

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 72 (2010)
Heft: 9

Artikel: Photovoltaik und ihre Rahmenbedingungen
Autor: Boéchat, Sylvain
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080850>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



In der Schweiz nach wie vor ein grosses Potenzial: Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Ökonomiegebäuden.

Photovoltaik und ihre Rahmenbedingungen

Die Dächer auf landwirtschaftlichen Gebäuden bieten zweifellos ein grosses Potenzial für die Installation von Photovoltaikanlagen. Pascal Affolter, Co-Geschäftsleiter der Firma Solstis, ist seit den frühen 90er-Jahren auf diesem Gebiet der Photovoltaik tätig und hat schon verschiedentlich Photovoltaikanlagen im landwirtschaftlichen Umfeld installiert. Seine Erfahrungen sind in diesen Beitrag eingeflossen.

Sylvain Boéchat

Über die Wahl des Modultyps muss man sich aufgrund der örtlichen Verhältnisse Gedanken machen; ebenso ist zu berücksichtigen, ob im betreffenden Gebäude Tiere gehalten werden. In diesem Beitrag werden wir uns ausserdem mit den jüngsten Anpassungen bei der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) befassen.

Modultechnik im Umbruch

Es sind heute verschiedene Modultypen auf dem Markt, die sich in die beiden grossen Gruppen der kristallinen Module der sogenannten Dünnschichtmodule unterteilen lassen.

Kristalline Module

Die aus Silizium hergestellten Module haben mit einem Marktanteil von ca. 90% die grösste Verbreitung. Es bestehen davon zwei Typen:

Die monokristallinen Zellen, aus einem einzigen Siliziumkristall hergestellt, haben einen guten Wirkungsgrad (zwischen 13 und 18%), sie sind aber teurer als die anderen Zellen. Die polykristallinen Zellen, für deren Herstellung mehrere Siliziumkristalle verwendet werden, haben manchmal einen tieferen Wirkungsgrad als die monokristallinen (zwischen 12 und 15%), aber ihre Kosten liegen wesentlich tiefer.

Dünnschichtmodule

Diese Technik beruht auf der extrem feinen Beschichtung mit einem als Halb-

leiter wirkenden Material. Die Produkte dieser Kategorie lassen sich in verschiedene Untergruppen unterscheiden. Es gibt die Module, für die amorphes Silizium verwendet wird, und diejenigen aus anderen Halbleitern.

Bei den Modulen mit amorphem Silizium geht es um feine Schichten Silizium, die auf eine feste oder auf eine biegsame Unterlage angebracht werden. Der Wirkungsgrad ist hier relativ gering (zwischen 6 und 9%), doch sind diese Zellen billiger als die kristallinen Module und zudem auch weniger empfindlich auf Wärme und diffuse Einstrahlung.

Mehrschichtentechnologie: Es handelt sich im Grossen und Ganzen um Zellen, die aus anderen Elementen als Silizium hergestellt werden, etwa Kad-

miumtellurid, Indium, Germanium u.ä. Entsprechend ihren Eigenschaften weisen sie ein erweitertes Absorptionspotenzial für die Sonneneinstrahlung und somit einen höheren Wirkungsgrad auf. Mit der Entwicklung dieser neuen Technologien können sich für die Zukunft die angestrebten Fortschritte einstellen, sei dies bezüglich der Leistung oder im Hinblick auf eine Senkung der Produktionskosten.

Wahl der geeigneten Panels

Ungeachtet ihrer spezifischen Eigenschaften wird sich die Wahl der Solarzellenpanels hauptsächlich nach folgenden Kriterien richten:

- Wahl des Standortes und standortgebundene Bedingungen (Sonneneinstrahlung, Ausrichtung usw.)
- Materielle Garantien bezüglich Einrichtung und Produktion
- Zuverlässigkeit bezüglich der technischen Bedingungen des Standortes (Haltung von Vieh, Dichtigkeit usw.)

