

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

Amortisation von Photovoltaik -Anlagen

Der volkswirtschaftliche Sinn von Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) wird zum Teil kontrovers diskutiert. In der folgenden Übersicht sollen die verschiedenen Argumente mit den derzeit aktuellen Fakten überprüft und dargestellt werden.

1 Aktuelle Kennzahlen der PV-Anlagen

Als Grundlage für die weiteren Betrachtungen dient eine typische PV-Anlage, die im Herbst 2014 in Daisendorf installiert wurde. Sie ist auf einem nach Süden ausgerichteten Dach mit einer Neigung zwischen 25° und 45° installiert. Anlagen mit anderen Leistungen, Orientierungen und Aufstellungsorten können mehr oder weniger von diesen Werten abweichen. Diese Anlagen werden in der Regel nur geringfügige Abweichungen von der typischen Anlage aufweisen, so dass die hier angegebenen Ergebnisse als repräsentativ angesehen werden können.

Daten einer typischen Anlage

Zellen	polykristallines Silizium	
Leistung	5 kW _{peak} *(Nennleistung)	
PV-Generatorfläche	33,5 m ²	
Aufstellung	nach Süden orientiertes Dach mit 36° Neigung**	
Wechselrichter	1 Phase, Hersteller SMA, Nennleistung: 4 kW	
Kosten PV-Anlage	7.400 € (typischer Preis der Anlage mit Montage, ohne MWSt) (Die Mehrwertsteuer wird vom Finanzamt rückerstattet)	
Einzelpreise	PV-Module	3.600 €
	Gestell und Material	800 €
	Wechselrichter	1.250 €
	Montage mit Gerüst	900 €
	Netzanschluss mit Zähler	850 €
Solarstromerzeugung	5.250 kWh/a (Jahresmittelwert in Daisendorf)	
Betriebsweise	Eigenverbrauch (30 %), Netzeinspeisung (70 %)	
Einspeisevergütung	464 €/a (12,62 Cent/kWh * 5250 kWh/a * 70%)	
Ersparnis (Eigenverbrauch)	441 €/a (28,00 Cent/kWh * 5250 kWh/a * 30%)	
Gesamtertrag	905 €/a	
Betriebskosten	75 €/a (Versicherung, Rücklage für Wechselrichter u.ä.)	
Überschuss	830 €/a	

Anmerkungen:

*Der in der Photovoltaik übliche Begriff kW_{peak} (Nennleistung) ist die Leistung eines PV-Moduls oder einer Vielzahl von Modulen, die eine Anlage bilden, unter den Standardbedingungen von 1000 W/m² solarer Einstrahlung, einer Zelltemperatur von 25°C und einer Air Mass (Luftmasse) von AM=1,5 (AM =1 entspricht der Dicke der Erdatmosphäre).

** Die mittlere Stromerzeugung von 1050 kWh/kW_{peak} wird in Daisendorf auch mit Dachanlagen erreicht, die Ausrichtungen nach Südosten, Süden bis Südwesten und Neigungen von 25° bis 45° haben.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

Bei anderen Neigungen und Ausrichtungen des PV-Generators kann sich die jährliche Stromerzeugung etwa um 10-20 % verringern. In einzelnen Jahren können die solare Einstrahlung und damit auch die von der PV-Anlage erzeugte Strommenge um 5-10 % schwanken. Der Anteil des selbst verbrauchten Solarstroms kann in Abhängigkeit von den betriebenen Elektrogeräten und Verbrauchergewohnheiten deutlich größer oder auch kleiner als im oben genannten Beispiel sein. Die Ergebnisse der nachfolgenden Rechnungen auf Grundlage des oben beschriebenen Referenzsystems werden dadurch aber nicht grundsätzlich verändert.

Die Einspeisevergütung für den PV-Strom von Anlagen bis 10 kW_{peak} ermäßigt sich bei moderatem Ausbau der PV Anlagen in Deutschland monatlich um etwa 0,03 Cent/kWh bzw. 3,6% pro Jahr. Bei stärkerem Ausbau (als im Vorjahr) wird die Vergütung etwas mehr und bei schwächerem Ausbau etwas weniger abgesenkt. Die einmal festgelegte Vergütung bleibt ab dem auf die Inbetriebnahme folgenden Jahr 20 Jahre lang konstant.

