

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 73 (2011)

Heft: 10

Rubrik: Passion

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

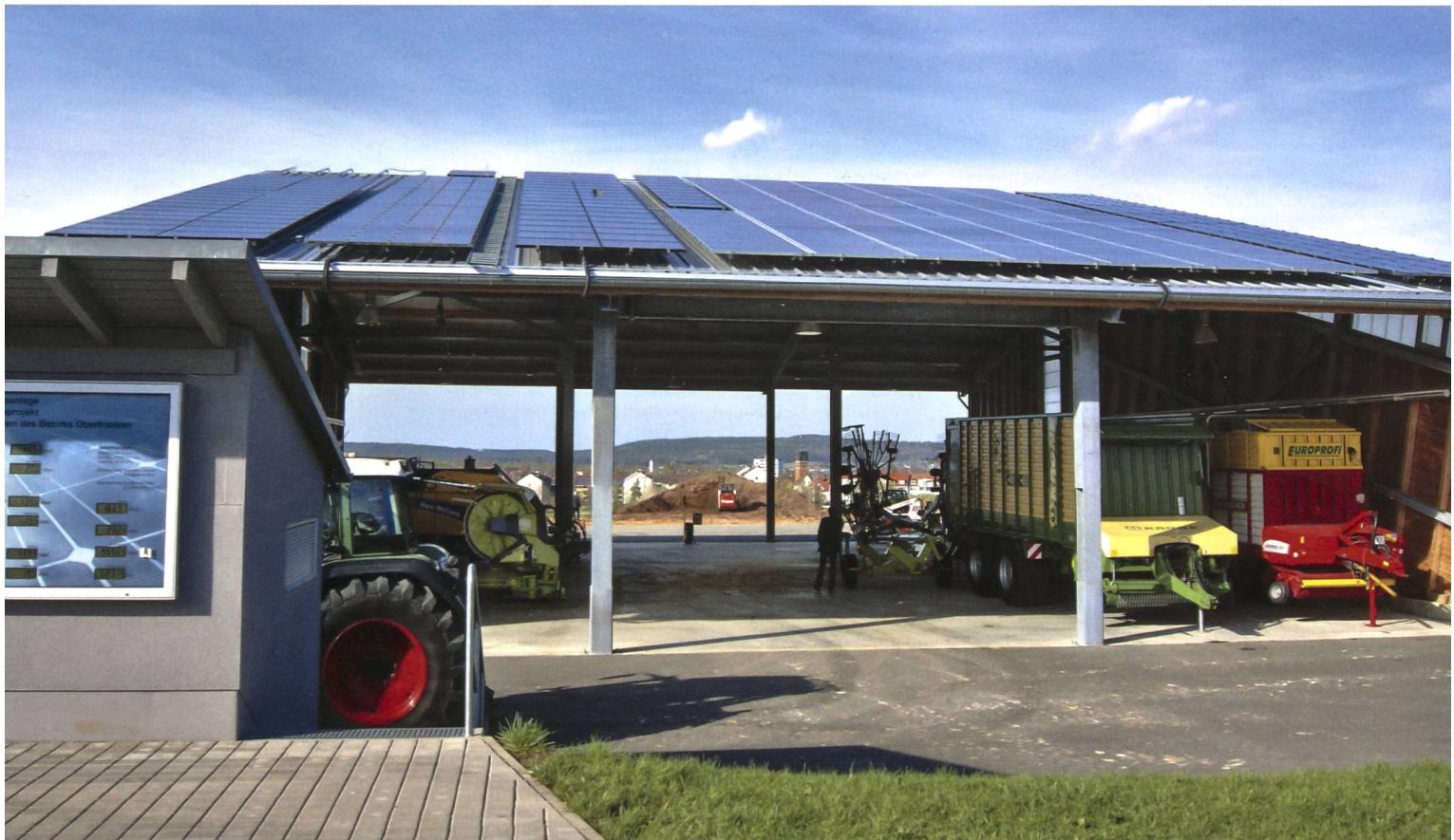
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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>



Photovoltaikanlage zu Demonstrationszwecken auf dem Schulgutsbetrieb der landwirtschaftlichen Lehranstalten für Oberfranken in Bayreuth. Die verschiedenen Modultypen heben sich deutlich voneinander ab und links im Bild sieht man die digitale Anzeige mit den momentanen und summierten Leistungsdaten. Bild: Ueli Zweifel

Spannungsvolle Photovoltaik

Sonnenenergie und deren Nutzung ist der Inbegriff einer umweltfreundlichen Energieversorgung. Zusätzlich zum positiven Image der Sonnenenergienutzung geht von der Photovoltaik eine besondere technische Faszination aus. Die Umwandlung von Sonnenenergie (Photonen) in Elektrizität erfolgt auf rein elektronischem Weg, das heißt, es sind keine mechanischen, thermischen oder chemischen Zwischenstufen notwendig. Das macht die Photovoltaik* zur spannungsvollen Energieproduktion.

