



**Umwelt-Campus
Birkenfeld**

IfaS Institut
für
angewandtes
Stoffstrommanagement

Forschungsbericht Solarstadtkonzept Neustadt an der Weinstraße

Unter Leitung von:
Prof. Dr. Peter Heck

Erstellt von:
Dipl. Betriebswirtin (FH) Sarah-Maria Schröer

In Zusammenarbeit mit:
Dipl. Betriebswirt (FH) Thomas Anton

Auftraggeber:

Struktur- u. Genehmigungsdirektion Süd
Forschungsanstalt für
Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
Hauptstr. 16
67705 Trippstadt



**Ministerium für
Umwelt und Forsten
Rheinland-Pfalz**

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VI
I EINLEITUNG	1
1. PROBLEMSTELLUNG	2
2. ZIELSETZUNG.....	3
3. AUFBAU UND METHODIK DER ARBEIT	3
II SOLARSTÄDTE	6
1. ASPEKTE EINER SOLARSTADT	6
2. EINSATZMÖGLICHKEITEN SOLARER ENERGIE IM STADTGEBIET.....	9
2.1 <i>Photovoltaik</i>	9
2.2 <i>Solarthermie</i>	10
2.3 <i>Passive Sonnenenergienutzung</i>	11
2.4 <i>Solarer Städtebau</i>	11
3. SOLARBUNDESLIGA	12
4. SOLARVEREINE	13
5. SOLARSTÄDTE UND REGIONALE WERTSCHÖPFUNG	14
6. BEISPIELE ANDERER SOLARSTÄDTE	15
6.1 <i>Freiburg</i>	15
6.2 <i>Alzenau</i>	17
III PHOTOVOLTAIK.....	18
1. TECHNOLOGIE	18
2. SOLARZELLENTYPEN	22
2.1 <i>Kristalline Siliziumzellen</i>	22
2.1.1 Monokristalline Solarzellen.....	22
2.1.2 Polykristalline Solarzellen.....	23
2.1.3 Mischformen.....	23
2.2 <i>Dünnschichtsolarzellen</i>	24
2.3 <i>Neue Zellentwicklungen</i>	25
3. INSTALLATIONSVORRAUSSETZUNGEN.....	25
3.1 <i>Modulorientierung</i>	25
3.2 <i>Einflussfaktoren</i>	26
3.3 <i>Gebäudekartierungen</i>	27
4. UMWELTVERTRÄGLICHKEIT	28
5. KOSTEN EINER PHOTOVOLTAIKANLAGE	29
5.1 <i>Investitionskosten</i>	29
5.2 <i>Betriebskosten</i>	30
6. FINANZIERUNGSMÖGLICHKEITEN.....	31
6.1 <i>Einspeisevergütung</i>	32
6.2 <i>Kredite und Zuschüsse</i>	34
6.2.1 KfW- Förderung.....	35
6.2.1.1 KfW- Programm „Solarstrom Erzeugen“	35
6.2.1.2 KfW- Infrastrukturprogramm.....	36
6.2.1.3 KfW- Umweltprogramm.....	37

6.2.2	Weitere Darlehen, Zuschüsse und Zusatzvergütungen.....	39
6.3	<i>Beteiligungsmodelle</i>	40
6.3.1	Beispiel: Beteiligung SolarKraftWerk Sirius	41
6.3.2	Beispiel: Sonnenschiff Freiburg.....	42
6.4	<i>Contracting</i>	43
6.4.1	Beispiel: Sonnensiedlung Bonn.....	43
6.4.2	Solardachbörsen	44
6.5	„Win-Win-Effekte“ in der Finanzierung von Photovoltaikanlagen.....	45
6.6	<i>Sponsoring</i>	46
IV PHOTOVOLTAIK IM STADTGEBIET		47
1.	EINSATZMÖGLICHKEITEN VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN	47
1.1	<i>Netzgekoppelte Anlagen</i>	47
1.1.1	Schrägdachinstallation	47
1.1.2	Dachintegration	48
1.1.3	Fassadenanlagen.....	48
1.1.4	Sonnenschutzanlagen.....	49
1.1.5	Flachdach-/ Freiflächenanlagen	50
1.1.6	Überdachungen mit Photovoltaik.....	51
1.1.7	Beispiele für den Einsatz netzgekoppelter Photovoltaikanlagen	52
1.2	<i>Inselanlagen</i>	58
1.2.1	Informationsschilder des ÖPNV	58
1.2.2	Wartehallen	59
1.2.3	Parkscheinautomaten.....	60
1.2.4	Weitere Einsatzmöglichkeiten	60
2.	PHOTOVOLTAIK UND ÖFFENTLICHKEIT.....	63
2.1	<i>Vorbildfunktion öffentlicher Anlagen</i>	64
2.2	<i>Printmedien</i>	64
2.3	<i>Internetpräsenz</i>	65
2.4	<i>Veranstaltungen rund um die Sonne</i>	65
2.5	<i>Beratungsangebote</i>	66
V PRAXISBEISPIEL NEUSTADT AN DER WEINSTRASSE		67
1.	MÖGLICHE PHOTOVOLTAIKANLAGEN IM STADTGEBIET	68
1.1	<i>Städtische und landeseigene Gebäude</i>	69
1.2	<i>Sonstige Gebäude</i>	70
1.3	<i>Stadt- und Bauplanung</i>	71
1.4	<i>Inselanlage und sonstige Photovoltaikanwendungen</i>	72
1.4.1	Das Hambacher Schloss.....	72
1.4.2	Photovoltaikanlagen im Verkehrsbereich	75
1.4.3	Die Innenstadt	77
1.4.4	Solarkunst	77
1.4.5	Photovoltaikanlagen als Werbemaßnahmen	78
2.	DENKMALSCHUTZ.....	78
3.	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.....	79
3.1	<i>Der Solarverein</i>	80
3.2	<i>Informationstafeln</i>	80
3.3	<i>Tag der Sonne</i>	81
3.4	<i>Der Sonnenweg</i>	81
3.5	<i>Internetpräsenz</i>	82
3.6	<i>Sonstige Maßnahmen</i>	84

4.	UMSETZUNGSBEISPIELE DER „SOLARSTADT NEUSTADT“	85
4.1	Szenario 1: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung.....	86
4.2	Szenario 2: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in ein bis drei Jahren	86
4.3	Szenario 3: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in drei bis acht Jahren	87
4.4	Szenario 4: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung in Kombination mit öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen.....	87
4.5	Szenario 5: Mögliche weitere Potenziale.....	90
5.	KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE	91
5.1	Szenario 1: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung.....	93
5.2	Szenario 2: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in ein bis drei Jahren	94
5.3	Szenario 3: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in drei bis acht Jahren	95
5.4	Szenario 4: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung in Kombination mit öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen.....	96
5.5	Szenario 5: Mögliche weitere Potenziale.....	97
6.	ERGEBNISBEWERTUNG	98
VI	SCHLUSSBETRACHTUNG	101
1.	ZUSAMMENFASSUNG	101
2.	HANDLUNGSEMPFEHLUNG.....	105
3.	FAZIT	107
	LITERATURVERZEICHNIS.....	109
	ANHANG I	118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sonnensegel in Münsingen (Schweiz).....	7
Abbildung 2: Hauptbahnhof Freiburg.....	16
Abbildung 3: Bauhof Alzenau	17
Abbildung 4: Schematischer Querschnitt einer Silizium Solarzelle.....	19
Abbildung 5: Netzgekoppelte Photovoltaikanlage	20
Abbildung 6: Energieertrag einer Solaranlage in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigung.....	26
Abbildung 7: Übersicht Fördermöglichkeiten	31
Abbildung 8: Überdachter Parkplatz aus Photovoltaikmodulen	51
Abbildung 9: Bürogebäude des ADAC	52
Abbildung 10: Passive und aktive Nutzung von Sonnenenergie in der Kindertagesstätte Frankfurt/Main-Griesheim;.....	53
Abbildung 11: Solarkraftwerk auf dem Dach des Wissenschaftsparks Gelsenkirchen	54
Abbildung 12: Kontrollturm Militärflughafen Sion.....	55
Abbildung 13: Gutshof in Wietow, heutiges Solarzentrum.....	56
Abbildung 14: Fußweg Überdachung	57
Abbildung 15: Firmenlogo aus Photovoltaikmodulen.....	58
Abbildung 16: Photovoltaisch beleuchtete Fahrplanvitrine	59
Abbildung 17: Wartehäuschen mit Photovoltaikmodulen zur Beleuchtung der Bushaltestelle und zum Betrieb des nahe gelegenen Brunnens, Alzenau	59
Abbildung 18: Solarbetriebener Parkscheinautomat	60
Abbildung 19: Beleuchtete Werbetafeln am Frankfurter Flughafen	61
Abbildung 20: Photovoltaikanlage zur zusätzlichen Stromversorgung eines Barometers.....	62
Abbildung 21: Elektronische Großanzeige für Photovoltaiksystem	64
Abbildung 22: Auswahl der möglichen Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet	68
Abbildung 24: Fenster am Hambacher Schloss	73
Abbildung 25: Wiese am Aufgang zum Hambacher Schloss	73
Abbildung 26: Abhang am Hambacher Schloss	74
Abbildung 27: Beleuchtungssysteme am Hambacher Schloss.....	75
Abbildung 28: Photovoltaiklampe	75
Abbildung 29: Verkehrskreisel Neustadt a.d.W.	76
Abbildung 30: Solarglobus	76
Abbildung 31: Solar-Ikosaeder	78
Abbildung 32: Der Sonnenweg.....	81
Abbildung 33: Solare Sitzbank	82
Abbildung 34: Mögliche Homepage der Solarstadt-Neustadt.....	83
Abbildung 35: Touristen Information Neustadt a.d.W.	84
Abbildung 36: Internetseite der Solarbundesliga	106

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einspeisevergütung nach EEG, Stand 2004	33
Tabelle 2: Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen	34
Tabelle 3: KfW- Förderprogramme für Photovoltaikanlagen	38
Tabelle 4: Chancen und Risiken einer Beteiligung am SolarKraftWerk Sirius.....	42
Tabelle 5: Preisangaben für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen.....	85
Tabelle 6: Kosten für öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	89
Tabelle 7: Ausführungen Szenarien	92
Tabelle 8: Ausgangsdaten der Szenarien.....	92
Tabelle 9: Ausgangsdaten Szenario 1	93
Tabelle 10: Ergebnisse Szenario 1	94
Tabelle 11: Ausgangsdaten Szenario 2	94
Tabelle 12: Ergebnisse Szenario 2	95
Tabelle 13: Ausgangsdaten Szenario 3	95
Tabelle 14: Ergebnisse Szenario 3	95
Tabelle 15: Ausgangsdaten Szenario 4	96
Tabelle 16: Ergebnisse Szenario 4	97
Tabelle 17: Ausgangsdaten Szenario 5	98

I Einleitung

In Deutschland fließt rund ein Drittel der Primärenergie in die Stromerzeugung. Davon gelangt jedoch nur ein Drittel in die deutschen Haushalte und Firmen. Zwei Drittel gehen bei der Stromerzeugung in Kraftwerken und bei der Verteilung des Stroms verloren: Energie, die teuer hergestellt oder gekauft werden muss und zudem einen erwiesenermaßen negativen Einfluss auf unsere Umwelt hat.

Gleichzeitig gehen die Vorräte an fossilen Energiestoffen bekanntermaßen zu Neige, während der Energiebedarf der Bevölkerung weiter steigt. Selbst wenn rapide Energie eingespart würde, wird es früher oder später zu Energieengpässen kommen. Es müssen also Energieträger gefunden werden, die gemeinsam den Energiebedarf der Welt auch in Zukunft decken können und zugleich eine dauerhafte, effiziente und saubere Lösung darstellen. Ein vermehrter Einsatz regenerativer Energieträger scheint also sinnvoll.

Neben den rein energietechnischen aber auch ökonomischen Gründen zeichnet es sich zunehmend als großer Vorteil der alternativen Energien ab, dass es sich hierbei im zweifachen Sinne um „friedliche“ Energieformen handelt. Auf der einen Seite ist Sonne für jeden verfügbar, so dass keine Kriege um die Beschaffung und Verteidigung dieses Energieträgers geführt werden müssen. Auf der anderen Seite sind für die Erzeugung von großen Mengen an alternativen Energien viele Anlagen notwendig. Diese Anlagen sind, da sie nicht voneinander abhängig sind, weniger störungsanfällig und vor allem, im Gegensatz zu einem einzelnen Atomkraftwerk, kein Angriffspunkt für potentielle Anschläge.

Es lohnt sich also im mehrfachen Sinne, auf regenerative Energieträger zu setzen. Ein Energiemix aus den verschiedenen alternativen Energieträgern wird dabei die Grundlage für ein funktionierendes System sein. Hierbei wird die Stromerzeugung mit Hilfe der Photovoltaik ein wichtiger Bestandteil sein. Durch die Kraft der Sonne kommt jährlich eine Menge an solarer Energie auf der Fläche der Bundesrepublik auf, die den Verbrauch der Menschen um das 80-fache übersteigt. Die Sonne ist zudem eine unerschöpfliche, kostenlose Energiequelle, was die Erzeugung von Strom mit Hilfe von Sonnenenergie nahezu emissionsfrei macht. Die Sonne bietet uns also ungeheure Potenziale.

1. Problemstellung

Mit Hilfe der Sonnenenergie lässt sich also unsere Zukunft gestalten. Dabei müssen jedoch Wege gefunden werden, wie diese breitflächig eingesetzt werden kann.

Ein vermehrter Einsatz der Solarenergie wird auch von der Deutschen Bundesregierung angestrebt. Zum einen gibt es seit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls Vorgaben, den Anteil an erneuerbaren Energien in Europa bis 2010 zu verdoppeln, und zum anderen sind die durch den Atomausstieg entstehenden Lücken in der Stromversorgung zu füllen. Es gibt also akuten Handlungsbedarf.

Um diesem nachzukommen, kann jeder einzelne seinen Beitrag leisten, indem er, wo möglich, selbst eine Solaranlage installiert. Um dies zu erreichen, müssen jedoch Vorbilder agieren, die den Menschen zeigen, dass es sich dabei um sinnvolle Investitionen handelt. Es würde sich anbieten, dass die jeweiligen Städte und Gemeinden diese Vorbildfunktion übernehmen. Gleichzeitig würde ein vermehrtes Engagement im Bereich der alternativen Energien die Möglichkeit schaffen, dass Städte und Gemeinden wieder vermehrt selbst für ihre Energieversorgung verantwortlich werden.

Um also den Bürgern einer Stadt ein Vorbild zu sein, müssen Anlagen gebaut werden, die für die breite Öffentlichkeit sichtbar bzw. zugänglich sind und somit das Interesse der Menschen wecken. Das Hauptaugenmerk von Städten wird dabei auf der solaren Stromerzeugung durch Photovoltaik liegen, da sich Photovoltaikanlagen durch die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten auf Dächern, als transparente Fassadenelemente, zum Betrieb von Parkscheinautomaten oder an Kunstwerken hervorragend als Anschauungsobjekte eignen. Zudem lassen sich durch die Photovoltaikanlagen mit Hilfe der Einspeisevergütung aus dem neu in Kraft getretene Gesetz zum Vorrang der erneuerbaren Energien (EEG) im Laufe der Lebenszeit einer Photovoltaikanlage auch finanzielle Erträge erwirtschaften, was den Städten und Gemeinden bei den heutigen leeren Kassen nur zugute kommen kann.

Auf der anderen Seite bedeutet Umweltschutz auch immer einen potentiellen Imagegewinn. Dies können sich Städte und Gemeinden zunutze machen. Sie signalisieren damit ein fortschrittliches Denken und ihren Weg in die Zukunft.

Doch wie können Städte diese Idee öffentlichkeitswirksam in ihre Stadtpolitik integrieren? Seit einiger Zeit taucht vermehrt der Begriff „Solarstadt“ auf. Viele Städte versuchen so, ihr Engagement für die Umwelt nach außen zu tragen. Gelsenkirchen, Freiburg, Alzenau oder Berlin haben diesen Weg für sich entdeckt.

Das Problem ist, dass es bisher keine wirklichen Leitlinien oder Kriterien gibt, an die sich eine Stadt halten kann oder muss, um Solarstadt zu werden. Es tauchen für die Städte viele Fragen auf, die für den Aufbau einer Solarstadt von Bedeutung sind.

Was sind die ersten Schritte, welche Gebäude oder Kleinanlagen kommen in Frage, was gibt es generell für Möglichkeiten für die Erzeugung von Strom aus der Sonne und wie kann man diese Idee der Öffentlichkeit näher bringen? Auf der anderen Seite ist aber auch von großer Bedeutung, wie die Anlagen finanziert werden können, und ob sie sich als wirtschaftlich erweisen.

2. Zielsetzung

Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) erhielt vom Umweltministerium Rheinland-Pfalz den Auftrag, ein Konzept zu erstellen, welches sich mit der Entwicklung einer Solarstadt befasst.

Im Rahmen dieser Arbeit soll daher ein ganzheitliches Konzept erstellt werden, das genau beschreibt, welches die Aspekte sind, die eine Stadt zu einer Solarstadt machen können.

Dazu gehören alle Bereiche, welche für eine Solarstadt von Bedeutung sind, unter anderem auch die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der Sonnenenergie in einer Stadt, d.h. Photovoltaik, Solarthermie und solarer Städtebau.

Für das konkrete Praxisbeispiel wird aufgrund des derzeitigen Booms im Bereich der solaren Stromerzeugung nur auf den Bereich der Photovoltaik eingegangen. Daher wird im Rahmen dieser Arbeit eine genaue Betrachtung der Photovoltaiktechnologie durchgeführt. Dazu gehören technische Hintergründe, Einsatzmöglichkeiten, Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten der Photovoltaik.

Als wichtiger Aspekt der Arbeit soll auch der Themenbereich Öffentlichkeitsarbeit eingearbeitet werden. Zweck der Öffentlichkeitsarbeit ist es, die Solarstadt darzustellen und zugleich das Interesse von Bürgern und Touristen wecken.

Als weiterer Schritt soll eine Potentialanalyse für die Stadt Neustadt erstellt werden. Diese wird eine Kartierung aller für Photovoltaik geeigneten Gebäude der Stadt und des Landes umfassen. Des Weiteren sollen markante Standorte im Stadtgebiet gefunden werden, die mit Photovoltaik ausgestattet als Anschauungsobjekte für die Bevölkerung und Besucher der Stadt dienen sollen.

Hinzu kommt für einige ausgewählte Gebäude und öffentlichkeitswirksame Photovoltaikanlagen eine wirtschaftliche Betrachtung, um daraus ein Finanzierungskonzept für die Solarstadt zu entwickeln.

3. Aufbau und Methodik der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich neben der Einleitung und der Schlussbetrachtung in vier Kapitel.

Der Einleitung folgt ein Kapitel zum Thema „Solarstädte“. Hier werden alle Aspekte, die dafür von Bedeutung sind, näher beleuchtet. In diesem Kapitel werden alle Möglichkeiten der Nutzung von direkter Sonnenenergie aufgezeigt. Dazu gehören neben der Photovoltaik die Solarthermie, die passive Solarnutzung und der solare Städtebau.

Ebenso soll in diesem Kapitel analysiert werden, welche Auswirkungen der Aufbau einer Solarstadt auf die Wertschöpfung der Stadt hat.

Da für das Praxisbeispiel Neustadt an der Weinstraße im Rahmen dieser Arbeit nur die Photovoltaik eine Rolle spielt, wird diese Form der Solarenergienutzung im 3.

Kapitel ausführlich betrachtet. Es werden die Wirkungsweise von Solarzellen und andere technische Merkmale erklärt, und es wird näher auf die Installationsvoraussetzungen für Photovoltaikanlagen eingegangen.

Weitere wichtige Aspekte sind die Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten der Photovoltaik. Diese werden in den Abschnitten 5 und 6 des dritten Kapitels behandelt. Gerade im Bereich der Finanzierung tun sich die verschiedensten Möglichkeiten auf. So können günstige Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau in Anspruch genommen werden oder große Photovoltaikanlagen über Contractingmodelle oder im Rahmen von Beteiligungsgesellschaften finanziert werden.

Im vierten Kapitel werden die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der Photovoltaik im Stadtgebiet an konkreten Beispielen aufgezeigt, also dargelegt, welche Anlagentypen für ein Solarstadtkonzept von Bedeutung sein könnten.

Als sehr wichtig wird auch der Bereich der Öffentlichkeitsarbeit angesehen. Es soll hier beantwortet werden, man die Photovoltaik im Stadtgebiet den Menschen anschaulich näher bringen kann, d.h. unter anderem mit welchen Werbemaßnahmen man die Menschen auf das Solarstadt-Konzept aufmerksam machen kann.

Das vierte Kapitel der Arbeit befasst sich konkret mit den Potenzialen der Stadt Neustadt an der Weinstraße. Hier werden zunächst die in Frage kommenden städtischen und landeseigenen Gebäude vorgestellt, die bei den Untersuchungen als geeignet befunden wurden. Des Weiteren werden die markanten Standorte im Stadtgebiet beschrieben und die dort möglichen Einsatzgebiete der Photovoltaik aufgezeigt.

Im zweiten Abschnitt des Kapitels werden konkrete Wege erläutert, wie in Neustadt an der Weinstraße das Thema Solarstadt an die Öffentlichkeit getragen werden kann, d.h. wie private Investoren mobilisiert werden können. Wege hierzu sind Broschüren und Wettbewerbe rund um die Photovoltaik oder spezielle Förderprogramme der Stadt.

Den letzten Abschnitt bildet eine Kosten-Nutzen-Analyse für die „Solarstadt Neustadt“, welche anhand von verschiedenen Szenarien dargestellt wird. Die ersten Szenarien beziehen dabei nur mögliche Photovoltaikanlagen auf den untersuchten Dächern mit ein. In einem weiteren Szenario werden öffentlichkeitswirksame Maßnahmen für das Solarstadt-Konzept einbezogen.

In der Schlussbetrachtung werden neben der Zusammenfassung der Arbeit einige Handlungsempfehlungen für die Umsetzungsphase der Stadt Neustadt gegeben. Hinzu kommen Aspekte für den generellen Aufbau von Solarstädten, die gerade für die Städte von Bedeutung sind, die dieses Konzept später für den Aufbau ihrer Solarstadt nutzen wollen.

Ausgangslage für die Untersuchungen in der Stadt Neustadt an der Weinstraße waren Namen und Adressen von rund 220 Gebäuden der Stadt, des Landes und der Wohnungsbaugesellschaft. Hier wurde zunächst eine Begehung der Gebäude durchgeführt, um so eine erste Auswahl zu treffen. Hierzu wurde eine grobe Abschätzung der Größe der Dachfläche vorgenommen und mit Hilfe eines Kompasses die Ausrichtung des Daches bestimmt. Im Laufe der weiteren Analysen wurde dann anhand von Bauplänen eine genaue Kartierung der Gebäude durchgeführt. Für jedes Gebäude, welches für die Nutzung von Photovoltaik in Frage kommt, wurde ein Begehungsdatenblatt ausgefüllt und somit die zu installierende

Kilowattpeakzahl ermittelt. Abschluss bildete für jedes Gebäude die Begehung und die photographische Darstellung des Daches und des Elektroraumes. Neben der Untersuchung der verschiedenen in Frage kommenden Gebäude wurde die Stadt Neustadt an der Weinstraße dahin gehend untersucht, wie und wo sich die Solarstadt am besten öffentlichkeitswirksam darstellen lässt. Hierzu wurden alle touristisch relevanten Standorte der Stadt betrachtet und analysiert.

Aufgrund dessen, dass es sich bei der Arbeit um ein innovatives ganzheitliches Konzept für eine Solarstadt handelt und es dazu noch wenige Aussagen, Richtlinien oder Ähnliches gibt, handelt es sich bei den Quellen für die Arbeit vermehrt um Internetquellen, Gespräche mit Fachleuten, Zeitschriften und eigene Herleitungen.

II Solarstädte

Solarstädte im weiteren Sinne sind eine gar nicht so neuzeitliche Entwicklung wie man denken mag. Bereits im historischen Ägypten des 14. Jahrhunderts vor Christi ließ der Pharao Echnaton die Stadt Achetaton errichten und weihte diese der Sonne. Die gesamte Architektur der Stadt wurde damals auf die Sonne ausgerichtet. Die Solarstädte des heutigen Europa haben sich jedoch unter einem ganz anderen Hintergrund entwickelt. Die Menschen sind auf der Suche nach neuen Wegen, die durch die Industrialisierung veränderten städtischen Lebensbedingungen zu kulturell reichem und naturnahem Lebensraum zu führen. Die Entwicklung von Solarstädten ist eine Möglichkeit dies umzusetzen.

1. Aspekte einer Solarstadt

Um aus einer Stadt eine „Solarstadt“ zu machen, müssen Maßnahmen in verschiedensten Bereichen eingeleitet werden. Neben energietechnischen sind das städtebauliche und architektonische, aber auch soziale und kulturelle Aspekte.¹

Das Solar City Programm der Internationalen Energieagentur (IEA) definiert den Begriff der Solarstadt folgendermaßen:

„Solar city: denotes (...) an urban community embarked on a comprehensive path towards substituting renewable and sustainable forms energy for fossil and nuclear sources, while aiming at absolute greenhouse emissions targets for its populations in keeping with global sustainable goals.“²

Bis heute gibt es jedoch noch keine offiziellen Kriterien, welche eine Stadt erfüllen muss, um Solarstadt zu werden. Einen Orientierungspunkt, der zugleich einen durchaus förderlichen Wettbewerb zwischen den Städten mit sich bringt, kann die „Solarbundesliga“ (siehe Kapitel I 3) geben.³ Andere Städte orientieren sich an dem internationalen „Solar City“ Netzwerk, einem Projekt der Internationalen Energieagentur (IEA) in Paris. Ziel ist es hierbei, die lokal unterschiedlichen Kriterien einer Solarstadt einheitlich zu gestalten.

Um ein Solarstadtkonzept erfolgreich umzusetzen ist es also sinnvoll, eigene Zielvorgaben zu definieren, die in einem bestimmten Zeitraum erfüllt werden müssen. Dies könnte zum Beispiel eine bestimmte Kilowattpeakzahl an installierter Photovoltaik pro Einwohner sein, oder die Vorgabe, dass in der Neubausiedlung einer Stadt eine gewisse Menge des Energiebedarfs durch alternative Energien erzeugt werden muss.⁴

¹ Vgl.: Dr. Everding, D., Solare Städte, 15.11.2001, Homepage Solarserver, URL: <http://www.solarserver.de/solarmagazin/artikelnovember2001.html> [13.05.2004]

² Droege P.: Postglobalization: cities in the age of climate change and fossil fuel depletion, 2001,S.2, Homepage Solarcity, URL: www.solarcity.org/solarcity/postglobalization.htm [13.05.2004]

³ Vgl.: Dr. Everding, D., Solare Städte, 15.11.2001, Homepage Solarserver, URL: <http://www.solarserver.de/solarmagazin/artikelnovember2001.html> [13.05.2004]

⁴ Vgl.: Fisch, N./Möws, B./Ziegler, J.: Solarstadt, 2001, S.27; Homepage Solarbundesliga, URL: www.solarbundesliga.de [07.09.2004]

Aktuell gibt es bereits diverse Städte, die sich selbst Solarstadt nennen. Dazu gehören Freiburg, Gelsenkirchen, Alzenau oder auch Berlin. Der Name der Solarstadt soll dabei neben einem positiven Image auch die Ausrichtung der Stadt auf eine ökologische und moderne Zukunft demonstrieren.⁵

Um sich der Aufgabe „Solarstadt“ erfolgreich zu stellen, ist es von Vorteil, neben der Energieplanung auch das städtebauliche Leitbild entsprechend zu gestalten, da es für eine Solarstadt von großer Wichtigkeit ist, sich anschaulich zu präsentieren.

Zum Leitbild einer solaren Stadt sollte neben den energietechnischen Verbesserungen durch solare Strom- und Wärmeerzeugung, ein CO₂ Minderungsziel und die Planung von ausreichenden Grünflächen und Spielanlagen gehören.



Abbildung 1: Sonnensegel in Münsingen (Schweiz)

Quelle: www.solarsail.ch [16.11.2004]

Ziel einer Solarstadt kann zusätzlich sein, die regionale Wirtschaft anzukurbeln und somit positiven Einfluss auf die Wertschöpfung der Stadt zu nehmen.⁶

Vielleicht ergibt sich auch die Möglichkeit, ein Thema für die Solarstadt zu finden. So wurde zum Beispiel Gelsenkirchen aus der früheren, durch Stahlhütten und Kraftwerke geprägten „Stadt der tausend Feuer“ zur „Stadt der tausend Sonnen“.⁷

Die Solaranlagen selbst sollten sich gut in das Stadtbild eingliedern lassen. Zudem können Solarsysteme im öffentlichen Raum gestalterische Akzente setzen. So zum Beispiel das in Abbildung 1 zu sehende "Sonnensegel" vor der psychiatrischen Klinik in Münsingen (Schweiz). Hier zeigt sich, wie eine zugleich technisch als auch ästhetisch gelungene Photovoltaikanlage aussehen kann.

⁵ Vgl.: Homepage der Stadt Freiburg, URL: www.solarregion.freiburg.de/tourismus/frameset.htm [18.07.2004]

⁶ Vgl.: Fisch, N./Möws, B./Ziegler, J.: Solarstadt, 2001, S.24 ff.

⁷ Vgl.: Homepage Solarstadt Gelsenkirchen, URL : <http://www.solarstadt-gelsenkirchen.de/> [07.09.2004]

Auf der anderen Seite können Solaranlagen aber auch für funktionale Anwendungen genutzt werden. So zum Beispiel als Beleuchtung von Straßenlampen und –schildern oder als Bedachung von Bushaltestellen. Auf diese Weise wird Einwohnern und Besuchern der Nutzen von Solaranlagen anschaulich dargestellt und somit ihr Interesse geweckt. Dies sollte im Rahmen des Aufbaus der Solarstadt von großer Bedeutung sein, da eine Solarstadt gerade von den Menschen lebt, die sich für einen weiteren Ausbau der Solaranlagen engagieren.⁸

Früher war die Energieversorgung stets Aufgabe der Kommunen. Die Energieversorgung auf der Basis von fossilen und atomaren Energie hat jedoch zu der Entwicklung von großen Energieversorgungsunternehmen geführt, die kontinuierlich die kommunalen Stadtwerke in den Hintergrund gedrängt haben.

In den letzten Jahren ist nun klar geworden, dass die fossilen und atomaren Energien keine Zukunft mehr darstellen. Ein Wechsel in der Energieerzeugung muss jedoch neben internationalen, nationalen und landespolitischen Initiativen erstrangig durch die Kommunen in die Hand genommen werden. Somit führt eine Orientierung in Richtung alternativer Energieträger zu einer Wiederbelebung der kommunalen Energiepolitik. Eine nachhaltige kommunale Energiepolitik ist dabei wichtiger Baustein der lokalen Agenda 21 und für eine Solarstadt unumgänglich. Ziel dieser Politik sollte die Reduktion von Treibhausgasemissionen, die Verringerung des fossilen Brennstoffeinsatzes und somit eine Erhöhung des Anteils an alternativen Energieträgern, die Belebung der regionalen Wirtschaft und eine Sicherung des Arbeitsmarktes, also ein Beitrag zur regionalen Wertschöpfung sein.⁹

Die Firma Eurosolar hat einen Leitfaden entwickelt, der 10 Handlungsfelder für die Erneuerung von Städten und Gemeinden durch erneuerbare Energien vorschlägt. Eine Auswahl der Handlungsfelder, welche sich mit der solaren Energieversorgung beschäftigen, wird im Folgenden vorgestellt:

„... Handlungsfeld 1: Das kommunale Energiekonzept

Bei größeren Städten ist die Bildung eines Verwaltungsausschusses für Energie und/oder die Einrichtung einer kommunalen Energieagentur ratsam. Kleinere Städte und Gemeinden können einen Energiebeauftragten einstellen.

Die zu verfolgenden Aufgaben bestehen dabei zum Beispiel in der kommunalen Energieberatung, der Realisierung von Projekten und der Information der Öffentlichkeit.

⁸ Vgl.: Dr. Everding, D., Solare Städte, 15.11.2001, Homepage Solarserver, URL: <http://www.solarserver.de/solarmagazin/artikelnovember2001.html> [13.05.2004]

⁹ Vgl.: Fisch, N./Möws, B./Zieger, J.: Solarstadt, 2001, S.24ff

Handlungsfeld 2: Die Kommune als Vorreiter in der Nutzung Erneuerbarer Energien

Die Kommunen können mit ihren eigenen Gebäuden vom Energie-Nachfrager zum Energie-Anbieter werden. Durch solare Rathäuser oder Sportzentren geht die Kommune beispielhaft voran und setzt somit einen Impuls für die Ausbreitung der Solartechnologie.

Neben der Installation von Solaranlagen auf den Gebäuden der Kommune selbst gibt es auch die bereits erwähnte Möglichkeit zur Nutzung der Solartechnologie auf freistehenden öffentlichen Anlagen wie Parkuhren oder beleuchteten Straßenschildern.

Handlungsfeld 5: Solarer Bau- und Stadtplanung

Die Umstellung auf eine solare Stadtentwicklung bedarf einer Wende in der Baukultur der Stadt, denn die größten solaren Gestaltungsmöglichkeiten sind bei Neubauten zu finden. Die Möglichkeiten für bereits bestehende Gebäude sollen dabei jedoch nicht als weniger sinnvoll dargestellt werden. ...¹⁰

Diese Handlungsfelder können als Grundlage für den Aufbau einer Solarstadt dienen und es lassen sich erste Handlungsempfehlungen ableiten.

2. Einsatzmöglichkeiten solarer Energie im Stadtgebiet

Im vorliegenden Konzept zum Aufbau einer Solarstadt wird vorrangig auf das Thema Photovoltaik eingegangen, da dies für die Städte große Potenziale mit sich bringt und die städtischen oder landeseigenen Gebäude ohne weiteres zur Verfügung gestellt werden könnten. Dennoch sollte auch in Erwägung gezogen werden, sich zusätzlich mit dem Thema der Solarthermie, der passiven Solarenergienutzung oder generell dem solaren Städtebau zu befassen, denn gerade für die einzelnen Bürger gibt es hier zusätzliche Ansatzpunkte. Schließlich sollen für die entstehende Solarstadt alle Potenziale der Sonne ausgenutzt werden.

Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten für die Nutzung von Sonnenenergie im Stadtgebiet aufgezeigt.

2.1 Photovoltaik

Photovoltaik ist eine Form der aktiven Sonnenenergienutzung, bei der mit Hilfe von Solarzellen solare Direkt- und Diffusstrahlung in Strom umgewandelt wird.

Solarzellen gibt es in allen erdenklichen Leistungsgrößen, so dass Photovoltaik auf verschiedenste Weise zum Einsatz kommen kann. So ist der durch Licht betriebene Taschenrechner für fast jeden ein Begriff. Im Kilowatt- und Megawattbereich kommen Solarzellen auf Dächern, an Fassaden oder auf großen Freiflächen zum Einsatz.

In den vergangenen Jahren ist die Nachfrage nach Photovoltaikanlagen stark angestiegen. Dies ist den attraktiven Fördermöglichkeiten und einer deutlichen

¹⁰ Eurosolar Leitfaden : Erneuerung von Städten und Gemeinden durch Erneuerbare Energien, URL: http://www.regiosolar.de/download/Beitraege_PDF/ES-Leitfaden_StaedteGemeind.pdf [13.07.2004]

Kostenreduktion zuzuschreiben. Doch die Potenziale für die Nutzung von Photovoltaik in Deutschland sind noch lange nicht ausgeschöpft. So stehen in Deutschland ca. 2.300 km² Fläche zur Verfügung, die für die solartechnische Nutzung geeignet sind. Wenn man davon ausgeht, dass ein gewisser Teil dieser Fläche für den Einsatz von Solarthermie genutzt würde, blieb immer noch eine Fläche, auf der durch Solarzellen ca. 105 TWh Strom/Jahr erzeugt werden könnten, was etwas einem Viertel des gegenwärtigen Stromverbrauchs der Deutschen entspräche.¹¹

Nähe Ausführungen zur Funktionsweise und den Einsatzgebieten der Photovoltaik erfolgen im Kapitel III.

2.2 Solarthermie

Die Erzeugung von Wärme durch Solarkollektoren ist eine weitere Form der aktiven Nutzung von Sonnenenergie. Aufgrund des schlecht möglichen Transportes von Wärme, sollte sich die Anlage an der Stelle befinden, an dem die Wärme genutzt wird. So können zum Beispiel private Haushalte durch eine Solarkollektoranlage ihr benötigtes Wasser erwärmen oder ihr Haus heizen.

Bei einer Solarkollektoranlage handelt es sich um eine relativ einfache Technologie. Bei der einfachsten Form fließt ein Wärmeträgermedium durch einen so genannten Absorber, das sind in diesem Fall nicht abgedeckte schwarze Kunststoffmatten. Eine solche Anlage ist kostengünstig und eignet sich zum Beispiel für die Erwärmung des Badewassers von Freibädern.

Technisch ausgefeilter sind dagegen Vakuumröhren- oder Flachkollektoren. Wichtiger Unterschied hierbei ist die Isolation des Absorbers, was einen Wärmeverlust vermindert. Der Absorber bei Flachkollektoren wird zur Sonne hin durch eine Glasplatte abgedeckt und ist auf der Rückseite mit einer dicken Dämmschicht versehen. Die Absorber der Vakuumröhrenkollektoren befinden sich in gläsernen Röhren, in denen ein Vakuum herrscht. Diese Art der Sonnenkollektoren haben den höchsten Wirkungsgrad.

Bei einem gut gedämmten Einfamilienhaus lassen sich durch 11 m² Vakuumröhrenkollektoren oder 14 m² Flachdachkollektoren 20-30 % des gesamten Wärmebedarfs decken.

Wichtig ist bei einer Solarkollektoranlage der Speicher, um eine Wärmeversorgung auch in sonnenarmen Zeiten sicherzustellen. Dies erfolgt meist mit Hilfe von Wasser, was jedoch eine längere Speicherung und erst recht einen Transport schwierig macht. Eine neuere Entwicklung ist die Speicherung mit einem so genannten Latentwärmespeicher. Als Speichermedium dienen Salze oder andere organische Stoffe wie Fettsäuren. Diese Art der Speicherung befindet sich noch in einem Versuchsstadium und ist somit selten am Markt vertreten. In Zukunft verspricht der Latentwärmespeicher jedoch große Potenziale, da er auch einen Transport der Wärme möglich macht.¹²

¹¹ Vgl.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2004, S.34 ff.

¹² Vgl.: Homepage Viatherme : Solaranlagen, URL: www.viatherme.de/aufbau_solaranlage.htm#Solarspeicher [21.12.2004]

Durch kostengünstige Langzeitspeicher würden sich die Möglichkeiten zum Einsatz von Solarkollektoren weiter erhöhen.¹³

Eine umfangreichere Nutzung von solar erzeugter Wärme findet sich bereits im Bereich solarthermischer Kraftwerke. Hier wird in Großanlagen die erzeugte Hochtemperaturwärme genutzt, um eine konventionelle Kraftmaschine anzutreiben. Diese Anlagen finden sich jedoch nur auf großen freien Flächen in sonnenreichen Gegenden und sind somit für Städte in unseren Breitegraden nicht anwendbar.¹⁴

2.3 Passive Sonnenenergienutzung

Die passive Sonnenenergienutzung unterscheidet sich von den bisher genannten Einsatzgebieten darin, dass keine aktive Technik genutzt wird. Bei der passiven Sonnenenergienutzung ist die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes von größter Bedeutung. Beispiele sind das klassische Südfenster oder eine transparente Wärmedämmung. Aufgabe des Architekten muss es dabei sein, einen möglichst hohen Energieertrag für ein Gebäude zu erreichen, so dass dabei eine sommerliche Überhitzung vermieden wird und die Wärmeverluste im Winter so gering wie möglich sind.

Je nachdem auf welche Weise die passive Solarnutzung eingesetzt wird, ist sie mit mehr oder weniger Kosten verbunden. So lässt sich bei einem Neubau eine Passivhaus- oder Niedrigenergiehaus-Bauweise realisieren. Die damit verbundenen Mehrkosten für die Hausbau amortisieren sich jedoch durch geringere Kosten für den Heizwärmebedarf.

Ebenso lässt sich bei der Renovierung von Altbauten kostengünstig ein zusätzlicher Wärmeschutz anbringen, der sich bereits nach kurzer Zeit amortisiert.¹⁵

Ein weiterer Aspekt im Rahmen der passiven Sonnenenergienutzung ist die transparente Wärmedämmung (TWD). Die TWD kann sowohl an Neu- wie auch an Altbauten angebracht werden. Durch eine lichtdurchlässige und wärmedämmende Schicht wird sie von der Strahlung der Sonne durchquert und auf der Wand absorbiert. Die Wärme kann nicht mehr nach außen weichen und wärmt somit den Wohnraum des Hauses.¹⁶

2.4 Solarer Städtebau

Großes Potential einer Stadt für die Nutzung von Solarenergie liegt in der Erschließung von Neubaugebieten. Bei einer zukunftsorientierten städtebaulichen Planung spielen nicht nur Aspekte wie Familienfreundlichkeit, Verkehrsanbindung usw. eine Rolle. Es dürfen zudem auch die Aspekte des Energiebedarfs nicht außer Acht gelassen werden. Ein niedriger Energiebedarf spielt neben ökologischen Gesichtspunkten auch aus wirtschaftlicher Sicht eine wichtige Rolle.

¹³ Vgl.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2004, S.45 ff.

¹⁴ Vgl.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2002, S.45

¹⁵ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2002, S.56

¹⁶ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2002, S.57

Es sollte also schon im Bebauungsplan eine ganzheitliche Betrachtung aller Aspekte erfolgen, um auf mögliche Zielkonflikte besser eingehen zu können.

Es gibt viele Möglichkeiten, wie man ein Stadtgebiet optimal auf eine solare Nutzung ausrichten kann. Im Folgenden werden kurz die Gesichtspunkte aufgezeigt, die bei der Planung beachtet werden sollten:

- Orientierung der Gebäude nach Süden, um die Grundlage für eine passive Solarnutzung zu schaffen
- Überlegungen zur Höhe und zum Abstand zwischen den Gebäuden, um einen Schattenwurf auf potentielle Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen zu vermeiden
- Zusätzlich sollte die Bepflanzung rund um die Häuser und der Ort für Schornsteine oder Dachfenster im Hinblick auf die Solaranlageninstallation geprüft werden.¹⁷

Des Weiteren sollten sich die Städteplaner mit folgenden Zielsetzungen beschäftigen, da nur so eine ganzheitliche Optimierung erreicht werden kann.

- „....Reduzierung der Gebäudewärmeverluste durch Vorgabe günstiger Oberflächen/Nutzvolumen-Verhältnisse
- Sicherung günstiger Voraussetzungen für die passive Sonnenergienutzung über Fenster sowie solarer Fassadensysteme (z.B. transparente Wärmedämmverbundsysteme)
- Schaffung und Sicherung günstiger Rahmenbedingungen für die aktive Nutzung der Sonnenergie durch Kollektoranlagen
- Konzepte zur Verminderung des Individualverkehrs
- Schaffung günstiger Voraussetzungen für eine rationelle Wärmeversorgung....“¹⁸

Es ergeben sich also viele Ansatzpunkte für die Städteplaner, die in Zukunft bei dem Bau neuer Siedlungen beachtet werden sollten.

3. Solarbundesliga

Die Solarbundesliga ist eine Initiative der Redaktion der Zeitschrift „Solarthemen“ und der Deutschen Umwelthilfe e.V.. Es wird eine Rangliste geführt, in der die Kommunen Deutschlands aufgeführt sind, welche sich erfolgreich mit der Nutzung von Sonnenenergie beschäftigen.

Städte können sich bei der Solarbundesliga registrieren lassen und steigen so in den Wettbewerb um die Stadt mit der höchsten Dichte an solarthermischen und Photovoltaikanlagen ein. Gewichtet wird anhand der durch Solarstrom erzeugten Kilowattstunden und der installierten Kollektorfläche pro Einwohner. Bei dieser Gewichtung sind die Städte und Gemeinden in verschiedene Größengruppen unterteilt, d.h. Städte ab 1000, 10.000 oder 100.000 Einwohner werden jeweils zusammen bewertet. Es gibt zudem eine Gesamtübersicht, die jedoch von den kleinen Städten und Dörfern dominiert wird.

¹⁷ Vgl.: Fisch, N./Möws, B./Zieger, J., Solarstadt, 2001, S.37/38

¹⁸ Fisch, N./Möws, B./Zieger, J., Solarstadt, 2001, S.38

Zu beachten ist, dass Freilandanlagen nur bis zu einer Größe von 100 kWp voll bewertet werden. Dies erfolgt in Anlehnung an das Gesetz zum Vorrang der erneuerbaren Energien.

Folgende Teilnahmebedingungen sind zu beachten:

- Grundsätzlich kann eine Stadt oder Kommune durch jeden gemeldet werden, der die Zahlen der installierten Anlagen glaubhaft darlegen kann, d.h. Solarvereine, Photovoltaik- Anlageninstallateure, die kommunalen Energieversorger usw..
- Es werden zunächst die Pro-Kopf Daten der Kommunen für Photovoltaik und Solarthermie ermittelt und dann zusammengefasst und an entsprechender Stelle in der Rangliste eingefügt. Die Teilnahme kann auch dann erfolgen, wenn nur eine der beiden Technologien bewertet werden soll.
- Schätzungen oder ungesicherte Hochrechnungen über die Größen und Leistungen der Anlagen können nicht bewertet werden.
- Eine Teilnahme ist nur möglich, wenn die eingemeindeten Orte oder Dörfer mindestens 100 Einwohner haben. Bei einer dennoch geringeren Einwohnerzahl wird mit 100 Einwohnern gerechnet.
- Neben einer Urkunde erhalten die teilnehmenden Kommunen Unterstützung bei der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere Informationen und die Anmeldeformulare können auf der Internetseite der Solarbundesliga (www.solarbundesliga.de) bezogen werden. Dort ist es auch möglich, die jeweils aktuellen Ranglisten der Solarbundesliga zu verfolgen.¹⁹

4. Solarvereine

Um ein kommunales Energiekonzept, also in diesem Fall das Solarstadtkonzept, erfolgreich umsetzen zu können, ist eine Zusammenarbeit von Wissenschaft, Gewerbe, den verschiedenen Verwaltungsbereichen, diverser Spezialisten und lokaler Energieinitiativen notwendig. Dabei können sich jedoch gewisse Kommunikationsbarrieren ergeben, die zu überbrücken sind. Diese Barrieren können sich aus einfachem Informationsmangel heraus ergeben, aber auch aus unterschiedlichem fachlichen Wissen oder verschiedener Aktionsmotivation. Um diese Problematik zu beheben, besteht die Möglichkeit, eine kommunale Energieagentur zu gründen.

Ebenso empfiehlt es sich, für die Öffentlichkeitsarbeit einen Akteur zu beauftragen, der für die Planung von Veranstaltungen, Fragen der Bevölkerung und alle weiteren Belange der Solarstadt zuständig ist.²⁰

Auch hier kann eine Energieagentur zum Einsatz kommen. Verschiedene Vorteile würde es bieten, dies in Form eines Solarvereins zu planen, der zu einer zentralen Anlaufstelle rund um die Solarstadt würde.

¹⁹ Vgl.: Homepage Solarbundesliga, URL: www.solarbundesliga.de [01.08.2004]

²⁰ Vgl.: Eurosolar-Leitfaden: Erneuerung von Städten und Gemeinden durch Erneuerbare Energien, in: Solarzeitalter, Jg. 15, Heft 4 (2003), S.7

Auch die Planung weiterer Anlagen kann Aufgabe eines Solarvereins sein. Dazu gehören auch Überlegungen zur Art der Finanzierung solcher Anlagen wie die Realisierung einer Photovoltaik-Gemeinschaftsanlage.

Viele der bisher in Erscheinung getretenen Solarstädte haben einen Solarverein gegründet, der sich intensiv mit den Belangen der Solarstadt beschäftigt.

Konkret können den Mitarbeitern eines Solarvereins folgende Aufgabengebiete angetragen werden:

- Eintragung in die Solarbundesliga und Publikation der aktuellen Ranglisten,
- Öffentlichkeitsarbeit rund um die Solarstadt,
- Internetauftritt,
- Beratung der Bürger in Bezug auf Eigenanlagen,
- Kommunikation und Vermittlung bei auftretenden Diskrepanzen.

Der Solarverein sollte offiziell als Ansprechpartner für alle dienen, die sich für die Solarstadt interessieren.²¹

5. Solarstädte und regionale Wertschöpfung

Regionale Wertschöpfung kann als die Summe aller in einer Region erwirtschafteten Löhne, Gehälter, Gewinne, Mieten, Pachten und Zinsen gesehen werden.²²

Wo lässt sich dies nun im Bereich der Solarstädte wieder finden?

Der Einsatz von Solarenergie entlastet die Umwelt in einer Region, da weniger Schadstoffe durch fossile Energieträger erzeugt werden. Dies kann vor allem bei Menschen, die empfindlich auf Umweltreizungen reagieren, zu weniger Krankheiten und somit zu einer Steigerung der Arbeitsleistung führen.

Neben den positiven Auswirkungen auf die Umwelt, ergibt sich durch die Nutzung von Solarenergie auch eine erhebliche Wertschöpfung für Handel und Handwerk. Gerade wenn die Städte, welche vermehrt Solarenergie einsetzen wollen, ein besonderes Augenmerk darauf verwenden, die regionalen Anbieter und Installateure von Solaranlagen in Anspruch zu nehmen, ergibt sich ein hohes Maß an regionaler Wertschöpfung.²³

Es stecken jedoch noch einige weitere Potenziale für die regionale Wertschöpfung in einem Solarstadtkonzept.

Generell ist zu erwarten, dass eine Stadt, welche sich im Rahmen eines Solarstadtkonzeptes innovativ und zukunftsorientiert zeigt, zusätzlich Investoren im Produktions- und Dienstleistungsbereich der Solar- und Umwelttechnik anlockt und somit zu einem verbesserten Wirtschaftsstandort wird.

Bei entsprechender Aufmachung soll ein Solarstadtkonzept das Image und zugleich den Tourismus einer Stadt fördern. Tourismus bringt Gelder in eine Region und

²¹ Vgl.: Eurosolar-Leitfaden: Erneuerung von Städten und Gemeinden durch Erneuerbare Energien, in: Solarzeitalter, Jg. 15, Heft 4 (2003), S.8

²² Vgl.: Universität Graz: Bewertung von Entwicklungsmöglichkeiten einer Region, URL: <http://erzherzogjohann.uni-graz.at/filippina/Fragebogen.pdf> [13.07.2004]

²³ Vgl.: Schnurr, Dirk: Regionales Solarkampagne im Schwalm- Eder- Kreis, URL: http://www.regiosolar.de/download/Beitraege_PDF/schnurr.pdf [13.07.2004]

schafft Arbeitsplätze, was wiederum eine Wertschöpfung mit sich bringt. Ebenso ist es bei den Arbeitsplätzen, die generell durch das Solarstadtkonzept geschaffen werden.²⁴

Ein weiterer Punkt sind die finanziellen Vorteile, die durch den Betrieb von Photovoltaikanlagen entstehen. Teilweise können Pachterträge durch die Verpachtung der Dächer oder Freiflächen an die Anlagenbetreiber erwirtschaftet werden. Zusätzlich bringen die nach einiger Zeit entstehenden Gewinne durch die erwirtschaftete Einspeisevergütung (siehe Kapitel III.6.1) Wertschöpfung mit sich.

6. Beispiele anderer Solarstädte

Wie bereits erwähnt, gibt es inzwischen eine größere Anzahl an Städten, die sich vermehrt mit dem Thema Sonnenenergie beschäftigen oder sich als Solarstadt bezeichnen. Im Folgenden sollen zwei Städte vorgestellt werden, die sich erfolgreich mit dem Thema Solarstadt auseinandergesetzt haben.

Freiburg steht zur Zeit am ersten Platz der Solarbundesliga ab 100.000 Einwohner. Alzenau hat mengenmäßig noch wenig Solarenergie installiert, gehört aber zu den ersten Solarstädten und ist sehr bestrebt darin, ihr Solarstadtkonzept wirksam nach außen zu tragen.

6.1 Freiburg

Freiburg im Breisgau gehört zu den sonnenreichsten Städten in Deutschland und ist daher prädestiniert für die Nutzung von Sonnenenergie.²⁵

Dies hat die Stadt erkannt und erfolgreich eine Großzahl von Photovoltaik- und Solarthermie- Anlagen installiert. Der Erfolg zeigt sich unter anderem an dem bereits erwähnten ersten Platz in der Solarbundesliga. Weltweit ist die Solarregion Freiburg durch ihren Auftritt bei der Expo 2000 und diverse andere Projekte bekannt.

Die Stadt verfolgt als Ziele nicht nur Standortwerbung und Imagegewinn, sondern besonders umweltpolitische Aspekte. Auslöser für das Solarstadtkonzept waren die Pläne des Landes, in den 70er Jahren ein Atomkraftwerk im nahe gelegenen Wyhl zu errichten. Aufgrund starker Widerstände wurde das Kraftwerk damals nicht gebaut. Statt dessen löste die Suche nach Alternativen die, wie das Solarstadtkonzept zeigt, bis heute sehr nachhaltige Umweltpolitik aus. Die Bereiche Ressourcenschonung, Emissionsminderung und ein Beitrag zum Atomausstieg waren also Hauptbeweggründe für das Solarstadtkonzept.²⁶

Besonders wichtig für den Erfolg der Stadt ist die Zusammenarbeit aller Beteiligten. So geht das Konzept nicht nur von einem Initiator aus, sondern besteht aus einem Zusammenspiel von privaten und städtischen Initiativen. Zudem ist in der Region jegliches Know-how vorhanden, welches für eine erfolgreiche Umsetzung des Solarstadtkonzeptes nötig ist. So haben in Freiburg das Öko-Institut, das Fraunhofer-

²⁴ Vgl.: Homepage Stadt Freiburg, URL: www.solarregion.freiburg.de/tourismus/framenet.htm [29.10.2004]

²⁵ Vgl.: Homepage Freiburg, URL: www.freiburg.de [03.08.2004]

²⁶ Vgl.: Stadt Freiburg (Hrsg.): Umweltpolitik in Freiburg, Auf dem Weg in eine zukunftsfähige Stadt, 2001, S.7

Institut für Solare Energiesysteme und auch die International Solar Energy Society ihren Sitz.²⁷

Es gibt in Freiburg diverse markante Standorte, an denen die installierten Anlagen gut sichtbar sind. Ein Beispiel ist der solare Hauptbahnhof. Er bildet sozusagen den Eingang zum solaren Freiburg und verbindet Tourismus und Mobilität. Der Solar-Turm besteht aus einer Fassaden-anlage die über 19 Stockwerke reicht und ist somit das höchste Photovoltaik-Kraftwerk Süddeutschlands.²⁸



Abbildung 2: Hauptbahnhof Freiburg

Quelle: www.solarregion.freiburg.de/galerie/frameset.htm [03.08.2004]

Um interessierte Touristen und Einheimische zu den verschiedenen attraktiven Standorten der Solaranlagen zu leiten, wurde von der Stadt Freiburg gemeinsam mit der VAG (Verkehrs AG) Freiburg ein so genannter SolarPlan erstellt. Dieser soll den Interessenten des Solarstadt-konzepts den Weg zu den relevanten Standorten zeigen. Der SolarPlan ist im Touristen-Informationszentrum der Stadt erhältlich, oder unter <http://www.vag-freiburg.de/fahrplanservice/downloads/plaene/solarplan.pdf> herunter zu laden. Wichtig ist hierbei, dass es sich bei dem Plan um einen Fahrplan des ÖPNV handelt, so dass die Menschen nicht nur die entsprechenden Standorte anschauen, sondern diese auch auf umweltverträgliche Weise erreichen können. Vorgestellt werden neben Photovoltaik und Solarthermie auch Standorte des solaren Bauens oder der Biomassenutzung.²⁹

Die Solarregion Freiburg hat noch große Ziele: Es soll der CO₂ Ausstoß bis 2010 um ein Viertel verringert werden, um so einem verträglichen Maß an CO₂ Emission immer näher zu kommen.

