

Sechs Jahre Solarstrom in Wettingen

Stephan Kämpfen | Fachstelle Energie | 062 835 28 85

Seit über sechs Jahren liefert die Fotovoltaikanlage auf dem Dach der Büroliegenschaft von SKK Landschaftsarchitekten in Wettingen Strom ins Netz. Die beim Bau und dem bisherigen Betrieb gemachten Erfahrungen sind sehr ermutigend.

Die vielen Rebberge zeigen, dass die Lägern-Südhänge von Wettingen sonnenverwöhnt sind. Der Bau eines Solardaches auf der Büroliegenschaft von SKK Landschaftsarchitekten lag folglich nahe und sollte Vorbild sein und private wie öffentliche Bauherrschaften anregen, Gleiches zu tun. Eine ansprechende Gestaltung sowie eine gute Einbettung in die Dachlandschaft der Umgebung waren Voraussetzung. Zudem wollten die Bürohhaber den ständig gestiegenen Strombedarf wenigstens zum Teil mit erneuerbarer Energie abdecken. Nach einer kurzen Planungszeit und einer rasch erteilten Baubewilligung – dank früher Zusammenarbeit mit der Behörde – lieferte die Solaranlage nach einer dreiwöchigen Bauzeit am 31. Oktober 2001 den ersten Strom ans Netz.

Überdurchschnittlich hohe Leistung

Seit der Betriebsaufnahme wird eine Messkampagne geführt. Die Messreihen unterscheiden die produzierte Strommenge, den direkt im Bürohaus verbrauchten und den ins externe Netz eingespeisten Anteil. Nur in den Anfangsmonaten wurden die Tageserträge für die fünf Wechselrichter getrennt notiert, um das einwandfreie Arbeiten der Anlagenteile zu überprüfen. Eine später installierte Überwachungsanlage registriert heute die

Tageswerte je Wechselrichter und liefert Ende Monat den Gesamtertrag. Die Werte dienen der Abrechnung, für Jahresbilanzen, Grafiken und wei-

tere Auswertungen. Wechselrichter sind elektronische Geräte, die Gleichspannung in Wechselstrom umwandeln.

Technische Daten

Typ	vollintegrierte Anlage (ersetzt Dachhaut)
Standort	Wettingen (Aargau), 400 Meter über Meer
Dachbreite	5,3 Meter
Dachlänge	18,2 Meter
Dachneigung	25 Grad
Azimit	+10 Grad (Süden)
Horizont	vernachlässigbar
Module	150 BP585 (Laminat, 85 Wp)
Wechselrichter	5 SMA Sunny Boy 2000
Dachintegrationssystem	SOLRIF (Ernst Schweizer AG)
Leistung	12,75 Kilowatt Peak
Erwarteter Jahresertrag	10'500 Kilowattstunden
Durchschnittlicher Ertrag 2002–2007	12'325 Kilowattstunden pro Jahr
Eigentümer	P.P. Stöckli und H.-D. Koeppel



Foto: SKK Landschaftsarchitekten AG, Wettingen

Die Rebberge unterhalb der Lägern verdeutlichen die besondere Gunst des Standortes für ein Solardach. Die neue Dachhaut ist auf die bestehende Fassade gut abgestimmt.

Gemessene Energieerträge 2002 bis 2007, Prognose gemäss Meteonorm 95, Effizienzwerte für Kalenderjahre

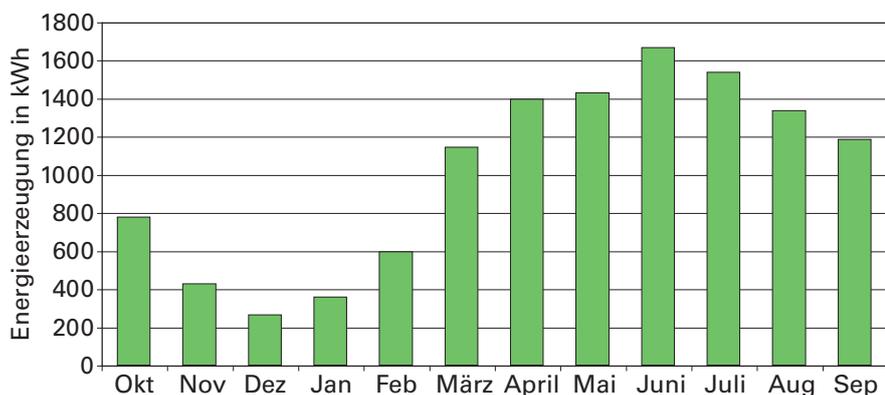
Jahr	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Total	kWh/kWp*
2002	386	587	1251	1423	1342	1691	1499	1382	1039	780	261	147	11788	925
2003	289	604	1340	1411	1436	1858	1622	1678	1429	736	459	385	13247	1039
2004	239	812	1070	1351	1525	1530	1590	1370	1186	654	360	243	11930	936
2005	454	496	1173	1193	1453	1726	1214 ¹	1143 ¹	976 ¹	762	457	187	11234 ²	881 ²
2006	416	414	893	1193	1322	1703	1818	1123	1193	869	531	369	11844	930
2007	352	655	1130	1791	1487	1488	1479	1317	1282	853	489	254	12577	987
Durchschnitt	356	595	1143	1394	1428	1666	1537	1336	1184	776	426	264	12103	950
Prognose nach Meteonorm 95	390	604	870	1073	1308	1267	1434	1321	1026	676	349	325	10642	835