Ruedi Hunger

In der Schweiz waren im September 2011 2269 Photovoltaikanlagen mit einer projektierten Produktion von 34 078 537 kWh in Betrieb. Per 09.09.2011 sind auf der KEV-Warteliste** 16 149 Anmeldungen; davon sind 985

Anlagen mit 30 703 kW elektrischer Leistung und einer projektierten Produktion von 29 482 618 kWh aus dem Bereich der Photovoltaik angemeldet und 10 547 Begehren stehen auf der Warteliste. Zum gleichen Zeitpunkt sind 18 Photovoltaikanlagen mit einer projektierten Produktion von 2 563 652 kW in der Projektphase.

(**KEV = Kostendeckende Einspeiser Vergütung für Solarstrom)

* **Definition Photovoltaik:** «Photo» (neu = Foto) ist das griechische Wort für Licht. «Voltaik» bezieht sich auf das Volt, die Einheit der elektrischen Spannung.

Solarmodulaufbau

Standardmodule der Leistungsklasse 50 bis 200 Watt, wie sie seriell gefertigt und für Photovoltaikanlagen verwendet werden, messen zwischen einem halben und zwei Quadratmeter. Ein Solarmodul besteht aus mehreren in Serie geschalteten Solarzellen und den sogenannten Bypassdioden. Diese Bypassdioden dienen zum Schutz von jeweils 12 bis 24 Solarzellen vor überhöhte Temperaturen (Hotspot-

Effekt). Der Aufbau einer Solarzelle aus Glas-Folien-Laminate kann wie folgt umschrieben werden (von unten nach oben): Die unterste Schicht besteht aus einer Tedlarfolie, diese mehrschichtige Folie verhindert, dass Sauerstoff durchdringt und unterbindet damit eine vorzeitige Oxidation der Zellen. Auf der Tedlarfolie liegt, eingekapselt zwischen zwei Ethylen-Vinyl-Acetat(EVA)-Folien, die eigentliche Solarzelle. Auf die obere EVA-Folie folgen ein speziell gefertigtes Solarglas und der abschliessende Aluminium-Rahmen. Diese Art von Solarmodulen eignet sich unter anderem für Flach- und Schrägdächer.

Eine andere Machart ist die sogenannte Glas-Glas-Giessharz-Technik: An unterster Stelle befindet sich ein Floatglas (überall verwendetes Fliessglas), dann folgt eingegossen zwischen zwei Schichten Giessharz die Solarzelle. Als oberste Schicht dienen wieder ein Solarglas und der abschliessende Aluminium-Rahmen. Das fertige Solarmodul ist zirka vier bis fünf Millimeter dick. Glas-Glas-Giessharzmodule können als Fassadenverkleidungen, aber auch als Sonnenschutzelemente und Solardächer verwendet werden.

Silizium (Si) ist das Ausgangsmaterial für viele Solarzellen. Es ist auf der Erde sehr reichlich vorhanden und ökologisch unbedenklich. Gleichzeitig gilt Si als der am meisten verwendete Halbleiterwerkstoff. Ein Grundproblem der Photovoltaik sind die zeitlichen Unterschiede der Sonnenstrahlung als Folge des Tag/Nacht-Wechsels, von Sonnenschein und Regen und von Sommer und Winter. Photovoltaikanlagen können nicht nur die direkte Sonnenstrahlung nutzen, sondern auch die

Unerschöpfliche Sonneneinstrahlung



Bei einem Neubau können Ausrichtung und Dachneigung optimal gewählt werden. Bilder: Ruedi Hunger

Die Sonne strahlt ausserhalb der Erdatmosphäre mit einem Mittelwert von 1,367 kW/m². Auf der Erdoberfläche wird dieser Wert aber nicht erreicht:

- 31% der Energie wird an der Lufthülle reflektiert.
- 17% werden von der Lufthülle absorbiert.
- 4,2% beträgt die Reflektion der Erdoberfläche.
- 33% der Einstrahlung erfolgt auf Wasserflächen (Meere).
- **14% der Sonnenenergie trifft auf Kontinente.**

Wenn man den Wert der Sonneneinstrahlung an einem Ort über ein Jahr summiert, ergibt sich daraus die jährliche mittlere Globalstrahlung in kW/m². Diese beträgt in Mitteleuropa zwischen 900 und 1200 kWh/m² im Jahr. In der Schweiz geht man von 1050 bis 1700 kW/m² aus.* Daraus lässt sich ableiten, dass die Globalstrahlung ein Süd-Nord-Gefälle aufweist. Zu den sonnenreichsten Gebieten zählen beispielsweise Mittelamerika, die Wüste Sahara, Südafrika, Saudi-Arabien und Nordaustralien.

