

# Technik und Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen mit und ohne Speicher für Privathäuser



Referent: Dipl.-Ing. Stefan Enz  
Raible GmbH & Co. KG  
Dieselstr. 6, 71277 Rutesheim  
[info@raible.solar](mailto:info@raible.solar), Tel.: 07152 / 6188209

# Übersicht

- Vorstellung Unternehmen
- Ablauf der Planung
- Technik & Installation
- Aktuelle Entwicklung auf dem PV-Anlagenmarkt
- Wirtschaftlichkeit



## Wir sind ihr regionaler Spezialist für Photovoltaik & Heimspeicher

Energie heißt Fortschritt, Energie heißt Vernetzung, Energie heißt Leben. Wir garantieren Ihnen ein sicheres Investment in die Energie der Zukunft. Wir bieten die Erfahrung von mittlerweile weit über 1000 funktionierenden Photovoltaikanlagen in unserer Region. Mit der Entscheidung für eine Photovoltaikanlage machen sie sich unabhängiger gegenüber steigender Energiekosten sowie dem Einfluss der großer Konzerne und werden Ihr eigener, umweltfreundlicher Stromproduzent.



# Ablauf der Planung

- Datenerfassung durch Vor-Ort Termin.
- Persönliches Beratungsgespräch



**Datenerfassung**

**RAIBLE**  
*Energie der Zukunft*

Berater:  Termin:

**Allgemeine Angaben**

<b>Kunde</b> <input type="text" value="Beising, Rüdiger"/> <small>Name, Vorname</small> <input type="text" value="Leonberger Weg 1"/> <small>Straße, Hausnummer</small> <input type="text" value="71229 Leonberg"/> <small>PLZ, Ort</small> <input type="text"/> <small>Tel. (privat, dienstlich, mobil)</small> <input type="text"/> <small>Fax</small> <input type="text"/> <small>E-Mail</small> <input type="text"/>	<b>Standort der Anlage</b> <small>(falls nicht identisch mit Anschrift des Kunden)</small> <input type="text"/> <small>Straße, Hausnummer</small> <input type="text"/> <small>PLZ, Ort</small> <input type="text"/>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Ihre Entscheidungskriterien?**

**Kundenwünsche**

Anlagenart:  
 Eigenverbrauch  Volleinspeisung

Objektart:  
 EFH  Scheune  Halle  \_\_\_\_\_

Montage:  
 Aufdachanlage  Indachanlage  Aufständerung  Fassadenanlage  
 Komplettmontage  Montage bis WR  Eigenmontage (komplett)  Eigenmontage bis WR

# Ablauf der Planung

- Datenerfassung durch Vor-Ort Termin.
- Aufnahmen/Bilder der Dachflächen



# Ablauf der Planung

- Datenerfassung durch Vor-Ort Termin.
  - Aufnahmen/Bilder des Zählerschranks
  - Leitungsverlegung
  - Ort der Installationen



# Ablauf der Planung

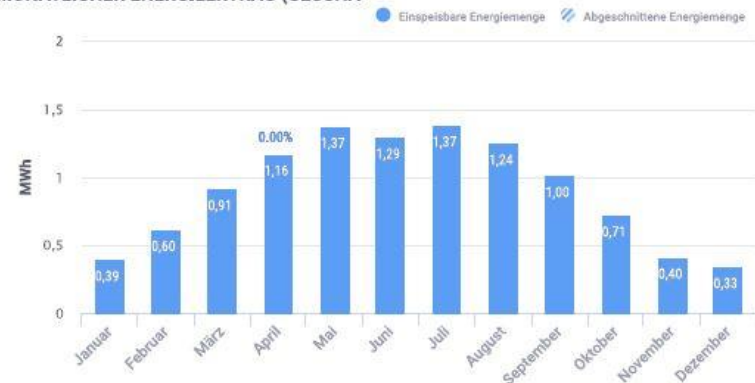
- Dachplanung
  - Verschattungsanalyse
  - Ertragsprognose



