

# BETRIEBSKOSTEN VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN

**SOLARSTROMANLAGEN  
EFFIZIENT BETREIBEN**



**energie schweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.



Solarmodule mit Ost-/Westausrichtung auf einem Flachdach

Solarstromanlagen sind einfach aufgebaut und benötigen meistens keine regelmässige Wartung. Netzgekoppelte Anlagen bestehen im Wesentlichen aus den beiden Hauptkomponenten Solarmodule und Wechselrichter.

Die Solarmodule wandeln das Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um. Die der Witterung ausgesetzten Bestandteile der Solarmodule bestehen aus robusten, langlebigen Materialien wie Glas und Metall.

Die Wechselrichter wandeln den Gleichstrom von den Solarzellen in netzkonformen Wechselstrom um und sie steuern gleichzeitig den automatischen Betrieb der Anlage.



Wechselrichter im Kellergeschoss

# INHALTSVERZEICHNIS

---

SIND DIE BETRIEBSKOSTEN BEI PV-ANLAGEN RELEVANT? .....	4
UNTERSCHIEDUNG VON KAPITALKOSTEN UND BETRIEBSKOSTEN .....	5
UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ZU BETRIEBSKOSTEN VON PV-ANLAGEN.....	6
• Fallbeispiel 1: PV-Anlage Einfamilienhaus .....	9
• Fallbeispiel 2: PV-Anlage beim Hangar Airport Genève.....	10
MIT WELCHEN KOSTEN MUSS ICH FÜR MEINE ANLAGE RECHNEN?.....	11
WAS MUSS ICH BEACHTEN, DAMIT DIE BETRIEBSKOSTEN TIEF BLEIBEN? .....	15

# SIND DIE BETRIEBSKOSTEN BEI PV-ANLAGEN RELEVANT?

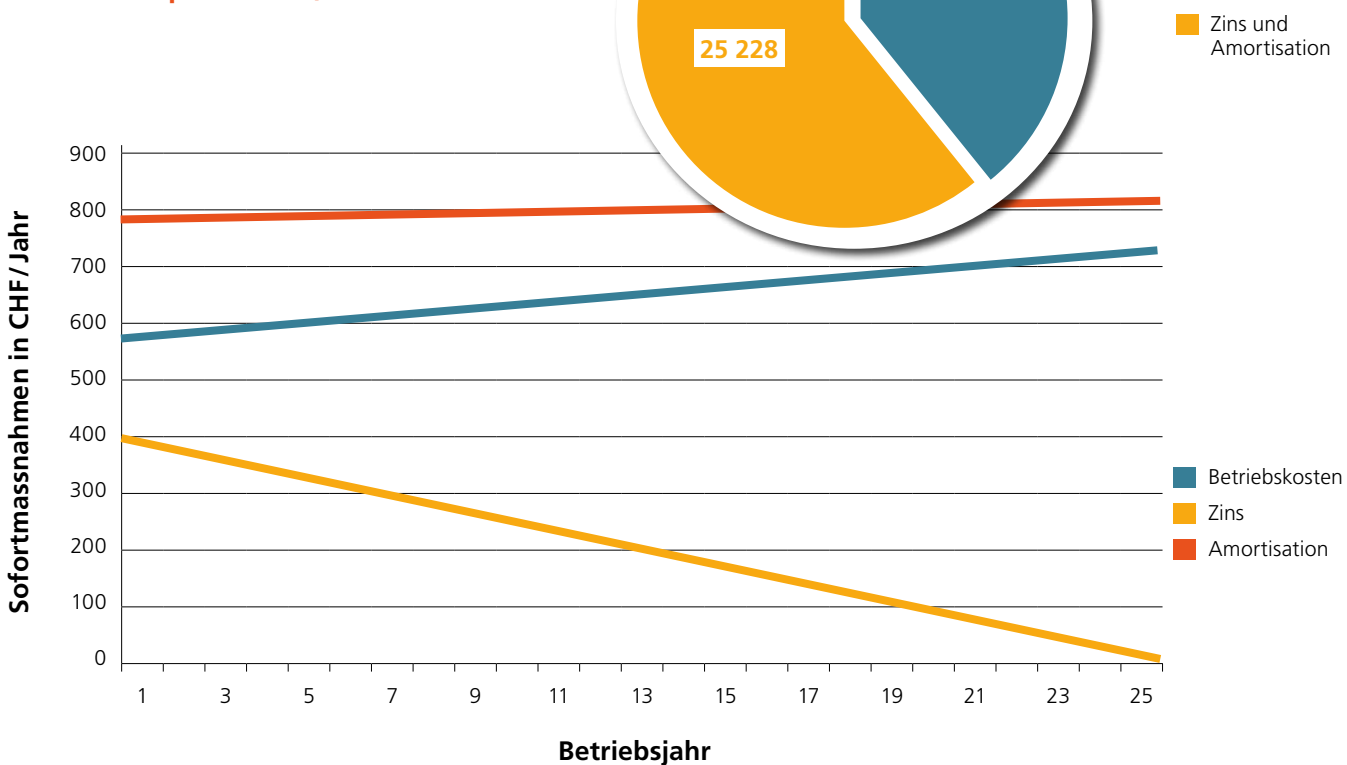
Die vorliegende Broschüre bezieht sich vorwiegend auf netzgekoppelte Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen). Typisch bei solchen Anlagen ist, dass sie keine beweglichen Teile aufweisen und aus langlebigen Materialien bestehen. Somit braucht es keinen Ersatz in Folge mechanischer Abnutzung und sowieso keine Brennstoffe oder Schmiermittel. Daraus folgt, dass richtig dimensionierte und gut gebaute PV-Anlagen ohne regelmässige Wartung einwandfrei funktionieren. Die bisherigen Erfahrungen bestätigen diese Erwartungen weitgehend. Trotzdem sind die Betriebskosten relevant, und sie können sich in ungünstigen Fällen stark auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen auswirken. Warum und wie diese Kosten beeinflusst werden können, wird in der vorliegenden Broschüre aufgezeigt.