Zur Nutzung der Sonneneinstrahlung mit Photovoltaik spielt auch die Wellenlänge eine Rolle. Das Spektrum liegt zwischen 240 und 1700 nm (Nanometer = 6–10 mm), das sichtbare Sonnenlicht zwischen 400 nm und 800 nm. Die Solarzelle nutzt aber auch Teile der ultravioletten und infraroten Sonnenstrahlung. Diese Energiequelle liegt ausserhalb des Bereiches, der für das menschliche Auge sichtbar ist.

*(Strahlungsdaten Meteonorm 1983–1992!).

diffuse Strahlung wird in Energie umgesetzt. Messungen zeigen, dass im schweizerischen Mittelland der Anteil an diffuser Strahlung bei rund 50 Prozent der Gesamtstrahlung liegt.

Wenn die Temperaturen in den Modulen stark ansteigen (bis 85°) verschlechtert sich die Energieeffizienz, das heißt, Lichtenergie kann dann schlechter in elektrische Energie umgewandelt werden. Eine

Überprüfung verschiedenster Anlagen durch die Fachhochschule und Landmaschinenschule FHS Triesdorf und die Landmaschinenschule LMS Triesdorf zeigen, dass auch flachere Anlagen respektable Erträge erzielen können. Anlagen mit 15°-Neigung schnitten im Sommer etwas besser ab als die steileren. Umgekehrt trafen die Sonnenstrahlen der tiefer stehenden Wintersonne in einem günsti-

Tabelle 1 Modultypen und ihre Merkmale

Untersuchung und Zusammstellung durch Studierende des Bildungszentrums Triesdorf Bayern (D)

Modultyp	Monokristallin	Polykristallin	BP-Saturn	Sanyo-HIP	Dünnschicht (a-Si)
Eigenschaften	Klassischer Modultyp, hoher Wirkungsgrad	Einfache Herstellung, i.R. günstiger als monokristalline Module	Pyramidenförmige Oberfläche, daher höhere Lichtaufnahme	Hoher Wirkungsgrad, auch bei hohen Betriebstemperaturen	Einfache Herstellung, grosser Flächenbedarf
Reaktionen auf Temperaturveränderungen	Langsame Erwärmung im Winter	Erwärmen schneller; kühlen langsamer ab	Reagieren aufgrund ihrer Oberflächenstruktur sensibel auf grosse Temperaturänderungen	Ausgeglichene Reaktion auf Temperaturänderungen	
Reaktionen auf diffuse Strahlung und ausgelierte Temperatur	Können diffuses Licht schlechter in Strom umwandeln als Sanyo-HIP- oder A-Dünnschicht-Zellen		schnellen überdurchschnittlich gut ab	Können diffuses Licht besser in Strom umwandeln als kristalline Zellen	
Investitionskosten pro kWp (peak)	mittel	mittel	hoch	hoch	niedrig
Wirkungsgrad	Bis zu 16,8%	Bis zu 14,2%	Bis zu 14,7%	Bis zu 16,8%	Bis zu 7,4%

geren Winkel auf Anlagen mit 30°-Neigung und verhalfen diesen zu einem Vorteil. Insgesamt schnitten die flacheren Anlagen mit etwa zwei bis fünf Prozent weniger Ertrag nur unwesentlich schlechter ab. Solarmodule werden durch Staub aus verschiedenen Quellen verschmutzt. Üblicherweise reicht die Reinigungswirkung von Regen und Schnee. Bei stärkerer oder hartnäckiger Verschmutzung kann die Leistung um bis zu zwei Prozent beeinträchtigt werden. Bei einem höheren Verschmutzungsgrad muss eine Reinigung in Betracht gezogen werden.

Wechselrichter

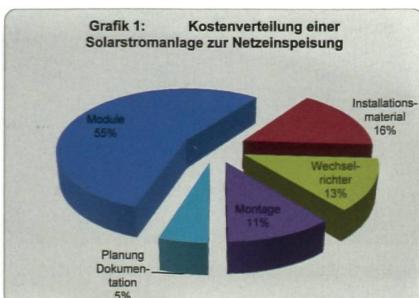
Wechselrichter haben die Aufgabe, den in der Solaranlage produzierten Strom von Gleich- in Wechselstrom umzuformen und in das Netz einzuspeisen. Wenn bei Nebel oder Bewölkung nicht die ganze Wechselrichterleistung erforderlich ist, sinkt der Wirkungsgrad des Gerätes. Mit einem Zentralwechselrichter, bei dem sich einzelne Leistungsteile je nach Bedarf automatisch zu- oder abschalten, soll dieser Nachteil im Teillastbereich behoben werden.

Solarkabel, die in landwirtschaftlichen Gebäuden verlegt sind, können von Mardern verbissen werden. Heute sind auf dem Markt bissfeste Kabel erhältlich. Diese sind zusätzlich robuster gegen Ozon- und UV-Belastungen.

Investitionen und Gestehungskosten

Die Erstellung einer Solarstromanlage bedingt eine grösse Investition. Grafik 1 zeigt, wie sich die Kosten zirka verteilen. Diese hohen Investitionen sind nur gerechtfertigt, wenn der Energieertrag durch einen guten Wirkungsgrad gesichert wird.

