



Energie- und Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Senden



Endbericht Sonnenenergie

30. März 2012

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages – Förderkennzeichen 03KS1119 -



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Geschäftsführer
Diplom Volkswirt Carl Zeine

Handelsregister
Nr. 3102

Deutsche Bank 24 Münster
111 1285 (BLZ 400 700 24)
<http://www.ages-gmbh.de>

Klosterstraße 3 Telefon (02 51) 4 84 78 10
48143 Münster Telefax (02 51) 4 84 78 40
E-Mail carlzeine@ages-gmbh.de

Inhalt

1	<u>NUTZUNG DER SOLARENERGIE</u>	4
2	<u>BESTANDSAUFNAHME DER SOLARENERGIENUTZUNG IN SENDEN</u>	6
2.1	ELEKTRISCHE NUTZUNG	6
2.2	SOLARTHERMIE	7
3	<u>PHOTOVOLTAIK POTENTIALE IN DER GEMEINDE SENDEN</u>	7
3.1	TECHNIK VON PV ANLAGEN	7
3.2	METHODIK DER POTENTIALERMITTLUNG	8
3.3	FLÄCHEN FÜR PV AUFDACHANLAGEN IN SENDEN	9
3.3.1	Allgemein	9
3.3.2	Flächenermittlung für Dachanlagen	10
3.3.3	Abzugsflächen	12
3.3.4	Neigung und Ausrichtung	13
3.3.5	Erträge von PV Aufdachanlagen in Senden	14
3.3.6	Potentiale für PV Aufdachanlagen in Senden - Ergebnis	15
3.4	STANDORTE FÜR FREIFLÄCHENANLAGEN IN DER GEMEINDE SENDEN	17
3.4.1	Ausgewählte Standorte für Freiflächenanlagen	19
3.4.2	Ergebnisübersicht für PV Freiflächenanlagen in Senden	27
3.5	WIRTSCHAFTLICHKEIT VON PV ANLAGEN	30
3.6	HINWEISE FÜR DIE BAULEITPLANUNG	32
3.6.1	Genehmigungsrechtliche Aspekte	32
4	<u>POTENTIAL DER THERMISCHEN SONNENENERGIENUTZUNG IN SENDEN</u>	36
4.1	ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN	36
4.1.1	100% Solare Wärme	37
4.1.2	Solare Nahwärme	38
4.1.3	Solare Wärme und Eisspeicher	38
4.1.4	Solare Wärme aus PV Anlagen und Wärmepumpen	39
4.1.5	Sonnenhaus	39
4.1.6	Schwimmbadheizung	40
4.1.7	Prozesswärme	41
4.1.8	Solarthermische Kühlung	41
4.2	WIRTSCHAFTLICHKEIT VON SOLARWÄRMEANLAGEN IM HAUSHALTSBEREICH	42
4.2.1	Anschaffungs- und Herstellungskosten von Solarthermie-Anlagen	42
4.2.2	Erträge von solarthermischen Anlagen	43
5	<u>BERÜCKSICHTIGUNG DER PASSIVEN SOLARNUTZUNG IM STÄDTEBAULICHEN ENTWURF</u>	46
5.1	SOLARTECHNISCHE ÜBERPRÜFUNG	47
5.2	REGELUNGEN IM BEBAUUNGSPLAN	48

6	SOLARENERGIE POTENTIALE - ZUSAMMENFASSUNG	49
7	UMSETZUNG, HEMMNISSE	51
8	FÖRDERUNG (STAND 2012/03)	52

Projektleitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine

Bearbeitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine

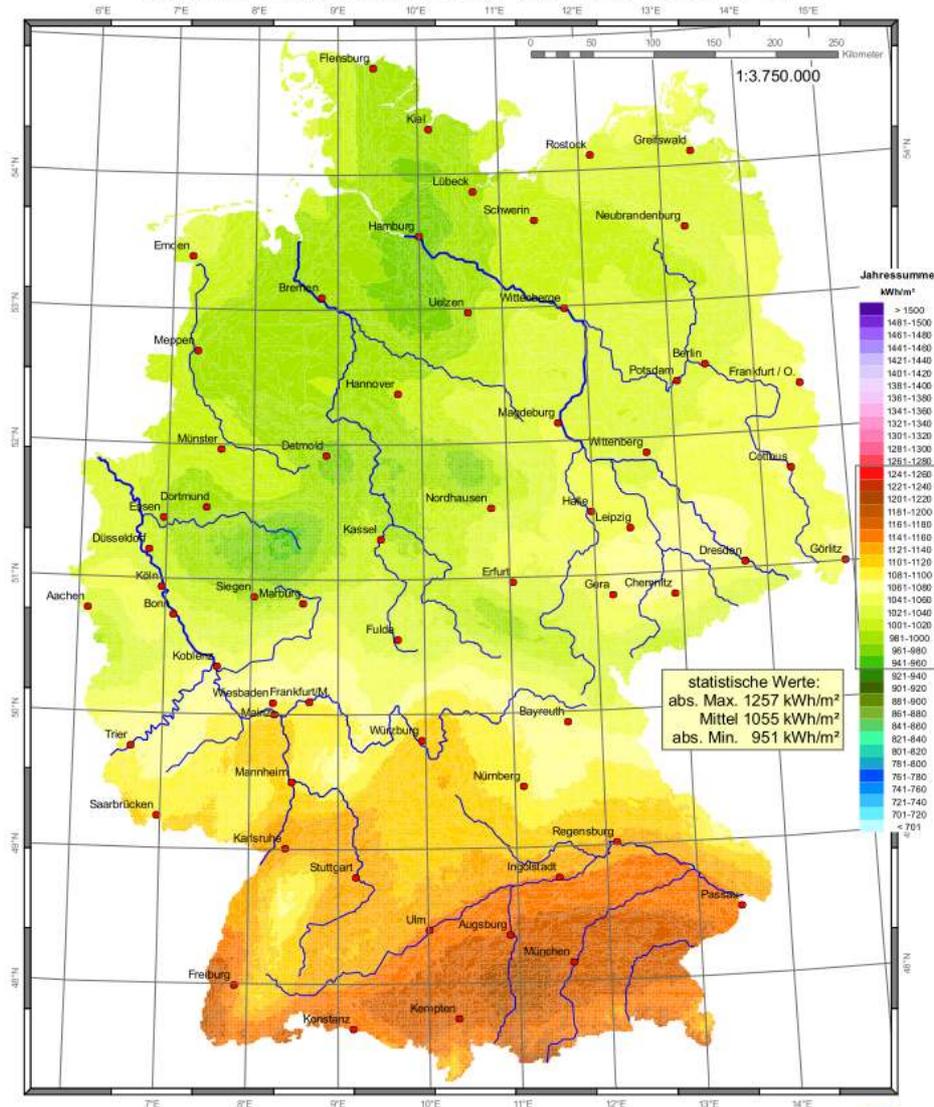
Stefan Gausling B.Eng.

W. Dzudzek - Land + Wind Büro für Umweltplanung (PV Potentiale für Freiflächenanlagen)

1 Nutzung der Solarenergie

Die Jahressumme der Globalstrahlung liegt in Deutschland zwischen 900 und 1.200 kWh pro m² und Jahr auf eine horizontale Fläche, das entspricht im Durchschnitt ca. 100 bis 135 W/m².

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981 - 2010



Wissenschaftliche Bearbeitung:
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

Nach dem Solaratlas NRW kann für die Gemeinde Senden mit einer mittleren Globalstrahlung von $985 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ gerechnet werden. Bei einer Fläche von 10.930 ha ergibt sich für die Gemeinde Senden eine mittlere jährliche Sonneneinstrahlung von gut 100 Mrd. kWh. Das ist mehr als 160-mal die Energiemenge, die jährlich in der Gemeinde Senden verbraucht wird.

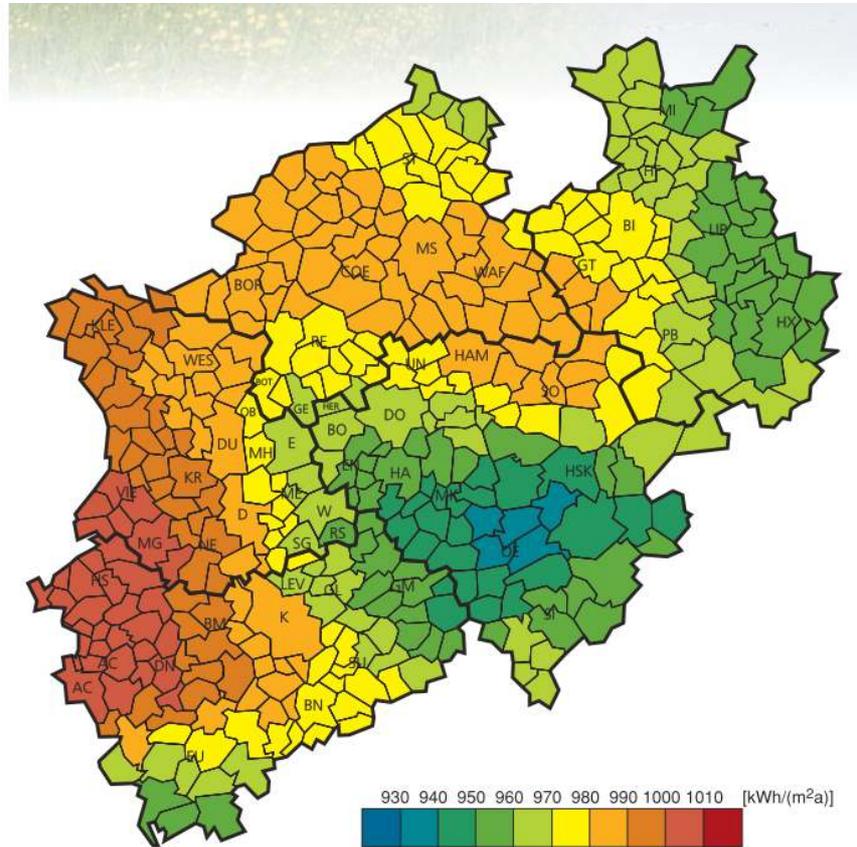


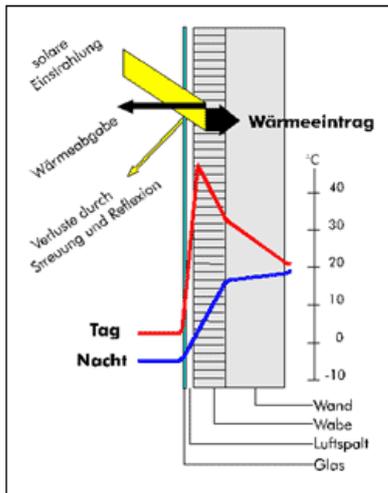
Abb. 32: Räumliche Verteilung der Globalstrahlungssumme im Jahresmittel für Nordrhein-Westfalen

Für eine **energetische Nutzung** der Sonnenenergie bestehen nach aktuellem Stand der Technik folgende Möglichkeiten:

- Erzeugung elektrischer Energie über Photovoltaikanlagen oder über die Erwärmung eines Wärmeträgers und die Stromerzeugung in einem thermischen Prozess über Generatoren
- Thermische Nutzung bei Temperaturen unter 100°C

Für eine **thermische Nutzung** der Sonnenenergie kommen prinzipiell die folgenden Anwendungen in Frage:

- aktive Systeme: Sonnenkollektoren, Solarabsorber für
 - Beheizung von Freibädern,
 - Brauchwassererwärmung und
 - Raumheizung
 - sonstige Prozesswärme
 - Kühlung
- passive Systeme zur Raumheizung



Grafik: ESA-Energiesysteme Aschauer Vertriebs GmbH.

Die passive Nutzung der Sonnenenergie stellt auf Gebäudeentwürfe und Gebäudeanordnungen durch Vermeidung von Verschattung und große nach Süden ausgerichtete Fensterflächen ab.

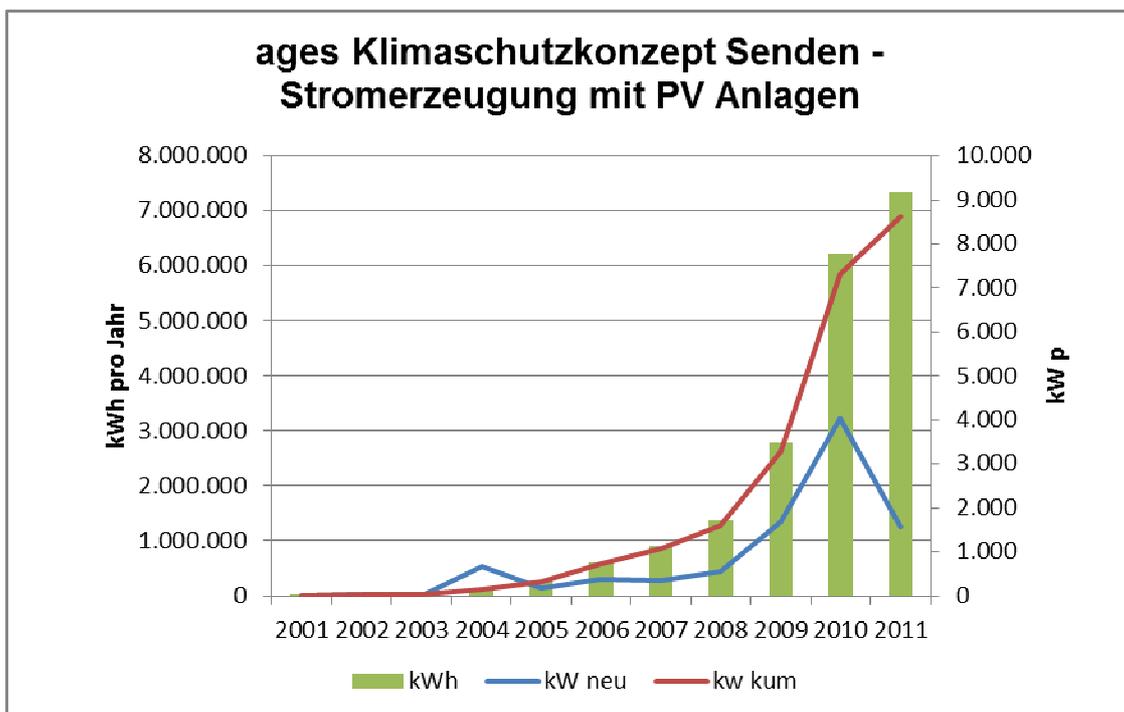
Verfügbar sind auch Wandaufbauten mit einer transparenten Außenschicht (sog. Solarfassaden), die in Verbindung mit dahinterliegenden Zwischenschichten einen zusätzlichen Solargewinn über die Außenwände erlauben.

2 Bestandsaufnahme der Solarenergienutzung in Senden

Seit dem Jahr 2000 ist es in Deutschland aufgrund der finanziellen Förderung zu einem starken Anstieg bei der Nutzung der Solarenergie gekommen. Die Entwicklung der installierten Leistungen von PV Anlagen und Flächen solarthermischer Anlagen kann Statistiken entnommen werden, die im Zusammenhang mit der Förderung von Solaranlagen geführt werden.

2.1 Elektrische Nutzung

Im November 2011 waren im Gemeindegebiet Senden 395 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 8.625 kWp installiert. Mit diesen können bei 850 kWh/kWp ca. 7,33 Mio. kWh Strom produziert werden.

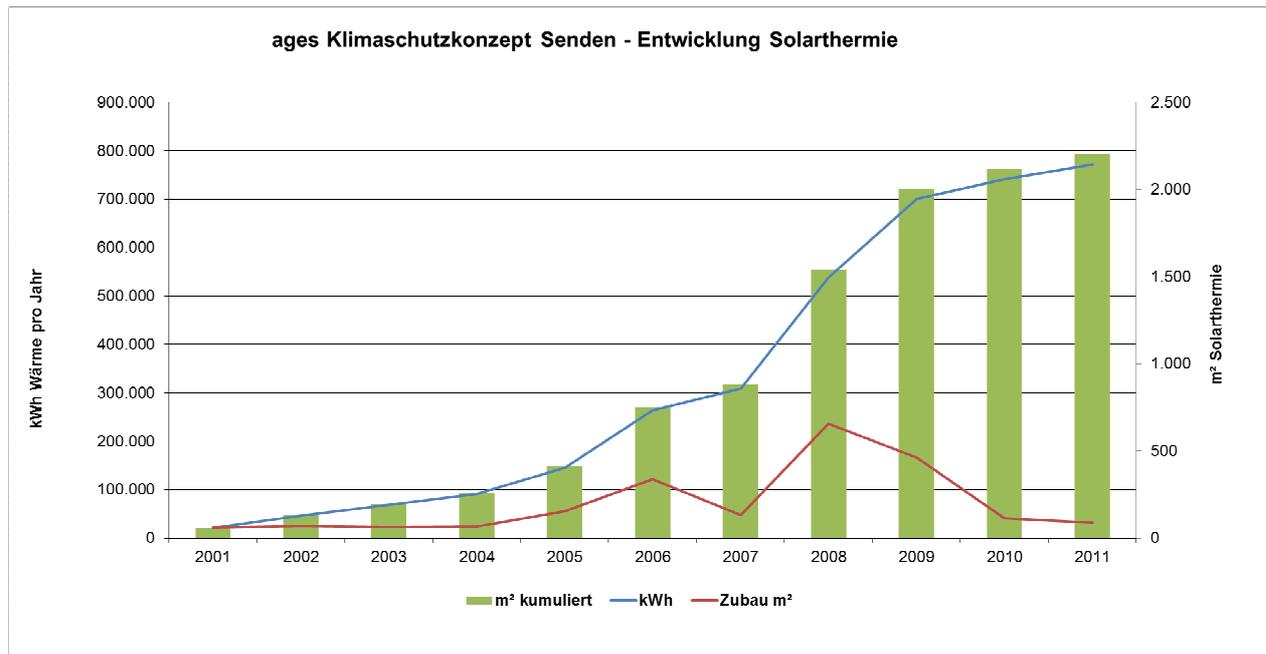


Datenquelle: Energymap.info

Das entspricht 10% der Stromabgabe in der Gemeinde Senden im Jahr 2007.

2.2 Solarthermie

Von 2001 bis Ende 2011 sind in der Gemeinde Senden 229 solarthermische Anlagen mit einer Gesamtfläche von 2.204 m² errichtet worden. Das sind Anlagen, die mit öffentlichen Geldern seit Januar 2001 vom "Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle" (BAFA) gefördert worden sind. Die mittlere Anlagengröße liegt bei 9,6 m², was ungewöhnlich groß ist und über die Solarsiedlungen erklärt werden kann.



Mit diesen Solaranlagen können bei 350 kWh/m² ca. 0,77 Mio. kWh Wärme produziert werden.

3 Photovoltaik Potentiale in der Gemeinde Senden

3.1 Technik von PV Anlagen

Im Jahre 1954 wurde in den amerikanischen Bell-Laboratories die erste Silizium-Solarzelle entwickelt. Der Wirkungsgrad dieser Zelle betrug damals ca. 5 %. Seitdem konnte der Wirkungsgrad von Solarzellen kontinuierlich gesteigert werden, so dass unter Laborbedingungen bei Silizium-Zellen Wirkungsgrade von deutlich über 20 % erreicht werden. Auch andere Materialien wurden erforscht und fanden zum Teil Anwendung.

Durch Skalen- und Erfahrungseffekte konnten die Kosten von Solarzellen rapide gesenkt werden. Im ersten Quartal 2012 lagen die Systemkosten von PV-Anlagen bereits unter 2.000 Euro/kWp (ohne MWST) für kleinere PV Anlagen, bei größeren PV Aufdachanlagen oder bei Freiflächenanlagen von 1.500 bis 1.200 Euro/kWp. Bei diesen Preisen sind Inselnetzsysteme bereits heute konkurrenzfähig.

Bei netzgekoppelten Anlagen liegen die Kosten von photovoltaisch erzeugtem Strom unter dem üblichen Strompreis von Haushalten (24,5 ct/kWh). Da aber nicht der gesamte selbst erzeugte Strom vor Ort selbst verbraucht werden kann, sind Einspeiseregulungen und Vergütungen nach EEG weiterhin erforderlich.