²⁷ Vgl.: Homepage Solarregion Freiburg, URL: <http://www.solarregion.freiburg.de/solarregion/frameset.htm> [03.08.2004]

²⁸ Vgl.: Homepage Solarregion Freiburg, URL: <http://www.solarregion.freiburg.de/projekte/frameset.htm> [03.08.2004]

²⁹ Vgl.: Homepage VAG Freiburg: Wegweiser durch das solare Freiburg, URL: http://news.vag-freiburg.de/presse_news_details.php?news_id=15614 [05.08.2004]

6.2 Alzenau

Alzenau liegt am Rande der Mittelgebirgslandschaft Spessart und in der Nähe der Rhein- Main- Ebene. Seit einigen Jahren ist Alzenau Solarstadt. Es handelt sich hierbei um ein Gemeinschaftsprojekt der Umweltautorität der Stadt und des Solarvereins Alzenau e.V..³⁰

Wichtigstes Projekt der Solarstadt ist der Solarparcours. Dieser wurde im Rahmen der Technologieförderung zu 50% durch das bayerische Wirtschaftsministerium gefördert und von der Stadt Alzenau gemeinsam mit der Firma Schott Solar errichtet.



Abbildung 3: Bauhof Alzenau
Quelle: www.solarstadt.de [05.08.2004]

An 24 Stationen, von der Ampelanlage bis zu einer Fabrikdachabschattung, werden die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Photovoltaik dargestellt.

Wichtigste Anlage des Parcours ist der Bauhof Alzenau. Es handelt sich hierbei um eine Beteiligungsanlage auf 348 m², an der vor allem die Bürger der Stadt Anteile erwerben können.³¹

Um den Solarparcours interessierten Besuchern näher zu bringen, finden regelmäßig Führungen des Solarvereins statt, wobei an den einzelnen Stationen Informationen zu der umweltfreundlichen Sonnenenergienutzung, den Fördermöglichkeiten und dem Bau einer solchen Anlage gegeben werden.

Eine weitere Maßnahme der Stadt, um die Photovoltaikanlagen der Öffentlichkeit zu präsentieren ist der jährliche Solarlauf. Hier finden verschiedene Stadtläufe für Jung und Alt entlang der einzelnen Stationen statt, wo für die Zuschauer jeweils Informationen über die einzelnen Anlagen gegeben werden.³²

³⁰ Homepage Alzenau: Eine Stadt im Grünen, URL:

http://www.alzenau.de/source/Gaeste_Besucher/prospekte/prospekt-solarstadt.pdf [05.08.2004]

³¹ Homepage Solarverein Alzenau: URL: <http://www.solarstadt.de/Solarverein.htm> [05.08.2004]

³² Vgl.: Homepage Solarverein Alzenau: URL: <http://www.solarstadt.de/Information.htm> [05.08.2004]

III Photovoltaik

Bereits 1839 wurde der photovoltaische Effekt durch den Physiker Edmond Becquerel entdeckt. Eine Ausbreitung der Photovoltaiktechnologie begann jedoch erst mit dem Satellitenzeitalter. So wurden 1954 die ersten Silizium-Solarzellen hergestellt und für Weltraumzwecke genutzt. Bei der Herstellung war die Resistenz der Solarzellen gegen die hochenergetische Strahlung im Weltraum von besonderer Bedeutung. Aufgrund eines nur geringen Wirkungsgrades und der hohen Herstellungskosten fand die Photovoltaiktechnologie zunächst kaum weiteren Einsatz. Erst mit verbessertem Wirkungsgrad und nach der Weiterentwicklung der Solarzellentechnologie fand die Photovoltaik auch terrestrische (erdgebundene) Anwendung. Ausschlaggebend war zudem die Erdölkrise 1973, die den Menschen die eingeschränkte Verfügbarkeit fossiler Energieträger verdeutlichte.³³

1. Technologie

Es gibt zwei verschiedene Arten von Photovoltaikanlagen: netzgekoppelte und netzunabhängige Anlagen. Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen werden auf Häusern oder freien Flächen installiert. Die Anlage liefert bei Einstrahlung der Sonne Gleichstrom. Dieser Gleichstrom wird über einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt, was nötig ist, um den Strom in ein gängiges Stromnetz einzuspeisen. Eine direkte Nutzung für Haushaltsgeräte ist prinzipiell auch möglich, aber im Rahmen der Einspeisevergütung (siehe Kapitel III.6.1) für photovoltaisch erzeugtem Strom unwirtschaftlich.³⁴

Auf der anderen Seite stehen die netzunabhängigen Anlagen, auch Inselanlagen genannt. Sie werden als Lösung für Anlagen ohne Zugang zum öffentlichen Netz eingesetzt. Dies sind zum Beispiel entlegene Berghütten oder Funk- und Messstationen. Ein weiteres Einsatzgebiet dieser Anlagen befindet sich in Entwicklungsländern. Dort werden so genannte Solar Home Systems erfolgreich bei der Einzelhausversorgung eingesetzt.³⁵

Die Technik der netzunabhängigen Anlagen weicht leicht von der netzgekoppelter Anlagen ab. Neben den Modulen gibt es einen Laderegler und eine Batterie, die in einstrahlungsschwachen Zeiten als Energiespeicher dient. Bei größeren Inselanlagen kommt je nachdem auch ein Gleichstrom- oder Wechselrichter zum Einsatz.³⁶

Um bei entlegenen Standorten Versorgungssicherheit zu gewährleisten, kommen so genannte Hybridsysteme zum Einsatz. Dies bedeutet, dass verschiedene Stromerzeuger miteinander gekoppelt werden. Dies können zusätzlich zu der Photovoltaikanlage Motorgeneratoren sein, die mit Diesel oder Flüssiggas betrieben werden.

Bei ausreichender Sonneneinstrahlung wird der Energiebedarf des Verbrauchers ausschließlich durch die Photovoltaikanlage gewährleistet und die überschüssige Energie in der Batterie (siehe unten) gespeichert. Nachts oder bei ungünstiger

³³ Vgl.: Kleemann, M./Meliß, M., Regenerative Energiequellen, Berlin, S.158

³⁴ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S. 33 f.

³⁵ Vgl.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Erneuerbare Energien, 2002, S.43

³⁶ Vgl.: VDEW, Photovoltaik, 2000, S.42

Witterung wird der Energiebedarf zunächst durch die Batterie gedeckt und bei drohender Tiefentladung durch den Motorgenerator gedeckt.

Denkbar ist auch ein Hybridsystem aus einer Photovoltaikanlage und einer Windkraftanlage, da deren Leistungen meist antizyklisch verlaufen und sich somit ergänzen, welche ebenso installiert werden können und ihre Anwendung vor allem in Gegenden ohne Stromanbindung finden. Genauso geeignet sind diese Anlagen aber auch für die Stromversorgung von Geräten ohne direkten Stromanschluss.³⁷

Das Leistungsspektrum photovoltaischer Energieversorgungssysteme reicht von einigen Milliwatt (mW) bis hin zu mehreren Megawatt (MW). Dabei haben die Photovoltaiksysteme unabhängig von ihrer Leistung einen generell ähnlichen Aufbau. Die Systeme bestehen aus einem Solargenerator, einem Laderegler, einem Energiespeicher, einer Spannungsaufbereitung sowie dem Anschluss an den Verbraucher des erzeugten Stroms.

Bei kleinen Systemen wie Taschenrechnern oder Armbanduhren besteht der Solargenerator aus nur wenigen Solarzellen. Bei größeren Systemen werden die einzelnen Solarzellen zu Solarmodulen zusammengefasst.³⁸

Solarzellen sind Bauelemente, welche durch die Absorption elektromagnetischer Strahlung elektrischen Strom erzeugen können. Die meisten der heute gebräuchlichen Solarzellen sind so genannte Halbleiterbauelemente, welche zur Zeit noch größten Teils aus kristallinem Silizium bestehen. Die Wirkungsweise einer Solarzelle ist in Abbildung 4 dargestellt und lässt sich vereinfacht wie folgt beschreiben.

Die Solarzelle absorbiert Licht, also elektromagnetische Energie. Dadurch entstehen in der Solarzelle bewegliche positive und negative Ladungsträger. Dies nennt man den inneren Photoeffekt. Ein elektrisches Feld in der Solarzelle trennt diese Ladungsträger und es entsteht an den Anschlussklemmen elektrische Spannung. Bei einem angeschlossenen elektrischen Verbraucher führt die photovoltaische Spannung zu elektrischem Strom.³⁹

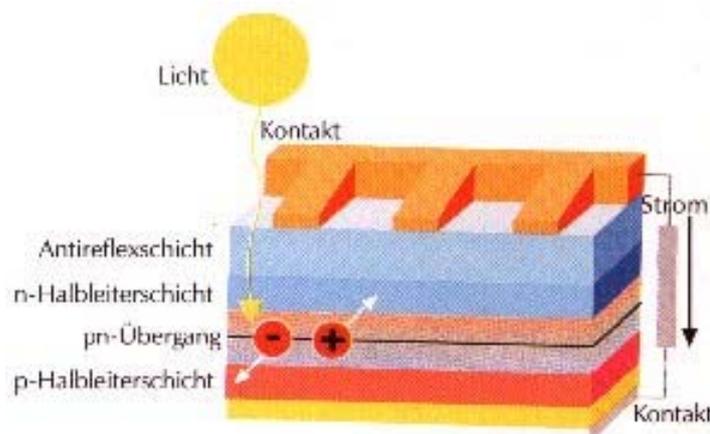


Abbildung 4: Schematischer Querschnitt einer Silizium Solarzelle

Quelle: <http://www.conrad-winkler.de/photo.htm> [03.05.2004]

³⁷ Vgl.: Ladener, H.: Solare Stromversorgung, 1995, S. 74 ff.

³⁸ Vgl.: Schmid, J., Photovoltaik, Heidelberg, 1999, S.108

³⁹ Vgl.: Kleemann, M./Meliß, M., Regenerative Energiequellen, Berlin, S.159

Ein weiteres Element einer Photovoltaikanlage ist der Laderegler, welcher jedoch nur bei netzunabhängigen Anlagen erforderlich ist. Dieser wird zwischen Solarzelle und Batterie geschaltet, um zu verhindern, dass die Batterie überladen oder tiefentladen wird. Der Laderegler zeigt die Unterschreitung der Tiefentladeschwelle durch ein optisches Signal an und schützt die Batterie durch eine so genannte Lastabwurfschaltung vor der Tiefentladung. Vor einer nächtlichen Entladung der Batterie über den Solargenerator schützt in der Regel eine Entladeschutzdiode.

Der Energiespeicher speichert die gewonnene Energie und stellt somit auch die ausreichende Versorgung bei Nacht oder schlechtem Wetter sicher. Für kleinere Anlagen wird hierbei meist auf eine Batterie zurück gegriffen. Bei größeren Systemen kann die Energie jedoch auch z.B. in Form von Wasserstoff gespeichert werden.⁴⁰ Bei netzgekoppelten Anlagen (siehe Abbildung 5) entfällt dieser Energiespeicher, da die Energie direkt in das öffentliche Netz gespeist wird. Ebenso kommen kleine Geräte wie Taschenrechner oder Ventilatoren ohne diesen Speicher aus, da hier Energieangebot und -nachfrage zeitgleich sind.⁴¹

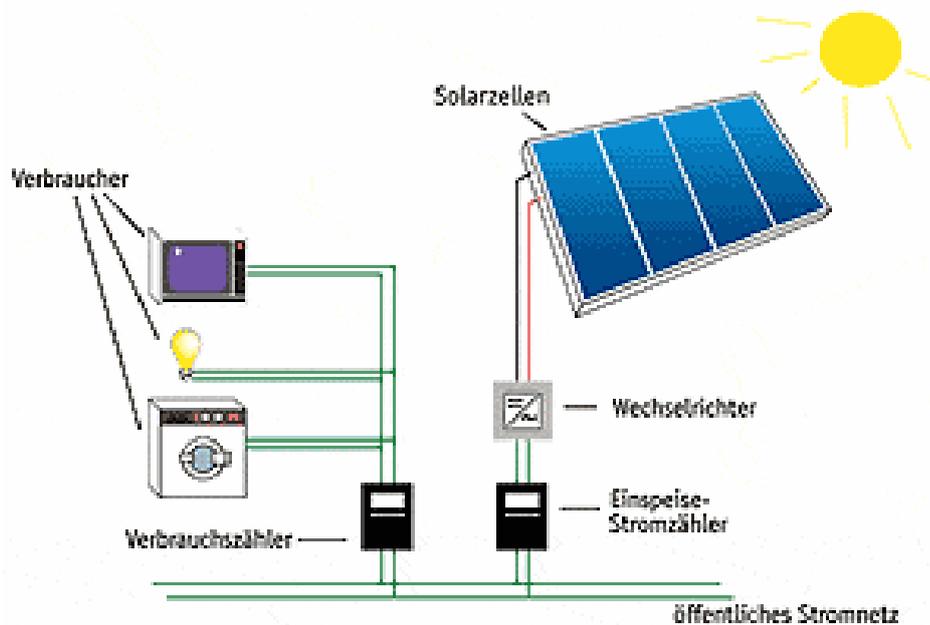


Abbildung 5: Netzgekoppelte Photovoltaikanlage

Quelle: www.sonnenenergiewelt.de/images/netz_pho.gif [13.05.2004]

Unter Umständen ist vor der Nutzung der erzeugten Energie eine Spannungsaufbereitung notwendig, um die Spannungslage der Photovoltaikanlage an die benötigte Spannung des Verbrauchers anzupassen.

Um die vom Solargenerator erzeugte Gleichspannung in Wechselspannung umzuwandeln, wird ein so genannter Wechselrichter (DC/AC- Wechsler) eingesetzt. Dies ist vor allem bei netzgekoppelten Anlagen nötig, da die Einspeisung in das öffentliche Netz mit Wechselstrom erfolgen muss. Wechselrichter sind Schaltgeräte, deren Größe nach Fabrikat und Anlagengröße variiert. Sie können an beliebigen

⁴⁰ Vgl.: Schmid, J., Photovoltaik, Heidelberg, 1999, S.109

⁴¹ Vgl.: Bine Informationsdienst, Photovoltaik, 2000, S.9ff

Orten im Gebäude angebracht werden und dadurch auch als gestalterisches Anschauungsobjekt in Betracht gezogen werden.⁴²

Ein wichtiger Faktor, der immer wieder in Zusammenhang mit der photovoltaischen Stromerzeugung genannt wird, ist der so genannte Wirkungsgrad der Solarzellen. Der Wirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis der nutzbaren zur eingesetzten Leistung einer Solarzelle. Der Wirkungsgrad einer Photovoltaikanlage liegt zur Zeit je nach Solarzellentyp bei ca. 6-18 %. Zum Beispiel bedeutet ein Wirkungsgrad von 14 % bei einer Einstrahlungsleistung von 100 W, eine Zelleistung von ca. 14-15 W. Den Wirkungsgrad zu verbessern ist ständiges Ziel der Photovoltaikforschung, da dieser Faktor großen Einfluss auf den energetischen und finanziellen Ertrag einer Anlage hat.⁴³

Wie bereits erwähnt, gibt es Photovoltaikanlagen mit unterschiedlichsten Leistungsstärken. Angegeben wird dabei die maximal mögliche Leistung einer Anlage. Diese Leistung einer Solaranlage wird bei Standardbedingungen als Wattpeak (Wp) angegeben. Standardbedingungen liegen vor, wenn die optimale Sonneneinstrahlung eines Sommertages in Deutschland von durchschnittlich 1000W/m^2 erreicht wird und zugleich eine Modulbetriebstemperatur von $25\text{ }^\circ\text{C}$ vorliegt.

Zur Berechnung des Jahresertrages einer Anlage in kWh/kWp müssen verschiedene Faktoren eingerechnet werden. Zum einen das je nach Standort der Anlage verschiedene Strahlungsangebot und zum anderen die Neigung und Ausrichtung der Anlage (siehe auch Kapitel III.3.1).⁴⁴

Dadurch, dass eine Photovoltaikanlage keine mechanischen Komponenten hat, welche viel beansprucht werden, hat eine Photovoltaikanlage eine Lebensdauer von 20-30 Jahren. Die Modulhersteller geben in der Regel eine Leistungsgarantie von etwa 25 Jahren bei 20 % Leistungsverlust. Der Leistungsverlust einer Anlage liegt normaler Weise bei ca. 1 % pro Betriebsjahr.

Der Wechselrichter einer Anlage hat hingegen oft nur eine Lebensdauer von weniger als 10 Jahren. Die Garantieleistung der Hersteller liegt meist um die 5 Jahre, wobei Austauschgeräte zu Vorzugskonditionen angeboten werden. Die zusätzlichen Kosten für einen Austauschwechselrichter beeinflussen die Amortisationsdauer der Anlage und müssen bei einer Wirtschaftlichkeitsberechnung einbezogen werden.⁴⁵

⁴² Vgl.: Lüling, C. (Hrsg.), Architektur unter Strom, 2000, S. 37

⁴³ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S. 21 ff

⁴⁴ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S. 28, 53

⁴⁵ Vgl.: Homepage Iliotec: Kurzinfo Photovoltaik, URL:

www.iliotec.de/auctores/scs/imc/fdInf_ID=12558d6Xfbecf0e65bXY7759/ [24.09.2004]

2. Solarzellentypen

Um einen Eindruck zu bekommen, wie sich Photovoltaikanlagen von den bereits zu Beginn des Kapitels vorgestellten verschiedenen Ausführungen optisch und qualitativ unterscheiden können, sollen im Folgenden die verschiedenen Arten von Solarzellen vorgestellt werden.

Solarzellen gibt es in verschiedensten Materialien. Silizium-Solarzellen sind bis heute noch am weitesten verbreitet. Man unterscheidet hier zwischen monokristallinem und polykristallinem Silizium. Des Weiteren gibt es so genannte Dünnschicht-Solarzellen aus amorphem Silizium oder Solarzellen aus Materialien wie Kupfer-Indium(Gallium)-Diselenid oder Cadmium-Tellurid, die sich teilweise noch in der Entwicklung befinden. Die Solarforschung ist bemüht, möglichst kostengünstige und zugleich wirkungsvolle Solarzellen herzustellen, um die Konkurrenzfähigkeit von Photovoltaikanlagen gegenüber fossilen Energieträgern rasch zu erhöhen.⁴⁶

2.1 Kristalline Siliziumzellen

Silizium ist das am zweithäufigsten in der Erdoberfläche vorkommende Material und daher nahezu unerschöpflich.

Kristalline Siliziumzellen können wie erwähnt in monokristalline und polykristalline Siliziumzellen unterschieden werden. Die Standardgröße dieser Solarzellen liegt meist bei 10x10 cm. Aus der gemeinsamen Verarbeitung von 60-70 einzelnen Solarzellen wird ein Solarmodul erstellt. Neben den kristallinen Silizium-Solarzellen gibt es verschiedene Mischformen wie die Power-Solarzelle oder die Bifacialzelle.⁴⁷

2.1.1 Monokristalline Solarzellen

Die ersten 1954 entwickelten Solarzellen waren monokristalline Zellen. Ausgangsmaterial für die Photovoltaikzelle sind Scheiben, die aus Siliziumkristallen gewonnen werden. Die produktionstechnisch bedingten runden Scheiben werden meist zu quadratischen Photovoltaikzellen weiterverarbeitet. Dies bringt einen erheblichen Materialverlust mit sich, birgt aber auch den Vorteil, dass die rechteckigen Modulflächen besser ausgenutzt werden können.

Die Photovoltaikzellen sind durch ihr deutlich erkennbares Metallkontaktfingernetz gekennzeichnet und haben aufgrund ihrer Antireflexbeschichtung eine dunkelbläuliche bis schwarze Färbung. Die empfindlichen Zellen müssen zusätzlich z.B. durch eine Glasabdeckung geschützt werden.

Die monokristallinen Photovoltaikzellen besitzen mit 15-17,5% den höchsten Wirkungsgrad unter den Solarzellen und haben eine sehr gute Langzeitstabilität. Sie sind jedoch im Vergleich teurer als polykristalline oder amorphe Solarzellen.⁴⁸

⁴⁶ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S. 23 ff

⁴⁷ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.37 ff

⁴⁸ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.37

2.1.2 Polykristalline Solarzellen

Eine weitere Form der Silizium-Solarzelle ist die so genannte polykristalline Siliziumsolarzelle. Ausgangsmaterial hierfür sind Siliziumschmelzen. Die entstehenden Photovoltaikzellen sind im Allgemeinen dicker als monokristalline Zellen, d.h. es ergibt sich eine schlechtere Materialausnutzung. Dies ist in einem weniger intensiven Herstellungsprozess begründet, wodurch die Zellen jedoch günstiger zu produzieren sind. Polykristalline Solarzellen sind durch eine perlmutartige, facettenreiche bläuliche Oberfläche gekennzeichnet und besitzen einen Wirkungsgrad von 12-13%.⁴⁹

2.1.3 Mischformen

Eine weitere Variante der kristallinen Solarzellen sind semitransparente Photovoltaikzellen, auch Power Solarzelle genannt. Ihre Eigenschaften entsprechen im wesentlichen denen anderer kristalliner Solarzellen, wobei sowohl mono- als auch polykristallines Siliziummaterial zum Einsatz kommt. Durch einen zusätzlichen Bearbeitungsschritt werden Löcher in die Solarzelle gearbeitet, was eine gewisse Lichtdurchlässigkeit der Zellen bewirkt. Durch die Art der Solarzellen ergeben sich neue architektonische Gestaltungsmöglichkeiten für die Photovoltaik.⁵⁰

Eine weitere Form der kristallinen Solarzellen ist die MIS-I- Bifacial- Zelle. Diese Zellen können als Weiterentwicklung der herkömmlichen Solarzellen gesehen werden und könnten in Zukunft eine immer größere Rolle spielen, da sie durch zwei photovoltaisch aktive Seiten gekennzeichnet sind. Dies erfolgt durch das Aufbringen eines zusätzlichen Rückseitenkontaktgitters. Somit ist es möglich, die Sonnenstrahlung über einen langen Zeitraum des Tages zu nutzen oder auch entstehende Streustrahlung in Strom zu verwandeln. Besonderen Einsatz können die Bifacial-Solarzellen an Lärmschutzwänden o.ä. finden.⁵¹

⁴⁹ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.38 und Homepage EnergyNet.de, URL: <http://www.energynet.de/Solarenergie/Solarstrom/solarstrom.html>

⁵⁰ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.36

⁵¹ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.37

2.2 Dünnschichtsolarzellen

Dünnschichtsolarzellen können wie bereits erwähnt aus amorphem Silizium, aus Kupfer-Indium(Gallium)-Diselenid oder Cadmium-Tellurid hergestellt werden. Insgesamt sind sie durch einen deutlich geringeren Materialeinsatz gekennzeichnet, was auch einen geringeren Kostenaufwand mit sich bringt.

Amorphe Silizium-Solarzellen finden ihre Anwendung besonders im Bereich der Gebäudeintegration. Die Vorteile dieser Solarzellen liegen neben dem sehr geringen Materialeinsatz in einem hohen Maß an Flexibilität.

Zur Herstellung werden mehrere dünne Schichten gasförmigem amorphem Siliziums auf ein Trägermaterial aufgebracht. Dieses Trägermaterial kann Glas, aber auch Kunststoff oder Keramik sein.

Amorphe Siliziumzellen besitzen hohe Lichtabsorptionseigenschaften, so dass nur geringe Mengen des Silizium für die Herstellung benötigt werden. Hinzu kommt, dass die Solarzellen je nach der Art des Trägermaterials beliebig biegsam und zudem betretbar und schlagfest sind. Die Vorteile der Zellen gehen jedoch zu Lasten des Wirkungsgrades, der bei amorphen Siliziumzellen bei nur 6-8% liegt, so dass für die Erzeugung einer gleichen Menge Strom mehr Module, also auch mehr Fläche benötigt werden.

Weitere wichtige Merkmale sind, dass verschiedene Formen und Größen und zudem verschiedene transparente Formen der Zellen möglich sind. Die Zellen sind durch eine meist dunkelrote bis bräunliche Färbung gekennzeichnet.⁵²

Solarzellen aus Cadmium-Tellurid finden sich zur Zeit meist in Uhren oder Taschenrechnern. Sie besitzen einen Wirkungsgrad von ca. 9%, werden jedoch noch selten für Photovoltaikanlagen verwendet, da für die Herstellung der toxische Stoff Cadmium eingesetzt wird. Da jedoch bisher keine Umweltgefährdung beim Gebrauch dieser Solarzellen festgestellt werden konnte, befinden sich inzwischen erste Produktionsstätten für Cadmium- Tellurid- Dünnschichtsolarzellen im Aufbau.⁵³

Dünnschichtsolarzellen aus Kupfer- Indium (Gallium)- Diselenid befinden sich noch in der Entwicklung, lassen sich aber vereinzelt bereits am Markt finden. Für die Zukunft wird diesen Solarzellen eine große Bedeutung für die Gebäudeintegration vorausgesagt. Sie sind durch einen höheren Wirkungsgrad von ca. 11,8% und eine besseren Langzeitstabilität gekennzeichnet.⁵⁴

⁵² Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.42/43

⁵³ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.40

⁵⁴ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.40

2.3 Neue Zellentwicklungen

Um die Konkurrenzfähigkeit von Solarstrom gegenüber Strom aus fossilen und radioaktiven Energieträgern weiter auszubauen, werden immer neue Arten von Solarzellen entwickelt. Besonders kostengünstige Zellsysteme müssen auf den Markt gebracht werden. Neben den bereits in Kapitel 2.2 erwähnten Dünnschichtzellen aus Kupfer- Indium (Gallium)- Diselenid oder Cadmium- Tellurid werden Stoffe wie Galliumarsenid oder Indiumphosphid erforscht. Zudem gibt es auch neuere Entwicklungen auf der Basis von Silizium.

Die Spheral- (Kugel-) Solarzelle wird aus kleinen Siliziumkügelchen geformt und kann so geschwungene Formen nachbilden, was ihren Einsatz, z.B. als Dachziegel ermöglicht.

Eine weitere Entwicklung ist die Nano-Solarzelle. Die Zelle besteht aus zwei Glasplatten, zwischen denen sich eine Strom leitende Flüssigkeit befindet. Eine mit Titanoxid und Farbstoff beschichtete Platte wirkt als Photoelektrode. Durch den Farbstoff ist es möglich, die Solarzelle in verschiedensten Farben herzustellen, was völlig neue gestalterische Aspekte für die Photovoltaikanlagen mit sich bringt.⁵⁵

Es zeigt sich also, dass es noch zahlreiche Potenziale gibt, welche die Photovoltaik zu einer dauerhaften Konkurrenz für herkömmliche Energieträger macht.

3. Installationsvoraussetzungen

Damit der energetische Ertrag der Photovoltaikanlage möglichst hoch ist, müssen bei der Installation einige Faktoren betrachtet werden. Dazu gehört, dass die Anlage mit einer richtigen Ausrichtung installiert wird und zudem nicht durch Objekte in der Umgebung verschattet oder durch Verschmutzungen beeinträchtigt wird.

3.1 Modulorientierung

Die Leistungsstärke einer Photovoltaikanlage hängt wie gesagt unter anderem von der Ausrichtung der Photovoltaikmodule ab. In Bezug auf die Nutzung der Solarenergie durch Solaranlagen beträgt die in Mitteleuropa jährlich gemessene Solarstrahlungsenergie, die auf einer südorientierten und 30° geneigten Fläche auftrifft ca. 1000 bis 1200 kWh/m².⁵⁶

Die genannte Ausrichtung bringt zwar den größten Stromertrag der Anlagen mit sich, jedoch kann bei einer gewissen Neigungs- oder Ost/Westabweichung noch immer eine gute Leistung erbracht werden.

Abbildung 6 zeigt, welche Ausrichtung und Neigung der Photovoltaikmodule zu den besten Stromerträgen führt.

⁵⁵ Vgl. Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.42/43

⁵⁶ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.50

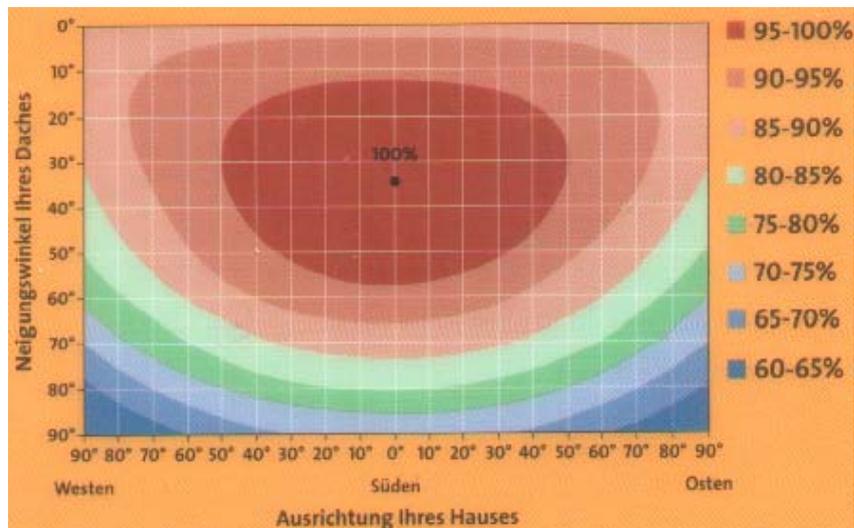


Abbildung 6: Energieertrag einer Solaranlage in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigung
 Quelle: http://www.enec.de/html/body_photovoltaik.html [05.08.2004]

3.2 Einflussfaktoren

Bei der Planung einer Photovoltaikanlage ist unbedingt zu beachten, dass die Anlage nicht durch nahe gelegene Gebäude, Bäume, Antennen, Straßenlaternen o.ä. verschattet wird. Je nachdem, in welcher Weise die Anlage verschaltet ist, kann es dadurch zu erheblichen Einbußen im Energieertrag kommen. Dies ist besonders bei seriell verschalteten Anlagen der Fall. Hier bestimmt stets das schwächste Glied der Anlage deren Leistungsstärke.

Zudem können diese Verschattungen in den entsprechenden Solarzellen zu lokalen Überhitzungen führen, da die Möglichkeit besteht, dass ein Teil der durch die beleuchteten Solarzellen entstandenen Leistung in der verschatteten Zelle in Wärme umgesetzt wird. Eine Möglichkeit dies zu verhindern ist die antiparallele Schaltung einer so genannten Bypassdiode.⁵⁷

Ein ähnliches Problem ergibt sich aus einer möglichen Verschmutzung oder Schneebedeckung der Anlage. Eine mehrtägige komplette Abdeckung der Anlage durch Schnee ist zwar in Mitteleuropa nur selten zu erwarten, dennoch sollte in schneereichen Gebieten darauf geachtet werden, dass Module gewählt werden, die eine geringe Rahmen- und Profilhöhe besitzen, damit der Schnee von der Anlage rutschen kann.

Problematischer ist es bei einer Verschmutzung der Anlage. Gerade in regenarmen Zeiten geht der selbst reinigende Effekt der Anlagen verloren. Es muss also darauf geachtet werden, dass die Anlagen bei Verschmutzung durch Staub, Sand oder Tierexkremate gelegentlich gereinigt werden müssen. Ansonsten kann es zu Leistungseinbußen von bis zu 10 % kommen.⁵⁸

⁵⁷ Vgl.: Bine, Photovoltaik, 2000, S.29/63

⁵⁸ Vgl.: Bine, Photovoltaik, 2000, S. 68

Ein weiterer, nicht zu verachtender Einflussfaktor auf die Leistung der Photovoltaikanlage ist deren Betriebstemperatur. Diese hängt dabei von der Einbau- und Montageart der Anlage ab. Allgemein ist zu sagen, dass sich die Leistung der Anlage bei einer Betriebstemperatur ab 25°C je Grad um 0,5 % verringert und sich bei Temperaturen unter 25 °C im gleichen Faktor verringert. Es ist daher sehr wichtig, dass die Anlagen gut hinterlüftet sind.⁵⁹

3.3 Gebäudekartierungen

Bevor eine Anlage installiert wird, muss der zukünftige Standort genau überprüft werden. Bei Gebäuden werden daher Kartierungen der Dachflächen vorgenommen. Eine Kartierung bedeutet dabei, ein vermessenes Gebiet o.ä. auf einer Karte darzustellen oder etwas in eine Karte einzuordnen.⁶⁰

In diesem Fall sollen also Dächer auf ihre Photovoltaiktauglichkeit hin geprüft und alle nötigen Daten zusammengetragen werden. Zunächst sollte festgestellt werden, ob sich das Dach generell für eine Nutzung eignet, das heißt ob das Dach eine ungefähr geeignete Ausrichtung (siehe auch Kapitel III.3.1) und Größe mit sich bringt und nicht zu alt ist. Das Alter eines Daches sollte nur so hoch sein, dass auch bis zur maximalen Lebensdauer der Photovoltaikanlage nach Möglichkeit keine Schäden am Dach entstehen oder es gar saniert werden muss, das heißt ein Flachdach mit einer ungefähren Lebensdauer von 50 Jahren sollte nicht älter als 20 Jahre sein, ein geneigtes Dach mit 60-70 Jahren Lebensdauer nicht älter als 30-40 Jahre.

Die Größe des Daches ist für einen privaten Hausbesitzer im Allgemeinen weniger relevant. Im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch eine effektiv nutzbare Dachfläche von mindestens 100 m² vorausgesetzt, wobei zunächst nur eine ungefähre Größe bestimmt wird. Eine genaue Ausmessung wird später vorgenommen.

Die detaillierte Kartierung der Gebäude umfasst verschiedene Schritte. Zum einen wird eine Gebäudebegehung vorgenommen. Dabei wird mit Hilfe eines Kompasses die genaue Ausrichtung des Daches bestimmt. Ebenso können bei diesem Schritt mögliche Verschattungsobjekte wie andere Gebäude oder Bäume identifiziert werden. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob sich bei den Stromzählern ein freier Zählerplatz befindet, der für den Stromeinspeisezähler genutzt werden kann und wo ein möglicher Standort für den Wechselrichter sein könnte. Bei Flachdächern kann zudem eine Besichtigung des Daches hilfreich sein, da so der mögliche Einfluss von Schornsteinen oder anderen Dachaufbauten besser eingeschätzt werden kann.

Erscheint das Gebäude nach der Begehung immer noch geeignet, so werden die Pläne der Gebäude eingesehen. Hierbei können nun die Neigung und die genauen Ausmaße des Daches abzüglich der vorhandenen Schornsteine, Dachfenster und Ähnlichem bestimmt werden. Um die effektiv nutzbare Dachfläche zu bestimmen, wird zusätzlich ein Sicherheitsabstand von einem Meter um die Anlage herum eingeplant. Dieser kann unter anderem bei später nötig werdenden Wartungsarbeiten hilfreich sein, da so ein Zugang zur Anlage möglich ist, ohne diese zu betreten. Zudem können anhand der Pläne Längen für benötigte Kabel und Ähnliches ausgemessen werden.

⁵⁹ Vgl.: Bine, Photovoltaik, 2000, S. 66

⁶⁰ Vgl.: Duden: Das Fremdwörterbuch, 1990, S. 391

Nachdem alle Daten erhoben sind, lässt sich anhand der effektiv nutzbaren Dachfläche die mögliche Größe der Anlage bestimmen. Bei einem geneigten Dach werden zehn Quadratmeter Dachfläche für ein installiertes Kilowattpeak benötigt, bei einem Flachdach sind es aufgrund des benötigten Abstandes zwischen den Modulen (siehe Kapitel IV1.1.5) 30 Quadratmeter pro Kilowattpeak.

Weitere Daten, die bei einer Gebäudekartierung erhoben werden müssen, sind in einem Kartierungsbogen zusammengestellt, welcher für jedes in Frage kommende Gebäude ausgefüllt wird. Im Anhang dieser Arbeit befindet sich ein beispielhafter Kartierungsbogen, wie er im Rahmen dieser Arbeit für die Gebäudebegehungen genutzt wurde.⁶¹

4. Umweltverträglichkeit

Die Photovoltaik nutzt die Energiequelle, von der unser Leben auf der Erde abhängig ist. Sie ist daher, solange es Leben auf der Erde gibt, unerschöpflich. Zudem werden für die Herstellung der Photovoltaikanlagen Materialien wie Silizium, Glas und Stahl verwendet, wodurch es auch für das Recycling der Anlage immer mehr ökologisch vertretbare Lösungen gibt.⁶²

Eine Photovoltaikanlage erzeugt Strom ohne thermische, chemische oder mechanische Zwischenschritte, so dass der Betrieb der Anlage weder Schadstoffe noch Lärm erzeugt.

Der durch eine Photovoltaikanlage erzeugte Strom ist also emissionsfrei. Ökologische Belastungen entstehen lediglich bei der Herstellung und Installation der Anlage. Diese können jedoch durch den Einsatz von regenerativen Energien verringert werden. Die energetische Amortisation einer Photovoltaikanlage aus kristallinen Modulen wird mit 3-4 Jahren angenommen, bei Dünnschichtmodulen beträgt die Zeit etwa 1-2 Jahre. Immer mehr entwickeln sich jedoch Verfahren, mit denen man einige Anlagenkomponenten recyceln kann. Es gibt dabei verschiedene Verfahren, die auf unterschiedlichen Stufen des Recyclings ansetzen. So lässt sich bei einer Silizium-Solarzelle zum Beispiel der Rohstoff wiedergewinnen oder einfach die Silizium-Scheibe recyceln.⁶³

Die Verfahren zum Recycling von Solarmodulen befinden sich auf dem Vormarsch. So ist im Juni 2003 eine Pilotanlage zu diesem Zweck in Betrieb genommen worden. Die Anlage wird durch die Deutsche Solar AG in Freiberg eingesetzt. Bei dem Recyclingverfahren werden die Module in einem Spezialofen bei einer Temperatur von 500 Grad Celsius in ihre Einzelteile zerlegt. Endprodukt des Prozesses ist ein Siliziumwafer, der wieder zu einer Solarzelle verarbeitet werden kann. Auf diese Weise lassen sich bis zu 80 % der für die Herstellung einer kristallinen Solarzelle benötigten Primärenergie einsparen. Auch wenn das Verfahren noch weiter optimiert werden muss, bietet es für die zur Zeit anfallenden Solarmodule eine fortschrittliche Wiederverwertungsmöglichkeit.⁶⁴

⁶¹ Vgl.: LBB Landau: Kartierung von Dachflächen, Ansprechpartner Herr Middendorf; Homepage Stadt Ilmenau: URL: www.energieundumweltev-ilmenau.de/solar.htm [20.02.2005]

⁶² Vgl.: Ladener, H.: Solare Stromversorgung, 1995, S. 6 und 225

⁶³ Vgl.: Bine, Photovoltaik, 2000, S. 66 und Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.175

⁶⁴ Vgl.: Photon, Das Solarstrommagazin: Recycling im Backofen, Ausgabe 8/2003, S38 ff.

Das Recycling der Module kann die energetische Amortisation von Photovoltaikanlagen also nochmals verbessern. Geringe Umweltbelastungen können nicht vollständig ausgeschlossen werden, aber dennoch ersparen 100 kWh durch eine Photovoltaikanlage erzeugte Energie der Umwelt ca. 26 Liter Heizöl oder 30 kg Steinkohle und somit die Entstehung von 57 kg CO₂.⁶⁵

5. Kosten einer Photovoltaikanlage

Die Kosten, welche für den Bau und den Betrieb einer Photovoltaikanlage entstehen, können je nach Anlagentyp sehr stark variieren. Es sind jedoch neben den Investitionskosten noch diverse andere Kosten, die für den Anlagenbauer und -betreiber entstehen. Gerade Kosten wie Versicherungen oder instand haltende Maßnahmen müssen sich die Anlagenbesitzer im Voraus vor Augen führen.

Bei den Überlegungen in Bezug auf die Kosten einer Photovoltaikanlage, darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass sich gleichzeitig andere Kosten vermeiden lassen. So fallen bei integrierten Photovoltaikanlagen die Kosten für die entsprechenden Dach- oder Fassadenteile weg. Bei Inselanlagen entfallen zusätzlich die sonst entstehenden Stromkosten. Es muss sich zudem immer wieder vor Augen geführt werden, dass die eingesetzte Energie der Sonne kostenlos ist und nicht, wie bei anderen Energieträgern, teuer hinzu gekauft werden muss.⁶⁶

Welche Kosten dennoch entstehen, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

5.1 Investitionskosten

Die höchsten Kosten, die für eine Photovoltaikanlage entstehen, sind die Investitionskosten. Hierbei machen ca. 76 % der Kosten die Solarmodule aus, weitere 8% der Wechselrichter und weitere 16 % das Montagegestell und die Montage selbst.

Die Investitionskosten für eine Photovoltaikanlage sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Ausschlaggebend waren hierbei ein steigender Absatz und die Weiterentwicklung der Anlagenkomponenten. Gerade die Optimierung der Herstellungsverfahren für Solarzellen und -module, welche die Hauptkosten der Anlage ausmachen, hat eine Kostensenkung mit sich gebracht. Ebenso konnten aber auch effizientere Wechselrichter und ausgereifte Standardlösungen für die Auf-Dach- Montage ihren Teil dazu beitragen.⁶⁷

Eine gegenteilige Entwicklung zeichnete sich jedoch im Jahr 2004 ab. Hier war ein Anstieg der Investitionskosten für eine Photovoltaikanlage zu verzeichnen. Grund hierfür war ein Engpass bei der Modulherstellung, der sich durch die erhöhte Nachfrage nach Photovoltaikanlagen, aufgrund der geänderten Einspeisevergütung (siehe Kapitel 6.1) ergeben hat. Insgesamt wird sich jedoch der Trend fortsetzen,

⁶⁵ Vgl.: Lüling, C. Architektur unter Strom, 2000, S.39

⁶⁶ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.94 ff, 109

⁶⁷ Vgl.: Solarworld: Photovoltaik, 2001/2002, S.13

dass die Kosten für Photovoltaikanlagen in den kommenden Jahren weiter fallen. Es wird davon ausgegangen, dass dies jährlich rund 5% sein werden.⁶⁸

Genaue Aussagen zu aktuellen Preisen lassen sich aufgrund starker Preisschwankungen und der Vielzahl von Ausführungen der Anlagen nur schwer treffen. Die Zeitschrift „Photon“ veröffentlicht jährlich Preise verschiedener Hersteller für schlüsselfertige Photovoltaikanlagen, woraus sich ein guter Überblick ableiten lässt. Die durchschnittlichen Preise einer Photovoltaikanlage/kWp für das Jahr 2004 sind in der Kosten-Nutzen-Analyse in Kapitel V zu finden.

Anhand der Händlerangaben in der Photon lassen sich die großen Preisspannen feststellen, aufgrund derer die tatsächlichen Kosten einer Photovoltaikanlage von Fall zu Fall errechnet werden müssen. Die ungefähren Kosten für eine Schräg- oder Flachdachanlage liegen danach je nach Anlagengröße zwischen 4.000 und 7.500 €/kWp.⁶⁹

In Bezug auf die Investitionskosten einer Photovoltaikanlage sollte noch beachtet werden, dass Anlagenbetreiber als Unternehmer gelten und sich somit die beim Kauf der Anlage entrichtete Umsatzsteuer erstattet bekommen. Auf der anderen Seite unterliegen jedoch die beim Stromverkauf erzielten Einnahmen der Einkommensteuer. Da diesen Einnahmen jedoch erhebliche Ausgaben gegenüberstehen, kann die Anlage über die Nutzungsdauer abgeschrieben werden, was wiederum steuerliche Vorteile mit sich bringt.⁷⁰

5.2 Betriebskosten

Die Kosten, welche für den Unterhalt einer Photovoltaikanlage entstehen, sind meistens gering, da anders als bei herkömmlichen energieerzeugenden Systemen keine Rohstoffe hinzugekauft werden müssen. Hinzu kommt, dass es an den Solaranlagen selbst keine mechanisch oder thermisch hoch beanspruchten Teile gibt, die nach einiger Zeit Verschleißerscheinungen zeigen können. Nicht auszuschließen ist dies bei nachgeführten Modulen.

Ähnlich sieht es daher aus, wenn es um die Frage geht, ob die Anlage eine regelmäßige Kontrolle durch Betriebspersonal erfordert. Aus den oben genannten Gründen ist lediglich eine Überwachung der leistungselektronischen Komponenten, des Isolationswiderstandes und der elektrischen Verbindungen notwendig. Zudem kann es in regenarmen Zeiten vorkommen, dass die Anlage gereinigt werden muss, damit keine Leistungseinbußen entstehen (siehe Kapitel III3). Man kann davon ausgehen, dass etwa 10€/kWp an Betriebskosten anfallen.⁷¹

Der nicht vom Verschleiß verschonte Teil der Photovoltaikanlage ist der Wechselrichter (siehe Kapitel III1). Dieser ist meist nach spätestens 10 Jahren auszutauschen. Ein Austausch des Wechselrichters bedeutet erneute Investitionskosten.

⁶⁸ Vgl.: Haus und Energie, Solarstromanlage als Markenprodukt, Ausgabe Herbst 2004, S.15

⁶⁹ Vgl.: Photon, Das Solarstrommagazin: Installationsangebote, Ausgabe 4/2004, S.82 ff

⁷⁰ Vgl.: Haus und Energie: Abschreiben erwünscht, Ausgabe Herbst 2004, S.16ff

⁷¹ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.101

Insgesamt ist die Anlage wenig anfällig gegen Einflüsse von außen. Lediglich bei Witterungseinflüssen wie starkem Hagelschlag, kann es zur Schädigung der Solarmodule kommen. Hier sollte daher vom Eigentümer eine Versicherung abgeschlossen werden, welche diese Art von Schäden übernimmt. Eine Möglichkeit besteht darin, die Anlage in die allgemeine Gebäudeversicherung einzuschließen. Die Kosten hierfür liegen bei etwa 1 % der Investitionskosten. Weitere Versicherungsmöglichkeiten bestehen im Rahmen einer Elektronikversicherung, welche auch Schäden abdeckt, die z.B. durch Bedienungsfehler entstehen. Hier liegen die Kosten bei ca. 5 % der Investitionskosten.⁷²

6. Finanzierungsmöglichkeiten

Die Kosten einer Photovoltaikanlage sind also nicht zu unterschätzen. Besonders die anfänglich hohen Investitionskosten schrecken manche Interessenten zunächst ab. Es gibt jedoch verschiedenste Möglichkeiten, wie die Anlagen finanziert werden können. Abbildung 7 zeigt, von welchen Seiten Gelder für Photovoltaikanlagen fließen können. Diese und weitere Finanzierungsmöglichkeiten, z.B. mit Hilfe von Contractingmodellen oder über Beteiligungsgesellschaften, werden im Folgenden näher erläutert.



Abbildung 7: Übersicht Fördermöglichkeiten

Quelle: [www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/AttachmentsByTitle/ppr-vitovolt.pdf/\\$FILE/ppr-vitovolt.pdf](http://www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/AttachmentsByTitle/ppr-vitovolt.pdf/$FILE/ppr-vitovolt.pdf) [13.10.2004]

⁷² Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.101

6.1 Einspeisevergütung

Damit sich eine Photovoltaikanlage im Laufe der Jahre finanziell rechnet, müssen entsprechende Einnahmen erwirtschaftet werden. Diese entstehen bei einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage durch die Einspeisevergütung, welche durch die Stromversorger für jede Kilowattstunde Strom, die ins Netz eingespeist wird, gezahlt wird. Gesetzlich geregelt ist die Einspeisevergütung im Vorschaltgesetz bzw. Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien.⁷³

Das 2000 in Kraft getretene Gesetz für den Vorrang der erneuerbaren Energien oder auch Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), hat den alternativen Energien einen enormen Aufschwung gegeben. Das EEG löste das seit 1991 geltende Stromeinspeisegesetz ab. Hier wurde die Einspeisevergütung für Photovoltaikstrom an der Marktpreis gekoppelt, was den wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage schwierig machte.⁷⁴

Ziel des EEG ist es, zu einer nachhaltigen Entwicklung der Energieversorgung zu verhelfen und den Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung deutlich zu erhöhen.⁷⁵

Da Förderprogramme wie das 100.000-Dächer-Programm Ende 2003 ausgelaufen sind, wurde eine Novellierung des bestehenden EEG veranlasst.

Aufgrund politischer Differenzen war eine endgültige Neuregelung zeitlich nicht klar vorauszusehen. Um die Förderungen für Photovoltaikanlagen nicht stagnieren zu lassen, wurde zunächst unabhängig von der Novelle des EEG ein Vorschaltgesetz erlassen, welches einige der bereits verhandelten Regelungen des EEG im Voraus gültig werden ließ.

Seit dem 01. August 2004 ist nun auch das neue offizielle EEG in Kraft getreten. Nachfolgende Auszüge aus dem Gesetzestext informieren über die wichtigsten Aussagen:

„...§ 3 Begriffsbestimmungen

- (1) Erneuerbare Energien sind Wasserkraft einschließlich der Wellen-, Gezeiten-, Salzgradienten- und Strömungsenergie, Windenergie, solare Strahlungsenergie, Geothermie, Energie aus Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas sowie aus dem biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie.

§ 4 Abnahme- und Übertragungspflicht

- (1) Netzbetreiber sind verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien oder aus Grubengas unverzüglich vorrangig an ihr Netz anzuschließen und den gesamten aus diesen Anlagen angebotenen Strom aus Erneuerbaren Energien oder aus Grubengas vorrangig abzunehmen und zu übertragen...

⁷³ Vgl.: Kellermann, D.: Ratgeber Photovoltaikbeteiligungen, 2004, S.14

⁷⁴ Vgl.: Kellermann, D., Pelikan, E.: Marktreport Photovoltaikbeteiligungen, Landshut, S.26

⁷⁵ Vgl.: Gesetz für den Vorrang der erneuerbaren Energien (EEG) §1, Stand 09.07.2004, URL:

http://www.netinform.de/KE/files/pdf/040709%20EEG_Novelle_unverbindlicheVersion.pdf [13.10.2004]

§ 11 Vergütung für Strom aus solarer Strahlungsenergie

- (1) Für Strom aus Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie beträgt die Vergütung mindestens 45,7 Cent pro Kilowattstunde.
- (2) Wenn die Anlage ausschließlich an oder auf einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand angebracht ist, beträgt die Vergütung
 - 1. bis einschließlich einer Leistung von 30 Kilowatt mindestens 57,4 Cent pro Kilowattstunde,
 - 2. ab einer Leistung von 30 Kilowatt mindestens 54,6 Cent pro Kilowattstunde und
 - 3. ab einer Leistung von 100 Kilowatt mindestens 54,0 Cent pro Kilowattstunde.

Die Mindestvergütungen nach Satz 1 erhöhen sich um jeweils weitere 5,0 Cent pro Kilowattstunde, wenn die Anlage nicht auf dem Dach oder als Dach des Gebäudes angebracht ist und wenn sie einen wesentlichen Bestandteil des Gebäudes bildet...

- (5) Die Mindestvergütungen nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 1 werden beginnend mit dem 1. Januar 2005 jährlich jeweils für nach diesem Zeitpunkt neu in Betrieb genommene Anlagen um jeweils 5 Prozent des für die im Vorjahr neu in Betrieb genommenen Anlagen maßgeblichen Wertes gesenkt und auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet. Beginnend mit dem 1. Januar 2006 erhöht sich der nach Satz 1 maßgebliche Prozentsatz für Anlagen nach Absatz 1 auf 6,5 Prozent.

§ 12 Gemeinsame Vorschriften für Abnahme, Übertragung und Vergütung

- (3) Die Mindestvergütungen sind vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme an jeweils für die Dauer von 20 Kalenderjahren zuzüglich des Inbetriebnahmejahres zu zahlen...⁷⁶

Nachfolgende Tabelle soll den Inhalt der Gesetzestexte mit den verschiedenen Einspeisevergütungssätzen verdeutlichen:

PV-Anlagentyp	Grundvergütung Cent/kWh	Zuschlag 1 Cent/kWh	Zuschlag 2 Cent/kWh	Gesamtvergütung Cent/kWh
Dachanlage bis 30 kWh	45,7	11,7	--	57,4
Dachanlage ab 30 kWh	45,7	8,9	--	54,6
Dachanlage ab 100 kWh	45,7	8,3	--	54,0
Fassadenanlage bis 30 kWh	45,7	11,7	5,0	62,4
Fassadenanlage ab 30 kWh	45,7	8,9	5,0	59,6
Fassadenanlage ab 100 kWh	45,7	8,3	5,0	59,0
Freiflächenanlage	45,7	--	--	45,7

Tabelle 1: Einspeisevergütung nach EEG, Stand 2004

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an das EEG

Es gilt dabei für Anlagen über 30 bzw. 100 kWp, dass für den Anteil der Leistung unter 30 kWp der Vergütungssatz bis 30 kWp gezahlt wird, für den Anteil zwischen

⁷⁶ Vgl.: Homepage Erneuerbares Energien Gesetz, URL: www.eeg-aktuell.de [12.02.2005]

30 und 100 kWp der entsprechende Vergütungssatz für Anlagen zwischen 30 bzw. 100 kWp und für den restlichen Anteil der Vergütungssatz für Anlagen über 100 kWp gezahlt wird.⁷⁷

Unbedingt hingewiesen werden muss auf §11 (5). Dieser besagt, dass die Einspeisevergütung für neu errichtete Anlagen jedes Jahr um 5% gesenkt wird. Folgendes Beispiel soll dies näher erläutern:

Ein Hausbesitzer baut eine Photovoltaikanlage auf sein Eigenheim, die zum 1. Januar 2004 an das öffentliche Stromnetz angeschlossen wird. Er produziert mit seiner 3,5 kWp Anlage bei einer Einstrahlung von 850 kWh/a ca. 3000 kWh Strom und erhält somit in den folgenden Jahren bei 57,4 Cent/kWh ca. 1700 Euro Einspeisevergütung für den eingespeisten Strom.

Ein Nachbar nimmt 2 Jahre später eine ähnliche Anlage in Betrieb. Dieser erhält bei gleicher Anlagengröße nur noch 51,8 Cent/kWh, also ca. 1550 Euro Einspeisevergütung pro Jahr.

Wichtig ist, dass die im jeweiligen Jahr geltenden Einspeisevergütungen nur für neu errichtete Anlagen gelten. Bereits bestehende, aber auch erweiterte Anlagen erhalten weiterhin die geltenden Fördersätze des ersten Installationszeitpunktes.⁷⁸ Folgende Tabelle zeigt, wie sich die Einspeisevergütung in den nächsten Jahren für jede neu in Betrieb genommene Anlage entwickelt:

Jahr	Grundvergütung	Zuschlag				
		Dach		Fassade	Freifläche	
		< 30 kWp	30-100 kWp	>100 kWp	(zusätzlich)	
2005	0,4342	0,1112	0,0846	0,0789	0,0475	0,0000
2006	0,4125	0,1056	0,0804	0,0750	0,0451	0,0000
2007	0,3919	0,1003	0,0764	0,0713	0,0428	0,0000
2008	0,3723	0,0953	0,0726	0,0677	0,0407	0,0000
2009	0,3537	0,0905	0,0690	0,0643	0,0387	0,0000
2010	0,3360	0,0860	0,0656	0,0611	0,0368	0,0000
2011	0,3192	0,0817	0,0623	0,0580	0,0350	0,0000
2012	0,3032	0,0776	0,0592	0,0551	0,0333	0,0000
2013	0,2880	0,0737	0,0562	0,0523	0,0316	0,0000
2014	0,2736	0,0700	0,0534	0,0497	0,0300	0,0000
2015	0,2599	0,0665	0,0507	0,0472	0,0285	0,0000

Tabelle 2: Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an das EEG

Der schnellstmögliche Bau einer Photovoltaikanlage zahlt sich also aus. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Preise für Photovoltaikanlagen in den nächsten Jahren genau wie die Einspeisevergütung jeweils um 5% fallen werden, so dass sich der geringer werdende Satz der Einspeisevergütung nicht auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen auswirken wird.

6.2 Kredite und Zuschüsse

⁷⁷ Vgl.: Siemer, J.: Erweitern ist nicht erneuern, Fachzeitschrift Photon – Nr. 4/2004, S.96 ff.

⁷⁸ Vgl.: Siemer, J.: Erweitern ist nicht erneuern, Fachzeitschrift Photon – Nr. 4/2004, S.96 ff.

Es gibt eine Vielzahl von Krediten und Zuschüssen, die ein Anlagenbauer in Anspruch nehmen kann. Im Folgenden können daher nur einige ausgewählte Kredite und Zuschüsse vorgestellt werden. Schwerpunkt bilden dabei die zinsgünstigen Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau. Ergänzt werden diese durch einen kurzen Überblick über weitere Kredite und Zuschüsse, die unter speziellen Bedingungen vergeben werden.

Weitere Möglichkeiten, die in dieser Arbeit nicht weiter vorgestellt werden, gibt es im Rahmen von speziellen Zuschüssen einzelner Bundesländern oder von Krediten, die durch ortsansässige Banken vergeben werden. Hier befindet sich durch die politische Entwicklung im letzten Jahr vieles im Umbruch, so dass es zur Zeit keine eindeutigen Aussagen hierzu gibt.