Die Gestehungskosten der solaren Stromproduktion werden durch den Anlagentyp, den Standort mit entsprechendem Strahlungsangebot und durch Ausrichtung und Installationsmöglichkeiten der Anlage beeinflusst.



Begriffe und Definitionen

• Cadmiumtellurid CdTe

Cadmiumtellurid wird zur Produktion von Dünnschichtzellen verwendet. CdTe ist sehr stabil und zeigt keine Degradation (wie beispielsweise amorphe Si-Zellen). Bereits wurden im Labor mit CdTe-Zellen-Wirkungsgrade von über 16,5% erzielt.

• Kristallines Silizium

Silizium, das in Form von Kristallen erstarrt ist (Atome in Kristallgitter).

• Monokristallines Silizium

Silizium, das in einem einzigen riesigen Kristall erstarrt ist (sehr energieintensive Herstellung).

• Polykristallines Silizium

Silizium das in Form vieler kleiner Kristalle mit beliebiger Ausrichtung erstarrt ist.

• Amorphes Silizium

Silizium, dessen Atome nicht in Form eines Kristallgitters angeordnet sind.

• Wafer

Dünne Scheiben, die mit einer Drahtsäge aus einem quadratischen Einkristall gesägt werden. Nachteil: Das anfallende Sägemehl gilt als Verlust.

• Solarzelle

Halbleiterdiode mit grossflächiger lichtexponierter Sperrsicht, die beim Auftreffen von Sonnenlicht direkt elektrische Energie erzeugt.

• Solarmodul

Eine Anzahl Solarzellen die galvanisch (meist in Serie geschaltet) miteinander verbunden sind.

• Solarpanel

Eine Einheit aus mehreren mechanisch verbundenen Solarmodulen. (Solarpanel ist kein Solarmodul)

• Solargenerator

Anordnung aus mehreren Solarpanels oder Solarmodulen.

• Solargenerator (-Feld)

Eine Anordnung von mehreren zusammengeschalteten Solargeneratoren, welche zusammen eine Photovoltaikanlage speisen.

• Photovoltaische Anlage PVA

Gesamtheit der Komponenten zur direkten Umwandlung der Energie der Sonnenstrahlung in elektrische Energie.

• Netzunabhängige PVA

Anlage zur Stromerzeugung ohne Anschluss an das öffentliche Stromnetz.

• Netzgekoppelte PVA

Photovoltaikanlage mit Anschluss an das öffentliche Netz.

• Spitzenleistung Pmax

Maximale Ausgangsleistung einer Solarzelle bei einer bestimmten Einstrahlung und einer bestimmten Solarzellentemperatur. Einheit: 1 Watt = 1 Wp (Watt Peak)

• Jahresenergieertrag

Solaranlagen werden in ganz verschiedenen Grössen realisiert. Damit eine Vergleichsgröße vorhanden ist, wird die Solargenerator-Spitzenleistung bezogen auf den spezifischen Jahresenergieertrag in kWh/pa (a = pro Jahr) angegeben.

Im ART-Bericht 694 werden Gestehungskosten von 0.50 bis 0.80 Franken je Kilowattstunde kWh genannt (2007). Neuere Berechnungen aus dem Jahre 2009 (Photovoltaik; HÄBERLIN) gehen bei netzgekoppelten Anlagen von zirka 0.40 bis 0.90 Fr./kWh und bei gespeichertem Strom in Inselanlagen von 1.30 bis 2.30 Fr./kWh aus. Während bei netzgekoppelten Anlagen, mit Ausnahme von Wechselrichter und Laderegler, mit einer Lebensdauer von 15 bis 30 Jahren gerechnet werden kann, verteuern sich Inselanlagen wegen

der beschränkten Lebensdauer der Akkumulatoren (zwei bis zehn Jahre).

Wie die Grafik 1 zeigt, beanspruchen die Kosten für Solarmodule nur rund 55 Prozent der Gesamtkosten. Dennoch wird in erster Linie immer von den Kosten für Solarmodule gesprochen. Diese sind in den vergangenen Jahren billiger geworden. Für grössere Bezugsmengen betragen die Verkaufspreise pro Watt Spitzenleistung (Wp):

- Solarmodule aus kristallinem Silizium: 2.40 bis 4.80 Fr./Wp

Tabelle 2: Einflussgrößen für den erwarteten Solarstromertrag (ART-Bericht 694/2008)