* kWh/kWp: Kilowattstunden pro Kilowatt Peak (Kilowatt Peak = maximale Leistung der Solaranlage)

¹ Ausfall Wechselrichter 4 entspricht 20 Prozent der jeweiligen Tagesproduktion

² effektiver Ertrag, nicht bzgl. Ausfall korrigiert

Durchschnittliche Energieerzeugung pro Monat



Für das meteorologische Jahr dargestellte Ertragswerte: Der Zusammenhang Einstrahlungsdauer und Tageslänge wird deutlich, der Dezember mit den kürzesten Tagen als Tal, der Juni mit den längsten Tagen als Gipfel.

Der Effizienzwert einer Fotovoltaikanlage errechnet sich aus dem Jahresertrag geteilt durch ihren Nennwert (maximal mögliche Leistung der Anlage), in diesem Fall 12,75 Kilowatt Peak (kWp). Nachdem 2002 der Effizienzwert mit 925 kWh/kWp über den üblichen Werten im Bereich von 850 kWh/kWp gelegen hatte, überraschte der mit über 1039 kWh/kWp ausserordentlich hohe Effizienzwert für 2003. Für eine Fotovoltaikanlage im Mittelland erschienen beide Werte erstaunlich hoch. Die weiteren vier Jahre haben nun die überraschend guten Effizienzwerte bestätigt.

Bezogen auf die sechs Produktionsjahre ergibt sich eine durchschnittliche Energieerzeugung von über 950 kWh/kWp. Diese ausgezeichnete Performance lässt auch Fachkreise staunen. Bemerkenswert ist der Jahresverlauf der durchschnittlichen Ertragswerte im Vergleich zur Meteonorm 95. Die Wintermonate Dezember bis Februar erbringen geringere Erträge, die übrigen Monate deutlich höhere, als diese gemäss Meteonorm erwartet werden könnten. März, April und Juni übersteigen die Ertragswerte der Me-

teonorm sogar um jeweils über 30 Prozent. Die Meteonorm ist eine in der Branche anerkannte globale Klimadatenbank der Firma Meteotest, mit deren Hilfe sich eine durchschnittliche Sonnenscheindauer für einen beliebigen Ort berechnen und prognostizieren lässt.

Betrieb und Produktionskontrolle

Für die Bauteile der Fotovoltaikanlage ist eine Lebensdauer von über 20 Jahren garantiert und es besteht nach nunmehr über sechs Jahren Betrieb kein Anlass, dies zu bezweifeln: Bisher kam es nur zu zwei Reparaturen. Kurz nach Betriebsaufnahme musste ein fehlerhafter Leitungsschutzschalter/Energiezähler ersetzt werden. Die erste wirkliche Störung war der Ausfall eines Wechselrichters im Sommer 2005. Dadurch konnte die Stromproduktion von zwei Strängen mit je 15 Modulen nicht ans Netz geliefert werden. Es dauerte jedoch nur wenige Tage, bis der Wechselrichter ersetzt wurde.

Zu Schäden am Dach oder an einzelnen Modulen ist es bisher nicht gekommen. Bis auf den erwähnten Ausfall eines Wechselrichters war die Anlage immer voll im Einsatz. An Aufwand für Betrieb und Unterhalt sind bisher nur die Kosten für den Ersatz des Wechselrichters in Höhe von 850 Franken angefallen.



Foto: SKK

Die voll integrierte Fotovoltaikanlage ist auffällig, aber nicht störend in der allgemeinen Dachlandschaft von Wettingen.

Die Solarmodule sind noch nie gereinigt worden. Es lässt sich bisher auch kein Leistungsabfall feststellen, der eine Reinigung notwendig machen würde. Vermutlich findet durch Schnee eine Art Selbstreinigung statt. Denn im Falle einer Schneeeauflage gleitet der Schnee in der Regel als Dachlawine von den übereinander liegenden Solarpanels in einem Schub ab. Das rasche Abrutschen des Schnees dürfte die Wirkung eines Scheibenwischers haben. Solche Dachlawinen sind allerdings eine Gefahr für Passantinnen und Passanten.