## SYSTEMDATEN

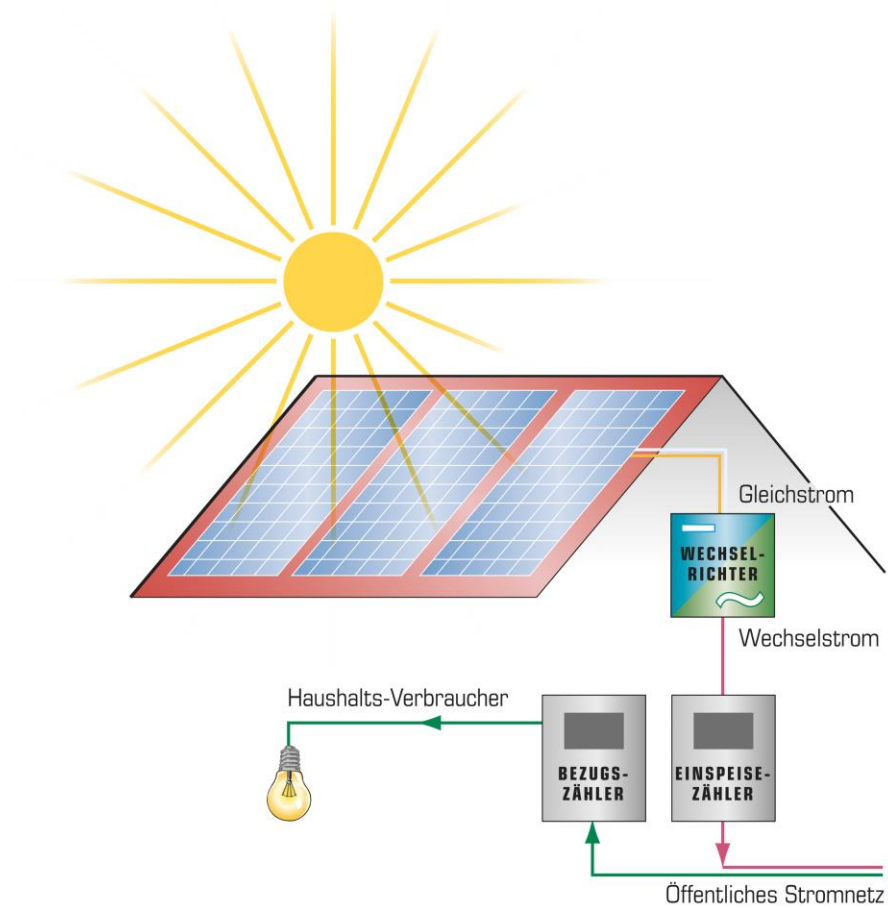


## MONATLICHER ENERGIEERTRAG (GESCHÄTZT)



Durch Leistungsreduzierung verlorene Energiemenge: 0%

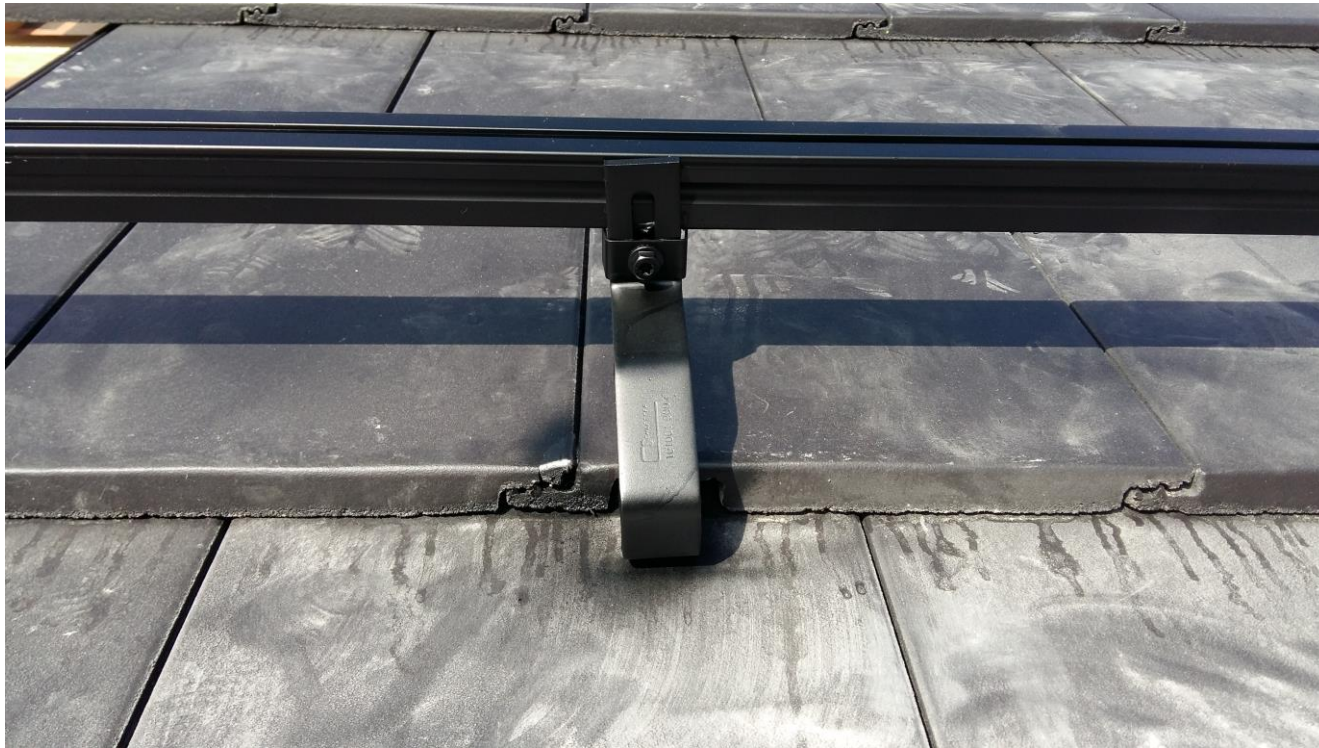
# Technik & Installation





Technik & Installation

Unterkonstruktion



Technik & Installation

Unterkonstruktion



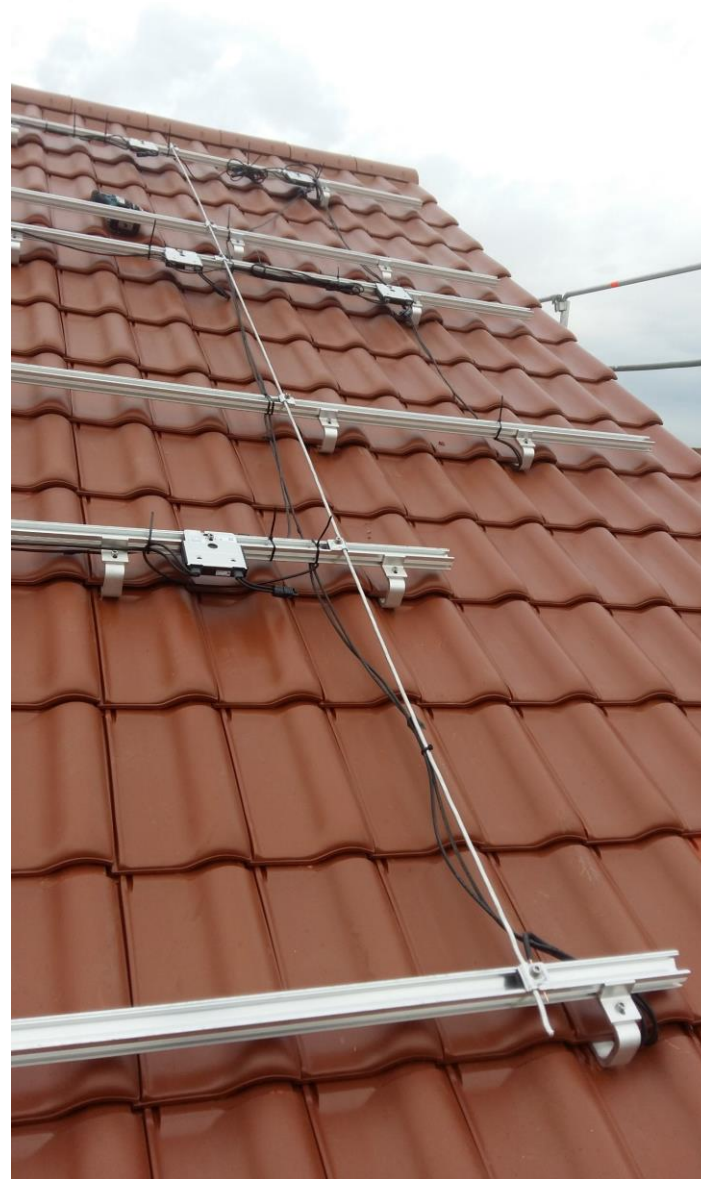
Technik & Installation

Unterkonstruktion



Technik & Installation

Unterkonstruktion



# Technik & Installation

# Unterkonstruktion



Technik & Installation

Leitungsverlegung



# Technik & Installation Wechselrichter/Speicher



# Technik & Installation Wechselrichter/Leistungsoptimierer

Wir arbeiten mit SolarEdge:



Leistungsoptimierer



Wechselrichter




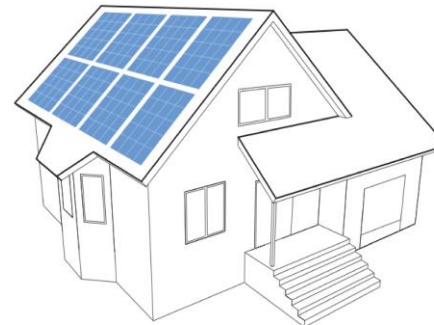
Monitoring-Plattform



Beispiel: 3-Phasen Wechselrichter

 SolarEdge System

 Traditionelles System

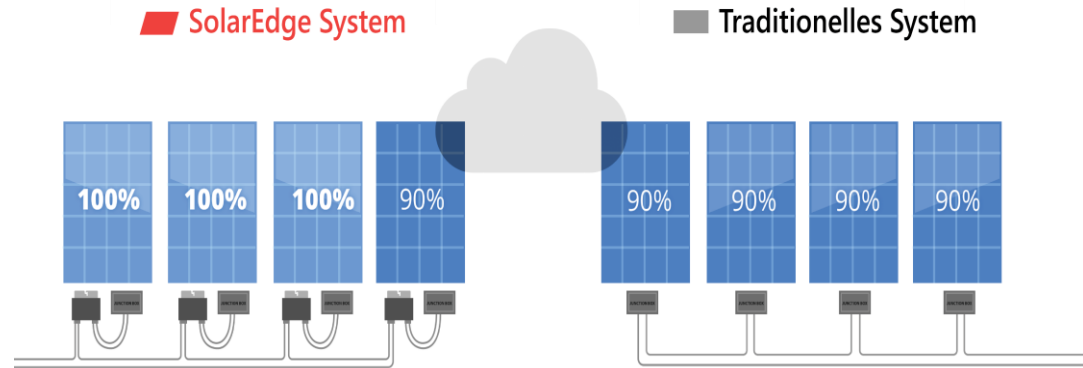
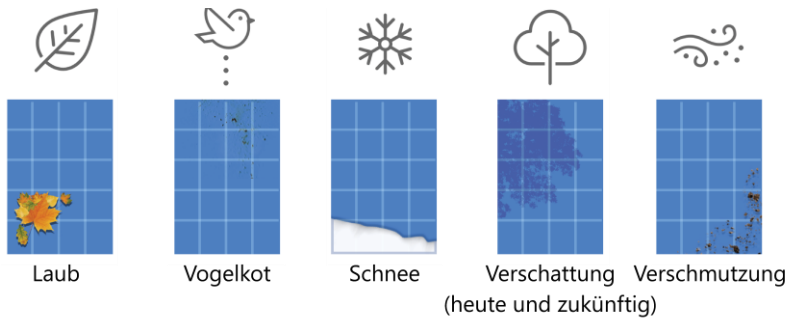




# Technik & Installation

# Wechselrichter/Leistungsoptimierer

Nutzen Sie mehr Energie von der Sonne.



Transparente Anlagenüberwachung.



Modernste Sicherheitsfunktionen.