Aber durch weitere Steigerung der Stückzahlen ist schon in wenigen Jahren mit weiteren Kostendegressionen und einer damit verbundenen Konkurrenzfähigkeit zu rechnen.

In den Solarmodulen wird bei Sonneneinstrahlung Gleichstrom erzeugt. Die Solarmodule werden in der Regel mit einem Montagegestell befestigt. Die Anschlussleitungen der Solarmodule führen zum Generatoranschlusskasten und werden über die Gleichstromhauptleitung zur DC-Freischaltbox geführt. Diese enthält einen Hauptschalter, der die Solarmodule spannungsfrei schalten kann. An der Freischaltbox wird der Wechselrichter angeschlossen. Dieser wandelt die Gleichspannung in eine Wechselspannung (Netzspannung) um. Über den Hausanschluss (Einspeisezähler) wird der produzierte Strom dann in das Netz eingespeist.

Für die Nutzung der Sonnenenergie durch Photovoltaikgeneratoren kommen prinzipiell die folgenden Technologien in Frage:

- Monokristalline Silizium-Solarzellen (Wirkungsgrad: 11,00% bis 19,50%)
- Polykristalline Silizium Solarzellen (Wirkungsgrad: 10,00% bis 16,00%)
- Amorphe Silizium Solarzellen (Wirkungsgrad: 8,00% bis 11,00%)
- CdTe-Solarzellen (Wirkungsgrad: 7,00% bis 11,00%)
- CuInSe₂-Solarzellen (CIS) (Wirkungsgrad: 7,50% bis 11,50%)

3.2 Methodik der Potentialermittlung

Die entscheidenden Faktoren zur Ermittlung des technischen Stromerzeugungspotentials von PV Anlagen sind:

- der Wirkungsgrad der PV Anlagen,
- die besonderen Eigenschaften der eingesetzten Technologie,
- die zur Verfügung stehende Fläche, die sich daraus ergebene Leistung in kWp,
- die Ausrichtung,
- die Neigung der Anlage (eventuell Nachführsystem) und
- die sich aus der geographischen Lage ergebende Sonneneinstrahlung.

Außerdem müssen Verluste durch Verschattung und Verschmutzung der Anlagen berücksichtigt werden.

Bei einem Zeithorizont von 20 Jahren für die Erschließung der PV Potentiale in Senden kann davon ausgegangen werden, dass sich sowohl die Technik als auch Systemkosten von PV Anlagen so entwickeln werden, dass für gebäudeintegrierte Anlagen auch ohne Förderung ein wirtschaftlicher Betrieb darstellbar ist. PV Anlagen werden dann zunehmend Bestandteil der Gebäudehülle und bieten neben der Stromerzeugung auch Schutz vor Witterung. Bei Systemkosten von 1.000 bis 1.500 Euro pro kWp ist dann eine Jahresstromerzeugung von 4.500 kWh mit Investitionen von 4.000 bis 6.000 Euro machbar.

Mit Freiflächenanlagen sind bei Systemkosten von 1.000 Euro/kWp Stromgestehungskosten von unter 10 ct./kWh möglich.

Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten wird es insofern kaum Einschränkungen bei der Erschließung von PV Potentialen geben.

Probleme sind mit steigender Stromerzeugung aus PV Anlagen bei der Netzintegration und der Umstrukturierung des Kraftwerksparks zu erwarten. Diese Probleme sind allerdings auf der Verbundnetzebene zu lösen und werden nicht als potentialbegrenzend für den Ausbau der PV in Senden berücksichtigt.

Die hier vorgenommene Potentialabschätzung orientiert sich an der Förderkulisse des EEG (2011).

Als Potentialflächen werden insofern vorwiegend Aufdachanlagen berücksichtigt. PV-Potentiale für Freiflächenanlagen werden nur dort ausgewiesen, wo nach EEG 2011 eine Vergütung möglich war.

Folgende Flächen wurden als Potentialflächen definiert:

- Dachflächen unterteilt in 3 Eignungsklassen nach Himmelsausrichtung
- Flachdächer (unter Verwendung einer Aufständering zur Erzielung der optimalen Neigung und Ausrichtung, Eignungsklasse 1)
- Randstreifen von Autobahnen und Schienenwegen für Freiflächenanlagen
- Konversionsflächen für Freiflächenanlagen
- Parkplatz- und Stellflächen für Freiflächenanlagen

Weitere Freiflächen – z.B. landwirtschaftlich genutzte Flächen wurden wegen der Nutzungskonkurrenz nicht als Potentialflächen berücksichtigt, obwohl der Stromertrag von einem Hektar bei der Nutzung als PV-Freiflächenanlage mit ca. 35.000 kWh/ha*a letztlich größer ist als beim Anbau von Mais (ca. 55.000 kWh/ha*a) und späterer Verstromung (50% von 55.000 = 27.500 kWh/ha*a) in einem BHKW.

Auch bei den Gebäuden werden nur die Dachflächen berücksichtigt, obwohl durchaus auch Wandflächen infrage kommen. Auch sind bereits Verglasungen mit integrierten PV-Modulen verfügbar.

Die Vorgehensweise der Potentialermittlung für Aufdachanlagen ist der folgenden Übersicht zu entnehmen:

Schritt 1	Ermittlung der Dachflächen in m ²	Gebäudegrundflächen
Schritt 2	Ermittlung von Abzugsflächen in m ²	Luftbildauswertung
Schritt 3	Ermittlung der PV Leistung in kWp	Ansatz Modultyp und Wirkungsgrad
Schritt 4	Ermittlung der PV Stromerzeugung in kWh/a	Modellierung über Fläche Ausrichtung und Modultyp

3.3 Flächen für PV Aufdachanlagen in Senden

3.3.1 Allgemein

Prinzipiell eignet sich jede Dachfläche, die nicht verschattet ist und den notwendigen statischen und konstruktiven Anforderungen für die Nutzung von Photovoltaikanlagen gerecht wird.

Dachneigung und Ausrichtung der Dachflächen nach Himmelsrichtungen haben einen Einfluss auf die Erträge und damit auf die Wirtschaftlichkeit von PV Anlagen.

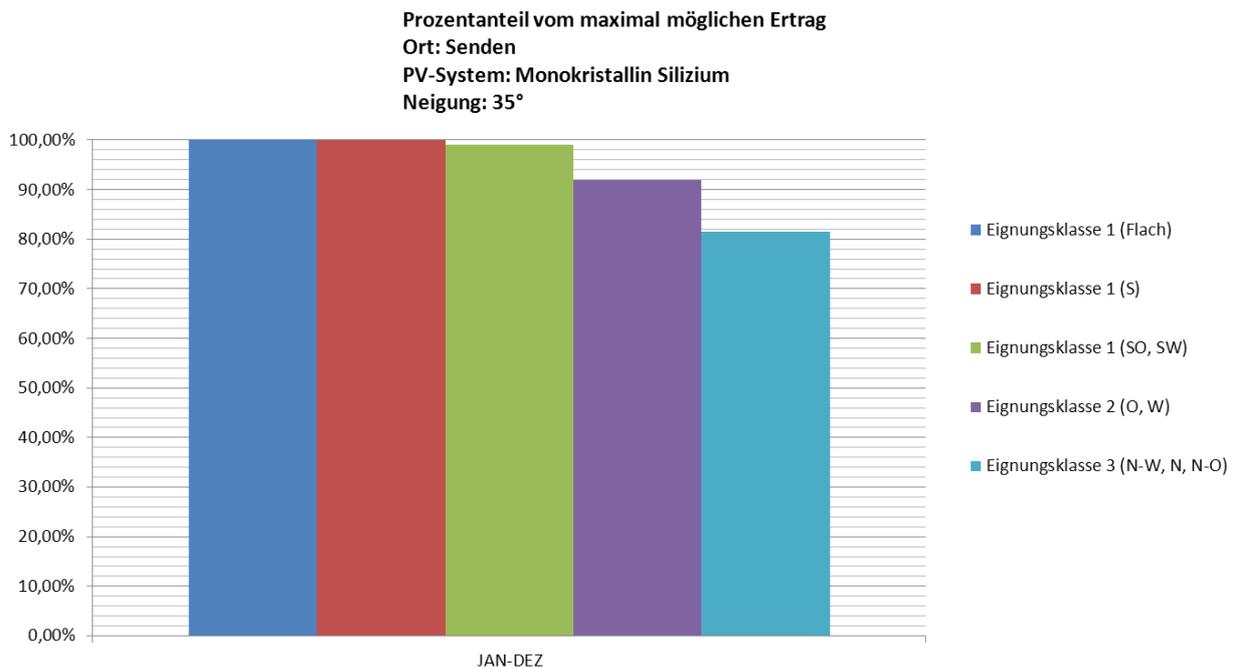
Deshalb wurden bei der Flächenaufnahme Dachneigung und Ausrichtung mit aufgenommen und einer Eignungsklasse zugeordnet:

- Eignungsklasse 1: S-W, S, S-O, Flachdächer
- Eignungsklasse 2: O, W
- Eignungsklasse 3: N-W, N, N-O

Wie Modellrechnungen zeigen, ist der Einfluss der Dachausrichtung auf die Jahreserträge geringer als allgemein angenommen. Eine Ausrichtung nach Westen oder Osten hat gegenüber einer Ausrichtung nach Süden nur eine Ertragsminderung von 10 - 15% zur Folge.

Da bei einem Satteldach in Ost-West Ausrichtung die doppelte Dachfläche als bei einem Süddach zur Verfügung steht, ist der mögliche Gesamtertrag deutlich (+80%) höher als bei einer reinen Süddachnutzung. Aufgrund der deshalb höheren PV-Leistung, die pro Gebäude installiert werden kann, sind günstigere Anlagenkosten zu erwarten, die den geringeren Ertrag pro kW wirtschaftlich weitgehend kompensieren dürften.

Hinzu kommt, dass der Ertrag einer PV Anlage auf einem Ost-West-Dach gleichmäßiger über den Tag verteilt ist und damit sowohl Vorteile bei der Auslegung der Wechselrichter als auch bei der Eigennutzung des erzeugten PV Stroms bietet.



Relativer Jahresertrag von PV Anlagen nach Himmelsausrichtungen (Südausrichtung = 100%)

Die geeigneten Dachflächen ergeben sich unter Berücksichtigung der Dachausrichtung und von Abzugsflächen, z.B. durch Dachgauben oder Verschattungen der Dachflächen.

3.3.2 Flächenermittlung für Dachanlagen

Bei der Flächenaufnahme wurden nach Lage der Gebäude (innerorts/Außenbereich) und Größe der Dachfläche (<> 500 m²) unterschiedliche Verfahren gewählt, so dass sich die folgenden Gruppen ergeben:

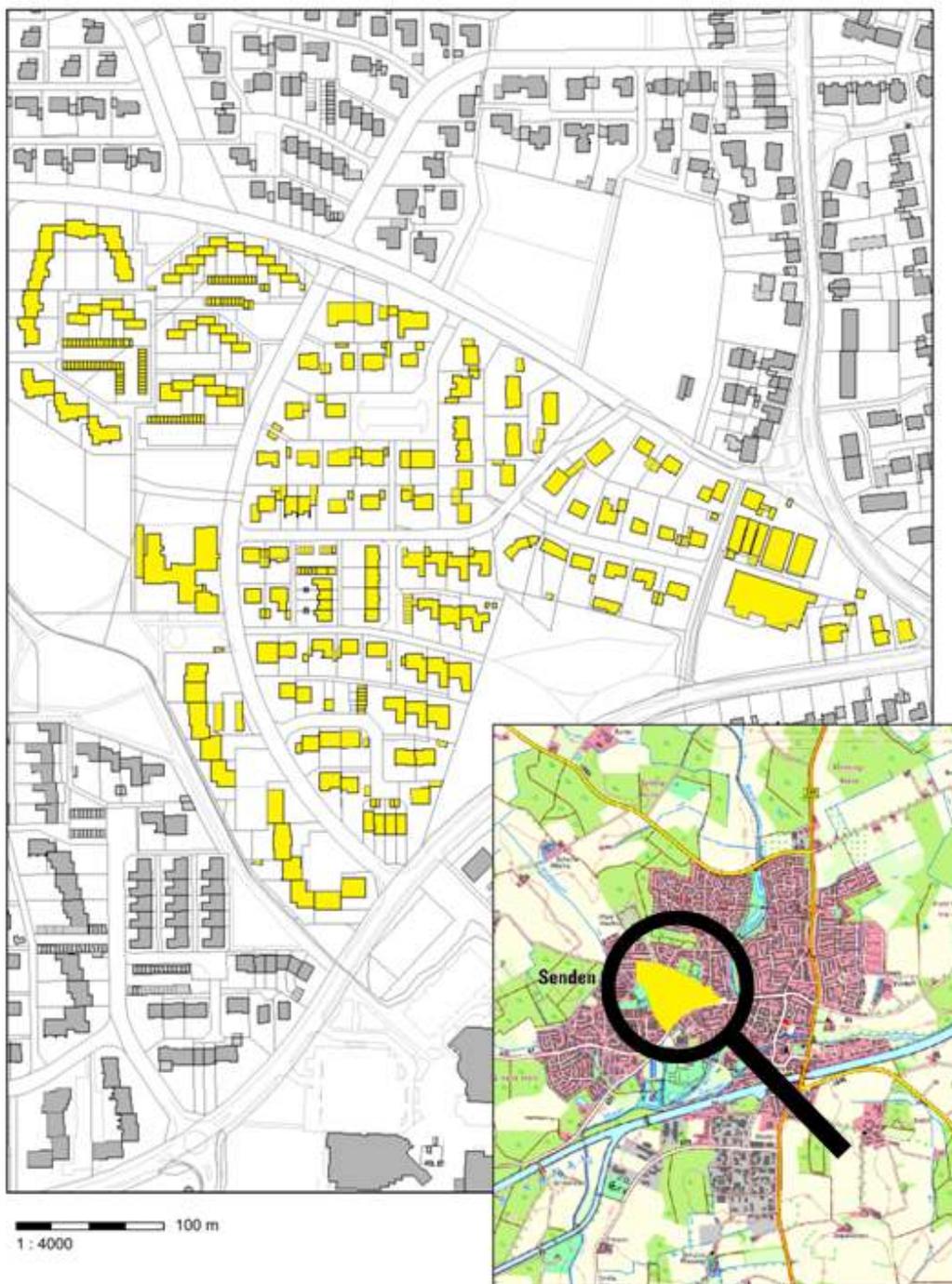
1. Dachflächen innerhalb der Ortsteile Senden, Ottmarsbocholt und Bösensell mit einer Dachfläche bis 500 m²
2. Dachflächen innerhalb der Ortsteile Senden, Ottmarsbocholt und Bösensell ab 500 m² Dachfläche (etwa 250 Gebäude)
3. Dachflächen außerhalb der drei Ortsteile in den Bauernschaften des Gemeindegebiets (etwa 600 Hofstellen mit ca. 2.000 Gebäuden)

Zu 1.

Die Dachflächen innerhalb der Ortslagen wurden aus den Gebäudegrundflächen hochgerechnet. Die Gebäudegrundflächen wurden von der Gemeinde Senden zur Verfügung gestellt.

Die Ausrichtung der Dächer, die Dachneigung und die Verschattung wurden unter Verwendung von Luftbildaufnahmen aus unterschiedlichen Quellen abgeschätzt.

Dabei wurde kein vollständiges Solarkataster erstellt, sondern auf der Grundlage einer differenzierten Auswertung für ein repräsentatives Viertel über die Gebäudegrundflächen eine Hochrechnung für das gesamte Gemeindegebiet vorgenommen.

Dachflächenerfassung - Repräsentatives Viertel:

Zu 2 und 3.

Dachflächen größer als 500 m² und Dachflächen außerhalb der Ortslagen, also der Gebäude in den Bauerschaften, wurden mit Hilfe des Topographischen Informationsmanagement des Landes Nordrhein-Westfalen abgemessen.

Dachflächenerfassung – Beispiel Hofstelle Senden



3.3.3 Abzugsflächen

Abzugsflächen wurden ebenfalls mit Hilfe der Luftbilder unter Berücksichtigung des Dachtyps und von Verschattung durch umliegende Gebäude o.ä. abgeschätzt und prozentual von der Gesamtdachfläche abgezogen. Bei Flachdächern und Freiflächenanlagen wird ein Faktor von 50% Abzugsfläche angenommen. Dieser entspricht dem Platzbedarf um zusätzliche Verluste aufgrund von gegenseitiger Verschattung zu vermeiden.

Abzugsfläche	Beispiel
Dachgauben und andere Dachkonstruktionen	

<p>Abstände bei Flachdächern zur Vermeidung von gegenseitiger Verschattung</p>	 <p>Quelle: http://www.baulinks.de/webplugin/2009/i/0916-intersol.jpg</p>
<p>Verschattungen durch umliegende Gebäude, Bäume o.ä.</p>	

3.3.4 Neigung und Ausrichtung

Die Neigung der Dachflächen wurde anhand der Luftbilder abgeschätzt und in Kategorien unterteilt. Dachflächen mit einer Neigung von annähernd 45°, Dachflächen mit einer Neigung von 35° und Flachdächer auf denen die Module in optimaler Neigung und Ausrichtung platziert werden können.



Quelle: <http://www.solon.com/de/gewerbebaeude/der-weg-zu-ihrer-photovoltaik-anlage/solar-rechner/index.html>

3.3.5 Erträge von PV Aufdachanlagen in Senden

Der Jahresertrag von PV Anlagen am Standort Senden wurde mit Hilfe des Online Programms PVGIS ermittelt. PVGIS steht für „Photovoltaic Geographical Information System“ und ist ein Tool, das von der Europäischen Kommission zur Abschätzung von zukünftigen Erträgen einer Photovoltaikanlage zur Verfügung gestellt wird. Die Datenbasis beruht auf Messungen der Sonneneinstrahlung in ganz Europa.

The screenshot shows the PVGIS Interactive Maps interface. The map on the left displays the location of Senden, Germany, with a red pin. The right panel is titled 'Leistung Netzgekoppelte FV' and contains the following configuration options:

- Einstrahlungsdatenbank:** Classic PVGIS
- FV Technologie:** Kristallin Silizium
- Installierte FV-Leistung:** 1 kWp
- Geschätzte Systemverluste [0;100]:** 14 %
- Montagemöglichkeiten:** Freistehende
- Neigung [0;90]:** 35 Grad
- Azimuth [-180;180]:** 0 Grad
- Vertikale Achse:** Neigung [0;90] 0 Grad, Optimieren
- Geneigte Achse:** Neigung [0;90] 0 Grad, Optimieren
- 2-achsige Nachführung:**
- Outputformaten:** Grafik zeigen, Zeige Horizont, Webseite, Textdatei, PDF

Buttons for 'Berechnen' and '[Hilfe]' are visible at the bottom of the panel.

Quelle: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=de&map=europe> (2011)

Bei der Berechnung mit PVGIS kann auf zwei unterschiedliche Datensätze von Einstrahlungsmessdaten zurückgegriffen werden. Zur Ertragsermittlung wurde die Datenbasis „Climate-SAF PVGIS“ herangezogen. Bei der Potentialermittlung können außerdem die jeweilige PV-Technologie, die installierte PV-Leistung, geschätzte Systemverluste, die Montageposition, Neigung und Ausrichtung sowie eventuelle Nachführsysteme berücksichtigt werden.