Allgemein bekannt ist, dass die Preise schlüsselfertiger Solaranlagen in den vergangenen zwei Jahrzehnten massiv gefal-

len sind. Als Vergleichsgrösse werden dazu die Anschaffungskosten beigezogen, von den Betriebskosten wird selten gesprochen. Dies unter anderem auch, weil bei den ursprünglich hohen Initialkosten die Betriebskosten nicht relevant waren. Heute kostet eine Solaranlage allerdings etwa zehn Mal weniger als vor zwanzig Jahren, weshalb die Betriebskosten relevant sind. Auch die tiefen Kapitalzinsen tragen dazu bei, dass der Anteil der Kapitalkosten gesunken ist.

Mit der richtigen Planung, der sorgfältigen Auswahl der Komponenten und dem fachgerechten Bau der Anlage können die Betriebskosten auf das wirtschaftlich vertretbare Mass begrenzt werden.

## KOSTENANTEILE ÜBER DIE BETRIEBSZEIT ALS VERLAUF UND IN DER SUMME FÜR EINE 10-kWp-ANLAGE, PREISSTAND 2015



# UNTERSCHIEDUNG VON KAPITALKOSTEN UND BETRIEBSKOSTEN

Bei den **Kapitalkosten** handelt es sich um die Anfangsinvestition mit den entsprechenden Folgekosten wie Kapitalrückzahlung und Verzinsung des investierten Kapitals.

POS.	BEZEICHNUNG	BESCHREIBUNG
1	Zinsen und Abschreibungen resp. Kapitalamortisation	Zinsen und Abschreibungen ergeben sich analog dem eingesetzten Kapital resp. dem Kaufpreis der betriebsbereiten Anlage.
2	Kapital- und Gewinnsteuern	Zinserträge und Gewinn aus dem Betrieb der Anlage sind steuerpflichtig.
3	Garantieleistungen	Eigener Aufwand zur Einforderung der Garantiewerke
4	Übrige Risikoversicherungen	Kapitalschutz und Ertragsausfallrisiko
5	Nachträgliche, wertvermehrende Investitionen	Erweiterung oder Verbesserung der Anlage

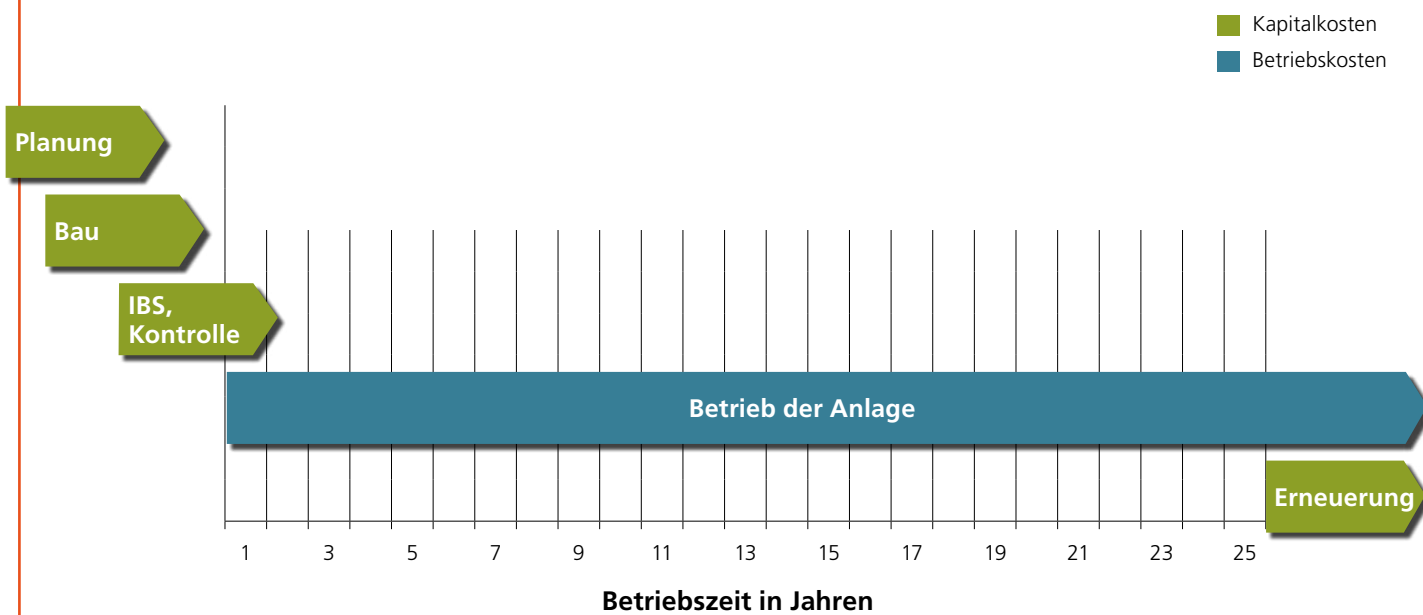
Kapitalkosten

Bei den **Betriebskosten** handelt es sich um laufende oder ereignisbezogene Kosten für den sicheren und zweckgemässen Betrieb der Anlage.