[www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)



## DIE INNOVATIVE GLAS-GLAS-GENERATION

### Produktvorteile der Glas-Glas-Module

- Super-Leichtgewicht durch 2 mm dünnes Glas
- höchste Ertragszuverlässigkeit
- höchste mechanische Belastbarkeit
- Schutz vor PID (spannungsinduzierter Leistungsabfall)
- **30 Jahre Produktgarantie**
- **30 Jahre lineare Leistungsgarantie**



## LG NeON<sup>®</sup> 2 – BESSER. EFFIZIENTER. GARANTIERT

- Das Solarmodul LG NeON<sup>®</sup> 2 bietet jetzt noch mehr Leistung.
- Im hochwertigen neuen Design mit insgesamt 60 Zellen hält es einem Druck von 6.000Pa stand.
- LG Electronics verlängert seine **Produktgarantie** von 15 auf **25 Jahre**.
- Lineare **Leistungsgarantie** auf mind. 86 % der Nominalleistung nach **25 Jahren**.



[www.heckert-solar.com](http://www.heckert-solar.com)



## MONOKRISTALLINES PV-MODUL

**Made in Germany** – Alle NeMo<sup>®</sup> Module werden mit modernster Technologie am Standort Chemnitz gefertigt.

**Leistungsoptimiert** – Modul-Design entwickelt mit der Software SmartCalc.CTM.

**Nachhaltig** – Die NeMo<sup>®</sup> Module werden mit Strom aus eigenen PV-Anlagen und zugekauftem Ökostrom hergestellt.



Unsere Speicherlösung  
kommt von:



### Qualität vom Marktführer

- Made in Germany
- Vollgarantie über 10 Jahre
- Lebensdauer mit über 10.000 Ladezyklen

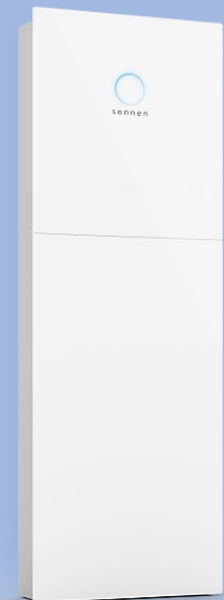
### Flexibel erweiterbar

- Modulare Bauweise
- Angepasst an Ihren Verbrauch
- Erweiterbar
- AC-gekoppelt

### Sicherste, langlebigste Zelltechnologie (LiFePO4)

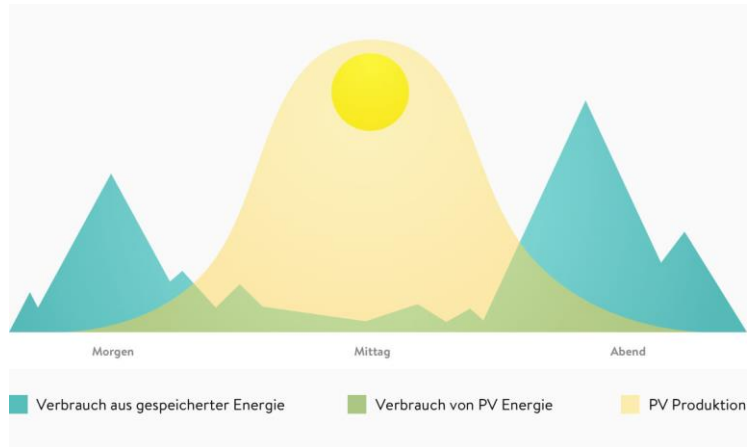
- Im Schadensfall kein Brand- und Explosionsverhalten
- Keine Schwermetalle
- Höhere Anschaffungskosten werden durch längere Lebensdauer relativiert

Für eine sonnenBatterie  
sprechen viele Gründe.

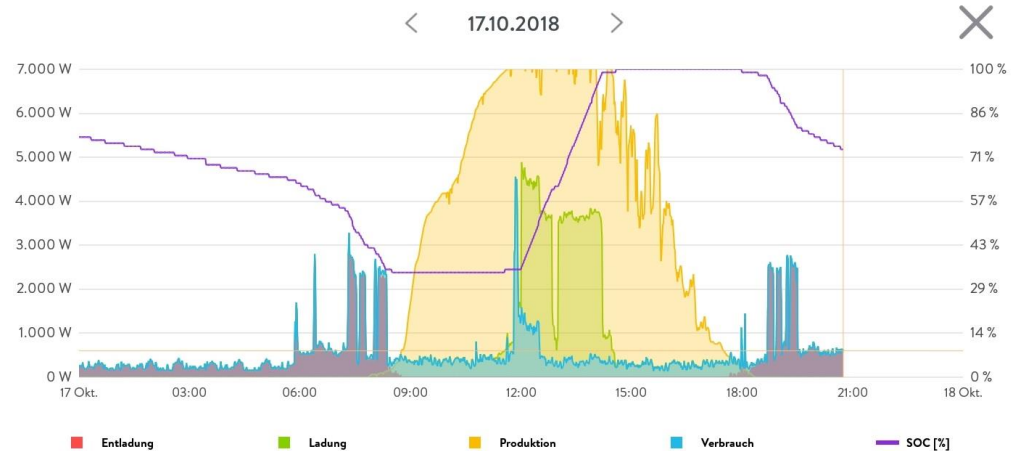


# Lade/Entladeverhalten der sonnenBatterie

Schema



Realität



- Intelligentes Be- und Entlademanagement: Wetterprognosen und persönliches Nutzungsprofil
- Lebensdauer erhöht – Kosten reduziert.
- Optimale Nutzung der produzierten Energie
- Ladung findet dann statt, wenn auch die PV-Anlage maximal Energie umwandelt.
- Dynamische Leistungsreduzierung
- Netzdienlicher Speicher

# Aktuelle Entwicklung auf dem PV-Anlagenmarkt

Die Rahmenbedingungen für wirtschaftliche PV-Anlagen sind derzeit sehr gut!



Weiterhin extrem  
niedriger  
Marktzins.



PV-Systempreise im  
letzten Jahr um ca.  
15% gefallen.  
Modulpreise sanken  
um 2-3% pro Monat.

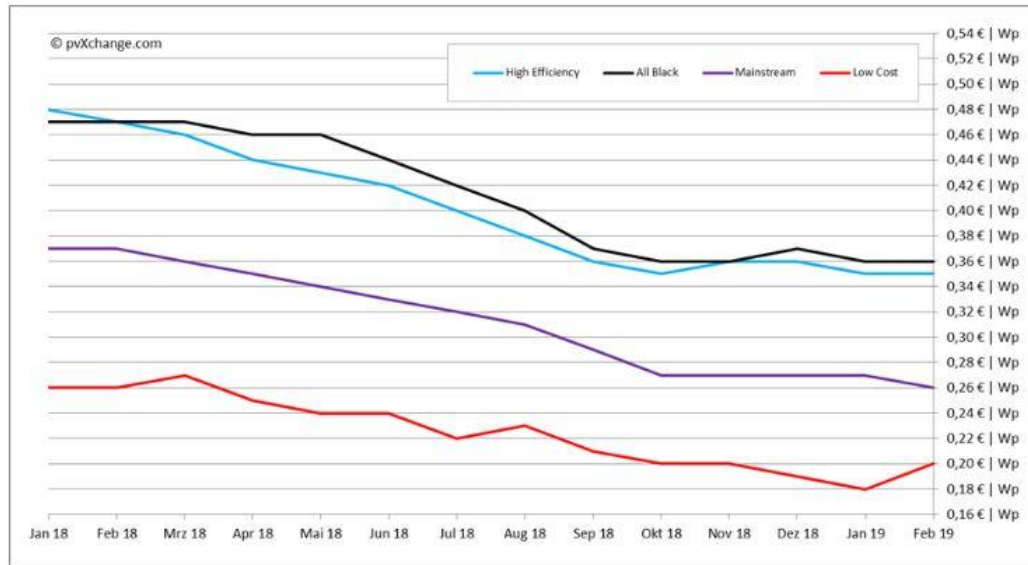


EEG Förderung sinkt  
um 1% pro Monat bis  
40 kWp.



Strompreise steigen  
ca. 1-2% pro Jahr ?