Strahlungsdaten Standort Senden (nach PVGIS):

Eignungs- klasse	Neigung	Himmels- richtung	Monokristallin Silizium			Dünnschicht - Cadmiumtellurid (CdTe)		
			Jährliche Elektrizitäts- produktion [kWh/kWp]	Wirkungsgrad	Durchschnittliche monatliche Elektrizitäts- produktion [kWh/m ²]	Jährliche Elektrizitäts- produktion [kWh/kWp]	Wirkungsgrad	Durchschnittliche monatliche Elektrizitäts- produktion [kWh/m ²]
EK 1	Opt	Flach	935	15,25%	143	1.021	9,00%	92
EK 1	35	S	934	15,25%	142	1.021	9,00%	92
EK 1	45	S	930	15,25%	142	1.014	9,00%	91
EK 1	35	S-O	885	15,25%	135	971	9,00%	87
EK 1	35	S-W	881	15,25%	134	970	9,00%	87
EK 1	45	S-O	873	15,25%	133	957	9,00%	86
EK 1	45	S-W	869	15,25%	132	957	9,00%	86
EK 2	35	O	752	15,25%	115	840	9,00%	76
EK 2	35	W	746	15,25%	114	840	9,00%	76
EK 2	45	O	720	15,25%	110	805	9,00%	72
EK 2	45	W	714	15,25%	109	805	9,00%	72
EK 3	35	N-O	584	15,25%	89	674	9,00%	61
EK 3	35	N-W	580	15,25%	88	675	9,00%	61
EK 3	45	N-O	526	15,25%	80	614	9,00%	55
EK 3	45	N-W	522	15,25%	80	615	9,00%	55
EK 3	35	N	504	15,25%	77	595	9,00%	54
EK 3	45	N	421	15,25%	64	509	9,00%	46

3.3.6 Potentiale für PV Aufdachanlagen in Senden - Ergebnis

Bei dem Einsatz von monokristallinen Silizium-Solarzellen, welche bei Aufdachanlagen in der Regel zum Einsatz kommen, ergeben sich aufgrund der Ausrichtung und Neigung der Dächer in Senden folgende mittlere Jahreserträge:

- in Eignungsklasse 1 ein durchschnittlichen Ertrag von 910 kWh/kWp
- in Eignungsklasse 2 kann mit Erträgen von etwa 720 kWh/kWp gerechnet werden
- die nach Eignungsklasse 3 definierten Anlagen erreichen Erträge von etwa 480 kWh/kWp

In Eignungsklasse 1 stehen nach Abzug der nicht verwendbaren Flächen etwa 54 % der Dachflächen zur Verfügung. In Eignungsklasse 2 und 3 sind es etwa 60 %.

		Eignungsklasse 1 (S-W / S / S-O / Flachdächer)			
		Dachfläche	Modulfläche	Nominelle Leistung	Jahresstromproduktion
PV-Art	Ort	[m ²]	[m ²]	[kWp]	[MWh/a]
Aufdachanlagen	Senden	302.364	167.025	25.471	23.445
	Bösensell	56.397	31.154	4.751	4.373
	Ottmarsbocholt	80.763	44.613	6.804	6.262
	Hofstellen	324.447	219.387	33.457	29.817
	Innerorts (> 500 m ²)	279.251	98.652	15.044	13.905
Gesamt		1.043.222	560.831	85.527	77.803

		Eignungsklasse 2 (O / W)			
		Dachfläche	Modulfläche	Nominelle Leistung	Jahresstromproduktion
PV-Art	Ort	[m ²]	[m ²]	[kWp]	[MWh/a]
Aufdachanlagen	Senden	133.293	73.630	11.229	8.053
	Bösensell	24.862	13.734	2.094	1.502
	Ottmarsbocholt	35.603	19.667	2.999	2.151
	Hofstellen	224.652	151.907	23.166	16.662
	Innerorts (> 500 m ²)	68.452	29.851	4.552	3.301
	Gesamt	486.862	288.789	44.040	31.669
		Eignungsklasse 3 (N-W / N / N-O)			
		Dachfläche	Modulfläche	Nominelle Leistung	Jahresstromproduktion
PV-Art	Ort	[m ²]	[m ²]	[kWp]	[MWh/a]
Aufdachanlagen	Senden	178.488	98.596	15.036	6.849
	Bösensell	33.292	18.390	2.805	1.277
	Ottmarsbocholt	47.675	26.335	4.016	1.829
	Hofstellen	294.592	199.199	30.378	15.138
	Innerorts (> 500 m ²)	74.001	32.271	4.921	2.400
	Gesamt	628.047	374.792	57.156	27.494

Die gesamte erfasste Dachfläche in Senden beträgt 2,1 Mio. m². Darauf können ca. 1,2 Mio. m² PV Module montiert werden. Bei Nutzung aller Dachflächen (incl. Eignungsklasse 3 = Nordausrichtung) ergibt sich daraus eine installierte Leistung von 186,7 MWp und eine Jahresstromerzeugung von 136 Mio. kWh pro Jahr.

		Eignungsklasse 1-3			
		Dachfläche	Modulfläche	Nominelle Leistung	Jahresstromproduktion
PV-Art	Ort	[m ²]	[m ²]	[kWp]	[MWh/a]
Aufdachanlagen	Senden	614.144	339.252	51.736	38.347
	Bösensell	114.551	63.278	9.650	7.153
	Ottmarsbocholt	164.041	90.616	13.819	10.243
	Hofstellen	843.691	570.493	87.000	61.617
	Innerorts (> 500 m ²)	421.704	160.774	24.518	19.607
	Gesamt	2.158.132	1.224.412	186.723	136.966

Bleiben die Dächer mit Nord, NW und NO-Ausrichtung unberücksichtigt, verringert sich die nutzbare Dachfläche auf 1,5 Mio. m², auf der 0,849 Mio. m² PV Module Platz finden.

Das entspricht einer installierten Leistung von 129,5 MWp und einer Jahresstromerzeugung von 109 Mio. kWh pro Jahr.

		Eignungsklasse 1+2			
		Dachfläche	Modulfläche	Nominelle Leistung	Jahresstromproduktion
PV-Art	Ort	[m ²]	[m ²]	[kWp]	[MWh/a]
Aufdachanlagen	Senden	435.657	240.656	36.700	31.498
	Bösensell	81.259	44.887	6.845	5.875
	Ottmarsbocholt	116.366	64.280	9.803	8.413
	Hofstellen	549.100	371.294	56.622	46.479
	Innerorts (> 500 m ²)	347.703	128.503	19.597	17.206
	Gesamt	1.530.084	849.621	129.567	109.472

3.4 Standorte für Freiflächenanlagen in der Gemeinde Senden

Die Potentiale für Freiflächenanlagen im Gemeindegebiet Senden wurden hier unter Berücksichtigung der folgenden Randbedingungen ermittelt:

1. Vergütungsregelungen nach EEG 2011
2. Baurechtliche Genehmigungsfähigkeit von PV - Freiflächenanlagen
3. Ausschluss von Flächen mit konkurrierender Nutzung von PV - Freiflächenanlagen

Dabei wurde ein GIS- bzw. CAD-gestützter, flächenbezogener Ansatz gewählt, um abschließend zur Ausarbeitung von geeigneten Flächen zu kommen. Dazu wurden aktuelle Online- Luftbilder aus dem NRW-Geodatenportal (© WMS-Dienst Geobasisdaten Landesvermessung NRW) ausgewertet.

Zu 1.

Das EEG regelt die Höhe der Vergütung für PV Anlagen. Für nicht gebäudeintegrierte PV Anlagen gibt es enge Vorgaben, an welchen Standorten überhaupt Anspruch auf eine Vergütung nach EEG besteht.

Das EEG in der Fassung vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) benennt drei verschiedene Standorttypen für Freiflächenanlagen:

- versiegelte Flächen, wie Mülldeponien, aufgelassene Gewerbeflächen etc.,
- militärische und wirtschaftliche Konversionsflächen,
- zu Grünland umgewidmete Ackerflächen.

Bei der Aufteilung aller potenziellen Flächen kann insofern zunächst grob unterschieden werden in Flächen mit Einspeisevergütung gemäß § 32 EEG (Randstreifen von Autobahnen und Schienenwegen, Konversionsflächen) und Flächen ohne Einspeisevergütung (Ackerflächen und Grünland).

Im Zuge der Novelle des Erneuerbare- Energien-Gesetzes (EEG) in 2010 wurde die Förderung von Solaranlagen auf Ackerflächen weitgehend gestrichen. Zurzeit werden nur ebenerdige Solaranlagen auf sogenannten Konversionsflächen (z.B. ehemalige Militärgelände, Mülldeponien) gefördert.

In den kommenden Jahren wird die Einspeisevergütung nach EEG allerdings für die Auswahl von Freiflächen zunehmend an Bedeutung verlieren, weil einerseits die Vergütungssätze sinken, andererseits die sinkenden Modulkosten zu Stromgestehungskosten von unter 10 ct./kWh führen. Damit wird eine Direktvermarktung von PV-Strom zunehmend interessant.

Zu 2. und 3.

Photovoltaik-Freiflächenanlagen stellen eine siedlungsähnliche Nutzung der Landschaft dar. Räume, die weitflächig keine Siedlungsgebiete aufweisen, bieten mehr Erholungsqualität für den Menschen und Lebensraumqualität für wildlebende Tiere und Pflanzen als kleine isolierte Räume. Jede Inanspruchnahme von Außenbereichsflächen führt mehr oder minder stark zur Zersiedelung der Landschaft und zur Veränderung des Landschaftsbildes.

Für die Ermittlung von potenziellen Standorten werden nach folgenden Ausschlusskriterien alle Flächen definiert, die nicht für große PV-Anlagen in Frage kommen (Negativauswahl):

- Freie, landwirtschaftliche Nutzflächen,

- Ausweisung der Flächen als Erholungsgebiete oder Freizeitschwerpunkte,
- Ausweisung der Flächen als Tabuflächen von Schutzgebieten (Nationalparke, Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, EU-Vogelschutzgebiete), avifaunistisch bedeutsame Gebiete, Naturdenkmale, gesetzlich geschützte Biotope und geschützte Landschaftsbestandteile,
- bedingt auch Landschaftsschutzgebiete,
- schützenswerte Kulturlandschaften,
- Gewässer, Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete,
- Denkmalschutzbereiche von Baudenkmalern und Bodendenkmälern

Aus den Flächenkategorien ergibt sich die Suche nach grundsätzlich geeigneten Standorten

1. im Siedlungsgebiet (z.B. versiegelte Flächen für aufgeständerte PV-Anlagen über Parkplätzen usw.),
2. die Suche nach geeigneten Standorten auf vorbelasteten Flächen im Außenbereich (z.B. ehemalige Bauflächen im Außenbereich, Konversionsflächen aus militärischer oder wirtschaftlicher Nutzung, Deponien usw.) und eine
3. Eingrenzung von geeigneten Standorten entlang von Verkehrsinfrastruktur gem. den Fördergrundsätzen des EEG.

Für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen sind grundsätzlich Flächen geeignet, die eine hohe Vorbelastung aufweisen und auf denen folglich keine oder nur geringe Beeinträchtigungen der Umwelt zu erwarten sind. Aufgrund der potenziellen negativen Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen sind dies insbesondere Flächen,

- deren Biotopfunktion, Biotopverbundfunktion und Habitatfunktion (z. B. durch Lärm) bereits wesentlich beeinträchtigt ist,
- deren Bodenfunktionen (z. B. durch Versiegelung, Bodenverdichtung oder Kontamination) stark belastet sind,
- deren Landschaftsbild durch Bebauung und andere technische Objekte wie Verkehrswege etc. bereits erheblich verfremdet ist und das somit unempfindlich ist gegenüber den Wirkungen des Vorhabens,
- deren Bebauung keinen weiteren Verlust von Freiraum darstellt.

In Senden stehen grundsätzlich verschiedene Flächen zur Verfügung, die vor dem Hintergrund der geplanten Förderkulisse mit großflächigen Freiflächen-PV-Anlagen ausgestattet werden könnten.

In der vorliegenden Untersuchung werden folgende Flächenkategorien definiert:

1. Großflächige, versiegelte Verkehrsflächen – Parkplätze (öffentlich und privat)
2. Bauliche Anlagen, die unter der Kategorie Konversionsflächen oder andere bauliche Anlagen fallen,
3. Randflächen entlang von Verkehrsinfrastrukturen (Autobahn und Eisenbahntrasse) bis zu einem Abstand von 110 m gemäß des 32 Abs. 3c des EEG.

	Bereiche mit geringem Konfliktpotenzial (Eignungsbereiche)
Flächen im Innenbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsbrachen (sofern sie nicht für höherrangige Nutzungen im Zuge der Innenentwicklung genutzt werden können) • Versiegelte Flächen (Stellplätze u. a.), gesicherte Altlasten • Gewerbe- und Industriegebiete
Flächen im Außenbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Standorte, die eine Vorbelastung mit großflächigen technischen Einrichtungen im räumlichen Zusammenhang aufweisen (z. B. Flächen im räumlichen Zusammenhang mit größeren Gewerbeansiedlungen) • Pufferzonen entlang großer Verkehrsstrassen, Lärmschutzeinrichtungen • Abfalldeponien und Halden • Konversionsflächen mit hohem Versiegelungsgrad ohne besondere ökologische oder ästhetische Funktionen • sonstige brachliegende ehemals baulich genutzte Flächen

3.4.1 Ausgewählte Standorte für Freiflächenanlagen

Nach Abzug der Tabu- bzw. Restriktionsflächen werden die Flächen an baulichen Anlagen daraufhin untersucht, inwieweit sie sich für den Bau von PV-Anlagen eignen.

Anders als bei Windenergieanlagen sind die Restriktionen und die Baugenehmigungsverfahren nicht so komplex, so dass hier die Einstufung der Eignung für PV- Freiflächenanlagen mit weniger Ausschluss- bzw. Eignungskriterien beschrieben werden kann.

Die vorliegenden Auswertungen zeigen nur potenzielle Standorte für Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf. Sie erübrigen nicht die weitergehende Untersuchung eines ermittelten Standortes im Rahmen der nachgelagerten Bauleit- bzw. Genehmigungsplanung mit den entsprechenden erforderlichen Fachgutachten und Umweltverträglichkeitsprüfungen.

Die ausgewählten Potentialflächen sind für großflächige PV-Freiflächenanlagen unterschiedlich gut geeignet. Um ihre grundsätzliche Eignung standortspezifisch besser differenzieren zu können, werden weitere Kriterien und Merkmale aufgeführt, die in eine anschließende Bewertungsskala überführt werden. Es werden sowohl positive Eignungskriterien als auch mögliche Konfliktpotenziale bzw. Negativmerkmale in die Bewertungsmatrix eingestellt. Jede aufgeführte Nennung eines Kriteriums erhält den numerischen Wert 1, es werden alle negativen Merkmale als auch die positiven Merkmale aufaddiert und gegeneinander bilanziert.

Aus dieser Bilanz erhält man Wertstufen bzw. Maßzahlen für die Eignung des jeweiligen Gebietes.

Die Liste der Wertkriterien ist nicht abschließend, so dass man bei der vorliegenden Bewertung von einer vorläufigen Einschätzung ausgehen muss.

In der folgenden Liste werden die Kriterien / Parameter erläutert, die zu einer Abwertung der betroffenen Fläche führen können, weil sie standortbezogene Konflikte / Probleme mit sich bringen können oder ein Genehmigungsverfahren auf dieser Fläche erschweren könnten.

Tabelle 2 Negativkriterien für die ausgewählten Potenzialflächen

Beschreibung des Konflikt-Merkmals	Begründung
Wiesenbrache, ökol. Wertigkeit	Konflikt aus naturschutzfachlicher Sicht möglich, da wertvolle Biotoypen betroffen sein können
städtebaulich problematisch	Eine architektonisch-optische Einbindung in die unmittelbare Umgebung des Platzes kann schwierig sein.
B-Plan + Änderung Flächennutzungsplan	Viele in Frage kommende Bereiche sind reine landwirtschaftliche Nutzflächen, die im Flächennutzungsplan als Flächen für die Landwirtschaft ausgewiesen worden sind. Für die Errichtung von großflächigen PV-Anlagen auf solchen Standorten wird die Aufstellung eines Bebauungsplanes und die Änderung des Flächennutzungsplanes erforderlich.
Flächengröße < 10.000m ²	Kleinere Flächen können für PV-Parks u.U. unwirtschaftlich werden

Landwirtschaftliche Nutzflächen sollten aus verschiedenen Gründen nachrangig für PV-Parks herangezogen werden.

Tabelle 3 Positivkriterien für die ausgewählten Potenzialflächen

Kürzel des Merkmals	Beschreibung des Konflikt-Merkmals	Begründung
Öff.	Öffentliches Eigentum	Fläche gehört einer öffentlich - rechtlichen Körperschaft, insbesondere der Gemeinde selbst. Verfügbarkeit ist erleichtert.
	milit. Konversionsfläche	PV-Anlagen werden auf ehemaligen, militärischen Liegenschaften nach EEG bevorzugt gefördert.
FG	Flächengröße	Gebiet ist >10.000m ² . Große PV-Freiflächenanlage möglich
	isol. Lage zw. Dämmen	Straßen- bzw. Bahndämme um die Fläche sorgen für Sichtabdeckungen , Schonung des Landschaftsbildes
VOR	Vorbelastung	Auf oder neben der Fläche existieren Vorbelastungen: Optische Vorbelastungen z.B. durch Verkehrsflächen, Gebäude, versiegelte Flächen, nicht nutzbare Flächen wie Deponien. Ein vorbelastetes Gebiet kann bevorzugt für PV-anlagen genutzt werden

Bewertung der Eignungsklassen

- 3 ungeeignet
- 2 kaum geeignet
- 1 ungünstig
- 0 mit Einschränkungen geeignet
- 1 bedingt geeignet
- 2 geeignet
- 3 gut geeignet

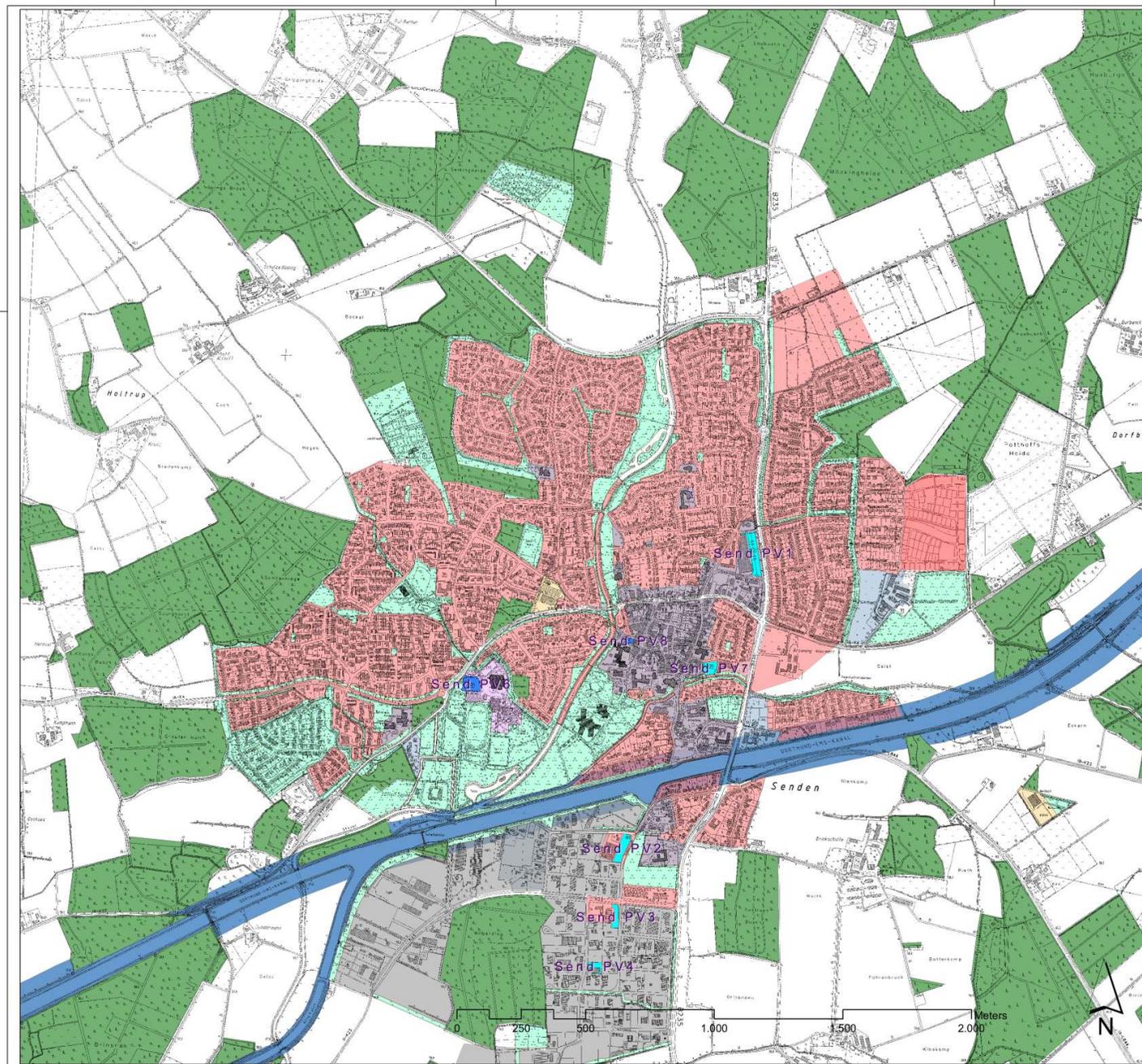
Kurzbezeichnung	Fläche	positive Merkmale	negative Eigenschaften	Anzahl positive Merkmale	Anzahl negative Merkmale	Wertbilanz	Eignung für PV-Freiflächenanlage
Boes PV 1	3.540 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung		2	0	2	2 geeignet
Boes PV 2	812 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung		2	0	2	2 geeignet
Boes PV 3	903 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung		2	0	2	2 geeignet
Boes PV 4	10.570 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 5	13.669 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 6	16.899 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 7	10.748 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 8	864 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 9	3.696 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 10	1.056 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 11	5.263 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 12	2.629 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 13	2.006 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 14	4.315 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 15	1.827 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Boes PV 16	982 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
	79.779 m²						
Send PV1	5.817 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet

