(→ Klimaschutzstrategie der Stadt Freiburg (vom Öko-Institut erstellt) sieht Ausbau auf 20 MWp bis 2030 vor)
- Was unternimmt bzw. plant die Stadt im Bereich Information und Beratung? (siehe auch Netzwerktreffen SolarRegion; z.B. Bekanntmachung von FreeSun)
- (Können Sie die Wirksamkeit von Informations- und Beratungsangeboten abschätzen?)

Bedeutung für die Stadt Freiburg

- Welchen Anteil an verschiedenen kommunalwirtschaftlichen Parametern (Gewerbsteuer, Lohnsteuer etc.) hat die Solarenergie?
- Wie definieren Sie den Begriff Cluster und würden Sie Freiburg als ein Cluster für Solarenergie bezeichnen (Solar City Freiburg)? Wenn ja, wieso?
- Inwiefern wird die Eigenverbrauchsregel Auswirkungen auf Konzessionsabgaben haben?
- Welcher Anteil der verpachteten Flächen für PV-Anlagen sind in städtischer bzw. privater Hand? Wie groß sind diese Flächen und wie hoch sind die Einnahmen? (z.B. PV-Anlagen Richtung Littenweiler am Tunnel)

Unternehmen/ Institutionen

- Welche Technologien zur solaren Stromerzeugung werden in Freiburg produziert und erforscht?
- Vorliegende Liste mit Unternehmen und Einrichtungen abgleichen bzw. ergänzen
- Welche Unternehmen halten Sie für am wichtigsten für die Stadt Freiburg? Warum?
- Welche Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen (inkl. Unternehmen) halten Sie für am wichtigsten? Warum?
- Gibt es Ausgründungen aus den Forschungseinrichtungen im PV-Bereich? Siedeln sich diese in Freiburg an?

Finanzierung

- Welcher Anteil am kommunalen PV-Bestand wird durch kommunale Akteure (Kommune, kommunale Unternehmen, Bürger) finanziert?
- Rolle und Bedeutung von Solarenergie (Strom) -Beteiligungen?
- In welchem Umfang sind kommunale Akteure an PV-Anlagen außerhalb von Freiburg beteiligt?

- Tendenz, dass bestimmte Finanzierungsformen mit Solarstromtechnologie korrelieren?
- Gibt es größere PV-Anlagen, die Gewerbesteuern verursachen? Haben deren Betreiber ihren Sitz in Freiburg oder außerhalb? Wie hoch ist der Gesamtanteil von Großanlagen (als Prozentangabe der gesamten installierten Leistung)?

Sonstiges

- Gibt es Punkte, die Sie ergänzen wollen? Punkte, die ich nicht angesprochen habe, die aber im Zusammenhang solarer WSK erwähnenswert sind?

Leitfaden Unternehmen und Einrichtungen in Freiburg

Wenn es möglich ist, bitte Daten aus dem Jahr 2009 verwenden, sonst bitte Jahreszahl vermerken. Auch Abschätzungen und ungefähre Angaben sind für mich von Interesse. Alle Fragen beziehen sich einzig auf die Bereiche/ Abteilungen, die sich mit Solarstromsystemen beschäftigen

Einleitung

- Auf welchen Wertschöpfungsstufen (z.B. Installation, Handel, Betrieb) ist das Unternehmen tätig?
- Gibt es weitere Unternehmen derselben Wertschöpfungsstufe in Freiburg? Welche?

Umsatz

- Wie viel Umsatz machte das Unternehmen in 2009?
- Wie hoch war das Auftragsvolumen in kWp in 2009?
 - o Wenn möglich unterteilt in Kleindach- (<30 kWp), Großdach- (>30kWp) und Freiflächenanlagen
- Wie groß war dabei jeweils der Anteil innerhalb der Gemarkung der Stadt Freiburg?
- Wie hoch waren die Sachausgaben und Investitionen? Wie viel davon wurde an kommunale Unternehmen vergeben (in %)?
- Wie hoch waren die Baukosten (z.B. neue Bürogebäude)? Wie viel davon wurde an kommunale Unternehmen vergeben (in %)?