POS.	BEZEICHNUNG	ANLAGETEILE, ARBEITEN
1	Unterhalt, Reparatur und Ersatz	Wechselrichter, Solarmodule, Sicherungen, Überspannungsableiter, Schalter, .....
2	Periodische Gebühren für Zähler, Netzanschluss, Herkunftsnachweis (HKN)-Erfassung	Zähler- und Netzanschlussgebühren, Abrechnungen, Herkunftsnachweise, Administration
3	Service- und Kontrollgänge	Kontrolle der Anlage nach Bedarf oder periodische Kontrolle
4	Betriebsüberwachung	Kosten für die automatische Betriebsüberwachung oder visuelle Zählerablesung
5	Reinigung	Aufwand für die Reinigung, kann mit Pos. 3 kombiniert sein
6	Versicherung	Haftpflicht- und Elementarschadenversicherung
7	Administration, Verwaltung	Oft relevant bei Anlagen im Contracting, bei Gemeinschaftsanlagen, Genossenschaften
8	Diverses (MwSt., Dachmiete, ...)	MwSt. nur bezogen auf den Unterhaltsanteil

Zuordnung zu den Betriebskosten

## TYPISCHE ZUORDNUNG DER KOSTEN IM ZEITVERLAUF



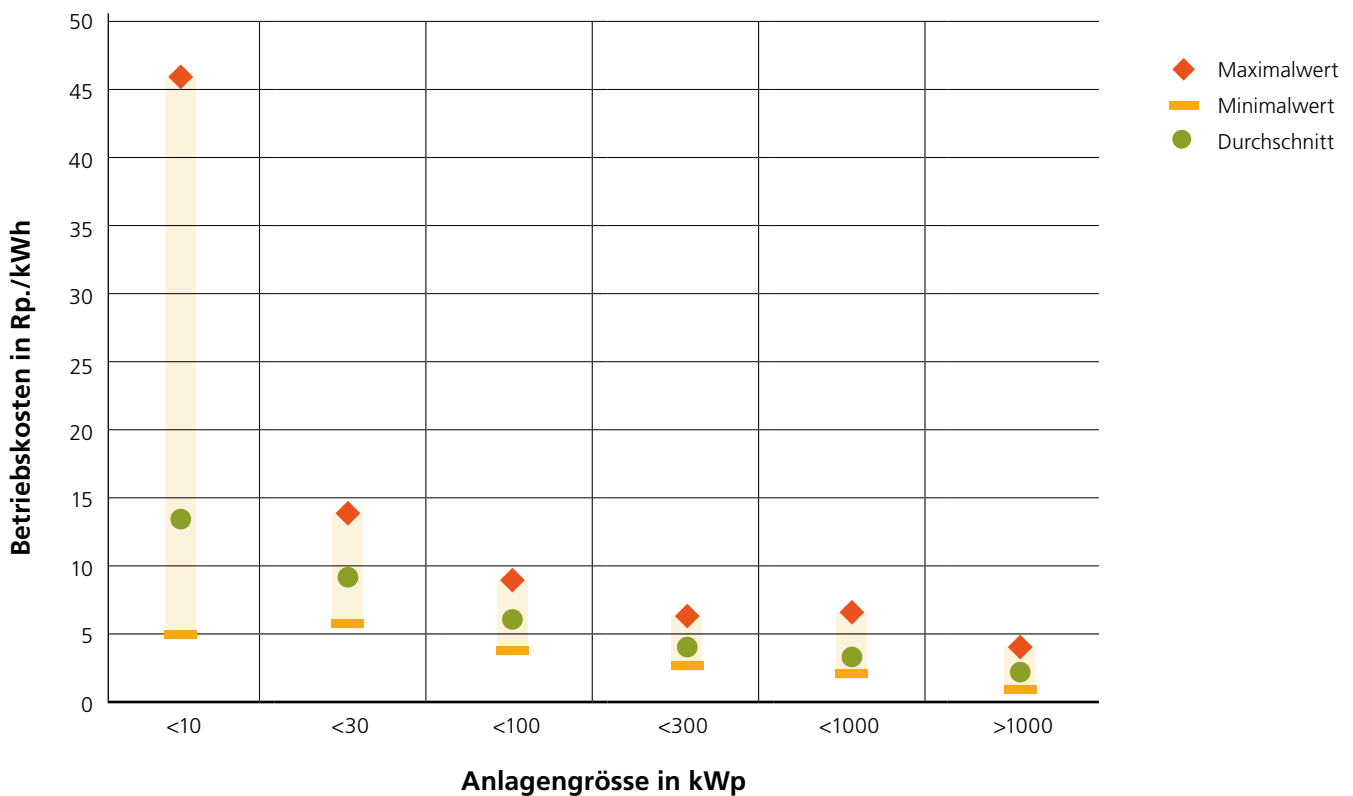
# UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ZU BETRIEBSKOSTEN VON PV-ANLAGEN

Im Rahmen einer Untersuchung zu den Betriebskosten von PV-Anlagen aus den Jahren 2014 und 2015 wurden von verschiedenen privaten und institutionellen Anlagebetreibern Daten zum Betrieb von Solaranlagen erhoben. Insgesamt konnten dadurch Betriebskosten von rund 250 Anlagen erfasst werden.

