

Erneuerbare Energien: Photovoltaik & thermische Solaranlagen

Probleme

Aus den zahlreichen Erzeugungsmöglichkeiten von Solarwärme und Solarstrom wurden für dieses Faktenblatt vor allem gebäudebezogene aktive und passive Solarwärme und photovoltaische Solarstromerzeugung (PV) in Deutschland ausgewählt.

Die Solarwärme steht vor einigen Herausforderungen: Der noch sehr kleine Anteil an der Wärmeversorgung und die dahinter stehende Frage der meist fehlenden betriebswirtschaftlichen Attraktivität der Solarwärme sowie die für wesentliche Versorgungs-Anteile viel zu kleinen Solarwärmeanlagen. Außerdem stellt die saisonale (Sommer-Winter-)Speicherung von Solarwärme eine weitere Herausforderung dar.

Für Solarstromanlagen ergeben sich wichtige Fragen der Kostendegression im Rahmen des Erneuerbare Energien Gesetzes EEG. Dies ist wichtig, weil PV-Anlagen infolge ihres überraschend starken Ausbaus am stärksten zur EEG-Umlage auf den Strompreis beitragen. Der Energieaufwand für den Bau von PV-Anlagen gilt inzwischen als kein Problem mehr, ebenso wenig das Recycling abgebauter Anlagen auf Silizium-Basis. Andererseits enthalten einige Solarzellentypen giftige Metallbestandteile, die besondere Beachtung verlangen. Freiland-PV-Anlagen werden unten hinsichtlich positiver und negativer Aspekte beim Naturschutz diskutiert.

***Politische Instrumente und Ziele**

Die offiziellen deutschen Ziele für Solarwärme und Solarstrom sind in den Gesamtzielen für Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien enthalten. So will die Bundesregierung den kontinuierlich gestiegenen Anteil der erneuerbaren Energien weiter deutlich erhöhen:

- am Bruttostromverbrauch von 2008 rund 15 Prozent zunächst bis 2020 auf mindestens 30 Prozent,
- am Wärmeenergiebedarf von 2008 knapp 8 Prozent auf 14 Prozent bis 2020

Langfristig soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2050 auf etwa 50 Prozent ansteigen. Diese Perspektiven sind mit den „Leitstudien“ für das Bundesumweltministerium in den jüngsten Jahren als erreichbar politisch-instrumentell und ökologisch abgesichert.

Solar- und Umweltverbände setzen in der Regel weitergehende Ziele, vor allem, was das Tempo der Umstellung auf erneuerbare Energien und damit auch auf Solarwärme und Solarstrom betrifft. Sie fordern vielfach die Zielsetzung einer zu 100 Prozent auf erneuerbaren Energien beruhenden Versorgung. Sie wissen sich mit den schon bestehenden Beispielen für gebäudeweise und lokale 100prozentige Versorgung sowie aufgrund der vielen Entwicklungsmöglichkeiten auf der sicheren Seite. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass zahlreiche Region, Landkreise und Kommunen in Deutschland bereits politische Beschlüsse gefasst haben und relativ schnell, meist bis etwa 2030, auf 100 Prozent erneuerbare Energien umstellen zu wollen.

Das mit Abstand bewährteste Instrument für den Ausbau der photovoltaischen Solarstromerzeugung (PV) ist das Erneuerbare Energiengesetz von 2000, zuletzt in der Fassung von 2009. Subventionen (d.h. Gelder aus öffentlichen Haushalten) für PV-Anlagen sind daneben nicht erforderlich. – Für den Sektor Solarwärme muss sich das Erneuerbare Energien-Wärmegesetz noch bewähren. Ob es angesichts der vielen Alternativen und Ersatzmaßnahmen zur schnellen Steigerung der Solarwärme führt, darf bezweifelt werden. Erfolgreich ist jedoch das bestehende Marktanreizprogramm, das ausgeweitet wird, aber auch die „Konkurrenz“ wie u.a. Wärmepumpen und Holzpellet-Kessel fördert.

***Gute Beispiele**

Gute Beispiele gibt es in Hülle und Fülle – in Fach- und Populärzeitschriften und z.B. bei den Solarpreisen von Eurosolar. Im Text wurde eine Auswahl getroffen. Besonders erwähnenswert ist, dass PV-Anlagen den Plus-Energie-Status von Gebäuden solar ermöglichen.

***Energiebilanzen (Daten und Graphiken)**

Daten und Graphiken zu Solarwärme und Solarstrom bieten die Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen“, die jährliche Leitstudie des Bundesumweltministeriums, der neue Potenzialatlas Deutschland „Erneuerbare Energien 2020“ (www.unendlich-viel-energie.de) sowie andere Internetpräsenzen.

Solarwärme:

Bei der **Solarwärmenutzung** ist zu unterscheiden zwischen

1. passiver Nutzung durch:

Fenster, transparente Wärmedämmung und andere Gebäude-Außenbauteile und

2. aktiver Nutzung durch:

2.1. Sonnenkollektoranlagen für die *Warmwasserbereitung* (Trinkwassererwärmung)

2.2. Sonnenkollektoranlagen für die *Raumheizung*

2.3. *kombinierte Anlagen* für Warmwasserbereitung und Raumheizung u.a.

2.4. Sonnenkollektoranlagen für *gewerbliche Zwecke*

Diese Anlagentypen 2.1. bis 2.4. werden mit flachen Sonnenkollektoren (Flachkollektoren) oder seltener mit Vakuumröhren-Kollektoren (die für höhere Temperaturen besser geeignet sind) betrieben.

2.5. Solarwärmeanlagen für *Schwimmbäder* (meist Solarabsorbermatten ohne Abdeckung)

2.6. Sonnenkollektoren für *Kühlung* von u.a. Gebäuden mittels Warmluft- oder Heißwassererzeugung, also mit Warmluftkollektoren oder mit Flüssigkeit arbeitenden Kollektoren (siehe auch Fact sheet 6: Kühlen),

2.7. *Sonnenkocher* als solare Kochkiste oder als konzentrierendes Spiegelsystem

2.8. *Solarrockner* für Erntegut oder auch Klärschlamm, meist mittels Warmluft erzeugende Kollektoren

2.9. Solarthermische Pumpen (mit Stirlingmotor, demonstriert)

Bei der **Solarstromerzeugung** ist zu unterscheiden zwischen

3. Solarstromerzeugung durch Photovoltaik:

4. Solarstromerzeugung durch andere Technologien:

4.1. *Solarstrom aus Hochtemperaturwärme* z.B. mit Parabolrinnen-Kollektoren oder mittels

4.2. *Solarturm-Spiegelfarmanlagen*

4.3. *Aufwindkraftwerke*, das im ersten Schritt mit transparenten Überdachungen große Mengen an solar erzeugter Warmluft bereitstellt

4.4. *Stirlingmotoren*, die mit Solarkonzentratoren (Spiegeln), also mit solar erzeugter Erhitzung von bestimmten Teilen des Motors, betrieben werden.

Bei den Technologien unter 4. fällt bei der Stromerzeugung nutzbare Abwärme an etwa für Schwimmbäder, Meerwasserentsalzung, Vorwärmung usw. an, im Sinne einer solaren Kraftwärmekopplung.

