

# Photovoltaik – eine sinnvolle (Geld-) Anlage ?



Dipl.-Kfm. (Univ.) Michael Vogtmann

Deutsche Gesellschaft für Sonnenergie

Landesverband Franken e.V.

Fürther Straße 246c

90429 Nürnberg

Telefon: 0911 / 376 516 30

Internet: [www.dgs-franken.de](http://www.dgs-franken.de)

Mail: [vogtmann@dgs-franken.de](mailto:vogtmann@dgs-franken.de)



# Photovoltaik als sinnvolle (Geld-) Anlage ?

**Dipl.-Kfm. (Univ.) Michael Vogtmann**

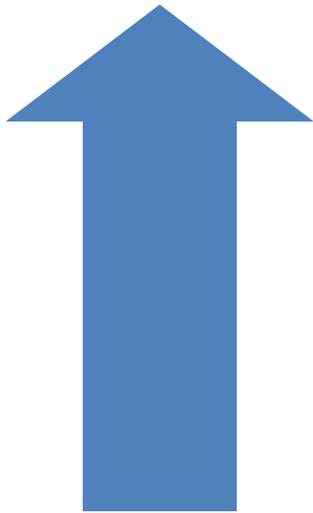
- Seit 1995 in der Solarbranche
- Vorsitzender Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), Landesverband Franken e.V.
- Referent und Berater der DGS Solarakademie Franken (PV-Eigenstromnutzung und Geschäftsmodelle)
- Referent TÜV Rheinland (für Gutachter und Fachberater)
- Umweltpreis Stadt Nürnberg 2012 für 20 Jahre Solar Engagement



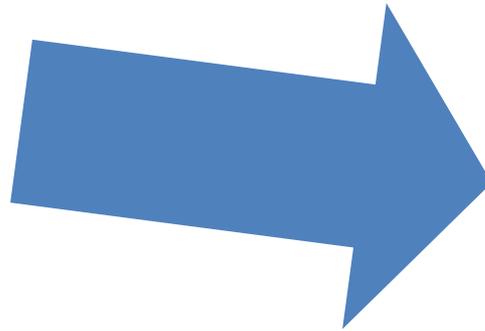
**Deutsche Gesellschaft für  
Sonnenenergie (DGS)  
Landesverband Franken e.V.**



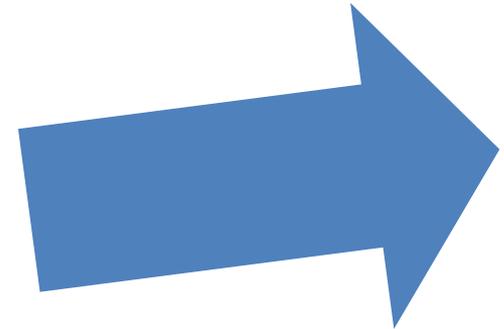
# Die Rahmenbedingungen...



Strompreise steigen  
2% pro Jahr?



PV-Systempreise seit Fj. 2016  
um ca. 15% gefallen



EEG Förderung  
steigt vermutlich ab  
Februar 2017



# Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2014 § 49

## Atmender Deckel: positiv angepasster Degressionsmodus

Installierte  
PV-Leistung  
(12 Monate)

Monatliche  
Degression

> 7 500 MW
> 6 500 MW
> 5 500 MW
> 4 500 MW
> 3 500 MW
> 2 600 MW
2 400 - 2 600 MW
< 2 400 MW
< 1 500 MW
< 1 000 MW

2,80 %
2,50 %
2,20 %
1,80 %
1,40 %
1,00 %
0,50 %
0,25 %
0,00 %
0,00 %, einmalige Anhebung um 1,50 % zum Quartalsbeginn

> 7 500 MW
> 6 500 MW
> 5 500 MW
> 4 500 MW
> 3 500 MW
> 2 500 MW
2 300 - 2 500 MW
< 2 300 MW
< 2 100 MW
< 1 700 MW
< 1 300 MW

2,80 %
2,50 %
2,20 %
1,80 %
1,40 %
1,00 %
0,50 %
0,25 %
0,00 %
0,00 %, einmalige Anhebung um 1,50 % zum Quartalsbeginn
0,00 %, einmalige Anhebung um 3,00 % zum Quartalsbeginn