# Aktuelle Entwicklung auf dem PV-Anlagenmarkt



Modulklasse	€/Wp	Trend seit März 2019	Trend seit Januar 2019	Beschreibung
<b>Kristalline Module</b>				
High Efficiency	0,35	0,0 % →	0,0 % →	Kristalline Module ab 290 Wp, mit PERC-, HIT-, N-Typ oder Rückseitenkontakt-Zellen oder Kombinationen daraus.
All Black	0,36	+ 2,9 % ↗	0,0 % →	Modultypen mit schwarzer Rückseitenfolie, schwarzem Rahmen und einer Leistung zwischen 200 Wp und 320 Wp
Mainstream	0,26	- 3,7 % ↘	- 3,7 % ↘	Module mit üblicherweise 60-Zellen, Standard-Alurahmen, weißer Rückseitenfolie und 260 Wp bis 285 Wp - sie repräsentieren den Großteil der Module im Markt
Low Cost	0,20	0,0 % →	+ 11,1 % ↗	Minderleistungsmodule, B-Ware, Insolvenzware, Gebrauchtmodule, Produkte mit eingeschränkter oder ohne Garantie

# Aktuelle Entwicklung auf dem PV-Anlagenmarkt

Inbetriebnahme	Anlagen auf Wohn- / Nichtwohngebäuden und Lärmschutzwänden									Dachanlagen auf Nichtwohngebäuden im Außenbereich und Freiflächenanlagen (Jeweils bis 100 kWp)		
	bis 10 kWp (Ct/kWh)			über 10 kWp bis 40 kWp (Ct/kWh)			über 40 kWp bis 100 kWp (Ct/kWh)			(Ct/kWh)		
bei einem auf ein Jahr hochgerechneten Zubau bis... (Degression)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)
<b>Ab 1. Jan 2017</b>	<b>12,30</b>			<b>11,96</b>			<b>10,69</b>			<b>8,51</b>		
<b>Ab 1. Feb 2017</b>	<b>12,30</b>			<b>11,96</b>			<b>10,69</b>			<b>8,51</b>		
<b>Ab 1. Apr 2019</b>	<b>11,11</b>			<b>10,81</b>			<b>8,50</b>			<b>7,68</b>		
<b>Ab 1. Mai 2019</b>	<b>10,95</b>			<b>10,65</b>			<b>8,38</b>			<b>7,57</b>		
<b>Ab 1. Jun 2019</b>	<b>10,79</b>			<b>10,50</b>			<b>8,25</b>			<b>7,45</b>		
<b>Ab 1. Jul 2019</b>	<b>10,64</b>			<b>10,34</b>			<b>8,13</b>			<b>7,34</b>		
<b>Ab 1. Aug 2019<sup>1</sup></b>	<b>10,53</b>	<b>10,48</b>	<b>10,44</b>	<b>10,24</b>	<b>10,19</b>	<b>10,15</b>	<b>8,05</b>	<b>8,01</b>	<b>7,98</b>	<b>7,27</b>	<b>7,24</b>	<b>7,20</b>
<b>Ab 1. Sep 2019<sup>1</sup></b>	<b>10,42</b>	<b>10,33</b>	<b>10,24</b>	<b>10,13</b>	<b>10,04</b>	<b>9,96</b>	<b>7,96</b>	<b>7,89</b>	<b>7,83</b>	<b>7,19</b>	<b>7,13</b>	<b>7,07</b>
<b>Ab 1. Okt 2019<sup>1</sup></b>	<b>10,31</b>	<b>10,18</b>	<b>10,05</b>	<b>10,02</b>	<b>9,90</b>	<b>9,77</b>	<b>7,88</b>	<b>7,78</b>	<b>7,68</b>	<b>7,11</b>	<b>7,02</b>	<b>6,93</b>

Grafik: solarwirtschaft.de

# Aktuelle Entwicklung auf dem PV-Anlagenmarkt

Inbetriebnahme	Anlagen auf Wohn- / Nichtwohngebäuden und Lärmschutzwänden									Dachanlagen auf Nichtwohngebäuden im Außenbereich und Freiflächenanlagen (jeweils bis 100 kWp)		
	bis 10 kWp (Ct/kWh)			über 10 kWp bis 40 kWp (Ct/kWh)			über 40 kWp bis 100 kWp (Ct/kWh)			(Ct/kWh)		
bei einem auf ein Jahr hochgerechneten Zubau bis... (Degression)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)	1.900 MWp (0,5%)	2.900 MWp (1,0%)	3.900 MWp (1,4%)
Ab 1. Jan 2017	12,30			11,96			10,69			8,51		
Ab 1. Feb 2017	12,30			11,96			10,69			8,51		
Ab 1. Apr 2019	11,11			10,81			8,50			7,68		
Ab 1. Mai 2019	10,95			10,65			8,38			7,57		
Ab 1. Jun 2019	10,79			10,50			8,25			7,45		
Ab 1. Jul 2019	10,64			10,34			8,13			7,34		
Ab 1. Aug 2019 <sup>1</sup>	10,53	10,48	10,44	10,24	10,19	10,15	8,05	8,01	7,98	7,27	7,24	7,20
Ab 1. Sep 2019 <sup>1</sup>	10,42	10,33	10,24	10,13	10,04	9,96	7,96	7,89	7,83	7,19	7,13	7,07
Ab 1. Okt 2019 <sup>1</sup>	10,31	10,18	10,05	10,02	9,90	9,77	7,88	7,78	7,68	7,11	7,02	6,93

Grafik: solarwirtschaft.de



# Wirtschaftlichkeit

Was kostet die kWh Solarstrom?

(9,9 kWp, 0% KZF)

	Anlagennennleistung		<input type="text" value="9,9"/>	kWp
	Spezifischer Jahresertrag		<input type="text" value="1.000"/>	kWh/kWp
	Jährliche Leistungsminderung		<input type="text" value="0,3"/>	%
	Wirtschaftliche Nutzungsdauer		<input type="text" value="25,0"/>	Jahre
	Investitionssumme gesamt (netto)		<input type="text" value="15.000"/>	€
	Jährliche Betriebskosten (netto)		<input type="text" value="150"/>	€
	Kalkulationszinssatz		<input type="text" value="0,0"/>	%
	<b>Solarstromgestehungskosten</b>		<b>7,9 Cent/kWh</b>	

← Preis pro kWp:  
Bsp. 1500€/kWp

# Wirtschaftlichkeit

Was kostet die kWh Solarstrom?  
(5,1 kWp, 0% KZF)

	Anlagennennleistung		<input type="text" value="5,1"/>	kWp	
	Spezifischer Jahresertrag		<input type="text" value="1.000"/>	kWh/kWp	
	Jährliche Leistungsminderung		<input type="text" value="0,3"/>	%	
	Wirtschaftliche Nutzungsdauer		<input type="text" value="25,0"/>	Jahre	
	Investitionssumme gesamt (netto)		<input type="text" value="9.700"/>	€	
	Jährliche Betriebskosten (netto)		<input type="text" value="150"/>	€	
	Kalkulationszinssatz		<input type="text" value="0,0"/>	%	
	<b>Solarstromgestehungskosten</b>		<b>11,0 Cent/kWh</b>		

Preis pro kWp steigt  
Bsp. 1900€/kWp

# Beispielrechnung PV-Anlage / PV-Anlage + Speicher

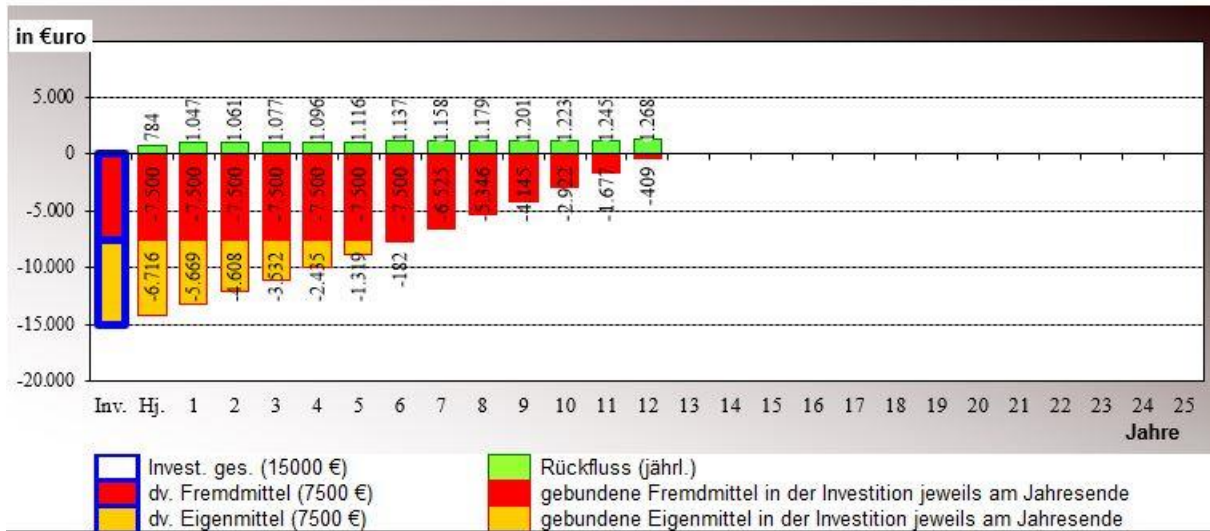
9,86 KW	9,86 kW mit 7,5kWh Speicher
Eigenheim; 4 Personen HH; 4000 kWh Strombedarf/Jahr, 30Ct/kWh	
Invest: 1500€/kWp	2373€/kWp
EEG-Vergütung 10,95 Ct	EEG-Vergütung 10,95 Ct
30% Autarkie	75% Autarkie
Betriebskosten: 1% / Invest.	
50% EK / 50% FK vs. 100% EK	
KfW 270 (15/3/15) 15 Jahre, 1,73% Sollzins, 3 J. Tilgungsfrei	
Strompreissteigerung: 2% / Jahr	
Inbetriebnahme: Mai/2019	