Der Streubereich ist auffällig gross bei den kleinen Anlagen. Das begründet sich vor allem mit den teilweise hohen Kosten für das Zählerwesen, die Audits und die Betriebsüberwachung mit Datenkommunikation. Die ganz tiefen Werte stammen von Eigenverbrauchsanlagen mit direkter Überwachung durch den Eigentümer vor Ort. Das Alter der im Rahmen dieser Studie untersuchten Anlagen zeigt das Abbild der Marktentwicklung: Die meisten Anlagen wurden vor we-

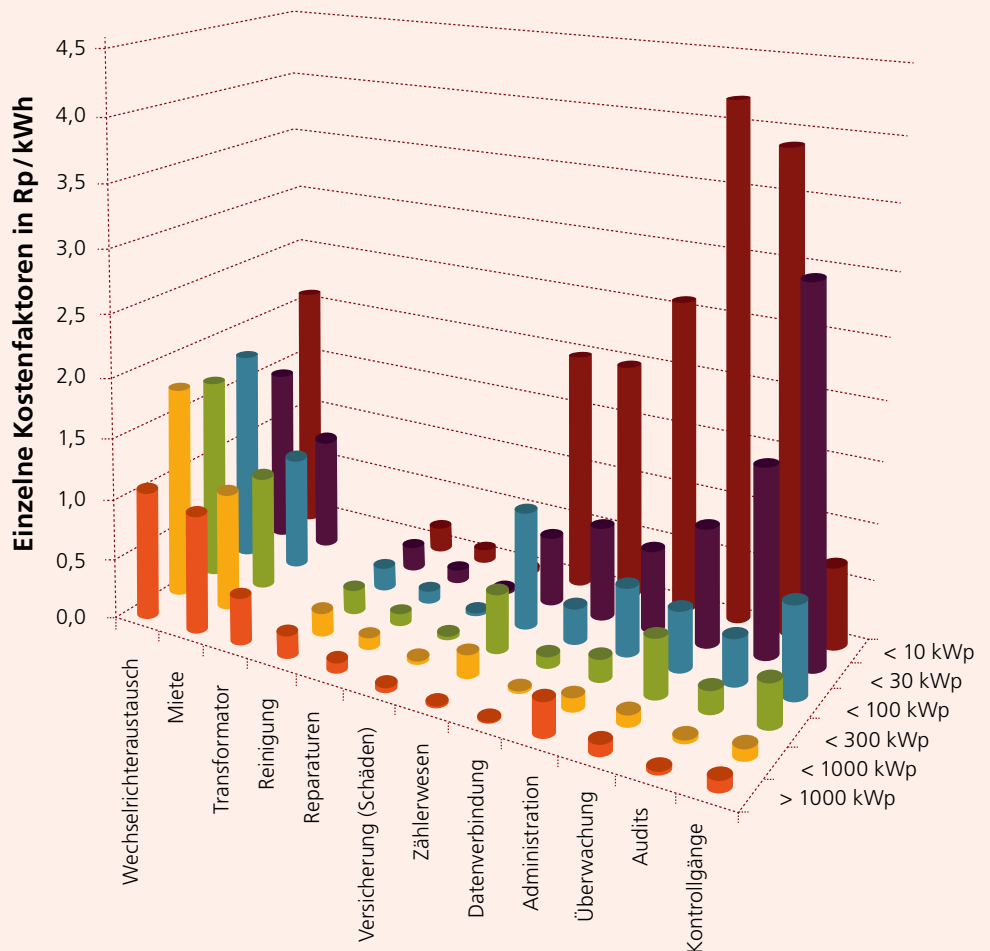
nigen Jahren gebaut, nur etwa fünf Prozent der erfassten Anlagen waren länger als zehn Jahre in Betrieb. Bei neuen Anlagen sind die Wechselrichter in der Regel noch nicht ersetzt oder repariert worden. Entsprechend sind dazu bei vielen Betreibern keine Kosten angefallen. Bei älteren Anlagen zeigt sich eindeutig, dass die Kosten für den Ersatz der Wechselrichter oder Reparaturen relevant sind. Darum machen einige Anlagenbetreiber von Beginn weg dafür Rückstellungen. Zwecks Vergleichbarkeit der Daten wurden die Kostenangaben zu den Wechselrichtern auch auf die Anlagen übertragen, welche dazu keine Angaben machten. Es kann davon ausgegangen werden, dass Wechselrichter in der Regel einmal während der gesamten Betriebsdauer von 25 bis 30 Jahren ausgetauscht werden müssen.

## ERGEBNISSE AUS DER UMFRAGE BEI DEN BETREIBERN VON ANLAGEN



## RESULTATE AUS DER UMFRAGE BEZOGEN AUF EINZELNE KOSTENFAKTOREN

- < 10 kWp
- < 30 kWp
- < 100 kWp
- < 300 kWp
- < 1000 kWp
- > 1000 kWp



Die Mittelwerte der erfassten Betriebskosten geben kein ausreichendes Bild ab über die zu erwartenden Betriebskosten von PV-Anlagen. Es wurden darum drei Referenzbeispiele mit 5 kWp, 50 kWp und 500 kWp definiert und die wesentlichen aus den Umfragen erfassten Kosten zugeordnet.

	5 kWp-DACH PV-ANLAGE EINFAMILIENHAUS	50 kWp-DACH PV-ANLAGE MEHRFAMILIENHAUS	500 kWp-DACH PV-ANLAGE INDUSTRIE/LANDWIRTSCHAFT
Ersatz der Wechselrichter	2,1	1,7	1,5
Stromzähler/Lastgangmessung	2/2	2	0,2
Kontrollgänge	0,5	2	0,2
Überwachung und Datenverbindung		1	0,1
Dachmiete			1
<b>Kaum beeinflussbare Kosten</b>	<b>4,1</b>	<b>3,7</b>	<b>1,7</b>
<b>Beinflussbare Kosten</b>	<b>0,5</b>	<b>3,0</b>	<b>1,3</b>
<b>Total</b>	<b>4,6</b>	<b>6,7</b>	<b>3,0</b>

Übersicht zu den relevanten Kostenfaktoren für drei Anlagegrößen in Rp./kWh aus der Umfrage. Kleinere Kostenpositionen wie Verwaltung, Versicherungsprämien etc. sind hier nicht aufgeführt.