EEG 2014

EEG 2016



# EEG 2017 - feste Einspeisevergütungen im Überblick

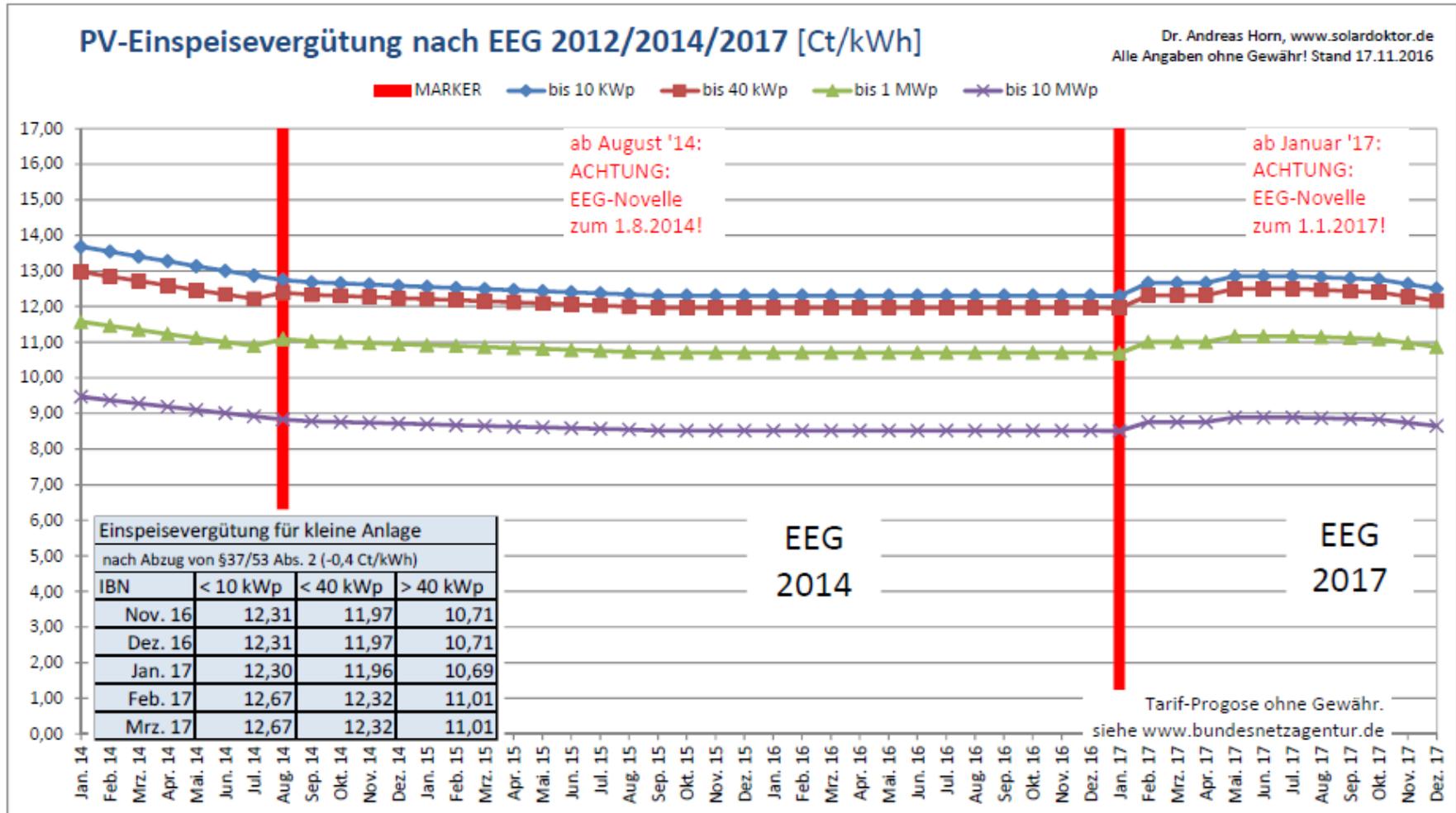
Inbetriebnahme	Anlagen auf Wohngebäuden und Lärmschutzwänden									Dachanlagen auf Nichtwohngebäuden im Außenbereich und Freiflächenanlagen <sup>2</sup> (jeweils bis 100 kWp)		
	bis 10 kWp (Ct/kWh)			über 10 kWp bis 40 kWp (Ct/kWh)			über 40 kWp bis 100 kWp (Ct/kWh)			(Ct/kWh)		
bei einem auf ein Jahr hochgerechneten Zubau bis... (Degression)	1.300 MWp (+3 %)	1.700 MWp (+1,5 %)	2.200 MWp (0 %)	1.300 MWp (+3 %)	1.700 MWp (+1,5 %)	2.200 MWp (0 %)	1.300 MWp (+3 %)	1.700 MWp (+1,5 %)	2.200 MWp (0 %)	1.300 MWp (+3 %)	1.700 MWp (+1,5 %)	2.200 MWp (0 %)
Ab 1. Jan 2017	12,30			11,96			10,69			8,51		
Ab 1. Feb 2017 <sup>1</sup>	12,67	12,48	12,30	12,32	12,14	11,96	11,01	10,85	10,69	8,77	8,64	8,51
Ab 1. Mrz 2017 <sup>1</sup>	12,67	12,48	12,30	12,32	12,14	11,96	11,01	10,85	10,69	8,77	8,64	8,51
Ab 1. Apr 2017 <sup>1</sup>	12,67	12,48	12,30	12,32	12,14	11,96	11,01	10,85	10,69	8,77	8,64	8,51

<sup>1</sup> Einmaliger Anstieg des Vergütungssatzes um bis zu drei Prozent für die Monate Februar, März und April 2017 gem. §49 Abs. 3 EEG (2017) möglich

<sup>2</sup> Für Freiflächenanlagen größer 750 kWp wird die Förderung gemäß EEG 2017 über Ausschreibungen bestimmt; Die Höhe des anzulegenden Werts entspricht dem Zuschlagswert des bezuschlagten Gebots, dessen Gebotsmenge der Solaranlage zugeteilt worden ist (§ 38b Abs. 1 EEG (2017))



## PV-Zubau und Einspeisetarif



Datenquelle: BNA, Stand: 17.11.2016



# Die Wertschöpfung resultiert aus der Strompreisreduzierung durch PV-Direktverbrauch bei mittelhohen bis hohen Eigenverbrauchsquoten!

## Strompreise brutto 2015



# Die EEG-Reform 2014, gilt auch im EEG 2017

## Zusammenfassung Änderungen bei der „Eigenversorgung“

**30 Prozent EEG-Umlage bis Ende 2015\***

**35 Prozent EEG-Umlage bis Ende 2016\***

**40 Prozent EEG-Umlage ab 2017**

EE- und KWK-Anlagen in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und privaten Haushalten

Quelle: BSW e.V.