Der Eigenverbrauch von 30 % des jährlich erzeugten PV-Stroms kann in üblichen Haushalten bei angepasstem Verbraucherverhalten ohne Komforteinbuße erreicht werden. Bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen oder Speicherheizungen und durch den Einsatz von Batteriespeichern kann der Eigenverbrauch je nach Größe der PV-Anlage auch deutlich höher ausfallen. Bei üppig dimensionierter PV-Leistung kann er aber auch wesentlich kleiner sein.

2 Wirtschaftliche Amortisationszeiten

Die Amortisationszeit wird je nach Betrachter unterschiedlich definiert, so dass für deren Berechnung unterschiedliche Annahmen getroffen werden. Im Folgenden werden einige der häufig verwendeten wirtschaftlichen Amortisationszeiten vorgestellt. Sie unterscheiden sich vor allem durch den Bezugszeitpunkt, die Behandlung der Zinsen und die Berücksichtigung von Preissteigerungen. Die Ergebnisse werden jeweils für 0% und 30% Eigenverbrauch des erzeugten PV-Stroms angegeben. Die wesentlichen Merkmale der Berechnungsverfahren sind:

- 2.1 Payback Time, keine Zinseffekte
- 2.2 Amortisationszeit, einheitlichen Zinsen, Laufzeit bis Amortisation
- 2.3 Amortisationszeit, einheitlichen Zinsen und Strompreissteigerung
- 2.4 Amortisationszeit, unterschiedlichen Zinsen ohne Strompreissteigerung
- 2.5 Amortisationszeit, KfW-Konditionen, ohne Strompreissteigerung

2.1 Payback Time

Die Payback Time (engl.: Amortisationszeit) gibt an, in welcher Zeit die aufsummierten Erträge der Anlage genauso hoch sind wie die Kosten der Anlage in dieser Zeit. Bei dieser vereinfachten Betrachtung werden die Zinsen für das eingesetzte Kapital und die erwirtschafteten Erträge außer Acht gelassen.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

Da bei PV-Anlagen in der Regel nur gleichbleibende Betriebskosten anfallen, ergibt sich die Payback Time als Quotient aus der Investition und dem jährlichen Überschuss. Dies gilt unter der Annahme, dass sich der Strompreis in Zukunft nicht erhöhen wird, was eher unwahrscheinlich ist. Die Einspeisevergütung von 12,62 Ct/kWh (basierend auf einem Installationszeitpunkt im November 2014) nach dem Erneuerbaren Energiegesetz (EEG) bleibt jedoch für 20 Jahre unverändert. Die Payback Time wird sich daher in Zukunft voraussichtlich noch verringern.

Payback Time = Investition / jährl. Überschuss

Die Payback Time beträgt $7400/587,76 = 12,59$ Jahre für 0% Eigenverbrauch und
 $7400/830,00 = 8,92$ Jahre für 30% Eigenverbrauch.

Man kann also feststellen, dass bei einer aktuell installierten PV-Anlage mit 30 % Eigenverbrauch die finanziellen Erträge und Ersparnisse die Anschaffungskosten der Anlage nach etwa 9 Jahren wieder eingespielt haben. In den nächsten 11 Jahren bleiben die Erträge konstant und die Ersparnisse wachsen mit den steigenden Strompreisen sogar noch. Den Erträgen und Ersparnissen stehen dann außer relativ geringen Wartungs- und ggfls. Versicherungskosten keine Kosten mehr gegenüber. Die Anlage hat in weniger als der halben Förderungszeit ihre Anschaffungskosten eingespielt und erwirtschaftet in der restlichen Zeit einen erheblichen Gewinn. Da die PV-Anlagen voraussichtlich wesentlich länger als 20 Jahre einwandfrei arbeiten, verlängert sich dieser Zeitraum sogar noch deutlich. Wenn der garantierte Preis für die nicht selbst verbrauchte Energie ausläuft, ist zu prüfen, welche anderen Verwendungen des produzierten Stroms möglich sind. Für Maßnahmen zur Erhöhung des Eigenverbrauchs (z.B. durch Batterien) ergibt sich dann möglicherweise ein großer Spielraum.

Bei einer vollständigen Einspeisung ins Stromnetz reduziert sich der Ertrag derzeit (bei sonst gleichen Annahmen) auf 587,55 €/a. Damit ergibt sich eine Payback Time von 12,6 Jahren.

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen führt der Eigenverbrauch von 30 % des erzeugten Solarstroms zu einer Reduzierung der Payback Time um 3,7 Jahre, das heißt ebenfalls um 30%. Das heißt, dass auch bei Volleinspeisung noch interessante wirtschaftliche Voraussetzungen für die Installation einer PV-Anlage bestehen.