Solarstromertrag	Gewonnene elektrische Energie
Strahlungsangebot	Eingestrahlte Sonnenenergie, respektive Licht; abhängig unter anderem vom geografischen Standort, von der Witterung, von der Ausrichtung der Fläche und von der Beschattung.
Ausrichtungsfaktor	Wert der Abweichung von der optimalen Ausrichtung; optimale Ausrichtung (gekürzt).
Modulwirkungsgrad %	Umwandlungsfähigkeit des Moduls. Wirkungsgrad = elektrische Leistung/Strahlungsangebot
Systemverlust %	Verlust primär durch Temperatureinfluss, Wirkungsgrad des Wechselrichters, Kabel und Strahlungsreflexion.
Degradation	Rückgang des Wirkungsgrades der Solarmodule durch zunehmendes Alter
Temperatureinfluss	Mit steigender Zellentemperatur verringert sich die Leistung; eine Montageart mit Hinterlüftung verhindert die Erwärmung.
Wirkungsgrad des Wechselrichter und Verluste durch Kabel	Umwandlungsfähigkeit des Wechselrichters von Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom, sowie Kabelwiderstand.
Reflexion	Verlust durch Reflektieren der Strahlung am Modul.

Tabelle 3: Technische Annahmen, als Grundlage für Wirtschaftlichkeitsberechnung (ART-Bericht 694/2008)

Modultyp	Monokristalline Si-Solarzellen	Amorphe Dünnenschicht Si-Solarzellen
Modulwirkungsgrad	13,5%	8%
Flächenbedarf	7,4 m ² /kWp	12,5 m ² /kWp
Realistische Nutzungsdauer	30 Jahre	20 Jahre
Jährliche Degradation	-0,6%	berücksichtigt
Mittlere Degradation (nach 12 bis 15 Jahren)	-7,5%	berücksichtigt
Ertragsverlust bei In-Dach-Anlage	3%	0%
Wirkungsgrad Wechselrichter	>90%	>90%
Nutzungsdauer Wechselrichter	10 bis 15 Jahre	10 bis 15 Jahre
Anteil Wechselrichter an Gesamtinvestitionen	10%	10%
Systemverlust	23%	20%

- Dünnenschichtzellen-Module aus CdTe: 2.25 bis 4.50 Fr./Wp
- Dünnenschichtzellen-Module aus amorphem Si
2.25 bis 4.50 Fr./Wp

Die reinen Solarzellenkosten für kristalline Zellen liegen heute schon bei 1.50 bis 2.85 Fr./Wp, wobei die eigentlichen Produktionskosten (laut HÄBERLIN) teilweise bei nur etwa 0.95 Fr./Wp liegen. Gerahmte Module sind nur unwesentlich teurer als rahmenlose. Neuartige Dünnenschichtzellen mit vernünftigem Wirkungsgrad sind günstiger als Produkte aus kristallinem Si. Vorsicht ist allerdings geboten, wenn bei Solarzellen der Wirkungsgrad allzutief ist und daher höhere Kosten für mehr Fläche und Verkabelung anfallen. Der Wirkungsgrad von amorphen Silizium-Solarzellen sinkt infolge

anfänglicher Degradation in den ersten Betriebsmonaten um 10 bis 30 Prozent. Diesem Umstand ist bei der Anlageplanung Rechnung zu tragen.

Modellrechnung zur Wirtschaftlichkeit

Ein Schweizer Durchschnittsstall der in den 80er-Jahren erstellt worden ist und ein Satteldach aufweist, hat eine einseitige Dachfläche von ca. 250 bis 280 m². Auf dieser Grundlage haben die Autoren des ART-Berichtes 694 (GAZZARIN, ZUMBÜHL, TOGGWEILER) Wirtschaftlichkeitsberechnungen für drei Varianten mit Dachflächen von 70, 280 und 800 m² gemacht.

Auf diesen Dachflächen wurde mit kristallinen Zellen und einem Modulwirkungsgrad von 13,5%, eine Anlagenleis-

tung von 9 kWp (70 m²) bzw. 38 kWp (280 m²) bzw. 108 kWp (800 m²) angenommen. Tabelle 4 zeigt, welche Investitionen für eine schlüsselfertige Anlage nötig sind und welcher Ertrag realistischerweise erzielt wird. (Detaillierte Berechnungen mit allen relevanten Faktoren können dem ART-Bericht 694 entnommen werden.)

Förderungsmassnahmen neu geregelt

Der Erlös aus dem Stromverkauf ist das Produkt aus der verkauften Strommenge (kW) und dem Strompreis pro kWh. Der Strompreis pro kWh richtet sich nach der Einspeisevergütung (siehe unten). Neben der Kostendeckenden Vergütung für Solarstrom (KEV), wurden in der Vergangenheit verschiedene Förderungsmass-



Solarzellen nutzen neben dem sichtbaren Licht auch Teile der ultravioletten und infraroten Sonnenstrahlung.



Dank guter Unterlüftung werden Solarmodule nicht zu stark erhitzt und ein guter Wirkungsgrad bleibt erhalten.