### Keine EEG-Umlage

Kleinanlagen bis 10 kW und 10 MWh/a Eigenverbrauch

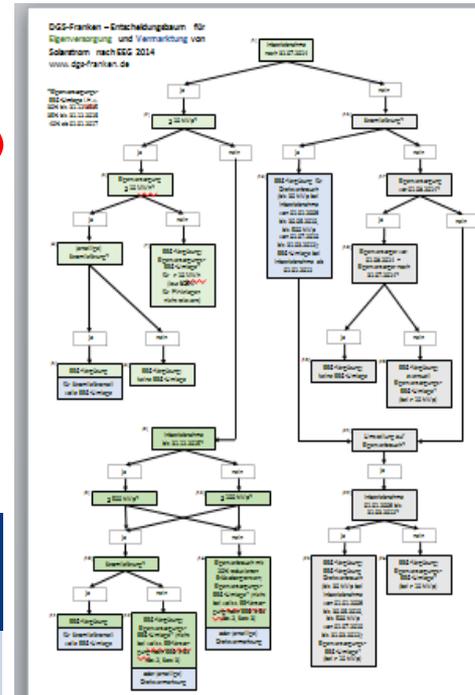
Inselanlagen (keine netzparallelen „Nulleinspeiser“)

Bisherige Eigenversorger im Bestand

### 100 Prozent EEG-Umlage

fossile Eigenerzeuger

**Solarstromdirektlieferung**  
**Solare Mieterversorgung**



Quelle: DGS Franken – EEG 2014 Entscheidungsbaum.  
[http://www.dgs-franken.de/fileadmin/DGS-Franken/pdf/Neue\\_Chancen\\_fuer\\_die\\_Photovoltaik\\_2015.pdf](http://www.dgs-franken.de/fileadmin/DGS-Franken/pdf/Neue_Chancen_fuer_die_Photovoltaik_2015.pdf)