*Berechnung basiert auf LEL Photovoltaik-Rechner.*

<http://www.lel-bw.de>

# Amortisationsdauer 9,86 kW (vor Steuern)

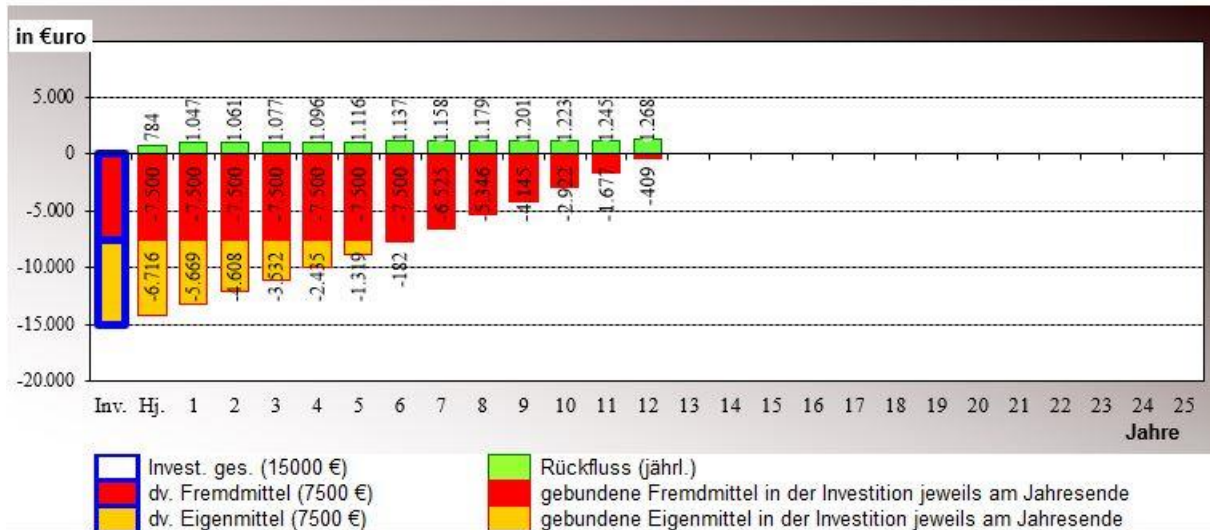
**Abb. 1: Amortisationsdauer** Die Investition (15000 €) amortisiert sich nach rund 13 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (7500 €) sind nach rund 6,9 Jahren zurückgeflossen.



Finanzierung 50/50

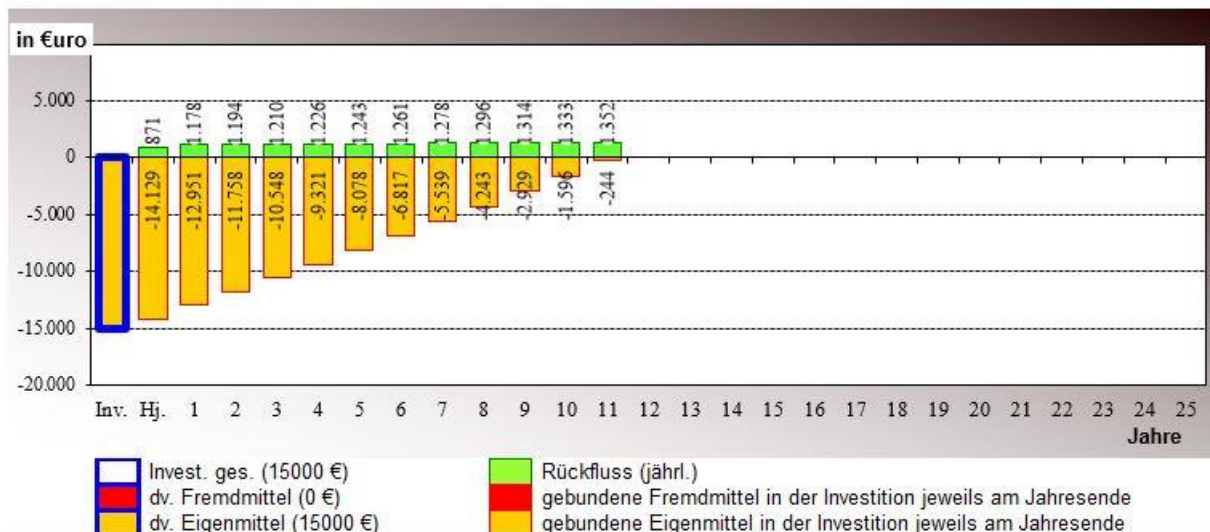
# Amortisationsdauer 9,86 kW (vor Steuern)

**Abb. 1: Amortisationsdauer** Die Investition (15000 €) amortisiert sich nach rund 13 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (7500 €) sind nach rund 6,9 Jahren zurückgeflossen.



Finanzierung 50/50

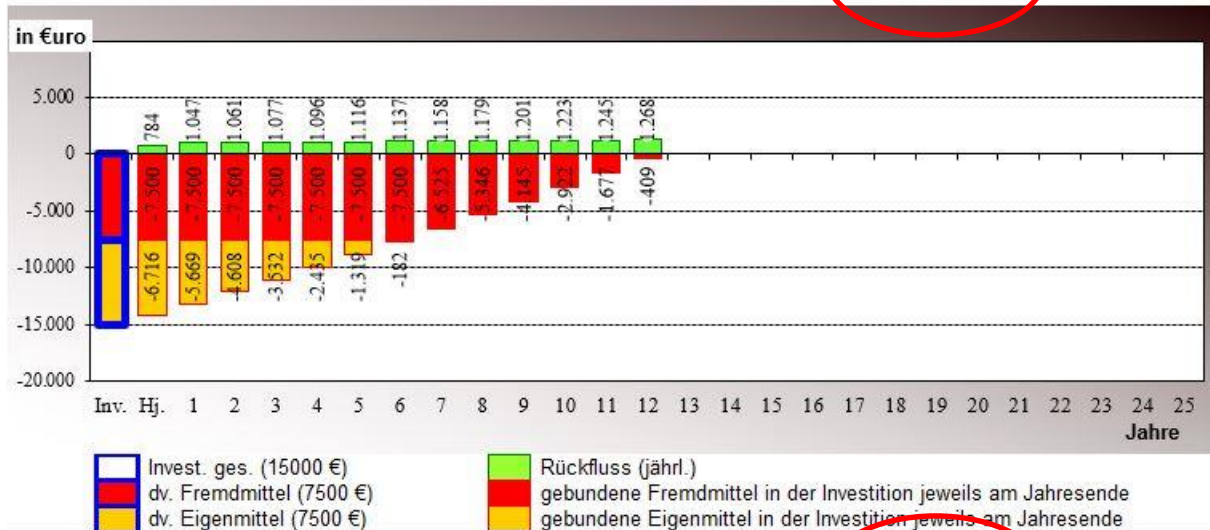
**Abb. 1: Amortisationsdauer** Die Investition (15000 €) amortisiert sich nach rund 11,9 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (15000 €) sind nach rund 11,9 Jahren zurückgeflossen.