Tabelle 4: Investitionen (Modellannahme) Region Mittelland ohne Nebelgebiete, Jura, Voralpen

Anlage	Kristalline Si-Solarzellen			Amorphe Dünnenschicht Si-Solarzellen*		
	Ertrag (kW/Jahr)	Investitionen** Fr./kWp	Investitionen** Total Fr.	Ertrag (kW/Jahr)	Investitionen** Fr./kWp	Investitionen** Total Fr.
Auf-Dach 70 m ²	8 740	8 900	84 105	5 820	8 277	46 351
In-Dach 70 m ²	8 470	10 947	103 449	5 820	10 181	57 012
Auf-Dach 280 m ²	34 950	7 804	294 982	23 260	7 257	162 568
In-Dach 280 m ²	33 900	9 111	344 410	23 260	8 474	189 808
Auf-Dach 800 m ²	99 850	7 378	796 839	66 460	6 862	439 147
In-Dach 800 m ²	96 850	8 265	892 603	66 460	7 686	491 923

*2007 war die Dünnenschichttechnologie für Solarzellen rund 7% billiger.

**eine Kostendegression wird bei grösseren Anlagen durch Mengenrabatte bei den Solarzellen erzielt.

nahmen der öffentlichen Hand gewährt. Diese Förderungsmassnahmen durch Bund, Kantone und Gemeinden sind ab August 2011 neu geregelt worden (www.swissolar.ch). Einerseits fallen Förderbeiträge in sehr unterschiedlicher Höhe aus, andererseits werden nach der Einführung der kostendeckenden Vergütung nur noch von wenigen Kantonen und Gemeinden eigentliche Förderungsmassnahmen bezahlt.

Solarrecycling und graue Energie

Solarmodule haben heute eine Lebenserwartung von 20 oder mehr Jahren. Solarzellen bzw. ganze Module sind weitgehend recyclierbar. Durch einen speziellen Prozess liegen anschliessend sortenreine Verbundstoffe vor, die nach verschiedenen Reinigungsstufen zu hochwertigen Siliziumwafern werden.

Unter grauer Energie (GE) versteht man Energie, die zur Herstellung eines Produktes insgesamt benötigt wurde. Für die Herstellung von Solarzellen wird viel elektrische Energie benötigt. Auch zur Herstellung der Elektronik (Wechselrichter), der Montagestrukturen und der Verkabelung wird Energie benötigt. Speziell die Nutzung erneuerbarer Energie ist ökologisch nur sinnvoll, wenn ein Erzeugungssystem zur Stromerzeugung zu seiner Herstellung deutlich weniger Energie benötigt, als es während seiner Lebensdauer produziert.

Planungsfehler führen zu Mindererträgen

Obwohl Photovoltaik grundsätzlich eine ausgereifte Technik ist, unterscheiden sich Anlagen durch ihre Effizienz. Bereits bei Planung und Ausführung werden zum

Teil Fehler gemacht, die sich später auf die Effizienz der Anlage negativ auswirken. Eine falsche Ausrichtung oder Neigung kann zu Ertragseinbussen von zehn bis vierzig Prozent führen. Wird die Anlage durch Objekte ganzjährig verschattet, muss mit drei bis zehn, ist dies nur im Winter der Fall mit ein bis drei Prozent Verlust gerechnet werden. Ein falsch dimensionierter oder falsch platzierte Wechselrichter reduziert die Effizienz um jeweils ein bis drei Prozent. Die Qualität der Komponenten, insbesondere die Modulleistung kann die Anlagenleistung um bis zu 60 Prozent beeinflussen. Fällt ein Wechselrichter aus oder sind die Module verschmutzt, kommt es zum Teil ebenfalls zu grossen Ertragseinbussen.

KEV-Vergütungssätze gültig für neue Bescheide ab 1.1.2011 (inkl. 8% MwSt.)

Anlagenkategorie Leistungsklasse	Vergütungsansätze 2010 (Rp./kWh)	Vergütungsansätze 2011 (Rp./kWh)
Freistehend ≤10 kW; ≤30 kW ≤100 kW ≤1000 kW ≥1000 kW	53.3 44.3 41.8 40.2 28.9*	42.7 39.3 34.3 30.5 36.1*
Angebaut ≤10 kW; ≤30 kW ≤100 kW ≤1000 kW ≥1000 kW	61.5 53.3 50.8 49.2 49.2	48.3 46.7 42.2 37.8 36.1*
Integriert ≤10 kW; ≤30 kW ≤100 kW ≤1000 kW ≥1000 kW	73.8 60.7 54.9 50.8 50.8	59.2 54.2 45.9 41.5 39.1*

*Für 2011 noch nicht anwendbar, es gilt der Satz für Anlagen ≤1000 kW.