# Energiemanagement

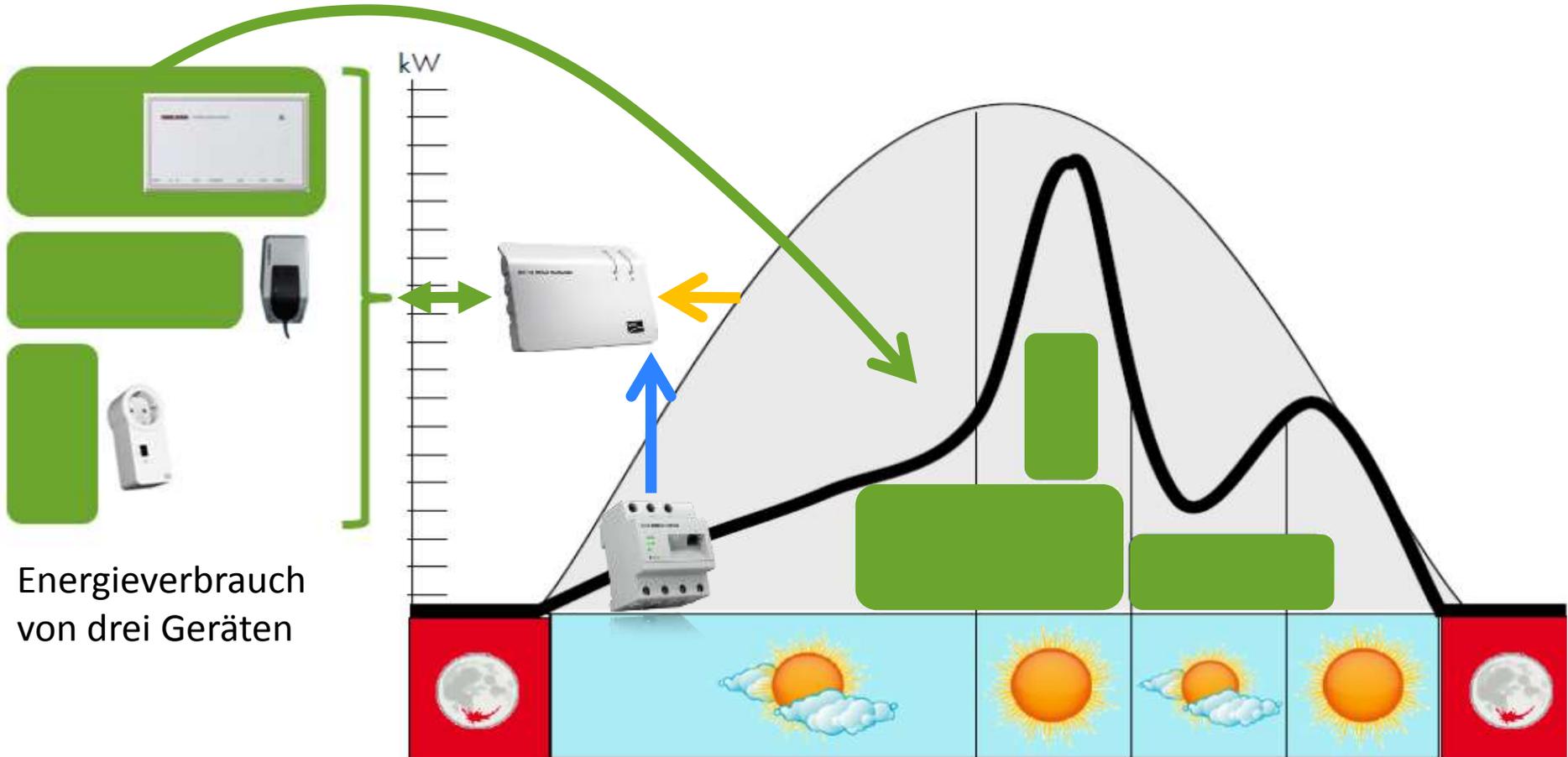
## Übersicht Wohngebäude

- **Nutzerverhalten + 5-10 %**  
Bsp. Rasenmähen
- **Smart Home + 5-10 %**  
Automatisierte Weiße Ware
- **Ausrichtung des Generators + 5-10 %**  
Ost / West statt Süd
- **Power-to-Heat + 20-50 %**  
direkt-elektrisch, Wärmepumpe
- **Power-to-Power + 20-35 %**  
stationär, instationär (E-Bike, E-Mobility)



# Energiemanagement

## Smart Home: „Fahrplan“ für elektrische Verbraucher



Energieverbrauch  
von drei Geräten

Quelle: SMA



# Einfamilienhaus ohne Speicherkonzept

## Unabhängigkeitsrechner

Jahresstromverbrauch ⓘ



4700 kWh

Photovoltaikleistung ⓘ



5 kWp

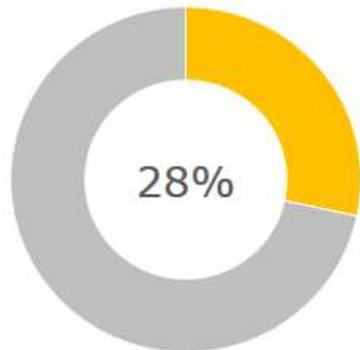
Nutzbare Speicherkapazität ⓘ



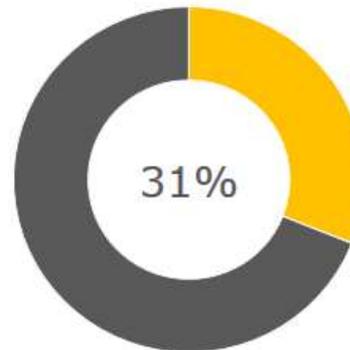
0 kWh



Eigenverbrauchsanteil ⓘ



Autarkiegrad ⓘ



<http://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>



# Power-to-Heat

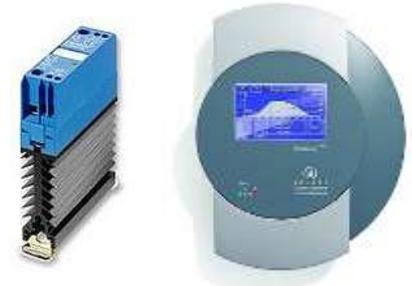
## Thermische Speicherung elektrischer Energie



**Heizstäbe: unregelbar  
und regelbar (500 – 2500 €)  
kWh-Wärmepreis ca. 15 Ct**



**Solargesteuerte  
Brauchwasserwärmepumpe  
(ca. 3000 €)  
kWh-Wärmepreis ca. 4 Ct  
Bei Jahresarbeitszahl 3,5**



*Quellen: Stiebel-Eltron, Celduc, Solarlog, Adamczewski*



# Power-to-Heat

## Energiemanagement



1.0



2.0



3.0



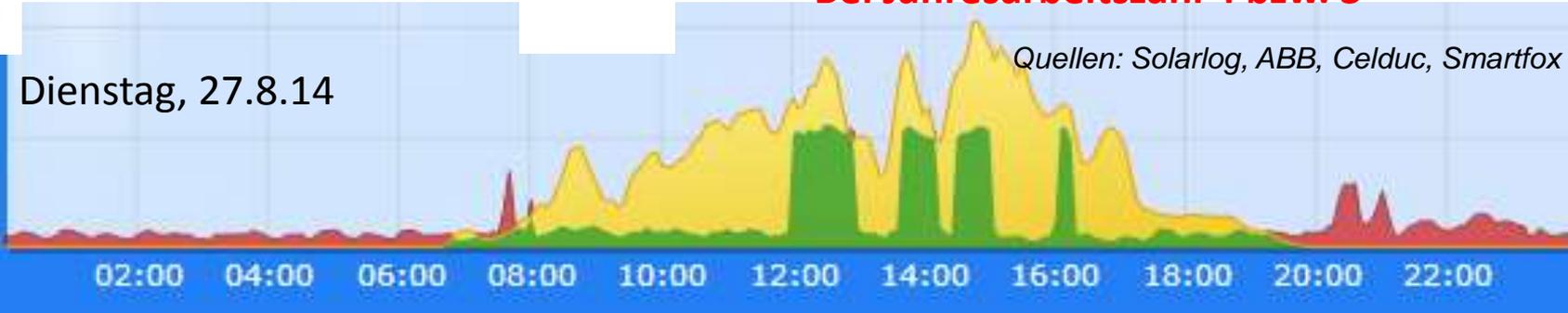
**Solargesteuerte  
Heizungs/WW-Wärmepumpe  
(ideal: Erdkolektor- oder  
erdsondengeführt)**