Das Solardach kommt gut an

Die Bevölkerung reagierte durchwegs positiv und interessiert auf das Solardach. Es gab keine kritischen oder gar ablehnenden Stimmen, obwohl das Solardach anfangs ein ungewohnter Anblick war. Oft sind Passantinnen und Passanten überrascht und realisieren das Solardach erst, nachdem sie darauf angesprochen worden sind. Das Solardach bleibt mehrheitlich unbemerkt oder unbeachtet. Es blendet auch nicht, zumindest gab es diesbezüglich keine Hinweise oder Beschwerden. Offensichtlich ist das Solardach unauffällig, was als gute Integration in das Dorf- und Landschaftsbild ausgelegt werden kann. Berufskollegen, Architekten und sonst an Gestaltungsfragen interessierte Besucherinnen zeigen sich bisher ebenfalls begeistert. Auch Vertreter von kantonalen oder kommunalen Instanzen äussern sich spontan sehr positiv zur gelungenen Dachintegration. Spe-

ziell an dieser Fotovoltaikanlage ist, dass sie vollständig ins Dach integriert wurde. Das heisst die Solarpanels ersetzen die Dachhaut. Vielfach kommt zum Ausdruck, dass der vollständige Ersatz des Daches bzw. der Dachziegel durch die Solarmodule besser gefällt, als wenn nur einzelne Panels aufs Dach montiert werden. Das Dach erhält so ein ruhiges, neuartiges, zwar etwas gewöhnungsbedürftiges, aber doch nicht störendes Aussehen. Weitere solche Dachanlagen sind durchaus sehr erwünscht.

Abnahmeverträge festlegen

Die einzige Enttäuschung gab es mit dem zu Baubeginn vorgelegten Abnahmevertrag. Aufgrund der Vorgespräche über die Energieabnahme gingen die Bauherren davon aus, dass die gesamte produzierte Menge elektrischer Energie zu den vereinbarten Ansätzen übernommen werden kann. Die Abnahmevereinbarung sah dann aber gemäss dem damals gültigen Energiegesetz vor, dass nur die vom Produzenten angebotene Überschussenergie zu vergüten sei. Auch wurde fälschlicherweise angenommen, dass die im Gebäude eingemietete Unternehmung den Anteil des mit der Anlage produzierten

Stroms frei wählen kann, den sie beziehen möchte. Letztlich war man sich auch nicht bewusst, dass keine Möglichkeit bestand, den auf diesem Bürogebäude produzierten Strom im eigenen Wohnhaus zu verbrauchen. Auch wenn demnächst dank der Neuerung mit dem Einspeiseprogramm des Bundes diese Erfahrung weniger bedeutsam wird, ist das Fazit wichtig: Bevor der Bauentscheid definitiv gefällt und die Bauaufträge erteilt werden, sollten die Einspeise- und Abnahmekonditionen eindeutig geklärt und für alle Partner vertraglich geregelt sein.

Vorsicht Dachlawine

Auf ein bauliches Problem wurde bereits hingewiesen. Schnee sollte möglichst rasch von den Modulen rutschen, damit Strom produziert werden kann. Dies lässt aber teils gefährlich grosse Schneemassen vom Dach stürzen. Die bauliche Herausforderung besteht nun darin, dass einerseits der Schnee nicht auf dem Dach liegen bleibt und die Stromproduktion einschränkt, andererseits müssen aus Sicherheitsgründen grosse Dachlawinen verhindert werden. Idealerweise ermöglichen innovative bauliche Massnahmen, dass der Schnee in kleinen Mengen abrutschen kann.