5. Solar-Hybrid-Systemen: hier in Entwicklung/Erprobung befindliche Systeme, bei denen photovoltaische Solargeneratoren gekühlt werden, wobei der Wirkungsgrad der gekühlten Solarzellen steigt und nutzbare Wärme entsteht, im Sinne einer solaren Kraftwärmekopplung,

6. Thermosolargeneratoren: in Erforschung, arbeiten anders als die Photovoltaik nicht mit Licht, sondern mit Kontakten verschiedener Metalle und z.B. solar erzeugten Temperaturunterschieden als „Antrieb“ (thermoelektrischer Effekt).

Alle diese Technologien haben jeweilige Stärken und Schwächen. Im Folgenden konzentriert sich dieses Fact sheet auf die Entwicklungen in Deutschland und stellt die jeweiligen Probleme sowie Instrumente und Lösungsansätze vor.

Passive Solarwärmenutzung:

Grundprinzip ist, dass Fenster könnten die besten Sonnenenergieeinfänger sein können. Das ist auch von Treibhäusern und Autos vor allem im Sommer bekannt. Das Problem: Passive Solarwärme erbringt zwar in den kühleren Jahreszeiten z.B. über entsprechend ausgerichtete Fenster tagsüber bei Sonnenschein große Mengen an Solarwärme (bei bedecktem Tageshimmel auch meist ein bisschen) zur Erwärmung des Gebäudeinneren. Bei „dunklem“ Schlechtwetter und nachts entsteht jedoch keine nutzbare Wärme. Außerdem ist das Angebot an passiver Solarwärme während der Raumheizperiode meist eher gering. Regional oder örtlich kann passive Solarnutzung unterschiedliche Bedeutung haben. Die Solareinstrahlung auf südlich orientierte Wände und Fenster hat im Frühjahr und Herbst Maxima und ist auch im Winter in Deutschland viel höher als auf dem ebenen Erdboden. Günstig kann es im Bergland sein, oberhalb häufiger Nebelzonen der Niederungen und Täler. Passive Solarwärme lässt sich nur kurze Zeit im

Rauminneren, also in Wänden, Decken und Böden, die dazu möglichst massiv sein sollten sowie in Gegenständen speichern: mehrere Stunden bis hin zu wenigen Tagen (bei abnehmendem Temperaturniveau). Verbessert wird die passive Solarwärmenutzung durch speicherwirksame inzwischen im Handel erhältlich Latente-Energie-Materialien (Phase change materials, PCM) in Wänden und Decken, die die Raumtemperatur z.B. bei 25 Grad Celsius für einige Zeit stabilisieren können. Natürlich sollte man Gardinen usw. „sonnentags“ zum Ernten solcher kostenloser Energie öffnen. Schon seit jeher verringert passive Solarenergienutzung durch Fenster den Heizenergieverbrauch.

Passive Solarenergienutzung ist mit transparenter Wärmedämmung (TWD) gezielt auch bei massiven südlich orientierten Wänden nach dem „Prinzip Eisbär“ nutzbar: ein heller Pelz (lichtdurchlässige Wärmedämmung), der das Licht auf die dunkle Haut weiterleitet und diese erwärmt. Die dunkle Haut kann beim Gebäude ein Mauerwerk sein oder auch der Innenraum z.B. einer Industriehalle. Allerdings sind die erzielbaren Energieeinsparungen in der bei energiesparenden Gebäuden verkürzten Heizperiode mäßig. Ein Quadratmeter TWD-Wand kann bei südwestdeutschen Verhältnissen jährlich rund 10 bis 15 Liter Heizöl ersparen.¹

Solarwärme

„Bei der solarthermischen Nutzung der Sonnenenergie wird die Strahlung der Sonne mittels sogenannter Kollektoren in Wärmeenergie umgewandelt. Solarwärme wird in Deutschland in der Regel zur Erwärmung von Wasser zum Duschen und Waschen oder zur Raumheizung eingesetzt. Zudem kommen solarthermische Anlagen häufig bei der Erwärmung von Schwimmbadwasser zum Einsatz.

Sonnenkollektoren absorbieren solare Strahlung, wandeln sie in Wärme um und geben die Wärme an ein Wärmeträgermedium ab. Dieses wird über ein Rohrsystem zu einem Speicher gepumpt, wird dort mit Hilfe eines Wärmetauschers an das Brauchwasser abgegeben und strömt abgekühlt zu den Kollektoren zurück. Im Winter heizt ein Kessel die fehlende Wärme nach.

Eine Kollektorfläche von 4 bis 5 Quadratmetern reicht aus, um rund 60 Prozent des Warmwassers in einem Einfamilienhaus bereitzustellen. Bei einer Fläche von 8 bis 15 Quadratmetern können Solarkollektoren sogar rund ein Viertel des gesamten Bedarfs an Wärme für Heizung und Warmwasser liefern.“²

Inzwischen werden in Deutschland rund 1,2 Millionen Solarwärmeeinheiten betrieben. Ende 2008 waren hierzulande 11 Mio. qm installiert.³ So erstaunt der doch bisher sehr geringe Anteil am Endenergieverbrauch für Heizungen und Warmwasser von rund 4 bis 5 Mrd. kWh Wärme (2008) mit rund 0,5 Prozent Anteil; nur bezogen auf Haushalte analog 2,7 Mrd. kWh und ebenfalls rund 0,5 Prozent Anteil. Das hat mehrere Gründe: Zum einen sind es überwiegend sehr kleine Anlagen von 4 bis 6 qm zur typisch 60-prozentigen Deckung des häuslichen Warmwasserbedarfs. Zum anderen ist nicht einmal jedes zehnte Ein- bis Zweifamilienhaus damit ausgerüstet, was wiederum an der etwa im Vergleich zu Solarstromanlagen deutlich ungünstigeren Rentabilität liegen dürfte. Relativ bescheiden ist auch das Ziel für 2020 der Branche selbst (Zahlen s. bei Grafiken).

Das verblüfft. Denn der 4- oder 5-qm-Ansatz für Solarwärmeeinheiten greift bei angenommener und durch Produktionsausweitung und rationellere Bauweise und Installation erreichbarer Kostensenkung für die Solaranlagen viel zu kurz: Warum? Auf ein deutsches südlich orientiertes geneigtes Hausdach strahlen jährlich pro 50 m² (Reihenhaus) rund 60 000 kWh Solarenergie ein. Selbst bei einem nur mäßigen Jahreswirkungsgrad einer Sonnenkollektoranlage von 40 Prozent sind das 24 000 kWh. Das ist auch abzüglich von ungenutzten Speicherverlusten deutlich mehr als die z.B. 12 000 kWh, die ein Niedrigenergie-Reihenhaus für Heizung und Warmwasser verbraucht. Analog für ganze Siedlungen und Städte bedeutet das: Häuser mit ungünstiger Dachausrichtung könnten Fassaden nutzen oder vom Überschuss anderer Gebäude mitversorgt werden. Ziel sollten daher die nachfolgend genannten Wege sein, die ggf. in Kombination mit begrenzten Mengen an regenerativen Brennstoffen für Blockheizkraftwerke (BHKWs) zur 100-prozentigen Versorgung durch erneuerbare Energien führen.⁴