**kWh-Wärmepreis ca. 4 – 6 Ct  
Bei Jahresarbeitszahl 4 bzw. 3**



Dienstag, 27.8.14

2 kW



Quellen: Solarlog, ABB, Celduc, Smartfox



# Einfamilienhaus



➔ Kauft PV mit Speicher

**Gruppe 1:** Der **Sicherheitsbedürftige**. Er möchte möglichst unabhängig von äußeren Einflüssen sein (mögliche Strompreissteigerungen, u.U. Stromnetzausfälle, Benzinpreisentwicklungen, Geldüberschuß nicht im Focus)



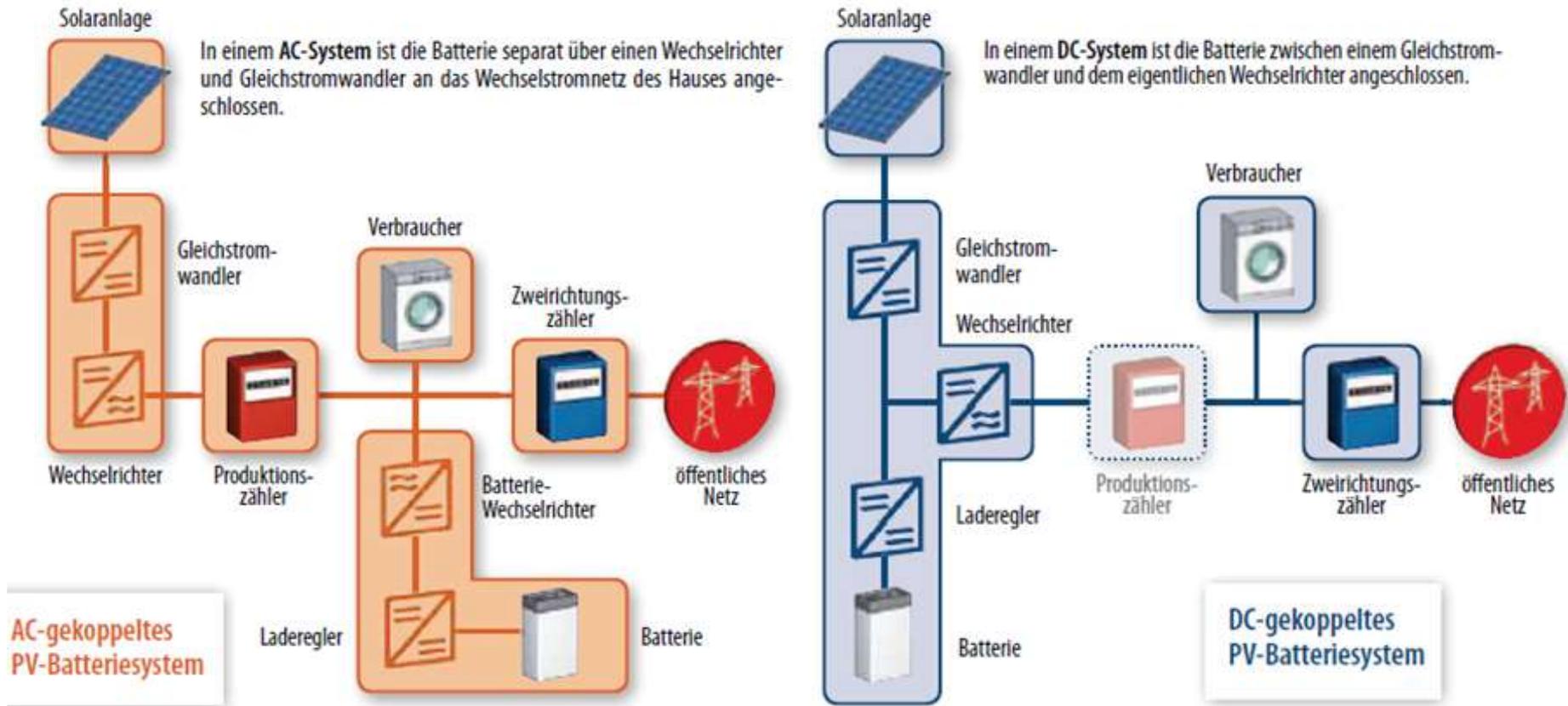
➔ Kauft PV ohne Speicher

**Gruppe 2:** **Materielle Orientierung:** Bedeutet meist schnellen hohen Gewinn (hohe Rendite, kurze Amortisationszeit, hohen Liquiditätsüberschuß)