Umgekehrt erhöht sich bei einem hohen Eigenverbrauch von 50 %, der durch eine besondere Bedarfssituation entstehen kann, der Ertrag auf 1066 €/a. Die Payback Time verringert sich dann auf 6,94 Jahre. In diesem Fall reduziert sich die Payback Time um 45%, d. h. ungefähr um den gleichen Prozentsatz wie sich der Eigenverbrauch erhöht.

2.2 Amortisationszeit mit einheitlichem Zinssatz und konstantem Strompreis

Bei der Amortisationszeit werden die zu unterschiedlichen Zeiten anfallenden Werte mit Zinsen auf einen festen Zeitpunkt, z.B. die Inbetriebnahme der Anlage bezogen. Die später anfallenden Erträge werden dabei auf diesen Zeitpunkt bezogen und entsprechend ihrer

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

Zeitdauer mit Zins und Zinseszins ab- oder aufgezinnt. Der Kapitalwert (Barwert) nach dem n-ten Jahr beträgt dann:

$$K_n = K_0 q_1^n + E (q_2^n - 1) / (q_2 - 1), \text{ mit } q_1 = 1 + p_1 \text{ und } q_2 = 1 + p_2.$$

Die Amortisationszeit ist der Zeitpunkt, bei dem der Wert des Kapitals K_n gerade Null wird. Das für die Investition eingesetzte Kapital K_0 ist dabei mit negativem Vorzeichen zu versehen. Die Zinssätze p_1 für das eingesetzte Kapital und p_2 für die Erträge können unterschiedliche Werte annehmen. Bei gleichen Werten für die Zinsen vereinfacht sich die Rechnung zu:

$$K_n = -K_0 q^n + E (q^n - 1) / (q - 1) = 0.$$

Daraus ergibt sich die Amortisationszeit n (in Jahren)

$$n = -\ln [1 - K_0/E * p] / \ln [q]$$

Wenn man den Zins mit $p = 4\%$ für Soll und Haben gleich annimmt, ergibt sich bei 0% Eigenverbrauch eine Amortisationszeit von 17,11 Jahren und bei 30% Eigenverbrauch eine Amortisationszeit von 11,29 Jahren. (Siehe Amortisationsrechnungen Fall 2.2)

2.3 Amortisationszeit mit einheitlichem Zinssatz und Strompreissteigerung

Wenn man annimmt, dass sich die Erträge durch die Preissteigerung bei der eingesparten Energie jährlich um einen festen Wert von $s\%$ erhöhen, ergibt sich der jährliche Ertrag E zu $E_i = E_0 v(1+s)^i$. Der abgezinste Wert dieser Ersparnis ist dann $E_i = E_0 v(1+s)^i (1+p)^{-i}$. Es zeigt sich, dass die Preissteigerungen s den entgegengesetzten Effekt wie die Zinsen haben und die Amortisationszeit verringern. Da sich die Preissteigerung bzw. der Faktor s in der Formel auf die durch den Eigenverbrauch eingesparte Energie bezieht, ist die Ersparnis mit dem Kostenanteil v des Eigenverbrauchs (z.B. $v = 50\%$ bei 30% Eigenverbrauch) zu multiplizieren.

Der abgezinste Kapitalwert K_0 bei 0 Jahren (Installationszeitpunkt) lautet dann:

$$K_0 = E_0 v (((1+s)^n - 1) / s + (1-v) ((1+p)^{-n} - 1) / p).$$

Diese Gleichung zur Bestimmung von n kann nur iterativ für bestimmte Werte von s und p gelöst werden.

Bei einer Preissteigerungsrate von $s = 5\%$, 30% Eigenverbrauch und einem Zinssatz von $p = 4\%$ beträgt die Amortisationszeit 8,80 Jahre.

Bei einer Preissteigerung von 3% beträgt die Amortisationszeit 9,73 Jahre.