Aus der erläuterten Beschränkung der Solarwärme führen mindestens zwei dieser drei Strategien heraus:

1. für Altbauten und Neubauten:

1 Näheres zum Prinzip, zur Technologie und Kontakten siehe Fachverband TWD e.V. unter www.umweltwand.de, Beispiele siehe Vortrag Dr. W. Platzer, 22.11.2008 bei www.ecotrinova.de/projekteprojets/samstagsforum/index.html und Bericht zum 22.11.08 in ECOtrinoVA-Nachrichten 3/2008: www.ecotrinova.de/aktuellnouvelles/newsletter/index.html

2 vgl. www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme/solarwaerme.html, 15.1.2010

3 vgl. BMU, Erneuerbare Energien in Zahlen, Juni 2009

4 www.ecotrinova.de/downloads/080610glfreeffstadt Wettbewerb.pdf

Solare Nahwärme ohne oder mit Kurzzeitwärmespeicherung (etwa 10 bis 30 Prozent Solarwärmeanteil erzielbar zu etwa 13 C/kWh); die aber in Konkurrenz zu energiesparenden, ggf. mit erneuerbaren Energien betreibbaren BHKWs steht. (siehe Fact sheet 8. BHKWs und.⁵)

2. für Altbauten und Neubauten:

Solare Nahwärme mit saisonaler (Sommer-Winter-) Speicherung (mit bisher bis zu 60 Prozent solarer Deckungsrate, allerdings mit noch zu hohen Wärmekosten aufgrund hoher Speicherkosten), die in Grenzen mit zusätzlicher BHKW-Nutzung vereinbar ist. Vor allem in Deutschland und Schweden sind eine Reihe solcher Anlagen für Demonstrations- und Forschungszwecke in Betrieb.

3. für Neubauten, seltener für Altbauten:

Das Sonnenhaus mit eigener Sommer-Winterspeicherung oder das solar-passiv und mit Solarwärmanlage „verstärkte“ Passivhaus. Beide Haustypen werden mit zusätzlicher Solarstromanlage leicht zum Energie-Überschußhaus (Plus-Energie). (siehe Fact sheet 3: Klimagerechtes Wohnen und Neubau)

Des weiteren gehört zur Solarwärmestrategie unbedingt dazu, teuren Strom durch einen Wasch- und Geschirrspülmaschinen-Anschluß an die solare Warmwasserbereitung (Solarwärme ist da oft schon billiger!) zu sparen: beim geeigneten Geschirrspüler direkt, bei der Waschmaschine mit speziellem Modell oder Zusatzgerät oder am einfachsten mit handbedientem Thermostatmischer wie bei einer Dusche.

Photovoltaischer Solarstrom (PV) :

PV und die Vergütungshöhe nach EEG – ein Problem?

Solarstrom erhält günstige Vergütungen aufgrund des EEG, die eine dem wirtschaftlichen Risiko (z.B. mehr Reparaturen, Ertragsausfälle, „Untergang der Anlage“) angemessene Rendite von mindestens etwa 7 % ermöglichen. Diese realisiert sich jedoch nur dann in voller Höhe, wenn die Anlage erwartungsgemäß in etwa 20 Jahre lang „gut“ produziert. Der Vergütungsanspruch für den eingespeisten Strom besteht 20 Jahre lang in gleicher Höhe. Für im Folgejahr in Betrieb gehende Anlagen gilt die gesetzliche Verringerung dieses 20-Jahre-Vergütungsanspruchs um ca. 8 bis 11 Prozent.⁶ Für Mitte 2010 ist aufgrund von Preisrückgängen bei PV-Anlagen eine in der Höhe umstrittene zusätzliche Absenkung im Gesetzgebungsverfahren. Exorbitante Zusatzgewinne von Energiekonzernen werden dagegen nicht eingeschränkt.⁷

Die Vergütung nach EEG ist für PV derzeit noch zwei bis vier Mal höher als die Summe aus dem erzielbaren Marktpreis plus vermiedenen ökosozialen externen Kosten ersetzter fossiler Energieträger.⁸ Der Grund für solch hohe Vergütung ist erfolgversprechende Industriepolitik: Ohne diese Politik wäre die PV-Branche in wirtschaftlichen Nischen etwa für Taschenrechner und Insellösungen wie Parkscheinautomaten, Schrebergartenhütten und entlegene VerbraucherInnen ohne Stromnetzanschluß verblieben – schöne, sinnvolle Anwendungen, aber in Deutschland ohne energiewirtschaftliche Bedeutung.

2010 kann mit 8900 MW (Stand Ende 2009) installierter Leistung bei Bestwetter in Deutschland im Sommer mittags bereits weit über 10% der Stroms aus PV kommen, auch wenn im es im Jahresdurchschnitt noch deutlich unter 2 Prozent ist.⁹ Damit ist auch PV schon in der Lage, den Betrieb von Atomkraft und Kohle-Grundlastkraftwerken stromwirtschaftlich und damit finanziell zu stören – wenn auch bisher nur im Sommer tagsüber und in kleinerem Maßstab als die Windenergie.

Hinzu kommen für die betroffenen StromverbraucherInnen die Mehrkosten durch das EEG, woran Photovoltaik den stärksten Kostenanteil hat. Die Förderung aus VerbraucherInnen-Portemonnaies mittels EEG erbringt zumindest mit der Summe der erneuerbaren Energien volkswirtschaftlich gesehen in der Bilanz Vorteile (siehe Fact sheet 12: Kleinwasserkraftanlagen / Windkraft). Das EEG ist nach EU-Recht als Nicht-Subvention bzw. als Mindestpreis- oder Marktpreisregelung mit Umlageverfahren auf die StromverbraucherInnen anerkannt. Weiteres zum EEG siehe unter Instrumente.

5

www.ecotrinova.de/downloads/080610glfreeffstadtettbewerb.pdf

6

vgl. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_verguetungsdegression_bf.pdf, § 32, 33 EEG 2009

7

www.energieverbraucher.de

8

vgl. „Strom aus erneuerbaren Energien. Was kostet uns das?“ BMU, Berlin 2008, S. 35

9

www.erneuerbare-energien.de/inhalt/2720/4590/

Übrigens: PV-Strom kann u.U. zeitweise schon sehr viel billiger als der Börsenstrompreis sein. Das war im Hitzesommer 2003 der Fall, als an der Leipziger Strombörse der Kurzzeitstrompreis Ende Juli bei 54 C/kWh lag mit Spitzenwert von 200 C/kWh¹⁰

Das Speicherproblem für Solarstrom wird derzeit noch i.w. durch Netzeinspeisung umgangen.¹¹

PV und Umwelt: ein Problem?

Solarstrom gilt als umweltfreundlich, emissionsfrei und klimaschützend sowie als Symbol für Unabhängigkeit, obwohl letzteres zunächst nur für Inselbetriebsanwendungen bei gelöster Speicherfrage gilt. Aber auch zu Umwelt und Emissionen gibt es bei PV sehr beachtenswerte Punkte:

Energie-Amortisation: Als Energie-Amortisation bezeichnet man die Zeitdauer, bis eine PV-Anlage den Energieaufwand für ihre Herstellung usw. wieder produziert, also sozusagen zurückgezahlt hat.