# Einfamilienhaus mit Speicherkonzept

## Auswahl zwischen zwei Arten elektrischer Systemtechnik



v.a. bei Nachrüstung, Stromein-/verkauf über Netz

v.a. bei Kauf mit PV; Wirkungsgradoptimiert



# Elektrische Speichersysteme

## Marktüberblick: Technologien

### BLEI



### LI-IONEN



**Maße**

1,3 x 0,6 x 0,5  
350 kg

0,4 x 0,6 x 0,16  
60 kg

**Lebensdauer**

8 Jahre

15 Jahre

**Praxiserfahrung**

100 Jahre

10 Jahre

**Reparatur**

-

-

**Preis**

ab 5.000,00

ab 4000,00



# Elektrische Speichersysteme

## Marktüberblick: Betriebsarten

### SAMSUNG



### BYD



### IBC / SMA



**Notstrom  $P_{\text{dauer}}$   
Umschaltzeit**

**nein**

**3 x 3 kW**  
200 ms

**1 x 6,0 kW**  
15 s

**Inselbetrieb**

nein

ja

ja

**Nulleinspeisung**

nein

ja

ja

**Phasenbilanz**

saldierend

phasengenau

saldierend

**Schwarmspeicher**

nein

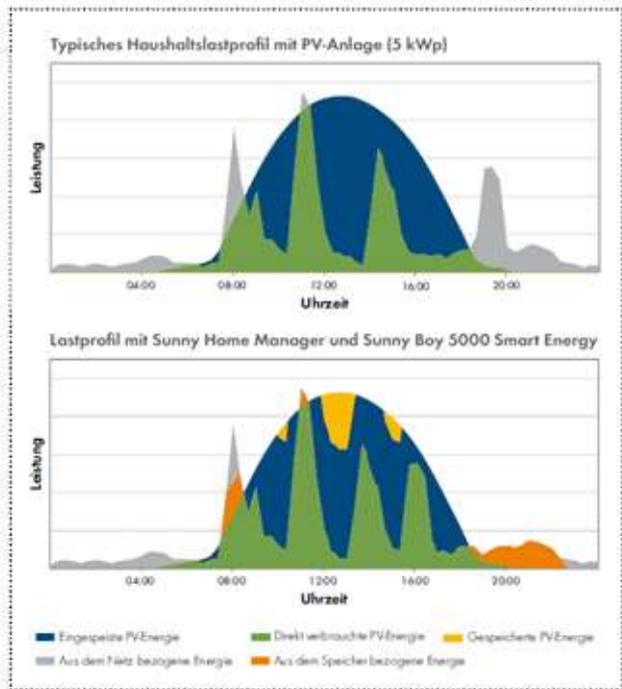
ja

nein



# Elektrische Speichersysteme

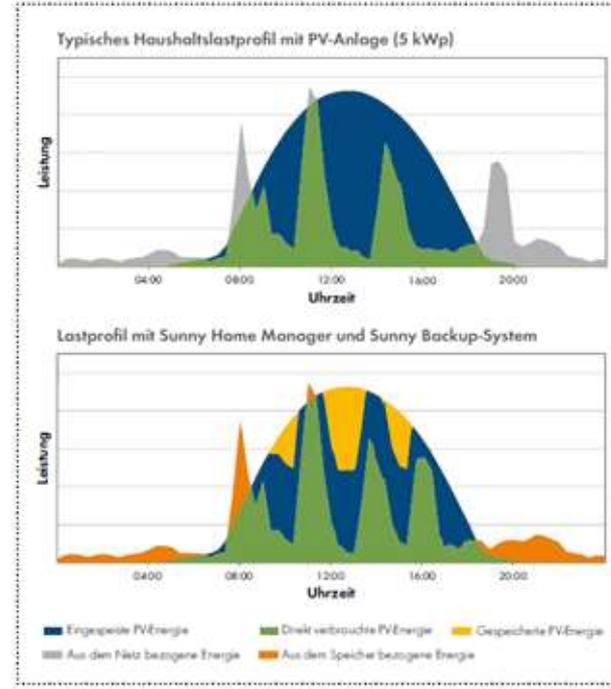
## Marktüberblick: Kleinspeicher oder „Normal“-speicher“



2 kWh nutzbarer Speicher



Bsp. links: SMA SE 3600



4-5 kWh nutzbarer Speicher

Bsp.: rechts: Sonnenbatterie eco 4



# Einfamilienhaus mit Speicherkonzept (kl. Speicher)

## Unabhängigkeitsrechner

Jahresstromverbrauch ⓘ

kWh

Photovoltaikleistung ⓘ

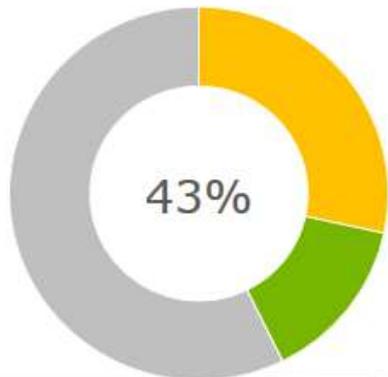
kWp

Nutzbare Speicherkapazität ⓘ

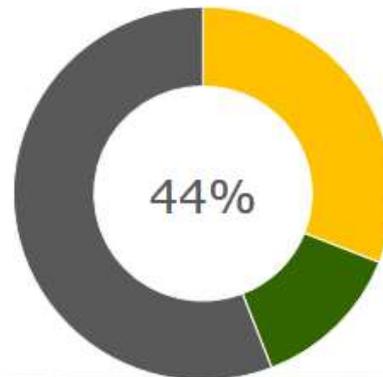
kWh



Eigenverbrauchsanteil ⓘ



Autarkiegrad ⓘ



<http://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>



# Erhöhung der PV - Eigenverbrauchsquote

## Beispiele für mittelgroße Speicherkonzepte

Sunny Island SI6.0 H

mit IBC Solstore 6,5 Li  
(4,7 kWh Nutzkapaz.)



: Sonnenbatterie eco 4  
4 kWh nutzbare Kap.



# PV-Eigenstromnutzung im EFH

## Beispiele für mittelgroße Speicherkonzepte



Kostal Pico Li  
z.B 6 kWh nutz. Kap.



Tesla Powerwall  
6,4 kWh nutz. Kap.



Solarworld SunPac Li  
z.B. 6 kWh nutz. Kap.



Varta element 6  
5,7 kWh nutz. Kap.