Der Einfluss der Preissteigerung auf die Amortisationszeit ist offenbar erheblich und verkürzt sie bei 30% Eigenverbrauch um 2,49 Jahre bei sonst gleichen Bedingungen. Generell gilt, dass die Preissteigerungen des Netzstroms, der durch den Eigenverbrauch des PV-Stroms nicht benötigt wird, die Amortisationszeit umso stärker verkürzen je größer der Anteil des Eigenverbrauchs ist. Bei 0% Eigenverbrauch hat die Preissteigerung des Netzstroms natürlich keine Auswirkungen auf die Amortisationszeit, da kein Netzstrom eingespart wird.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

2.4 Amortisationszeit mit unterschiedlichen Zinsen für Kredit und Ertrag, ohne Strompreissteigerung

Häufig wird zur Finanzierung der PV-Anlage ein Kredit aufgenommen. Die Erträge können dann als Guthaben angelegt und mit Habenzinsen verzinst werden. Wenn man für das eingesetzte Kapital den Sollzinssatz p_1 und für die Erträge den Habenzinssatz p_2 einsetzt, ergibt sich die Amortisationszeit n aus der Formel:

$$K_0 q_1^n = E (q_2^n - 1) / (q_2 - 1), \text{ mit } q_1 = 1 + p_1, q_2 = 1 + p_2$$

Aus dieser Gleichung kann n nur iterativ für bestimmte Werte von q_1 und q_2 bestimmt werden.

Bei Sollzins von 4 %, Habenzins von 1 % ergibt sich bei einem Eigenverbrauch von 0 % eine Amortisationszeit von 22,73 Jahren und bei einem Eigenverbrauch von 30 % eine Amortisationszeit von 13,05 Jahren.

Wenn der Kredit für 20 Jahre gewährt wird und die Zinsen wie oben konstant bleiben, ergibt sich bei 30% Eigenbeteiligung nach 20 Jahren ein Überschuss von 4.353,41 €..

2.5 Amortisationszeit mit KfW Kredit

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) vergibt günstige Kredite zur Finanzierung von Solaranlagen, deren Konditionen zum Teil auch von der persönlichen Bonität des Gläubigers (Kreditnehmers) abhängen. Für den normalen Kunden mit sehr guter Bonität können derzeit (Stand: 5.11.2014) folgende Konditionen zugrunde gelegt werden: Kreditzins (effektiv) 1,86%, 10 Jahre Festzins, 2 Jahre tilgungsfrei, 8 Jahre Tilgung mit 12,5% Tilgungsrate. Es können zu Beginn auch 1-3 tilgungsfreie Jahre und längeren Laufzeiten gewählt werden. Die anfängliche Zinsbindung wird aber stets nur für die ersten 10 Jahre gewährt. Für die Kontobelastungen, die durch Zinsen und Tilgungsbeträge entstehen können, wird ein Girokonto (ohne Startkapital) mit üblichen Konditionen angenommen.

Bei 0 % Eigenverbrauch bzw. vollständiger Netzeinspeisung ergibt sich mit diesen Konditionen bei einem Habenzins von 0% und Sollzinsen von 10 % auf dem Girokonto eine Amortisationszeit von 18,11 Jahren mit einem Fehlbetrag von -3.168,68 € nach 10 Jahren. Nach 20 Jahren beträgt das Guthaben von 1.106,38 €.

Bei 30% Eigenverbrauch des produzierten PV-Stroms beträgt die Amortisationszeit 10,02 Jahre und der Kredit ist getilgt. Nach 20 Jahren ist das Guthaben auf 8.301,04 € angewachsen. Das PV-Anlagenkonto bleibt die gesamte Zeit im positiven Bereich, eine Kontoüberziehung ist nicht erforderlich.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

3 Energetische Amortisation

Bei der Photovoltaik und anderen erneuerbaren Energiesystemen wird neben der betriebswirtschaftlich definierten, allgemein üblichen wirtschaftlichen Amortisationszeit auch eine energetische Amortisationszeit betrachtet, die angibt, in welcher Zeit die für den Bau und Betrieb der Anlage aufgewendete Energie wieder zurückgewonnen wird.

Die energetische Amortisationszeit EAZ ist die Betriebsdauer einer energieerzeugenden Anlage, in der ihre kumulierte jährliche Nettoerzeugung E_{netto} genauso groß geworden ist wie der kumulierte Energieaufwand für ihre Herstellung (VDI Richtlinie 4600, 1997). Die Nettoerzeugung ist die Differenz aus der Bruttoerzeugung minus dem Eigenverbrauch und der Energie der eingesetzten Betriebsstoffe. Bei extremer Auslegung gehören die Brennstoffe auch zu den Betriebsstoffen. Da die Energie der Betriebsstoffe immer größer ist als die produzierte Energie, sind die damit ermittelten Amortisationszeiten immer negativ. Das gilt auch für Sonnenergieanlagen, wenn man die eingestrahlte Sonnenenergie als Betriebsstoff ansieht. Diese extreme Definition ist praktisch nicht brauchbar, da sie für den Vergleich unterschiedlich aufwendiger und effizienter Anlagen keine sinnvollen Ergebnisse liefert.