Kurzbezeichnung	Fläche	positive Merkmale	negative Eigenschaften	Anzahl positive Merkmale	Anzahl negative Merkmale	Wertbilanz	Eignung für PV-Freiflächenanlage
Send PV2	3.549 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Send PV3	1.893 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Send PV4	1.317 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Send PV5	7.345 m ²	milit. Konversions-fläche	Zukünftige Nutzung unklar	2	1	1	1 bedingt geeignet
Send PV6	3.807 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung		2	0	2	2 geeignet
Send PV7	2.564 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung	städtebaulich problematisch	2	1	1	1 bedingt geeignet
Send PV8	702 m ²	öff. Eigentum, Vorbelastung		2	0	2	2 geeignet
	26.994 m²						
Ottm PV1	914 m ²	versiegelt, Vorbelastung	städtebaulich problematisch	2	1	1	1 bedingt geeignet
Ottm PV2	2.871 m ²	versiegelt, Vorbelastung		1	0	1	1 bedingt geeignet
Ottm PV3	29.565 m ²	Altnutzung, großflächig, öffentliche Fläche		3	0	3	gut geeignet
DAV PV	8.575 m ²	Altnutzung, großflächig, öffentliche Fläche		3	0	3	gut geeignet
	41.925 m²						
Randfl 1	32.222 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan ökolog. Ausgleichsfläche	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 2	13.796 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 3	11.660 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet

Kurzbezeichnung	Fläche	positive Merkmale	negative Eigenschaften	Anzahl positive Merkmale	Anzahl negative Merkmale	Wertbilanz	Eignung für PV-Freiflächenanlage
Randfl 4	37.963 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 5	25.992 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 6	18.077 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 7	6.570 m ²	isol. Lage zw. Dämmen	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	1	2	-1	-1 ungünstig
Randfl 8	20.137 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet
Randfl 9	40.854 m ²	isol. Lage zw. Dämmen, FG	landwirtsch.Nutzung, B-Plan	2	2	0	0 mit Einschränkung geeignet

207.271 m²

355.969 m²



Flächennutzungen

- Gemeindegebiet
- Grünflächen
- Waldfläche
- Gewerbe, Industrie
- Versorgungsflächen
- Gemeinbedarf/ Sportanlagen
- Gemeinbedarf/ Mischgebiet
- SO-Gebiet
- Wohngebiete
- DE_Kanal

PV- Flächen und ihre Eignung
potenzielle Flächen für PV-Anlagen

- Wertbilanz**
- 3 ungeeignet
 - 2 kaum geeignet
 - 1 ungünstig
 - 0 mit Einschränkung geeignet
 - 1 bedingt geeignet, meist privat
 - 2 geeignet
 - 3 gut geeignet, öffentlich

Verwendete Symbole: Amtliche Amtliche Ortskarten, © Geobase, Landesvermessung NRW

Gemeinde Senden
Münsterstraße 30
48 308 SENDEN

ages
Gesellschaft für
Energieberatung und Systemanalyse mbH
Klosterstraße 3
48143 Münster
Tel: 0251-4 84 78 10

Land Wind
Landschaftsplanung
Dipl.-Geograf Werner Dreßbach
Rosenstraße 3
48153 Münster
Tel: 09 20 20 03 500 490
www.landwind.de

Energie- und Klimaschutzkonzept 2011
Potenziale der Solarenergienutzung in Senden, Kreis Coesfeld

<small>Abgabe</small>	<small>Verfasser</small>
<small>Auftraggeber</small>	<small>Verfasser</small>
<small>gezeichnet</small>	<small>gezeichnet</small>
<small>bestellt</small>	<small>bestellt</small>
Eignungsbereiche für PV- Freiflächenanlagen im Ortsteil Senden	
1:10.000	

3.4.2 Ergebnisübersicht für PV Freiflächenanlagen in Senden

Im Rahmen der Standortbeschreibung und -empfehlung wird dargestellt, welche Flächen/Bereiche als potenzielle Standorte für PV-Freiflächenanlagen in Frage kommen können.

Die Ergebnisse dieser Studie sind als planerische Empfehlung zu verstehen. Die endgültige Entscheidung über die im Flächennutzungsplan darzustellenden Flächen obliegt der Gemeinde Senden. Zu berücksichtigen ist unter anderem die privatrechtliche Verfügbarkeit der Flächen, die Nähe/Entfernung zu Siedlungen und die Erfüllung der bauleitplanerischen Vorgaben bei der Heranziehung eines ausgewiesenen Standortes.

Die Darstellung der Beeinträchtigungen der Schutzgüter Mensch, Pflanzen, Tiere, Boden, Wasser, Klima, Luft, Landschaftsbild, Kultur- und sonstige Sachgüter muss im Rahmen der Bauleit- bzw. Genehmigungsplanung zusätzlich erfolgen und ist nicht Gegenstand der Standortempfehlungen. Hier können nur allgemeine Angaben gemacht werden.

Randstreifen von Autobahnen und Schienenwegen

Entlang der Autobahn A43 und der Bahntrasse von Münster nach Recklinghausen eignen sich mehrere Freiflächen für den Bau von Photovoltaikanlagen. Wegen ihrer Vorbelastung durch die Verkehrsanlagen, der benachbarten Gewerbenutzung und der zum Teil isolierten Lage zwischen Straßen- und Bahndamm können die westlich von Bösensell liegenden Landwirtschaftsflächen zu den förderwürdigen Freiflächen gezählt werden, die wenig planerische Konflikte verursachen würden. Betroffen sind hier ausschließlich Ackerflächen. Ausgeklammert werden die Bereiche, die im Landschaftsschutzgebiet Bösensell liegen.

Die Analyse der Randflächen entlang der Autobahn und der Bahntrasse im Gemeindegebiet von Senden ergibt, dass entlang der Autobahn 43 und der Bahntrasse ca. 207.300 m² Pufferflächen für die Solarstromerzeugung geeignet sind. Davon ausgehend, dass etwa 60% dieser Flächen, also etwa 82.904 m² installiert werden können, ergibt sich ein theoretischer Stromertrag von etwa 7.461 kWp * 1.021 kWh/kWp (Jahresertrag von CdTe-Modulen) = 7.620 MWh im Jahr.

Konversionsflächen

Die einzige ehemals militärisch genutzte Fläche in Senden (Send PV5), die ehemalige Sendeanlage nördlich der Bulderner Straße am Backmanns Busk bietet auf einer Freifläche von etwa 7.345 m². Hier könnten 2.938 m² Modulfläche mit einer Leistung von etwa 264 kWp installiert und somit ein Jahresertrag von ca. 270 MWh erzielt werden.

Deutlich mehr Potenzial bietet die ehemalige Abfalldeponie in Ottmarsbocholt (Ottm PV3), die sich über die Grenze nach Davensberg erstreckt. Hier können in der Summe auf einer Bruttofläche von 38.140 m² rund 15.000 m² aktiviert werden, was einer Leistung von 1.370 kWp und einem Jahresstromertrag von 1.402 MWh entspricht.

Andere Konversionsflächen wie z.B. ehemalige Gewerbeflächen o.ä. sind nicht festgestellt worden.

Bauliche Anlagen

Zu den baulichen Anlagen, die primär für eine bestimmte Nutzung errichtet worden sind, aber eine zusätzliche Nutzung mit PV-Anlagen ermöglichen, zählen vor allem die großen, versiegelten Stellplatzflächen.

Öffentliche Parkplätze

Unter den Aspekten der Verfügbarkeit für die Gemeinde sowie einer Verbesserung der kommunalen Energie- und Klimaschutzbilanz gesehen, fallen mehrere Parkplätze ins Auge, die sich für Photovoltaikanlagen in aufgeständerter Form anbieten. Zentral gelegen und somit nah an Einspeisepunkten sowie an Verbrauchern stellen die öffentlichen Parkplätze in der Ortslage Senden (Send PV6 – 8, Sportpark, Rathausparkplatz und Realschule) mit einer Gesamtfläche von rund 7.073 m² ein gutes Potenzial dar. Von insgesamt 7.073 m² kann also 2.827 m² für die Stromer-

zeugung veranschlagt werden. Hier könnten etwa 254 kWp installiert werden, was einer Jahresstromerzeugung von 260 MWh entspricht.

Weitere öffentliche Parkplätze, die mit PV-Modulen „überdacht“ werden können, liegen in Bösensell. Hier sind die Park-and Ride-Plätze (Boes PV 1) an der Autobahnauffahrt Senden mit 7.100 m² und die Stellplätze am Bahnhof Bösensell (Boes PV 2 und 3) mit insgesamt 3.400 m² nutzbarer Fläche zu nennen. Als nutzbare Fläche kämen etwa 10.500 m² zum Tragen, auf dieser könnte eine Modulfläche von 4.200 m² installiert werden, welche eine elektrische Leistung von 378 kWp und eine Jahresstromerzeugung von rund 386 MWh ermöglichen würden.

Private Parkplätze und bebaute Bereiche

Ein deutlich größeres Potenzial für aufgeständerte Photovoltaikanlagen im Siedlungsbereich stellen die Großparkplätze der Gewerbebetriebe dar (Boes PV 4 bis Boes PV 16), die sich überwiegend in Bösensell konzentrieren. Hier stünden etwa 74.500 m² versiegelte Flächen zur Verfügung, auf denen rund 29.800 m² PV-Paneele installiert werden könnten. Damit wäre eine Leistung von 2.682 kWp und ein Jahresstromertrag von etwa 2.739 MWh zu erzielen.

Hinzu kommen noch die versiegelten Flächen der Gewerbebetriebe im Sendener Gewerbegebiet und ein Kundenparkplatz, die auf einer Gesamtfläche von 12.500 m² noch eine nutzbare Größe von 5.000 m² böten, um darauf etwa 462 MWh elektrische Energie pro Jahr zu erzeugen.

Die beiden Stellplätze in Ottmarsbocholt, insgesamt ca. 3.800 m² versiegelte Flächen, würden eine Leistung von 136 kWp und somit etwa 139 MWh Jahresleistung erbringen.

Gesamt Freiflächenanlagen

Ortsteil	Summe von Grundfläche [m ²]	Summe von Modulfläche [m ²]	Summe von Nominelle Leistung [kWp]	Summe von Jahreserträge [MWh]
Senden	26.994	10.793	971	991
Bösensell	85.034	34.006	3.061	3.125
Ottmarsbocholt	3.785	1.513	136	139
Alt-Deponie	38.140	15.256	1.373	1.402
Randflächen	207.271	82.904	7.461	7.619
Gesamtergebnis	361.224	144.472	13.002	13.278

Angesetzte Jahresstromerträge der Freiflächenanlagen im Detail:

		Summe von Grundfläche [m ²]	Summe von Moudfläche [m ²]	Summe von Nominelle Leistung [kWp]	Summe von Jahreserträge [kWh]
Randstreifen von Autobahnen und Schienenwegen		207.271	82.904	7.461	7.619.540
	Randflächen	207.271	82.904	7.461	7.619.540
	Randfl 1	25.992	10.396	936	955.480
	Randfl 2	40.854	16.341	1.471	1.501.870
	Randfl 3	32.222	12.888	1.160	1.184.510
	Randfl 4	18.077	7.230	651	664.490
	Randfl 6	37.963	15.185	1.367	1.395.620
	Randfl 7	6.570	2.628	237	241.530
	Randfl 8	20.137	8.054	725	740.230
	Randfl 9	13.796	5.518	497	507.150
	Randfl 10	11.660	4.664	420	428.660
Konversionsfläche		45.485	18.194	1.637	1.672.170
	Alt-Deponie	38.140	15.256	1.373	1.402.140
	DAV PV	8.575	3.430	309	315.240
	Otti PV3	29.565	11.826	1.064	1.086.900
	Senden	7.345	2.938	264	270.030
	Send PV5	7.345	2.938	264	270.030
Öffentliche Parkplatzfläche		17.583	7.029	633	646.020
	Bösensell	10.510	4.202	378	386.200
	Boes PV 1	7.080	2.832	255	260.280
	Boes PV 2	1.624	648	58	59.560
	Boes PV 3	1.806	722	65	66.360
	Senden	7.073	2.827	254	259.820
	Send PV6	3.807	1.522	137	139.880
	Send PV7	2.564	1.025	92	94.210
	Send PV8	702	280	25	25.730
Private Parkplatzfläche		90.885	36.345	3.271	3.340.410
	Bösensell	74.524	29.804	2.682	2.739.240
	Boes PV 4	10.570	4.228	381	388.590
	Boes PV 5	13.669	5.467	492	502.460
	Boes PV 6	16.899	6.759	608	621.210
	Boes PV 7	10.748	4.299	387	395.110
	Boes PV 8	864	345	31	31.710
	Boes PV 9	3.696	1.478	133	135.840
	Boes PV 10	1.056	422	38	38.790
	Boes PV 11	5.263	2.105	189	193.470
	Boes PV 12	2.629	1.051	95	96.600
	Boes PV 13	2.006	802	72	73.710
	Boes PV 14	4.315	1.726	155	158.630
	Boes PV 15	1.827	730	66	67.090
	Boes PV 16	982	392	35	36.030
	Ottmarsbocholt	3.785	1.513	136	139.060
	Otti PV1	914	365	33	33.550
	Otti PV2	2.871	1.148	103	105.510
	Senden	12.576	5.028	453	462.110
	Send PV1	5.817	2.326	209	213.780
	Send PV2	3.549	1.419	128	130.420
	Send PV3	1.893	757	68	69.570
	Send PV4	1.317	526	47	48.340
Gesamtergebnis		361.224	144.472	13.002	13.278.140

3.5 Wirtschaftlichkeit von PV Anlagen

Die Wirtschaftlichkeit von PV Anlagen wird maßgeblich von den Anschaffungskosten und der Bewertung des erzeugten PV Stroms bestimmt. Seit 2001 wird die aus PV Anlagen in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Elektrizität nach dem EEG vergütet. Die anfänglichen Vergütungssätze von 49 ct./kWh für kleine Aufdachanlagen sind seitdem deutlich gesunken. Mit der für den 1.4.2012 vorgesehenen Anpassung der Vergütungssätze für PV-Anlagen ist eine Vergütung von maximal 19,5 ct./kWh für vorgesehen.

Einspeisevergütung für PV-Dachanlagen ab 01.04.2012			
Inbetriebnahme	Installierte Anlagenleistung – PV Dachanlagen / Vergütung in Cent je kWh		
	Bis 10 kW	Bis 1000 kW / 1 MW	1 MW – 10 MW
Ab 01.04.2012	19,50	16,50	13,50
Monatliche Degression Mai – Oktober 2012	1,0%	1,0%	1,0%
Ab 01.05.2012	19,31	16,34	13,37
Ab 01.06.2012	19,12	16,18	13,24
Ab 01.07.2012	18,93	16,02	13,11
Ab 01.08.2012	18,74	15,86	12,98
Ab 01.09.2012	18,55	15,70	12,85
Ab 01.10.2012	18,36	15,54	12,72

Einspeisevergütung für Solarstrom bei Solarparks / PV Freiflächenanlagen		
Datum der Inbetriebnahme	Freiflächenanlagen auf Konversionsflächen und Solarparks Einspeisevergütung in Cent je Kilowattstunde	
	Bis 10 MW	Ab 10MW
01.04.2012	13,5	<i>Keine Vergütung</i>
01.05.2012	13,37	-
01.06.2012	13,24	-
01.07.2012	13,11	-
01.08.2012	12,98	-
01.09.2012	12,85	-
01.10.2012	12,72	-

Die Anlagenkosten sind seit 2001 ebenfalls gesunken und zwar so, dass über die jeweils gültige Vergütung nach EEG ein wirtschaftlicher Betrieb von PV Anlagen darstellbar war. Zeitweise konnten mit Investitionen in PV Anlagen über 20 Jahre garantierte Renditen von mehr als 10% erwirtschaftet werden.

Im 1. Quartal 2012 sind die Preise für PV Anlagen auf einem Niveau angekommen, wo für Anlagen unter 5 kWp unter 2.000 Euro/kWp gezahlt werden muss. 30 kWp Anlagen kosten 1.500 Euro/kWp, 200 kWp Anlagen 1.350 Euro/kWp. Freiflächenanlagen bewegen sich preislich auf die 1.000 Euro/kWp zu.

Bei Anlagennutzungsdauern von 20 Jahren sind damit Stromgestehungskosten darstellbar, die auch mit den ab dem 1.4.2012 vorgesehenen Vergütungssätzen einen wirtschaftlichen Betrieb von PV Anlagen erlauben. Tatsächlich kann aber davon ausgegangen werden, dass die PV An-

lagen erheblich länger Strom erzeugen werden. Der Ertrag wird nach 20 Jahren 10% - 20% geringer sein als bei Inbetriebnahme und es müssen ggf. die Wechselrichter erneuert werden. Die Stromerzeugung ist dann allerdings mit maximal halb so hohen Stromgestehungskosten wie bei Inbetriebnahme ausgesprochen wirtschaftlich.

Auffällig ist auch, dass die kleinen Anlagen bis 10 kW bei einer Einspeisevergütung von 19,50 ct./kWh wirtschaftlich sind, also bei einem Preis, der niedriger ist als der Strombezug von Haushaltskunden aus dem Stromnetz. Damit verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen, wenn möglichst große Anteile der Eigenstromerzeugung selbst vor Ort genutzt werden können.