Quelle: Bundesamt für Energie/swissolar

Solar macht sympathisch

solar Strom

Jetzt planen und handeln!
Der direkte Draht zur Sonne:
info@electron.ch T 041-495 34 22

electron solar

- Swiss finish
- All inclusive
- 30 Jahre Garantie

Quelle, Literatur:
ART-Bericht 694/2008
Thomas Seltmann; Stiftung Warentest; Photovoltaik, April 2011
Heinrich Häberlin; Electrosuisse Verlag, Photovoltaik, 2. Auflage 2010 ■



**Highlight und Faszination zum Einstieg:
Erste Übernachtung in der Heia Safari Lodge**

Südafrika SVLT – Fach- und Ferienreise

Südafrika bietet eine grosse Vielfalt und so reiht sich auf dieser Fach- und Ferienreise des SVLT Höhepunkt an Höhepunkt: Auf dem Programm stehen viele unterschiedlich strukturierte Landwirtschaftsbetriebe. Der Krüger-Nationalpark bietet unvergessliche Augenblicke bei Tierbeobachtungen. In Stellenbosch laden exzellente Weine zum Degustieren ein, und der Besuch von Kapstadt setzt dieser Reise die Krone auf.

Ueli Zweifel

Das Programm beinhaltet sorgfältig ausgewählte landwirtschaftliche Besuche in den Bereichen: Rinderhaltung, Milchwirtschaft, Schweinezucht, Holz, Mais, Käse, Obst, Zitruspflanzen, Weizen und Weinanbau. Auf der Farm Wagendrift erfahren wir viel Typisches über das Farmerleben und in «Lüneburg» lernen wir eine Landwirtschaftskooperation kennen, die sich hauptsächlich auf den Maisanbau, die Milch-, Rind- und Holzwirtschaft spezialisiert hat.

Qualität garantiert



Diese Reise wurde in Zusammenarbeit mit den Sektionen des SVLT ausgearbeitet und geprüft.

Ein Team mit Vertretern einzelner Sektionen war im Februar in Südafrika und hat zahlreiche Betriebe besichtigt. Speziell die Fachbesuche wurden so ausgewählt, dass sie den unterschiedlichen Interessen der SVLT-Mitglieder gerecht wurden.

Eindrücklich ist insbesondere auch der Besuch der «Kendal Coal Mine» in Witbank. Hier wird die Kohle für das Elektrizitätswerk im Tagebau gefördert. Nicht minder eindrucksvoll ist die Besichtigung des grössten Getreidespeichers Südafrikas in Caledon.

Reiseprogramm:

1. Tag: Zürich – Johannesburg

Am Abend Nonstopflug mit Swiss nach Johannesburg.

2. Tag: Johannesburg

Ankunft am Morgen in Johannesburg, Begrüssung und Fahrt ins Hotel **Heia Safari Lodge**. Am Nachmittag verspricht eine **Pirschfahrt** im offenen Geländewagen durch das Reservat beim Hotel spannende Wildtierbeobachtungen.

3. Tag: Johannesburg – Piet Retief

Unterwegs in Richtung **Piet Retief** gibt es die Besichtigung der **Kendal Coal**

Mine in Witbank. Die Kohle für die Stromproduktion wird hier grösstenteils im Tagebau gefördert.

Am Abend bietet die **Farm Wagendrift** eine gemütliche Unterkunft auf einem typischen Bauernhof mit langer Tradition: Die Gastgeber, Johann und Gudrun Engelbrecht sind nämlich in der fünften Generation Nachfahren von deutschen Missionaren. Alle Familienmitglieder sprechen immer noch Deutsch. Die Farm, die 35 km südlich von Piet Retief und 65 km nördlich von Pongola an der südlichsten Spitze der Provinz Mpumalanga liegt, bietet den Besucherinnen und Besuchern spannende Einblicke in die Schweineproduktion mit 700 Zuchtsauen und 7000 Mastschweinen sowie in die Rinderhaltung. Wichtige Betriebszweige sind auch der Molkereibetrieb sowie der Ackerbau und die Forstwirtschaft.

4. Tag: Piet Retief – Lüneburg

Heute geht die Fahrt Richtung Lüneburg und Paulpietersburg. Das kleine Dorf Lüneburg wurde 1854 von Lutheraner Missionaren gegründet. Alteingesessene Bauernschaften, die sich hauptsächlich auf den Maisanbau, die Milch-, Rind- und Holzwirtschaft spezialisiert haben, sind für Lüneburg und seine Umgebung typisch.

5. Tag: Piet Retief – Krüger-Nationalpark

Heute erwartet der Krüger-Nationalpark die Reisegesellschaft. Zuerst aber stattet sie dem zweitkleinsten Land auf dem afrikanischen Kontinent, d.h. dem Mini-Königreich Swaziland, einen Besuch ab. Total monarchisch geführt, gehört es zu den ärmsten Ländern der Welt. Zu den wichtigsten landwirtschaftlichen Produkten zählen Zuckerrohr, Baumwolle, Mais, Reis, Zitrusfrüchte, Hirse und Erdnüsse. Außerdem werden Rinder und Ziegen gezüchtet. Die Menschen sind zu 60 Prozent in der Landwirtschaft tätig, wo sie hauptsächlich für die Selbstversorgung produzieren, während praktisch nichts in den Export geht. Die demografischen Prognosen sind düster, denn das Land fällt durch die höchste Rate an Menschen auf, die an Aids erkrankt sind. Zudem gibt es nur eine rudimentäre Gesundheitsversorgung.