Für übliche komplette Anlagen mit Solarzellen aus kristallinem (meist schwarz) oder polykristallinem Silizium (blau schimmernd) wurden in den 1980er Jahren nach eingehender Untersuchung für die Bundesregierung sieben Jahre genannt – für deutsche Verhältnisse überraschend lange, aufgrund der energieaufwändigen Siliziumverarbeitung.

Die Zahl ist aber eigentlich nicht anwendbar, wenn die Si-Solarzellen der Anlagen

- aus Restmaterial der Computer-Chip-Industrie hergestellt werden (was sie auch wurden),
- aus weniger hochwertigem „Solar Grade“ Silizium erstellt werden
- Dünnschichtzellen mit viel weniger Materialeinsatz sind, z.B. amorphe Si-Zellen.
- wenn die Anlagen recycelt werden.

PV-Anlagen bestehen aus Solarzellen, i.d.R. auch aus Glas, Metall, Befestigungen, Leitungen, Kunststoff, Wechselrichtern und Zählern – alles recycelbare Materialien.

Inzwischen, nach vielen Fortschritten vor allem in Richtung dünnerer Zellen, rechnet man bei PV-Anlagen mit Si-Zellen (kristallin und polykristallin) für deutsche Verhältnisse mit 3 bis 6 Jahren, mit Dünnschichtzellen deutlich weniger¹². Das sind bei einer Lebensdauer von z.B. 30 Jahren gut akzeptable Zahlen, zumal der größte Teil der Herstellungenergie beim künftigen Recycling der Materialien wieder gewonnen bzw. gegenüber neuen Stoffen eingespart wird. Das heißt: Die Energieamortisationszeit ist entgegen viel verbreiteten Gerüchten kein Problem, das gegen PV spricht. Auch liegen bei Dünnschichtzellen anderer Bauart erheblich kürzere Energierücklaufzeiten vor. Erst recht werden bei Dünnschicht-Solarzellen aus organischem Material, was die Zellen betrifft, extrem kurze Energieamortisationen erwartet.

Am Recycling von ausrangierten PV-Anlagen und -Anlagenteilen führt kein Weg vorbei (siehe Kreislaufwirtschafts- und Elektronikschrottesetzgebung usw.). Industriemäßiges Verschrotten bzw. Recycling von PV-Modulen wird aber erst nach 2020 umfangreich in Gang kommen, weil die allermeisten PV-Module erst wenige Jahre im Einsatz sind. Das Recycling wird auch besonders wichtig sein, weil einige Dünnschichtsolarmodule aus giftigen Stoffen bzw. Schwermetallen aufgebaut sind, z.B. Cadmium-Tellurid-Zellen, und weil die Solarzellen zumeist wertvolle Materialien enthalten. Andererseits sind bei organischen Solarzellen ungiftige, teils z.B. als „Papier-PV“ sogar kompostierbare Typen in Entwicklung (zum schon erfolgtem vollständigen Solarmodul-Recycling einer 300-kW-Anlage siehe Abschnitt „Beispiele“).

Eine noch unbeantwortete Frage stellt sich in Bezug auf Brandgefahren: Noch ist unklar, welche Stoffe bei den einzelnen Solarzellentypen bei Bränden freigesetzt werden; etwa auf landwirtschaftlichen Anwesen mit großen PV-Anlagen und bei Bränden, die durch elektrische Fehlinstallation bei sehr großen Solaranlagen infolge von Lichtbögen entstehen können.

Welche Solarzellentypen sich in welchen Anwendungsfeldern in den nächsten Jahrzehnten durchsetzen, kann aufgrund der Vielfalt der in Entwicklung befindlichen Typen nicht sicher vorausgesagt werden.¹³

PV-Freiflächenanlagen – Solarparks?

Ende 2009 ging in Strasskirchen/Bayern eine 54-MW-Anlage auf 113 ha Ackerland in Betrieb. Sie löste damit die bisher größte PV-Anlage mit 53 MW der JUWI-Gruppe im „Solarpark Lieberose“ (Mitte 2009) ab, die auf einer sanierten Militär-Konversionsfläche installiert ist. Seitdem stellt sich verstärkt die Frage nach

10 vgl. Solarworld AG 3. Quartalsbericht 2006, S. 6

11 zur Kombinationen mit anderen erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung und zur eventuellen Überschuss speicherung: siehe Beispiel Kombikraftwerk im Fact sheet 12: Kleinwasserkraftanlagen / Windkraft.

12 vgl. BMU-Broschüre Erneuerbare Energien, 2008

13 Quellen zu technischen Details dieses Unterabschnitts: Sonne Wind & Wärme, Heft 1/2010, S 108ff, S. 116 ff, Heft 17/2009, S. 132 ff, sowie weitere Ausgaben

PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Flächen. Aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes und auch schon in der Regionalplanung (Regionalverband südlicher Oberrhein) werden Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen teilweise negativ bewertet. Es gibt jedoch auch viele positive Beispiele, wie Naturschutz und Freiflächenanlagen in Einklang gebracht werden können (siehe die Abschnitte „Beispiele“ und „Instrumente“)

Solaranlagen und Architektur:

Viele Solarwärme- und Solarstromanlagen sind durch gekonnte Architektur gut oder sogar schön in Bauten integriert worden: Auf Flachdächern sind sie vom Boden aus sogar i.a. nicht zu sehen. Aber insbesondere nachgerüstete Anlagen auf Ein- bis Zweifamilienhäusern einschließlich Reihenhäusern zeugen von bescheidenem Einsatz für Ästhetik und mangelhafter Dachintegration. Architekten wurden nicht eingebunden. Hier besteht noch viel Nachholbedarf (siehe Abschnitt „Beispiele“).

zu 4.1. Solarthermische Kraftwerke

Solarstrom aus Hochtemperaturwärme mittels Parabolrinnenkollektoren ist eine bewährte Technologie, die seit Jahrzehnten in der Mojave-Wüste in Südkalifornien im Einsatz ist, seit 2008 mit der Anlage Andasol 1 und seit Anfang 2010 mit Andasol 2 auch in Spanien, mit deutschen Firmen als Produzenten und Hauptakteure. Weitere großtechnische Anlagen sind in Spanien, in den USA und Ägypten im Bau¹⁴ und im Rahmen des Desertec-Projektes deutscher Firmen für Nordafrika in der Diskussion und Planung. Die Technologie ist deswegen von besonderem Interesse, weil sie mit Speicherung von Wärmeenergie auch nächtliche Stromerzeugung erlaubt. Die Andasol-Anlagen werden schon bald 500.000 Menschen mit Strom versorgen können. Auch wird in den Leitstudien des DLR e.V. für das Bundesumweltministerium für künftige Jahrzehnte ein begrenzter Anteil an Solarstromimporten nach Deutschland aus solchen Anlagen angenommen. Interessant ist, dass sich auch große Firmen und deutsche Stadtwerke an den Vorhaben in Spanien beteiligen.

In Deutschland selber ist diese Technologie kaum sinnvoll einsetzbar. Der direkte konzentrierbare Anteil der Solarstrahlung mit 50% im Jahresdurchschnitt ist hier zu klein. Zudem gibt es zu oft Bewölkung, bei der Spiegelsysteme schlecht oder gar nicht „arbeiten“.