Eine beispielhafte Modellrechnung für ein 7,3 kWp Aufdachanlage zeigt bei einem Investitionsvolumen von 13.543 Euro (= 1.850 Euro/kWp) nach Abschreibung, Finanzierung und laufenden Kosten einen Jahresüberschuss von 228 Euro.

ages PV Kalkulator			
	Summe		Dachfläche 1
Dachfläche 1	60	m ²	60
Abzugsfläche 1	20%		20%
Modulfläche 1	48	m ²	48
Dach Ausrichtung 1			S
Neigung			45°
Modultyp			Monokristallin Silizium
Modulwirkungsgrad 1	15%		15,3%
PV Leistung 1	7,3	kWp	7,3
Stromerzeugung 1	822	kWh/kWp	822
Stromerzeugung 1	6.015	kWh/Jahr	6.015
Investitionskosten 1	1.850	Euro/kW	1.850
Investitionskosten 2	13.542	Euro - ohne MWST	13.542
Lebensdauer	20	Jahre	
Zins	2,5%		
Annuität	6,4%		
Wartung./Instandhaltung	0,5%	der Erstinvest	
Versicherung	0,5%	der Erstinvest	
Jahreskosten PV	1.004	Euro pro Jahr	1.004
Erlöse PV			
Eigennutzung	20%		
Eigennutzung	1.203	kWh/a	1.203
Arbeitspreis Strom	24,40	ct./kWh brutto	
Erlös Eigennutzung	294	Euro/Jahr	294
Einspeisung	80%		
Einspeisung	4.812	kWh/a	4.812
Vergütung Einspeisung	19,50	ct./kWh brutto	
Erlös Einspeisung	938	Euro/Jahr	938
Summe Erlöse	1.232	Euro/Jahr	1.232
Überschuß/Defizit	228	Euro/Jahr Jahr 1 - 20	228
Überschuß/Defizit	4.555	Euro in 20 Jahren	4.555
Ertragsminderung nach 20 Jahren	20,0%		
Überschuß/Defizit (ohne AfA Fin)	850	Euro/Jahr Jahr 21 - 30	850
Überschuß/Defizit (ohne AfA Fin)	13.055	Euro in 30 Jahren	13.055
Variation 1: Investkosten bei	75,0%		Dachfläche 1
Überschuß/Defizit	479	Euro/Jahr Jahr 1 - 20	479
Überschuß/Defizit	9.575	Euro in 20 Jahren	9.575
Variation 2: Strompreis bei	150,0%		Dachfläche 1
Überschuß/Defizit	375	Euro/Jahr Jahr 1 - 20	375
Überschuß/Defizit	7.490	Euro in 20 Jahren	7.490

Über 30 Jahre ergibt sich ein Überschuss von 13.055 Euro. Sinkende Anlagenkosten und steigende Strombezugspreise verbessern die Wirtschaftlichkeit.

3.6 Hinweise für die Bauleitplanung

3.6.1 Genehmigungsrechtliche Aspekte

Für PV-Freiflächenanlagen ist zwischen Anlagen an oder auf baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind und Anlagen in der freien Fläche zu unterscheiden.

3.6.1.1 Anlagen an oder auf baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind

Soweit Anlagen an oder auf baulichen Anlagen errichtet werden, die keine Gebäude sind, besteht für diese ohne weitere Vorgabe aus dem EEG eine Vergütungspflicht. § 11 Abs. 2 und Abs. 3 EEG nehmen insoweit auf die geläufigen Begriffsdefinitionen in den jeweiligen Landes-Bauordnungen Bezug. Hier sind vorrangig Anlagen an Schallschutzwänden, auf Dämmen oder auf Kraftfahrzeugstellplätzen erfasst. Für diese Anlagen bedarf es keines Bebauungsplans oder einer sonstigen fachplanerischen Grundlage. Von daher fehlen für diese Anlage gesonderte Planungsinstrumente zur Standortsteuerung. Die Umweltauswirkungen der Eingriffe in Natur und Landschaft solcher PV-Anlagen sind als unkritisch zu betrachten, so dass der Gesetzgeber insoweit die Standortentwicklung allein den Interessen der Eigentümer und Nutzer unterwirft.

3.6.1.2 Anlagen in der freien Fläche („echte“ Freiflächenanlagen)

„Soweit eine Anlage nicht an oder auf baulichen Anlagen errichtet wird („echte“ Freiflächenanlage), setzen § 11 Abs. 3 Ziff. 1 i.V. mit Abs. 4 EEG für die Gewährung der Einspeisevergütungspflicht voraus, dass eine Anlage im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes errichtet wird. Mit dieser Regelung will der Gesetzgeber erreichen, dass ökologisch sensible Flächen nicht überbaut werden und durch die Beteiligung der Öffentlichkeit eine möglichst große Akzeptanz vor Ort erreicht wird. Die Gemeinde wird auf diesem Wege gezwungen, die Standorte für eine PV-Freiflächenanlage selber im Wege einer eigenen Planungsentscheidung zu bestimmen. Sie kann und soll damit eine aktive Rolle bei der Standortplanung übernehmen. Der Leitfaden beschreibt, was in einem Bauleitplanverfahren für eine PV-Freiflächenanlage zu beachten ist und gibt Hinweise zur Berücksichtigung von Natur und Landschaft in Verfahren nach BauGB. Bauleitpläne (Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) haben die Auswirkungen für die Umwelt zu berücksichtigen (vgl. § 1a Abs. 1 BauGB). Insoweit sind insbesondere die Bodenschutzklausel des § 1a Abs. 2 BauGB und die Eingriffsregelung nach dem Bundesnaturschutzgesetz gemäß § 1a Abs. 3 BauGB zu beachten.“

Aus: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen – Bericht - Bearbeitung durch ARGE Monitoring PV-Anlagen

Das Entwicklungsgebot des § 8 Abs. 2 Satz 1 BauGB bindet die Gemeinde bei der Aufstellung von Bebauungsplänen intern an den Flächennutzungsplan. Damit bietet sich für eine Gemeinde die Möglichkeit im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung die PV-Freiflächennutzung auf geeignete Standorte zu lenken. Der Maßstab des Flächennutzungsplanes ermöglicht es – im Zusammenspiel mit der Landschaftsplanung – auch großräumige funktionale Zusammenhänge, wie sie beispielsweise für die Schutzgüter Landschaft oder für Biotopverbundfunktionen typisch sind, angemessen zu berücksichtigen. Eine optimale Standortwahl sollte dabei neben dem Gefüge der Flächennutzungen die Funktionen von Natur und Landschaft so berücksichtigen, dass auch mit einer geplanten PV-Nutzung ein möglichst verträgliches, d. h. konfliktfreies Nebeneinander aller naturschutzfachlich relevanten Raumansprüche realisierbar ist.

„Nach derzeitiger Rechtslage bedürfen PV-Freiflächenanlagen einer Baugenehmigung nach den jeweiligen Landes-Bauordnungen. Dabei handelt es sich regelmäßig um Sonderbauten. Das hat jeweils zur Folge, dass ein Baugenehmigungsverfahren ohne eingeschränktes Prüfprogramm durchzuführen ist.

PV-Freiflächenanlagen sind unabhängig von ihrer Größe nicht der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungspflicht unterworfen. Sie sind nicht in der 4. BImSchV aufgeführt. Sie benötigen auch nicht die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung oder einer Vorprüfung nach § 3c UVPG, denn sie sind nicht in Anlage 1 zum UVPG aufgeführt.“

Aus: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007) Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Bearb. von der ARGE Monitoring PV-Anlagen, c/o Bosch & Partner GmbH, Hannover.

3.6.1.3 Bauleitplanung für PV-Freiflächenanlagen

3.6.1.3.1 Bebauungsplanverfahren

PV-Freiflächenanlagen besitzen keine Privilegierung nach § 35 Abs. 1 BauGB. Ob sie im Einzelfall als sonstiges Vorhaben nach § 35 Abs. 2 BauGB zulässig sein können, spielt für Vorhaben im Außenbereich keine praktische Rolle.

Soweit zur Erlangung des besonderen Vergütungsanspruchs nach § 11 Abs. 3 EEG ein Bebauungsplan erforderlich ist, kommen hierfür qualifizierte Bebauungspläne nach § 30 Abs. 1 BauGB, vorhabenbezogene Bebauungspläne nach § 30 Abs. 2 i. V. mit § 12 BauGB und einfache Bebauungspläne nach § 30 Abs. 3 BauGB in Betracht.

Alle Typen von Bebauungsplänen gewährleisten gleichermaßen, dass eine Umweltprüfung stattfindet und durch planerische Abwägungsentscheidung der Gemeinde im Verfahren mit zweifacher Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 3 Abs. 1 und Abs. 2 BauGB) die Akzeptanz der Bevölkerung, der betroffenen Behörden und Träger sonstiger Belange (§4 Abs. 1 BauGB) sichergestellt ist.

3.6.1.3.2 Festsetzungen im Bebauungsplan

Der Zweck des Bebauungsplans muss auch auf die Errichtung der PV-Freiflächenanlage gerichtet sein. Der Bebauungsplan muss sich daher im Umgriff nicht auf die PV-Freiflächenanlage beschränken, sondern darf auch andere Inhalte haben (z. B. Ausweisung eines Gebietes für Gewerbe und Energiegewinnung, wobei eine Teilfläche für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage vorgesehen ist).

PV-Freiflächenanlagen stellen Anlagen dar, die sich in ihren Eigenschaften wesentlich von den Nutzungen und Vorhaben unterscheiden, die in den Baugebieten nach § 2 bis § 10 BauNVO beschrieben sind. Es bedarf deshalb regelmäßig der Festsetzung eines Sondergebietes nach § 11 BauNVO. Gebiete für Anlagen zur Nutzung der Sonnenenergie sind deshalb auch in § 11 Abs. 2 BauNVO als Regelbeispiel aufgeführt. Die Festsetzung eines Sondergebietes (SO) bedarf zudem der näheren Zweckbestimmung und Festsetzung der Art der Nutzung (vgl. § 11 Abs. 2 BauNVO). Hierfür bietet sich z. B. an: „Sondergebiet Solaranlage“.

Die Festsetzung als Gewerbegebiet nach § 8 BauNVO (für einen Photovoltaikpark) ist regelmäßig nicht zulässig. Solche Gebiete dienen der Unterbringung von „nicht erheblich belästigenden Gewerbebetrieben“, sollen aber zugleich solchen typischen Betrieben einen Raum aufgrund des dem Gewerbe innewohnenden Unruhepotenzials geben. PV-Freiflächenanlagen stellen zwar grundsätzlich gewerbliche Anlagen dar, doch sind das Störungspotenzial sowie die Anforderungen an die verkehrliche Erschließung deutlich geringer als bei typischen Gewerbebetrieben. Andererseits liegt der Flächenbedarf regelmäßig höher.

Aus: Aus: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007) Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Bearb. von der ARGE Monitoring PV-Anlagen, c/o Bosch & Partner GmbH, Hannover.

3.6.1.3.3 Flächennutzungsplan

Das Entwicklungsgebot des § 8 Abs. 2 Satz 1 BauGB ist zu beachten. Da regelmäßig der Flächennutzungsplan für den unbebauten Bereich keine Darstellungen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen enthält, bietet sich zur Beschleunigung der Planungsverfahren die Durchführung des Parallelverfahrens nach § 8 Abs. 3 Satz 1 BauGB an. Insoweit ist üblicherweise eine auf die für die PV-Freiflächenanlage beschränkte Änderung des Flächennutzungsplans ausreichend,

sofern dies mit einer Beachtung der allgemeinen Grundsätze und Ziele der Bauleitplanung vereinbar ist (vgl. § 1 Abs. 5 BauGB).

Soweit im bislang unbebauten Bereich eine PV-Freiflächenanlage errichtet werden soll, wird eine Aufstellung oder Änderung des Flächennutzungsplans zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen städtebaulichen Entwicklung wohl nicht verzichtbar sein. § 8 Abs. 2 Satz 2 BauGB bietet in der Regel keine ausreichende Grundlage für den Verzicht auf einen Flächennutzungsplan.

3.6.1.3.4 Darstellungen im Flächennutzungsplan

„Um dem Entwicklungsgebot des § 8 Abs. 2 Satz 1 BauGB zu genügen, muss der Flächennutzungsplan für die PV-Freiflächenanlage zumindest eine Sonderbaufläche (S) nach § 1 Abs. 1 BauNVO darstellen. Aus dem Abwägungsgebot folgt, dass auch auf Ebene des Flächennutzungsplans in der Regel eine nähere Konkretisierung für Sonderbauflächen erforderlich ist. Es ist deshalb zu empfehlen, die entsprechenden Flächen als „Sondergebiet Solaranlage“ oder in ähnlicher Weise darzustellen.“

Aus: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007) Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Bearb. von der ARGE Monitoring PV-Anlagen, c/o Bosch & Partner GmbH, Hannover.

„Das Planungsinstrument des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans (§ 12 BauGB) eignet sich ebenfalls für die Festsetzung von Freiflächen.“

ARGE Monitoring PV-Anlagen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Abschlussworkshop PV-Freiflächenanlagen: Monitoring-Ergebnisse - EEG 2009 – Qualitätssicherung Dokumentation

3.6.1.4 Berücksichtigung von Umweltbelangen

In der Bauleitplanung finden die Umweltbelange, insbesondere der Schutz von Natur und Landschaft Berücksichtigung.

Im Rahmen des B.-Plan-verfahrens muss eine Umweltprüfung durchgeführt werden, in der sämtliche Auswirkungen auf folgende Schutzgüter untersucht werden:

- Auswirkungen auf das Landschaftsbild
- Auswirkungen auf Biotope und Lebensgemeinschaften
- Auswirkungen auf Boden, Wasser und Luft
- Auswirkungen auf denkmalgeschützte Bereiche, Gebäude
- Auswirkungen auf sonstige Schutzgüter wie Gas- oder Ölleitungen, Stromleitungen, Flugplätze usw..

Tabelle 5: Mögliche Umweltauswirkungen von PV- Freiflächenanlagen

Wirkfaktor	bau-, (rückbau-) / bedingt	anlagebedingt	Betriebsbedingt/ wartungsbedingt
Flächenumwandlung, -inanspruchnahme	X	X	
Bodenversiegelung		X	
Bodenverdichtung	X		
Bodenabtrag, -erosion	X	X	
Schadstoffemissionen	X		X
Lärmemissionen	X		X
Lichtemissionen		X	X
Erschütterungen			
Zerschneidung	X	X	
Verschattung, Austrocknung		X	
Aufheizung der Module		X	
Elektromagnetische Spannungen		X	
visuelle Wirkung der Anlage		X	

4 Potential der thermischen Sonnenenergienutzung in Senden

4.1 Anwendungsmöglichkeiten

Die aktive Nutzung der Solarenergie für thermische Zwecke ermöglicht den Ersatz fossiler Energien bei der Warmwasserbereitung und Beheizung. Je nach Auslegung können 25 bis 100% des Wärmebedarfs im Haushaltsbereich gedeckt werden.

Für eine thermische Nutzung der Sonnenenergie kommen in Deutschland prinzipiell die folgenden Anwendungen in Frage:

- aktive Systeme:
 - Sonnenkollektoren für Brauchwassererwärmung, Raumheizung und Prozesswärme.
 - Solarabsorber für Beheizung von Freibädern,
 - Kühlen mit Solarwärme
- passive Systeme zur Raumheizung.

Im gewerblichen Bereich kann die Solarwärme auch zur Deckung von Prozesswärmebedarf (z.B. Trocknung) und für die Kühlung über Absorptionskälteanlagen genutzt werden.

Eine gute Wirtschaftlichkeit ergibt sich für Solarabsorber zur Beheizung von Bädern.

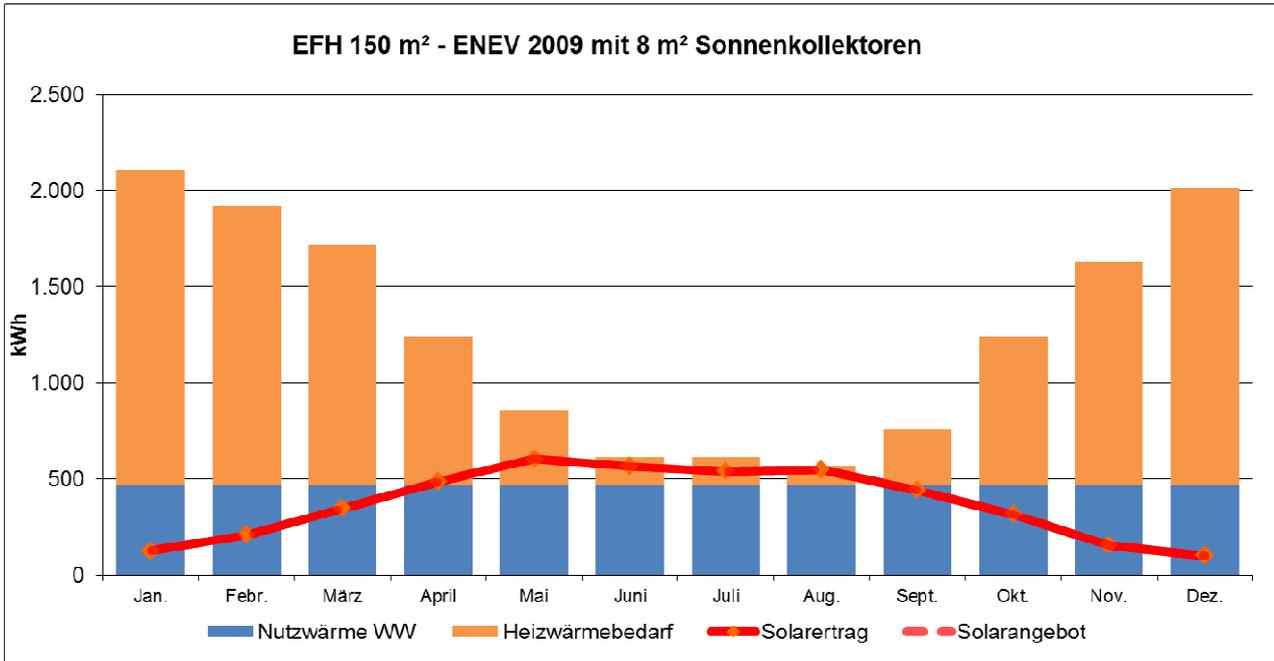
Aktive Systeme zur thermischen Nutzung der Sonnenenergie bestehen aus Kollektor, Wärmespeicher, Regeleinrichtung und Pumpen. An Kollektoren sind verschiedene Typen auf dem Markt verfügbar, die sich hinsichtlich der Investitionskosten, Nutzungsgrade und Anwendungsbereiche unterscheiden.

Über das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG ist seit 2008 beim Neubau die Errichtung einer solarthermischen Anlage zur Warmwasserbereitung verbindlich – soweit keine Ersatzmaßnahmen ergriffen werden. Danach sind pro 100 m² Nutzfläche 4 m² thermische Solaranlage beim Neubau erforderlich.

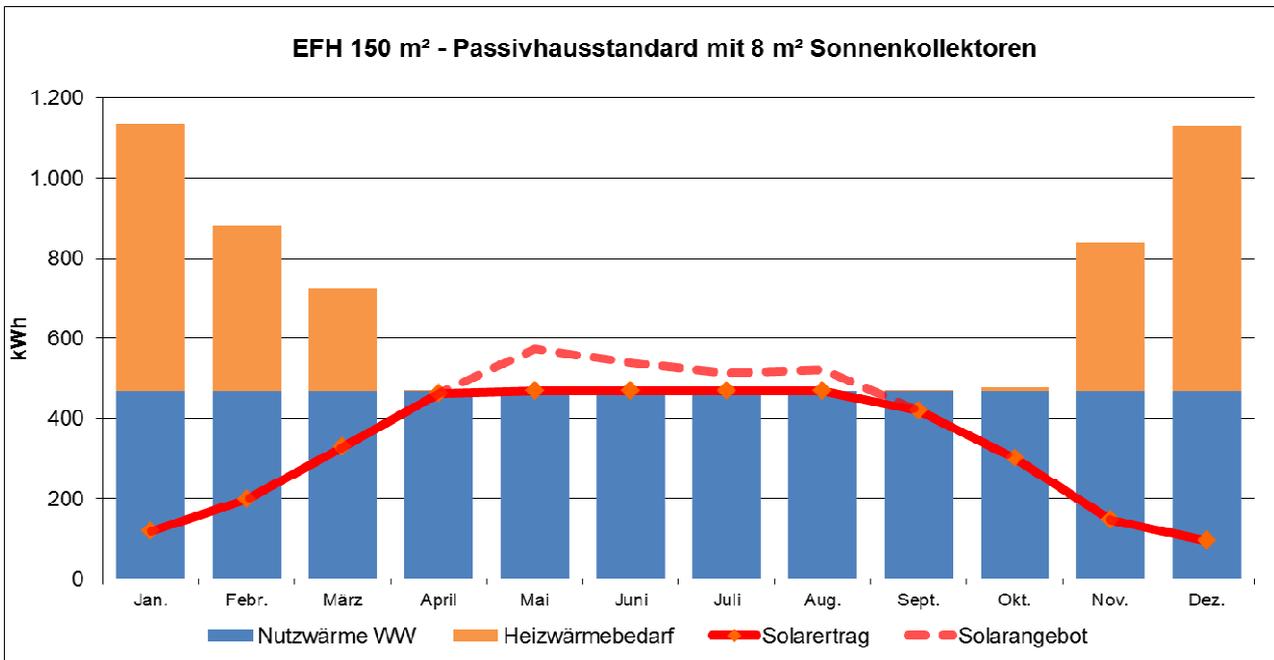
Inzwischen bieten in Deutschland alle großen Anbieter von Heizanlagen auch eine Produktlinie mit solarthermischen Komponenten an.