Beim gegenwärtigen Stand der Dinge gibt es eine lineare Beziehung zwischen den Preisen am Markt und der Leistungsfähigkeit der Strom produzierenden Elemente: So bleiben die Preise im Verhältnis zum Watt-Peak (wp) – unabhängig von der gewählten Technologie – ungefähr auf vergleichbarer Höhe.

Montage

Für die Einrichtung einer Anlage auf einem Dach stehen verschiedene Systeme zur Verfügung: Je nach gewählter Technik (integriert oder aufgesetzt) richtet sich ein allfälliger Anspruch auf kostendeckende Einspeisevergütung (s. unten).

Bei den integrierten Systemen kommen in erster Linie die Module vom Typ «Solarziegel» zur Anwendung. Wie ihr Name sagt, haben diese Module nebst der Produktion von elektrischem Strom auch eine Funktion als Abschluss der Gebäudehülle beim Dach.

Zur Kategorie der integrierten Installationen gehören ebenfalls Module direkt auf Wellblechbedachungen. Solche Module sind zwar einfach in der Installation, doch muss man auch unterstreichen, dass die Leistungsfähigkeit bei solchen Anlagen wegen des Verlusts an nutzbarer Fläche deutlich zurücksteht. Da gewisse Installationen ein Gewicht von bis zu 20 kg/m² haben können,

muss man sich über die Tragfähigkeit einer Baukonstruktion im Klaren sein. Bezüglich Statik sind die Photovoltaikanlagen den SIA-Normen 232 und 261 unterstellt.

Einen guten Überblick über die Modulwahl und Montagetechnik findet man beim Institut für angewandte Nachhaltigkeit im Baugebiet (ISAAC) der der Tessiner Fachhochschule (SUPSI) www.bipv.ch/esempi_d.asp.

Besonderheiten in der Landwirtschaft

Die verfügbaren Dachflächen der landwirtschaftlichen Bauten eignen sich im Prinzip gut für die Aufstellung einer Photovoltaikanlage. Wenn es sich um eine Remise handelt, muss man sich nicht weiter Gedanken machen. Wenn es sich aber um einen Stall handelt, müssen beim Anlagenbau einige Punkte sorgfältig überprüft werden. Pascal Affolter nennt hierzu einige wichtige Aspekte:

Gebäudelüftung: Eine genügende Belüftung ist sehr wichtig, damit es auf der Innenseite nicht zur Kondenswasserbildung und damit zu einem ungesunden Stallklima kommt. Das Lüftungssystem kann auf herkömmlicher Technik wie Bretterwand, Windschutznetze und Dachfirstentlüftung basieren.

Die **Dichthaltung** der Anlage ist von erstrangiger Bedeutung, und zwar sowohl für die Lebensdauer der Anlage selbst wie für das Wohlbefinden der Tiere. Ist diese nämlich ungenügend, so kann es durch die Feuchtigkeits- und Ammoniakbildung aus der Tierhaltung zu Korrosionsschäden an den Panels kommen.

Um solchen Problemen vorzubeugen, ist der Bau eines Unterdachs empfehlenswert, da die untere Seite des Panels nicht ausreicht, um die nötige Dichthaltung sicherzustellen.

Gemäss den Lösungen, die sich durchgesetzt haben, ist die Erstellung einer Unterdachstruktur ausserdem günstig, weil dadurch Luft zwischen dem Unterdach und der Unterseite der Panels zirkulieren kann. Bei sehr warmem Wetter können sich die Panels bis auf 65 °C erhitzen; doch ein Grad Celsius Erwärmung bedeutet eine Verminderung ihrer Leistung um ca. 0,4%. Solche Verluste lassen sich nun mit einer Durchlüftung unter den Panels vermindern.

Versicherung der Anlage

Für eine Photovoltaik-Anlage können verschiedene Versicherungen abgeschlossen werden. Insbesondere kommen in Frage:

- Elementarschädenversicherungen (Feuer, Wasser, Sturm, Hagel);
- Haftpflichtversicherung;
- allfällige Zusätze: Betriebsausfall, Diebstahl, Gebäude, Glasbruch.