Die nächtliche Stromerzeugung (also teilweise Grundlaststromerzeugung) und die Möglichkeit, die Abwärme der Stromerzeugung z.B. für Meerwasserentsalzung zu nutzen (und so den Ruf nach Atomkraft hierfür zu vermeiden) sind besonders wichtig und werden zu wenig ins Feld geführt. Zentral wird auch die faire Beteiligung der Standortstaaten und deren Bevölkerung an Planung, Betrieb und Ertrag sein. Ökologisch gilt es, die benutzten großen Flächen nicht zu „verwüsten“, sondern wo klimatisch möglich zu begrünen/ naturnah zu gestalten bzw. mehrfach zu nutzen, so wie es im Grundsatz bei anderen Verhältnissen bei Freiland-Photovoltaik-Anlagen in Deutschland teils gelungen ist.

Politische Instrumente und Ziele

Ziele:

Solarwärme und Solarstrom: Erneuerbare Energien mit hohem Ausbaupotenzial

„Das natürliche Angebot an Wind- und Sonnenenergie, Wasserkraft, Bioenergie und Erdwärme übertrifft den derzeitigen Energieverbrauch um ein Vielfaches. Von diesem natürlichen Potenzial unterscheidet man das technisch mögliche und das wirtschaftliche Potenzial der Erneuerbaren Energien. Laut Leitstudie des Bundesumweltministeriums (2008) können die Erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2020 einen Anteil von 30 Prozent an der Stromversorgung erreichen¹⁵ Damit kann der bis dahin geplante Wegfall an Kernenergiekapazitäten vollständig ersetzt werden. Die Branche der Erneuerbaren Energien hält in ihrer Ausbauprognose knapp 30 Prozent regenerative Energien am Energieverbrauch machbar.“¹⁶

„Der (...) kontinuierlich gestiegene Anteil der erneuerbaren Energien soll weiter deutlich erhöht werden:

¹⁴ vgl. www.solar-millennium.de

¹⁵ www.bmu.de www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/20095.php?

¹⁶ in: www.unendlich-viel-energie.de/de/wirtschaft/potenziale.html 15.1.2010, Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Berlin

* am Bruttostromverbrauch von derzeit rund 15 Prozent zunächst bis 2020 auf mindestens 30 Prozent¹⁷, danach ist ein weiterer kontinuierlicher Ausbau vorgesehen;

* am Wärmeenergiebedarf von heute knapp 8 Prozent auf 14 Prozent bis 2020 (...)

Langfristig soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2050 auf etwa 50 Prozent ansteigen.“, so die Bundesregierung im Juni 2009.¹⁸

Deutlich weitergehende Willensbekundungen und Aussagen kommen vom Bundesverband Erneuerbare Energien e.V.¹⁹ und von Vereinen der BürgerInnen: etwa von Eurosolar e.V.²⁰, vom Solarenergieförderverein Aachen²¹ oder von vielen Umweltschutzverbänden. Diese fordern eine zu 100 Prozent auf erneuerbaren Energien beruhende Energie-Versorgung Deutschlands spätestens bis 2050 und halten diese auch für machbar – natürlich durch das Zusammenspiel aller für Deutschland in Frage kommenden erneuerbaren Energien, nicht allein durch Solarwärme und Solarstrom.

Instrumente:

Am wichtigsten ist, dass die AkteurInnen wie Kommunen, UnternehmerInnen und HausbesitzerInnen genügend Anreize erhalten, bei ihren Gebäuden nicht nur Einsparungen und Effizienzmaßnahmen vorzunehmen, sondern auch erneuerbare Energien zügig und weitreichend zu nutzen.

1. Ordnungsrecht für Solarwärme

In erster Linie sollten die Energie(spar)gesetzgebung und weitere ordnungsrechtliche Maßnahmen den Energiebedarf von Gebäuden senken (siehe Fact Sheets 3 und 4: Klimagerechtes Wohnen und Neubau/Altbau). Daneben stehen die Instrumente zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung. Meinung des Autors ist, dass der Einsatz erneuerbarer Energien die Energiesparmaßnahmen nicht verringern sollte (keine Anrechnung), sondern dass er den Verbrauch konventioneller Energien und deren Umweltbelastungen weitergehend verringern und möglichst auf Null bringen soll. Auf spezielle baurechtliche Fragen und Denkmalschutz wird hier nicht eingegangen.

1.2. Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG) und das EWärmeG (B-W)

Das bundesweite **EE-WärmeG** gilt für Neubauten (Gewerbe und Wohnungsbau) mit über 50 m² Fläche (Näheres siehe Fact Sheet 3: Klimagerechtes Wohnen und Neubau). Die für Solarwärmeeinrichtungen relevanten Punkte sind folgende:

Das EE-WärmeG, in Kraft seit 1.1.2009, hat drei Säulen:

1. die Nutzungspflicht: Alle EigentümerInnen von Gebäuden, die neu gebaut werden, müssen erneuerbare Energien für ihre Wärmeversorgung nutzen. Genutzt werden können alle Formen von erneuerbaren Energien, auch in Kombination. Wer keine erneuerbaren Energien einsetzen will, kann andere klimaschonende Ersatz-Maßnahmen ergreifen: das Gebäude stärker dämmen, Wärme aus Fernwärmenetzen (mit Wärme aus Abwärme, Kraftwärmekopplung oder erneuerbaren Energien) beziehen oder Wärme aus Abwärme oder Kraft-Wärme-Kopplung nutzen.

2. die finanzielle Förderung: Das bestehende Marktanzreizprogramm, ein Förderinstrument der Bundesregierung, wird auf bis zu 500 Mio. Euro pro Jahr aufgestockt.

3. Wärmenetze: Kommunen dürfen im Interesse des Klimaschutzes den Anschluss und die Nutzung von Wärmenetzen vorschreiben.²²

Das Gesetz lässt für den Einsatz von solarer Strahlungsenergie alle technischen Möglichkeiten offen. Als am weitesten entwickelte Technologie gilt die Solarthermie mittels Sonnenkollektoren. Hier gilt für Wohngebäude die vereinfachte Pflicht:

17 Hinweis: Erneuerbare Energien erbrachten 2009 insgesamt 16 Prozent vom Bruttostromverbrauch 2009 (582 Mrd. kWh). Zutreffender wäre der Vergleich mit dem Nettostromverbrauch aller Endkunden, dann lägen die prozentualen Anteile höher, weil den erneuerbaren Energien i.a. prozentual sehr wenig Strom-Eigenverbrauch und bisher wenig Transformations- und Leitungsverluste anzulasten sind.