Obwohl inzwischen auch die Einspeisung von Solarwärme in Nahwärmenetz praktiziert wird, erfolgt die Nutzung der Solarwärme vorwiegend dort, wo die Wärme auch gewonnen wird. Das verschärft die Probleme, die sich aus den jahreszeitlich unterschiedlichen Profilen von Wärmebedarf und Solarwärmeangebot ergeben.

Wird die Solaranlage so ausgelegt, dass der sommerliche Wärmebedarf (vorwiegend für die Warmwasserbereitung) gedeckt wird, werden bei nach ENEC2009 gedämmten Gebäuden wegen des deutlich höheren Wärmebedarfs in der Heizperiode und der in diesen Monaten geringeren Erträge der Solaranlage nur Deckungsanteile von max. 30% erreicht.



Bei besserer Wärmedämmung können höhere Deckungsgrade erzielt werden. Für ein Gebäude im Passivhausstandard ergibt sich ein Deckungsanteil von 50% am gesamten Wärmebedarf.



4.1.1 100% Solare Wärme

Höhere Deckungsanteile lassen sich nur in Verbindung mit Ganzjahresspeichern erreichen. In dem Beispiel Passivhaus wären bei einem Restwärmebedarf von 4.000 kWh und Speicherverlusten von 25% ca. 5.000 kWh in einem Speicher einzulagern. Bei einer Temperaturspreizung von 60 Kelvin wäre dann ein Wasserspeicher mit einem Volumen von 75 m³ erforderlich, um die Wärme aus dem Sommer für den Winter zu speichern. Bei entsprechend größerer Auslegung der Solaranlage reicht auch ein Speichervolumen von 50 m³. Die Mehrkosten von mehr als 50.000

Euro für den Speicher und die größere Solaranlage dürften sich bei einer zusätzlichen solaren Deckung von 4.000 kWh pro Jahr kaum rechnen.



42.800-Liter-Speicher der Firma jenni.

Die Kosten der gesamten Heizungsanlage beziffert der Bauherr mit rund 70.000 Euro.

Foto: Gerold Weber Solartechnik GmbH

Quelle: <http://www.solarserver.de/solarmagazin/anlageaugust2006.html>

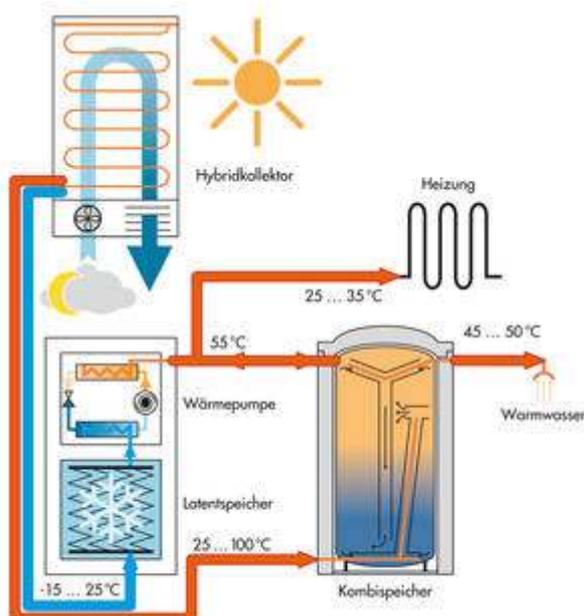
Je größer saisonale Wärmespeicher (Langzeit-Wärmespeicher) sind, desto geringer sind deren spezifische Energieverluste und Kosten, da die Oberfläche des Speichers pro Speichervolumen mit der Größe des Speichers abnimmt.

4.1.2 Solare Nahwärme

Im Rahmen von Modellvorhaben werden seit einigen Jahren Erfahrungen mit solaren Großwärmespeichern in Verbindung mit einer solaren Wärmeversorgung über Nahwärmenetze gesammelt. Eine Erhöhung des solaren Deckungsanteils an der Wärmeversorgung konnte dabei erreicht werden, wobei eine Wirtschaftlichkeit noch nicht darstellbar war.

4.1.3 Solare Wärme und Eisspeicher

Neue Entwicklungen verbinden solarthermische Anlagen mit Elektrowärmepumpen, um auch in den Wintermonaten die Sonnenenergie für die Wärmeversorgung zu nutzen. Die Wärme aus den Solaranlagen wird dabei in Speicher begebracht, in dem durch die Wärmepumpe die Temperaturen unter 0°C heruntergekühlt werden kann. Das bietet einerseits den Vorteil, dass die Solaranlage auch bei Außentemperaturen unter 10°C Wärme an der Eisspeicher abgeben kann. Zum anderen ist das erforderliche Speichervolumen von Eisspeichern wegen des Phasenwechsels nur halb so groß wie bei klassischen Warmwasserspeichern.



Anlagenschema: SOLAERA erzeugt Wärme bei jeder Jahres-, Tages- und Nachtzeit

Quelle: consolar.de

Bei Investitionen von ca. 20.000 Euro für Eisspeichersystem, Wärmepumpe und Einbindung kann in einem EFH bei einer Jahresarbeitszahl von 3,5 der restliche Wärmebedarf von 4.000 kWh in dem obigen Beispiel Passivhaus mit ca. 1.150 kWh elektrischer Energie gedeckt werden.

4.1.4 Solare Wärme aus PV Anlagen und Wärmepumpen

Angesichts der absehbar weiter sinkenden Systemkosten von PV Anlagen wird inzwischen diskutiert, ob solarthermische Anlagen überhaupt noch wirtschaftlich sinnvoll sind, wenn über PV Strom in Verbindung mit einer elektrischen Wärmepumpe Sonnenenergie wirtschaftlicher zur Wärmeversorgung genutzt werden kann. Bei einer Jahresarbeitszahl von 3 liegt der gesamte jährliche Bedarf an elektrischer Energie für das obige Beispiel Passivhaus bei 2.666 kWh. Dafür müssen bei 850 kWh pro kWp 3,13 kW an PV Leistung installiert werden. Bei Systemkosten von 1.850 Euro pro kWp PV Leistung kann mit einem Betrag von 5.800 Euro mindestens 20 Jahre lang die Menge Strom erzeugt werden, die für die Wärmeversorgung erforderlich ist. Zusammen mit den Investitionen für eine Luft-Wasser Wärmepumpe liegen die Gesamtkosten für dieses System bei ca. 18.000 Euro. Für einen Gasbrennwertkessel mit WW-Speicher und Solaranlage von 8 m² können ca. 12.000 Euro angesetzt werden. Hier fallen allerdings zusätzlich noch Kosten für den Brennstoffbezug und den Schornsteinfeger über 20 Jahre an.

4.1.5 Sonnenhaus

Ein weiteres Konzept zur Erzielung hoher Anteile von Solarenergie an der Wärmeversorgung eines Gebäudes ist das „Sonnenhaus“. Das Sonnenhaus-Konzept verbindet aktive und passive Komponenten der Sonnenenergienutzung. Ein steil nach Süden geneigtes Solardach und ein großer, im Wohnbereich integrierter Wassertank sind die prägenden Merkmale der Sonnenhaus-Architektur und Symbole für eine weitgehend unabhängige Energieversorgung.



Sonnenhaus-Kriterien (Sonnenhaus-Institut Straubing):

Dämmstandard (Transmissionswärmeverlust):

Neubau: HT' max. **0,28** W/m²K (entspricht Grenzwert EnEV 2009 minus 30%)

Gebäudebestand: HT' max. **0,40** W/m²K (entspricht EnEV-Neubaustandard)

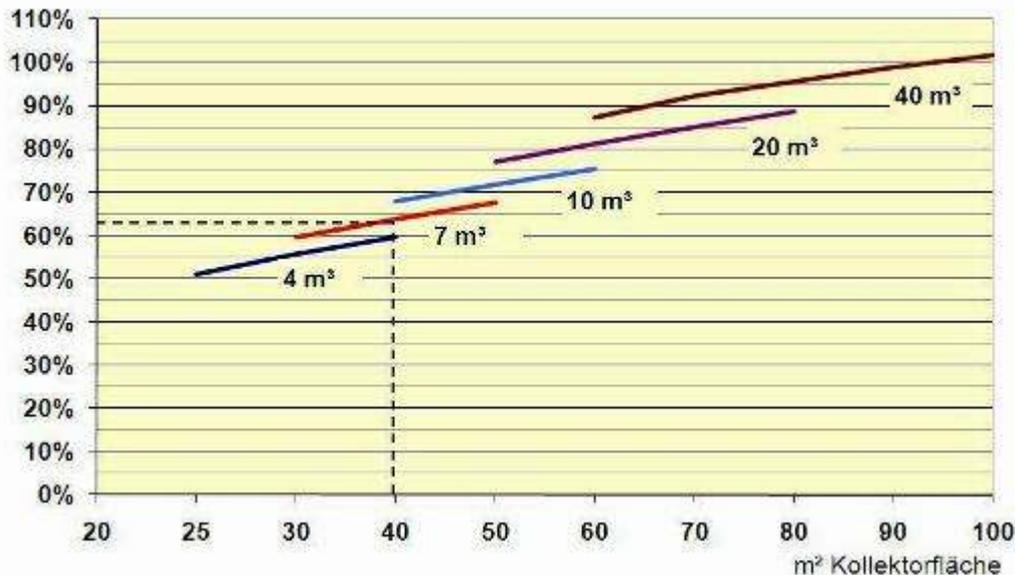
Primärenergiebedarf max. **15 kWh/m²a**

Solarer Deckungsgrad mindestens **50%**

Nachheizung möglichst **regenerativ** (Holz)

Mittlerweile gibt es rund 500 Sonnenhäuser in ganz Deutschland.

solarer Deckungsgrad in Abhängigkeit von Kollektor- und Speichergröße



Das Diagramm wurde für folgendes Anwendungsbeispiel erstellt:

Einfamilienhaus mit 200 m² AN (Nutzfläche nach EnEV), Dämmstandard gemäß "KfW-Effizienzhaus 70", Standort Würzburg (= mittlerer Klimastandort Deutschland), Kollektorausrichtung Süd / Neigung 45°

Quelle: <http://www.sonnenhaus-institut.de/heizkonzept.html>

Das Problem bei diesem Konzept sind allerdings die hohen Investitionskosten. Auch eine Umsetzung der Anforderungen für Gebäude im Bestand ist problematisch, weil oft beträchtliche Umbauten erforderlich werden für Niedertemperaturheizungen, Speicherunterbringung, Dachfläche, Dachneigung und die passive Solarnutzung.

4.1.6 Schwimmbadheizung

Die Sonnenenergienutzung zur Wassererwärmung in Schwimmbädern trifft auf relativ günstige Randbedingungen:

- das Temperaturniveau des Beckenwassers liegt bei ca. 25 °C,
- der Wärmebedarf in Freibädern entspricht dem zeitlichen Verlauf des Sonnenenergieangebots,
- das Beckenwasser kann als Speicher genutzt werden.

In der Folge sind u.a. durch den Einsatz einfacher Absorber niedrige spezifische Systemkosten bei vergleichsweise hoher Ausnutzung der Sonnenenergie möglich.

Der Energieertrag einer Solarabsorber-Anlage liegt bei richtiger Ausführung der Anlage bei ca. 250 kWh – 300 kWh pro m² Absorberfläche. Beträgt die Absorberfläche 60 – 80 % der zu beheizenden Wasseroberfläche, so führt das zu einer Erhöhung der Wassertemperatur von ca. 3 – 5 Grad.

Ein Komplettsystem kostet zwischen 90 und 150 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche. Man kann mit einer Nutzungsdauer der solarthermischen Anlage von rund 20 bis 25 Jahren rechnen.

Bei Hallenbädern liegt der anteilige Energieverbrauch zur Beckenwassererwärmung bei 20-35%. Da hier in der Regel andere technische Lösungen für den gesamten Energiehaushalt (Wärmepumpen, BHKW) günstiger sind, beschränkt sich eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf den Einsatz von Solarabsorbern in Freibädern.

Bei spezifischen Systemkosten von 100 Euro/m² Absorberfläche, einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren und einem Energiegewinn von 250 kWh/m² Absorberfläche, errechnen sich überschlägig die Wärmegestehungskosten zu 2,5 – 4 ct./kWh Nutzwärme, wenn Zinsen, Wartung und Instandhaltung sowie Betriebsstrom berücksichtigt werden. Damit ist ein wirtschaftlicher Betrieb möglich.

Grundsätzlich ist allerdings zu entscheiden, ob Solarabsorber das einzige Heizsystem für die Beckenwassererwärmung sein sollen, weil dann die Beckenwassertemperaturen mit dem Solarwärmeangebot schwanken. Soll der Bäderbetrieb mit garantierten Mindesttemperaturen erfolgen, wird die Vorhaltung eines konventionellen Heizsystems erforderlich sein. Dann müssen die Wärmepreise des Solarabsorbers konkurrenzfähig zu den Arbeitspreisen des konventionellen Heizsystems sein. Das ist gerade bei Wärme aus Biomasse oder BHKW nicht immer gegeben.

4.1.7 Prozesswärme

Das Potenzial für solarthermisch erzeugte Prozesswärme ist groß: Rund zwei Drittel des gesamten Endenergiebedarfs in der Industrie gehen auf das Konto der Prozesswärme. Doch ihre Nutzung steht noch am Anfang der Entwicklung: 2010 waren europaweit 70 solcher Anlagen im Niedertemperaturbereich im Betrieb.

Solaranlagen im industriellen Bereich werden meistens mit mehr als 20 m² Kollektorfläche zur Produktion von Prozesswärme betrieben. Die Temperaturen reichen im Niedertemperaturbereich bis 100°C und im Mitteltemperaturbereich bis 400°C. Bislang wird die solare Prozesswärme beispielsweise zur Beschleunigung biologischer und chemischer Prozesse bei der Biomasseverarbeitung, in der chemischen Industrie oder zur Aufheizung/Vorwärmung von Luft genutzt. Dabei sind nur Standorte geeignet, bei denen sowohl günstige Einstrahlbedingungen als auch ausreichend Fläche zum Aufstellen der Kollektoren vorhanden sind.

Wenn die Sonne nicht scheint, muss eine vollständige Versorgung aus konventionellen Anlagen verfügbar sein. Da keine Einsparungen in der Anlagentechnik möglich sind, sollte sich die Solaranlage über den verringerten Verbrauch fossiler Brennstoffe amortisieren. In Deutschland sind solare Prozesswärmeanlagen wegen der geringen Förderung kaum verbreitet.

Bei Betriebstemperaturen bis etwa 150°C kommen verbesserte Flach- und Vakuumröhrenkollektoren zum Einsatz, für Temperaturen bis 400°C konzentrierende Kollektoren (Parabolrinnen- oder Fresnel-Kollektoren). Diese benötigen direkte Solarstrahlung, da diffuses Licht nicht auf den Absorber reflektiert werden kann. Deshalb wird diese Technik nur in sonnenstrahlungsreichen Regionen wie beispielsweise in Südeuropa eingesetzt. Die von den Konzentration-Kollektoren erzeugte Wärme lässt sich neben der Anwendung in der Industrie wie z.B. zur Trocknung von Lebensmitteln, Reinigung, Gärung, Dampferzeugung sowie Entsalzung und Wasseraufbereitung, auch zum Betrieb von Absorptionskälteanlagen nutzen.

Quelle: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Solar-Solarthermische-Prozesswaerme_2313045.html

4.1.8 Solarthermische Kühlung

Während solare Heizung von Gebäuden inzwischen in die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit gerückt ist, findet die solare Kühlung bisher wenig Beachtung. Aber auch wenn der Gedanke mit Wärme zu kühlen ungewöhnlich ist, weist das Verfahren den großen Vorteil auf, dass Sonneneinstrahlung und Kühlbedarf nahezu zeitgleich steigen und fallen.

Bei der solaren Kühlung werden die sommerlichen Überschüsse einer Solaranlage z. B. mittels einer Absorptionskälteanlage in Kälte für Prozesse und Klimatisierung umgewandelt.

Thermische Kühlung mit Solarthermie oder Biomasse kann den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen deutlich verringern.

Die niedrigen Leistungszahlen können allerdings schnell zu hohen Primärenergieverbräuchen führen, wenn nicht mit erneuerbaren Energieträgern nachgeheizt werden kann.

Deshalb muss vor allem bei 1-stufigen thermischen Kältemaschinen der solare Deckungsgrad hoch sein oder besser ein vollständiges solares Heizsystem vorliegen.

Noch gibt es wenige solare Kühlprojekte, was vor allem auf die mangelnde Wirtschaftlichkeit zurückzuführen ist (hohe Wärmegestehungskosten).

Quelle: http://energieberatung.ibs-hlk.de/plansol_kuehl.htm

4.2 Wirtschaftlichkeit von Solarwärmeanlagen im Haushaltsbereich

Die hier vorgenommenen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beziehen sich auf Solaranlagen für die Warmwassererwärmung und zur Heizungsunterstützung. Die solarthermische Anlage ist bei dieser Betrachtung immer ein zusätzlicher Wärmelieferant zu einem ohnehin erforderlichen Hauptheizsystem. Das Hauptheizsystem kann auch wegen der Solaranlage nicht kleiner ausgelegt werden, weil der Auslegungsfall durch den Heizwärmebedarf im Winter bestimmt wird.

Die solarthermische Anlage kann mit beliebigen Hauptheizsystemen kombiniert werden. Vorteilhaft für den Systemertrag solarthermischer Anlagen mit Heizungsunterstützung sind Niedertemperaturverteilungen wie Fußbodenheizungen oder Wandheizungen.

4.2.1 Anschaffungs- und Herstellungskosten von Solarthermie-Anlagen

Bezogen auf den Quadratmeter Kollektorfläche kostet eine komplette thermische Solaranlage 1.000 bis 2.000 EUR, je nach Produkt und Montageart. Die erforderliche Kollektorfläche beträgt:

- 1 bis 1,5 Quadratmeter Kollektorfläche pro Person, falls die Anlage lediglich zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden soll
- 2 bis 4 Quadratmeter Kollektorfläche pro Person, falls die Anlage zusätzlich zur Heizungsunterstützung genutzt werden soll

So benötigt ein durchschnittlicher Vierpersonenhaushalt auf 160 Quadratmetern Wohnfläche eine Bruttokollektorfläche von 6 m² Flachkollektoren für eine Anlage zur Warmwasserbereitung, die incl. Montage bei ca. 6.000 Euro liegt. Ca. 14 Quadratmetern Flachkollektoren und einen Speicher von 750 – 1.000 Liter sind für eine Anlage erforderlich, die zusätzlich zur Heizungsunterstützung gedacht ist. Die Preise für solche Anlagen liegen im bei etwa 8.000 – 12.000 Euro.

In den Zeitschriften test (2009/03), Ökotest, (2010/09 und 2010/10) und dem Fachblatt "Sonne, Wind & Wärme" (2011/03) finden sich umfangreiche Marktübersichten über Komplettpakete von Solarthermieanlagen. Über das Internet lassen sich auch bei vielen Herstellern von Solarthermieanlagen und Fachbetrieben Anlagen online konfigurieren und Investitionskosten erfragen.

Da die individuellen Verhältnisse vor Ort z.B. über die Montagekosten einen erheblichen Einfluss auf den Gesamtpreis haben können, sollten vor einer Investitionsentscheidung Angebote von Fachbetrieben eingeholt werden, um eine solide Kalkulationsbasis zu erhalten.