6.2.1 KfW- Förderung

Eine Möglichkeit, eine Photovoltaikanlage günstig zu finanzieren, ergibt sich mit Hilfe eines Kredites der KfW Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Die KfW Förderbank ist Teil der KfW Bankengruppe. Diese „...gibt weltweit Impulse für Wirtschaft, Gesellschaft und Ökologie. Mit ihren langfristigen, zinsgünstigen Krediten fördert die KfW Bankengruppe zum Beispiel Mittelstand und Existenzgründer. Außerdem stimuliert sie Innovationen und den Beteiligungskapitalmarkt, treibt den Umweltschutz voran und unterstützt den Ausbau der kommunalen Infrastruktur....“⁷⁹

Es gibt verschiedene Kredite, die für den Bau von Photovoltaikanlagen von Bedeutung sind. Zum einem ist dies das KfW-Programm „Solarstrom Erzeugen“, welches vor allem für private Anlagenbauer günstige Kredite zur Verfügung stellt. Auf der anderen Seite bietet die KfW ein Infrastrukturprogramm – Sonderfonds „Wachstumsimpulse“ an, welches speziell für Kommunen geeignet ist. Daneben gibt es noch das KfW-Umweltprogramm, welches alle Maßnahmen im Umweltschutz unterstützt.⁸⁰

Im Folgenden werden diese Programme der KfW näher vorgestellt. Einen kurzen Überblick über die Konditionen der einzelnen Programme soll Tabelle 3 geben.

Die Zinssätze der Kredite liegen generell unterhalb des Kapitalmarktniveaus, unterliegen aber auch den Schwankungen des Kapitalmarktes. Die jeweils aktuellen Zinssätze können bei der KfW selbst oder im Internet unter www.kfw-foerderbank.de erfragt werden. Dort gibt es zudem weiterführende Informationen zu den einzelnen Programmen.

6.2.1.1 KfW- Programm „Solarstrom Erzeugen“

Für die Förderung von Photovoltaikanlagen für Privatpersonen, dient das KfW – Programm „Solarstrom Erzeugen“, welches erst seit dem 01. Januar 2005 in Anspruch genommen werden kann. Es löst das CO₂- Minderungsprogramm ab, welches nach Ablauf des 100.000-Dächer-Programms zur Finanzierung der Photovoltaikanlagen von Privatpersonen aber auch Kommunen zur Verfügung stand. Ziel des neuen Programms ist es, eine separates, einfach konzipiertes

⁷⁹ Homepage KfW- Bankgruppe: URL: www.KfW-Foerderbank.de

⁸⁰ Vgl.: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr. 4, Januar/Februar 2004

Förderprogramm zu schaffen, welches mit Ausnahme von Kommunen allen Antragstellern zur Verfügung steht, d.h.:

- Privatpersonen
- Gemeinnützige Investoren
- private Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft
- Freiberufler
- Landwirte

Konkret wird die Installation von kleinen Photovoltaikanlagen bis zu einer Investitionssumme von 50.000 € gefördert.⁸¹

Die Förderung erfolgt in Form eines zinsgünstigen und langfristigen Darlehns zur Finanzierung der Investitionskosten.⁸² Der Effektivzins des Programms „Solarstrom Erzeugen“ liegt zwar etwas höher als der Zinssatz des 100.000-Dächer-Programms (1,9 %), jedoch wird dies durch die erhöhte Einspeisevergütung des EEG relativiert.⁸³

6.2.1.2 KfW- Infrastrukturprogramm

Das KfW- Infrastrukturprogramm – Sonderfonds „Wachstumsimpulse“ ist für die Finanzierung der Infrastrukturmaßnahmen von Kommunen vorgesehen. In Zeiten knapper Mittel sollen Maßnahmen der Kommunen unterstützt werden.

Konkret bedeutet dies, dass dem Investor besonders zinsgünstige langfristige Darlehen mit Festzinssätzen und tilgungsfreien Anlaufjahren gewährt werden. Durch Zuschüsse des Bundes wird der Zinssatz für den Investor in den ersten 3 Jahren der Kreditlaufzeit besonders günstig.⁸⁴

Gefördert werden kann wie gesagt grundsätzlich jeder, der in die kommunale Infrastruktur investiert, d.h.:

- kommunale Gebietskörperschaften
- Eigengesellschaften von kommunalen Gebietskörperschaften
- nicht-kommunale Investoren, z. B. private Betreibergesellschaften, privatwirtschaftliche Unternehmen und
- gemeinnützige Organisationsformen u.a.

⁸¹ Vgl.: Homepage KfW-Bankgruppe: Pressemitteilung; Drei neue Förderprogramme ab 2005, URL: http://www.kfw.de/de/presse/view_pm.asp?lang=1&pm_id=1345 [19.01.2005]

⁸² Vgl.: Homepage KfW- Förderbank: URL: www.kfw-foerderbank.de/DE/Bauen%20Wohnen%20Energiesparen/DieProgram13/CO2-Minder14/Inhalt.jsp [10. Oktober 2004]

⁸³ Vgl.: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr. 4, Januar/Februar 2004

⁸⁴ Vgl.: Homepage KfW- Förderbank: URL: <http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Infrastruktur/Inhalt.jsp> [10. Oktober 2004]

Es werden im Allgemeinen Infrastrukturmaßnahmen gefördert, die der Aufgabenerfüllung von Gebietskörperschaften dienen. Dies sind vor allem Maßnahmen im Rahmen der

- allgemeinen Verwaltung
- öffentlichen Sicherheit und Ordnung
- Wissenschaft, Technik und Kulturpflege
- Stadt- und Dorfentwicklung, zum Beispiel auch der touristischen und sozialen Infrastruktur (Krankenhäuser, Altenpflegeeinrichtungen, Kindergärten, Schulen etc.)
- Ver- und Entsorgung
- kommunalen Verkehrsinfrastruktur inkl. Des öffentlichen Personennahverkehrs
- Energieeinsparung und Umstellung auf umweltfreundliche Energieträger
- Baulanderschließung, einschließlich der Aufwendungen für Grunderwerb, die dauerhaft von der Kommune zu tragen und nicht umlagefähig sind (z. B. für öffentliche Wege)⁸⁵

Die Finanzierung erfolgt durch Direktkredite oder bankdurchgeleitete Kredite. Standard ist bei den meisten Krediten der KfW ein bankdurchgeleiteter Kredit, bei der jeweiligen Bank vor Ort beantragt wird. Im Rahmen des Infrastrukturprogramms ist auch ein Direktkredit möglich, der direkt bei der KfW beantragt wird.⁸⁶

6.2.1.3 KfW- Umweltprogramm

Das KfW- Umweltprogramm soll Maßnahmen unterstützen, die zum Umweltschutz beitragen. Wichtig ist hier, dass das Programm unter anderem speziell für Firmen geeignet ist. Diese wurden bei den beiden vorher genannten Programmen eher vernachlässigt. Dabei werden unter anderem die folgenden Maßnahmen unterstützt:

- Abwasserverminderung und -vermeidung
- Effiziente Energieerzeugung und -verwendung
- Einsatz regenerativer Energiequellen
- Herstellung besonders innovativer umweltfreundlicher Produkte
- Erstellung eines Öko-Audits⁸⁷

In der Regel werden 75 % der Investitionskosten als Kredit gegeben. Bei kleinen und mittelständigen Unternehmen kann der Finanzierungsanteil bei einer zusätzlichen Inanspruchnahme des ERP-Umwelt- und Energiesparprogramms (weitere Finanzierungsmöglichkeit des KfW) bis zu 100 % betragen. Die Auszahlung erfolgt

⁸⁵ Vgl.: Homepage KfW- Förderbank:

URL: <http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Infrastruktur/Inhalt.jsp> [10.Oktober 2004]

⁸⁶ Vgl.: Homepage KfW- Förderbank:

URL: <http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Beratung/Beratungau.jsp>, [14.Oktober 2004]

⁸⁷ Vgl.: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr. 4, Januar/Februar 2004

auch hier nur zu 96 %, so dass die restlichen 4 % über Eigenkapital oder weiteres Fremdkapital finanziert werden müssen.

Die Laufzeit und Verzinsung des Kredites richtet sich nach der Größe des Unternehmens und der Art der zu finanzierenden Maßnahme.

Kreditgeber	KfW	KfW	KfW
Name des Programms	„Solarstrom Erzeugen“	Infrastrukturprogramm Sonderfond, „Wachstumsimpulse“	Umweltprogramm
Antragstellung	Bankdurchgeleitet	Direktkredit oder Bankdurchgeleitet	Bankdurchgeleitet
Zielgruppe	Privatpersonen, Freiberufler, Landwirte, u.a.	Kommunen, private Betreibergesellschaften u.a.	Wirtschaft, Freiberufler, Kirchen u.a
Kreditlaufzeit	10 oder 20 Jahre	Max. 20 Jahre bei bankdurchgeleitetem Kredit, max. 30 Jahre bei Direktkredit	10 oder 20 Jahre
Tilgungsfreie Anlaufjahre	max. 2 Jahre bei 10, max. 3 Jahre bei 20 Jahren Kreditlaufzeit	3 Jahre bei 20 Jahren, 5 Jahre bei 30 Jahren Kreditlaufzeit	max. 2 Jahre bei 10 Jahren, max. 3 Jahre bei 20 Jahren Kreditlaufzeit
Zinskonditionen	für 10 Jahre festgelegt, dann Anpassung an aktuelle Zinssätze	für 10 Jahre festgelegt, dann Anpassung an aktuelle Zinssätze. Günstiger Anfangszins	Zinsfestschreibung auf 10 oder 20 Jahre möglich
Tilgung	vierteljährliche Begleichung der Zinsen und Annuitäten	Kreditrückzahlung in gleich hohen Halbjahresraten	Kreditrückzahlung in gleich hohen Halbjahresraten
Förderquote/-summe	bis zu 100 % der Investitionskosten, bis zu fünf Mio. €	Direktkredit: Bis zu 50 % des Fremdkapitals Bankdurchgeleiteter Kredit: Bis zu 75 % der förderfähigen Kosten, bis zu 5 Mio.€	bis zu 75 % der Investitionskosten, bis zu fünf Mio. €
Auszahlung	96 %	100 %	96 %
Förderung anderer Maßnahmen	Nein	ja (Infrastrukturmaßnahmen, Energieeinsparung)	ja (Alle Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltsituation)
Weiterführende Informationen und Zinssätze	www.kfw-foerderbank.de	www.kfw-foerderbank.de	www.kfw-foerderbank.de

Tabelle 3: KfW- Förderprogramme für Photovoltaikanlagen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr. 4, Januar/Februar 2004

6.2.2 Weitere Darlehen, Zuschüsse und Zusatzvergütungen

Neben den genannten Krediten der KfW gibt es diverse andere Möglichkeiten, wie Photovoltaikanlagen zinsgünstig finanziert werden können. So haben auch einige Unternehmen erkannt, dass Kunden besonderes Interesse an Anlagen zeigen, wenn ihnen die Finanzierung gleich mit geliefert wird. Ein Unternehmen, welches dies anbietet, sind die Viessmann Werke GmbH Co. KG. Die Firma hat sich vor 2-3 Jahren mit der UmweltBank AG zusammengetan. Gemeinsam bieten sie nun an, dass einer Käufer von Viessmann-Photovoltaik-Modulen gleichzeitig die Finanzierungsberatung und Finanzierung der Umweltbank erhält. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die geplante Photovoltaikanlage in das Portfolio des Photovoltaikkredites der UmweltBank passt. Das UmweltBank Photovoltaik-Sonderdarlehn wird speziell für Anlagen angeboten, die nicht in das CO₂-Minderungsprogramm der KfW passen. Dies sind vor allem Freiflächenanlagen.⁸⁸ Auch andere Firmen wie die Oldenburger Aleo Solar GmbH oder die Bonner SolarWorld AG planen Kooperationen mit Kreditinstituten.⁸⁹

Neben den genannten Krediten gibt es einige Energieversorger, die Photovoltaikanlagen bezuschussen. Ein Beispiel ist die „Watt-Ihr-spart-Zusatzvergütung“ der Elektrizitätswerke Schönau GmbH (EWS). Hier erhalten Photovoltaikanlagenbesitzer, die gleichzeitig EWS-Stromkunden sind, in den ersten fünf Betriebsjahren der Anlage eine zusätzliche Vergütung von 6 Cent pro eingespeister Kilowattstunde Strom. Als Auflage gilt hier jedoch, dass für jede installierte Kilowattstunde ein neuer Stromkunde für die EWS geworben werden muss.

Die Badenova AG & CO. KG in Freiburg zahlt beim Bau einer neuen Photovoltaikanlage je nach Höhe einen Zuschuss von 250 bis 500 € pro installiertem kWp. Die Bewag AG & Co. KG in Berlin zahlt ihren Kunden für die ersten fünf kWp sogar 1000 € Zuschuss.⁹⁰

Ein weiterer Finanzierungszuschuss wird von der BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) im Rahmen des so genannten Marktanreizprogramms angeboten. Gefördert werden die Bereiche, Photovoltaik, Solarthermie und Biomasse.

Für den Bereich der Photovoltaik ist das Programm der Nachfolger des sehr erfolgreichen Programms „Sonne in der Schule“. Hier werden daher speziell Photovoltaikanlagen auf Schulen, Universitäten o.ä. gefördert. Der Zuschuss beträgt 3000 € pro Anlage ab einem kWp Leistung. Die Förderung erfolgt als Festbetragfinanzierung in Form nicht zurückzahlbarer Zuschüsse.⁹¹

⁸⁸ Vgl.: Homepage Viessmann, Photovoltaik Förderung, URL:

www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/Content/Photovoltaik-Finanzierung [20.August 2004]

⁸⁹ Vgl.: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr.4, Januar/Februar 04

⁹⁰ Vgl.: Rentzing, S.: Sonnenstrom ohne Eigenkapital, Zeitschrift Neue Energie – Nr.4, Januar/Februar 04

⁹¹ Vgl.: Homepage BAFA: Marktanreizprogramm, URL: www.bafa.de/1/de/aufgaben/energie.htm [20.August 2004]

6.3 Beteiligungsmodelle

Eine weitere Form der Finanzierung von Photovoltaikanlagen kann über die Gründung von Beteiligungsgesellschaften erfolgen.

In den letzten Jahren ist eine Vielzahl von öffentlichen Beteiligungsangeboten an den Markt getreten, bei denen Kunden Anteile an Photovoltaikanlagen erwerben können. Meist sind dies Privatpersonen, die aus verschiedenen Gründen keine eigene Photovoltaikanlage besitzen. Gründe können sein, dass kein Wohneigentum vorhanden ist, dass nicht der Wille oder die Möglichkeit besteht, mehrere tausend Euro in eine Photovoltaikanlage zu investieren, oder dass die Errichtung einer eigenen Anlage zu aufwendig erscheint. Die Anteile an einer Photovoltaikanlage können für einige hundert bis zu mehreren tausend Euro erworben werden, wobei die Angebote für solche Beteiligungsmodelle sowohl von Unternehmen wie auch von privaten Organisationen ausgehen können.

Neben den öffentlichen Beteiligungsmodellen gibt es für den Anlagenbetreiber auch die Möglichkeit, die Eigenkapitalfinanzierung über Privat Placement oder einen Einzelinvestor sicherzustellen.⁹²

Ein wichtiger Begriff im Rahmen eines Beteiligungsmodells ist der geschlossene Fond. Fonds werden meist genannt, wenn es um die Finanzierung von großen Investitionsobjekten geht. Die am häufigsten auftretenden geschlossenen Fonds sind:

- Geschlossene Immobilienfonds
- Medienfonds
- Schiffsfonds
- Life Bonds
- Venture Capital Fonds
- Ökologische Fonds (Windfonds, Photovoltaikfonds)⁹³

Der Fond ist dabei eine Gesellschaft, die aus einer Vielzahl von Gesellschaftern besteht. Zweck dieser Gesellschaft ist zum Beispiel der Bau und der Betrieb einer großen Photovoltaikanlage. Darin, dass sich eine Vielzahl von Investoren an einem Projekt beteiligen können liegt der Vorteil dieser Art von Finanzierungsmöglichkeit. Es können sich so einige hundert Investoren an demselben Fond beteiligen.⁹⁴

Während sich offene Fonds eher für eine kurzfristige Geldanlage eignen, sind geschlossene Fonds mehr für eine mittel- bis langfristige Geldanlage konzipiert. Dies bedeutet eine Mindestlaufzeit von 5-9 Jahren, wobei die Durchschnittslaufzeit bei 10-20 Jahren liegt. Bei Photovoltaikanlagen liegt diese Laufzeit im Allgemeinen bei ca. 20 Jahren.

Der Anleger investiert meist in Sachwertanlagen wie den hier genannten Photovoltaikanlagen. Auf diese Weise sollte das Kapital meist vor einem größeren Wertverlust geschützt sein. Zugleich profitiert der Anleger durch langfristige Wertzuwächse.⁹⁵

⁹² Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.122

⁹³ Vgl.: Kellermann, D., Pelikan, E.: Marktreport Photovoltaikbeteiligungen, 2002, S.7

⁹⁴ Vgl.: Kellermann, D. : Ratgeber Photovoltaikbeteiligungen, 2004, S.36ff.

⁹⁵ Vgl.: Kellermann, D., Pelikan, E.: Marktreport Photovoltaikbeteiligungen, Landshut, S.5 ff.

Die Beteiligung an einem Photovoltaik-Kraftwerk ist mit den generellen Risiken eines Unternehmens verbunden. Dennoch sollten die Anleger am Ende der Laufzeit ihr eingesetztes Kapital zurück bekommen, wobei das Ziel natürlich darin besteht, das Geld langfristig zu vermehren. Um die Risiken der Geldanlage möglichst gering zu halten, ist ein professionelles Management notwendig. Die Anlage muss von der Vorbereitung über die Umsetzung bis hin zur Ausführung genau geplant sein. Dazu gehören eine detaillierte Standortwahl, die genaue Prüfung der mitwirkenden Kompetenzen und eine kritische Material- und Komponentenauswahl.⁹⁶

Im Allgemeinen liegen die Kapitaleinlagen, die der Anleger zu leisten hat, bei fünftausend Euro und mehr. Die Höhe des Gewinns steht und fällt mit der Prognose der Stromproduktion, die im Vorhinein von Fachleuten ermittelt wird. Eine möglichst genaue Ertragsprognose ist daher unumgänglich. Dabei spielt nicht nur der Standort eine große Rolle, sondern auch die Performance Ratio (der Wirkungsgrad) der Anlage. Im Allgemeinen wird ein Sicherheitsabschlag von 4-5 % einberechnet, um Prognoseunsicherheiten und Stillstandzeiten zu berücksichtigen.

Um die Rendite einer Investition darzustellen, wird in der Regel der so genannte interne Zinsfuß herangezogen. Dieser soll als Anhaltspunkt für die Wirtschaftlichkeit dienen, nicht etwa für die erwartete Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Ein interner Zinsfuß von 6 % vor Steuern ist dabei bei soliden Projekten durchaus zu erzielen.⁹⁷

Die intensiven und häufigen Sonnenstunden im Jahr 2003 brachte den Betreibern von Solarstromanlagen Erträge ein, die im Schnitt 10 % über den Erwartungen lagen. Dies zeigt, dass die Investition in große Photovoltaikanlagen für alle Seiten Gewinne bringt.

6.3.1 Beispiel: Beteiligung SolarKraftWerk Sirius

Die Firma IFE Projekt- und Beteiligungsmanagement GmbH & Co. KG bietet Anteile an der Beteiligungsgesellschaft SolarKraftWerk Sirius GmbH & Co. Betriebs- KG an. Das SolarKraftWerk Sirius besteht nicht aus einer zusammenhängenden Photovoltaikanlage, sondern aus mehreren Anlagen an sonnenintensiven Standorten in Baden-Württemberg, Bayern und dem Saarland. Insgesamt werden 500 kWp bei einer Gesamtinvestition von 2,315 Millionen Euro installiert. Bei einem prognostizierten Jahresenergieertrag von durchschnittlich 954 kWh/kWp gehen die Initiatoren von einem Gesamtertrag von 477.000 kWh /Jahr aus.

Die zu erzielende Einspeisevergütung liegt bei einer Fertigstellung der Anlage 2004 bei durchschnittlich 56,3 Cent/kWh. Diese Höhe entsteht durch die unterschiedliche Größe der einzelnen Dachanlagen (siehe Kapitel III6.1).⁹⁸

Die Finanzierung der Anlagen erfolgt zu 70 % über ein Bankdarlehen und zu 30 % durch Eigenkapital, also den Beteiligungseinlagen der Investoren.

⁹⁶ Vgl.: Homepage SolarServer: Photovoltaik für alle, URL: www.solarserver.de/solarmagazin/artikelmai2002.html [14. Oktober 2004]

⁹⁷ Vgl.: Homepage SolarServer: Solarfonds zur Finanzierung großer Solarprojekte, URL: www.solarserver.de/solarmagazin/index.html [14. Oktober 2004]

⁹⁸ Vgl.: IFE Projekt- und Beteiligungsmanagement GmbH & Co. KG: Beteiligungsangebot SolarKraftWerk Sirius, Oldenburg, 2004, S.4-6

Die Summe des Eigenkapitals beträgt somit bei der genannten Investitionssumme von 2,315 Mio. € 700.000 €. Das Bankdarlehn hat eine Laufzeit von 15 Jahren, wobei der Zinssatz von 5 % auf 10 Jahre festgeschrieben ist.

Eine Beteiligung an der Gesellschaft ist ab 10.000 € möglich. Insgesamt ist eine Ausschüttung von 269 % über 20 Jahre geplant. Die Rendite vor Steuern beträgt nach der Internen Zinsfußmethode 7,8 %.

Der Investor muss sich über verschiedene Chancen und Risiken im klaren sein, welche die Wirtschaftlichkeit der Anlage und somit die zu erzielenden Ausschüttungen beeinflussen können.⁹⁹

Diese werden im Folgenden dargestellt:

Chancen	Risiken
Bessere Einstrahlungsverhältnisse und somit höhere Erträge	Schlechtere Einstrahlungsverhältnisse und somit niedrigere Erträge
Fertigstellung 2004, d.h. durchschnittliche Einspeisevergütung von 56,3 Cent/kWh	Fertigstellung 2005, d.h. durchschnittliche Einspeisevergütung von 53,5 Cent/kWh
Änderungen im PV-Vorschaltgesetz	Änderungen im PV-Vorschaltgesetz
	Kostenüberschreitungen bei Investitionsnebenkosten
	Verschiebung der Ausschüttungen bei verspäteter Inbetriebnahme
Positive Veränderungen der steuerlichen und rechtlichen Grundlagen	Negative Veränderung der steuerlichen und rechtlichen Grundlagen
Längere Lebensdauer der PV-Anlagen	Geringere Lebensdauer der PV-Anlagen
Geringerer Leistungsverlust der Anlage als angenommen	Höherer Leistungsverlust der Anlage als angenommen
Niedrigere Rückbaukosten, eventuell Erzielen von Verkaufserlösen	Höhere Kosten bei Rückbau bzw. Demontage der Anlagen
	Wegfall von Gewährleistungsansprüchen, wenn wesentliche Vertragspartner entfallen

Tabelle 4: Chancen und Risiken einer Beteiligung am SolarKraftWerk Sirius

Quelle: IFE: Beteiligungsangebot SolarKraftWerk Sirius, Oldenburg, 2004, S.7

6.3.2 Beispiel: Sonnenschiff Freiburg

Ein weiteres Beispiel für die Finanzierung einer Photovoltaikanlage über eine Beteiligungsgesellschaft ist die Solarsiedlung in Freiburg. Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Solarsiedlungen, wobei das Freiburger „Sonnenschiff“ als die bekannteste gilt. Hier entstehen rund 50 Wohn- und Bürogebäude, die auf den Dächern mit Photovoltaikanlagen versehen sind. Die Anlagen haben je nach Gebäudegröße eine Leistung von 4,1 oder 6,2 kWp.

Die Kosten der Anlage sind in den Gebäudepreis integriert. Teilweise wurden die Gebäude von Privatpersonen gekauft und teilweise von den Anlegern des 1. Freiburger Solarfonds. An diesem können Privatpersonen Anteile erwerben, welche im Laufe der Jahre hohe Ausschüttungen mit sich bringen sollen.

Die Immobilien des Solarfonds werden dann an verschiedenste Privatpersonen vermietet.¹⁰⁰

⁹⁹ Vgl.: IFE Projekt- und Beteiligungsmanagement GmbH & Co. KG: Beteiligungsangebot SolarKraftWerk Sirius, Oldenburg, 2004, S.6,21

¹⁰⁰ Vgl.: Siemer, J.: Im Dutzend besser, Solarsiedlungen proben den Städtebau der Zukunft, Fachzeitschrift Photon – Nr. 11/2003, S.56 ff

6.4 Contracting

Der Begriff „Contracting“ wurde in den 80er Jahren in den USA geprägt und bezeichnet ein Vertragsinstrument, das durch ein Finanzierungs- und Betriebsverfahren zur Bereitstellung einer gebäudespezifischen Energiedienstleistung gekennzeichnet ist.

Ein Contractor erhält vom Nutzer den Auftrag diese Energiedienstleistung, d.h. die effiziente Bereitstellung von Nutzenergie entsprechend der Bedürfnisse des Kunden, anzubieten.¹⁰¹

Es gibt dabei drei verschiedene Grundtypen des Contracting. Das „Energieeinspar-, Energielieferungs- und das Finanzierungs-Contracting“. Beim „Energieeinspar-Contracting“ werden vom Contractor energieverbrauchsrelevante Rationalisierungsmaßnahmen für einen Auftraggeber übernommen. Diese Form des Contracting wird im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Ein weiterer Grundtyp ist das „Energielieferungs-Contracting“. Hier wird vom Contractor eine Energieerzeugungsanlage geplant, finanziert und errichtet oder für eine bereits vorhandene Anlage die Verantwortung übernommen. Der Contractor kauft gegebenenfalls die Einsatzenergie ein und verkauft die Nutzenergie.

Das Finanzierungs-Contracting hat eine grundsätzlich ähnliche Funktionsweise. Ein Contractor plant, finanziert und errichtet wiederum eine Energieerzeugungsanlage. Die Verantwortung für den Betrieb und die Wartung der Anlage liegt jedoch beim Nutzer oder Gebäudeinhaber.¹⁰²

Grundsätzlich ist jede juristische Person dazu berechtigt, Contracting anzubieten. Meist sind die Contractoren jedoch der Branche zugehörig, für die das Contracting stattfinden soll.

Im Themenbereich der Photovoltaik sind dies meist Energieagenturen, Planungsbüros, Stadtwerke oder Anlagenbauer. Neben den eigentlichen Contractoren gibt es indirekte Beteiligte, die in den Prozess eingebunden werden. So können z.B. Fachplaner den Contractor durch entsprechendes Know-how unterstützen.

6.4.1 Beispiel: Sonnensiedlung Bonn

Das Energiekonzept der Sonnenhof-Siedlung in Bonn-Tannenbusch sah eine Versorgung mit umweltfreundlicher Energie aus Photovoltaik und Solarthermie vor. Gleichzeitig sollten für die Zielgruppe „Junge Familien“ die Investitionskosten möglichst gering gehalten werden. Es entstand daher das Konzept, die Photovoltaikanlagen durch ein Contracting-Modell zu finanzieren.

Eine Photovoltaikanlage mit einer Gesamtleistung von 22 kWp wurde im Sommer 2003 auf zwei Reihenhauszeilen mit insgesamt neun Wohneinheiten installiert.

¹⁰¹ Vgl.: Hessisches Umweltministerium: Contracting, 1998, S.3 ff.

¹⁰² Vgl.: Bemann, U.: Contracting Handbuch, 2003, S.19 ff

Der Contractor Econtract war verantwortlich für:

- Technische Planung der Photovoltaik-Anlage
- Kommunikation mit den Bewohnern der Siedlung
- Sicherstellung der Finanzierung inklusive Beantragung von Fördermitteln
- Installation der Anlage
- Betrieb der Anlage über die nächsten 20 Jahre

Die Stromerträge der 22 kWp-Anlage werden in das Netz gespeist. Die Econtract GmbH erhält die Einspeisevergütung und erzielt somit nach der Amortisation der Investitionskosten Gewinne.

Die Bewohner und die Wohnungsbaugesellschaft profitieren vom positiven Image und der Wertsteigerung der Gebäude, die Umwelt von circa 12.500 kg CO₂ -Einsparung im Jahr.¹⁰³

6.4.2 Solardachbörsen

Immer häufiger trifft man im Bereich der Finanzierung von Photovoltaikanlagen auf den Begriff der Solardachbörsen. Hinter einer Solardachbörse steht im Prinzip die Idee des Contracting. Die Funktion ist einfach und soll hier am Beispiel der Solardachbörse Berlin verdeutlicht werden.

Die Solardachbörse wurde von der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung im Februar 2004 ins Internet eingestellt. Auf der Internetseite (www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/solardachboerse/) sind ca. 70 Dächer der Stadt verzeichnet, die sich für den Einsatz von Photovoltaik eignen. Die zwischen 400 und 10.000 Quadratmeter großen Flächen befinden sich auf öffentlichen Gebäuden wie Schulen oder Bürobauten.

Für die verzeichneten Dächer sollen sich nun private Investoren finden, die dort Photovoltaikanlagen errichten. Diese können sich im Internet anhand eines kurzen Exposé über die Gebäude informieren. Das Exposé beinhaltet die wichtigsten Daten wie Dachform, nutzbare und unverschattete Dachfläche und die Dachneigung. Daneben geben Fotos einen ersten Eindruck über das Gebäude und der Interessent kann sich anhand eines Stadtplans über die Lage des Gebäudes informieren.

Es handelt sich dabei um eine klassische Win-Win Situation: für die Stadt aufgrund ihres Einsatzes für die Nutzung erneuerbarer Energien, für den Investor durch die Einspeisevergütung der erbauten Photovoltaikanlagen und die Gebäudebesitzer über eine teilweise zu verhandelnde Dachmiete oder Schulen über die zu Lernzwecken nutzbaren Großdisplays der Anlagen.¹⁰⁴

¹⁰³ Vgl.: Homepage Econtract: Solarsiedlung Tannenbusch, URL: www.econtract-gmbh.de/tannenbusch.html [14.Oktober 2004]

¹⁰⁴ Vgl.: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, URL: www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/solardachboerse/ [09.08.2004] und Nickel, J.: Berlin bietet Dächer an, Fachzeitschrift Photon – Nr. 4/2004, S.91

6.5 „Win-Win-Effekte“ in der Finanzierung von Photovoltaikanlagen

Die Finanzierung von Photovoltaikanlagen über Win-Win-Effekte hat zwar häufig einen Contracting-Charakter, soll hier aber dennoch separat aufgezeigt werden, da sich oft ganz neue Wege der Finanzierung ergeben.

Win-Win Effekte ergeben sich wie gesagt auch bei herkömmlichen Contracting-Verträgen. Es gewinnt der Contractinggeber, indem er eine Pacht für das von ihm zur Verfügung gestellte Dach erhält. Der Contractingnehmer auf der andere Seite bekommt Flächen zur Verfügung gestellt, auf denen er sein Vorhaben verwirklichen kann und erwirtschaftet damit Gewinne.¹⁰⁵

Die Installation einer Photovoltaikanlage kann jedoch auch in anderen Fällen zu Win-Win-Situationen führen. Ein klassisches Beispiel sind Überdachungen jeglicher Art wie Parkplätze, Fußgängerzonen, Spazierwege und Ähnliches. Wichtig hierbei ist der Mehrfachnutzen einer solchen Überdachung. Ein überdachter Parkplatz oder die Fußgängerzone einer Stadt locken Kunden an, da diese gerade bei Regen oder starker Sonne eine solche Stadt als Einkaufsziel bevorzugen würden. Oft sind solche Überdachungen jedoch recht kostspielig, und es lässt sich nur schwer voraussagen, welche monetären Vorteile sich ergeben würden. Daraus ergibt sich der Ansatzpunkt für den Bau einer Photovoltaikanlage.

Die Potenziale von Parkplätzen o.ä. sind bei Gutachten über die für Photovoltaik zur Verfügung stehenden Flächen nicht einberechnet. Das wirft neues Licht auf die Frage, wie viel Energie in Deutschland durch Photovoltaik erzeugt werden kann, da sich hier noch große Potenziale verbergen könnten.¹⁰⁶

Die genannten Überdachungen können ähnlich wie Freiflächenanlagen oder als transparente Anlagen gebaut werden, je nachdem wie die Lichtverhältnisse gestaltet werden sollen. An dieser Stelle greift das Contractingmodell. Die Überdachungen können entweder durch einen Contractingnehmer mitfinanziert werden, der dann entsprechende Photovoltaikanlagen installiert, oder der Initiator baut die Anlage und vermietet die Dachflächen an einen Contractor.

Eine weitere Art dieser zur Finanzierung von Projekten nutzbaren Win-Win-Effekte ergibt sich aus den finanziellen Engpässen von Städten und Gemeinden oder auch Privatpersonen.

Häufig stünden große Dachflächen zur Photovoltaiknutzung zur Verfügung, wenn diese nicht in den nächsten Jahren saniert werden müssten. In der Regel wird eine Photovoltaikanlage nur dann installiert, wenn das entsprechende Dach während der Laufzeit der Anlage nicht saniert werden muss, da eine erneute Anbringung mit verhältnismäßig hohen Kosten verbunden wäre, welche die Wirtschaftlichkeit der Anlage beeinflussen würden. Für diese Sanierungsmaßnahmen stehen jedoch oft keine Gelder zur Verfügung, so dass die Dachflächen zunächst ungenutzt bleiben würden.

Bei einer genaueren Prüfung können sich jedoch durch eine Form des Contracting Möglichkeiten ergeben, die Dachflächen nutzbar zu machen.

Grundprinzip ist es hierbei, dass das Dach durch einen Contractor saniert wird, der dann eine Photovoltaikanlage auf dem Dach installiert und diese in Eigenregie betreibt. Es wäre als Ausgleich zum Beispiel möglich, dass der Besitzer des Daches

¹⁰⁵ Vgl.: Bemann, U.: Contracting - Handbuch, 2003, S.53

¹⁰⁶ Vgl.: Heck, P.: Photovoltaik Seminar, Sommersemester 2004, 20.10.2004

auf die sonst übliche Pachtgebühr für das Dach verzichtet. Es ergibt sich also für beide Seiten eine gewinnbringende Situation.¹⁰⁷

6.6 Sponsoring

Sponsoring basiert auf dem Prinzip des gegenseitigen Leistungsaustausches. Ein Unternehmen stellt einer Person oder Institution Geld zur Verfügung, welche diese für eigene Zwecke nutzt, aber hiermit gleichzeitig eine wirtschaftliche oder ideelle Gegenleistung für den Geldgeber erzeugt. Aus der Sicht des Geldgebers handelt es sich somit um ein Instrument der Kommunikation, für den Geldnehmer um eine Form der Finanzierung.¹⁰⁸

Im Allgemeinen werden hauptsächlich die Bereiche Sport, Kultur und Soziales gefördert. Gerade für den Bereich des Soziosponsoring zeichnet sich eine zunehmende Beliebtheit ab. Hier werden zumeist Gebiete wie Umweltschutz, Gesundheitswesen oder Bildung gefördert. Dieser Bereich des Sponsoring bringt für den Sponsor zusätzlich zu dem eigentlichen Werbeeffect auch einen positiven Einfluss auf sein Image mit sich.¹⁰⁹

Wie kann man nun diese Form der Finanzierung für den Bereich der Photovoltaik nutzen?

Eine Möglichkeit besteht im Einsatz von Werbetafeln, deren nächtliche Beleuchtung mit Hilfe von photovoltaisch erzeugten Strom gewährleistet wird. Am Stadtrand oder an anderen markanten Standorten könnten Tafeln aufgestellt werden, welche zum Beispiel auf das Solarstadtkonzept hinweisen. Finanziert werden diese Tafeln durch Institutionen, deren Name oder Logo sich zusätzlich auf der Tafeln befindet. Der Effekt ist der, dass gleichzeitig eine weitere Form der Photovoltaiknutzung vorgestellt und Werbung für den Sponsor gemacht wird.

Ähnliches gilt für alle gut sichtbaren Photovoltaikanlagen. So lassen sich große Anzeigentafeln, die auf Photovoltaikanlagen auf Dächern hinweisen von Sponsoren finanzieren o.ä.

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich im Bereich der Fassadenanlagen. Hier ist es denkbar, den Namen des Sponsors durch farblich abgesetzte Photovoltaik-Module in die Anlage zu integrieren. Dies kann besonders von Bedeutung sein, da Fassadenanlagen selten wirtschaftlich sind. Ein Sponsor kann diese Kosten jedoch als Werbekosten verbuchen.

In Bezug auf ein Solarstadtkonzept ist auch ein Sponsoring denkbar, bei dem eine Institution das gesamte Sponsoring übernimmt und somit zur Deckung der Kosten beiträgt. Bei Sport- oder Kultur-Veranstaltungen findet man dies häufig. So gibt es dort meist einen Hauptsponsor, der in allen Bereichen der Veranstaltung auftaucht und einige kleinere Sponsoren, die einzelne Teilbereiche übernehmen. Für ein Solarstadtkonzept wäre ein Hauptsponsor an zu denken, dessen Name sich dann wie ein roter Faden durch die Solarstadt zieht. Gerade im Bereich eines Internetauftritts der Solarstadt oder bei Infoveranstaltungen ist dann eine wiederholte Darstellung des Sponsors möglich.¹¹⁰

¹⁰⁷ Vgl.: Braunmühl, W.: Handbuch Contracting, 2000, S. 19; Heck, P.: Verlesung Photovoltaik, Sommersemester 2004, 20.10.2004

¹⁰⁸ Vgl.: R.Nieschlag, E.Dichtl, H.Hörschgen: Marketing, 1997, S.538

¹⁰⁹ Vgl.: Hermanns, A.: Sponsoring, 1997, S. 40, 142ff

¹¹⁰ Vgl.: Hermanns, A.: Sponsoring, 1997, S. 94, 157

IV Photovoltaik im Stadtgebiet

In den beiden vorangegangenen Kapiteln wurden separat die Bereiche Solarstädte und Photovoltaik beschrieben. Nun sollen die beiden Themengebiete miteinander verknüpft werden. Im Folgenden wird daher erörtert, wie die Photovoltaiktechnologie im Stadtgebiet eingesetzt und zugleich im Rahmen eines Solarstadtkonzeptes öffentlichkeitswirksam dargestellt werden kann, das heißt welche Maßnahmen zusätzlich getroffen werden können, um die Anlagen zu präsentieren.

1. Einsatzmöglichkeiten von Photovoltaikanlagen

Wie bereits erwähnt gibt es die Unterscheidung zwischen netzgekoppelten und netzunabhängigen Photovoltaikanlagen. Im Rahmen der Solarstadt finden netzunabhängige Anlagen ihren Einsatz nur in Kleinanwendungen wie Parkuhren oder Ampelanlagen. Die größeren Anlagen auf Dächern, an Fassaden, auf Freiflächen oder Ähnlichem werden ausschließlich für die Netzeinspeisung genutzt und schaffen somit die finanziellen Anreize eines Solarstadtkonzeptes.

1.1 Netzgekoppelte Anlagen

Es gibt verschiedenste Installationsmöglichkeiten netzgekoppelter Photovoltaikanlagen, so dass unterschiedlichste Gegebenheiten an Gebäuden oder auf Flächen optimal genutzt werden können. Die Installationsmöglichkeiten werden dabei immer ausgefallener und zugleich effizienter. Im Folgenden sollen nun die Arten von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen dargestellt werden, die im Rahmen eines Solarstadtkonzeptes ihren Einsatz finden können.

1.1.1 Schrägdachinstallation

Wie bereits erwähnt ist ein südlich ausgerichtetes Dach mit 30° Neigung eine optimale Ausgangsbasis für den Bau einer Photovoltaikanlage. Je nach Abweichung von diesem Optimum nimmt die Leistung der Anlage leicht ab.

Bei einem Schrägdach ist jedoch im Allgemeinen von einer Anpassung des Neigungswinkel abzusehen. Durch die dafür nötige Aufständigung wird die Anlage weitaus anfälliger für Windbelastung, aber auch Gründe der Ästhetik sind hier für viele Dachbesitzer von Bedeutung. Hinzu kommt, dass zwischen den einzelnen Modulen ein gewisser Abstand nötig wäre, um eine gegenseitige Verschattung zu verhindern.

Zur Befestigung werden im Allgemeinen Sparrenanker eingesetzt, welche durch die Dachziegel hindurch auf den Sparren befestigt werden. Wichtig ist dabei, dass die Konstellation Wind- und Schneelasten aushält, ohne das Dach abzudecken. Ebenso müssen die Solarmodule einen gewissen Abstand von der Dachhaut haben, damit eine gute Hinterlüftung gewährleistet ist und Laub und anderer Schmutz nicht den Regenabfluss behindern.¹¹¹

¹¹¹ Vgl.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Photovoltaik Anlagen

1.1.2 Dachintegration

In der Vergangenheit wurde das Aussehen der Dächer durch die regional üblichen Dachformen und Dacheindeckungen, die klimatischen Bedingungen und die verfügbaren Baustoffe bestimmt. Inzwischen ist es jedoch möglich, die individuellen gestalterischen Wünsche einzubeziehen. Beachtet werden müssen jedoch gewisse Auflagen der Städte, die zumeist vorgeben, dass die Gestaltung der Dächer in das städtische Gesamtbild passen sollte. Gerade bei alten oder unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden muss der Aspekt beachtet werden, dass das Gesamtbild des Gebäudes selbst nicht beeinflusst wird.¹¹²

Es gibt verschiedenste Ansätze zur Integration von Photovoltaikanlagen, was in den genannten Fällen eine Lösung darstellen kann. Besonders interessant ist der Einsatz von dachintegrierten Anlagen bei einer ohnehin fälligen Sanierung des Daches oder bei einem Neubau.¹¹³

Konkret gibt es die Möglichkeit, bei einem mit Dachziegeln gedeckten Dach eine Gruppe von Dachziegeln durch Photovoltaikmodule zu ersetzen. Diese sind hierbei jedoch im Allgemeinen noch stark sichtbar. Eine andere Möglichkeit ist der Ersatz der Dachziegel durch Kunststoffziegel, in welche die Photovoltaikmodule integriert werden. Diese Kunststoffziegel können dabei farblich an die Dacheindeckung angepasst werden.

Optisch gut einzubinden sind Photovoltaikmodule bei einer Dacheindeckung mit Faserzementplatten. Einzelne Faserzementplatten können durch Photovoltaikmodule ersetzt werden. Zudem ist die Einfärbung der Platten möglich, um eine farblich einheitliche Dachabdeckung zu erhalten.¹¹⁴

Am besten geeignet sind Dacheindeckungsmaterialien mit einer ebenen Fläche, da hier die Übergänge und Anschlüsse einfacher gestaltet werden können. Wichtig ist zudem, dass die Wirtschaftlichkeit einer integrierten Photovoltaikanlage am ehesten bei einer großen Anlage gegeben ist. Es müssen jedoch bei der Berechnung die eingesparten Kosten für die konventionelle Dacheindeckung einbezogen werden.

1.1.3 Fassadenanlagen

Neben der Installation von Photovoltaikanlagen auf Dächern gibt es die Möglichkeit, die Anlage an der Fassade eines Gebäudes anzubringen. Auch hier gibt es die Auswahl zwischen einer aufgesetzten und integrierten Photovoltaikanlage. Hierbei spielt es wieder eine Rolle, ob ein Neubau bzw. eine Sanierung des Gebäudes in Betracht gezogen wird oder ob die Anlage an einer bestehenden Wand angebracht werden soll.¹¹⁵

Grundsätzlich eignen sich Photovoltaikanlagen gut für den Einsatz an einer Fassade. Gerade durch ihre Oberflächeneigenschaften lassen sich die Module ohne weiteres an das Gesamtbild anpassen. Es gibt jedoch verschiedene Fassadenformen, für die jeweils individuelle Lösungen gefunden werden müssen. Die klassische geschlossene Fassade bietet viele Möglichkeiten, um kreative Ideen zu verwirklichen. Die Anlage muss sich lediglich an die Proportionen der Gesamtfläche halten, ansonsten kann sie verschiedenste Formen haben. Gerade

¹¹² Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S. 82

¹¹³ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S. 79

¹¹⁴ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S. 86 ff.

¹¹⁵ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.101

auch Schriftzüge oder Logos von Firmen können auf diese Weise gut sichtbar dargestellt werden.

Bei Fassaden mit Fenstern oder zusätzlichen Glasflächen muss die Photovoltaikanlage den vorgegebenen Formen entsprechend installiert werden. Jedoch können auch hier verschiedene Strukturen geschaffen werden, die neue optische Akzente setzen. Gerade bei Gebäuden mit großen Fenster- oder Glasflächen kommen auch transparente Fassadenanlagen in Betracht. Diese können gleichzeitig für einen gewissen Sonnenschutz und verschiedene Lichteffekte sorgen.¹¹⁶

Es ergeben sich jedoch gewisse Besonderheiten, die generell bei der Installation von Fassadenanlagen beachtet werden müssen.

Wie bei allen anderen Installationsarten muss darauf geachtet werden, dass kein Schattenwurf entstehen kann. Sowohl umstehende Gebäude und andere Hindernisse, als auch die Halterungen der Anlage selbst können durch ihren Schattenwurf die Leistung der Anlage erheblich herabsetzen.¹¹⁷

Des Weiteren muss in die Überlegungen zum Bau einer Fassadenanlage der Aspekt mit eingehen, dass die meisten dieser Anlagen dadurch gekennzeichnet sind, dass es sich um eine senkrechte Wand handelt. Durch diese nicht optimale Ausrichtung, ist die Leistung einer Fassadenanlage meist geringer als die einer Dachanlage. So müssen Ertragseinbußen von ca. 30 % in Kauf genommen werden.¹¹⁸

Genau wie bei einer integrierten Dachanlage, muss bei einer wirtschaftlichen Betrachtung einer integrierten Fassadenanlage beachtet werden, dass durch die Photovoltaikanlage andere Fassadenelemente ersetzt werden und somit Kosten eingespart werden können. Der Preis für einen Quadratmeter Vorhangfassade beträgt etwa 430 Euro (Netto), der einer normalen Vorhangfassade etwas 180 Euro, welche durch eine Photovoltaikanlage eingespart werden könnten.¹¹⁹

1.1.4 Sonnenschutzanlagen

Solare Fensterläden gewinnen in einer zunehmend gläsernen und transparenten Architektur an Bedeutung. Ein gelungenes Beispiel für eine Sonnenschutzanlage aus Photovoltaikmodulen findet sich an dem Bürogebäude des ADAC-Hauptsitzes (siehe Kapitel II 1.1.7) Sie bieten eine attraktive Alternative zu Fassadenanlagen, da sie meist in einer für den Energieertrag sinnvolleren Neigung angebracht werden können. Zudem können sie verschiedene Aufgaben wahrnehmen:

- Ausblendung des direkten Tageslichtes, was vor Überhitzungen schützt und zugleich Spiegelungen oder Blendungen auf dem Computerschirm verhindert
- Maximaler Einlass von diffusem Tageslicht
- Hoher solarer Energiegewinn
- Der Einsatz von semitransparenten Solarzellen sorgt für einen hohen Tageslichtdurchlass bei gleichmäßigem Schattenwurf.

¹¹⁶ Vgl.: Lavive, A. et al.: Solarstrom aus Fassaden, 2002, S.31-37

¹¹⁷ Vgl.: Lavive, A. et al.: Solarstrom aus Fassaden, 2002, S.11

¹¹⁸ Vgl.: Lavive, A. et al.: Solarstrom aus Fassaden, 2002, S.12

¹¹⁹ Vgl.: Haus & Energie: Fassadenmontage für Photovoltaikanlagen, Ausgabe Herbst 2004, S.9

Eine Nachführung der Photovoltaiklamellen würde sowohl die Effektivität der Verschattung als auch die Stromerzeugung erhöhen. Bisher wird dies jedoch aus Kostengründen nur selten eingesetzt.¹²⁰

1.1.5 Flachdach-/ Freiflächenanlagen

Wiederum andere Voraussetzungen sind bei der Installation von Flachdach- oder Freiflächenanlagen gegeben. In beiden Fällen werden die Photovoltaikmodule an ihrem Einsatzort auf speziellen Ständern angebracht.

Ein entscheidender Vorteil dieser Anlagen besteht darin, dass die Module so in einer ertragsoptimalen Neigung und Richtung aufgestellt werden können.¹²¹

Die Aufständigung bringt jedoch auch einige Nachteile mit sich. Die Photovoltaikmodule verursachen im Gegensatz zu flach installierten Anlagen einen Schattenwurf, der andere Module betreffen kann. Gerade bei der tief stehenden Wintersonne kann es dabei zu großen Leistungseinbußen kommen. Zwischen den einzelnen Ständern sollte daher ein Abstand im Verhältnis 1 zu 3 eingehalten werden.¹²²

Bei der Installation einer Photovoltaikanlage auf einem Flachdach muss meist die Dachhaut durchbrochen werden. Dies kann bei unsachgemäßer Durchführung dazu führen, dass das Dach undicht wird und somit große Schäden am Haus verursachen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Gestell der Anlage mit Gewichten zu beschweren und auf diese Weise am Dach zu befestigen. Hierbei muss jedoch gewährleistet sein, dass die Anlage allen Witterungseinflüssen standhält. Problematisch kann bei dieser Befestigungsart sein, dass es durch das zusätzliche Gewicht schnell zu einer Überbelastung des Daches kommen kann. Es sollte also die Belastbarkeit des Daches bekannt sein oder gegebenenfalls durch einen Statiker geprüft werden.¹²³

Freiflächenanlagen können dagegen ohne Probleme im Boden befestigt werden. Auch hier muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Befestigungen selbst hohen Windgeschwindigkeiten standhalten. Freiflächenanlagen bieten bei vorhandenen Flächen große Potenziale für hohe Energieerträge. Gerade stillgelegte Flächen wie Militärgelände oder Abraumhalden (bei nicht vorhandenen Bodenbewegungen) eignen sich für den Betrieb von Photovoltaikkraftwerken.¹²⁴

¹²⁰ Vgl.: Homepage Solarintegration, URL: www.solarintegration.de/index.php?id=297 [12.07.2004]

¹²¹ Vgl.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten(Hrsg.): Photovoltaik-Anlagen, Darmstadt, S.48

¹²² Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.58

¹²³ Vgl.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten(Hrsg.): Photovoltaik-Anlagen, Darmstadt, S.48

¹²⁴ Vgl.: Bine Informationsdienst: Photovoltaik, 2000, S.58ff.

1.1.6 Überdachungen mit Photovoltaik

Neben der Installation an Gebäuden und den zuletzt genannten Freiflächenanlagen gibt es eine weitere Einsatzmöglichkeit für Photovoltaikanlagen, die gerade in und um Städte eine Rolle spielen kann. Photovoltaikmodule können als Überdachungen der verschiedensten Art genutzt werden. Möglichkeiten liegen dabei in der Überdachung von Parkplätzen oder Bereichen, in denen viele Fußgänger verkehren.



Abbildung 8: Überdachter Parkplatz aus Photovoltaikmodulen
Quelle: Europäische Kommission: Solar ElectriCity Guide, 2001, S.13

Dies können die Fußgängerzone einer Stadt, Wege zwischen hoch frequentierten Sehenswürdigkeiten oder aber auch Freizeitbereiche, wie Trimm-Dich- oder Nordic-Walking- Pfade sein. Die Überdachung dieser Bereiche kann für den Benutzer aufgrund des Sonnen- und Regenschutzes einen enormen Vorteil bringen und stellt der Stadt zugleich große Flächen zur Verfügung, mit denen Gewinne erwirtschaftet werden können. Es ergeben sich also neue architektonische Lösungen mit Mehrnutzen und gleichzeitiger Kosteneinsparung.¹²⁵

Generell können die Kosten für Überdachungen aus Photovoltaikmodulen stark variieren und sind für den jeweiligen Fall von einem Hersteller zu kalkulieren. Eine einzelne Parkplatzüberdachung in Form einer Photovoltaikanlage auf einem Carport mit rund zwei Kilowattpeak Leistung kostet etwa 16.000 Euro. Diese Kosten würden bei einer großflächigeren Parkplatzüberdachung jedoch geringer ausfallen.¹²⁶

¹²⁵ Vgl.: Homepage Ökonomie: Photovoltaik, URL:

http://www.oekonomie.de/photo/netzgekoppelte_pv_anlage.html [12.10.2004]

¹²⁶ Vgl.: Haus & Energie: Carport für Auto und Solaranlage, Ausgabe Herbst 2004, S.8

1.1.7 Beispiele für den Einsatz netzgekoppelter Photovoltaikanlagen

Es lassen sich einige Beispiele für den gelungenen Einsatz der verschiedenen Arten von Photovoltaikanlagen nennen. Im Folgenden werden daher einige erfolgreich installierte Photovoltaikanlagen vorgestellt, die sich auch für entsprechende andere Gebäude oder Orte in Stadtgebieten eignen.

ADAC-Bürogebäude/Laatzten

Das Bürogebäude der ADAC-Hauptniederlassung Laatzten ist mit einer Photovoltaik-Verglasung und einem Sonnenschutz aus Photovoltaik-Modulen ausgestattet. Die Sonnenschutzanlage kann nicht nachgeführt werden, jedoch sind die Module an der Ost-, West- und Südseite des Gebäudes angebracht. Insgesamt ist eine Leistung von 30,2 kWp installiert. Das Montagesystem ist eine Stahlkonstruktion. Die Anlage ging 1997 in Betrieb, der Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist.¹²⁷



Abbildung 9: Bürogebäude des ADAC

Quelle: Homepage Solarintegration,

URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=21 [12.10.2004]

Kindertagesstätte in Frankfurt-Griesheim-Nord

Bei dem Projekt Kindertagesstätte Frankfurt-Griesheim sollte von vorneherein die Gewinnung von Sonnenenergie auf aktivem und passivem Wege in die Planung integriert werden. Im einzelnen handelt es sich um folgende Nutzungssysteme:

- Stromerzeugung mittels einer Photovoltaikanlage
- Warmwassererzeugung mittels Sonnenkollektoren
- Wärmegewinnung auf passivem Weg mittels Glashäusern

Die 45° geneigte, exakt nach Süden ausgerichtete Glasfläche und ihre seitlichen Abschlüsse, die Nutzräume umschreiben, dienen allen drei Energiegewinnungsarten. Die Solarzellen der Photovoltaikanlage sind parallel zur Glasfläche angeordnet, die Solarkollektoren in die Glasfläche integriert. Gleichzeitig wird ein umschlossener

¹²⁷ Vgl.: Homepage Solarintegration, URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=21 [12.10.2004]

Luftraum geschaffen, der sich durch Sonneneinstrahlung erwärmt und die erwärmte Luft an die Nutzräume abgibt. Installiert wurden 1990 10kWp. Die Anlage ist bis heute in Betrieb und speist den Strom an das öffentliche Netz.¹²⁸

Dies ist ein gelungenes Beispiel dafür, wie bei Neubauten schon im Vorhinein eine möglichst optimale solare Nutzung eingeplant werden kann.

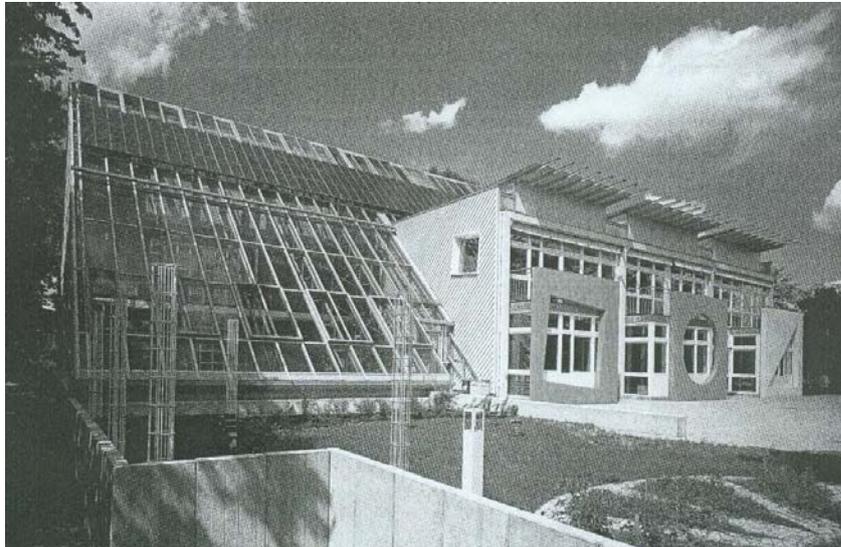


Abbildung 10: Passive und aktive Nutzung von Sonnenenergie in der Kindertagesstätte Frankfurt/Main-Griesheim;

Quelle: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.142

Wissenschaftspark Gelsenkirchen

Der Wissenschaftspark Gelsenkirchen bietet ein Beispiel einer Solaranlage, wie sie im Allgemeinen nicht auf normalen Wohn- oder Bürogebäuden errichtet wird, aber gerade für größere Firmen oder Fabriken eine Alternative zu herkömmlichen Fassadenelementen sein kann.