Finanzierung nur durch Eigenmittel

# Amortisationsdauer 9,86 kW (vor Steuern)

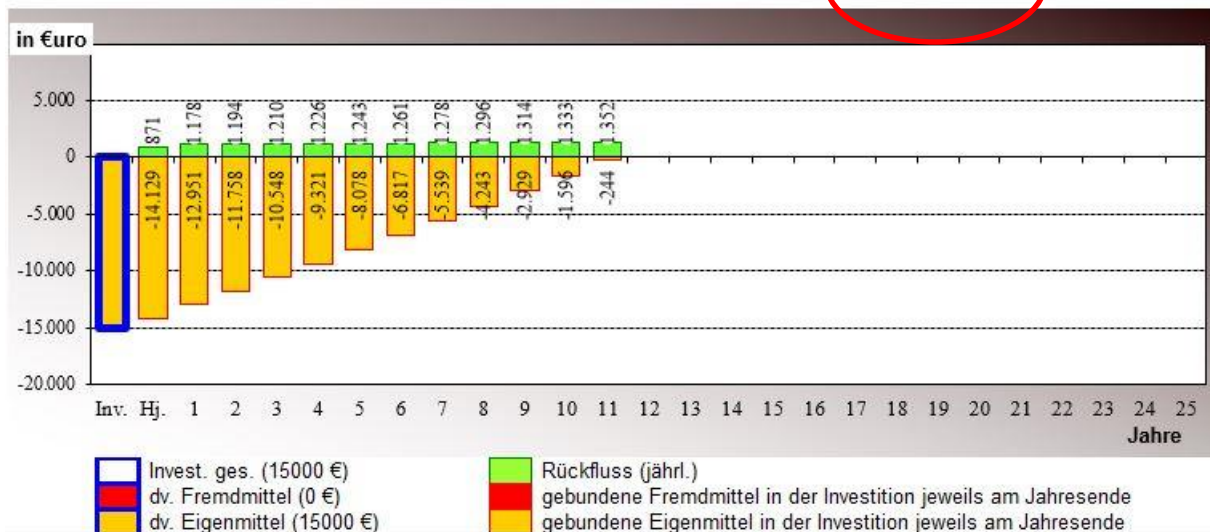
Abb. 1: Amortisationsdauer Die Investition (15000 €) amortisiert sich nach rund 13 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (7500 €) sind nach rund 6,9 Jahren zurückgeflossen.



Finanzierung 50/50:

➤ Amortisation nach 13 Jahren

Abb. 1: Amortisationsdauer Die Investition (15000 €) amortisiert sich nach rund 11,9 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (15000 €) sind nach rund 11,9 Jahren zurückgeflossen.



Finanzierung nur durch Eigenmittel:

➤ Amortisation nach 11,9 Jahren

# Liquiditätsverlauf 9,86 kW

Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



Legende: ■ Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom)

Incl. Guthabenzins von 1%

Finanzierung 50/50

- Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 23.645 €
- 4,6% EK-Verzinsung

# Liquiditätsverlauf 9,86 kW

Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



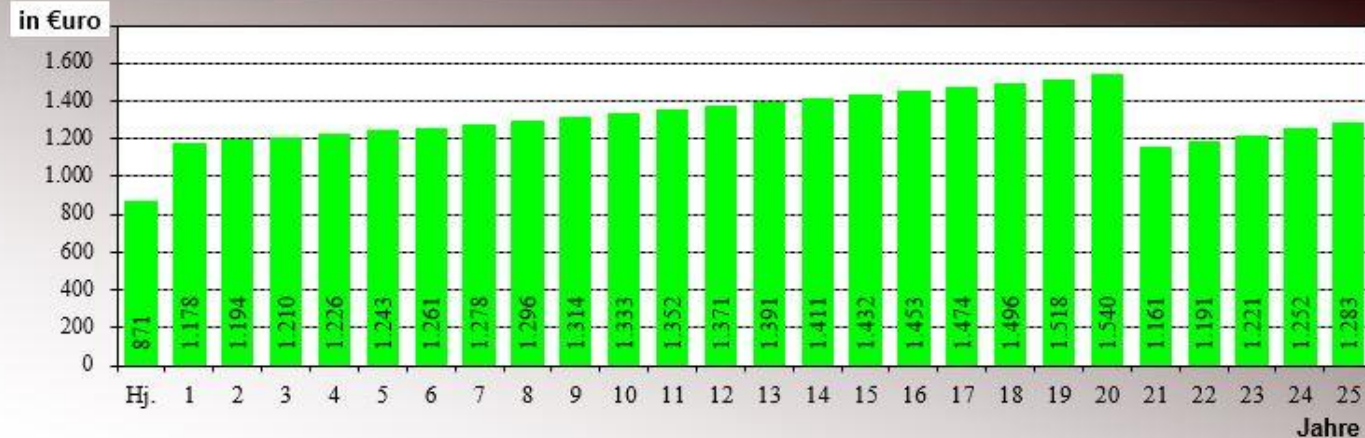
Legende: ■ Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom)

Incl. Guthabenzins von 1%

Finanzierung 50/50

- Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 23.645 €
- 4,6% EK-Verzinsung

Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



Legende: ■ Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom)

Incl. Guthabenzins von 1%

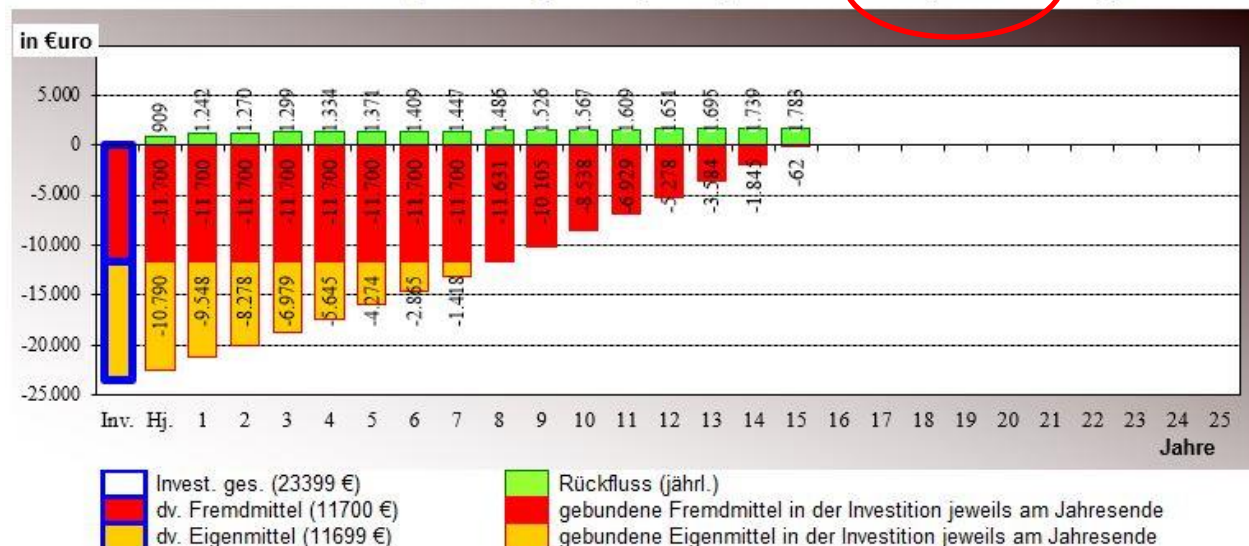
Finanzierung nur durch Eigenmittel

- Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 33.949 €
- 3,2% EK-Verzinsung



# Amortisationsdauer 9,86 kW mit 7,5kWh Speicher (vor Steuern)

Abb. 1: Amortisationsdauer Die Investition ( 23399 € ) amortisiert sich nach rund 15,8 Jahren  
 Die eingesetzten Eigenmittel (11699 €) sind nach rund 8,7 Jahren zu rückgeflossen.