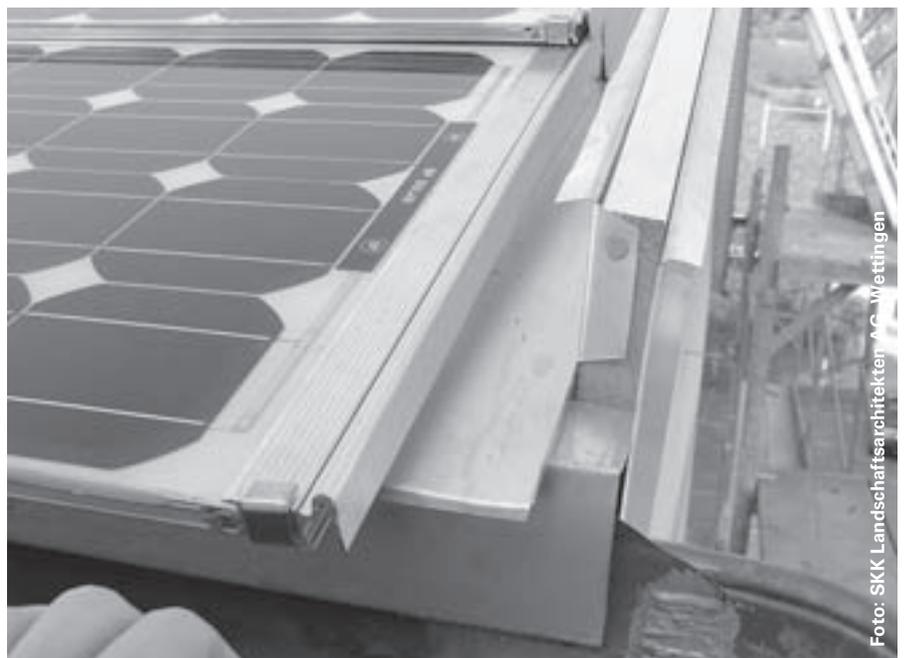


Foto: SKK Landschaftsarchitekten AG, Wettingen

Die Innovation der beteiligten Handwerker führte zu sehr gut gestalteten Lösungen wie hier für die Verkleidung des neuen Ortbrettes.

Wichtige Erkenntnisse

Da kalte Solarzellen besonders effizient arbeiten, ist eine gute Hinterlüftung der Anlage wichtig. Hier eröffnen sich für voll integrierte Anlagen Möglichkeiten, welche sich nicht bieten, wenn das bestehende Dach erhalten bleibt. Eine Vollintegration ist auch zu bevorzugen, wenn ein Dach saniert und die Dachziegel ersetzt werden müssen.

2001 wurde beim Bau der Fotovoltaikanlage leider versäumt, Vorkehrungen für eine spätere Erweiterung zu treffen. Verhandlungen mit der Nachbarschaft sind immer empfehlenswert, um die Möglichkeit eines gemeinsamen Solarkraftwerks auf mehreren Dächern zu sichern.

Die Beobachtung der Entwicklungen bezüglich Förderung von Neuanlagen, Vertrieb und Vermarktung von Solarstrom sind zeitaufwändig. Es ist ratsam, die Beratung durch die kantonale Fachstelle für Energie zu nutzen. Diese Unterstützung war schon 2001 während der Bauvorbereitungen hilfreich, der damalige Förderbeitrag erfreulich. Auch die regionalen und lokalen Energieversorger unterstützen solche Vorarbeiten engagiert.

Wünschbar wäre ein ideenreicheres Marketing der aargauischen Stromwirtschaft vor allem in Bezug auf den Solarstrom. Ein Marketingkonzept, in welchem die Abnehmer Anteile aus den verschiedenen erneuerbaren Energiequellen frei wählen können, wür-

de die abnehmende Bereitschaft zum Kauf von Strom aus erneuerbaren Quellen vielleicht wieder steigen lassen. Ein insgesamt verstärktes Engagement der privaten Stromwirtschaft könnte den Bund bei seinen neuen Fördermassnahmen wirksam unterstützen und langfristig sogar entlasten.

Erfolgreicher Ausbau der Solaranlage

Die bisherigen Stromerträge und die Reaktionen von Behörden und Bevölkerung haben Mut gemacht, die Anlage auf zwei benachbarten Dächern zu erweitern. Eines der Dächer bietet die gleichen Voraussetzungen wie das bereits genutzte Dach, das andere ist mit einer Ost-südost-Orientierung weniger optimal. Jedoch lassen die für das Mittelland offensichtlich sehr guten Einstrahlungswerte bei gleicher Effizienz der Anlage eine genügend grosse Stromproduktion erwarten.

Die hier beschriebene Fotovoltaikanlage und ihre geplante Erweiterung auf zwei benachbarte Dächer versteht sich genau in dem Sinn, wie er 1981 vom Schweizer Heimatschutz formuliert worden ist. Bereits damals hielt er in seiner Wegleitung «Sonnenenergie im Orts- und Landschaftsbild» fest: «Die Eingliederung von Sonnenenergieanlagen ins Orts- und Landschaftsbild ist im Sinne eines modernen Heimatschutzes eine erstrangige gestalterische Aufgabe. Methodisch richtig und mit Sachkenntnis und Verantwortungsbewusstsein angegangen, lässt sie sich grundsätzlich lösen, auch wenn die praktischen Erfahrungen den Spielraum erst aufzeigen müssen.»



Foto: SKK Landschaftsarchitekten AG, Wettingen

Eine voll integrierte Anlage ersetzt das übliche Dach. Unterhaut und Lattung sind auf die Solarmodule ausgelegt.

Dieser Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Hans-Dietmar Koepfel, SKK Landschaftsarchitekten AG, Wettingen, 056 437 30 20.