18 in: BMU (Hg.): „Erneuerbare Energien in Zahlen“, 2009

19 vgl. www.bee-ev.de/3:329/Meldungen/2009/BEE-legt-energiepolitisches-Gesamtkonzept-vor.html

20 vgl. www.eurosolar.org

21 vgl. www.sfv.de

22 vgl. www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_waermegesetz_fragen.pdf

- max. 2 Wohnungen: 0,04 Kollektorfläche pro m² Nutzfläche, d.h. 6 Kollektorfläche bei 150 m²
- mehr als 2 Wohnungen: 0,03 Kollektorfläche pro m² Nutzfläche
- zusätzlich die Zertifizierung der Kollektoren mit dem europäischen Siegel „Solar Keymark“.²³

Dagegen gilt das **Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) in Baden-Württemberg**, das seit 1.1.2008 in Kraft ist, sowohl für Wohngebäude-**Neubauten** (> 50 qm, mind. 20% des jährlichen Wärmebedarfs müssen durch erneuerbare Energien gedeckt werden) und für **Altbauten** (Bauantrag vor 1.4.2008), die ab 1.1. 2010 mind.10% des jährlichen Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien decken müssen, wenn ein Austausch der Heizungsanlage erfolgt.

Beim EWärmeG reichen, falls eine Solarwärmanlage gewählt wird, 0,04 qm Kollektorfläche pro Quadratmeter Wohnfläche. Andere statt dessen erlaubte erneuerbare Energien sind Pellet/Holzheizung, Bioöl/ Biogas und Wärmepumpen, zu letzteren siehe die Kritik im Faktenblatt Neubauten. Ersatzmaßnahmen sind u.a. Heizen mit Abwärme oder Wärme **aus Kraftwärmekopplung**.²⁴

1.3. Solarwärmanlagen und das Vermieter-Mieter-Verhältnis

MieterInnen haben energetische Modernisierungen zu dulden, die keine unzumutbare Härte darstellen (§ 554 BGB). Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten sind keine Modernisierungskosten. Die Rechtsprechung hat dieses Sachgebiet geprägt und stellt hohe Anforderungen an VermieterInnen.

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG) und Erneuerbare-Wärme-Gesetz des Landes Baden-Württemberg enthalten keine Regelungen zu Kosten und Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen oder zur Lastenverteilung zwischen VermieterIn und MieterIn. Zu diesem recht verdrießlichen Sachverhalt schreibt die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie DGS e.V. prägnant: „Soll der Hausbesitzer dann überhaupt noch in Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Umweltschutz investieren? Die DGS sagt ja! Vorausgesetzt, es wird selbst genutzt. Denn noch nie war die energetische Sanierung günstiger als in den letzten Jahren der Niedrigzinsphase.“²⁵

Den MieterInnen bleibt oft nur die Möglichkeit, bei ihren VermieterInnen eine Solaranlage anzuregen, wenn eine Gebäude-(Teil-)sanierung ansteht. Der/die VermieterIn kann aber bei günstigen baulichen Verhältnissen per freiwilligem Vertrag damit einverstanden sein, dass MieterInnen oder Dritte (Contractor) Solarwärmanlagen auf dem Gebäude installieren lassen und für sich oder die Hausgemeinschaft betreiben.

2. Ordnungsrecht für PV-Freiflächen-Anlagen:

Einerseits dienen PV-Anlagen dem Umwelt- und Klimaschutz und damit indirekt dem Naturschutz. Andererseits will das Bundesnaturschutzgesetz u.a. die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft schützen. In diesem Rahmen ist es sicherlich sinnvoll, wie auch im EEG-2009 dargestellt, Konversionsflächen (z.B. militärische, bergbauliche) und andere Flächen mit hoher Vorbelastung mit PV-Anlagen bestückt zu renaturieren. Nicht jede Kulturlandschaft ist dafür geeignet. Hingegen wurde aber z.B. für den Solarpark Straßkirchen ein umfangreiches landschaftliches Begrünungskonzept durchgeführt, das dem Eingriff ins Landschaftsbild umfangreiche ökologische Vorteile wie Boden-, Trinkwasser- und Biotopschutzvorteile gegenüberstellt: Letzteres ist möglich, indem eine Freiflächenanlage fast vollflächig, auch unter den aufgeständerten Modulen, eine große Regenerationsfläche für wildelebende Pflanzen und Tiere bietet. Eine Anlage kann aber auch zu z.B. 60% für landwirtschaftliche Produktion (ohne Schattenwurf) zur Verfügung stehen. Zudem müssen für Freiflächenanlagen naturschutzrechtliche Ausgleichmaßnahmen getätigt werden. Anlagen ab 20 ha benötigen eine Umweltverträglichkeitsprüfung.²⁶

Voraussetzung für den Anspruch auf EEG-Vergütung bei Freiflächenanlagen ist die Einhaltung der Flächenkategorien, die im EEG § 32 (3) festgelegt sind und in der Regel ein Bebauungsplan. Unter bestimmten Bedingungen besteht der Vergütungsanspruch nur für solche Anlagen, die bis Ende 2014 in Betrieb gehen. Anlagen an Lärmschutzwänden gelten wie Anlagen an/auf Gebäuden.

23 vgl. www.erneuerbare-energien.de, BMU (Hg.): „Wärme aus erneuerbaren Energien. Was bringt das neue Wärmegesetz?“, Berlin 2008

24 Gesetzestext siehe www.landesrecht-bw.de

25 mehr siehe unter Förderprogramme und www.dgs.de/altbausanierung.html

26 mehr siehe im informativen Beitrag von Ch. Dany in Sonne Wind & Wärme 1/2010: „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen“, S. 112-114; www.erneuerbare-energien.de/inhalt/35964/4613/
www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/pv_leitfaden.pdf
www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/kriterien_solarparks_nabu_uvs.pdf

3. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien-Gesetz (EEG)

Dieses Gesetz zählt sowohl zum Ordnungsrecht als auch zu den Förderinstrumenten, stellt aber keine Subventionen (kein Geld aus dem Staatshaushalt), sondern eine elegante Markpreisregelung dar, die externe Kosten konventioneller Energien berücksichtigen will. Das EEG, das auch die stromwirtschaftliche Seite für PV-Anlagen regelt, ist das bisher erfolgreichste Klimaschutzgesetz weltweit.

In der aktuellen Situation möglicher Überförderung vor allem künftiger Neuanlagen und damit der PV-Anlagen-AnbieterInnen, -HerstellerInnen oder AnlagenbetreiberInnen ballen sich Interessengruppen (die Lobby der Stromkonzerne samt Verbündeten in der Politik und Presse sowie manche Stadtwerke, die Strompreiserhöhungen mit dem EEG begründen, obwohl dieses einen nur kleinen Anteil daran hat) zusammen, die eine starke Absenkung der Vergütungen im Verlaufe von 2010 fordern.