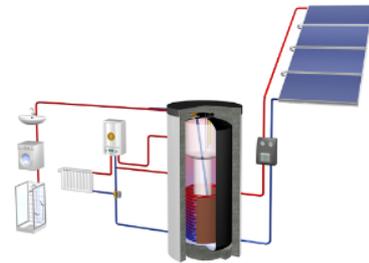
Zusätzlich zu den Anschaffungskosten für eine Solarthermieanlage fallen Kosten im laufenden Betrieb an. Im Jahr müssen die Hausbesitzer Stromkosten für die Solarheizung bezahlen, die allerdings sehr gering sind und abhängig vom Stromanbieter um die 20 Euro jährlich liegen. Eine Wartung wird alle ein bis zwei Jahre empfohlen und kostet 50 Euro bis 100 Euro.

Beispiel für eine Online Kalkulation: Wagner und Co

So lohnt sich Solarwärme - Beispiel Einfamilienhaus

Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Anlagendaten*	
Kollektorfläche in m ²	10,4 m ²
Pufferspeicher (Warmwasserspeicher)	800 Liter
Energieeinsparung pro Jahr am Beispiel Heizöl	550 Liter
Vermiedenes CO ₂ pro Jahr	1,55 Tonnen
*Ertragsprognose am Beispiel Einfamilienhaushalt mit 4 Personen, 150 m ² Wohnfläche, Heizwärmebedarf 110 kWh/m ² Jahr, Niedertemperaturheizung, Verbrauch ca. 3.200 l Heizöl/Jahr, Standort Würzburg	



Anlagenkosten	
Solarwärmeeanlage mit Installation, inkl. MwSt	11.000,00 €
eingesparte Modernisierungskosten für herkömmlichen Warmwasserspeicher	- 800,00 €
Förderbetrag (90 € pro m ² /Kollektorfläche) nach MAP-Programm 2012	- 990,00 €
Anlagenkosten abzüglich Förderung + Modernisierung	9.210,00 €

Beispielrechnung (ohne Finanzierung)*	1. Jahr	5. Jahr	10. Jahr
Brennstoffpreis Heizöl (1. Jahr / Stand April 2012)	0,92 €/Liter		
angenommene Preissteigerung Heizöl 9% für alle weiteren Jahre			
Einsparung an Heizölkosten pro Jahr	+ 511,00 €	+ 721,00 €	+ 1.109,00 €
Stromkosteneinsparung durch Anschluss von Geschirrspüler und Waschmaschine an Solaranlage	+ 100,00 €	+ 110,00 €	+ 125,00 €
Wartungs- und Betriebskosten pro Jahr, ca.	- 132,00 €	- 146,00 €	- 165,00 €
Jährliche Ersparnis	+ 479,00 €	+ 685,00 €	+ 1.069,00 €
Rendite über 20 Jahre: ca. 6,5%			

4.2.2 Erträge von solarthermischen Anlagen

Die Flächenenerträge von solarthermischen Anlagen liegen – je nach Auslegung, Nutzung und eingesetzter Technik – zwischen 300 und 700 kWh/m² Kollektorfläche pro Jahr. Sie sind damit höher als bei PV Anlagen (100 bis 150 kWh/m²), stellen allerdings statt Strom nur Wärme zur Verfügung.

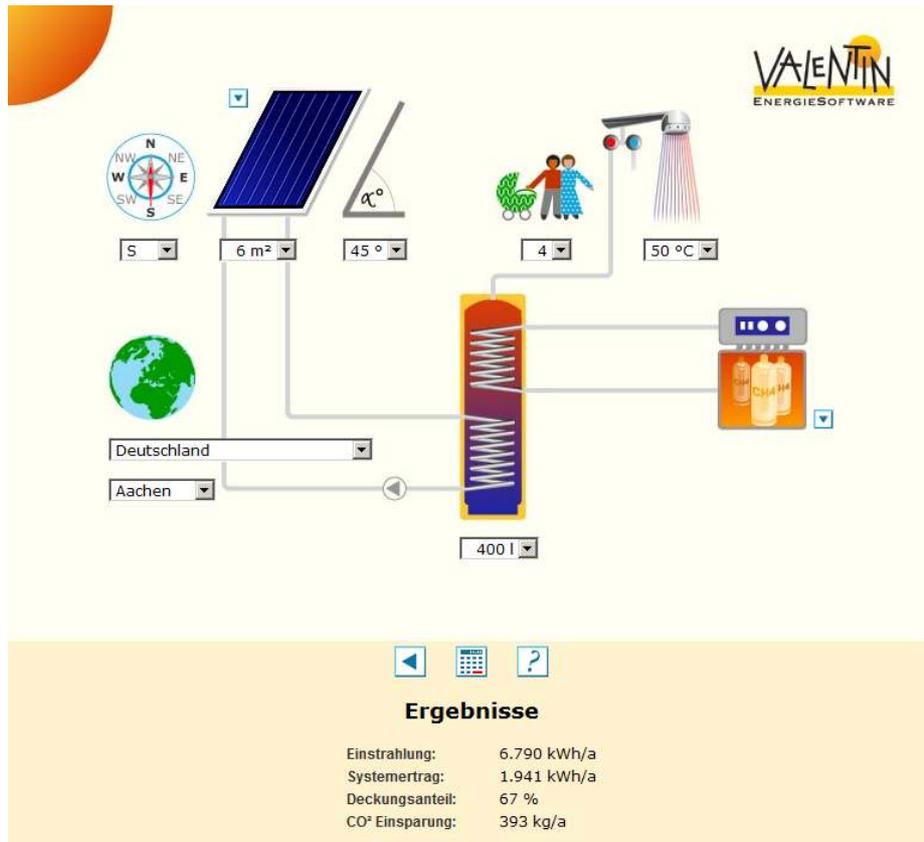
Maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen ist allerdings der Systemertrag der Solaranlage. Der Systemertrag gibt die tatsächlich nutzbare Wärme bezogen auf die installierte Kollektorfläche an. Der Systemertrag berücksichtigt Verluste beim Transport und bei der Speicherung der Wärme und den Umstand, dass gerade in den Sommermonaten mit hoher Sonneneinstrahlung teilweise mehr Wärme angeboten wird als genutzt werden kann. Bei Anlagen zur Heizungsunterstützung, die mit Kollektorflächen über 12 m² auch in den Übergangszeiten Beiträge zum Heizungsbetrieb leisten sollen, wird im Sommer mehr Wärme bereitgestellt, als genutzt werden kann.

Die Systemerträge für unterschiedliche Auslegungsfälle von solarthermischen Anlagen wurden überschlägig über das Online-Portal eines renommierten Software Anbieters für die Auslegung von PV-Anlagen ermittelt (Quelle: <http://valentin.de>)

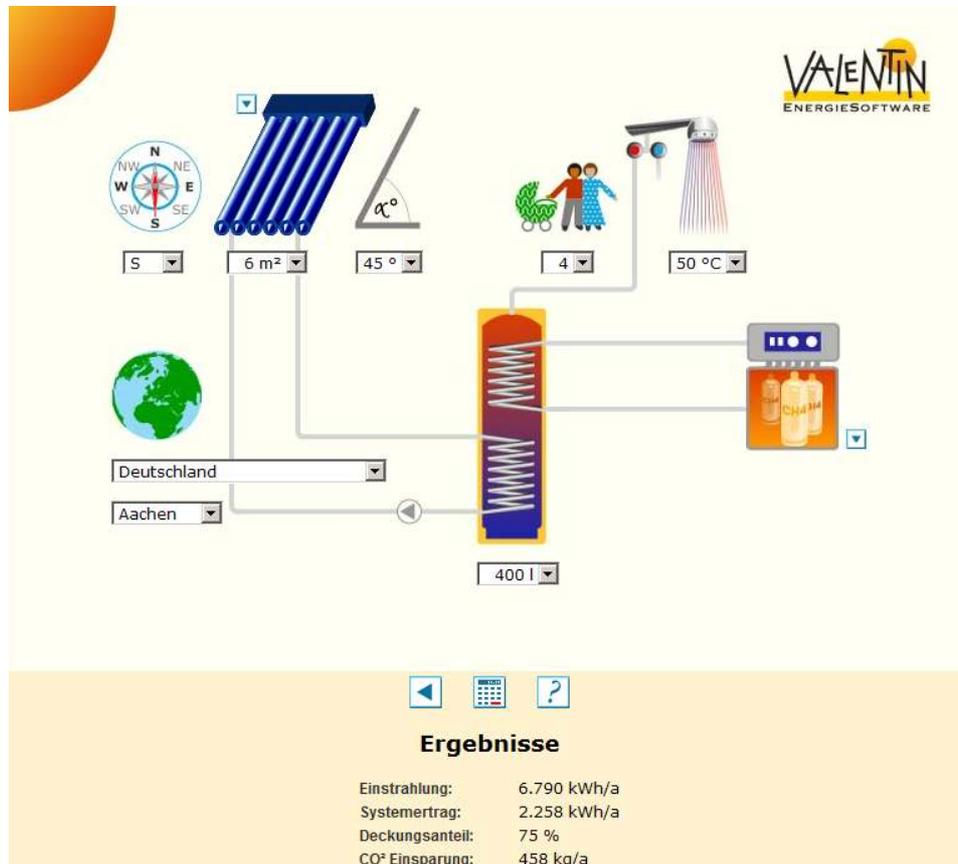
Danach ergeben sich Systemerträge zwischen 236 und 376 kWh/m² Kollektorfläche.

Kollektortyp	Kollektorfläche in m ²	Speichervolumen in l	Systemertrag in kWh/a	Systemertrag in kWh/m ²
Flach	6	400	1.941	323
Vakuumröhre	6	400	2.258	376
Flach	14	1.000	3.305	236
Röhre	14	1.000	4.217	301

Flachkollektoren für WW-Bereitung

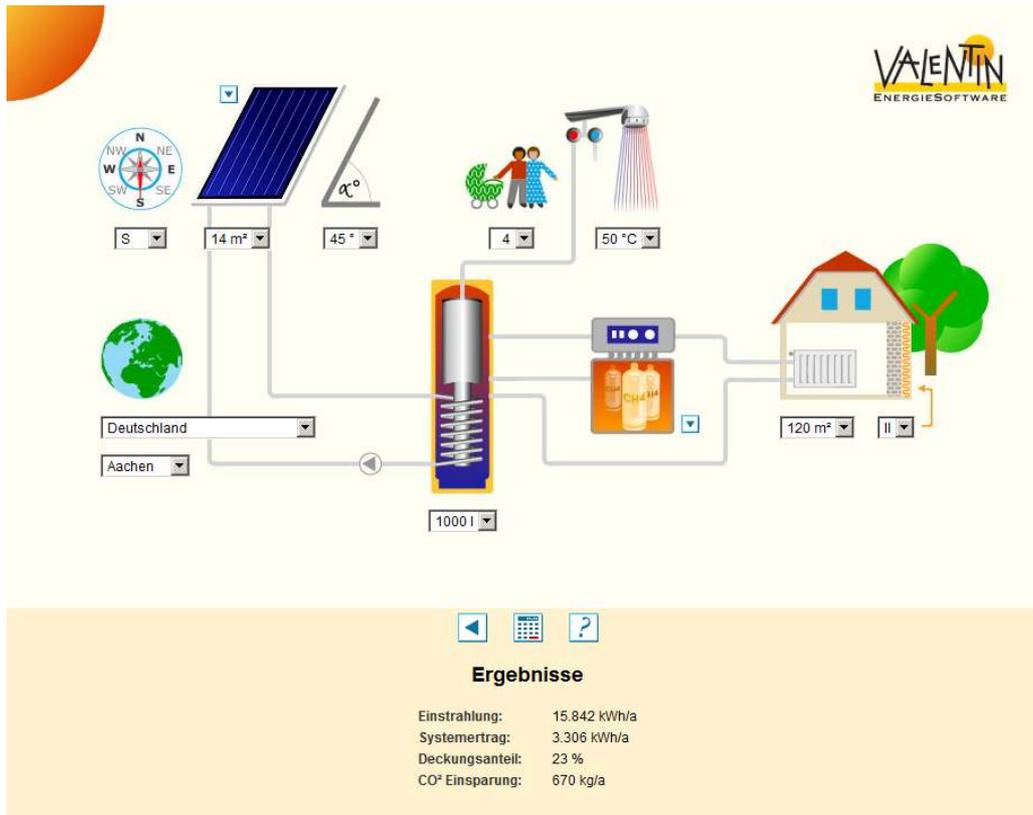


Vakuum-Röhrenkollektoren für WW-Bereitung

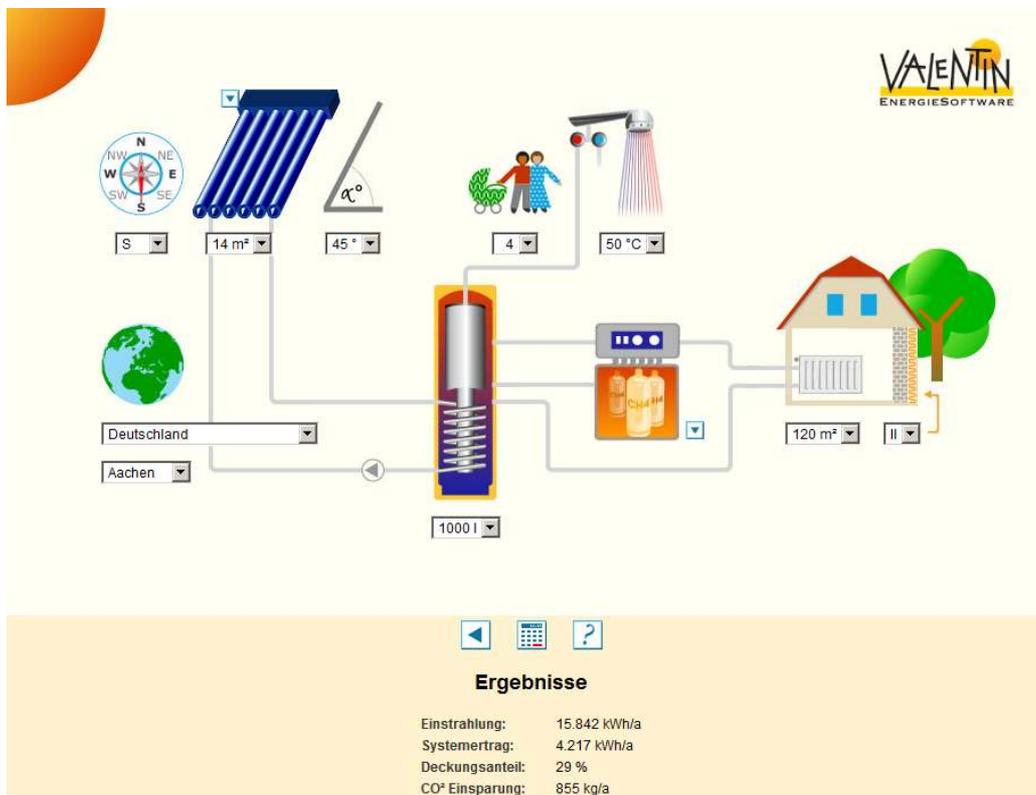


Quelle: <http://valentin.de/>

Flachkollektoren für WW-Bereitung und Heizungsunterstützung



Mit Vakuum-Röhrenkollektoren für WW-Bereitung und Heizungsunterstützung



Quelle: <http://valentin.de/>

Bei einem mittleren Energiepreis von 10 ct./kWh und einem Jahresnutzungsgrad von 85% für die Warmwasserbereitung ergibt sich ein Wärmepreis von 11,76 ct/kWh für die Warmwasserbereitung aus Erdgas oder Heizöl. Für die Investitionen in die Solarwärmanlage resultieren daraus Amortisationszeiten von 17 bis 24 Jahren.

Kollektortyp	Systemertrag in kWh/m ²	Systemertrag in Euro/ Jahr	Investitionen in Euro	Wärmepreis in ct./kWh	Amortisationszeit in Jahren
Flach – 6 m ² 400 l	1.941	228	4.000	13,19	17,5
Vakuumröhre – 6 m ² 400 l	2.258	266	6.000	17,01	22,6
Flach – 14 m ² 1.000 l	3.305	389	8.000	15,49	20,6
Röhre – 14 m ² 1.000 l	4.217	496	12.000	18,22	24,2

Bei einem Zins von 4% und einer technischen Nutzungsdauer von 25 Jahren ergeben sich mit einer Annuität von 6,401% Solarwärmepreise von 13,19 bis 18,22 ct./kWh.

Eine Wirtschaftlichkeit für solarthermische Anlagen ist damit unter bestimmten Voraussetzungen gegeben. Kann eine solarthermische Anlage günstig beschafft werden, sind Eigenleistungen möglich oder können Fördermittel in Anspruch genommen werden, ist die solare Wärmenutzung auch im Münsterland ein durchaus interessanter Beitrag für die Wärmeversorgung.

5 Berücksichtigung der passiven Solarnutzung im städtebaulichen Entwurf

In der Bundesrepublik Deutschland werden etwa 38% des Endenergieverbrauchs für die Beheizung von Gebäuden aufgewandt. Diese Wärmeverbräuche werden wesentlich durch gesetzliche Anforderungen, städtebauliche Vorgaben und die architektonische Umsetzung mitbestimmt. Städtebauliche Entscheidungen können den Heizenergiebedarf von Neubaugebieten um bis zum 40% erhöhen oder reduzieren und Voraussetzungen für eine effiziente Energieversorgung setzen.

Der städtebauliche Entwurf und Bebauungsplan wirkt sich auf den Heizwärmebedarf eines Neubaugebietes allein schon durch das räumliche gestalterische Konzept und die einzelnen städtebaulichen Festsetzungen aus. Energiegerechte Stadtplanung bedeutet demnach auf eine Wärme-Bedarfsminderung durch Verlustminimierung und auf die Maximierung von solaren Gewinnen hinzuwirken und darüber hinaus die Voraussetzungen für eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Energieversorgung zu schaffen. Ziel ist eine energiegerechte Baukörperstruktur und –gestaltung unter Berücksichtigung passiver und aktiver Solarenergienutzung sowie eine schadstoffmindernde und effiziente Energieversorgung. Weitere bauliche und technische Faktoren für ein energieeffizientes Gebäude werden dann weiterhin in der Bauplanungs- und Ausführungsphase festgelegt und über die Gesetze und Verordnungen (Energieeinsparungsgesetz, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, ENEC) geregelt.

Durch das „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden“ ist der Handlungsspielraum der Kommunen erweitert worden (22.7.2011). Im Baugesetzbuch wurde über dieses Gesetz eine Klimaschutzklausel aufgenommen, die dem Klimaschutz eine größere Bedeutung im Rahmen der Bauleitplanung zuschreibt. Der Planungsleitsatz des §1 Abs. 5 verdeutlicht, dass die Gemeinde berechtigt ist, im Rahmen ihrer städtebaulichen Entwicklung mit ihrem planungsrechtlichen Instrumentarium Klimaschutzpolitik zu praktizieren und das den Erfordernissen des Klimaschutzes auch im Rahmen der Abwägung verstärkt Rechnung getragen wird (§1a (5)).

Durch die Optimierung einer Planung auf hohe Solargewinne oder niedrige Wärmeverluste können sich gegenläufige Anforderungen an die Stadtplanung ergeben, die untereinander und gegen

andere Belange abgewogen und auf größtmöglichen Nutzen bzw. einer optimalen Heizwärmebilanz ausgerichtet sein sollten.

Folgende Voraussetzungen für eine energetische optimierte Stadtplanung sollten bestmöglich geschaffen werden:

- Passive Sonnenenergienutzung
- Aktive Sonnenenergienutzung
- Reduzierung von Wärmeverlusten von Gebäuden durch maximale Kompaktheit der Baukörper
- Nahwärme/Fernwärmeversorgung

5.1 Solartechnische Überprüfung

Im Rahmen der Aufstellung von Bebauungsplänen bietet sich eine solartechnische Überprüfung an. Diese soll folgenden Fragen klären:

- Ist die Siedlung aufgrund der Orientierung der Häuser geeignet zur Nutzung passiver solarer Gewinne?
- Ist die Siedlung aufgrund der Abstandsflächen und Anordnung der Häuser geeignet zur Nutzung passiver solarer Gewinne?