Die Praxis kann von einem Kanton zum andern oder gar von Gemeinde zu Gemeinde variieren. An gewissen Orten kann, oder muss gar, eine Deckung der integrierten Installationen als Zusatz zur Gebäudeversicherung vorgesehen werden. Gewisse kantonale Gebäudeversicherungsanstalten schliessen jedoch die Deckung von Installationen grundsätzlich aus, wenn sie an das öffentliche Netz angeschlossen sind (auch bei einem Anspruch auf KEV).

Es ist also wichtig, dass man sich darüber Klarheit verschafft, was effektiv versichert oder versicherbar ist, um Doppeldeckung zu vermeiden.

Magnetische Felder: Durch die Panels werden bei fachgerecht vorgenommener Verkabelung nur geringe magnetische Felder generiert. Hingegen kann der Wechselrichter (mit dem der Gleichstrom aus den Solarzellen in Wechselstrom umgewandelt wird) eventuell magnetische Felder erzeugen. Deshalb wird empfohlen, den Wechselrichter in genügender Distanz vom Vieh und abseits der Melkeinrichtungen zu platzieren. Für die Verkabelung wird man mit Vorteil Sammelkanäle aus Metall (Kabeltröge) verwenden, die nicht zu nahe beim Vieh vorbei führen. Ebenso ist eine Verkabelung in geschlossenem Kreislauf zu vermeiden.

Lichtverhältnisse: Es ist darauf zu achten, dass die Tiere natürliches Licht erhalten, zum Beispiel durch lichtdurchlässige Platten oder Öffnungen in der Gebäudehülle.

Stromverkauf

Nach Energiegesetz sind gegenwärtig zwei Möglichkeiten für den Stromabsatz vorgesehen: einerseits die kostende-



Die von Solstis gebaute Anlage beim Lohnunternehmen Guggisberg in Zimmerwald BE wurde mit dem Solarpreis 2009 ausgezeichnet. (Fotos: Solstis)



Solarmodule lassen sich auch auf Geflügelställen integrieren.

ckende Einspeisevergütung (KEV) und andererseits der Verkauf auf dem freien Markt für «grünen Strom», sei dies via Solarbörsen oder mit dem Verkauf von Zertifikaten über die Herkunft der Produktion.

Run auf die KEV

Auf 1. Januar 2009 hat die Eidgenossenschaft das System der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) eingeführt. Sie dient dazu, für die Stromgewinnung aus erneuerbaren Quellen (Kleinwasserkraftwerke bis 10 MW, Photovoltaik, Windenergie, Geothermie, Biomasse mitsamt derer Abfallprodukte) eine Entschädigung nach bestimmten Tarifen zu entrichten, welche die spezifischen Produktionskosten der verschiedenen Technologien berücksichtigen. Zur Finanzierung der KEV wird auf jede verbrauchte Kilowattstunde ein Zuschlag erhoben. Dieser beläuft sich heute auf 0,6 Rp./kWh und soll 2013 auf 0,9 Rp./kWh erhöht werden.

Für die Photovoltaik sind die Vergütungstarife nach der Leistungsklasse abgestuft, gleichzeitig aber auch nach der Bauweise (s. unten). Es wird unterschieden, ob die Anlage im Bau integriert ist (Panels bilden die Deckfläche des Gebäudes) oder angebaut (Panels sind auf einer bestehenden Dachfläche aufgesetzt) oder ob eine Anlage freistehend ist (Installation unabhängig von einem bestehenden Gebäude montiert).

Die Photovoltaik hat als erste von den betroffenen Technologien den Plafond der vorgesehenen Unterstützung erreicht (5% vom Gesamtbetrag, der für

die KEV bereitgestellt wird). Anfangs Januar 2010 lag die Zahl der eingereichten Installationsprojekte bei 6500, wovon ungefähr 1560 damals schon im Betrieb waren oder es inzwischen sind. Die Warteliste umfasst also noch um die 5000 Projekte.