Dachintegrierte PV-Anlage auf einem Einfamilienhaus

### FALLBEISPIEL 1: PV-ANLAGE EINFAMILIENHAUS

Inbetriebnahme	21. April 2008
Nennleistung	10,2 kWp
Solarmodule	Megaslate Indachmodule
Erwarteter Ertrag	922 kWh/kWp pro Jahr
Mittlerer Ertrag effektiv	1040 kWh/kWp pro Jahr (Mittel von 2009–2016)
Gesamtertrag seit 2008	92 486 kWh (seit 21.4.2008 bis 31.12.2016)

<b>Betriebskosten</b>	
Wechselrichteraustausch	CHF 1865.–
Versicherungsgebühren	CHF 40.– pro Jahr
Ertragskontrolle	CHF 50.– pro Jahr (Ablesung als Eigenleistung)
Administration	CHF 50.– pro Jahr (Zahlungs- kontrolle, Steuern etc.)
Betriebskosten total	CHF 3077.– (seit 21.4.2008 bis 31.12.2016)
Betriebskosten pro kWh	3,3 Rp/kWh



PV-Anlage der Edisun Power beim Flughafen Genf

Die Anlage läuft seit dem Anschluss an das Netz problemlos. Die Erträge sind konstant gut und liegen klar über den ursprünglichen Prognosen. Die überdurchschnittliche Sonneneinstrahlung und die Reflektionen vom Flughafen und vom Aludach zählen zu den Gründen für die guten Erträge.

Die Anlage wird im Sinne der vorbeugenden Wartung einmal jährlich durch unseren externen Partner BE Netz AG überprüft resp. gewartet. Im Rahmen der Wartung werden manchmal kleine Reparaturen ausgeführt, z.B. der Wechsel eines defekten Moduls. Die Anlage wurde im 2014 gereinigt und produziert seither spürbar besser.

Zu den vorangehenden Jahren liegen keine detaillierten Auswertungen vor. Da es über die gesamte bisherige Betriebszeit keine kostenrelevanten Reparaturen gab, waren die Betriebskosten ähnlich wie in den Jahren 2013 und 2015.

Rainer Isenrich, CEO Edisun Power Europe AG

## FALLBEISPIEL 2: PV-ANLAGE BEIM HANGAR AIRPORT GENÈVE

Inbetriebnahme	Dezember 2005
Nennleistung	280 kWp
Solarmodule	Sharp Module NT 175 E1 Ausrichtung Süd, Aufständigung 20 Grad
Wechselrichter	4 Stück Solarmax (1x20C, 1x25C, 2x100C)
Ertragskontrolle	Betriebsüberwachung via Solarmax Portal
Erwarteter Ertrag	1000 kWh/kWp pro Jahr
Mittlerer Ertrag effektiv	1135 kWh/kWp pro Jahr (Mittel von 2006–2016)
Gesamtertrag seit 2008	3 500 000 kWh (seit Dezember 2005 bis 31.12.2016)

Betriebskosten	
2013	3,5 Rp./kWh
2014	4,3 Rp./kWh
2015	2,1 Rp./kWh

Die regelmässig anfallenden Betriebskosten bestehen aus Kosten für Versicherungen, vorsorglichen Unterhalt mit einem Kontrollgang pro Jahr, Reparaturen, Lastgangmessung und Verwaltung. Im Jahr 2014 wurde die Anlage erstmals gereinigt, was sich in den leicht erhöhten Betriebskosten im betreffenden Jahr deutlich zeigt.

# MIT WELCHEN KOSTEN MUSS ICH FÜR MEINE ANLAGE RECHNEN?

Aus den Ergebnissen wurden die Zielwerte von drei Anlagegrössen mit 10 kWp, 100 kWp und 1000 kWp Nennleistung und zwei Montagearten auf dem Schräg- und Flachdach berechnet. Beim Flachdach wurde für eine Anlagengrösse die Zusatzoption begrüntes Flachdach definiert.

BAUART	GRÖSSE 10 kWp	100 kWp	>1000 kWp
Schrägdach (SD)	Private Anlage auf Einfamilienhaus, Eigenverbrauch	Gewerbliche Anlage, mit KEV	PV-Kraftwerk, mit KEV, mit Contracting
Flachdach Kies (FD Kies)	Private Anlage auf Einfamilienhaus, Eigenverbrauch	Gewerbliche Anlage, mit KEV	PV-Kraftwerk, mit KEV, mit Contracting
Flachdach begrünt (FD grün)		Gewerbliche Anlage, mit KEV	

Weil die Betriebskosten von situativen und betrieblichen Faktoren und Umständen bestimmt werden, braucht es genaue Festlegungen, was an Unterhalt zu erwarten ist.

## 10-kWp-ANLAGE AUF WOHNHAUS MIT SCHRÄG- ODER FLACHDACH IM EIGENVERBRAUCH OHNE HERKUNFTSNACHWEIS

- Haushaltzähler im 4Q-Betrieb, erfasst auch die Rücklieferenergie
- Betriebskontrolle durch die Bewohner mittels regelmässigen Sichtkontrollen
- Keine automatische Datenübertragung
- Ertragsablesung am Wechselrichter, kein Produktionszähler
- Reinigung und Dachunterhalt nur bei der Variante Flachdach
- Nur sehr geringe Administration
- Keine Dachmiete
- Kosten Wechselrichter-Ersatz: nach 13 Jahren, CHF 2000.–, 1,6 Rp./kWh

## 100-kWp-ANLAGE AUF BÜRO- ODER GEWERBEHAUS MIT SCHRÄG- ODER FLACHDACH UND KEV-VERGÜTUNG

- Herkunftsnachweise und Messung des Energieertrages durch die Lastgangmessung
- Betriebskontrolle durch die Gebäudenutzer