Der Stadtteil Gelsenkirchen-Ückendorf ist jahrzehntelang durch die Gewinnung und Erzeugung von Kohle und Stahl geprägt worden. Nun ist auf der knapp 30 Hektar großen Fläche des ehemaligen Thyssen-Gußstahlwerks und der stillgelegten Zeche Rheinelbe im März 1995 mit der Eröffnung des Wissenschaftsparks Gelsenkirchen der Startschuss für einen strukturellen Neuanfang gefallen. Wo früher Kohle gefördert und Stahl produziert wurde, werden nun „sanfte Technologien“ erforscht und entwickelt.

¹²⁸ Vgl.: Hagemann, I.: Gebäudeintegrierte Photovoltaik, 2002, S.142 und Fachzeitschrift für Architektur: Baumeister 6/1991



Abbildung 11: Solarkraftwerk auf dem Dach des Wissenschaftsparks Gelsenkirchen

Quelle: www.solarstadt-gelsenkirchen.de [13.10.2004]

Auf dem Dach des Wissenschaftsparks wird ein photovoltaisches Solarkraftwerk mit 210 kWp errichtet, das Sonnenlicht mit modernster Technik in Strom umwandelt und zur Versorgung der zentralen Gebäudeeinheiten genutzt werden soll.

Das Solarkraftwerk wird mit Unterstützung der Europäischen Union aus dem Förderprogramm „THERMIE“ gebaut und soll als größte auf einem Dach befindliche Anlage der Welt unter anderem demonstrieren, wie „Solarfarmen“ auch ohne große Flächenvernichtung in Ballungsräumen aufgebaut werden können.¹²⁹

Kontrollturm des Militärflughafens von Sion (Schweiz)

Der Kontrollturm des Militärflughafens von Sion ist eine innovative, aber nicht überall einsetzbare Lösung, kann aber einige Ideen für neue Ansatzpunkte bieten.

Die Büros des Kontrollturms haben eine vorgelagerte Terrasse und sind parallel zur Piste nach Norden angeordnet. Durch diese Öffnung zur Piste ergeben sich rückwärtig nach Süden ausgerichtete Flächen des Dachs und der Fassade. Anstelle einer konventionellen Wetterhaut wurden hier Photovoltaikmodule angebracht, die so als integrierter Bestandteil des architektonischen Konzepts erscheinen. Dem Gebäude ist zudem südseitig ein großes Wasserbecken angefügt. Die Spiegelung dieser Wasserfläche erhöht den Energieertrag der Fassadenkollektoren. Die Kanzel und das Pistenbüro sind funktionsbedingt ohne außen liegenden Sonnenschutz großflächig verglast und benötigen eine Klimatisierung.

¹²⁹ Vgl.: Online-Architekturführer der IBA Emscher Park (FH Bochum), www.fh-bochum.de/fb1/af-iba/ [13.10.2004]

Die elektrische Energieproduktion und der Energiebedarf zur Kühlung der Kanzel stehen im Gleichgewicht, d.h. an einem sonnenreichen Tag kann der Turm energieautark betrieben werden.

Das Projekt gewann den Schweizer Solarpreis 1997.¹³⁰



Abbildung 12: Kontrollturm Militärflughafen Sion

Quelle: Homepage archINFORM: Militärflughafen Sion, URL:
<http://deu.archinform.net/projekte/8300.htm?ID=VRvEHXrzWWO0goHt> [13.10.2004]

Solarzentrum Wietow (Mecklenburg)

Das Solarzentrum Wietow ist ein wichtiges Beispiel dafür, dass auch denkmalgeschützte Gebäude mit Photovoltaikanlagen ausgestattet werden können. Es ist möglich, die Anlagen so zu installieren, ohne dass das allgemeine Erscheinungsbild des Gebäudes beeinträchtigt wird und gleichzeitig alte und moderne Akzente gesetzt werden können.

Die Sanierung des denkmalgeschützten Gutshofes in Wietow stellte die Architekten vor eine große Herausforderung, da die Sanierung nach möglichst umweltgerechten und gleichzeitig denkmalschützenden Gesichtspunkten geschehen sollte. Es wurde besonderer Wert auf natürliche Baustoffe gelegt und bei der Planung auf den vermehrten Einsatz von Solarenergie gesetzt.

Konkrete, unter Denkmalschutzaspekten durchgeführte Maßnahmen waren daher die Installation von:

- Solardachziegeln auf dem Süddach des Haupthauses,
- solaren Fensterläden an der Südfassade des Haupthauses,
- solaren Metalldachbahnen auf dem geneigten Westdach des Anbaus,
- einer neuen Wärmedämmung und
- eine solarthermische Anlage zur Heizungsunterstützung.

¹³⁰ Vgl.: Zeitschrift Werk, Bauen + Wohnen 5/1999



Abbildung 13: Gutshof in Wietow, heutiges Solarzentrum

Quelle: Homepage Solarintegration: URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=20 [12.10.2004]

Wichtig für das Projekt war, dass gerade die Solarzellen auf dem Dach so wenig wie möglich auffallen. Es wurden daher für die Solardachziegel auf dem Süddach anthrazitfarbene Glas-Folien-Lamine aus monokristallinen Zellen auf einer dunklen Folie verwendet. Die Metaldachbahnen bestehen aus integrierten Dünnschicht-Solarmodulen.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die solaren Fensterläden zu richten. Sie bestehen aus anthrazitfarbenen multikristallinen Solarzellen in einem dunkelgrünen Holzrahmen. Die Module sind jeweils auf der Rückseite mit einem Wechselrichter versehen, so dass jeder Fensterladen direkt Wechselstrom liefert. Besonders wichtig ist der Klappmechanismus, durch den auch bei geschlossenen Läden die solaraktive Seite nach außen zeigt.

So bieten die Fensterläden einen multifunktionalen Einsatz:

- Solare Stromerzeugung,
- Sonnenschutz,
- Wärmeschutz,
- Witterungsschutz für die Fenster,
- Einbruchssicherung,
- Sichtschutz.

Die gesamte Konstruktion des Fensterladens wurde speziell von den Firmen Sunways in Konstanz und Solarnova in Wedel gefertigt. Insgesamt wurden ca. 24 kWp installiert, die seit der Fertigstellung im September 2003 ins Netz eingespeist werden.¹³¹

¹³¹ Vgl.: Schneider, A.: Photon, Das Solarstrommagazin, 11/2003 und Homepage Solarintegration: URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=20 [13.10.2004]

300 Meter Solar-Gangway im Freizeitpark Rust

Ein Beispiel für eine Überdachung aus Photovoltaikmodulen findet sich im Europapark im Schwarzwald. Die S.A.G. Solarstrom A.G. hat hier ein Solardach für den Weg vom Parkplatz zum Parkgelände finanziert und errichtet. Die mehr als 2000 Module sollen 220.000 kWh im Jahr liefern, was dem Verbrauch von etwa 70 Haushalten entspricht. Der gesamte Ertrag wird ins öffentliche Netz eingespeist. Da die Besucher bereits am Eingang des Parks die Solar-Gangway sehen und passieren, hat die Anlage einen öffentlichkeitswirksamen Charakter auf und weist so darauf hin, dass Solarenergie zum festen Bestandteil im Programm des Parks werden soll.¹³²



Abbildung 14: Fußweg Überdachung

Quelle: Email von Frau Zanger, Unternehmenskommunikation EUROPA-PARK, vom 23.08.2004

Neben der Erzeugung von solarem Strom, haben solche Anlagen eine Regen- und Sonnenschutzfunktion und können daher an vielen Orten multifunktional eingesetzt werden. Dies ist daher ein konkretes Beispiel für eine Win-Win Situation (siehe Kapitel III.6.5).

Die S.A.G. Solarstrom AG erwirtschaftet durch die erzielte Einspeisevergütung nach der Amortisationszeit Gewinne, da sie Anlagenbauer und Betreiber ist. Die Betreiber des Europaparks haben auf diese Weise eine kostenlose Überdachung des Weges vom Parkplatz bis in den Park erhalten. Gleichzeitig kann die Anlage einen positiven Imagegewinn mit sich bringen und das Interesse der Besucher wecken.¹³³

¹³² Vgl.: Homepage SolarServer; S.A.G Solarstrom A.G.: URL: www.solarserver.de/solarmagazin/news2001m05.html#news139 [13.10.2004]

¹³³ Vgl.: Email von Frau Zanger, Unternehmenskommunikation EUROPA-PARK, Europa-Park Straße 2, 77977 Rust bei Freiburg, 07822/776635, vom 23.08.2004

Integrierte Photovoltaikanlage als Firmenlogo

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von photovoltaisch erzeugter Energie besteht in der Darstellung von Firmen-Logos durch Photovoltaik-Elemente. Gerade im Bereich der Fassadenanlagen können so verschiedenste Ideen verwirklicht werden. Neben der Präsentation ihres Firmenlogos können Firmen so ihr Interesse an erneuerbaren Energien demonstrieren.

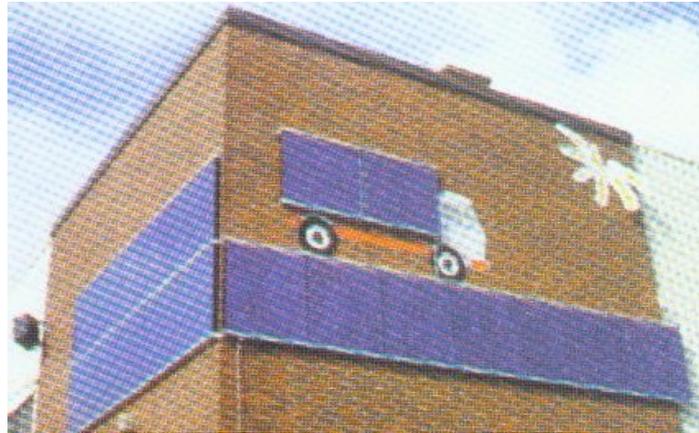


Abbildung 15: Firmenlogo aus Photovoltaikmodulen

Quelle: Photon, Das Solarstrommagazin

1.2 Inselanlagen

Eine weitere Nutzung der Photovoltaik besteht im Bereich der netzunabhängigen Anlagen. Diese Form der photovoltaischen Energieversorgung findet sich im Stadtgebiet bei kleinen Anlagen, wie Parkuhren oder Straßenlampen, für die ein Anschluss an das öffentliche Stromnetz zu aufwendig wäre oder bei denen die Stromkosten für den Betrieb gespart werden sollen.

Die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten werden im Folgenden dargestellt.

1.2.1 Informationsschilder des ÖPNV

Nachts ist es oftmals problematisch, vorhandene Informationstafeln an Haltestellen des ÖPNV zu lesen. Dabei können auch nahe gelegene Straßenlaternen meistens nur wenig zur Verbesserung beitragen.

Es besteht jedoch die Möglichkeit, die vorhandenen Fahr- und Netzplantaafeln kostengünstig mit photovoltaisch versorgter Beleuchtung nachzurüsten. Vorteile bietet dies besonders im ländlichen Bereich, aber auch dadurch, dass die Schilder andernfalls kostenintensiv an das Netz angeschlossen werden müssten. Eine photovoltaisch versorgte Informationstafel bringt der Stadt zudem nach Ende der Amortisationszeit eine Kostenersparnis, da der Strom für die Beleuchtung nicht mehr hinzugekauft werden muss.¹³⁴

¹³⁴ Vgl.: Schmid, J., Photovoltaik, 1999, S.182



Abbildung 16: Photovoltaisch beleuchtete Fahrplanvitrine
 Quelle: Europäische Kommission: *Solar ElectriCity Guide*, 2001, S.13

1.2.2 Wartehallen

Oft sind Wartehallen an Busstationen nur unzureichend oder gar nicht beleuchtet. Auch hier ergibt sich die Möglichkeit einer photovoltaisch betriebenen Beleuchtung. Es werden dabei neben den reinen Anschluss- und Betriebskosten auch Zählermiete, Ablese- oder Verwaltungskosten eingespart.¹³⁵



Abbildung 17: Wartehäuschen mit Photovoltaikmodulen zur Beleuchtung der Bushaltestelle und zum Betrieb des nahe gelegenen Brunnens, Alzenau
 Quelle: Homepage Solarstadt Alzenau: URL: www.solarstadt.de, [16.05.04]

Wichtig ist beim Einsatz von Photovoltaikanlagen in diesem Bereich auch, dass sie oft von der Öffentlichkeit genutzt oder wahrgenommen werden. Dies fördert das öffentliche Interesse.

In der Solarstadt Alzenau wurden Photovoltaikanlagen in die Dächer von Wartehäuschen integriert. In das Dach des Wartehäuschens in Abbildung 17 wurden Photovoltaikzellen mit einer Leistung von 1,2 kWp installiert. Diese dienen neben der Beleuchtung der Bushaltestelle auch für den Betrieb eines nahe gelegenen

¹³⁵ Vgl.: Schmid, J., Photovoltaik, 1999, S.183

Brunnens. Die Kosten dieser Anlage beliefen sich 1999 auf rund 30.000 €. Eine andere Möglichkeit ist eine Anlage, die zur reinen Beleuchtung der Haltestelle dient. Hierzu wurden in Alzenau 0,1 kWp Photovoltaikzellen in das Dach einer Haltestelle integriert. Für die Anlage entstanden bei ihrer Inbetriebnahme 1999 Kosten von 10.000 €^{136/137}

1.2.3 Parkscheinautomaten

In den letzten Jahren wurde in den meisten Gemeinden von Einzelparkuhren auf Parkscheinautomaten umgestellt. Oft sind dabei schon photovoltaisch versorgte Automaten zum Einsatz gekommen.

Dies erscheint bei der Neuanschaffung von Parkscheinautomaten auch durchaus sinnvoll, da dadurch wiederum der Anschluss an das öffentliche Netz überflüssig wird. Die Verlegung von einem Meter Stromkabel im Innenstadtbereich kann in Extremfällen über 1000 € kosten. Auch hier dient die Photovoltaikanlage als Anschauungsobjekt. Es ist jedoch auch möglich, die Anlage wenig sichtbar an der Innenseite der sich oft auf dem Automaten befindlichen Schildergruppe zu installieren.¹³⁸



Abbildung 18: Solarbetriebener Parkscheinautomat
Quelle: Homepage Weser Ems Energie: www.weser-ems-energie.de/, [15.06.04]

1.2.4 Weitere Einsatzmöglichkeiten

Es gibt eine Vielzahl weiterer Einsatzmöglichkeiten der Photovoltaik im Bereich dieser netzunabhängigen Kleinanlagen. Beispiele sind der Betrieb oder die Beleuchtung von Telefonhäuschen, Straßenschildern, Straßenlaternen, Toilettenanlagen, Notrufsäulen, Außenuhren, Ampelanlagen oder der Betrieb von Brunnen. Zu finden sind auch solarstrombetriebene Wetterstationen oder Ähnliches. Daneben kann man aber inzwischen auch Kunstwerke finden, welche die Photovoltaik zur Beleuchtung oder zum Antrieb nutzen.

Im Folgenden wird näher auf Beispiele für den weiteren Einsatz von Photovoltaikanlagen eingegangen.

Umwelt-Campus-Birkenfeld

¹³⁶ Vgl.: Homepage Solarstadt Alzenau, URL: www.solarstadt.de/pages/bushalte.htm, [15.06.04]

¹³⁷ Vgl.: Homepage Solarstadt Alzenau, URL: www.solarstadt.de/pages/brunnen.htm, [15.06.04]

¹³⁸ Vgl.: Schmid, J., Photovoltaik, 1999, S.183

Ein Beispiel für ein Kunstwerk steht an der Fachhochschule Trier, Standort Birkenfeld (Umwelt-Campus-Birkenfeld). Hier wurde ein Stahlpfeil erbaut, das optimal zur Sonne ausgerichtet ist, um einen möglichst hohen Stromertrag zu erhalten. Das Kunstwerk und somit die an der Oberfläche installierten Photovoltaikmodule haben eine Südausrichtung und ca. 30° Neigung. Die erzeugte Energie wird in einer Batterie gespeichert und liefert in der Nacht Strom für ein nach oben strahlendes Licht.

Durch Photovoltaik betriebene Werbetafeln

Noch sind wenige Werbetafeln zu finden, die mit Hilfe von photovoltaisch erzeugtem Strom beleuchtet werden. Möglich ist es jedoch, zum Beispiel eine Werbetafel wie hier in Frankfurt auf diese Weise mit Strom zu versorgen.



Abbildung 19: Beleuchtete Werbetafeln am Frankfurter Flughafen

Quelle: Homepage Media Frankfurt: Werbeflächen,

URL: www.media-frankfurt.de/de/advertising_surfaces/products/ [05.08.2004]

Die Funktionsweise wäre wie folgt. Mit während des Tages gewonnenem Strom aus Sonnenenergie werden abends beleuchtete Werbetafeln der Stadt oder von Unternehmen betrieben. Verschiedene Ausführungen sind denkbar, z.B. Tafel und Photovoltaik-Module in einer Ebene (bei Südausrichtung möglich), Tafel und Photovoltaik-Anlage getrennt, aber erkennbar zusammengehörend (z.B. auf Freiflächen am Ortsrand, besonders öffentlichkeitswirksam an Hauptverkehrswegen.¹³⁹

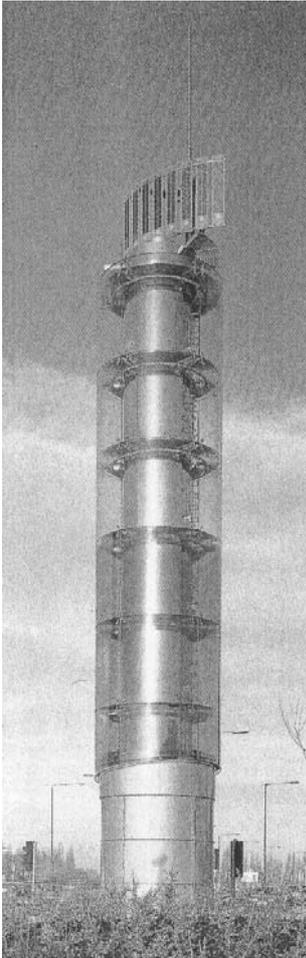
¹³⁹ Vgl.: Homepage Media Frankfurt: Werbeflächen., URL: www.media-frankfurt.de/de/advertising_surfaces/products/

Öffentliches Barometer in London

Architekt: Brookes Stacey Randall Fursdon

Das weithin sichtbare öffentliche Barometer gibt Vorbeifahrenden die Möglichkeit, sich über das zu erwartende Wettergeschehen zu informieren.

Ein Stahlrohr von 1,5 m Durchmesser ragt 15 m in die Höhe und ist von einem gläsernen Zylinder umgeben. Im Luftraum zwischen Rohr und Glas wurde ein Ring mit Wasserdüsen in Ebenen von je 2 m Abstand über die gesamte Höhe des Rohres angebracht.



Ein eingebautes Barometer überträgt den Luftdruck in ein elektrisches Signal, das die entsprechende Ebene der Wasserdüsen aktiviert, die dann wiederum die Innenseite des Glaszylinders mit einem Wassernebel besprühen. Hoher Luftdruck aktiviert die höher gelegenen Düsen im Zylinder, niedriger Luftdruck setzt dementsprechend die weiter unten gelegenen Düsen in Betrieb.

Auf der Spitze des Turms befindet sich eine Solaranlage, die bei Bedarf zusätzliche Energie für eine erhöhte Pumpleistung liefert. Die mit Solarzellen bestückten Lamellen bilden eine Art „Solarschild“, der sich über eingebaute Sensoren, je nach Sonnenintensität und Luftdruckverhältnissen, öffnen oder schließen kann.¹⁴⁰

Abbildung 20: Photovoltaikanlage zur zusätzlichen Stromversorgung eines Barometers

Quelle: *Detail, Zeitschrift für Architektur und Baudetail*, 2/1995

¹⁴⁰ Vgl.: *Detail, Zeitschrift für Architektur und Baudetail*, 2/1995

2. Photovoltaik und Öffentlichkeit

Wenn im Rahmen eines Unternehmens von Öffentlichkeitsarbeit (Public Relations) gesprochen wird, so geht es um die Schaffung einer wohlwollenden Atmosphäre für das Unternehmen. Das heißt, eine gute und erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit steht in einem engen Zusammenhang mit einem positiven Image und einem erhöhten Interesse Außenstehender.¹⁴¹

Ein sehr wichtiger Hintergrund und somit Ziel der Public Relations ist die Information der Menschen, die dem Themenbereich skeptisch oder gar mit Angst gegenüber stehen. Kritische Berichte in der Vergangenheit und die generelle Unsicherheit der Menschen gegenüber Neuem lassen die erneuerbaren Energien in keinem guten Licht erscheinen. Diese Unwissenheit zu beseitigen sollte daher ein wichtiges Anliegen bei der Durchführung eines Solarstadtkonzepts sein. Schließlich soll die Zahl der Photovoltaikanlagen im Laufe der Zeit gerade durch private Anlagenbauer erhöht werden.¹⁴²

Generell lässt sich die Öffentlichkeitsarbeit in persönliche und nicht-persönliche Kommunikationsmaßnahmen untergliedern. Unter persönliche Maßnahmen fallen Tage der offenen Tür, Informationsveranstaltungen oder Vorträge. Diese Maßnahmen erreichen jedoch nur einen kleinen Teil der Bevölkerung. Dieser ist dabei aber meist bereits an dem Themengebiet interessiert und kann daher später als Meinungsführer für die Kommunikation mit anderen Bürgern und für eine Imageverbesserung von Bedeutung sein.

Nicht-persönliche Maßnahmen können insbesondere gedruckte Informationen wie Pressemitteilungen oder Informationsbroschüren aber auch Internetauftritte sein, welche einen eher breit gefächerten Personenkreis erreichen. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit für Photovoltaikanlagen ist es daher wichtig, ein effektives Maßnahmenbündel aus beiden Kommunikationsebenen zu schnüren.¹⁴³

Es handelt sich bei diesem Thema daher auch um einen sehr wichtigen Aspekt beim Aufbau einer Solarstadt. Generell kann eine Stadt durch ein Solarstadtkonzept ihr Image steigern, da es eine zukunftsorientierte Haltung der Stadt zeigt. Dies muss jedoch nach außen getragen werden, was eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit nötig macht. Der Erfolg, d.h. ein Imagegewinn steht und fällt mit dem Interesse der Bürger und Touristen. Die Frage ist nun, wie man dies wecken und auch Menschen, die bisher wenig Interesse an alternativen Energien gezeigt haben, für das Konzept begeistern kann.

Im Folgenden werden einige konkrete Maßnahmen aus beiden Bereichen näher betrachtet.

¹⁴¹ Vgl.: Nieschlag R. et al.: Marketing, 1997, S.537

¹⁴² Haar R., Berger L., Kranzel, M.: Strategien zur weiteren Forcierung erneuerbarer Energieträger, 2001, S.117ff

¹⁴³ Vgl.: Pick, A.: Öffentlichkeitsarbeit Windenergie, 2000 , S.80ff

2.1 Vorbildfunktion öffentlicher Anlagen

Die Ausgangslage für ein Solarstadtkonzept bilden in den meisten Fällen Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden. Selbst wenn es schon einige private Anlagen in der Stadt gibt, so stehen diese nur selten in öffentlichem Interesse. Den Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden kommt also eine gewisse Vorbildfunktion zu, da die Bürger der Stadt dadurch animiert werden sollen, eigene Anlagen zu bauen.¹⁴⁴



Abbildung 21: Elektronische Großanzeige für Photovoltaiksystem

Quelle: www.schneider-displaytechnik.de [07.12.2004]

Es ist daher sehr wichtig, dass zum einen möglichst verschiedene Arten von Photovoltaikanlagen installiert werden und zum anderen alle Anlagen in irgendeiner Weise für die Öffentlichkeit sichtbar sind. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten der persönlichen und nicht persönlichen Kommunikation. Letzteres kann durch eine Informationsbroschüre erreicht werden, welche alle wichtigen Photovoltaikanlagen der Stadt vorstellt oder durch Informationstafeln (siehe Abbildung 21), welche jeweils bei den entsprechenden Gebäuden aufgestellt werden. Diese Informationstafeln können Bilder und Daten über Anlagengröße/-art und die aktuelle Stromproduktion enthalten. Persönliche Maßnahmen können z.B. Führungen zu den einzelnen Anlagen sein.

2.2 Printmedien

Nicht-persönliche Kommunikationsmaterialien für interessierte Personenkreise sind von elementarer Bedeutung. Das Ziel solcher Veröffentlichungen, wie Informationsbroschüren, Zeitungen, Flyer oder Ähnliches dienen dazu, die Zielgruppen kommunikativ zu erreichen und zu beeinflussen. Vor allem soll das Interesse der Leser an der Photovoltaiknutzung geweckt werden. Die Printmedien können dazu genutzt werden, eine Imageverbesserung für den Themenbereich Photovoltaik herbeizuführen. Konkret können Vorteile, Einsatzmöglichkeiten, Installationsvoraussetzungen aber auch allgemeine Bereiche wie Energiespartipps und Ähnliches vorgestellt werden. Im Rahmen einer Tageszeitung ist auch eine mehrtägige Reihe zum Thema Photovoltaik denkbar.

¹⁴⁴ Vgl.: Eurosolar-Leitfaden: Erneuerung von Städten und Gemeinden durch Erneuerbare Energien, in: Solarzeitalter, Jg. 15, Heft 4 (2003), S.8; Fisch, N./Möws, B./Zieger, J.: Solarstadt, 2001, S.27

Neben den Printmedien spielen auch vermehrt audiovisuelle Veröffentlichungen eine Rolle, da diese eine gute kommunikative Wirkung erzielen. Dies ist jedoch meist mit höheren Kosten verbunden und somit nur in einer groß angelegten Kampagne möglich.¹⁴⁵

2.3 Internetpräsenz

In der heutigen Zeit ist ein Auftritt im Internet aus dem Bereich der nicht-persönlichen Kommunikation nicht mehr weg zu denken. Zwar zeigt sich generell eine Dominanz der persönlichen Kommunikationsformen, jedoch zieht ein immer größer werdender Personenkreis benötigte Informationen aus dem Internet. Seit Mitte der neunziger Jahre gehört es für die meisten Organisationen zu einem wichtigen Imagebestandteil, mit einer Homepage präsent zu sein, da so Modernität und Dynamik signalisiert werden können.¹⁴⁶

Wenn es um Städte geht, so ist es über das Internet möglich, alle nötigen Informationen zu erhalten. Es können Hinweise über die Geschichte, die Sehenswürdigkeiten und sonstige Attraktionen der Städte abgerufen und somit ein erstes Bild über die Stadt vermittelt werden, ideal also, um das Thema Solarstadt zu platzieren. Es kann auf der entsprechenden Internetseite auf die Bemühungen um eine Solarstadt hingewiesen werden. Dabei ist es möglich, verschiedene Anlagen vorzustellen, auf Veranstaltungen hinzuweisen oder jeweils aktuelle Informationen zu publizieren.

2.4 Veranstaltungen rund um die Sonne

Auf einer persönlichen Ebene können verschiedene Veranstaltungen zum Themenbereich Photovoltaik ausgerichtet werden. Dabei ist zu unterscheiden, ob es sich um eine Informations- oder Bildungsveranstaltung handelt.

Eine Informationsveranstaltung zielt dabei eher darauf ab, den Menschen das Thema näher zu bringen und die genannte Imageverbesserung zu erreichen. Dies kann im Rahmen eines Festes sein, welches speziell auf das Thema Sonnenenergie ausgerichtet ist, oder einfach in ein Stadtfest oder Ähnliches eingebunden werden. Wichtig sind dabei Anschauungsobjekte und Kurzinformationen ohne Reizüberflutung. Man kann davon ausgehen, dass die wenigsten Besucher über Fachwissen verfügen und nur einen ersten Eindruck gewinnen wollen. Denkbar ist ein interessantes Unterhaltungsprogramm, welches mit informativen Programmpunkten verknüpft wird. Dies soll erreichen, dass den Menschen die Hemmschwelle gegenüber der Technik genommen und in Zukunft die Solartechnik mit einem positiven Erlebnis assoziiert wird.¹⁴⁷

Auf der anderen Seite stehen Bildungsveranstaltungen, welche detaillierte und speziell auf die jeweilige Zielgruppe zugeschnittene Informationen geben sollen. Es kann sich dabei um gezielte Führungen zu den wichtigsten Photovoltaikanlagen oder auch Fachtagungen zur Photovoltaiknutzung handeln.

¹⁴⁵ Vgl.: Faulstich, W.: Grundwissen Öffentlichkeitsarbeit, 2000, S. 170ff; Pick, A.: Öffentlichkeitsarbeit Windenergie, 2000, S.68ff

¹⁴⁶ Vgl.: Faulstich, W.: Grundwissen Öffentlichkeitsarbeit, 2000, S. 199ff

¹⁴⁷ Vgl.: Pick, A.: Öffentlichkeitsarbeit Windenergie, 2000, S.70ff

Eine andere Art der Bildungsarbeit kann in Schulen ansetzen, da über Kinder vieles in die Familien oder den Bekanntenkreis weiter getragen wird, sie also auch als Multiplikatoren dienen. Gleichzeitig wird ihre eigene zukünftige Denkweise durch eine positive Assoziation von alternativen Energien geprägt sein. Es ist daher sehr wichtig, auch bei Kindern ein erhöhtes Interesse für die erneuerbaren Energien zu erlangen.

Es ist dabei auf verschiedene Weise möglich, das Thema Photovoltaik in den Unterricht einzugliedern. Generell können dabei Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Schulen als Anschauungsobjekte dienen. Jeweilige Anzeigentafeln können bei den Kindern erstes Interesse wecken, worauf dann im Unterricht zurückgegriffen werden kann. Eine gute Möglichkeit, das Thema Photovoltaik zu vermitteln, besteht im Rahmen einer Projektwoche. In dieser Zeit können, je nach Altersstufe und Vorkenntnissen, sowohl technische als auch wirtschaftliche Hintergründe vermittelt werden.¹⁴⁸

2.5 Beratungsangebote

Ein wichtiger Bereich der persönlichen Öffentlichkeitsarbeit ist die Beratung interessierter Bürger. Es kann sich dabei um eine generelle Energieberatung in Verbindung mit gezielter Beratung für eine eigene Solaranlagen handeln. In größeren Städten wie Berlin oder Frankfurt am Main bieten kommunale Energieleitstellen oder Umweltämter solche Dienstleitungen an. In kleineren Städten finden sich solche Stellen aus finanziellen Gründen nur selten. Wenn keine eigene Stelle eingerichtet werden kann, ist eine Kooperation mit anderen, auch privaten Einrichtungen der Region möglich. Auch die regionalen Energieversorgungsunternehmen können mit einbezogen werden.¹⁴⁹

Bei entsprechenden finanziellen Kapazitäten kann eine entsprechende Beratungsstelle durch einen Solarverein (siehe Kapitel I 5) eingerichtet werden. So oder so müssen Anlaufstellen für die Bürger geschaffen werden, damit diese bei der Planung eigener Solaranlagen ausreichende Informationen erhalten. Zwar werden solche Beratungen meist von Händlern für Solaranlagen angeboten, es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit diese Beratungen in erster Linie auf einen Verkauf von Anlagen hinzielen oder tatsächlich eine objektive Beratung darstellen.

¹⁴⁸ Vgl.: Pösl, J.: Regionales Öffentlichkeitsarbeit im Bereich der Photovoltaik, 2004, S.24

¹⁴⁹ Vgl.: Deutsches Institut für Urbanistik: Öffentlichkeitsarbeit im kommunalen Umweltschutz, 1998, S.21ff

V Praxisbeispiel Neustadt an der Weinstraße

Neustadt an der Weinstraße liegt im südlichen Rheinland-Pfalz. Entlang der Weinstraße gedeihen einige der besten deutschen Weine, welche bekanntlich viel Sonne benötigen. Die durchschnittliche Sonneneinstrahlung in Neustadt liegt bei über 1000 kWh/m² pro Jahr. Damit hat Neustadt nicht nur ideale Bedingungen für den Weinanbau, sondern auch für die solare Energiegewinnung.

Ausgangslage für das Projekt „Solarstadt Neustadt“ ist ein bereits gebautes Photovoltaik-Kraftwerk. Es handelt sich dabei um ein Joint Venture der RWE SCHOTT Solar und der Pfalzwerke Projektbeteiligungsgesellschaft mbH.

Das am 09. Januar 2004 ans Netz gegangene Solarkraftwerk ist mit 2 Megawatt Gesamtleistung in der Lage ca. 700 Haushalte dauerhaft mit Strom zu versorgen, und zählt somit zu den größten Anlagen Deutschlands. Das 70.000 qm große Grundstück, auf dem die Anlage errichtet wurde, liegt außerhalb von Neustadt an der Weinstraße auf dem ehemaligen Militärgelände Flugplatz Lilienthal.

Die Solarstromanlage besteht aus 7000 ASE-300-DG-FT Hochleistungsmodulen der RWE SCHOTT Solar. Ökologische Vorteile bringt die Anlage neben dem umweltfreundlich erzeugten Strom auch durch die Befestigung der Module auf so genannten Gabionen. Dies sind Steinkörbe, die als Kleinbiotope zum Einsatz kommen.¹⁵⁰

Neben dieser Großanlage gibt es in Neustadt an der Weinstraße einige kleinere Photovoltaikanlagen auf Privatgebäuden und einigen Schulen. Die Leistung der zur Zeit installierten Anlagen liegt nach Angaben der Stadtwerke Neustadt bei 0,3 MWp zuzüglich der 2 MWp der beschriebenen Freiflächenanlage. Weitere drei Anlagen mit insgesamt 240 kWp Leistung befinden sich in der Planung.¹⁵¹

Den genannten Photovoltaikanlagen soll nun eine Vielzahl weiterer Anlagen folgen. Um die Stadt zu einer Solarstadt zu machen, ist es wichtig, dass einige der Anlagen öffentlichkeitswirksam dargestellt werden, um das Interesse der Bürger und Besucher an der solaren Energiegewinnung zu gewinnen.

Um das Solarstadtkonzept erfolgreich umsetzen zu können, ist es zudem von großer Bedeutung, dass alle Akteure gemeinsam hinter dem Konzept stehen. Um dies zu erreichen, sollten von Anfang an alle Betroffenen mit einbezogen werden und hoher Wert auf einen guten Informationsfluss gelegt werden. Zu den Akteuren eines Solarstadtkonzeptes zählen neben den Eigentümern der entsprechenden Gebäude auch deren Nutzer, die Stadtwerke, die Stadtverwaltung, Bürgerinitiativen wie die Agenda 21 Gruppe der Stadt Neustadt, die sich bereits aktiv mit dem Thema regenerative Energien beschäftigen, und mögliche Anlagenbauer/-betreiber.

Es gibt in Neustadt aufgrund der sonnenreichen Lage diverse Möglichkeiten, Photovoltaikanlagen optimal zu positionieren. Die einzelnen Standorte müssen jedoch genau geprüft werden, damit sich keine Leistungseinbußen durch Verschattungen oder Ähnliches ergeben. Diese Verschattungen können sich in dicht besiedelten Gebieten durch höhere Häuser oder auch durch Bäume ergeben. Letzteres ist ein wichtiger Faktor, da sich Neustadt an der Weinstraße am Rande des Pfälzer Waldes befindet und eine stark begrünte Stadt ist.

¹⁵⁰ Vgl.: Homepage Solarinformation, URL: www.solarinfo.de, News 02.01.2004 [05.08.2004]

¹⁵¹ Vgl.: Herr Teichel, Photovoltaik-Beauftragter Stadtwerke Neustadt: E-Mail vom 22.10.2004

1. Mögliche Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet

Um das Solarstadtkonzept in Neustadt an der Weinstraße umsetzen zu können, müssen zunächst die in Frage kommenden Gebäude und weitere markante Standorte ausgewählt werden. Im Rahmen dieser Arbeit stehen dabei die Gebäude der Stadt und des Landes im Vordergrund. Daneben werden die Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft auf ihre mögliche Photovoltaiknutzung untersucht. Insgesamt ist bei Gebäuden, welche eine höhere Frequenz von Besuchern haben, und bei der Auswahl markanter Standorte im Stadtgebiet zu beachten, dass die Anlagen für die Öffentlichkeit gut sichtbar sind oder über Schautafeln dargestellt werden, wie in Kapitel IV.2.1 zu sehen ist.

Insgesamt sollen durch die installierten Anlagen die verschiedenen Anwendungsgebiete der Photovoltaik deutlich gemacht und so das Interesse der Besucher geweckt werden. Deshalb spielen neben den Gebäuden, mit denen neben ihrer Anschaulichkeit vor allem ein möglichst hoher Stromertrag erwirtschaftet werden soll, besonders alle Standorte eine Rolle, auf denen Inselanlagen oder andere öffentlichkeitswirksame Photovoltaikanlagen errichtet werden können.



Abbildung 22: Auswahl der möglichen Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet

Legende	
	Gebäude zur sofortigen Nutzung
	Zunächst Sanierung notwendig
	Gebäude zur Nutzung nach Sanierung in 3 Jahren
	Sanierung in 8 Jahren vorgesehen
	Standorte für öffentlichkeitswirksame Maßnahmen

Neustadt bietet eine Vielzahl von Plätzen, die für solche Anlagen geeignet sind. Im Folgenden werden sowohl die Gebäude, als auch die sonstigen Plätze für mögliche Photovoltaikanlagen vorgestellt, die zusammen die Grundlage für das Solarstadtkonzept bilden könnten. Einen ersten Überblick über einige der für das Solarstadt geeigneten Gebäude und Plätze gibt Abbildung 23.

1.1 Städtische und landeseigene Gebäude

Zur Auswahl standen zu Beginn dieser Ausarbeitung ca. 80 städtische und ca. 15 landeseigene Gebäude. Bereits bei einer groben Betrachtung wurde jedoch deutlich, dass nur ein kleiner Teil der Gebäude für die Nutzung von Photovoltaik in Frage kommen würde. Zunächst wurde daher eine Grobauswahl getroffen. Hierbei wurden die Gebäude, welche von vornherein aufgrund ihrer Ausrichtung und Größe nicht für den Bau einer Photovoltaikanlage geeignet waren, aussortiert.

Nach ersten Untersuchungen wurde deutlich, dass die meisten Gebäude aufgrund dieser Kriterien im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter von Bedeutung sein würden. Eine weitere Kartierung wurde daher nur für ca. 60 städtische und 11 landeseigene Dächer durchgeführt (siehe Anhang).

Diese Gebäude wurden nun in einem nächsten Schritt darauf hin untersucht, ob die effektiv nutzbare Fläche des Daches der Mindestgröße von 100 m² entsprach. Dies bedeutet, dass auch nach Abzug der Flächen für Schornsteine, Dachfenster, Belüftungsrohre und einem Sicherheitsabstand rund herum einem Meter zum Dachrand noch die genannten 100 m² Dachfläche zur Verfügung stehen. Ein weiteres Untersuchungskriterium war das Alter der jeweiligen Dächer. Je nach Art des Daches sollte das Alter nicht über 30-40 Jahren liegen, damit während der Laufzeit der Anlage keine Wartungsarbeiten am Dach durchgeführt werden müssen. Nach einem ersten Überblick versprochen besonders die Schulen und einige historische Gebäude große Potenziale. Letztere wurden jedoch aus Gründen des Denkmalschutzes (siehe Kapitel V2) nicht weiter betrachtet.

Im Anhang finden sich die Kartierungsbögen der Gebäude, die für den Bau einer Photovoltaikanlage geeignet sind. Es handelt sich hierbei um 28 städtische und 3 landeseigene Gebäude. Grundsätzlich könnten diese Gebäude die Grundlage für das Solarstadtkonzept sein. Jedoch sind neben den landeseigenen nur 9 städtische Gebäude für eine sofortige Installation der Photovoltaikanlagen geeignet, da die restlichen Dächer sanierungsbedürftig sind oder es in den nächsten Jahren werden und somit erst zu einem späteren Zeitpunkt mit Photovoltaik belegt werden können. Eine Sanierung der Gebäude zum jetzigen Zeitpunkt ist für die Stadt aus finanziellen Gründen nicht möglich oder auch oft noch verfrüht.

Insgesamt können auf den genannten Gebäuden des Landes Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 56 kWp installiert werden. Zu prüfen ist vor einem Bau der Anlagen, ob sich diese mit der Dachbegrünung der Struktur- und Genehmigungsgesellschaft vereinbaren lassen.

Bei den städtischen Gebäuden lassen sich 117,41 kWp sofort installieren, weitere 314,70 kWp nach ihrer Sanierung in den nächsten 1-8 Jahren und weiter 41,40 kWp wären als Potential vorhanden, wenn die entsprechenden Dächer saniert würden.

1.2 Sonstige Gebäude

Neben den Gebäuden der Stadt und des Landes wurden im Rahmen dieser Arbeit die Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft (WBG) auf ihre Photovoltaiknutzung hin geprüft. Zur Verfügung standen hier 151 in Frage kommende Gebäudeeinheiten, wobei hierbei mehrere Einheiten gemeinsam ein Gebäude ergeben, so dass es sich bei den untersuchten Dachflächen um eine Anzahl von ca. 126 Dächern handelt. Auch hier wurde eine erste Auswahl neben der Ausrichtung der Gebäude über die Größe der nutzbaren Dachfläche getroffen. Ein Großteil der Gebäude wurde daher auch hier nach einer ersten Betrachtung für ungeeignet befunden.

Ein weiteres Ausschlusskriterium stellte das Alter der Dächer dar. Es sollte so weit wie möglich sicher gestellt sein, dass die Dächer der Gebäude über die Laufzeit einer Photovoltaikanlage nicht erneuert werden müssen. Es zeigte sich jedoch, dass ein großer Teil Dächer mit einem Alter von 40-50 Jahren zu alt für den Bau einer Photovoltaikanlage ist. Einige dieser Gebäude wurden sogar in den letzten Monaten renoviert, ohne dass die Dächer saniert wurden. Die Dächer dieses Alters sollen auch in den nächsten Jahren nicht saniert werden, da die Wohnungsbaugesellschaft davon ausgeht, dass die Dächer noch eine Lebenserwartung von mindestens 20 Jahren haben, was für den Bau einer Photovoltaikanlage gerade ein Grenzfall ist. Neben diesen Gebäuden gibt es eine Reihe von Flachdachbauten der Wohnungsbaugesellschaft, deren Dächer sanierungsbedürftig sind und ab 2005 saniert werden sollen.

Nach Ausschluss der Gebäude aufgrund der genannten Kriterien blieben 24 Dächer für eine detaillierte Kartierung (siehe Anhang), wobei auch einige der Dächer näher betrachtet wurden, die wegen ihres Alters eigentlich nicht geeignet sind, da sich darunter Gebäude befanden, deren Potenziale sehr viel versprechend erschienen. Nach Abschluss der Kartierungen sind nur 3 Dächer mit einer möglichen Leistung von etwa 23,14 kWp für den sofortigen Bau von Photovoltaikanlagen geeignet. Weitere 7 Dächer ergeben ein Potential von etwa 62,42 kWp nach ihrer Sanierung in den nächsten 1-3 Jahren.

Neben diesen Dächern, die zusammen mit den Gebäuden der Stadt und des Landes als Grundpotential für die Solarstadt gesehen werden können, gibt es weitere 14 Gebäude, auf denen Photovoltaikanlagen mit einem Gesamtpotential von etwa 180,89 kWp installiert werden könnten, wenn diese saniert würden. Eine Dachsanierung ist bei diesen Gebäuden bisher nicht vorgesehen, da die Wohnungsbaugesellschaft davon ausgeht, dass die Dächer noch eine Lebenserwartung von einigen Jahren haben. Es liegt daher im Ermessen des Anlagenbetreibers, ob die Dächer ohne Sanierung mit Photovoltaik belegt werden und somit das Risiko eingegangen wird, dass die Dächer vor dem Ende der Lebenserwartung der Photovoltaikanlagen saniert werden müssen und somit erhebliche Kosten entstehen.

Eine genaue Aufschlüsselung der Verteilung der jeweiligen kWp auf die verschiedenen Dächer findet sich in den Anhängen.

1.3 Stadt- und Bauplanung

Wie bereits zu Beginn der Arbeit beschrieben, gibt es diverse Aspekte, die für den Aufbau einer Solarstadt von Bedeutung sind. Es sollte also auch bei der Stadtplanung überlegt werden, wie der Gedanke der Solarstadt weiter vorangetrieben werden kann. Gerade bei Neubauten ergeben sich verschiedenste solare Gestaltungsmöglichkeiten. Dazu gehören neben aktiven auch die passive Solaranwendungen (siehe Kapitel II2). Daneben können auch bestehende Gebäude unter solarstadtrelevanten Gesichtspunkten saniert werden. So können Dächer mit Hilfe von integrierten Solarzellen saniert werden oder bei einer klassischen Erneuerung des Daches sofort entsprechende Solaranlagen installiert werden. Bei beiden Sanierungsarten können sich Kostenersparnisse ergeben, da im ersten Fall ein Teil der Kosten für die sonstige Dacheindeckung wegfällt und im zweiten Fall keine zusätzlichen Gerüstkosten beim Bau der Anlagen entstehen.

Was die Altbausanierung angeht, finden sich in Neustadt an der Weinstraße eine Vielzahl von Gebäuden, bei denen sich Potenziale für Solaranlagen ergeben würden.

In Bezug auf die Bauplanung in der Stadt Neustadt wurde durch das Stadtbauplanungsamt ein Bebauungsplan für das Gewerbegebiet „Naulott-Guckinsland“ entworfen. Hierin ist vorgesehen, dass die Flachdächer entweder begrünt werden oder alternativ mit Solarkollektoren oder Photovoltaikanlagen versehen werden sollen. Dies soll bei allen zukünftigen Gewerbegebieten in die Planung aufgenommen werden.¹⁵²

Mit anderen Worten, neben den Gebäuden, welche in naher Zukunft mit Photovoltaikanlagen belegt werden können, ergeben sich noch sehr große Potenziale für Gebäude, die in den kommenden Jahren saniert oder erst gebaut werden. Das Solarstadtkonzept nimmt auf diese Weise erst im Laufe der Zeit größere Ausmaße an.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin Auflagen zu erlassen, die bei Neubauten oder Generalsanierungen dazu verpflichten, thermische oder photovoltaische Solaranlagen zu installieren. Das neue Baugesetzbuch eröffnet Kommunen die Möglichkeit, den Bau von Solaranlagen vorzuschreiben. Dies birgt verschiedene Vorteile für die Kommune. Zum Beispiel bringt die Ansiedlung von Solarinstallationsbetrieben Steuereinnahmen mit sich und vermindert die Zahl der Arbeitslosen. Ebenso muss bei sonnenreichen Tagen zu Spitzenlastzeiten weniger Strom von vorgelagerten Netzbetreibern bezogen werden, was die zu entrichtende Netzgebühr verringern kann.

Vorreiter für diese Solarinitiative ist die katalanische Hauptstadt Barcelona/Spanien. Ein Energieverbesserungsplan schreibt hier vor, dass bei Neubauten Sonnenkraft genutzt werden und damit 60% des Warmwasserbedarfs abgedeckt werden muss.¹⁵³

¹⁵² Vgl.: Blarr, Stadtbau- und Planungsamt Neustadt, E-Mail vom 29.10.2004

¹⁵³ Vgl.: Fabeck, W.: Baupflicht für thermische und photovoltaische Solaranlagen, in Solarbrief 3/04, Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. Aachen

1.4 Inselanlage und sonstige Photovoltaikanwendungen

Von besonderem Interesse sind die Kleinanlagen, welche im Stadtgebiet installiert werden können.

Einiges wurde in der Vergangenheit in Neustadt bereits getan. So sind die meisten der im Stadtgebiet aufgestellten Parkuhren bereits mit Photovoltaikanlagen versehen.

Es bietet sich jedoch noch eine Vielzahl von weiteren Möglichkeiten. Dabei muss unterschieden werden zwischen den Anlagen, die ihren Einsatz im täglichen Leben der Stadt finden, wie z.B. neben den Parkuhren, die Beleuchtung von Bushaltestellen oder Werbetafeln und den Anlagen, die über das Alltägliche hinausgehen und somit das Interesse der Bevölkerung und Touristen auf sich ziehen. Hierbei ist besonders wichtig, dass die Anlagen an Standorten aufgestellt werden, die häufig besucht werden, oder im Licht der Öffentlichkeit stehen.¹⁵⁴

Besonders ins Auge stechen dabei die Neustädter Innenstadt mit dem großen Marktplatz und das Hambacher Schloss bzw. auch andere Burgen und Schlösser rund um Neustadt. Beides bedarf einer genauer Betrachtung, da es sich um historische Bauten handelt und dadurch die Möglichkeiten des Einsatzes von Photovoltaik genau geprüft werden müssen, um die Anlagen bestmöglich in das Bild des Gebäudes zu integrieren.

Im Folgenden werden einige konkrete Standorte vorgestellt, welche sich für Inselanlagen oder sonstige Photovoltaikanwendungen eignen.

1.4.1 Das Hambacher Schloss

Das Hambacher Schloss wurde im 11. Jahrhundert erbaut. Bekannt wurde das Schloss 1832, als im Rahmen des Hambacher Festes 30.000 Menschen für mehr Freiheit und die Einheit des zersplitterten Deutschland demonstrierten, weshalb das Schloss heute auch als die „Wiege der Demokratie“ bezeichnet wird und Anziehungspunkt für große Zahlen von Touristen ist. Das im 16. und 17. Jahrhundert zerstörte Schloss wurde wieder aufgebaut und dient heute als Ausstellungs- und Tagungsstätte, was weitere Besucher auf das Schloss bringt.¹⁵⁵

Es ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, wie sich Photovoltaik rund um das Schloss einsetzen lässt. Einschränkungen ergeben sich am Gebäude selbst, da das Gebäude unter Denkmalschutz steht.

Eine Möglichkeit ergäbe sich sonst an den südlich ausgerichteten Fenstern des Schlosses, wie sie in  zu sehen sind. Die Fenster des Hambacher Schlosses haben eine einheitliche Verglasung. Wenn eine Erneuerung der Fenster notwendig wird, könnten diese durch semitransparente Photovoltaikanlagen ersetzt werden.

¹⁵⁴ Vgl.: Homepage Solarregion Freiburg: URL: www.solarregion.freiburg.de/projekte/frameset.htm, [04.10.2004]

¹⁵⁵ Vgl.: Homepage Neustadt an der Weinstraße: Das Hambacher Schloss, URL: www.neustadt.pfalz.com/jsindex.htm [12.07.2004]



Abbildung 24: Fenster am Hambacher Schloss

Quelle: Eigene Darstellung, 09.06.2004

Eine andere Möglichkeit wäre die Installation solarer Fensterläden, wie sie an dem denkmalgeschützten Gutshof in Wietow (Kapitel IV1.1.7) zu finden sind. Problematisch ist jedoch wie gesagt, dass das Gebäude unter Denkmalschutz steht und beide Möglichkeiten einen gewissen Einfluss auf die Optik des Schlosses hätten und somit zum jetzigen Zeitpunkt kaum umgesetzt werden können. Dennoch sollen sie hier als mögliche Potenziale aufgenommen werden. Vielleicht findet sich auch an anderer Stelle eine Einsatzmöglichkeit für die im Allgemeinen optisch sehr ansprechenden Lösungen für den Einsatz von Photovoltaik an Fenstern.



Abbildung 25: Wiese am Aufstieg zum Hambacher Schloss

Quelle: Eigene Darstellung, 09.06.2004

Da am Schloss also nur wenig Photovoltaik installiert werden kann, sollte das Augenmerk auf die Schlossanlage gelenkt werden. Es würde sich dort anbieten, die Beleuchtung des

Schlosses und möglicher Informationstafeln mit Photovoltaikstrom zu betreiben. Aber auch eine wie in Kapitel IV1.2.4 erwähnte kleinere Wetterstation ist am Schloss denkbar.

Abbildung 26 zeigt eine Wiese unterhalb des Hambacher Schlosses, auf der die genannten Anlagen möglich wären. Eine Freiflächenanlage kann hier nicht installiert werden, da der Hang nicht in südlicher Richtung fällt. Denkbar wäre eine Freiflächenanlage jedoch in südlicher Richtung. Dort befindet sich eine weithin zu sehende abschüssige, brach liegende Wiese unterhalb des Schlosses.



Abbildung 26: Abhang am Hambacher Schloss

Quelle: Eigene Darstellung, 09.06.2004

Eventuell wäre hier eine Freiflächenanlage in Form eines Werbeschriftzuges für das Hambacher Schloss oder auch für die Solarstadt denkbar, der aufgrund der herausragenden Lage des Schlosses von weitem gut zu sehen wäre. Die Anlage könnte an das auf dem Schloss ohnehin vorhandene öffentliche Netz angeschlossen werden oder Strom zur Beleuchtung des Schlosses liefern. Ein Anschluss an das öffentliche Netz wäre jedoch aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoller, da das Schloss ohnehin Netzanschluss besitzt.

Abbildung 27 zeigt das Beleuchtungssystem rund um das Hambacher Schloss, welche zur Zeit an das städtische Stromnetz angeschlossen sind.

Es würde sich anbieten, die Systeme mit Strom aus einer Photovoltaikanlage zu versorgen. Die einzelnen Lampen mit Photovoltaik zu betreiben wäre auf Grund der benötigten Lichtstärke jedoch kaum möglich. Denkbar wäre dies für die Beleuchtung des Fußweges vom Parkplatz zum Schloss. Abbildung 28 zeigt eine mögliche Ausführung eines solchen Systems.



Abbildung 27: Beleuchtungssysteme am Hambacher Schloss

Quelle: Eigene Darstellung, 09.06.2004

Abbildung 28: Photovoltaiklampe

Quelle: www.solarserver.de

1.4.2 Photovoltaikanlagen im Verkehrsbereich

Neben den bereits installierten Photovoltaikanlagen an den Parkscheinautomaten der Stadt gibt es diverse Möglichkeiten, Photovoltaik im Verkehrsbereich einzusetzen.

Gute Möglichkeiten ergeben sich bei Ampelanlagen. Es ist jedoch im Allgemeinen unwirtschaftlich, bereits bestehende Anlagen für Photovoltaikmodule umzurüsten. Zu überlegen wäre dies für neu zu installierende Ampeln oder Straßenlaternen, für die eine kostspielige Stromversorgung verlegt werden müsste. Das Gleiche gilt bei der Beleuchtung von Bushaltestellen. Gerade für Haltestellen außerhalb der Innenstadt, bei denen keine direkte Stromanbindung vorliegt bietet sich die Stromversorgung durch Photovoltaik an. Eine beleuchtete Haltestelle ist sowohl zum lesen des Fahrplans, also auch für die Sicherheit der Fahrgäste von Vorteil. Ebenso denkbar sind Photovoltaikmodule zum Betrieb von Verkehrsleitsystemen, wie sie in Neustadt als Hinweis auf das verfügbare Parkplatzangebot dienen. Auch hier sollte bei neu zu installierenden Systemen über einen Photovoltaikbetrieb nachgedacht werden.

Gut vorstellbar ist in Neustadt auch eine Beleuchtung der Informationstafeln in den einzelnen Stadtteilen und bei allen anderen Hinweisschildern o.ä., die einer Beleuchtung bedürfen und neu installiert werden.

Zusätzlich sollten Informationstafeln aufgestellt werden, die auf das Solarstadtkonzept hinweisen und die nachts ebenfalls über Photovoltaikmodule beleuchtet werden. Es gibt ein Vielzahl von Plätzen, an denen solche Informationstafeln möglich wären. Besonders sollen dabei jedoch die Hauptzufahrtsstraßen der Stadt angedacht werden.



Abbildung 29: Verkehrskreisel Neustadt a.d.W.

Quelle: Eigene Darstellung 01.11.2004

Neben Tafeln, auf denen detaillierte Informationen zum Solarstadtkonzept gegeben werden, sind Hinweise darauf, dass es sich bei Neustadt an der Weinstraße um eine Solarstadt handelt, ein wichtiger Teil der Öffentlichkeitsarbeit. Besonders gut geeignet erscheinen dafür die Inseln innerhalb der Verkehrskreisel, welche sich an wichtigen Zufahrtsstraßen in die Stadt befinden. Abbildung 29 zeigt, dass sich hier ausreichend Platz bietet, um entsprechende Photovoltaikanwendungen zu installieren.