Angesichts dieser Situation wurden verschiedene Massnahmen in die Wege geleitet, um die Warteliste abzubauen. Die Erhöhung des Maximums für den Zusatz von 0,6 auf 0,9 Rp./kWh, welche den globalen Höchstbetrag erhöhen wird, kann bereits ab 2011 eine Wirkung entfalten. Insbesondere für die Photovoltaik dürfte der Anteil der verfügbaren Mittel aus der KEV in den kommenden Jahren von 5% auf 10% erhöht werden, womit die Warteliste im Verlaufe von 2011 um etwa ein Drittel abgebaut werden sollte. Es wird damit gerechnet, dass die Warteliste bis frühestens 2014 abgebaut werden kann.

Für Photovoltaikprojekte, die gegenwärtig noch nicht auf der Warteliste figurieren oder angemeldet wurden, muss eine Bauherrschaft mit einer Wartefrist von etwa vier Jahren rechnen.

Trend nach unten

Die Energieverordnung, in welcher die Bestimmungen bezüglich der Entrichtung der KEV festgehalten sind, erfuhr anfangs 2010 eine Änderung, die namentlich die Entschädigungstarife und die Verfahren zur Einreichung von Gesuchen betraf.

Bei der Photovoltaik wirkten sich die Anpassungen so aus, dass die Tarife für die Vergütung gesenkt wurden. Der Verordnungstext sieht grundsätzlich eine

jährliche Senkung der Tarife um 8% vor. Dazu kam nun, angesichts einer Verbilligung der Solarpanels um 20% am Markt, eine Senkung der Tarife um weitere 10%. So werden ab 2010 (Jahr der Inbetriebnahme) die Ansätze für die Vergütung an Photovoltaikanlagen nicht um 8%, wie ursprünglich vorgesehen, sondern um satte 18% reduziert, wie aus nebenstehender Tabelle hervorgeht.

Es sei darauf hingewiesen, dass der Vergütungssatz für alle Anlagen konstant bleibt, solange der Anspruch auf die Vergütung besteht, d. h. für eine Dauer von 25 Jahren.

Welcher Tarif für welche Installation?

Die Tarife in der Spalte «ab 2010» beziehen sich nur auf Installationen, die im Jahr 2010 oder später in Betrieb genommen werden.

Der Vergütungsansatz für eine Installation beruht auf dem Datum der Inbetriebnahme. Eine Rolle spielt aber auch das Datum der Genehmigung des Gesuchs:

- Für Installationen, die bis und mit 2009 in Betrieb genommen worden sind und für die ein positiver Bescheid gegeben wurde, resp. das Gesuch in der Warteliste steht: im Prinzip ungekürzter Vergütungsbetrag (Tarife gemäss Spalte links in der Tabelle).
- Für Installationen, für die 2009 ein positiver Bescheid gegeben worden ist und die 2010 in Betrieb gehen: Absenkung von 8% gegenüber den Tarifen von 2009.
- Für Installationen, die auf der Warteliste stehen und 2010 in Betrieb ge-

nommen werden: Absenkung von 18% (Spalte «Tarife ab 2010»).

- Für alle anderen Projekte, ob sie auf der Warteliste stehen oder nicht, die ab 2011 angemeldet und in Betrieb genommen werden: Jährliche Absenkung von 8% gegenüber den Tarifen von 2010.

Schon jetzt investieren oder zuwarten?

Angesichts der angekündigten Tarifabsenkungen mag es als sinnvoll erscheinen, so bald wie möglich das eigene Photovoltaikprojekt anzumelden, da der Vergütungsansatz sich nach dem Anmeldedatum richtet. Demnach wird ein Projekt, das im Jahr 2010 angemeldet wird, und 2014 zur KEV zugelassen wird nach dem Referenztarif von 2010 entschädigt, allerdings nur für 21 Jahre (25 Jahre minus Dauer des ausservertraglichen Betriebs): So lässt sich vermeiden, dass der Tarif von 2014 zur Anwendung kommt, der mindestens 32% ($4 \times 8\%$) tiefer liegen wird als derjenige von 2010. Es ist aber auch in Betracht zu ziehen, dass parallel auch die Kosten der Installationen in diesem Bereich nach unten weisen. 2009 wurde ein Preistrückgang in der Gröszenordnung von 15–20% registriert. Nun lässt sich schwer voraussagen, ob diese Entwicklung in den kommenden Jahren mehr oder weniger im gleichen Masse weitergehen wird. Der Photovoltaikmarkt hat nämlich 2010 einen starken Aufschwung gehabt, der sich eher preistreibend auswirkte. Der Entscheid ist also nicht einfach.