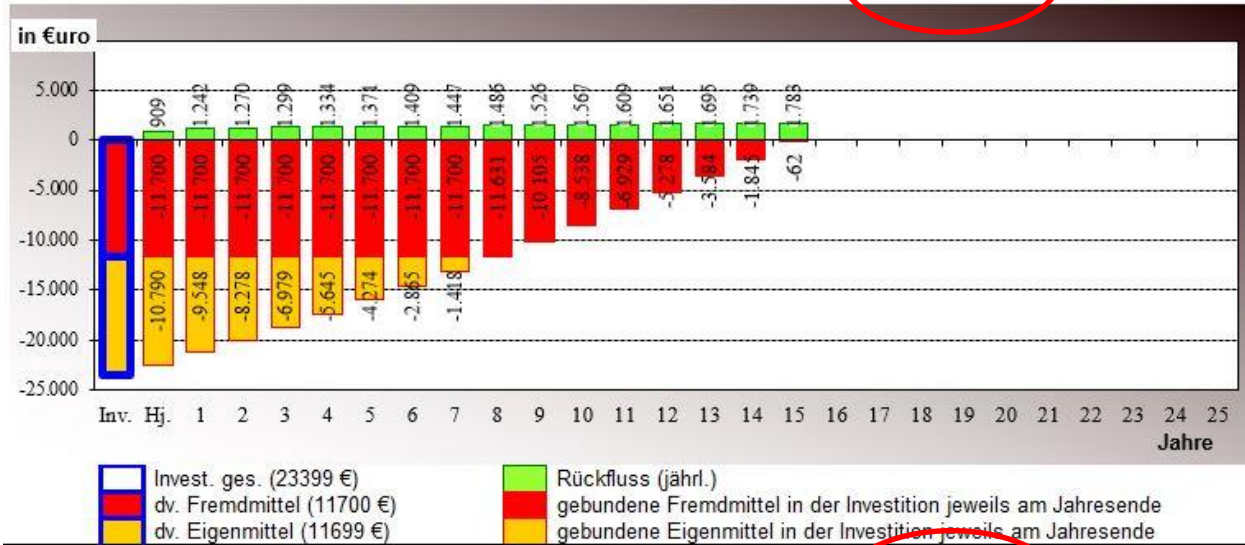


Finanzierung 50/50

➤ Amortisation nach 15,8 Jahren

# Amortisationsdauer 9,86 kW mit 7,5kWh Speicher (vor Steuern)

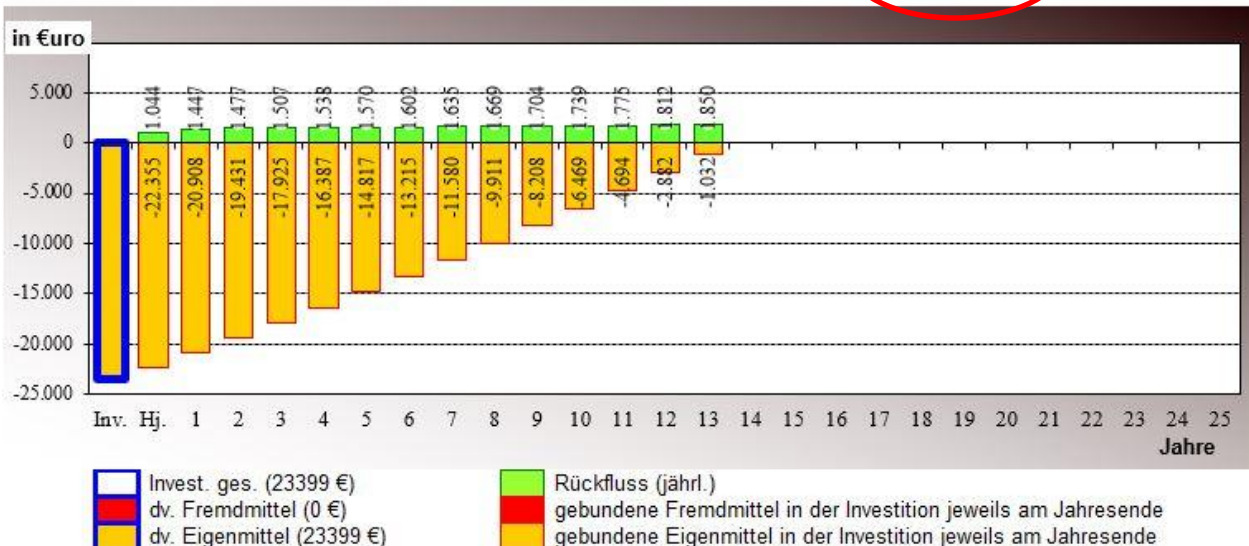
Abb. 1: Amortisationsdauer Die Investition ( 23399 € ) amortisiert sich nach rund 15,8 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (11699 €) sind nach rund 8,7 Jahren zu rückgeflossen.



Finanzierung 50/50

➤ Amortisation nach 15,8 Jahren

Abb. 1: Amortisationsdauer Die Investition ( 23399 € ) amortisiert sich nach rund 14,3 Jahren  
Die eingesetzten Eigenmittel (23399 €) sind nach rund 14,3 Jahren zurückgeflossen.

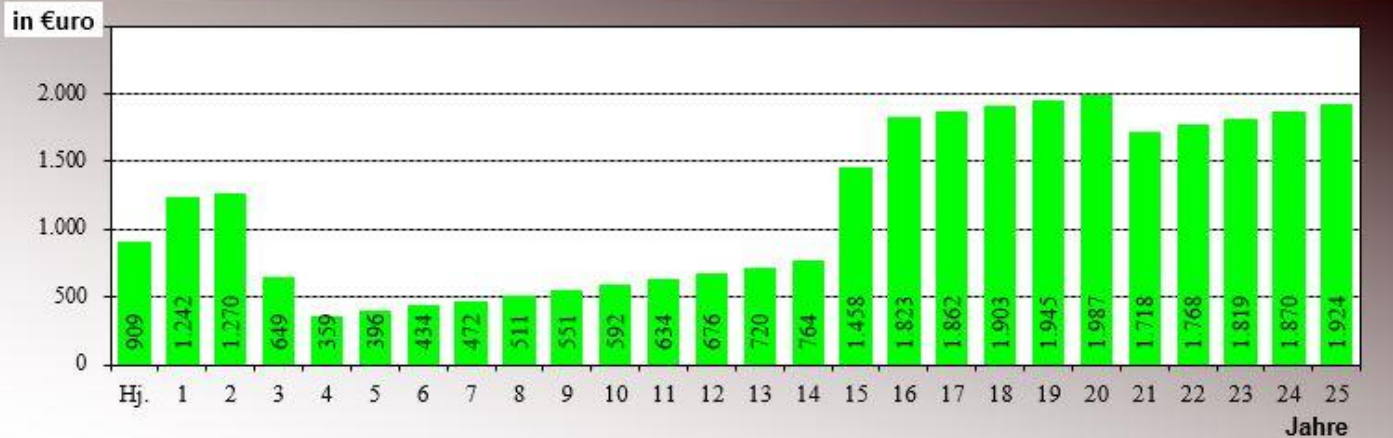


Finanzierung nur durch Eigenmittel:

➤ Amortisation nach 14,3 Jahren

# Liquiditätsverlauf 9,86 kW mit 7,5kWh Speicher

Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



Legende: ■ Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom)

Incl. Guthabenzins von 1%

Finanzierung 50/50

- **Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 30.257 €**
- **3,8% EK-Verzinsung**

# Liquiditätsverlauf 9,86 kW mit 7,5kWh Speicher

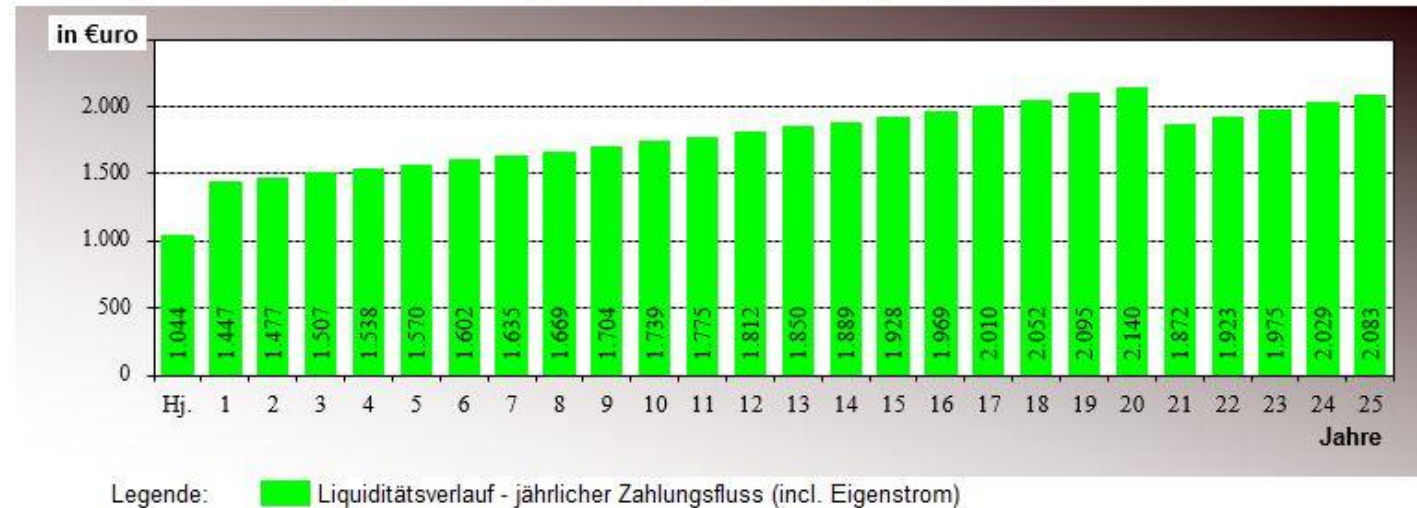
Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