Angekommen im Krüger-Nationalpark, ergibt sich eine erste Möglichkeit zu Entdeckungen auf einer Pirschfahrt. Die Unterkunft in der Nkambeni Tented Lodge liegt dabei im Park selbst.

6. Tag: Krüger-Nationalpark

Ein spannender Tag im Krüger-Nationalpark mit einer Pirschfahrt im offenen Geländewagen ist angesagt. Die Natur ist atemberaubend und weltberühmt für ihre

Tier- und Pflanzenwelt. Erfahrene und speziell ausgebildete Ranger vermitteln als Ergänzung zu den Beobachtungen packende Hintergrundinformationen. Im grössten «Tierpark» der Welt sind längst nicht nur die «Big 5» zu Hause, sondern auch jede Menge anderer faszinierender Tiere und Pflanzen.

7. Tag: Krüger-Nationalpark – Kapstadt

Nach dem Frühstück verlässt die Reisegruppe Nkambeni in Richtung des internationalen Flughafens in Johannesburg und fliegt nach **Kapstadt** weiter.

8. Tag: Caledon – Elgin

Der Ort Caledon ist Zentrum des wichtigsten Weizenanbaugebietes. So finden sich hier die grössten Getreidespeicher Südafrikas. Der Geschäftsführer von Wheat & Silos weiss dazu viel Wissenswertes. Es gibt auch eine Käsedegustation auf der «Klein River»-Käsefarm. Danach folgt der Besuch einer Obstplantage.

9. Tag: Kapstadt – Kaphalbinsel

Auf dem Programm stehen eine Stadtrundfahrt und die Besichtigung des berühmten Tafelbergs. Weiter führt die Strasse über die wunderschöne Kaphalbinsel. Auf der Rückfahrt Richtung Kapstadt ist ein Stopp am Boulders Beach geplant. Boulders Beach ist nämlich das Refugium der berühmten Jackass-Pinguine (Brillenpinguine). Die putzigen Vögel verhalten sich zwar zutraulich, wenngleich sie sich nicht gerade streicheln lassen. Unterwegs besucht man auch eine in der Kapregion gelegene Straussenfarm.

10. Tag: Kapstadt – Stellenbosch

Heute steht eine von einem schwarzafrikanischen Reiseleiter begleitete Township-Tour auf dem Programm. Zur Zeit der

Apartheid wurden diese Townships, abgeschottet von der weissen Bevölkerung, speziell für die Schwarzafricaner und die Einwanderer aus Asien eingerichtet. Noch heute besitzen die Townships die Ausmasse von mittelgrossen Satellitenstädten an der Peripherie zur City. Die einzelnen Behausungen, sogenannte «Bretterbuden» oder «Baracken» sind meistens zufällig hingestellt. Das Ganze wird im Rückblick zum attraktiven und faszinierenden Erlebnis.

Daran schliesst sich die Fahrt nach «Bein Wein», einem kleinen Weingut im schönen Stellenbosch, an. Das Schweizer Tierarztehepaar, Luca und Ingrid Bein, betreibt hier ein kleines, aber feines Weingut. Klar steht auch ein Besuch von Stellenbosch selbst auf dem Programm, der nach Kapstadt zweitältesten Stadt Südafrikas.

11. Tag: Abschied

Nach dem Frühstück steht noch ein interessanter und spannender Fachbesuch auf dem Programm. Spätabends Nonstopflug von Kapstadt nach Zürich mit Edelweiss/Swiss. Die Ankunft ist um 9.50 Uhr am nächsten Morgen.

Badeferienverlängerung:

4 Nächte Aufenthalt im 4-Stern-Hotel Protea President in Kapstadt inkl. Robben-Inselausflug. ■

Reisedaten:

- Reise 1: 03.01.–14.01./18.01.12
- Reise 2: 10.01.–21.01./25.01.12
- Reise 3: 17.01.–28.01./01.02.12
- Reise 4: 24.01.–04.02./08.02.12
- Reise 5: 31.01.–11.02./15.02.12
- (Reise 5 in französischer Sprache)
- Reise 6: 07.02.–18.02./22.02.12
- Reise 7: 14.02.–25.02./29.02.12

Preise, praktisch alles inbegriffen:

Pro Person im Doppelzimmer Fr. 4730.–
Zuschlag Einzelzimmer Fr. 420.–

Badeferienverlängerung

Pro Person im Doppelzimmer Fr. 920.–
Zuschlag Einzelzimmer Fr. 260.–

Auskünfte und Anmeldung bei Bischofberger Info-Reisen Frau Veronica Parrino oder Claudia Hoffmann unter Tel. 044/384 93 93. Minimum 15 Teilnehmende pro Reise.