Es ist daher üblich, die Energie der eingesetzten Brennstoffe außer Betracht zu lassen und nur die Energie, die für die Herstellung und den zuverlässigen Betrieb benötigt wird, mit der erzeugten Nettoenergie in Beziehung zu setzen. Die Nettoenergie ist die Differenz von produzierter Energie minus Eigenverbrauch für den Betrieb der Anlage (Pumpen, Förderanlagen, Brenner, Schmierstoffe u. ä.).

Es wird bisweilen argumentiert, dass die Energie zur Herstellung der PV-Anlagen größer sei als die von den Anlagen produzierte Energie. Diese Behauptung wird durch zahlreiche Untersuchungen eindeutig widerlegt. Wie auch bei der Herstellung anderer Energie produzierenden Anlagen ist es auch bei PV-Anlagen sehr schwierig, die gesamte Energie genau zu ermitteln, die für ihre Herstellung benötigt wird. Das gilt umso mehr, wenn man versucht, die für alle Komponenten und Verarbeitungsschritte der Anlage aufgewendete Energie sowie darüber hinaus auch noch die von allen beteiligten Personen aufgebraachte Energie zu ermitteln. Dabei ist auch zu berücksichtigen, welche Art von Primärenergie für die Herstellung der Materialien und Komponenten verwendet wird. Beim Einsatz von Wasserkraft (z. B. in Norwegen) ist der Primärenergiebedarf deutlich kleiner als beim Einsatz von Braunkohlestrom.

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Amortisationszeit von der Menge des erzeugten Stromes abhängt, die je nach klimatischen Bedingungen, Ausrichtung, Modultechnologie und Betriebsweise unterschiedlich ausfällt. Es kann daher keine einheitliche Amortisationszeit für PV-Anlagen geben, die unter sehr verschiedenen Bedingungen betrieben werden.

Die PV-Anlagen bestehen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien, die bei den verschiedenen Anlagen auch noch in unterschiedlicher Menge benötigt werden. Die Herkunft und Verarbeitungsstätten sowie die dabei eingesetzten Energiemengen können ebenfalls sehr

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

verschieden sein. Die Verarbeitungsprozesse und Energiemengen haben sich im Zuge der Massenfertigung stark verändert, so dass die älteren Untersuchungen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Detaillierte Untersuchungen der Stoff- und Energieströme aus der Zeit nach 2000 sind nicht bekannt. Demzufolge sind auch keine aktuellen Angaben für die energetische Amortisation vorhanden.

Die in der Literatur angegebenen Zeiten für die energetische Amortisation beziehen sich meist auf den Stand der Technik in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts (Literaturrecherchen ergeben keine Hinweise auf neuere Untersuchungen). Üblicherweise wurden die Erträge in Deutschland mit 800 -1 000 kWh/a kW_{peak} zugrunde gelegt. Diese Werte werden derzeit von PV-Anlagen an vielen Standorten in Deutschland deutlich übertroffen. In einer jüngeren Studie der TU Berlin aus dem Jahre 1999 werden für die verschiedenen PV-Anlagen je nach Zellentyp folgende Zeiten für die energetische Amortisation von kompletten PV-Anlagen angegeben.

Anlagen mit monokristallinen Zellen	4-6 Jahre
Anlagen mit polykristallinen Zellen	2-4,5 Jahre
Anlagen mit amorphen Zellen	1,5-3,5 Jahre

Die monokristallinen Silizium-Zellen erfordern den höchsten Energieeinsatz und haben dafür den besten Wirkungsgrad (18-24 %). Folglich benötigen Anlagen mit diesen Zellen bei einer bestimmten Leistung die kleinste Fläche (ca. 5,8 m²/kW_{peak}). Der Flächenbedarf für die Module umfasst die Rahmen und Abstände zwischen den Modulen und ist daher größer als die Gesamtfläche der Zellen. Die polykristallinen Silizium-Zellen können mit wesentlich geringerem Energieaufwand hergestellt werden; sie haben aber auch einen geringeren Wirkungsgrad (13-18 %) und ihre Anlagen erfordern eine entsprechend größere Fläche (ca. 6,5 m²/kW_{peak}). Den geringsten Energieaufwand erfordern die amorphen Dünnschichtzellen, die einen Wirkungsgrad von 5-13 % haben und dementsprechend die relativ größte Kollektorfläche (ca. 12 m²/kW_{peak}) benötigen. Neben den Kosten ist die verfügbare Fläche ein wichtiges Auswahlkriterium für die Art der PV-Zellen. Nach den deutlichen Preissenkungen für die kompletten PV-Anlagen und vor allem für die energieintensiven Module ist anzunehmen, dass sich auch die benötigte Energiemenge für die Herstellung der Anlagen entsprechend reduziert hat. Dazu sind neue Untersuchungen erforderlich.