- Automatische Datenübertragung zur Ertragskontrolle
- Reinigung und Dachunterhalt nur bei der Variante Flachdach
- Zusätzliche Gründachpflege verursacht 0,5 Rp./kWh Mehrkosten
- Mittlerer Administrationsaufwand, weil die Anlage durch den Gebäudenutzer betrieben wird
- Keine Dachmiete
- Kosten Wechselrichter-Ersatz: nach 13 Jahren, CHF 16 000.–, 1,3 Rp./kWh

## >1000-kWp-ANLAGE AUF INDUSTRIEGEBÄUDE MIT SCHRÄG- ODER FLACHDACH IM CONTRACTING MIT KEV

- Herkunftsnachweise und Messung des Energieertrages durch die Lastgangmessung
- Betriebskontrolle durch den Contractor
- Automatische Datenübertragung zur Ertragskontrolle und Monitoring
- Reinigung und Dachunterhalt nur bei der Variante Flachdach
- Erheblicher Administrationsaufwand beim Contractor
- Wartungsvertrag Mittelspannungstransformator verursacht 0,4 Rp./kWh
- Dachmiete mit 1 Rp./kWh
- Kosten Wechselrichter-Ersatz: nach 13 Jahren, CHF 120 000.–, 1 Rp./kWh

Bei kleinen Anlagen entfallen die Zählerkosten, weil der bestehende Bezugszähler auch die Rücklieferung erfasst und der Produktionszähler nicht zwingend notwendig ist. Die von der Solaranlage gelieferte Energie wird vielfach mit genügender Genauigkeit vom Wechselrichter erfasst.

Bei Solaranlagen auf begrünten Flachdächern kommen etwa 0,5 Rp./kWh mehr dazu für die zusätzliche Gründachpflege.

Eine Dachmiete und die Kosten für den Mittelspannungstransformator sind nur bei grossen Anlagen >1 MWp berücksichtigt.

	GRÖSSE							
	TYP	10 kWp SD	10 kWp FD Kies	100 kWp SD	100 kWp FD Kies	100 kWp FD grün	>1 MWp SD	>1 MWp FD Kies
Wechselrichterunterhalt		■	■	■	■	■	■	■
Reinigung, Dachunterhalt		■	■	■	■	■	■	■
Service- und Kontrollgänge		■	■	■	■	■	■	■
Reparaturen und Ersatz, o. Wechselrichter		■	■	■	■	■	■	■
Autom. Anlagenüberwachung		■	■	■	■	■	■	■
Zählerwesen		■	■	■	■	■	■	■
Versicherung		■	■	■	■	■	■	■
Administration		■	■	■	■	■	■	■
Diverses (Miete und MS-Trafo)		■	■	■	■	■	■	■

■ entfällt	■ wird ausgeführt	■ Ausführung im reduzierten Takt/Aufwand
SD Schrägdach	FD Flachdach	

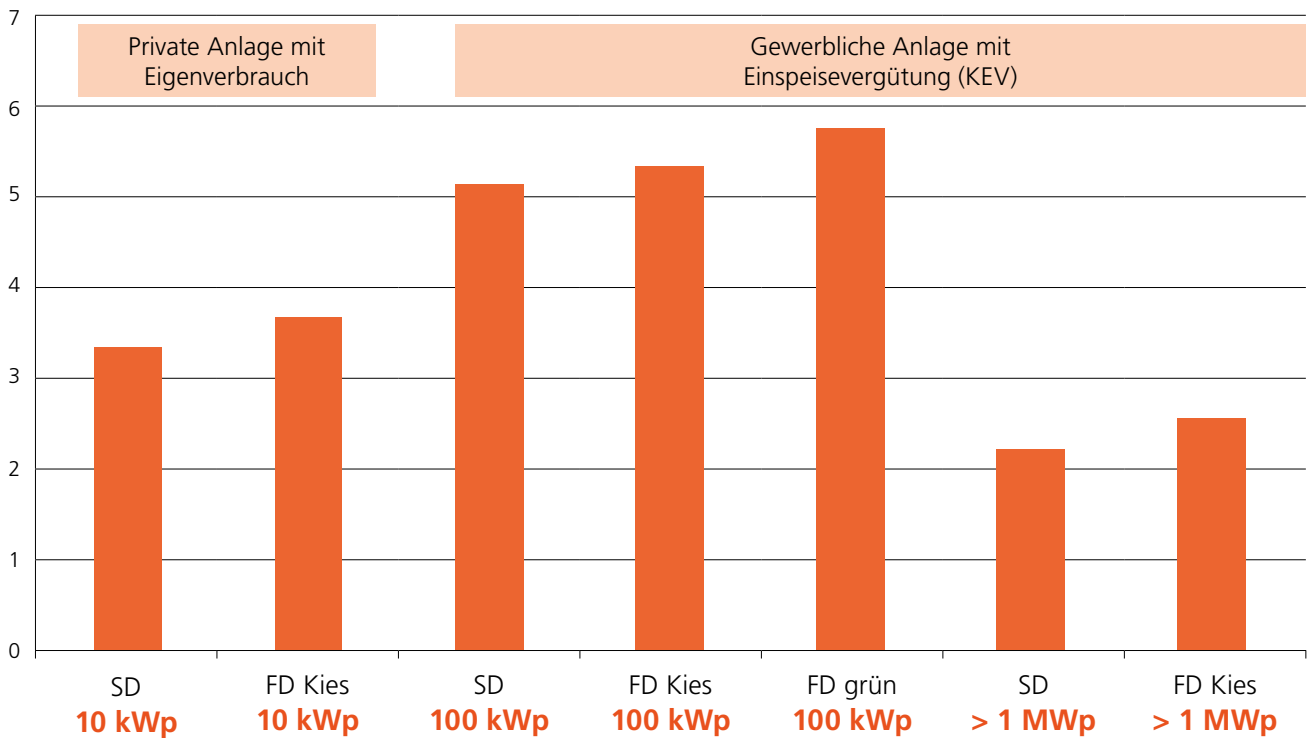
Die nachfolgenden Planungswerte wurden aus den definierten Kostenbausteinen und den angenommenen Betriebsstrategien zusammengesetzt. Dazu werden die einfach anwendbaren Massnahmen zur Optimierung der Betriebskosten als umgesetzt angenommen.