MitarbeiterInnen

- Wie viel Mitarbeiter sind im Solarstrom-Bereich beschäftigt (Durchschnittswert 2009 in Vollzeitäquivalenten)?
- Welcher Kategorie gehören die Mitarbeiter an?

Keine Berufsausbildung	In Berufsausbildung	Abgeschlossene Berufsausbildung	Mit Hochschulabschluss

- Wie hoch sind die Personalkosten (in % am Solarstrom-Umsatz)?
- Wie viel Prozent Ihrer MitarbeiterInnen wohnen innerhalb des Stadtgebiets von Freiburg (in % und Vollzeitäquivalenten)?

Umsatzrentabilität

- Könnten Sie mir eventuell einen Einblick in die Umsatzrentabilität Ihres Unternehmens geben?

Sonstiges

- Über wen versichern Ihre Kunden die Anlagen? Wie hoch ist die Quote kommunaler Versicherer?
- Über welche Bank finanzieren Ihre Kunden die Anlagen? Wie hoch ist die Quote kommunaler Banken?
- Wie hoch waren die durchschnittlichen kWpeak Systempreise für Endkunden im Jahr 2009?
- Gibt es weitere Aspekte, die von Interesse sein könnten aber nicht abgefragt worden sind?

Leitfaden F&E

Wenn es möglich ist, bitte Daten aus dem Jahr 2009 verwenden, sonst bitte Jahreszahl vermerken. Auch Abschätzungen und ungefähre Angaben sind für mich von Interesse. Alle Fragen beziehen sich einzig auf die Bereiche/ Abteilungen, die sich mit Solarstromsystemen beschäftigen

MitarbeiterInnen

- Wie viele MitarbeiterInnen hatte Ihre Einrichtung im Jahr 2009 (insgesamt und in Vollzeitäquivalenten)?
- Wie hoch waren die MitarbeiterInnenzahlen in den verschiedenen Kategorien (insgesamt und in Vollzeitäquivalenten)?
- Wo wohnen die MitarbeiterInnen Ihrer Einrichtung (in Freiburg oder außerhalb der Stadtgemarkung in %)?
- Wie hoch sind die Personalkosten insgesamt?

Sach- und Investitionsausgaben

- Wie hoch waren Sach- und Investitionsausgaben im Jahr 2009? Wie hoch in den letzten zehn Jahren im Durchschnitt?
- Wo werden Sach- und Investitionsausgaben getätigt (kommunal, regional, überregional in % der Gesamtsumme)?

Bauinvestitionsausgaben

- Wie hoch waren die Bauinvestitionen im Jahr 2009? Wie hoch in den letzten zehn Jahren im Durchschnitt?
- Wo werden Bauinvestitionen getätigt bzw. an wen werden Aufträge vergeben (kommunale, regionale, überregionale Unternehmen in % der Gesamtsumme)?

Sonstiges

- Angaben zu Wissens- bzw. Angebotseffekten: Spin-offs, Veröffentlichungen, Patente, Partnerschaften etc.
- Erhält die Einrichtung kommunale Finanzmittel? Wenn ja, wie viel im Jahr 2009?
- Wie hoch ist der Anteil von Freiburger Unternehmen/ Einrichtungen am Gesamtbudget (z.B. über Beteiligungen an Forschungsprojekten oder Ausschüttungen von Beteiligungen)?

Danksagung

Hiermit bedanke ich mich bei Prof. Dr. Dr. h.c. Gerhard Oesten und Prof. Dr. Volker Wittwer für die offizielle Betreuung meiner Masterarbeit. Ein besonderes Dankeschön gilt meinen beiden wissenschaftlichen Betreuern, Frau Dr. Chantal Ruppert-Winkel und Dipl.-Phys.oec. Karl-Anders Weiß, die mir herzlich und mit konstruktiven Ratschlägen zur Seite standen. In diesen Dank möchte ich Jürgen Hauber mit einschließen, der zwischenzeitlich Frau Ruppert-Winkel vertreten hat.

Auch Mari Carmen, meiner Familie und meinen Freunden möchte ich für ihre Unterstützung herzlich danken.

Last but not least danke ich insbesondere meinen Interviewpartnern, die sich in ihren oft vollen Arbeitstagen die Zeit für ein Gespräch genommen haben.