Das EEG-2009 besagt: Für 2010 liegt die Vergütung für Neuanlagen je nach Größe zwischen 30 und 40 C/kWh, für Neuanlagen in 2014 erreicht sie mit 20 bis 27 C/kWh bereits das Niveau der derzeitigen Haushaltsstrompreise. Das wird grid parity genannt, d.h. es liegt Kostengleichheit vor auf der Ebene Niederspannungsnetz. Einspeisung oder Eigenverbrauch des PV-Stroms sind dann für die PV-BetreiberInnen kostenseitig egal. Real bietet das EEG-2009 aber bei Eigenverbrauch von PV-Strom kleinere Vergütungen als den Einspeisung.²⁷

Marktwirtschaftliche Instrumente

1. Ökosteuer auf Energie:

Am 1. April 1999 wurde die Ökologische Steuerreform als ökonomisches Instrument in der Umweltpolitik eingeführt. Ziel ist, die Nutzung der Umwelt, u.a. Energie zu verteuern, um Arbeit durch die Begrenzung der Rentenversicherungsbeiträge verbilligen zu können und so einen weiteren Anstieg der Lohnnebenkosten zu verhindern. Nach Berechnungen wurden so bislang 250.000 Arbeitsplätze gesichert. Außerdem führte die Ökosteuer z.B. in 2003 vor allem über vermehrte Energieeinsparung zu einer Einsparung von 20 Mio. t Treibhausgasen.²⁸

2. Der problematische **Emissionshandel**, ein Instrument des Kyoto-Klimaschutzprotokolls von 1995, erfasst Solarwärme und Solarstrom derzeit i.a. nicht. Er wird von interessierten Kreisen mit der Forderung nach Abschaffung des EEG verbunden. Scharfe Kritik am Emissionshandel kommt u.a. von Eurosolar e.V.²⁹ und vom Solarenergieförderverein³⁰.

Andere Instrumente

1. Förderprogramme:

Förderprogramme mit Zuschüssen, zinsverbilligten Krediten und andere Förderungen für Energiesparmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien bei Altbauten gibt es auf verschiedenen Ebenen: Bund, Länder, Kommunen, EnergieversorgerInnen und andere, insbesondere bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW und beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA. Die Einzelheiten ändern sich teils häufig. Einen Gesamtüberblick über Förderung aus öffentlicher Hand auf Bundes- und Landesebene gibt die jeweils aktuelle Broschüre „Förderung“ des BMU.³¹

Das wichtigste Instrument zur Förderung von **Solarwärmanlagen** von Gebäudeeigentümern ist das seit 2000 bestehende Marktanreizprogramm (MAP) für erneuerbare Energien (BAFA)³². Neben der Basisförderung kann es auch Boni für Kombinationen unterschiedlicher erneuerbarer Energien und für innovative Lösungen geben. Allerdings gibt es die Förderung nur für den Teil der Anlage, der über die Pflicht nach **EE-WärmeG** hinausgeht.³³

27 vgl. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_verguetungsdegression_bf.pdf

28 vgl. www.uba.de/uba-info-presse/2004/pd04-109.htm,

www.bmu.de/dossier_bmu/doc/44769.php

29 www.eurosolar.org

30 www.sfv.de/lokal/emails/wvf/frageneh.htm

31 www.erneuerbare-energien.de

www.bmu.de/energieeffizienz

www.bmu.de/energieeffizienz/downloads/doc/36207.php

32 www.bafa.de

33 Einzelheiten: Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien

2. Beratung, Kompetenzentwicklung, Bewusstseinsbildung, Bildung, Fort-/Ausbildung

Wichtig und attraktiv für Altbaubesitzer und Wohnungseigentümer sind die Förderungen des Bundes für die **Vor-Ort-Energieberatung** bei Wohngebäuden, für die Bauanträge vor Ende 1994 gestellt wurden³⁴ sowie in Heften der Stiftung Warentest und von Ökotest erhältlich, auch bei Umwelt- und Solarvereinen.

Regionale und lokale Beispiele für die Verbreitung von **Energie-Wissen und -Bildung** sind z.B. das Samstags-Forum Regio Freiburg von ECOtrnova e.V. (www.ecotrinova.de) und Partnern, die 50-50-Energiespar- und Solar-und-Spar-Schulen, Energie-, Solar- und Klimaschutz-AGs an Schulen, die Ökostation Freiburg, die Solarschulen der DGS e.V. (www.dgs.de), die in vielen Teilen Deutschlands fast flächendeckend aktiven Solarvereine und deren Netzwerke, u.a. dem Netzwerk für 100-Prozent-Solar-Regionen (www.regiosolar.de), die bundesweite Analyse und Kommunikation Erfolg bestimmender Faktoren einer vollständig auf Erneuerbaren Energien beruhenden regionalen Energieversorgung (siehe www.deenet.org) bis hin zur Technikerschule in Butzbach/Hessen oder zu Artefact in Glücksburg und zur regionalen Initiative für Nordhessen (www.deenet.org)

3. 100-Prozent-Erneuerbare Energien-Beschlüsse:

Ein wichtiger Rahmen bzw. eine gute Rückendeckung für die „solare Entwicklung“ von Ortsteilen, Kommunen, Kreisen und Regionen, ja selbst Bundesländern und Staaten sind/wären politische Beschlüsse, die darauf abzielen, die Energieversorgung bis zum Jahr xy zu 100 Prozent auf erneuerbare Energien umzustellen. In Deutschland sind in vielen Landkreisen und Kommunen solche Beschlüsse bereits getätigt.³⁵

Gute Beispiele

Gute Beispiele gibt es sehr viele, hier einige zu bestimmten Passagen dieses Faktenblatts:

Bundespresseamt, Berlin: Heizen und Kühlen mit Solarwärme

Die Solarwärmanlage besitzt eine Fläche von 348 m² und ist mit Vakuumröhren bestückt. Die Solarwärme wird im Sommer für zwei Absorptionskältemaschinen genutzt, die das Gebäude teilweise kühlen. In der Raumheizperiode wird die gewonnene Wärme zur Heizungsunterstützung eingesetzt.³⁶

Freiflächen-PV-Anlagen und Recycling der Solarstrom-Freiflächenanlage Pellworm

Die älteste deutsche Freiflächenanlage auf der Insel Pellworm (1983, renoviert 2006, s.u. zu Recycling) bietet ein Nebeneinander von PV und Schafweide.³⁷ Und: „Der Solarpark Lieberose (...) ist (...) ein Modellprojekt zur Renaturierung ehemaliger militärischer Liegenschaften, die mit Kampfmitteln belastet sind. Nach dem Ende der solaren Nutzung können die Anlage und ihre Bestandteile zurückgebaut und die Solarmodule im nahegelegenen Werk von First Solar recycelt werden. Zurück bleibt eine Heidefläche, die für den Naturschutz genutzt werden kann.“³⁸

Die 1983 in Betrieb gegangene 300-kW-Anlage auf Pellworm wurde vollständig renoviert. Die alte Anlage wurde vollständig recycelt. Aus den Solarzellen wurden bei der Deutsche Solar AG in Freiberg/Sachsen neue Silizium-Wafer (Grundmaterialien) und in Zusammenarbeit mit Partnerfirmen neuen Solarzellen mit höherem Wirkungsgrad und energieärmerem Herstellungsaufwand hergestellt und wiedereingesetzt. Die verbesserte PV-Anlage wurde 2006 in Betrieb genommen.³⁹

www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme/detailansicht/article/121/foerderung-von-waerme-aus-erneuerbaren-energien.html, www.energiefoerderung.de, www.foerderdata.de, www.bine.info

³⁴ www.bafa.de, dort sind die zugelassenen antragsberechtigten Energieberater zu sehen. Weitere unabhängige Beratung ist bei den Verbraucherzentralen und anderen Verbraucherschutzorganisationen (Bund der Energieverbraucher .V., Verbraucherinitiative e.V.)