Kategorien	Freistehend		Angebaut		Integriert	
Leistungsklasse	Bis 2009	Ab 2010	Bis 2009	Ab 2010	Bis 2009	Ab 2010
≤ 10 kW	65	53,3	75	61,5	90	73,8
≤ 30 kW	54	44,3	65	53,3	74	60,7
≤ 100 kW	51	41,8	62	50,8	67	54,9
> 100 kW	49	40,2	60	49,2	62	50,8

Tabelle: Vergütungen bei Photovoltaikanlagen (Rp. pro kWh).

Drei Elemente der Machbarkeit

Die oben stehenden Ausführungen lassen erkennen, dass für den Erfolg eines Photovoltaikprojektes verschiedene Kriterien eine Rolle spielen. Abgesehen vom Typ der Panels und der Sonnenbestrahlung am Standort erachtet P. Affolter drei Elemente als entscheidend, um die Machbarkeit eines Projektes zu beurteilen:

- Netzananschluss**

Das Prinzip ist in der Gesetzgebung festgehalten, dass jeder Netzbetreiber verpflichtet ist, den aus erneuerbaren Energien gewonnenen Strom zu übernehmen. Der Produzent hat die notwendigen Erschliessungen bis zum Einspeisepunkt zu übernehmen, während die notwendigen Anpassungen des Netzes zulasten des Netzbetreibers gehen. Die Anschlussbedingungen sind zwar klar festgelegt, aber es kann vorkommen, dass in gewissen Fällen die Kosten so hoch sind, dass durch sie die Realisierung eines Projektes verunmöglicht wird.

- Finanzierungsmöglichkeiten**

Entsprechend der Grösse des Projektes können die Investitionen mit Kosten in der Höhe von mehreren Hunderttausend Franken verbunden sein. Es sei hier je-

doch daran erinnert, dass im Rahmen der Verordnung über die Strukturverbesserungen in der Landwirtschaft Investitionskredite bis zur Hälfte der Kosten eines Projektes und bis zu einem Maximalbetrag von Fr. 200 000.– möglich sind.

- Baubewilligung**

Das Raumplanungsgesetz wurde vor ungefähr drei Jahren angepasst, um die Bedingungen für die Installation von Solarzellenpanels in den Bau- sowie in den Landwirtschaftszonen zu erleichtern. Allerdings würde ein Projekt, dessen geplanter Standort sich in einem geschützten Naturschutzgebiet nationaler oder kantonaler Bedeutung befindet, kaum Chancen auf eine Bewilligung haben. Deshalb sollte die Bauherrschaft im Voraus abklären, ob nicht ein gewichtiges Element der Realisierung ihres Projektes im Wege steht. ■

Begriffsklärung

Watt-Peak (wp):

Masseinheit für die maximal erreichbare elektrische Leistung bei einer senkrechten Sonneneinstrahlung von 1000 Watt je m^2 bei einer Temperatur von 25°C.

Leistung:

Sie wird gemessen in Watt-Peak (wp) pro Quadratmeter. Damit kann die Menge der produzierten Energie beziffert werden (in kWh), wie sie sich aus den Bedingungen am Standort (Topografie, Exposition, Dachneigung) ergibt.

Wirkungsgrad:

Der Wirkungsgrad von Photovoltaikzellen bezeichnet den Prozentsatz der in elektrischen Strom umgewandelten Lichtenergie auf der Grundlage eines mittleren Wertes der Sonneneinstrahlung von 1000 W/ m^2 .



Auf diesem Lagerhaus für Düngemittel konnten dank geringer Neigung beide Dachflächen mit Solarpanels bestückt werden.