# Einfamilienhaus mit Speicherkonzept (mittl. Speich.)

## Unabhängigkeitsrechner

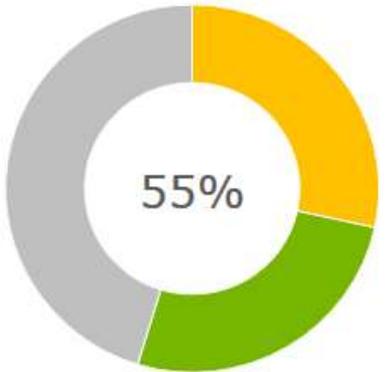
Jahresstromverbrauch ⓘ  kWh

Photovoltaikleistung ⓘ  kWp

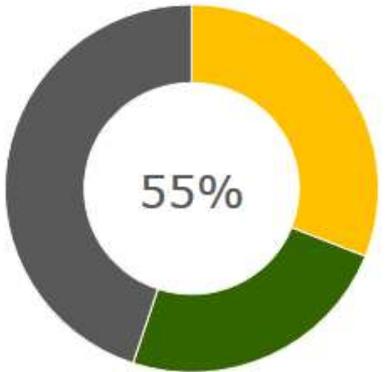
Nutzbare Speicherkapazität ⓘ  kWh



Eigenverbrauchsanteil ⓘ



Autarkiegrad ⓘ



<http://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>



# Einfamilienhaus mit Speicherkonzept (größ. Speich.)

## Unabhängigkeitsrechner

Jahresstromverbrauch ⓘ

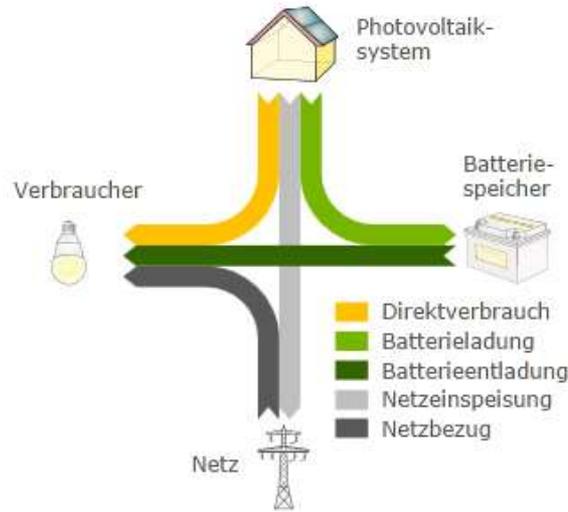
5000 kWh

Photovoltaikleistung ⓘ

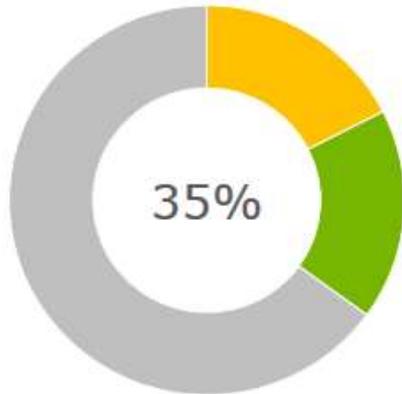
10 kWp

Nutzbare Speicherkapazität ⓘ

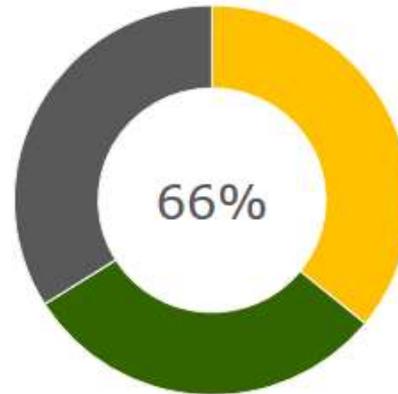
5.7 kWh



Eigenverbrauchsanteil ⓘ



Autarkiegrad ⓘ



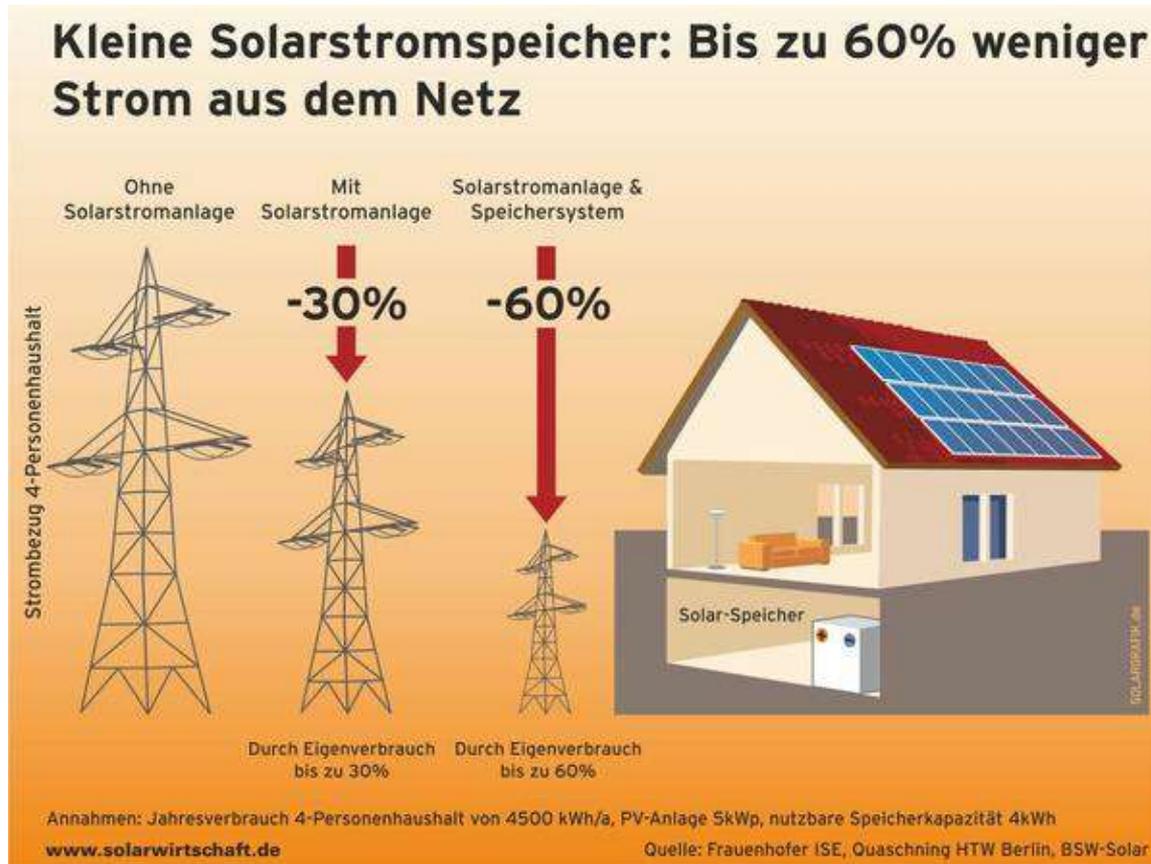
<http://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>