Zu den so ermittelten Betriebskosten muss deutlich bemerkt werden, dass es sich um relativ optimistische Erwartungswerte handelt. Sondereinflüsse wie schwere Unwetter mit ungedeckten Schadenfolgen, Garantiausfällen als Folge von Konkursen oder vorzeitige, unerwartete Ertragsminderungen sind nicht berücksichtigt. Zudem sei betont, dass die BK so wie bisher auch in Zukunft von Anlage zu Anlage sehr stark variieren werden.

Die Umfrageergebnisse zeigen zwar tiefere Kosten, aber keinen Trend, dass die Differenzen kleiner werden. Diese ergeben sich durch zufällige lokale Wetterereignisse, durch spontane Defekte und Ausfälle bei Betriebsmitteln und durch standortbedingte Faktoren wie den Zugang oder das Verschmutzungsrisiko an staubigen Standorten, ebenso aus der Qualität von Installation und Komponenten.

## BETRIEBSKOSTEN-PLANUNGSWERTE FÜR DIE ZUVOR BESCHRIEBENEN FALLBEISPIELE

Zielwerte Betriebskosten in Rp./kWh, ab Baujahr 2016





### PV AUF BEGRÜNTE DÄCHERN

Die Solaranlage auf einem Gründach benötigt mehr Pflege als eine Anlage auf einem Blech- oder Ziegeldach. Weil ein begrüntes Dach auch ohne Solaranlage mehr Pflegeaufwand als ein bekiestetes Flachdach erfordert, sollte entsprechend nur der wegen der PV-Anlage anfallende Mehraufwand den Betriebskosten der PV-Anlage zugeordnet werden. Der wesentliche Aufwand entsteht durch das Ausreissen von hoch wachsenden Pflanzen, welche wegen der Beschattung den Energieertrag reduzieren. Mit entsprechenden Massnahmen kann die Anzahl der notwendigen Interventionen stark beeinflusst werden, dazu zählen in erster Linie die Zusammensetzung und das Ausmass des Substrates und die Höhe der Modulunterkante ab Substratoberfläche.

Zwei gute Beispiele von PV-Anlagen in Kombination mit begrünten Flachdächern. Beide Beispiele mit blühenden Sedumpflanzen und genügend Abstand zwischen Modulunterkante und Dachoberfläche. Oben das Beispiel mit südlich ausgerichteten Modulen und unten die Variante mit Ost-West-Ausrichtung.

# WAS MUSS ICH BEACHTEN, DAMIT DIE BETRIEBSKOSTEN TIEF BLEIBEN?

---

Wie zuvor gezeigt, bestimmen viele Faktoren die laufenden Betriebskosten. Ein Teil davon kann beeinflusst werden, andere Faktoren werden typischerweise durch bestimmte Ereignisse und Betriebsbedingungen geprägt. Nachfolgend einige Beispiele von Kostentreibern, die beeinflusst werden können.

## ANLAGEMONITORING

Wer bei kleinen Anlagen auf eine separate Fernüberwachung verzichtet, spart wesentlich Betriebskosten. Entweder kann das bestehende Internet genutzt werden, womit die Kosten der Datenübertragung entfallen, oder es wird gänzlich auf die Fernüberwachung verzichtet. In diesem Fall sollte der Wechselrichter mit Displays gut zugänglich platziert werden, damit zumindest mittels Ablesung der Wechselrichteranzeige Zustand und Betrieb jederzeit einsehbar sind. Es liegt in der Verantwortung und Pflicht des Eigentümers, dass Betrieb und Zustand der Anlagen regelmässig kontrolliert werden.

## HOHE QUALITÄT MIT DER INSTALLATION DURCH EINEN SOLARPROFI

Ein Solarprofi aus der Region kennt die Anforderungen an die Qualität und Sicherheit bei der Beschaffung der Komponenten, beim Bau und beim Betrieb der Anlage. Er steht in der Regel auch nach Fertigstellung für allfällige Reparaturen und Ersatz von defekten Komponenten zur Verfügung. So lassen sich unerwartete Betriebsunterbrüche minimal halten. Unter [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch) finden Sie alle Informationen zu den Solarprofis®.

## REINIGUNG UND REINIGUNGSINTERVALLE OPTIMIEREN

Darüber ob und wie oft die PV-Module gereinigt werden sollten, gibt es sehr unterschiedliche Auffassungen und Erfahrungswerte. Geringe Verschmutzungen verursachen keine signifikanten Ertragsreduktionen. Zudem reinigen starke Regengüsse die Moduloberflächen relativ gut. Bei PV-Fassaden genügen die üblichen Reinigungsintervalle, wie sie auch für Glasfassaden ohne PV vorgesehen sind. Wenig aufgeständerte Module müssen häufiger gereinigt werden als solche auf Schrägdächern mit mehr als zehn Grad Neigung. Ebenso spielt die Anordnung der Module (hochkant oder querliegend) eine Rolle oder ob ein rahmenloses Modul verwendet wird. Ohne Rahmen entstehen weniger ausgeprägte Schmutzablagerungen an der Unterkante.