Abbildung 30: Solarglobus

Quelle: www.odorumpf.de [15.10.04]

Denkbar ist ein Solarstadt-Schriftzug aus Photovoltaikmodulen, eine in Kapitel IV1.2.4 angesprochene kleine Wetterstation oder ein durch Photovoltaik betriebener Solarglobus, wie ihn Abbildung 30 zeigt. Dieser wäre eine sehr gut geeignete Maßnahme, da hier gleichzeitig auf die Sponsoren oder sonstige Verantwortliche der Solarstadt hingewiesen werden könnte. Hierdurch könnte auch die Finanzierung des Solarglobus sichergestellt werden.

Neben diesen Inselanlagen im Verkehrsbereich ergeben sich große Potenziale für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen, indem Parkplätze oder Wegstrecken von Parkplätzen in die Innenstadt oder zu Sehenswürdigkeiten Neustadts überdacht würden. Konkret wären dazu der Parkplatz auf dem Bahnhofsvorplatz, der Parkplatz vor dem Karstadtparkhaus und weitere öffentliche Parkplätze im Stadtgebiet geeignet. Wie in Kapitel IV1.1.6 dargestellt wird, zählen solche Anlagen zu denen, die für mehrere Seiten gewinnbringend sind. Auf der einen Seite ergeben sich weitere Flächen für die Installation von Photovoltaikanlagen, was also weitere Erträge durch die Stromproduktion oder das Vermieten der Flächen an einen Contractor mit sich bringt. Auf der anderen Seite erhöhen solche Maßnahmen aber auch die Attraktivität der Innenstadt, da Besucher weniger dem Einfluss der Witterung ausgesetzt sind.

1.4.3 Die Innenstadt

In der Innenstadt ist es zum Beispiel möglich, für den Betrieb der Brunnen Solarstrom einzusetzen. Dabei stechen besonders der große Brunnen auf dem Marktplatz und der sehr berühmte Elvetritsche Brunnen ins Auge. Beide Brunnen werden sowohl von Einheimischen als auch von Touristen stark frequentiert. Beide Brunnen könnten dabei entweder durch eine Photovoltaikanlage direkt vor Ort oder an einer günstigen Stelle in der Nähe betrieben werden. Beispiel hierfür gibt die Bushaltestelle in Alzenau. Hier wird der nahe gelegene Brunnen durch eine im Dach der Haltestelle integrierte Anlage betrieben (siehe Kapitel IV1.2.2). Denkbar wäre in der Innenstadt Neustadts eher eine mit Photovoltaikmodulen überdachte Sitzgelegenheit (siehe Kapitel V3.4).

In einem größeren Rahmen ließen sich auch Stellen innerhalb der Fußgängerzone finden, die man mit transparenten Photovoltaikanlagen überdachen könnte. Dies hebt den Komfort der Bürger beim Einkaufen. Problematisch ist hier jedoch, dass sich in den meisten Gebäuden in den oberen Stockwerken Wohnungen befinden, die oberhalb der Anlage liegen müssten, woraus sich wiederum ein Problem bezüglich der Verschattungen durch die Gebäude ergeben würde.

1.4.4 Solarkunst

Weitere Möglichkeiten ergeben sich im Bereich von künstlerischen Gestaltungen zum Thema Photovoltaik. So können mit Solarstrom beleuchtete oder anderweitig betriebene Kunstwerke schnell eine gewisse Aufmerksamkeit auf sich ziehen. An all diesen Stellen müssten dann natürlich zusätzlich Informationstafeln vorhanden sein, um den Besucher auf den Solarstrom und das Solarstadt-Projekt aufmerksam zu machen. Mögliche Standorte sind hierzu die Wiese am Bahnhofsvorplatz, wiederum die Kreisel an der Hauptzufahrten nach Neustadt und verschiedenste andere Orte im Stadtgebiet. Auch die Innenstadt bietet hier wiederum Ansatzpunkte. In der Fußgängerzone gibt es bereits einige Kunstwerke, die durch Photovoltaikkunstwerke ergänzt werden könnten.

Insgesamt bieten sich viele Möglichkeiten auf Wiesen in Parks oder dergleichen, die Photovoltaik durch Kunstwerke darzustellen. In Frage kommen Blumen aus Solarzellen, ein Solar-Ikosaeder wie ihn

Abbildung 31 zeigt, der nachts durch den mit Hilfe von Solarzellen erzeugten Strom beleuchtet wird, oder ein Sonnensegel wie es in Kapitel II1 zu sehen ist. Das Sonnensegel lässt sich sowohl in verschiedenen Größen herstellen, als auch in seiner Form an das Solarstadtkonzept anpassen. So könnte die semitransparente Photovoltaikanlage auch in Form einer Weinrebe erstellt werden.



Abbildung 31: Solar-Ikosaeder

Quelle: www.juergenclaus.de/solarkunst.htm /

1.4.5 Photovoltaikanlagen als Werbemaßnahmen

Die bereits erwähnten beleuchteten Werbetafeln wären vor allem an den wichtigsten Einfahrten in die Stadt denkbar, damit die Besucher sofort ihr Augenmerk auf das Solarstadtprojekt lenken. Hierbei ist es gleichzeitig möglich, auf den Tafeln neben dem Solarstadtprojekt auch für anderes wie Veranstaltungen oder auch Firmen zu werben. So können sich die Tafeln auch durch eine Art Sponsoring selbst finanzieren. Ebenso denkbar ist eine Förderung von Firmen oder beispielsweise Weinbauern, die ihre Werbung mit Hilfe von Photovoltaik platzieren. So könnte der Weinbauer mit einer Weinflasche aus Photovoltaikmodulen auf dem Dach werben.

2. Denkmalschutz

Besondere Beachtung muss in Neustadt an der Weinstraße dem Thema Denkmalschutz zukommen.

So gibt es in Neustadt zahlreiche Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen. Um eine mögliche Nutzung der Gebäude im Rahmen des Solarstadt-Konzeptes zu überprüfen, muss der Schutzzweck des Gebäudes herangezogen werden. So stehen mittelalterliche Gebäude meist unter Denkmalschutz, um die Bauweise der Gebäude oder die Art der Dachlandschaft der Öffentlichkeit darzulegen. Hauptinteresse liegt hier also darin, die Gebäude möglichst originalgetreu zu belassen, so dass auch

innovative Formen der Photovoltaiknutzung wie der genannte solare Fensterladen, keinen Einsatz finden können.

Anders kann es bei Gebäuden der 50er Jahre und aus späterer Zeit aussehen. Gerade höhere Gebäude mit Flachdächern wie die Alte Post oder das Gebäude der Struktur- und Genehmigungsgesellschaft.

Insgesamt ist es beim Einsatz von Photovoltaik an denkmalgeschützten Gebäuden wichtig, dass das Gesamtbild der Gebäude durch die Anlage nicht gestört wird.

Es muss bei den Gebäuden also einzeln geprüft werden, ob die Installation einer Photovoltaikanlage unter den generellen Aspekten und mit Blick auf den Denkmalschutz möglich ist.¹⁵⁶

Denkmalgeschützte Gebäude bieten jedoch gerade die Möglichkeit, alt und neu zu vereinen. Wie das Ergebnis der Sanierung des denkmalgeschützten Gutshofes in Wietow (siehe Kapitel IV1.1.7) zeigt, gibt es durchaus Ansätze, den alten Charakter eines Hauses zu bewahren und dennoch Photovoltaik einzusetzen. Gerade bei Gebäuden, bei denen in kürze ohnehin Sanierungsmaßnahmen anstehen sollte überlegt werden, ob vereinzelt Photovoltaikanlagen, die sich so gut wie möglich an das denkmalgeschützte Gebäude anpassen, nicht sogar eine gute Darstellung der innovativen Idee „Solarstadt-Neustadt“ wären.

3. Öffentlichkeitsarbeit

Wie überall herrscht bei den Menschen in Neustadt an der Weinstraße noch eine weit verbreitete Unsicherheit gegenüber den regenerativen Energieträgern. Es ist daher eine gute Möglichkeit, die Bevölkerung an dieses Themengebiet heranzuführen, indem die Stadt selber eine Vorbildfunktion übernimmt. Im Rahmen des Solarstadtprojektes kann die Stadt der Bevölkerung also zeigen, dass es sich lohnt, in die neuen Energieträger zu investieren. Der Bau von öffentlichen Photovoltaikanlagen muss aber mit einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit einhergehen, um die Menschen nachhaltig zu informieren.

Es sollten daher in der Stadt Veranstaltungen stattfinden und Maßnahmen getroffen werden, die sich mit dem Themengebiet Solarstadt beschäftigen, um somit ein positives Image für die Solarenergie zu erzeugen.

Im Folgenden werden einige konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt.

¹⁵⁶ Gespräch mit Herrn Marx, Untere Denkmalschutzbehörde Neustadt an der Weinstraße, 11.07.2004

3.1 Der Solarverein

Es empfiehlt sich für die Öffentlichkeitsarbeit einen Akteur zu beauftragen, der für die Planung von Veranstaltungen, Fragen der Bevölkerung und alle weiteren Belange der Solarstadt zuständig ist.

Es würde sich dazu anbieten, einen Solarverein zu gründen, der zu der zentralen Anlaufstelle rund um die Solarstadt würde. Die detaillierten Aufgaben eines Solarvereins wurden bereits in Kapitel II4 beschrieben.

Auch die Planung weiterer Anlagen kann Aufgabe eines Solarvereins sein. Dazu gehören auch Überlegungen zur Art der Finanzierung solcher Anlagen. So ist der Solarverein der Solarstadt Alzenau (siehe Kapitel II6.2) verantwortlich für die Realisierung einer Photovoltaik-Gemeinschaftsanlage.

Eine besondere Aufgabe könnte dem Solarverein in Neustadt an der Weinstraße auch zukommen, indem er als Informationsquelle zwischen den einzelnen Akteuren der Stadt dient. So kann er die Aufgabe erhalten, regelmäßige Treffen zwischen den Akteuren zu organisieren und somit eine Weiterentwicklung der Solarstadt zu verfolgen.

3.2 Informationstafeln

Die Informationstafeln (siehe Kapitel IV2.1), welche an einigen der Gebäude und an Standorten der Kleinanlagen aufgestellt werden, können schon ein gewisses Interesse bei der Öffentlichkeit wecken. Zugleich informieren die Tafeln über die aktuelle Stromproduktion. Dies könnte so dargestellt werden, dass dem jeweiligen Betrachter zum Beispiel ein Eindruck darüber vermittelt wird, wie viele Personen mit der jeweiligen Menge an Strom versorgt werden könnten. Zusätzlich zu den einzelnen Tafeln an den Gebäuden mit Photovoltaikanlagen sind zentrale Tafeln denkbar, die über die Menge des Stroms, der in der Stadt durch Photovoltaik erzeugt wird, oder den aktuellen Stand der Stadt Neustadt an der Weinstraße in der Solarbundesliga informieren. Des weiteren könnte hier auf Veranstaltungen zum Thema Solarstadt hingewiesen werden. Konkrete Standorte für solche Solarstadt Informationstafeln wären der Marktplatz, am Bahnhof, am Touristenzentrum und an anderen hoch frequentierten Standorten der Stadt.

Bei der Umsetzung des Konzeptes sollte darauf geachtet werden, dass auf ein paar der Informationstafeln die gesamte Anzahl an installierten kWp und der zum jeweiligen Zeitpunkt erzeugte Strom dargestellt wird. Es ist dabei wichtig, dass die Daten der verschiedenen Gebäude mit einander verbunden werden können. Es sollte daher die Auflage gemacht werden, dass bei allen Anlagen die gleichen oder zumindest für diesen Zweck kompatible Wechselrichter verwendet werden.

3.3 Tag der Sonne

Ein „Tag der Sonne“ könnte in Neustadt an der Weinstraße veranstaltet werden, sobald eine gewisse Anzahl an Photovoltaikanlagen installiert ist. Hier sollte dann zum Beispiel im Rahmen eines Stadtfestes zum Thema Solarstadt informiert werden. An verschiedenen Ständen könnten interessierte Besucher Informationen zum Thema Sonnenenergie erhalten oder Details zu den Möglichkeiten eigener Photovoltaik- oder auch Solarthermie-Anlagen erfahren. Die entsprechenden Stände könnten von einem Solarverein in Zusammenarbeit mit der Stadt und dem Agenda-Kreis organisiert werden.

Auch ein Stadtlauf entlang der installierten Photovoltaikanlagen wäre denkbar, um eine Vielzahl der Anlagen zu präsentieren. Auch hier könnte wieder ein Stadtfest die Ausgangslage sein oder auch ein generelles Fest zum Thema Sonne. Entweder es gibt verschieden lange Läufe durch die Stadt oder eine Art Staffellauf von einer Photovoltaikanlage zur nächsten. An den einzelnen Stationen kann an Ständen wiederum über die Solarstadt oder speziell Photovoltaik informiert werden. Neben den Informationsständen ist es denkbar, einen Flyer oder dergleichen herauszubringen, der die Veranstaltung begleitet. Darin können neben einem Programm die verschiedenen Stationen detaillierter beschrieben sein. Jede Photovoltaikanlage kann mit den genauen Daten vorgestellt und in den Rahmen des Solarstadtkonzeptes eingebettet werden, zu welchem ebenfalls die ausführlichen Hintergründe beschrieben werden können.

Um ein solches Fest zu finanzieren bietet es sich an Stände zu vermieten, an denen Essen und Trinken verkauft wird oder an denen Photovoltaik-Händler ihre Anlagen präsentieren. Flyer oder Broschüren lassen sich durch Werbeanzeigen finanzieren.

3.4 Der Sonnenweg

Der Sonnenweg liegt im Norden Neustadts inmitten von Weinbergen und führt vom Stadtteil Haardt bis zur Wolfsburg. Dies macht der Sonnenweg sowohl vom Namen als auch vom Verlauf her zu einem idealen Platz für öffentlichkeitswirksame Photovoltaikanwendungen.



Abbildung 32: Der Sonnenweg
Quelle: Eigene Darstellung,
09.09.2004

Der Sonnenweg ist also wie geschaffen für einen Solarlehrpfad, auf dem die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Photovoltaik oder auch generell der Solarenergie dargestellt werden.

Konkret könnten also verschiedene Stationen mit Tafeln errichtet werden, an denen jeweils anhand eines Anschauungsobjektes die verschiedenen Anlagentypen vorgestellt werden. Dazu sind auch Stationen denkbar, die generell über erneuerbare Energien informieren oder auch Energiespartipps geben.

Neben den einzelnen Stationen können entlang des Pfades diverse Sitzgelegenheiten aufgestellt werden, die mit Photovoltaikmodulen überdacht sind. Abbildung 33 zeigt eine mögliche Ausführung einer solchen Sitzgelegenheit. Der produzierte Strom kann für die Beleuchtung des Pfades genutzt werden. Wenn der Pfad jedoch nur wenig im Dunkeln genutzt wird, lassen sich auch andere Stromabnehmer, wie zum Beispiel eine Batterie zum Betrieb eines Weiszaumgerätes finden.



Abbildung 33: Solare Sitzbank

Quelle: www.solarpowersolutions.nl
[05.01.2005]

3.5 Internetpräsenz

Sehr wichtig ist in der heutigen Zeit die Präsenz der Solarstadt auf der Homepage der jeweiligen Städte. Das Internet dient gerade den Besuchern der Stadt im vorhinein als Informationsquelle über Sehenswürdigkeiten und Highlights der Städte. Es sollte daher eine wichtige Aufgabe für die Akteure des Solarstadtaufbaus sein, das Thema Solarstadt aussagekräftig auf der Homepage der Stadt zu präsentieren. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Thema fest in die anderen Bereiche der Homepage integriert ist und nicht als ein abgeschotteter Bereich gehandhabt wird. Es sollte also klar ersichtlich sein, dass die Solarstadt einen festen Platz im Stadtkonzept hat, damit die Besucher der Stadt einen Besuch bei den verschiedenen solaren Attraktionen zu einem festen Bestandteil ihrer Stadtbesichtigung werden lassen.

Man sollte also vermeiden, eine extra Homepage für die Solarstadt aufzubauen, da viele Menschen diesen Bereich dann nicht als der Stadt zugehörig erkennen würden. Wenn die Fülle der Informationen jedoch eine eigene Homepage nötig macht, sollten

auf der Homepage der Stadt selbst zumindest eine Erläuterung und deutliche Links zur Solarstadtseite gegeben werden.

Themenbereiche, welche die Solarstadt betreffen, sind vielfältig. In erster Linie sollte natürlich über die Hintergründe der Solarstadt berichtet werden, das heißt, wie ist das Konzept zustande gekommen, wie war die Ausgangslage, wie ist der Stand der Dinge und wie soll es weiter gehen. In Bezug auf den Stand der Dinge können die verschiedenen Anlagen oder Maßnahmen der Stadt vorgestellt werden. Bilder und Hintergrundinformationen über den Anlagentyp, die Erträge usw. von Photovoltaikanlagen können hier gegeben werden. Genauso können aber auch Stadtbezirke o.ä. vorgestellt werden, die unter solaren Gesichtspunkten erbaut worden sind. Wichtig ist die anschauliche und verständliche Darstellung, damit die Seite auch Internetbenutzern ohne fachliches Wissen zum Thema Solarenergie gerecht wird. Eventuell kann zu den einzelnen Gebieten immer eine Grundinformation vermittelt werden und zusätzlich für den themenversierteren Leser weitere Detailinformationen angeboten werden.

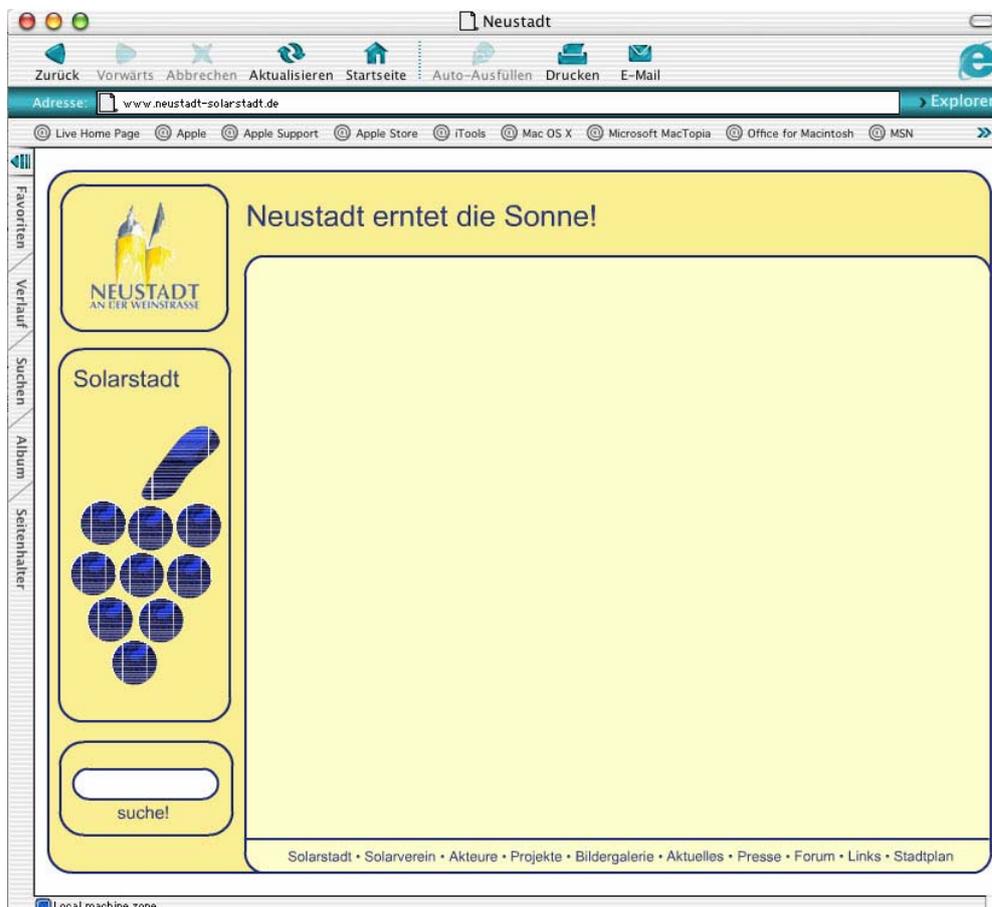


Abbildung 34: Mögliche Homepage der Solarstadt-Neustadt

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an www.neustadt-weinstrasse.de

Um die Vorstellung der verschiedenen Maßnahmen der Solarstadt zu komplettieren, sollte ein Stadtplan herunterladbar sein, auf dem die verschiedenen Standorte der Photovoltaikanlagen und anderen solartechnischen Maßnahmen eingezeichnet sind. Wichtig ist es natürlich, auf der Internetseite auf die verschiedenen Veranstaltungen rund um die Solarstadt hinzuweisen. Zudem können auf der Internetseite der jeweils aktuelle Stand der Solarbundesliga angezeigt werden oder Links zu Händlern für Solaranlagen und anderen relevanten Internetseiten gegeben werden.

Als eine Besonderheit wäre noch ein Diskussionsforum auf der Internetseite denkbar. Hier könnten sich Privatleute oder auch andere Akteure der Solarstadt über aktuelle Dinge austauschen oder auch Probleme besprechen. Auch Interessenten an einer Photovoltaikanlage könnten sich mit Anlagenbesitzern über Vorteile, Kosten oder Probleme austauschen. Abbildung 34 zeigt eine mögliche Ausführung einer solchen Homepage der „Solarstadt Neustadt“.

3.6 Sonstige Maßnahmen

Wie oben erwähnt wäre es sinnvoll, ein Thema oder einen Slogan für die Solarstadt zu finden. Was läge da in Neustadt näher, als das Thema Wein aufzugreifen (Beispiel: „Neustadt erntet jetzt auch die Sonne“ oder „Die Neustädter Sonne lacht für Wein und Strom“). So könnten Werbemaßnahmen für die Stadt in Zukunft die Themen Wein und Solarstadt gemeinsam beinhalten. Es sollten so viele Bezugspunkte zwischen Wein und Sonne wie möglich gefunden werden. Ein guter Ansatzpunkt ist dabei die Touristeninformation. Das Gebäude wirkt bisher eher unscheinbar .



Abbildung 35: Touristen Information Neustadt a.d.W.
Quelle: www.fotogalerie-neustadt.de [15.10.04]; eigene Darstellung

Teile der Südfassade sind fensterlos. So könnten auf der Wand neben dem Eingangsbereich Photovoltaikmodule angebracht werden, die zusammen die Form einer Weinrebe ergeben. Abbildung 35 zeigt eine mögliche Umsetzung dieses Vorschlages.

Auf diese Weise könnten an verschiedenen Stellen Anlagen mit Bezug zum Wein, oder zur Weintraube errichtet werden. Mit Hilfe der Photovoltaikzellen lassen sich verschiedene Formen in verschiedenen Farben erstellen. So lässt sich auch das in Kapitel II1 vorgestellte Sonnensegel wie erwähnt in Form einer Weinrebe aber auch einer Weinflasche darstellen und an beliebigen Standorten aufstellen.

4. Umsetzungsbeispiele der „Solarstadt Neustadt“

In den vorangegangenen Abschnitten wurden einige Ansatzpunkte für die Umsetzung einer Solarstadt in Neustadt an der Weinstraße aufgezeigt. Konkret lassen sich hieraus unterschiedliche Szenarien ableiten, die jeweils die Grundlage für die Solarstadt bilden können. Bei jedem Szenario ergeben sich Investitionskosten, die später die Grundlage für die Kosten-Nutzen-Analyse darstellen.

In jedes Szenario wird ein bestimmter Teil der oben genannten Dachflächen einbezogen. Als Grundlage für die Investitionskosten der dort zu installierenden netzgekoppelten Photovoltaikanlagen dienen jeweils die Preisangaben der Zeitschrift Photon, Ausgabe 4/2004. Aus den dort beschriebenen Angaben wurde eine Preisspanne abgeleitet und jeweils ein hoher und ein niedriger Preis für die verschiedenen Anlagengrößen festgelegt (siehe Tabelle 5). Aufgrund dessen wird in der wirtschaftlichen Betrachtung jedes Szenario sowohl mit einem niedrigeren als auch mit einem höheren Preis berechnet.

Unterschieden wird hier nur nach der Größe der Anlagen, während die verschiedenen Anlagentypen mit dem gleichen Preis angesetzt werden. Auf dem Markt zeichnet sich jedoch ab, dass Flachdachanlagen im Durchschnitt 2-7 % teurer sind als Schrägdachanlagen.¹⁵⁷ Aus diesem Grund werden für die Preise der Flachdachanlagen die Preisangaben der Zeitschrift Photon für Schrägdachanlagen angenommen und jeweils 4 % aufgeschlagen.

Dachart und Anlagengröße	Kosten/kWp (niedrig)	Kosten/kWp (hoch)
Geneigtes Dach bis 5 kWp	4.700,00 €	5.400,00 €
Geneigtes Dach bis 10 kWp	4.600,00 €	5.300,00 €
Geneigtes Dach bis 30 kWp	4.400,00 €	5.100,00 €
Geneigtes Dach über 30 kWp	4.200,00 €	4.900,00 €
Flachdach bis 5 kWp	4.888,00 €	5.616,00 €
Flachdach bis 10 kWp	4.784,00 €	5.512,00 €
Flachdach bis 30 kWp	4.576,00 €	5.304,00 €

Tabelle 5: Preisangaben für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen

Quelle: Photon, Das Solarstrommagazin, Ausgabe 4/2004

¹⁵⁷ Vgl.: Homepage Beck Solartechnik, URL: www.beck-solar.de, [21.01.2005]

In jedem Szenario werden durch die Einspeisevergütung Erträge erwirtschaftet. Die genaue Höhe ergibt sich durch die Leistung der Anlagen in Verbindung mit dem jeweils zugehörigen Einspeisevergütungssatz und der jährlichen Einspeiseleistung des jeweiligen Standorts. Da die Höhe der jährlichen Sonneneinstrahlung stark variieren kann, werden hier jeweils ein „worst-case-Szenario“ und ein „best-case-Szenario“ für die erreichte Einspeiseleistung berechnet. Nicht eingerechnet werden die unterschiedlichen Einspeiseleistungen der verschiedenen Anlagen. Eine zusätzliche Aufspaltung entsprechend der Ausrichtung und dem damit verbundenen Ertrag wäre bei der hohen Anzahl der Anlagen nicht möglich. Es wurden im vorhinein nur Dächer ausgewählt, deren Ausrichtung möglichst optimal ist.

Des Weiteren wird die Annahme getroffen, dass eine Gesellschaft gegründet wird, welche für alle wirtschaftlichen Belange der Solarstadt verantwortlich ist. Es kommen daher bei dem ersten Szenario die Gründungskosten in Höhe von 5.000 € für Notarkosten und Ähnliches für eine solche Gesellschaft hinzu. Auf alle weiteren Kosten, die neben dem Bau der Photovoltaikanlagen entstehen, wird in der Kosten-Nutzen-Analyse eingegangen.

Es werden also zunächst nur die Photovoltaikanlagen auf den Dächern Neustadts betrachtet und analysiert. Weitere Analysen beziehen verschiedene öffentlichkeitswirksame Maßnahmen mit ein, die bei dem Aufbau der Solarstadt eine ausschlaggebende Rolle spielen werden.

4.1 Szenario 1: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung

Im Rahmen des Szenarios 1 werden alle Gebäude der Stadt Neustadt einbezogen, die zu einem sofortigen Bau von Photovoltaikanlagen geeignet sind. Es handelt sich hierbei um die oben genannten Gebäude der Stadt, des Landes und der Wohnungsbaugesellschaft. Für eine sofortige Photovoltaiknutzung stehen daher insgesamt 15 Gebäude zur Verfügung, auf denen eine Leistung von 196,55 kWp installiert werden kann.

4.2 Szenario 2: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in ein bis drei Jahren

In diesem Szenario werden alle Gebäude betrachtet, für die in den nächsten ein bis drei Jahren eine Dachsanierung geplant ist. Es wird davon ausgegangen, dass die Sanierungen an den weiteren in diesem Szenario relevanten Gebäuden Ende 2006 abgeschlossen sein werden und somit die installierten Photovoltaikanlagen Anfang 2007 ans Netz angeschlossen werden können. Eine vorzeitige Fertigstellung, aber auch Verzögerungen in den Sanierungsmaßnahmen können nicht ausgeschlossen werden. Beides hätte Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Szenarios, da sich von der Betrachtung abweichende Einspeisevergütungssätze ergeben würden.

Bei den zu sanierenden Gebäuden ist zu beachten, dass sich Kosteneinsparungen ergeben können, wenn das zur Sanierung aufgestellte Gerüst auch genutzt wird, um

die jeweiligen Photovoltaikanlagen auf dem Dach zu installieren. Die so vermiedenen Kosten wirken sich auf die Montagekosten der Anlage aus und können Einfluss auf die wirtschaftliche Betrachtung haben. Da es sich jedoch bei den meisten zu sanierenden Gebäuden um Flachdächer handelt, bei denen der Zugang zum Dach durch eine Tür möglich ist und zudem eine genaue Höhe der vermiedenen Kosten nur schwer darzustellen ist, werden sie in der Kosten-Nutzen-Analyse nicht eingerechnet.

Es handelt sich bei diesen noch zu sanierenden Gebäuden um neun Dächer, auf denen Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 93,05 kWp installiert werden könnten.

4.3 Szenario 3: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in drei bis acht Jahren

In diesem Szenario werden die Gebäude einbezogen, die erst in den nächsten drei bis acht Jahren saniert werden sollen. Dies sind 15 Gebäude, auf deren Dächern in acht Jahren Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 284,07 kWp installiert werden können. Es wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass die Gebäude alle zur gleichen Zeit saniert werden und die installierten Photovoltaikanlagen zu Beginn des Jahres 2013 ans Netz angeschlossen werden können.

4.4 Szenario 4: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung in Kombination mit öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen

Im Rahmen des Szenarios 4 sollen eine Reihe von öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen einbezogen werden. Es sollen hierbei im gesamten Stadtgebiet Photovoltaikanlagen gebaut werden, welche die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der Photovoltaik darstellen. Diese können zusammen mit Stationen auf dem Sonnenweg eine Art Energielehrpfad durch die Stadt ergeben. Hinzu kommen einige Bushaltestellen, Fahrplanvitriolen und Straßenlaternen, die mit Photovoltaik betrieben werden. Für dieses Solarstadt-Szenario werden die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse des Szenarios 1 als Grundlage angenommen.

Im Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse soll sich zeigen, inwieweit sich die Kosten für die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen in Verbindung mit den Aufdach-Photovoltaikanlagen rechnen. Folgende Maßnahmen bilden dabei den Grundstock für die öffentlichkeitswirksame Darstellung der Solarstadt:

- Gestaltung einer Internetseite
- Erstellung einer Infobroschüre zum Thema „Solarstadt“
- Präsentation der Solarstadt auf einem Stadtfest (es wird davon ausgegangen, dass sich die Kosten des Festes durch Einnahmen aus Ständen von Gastronomie und Photovoltaik-Händlern neutralisieren lassen)
- Anbringen von Informationstafeln an den Gebäuden mit den wichtigsten Photovoltaikanlagen
- Zentrale Informationstafeln zur Information über den Stand der Solarstadtaktivitäten
- Stromversorgung von öffentlichen Infrastrukturkomponenten durch Photovoltaik
 - Straßenlaternen
 - Bushaltestellen

- Informationstafeln des ÖPNV
- Parkscheinautomaten (bereits vorhanden)
- Errichtung von diversen öffentlichkeitswirksamen Photovoltaikanlagen
 - Solarglobus auf dem Kreisel in Neustadt Haardt
 - Weinrebe aus semitransparenten Solarzellen am Bahnhofsvorplatz oder einem ähnlichen Standort (wie Solarsegel in Kapitel II1, jedoch in kleinerer Ausführung)
 - Weinrebe aus Solarzellen am Touristen-Office (Größe ca. 6m², als Kosten werden die Quadratmeterkosten für eine Fassadenanlage aus Kapitel IV1.1.3 angenommen, eventuell sind jedoch wegen der Sonderfertigung Mehrkosten zu erwarten)
 - Solarstadtinfosäulen

Für diesen Grundstock an öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen werden die Kosten aus Tabelle 6 angesetzt. Dabei ist zwischen zwei Arten von öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen zu differenzieren. Auf der einen Seite stehen die Anlagen, deren Kosten keine direkten Einnahmen gegenüberstehen und die somit durch andere Photovoltaikanlagen mitfinanziert werden müssen. Auf der anderen Seite stehen die öffentlichkeitswirksamen Anlagen, die sich durch an anderer Stelle vermiedene Kosten rechnen, und Anlagen, die an das öffentliche Netz angeschlossen werden und deren Kosten sich durch die erwirtschaftete Einspeisevergütung amortisieren. Gerade die Weinreben aus semitransparenten Photovoltaikzellen, für welche die Einspeisevergütungssätze für eine Freiflächenanlage gelten und die Fassadenanlage an der Wand des Touristen-Office könnten sich somit bei entsprechender Größe wirtschaftlich rechnen. Die Kosten, die am Schluss nicht gedeckt werden können, müssen auf andere Weise finanziert werden. Hierbei sollte das Thema Sponsoring in Betracht gezogen werden. Gerade der Solarglobus bietet hier, wie in Kapitel V1.4.2 beschrieben, optimale Möglichkeiten.

Maßnahme	Anzahl	Gesamtkosten €	Bemerkungen
Solarinfosäule	5	2.500,00 ¹⁵⁸	Integration von Anzeigetafel möglich
Internetauftritt	1	2.500,00 ¹⁵⁹	Je nachdem, in wie weit das Layout der Neustädter Seite übernommen wird entsprechend weniger
Infobroschüre (4-seitig)	10.000	1.500,00 ¹⁶⁰	Finanzierung über Werbeanzeigen in der Broschüre möglich
Stadtfest	1	0,00	Kosten durch Standgebühren und andere Einnahmen neutralisiert
Infotafel Gebäude (groß)	5	9.690,00 ¹⁶¹	An hoch frequentierten Gebäuden
Infotafel Gebäude (klein)	10	11.270,00 ¹⁶²	An Schulen o.Ä.
Infotafel Zentral	2	3.877,00 ¹⁶³	Tafeln zur Darstellung der installierten kWp in Neustadt oder für sonstige Infos
Solarglobus	1	35.000,00 ¹⁶⁴	Solarkunstwerk evtl. über Sponsoring zu finanzieren
Nachgeführte PV-Anlage	1	8.000,00 ¹⁶⁵	An der Wolfsburgruine
Solarlehrpfad:			
Schauvitriolen	10	19.380,00 ¹⁶⁶	An relevanten Standorten des Solarlehrpfades
Sitzgelegenheiten	3	36.000,00 ¹⁶⁷	Entlang des Sonnenweges
Fahrplanvitrine	10	5.140,00 ¹⁶⁸	Im Austausch für alte oder beschädigte Vitriolen
Straßenleuchte	3	16.740,00 ¹⁶⁹	Bisher nicht vorhandene Straßenleuchten
Bushaltestelle	2	16.000,00 ¹⁷⁰	Preisentwicklung einbezogen
Weinrebe (Transparent)	1	75.000,00 ¹⁷¹	Kosten für Solarsegel in kleiner Ausführung angenommen, Netzanschluss möglich
Weinrebe (Hauswand)	1	5.580,00 ¹⁷²	Netzanschluss möglich
Gesamtkosten		248.177,00	

Tabelle 6: Kosten für öffentlichkeitswirksame Maßnahmen

¹⁵⁸ Vgl.: Homepage Solarstadt Gelsenkirchen, URL: www.solarstadt-gelsenkirchen.de [12.07.05]

¹⁵⁹ Vgl.: Preise für einen Internetauftritt (Webdesign u.ä.) www.sunpage.ch/firma/preise.htm [21.01.2005]

¹⁶⁰ Vgl.: Martini, Bernd-Jürgen(Hrsg.): Handbuch PR, 1994, S.1911/10

¹⁶¹ Vgl.: Schneider Displaytechnik, Angebot vom 02.10.2004; Preisliste Großanzeigen

¹⁶² Vgl.: Schneider Displaytechnik, Angebot vom 02.10.2004; Preisliste Großanzeigen

¹⁶³ Vgl.: Schneider Displaytechnik, Angebot vom 02.10.2004; Preisliste Großanzeigen

¹⁶⁴ Vgl.: Rumpf, Odo: Kosten Solarglobus, E-Mail vom 24.01.2005

¹⁶⁵ Vgl.: Homepage Photon: Panorama, URL: http://www.photon.de/news/news_panorama_03-09_nachfuersystem.htm [15.02.2005]

¹⁶⁶ Vgl.: Schneider Displaytechnik, Angebot vom 02.10.2004; Preisliste Großanzeigen

¹⁶⁷ Vgl.: Homepage Photon: News 1.11.2004, URL: www.photon.de; www.solarpowersolutions.nl [12.12.2004]

¹⁶⁸ Vgl.: Homepage Orgatech GmbH: Schaukästen, URL: <http://www.orgatech-rs.de/schaukaesten.html> [15.02.2005]

¹⁶⁹ Vgl.: Homepage Solare Beleuchtung – eco lights, URL: <http://www.ecolights.at/seiten/solartechnik-ecolights.html> [15.02.2005]

¹⁷⁰ Vgl.: Homepage Solarstadt Alzenau, URL: http://www.solarstadt.de/OG_bushalte.htm [07.

¹⁷¹ Vgl.: Kormann, Stephan: Kosten Sonnensegel, Verein Sonnensegel, E-Mail vom 19.01.2005

¹⁷² Vgl.: Haus & Energie: Fassadenmontage für Photovoltaikanlagen, Ausgabe Herbst 2004, S.9

4.5 Szenario 5: Mögliche weitere Potenziale

In Szenario 5 werden einige weitere Potenziale für die „Solarstadt Neustadt“ aufgezeigt. Es handelt sich hierbei um die Gebäude der Stadt und der Wohnungsbaugesellschaft, die große Potenziale versprechen, deren Dächer aber zu alt sind, um mit Photovoltaikanlagen bestückt zu werden, und bei denen bisher keine Sanierung vorgesehen ist.

Generell gilt, dass für die genannten Gebäude in Betracht gezogen werden sollte, dass die Dächer in solcher Form saniert werden könnten, dass die Anlagen in die jeweiligen Dächer integriert werden. Dies würde im Bereich der sonst benötigten Dacheindeckung eine gewisse Kostenersparnis mit sich bringen. Im Zusammenhang mit den zukünftig zu erwartenden Erträgen der Photovoltaikanlagen sollte dann darüber nachgedacht werden, ob eine Sanierung der Dächer doch durchgeführt wird. Die Kosten für die nötige Sanierung werden in die nachfolgende Kosten-Nutzen-Analyse nicht einbezogen.

Es handelt sich hierbei um weitere 16 Gebäude, auf denen Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von ca. 222,29 kWp installiert werden könnten.

Neben diesen Gebäuden soll in diesem Szenario untersucht werden, welche Potenziale in Neustadt an der Weinstraße neben den im Rahmen dieser Arbeit näher betrachteten Gebäuden vorhanden sind. Anhand von Luftbildern Neustadts wird eine grobe Untersuchung durchgeführt, auf welchen größeren Gebäuden Potenziale für Photovoltaikanlagen bestehen. Die Untersuchung richtet dabei vor allem auf Gebäude wie Parkhäuser oder Industriegebäude. Daneben werden die Potenziale betrachtet, die sich im Rahmen von Parkplatzüberdachungen ergeben.

Aufgrund der nur grob vorliegenden Daten wird im Rahmen dieses Szenarios keine detaillierte wirtschaftliche Betrachtung durchgeführt, sondern nur eine vereinfachte Darstellung der zu erwartenden Kosten und Erträge.

Die weitere Analyse der Stadt Neustadt an der Weinstraße anhand von Luftbildern hat ergeben, dass besonders Gebäude aus Industrie und Handel viel versprechende Potenziale inne haben. Besonders ins Auge stechen dabei die Gebäude der Telekom in der Chemnitzer Straße mit weit über 1000 m² Dachfläche. Als problematisch könnte sich hier lediglich das sehr hohe Hauptgebäude erweisen, welches die angrenzenden Dächer teilweise verschatten könnte. Da sich rund herum jedoch keine andere hohen Gebäude befinden, könnte hier über eine Fassadenanlage nachgedacht werden.

Neben den Gebäuden der Telekom erscheinen einige Gebäude in der Haardter Straße für Photovoltaikanlagen geeignet zu sein. Das Altenheim und einige mehrstöckige Familienhäuser sind Flachdächer mit einigen 100 m² Dachfläche. Ganz in der Nähe stehen an der Ortseinfahrt auf einer Tankstelle und diversen Autohäusern weitere Dachflächen mit um die 1000 m² zur Verfügung.

Im Osten der Stadt stehen diverse Gebäude, die sehr große Dachflächen aufweisen. Es handelt sich dabei um Gebäude in der Adolf-Kolping-Straße mit rund 2000 m², in der Friedrich-Olbrich-Straße und in der Joachim-Matiness-Straße mit je rund 3000 m² Dachfläche oder die Gebäude des Schlachthofes in Neustadt an der Weinstraße.

Zu klären ist hier zunächst, in wie weit die Dächer der Gebäude einer zusätzlichen Last durch Photovoltaikanlagen stand halten würden, da es sich oft um Lagerhallen oder ähnliches handelt.

Nur geringe Potenziale erscheinen sich auf Parkhäusern zu ergeben, da zum Beispiel das Karstadt-Parkhaus auch auf der Dachfläche Parkplätze bietet. Es wäre höchstens möglich, diese mit Photovoltaik zu überdachen. Allein auf dem Karstadt-Parkhaus stünden dafür rund 2000 m² zur Verfügung. Ähnliche Möglichkeiten bestehen auf Parkplätzen im Stadtgebiet. Problem ist hier jedoch häufig die Verschattung durch angrenzende Gebäude. Dennoch stehen auf den Parkplätzen in der Innenstadt und am Bahnhofsvorplatz rund 4000 m² Fläche zur Verfügung. Neben den hier genannten Potenzialen gibt es diverse kleinere Gebäude, die sich zur photovoltaischen Nutzung eignen würden.

Die Betrachtung Neustadts durch Luftbilder hat ergeben, dass über 12.000 m² an Dachflächen zur Verfügung stünden. Das bedeutet, dass es durchaus möglich wäre, in Neustadt an der Weinstraße photovoltaische Aufdachanlagen im Megawattbereich zu installieren.

5. Kosten-Nutzen-Analyse

Für die in Kapitel V4 vorgestellten Szenarien ergeben sich jeweils Investitionskosten (siehe Anhang), die für den Bau der jeweiligen Solaranlagen entstehen würden. Um diese Kosten zu decken, müssen Erträge erwirtschaftet werden. Diese können durch die Vergütung des erzeugten Stromes entstehen. Diese Erträge ergeben sich jedoch nur für die netzgekoppelten Anlagen. Einige andere Anlagen, wie zum Beispiel Ampelanlagen oder Parkscheinautomaten im Verkehrsbereich aus Szenario 4 rechnen sich dadurch, dass durch den Einsatz von Photovoltaik Kosten eingespart werden können (siehe Kapitel IV1.2). Jedoch können durch die meisten der öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen keine direkten Erträge erwirtschaftet werden. Man kann nur annehmen, dass durch das Solarstadtkonzept zum Beispiel der Tourismus gefördert wird und sich die Anlagen somit an anderer Stelle bezahlt machen. Dies ist jedoch nur schlecht monetär darzustellen. Es ist daher zu beachten, dass durch die entstehenden Ertragsüberschüsse auch die weniger wirtschaftlichen Photovoltaikanlagen oder Solarstadt-Maßnahmen finanziert werden müssen.

Für die Finanzierung der in den Szenarien entstehenden Investitionskosten können die verschiedenen Finanzierungsmöglichkeiten, wie sie in Kapitel III6 vorgestellt wurden, genutzt werden. Eine Möglichkeit, die Photovoltaikanlagen in Neustadt zu finanzieren, ergibt sich durch das KfW-Infrastrukturprogramms (siehe Kapitel III6.2.1.) Dieses soll speziell Kommunen darin unterstützen, auf alternative Energieträger umzustellen. Das KfW-Infrastrukturprogramm fördert jedoch nur 75 % der Investitionskosten, so dass die restlichen 25 % über ein reguläres Bankdarlehn finanziert werden müssen. Private Anlagen können mit Hilfe des KfW-Programms „Solarstrom-Erzeugen“ finanziert werden.

Die Szenarien 1, 2 und 3 werden jeweils in den folgenden vier Ausführungen betrachtet:

Szenario	Sonneneinstrahlung (kWp/a)	Investitionskosten
Variante a	933	Hoch
Variante b	933	Niedrig
Variante c	980	Hoch
Variante d	980	Niedrig

Tabelle 7: Ausführungen Szenarien

Konkret ergeben sich für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Szenarien und ihrer einzelnen Ausführungen folgende Ausgangsdaten:

Einnahmen	
Einspeisevergütung	Je nach Jahr der Inbetriebnahme
Habenzins für kumulierten Gewinn	2%
Sollzins für kumulierten Verlust	8%
Ausgaben	
Betriebs- und Verwaltungskosten	
Versicherung	1 % der Investitionskosten
Betriebskosten	10 €/kWp
Wechselrichteraustausch nach 10 Jahren	3.000 €/5kW

Finanzierung	
Fördermittel für Schulen (nicht rückzahlbar)	3.000 € je Schule
KfW – Infrastrukturprogramm	
Zinssatz (nominal)	3,95%
Laufzeit	20 Jahre
Zinsbindung	10 Jahre
Zinssatz Restlaufzeit	5,50%
Auszahlung	100%
Tilgungsfreie Jahre	3 Jahre
max. Finanzierungsanteil	75%
max. Darlehenssumme	5.000.000 €
Bankdarlehn	
Zinssatz (nominal)	6,00%
Laufzeit	20 Jahre
Zinsbindung	20 Jahre
Auszahlung	100,00%
Tilgungsfreie Jahre	2 Jahre

Tabelle 8: Ausgangsdaten der Szenarien

In der wirtschaftlichen Betrachtung werden Einnahmen und Ausgaben gegenübergestellt und anschließend in den Szenarien 1 bis 4 mit Hilfe der

Kapitalwertmethode betrachtet. Es handelt sich hierbei um ein dynamisches Verfahren der Investitionsrechnung, welches die Vorteilhaftigkeit verschiedener Investitionen darstellen soll.

Die Kapitalwertmethode vergleicht alle Ein- und Auszahlungen eines Investitionsobjektes. Der Kapitalwert einer Investition wird dabei durch die Abzinsung aller Ein- und Auszahlungen auf den Kapitalwert ermittelt. Der dazu nötige Kalkulationszinssatz (i) entspricht dabei der gewünschten Mindestverzinsung des Investors.¹⁷³

Bei den folgenden Rechnungen werden Kalkulationszinssätze von 4 %, 6 % und 8 % angenommen. Eine Investition gilt als vorteilhaft, wenn der sich ergebende Kapitalwert >0 ist. Bei der Bewertung von sich gegenseitig ausschließenden Investitionen ist das Investitionsobjekt mit dem größten Kapitalwert zu wählen.¹⁷⁴

Des weiteren soll betrachtet werden, welchen Einfluss sowohl die Höhe der Kosten als auch der Einspeiseleistung auf die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen haben.

Die Betrachtung der einzelnen Szenarien erfolgt vor Steuern und ohne die Einbeziehung von Abschreibungen. Beides hätte weiteren Einfluss auf die wirtschaftliche Betrachtung. In Bezug auf den Vergleich zwischen den einzelnen Szenarien ergäben sich jedoch nur unwesentliche Änderungen.

5.1 Szenario 1: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung

Das Szenario 1 wird wie oben beschrieben mit vier verschiedenen Ausgangsdaten betrachtet. Diese ergeben sich aus den unterschiedlichen Preisen für Photovoltaikanlagen und der worst-case-/best-case-Betrachtung der Einspeiseleistung der verschiedenen Anlagen. Es ergeben sich zusätzlich zu den oben genannten Ausgangsdaten aller Szenarien die in Tabelle 9 folgenden Zusatzdaten für die wirtschaftliche Betrachtung des Szenarios 1. Die Berechnung der Investitionskosten befindet sich im Anhang.

Es wird davon ausgegangen, dass die Beteiligungsgesellschaft zu Beginn der Planungen der Solarstadt gegründet wird, so dass die Gründungskosten für die Gesellschaft nur in Szenario 1 anfallen.

Allgemeine Daten	
Jahr	2005
Aufstellfläche	Flach-/Schrägdach
Anlagenzahl	15
Gesellschaftsform	GmbH
Installierte kWp	196,55
Ausgaben	
Investitionskosten (niedriger Preis)	1.319.173,92 €
Investitionskosten (hoher Preis)	1.527.740,60 €
Gründungskosten Gesellschaft	5.000 €
Wechselrichteraustausch nach 10 Jahren (3.000€/5kW)	117.930,00 €

Tabelle 9: Ausgangsdaten Szenario 1

¹⁷³ Vgl.: Däumler: Grundlagen der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung, 2000, S.44

¹⁷⁴ Vgl.: Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeines Betriebswirtschaftslehre, 2000, S.637 ff.

Anhand dieser Daten lässt sich nun eine detaillierte wirtschaftliche Betrachtung der verschiedenen Ausführungen des Szenarios 1 durchführen. Aus der Wirtschaftlichkeitsrechnung im Anhang ergeben sich die folgenden kumulierten Gewinne/Verluste mit den dazugehörigen Kapitalwerten.

Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert Abzinsungsfaktor:		
		4%	6%	8%
1a (niedrige Leistung, hoher Preis)	-160.059,85	-496.473,53	-72.965,26	-53.718,92
1b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	240.206,17	150.965,68	126.579,83	109.776,10
1c (hohe Leistung, hoher Preis)	21.803,83	12.997,11	14.446,07	17.376,51
1d (hohe Leistung, niedriger Preis)	358.644,86	228.771,98	191.314,81	164.493,15

Tabelle 10: Ergebnisse Szenario 1

5.2 Szenario 2: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in ein bis drei Jahren

Für die wirtschaftliche Betrachtung des Szenarios 2 ergeben sich neben den oben genannten noch die in Tabelle 11 aufgeführten Ausgangsdaten. Es wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2007 bereits andere Anlagen gebaut wurden, d.h. die Beteiligungsgesellschaft bereits gegründet ist und somit keine Gründungskosten wie in Szenario 1 anfallen.

Die Zusammensetzung der Investitionskosten findet sich im Anhang. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt ab dem Installationsjahr mit den zugehörigen Einspeisevergütungssätzen.

Allgemeine Daten	
Jahr	2007
Aufstellfläche	Flach-/Schrägdach
Anlagenzahl	9
Gesellschaftsform	GmbH
Installierte kWp	93,05
Ausgaben	
Investitionskosten (niedriger Preis)	428.343,46 €
Investitionskosten (hoher Preis)	495.362,48 €
Wechselrichteraustausch nach 10 Jahren (3.000€/5kW)	55.830,00 €

Tabelle 11: Ausgangsdaten Szenario 2

Im Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse (siehe Anhang) ergeben sich für die verschiedenen Varianten des Szenarios 2 die folgenden kumulierten Gewinne/Verluste mit den entsprechenden Kapitalwerten.

Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert Abzinsungsfaktor:		
		4%	6%	8%
2a (niedrige Leistung, hoher Preis)	-99.501,56	-61.455,56	-48.049,04	-37.311,41
2b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	16.878,25	8.370,53	7484,929	7.606,26
2c (hohe Leistung, hoher Preis)	-70.305,11	-43.427,17	-33.315,40	-24.971,48
2d (hohe Leistung, niedriger Preis)	79.037,76	47.607,14	39.516,43	34.201,86

Tabelle 12: Ergebnisse Szenario 2

5.3 Szenario 3: Gebäude zur Photovoltaiknutzung nach Sanierung in drei bis acht Jahren

Auch in Szenario 3 gelten zusätzlich zu den oben genannten Daten weitere, die für die wirtschaftliche Betrachtung von Bedeutung sind. Auch hier wird davon ausgegangen, dass die Betreibergesellschaft bereits in einem vorangegangenen Jahr gegründet wurde und somit keine Gründungskosten mehr anfallen.

Allgemeine Daten	
Jahr	2013
Aufstellfläche	Flach-/Schrägdach
Anlagenzahl	16
Gesellschaftsform	GmbH
Installierte kWp	284,07
Ausgaben	
Investitionskosten (niedriger Preis)	758.992,85 €
Investitionskosten (hoher Preis)	880.207,20 €
Wechselrichteraustausch nach 10 Jahren (3.000€/5kW)	170.442,00 €

Tabelle 13: Ausgangsdaten Szenario 3

Im Ergebnis der wirtschaftlichen Betrachtung (siehe Anhang) ergeben sich die kumulierten Gewinne mit den dazugehörigen Kapitalwerten aus Tabelle 14.

Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert Abzinsungsfaktor:		
		4%	6%	8%
3a (niedrige Leistung, hoher Preis)	79.944,41	43.612,02	36.581,95	33.247,44
3b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	355.849,94	223.069,12	184.709,00	157.259,18
3c (hohe Leistung, hoher Preis)	206.245,45	125.037,22	103.694,93	89.462,54
3d (hohe Leistung, niedriger Preis)	469.050,78	2.587.415,74	2.056.702,93	1.664.266,13

Tabelle 14: Ergebnisse Szenario 3

5.4 Szenario 4: Gebäude zur sofortigen Photovoltaiknutzung in Kombination mit öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen

Die Ausgangsdaten für Szenario 4 bilden die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse des Szenarios 1 Variante b-d. Variante a wird in diesem Szenario nicht einbezogen, da sich gezeigt hat, dass ein wirtschaftlicher Betrieb der Photovoltaikanlagen unter den angenommenen Voraussetzungen nicht möglich ist, und somit durch die Erträge der Anlagen auch keine öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen finanziert werden können. Zu den Ausgangsdaten des Szenarios 1 kommen die oben genannten Investitionskosten für die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen hinzu.

Hierbei werden die vermiedenen Kosten abgezogen, die zum Beispiel für das Verlegen von Stromkabeln zu neuen Straßenlaternen entstehen. Es wird angenommen, dass die Investitionskosten für die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen als Eigenkapital in die Gesellschaft eingebracht werden und teilweise durch Sponsoren mitfinanziert werden. Es ergeben sich folgende Ausgangsdaten für das Szenario 4.

Allgemeine Daten	
Ausgangsdaten Szenario 1b-d	
PV-Anlagen (zur Netzeinspeisung)	
Freilandanlage	4,1 kWp
Fassadenanlage	1,0 kWp
Investition	
Kosten öffentlichkeitswirksame Maßnahmen (gesamt)	248.177,00 €
Finanzierung	
Eigenkapital	193.177,00 €
Sponsoring	55.000,00 €
Einnahmen	
Einspeisevergütung	
Freiflächenanlage	0,43 €
Fassadenanlage	0,59 €
Ausgaben	
Wechselrichteraustausch	3.000,00 €

Tabelle 15: Ausgangsdaten Szenario 4

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden mit Hilfe der Kapitalwertmethode und der Methode des internen Zinsfußes bewertet. Bei der Methode des internen Zinsfußes handelt es sich ebenfalls um eine Methode der dynamischen Investitionsrechnung. Es wird hierbei der Kapitalwert gleich null gesetzt, um somit den Zinsfuß (r) zu berechnen. Dieser gibt die Verzinsung des in der Investition gebundenen Kapitals an und wird mit der Mindestverzinsung des Investors verglichen. Eine Investition gilt als vorteilhaft, wenn der interne Zinsfuß (r) größer ist als die geforderte Mindestverzinsung (i). Bei sich gegenseitig

ausschließenden Investitionen ist das Investitionsobjekt mit dem höchsten internen Zinsfuß zu wählen.¹⁷⁵

Die Methode des internen Zinsfußes kann nur in diesem Szenario angewendet werden, da zur Berechnung der Wert einer Anfangsinvestition notwendig ist. Bei den vorhergehenden Szenarien wurde davon ausgegangen, dass die Investitionskosten durch die Aufnahme eines Kredites finanziert werden und somit keine einmalige Anfangsinvestition getätigt wird.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (siehe Anhang) zeigt nach 20 Jahren folgende Ergebnisse:

Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert Abzinsungsfaktor:			Interner Zinsfuß
		4%	6%	8%	
4b (niedrige Leistung, niedrigen Preis)	319.828,79	23.087,42	-4.865,41	-23.763,62	5,59%
4c (hohe Leistung, hoher Preis)	134.147,07	-98.138,65	-104.866,61	-107.299,27	-2,50%
4d (hohe Leistung, niedriger Preis)	438.267,48	100.893,71	59.869,57	30.953,43	11,33%

Tabelle 16: Ergebnisse Szenario 4

Ausschlaggebend in diesem Szenario ist zusätzlich die Höhe des Kapitalrückflusses an den Investor. Es wurde durch die Gesellschaft ein Eigenkapital von 193.177 € zur Finanzierung der öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen eingelegt. Für Szenario 4b ist ein Kapitalrückfluss von 165,56 % zu erwarten, so dass die Gesellschafter zusätzlich zum eingesetzten Kapital eine Ausschüttung von 65,56 %, also 127.652 € erhalten würden. Für Szenario 4d würde sich der Kapitalrückfluss auf 226,87 % belaufen, das heißt eine Ausschüttung von mehr als 100 % des eingesetzten Kapitals.