³⁵ Übersichten und Analysen von Erfolgsfaktoren sind beim von der Bundesregierung geförderten Projekt „100%-Erneuerbare-Energie-Regionen“ zu sehen: www.deenet.org/100-EE-Regionen.1023.0.html

³⁶ vgl. Potenzialatlas in www.unendlich-viel-energie.de, 2009

³⁷ vgl. www.solarserver.de/news/news-5720.html

³⁸ in: www.solarpark-lieberose.de

³⁹ vgl. Solarworld Geschäftsbericht 3. Q. 2006, S. 11, mit Überlegungen für ein PV-Rücknahme-System

Sehr gute Dachintegration von Solarwärme- und Solarstromanlagen:



Auffällig bei beiden Fotos ist, dass sich hierbei optisch gefällig die Solarwärme- und Solarstromanlagen auf ein und demselben Dach kaum unterscheiden, was zur gelungenen Integration beiträgt (Baujahre 2007 bzw. 2008, Fotos: Georg Löser, 2009). Beide Gebäude stehen im Elsass!

Neubau und Altbau als Plusenergie bzw. solares Nullenergiehaus



Zwei Wohngebäude in Breisach erreichen Energieüberschuß- bzw. Nullenergiestatus bei Einbezug der Primärenergieeinsparung in fossilen Kraftwerken durch die Photovoltaikanlagen. In der Mitte unten das wärmedämmte Thermostatventil für die solare Warmwasserversorgung der Waschmaschine. Fotos: Georg Löser, 2009

Solarsiedlung Freiburg: das Paradebeispiel für solare Plusenergie®-Bauweise:



Die Solarsiedlung Freiburg weist infolge des Primärenergiebeitrags der PV-Anlagen, aufgrund der passivhausähnlichen sehr stark energiesparenden Bauweise und der konsequenten solar-passiven Wärmegevinne in der Heizperiode, auch messtechnisch wissenschaftlich nachgewiesen in der Jahresbilanz einen Primärenergie-Überschuß auf.⁴⁰ Photos (z.T. von Poster der Solarsiedlung GmbH): Georg Löser.

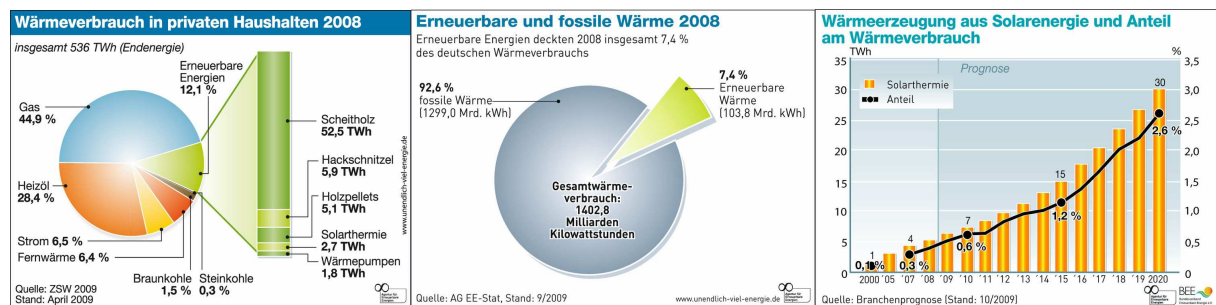
Energiebilanzen (Daten und Graphiken)

Dossier: Wärmeverbrauch und -entwicklung bis 2020

„(...) Die Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien hat sich zwischen 2000 und 2008 von einem niedrigen Niveau ausgehend von etwa 70 auf fast 140 TWh verdoppelt. Der Anteil Erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch ist damit von 4,7 auf 9,6 Prozent gestiegen, wenn der Anteil Erneuerbarer

40 www.solarsiedlung.de. Allgemeiner Bericht: www.ecotrinova.de/downloads/econr083081229asamforne7.pdf. Forschung: Prof. Karsten Voss, Univ. Wuppertal.

Energien an dem im Wärmesektor verwendeten (Strom; Anm. des Autors) mitgerechnet wird. (...) Bislang werden Erneuerbare Energien vor allem zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser genutzt. In diesem Segment liegt der relative Anteil der Erneuerbaren Energien daher bereits bei mehr als 11 Prozent und damit etwas höher als ihr Anteil am Gesamtverbrauch.(...).“



www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme/detailansicht/article/174/dossier-waermeverbrauch-und-entwicklung-bis-2020.html

Photovoltaik:

Der starke Anstieg der Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen setzte sich 2008 und 2009 fort. Mit rund 4,0 TWh⁴¹ wurden 2008 29% mehr Strom produziert als im Vorjahr. Damit deckte die Photovoltaik 2008 bereits 0,7% des Bruttostromverbrauchs ab. 2009 gab es einen noch stärkeren Zuwachs bei PV: um 3000 MW auf 8900 MW und eine Produktion von über 6 TWh entsprechend 1 % des Bruttostromverbrauchs.⁴²

Literatur, Informationsmöglichkeiten (Auswahl)

- ✓ www.bmu.de/erneuerbare/energien/doc/1235.php, Bundesministerium für Umwelt (BMU), auch: Leitstudie
- ✓ <http://www.bmu.de/bestellformular/content/4159.php>: Broschüren des BMU
- ✓ www.BINE.info
- ✓ www.erneuerbare-energien.de www.dgs.de: Broschüren und Zeitschrift der DGS e.V., unabhängiger Fachverein
- ✓ www.ises.org: International Solar Energy Society e.V., Weltgeschäftsstelle in Freiburg i.Br.
- ✓ www.eurosolar.org, www.bund.net und andere Umweltverbände
- ✓ www.bee-ev.de Bundesverband Erneuerbare Energien
- ✓ www.dlr.de und www.zsw-bw.de

Autor

Dr. Georg Löser, D-79194 Gundelfingen. Energie- und Umweltbüro Dr. Löser. georg.loeser@gmx.de
(Vorsitzender von ECOTrinova e.V., www.ecotrinova.de, ecotrinova@web.de)

* Herausgeber dieser Version des Faktenblattes: ECOTrinova e.V., Weiherweg 4 B, D-79194 Gundelfingen ecotrinova@web.de, www.ecotrinova.de, dies als geringfügig überarbeiteter Nachdruck des Originaltextes **Fact Sheet 11** für die **European Energy Radio Campaign - EER Campaign**, siehe unten.

* Hinweis:

Dieses Faktenblatt wurde vom Autor erstellt für die Radio-Kampagne <Dynamo-Effekt> von 30 Radiosendern in der Europäischen Union für eine klimagerechte Energievorsorge, die **European Energy Radio Campaign – EER Campaign**. Kontakt-Radio in Deutschland: Radio Dreyeckland, Adlerstr. 12, D-79098 Freiburg i.Br. eercampaign@rdl.de, www.rdl.de (Dynamo); <http://dynamoeffekt.org/DE/>, www.eercampaign.org/DE/project/



unterstützt von der Europäischen Union <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/> im Rahmen von



41 1 TWh = 1 Terawattstunde = 1 Mrd. kWh.

42 Vgl. Sonne Wind & Wärme 1/2010, S. 22., www.erneuerbare-energien.de,

www.unendlich-viel-energie.de