## ALLFÄLLIGE MIETKOSTEN BEACHTEN

Früher mit den hohen Vergütungstarifen für Solarstrom wurden oft Dachmieten vereinbart. Bei neuen Projekten ist es kaum mehr von Bedeutung, weil einerseits die Preise für den Solarstrom so tief sind, dass eine Miete kaum mehr finanzierbar ist und andererseits werden Solaranlagen aus anderen Gründen ohnehin gebaut.

## VERSICHERUNGSSUMME PRÜFEN

Bei älteren Anlagen sind wegen des starken Preiszerfalls die Versicherungssummen oft viel zu hoch. Es lohnt sich darum, die Police hin und wieder zu kontrollieren. Und bei neueren Anlagen sind häufig die Vorbereitungs- und Administrativkosten erheblich, welche nicht zum Anlagewert gehören und somit nicht versichert werden müssen.

## ORT FÜR DEN WECHSELRICHTER SORGFÄLTIG WÄHLEN

Reparaturen und Ersatz bei Wechselrichtern bilden oft die wesentlichen Anteile bei den Betriebskosten. Die geeignete Wahl des Aufstellungsortes verlängert in der Regel die Zeit bis zum ersten respektive nächsten Reparatursinsatz. Vorteile bieten kühle Standorte mit guter Luftzirkulation und mit möglichst geringem Staubanfall.

## INTEGRATION IN DEN GEBÄUDEBETRIEB

Primär bei Anlagen mit einer Leistung um 100 kWp sind die Kosten für die Betriebsführung, Betriebsüberwachung und das Monitoring hoch. Werden die Anlagen in die bei einem Gebäude ohnehin bestehenden Betriebsprozesse integriert, kann der extra anfallende Aufwand unter Umständen stark reduziert werden. So kann beispielsweise die Betriebsüberwachung in das Gebäudeleitsystem integriert werden und allfällige Kontrollgänge können in Kombination mit anderen Kontrollen erfolgen.

---

**BEI GUT GEBAUTEN UND EFFIZIENT BETRIEBENEN  
PV-ANLAGEN LIEGEN DIE DURCHSCHNITTlichen  
BETRIEBSKOSTEN IM BEREICH VON 2–6 Rp./kWh!**

---

# INFORMATIONEN

---

<a href="http://www.energieantworten.ch">www.energieantworten.ch</a>	Antworten auf Fragen zum Thema Energie
<a href="http://www.energieetikette.ch">www.energieetikette.ch</a>	Energieetikette für Haushaltgeräte, Beleuchtung, Personenwagen, Reifen usw.
<a href="http://www.energiefranken.ch">www.energiefranken.ch</a>	Alle Förderprogramme in Ihrer Gemeinde
<a href="http://www.energieschweiz.ch">www.energieschweiz.ch</a>	Programm EnergieSchweiz
<a href="http://www.energieschweiz.ch/beratung">www.energieschweiz.ch/beratung</a>	Experten beantworten Ihre Energiefragen
<a href="http://www.energieschweiz.ch/energie-check">www.energieschweiz.ch/energie-check</a>	Berechnen Sie Ihren gesamten Energieverbrauch
<a href="http://www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch">www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch</a>	Informationen über den Solarstrom-Eigenverbrauch
<a href="http://www.energieschweiz.ch/heizsystemcheck">www.energieschweiz.ch/heizsystemcheck</a>	Vergleich von Heizungssystemen
<a href="http://www.energieschweiz.ch/meine-solaranlage">www.energieschweiz.ch/meine-solaranlage</a>	Meine Solaranlage in 7 Schritten
<a href="http://www.energieschweiz.ch/solar-offerte-check">www.energieschweiz.ch/solar-offerte-check</a>	Vergleich von Offerten für Solaranlagen
<a href="http://www.energybox.ch">www.energybox.ch</a>	Beurteilen Sie Ihren Stromverbrauch
<a href="http://www.gh-schweiz.ch">www.gh-schweiz.ch</a>	Gebäudehülle Schweiz
<a href="http://www.hev-schweiz.ch">www.hev-schweiz.ch</a>	Hauseigentümerverband Schweiz
<a href="http://www.minergie.ch">www.minergie.ch</a>	Der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Werterhalt
<a href="http://www.snbs.ch">www.snbs.ch</a>	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz
<a href="http://www.solarprofis.ch">www.solarprofis.ch</a>	Solarprofis®
<a href="http://www.swissolar.ch">www.swissolar.ch</a>	Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
<a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a>	Vergleich der sparsamsten Haushaltgeräte
<a href="http://www.vese.ch">www.vese.ch</a>	Verband unabhängiger Energieerzeuger

Diese Publikation wurde in Zusammenarbeit mit Basler & Hofmann AG erstellt.

Die publizierten Zahlen stammen zur Hauptsache aus einem Projekt von Energie Schweiz, durchgeführt von der ZHAW in Winterthur, Basler & Hofmann AG, BE Netz AG und Swissolar.

## Bildquellen

Titelbild + S. 2: Basler & Hofmann AG, S. 6 + 9: BE Netz AG, S. 10: Edisun Power Europe AG, S. 14: Contec AG

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern  
Infoline 0848 444 444, [www.energieschweiz.ch/beratung](http://www.energieschweiz.ch/beratung)  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

Vertrieb: [www.bundespublikationen.admin.ch](http://www.bundespublikationen.admin.ch)  
Artikelnummer 805.523.D



ClimatePartner  
klimaneutral

Druck | ID 53458-1704-1044