Anders sieht es bei Szenario 4b aus. Hier wäre lediglich mit einem Kapitalrückfluss von 69,44 % zu rechnen.

5.5 Szenario 5: Mögliche weitere Potenziale

In Szenario 5 werden nun die weiteren Potenziale betrachtet, die in Neustadt an der Weinstraße vorhanden sind. Dies sind die genannten 222,29 kWp auf noch zu sanierenden Gebäuden. Daneben ergeben sich aus der Betrachtung in Kapitel V4.5 nach Abzug von Sicherheitsabstand, Abschlag für Verschattungen und Dachaufbauten rund 3,1 MWp. Es wird davon ausgegangen, dass für die Anlagen aufgrund ihrer Größe ein günstiger Preis veranschlagt werden kann und dass eine mittlere Einspeiseleistung erzielt werden kann.

Es ergeben sich daher die folgenden Ausgangsdaten.

¹⁷⁵ Vgl.: Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeines Betriebswirtschaftslehre, München, S.642 ff.

Allgemeine Daten	
Jahr	2007
Aufstellfläche	Flach-/Schrägdach
Anlagenzahl	diverse
Gesellschaftsform	GmbH
Einspeiseleistung	960 kWh/kWp
Installierte kWp	3322,29
Ausgaben	
Investitionskosten (niedriger Preis)	16.996.065,48 €
Wechselrichteraustausch nach 10 Jahren (3.000€/5kW)	1.993.374,00 €

Tabelle 17: Ausgangsdaten Szenario 5

Unter Einbezug der genannten Ausgangsdaten wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse des Szenarios 5 (siehe Anhang) durchgeführt. Es ergibt sich daraus ein kumulierter Gewinn von 91.344,67 € nach 20 Jahren. Daneben würde sich bei einem Anzinsungsfaktor von 8 % ein Kapitalwert von 17.855,94 ergeben. Ein interner Zinsfuß kann auch hier nicht berechnet werden, da die gesamten Investitionskosten über Kredite finanziert werden und somit kein Eigenkapital nötig ist.

Nicht einberechnet wurden in diesem Szenario Versicherung und Betriebskosten, da keine ausreichend detaillierten Daten vorlagen.

6. Ergebnisbewertung

Nach der wirtschaftlichen Betrachtung der verschiedenen Szenarien ist es nun möglich, Rückschlüsse über die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Investitionen zu ziehen.

Insgesamt lässt sich sehr eindeutig sagen, dass die Höhe der Kosten einen bedeutend größeren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat als die Höhe der Einspeisevergütung. Es ist deutlich zu sehen, dass jeweils die Varianten „b“ und „d“ der Szenarien einen höheren Kapitalwert aufweisen. Hierbei handelt es sich jeweils um die Varianten der Szenarien in denen niedrige Preise für die Anlagen angenommen werden.

Der Vergleich zwischen den Szenarien 1-3 zeigt, dass Szenario 3 insgesamt die besten Voraussetzungen für eine Umsetzung zeigt. Es muss jedoch beachtet werden, dass in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von einer Preissenkung für Photovoltaikanlagen von jährlich 5 % ausgegangen wird. Die Anlagen in Szenario 3 sind somit fast um

40 % günstiger als die in Szenario 1. Ob diese Preisentwicklung jedoch tatsächlich eintritt, bleibt abzuwarten.

Des Weiteren zeigt ein Vergleich der ersten drei Szenarien, dass die Wirtschaftlichkeit der Anlagen mit der Anlagenzahl steigt. So viele Anlagen wie möglich zu bauen, sollte daher auch aus wirtschaftlichen Gründen Ziel der Betreiber der Solarstadt sein.

Die Betrachtung des Szenarios 4 zeigt größere Aussagekraft. Wie schon in den vorhergehenden Szenarien sind Variante „b“ und „d“ am positivsten zu bewerten.

Doch auch Variante „c“, bei der als Ausgangsdaten eine hohe Einspeiseleistung und hohe Preise angenommen wurden, ist trotz der negativen Kapitalwerte bei genauerer Betrachtung als lohnenswerte Investition zu interpretieren. Man muss sich vor Augen führen, dass der Großteil der Investition in Anlagen fließt, die sich unter anderen Bedingungen niemals rechnen. Eine Straßenlaterne oder eine Bushaltestelle können durch den Einsatz von Photovoltaik kostendeckend installiert werden. Hinzu kommt, dass in der vorliegenden Analyse nicht mit einberechnet wurde, dass für diese Anlagen keine zusätzlichen Stromkosten mehr entstehen.

Auf der anderen Seite werden mit der Investition in Szenario 4 öffentlichkeitswirksame Maßnahmen finanziert, für die keine direkten messbaren monetären Rückflüsse zu erwarten sind. In diesem Szenario lassen sich jedoch durch die erwirtschafteten Überschüsse der sonstigen Photovoltaikanlagen über die Hälfte des eingesetzten Invest wieder erwirtschaften. Hinzu gerechnet werden müssten, wenn diese ohne weiteres monetär zu bewerten wären, die Zuflüsse, welche die Stadt durch das Solarstadtkonzept im Bereich von Tourismus, Imagegewinn und Ähnlichem erwirtschaften kann.

Die Betrachtung von Szenario 5 hat gezeigt, dass es in Neustadt an der Weinstraße noch hohe Potenziale für weitere Photovoltaikanlagen gibt. Die teilweise sehr großen Flächen versprechen zudem hohe Erträge. Problematisch könnte lediglich werden, dass es sich um größtenteils Gebäude aus Industrie und Handel handelt, bei denen nicht geklärt ist, in wie weit die zur Verfügung stehenden Dächer der zusätzlichen Last durch Photovoltaikanlagen standhalten würden. Die Ergebnisse des Szenarios 5 zeigt also, dass die genannten Potenziale nicht unbeachtet bleiben sollten, da sie einen großen Beitrag zum Erfolg des Solarstadtkonzeptes leisten können.

Nicht außer Acht zu lassen ist bei der Bewertung der Szenarien, dass die nach Preis und Einspeiseleistung entstehenden kumulierten Verluste durch Eigenkapital der Gesellschaft oder weitere Kredite finanziert werden müssten, was weitere Kosten nach sich ziehen würde.

Des weiteren ist anzumerken, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der einzelnen Szenarien nur das Investitionsjahr und die ersten 20 Jahre der Anlagenlebensdauer betrachtet, da die Höhe der Einspeisevergütung nur für diesen Zeitraum gewährleistet ist. Nach den ersten 20 Jahren ist jedoch die Laufzeit der Kredite beendet und die Anlage abbezahlt. Das heißt, da die Lebensdauer einer Photovoltaikanlage mindestens 25 Jahre betragen sollte, werden in den folgenden Jahren in jedem Fall Gewinne erwirtschaftet, egal ob durch eine weitergezahlte Einspeisevergütung oder dadurch, dass der Strom für die jeweiligen Gebäude durch die Anlagen produziert wird und somit nicht weiter teuer eingekauft werden muss.

An dieser Stelle lässt sich ein kleiner Vergleich zu den Stromkosten aufstellen, die für die gleiche Menge an erzeugtem Strom anfallen würden. So erzeugen die Anlagen aus Szenario 1 in den ersten 20 Jahren 1.901.245,62 kWp. Für einen Stromverbrauch in dieser Höhe müssten bei 15 Cent/kWh rund 285.186,84 € gezahlt werden. Dieses Geld ließe sich also mit dem Betrieb der abbezahlten Photovoltaikanlagen einsparen, wenn diese nicht an das öffentliche Netz angeschlossen wären.

Die einzigen Kosten, die in den folgenden Jahren entstehen, sind Betriebskosten und die Kosten für einen weiteren Austausch des Wechselrichters.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass das Solarstadtkonzept in Neustadt an der Weinstraße sehr Erfolg versprechend ist. Zwar wird es einige Jahre dauern, bis die meisten der Anlagen gebaut werden können, aber auch kleine Schritte werden zum Ziel führen. Wenn dann die erwarteten Entwicklungen am Photovoltaikmarkt eintreten und die Witterungsbedingungen der nächsten Jahre gute Erträge bringen, sind Gewinne im ökonomischen und ökologischen Bereich zu erwarten.

VI Schlussbetrachtung

Den Abschluss der vorliegenden Arbeit bildet die Schlussbetrachtung. Zum einen soll dem Leser durch die Zusammenfassung noch einmal das Gelesene in Erinnerung gerufen werden, zum anderen soll im Rahmen eines Fazits ein Resümee der Arbeit gezogen werden.

1. Zusammenfassung

Die Bereiche, an denen eine Solarstadt ansetzen kann, sind vielschichtig. Neben der solaren Stromversorgung, die in diesem Konzept im Vordergrund steht, sind dies vor allem die Bereiche der solaren Wärmeerzeugung und des solaren Städtebaus.

Das Problem ist, dass es bis heute keine offiziellen Richtlinien oder Kriterien für eine Solarstadt gibt und sich daher jede Stadt Solarstadt nennen kann. Einige Akteure versuchen nun, den Begriff der Solarstadt zu festigen. Die Internationale Energieagentur hat vor nicht allzu langer Zeit mit der Definition des Solarstadt-Begriffs einen ersten Schritt zu einem einheitlichen Verständnis geliefert. Ebenso lieferte die Firma Eurosolar mit den Handlungsfeldern für den Einsatz erneuerbarer Energien in Kommunen einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Solarstädten.

Das Internetportal „Solarbundesliga“ sorgt für einen gesunden Wettbewerb zwischen einzelnen Solarstädten und schafft somit Anreize, die Entwicklung der Solarstädte voranzutreiben.

Einige bekannte Solarstädte sind Freiburg im Breisgau, die Stadt Alzenau oder auch Gelsenkirchen. Diese Städte zeichnen sich durch eine sehr engagierte Öffentlichkeitsarbeit aus. Sie haben bisher den Begriff der Solarstadt in Deutschland geprägt und nach außen getragen.

Wichtigster Bestandteil einer Solarstadt ist die Stromerzeugung durch Photovoltaik.

Die Technologie der Photovoltaik hat in den letzten Jahren eine starke Entwicklung erfahren und findet ihre Anwendung auf vielerlei Gebieten. Auf der einen Seite stehen netzunabhängige Inselanlagen, die vor allem in Regionen zum Einsatz kommen, die nicht an ein öffentliches Stromnetz angeschlossen werden können. Der erzeugte Strom wird hier meist mit Hilfe einer Batterie gespeichert und bei Bedarf abgerufen.

Auf der anderen Seite stehen netzgekoppelte Photovoltaikanlagen. Der erzeugte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist, und der Anlagenbesitzer erhält eine entsprechende Vergütung.

Wichtigster Bestandteil einer Photovoltaikanlage sind die Solarzellen. Auf der einen Seite wird hier die Energie der Anlage erzeugt, und auf der anderen Seite sind die Solarzellen der sichtbare Teil der Anlage und somit Gestaltungsobjekt. Durch die unterschiedlichen Typen von Solarzellen ergeben sich Photovoltaikanlagen für die verschiedensten Einsatzbereiche. So können Solarzellen nicht nur der Grundstein für Anlagen auf und in Dächern und Fassaden sein, sondern auch zu verschiedensten Kunstwerken zusammengebaut werden.

Um durch Photovoltaikanlagen entsprechende Stromerträge erwirtschaften zu können, müssen einige Installationsvoraussetzungen beachtet werden. Optimal ist die Installation auf einer südorientierten, 30° geneigten Fläche, wobei auch bei kleineren Abweichungen noch immer gute Leistungen zu erwarten sind. Wichtig ist jedoch, dass die Anlage in keiner Weise verschattet wird. Die Verschattung einzelner Zellen kann zu erheblichen Leistungseinbußen führen. Dabei kann jedes Watt photovoltaisch erzeugten Stromes mehr die Umwelt entlasten, da eine Photovoltaikanlage weder Lärm noch Schadstoffe erzeugt und somit lediglich bei ihrer Herstellung Emissionen verursachen kann.

Neben diesen ökologischen dürfen aber auch die ökonomischen Aspekte einer Photovoltaikanlage nicht außer Acht gelassen werden. Wichtig sind hierbei sowohl die Kosten als auch die Finanzierungsmöglichkeiten der Anlagen. Es entstehen neben den Investitionskosten geringe Betriebskosten in Form von Versicherungen oder Wartungskosten. Besonders für die Finanzierung der je nach Anlagengröße erheblichen Investitionskosten gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Zum einen lassen sich Anlagen durch die Erträge finanzieren, die sie durch die Vergütung des eingespeisten Stromes erwirtschaften. Zum anderen gibt es diverse günstige Kredite und Zuschüsse wie die der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Photovoltaikanlagen bieten jedoch auch ideale Voraussetzungen für die Finanzierung durch Beteiligungs- oder Contractingmodelle. Contracting birgt den Vorteil, dass die Verantwortung für die Finanzierung und alle Belange der Anlage nicht beim Gebäudebesitzer liegen und diesem durch die Verpachtung der Dachflächen regelmäßige Einnahmen zufließen.

Die Photovoltaik ist im Stadtgebiet vielseitig einsetzbar. Am geläufigsten sind netzgekoppelte Anlagen auf Dächern oder Freiflächen, die aber auch in Form von Sonnenschutzanlagen oder als Parkplatzüberdachungen eingesetzt werden können. Daneben gibt es auch diverse Inselanlagen, die im Stadtgebiet eingesetzt werden können. Die Photovoltaik kann zum Beispiel im Verkehrsbereich dazu dienen die Beleuchtung von Informationsschildern und Wartehallen zu betreiben oder Parkscheinautomaten mit Strom zu versorgen.

Ein wichtiger Aspekt für den Einsatz von Photovoltaik im Stadtgebiet oder im Rahmen eines Solarstadtkonzeptes ist das Thema Öffentlichkeitsarbeit. Es ist wichtig, dass so viele Menschen wie möglich auf das Konzept aufmerksam werden und sich durch eigene Anlagen daran beteiligen. Um dies zu erreichen, müssen Photovoltaikanlagen installiert werden, die das Interesse der Bürger oder auch Touristen wecken. Die Darstellung der Photovoltaik oder auch des ganzen Solarstadtkonzeptes durch Veranstaltungen, verschiedene Medientypen oder in Form von Beratungsangeboten für Bürger sind ebenfalls wichtige Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit.

Als Umsetzungsbeispiel für das vorliegende Konzept dient die Stadt Neustadt an der Weinstraße. Hier wurde im Jahr 2004 eine Zwei-Megawatt-Freiflächenanlage gebaut, der nun diverse kleine Photovoltaikanlagen folgen sollen und somit den Grundstein für die „Solarstadt Neustadt“ bildet.

Im Rahmen einer ersten Betrachtung wurden für das vorliegende Konzept rund 200 Gebäude der Stadt, des Landes und der Wohnungsbaugesellschaft auf ihre Photovoltaiktauglichkeit hin untersucht.

Bei der Untersuchung wurden in einem ersten Schritt die Gebäude aussortiert, deren Dächer nicht optimal geneigt oder ausgerichtet sind, deren nutzbare Dachfläche

weniger als 100 m² beträgt oder deren Alter eine Photovoltaiknutzung zunächst ausschließt.

Die genauere Untersuchung der Gebäude hat ergeben, dass nur 15 Gebäude zu einer sofortigen Installation einer Photovoltaikanlage geeignet sind und weitere 25 Gebäude nach ihrer Dachsanierung in den nächsten ein bis acht Jahren. Insgesamt würden sich hier Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 580 kWp installieren lassen. Daneben gibt es eine Reihe von Gebäuden, die viel versprechende Potenziale aufweisen, deren Dächer jedoch zu alt sind oder die nicht in den Rahmen der vorliegenden Untersuchung fallen. Es würden sich hier zusätzliche Potenziale von bis zu 3,1 MWp ergeben.

Im Ergebnis zeigt sich, dass nur rund ein Viertel der analysierten Gebäude der Stadt, des Landes und der Wohnungsbaugesellschaft für die Photovoltaiknutzung in Frage kommen. Im Bereich der städtischen Gebäude liegen die Hauptgründe dafür darin, dass viele Gebäude unter Denkmalschutz stehen oder zumindest denkmalwürdig sind. Ein Großteil der Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft sind aufgrund ihres Alters oder der zu geringen Dachfläche nicht für geeignet befunden worden.

Es ist möglich, dass sich dieser Trend in anderen Städten wiederholt, da hier oft ähnliche Strukturen in Bezug auf die genannten Gebäude zu finden sind.

Neben diesen netzgekoppelten Photovoltaikanlagen in Neustadt an der Weinstraße müssten auch hier für eine erfolgreiche Umsetzung der Solarstadt diverse öffentlichkeitswirksame Maßnahmen durchgeführt werden. Besonders die touristischen Anziehungspunkte wie das Hambacher Schloss oder die Innenstadt Neustadts sind hierfür ideale Orte.

Ein wichtiger Aspekt ist es, den Gedanken der Solarstadt in das Bild der Stadt zu integrieren. In Neustadt an der Weinstraße sollte daher versucht werden, so viele Bezugspunkte wie möglich zwischen dem Weinbau und der Photovoltaik zu finden. So könnten Photovoltaikanlagen gebaut werden, welche die Form einer Weinrebe haben.

Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden verschiedene Szenarien eines Solarstadtkonzeptes durchgerechnet. Es wurden in den ersten drei Szenarien jeweils vier verschiedene Varianten berechnet. Dabei sind jeweils Rechnungen mit zwei unterschiedlichen Anlagenpreisen und zwei verschiedenen Einspeiseleistungen untersucht worden.

Die Berechnungen haben ergeben, dass die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Szenarien sehr stark von den Preisen für die einzelnen Photovoltaikanlagen abhängen. Die zukünftige ökonomische Entwicklung von Photovoltaikanlagen wird daher stark von der Preisentwicklung der Anlagen abhängen. Daneben hat sich gezeigt, dass es wirtschaftlich am besten ist, möglichst zeitnah viele Anlagen zu bauen.

In einem weiteren Szenario wurden die Kosten für diverse öffentlichkeitswirksame Maßnahmen einbezogen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dieses Szenarios hat gezeigt, dass es möglich ist, die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen durch die Gewinne der netzgekoppelten Photovoltaikanlagen des Solarstadtkonzeptes mitzufinanzieren.

Das letzte Szenario im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat ergeben, dass es weitere hohe Potenziale in Neustadt an der Weinstraße gibt. Auch diese sollten in das Solarstadtkonzept einbezogen werden, damit dieses der Stadt ökologische und ökonomische Erfolge bringt. Die Folgende Tabelle gibt noch einmal einen Überblick

über die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse mit dem jeweiligen Gewinn/Verlust und dem Kapitalwert bei einem Abzinsungsfaktor von 6 %.

Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert 6%
1a (niedrige Leistung, hoher Preis)	-160.059,85	-72.965,26
1b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	240.206,17	126.579,83
1c (hohe Leistung, hoher Preis)	21.803,83	14.446,07
1d (hohe Leistung, niedriger Preis)	358.644,86	191.314,81
Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert 6%
2a (niedrige Leistung, hoher Preis)	-99.501,56	-48.049,04
2b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	16.878,25	7.484,92
2c (hohe Leistung, hoher Preis)	-70.305,11	-33.315,40
2d (hohe Leistung, niedriger Preis)	79.037,76	39.516,43
Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert 6%
3a (niedrige Leistung, hoher Preis)	79.944,41	36.581,95
3b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	355.849,94	184.709,00
3c (hohe Leistung, hoher Preis)	206.245,45	103.694,93
3d (hohe Leistung, niedriger Preis)	469.050,78	2.056.702,93
Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert 6%
4b (niedrige Leistung, niedriger Preis)	319.828,19	-4.865,41
4c (hohe Leistung, hoher Preis)	134.147,07	-104.866,61
4d (hohe Leistung, niedriger Preis)	438.267,48	59.869,57
Szenario	Kumulierter Gewinn/Verlust	Kapitalwert 6%
5 (mittlere Leistung, niedriger Preis)	91.344,67	-32,86746

2. Handlungsempfehlung

Was bedeuten diese Ergebnisse nun für die Umsetzung der „Solarstadt Neustadt“? Neustadt bietet ideale Bedingungen für eine Solarstadt, jedoch sind viele kleine Schritte notwendig, um dies auch umzusetzen. Erster Schritt sollte sein, dass sich alle Akteure der zukünftigen Solarstadt an einen Tisch setzen und die weiteren Schritte planen. Diese Personen sind in erster Linie Mitglieder der Stadtverwaltung, der Wirtschaftsförderungsgesellschaft, der Wohnungsbaugesellschaft und des Agenda 21 Kreises. Die Akteure sollten dann, wie bereits erwähnt, so schnell wie möglich mit dem Bau der Photovoltaikanlagen beginnen und wann und wo immer es möglich ist, weitere Anlagen folgen lassen. Je eher diese gebaut werden, desto schneller lassen sich Erträge erwirtschaften. Die Planer der Solarstadt sollten sich besser auf die relativ sichere Einspeisevergütung als auf Preissenkungen verlassen und die hohe Einspeisvergütung der nächsten Jahre ausnutzen.

Wie erwähnt empfiehlt es sich, eine Betreibergesellschaft zu gründen, die für die Planung und Finanzierung der Photovoltaikanlagen zuständig ist. Daneben scheint der Aufbau eines Solarvereins eine gute Basis zu sein, um die Kommunikation zwischen Stadt, Betreibergesellschaft und den Neustädter Bürgern zu sichern. Der Verein kann sich mit finanzieller Unterstützung durch die Betreibergesellschaft um die öffentliche Umsetzung des Solarstadtkonzeptes kümmern. Eine Art Geschäftsstelle des Solarvereins sollte in Innenstadtnähe angedacht werden, um stets einen Anlaufpunkt für interessierte Bürger und Touristen zu haben. Hier könnte gleichzeitig eine Beratungsstelle zum Einsatz von alternativen Energien im Eigenheim entstehen.

Zur Finanzierung des Solarstadtkonzeptes lassen sich verschiedene Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau ausnutzen. Zusätzlich sollten die Förderungen der BAFA für die jeweiligen Anlagen auf Schulen genutzt werden.

Es sind die meisten der in Kapitel III6 vorgestellten Finanzierungsmöglichkeiten denkbar. So können die Anlagen, wie auch schon Teile der Zwei- Megawatt-Freiflächenanlage in Neustadt über Bürgerbeteiligungen finanziert werden, oder es findet sich ein Contractor, an den die vorgestellten Dächern für die Nutzung von Photovoltaik verpachtet werden. Die Realisierung des Konzeptes über Contractingmodelle wäre zudem eine sehr einfache und schnell realisierbare Vorgehensweise. In diesem Fall würden die in Frage kommenden Dächer an einen Contractor verpachtet. Es würden somit regelmäßige Erträge durch die Verpachtung der Dachflächen anfallen, ohne dass sich die Planer der Solarstadt mit der Finanzierung, dem Bau und der Wartung der Anlagen beschäftigen müssten. Ebenso wäre die Pacht unabhängig von Preis- oder Einstrahlungsschwankungen.

Des Weiteren sollte versucht werden, so viele Sponsoren wie möglich für das Konzept zu gewinnen. Dies können Solarfirmen sein, aber auch Firmen oder Weinbauern der Region. Die verschiedenen Anlaufstellen der Solarstadt werden hoch frequentiert sein und somit optimale Positionen für Werbemaßnahmen bilden.

Zusätzlich können verschiedene Handlungsempfehlungen für den konkreten Bau der Anlagen gegeben werden.

Zunächst sollte stets die in Neustadt sehr stark vorhandene Begrünung im Auge behalten werden, damit keine Verschattungen entstehen. Des Weiteren sollte in

Betracht gezogen werden, den Auftrag für den Bau der Anlagen über eine Ausschreibung zu vergeben. Interessant wäre es jedoch auch, den Bau der Anlagen an regionale Anlagenbauern zu übergeben, um auch hier einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung zu leisten.

Daneben ist es wichtig, für die Auswahl der Anlagenkomponenten darauf zu achten, dass diese miteinander kompatibel sind. Das heißt, gerade die Wechselrichter sollten so aufeinander abgestimmt sein, dass eine gemeinsame Übertragung der Daten auf Informationstafeln der Stadt möglich ist.

Wenn also in den kommenden Jahren der Aufbau der Solarstadt nachhaltig vorangetrieben wird und alle Akteure an einem Strang ziehen, kann Neustadt bald eine erfolgreiche Solarstadt werden und aus der Kraft der Sonne nicht mehr nur hohe Erträge im Weinbau, sondern auch im Bereich der Photovoltaik erzielen. Wenn alle wichtigen Faktoren beachtet werden, könnte die Startseite der Homepage der Solarbundesliga schon bald wie in Abbildung 36 aussehen.



der Solarthemen und der Deutschen Umwelthilfe e.V.

Saison 2004 / 2005

Stand: 6. Februar 2005

Zahlen, Daten, Fakten - Herbstmeisterschaft in der Solarbundesliga

[Die Liga](#)

[Mitmachen](#)

[Informieren](#)

Solarbundesliga 2004/2005

Platz	Punkte	Ort	Einwohner	Solarthermie in gWh/E	Photovoltaik in kWh/E	Bundesland
1	268	Rettenbach am Auerberg	748	0,4891	660,227	Bayern
2	220	Kastl	2630	0,4489	523,832	Bayern
3	192	Wildsteig	1242	0,5104	421,473	Bayern
4	184	Schalkham	914	1,2042	190,700	Bayern
5	174	Rade	182	0,0165	516,484	Sachsen-Anhalt
6	169	Volkenschwand	1617	0,3716	395,795	Bayern
7	137	Feichten a.d.Alz	1170	0,5343	251,282	Bayern
8	137	Wildpoldsried	2501	0,2162	346,026	Bayern
9	132	Halsbach	969	0,4268	267,629	Bayern
10	120	Aham (Ldkr.Landshut)	1945	0,3426	257,563	Bayern

zur Gesamtwertung mit allen Daten

Solarbundesliga ab 100.000 Einwohnern

Ort	Punkte
1. Freiburg	12
2. Ulm	9
3. Fürth	8
4. Erlangen	7
5. Saarbrücken	6

Solarbundesliga ab 10.000 Einwohnern

Ort	Punkte
1. Neustadt / Weinstraße	99
2. Quierschied	90
3. Tauberbischofsheim	44
4. Neckarsulm	42
5. Vilsbiburg	32

Solarbundesliga ab 1.000 Einwohnern

Ort	Punkte
1. Kastl	220
2. Wildsteig	192
3. Volkenschwand	169
4. Feichten a.d.Alz	137
5. Wildpoldsried	137

Solarortsteilliga zur Gesamtwertung

Ort	Punkte
1. Berolzheim (Bad Windsheim)	715
2. Zweifelshaus (Herzogenaurach)	648
3. Götterborn (Quierschied)	600
4. Dimbach (Volkach)	594
5. Lehenbuch (Schopfloch)	577

Sponsor



zur Fankurve

Neue Regel: Jetzt zählen auch Schwimmbadabsorber

Rettenbach ist Meister 2003/2004

Fotos der Meisterfeier 2004

Endstand der Saison 2003/2004 als Kartendarstellung

Alle Endstände seit 2001 finden Sie in unserem [Liga-Archiv](#).



Abbildung 36: Internetseite der Solarbundesliga
 Quelle: www.solarbundesliga.de; eigene Darstellung

3. *Fazit*

In Zukunft wird es immer mehr Städte geben, die sich im Bereich der alternativen Energien engagieren. Der Begriff der Solarstadt wird also in der kommenden Zeit immer häufiger auftauchen. Grundsätzlich ist dies mit Sicherheit eine positive Entwicklung. Es sollten dabei jedoch gewisse Eigenschaften festgelegt werden, die eine Solarstadt erfüllen muss. Dies könnte durch Richtlinien geschehen, welche die Städte erfüllen müssen, um sich „Solarstadt“ nennen zu dürfen. Es sollte sich dabei um Richtlinien handeln, die eine gewisse Mindestmenge an zu installierenden photovoltaischen oder solarthermischen Anlagen bestimmen und gleichzeitig eine öffentlichkeitswirksame Umsetzung des Konzeptes vorgeben. Es sollte also immer im Auge gehalten werden, dass Solarstädte als Vorbilder für ihre Bürger und andere Städte dienen sollen.

Wenn die Idee der Solarstadt konsequent umgesetzt wird, kann dies zu einer erheblichen Wertschöpfung der Städte oder Region führen. Auf der einen Seite werden durch den Anlagenbau Arbeitsplätze geschaffen und der Tourismus gefördert. Auf der anderen Seite gelangt die Stromversorgung wieder mehr in die Hände der kommunalen Energieversorger, was ebenfalls positive Effekte für die regionale Wertschöpfung haben kann.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die Photovoltaik ein wesentlicher Bestandteil unserer zukünftigen Energieversorgung sein wird. Gerade die Lücke, die durch den bevorstehenden Atomausstieg im Bereich der Stromversorgung entstehen wird, kann die Photovoltaik zusammen mit einem Mix aus anderen alternativen Energieträgern schließen. Die Photovoltaik ist also eine Technologie, die in Zukunft eine zunehmend größere Rolle spielen wird.

Wie der Boom am Photovoltaikmarkt im Jahr 2004 zeigt, geht die Rechnung der Bundesregierung in Bezug auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz auf. Das Interesse an alternativen Energieträgern ist stark angestiegen. Das ging so weit, dass 2004 auf dem deutschen Markt keine Photovoltaikanlagen mehr zu kaufen waren, da die Hersteller nicht mit einer so hohen Nachfrage gerechnet hatten. Dies hatte zunächst einen negativen Einfluss auf die Preisentwicklung am Photovoltaikmarkt, da die Nachfrage höher war als das Angebot. Da die Photovoltaikhersteller jedoch von nun an auf eine erhöhte Nachfrage vorbereitet sind, ist in Zukunft mit Kostendegressionseffekten durch die Massenproduktion der Anlagen zu rechnen. Parallel dazu werden sich Photovoltaikanlagen auch technologisch weiterentwickeln. Die Anlagen werden somit kostengünstiger und effizienter.

Die im Rahmen dieses Konzeptes vorgestellten Potenziale für den Einsatz von Photovoltaik in Neustadt an der Weinstraße stellen nur den Anfang für den Weg zur „Solarstadt Neustadt“ dar. Die aufgezeigten Maßnahmen müssen also durch weitere ergänzt werden. Dazu ist es wichtig, dass alle Akteure der Solarstadt an einem Strang ziehen und sich gemeinsam für die Entwicklung der Solarstadt einsetzen. Eine nähere Betrachtung hat nur für die Gebäude der Stadt, des Landes und der Wohnungsbaugesellschaft stattgefunden. Die gesamten Potenziale auf privaten Gebäuden in Neustadt wurden bisher nicht untersucht. Zudem sind viele der Häuser aufgrund ihrer Größe nicht näher betrachtet worden. Auch stehen diverse Gebäude unter Denkmalschutz und wurden deshalb nicht weiter untersucht. Gebäude unter Denkmalschutz sollten jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden, denn es gibt

mittlerweile diverse Möglichkeiten, um Photovoltaik dezent am Gebäude anzubringen, wenn gewünscht wird, dass diese kaum zu sehen sind. Gerade auch der Aspekt, dass die Kombination von Neu und Alt ein Ausdruck fortschrittlichen Denkens sein kann, sollte unbedingt einbezogen werden.

Es zeigt sich also, dass mit der Untersuchung der genannten Gebäude ein erster Schritt in Richtung Solarstadt gegangen wurde, aber noch viele weitere Potenziale offen stehen.

Des Weiteren sollte sich ein Solarstadt-Konzept nicht nur auf den Bereich der Photovoltaik konzentrieren. Gerade wenn es um die Mitwirkung der Bürger geht, so kann das Augenmerk zusätzlich auf den Bereich der solarthermischen Anlagen gerichtet werden. Aber auch der solare Städtebau sollte bei der zukünftigen Stadtplanung eine wichtige Rolle spielen. Eine Ausrichtung der Dächer in Richtung Süden oder eine genaue Planung der Begrünung rund um die Gebäude sollte in Zukunft wichtiger Bestandteil der Stadt- und Bauplanung sein. Es besteht auch die Möglichkeit, dass regionale Förderprogramme für den Solaranlagenbau in Neustadt an der Weinstraße geschaffen werden.

Wenn alle diese Faktoren beachtet werden, so kann die „Solarstadt Neustadt“ bald zum Vorbild für andere Städte werden und einen Beitrag zum Erfolg des Solarstadt-Konzeptes in Deutschland leisten.

Literaturverzeichnis

BÜCHER

- Lüling, Claudia*: Baumaterial Photovoltaik, in: Lüling Claudia (Hrsg.): Architektur unter Strom, Photovoltaik gestalten, Berlin: Institut für Städtebau und Architektur an der TU Berlin, 2000, S.31-41
- Kleemann, Manfred/ Meliß Michael*: Regenerative Energiequellen, 2. neu bearbeitete Auflage, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1993
- Rindelhardt, Udo*: Begriffe der Versorgungswirtschaft, Heft 4: Photovoltaik, Frankfurt: Verband der Versorgungswirtschaft, 2000
- Bundesministerium für Forschung und Technologie*: Photovoltaische Energieversorgung für Geräte im kleinen und mittleren Leistungsbereich, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 1991
- Bundesministerium für Forschung und Technologie*: Photovoltaische Energieversorgung von Inseln, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 1991
- Fisch, Norbert; Möws, Bruno; Zieger, Jürgen*: Solarstadt, Konzepte – Technologien – Projekte, Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer, 2001
- Lauterbach, Friedrich*: Solarstromanlagen zur Netzeinspeisung, Planung – Montage – Betrieb, 2. aktualisierte Auflage, Berlin: Huss Medien GmbH, 2002
- Nieschlag, Robert; Dichtl, Erwin; Hörschgen, Hans*: Marketing, achtzehnte durchgesehene Auflage, Berlin: Duncker & Humblot, 1997
- Bemann, Ulrich; Schädlich, Sylvia (Hrsg.)*: Contracting Handbuch 2003, Energiekosten einsparen: Strategien – Umsetzung – Praxisbeispiele, Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst, 2002
- Bemann, Ulrich; Schädlich, Sylvia (Hrsg.)*: Contracting Handbuch 2002, Energiekosten einsparen: Strategien – Umsetzung – Praxisbeispiele, Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst, 2001
- The European Renewable Energy Association*: Financing Renewable Energies, Window for New Opportunities, Bochum: Eurosolar-Verlag, 1999
- Duscha, Markus; Hertle, Hans (Hrsg.)*: Energiemanagement für öffentliche Gebäude, Organisation, Umsetzung und Finanzierung, zweite überarbeitete Auflage, Heidelberg: C.F. Müller Verlag, 1999
- Bine Informationsdienst*: Photovoltaik, Ein Leitfaden für Anwender, vierte völlig überarbeitete Auflage, Köln: TÜV-Verlag, 2000

- Kellermann, Daniel:* Ratgeber Photovoltaik-Beteiligungen, zweite Auflage, Nürnberg: Green Value, 2004
- Schmidt, Jürgen(Hrsg.):* Photovoltaik, Strom aus der Sonne, Heidelberg: C.F. Müller Verlag, 1999
- Hagemann, Ingo B.:* Gebäudeintegrierte Photovoltaik, Architektonische Integration der Photovoltaik in die Gebäudehülle, erste Auflage, Köln: Rudolf Müller GmbH&Co.KG, 2002
- Rexroth, Susanne (Hrsg.):* Gestalten mit Solarzellen, Photovoltaik in der Gebäudehülle, erste Auflage, Heidelberg: C.F. Müller Verlag, 2002
- Ladener, Heinz:* Solare Stromversorgung, Grundlagen- Planung- Anwendung, erste Auflage, Staufen: Ökobuch Verlag, 1995
- Körner, Wolf; Toggweiler, Peter; Haller, Andreas et al.:* Photovoltaikschulung, Band 2: Solarstrom aus Fassaden, erste Auflage, Frankfurt am Main: Solar Spectrum, VWEW Energieverlag GmbH, Reihe. Energie aus der Sonne 2002
- 6th European Conference Solar Energy in Architecture and Urban Planning: The City – A Solar Power Station,* Bonn: Eurosolar, 2001
- DUDEN (5), Das Fremdwörterbuch: 7.,* neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Mannheim: Dudenverlag , 2001
- Braunmühl, Wilhelm von(Hrsg.):* Handbuch Contracting, Chancen durch Contracting, Entwicklung des Energiemarkts mit Contracting, Optimierung durch Planung, Technik und Organisation, Contracting in der Praxis, Vertragswesen, Finanzierung, Risikomanagement, 2., völlig neu bearbeitete Auflage, Düsseldorf : Krammer Verlag, 2000
- Hermanns, Arnold:* Sponsoring, Grundlagen, Wirkungen, Management, Perspektiven, 2., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, München: Vahlen-Verlag, 1997
- Lalivé d'Épinay, Annick; Körner, Wolf et al.:* Photovoltaik Schulung, Band 2, Solarstrom aus Fassaden, erste Auflage, Frankfurt: VWEW Energieverlag GmbH, 2002
- Haas R., Berger L., Kranzel M.:* Strategien zur weiteren Forcierung Erneuerbarer Energieträger in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des EU-Weissbuches für erneuerbare Energien und der Campaign für Take-Off, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, TU Wien, Wien: 2001
- Faulstich, Werner:* Grundwissen Öffentlichkeitsarbeit, erste Auflage, München: Fink-Verlag, 2001

Däumler, Klaus-Dieter: Grundlagen der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung, 11. Auflage, Herne, Berlin: Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, 2000

Wöhe, Günther: Einführung in die Allgemeines Betriebswirtschaftslehre, München: 2000

Walther, Anne: Investitionsrechnung, erste Auflage, WRW Service-Reihe, Köln: WRW Verlag, 1999

BROSCHÜREN

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit (Hrsg.): Contracting – Leitfaden für öffentliche Liegenschaften, Frankfurt: Hassmüller KG, 1998

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Photovoltaikanlagen, Darmstadt:

Kallen, Carlo; Rösler, Cornelia:: Öffentlichkeitsarbeit im kommunalen Umweltschutz, Beispiele zu den Handlungsfeldern Energie und Wasser, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin: 1998

Viessmann: Photovoltaik, Strom aus der Sonne

WESTFATEC, Kompetenz in Umwelttechnik: Sonnenkollektoren, WESTFA Vertriebs- und Verwaltungs- GmbH

European Commission: Solar ElectriCity Guide, Spain: Institut Cerdà, 2001

World Bank: The Case for Solar Energy Investments, Technical Paper No. 279, Energy Series, Washington, D.C., 1995

Kellermann, Daniel; Pelikan, Edmund: Markt Report Photovoltaikbeteiligungen, Landshut: Edmund Pelikan Kompetenz GmbH & Ko. KG.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien und Nachhaltige Entwicklung, Natürliche Ressourcen – umweltgerechte Energieversorgung, Berlin: BMU, 2002

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien, Innovation für die Zukunft, Berlin: BMU, 2004

Wirtschaftsministerium Baden Württemberg: Solarfibel, Städtebauliche Maßnahmen, Solare und energietechnische Wirkungszusammenhänge und Anforderungen, Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden Württemberg, 2002

Stadt Freiburg (Hrsg.): Umweltpolitik in Freiburg, Auf dem Weg in eine zukunftsfähige Stadt, Freiburg: 2001

IFE Projekt- und Beteiligungsmanagement GmbH & Co. KG: Beteiligungsangebot SolarKraftWerkSirius, Oldenburg, 2004

FACHZEITSCHRIFTEN

Photon: Das Solarstrommagazin, Aachen: Solarverlag GmbH, Jhg. 2001-2005

Haus & Energie: Aachen: Solarverlag GmbH, Jhg. 2004

Neue Energie: Das Magazin für erneuerbare Energien, Osnabrück: Bundesverband Windenergie e.V., Jhg. 2002-2004

Solarzeitalter: Politik und Ökonomie „Erneuerbare Energie“, Bonn: Eurosolar e.V., Jhg. 2002-2004

Baumeister: Zeitschrift für Architektur, Lindau: Callwey Verlag, Jhg. 1999-2004

Werk, Bauen und Wohnen: Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Zürich: Verlag Werk AG, Jhg. 1999

Detail: Zeitschrift für Architektur und Baudetail, München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, Jhg. 1999

INTERNETADRESSEN

Solarserver: www.solarserver.de

Dr. Everding, D., Solare Städte,

URL: www.solarserver.de/solarmagazin/artikelnovember2001.html [13.05.2004]

Photovoltaik für alle,

URL: www.solarserver.de/solarmagazin/artikelmai2002.html [14. Oktober 2004]

Solarfonds zur Finanzierung großer Solarprojekte,

URL: www.solarserver.de/solarmagazin/index.html [14. Oktober 2004]

S.A.G Solarstrom A.G.,

URL: www.solarserver.de/solarmagazin/news2001m05.html#news139 [13.10.2004]

Homepage Solarcity: www.solarcity.org

Solarstadt Programm,

URL: www.solarcity.org/solarcity/postglobalization.htm [13.05.2004]

Homepage der Solarregion Freiburg: www.solarregion.freiburg.de

Motivation eine Solarstadt zu werden,

URL: www.solarregion.freiburg.de/tourismus/frameset.htm [18.07.2004]

Initiative der Solarregion,

URL: www.solarregion.freiburg.de/solarregion/frameset.htm [03.08.2004]

Hauptbahnhof Freiburg,

URL: www.solarregion.freiburg.de/galerie/frameset.htm [03.08.2004]

Hauptbahnhof und weitere Projekte,

URL: www.solarregion.freiburg.de/projekte/frameset.htm [03.08.2004]

Homepage VAG Freiburg: www.vag-freiburg.de

Wegweiser durch das solare Freiburg,

URL: http://news.vag-freiburg.de/presse_news_details.php?news_id=15614
[05.08.2004]

Solarplan der Solarstadt Freiburg,

URL: www.vag-freiburg.de/fahrplanservice/downloads/plaene/solarplan.pdf
[05.08.2004]

Homepage Solarstadt Alzenau: www.solarstadt.de

Eine Stadt im Grünen,

URL: www.alzenau.de/source/Gaeste_Besucher/prospekte/prospekt-solarstadt.pdf
[05.08.2004]

Solarverein der Solarstadt Alzenau,

URL: www.solarstadt.de/Solarverein.htm [05.08.2004]

Informationen zur Solarstadt Alzenau,

URL: www.solarstadt.de/Information.htm [05.08.2004]

Bushaltestelle mit integrierten Photovoltaikzellen

URL: www.solarstadt.de/pages/bushalte.htm [15.06.04]

Bushaltestelle mit Photovoltaikzellen zum Brunnenbetrieb

URL: www.solarstadt.de/pages/brunnen.htm [15.06.04]

Homepage Media Frankfurt: www.media-frankfurt.de

Werbefel,

URL: www.media-frankfurt.de/de/advertising_surfaces/products/ [05.08.2004]

Eurosolar Leitfaden: www.regiosolar.de

Erneuerung von Städten und Gemeinden durch erneuerbare Energien,

URL: www.regiosolar.de/download/Beitraege_PDF/ES-Leitfaden_StaedteGemeind.pdf [07.09.2004]

Homepage Viatherme: www.viatherme.de

Aufbau einer Solaranlage,

URL: www.viatherme.de/aufbau_solaranlage.htm#Solarspeicher [21.12.2004]

Homepage Energy Net: www.energynet.de

Polykristalline Solarzelle,

URL: www.energynet.de/Solarenergie/Solarstrom/solarstrom.html

Homepage Energy Consult: www.enec.de

Energieertrag einer Solaranlage in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigung,

URL: www.enec.de/html/body_photovoltaik.html [05.08.2004]

Homepage Viessmann Werke GmbH: www.viessmann.de

Übersicht Photovoltaikfördermöglichkeiten,

URL: [www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/AttachmentsByTitle/ppr-vitovolt.pdf/\\$FILE/ppr-vitovolt.pdf](http://www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/AttachmentsByTitle/ppr-vitovolt.pdf/$FILE/ppr-vitovolt.pdf) [13.08.2004]

Photovoltaik Förderung,

URL: www.viessmann.de/web/germany/de_publish.nsf/Content/Photovoltaik-Finanzierung [20.August 2004]

Homepage NetInform Wissensmanagement: www.netinform.de

Gesetz für den Vorrang der erneuerbaren Energien (EEG),

URL:

www.netinform.de/KE/files/pdf/040709%20EEG_Novelle_unverbindlicheVersion.pdf [01.02.2005]

Homepage der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): www.kfw-foerderbank.de

Pressemitteilung; Drei neue Förderprogramme ab 2005,

URL: www.kfw.de/de/presse/view_pm.asp?lang=1&pm_id=1345 [19.01.2005]

Infrastrukturprogramm,

URL: www.kfw-foerderbank.de/DE/Infrastruktur/Inhalt.jsp [10.10.2004]

CO₂-Minderungsprogramm,

URL: [www.kfw-](http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Bauen%20Wohnen%20Energiesparen/DieProgram13/CO2-Minder14/Inhalt.jsp)

[foerderbank.de/DE/Bauen%20Wohnen%20Energiesparen/DieProgram13/CO2-Minder14/Inhalt.jsp](http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Bauen%20Wohnen%20Energiesparen/DieProgram13/CO2-Minder14/Inhalt.jsp) [10.10.2004]

Beratungsangebot

URL: www.kfw-foerderbank.de/DE/Beratung/Beratungau.jsp [14.10.2004]

Homepage Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): www.bafa.de

Marktanreizprogramm,

URL: www.bafa.de/1/de/aufgaben/energie.htm [20.08.2004]

Homepage Econtract GmbH: www.econtract-gmbh.de

Solarsiedlung Tannenbusch,

URL: www.econtract-gmbh.de/tannenbusch.html [14.10.2004]

Homepage der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:

www.stadtentwicklung.berlin.de

Solardachbörse,

URL: www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/solardachboerse/ [15.6.2004]

Homepage Solarintegration,

Informationsdienst für Solares Gestalten und Bauen: www.solarintegration.de

Sonnenschutzanlagen,

URL: www.solarintegration.de/index.php?id=297 [12.07.2004]

ADAC Bürogebäude,

URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=21 [12.10.2004]

Gutshof Wietow,

URL: www.solarintegration.de/index.php?id=227&projekt_id=20 [12.10.2004]

Homepage Ökonomie - Baubiologie und Umweltschutztechnik:

www.oekonomie.de

Netzgekoppelte Photovoltaikanlage,

URL: http://www.oekonomie.de/photo/netzgekoppelte_pv_anlage.html [12.10.2004]

Homepage der Fachhochschule Bochum: www.fh-bochum.de

Online-Architekturführer der IBA Emscher Park,
URL: www.fh-bochum.de/fb1/af-iba/ [13.10.2004]

Homepage ArchINFORM - Internationale Architektur Datenbank: www.archinform.net

Militärflughafen Sion,
URL: <http://deu.archinform.net/projekte/8300.htm?ID=VRvEHXrzWWO0goHt>
[13.10.2004]

Homepage der Stadt Neustadt an der Weinstraße: www.neustadt-weinstrasse.de,
www.neustadt.pfalz.com

Fotogalerie,
URL: www.fotogalerie-neustadt.de [15.10.04]
Das Hambacher Schloss,
URL: www.neustadt.pfalz.com/jsindex.htm [12.07.2004]

Homepage Sunpage – Gilbert Wyrsh: www.sunpage.ch

Preise für einen Internetauftritt (Webdesign u.ä.),
URL: www.sunpage.ch/firma/preise.htm [21.01.2005]

Homepage Photon: www.photon.de

Panorama,
URL: http://www.photon.de/news/news_panorama_03-09_nachfuersystem.htm
[15.02.2005]
News 1.11.2004,
URL: www.photon.de/news/ [01.02.2005]

Homepage Orgatech GmbH: www.orgatech-rs.de

Schaukästen,
URL: www.orgatech-rs.de/schaukaesten.html [15.02.2005]

Homepage Solare Beleuchtung – eco lights: www.ecolights.at

Solare Straßenlampen,
URL: <http://www.ecolights.at/seiten/solartechnik-ecolights.html> [15.02.2005]

Homepage der Universität Graz:

Bewertung von Entwicklungsmöglichkeiten einer Region,
URL: <http://erzherzogjohann.uni-graz.at/filippina/Fragebogen.pdf> [13.07.2004]

Homepage Solarkampagne Schwalm-Eder-Kreis:

Schnurr, Dirk: Regionales Solarkampagne im Schwalm- Eder- Kreis,
URL: www.regiosolar.de/download/Beitraege_PDF/schnurr.pdf [13.07.2004]

Homepage Conrad Winkler:

Querschnitt einer Photovoltaikzelle,
URL: www.conrad-winkler.de/photo.html [18.08.2004]

Homepage Welt der Sonnenenergie:

Aufbau einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage,

URL: www.sonnenenergiewelt.de/images/netz_pho.gif [13.08.2004]

Homepage Iliotec:

Kurzinformation Photovoltaik,

URL: www.iliotec.de/auctores/scs/imc/fdInf_ID=12558d6Xfbecf0e65bXY7759/
[24.09.2004]

Homepage der Stadt Ilmenau:

Dachflächenkartierung,

URL: www.energieundumweltev-ilmenau.de/solar.htm [20.02.2005]

Homepage Solar Power Solutions: www.solarpowersolutions.nl [12.12.2004]

Homepage Beck Solartechnik: www.beck-solar.de [10.02.2005]

Homepage Schneider Displaytechnik: www.schneider-displaytechnik.de [07.12.2004]

Homepage Solarinformation: www.solarinfo.de [05.08.2004]

Homepage zum Gesetz der Erneuerbaren Energien: www.eeg-aktuell.de
[12.02.2005]

Homepage Solarstadt Gelsenkirchen: www.solarstadt-gelsenkirchen.de/ [07.09.2004]

Homepage Weser Ems Energie: www.weser-ems-energie.de [15.06.04]

Homepage Solarbundesliga: www.solarbundesliga.de [07.09.2004]

Homepage Freiburg: www.freiburg.de [03.08.2004]

SONSTIGE

Pick, Andreas: Öffentlichkeitsarbeit als begleitende Maßnahme zur Markterweiterung der Windenergie: Beschreibung einer regionalen Imagekampagne (Diplomarbeit), Birkenfeld: Umwelt-Campus 2000

Pösl, Julia: Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen durch Politik und Verwaltung in Neustadt an der Weinstraße auf dem Weg zu einer Solarstadt (Seminararbeit), Birkenfeld: Umwelt-Campus 2004

Marx, K.: Untere Denkmalschutzbehörde Neustadt an der Weinstraße, 11.07.2004

Teichl, Günter.: Photovoltaikbeauftragter der Stadtwerke Neustadt, E-Mail vom 22.10.2004

Blar, Christian: Stadtbau- und Planungsamt Neustadt, E-Mail vom 29.10.2004

Middendorf, Clemens: Landesbaubehörde Landau, Gespräch vom 16.06.2004

Zanger, Ute: Unternehmenskommunikation EUROPA-PARK, E-Mail vom 23.08.2004

Rumpf, Odo: Kosten Solarglobus, E-Mail vom 24.01.2005

Kormann, Stephan: Kosten Sonnensegel, E-Mail vom 19.01.2005

Anhang I

Ansprechpartner Neustadt an der Weinstraße	Seite 117
Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft	Seite 118
Gebäude der Stadt	Seite 124
Gebäude des Landes	Seite 128
Investitionskosten der Szenarien	Seite 129
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 1	Seite 131
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 2	Seite 135
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 3	Seite 139
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 4	Seite 143
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 5	Seite 146
Beispielhaftes Begehungsdatenblatt	Seite 147
Überblick Begehungsdatenblätter	Seite 149

Anhang II

Bearbeitete Begehungsdatenblätter	
-----------------------------------	--

Ansprechpartner Neustadt an der Weinstraße

Name	Firma/Adresse	Telefon
Thomas Hammann	Wirtschaftsförderungsgesellschaft Marktplatz 1 67433 Neustadt an der Weinstraße	06321/855342
Wolfgang Müller	S-I-Z Solaranlagen Prinz-Rupprecht-Straße 15 67146 Deidesheim	06326/962990
Frau Wolf-Matzenbach	Stadtbau und Planungsamt Rathausplatz 1 67433 Neustadt	06321/ 855310
Frank Stradinger	Liegenschaftsamt Marktplatz 1 67429 Neustadt an der Weinstraße	06321/855239
Volker Weis	Wohnungsbaugesellschaft Konrad-Adenauer-Strasse 47 67433 Neustadt	06321/899635
Herr Weber	Stadtwerke (Energieberatung) Schlachthofstraße 60 67433 Neustadt an der Weinstraße	06321/402-235
Herr Treichel	Stadtwerke (PV-Beauftragter) Schlachthofstraße 60 67433 Neustadt an der Weinstraße	06321/402-450
Clemens Middendorf	LBB Landau Reiterstraße 16 Landau	06341/912238
Karn	Denkmalpflegeamt Mainz	06131/2016220
Herrn Marx	Untere Denkmalschutzbehörde Neustadt an der Weinstraße	06321/8550
Wolf Hoffmann	Agenda 21 Neustadt an der Weinstraße	06321/34342
Herr Harre	Schott Solar	06023/911500

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 1

Strasse	Bemerkung kWk(keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
1 Am Holzplatz 1+3+5	Geeignet, siehe Anhang	2000 san.	193	6,54 kWp
2 Lindenstrasse 2a	zu klein, mit PV belegt, Keine weitere Kartierung			0 kWp
3 Lindenstrasse 4	zu klein, mit PV belegt, Keine weitere Kartierung			0 kWp
4 Quellenstrasse 12	Renovierung, zu klein, kWk	30 Jahre		0 kWp
5 Rathausstrasse 1	Schöne Lage, evtl. Verschattung durch anderes Gebäude, steht unter Denkmalschutz			0 kWp
6 Rotkreuzstrasse 16	Keine Südfäche- Keine weitere Kartierung			0 kWp
7 Rotkreuzstrasse 18	Keine Südfäche- Keine weitere Kartierung			0 kWp
8 Rotkreuzstrasse 20	Keine Südfäche- Keine weitere Kartierung			0 kWp
9 Rotkreuzstrasse 23	zu alt/veher zu klein wegen Schornsteinen	40 Jahre		0 kWp
10 Sauterstrasse 1	Keine ausreichenden zusammenhängenden Flächen			0 kWp
11 Sauterstrasse 45	Geeignet, siehe Anhang	2000 san.	114	3,8 kWp
12 Tahlmühlenstrasse 15+17	zu klein, zu alt	40 Jahre	220	0 kWp
13 Talstrasse 75/75a	Verschattet - leicht baufällig - kWk			0 kWp
14 Ursinusstrasse 11+13+15+17	Sehr verwinkeltes Dach mit verschiedenen Ausrichtungen, Verschattung, kWk			0 kWp
15 Ursinusstrasse 21+23+25	Keine Südfäche- Keine weitere Kartierung			0 kWp
16 Ursinusstrasse 8+10+12	Keine Südfäche- Keine weitere Kartierung			0 kWp
17 Seilerbahn 12	Gebäude im Grundriss 10x8 Meter, keine weitere Kartierung			0 kWp
18 Schlachthofstrasse 52a	Ein Gebäude mit Spitalbach 11, zu alt, zu klein	45 Jahre	260	0 kWp