Finanzierung 50/50

- Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 30.257 €
- 3,8% EK-Verzinsung

Abb. 2: Liquiditätsverlauf - jährlicher Zahlungsfluss (incl. Eigenstrom; Vergütung + Wert)



Finanzierung nur durch Eigenmittel

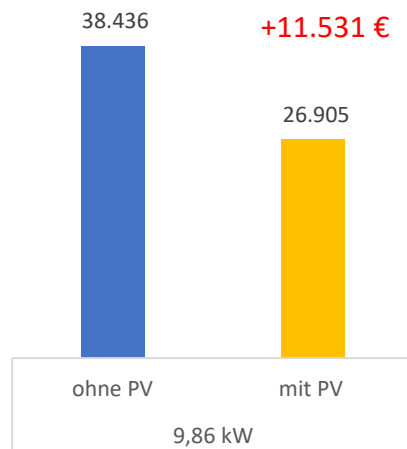
- Kontoendstand nach 25,7 Jahren: 46.332 €
- 2,7% EK-Verzinsung

# Ergebnis 9,86 kW vs. 9,86 kW + 7,5 kWh Speicher

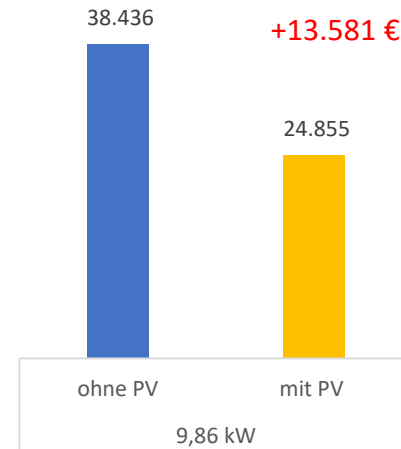
## 9,86 kW

- Kürzere Amortisationszeit (13/11,9 Jahre)
- Geringere Investitionskosten.
- Höhere Rendite 4,6% / 3,2%

Kosten für den Netzbezugsstrom in 25 Jahren

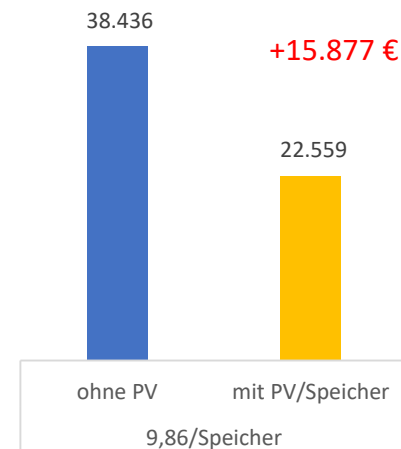
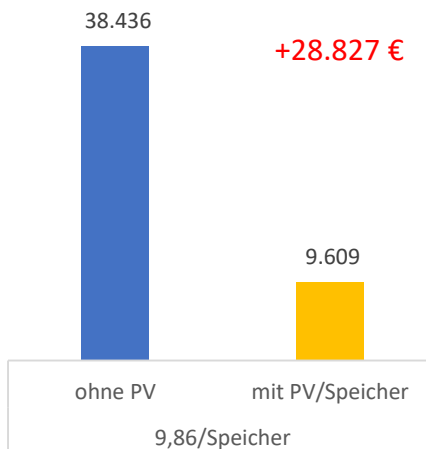


Gesamtbetrachtung



## 9,86 kW + 7,5 kWh Speicher

- längere Amortisationszeit (15,8/14,3 Jahre)
- Geringere Rendite 3,8% / 2,7%
- größere Strompreisbremse
- Gesamtkosten geringer als nur PV.



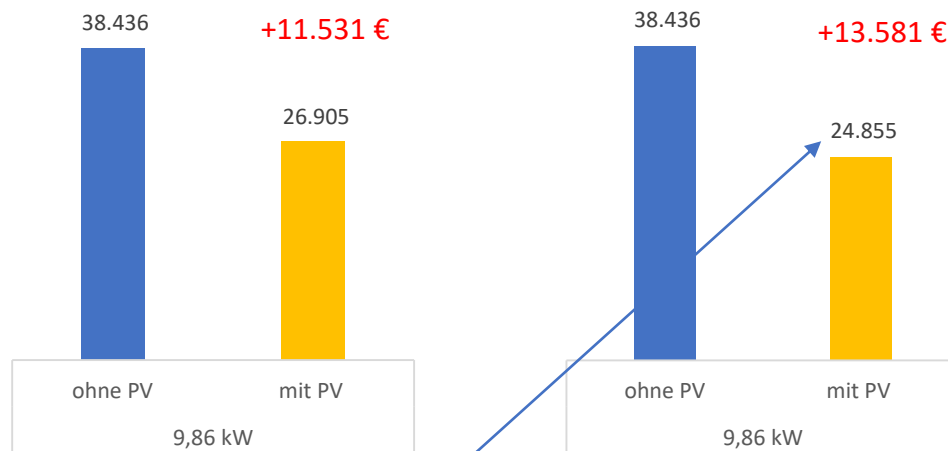
# Ergebnis 9,86 kW vs. 9,86 kW + 7,5 kWh Speicher

## Kosten für den Netzbezugsstrom in 25 Jahren

## Gesamtbetrachtung

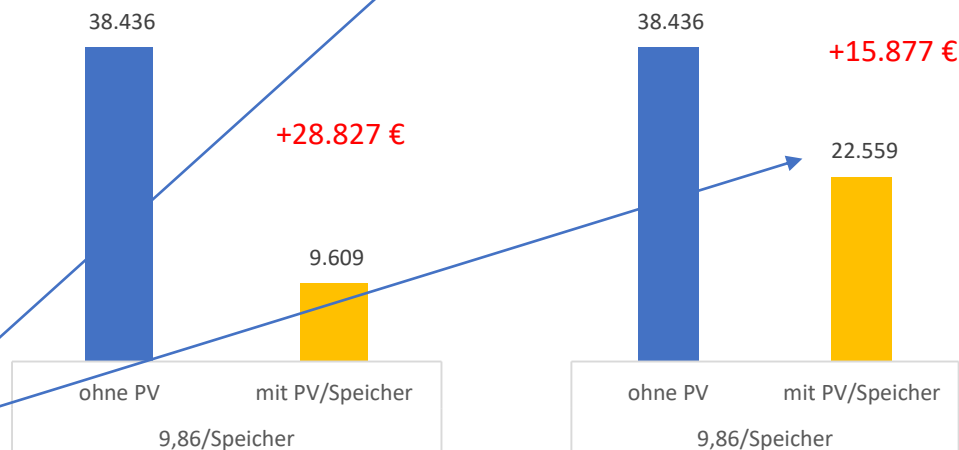
### 9,86 kW

- Kürzere Amortisationszeit (13/11,9 Jahre)
- Geringere Investitionskosten.
- Höhere Rendite 4,6% / 3,2%



### 9,86 kW + 7,5 kWh Speicher

- längere Amortisationszeit (15,8/14,3 Jahre)
- Geringere Rendite 3,8% / 2,7%
- größere Strompreisbremse
- Gesamtkosten geringer als nur PV.





*Ihr Partner  
für Photovoltaik*

**Beratung · Planung · Verkauf · Montage · Gutachten**

**[www.raible.solar](http://www.raible.solar)**

**RAIBLE**  
*Energie der Zukunft*