Besonders interessant wäre die Untersuchung der Energiemengen, die für die am häufigsten verwendeten polykristallinen PV Module früher und derzeit benötigt werden. Der Markt für diese Module ist sehr groß und wird international mit hohem Einsatz umkämpft. Bei der Fertigung müssen alle Möglichkeiten zur Kostensenkung genutzt werden, um konkurrenzfähig zu bleiben. Deshalb werden große integrierte Fertigungsstätten errichtet, die mit der benötigten Wärme sehr effektiv umgehen und die nicht benötigte Restwärme sogar noch an andere Nutzer verkaufen. Die Hersteller haben verständlicherweise kein Interesse daran, Details ihrer innovativen Fertigungsprozesse zu veröffentlichen, was den Mangel an neueren Studien zur energetischen Amortisation erklären könnte.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

4 Zusammenfassung

Zur besseren Übersicht werden die verschiedenen, oben erläuterten Definitionen der Amortisationszeiten für ausgewählte einheitliche Annahmen zusammengestellt. Weiter Daten sind im Anhang in Tabelle 1 dargestellt. In der Tabelle 2 ist das Berechnungsverfahren angegeben, mit dem die genauen Werte für spezielle Konditionen ermittelt werden können.

Definition	ohne Eigenverbrauch	30% Eigenverbrauch	jährl. Tilgungsrate
2.1 Payback Time			
ohne Zinseffekte	12,59 Jahre	8,92 Jahre	8,0 bzw.11%
2.2 Amortisationszeit mit 4% Soll- und Habenzinsen	17,11 Jahre	11,29 Jahre	0%
2.3 Amortisationszeit mit 4% Zinsen u.5% Preissteigerung	17,11 Jahre	8,80 Jahre	0%
2.4 Amortisationszeit mit 4% Soll- und 2% Habenzins	22,73 Jahre	13,05 Jahre	0%
2.5 Amortisationszeit mit KfW Kredit, 1,86% Zins	18,11 Jahre	10,02 Jahre	12,5%
3 Energetische Amortisation mit polykristallinen Zellen	2-4,5 Jahre		

Es zeigt sich, dass die kürzesten Amortisationszeiten ohne Zinsbetrachtungen erreicht werden. Die längsten Amortisationszeiten entstehen bei geringem Eigenverbrauch. Dann wirken sich auch die Zinskonditionen und Preissteigerungen des Strombezugs besonders stark aus.

Bei 30% Eigenverbrauch des erzeugten PV-Stroms liegen die Amortisationszeiten relativ nahe beieinander,

Generell reduzieren ein hoher Eigenverbrauch, niedrige Sollzinsen und Habenzinsen die Amortisationszeiten. In gleicher Weise wirken sich auch niedrigere Tilgungsraten und tilgungsfreie Zeiten zu Beginn der Laufzeit aus.

Die energetischen Amortisationszeiten liegen selbst mit den veralteten Daten deutlich niedriger als die wirtschaftlichen Amortisationszeiten. Es ist sicher anzunehmen, dass die aktuellen Werte noch deutlich niedriger liegen.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

5 Literatur-Quellen

Kennzahlen

<http://www.energie-daisendorf.de> Solarstrom

Wirtschaftliche Amortisation

www.pv-fakten.de Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, H. Wirth, Fraunhofer ISE, Freiburg, Stand 16.10.2014

wirtschaftslexikon.gabler.de Finanzwirtschaft, Investition, Definition

Lutz Kruschwitz: *Investitionsrechnung*. 11. Aufl. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München 2007, [ISBN 978-3-486-58306-9](https://www.isbn-international.org/number/978-3-486-58306-9)

Energetische Amortisation

<http://www.user.tu-berlin.de/h.gevrek/ordner/ilse/epol/epol7.html>

<http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/photovoltaics-report-in-englischer-sprache.pdf>