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 2

	Strasse	Bemerkung kWK(keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
19	Branchweilerhofstr. 40,42,44	Viele Fenster, zu klein, kWK			0 kWp
20	Branchweilerhofstr. 57,59	Fenster? Zu alt, zu klein, kWK	40 Jahre	320	0 kWp
21	Branchweilerhofstr. 61	zu klein, kWK			0 kWp
22	Branchweilerhofstr. 68,70,72,74	Gaiben,daher zu klein, kWK			0 kWp
23	Branchweilerhofstr. 86-86a	Branchweilerhof 86,86a,86b,88a,88b alle gleich	40 Jahre	380/110	11 kWp
24	Branchweilerhofstr. 86b-88	Fenster? Größe? Sanierung notwendig	40 Jahre	380/110	11 kWp
25	Branchweilerhofstr. 88a-88b	Sanierung durch PV??	40 Jahre	380/110	11 kWp
26	Spitalbachstrasse 1,3	Ausrichtung als Gerenzfall, aber viele Fenster, kWK			0 kWp
27	Spitalbachstrasse 5,7	Ausrichtung als Gerenzfall, aber viele Fenster, kWK			0 kWp
28	Spitalbachstrasse 11	Ein Gebäude mit Schlachthof 52a, zu klein, kWK	45 Jahre	260	0 kWp
29	Spitalbachstrasse 22	keine geeignete Ausrichtung/Neigung, kWK			0 kWp
30	Spitalbachstrasse 24-26	gewellte Dacheindeckung, nicht PV geeignet			0 kWp
31	Spitalbachstrasse 30,32,34	gewellte Dacheindeckung, nicht PV geeignet			0 kWp
32	Spitalbachstrasse 44-46	Sanierung nötig, dann PV geeignet	40 Jahre	400/118	11,8 kWp
33	Spitalbachstrasse 47,49,51	Dach zu klein, evtl. Fassadenanlage als Demonstration, Nr.51 Verschattet?			0 kWp
34	Spitalbachstrasse 53-55	Sanierung nötig, dann PV geeignet	40 Jahre	400/118	11,8 kWp
35	Spitalbachstrasse 48-50	Sanierung nötig, dann PV geeignet	40 Jahre	400/118	11,8 kWp
36	Spitalbachstrasse 52,54	Sanierung nötig, dann PV geeignet	40 Jahre	400/118	11,8 kWp
37	Spitalbachstrasse 56,58	Sanierung nötig, dann PV geeignet	40 Jahre	400/118	11,8 kWp
38	Spitalbachstrasse 57,59	Fenster, Schornsteine, kWK			0 kWp
39	Spitalbachstrasse 61,63,65	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
40	Spitalbachstrasse 67,69	Fenster, Schornsteine, kWK			0 kWp
41	Breslauerstrasse 2,4	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp
42	Breslauerstrasse 6,8	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK	45 Jahre	380	0 kWp
43	Breslauerstrasse 1,3	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp
44	Breslauerstrasse 5,7	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp
45	Breslauerstrasse 9,11	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp
46	Breslauerstrasse 10,12	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp
47	Breslauerstrasse 14,16	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK	45 Jahre	380	0 kWp
48	Breslauerstrasse 17,19	Fenster, Schornsteine, zu klein, zu alt: kWK			0 kWp

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 3

	Strasse	Bemerkung kWK(keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
49	Stettinerstrasse 2,4,6	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
50	Stettinerstrasse 8,10	Fenster? Zu alt? Zu wenig nutzbare Dachfläche, kWK	45 Jahre		0 kWp
51	Stettinerstrasse 12	zu klein, Verschattet, kWK			0 kWp
52	Stettinerstrasse 14,16,18	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
53	Stettinerstrasse 20,22,24	Schornsteine, Fenster, kWK			0 kWp
54	Stettinerstrasse 26,28,30	keine geeignete Ausrichtung, Schornsteine, kWK			0 kWp
55	Stettinerstrasse 13,15	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
56	Stettinerstrasse 17	Fenster, zu klein, kWK			0 kWp
57	Stettinerstrasse 19,21	viele Schornsteine, kWK			0 kWp
58	Industriestrasse 9,11	Geeignet, siehe Anhang	30 Jahre	128	12,8 kWp
59	Allensteinstrasse 3	zu klein, kWK			0 kWp
60	Allensteinstrasse 6,8	Gebäude verschieden hoch, verschatten sich gegenseitig, kWK			0 kWp
61	Allensteinstrasse 10,12,14	Gebäude verschieden hoch, verschatten sich gegenseitig, kWK			0 kWp
62	Allensteinstrasse 16,18	zusammen mit 20,22,24 -> Dachsanierung ab 2005	Schäden	135	4,49 kWp
63	Allensteinstrasse 20,22,24	zusammen mit 16,18 -> Dachsanierung ab 2005	Schäden	328	10,93 kWp
64	Allensteinstrasse 11	Ein Haus mit Nr. 13+15, aber nur Nr. 11 kartiert	Schäden	152	5,1 kWp
65	Allensteinstrasse 13,15	Ein Haus mit Nr. 11, keine Kartierung wegen Verschattung durch Dachaufgänge und Schornsteine			0 kWp
66	Allensteinstrasse 17,19	hohe Treppenhauseaufgänge, Sanierung ab 2005	Schäden	243	8,1 kWp
67	Neusatzstrasse 12,14	Viele Schornsteine, die auch bei Sanierung nicht entfernt werden, daher zu geringe Fläche, zu dem Verschattungsgefahr	Schäden	350	0 kWp
68	Neusatzstrasse 26,28	Viele Schornsteine, die auch bei Sanierung nicht entfernt werden, daher zu geringe Fläche, zu dem Verschattungsgefahr	Schäden	350	0 kWp
69	Neusatzstrasse 11-21	Dachsanierung ab 2005, sehr hohe Treppenhauseaufgänge schränken Potential ein	Schäden	198	6,8 kWp
70	Neusatzstrasse 23,25,27	Dachsanierung ab 2005, hohe Treppenhauseaufgänge	Schäden	300	10 kWp

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 4

	Strasse	Bemerkung <u>kwK(keine weitere Kartierung)</u>	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
71	Karlsbaderstrasse 2,4	keine geeignete Ausrichtung, kwK			0 kWp
72	Karlsbaderstrasse 6,8	keine geeignete Ausrichtung, kwK			0 kWp
73	Karlsbaderstrasse 10,12	keine geeignete Ausrichtung, kwK			0 kWp
74	Adolf-Kolping-Strasse 76,78,80	Ausrichtung, Schornsteine, kwK			0 kWp
	Kurt-Schumacher-Strasse 20,22,24,24a	Lage? Unterschiedliche Dachhöhe. Viele Schornsteine verringern Potential erheblich, Sanierung notwendig	Schäden	410	13,67 kWp
75	Kurt-Schumacher-Strasse 26,28	durch Gebäude verschattet, Lage?, seitliches Bild fehlt			0 kWp
76	Kurt-Schumacher-Strasse 30,32	verschattet durch Bäume, kwK			0 kWp
77	Kurt-Schumacher-Strasse 34,36	keine geeignete Ausrichtung, kwK			0 kWp
78					
79	Von-der-Tann-Strasse 23	Kaum Südfäche, keine weitere Kartierung			0 kWp
80	Friedrich-Ebert-Strasse 8,10,12	Fenster und Mansarden, kwK			0 kWp
81	Friedrich-Ebert-Strasse 4,6	Fenster und Mansarden, kwK			0 kWp
82	Niebelungenring 2,3,4	Renoviert, jedoch ohne Dach, leider schlechte Sicht auf das Dach, aber viele Schornsteine	40 Jahre	300	0 kWp
83	Am Kanppengraben 2,4,6	alle Gebäude durch naheliegendes Hochhaus verschattet	10 Jahre	350	0 kWp
84	Am Kanppengraben 8,10,12	alle Gebäude durch naheliegendes Hochhaus verschattet	10 Jahre	330	0 kWp
85	Am Kanppengraben 14,16,18	alle Gebäude durch naheliegendes Hochhaus verschattet	10 Jahre	350	0 kWp
86	Festplatzstrasse 13	viele Fenster, Belüftungsrohre und Hacken, keine Verschattung, zu klein	15 Jahre	240	0 kWp
87	Festplatzstrasse 15	ebenso	15 Jahre	240	0 kWp
88	Festplatzstrasse 17	zu klein, kwK			0 kWp
89	Hindenburgstrasse 57,59,61	Giebel und Balkon, daher Dach zu klein, kwK			0 kWp

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 5

	Strasse	Bemerkung kWK(keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
90	Hindenburgstrasse 76	Giebel und Balkon, daher Dach zu klein, kWK			0 kWp
91	Hindenburgstrasse 88	Giebel und Balkon, daher Dach zu klein, kWK			0 kWp
92	Konrad-Adenauer-Strasse 45,47	Nur oberhalb der Fenster Platz für PV, Max.50x1 Meter			0 kWp
93	Konrad-Adenauer-Strasse 41,43	Nur oberhalb der Fenster Platz für PV, Max.50x1 Meter			0 kWp
94	Konrad-Adenauer-Strasse 46,48	Nur oberhalb der Fenster Platz für PV, Max.50x1 Meter			0 kWp
95	Bayerplatz 1-6	ein Haus, viel Platz, Sanierung ab 2005 vorgesehen. Pläne ungenau, daher Dachgröße nur grob abgemessen	Schäden	510	17 kWp
96	Adalbert-Stifter-Strasse 1,3	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
97	Adalbert-Stifter-Strasse 6,8	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
98	Martin-Luther-Strasse 76/78	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
99	Martin-Luther-Strasse 80	keine Schornsteine o.ä., große Fläche, wäre nach Sanierung sehr gut geeignet	40 Jahre	155	15,5 kWp
100	Martin-Luther-Strasse 84	keine Schornsteine o.ä., große Fläche, wäre nach Sanierung sehr gut geeignet	40 Jahre	155	15,5 kWp
101	Martin-Luther-Strasse 88	keine Schornsteine o.ä., große Fläche, wäre nach Sanierung sehr gut geeignet	40 Jahre	155	15,5 kWp
102	Martin-Luther-Strasse 90/92	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
103	Rilkestrasse 1,3	eventuell Fenterproblem, geeignet nach Sanierung	40 Jahre	143	14,36 kWp
104	Rilkestrasse 5,7	keine geeignete Auirichtung, kWK			0 kWp
105	Kantstrasse 3,5	eventuell Fensterproblem, geeignet nach Sanierung	40 Jahre	143	14,36 kWp
106	Kirchstrasse 41,43	keine geeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
107	Rosslaufstrasse 5	keine geeignete Dachfläche, kWK			0 kWp
108	Ludwigstrasse 19b	keine geeignete Dachfläche, kWK			0 kWp

Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft 6

	<u>Strasse</u>	<u>Bemerkung_kwK(keine weitere Kartierung)</u>	<u>Alter des Daches</u>	<u>Größe der nutzbaren Fläche</u>	<u>Mögliche kWp</u>
109	Amalienstrasse 6	nicht gefunden			0 kWp
110	Amalienstrasse 19	nicht gefunden			0 kWp
111	Hauptstrasse 125	Ein Haus über Eck mit Turmstrasse 22			0 kWp
112	Turmstrasse 22	Keine geeigneten zusammenhängenden Flächen, kwK			0 kWp
113	Ludwigstrasse 22,24	Zu wenig Fläche, grade in Renovierung, kwK			0 kWp
114	Kreuzstrasse 47,49	nicht geeignete Ausrichtung			0 kWp
115	Otto-Dill-Strasse 6,8,10	zu wenig Platz (Fenster), Verschattung			0 kWp
116	Adolf-Kolping-Strasse 110,112,114	Ein Haus, zu wenig Platz, keine Südfäche, kwK			0 kWp
117	Speyerdorferstrasse 110,112	zu wenig Platz wegen Gauben, kwK			0 kWp
118	Speyerdorferstrasse 104,106	zu wenig Platz wegen Gauben, kwK			0 kWp
119	Speyerdorferstrasse 108	keine geeignete Fläche + Gauben, kwK			0 kWp
120	Mennonitenstrasse 2	zu klein, kwK			0 kWp
121	Mennonitenstrasse 4	zu klein, kwK			0 kWp
122	Mennonitenstrasse 6,8,10	zu klein, kwK			0 kWp
123	Mennonitenstrasse 12	zu klein, kwK			0 kWp
124	Rittergartenstrasse 7	zu klein, kwK			0 kWp
125	Vogelsangstrasse 1	zu klein, Schornsteine, kwK			0 kWp
126	Bahnhofstrasse 2	Post, Denkmalschutz, bei Sanierung PV auf niedrigerem Flachdach möglich, Betrachtung bereit durch WBG erfolgt			0 kWp

Gebäude der Stadt 1

	Strasse/Projekt	Bemerkung <u>kwK</u> (keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche <u>kwP</u>
127	<u>Schwimmbad Hambach (Restaurant)</u>	<u>Sanierung</u>	<u>Sanierung</u>	146	4,87 <u>kwP</u>
128	(Eingang/Hausmeisterwohnung)	<u>Dachsanierung nächstes Jahr vorgesehen</u>			
129	<u>Schwimmbad Hambach (Wärmehalle)</u>	<u>Dachsanierung in 3-5 Jahren</u>	30 Jahre	101	3,37 <u>kwP</u>
130	<u>Schwimmbad Hambach (Umkleide)</u>	<u>zu alt, PV geeignet bei Sanierung</u>	30 Jahre	153	5,1 <u>kwP</u>
131	<u>Schwimmbad Hambach (Umkleide)</u>	<u>Dachsanierung in 4-5 Jahren oder Abriss</u>	33 Jahre	431	14,38 <u>kwP</u>
132	<u>Schubert Schule (Gebäude 1)</u>	<u>zu klein, zu alt, Sanierung in ca. 8 Jahren, kwK</u>	48 Jahre	88	0 <u>kwP</u>
133	<u>Schubert Schule (Gebäude 2)</u>	<u>zu klein, zu alt, Sanierung in ca. 8 Jahren, kwK</u>	48 Jahre	92	0 <u>kwP</u>
134	<u>Schubert Schule (Neubau)</u>	<u>geeignet, aber nur bei 50cm Sicherheitsabstand oben und unten, siehe Anhang</u>	3 Jahre	116	11,6 <u>kwP</u>
135	<u>Haus der Vereine Diedesfeld</u>	<u>zu klein, verschattet, kwK</u>	ca. 30 Jahr	unter 100	0 <u>kwP</u>
136	<u>Festhalle Diedesfeld</u>	<u>geeignet, sehr Flach daher Aufständigung</u>	ca. 9 Jahr	506	16,87 <u>kwP</u>
137	<u>August Becker Schule (Nebengebäude)</u>	<u>Dachsanierung in 2-3 Jahren</u>	38 Jahre	257	25,76 <u>kwP</u>
138	<u>August Becker Schule (Hauptgebäude)</u>	<u>Dachsanierung in ca. 8 Jahren</u>	38 Jahre	225	22,5 <u>kwP</u>
139	<u>August Becker Schule (Turnhalle)</u>	<u>Dachlast??, geeignet, siehe Anhang</u>	10 Jahre	376,51	37,65 <u>kwP</u>
140	<u>Hans Geiger Grundschule</u>	<u>zu alt, Dachsanierung in ca. 8 Jahren</u>	45 Jahre	180	18 <u>kwP</u>
141	<u>KKG Neustadt</u>	<u>Sanierung in 3-5 Jahren, PV bereits vorhanden, aber Potential auf dem Dach</u>	25 Jahre	369	12,31 <u>kwP</u>
142	<u>Brüder Grimm Schule</u>	<u>Sanierung in ca. 8 Jahren, PV vorhanden, Restdach sehr niedrig (Vandalismus), kwK</u>	40 Jahre	159,2	0 <u>kwP</u>

Gebäude der Stadt 2

	Strasse/Projekt	Bemerkung kWK(keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
142	Festhalle Lachen	Sanierung in ca.8 Jahren	ca. 35 Jah	115,3	11,53 kWp
143	Kindertagesstätte Laachen	Verschattung durch Bäume, wenn diese stehen bleiben nur 5,21 kWp, geeignet, siehe Anhang	5 Jahre	313,17	10,43 kWp
144	Gesamtschule Geinsheim (Gebäude1)	PV vorhanden, aber weitere Potentiale, Sanierung in ca, 5 Jahren	42 Jahre	146,7	14,67 kWp
145	Gesamtschule Geinsheim (Gebäude 2)	Sanierung in ca. 8 Jahren	41 Jahre	180,09	18 kWp
146	Gesamtschule Geinsheim (Sporthalle)	Sanierung in ca. 8 Jahren	39 Jahre	102,5	10,25 kWp
147	St. Albert Finck Schule (Gebäude1+2)	Sanierung in 5-6 Jahren	48 Jahre	242,63	24,63 kWp
148	St. Albert Finck Schule (Gebäude3)	Sanierung in ca. 8 Jahren	38 Jahre	285	28,5 kWp
149	St. Albert Finck Schule (Sporthalle)	Sanierung in ca.5.- 8 Jahren	38 Jahre	225,96	22,6 kWp
150	Bauhof Salzhalle	Dachfläche zu klein, kWK	10 Jahre	34,8	0 kWp
151	Berufsbildende Schule (Geb.1)	Flachdach undicht, Sanierung notwendig	24 Jahre	1089	ca. 36,3kWp
152	Berufsbildende Schule (Gebäude 2)	Photovoltaikanlage bereits geplant, kWK			
153	Kurfürst- Ruprecht Gymnasium	Keine Pläne vorhanden, PV im Innenhof, kWK			
154	Kurfürst- Ruprecht Gymnasium/ Turnhalle	Gebäude komplett verschattet durch Bäume	40 Jahre	1200	0 kWp
155	Leibniz Gymnasium Altbau	Gebäude steht unter Denkmalschutz, kWK			
156	Leibniz Gymnasium Neubau	teilweise bereits PV vorhanden, Sanierung in 6-8 Jahren	35 Jahre	350	ca. 11,5 kWp
157	Leibniz Gymnasium Schulhaus/ Turnhalle	Teilsanierung 1996, geeignet, siehe Anhang	39 Jahre	240	ca. 8 kWp

Gebäude der Stadt 3

	Strasse/Projekt	Bemerkung kWK (keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
158	Schulzentrum	Sanierung notwendig, vorgesehen in 6-8 Jahren	31 Jahre		
159	Schulzentrum Turnhalle	Sanierung notwendig, vorgesehen in 4-6 Jahren	31 Jahre		ca. 13,33 kWp
160	Stadtgärtnerei Bürogebäude	Dachfläche zu klein, kWK	14 Jahre	43,16	0 kWp
161	Westschule	Gebäude steht unter Denkmalschutz, kWK			
162	Westschule Turnhalle	Dach durch Bäume verschattet, kWK	9 Jahre	unter 100	0 kWp
163	Saalbau	Gebäude ist denkmalwürdig, P _v nicht erwünscht, kWK			0 kWp
164	Haus der Vereine Hambach	Gebäude ist denkmalwürdig, ungeeignete Ausrichtung, kWK			0 kWp
165	Feuerwehr Neustadt (Zentrale)	Ost West Ausrichtung, kWK	29 Jahre	0	0 kWp
165a	Feuerwehr Neustadt (Zentrale/Anbau)	Verschattung durch Antenne, kWK	29 Jahre	0	0 kWp
165b	Feuerwehr Neustadt (Garagen)	Verschattung durch umliegende Gebäude, kWK	29 Jahre	0	0 kWp
165c	Feuerwehr Neustadt (Werkstattgebäude)	Verschattung durch Schlauchturn, restliche Fläche geeignet	29 Jahre	205,69	6,86 kWp
165d	Feuerwehr Neustadt (Fahrzeughalle)	Verschattung durch Schlauchturn, kWK	29 Jahre	0	0 kWp
165e	Feuerwehr Neustadt (Lagerschuppen)	Verschattung durch Baum, zu klein, kWK	29 Jahre	0	0 kWp
166	Feuerwehr Duttweiler Kindergarten Duttweiler	Ost / Westausrichtung, kWK	über 30		0 kWp
167	(Hauptgebäude)	Ziegeldach Nord-Süd, kWK	40 Jahre	unter 100	0 kWp
168	Kindergarten Duttweiler (Anbau)	Ziegeldach Nord-Süd, zu klein, zu alt	40 Jahre	unter 100	0 kWp
169	Feuerwehr Hambach	Neubau Ziegeleindeckung Satteldach (Ost-West?), kWK			0 kWp

Gebäude der Stadt 4

	<u>Strasse/Projekt</u>	<u>Bemerkung kWK(keine weitere Kartierung)</u>	<u>Alter des Daches</u>	<u>Größe der nutzbaren Fläche</u>	<u>Mögliche kWp</u>
170	Feuerwehr Mußbach	zu viele Fenster und Verschattung durch Oberleitung, zu klein	1979	unter 100	0 kWp
171	Kindergarten I Mußbach	denkmalwürdig	30 Jahre	100	0 kWp
172	Kindergarten II Mußbach	Flachdach	4 Jahre	210	7 kWp
173	Gesamtschule Mußbach	Flachdach, an Fassade PV-Anlage (ca. 1 kWp) schon vorhanden	16 Jahre	360	12 kWp
174	Schwimmbad Mußbach (Kabinentrakt)	evtl. zusätzl. eine Reihe als Verschattungselemente an der Fassade	2 Jahre	210	7 kWp
175	Schwimmbad Mußbach (Filterhaus)	zu kleine Fläche zur Anbindung an Zählerkasten (250-300 m) bzw. zu große Verschattung durch Kamin, kWK	9 Jahre	20	0 kWp
176	Grundschule Haardt	Ost-West, denkmalwürdig, rentiert sich nicht, kWK	über 40		0 kWp
177	Kindergarten Haardt	zu viele Gauben, kWK		unter 100	0 kWp
178	Wohngebäude Haardt	relativ kleines Dach + Bäume davor, kWK		unter 100	0 kWp
179	Friedhof Haardt	Ost / West Ausrichtung + Bäume darum, kWK			0 kWp
180	Grundschule Gimmelingen	Satteldach (Süd-Nord), zu alt, kWK	48 Jahre	100	0 kWp
181	Kindergarten Gimmelingen	Zu große Gaube, ggf. eine Reihe-PV unter und über der Gaube, zu klein, zu alt, kWK	39 Jahre	unter 100	0 kWp
182	Ortverwaltung Gimmelingen	PV nicht möglich da, altes bieberschwanzdach, denkmlwürdig			0 kWp
183	Festhalle Gimmelingen	Verschattung durch einen Baum, wenn dieser entfernt wird => 3,7 kWp	20 Jahre	110	0 kWp
184	Stadion, Sportplatz Neustadt	Dach des Stadions zu klein, ansonsten ungeeignet, kWK			0 kWp
185	Ost-Schule	Gebäude stehen unter Denkmalschutz, kWK			0 kWp
186	Jugendtreff Neustadt	zu klein, kWK			0 kWp
187	Diverse Friedhöfe	Dächer der Gebäude zu klein, kWK			0 kWp
188	Wolfsburg Burgruine	keine Kartierung, evtl. öffentlichkeitswirksame Anlagen, kWK			0 kWp

Gebäude des Landes

Nr.	Strasse/Projekt	Bemerkung kWk (keine weitere Kartierung)	Alter des Daches	Größe der nutzbaren Fläche	Mögliche kWp
189	Amtsgericht	Lichkuppeln schränken nutzbare Fläche ein, geeignet, siehe Kartierungsbogen	5 bzw. 28 Jahre	625	ca. 20kWp
190	Struktur- und Genehmigungsdirektion	Geneigtes Dach zu klein, Flächen zusammenfassen siehe Kartierungsbogen	??	330	ca. 10kWp
191	Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd	Dackonstruktion, Dachbegrünung?, ansonsten geeignet, siehe Kartierungsbogen	ca. 9 Jahre	800	ca. 26kWp
192	Bezirksregierung	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
193	Finanzamt (Gebäude 1)	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
	Finanzamt (Gebäude 2)	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
194	Finanzamt (Gebäude 3)	Nutzbare Dachfläche zu gering, und ungünstige Ausrichtung, kWk			0 kWp
195	AOK-Gebäude	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
196	Parkplatz Gartenstrasse	Vandalismusgefährdet, ungünstige Ausrichtung, kWk			0 kWp
197	Obere Finanzdirektion	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
198	Kulturamt	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
199	Polizeidirektion	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
200	DLR Neustadt	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp
201	Gesundheitsamt	Ungünstige Ost-West-Ausrichtung, kWk			0 kWp
202	Wasserwirtschaftsamt	Nutzbare Dachfläche zu gering, kWk			0 kWp

Investitionskosten Szenario 1 und 2

Szenario 1 Dachtyp	Anzahl	Mögliche kWp	Kosten/kWp (niedrig)	Kosten/kWp (hoch)	Gesamt- kosten (niedrig)	Gesamt- kosten (hoch)
<i>Gebäude zur sofortigen Belegung</i>						
Geneigtes Dach bis 5 kWp	0	0,00	4.700,00 €	5.400,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 10 kWp	0	0,00	4.600,00 €	5.300,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 30 kWp	2	54,40	4.400,00 €	5.100,00 €	239.360,00 €	277.440,00 €
Geneigtes Dach über 30 kWp	1	7,65	4.200,00 €	4.900,00 €	32.130,00 €	37.485,00 €
						0,00 €
Flachdach bis 5 kWp	1	3,80	4.888,00 €	5.616,00 €	18.574,40 €	21.340,80 €
Flachdach bis 10 kWp	5	35,40	4.784,00 €	5.512,00 €	169.353,60 €	195.124,80 €
Flachdach bis 30 kWp	6	95,30	4.576,00 €	5.304,00 €	436.092,80 €	505.471,20 €
Gesamt	15	196,55			895.510,80 €	1.036.861,80 €
unter 30 kWp		188,90				
Szenario 2 Dachtyp	Anzahl	Mögliche kWp	Kosten/kWp (niedrig)	Kosten/kWp (hoch)	Gesamt- kosten (niedrig)	Gesamt- kosten (hoch)
<i>Gebäude zur Belegung in 1-3 Jahren</i>						
Geneigtes Dach bis 5 kWp		0,00	4.230,00 €	4.860,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 10 kWp		0,00	4.140,00 €	4.770,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 30 kWp	1	25,76	4.356,00 €	4.590,00 €	112.210,56 €	118.238,40 €
Geneigtes Dach über 30 kWp		0,00	3.780,00 €	4.410,00 €	0,00 €	0,00 €
Flachdach bis 5 kWp	2	9,36	4.399,20 €	5.054,40 €	41.176,51 €	47.309,18 €
Flachdach bis 10 kWp	3	20,00	4.305,60 €	4.960,80 €	86.112,00 €	99.216,00 €
Flachdach bis 30 kWp	3	37,93	4.530,24 €	4.773,60 €	171.832,00 €	181.062,65 €
Gesamt	9	93,05			411.331,08 €	445.826,23 €
unter 30 kWp		93,05				

Investitionskosten Szenario 3 und 5

Szenario 3 Dachtyp	Anzahl	Mögliche kWp	Kosten/kWp (niedrig)	Kosten/kWp (hoch)	Gesamt- kosten (niedrig)	Gesamt- kosten (hoch)
<i>Gebäude zur Belegung in 3-8 Jahren</i>						
Geneigtes Dach bis 5 kWp		0,00	2.820,00 €	3.240,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 10 kWp		0,00	2.760,00 €	3.180,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 30 kWp	9	170,68	2.640,00 €	3.060,00 €	450.595,20 €	522.280,80 €
Geneigtes Dach über 30 kWp		0,00	2.520,00 €	2.940,00 €	0,00 €	0,00 €
Flachdach bis 5 kWp	1	3,37	2.932,80 €	3.369,60 €	9.883,54 €	11.355,55 €
Flachdach bis 10 kWp		0,00	2.870,40 €	3.307,20 €	0,00 €	0,00 €
Flachdach bis 30 kWp	5	81,52	2.745,60 €	3.182,40 €	223.821,31 €	259.429,25 €
Flachdach ab 30 kWp	1	28,50	2.620,80 €	3.057,60 €	74.692,80 €	87.141,60 €
Gesamt	16	284,07			758.992,85 €	880.207,20 €
unter 30 kWp		255,57				
Szenario 5 Dachtyp	Anzahl	Mögliche kWp	Kosten/kWp (niedrig)	Kosten/kWp (hoch)	Gesamt- kosten (niedrig)	Gesamt- kosten (hoch)
<i>Sonstige Gebäude und Flächen</i>						
Geneigtes Dach bis 10 kWp		0,00	4.140,00 €	4.770,00 €	0,00 €	0,00 €
Geneigtes Dach bis 30 kWp	12	167,22	4.356,00 €	4.590,00 €	728.410,32 €	0,00 €
Geneigtes Dach über 30 kWp		0,00	3.780,00 €	4.410,00 €	0,00 €	0,00 €
Flachdach bis 30 kWp	2	18,77	4.530,24 €	4.773,60 €	85.032,60 €	0,00 €
Flachdach ab 30 kWp	diverse	1636,30	3.931,20 €	4.586,40 €	6.432.622,56 €	0,00 €
Parkplatzüberdachungen	diverse	1500,00	6.500,00 €	7.200,00 €	9.750.000,00 €	0,00 €
Gesamt	14	3.322,29			16.996.065,48 €	0,00 €
unter 30 kWp		185,99				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 1a

	Invest.jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Einnahmen																							
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWp]	188,90	187,03	185,18	183,34	181,53	179,73	177,95	176,19	174,45	172,72	171,01	169,32	167,64	165,98	164,34	162,71	161,10	159,50	157,92	156,36	154,81		
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWp]	7,65	7,57	7,50	7,43	7,35	7,28	7,21	7,14	7,06	6,99	6,93	6,86	6,79	6,72	6,66	6,59	6,52	6,46	6,40	6,33	6,27		
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Jahresstromertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	188.381,15	181.665,50	179.767,62	177.867,94	176.226,68	174.480,87	172.753,34	171.042,91	169.349,42	167.672,69	166.012,96	164.368,87	162.741,46	161.130,16	159.534,61	157.955,26	156.391,34	154.842,91	153.309,62	151.791,90	150.289,01		
Einspeisevergütung je <30 kWp €/kWh	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	
Einspeisevergütung je 30-100 kWp €/kWh	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
Einspeisevergütung je >100 kWp €/kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Einnahmen Einspeisevergütung €	98.826,22	98.837,64	97.869,35	96.890,35	95.933,04	94.981,23	94.040,82	93.109,72	92.187,64	91.275,09	90.371,36	89.476,61	88.590,70	87.713,57	86.846,12	85.986,26	85.133,93	84.291,02	83.456,45	82.630,15	81.812,03		
Zinsentnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.135,79	1.964,36	2.506,28	2.151,07	1.822,99	1.522,77	1.251,16	1.008,91	796,80	615,61	396,49	-8.657,98	-10.010,64	-11.289,59	-12.498,23	-13.589,46	-14.615,58	-15.528,33	-16.328,77	-17.007,24		
Sonstige Einnahmen																							
Fördermittel Schulen	9.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	108.826,22	99.973,64	99.836,63	98.082,11	96.804,22	95.563,59	94.360,88	93.196,75	92.071,89	90.996,98	89.973,10	89.022,73	88.152,93	87.272,93	86.382,93	85.483,53	84.574,43	83.655,33	82.726,03	81.781,43	80.821,43	79.846,43	78.856,43
Ausgaben																							
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	10.368,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	
Gründungskosten Betriebsgesellschaft	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	
Wechselaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KfW-Infrastruktur	23.037,77	30.717,03	30.717,03	30.265,31	28.458,43	26.651,54	24.844,66	23.037,77	21.230,89	19.424,00	21.099,38	20.012,96	17.725,76	15.438,57	13.151,37	10.864,18	8.576,98	6.289,79	4.002,59	1.715,40	0,00	0,00	0,00
Zinsen Bankdarlehen	11.664,70	15.552,93	15.336,91	14.472,86	13.608,81	12.744,76	11.880,71	11.016,66	10.152,61	9.288,55	8.424,50	7.560,45	6.696,40	5.832,35	4.968,30	4.104,24	3.240,19	2.376,14	1.512,09	648,04	0,00	0,00	0,00
Gesamtausgaben	52.036,59	58.544,08	58.328,06	57.012,29	54.341,35	51.670,42	48.999,48	46.328,55	43.657,61	40.986,68	39.417,53	36.696,28	33.975,79	31.255,03	28.534,28	25.813,53	23.092,78	20.372,03	17.651,28	14.930,53	12.209,78	9.489,03	6.768,28
Einnahmehüberschuss	56.789,64	41.429,56	41.495,57	42.384,34	43.740,75	45.133,80	46.564,40	48.032,33	49.539,14	51.085,21	52.671,01	54.292,57	55.948,91	57.641,16	59.368,25	61.130,28	62.927,25	64.759,18	66.626,07	68.526,92	70.461,75	72.430,57	74.433,39
Liquiditätsrechnung																							
Darlehensflutung	0,00	0,00	0,00	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	
Tilgung KfW-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	
Gesamttilgung	0,00	0,00	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86
Einlage Beteiligungsgesellschaft	56.789,64	41.429,56	41.495,57	42.384,34	43.740,75	45.133,80	46.564,40	48.032,33	49.539,14	51.085,21	52.671,01	54.292,57	55.948,91	57.641,16	59.368,25	61.130,28	62.927,25	64.759,18	66.626,07	68.526,92	70.433,75	72.433,39	
Barüberschuss	56.789,64	41.429,56	41.495,57	42.384,34	43.740,75	45.133,80	46.564,40	48.032,33	49.539,14	51.085,21	52.671,01	54.292,57	55.948,91	57.641,16	59.368,25	61.130,28	62.927,25	64.759,18	66.626,07	68.526,92	70.433,75	72.433,39	
Rücklagen Wechselaustausch	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	
Kumulierte Rücklagen	10.720,91	21.441,82	32.162,73	42.883,64	53.604,55	64.325,46	75.046,37	85.767,28	96.488,19	107.209,10	117.930,00	128.650,91	139.371,82	150.092,73	160.813,64	171.534,55	182.255,46	192.976,37	203.697,28	214.418,19	225.139,10	235.860,00	
Gewinn/Verlust	46.068,73	30.708,65	16.373,80	-28.481,33	27.124,92	-25.731,87	-24.301,57	-22.833,34	-21.326,53	-19.780,46	-18.206,68	-16.615,19	-15.007,91	-13.384,94	-11.747,27	-10.094,80	-8.426,53	-6.742,56	-5.042,89	-3.327,52	-1.591,45	1.165,22	2.818,29
Kumulierter Gewinn/Verlust	46.068,73	76.777,38	93.151,18	64.669,85	37.544,93	11.813,06	-12.488,51	-35.321,85	-56.648,39	-76.428,85	-95.105,53	-108.224,72	-125.133,03	-141.119,90	-156.102,92	-169.993,19	-182.894,77	-194.104,15	-204.109,59	-212.590,52	-219.952,52	-226.664,83	-232.806,63
Kapitalrückfluss	-160.059,85																						
Kapitalwertmethode 4%	-96.473,53																						
Kapitalwertmethode 6%	-38.195,35																						
Kapitalwertmethode 8%	-28.476,61																						

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 1b

Invest.jahr	1. Jahr 2006	2. Jahr 2007	3. Jahr 2008	4. Jahr 2009	5. Jahr 2010	6. Jahr 2011	7. Jahr 2012	8. Jahr 2013	9. Jahr 2014	10. Jahr 2015	11. Jahr 2016	12. Jahr 2017	13. Jahr 2018	14. Jahr 2019	15. Jahr 2020	16. Jahr 2021	17. Jahr 2022	18. Jahr 2023	19. Jahr 2024	20. Jahr 2025		
Einnahmen																						
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWp]	188,90	187,03	185,18	183,34	181,53	179,73	177,95	176,19	174,45	172,72	171,01	169,32	167,64	165,98	164,34	162,71	161,10	159,50	157,92	156,36	154,81	
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWp]	7,65	7,57	7,50	7,43	7,35	7,28	7,21	7,14	7,06	6,99	6,93	6,86	6,79	6,72	6,66	6,59	6,52	6,46	6,40	6,33	6,27	
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahresstromertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	183.351,15	179.767,62	177.987,84	176.226,68	174.493,67	172.783,34	171.045,91	169.349,42	167.672,89	166.012,56	164.369,87	162.741,46	161.130,16	159.539,81	157.955,26	156.391,34	154.842,91	153.309,82	151.791,90	150.289,01		
Einnahmevergütung je <30 kWp [€/kWh]	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
Einnahmevergütung je 30-100 kWp [€/kWh]	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
Einnahmevergütung je >100 kWp [€/kWh]	99.826,22	97.869,84	97.869,35	96.931,04	94.981,23	94.040,82	93.099,72	92.167,84	91.275,09	90.371,38	89.476,61	88.590,70	87.713,57	86.845,12	86.985,26	86.133,93	84.291,02	83.456,45	82.630,15	81.812,03		
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.256,69	2.244,15	2.984,75	2.993,34	2.948,26	2.970,22	3.019,94	3.098,17	3.205,67	3.343,20	3.451,39	1.218,94	1.337,15	1.494,62	1.891,18	2.212,23	2.536,49	2.904,96	3.318,72		
Sonstige Einnahmen																						
Fördermittel Schulen	9.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	108.826,22	100.096,52	100.103,41	98.875,09	98.884,38	97.929,49	97.011,03	96.129,66	95.286,02	94.480,76	93.714,57	92.970,00	92.249,64	91.550,17	90.889,64	90.267,57	89.683,25	89.133,93	88.625,94	88.158,11	87.728,79	87.338,79
Ausgaben																						
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	8.955,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gründungskosten Betriebsgesellschaft	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	
Betriebskosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Wechslerleertausch nach 10 Jahren	19.897,13	26.529,51	26.139,37	24.579,81	23.018,25	21.457,69	19.897,13	18.335,57	16.776,01	15.214,45	13.652,89	12.091,33	10.529,77	8.968,21	7.406,65	5.845,09	4.283,53	2.721,97	1.160,41	0,00	0,00	0,00
Zinsen KfW-Finanzstruktur	10.074,50	13.432,66	13.246,10	12.499,84	11.753,58	11.007,32	10.261,06	9.514,80	8.768,54	8.022,28	7.276,03	6.529,77	5.783,51	5.037,25	4.290,99	3.544,73	2.798,47	2.052,21	1.305,95	599,69	0,00	0,00
Zinsen Bankdarlehen	45.892,24	50.627,78	49.699,81	47.193,00	44.886,18	42.579,36	40.272,54	37.965,72	35.658,90	33.352,08	31.045,26	28.738,44	26.431,62	24.124,80	21.817,98	19.511,16	17.204,34	14.897,52	12.590,70	10.283,88	7.977,06	
Gesamtausgaben	62.933,99	49.273,75	49.467,19	50.375,28	51.691,38	53.043,31	54.431,67	55.857,12	57.320,29	58.821,86	60.374,95	62.000,00	63.708,24	65.508,97	67.409,64	69.424,42	71.565,80	73.849,00	76.282,90	78.878,44	81.636,72	84.561,74
Einnahmehüberschuss	45.892,24	50.822,78	50.606,22	48.491,81	47.193,00	44.886,18	42.579,36	40.272,54	37.965,72	35.658,90	33.352,08	31.045,26	28.738,44	26.431,62	24.124,80	21.817,98	19.511,16	17.204,34	14.897,52	12.590,70	10.283,88	
Liquiditätsrechnung																						
Darlehensstilgung																						
Tilgung KfW - Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	
Gesamttilgung	0,00	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	
Einnahmeüberschuss	45.892,24	38.385,13	38.168,56	36.054,16	34.755,35	32.447,53	30.139,71	27.831,89	25.524,07	23.216,25	20.908,43	18.600,61	16.292,79	13.984,97	11.677,15	9.369,33	7.061,51	4.753,69	2.445,87	13,05	-9,04	-30,13
Barüberschuss	62.933,99	49.273,75	37.029,54	4.570,20	254,10	1.097,83	3.911,64	5.374,91	6.876,38	8.427,85	10.030,32	11.682,79	13.385,26	15.137,73	16.940,20	18.792,67	20.695,14	22.647,61	24.650,08	26.702,55	28.805,02	30.957,49
Rücklagen Wechslerleertausch	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	
Kumulierte Rücklagen	10.720,91	21.441,82	32.162,73	42.883,64	53.604,55	64.325,46	75.046,37	85.767,28	96.488,19	107.209,10	117.930,01	128.650,92	139.371,83	150.092,74	160.813,65	171.534,56	182.255,47	192.976,38	203.697,29	214.418,20	225.139,11	
Gewinn/Verlust	52.213,08	38.522,84	26.308,63	-12.291,11	-10.975,01	8.234,71	-6.809,27	5.346,10	3.844,53	-5.311,43	6.307,47	5.910,76	7.873,49	9.884,16	11.943,64	14.052,83	16.212,62	18.423,96	20.687,79	23.003,62	25.370,94	
Kumulierter Gewinn/Verlust	52.213,08	90.735,91	117.074,55	104.783,44	93.808,43	84.185,35	75.950,64	69.141,37	63.795,27	59.950,74	54.639,30	49.946,77	45.973,28	42.729,12	39.205,48	36.292,65	33.899,82	31.527,10	29.174,31	26.841,52	24.528,73	22.236,04
Kapitalrückfluss																						
Kapitalwert 4%	150.965,68																					
Kapitalwert 5%	126.579,63																					
Kapitalwert 8%	109.776,10																					

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 1c

Invest.jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Einnahmen																						
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWp]	188,90	187,03	185,18	183,34	181,53	179,73	177,95	176,19	174,45	172,72	171,01	169,32	167,64	165,98	164,34	162,71	161,10	159,50	157,92	156,36	154,81	
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWp]	7,65	7,57	7,50	7,43	7,36	7,28	7,21	7,14	7,06	6,99	6,93	6,86	6,79	6,72	6,65	6,59	6,52	6,45	6,40	6,33	6,27	
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahresstromtrag kWh/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00
Jahresstromtrag Gesamt kWh	192.619,00	190.711,68	188.823,64	186.954,10	185.103,07	183.270,37	181.455,81	179.659,22	177.880,41	176.119,22	174.375,47	172.648,98	170.939,58	169.247,11	167.571,40	165.912,27	164.269,86	162.643,15	161.032,82	159.438,43	157.869,84	
Einpeiservergütung je <30 kWp [€/kWh]	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Einpeiservergütung je 30-100 kWp [€/kWh]	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Einpeiservergütung je >100 kWp [€/kWh]	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Einnahmen Einpeiservergütung €	104.854,98	103.816,81	102.788,93	101.771,21	100.763,58	99.765,92	98.778,14	97.800,14	96.831,82	95.873,09	94.923,85	93.984,01	93.053,47	92.132,15	91.219,95	90.316,78	89.422,56	88.537,19	87.660,58	86.792,65	85.933,32	
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.296,37	2.166,55	2.811,08	2.559,59	2.336,33	2.142,07	1.977,59	1.843,88	1.741,14	1.670,79	1.633,83	-3.534,63	-4.120,41	-4.574,65	-4.886,11	-5.042,64	-5.091,13	-4.837,43	-4.446,26	-3.841,14	
Sonstige Einnahmen																						
Fördermittel Schulen	9.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamteinnahmen	113.854,98	105.053,18	104.955,48	104.302,29	103.323,16	102.102,24	100.920,20	99.777,72	98.675,49	97.614,22	96.594,64	95.547,84	94.516,84	93.511,74	92.545,30	91.617,87	90.729,92	89.882,15	89.073,15	88.302,15	87.568,39	86.870,18
Ausgaben																						
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	10.368,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62
Gründungskosten Betriebsgesellschaft	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Betriebskosten	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50
Wechselaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zinsen KW-MiFinstruktur	23.037,71	30.717,03	30.717,03	30.855,31	28.459,43	26.651,54	24.844,86	23.037,77	21.230,89	19.424,00	17.617,37	15.810,98	14.004,76	12.200,54	10.397,31	8.594,08	6.790,85	4.987,62	3.184,39	1.381,16	-420,07	-1.218,91
Zinsen Bankdarlehen	11.664,70	15.552,93	15.336,91	14.472,86	13.608,81	12.744,76	11.880,71	11.016,66	10.152,61	9.288,55	8.424,50	7.560,45	6.696,40	5.832,35	4.968,30	4.104,24	3.240,19	2.376,14	1.512,09	648,04	0,00	0,00
Gesamtausgaben	52.036,59	58.544,08	58.328,06	57.412,29	54.341,35	51.670,42	48.899,48	46.328,55	43.857,61	40.986,68	38.947,53	36.686,28	34.161,53	31.345,03	28.181,79	24.724,54	21.040,95	17.188,80	13.178,00	9.044,76	4.837,43	-3.841,14
Einnahmehüberschuss	61.818,40	46.509,11	46.627,41	47.870,00	48.981,81	50.431,83	51.920,72	53.449,17	55.017,88	56.672,55	58.133,35	59.700,31	61.282,56	62.872,56	64.466,71	66.251,52	68.188,13	70.288,63	72.540,01	74.944,35	77.498,84	80.208,06
Liquiditätsrechnung																						
Darlehensrückführung																						
Tilgung KW - Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06
Gesamttilgung	0,00	0,00	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06	14.400,06									
Einlage Beteiligungsgesellschaft																						
Barüberschuss	61.818,40	46.509,11	32.226,55	-12.574,76	-11.162,95	-9.712,94	-8.224,04	-6.695,59	-5.126,88	-3.517,21	-1.923,28	-4.444,45	-7.322,20	-5.678,05	-3.893,25	-1.956,63	143,86	2.421,25	4.889,59	7.564,08	10.447,66	13.580,83
Rücklagen Wechselaustausch	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91
Kumulierte Rücklagen	10.720,91	21.441,82	32.162,73	42.883,64	53.604,55	64.325,46	75.046,37	85.767,28	96.488,19	107.209,10	117.930,00	128.650,91	139.371,82	150.092,73	160.813,64	171.534,55	182.255,46	192.976,37	203.697,28	214.418,19	225.139,10	235.860,00
Gewinn/Verlust	51.087,49	35.788,20	21.505,64	-23.295,67	-21.883,86	-20.433,85	-18.944,95	-17.416,50	-15.847,79	-14.238,12	-12.569,03	-10.844,45	-9.092,88	-7.322,20	-5.496,63	-3.613,13	173,86	1.438,86	3.184,39	4.929,88	6.675,37	8.420,86
Kumulierter Gewinn/Verlust	51.087,49	86.885,68	108.391,33	85.095,66	63.211,80	42.777,95	23.833,00	6.416,50	9.431,29	23.669,41	39.738,44	44.022,88	44.022,88	-1.505,08	-5.183,13	-8.107,36	-6.033,01	-2.889,14	4.889,59	12.454,58	20.124,23	27.803,83
Kapitalrückfluss																						
Kapitalwert 4%	12.987,11																					
Kapitalwert 6%	14.446,07																					
Kapitalwert 8%	17.376,51																					

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 1d

Invest.jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	20. Jahr 2025		
Einnahmen																							
Leistung der Anlagen <30 kWp (kWp)	189,90	187,03	185,18	183,34	181,53	179,73	177,95	176,19	174,45	172,72	171,01	169,32	167,64	165,98	164,34	162,71	161,10	159,50	157,92	156,36	154,81		
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp (kWp)	7,66	7,57	7,50	7,43	7,36	7,28	7,21	7,14	7,06	6,99	6,93	6,86	6,79	6,72	6,66	6,59	6,52	6,46	6,40	6,33	6,27		
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Jahresstromertrag kWh/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	192.619,00	190.711,08	188.823,64	186.954,10	185.103,07	183.270,37	181.465,81	179.689,22	177.940,41	176.119,22	174.325,47	172.560,98	170.824,11	169.112,27	167.423,11	165.755,40	164.108,98	162.483,15	160.877,62	159.291,94	157.825,84	156.388,94	
Einspeisevergütung je <31 kWp (€/kWh)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	
Einspeisevergütung je >31 kWp (€/kWh)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
Einspeisevergütung je >100 kWp (€/kWh)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
Einnahmen Erlöse/Steuerumlagen €	104.854,98	103.816,81	102.788,93	101.771,21	100.763,68	99.765,92	98.778,14	97.800,14	96.831,82	95.873,08	94.923,85	93.984,01	93.053,47	92.132,15	91.219,95	90.316,78	89.422,56	88.537,19	87.660,58	86.792,65	85.933,32	85.083,52	
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.369,25	2.446,32	3.269,55	3.961,86	4.549,60	5.034,51	5.416,37	5.693,94	5.867,12	5.935,73	5.900,00	5.761,73	5.521,97	5.181,66	4.740,00	4.207,96	3.585,43	2.873,42	2.072,95	1.184,14	21,50	
Sonstige Einnahmen	9.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Freimittel Schulen	113.854,98	105.176,07	105.235,25	105.060,76	104.125,43	103.227,51	102.367,65	101.546,51	100.764,76	100.023,10	99.322,23	98.660,74	98.038,82	97.456,51	96.913,82	96.411,85	95.950,56	95.530,75	95.152,42	94.815,55	94.519,17	94.252,26	
Gesamteinnahmen	113.854,98	105.176,07	105.235,25	105.060,76	104.125,43	103.227,51	102.367,65	101.546,51	100.764,76	100.023,10	99.322,23	98.660,74	98.038,82	97.456,51	96.913,82	96.411,85	95.950,56	95.530,75	95.152,42	94.815,55	94.519,17	94.252,26	
Ausgaben																							
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	8.895,11	
Grundungskosten Beteiligungsgesellschaft	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	
Wechseltellertausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KW-Infrastruktur	19.897,13	26.529,51	26.529,51	26.139,37	24.578,81	23.018,25	21.457,69	19.897,13	18.336,57	16.776,01	15.222,99	13.680,00	12.148,69	10.628,69	9.119,69	7.633,33	6.193,11	4.807,69	3.483,76	2.219,94	1.026,14	0,00	0,00
Zinsen Bankdarlehen	10.074,50	13.432,86	13.246,10	12.499,84	11.753,68	11.007,30	10.261,06	9.514,80	8.768,54	8.022,28	7.276,03	6.529,77	5.783,51	5.037,25	4.291,00	3.544,73	2.798,47	2.052,21	1.305,95	599,69	0,00	0,00	
Gesamtausgaben	45.892,24	50.822,78	50.636,21	49.499,91	47.193,00	44.886,18	42.579,36	40.272,54	37.965,72	35.658,90	33.352,18	31.045,36	28.738,54	26.431,72	24.124,90	21.818,08	19.511,26	17.204,44	14.897,62	12.590,80	10.284,00	7.977,18	
Einnahmehüberschuss	67.962,75	54.353,29	54.599,03	55.560,85	56.932,44	58.341,34	59.789,29	61.273,96	62.789,03	64.324,19	65.889,59	67.476,38	69.083,07	70.709,29	72.354,91	74.019,94	75.694,30	77.377,99	79.069,90	80.770,32	82.479,17	84.195,46	
Liquiditätsrechnung																							
Darlehenslösung																							
Tilgung KW-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	39.507,63	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	
Gesamttilgung	0,00	0,00	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	12.437,65	
Einnahme Beteiligungsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Barüberschuss	67.962,75	54.353,29	54.161,38	55.123,20	56.494,79	57.903,69	59.351,64	60.839,31	62.366,38	63.932,54	65.538,94	67.185,73	68.873,52	70.591,29	72.339,04	74.116,77	75.924,40	77.761,93	79.629,46	81.526,99	83.454,62	85.412,25	
Rücklagen Wechseltellertausch	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	10.720,91	
Kumulierte Rücklagen	10.720,91	21.441,82	32.162,73	42.883,64	53.604,55	64.325,46	75.046,37	85.767,28	96.488,19	107.209,10	117.930,01	128.650,92	139.371,83	150.092,74	160.813,65	171.534,56	182.255,47	192.976,38	203.697,29	214.418,20	225.139,11	235.860,02	
Gewinn/Verlust	57.241,84	43.632,38	31.440,47	7.105,44	5.733,95	4.325,05	2.878,10	-1.302,42	132,65	1.697,40	296,22	11.902,21	11.654,37	13.887,78	15.770,99	16.770,99	17.904,89	18.177,99	18.646,24	19.309,55	20.167,86	21.220,17	
Kumulierter Gewinn/Verlust	57.241,84	100.874,22	132.314,69	125.209,25	119.475,30	115.150,25	112.272,15	110.879,73	111.012,37	112.710,17	113.006,40	124.988,61	136.642,97	150.330,75	166.101,74	184.006,64	204.097,05	226.425,65	251.045,67	278.011,91	308.644,86	342.865,02	
Kapitalrückfluss	360.644,86																						
Kapitalwert 4%	228.771,98																						
Kapitalwert 5%	191.314,81																						
Kapitalwert 8%	164.483,15																						

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 2a

Invest.jahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	
Einnahmen																					
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWp]	93,05	92,13	91,22	90,31	89,42	88,53	87,66	86,79	85,93	85,08	84,24	83,40	82,59	81,76	80,95	80,15	79,36	78,57	77,79	77,02	76,26
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresenergieertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00
Jahresenergieertrag Gesamt kWh	86.815,65	85.956,09	85.105,04	84.262,41	83.428,13	82.602,11	81.784,27	80.974,52	80.172,80	79.379,01	78.593,08	77.814,93	77.044,48	76.281,66	75.526,40	74.776,61	74.038,23	73.305,18	72.579,39	71.860,78	71.149,28
Einspeisevergütung je <30 kWp [€/kWh]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Einspeisevergütung je 30-100 kWp [€/kWh]	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Einspeisevergütung je >100 kWp [€/kWh]	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Einnahmen-Einspeisevergütung €	42.730,86	42.307,59	41.889,70	41.473,96	41.065,76	40.666,76	40.274,22	39.885,66	39.497,05	39.107,35	38.716,51	38.324,51	37.931,29	37.536,84	37.141,09	36.744,62	36.347,62	35.950,18	35.552,31	35.154,01	34.755,28
Zinsnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	408,84	757,59	902,86	622,28	673,24	536,06	411,05	298,54	198,86	112,24	9,37	-4.812,57	-5.003,92	-6.172,21	-7.430,91	-8.016,51	-8.569,42	-9.086,75	-9.595,37	-10.095,37
Sonstige Einnahmen	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fördermittel Schulen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamteinnahmen	45.720,66	42.716,53	42.646,29	42.456,82	41.886,61	41.330,00	40.720,28	40.266,71	39.759,59	39.269,20	38.795,95	38.339,88	33.108,72	32.041,92	31.001,88	29.990,72	29.010,71	28.064,30	27.154,15	26.283,12	25.454,31
Ausgaben																					
Chemisch-technische Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26	4.459,26
Grundstückkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50
Wechseltarifaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KW-Infrastruktur	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.013,37	12.236,45	11.469,54	10.682,62	9.905,70	9.128,78	8.351,87	7.574,95	6.800,03	6.030,11	5.265,20	4.505,29	3.750,38	3.000,47	2.255,56	1.515,65	880,74	139,83
Zinsen Bankdarlehen	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.594,51	6.222,99	5.851,47	5.479,95	5.108,43	4.736,90	4.365,38	3.993,86	3.622,34	3.250,82	2.879,30	2.507,77	2.136,25	1.764,73	1.393,21	1.021,69	650,16	278,64
Gesamtausgaben	25.283,76	25.283,76	25.190,88	24.625,13	23.476,69	22.329,25	21.179,81	20.031,37	18.882,93	17.734,49	17.313,34	17.244,68	15.889,72	14.534,76	13.179,79	11.824,83	10.469,87	9.114,91	7.759,95	6.404,98	5.388,76
Einnahmehüberschuss	20.446,91	17.432,77	17.455,42	17.831,70	18.408,92	19.001,75	19.610,47	20.235,34	20.876,66	21.534,72	22.217,61	22.925,20	23.657,96	24.426,16	25.229,09	26.066,89	26.940,44	27.859,39	28.814,14	29.805,34	30.836,55
Liquiditätsrechnung																					
Tilgung kW-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamttilgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Einlage Beteiligungsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Barberschuss	20.446,91	17.432,77	17.455,42	17.831,70	18.408,92	19.001,75	19.610,47	20.235,34	20.876,66	21.534,72	22.217,61	22.925,20	23.657,96	24.426,16	25.229,09	26.066,89	26.940,44	27.859,39	28.814,14	29.805,34	30.836,55
Rücklagen Wechseltarifaustausch	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45
Kumulierte Rücklagen	5.075,45	10.150,90	15.226,35	20.301,80	25.377,25	30.452,70	35.528,15	40.603,60	45.679,05	50.754,50	55.830,00	60.905,45	65.980,90	71.056,35	76.131,80	81.207,25	86.282,70	91.358,15	96.433,60	101.509,05	106.584,50
Gewinn/Verlust	15.371,46	12.357,32	6.187,94	13.104,59	12.527,37	11.934,53	11.325,82	10.700,94	10.069,02	9.401,57	8.723,77	8.045,97	7.368,17	6.690,37	6.012,57	5.334,77	4.656,97	3.979,17	3.301,37	2.623,57	1.945,77
Kumulierte Gewinn/Verlust	15.371,46	27.728,77	33.916,71	20.812,12	8.284,75	-3.649,78	-14.975,60	-25.676,54	-35.736,16	-45.137,73	-55.361,51	-60.167,14	-68.798,98	-77.152,65	-85.191,40	-92.896,34	-100.206,34	-107.117,78	-113.564,41	-119.567,10	-99.501,56
Kapitalrückfluss	-99.501,56																				
Kapitalwert 4%	-61.455,56																				
Kapitalwert 6%	-46.049,04																				
Kapitalwert 8%	-37.311,41																				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 2b