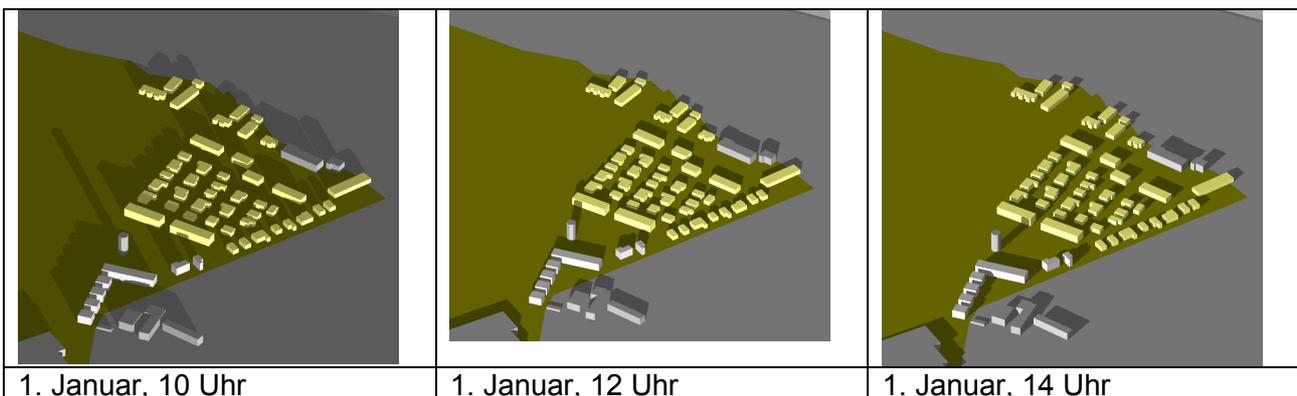
Passive solare Gewinne ermöglichen die Nutzung des Sonnenlichts direkt im Wohnbereich, vor allem durch Südfenster. Auf Grundlage eines städtebaulichen Entwurfs kann vor dem Hintergrund der Lage der Gebäude auf den jeweiligen Grundstücken die für die solaren Gewinne zu berücksichtigenden Fassaden (Energiegewinnfassaden) festgelegt werden.

Die Wahl der berücksichtigten Energiegewinnfassaden ist neben der reinen Ausrichtung der Gebäude auch durch die Erschließung und der damit verbundenen zu erwartenden Orientierung der Wohnräume bestimmt.

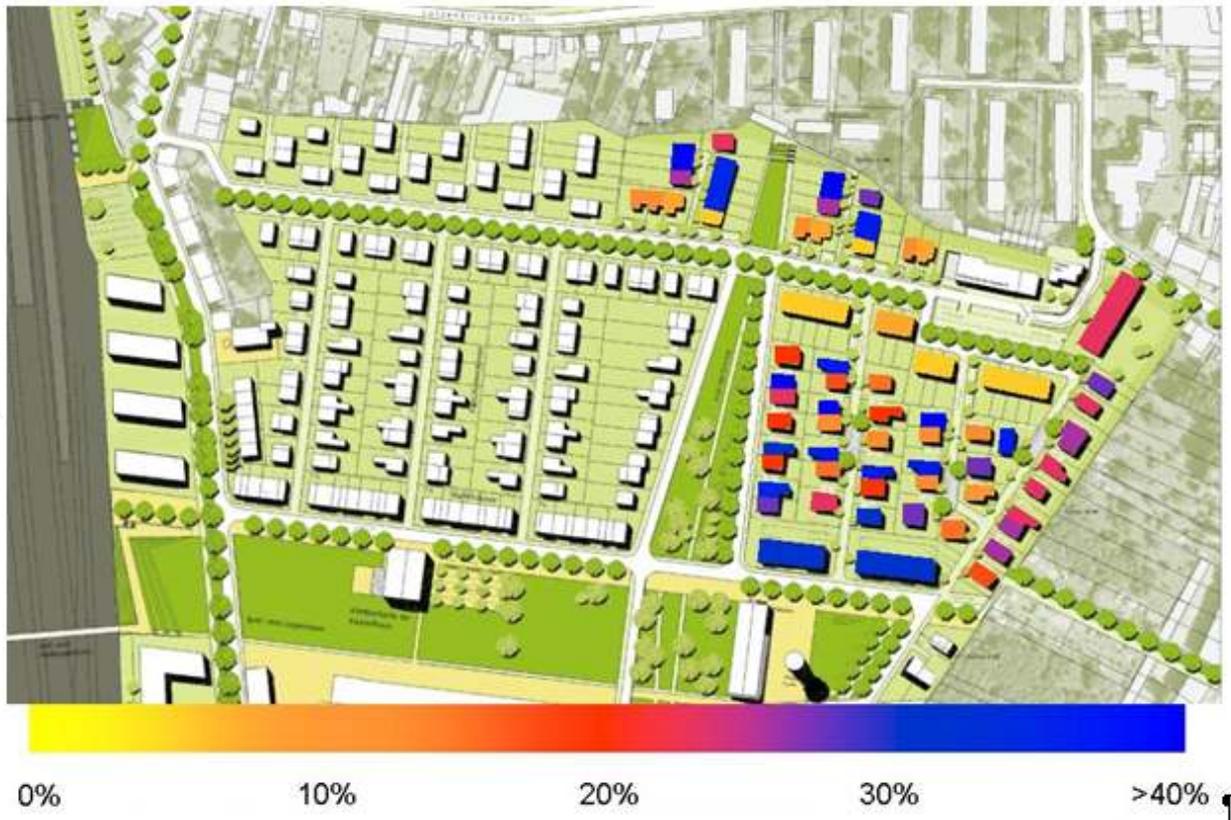
Eine ausreichende Berücksichtigung der solaren Wärmeeinträge in der Heizperiode eröffnet zum einen ein wichtiges Einsparpotential an Heizenergie, zum anderen erhöht sich die Wohnqualität in Räumen, die auch im Winter gut belichtet sind.

Simulationsprogramme können eingesetzt werden, um Verschattung und Solarenergiegewinn zu beziffern.

Verschattungsbilder für den 1. Januar



Farbliche Darstellung der Verluste an passiv-solarer Einstrahlung



5.2 Regelungen im Bebauungsplan

Mit § 1 Absatz 5 des Baugesetzbuches sind die Kommunen gehalten mit aufgestellten Bauleitplänen auf eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung hinzuwirken. So sind auch die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie zu berücksichtigen (vgl. § 1 Abs. 6, 7.f BauGB).

Mit den typischen Festsetzungsmöglichkeiten des Bebauungsplans zur Art und Maß der baulichen Nutzung bestehen Einflussmöglichkeiten auf die aus energetischer Sicht wichtigen Faktoren Gebäudedichte, Gebäudekubatur, Gebäudestellung und gegenseitige Verschattung.

Sicherung der passiven Sonnenenergienutzung				
Gegenstand der Festsetzung	Festsetzungsmöglichkeiten durch Bebauungsplan	Kriterium	Maximale energetische Relevanz [kWh/m ² wfa]	Anforderung
Gebäudestellung	Städtebaulicher Entwurf, Baulinien, Baugrenzen	Südabweichung der Hauptfassade mit dem Wohnraum	-8	Weniger als 30° nach O/W
Verschattung durch Nachbargebäude	Baulinien, Baugrenzen, Maß der baulichen Nutzung	<u>Δ Abstand</u> Δ Höhe	-8	A/H>1.5 oder Verschatt.winkel <35°
Verschattung durch laubabw. Bäume	Grünflächen, Bindungen für Bepflanzungen	<u>Δ Baumabstand</u> Δ Baumhöhe	-8	

6 Solarenergie Potentiale - Zusammenfassung

Bei Dachflächen von 2,1 Mio. m² in der Gemeinde Senden sind ca. 1,5 Mio. m² nach Süden, Westen oder Osten ausgerichtet und damit für die Bestückung mit Solaranlagen gut geeignet. Unter Berücksichtigung von Abzugsflächen wegen Verschattungen etc. können ca. 850.000 m² Solaranlagen auf Dächern montiert werden. Bei Wirkungsgraden von PV Modulen von gut 15% resultiert daraus eine PV Leistung von 129 MW und eine Stromerzeugung von 109 Mio. kWh pro Jahr.

Hinzu kommen Flächen von 355.000 m², die aufgrund ohnehin vorhandener Versiegelungen (Parkplätze etc.) für die Errichtung von ca. 142.000 m² Freiflächenanlagen geeignet sind. Die PV Leistung liegt bei 12,8 MW, die PV Stromerzeugung bei 13 Mio. kWh pro Jahr.

Insgesamt reichen diese Flächen aus, um mit PV-Anlagen 122 Mio. kWh Strom zu erzeugen und so mehr als 165% des Strombedarfs in der Gemeinde Senden (73,5 Mio. kWh im Jahr 2008) zu decken. Werden nicht nur gut geeignete Dachflächen oder versiegelte Flächen für PV Anlagen genutzt oder PV Module mit höheren Wirkungsgraden eingesetzt, können sich die Potentiale deutlich erhöhen.

Eine Wirtschaftlichkeit für PV Anlagen ist mit der aktuellen Förderkulisse (2012/02) und den aktuellen Preisen gegeben. In den nächsten Jahren ist eine zunehmende Abkopplung von der Förderkulisse des EEG zu erwarten, weil die Stromgestehungskosten von PV Anlagen für immer mehr Endverbraucher unter den Strombezugskosten liegen. Bereits jetzt ist es für einen Haushalt bei einer Vergütung von 19,5 ct./kWh billiger, Strom selbst zu machen, als zu 24,5 ct/kWh über das Netz zu beziehen.

Um den mittleren Strombedarf eines Haushalts von 3.500 kWh pro Jahr zu decken, reicht in der Jahresbilanz eine Dachfläche von 30 m² pro Dach aus, um dort eine 4 kWp Anlage unterzubringen. Die erforderlichen Investitionen liegen unter 8.000 Euro (netto ohne MWST, weil diese rückerstattet wird) pro Anlage.

In der Praxis sollte allerdings für jeden Einzelfall geprüft werden, ob es nicht sinnvoller ist, die maximalen Potentiale pro Dach ausschöpfen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage verbessert sich, weil sie spezifisch billiger wird und es stehen Reserven für E-Mobilität und E-Wärmepumpen zur Heizung zu Verfügung.

Bei spezifischen Investitionskosten von 1.750 Euro pro kWp entspricht das Potential von 141,8 MWp einem Investitionsvolumen für PV Anlagen von 248 Mio. Euro. Werden nur auf allen 5.000 Wohngebäuden PV Anlagen mit 4 kWp errichtet, entspricht das einem Investitionsvolumen von 40 Mio. Euro.

Solarthermische Anlagen konkurrieren mit PV Anlagen um die gleichen Dachflächen. Flachkollektoren sind allerdings anspruchsvoller hinsichtlich der optimalen Ausrichtung als PV Anlagen, die auch in Ost- oder Westausrichtung noch akzeptable Erträge bringen. Bei Dachflächen von 100 bis 200 m² für ein EFH sind die verfügbaren Dachflächen aber ausreichend, um 6 bis 20 m² Solarkollektoren und ca. 30 m² PV Module aufzunehmen, die ausreichen, um einerseits einen solaren Deckungsanteil von 30 bis 50% am Wärmebedarf zu erzielen und zugleich eine Jahresmenge PV Strom zu erzeugen, die 100% des jährlichen Strombedarfs entspricht.

Auslegung und Wirtschaftlichkeit solarthermische Anlagen variieren mit den jeweiligen Randbedingungen wie Familiengröße, Warmwasserverbrauch und Dämmstandard des Gebäudes.

Modellrechnungen zeigen aber, dass bei Wärmepreisen zwischen 13 und 18 ct/kWh Wärme eine Wirtschaftlichkeit nur bei günstigen Randbedingungen (preisgünstige Beschaffung, Eigenleistungen, gute Planung und Abstimmung) erreicht werden kann.

Wird die Solarthermieanlage für die Unterstützung der Warmwasserbereitung ausgelegt, ergeben sich für 6 m² Flachkollektoren und 400 l Speicher Mehrkosten von ca. 4.000 Euro pro Haus. Der Energiegewinn liegt bei ca. 2.000 kWh pro Jahr.

Für eine Solaranlage für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit 14 m² Vakuumröhrenkollektoren und einem 1.000 l Speicher kann mit Mehrinvestitionen von 12.000 Euro gerechnet werden. Der Energiegewinn liegt bei ca. 4.200 kWh pro Jahr.

Hochgerechnet auf 5.000 Wohngebäude in Senden ergibt sich im ersten Fall ein Investitionsvolumen von 20 Mio. Euro, um bei einem Systemertrag von 10 Mio. kWh einen fossilen Energieverbrauch von 13 Mio. kWh Ho Erdgas pro Jahr zu ersetzen.

Im zweiten Fall ist ein Investitionsvolumen von 60 Mio. Euro notwendig, um bei einem Systemertrag von 21 Mio. kWh einen fossilen Energieverbrauch von 27,4 Mio. kWh Ho Erdgas pro Jahr zu ersetzen.

Bezogen auf den Wärmemarkt von 196 Mio. kWh sind das 5,9 bzw. 12,6%.

Höhere solare Deckungsanteile ergeben sich, wenn der Wärmebedarf durch bauliche Sanierungen deutlich gesenkt wird.

Eine 100% Deckung des Wärmebedarfs durch Solarthermie über Ganzjahresspeicher ist nicht wirtschaftlich.

Bei weiter sinkenden Preisen für PV Anlagen kann sich aber die Wärmeerzeugung aus einer Kombination von Solarstrom und Elektrowärmepumpen zu einer wirtschaftlichen Alternative zu solarthermischen Anlagen entwickeln.

Die Nutzung von Sonnenwärme für Beheizung des Beckenwassers von Schwimmbad ist wirtschaftlich und wird von der Gemeinde Senden bereits in Bösensell realisiert. Beim Cabrio wäre eine Solarabsorberheizung nicht wirtschaftlich wegen der vorhandenen Pelletheizung, die sehr preisgünstig Wärme liefert. Beim Cabrio ist auch Dachstatik zu berücksichtigen.

Die Potentiale für Solarabsorber zur Schwimmbadheizung im Privatbereich in Senden sind nicht abschätzbar, da keine Angaben über Zahl und Art der Beheizung vorliegen. Das Potential ist aber eher gering. In Einzelfall sind hohe Einsparungen möglich.

Auch die Solarpotentiale für sonstige Anwendungen wie Prozesswärme und Kühlen sind nur schlecht abschätzbar, weil hier zu wenige Informationen vorliegen

Hinsichtlich der Erschließung der Potentiale zur passiven Solarnutzung ist die Gemeinde Senden schon seit Jahren sehr aktiv. Neben der energiegerechten Aufstellung von Bebauungsplänen wird auch der Bau von Solarsiedlungen und Klimaschutzsiedlungen unterstützt.

Für die solare Nahwärme werden zur Zeit in Senden keine Chancen gesehen, weil die Solarwärme zu Preisen unter 5 ct/kWh bereitgestellt werden müsste, um bei Verlusten von 20% und Kosten für das Wärmeverteilnetz von 3 ct./kWh eine wirtschaftliche Alternative zur Wärmeversorgung mit Erdgas darstellen zu können.

7 Umsetzung, Hemmnisse

Hemmnisse bei der Erschließung der Potentiale von PV und Solarthermie für die Deckung des Strom- und Wärmebedarfs in der Gemeinde Senden entstehen vor allem dadurch, dass eine Vielzahl von individuellen Investitionsentscheidungen zu treffen sind, die auf freiwilliger Basis erfolgen, weil es bislang keine gesetzliche Verpflichtung für die Nutzung der Solarenergie im Gebäudebestand gibt.

Im Einzelfall kann auch die Statik von Dächern nicht ausreichen, um die zusätzliche Lasten durch eine Solaranlage aufzunehmen. Vereinzelt scheidet eine Dachmontage an den Belangen des Denkmalschutzes oder Unvereinbarkeiten mit gestalterischen Zielvorstellungen.

Bei Beträgen von unter 8.000 Euro für eine kleine PV Anlage und von 4.000 Euro für eine Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung wird in der Regel die Finanzierung kein Hemmnis darstellen. Die Investition in eine solche Anlage kann auch als Investition für die Altersversorgung betrachtet werden, die unabhängig von den Entwicklungen an den Kapitalmärkten eine sichere Rendite in Form von Strom und Wärme erbringt.

Soweit Genehmigungsfragen von Bedeutung sind, kann hier von Seiten der Gemeinde eine Unterstützung erfolgen.

In der Mehrzahl der Fälle dürfte fehlendes Wissen oder mangelndes Interesse der Grund dafür sein, keine PV- oder Solarthermieanlage zu errichten.

Für die Erschließung der Solarpotentiale in der Gemeinde Senden empfehlen wir die Einrichtung einer mittelfristig angelegten **Kampagne: Senden Solar**.

In dieser Kampagne können unterschiedliche Aktivitäten und Initiativen gebündelt werden wie:

- Solardachbörse
- Bürgersolaranlagen
- Solarstammtisch
- Solarmessen
- Solarförderverein
- Beratung durch Handwerk, Banken.
- Infos zu Schwimmbadheizung und solare Anwendungen wie Prozesswärme und Kühlen an potentielle Nutzer geben
- Beispiel dokumentieren (Leuchtturmprojekte)

Ziele der Kampagne sollte der Aufbau eines Kompetenznetzwerks Solar und die Herstellung eines breiten aktuellen Wissenstandes der Sendener Bevölkerung zum Thema Solarenergie sein.

8 Förderung (Stand 2012/03)

Solarthermie Förderung: BAFA fördert Solarheizung im Bestandsbau

Der Antrag für eine Förderung durch das BAFA muss innerhalb eines Zeitraums von sechs Monaten nach Inbetriebnahme der Solarheizung eingereicht werden. Für eine Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung beträgt der Zuschuss ab 2012 90 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche bei einer Anlagengröße bis zu 40 Quadratmetern.

Die Solarthermie-Förderung durch das BAFA gilt ausschließlich für den **Bestandsbau**! Die Bauanzeige für ein Gebäude muss vor dem 01.01.2009 gestellt worden sein.

Bei **Flachkollektoren** muss die Anlagengröße mindestens 9 Quadratmeter betragen und der Pufferspeicher muss mindestens 40 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche fassen.

Bei **Vakuümrohrenkollektoren** muss die Anlagengröße mindestens 7 Quadratmeter betragen und der Pufferspeicher muss 50 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche fassen.

Das BAFA bietet über diese Förderung hinaus Boni an. Die vier folgenden Boni können alle **zusätzlich zur Basisförderung** in Anspruch genommen werden, sind aber **nicht untereinander kumulierbar**!

- Wenn eine Solarheizung mit einer Wärmepumpe oder einer Biomasseanlage kombiniert wird, gewährt die BAFA einen **Kombinationsbonus** in Höhe von 500 Euro.
- Die **Erweiterung** einer Solarthermieanlage um bis zu 40 m² Kollektorfläche wird mit 45 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche bedacht.
- Einen **Effizienzbonus** erhält, wer die solarthermische Anlage auf einem sehr effizient gedämmten Gebäude errichtet. Für eine solche Solarheizung erhält man das Eineinhalbfache der Basisförderung. Das BAFA bietet auf seinen Webseiten eine Übersicht über alle Kollektoren für eine Solarheizung, die förderwürdig sind.
- Weitere Mittel sind erhältlich, wenn bei der Installation einer Solarheizung ein Heizkessel mit Brennwerttechnik installiert wird (wenn der alte Heizkessel nicht über Brennwerttechnik verfügte). Dieser Zuschuss ist der **Kesseltauschbonus**. Bis Ende 2011 beträgt dieser Bonus 600 Euro, ab 2012 sinkt er auf 500 Euro.

Neben den Kollektoren der Solarheizung selbst müssen auch die Umwälzpumpen bestimmten Ansprüchen an die Effizienz genügen.

Da sich die Förderkonditionen ständig ändern, sollten die aktuellen Konditionen über entsprechende Internetportale z.B. der Verbrauchereberatung, der KfW, der BAFA oder der Energieagenturen abgefragt werden.