	1. Jahr 2008	2. Jahr 2009	3. Jahr 2010	4. Jahr 2011	5. Jahr 2012	6. Jahr 2013	7. Jahr 2014	8. Jahr 2015	9. Jahr 2016	10. Jahr 2017	11. Jahr 2018	12. Jahr 2019	13. Jahr 2020	14. Jahr 2021	15. Jahr 2022	16. Jahr 2023	17. Jahr 2024	18. Jahr 2025	19. Jahr 2026	20. Jahr 2027		
Einnahmen																						
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWp)	93,95	92,13	91,22	90,31	89,42	88,53	87,66	86,79	85,93	85,08	84,24	83,40	82,58	81,76	80,95	79,36	78,57	77,79	77,02	76,26		
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Jahresstromertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	86.816,65	86.996,09	86.106,04	84.362,41	82.602,13	81.784,27	80.974,52	80.172,80	79.379,01	78.593,08	77.814,93	77.044,48	76.281,66	75.526,40	74.778,61	74.038,23	73.305,18	72.579,39	71.860,78	71.149,29		
Einsparenergie je <30 kWp (€/kWh)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49		
Einsparenergie je >100 kWp (€/kWh)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47		
Einsparenergie je >100 kWp (€/kWh)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46		
Einnahmen Energieerzeugung €	42.730,66	42.307,59	41.888,70	41.473,96	41.065,33	40.665,76	40.254,22	39.856,66	39.461,05	39.070,36	38.683,51	38.300,51	37.921,29	37.545,84	37.174,09	36.805,69	36.441,62	36.080,81	35.723,57	35.369,98	35.019,88	
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	486,62	633,72	1.107,63	1.026,23	996,16	967,79	951,37	877,24	797,17	709,17	-1.477,54	-1.642,93	-1.750,66	-1.812,13	-1.799,96	-1.719,96	-1.594,10	-1.307,95	-970,19		
Sonstige Einnahmen																						
Fremdmittel Schulen	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	45.730,66	42.794,21	42.722,42	42.381,59	42.089,56	41.672,94	41.152,01	40.707,03	40.278,29	39.866,08	39.470,68	39.084,77	36.449,76	35.902,91	35.416,03	34.983,90	34.614,68	34.364,05	34.169,48	34.062,02	34.049,48	
Ausgaben																						
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (% der Investitionskosten)	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	
Grundstückskosten Betriebsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	
Wechselaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58.830,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pacht	12.185,88	12.185,88	12.185,88	12.066,48	11.289,88	10.572,87	9.865,07	9.139,26	8.422,46	7.705,85	6.970,26	7.939,29	7.091,95	6.124,60	5.217,25	4.309,90	3.403,55	2.495,21	1.587,86	680,51		
Zinsen KfV-Infrastruktur	6.189,97	6.189,97	6.084,27	5.741,50	5.398,72	5.055,94	4.713,17	4.370,39	4.027,62	3.684,84	3.342,06	2.999,29	2.656,51	2.313,74	1.970,96	1.628,19	1.285,41	942,63	599,86	257,08		
Gesamtausgaben	23.389,46	23.389,46	23.183,77	22.791,79	21.732,21	20.672,63	19.613,05	18.553,47	17.493,88	16.434,30	15.374,66	14.315,08	13.255,47	12.200,02	11.149,90	10.099,88	9.049,88	8.000,00	7.000,00	6.000,00	5.000,00	
Einnahmehüberschuss	22.341,20	19.384,75	19.408,65	19.789,81	20.357,35	20.940,31	21.538,96	22.153,57	22.784,41	23.431,78	24.115,48	24.822,38	25.577,49	26.364,01	27.184,01	28.021,02	28.882,20	29.767,95	30.679,06	31.616,69	32.585,67	
Liquiditätsrechnung																						
Darlehensstilgung																						
Tilgung KfV-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	
Gesamttilgung	0,00	0,00	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	
Erlöse Beteiligungsgesellschaft																						
Beitragüberschuss	22.341,20	19.384,75	19.695,72	20.076,88	20.624,42	21.255,98	21.971,03	22.771,54	23.651,53	24.618,48	25.681,82	26.841,41	28.098,52	29.462,04	30.932,07	32.508,64	34.191,77	35.981,40	37.877,63	39.880,56	41.991,25	
Rücklagen Wechselaustausch	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	
Kumulierte Rücklagen	5.075,45	10.150,90	15.226,35	20.301,80	25.377,25	30.452,70	35.528,15	40.603,60	45.679,05	50.754,50	55.830,00	60.905,45	65.980,90	71.056,35	76.131,80	81.207,25	86.282,70	91.358,15	96.433,60	101.509,05	106.584,50	
Gewinn/Verlust	17.265,75	14.279,30	14.620,27	14.915,54	15.257,99	15.646,53	16.081,07	16.562,07	17.090,60	17.667,63	18.294,16	18.971,19	19.698,55	20.476,24	21.304,14	22.182,15	23.110,18	24.098,03	25.145,68	26.254,13	27.423,38	
Kumulierte Gewinn/Verlust	17.265,75	31.536,05	46.156,33	61.071,87	76.329,82	91.936,35	107.923,32	124.304,39	141.094,92	158.302,55	175.936,71	194.007,90	212.526,45	231.502,70	250.934,84	270.822,99	291.167,17	311.967,20	333.222,88	354.946,21	377.147,59	
Kapitalrückfluss	17.265,75																					
Kapitalwert 4%	8.370,53																					
Kapitalwert 6%	7.484,92																					
Kapitalwert 8%	7.686,26																					

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 2c

Invest.jahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	
Einnahmen																					
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWp]	93,05	92,13	91,22	90,31	89,42	88,53	87,66	86,79	85,93	85,06	84,24	83,40	82,58	81,76	80,95	79,36	78,57	77,79	77,02	76,26	75,50
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWp]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leistungsmetrag kWp/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00
Jahresstromertrag kWh/kWp	91.189,00	90.286,14	89.392,22	88.507,14	87.630,64	86.763,20	85.904,16	85.053,63	84.211,51	83.377,73	82.552,21	81.734,96	80.925,61	80.124,36	79.331,05	78.545,60	77.767,92	76.997,94	76.235,68	75.480,78	74.733,44
Einspeisevergütung je <30 kWp [€/kWh]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Einspeisevergütung je 30-100 kWp [€/kWh]	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Einspeisevergütung je >100 kWp [€/kWh]	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Einnahmen Einspeisevergütung €	44.883,23	44.438,84	43.988,95	43.539,22	43.091,90	42.704,95	42.322,03	41.963,20	41.628,91	41.318,52	41.032,20	40.769,90	40.531,58	40.317,21	40.125,74	39.956,14	39.808,39	39.773,37	39.749,14	39.725,68	39.702,99
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	350,48	628,87	782,05	547,52	322,63	107,88	-388,22	-1.188,46	-1.994,01	-2.804,95	-3.741,18	-4.811,37	-6.000,64	-7.369,20	-8.927,96	-10.687,03	-12.657,41	-14.850,00	-17.286,80	-19.999,81
Sonstige Einnahmen	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fremdmittel Schulen																					
Gesamteinnahmen	47.883,23	44.789,32	44.627,72	44.345,27	43.679,41	43.027,48	42.389,71	41.757,17	40.260,44	39.044,51	37.827,25	36.488,72	35.520,21	34.586,57	33.690,54	32.835,09	31.259,02	30.545,61	29.887,24	29.288,27	28.743,71
Ausgaben																					
Überschneidungswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	4.489,26	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79	4.989,79
Gründungskosten Beteiligungsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50
Wechslertausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KVA-Infrastruktur	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60	13.207,60
Zinsen Bankdarlehen	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39	6.687,39
Gesamtausgaben	25.263,76	25.794,28	25.704,40	25.155,65	23.987,21	22.838,77	21.690,33	20.541,89	19.393,45	18.245,01	17.423,86	17.755,21	16.400,24	15.045,28	13.690,32	12.335,36	10.980,40	9.625,43	8.270,47	6.915,51	5.560,55
Einnahmehüberschuss	22.599,47	18.995,03	18.926,32	19.209,61	19.692,20	20.188,71	20.689,38	20.933,28	20.866,99	20.799,50	20.732,39	20.665,51	20.598,27	20.530,29	20.462,22	20.394,73	20.327,03	20.259,59	20.192,14	20.124,73	20.057,38
Liquiditätsrechnung																					
Darlehensstilgung	0,00	0,00	0,00	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80	19.668,80
Tilgung KVA - Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03
Gesamttilgung	0,00	0,00	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03	6.192,03
Einnage Beteiligungsgesellschaft																					
Barüberschuss	22.599,47	18.995,03	12.734,29	6.851,22	6.168,63	5.672,12	5.161,46	4.977,56	4.993,85	5.061,34	6.627,45	7.127,33	6.740,86	6.319,54	5.860,61	5.361,10	4.817,80	4.227,25	3.585,70	2.889,11	2.136,98
Rücklagen Wechslertausch	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45
Kumulierte Rücklagen	5.075,45	10.150,90	15.226,35	20.301,80	25.377,25	30.452,70	35.528,15	40.603,60	45.679,05	50.754,50	55.830,00	60.905,45	65.980,90	71.056,35	76.131,80	81.207,25	86.282,70	91.358,15	96.433,60	101.509,05	106.584,50
Gewinn/Verlust	17.524,02	13.919,58	7.638,84	-11.766,67	-11.244,08	-10.747,57	-10.236,91	-9.706,30	-9.156,45	-8.587,11	-7.998,66	-7.400,10	-6.792,24	-6.165,70	-5.530,09	-4.885,43	-4.231,72	-3.568,97	-2.906,21	-2.243,45	-1.580,69
Kumulierte Gewinn/Verlust	17.524,02	31.443,60	39.102,44	27.375,77	16.131,69	5.384,11	-4.852,80	-14.855,81	-24.925,10	-35.061,89	-46.764,79	-53.892,12	-60.632,98	-66.962,53	-72.813,14	-78.174,24	-82.992,04	-87.219,29	-90.804,98	-93.864,09	-96.384,11
Kapitalrückfluss																					
Kapitalwert 1%	-70.305,11																				
Kapitalwert 4%	-43.427,17																				
Kapitalwert 5%	-33.315,40																				
Kapitalwert 6%	-24.971,46																				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 2d

Invest.jahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	
Einnahmen																					
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWp)	93,05	92,13	91,22	90,31	89,42	88,53	87,66	86,79	85,93	85,08	84,24	83,40	82,58	81,76	80,95	80,15	79,36	78,57	77,79	77,02	76,26
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresenergieertrag kWh/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00
Jahresenergieertrag Gesamt kWh	91.189,00	90.286,14	89.392,22	88.507,14	87.630,84	86.763,20	85.904,16	85.053,63	84.211,51	83.377,73	82.552,21	81.734,86	80.926,61	80.124,36	79.331,05	78.546,60	77.767,92	76.997,94	76.236,68	75.484,78	74.733,44
Einspeisevergütung je <30 kWp (€/kWh)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Einspeisevergütung je 30-100 kWp (€/kWh)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Einspeisevergütung je >100 kWp (€/kWh)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Einnahmen Einspeisevergütung €	44.883,23	44.439,84	43.998,85	43.563,22	43.131,90	42.704,85	42.282,03	41.863,40	41.448,91	41.038,52	40.632,20	40.229,90	39.831,69	39.437,21	39.046,74	38.660,14	38.277,37	37.896,39	37.523,15	37.151,64	36.783,80
Zinseinnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	489,89	920,26	1.286,10	1.752,92	2.222,88	2.695,03	3.168,37	3.642,91	4.118,64	4.595,66	5.073,06	5.550,84	6.029,01	6.507,57	6.986,42	7.465,56	7.944,99	8.424,71	8.904,72	9.384,92
Sonstige Einnahmen	3.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fondmittel Schulen																					
Gesamteinnahmen	47.883,23	44.926,51	44.919,11	44.801,32	44.333,00	43.880,76	43.444,91	43.025,71	42.623,47	42.238,48	41.871,05	41.523,95	41.197,69	39.645,99	39.301,60	38.979,19	38.679,16	38.401,93	38.147,91	37.917,52	37.714,21
Ausgaben																					
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen																					
Verschreibungen (1% der Investitionskosten)	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31	4.113,31
Grundstückskosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50	930,50
Wechslichter Austausch nach 10 Jahren	12.185,68	12.185,68	12.006,48	11.289,68	10.572,87	9.856,07	9.139,26	8.422,46	7.705,65	7.039,29	6.370,28	5.701,95	5.033,92	4.365,69	3.700,00	3.039,90	2.385,90	1.738,41	1.096,96	560,00	0,00
Zinsen KW-Infrastruktur	6.169,97	6.169,97	6.094,27	5.741,50	5.388,72	5.054,94	4.713,17	4.370,39	4.027,62	3.684,84	3.342,06	2.999,29	2.656,51	2.313,74	1.970,96	1.628,19	1.285,41	942,63	599,66	257,09	0,00
Zinsen Bankdarlehen	23.389,46	23.389,46	23.131,77	22.791,79	21.732,21	20.672,63	19.613,05	18.553,47	17.493,88	16.434,30	15.374,72	14.315,14	13.255,56	12.196,00	11.136,42	10.076,84	9.017,26	7.957,68	6.898,10	5.838,52	4.778,94
Gesamtausgaben	24.483,77	21.529,05	21.605,34	22.009,53	22.800,79	23.206,14	23.631,86	24.472,25	25.129,59	25.804,18	30.715,12	25.511,45	25.279,69	26.163,84	27.065,58	27.997,29	28.947,39	29.920,28	30.916,38	31.936,12	32.987,40
Einnahmehüberschuss	23.399,46	23.399,46	23.313,77	22.791,79	21.530,21	20.672,63	19.613,05	18.553,47	17.493,88	16.434,30	15.374,72	14.315,14	13.255,56	12.196,00	11.136,42	10.076,84	9.017,26	7.957,68	6.898,10	5.838,52	4.778,94
Liquiditätsrechnung																					
Darlehensstilgung	0,00	0,00	0,00	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96	18.146,96
Tilgung KW-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93	5.712,93
Gesamttilgung	0,00	0,00	11.425,86	11.425,86	11.425,86	11.425,86															
Erlöse Beteiligungsgesellschaft																					
Barberschuss	24.483,77	21.529,05	15.892,41	-1.890,36	-1.259,10	-857,75	-29,03	612,36	1.289,70	1.944,29	2.598,99	3.264,74	3.941,54	4.628,39	5.325,24	6.032,09	6.748,94	7.475,79	8.212,64	8.959,49	9.716,34
Rücklagen Wechslichter Austausch	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45	5.075,45
Kumulierte Rücklagen	5.075,45	10.150,90	15.226,35	20.301,80	25.377,25	30.452,70	35.528,15	40.603,60	45.679,05	50.754,50	55.830,00	60.905,45	65.980,90	71.056,35	76.131,80	81.207,25	86.282,70	91.358,15	96.433,60	101.509,05	106.584,50
Gewinn/Verlust	19.408,32	16.453,60	10.816,96	-6.925,01	-6.334,55	-5.777,20	-5.103,48	-4.463,09	-3.805,75	-3.131,16	-2.456,46	-1.781,76	-1.107,06	-432,36	242,34	917,64	1.642,94	2.368,24	3.093,54	3.818,84	4.544,14
Kumulierte Gewinn/Verlust	19.408,32	35.861,92	46.678,88	39.753,07	33.418,51	27.691,31	22.587,83	18.124,74	14.318,99	11.187,82	7.367,37	3.046,61	-1.374,75	-3.203,95	-5.205,68	-7.437,40	-9.894,34	-12.581,64	-15.514,14	-18.722,94	-22.218,80
Kapitalrückfluss																					
Kapitalwert 4%	47.607,14																				
Kapitalwert 5%	39.516,43																				
Kapitalwert 6%	34.201,66																				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 3a

Invest.jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
Einnahmen																							
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWp)	255,57	253,04	250,53	248,05	245,60	243,17	240,76	238,37	236,01	233,68	231,36	229,07	226,81	224,56	222,34	220,14	217,96	215,80	213,66	211,55	209,45	207,36	
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	26,50	26,22	27,94	27,66	27,39	27,12	26,85	26,58	26,32	26,06	25,80	25,55	25,29	25,04	24,79	24,55	24,31	24,06	23,83	23,59	23,36	23,13	
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahresstromertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	265.037,31	262.413,18	259.819,03	257.242,60	254.686,65	252.173,91	249.677,14	247.205,08	244.757,51	242.334,17	239.938,82	237.569,23	235.220,16	232.897,87	230.602,85	228.339,75	226.112,45	223.919,54	221.757,78	219.631,96	217.549,96	215.507,50	
Ertragsleistung je <30 kWp (€/kWh)	0,36	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Ertragsleistung je >100 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Ertragsleistung je >100 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Einnahmen Ertragsleistung €	95.411,49	94.468,82	93.531,51	92.605,46	91.689,57	90.780,76	89.881,94	88.992,02	88.110,91	87.238,53	86.374,78	85.519,68	84.673,66	83.834,51	83.004,47	82.182,64	81.369,95	80.563,32	79.765,66	78.975,90	78.193,96	77.428,61	
Zusammenhänge (Kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.309,79	2.268,68	2.862,37	2.759,14	2.678,84	2.625,13	2.597,73	2.592,33	2.624,65	2.680,41	2.706,24	-2.640,99	-2.549,99	-2.127,18	-2.455,60	-2.113,72	-1.689,88	-995,38	-64,33	262,61	217,20	
Sonstige Einnahmen																							
Fördermittel Schulen	21.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	116.411,49	95.776,61	95.738,39	95.467,83	94.446,71	93.459,60	92.507,88	91.598,75	90.706,24	89.863,17	89.055,19	88.272,82	87.513,86	86.777,29	86.051,03	85.343,43	84.652,75	83.976,43	83.313,43	82.663,43	82.024,43	81.395,43	80.776,43
Ausgaben																							
Öffentlich-rechtliche Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Verschreibungen (1% der Investitionskosten)	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	
Gründungskosten Betriebsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	
Wechslerkosten nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KW-Infrastruktur	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	26.076,14	
Zinsen Bankdarlehen	13.203,11	13.203,11	13.019,73	12.866,23	11.552,73	10.819,21	10.065,71	9.352,20	8.618,70	7.865,19	7.151,68	6.418,18	5.684,67	4.951,17	4.217,66	3.484,15	2.750,65	2.017,14	1.283,64	550,13	1.452,23	1.452,23	
Gesamtausgaben	50.922,02	50.922,02	50.738,64	49.621,66	47.354,27	45.086,67	42.819,47	40.552,08	38.284,68	36.017,28	33.750,24	31.483,20	29.216,16	26.949,12	24.682,08	22.415,04	20.148,00	17.881,00	15.614,00	13.347,00	11.080,00	8.813,00	6.546,00
Einnahmehüberschuss	65.489,47	44.854,60	44.999,75	45.846,17	47.092,45	48.372,73	49.687,60	51.037,68	52.423,56	53.845,89	55.303,95	56.797,62	58.326,70	59.890,10	61.486,81	63.115,85	64.776,42	66.468,42	68.191,85	70.046,71	71.933,11	73.850,95	75.800,15
Liquiditätsrechnung																							
Darlehensstilgung																							
Tilgung KW-Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	38.832,67	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	12.225,10	
Gesamtstilgung	0,00	0,00	12.225,10	51.057,77	51.057,77	51.057,77	51.057,77	51.057,77	51.057,77	51.057,77													
Einlage Beteiligungsgesellschaft																							
Bankdarlehen	65.489,47	44.854,60	32.774,65	5.211,60	3.965,33	2.685,04	1.370,17	-20,09	1.365,79	2.788,12	1.291,39	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	-1.401,01	
Rücklagen Wechslerkosten	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	
Kumulierte Rücklagen	15.494,73	30.989,46	46.484,19	61.978,92	77.473,65	92.968,38	108.463,11	123.957,84	139.452,57	154.947,30	170.442,00	185.936,73	201.431,46	216.926,19	232.420,92	247.915,65	263.410,38	278.905,11	294.399,84	309.894,57	325.389,30	340.884,03	
Gewinn/Verlust	49.994,74	29.359,97	17.279,92	-20.706,33	-19.480,06	-18.179,77	-16.864,90	-15.514,82	-14.128,94	-12.706,61	-11.263,34	-9.777,81	-8.229,29	-6.614,44	-4.939,06	-3.192,21	-1.473,79	2.118,81	3.730,70	5.282,69	6.776,68	8.212,67	9.590,66
Kumulierte Gewinn/Verlust	49.994,74	79.354,61	96.634,53	75.928,20	56.468,14	38.286,37	21.423,47	5.909,65	-8.220,29	-20.926,90	-35.130,24	-50.012,44	-64.413,45	-78.224,89	-91.341,95	-103.765,06	-115.496,28	-126.534,61	-136.950,40	-146.712,71	-155.820,64	-164.272,18	-172.072,13
Kumulierter Gewinn/Verlust	79.944,41																						
Kapitalwert 4%	43.612,02																						
Kapitalwert 5%	36.881,95																						
Kapitalwert 6%	33.247,44																						

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 3b

monat, jahr	1. Jahr 2014	2. Jahr 2015	3. Jahr 2016	4. Jahr 2017	5. Jahr 2018	6. Jahr 2019	7. Jahr 2020	8. Jahr 2021	9. Jahr 2022	10. Jahr 2023	11. Jahr 2024	12. Jahr 2025	13. Jahr 2026	14. Jahr 2027	15. Jahr 2028	16. Jahr 2029	17. Jahr 2030	18. Jahr 2031	19. Jahr 2032	20. Jahr 2033	
Einnahmen																					
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWp)	255,57	253,04	250,53	248,05	245,60	243,17	240,76	238,37	236,01	233,68	231,36	229,07	226,81	224,56	222,34	220,14	217,96	215,80	213,66	211,55	209,45
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp (kWp)	28,50	28,22	27,94	27,66	27,39	27,12	26,85	26,59	26,32	26,06	25,80	25,55	25,29	25,04	24,79	24,55	24,31	24,06	23,83	23,59	23,36
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresstromertrag kWh/kWp	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00	933,00
Jahresstromertrag Gesamt kWh	265.027,31	262.413,18	259.815,03	257.242,60	254.695,55	252.173,91	249.677,14	247.205,08	244.751,51	242.324,17	239.932,82	237.575,23	235.247,16	232.947,37	230.675,85	228.432,75	226.219,45	224.036,36	221.883,96	219.761,96	217.670,96
Einnahmevergütung je <30 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Einnahmevergütung je 30-100 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Einnahmevergütung je >100 kWp (€/kWh)	95,411,49	94,462,82	93,531,51	92,605,46	91,689,57	90,780,76	89,881,94	88,992,02	88,110,91	87,238,53	86,374,78	85,519,59	84,672,96	83,834,51	83,004,47	82,182,64	81,369,95	80,563,32	79,762,66	78,973,90	78,193,96
Einnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.442,22	2.474,38	3.300,92	3.473,93	3.673,08	3.886,24	4.144,99	4.400,03	4.722,04	5.051,75	5.369,90	5.670,81	5.959,08	6.229,55	6.480,12	6.711,65	6.925,05	7.121,24	7.300,16	7.462,56
Sonstige Einnahmen																					
Freiermittel Schulen	21.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamteinnahmen	116.411,49	95.905,04	96.005,89	95.906,27	95.163,39	94.453,84	93.778,18	93.137,02	92.530,94	91.960,57	91.426,53	90.878,49	90.407,57	89.915,59	89.409,02	88.886,55	88.348,80	87.795,40	87.227,00	86.643,26	86.044,87
Ausgaben																					
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93	7.589,93
Gründungskosten Beteiligungsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Beitragskosten	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70
Wechselrichter Austausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zinsen KfV-Infrastruktur	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.154,50	20.831,84	19.509,19	18.186,53	16.863,87	15.541,22	14.218,56	12.895,90	11.573,24	10.250,58	8.927,92	7.605,26	6.282,60	4.959,94	3.637,28	2.314,62	1.000,00	0,00
Zinsen Bankdarlehen	11.384,89	11.384,89	11.226,77	10.994,28	9.961,78	9.329,29	8.696,79	8.064,30	7.431,80	6.799,31	6.166,82	5.534,32	4.901,83	4.269,33	3.636,84	3.004,35	2.371,86	1.739,36	1.106,86	474,37	0,00
Gesamtausgaben	44.300,88	44.300,88	44.142,56	43.179,40	41.224,25	39.289,10	37.313,95	35.369,00	33.403,65	31.440,50	29.480,39	27.524,63	25.570,99	23.619,44	21.670,40	19.723,66	17.779,91	15.839,05	13.899,99	11.962,62	10.026,93
Einnahmehüberschuss	72.110,61	51.604,16	51.863,33	52.726,87	53.939,14	55.184,74	56.464,23	57.778,22	59.127,29	60.512,07	61.937,86	63.409,86	64.923,58	66.473,15	68.053,62	69.669,89	71.326,89	73.029,47	74.772,62	76.551,33	78.360,69
Liquiditätsrechnung																					
Darlehensrückzahlung																					
Tilgung KfV - Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98	33.464,98
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57
Gesamttilgung	0,00	0,00	10.541,57																		
Einnahme Beteiligungsgesellschaft																					
Barüberschuss	72.110,61	51.604,16	41.321,76	41.181,30	42.643,17	44.123,17	45.622,46	47.137,05	48.665,74	50.207,39	51.762,08	53.328,81	54.906,54	56.494,27	58.091,90	59.700,43	61.318,86	62.947,19	64.585,32	66.233,25	67.890,98
Rücklagen Wechsrichter Austausch	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73
Kumulierte Rücklagen	15.494,73	30.989,46	46.484,19	61.978,92	77.473,65	92.968,38	108.463,11	123.957,84	139.452,57	154.947,30	170.442,03	185.936,76	201.431,49	216.926,22	232.420,95	247.915,68	263.410,41	278.905,14	294.399,87	309.894,60	325.389,33
Gewinn/Verlust	56.616,08	36.115,63	25.827,03	26.693,57	27.158,44	27.269,11	27.022,45	26.527,31	25.783,17	24.691,60	23.251,91	21.473,24	19.256,57	16.601,81	13.517,96	10.005,91	6.077,44	1.732,57	-3.015,10	-8.047,53	-13.079,83
Kumulierte Gewinn/Verlust	56.616,08	92.729,71	118.556,74	145.250,31	172.408,75	199.677,86	227.000,31	254.477,62	282.114,79	309.826,39	337.618,30	365.491,54	393.448,01	421.489,82	449.617,78	477.832,89	506.135,06	534.527,29	562.999,72	591.552,19	620.184,36
Kapitalwert 4%	223.089,12																				
Kapitalwert 6%	184.709,00																				
Kapitalwert 8%	157.269,18																				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 3c

	1. Jahr 2014	2. Jahr 2015	3. Jahr 2016	4. Jahr 2017	5. Jahr 2018	6. Jahr 2019	7. Jahr 2020	8. Jahr 2021	9. Jahr 2022	10. Jahr 2023	11. Jahr 2024	12. Jahr 2025	13. Jahr 2026	14. Jahr 2027	15. Jahr 2028	16. Jahr 2029	17. Jahr 2030	18. Jahr 2031	19. Jahr 2032	20. Jahr 2033	
Einnahmen																					
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWh)	255,7	253,04	246,05	245,60	243,17	240,76	238,37	236,01	233,68	231,36	229,07	226,81	224,56	222,34	220,14	217,96	215,80	213,66	211,55	209,45	
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp (kWh)	28,50	28,22	27,94	27,66	27,38	26,88	26,58	26,32	26,06	25,80	25,55	25,29	25,04	24,79	24,55	24,31	24,06	23,83	23,58	23,36	
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWh)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahresstromertrag kWh/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	278.388,00	275.632,28	272.632,24	270.201,23	267.525,97	264.877,20	262.254,65	259.669,07	257.097,20	254.541,78	252.021,57	249.526,30	247.055,75	244.609,65	242.187,77	239.789,87	237.415,72	235.065,07	232.737,69	230.433,36	
Einnahmevergütung je <30 kWp (€/kWh)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
Einnahmevergütung je 30-100 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Einnahmevergütung je >100 kWp (€/kWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Einnahmen-Einnahmevergütung €	100.217,96	99.225,60	98.243,17	97.270,47	96.307,39	95.353,95	94.409,76	93.475,01	92.549,51	91.633,16	90.725,92	89.827,64	88.938,26	88.057,69	87.185,93	86.322,60	85.467,92	84.621,70	83.783,97	82.954,32	
Zinsaufwendungen (kumulierten Gewinn/Venust)	0,00	1.465,92	2.400,11	3.153,70	3.148,59	3.189,47	3.217,04	3.292,04	3.395,18	3.527,22	3.688,93	3.821,95	3.965,34	4.109,03	4.258,04	4.412,28	4.571,76	4.736,58	4.906,85	5.082,57	
Sonstige Einnahmen																					
Fördermittel Schulen	21.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	121.217,96	100.631,52	100.643,28	100.424,16	99.455,99	98.523,33	97.626,80	96.767,04	95.944,69	95.160,41	94.414,85	93.649,60	92.921,02	92.230,86	91.578,60	90.963,60	90.384,96	89.841,76	89.333,04	88.858,80	
Ausgaben																					
Gewerbesteuer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gewerbesteuerumlage	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	8.802,07	
Grundungskosten Betriebsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	2.840,70	
Wechseltarifaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KfW-Finanzstruktur	26.076,14	26.076,14	25.692,67	24.156,78	22.624,68	21.090,99	19.557,10	18.023,21	16.489,32	14.955,43	13.421,54	11.887,65	10.353,76	8.819,87	7.285,98	5.752,09	4.218,20	2.684,31	1.150,42	-380,47	
Zinsen Bankdarlehen	13.203,11	13.203,11	13.019,73	12.286,23	11.552,72	10.819,21	10.085,71	9.352,20	8.618,70	7.885,19	7.151,68	6.418,18	5.684,67	4.951,17	4.217,66	3.484,15	2.750,65	2.017,14	1.283,64	550,13	
Gesamtausgaben	50.922,02	50.922,02	50.738,64	49.621,66	47.354,27	45.086,87	42.819,47	40.552,08	38.284,68	36.017,28	33.750,24	31.482,70	29.215,16	26.947,62	24.680,08	22.412,54	20.145,00	17.877,46	15.609,92	13.342,38	
Einnahmehüberschuss	70.295,94	49.709,50	49.904,64	50.802,50	52.101,72	53.436,46	54.807,33	56.214,97	57.660,01	59.143,12	60.665,17	62.226,90	63.829,32	65.472,44	67.156,52	68.880,60	70.644,68	72.448,76	74.292,84	76.176,92	
Liquiditätsrechnung																					
Darlehensstilgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilgung KfW - Finanzstrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamttilgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
Einlage Beteiligungsgesellschaft																					
Banbherschuss	70.295,94	49.709,50	49.904,64	50.802,50	52.101,72	53.436,46	54.807,33	56.214,97	57.660,01	59.143,12	60.665,17	62.226,90	63.829,32	65.472,44	67.156,52	68.880,60	70.644,68	72.448,76	74.292,84	76.176,92	
Rücklagen Wechseltarifaustausch	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	
Kumulierte Rücklagen	15.494,73	30.989,46	46.484,19	61.978,92	77.473,65	92.968,38	108.463,11	123.957,84	139.452,57	154.947,30	170.442,03	185.936,76	201.431,49	216.926,22	232.420,95	247.915,68	263.410,41	278.905,14	294.399,87	309.894,60	
Gewinn/Venust	54.801,11	34.214,77	22.184,91	-15.750,00	-14.450,78	-13.116,04	-11.745,17	-10.373,53	-8.992,49	-7.603,36	-6.214,24	-4.825,12	-3.436,00	-2.046,88	-622,76	517,36	1.907,48	3.297,60	4.687,72	6.077,84	
Kumulierte Gewinn/Venust	54.801,11	89.015,88	111.200,69	95.450,69	80.999,91	67.883,87	56.136,69	45.801,16	36.908,67	29.499,29	20.665,62	11.831,95	3.000,17	-5.825,81	-18.840,64	-32.055,28	-45.467,80	-59.085,31	-72.907,57	-86.935,73	
Kapitalwert 4%	125.037,22																				
Kapitalwert 6%	103.694,99																				
Kapitalwert 8%	89.462,54																				

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 3d

Invest.jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
Einnahmen																							
Leistung der Anlagen je <30 kWp (kWp)	255,57	253,04	250,53	248,05	245,60	243,17	240,76	238,37	236,01	233,68	231,36	229,07	226,81	224,56	222,34	220,14	217,96	215,80	213,66	211,55	209,45	207,36	
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp (kWp)	26,50	26,50	27,94	27,66	27,39	27,12	26,85	26,58	26,32	26,06	25,80	25,55	25,29	25,04	24,79	24,55	24,31	24,06	23,83	23,59	23,36	23,13	
Leistung der Anlagen je >100 kWp (kWp)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahressumme kW/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	
Jahressumme kW/kWh	278.386,60	275.632,28	272.903,24	270.201,23	267.525,97	264.871,20	262.254,65	259.667,07	257.107,20	254.541,78	252.021,57	249.526,30	247.056,75	244.609,65	242.181,77	239.789,87	237.427,69	235.065,07	232.737,69	230.433,36	228.158,84	225.912,64	
Einspeisungsvergütung je <30 kWp (€/MWh)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
Einspeisungsvergütung je 30-100 kWp (€/MWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Einspeisungsvergütung je >100 kWp (€/MWh)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Einnahmen-Einspeisungsvergütung €	100.217,06	99.225,60	98.243,17	97.270,47	96.307,39	95.353,95	94.409,76	93.475,91	92.549,51	91.633,18	90.725,92	89.827,64	88.939,25	88.057,69	87.186,63	86.322,60	85.467,92	84.621,70	83.783,87	82.954,32	82.132,99	81.319,29	
Zinsnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	1.538,34	2.667,61	3.592,14	4.365,26	4.983,71	5.469,15	5.839,30	6.102,88	6.278,62	6.374,62	6.400,26	6.367,42	6.276,62	6.131,06	5.935,88	5.691,77	5.409,26	5.089,07	4.741,17	4.376,15	3.994,15	
Sonstige Einnahmen																							
Fördermittel Schulen	21.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	121.217,06	100.763,95	100.910,70	100.862,61	100.172,67	99.517,57	98.897,91	98.314,31	97.767,29	97.257,90	96.786,20	96.352,27	95.963,27	95.618,18	95.316,51	95.058,78	94.845,18	94.674,17	94.543,17	94.451,17	94.397,17	94.379,17	94.391,17
Ausgaben																							
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Verschönerungen (1% der Investitionskosten)	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	7.599,93	
Südrücklagen Betriebsgesellschaft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	2.940,70	
Wechseltarifaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Wechseltarifaustausch nach 10 Jahren	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	22.485,16	
Zinsen-KW-Infrastruktur	11.384,89	11.384,89	11.236,77	10.594,28	9.961,79	9.329,29	8.696,79	8.064,30	7.431,80	6.799,31	6.166,82	5.534,32	4.901,83	4.269,33	3.636,84	3.004,35	2.371,85	1.739,36	1.106,86	474,37	0,00	0,00	
Zinsen-Bankdarlehen	44.300,68	44.300,68	44.142,56	43.179,40	41.224,25	39.293,10	37.313,95	35.398,80	33.463,65	31.448,50	29.404,35	27.300,20	25.116,05	22.831,90	20.537,75	18.233,60	15.919,45	13.605,30	11.291,15	8.977,00	6.662,85	4.348,70	
Gesamtausgaben	76.917,18	56.463,26	56.788,22	57.683,21	58.248,42	60.248,42	61.583,96	62.955,51	64.363,74	65.809,30	67.286,64	68.797,26	70.341,38	71.918,42	73.527,86	75.170,12	76.844,72	78.550,28	80.286,44	82.052,80	83.849,06	85.675,91	
Einnahmehüberschuss	44.300,68	44.300,68	44.124,25	43.179,40	41.224,25	39.293,10	37.313,95	35.398,80	33.463,65	31.448,50	29.404,35	27.300,20	25.116,05	22.831,90	20.537,75	18.233,60	15.919,45	13.605,30	11.291,15	8.977,00	6.662,85	4.348,70	
Liquiditätsrechnung																							
Darlehensrückzahlung																							
Tilgung KWV - Infrastrukturprogramm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tilgung Bankdarlehen	0,00	0,00	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	10.541,57	
Gesamttilgung	0,00	0,00	10.541,57																				
Einlage Beteiligungsgesellschaft																							
Barbillschuss	76.917,18	56.463,26	46.226,65	36.666,66	27.222,22	17.777,78	8.333,33	0,00															
Rücklagen Wechseltarifaustausch	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	15.494,73	
Kumulierte Rücklagen	15.494,73	30.989,46	46.484,19	61.978,92	77.473,65	92.968,38	108.463,11	123.957,84	139.452,57	154.947,30	170.442,03	185.936,76	201.431,49	216.926,22	232.420,95	247.915,68	263.410,41	278.905,14	294.399,87	309.894,60	325.389,33	340.884,06	
Gewinn/Verlust	61.422,45	40.300,98	30.731,92	1.838,07	-572,86	777,19	2.062,68	3.434,23	4.842,47	6.286,03	7.769,59	9.298,15	10.866,71	12.480,27	14.143,83	15.852,39	17.601,95	19.397,51	21.234,07	23.106,63	25.010,19	26.940,75	
Kumulierte Gewinn/Verlust	61.422,45	102.390,98	133.122,90	130.711,97	131.439,16	133.501,84	136.936,07	141.778,54	148.066,57	153.289,10	158.528,69	163.797,84	169.096,55	174.424,82	179.782,65	185.169,94	190.586,67	196.032,72	201.509,19	207.015,38	212.549,13	218.108,38	
Kapitalwert 4%	2.587.415,74																						
Kapitalwert 6%	2.056.702,93																						
Kapitalwert 8%	1.654.286,13																						

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 4c

Invest.jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Einnahmen																						
Leistung der Anlagen je <30 kWp [kWh]	189,90	167,03	185,18	163,34	181,53	179,73	177,95	176,19	174,45	172,72	171,01	169,32	167,64	165,98	164,34	162,71	161,10	159,50	157,92	156,36	154,81	
Leistung der Anlagen je 30-100 kWp [kWh]	7,85	7,57	7,50	7,43	7,35	7,28	7,21	7,14	7,06	6,99	6,93	6,86	6,79	6,72	6,66	6,59	6,52	6,46	6,40	6,33	6,27	
Leistung der Anlagen je >100 kWp [kWh]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Jahresstromertrag kWh/kWp	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	980,00	
Jahresstromertrag Gesamt kWh	192.619,00	190.711,88	189.823,64	188.934,10	188.045,10	187.156,37	186.267,37	185.378,41	184.489,41	183.600,41	182.711,41	181.822,41	180.933,41	180.044,41	179.155,41	178.266,41	177.377,41	176.488,41	175.599,41	174.710,41	173.821,41	
Einspeisevergütung je <30 kWp [€/kWh]	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	
Einspeisevergütung je 30-100 kWp [€/kWh]	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
Einspeisevergütung je >100 kWp [€/kWh]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Einnahmen Einspeisevergütung €	104.854,98	103.816,81	102.788,93	101.771,21	100.763,58	99.765,92	98.778,14	97.800,14	96.831,82	95.873,09	94.923,85	93.984,01	93.053,47	92.132,15	91.219,95	90.316,78	89.422,56	88.537,19	87.660,58	86.792,65	85.933,32	
Vermiedene Kosten öffentliche Maßnahmen	20.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Leistung Solarzelle (Fläche)	4,10	4,06	4,02	3,98	3,94	3,90	3,86	3,82	3,79	3,75	3,71	3,67	3,64	3,60	3,57	3,53	3,50	3,46	3,43	3,39	3,36	
Einnahmen Einspeisevergütung €	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	
Zinsnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	2,271,08	2,248,59	2,226,33	2,204,28	2,182,46	2,160,85	2,139,46	2,118,27	2,097,30	2,076,54	2,055,98	2,035,62	2,015,46	1,995,51	1,975,75	1,956,19	1,936,82	1,917,65	1,898,66	1,879,86	1,861,25	
Sonstige Einnahmen	0,00	1.681,79	2.665,95	3.364,90	3.169,56	3.001,13	2.863,98	2.758,12	2.680,15	2.632,28	2.625,37	2.678,62	132,14	99,34	110,08	165,43	266,45	414,25	609,93	864,64	1.148,54	
Fördermittel/Stipendien	9.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gesamteinnahmen	136.126,06	107.747,19	107.681,10	107.340,39	106.114,60	104.927,90	103.780,90	102.674,33	101.609,26	100.595,50	99.605,20	98.598,23	97.591,06	96.582,90	95.574,90	94.567,19	93.559,79	92.552,60	91.545,71	90.539,17	89.532,11	
Ausgaben																						
Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	248.177,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Versicherungen (1% der Investitionskosten)	10.388,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	10.308,62	
Grundstückkosten/Betreibergesellschaft	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Betriebskosten	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	1.965,50	
Wechselerlösaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen kWw-Infrastruktur	23.037,77	30.717,03	30.717,03	30.265,31	28.458,43	26.651,54	24.844,66	23.037,77	21.230,89	19.424,00	17.617,12	15.810,24	14.003,36	12.196,48	10.389,60	8.582,72	6.775,84	4.968,96	3.162,08	1.355,20	-450,72	
Zinsen Bankdarlehen	11.664,70	15.552,93	15.336,91	14.472,86	13.608,81	12.744,76	11.880,71	11.016,66	10.152,61	9.288,55	8.424,50	7.560,45	6.696,40	5.832,35	4.968,30	4.104,24	3.240,19	2.376,14	1.512,09	648,04	0,00	
Gesamtausgaben	300.213,59	58.544,08	57.012,29	54.341,35	51.670,42	48.999,48	46.328,58	43.657,61	40.986,68	38.315,75	35.644,82	32.973,89	30.302,96	27.632,03	24.961,10	22.290,17	19.619,24	16.948,31	14.277,38	11.606,45	8.935,52	
Einnahmehüberschuss	-164.087,53	49.203,12	49.353,04	50.328,10	51.773,24	53.257,48	54.781,50	56.345,98	57.951,65	59.599,23	61.288,00	63.017,00	64.786,00	66.595,00	68.444,00	70.333,00	72.262,00	74.231,00	76.240,00	78.289,00	80.378,00	
Liquiditätsrechnung																						
Darlehensrückzahlung	0,00	0,00	0,00	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	45.743,90	
Tilgung (kWw-Infrastrukturprogramm)	0,00	0,00	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	
Gesamttilgung	0,00	0,00	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	14.400,86	
Erträge Beteiligungsgesellschaft	248.177,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Barüberschuss	84.089,47	49.203,12	34.952,18	-9.816,66	-8.371,52	-6.887,28	-5.363,27	-3.798,78	-2.193,11	-545,53	-123.267,56	-1.394,04	-1.639,96	537,21	2.767,24	5.051,10	7.389,78	9.784,27	12.235,61	14.744,84	17.296,11	
Rücklagen Wechselerlösaustausch	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	10.993,64	
Kumulierte Rücklagen	10.993,64	21.987,28	32.980,92	43.974,56	54.968,20	65.961,84	76.955,48	87.949,12	98.942,76	109.936,40	120.930,04	131.923,68	142.917,32	153.910,96	164.904,60	175.898,24	186.891,88	197.885,52	208.879,16	219.872,80	230.866,44	
Gewinn/Verlust	73.095,83	38.209,46	23.998,54	-20.810,30	-19.365,16	-17.880,92	-16.396,70	-14.912,42	-13.428,14	-11.943,86	-10.459,58	-8.975,30	-7.491,02	-6.006,74	-4.522,46	-3.038,18	-1.553,90	0,00	1.530,32	3.045,64	4.560,96	
Kumulierter Gewinn/Verlust	73.095,83	111.305,31	135.263,85	114.453,55	95.088,39	77.207,48	60.810,78	44.898,36	28.985,94	13.073,52	-2.939,84	-11.011,36	-23.022,70	-35.034,06	-47.045,42	-59.056,78	-71.068,14	-83.079,50	-95.090,86	-107.102,22	-119.113,58	
Mittelfluss	-120.081,17	38.209,46	23.998,54	-20.810,30	-19.365,16	-17.880,92	-16.396,91	-14.912,42	-13.428,14	-11.943,86	-10.459,58	-8.975,30	-7.491,02	-6.006,74	-4.522,46	-3.038,18	-1.553,90	0,00	1.530,32	3.045,64		
Kapitalrückfluss	134.147,07																					
Kapitalwert 4%	-98.138,65																					
Kapitalwert 6%	-107.299,27																					
Interner Zinsfuß	-2,50%																					

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Szenario 5

	Invest.jahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	
Einnahmen																						
Leistung der Anlagen	3.322,29	3.289,40	3.256,53	3.224,59	3.192,65	3.161,04	3.129,75	3.098,76	3.068,08	3.037,70	3.007,53	2.977,65	2.948,07	2.918,77	2.889,77	2.861,07	2.832,65	2.804,51	2.776,64	2.749,04	2.721,76	
Leistungsertrag kWh/Wp	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	
Leistungsertrag Gesamt kWh	3.189.398,00	3.157.000,20	3.124.554,65	3.092.163,14	3.059.832,17	3.027.546,14	2.995.304,07	2.963.106,07	2.930.952,06	2.898.843,05	2.866.779,04	2.834.760,03	2.802.786,02	2.770.857,01	2.738.973,00	2.707.134,00	2.675.340,00	2.643.591,00	2.611.888,00	2.580.231,00	2.548.620,00	
Einnahmevergütung	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	
Einnahmen-Einnahmevergütung €	1.519.992,17	1.486.592,21	1.453.192,25	1.419.792,29	1.386.392,33	1.352.992,37	1.319.592,41	1.286.192,45	1.252.792,49	1.219.392,53	1.185.992,57	1.152.592,61	1.119.192,65	1.085.792,69	1.052.392,73	1.018.992,77	985.592,81	952.192,85	918.792,89	885.392,93	851.992,97	
Zinsentnahmen (kumulierter Gewinn/Verlust)	0,00	15.102,65	30.205,30	45.308,00	60.410,65	75.513,30	90.615,95	105.718,60	120.821,25	135.923,90	151.026,55	166.129,20	181.231,85	196.334,50	211.437,15	226.539,80	241.642,45	256.745,10	271.847,75	286.950,40	302.053,05	
Sonstige Entnahmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fremdmittel Schulden	1.519.992,17	1.534.894,82	1.549.807,47	1.564.720,12	1.579.632,77	1.594.545,42	1.609.458,07	1.624.370,72	1.639.283,37	1.654.196,02	1.669.108,67	1.684.021,32	1.698.933,97	1.713.846,62	1.728.759,27	1.743.671,92	1.758.584,57	1.773.497,22	1.788.409,87	1.803.322,52	1.818.235,17	
Gesamteinahmen	1.519.992,17	1.533.898,06	1.547.803,95	1.561.709,84	1.575.615,73	1.589.521,62	1.603.427,51	1.617.333,40	1.631.239,29	1.645.145,18	1.659.051,07	1.672.956,96	1.686.862,85	1.700.768,74	1.714.674,63	1.728.580,52	1.742.486,41	1.756.392,30	1.770.298,19	1.784.204,08	1.798.109,97	
Ausgaben																						
Wechselaustausch nach 10 Jahren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zinsen KfV-Infrastruktur	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	503.508,44	
Zinsen Bankdarlehen	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	
Gesamtausgaben	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	
Einnahmenüberschuss	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	
Liquiditätsrechnung																						
Darlehensrückführung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilgung KfV - Infrastrukturprogramm	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	254.940,98	
Tilgung Bankdarlehen	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	758.449,42	
Gesamttilgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Einnahme Beteiligungsgesellschaft	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	755.249,44	
Banbillschuss	755.192,75	755.249,44	755.306,13	755.362,82	755.419,51	755.476,20	755.532,89	755.589,58	755.646,27	755.702,96	755.759,65	755.816,34	755.873,03	755.929,72	755.986,41	756.043,10	756.100,00	756.156,89	756.213,78	756.270,67	756.327,56	
Rücklagen Wechselaustausch	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62	181.215,62		
Kumulierte Rücklagen	181.215,62	362.431,24	543.646,86	724.862,48	906.078,10	1.087.293,72	1.268.509,34	1.449.724,96	1.630.940,58	1.812.156,20	1.993.371,82	2.174.587,44	2.355.803,06	2.537.018,68	2.718.234,30	2.900.449,92	3.082.665,54	3.264.881,16	3.447.096,78	3.629.312,40	3.811.528,02	
Gewinn/Verlust	573.916,93	574.033,62	574.150,31	574.267,00	574.383,69	574.500,38	574.617,07	574.733,76	574.850,45	574.967,14	575.083,83	575.200,52	575.317,21	575.433,90	575.550,59	575.667,28	575.783,97	575.900,66	576.017,35	576.134,04	576.250,73	
Kumulierte Gewinn/Verlust	573.916,93	1.147.950,54	1.698.984,15	2.223.017,76	2.717.051,37	3.181.084,98	3.615.118,59	4.019.152,20	4.393.185,81	4.737.219,42	5.051.253,03	5.335.286,64	5.589.320,25	5.813.353,86	6.007.387,47	6.171.421,08	6.305.454,69	6.409.488,30	6.493.521,91	6.557.555,52	6.601.589,13	
Kapitalrückfluss	91.344,67																					
Kapitalwert 4%	-57.969,61																					
Kapitalwert 6%	-30.897,40																					
Kapitalwert 8%	17.895,94																					

Beispielhaftes Begehungsdatenblatt

Projekt:		
Adresse:		
Das Gebäude steht im Eigentum von (Ansprechpartner):		
Alter des Gebäudes:		
Alter des Daches:		
Letzte General-/ Teilsanierung am:		
Dachsanierung vorgesehen:	<input type="checkbox"/> ja (bitte Zeitraum angeben) <input type="checkbox"/> nein	
	Satteldach/geneigtes Dach	Flachdach
	Dachneigung:	Höhe der Attika [cm]:
	Himmelsrichtung:	Länge der umlaufenden Attika/ Dachaufbauten[m]:
Dacheindeckung:	<input type="checkbox"/> Schiefer <input type="checkbox"/> Ziegel <input type="checkbox"/> Blech <input type="checkbox"/> Eternit <input type="checkbox"/> Bieberschwanz <input type="checkbox"/> Dachpappe <input type="checkbox"/> Holzdach <input type="checkbox"/> Betondach <input type="checkbox"/> Foliendach <input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte beschreiben)	Art des Dachaufbaus (Skizze mit Maßangaben) :
Dachfläche gesamt:		
Geschätzte Verschattung in %:		
Traufenhöhe:		
Fenster, Schornsteine, Kabel, Strommasten, Bäume, Gaupen, etc. (bitte kurze Beschreibung)		
Effektiv geschlossen nutzbare Dachfläche in Breite x Höhe [m²]		
Standort Wechselrichter		
Leitungslänge Module – Wechselrichter		
Leitungslänge vom Wechselrichter zum Zählerkasten:		
Leerer (ungenutzter) Schornstein/Kabelkanal vorhanden:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Blitzschutzanlage vorhanden:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Zusätzlicher Zählerplatz vorhanden:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Zuständiges Versorgungsunternehmen:	
Anschrift:	
Ansprechpartner (Name/Tel):	
Ermittlung der max. Einspeiseleistung über die unbeschattete Dachfläche	
Unbeschattete Dachfläche:	
.....kWp	
Erforderliche Unterlagen:	
(falls Pläne zur Verfügung gestellt werden können, bitte kopieren und evtl. von Hand ergänzen)	
Angaben im Lageplan:	
Angaben im Grundrissplan:	
Dachflächenplan:	
Gebäudeschnitt:	
Bemerkungen:	

<p>Photos (min 3 Stück vom Dach bei Schrägdächern: eins mittig, eins von halbrechts, eins von halblinks). Bei Flachdächern bitte die Fotos auf dem Dach machen. Und immer ein Photo vom Zählerschrank. Bei möglichen Verschattungen durch Bäume oder andere Gebäude bitte auch ein Photo davon.</p>
--

Bearbeitete Begehungsdatenblätter

Gebäude der Wohnungsbauengesellschaft

Sofortige Installationsmöglichkeit

- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1. Am Holzplatz 1,3,5 | => 6,54 kWp |
| 2. Sauterstraße 45 | => 3,80 kWp |
| 3. Industriestraße 9,11 | => 12,80 kWp |

Gesamt: 23,14 kWp

Installation nach geplanter Sanierung

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| 4. Allensteinerstraße 16,18 | => 4,49 kWp |
| 5. Allensteinerstraße 20,22,24 | => 10,93 kWp |
| 6. Allensteinerstraße 11 | => 5,10 kWp |
| 7. Allensteinerstraße 17,19 | => 8,10 kWp |
| 8. Neusatzstraße 11-21 | => 6,80 kWp |
| 9. Neusatzstraße 23,25,27 | => 10,00 kWp |
| 10. Bayernplatz 1-6 | => 17,00 kWp |

Gesamt: 62,42 kWp

Weitere Potenziale bei Sanierung

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| 11. Branchweilerhofstraße 86,86a | => 11,00 kWp |
| 12. Branchweilerhofstraße 86b,88 | => 11,00 kWp |
| 13. Branchweilerhofstraße 88a,88b | => 11,00 kWp |
| 14. Spitalbachstraße 44,46 | => 11,80 kWp |
| 15. Spitalbachstraße 48,50 | => 11,80 kWp |
| 16. Spitalbachstraße 52,54 | => 11,80 kWp |
| 17. Spitalbachstraße 56,58 | => 11,80 kWp |
| 18. Spitalbachstraße 53,55 | => 11,80 kWp |
| 19. Kurt-Schumacher-Straße 20-24a | => 13,67 kWp |
| 20. Martin-Luther-Straße 80 | => 15,50 kWp |
| 21. Martin-Luther-Straße 84 | => 15,50 kWp |
| 22. Martin-Luther-Straße 88 | => 15,50 kWp |
| 23. Rilkestraße 1,3 | => 14,36 kWp |
| 24. Kantstraße 3,5 | => 14,36 kWp |

Gesamt: 180,89 kWp

Bearbeitete BegehungsdatenblätterGebäude der Stadt

Sofortige Installationsmöglichkeit

25. Schubert Schule (Neubau)	=> 11,60 kWp
26. Festhalle Diedesfeld	=> 16,87 kWp
27. August-Becker-Schule (Turnhalle)	=> 37,65 kWp
28. Kindergarten Laachen	=> 10,43 kWp
29. Leibniz-Gymnasium	=> 8,00 kWp
30. Feuerwehr Neustadt	=> 6,86 kWp
31. Kindergarten Mussbach	=> 7,00 kWp
32. Grundschule Mussbach	=> 12,00 kWp
33. Schwimmbad Mussbach	=> 7,00 kWp

Gesamt: 117,41 kWp

Installation nach geplanter Sanierung

34. Schwimmbad Hambach (Restaurant)	=> 4,87 kWp
35. Schwimmbad Hambach (Wohnung)	=> 3,37 kWp
36. Schwimmbad Hambach (Umkleide)	=> 14,38 kWp
37. August-Becker-Schule (Nebengebäude)	=> 25,76 kWp
38. August-Becker-Schule (Hauptgebäude)	=> 22,50 kWp
39. Hans-Geiger Schule	=> 18,00 kWp
40. KKG Neustadt	=> 12,31 kWp
41. Festhalle Laachen	=> 11,53 kWp
42. Gesamtschule Geinsheim (Geb.1)	=> 14,67 kWp
43. Gesamtschule Geinsheim (Geb.2)	=> 18,00 kWp
44. Gesamtschule Geinsheim (Sporthalle)	=> 10,25 kWp
45. Albert-Finck Schule (Geb.1,2)	=> 24,63 kWp
46. Albert-Finck Schule (Geb.3)	=> 28,50 kWp
47. Albert-Finck Schule (Sporthalle)	=> 22,60 kWp
48. Leibniz Gymnasium (Neubau)	=> 11,50 kWp
49. Schulzentrum Neustadt	=> 58,50 kWp
50. Schulzentrum (Turnhalle)	=> 13,33 kWp

Gesamt: 314,70 kWp

Weite Potenziale bei Sanierung

51. Schwimmbad Hambach (Wärmehalle)	=> 5,10 kWp
52. Berufsbildende Schule (Geb.1)	=> 36,30 kWp

Gesamt: 41,40 kWp

Bearbeitete Begehungsdatenblätter

Gebäude des Landes

Sofortige Installationsmöglichkeit

53. Amtsgericht	=> 20,00 kWp
54. Struktur- und Genehmigungsgesellschaft	=> 10,00 kWp
55. Struktur- und Genehmigungsgesellschaft Süd	=> 26,00 kWp

Gesamt: 56,00 kWp

Gesamte mögliche Installationsleistung der untersuchten Gebäude:

795,96 kWp