Bitte anschauen: Der 8 minuten-Film vom Bundesverband Solarwirtschaft:  
[www.die-sonne-speichern.de/](http://www.die-sonne-speichern.de/)



**Faustformeln für 90% Autonomie im Sommerhalbjahr:**  
pro 1 kWp PVA etwa 1 kWh Speicherkapazität  
pro 1 MWh Strombedarf/a etwa 1 kWh Speicherkapazität  
häufig: 4-6 kWp, 4-6 kWh Akku, 4 bis 5 MWh/a Strombedarf



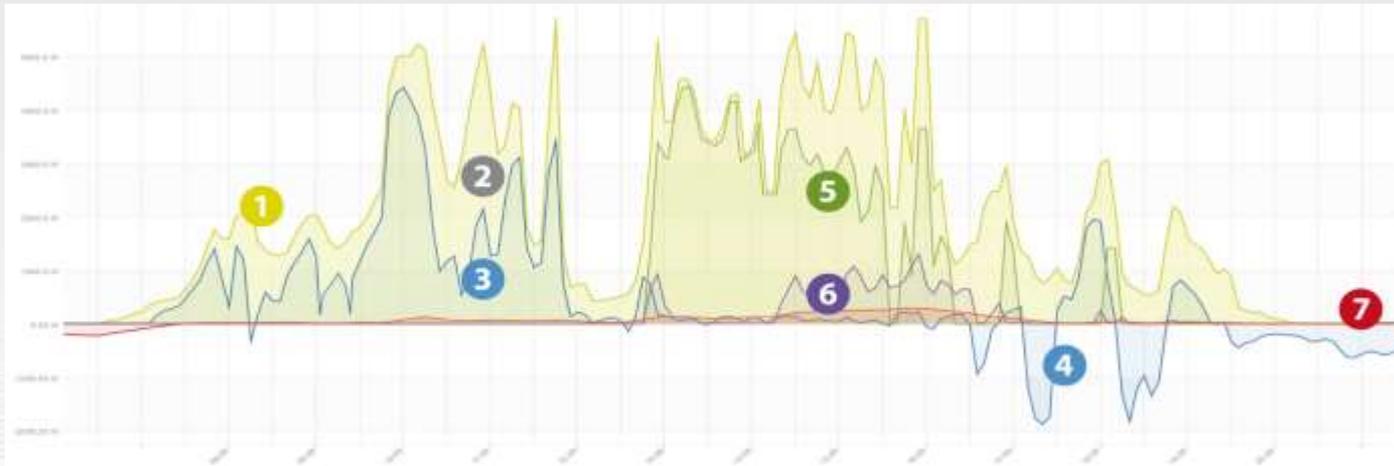
# Eigenverbrauch im Haushalt

## Beispiel: Hans Urban Musteranlage 2014

**9,8 kWp mit Speicher 15kWh netto**



# Regelbeispiele:



1 Wirkleistung PV-Anlage.



2 Überschüssige PV-Wirkleistung wird genutzt für den Verbrauch durch Haushaltsgeräte.



3 Beladung des Speichersystems anhand der zur Verfügung stehenden PV-Überschussleistung.

4 Entladung des Speichers zur Versorgung des Haushalts am Abend.



5 Geregelte Fahrzeugladung, angepasst an den zur Verfügung stehenden PV-Überschuss.



Zusätzliche PV-Überschussleistung findet in der Erzeugung von Brauchwasser mittels Heizstab Verwendung.



7 Die Netzeinspeisung bzw. der Netzbezug wird auf ein Minimum reduziert.



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now

hier: Nachrüstung einer 2011er Anlage mit „WechselrichterSpeicher“

3 kW, IBN Juni 2011, EEG-Vergütung 28,74 Ct/kWh

2500 € netto/kWp + Ust

950 kWh/kWp

0,5% Moduldegradation

EK-Finanzierung

2% NK, 1,5% NK-steigerung pro Jahr

4 PP – HH mit 4500 kWh Strombedarf/Jahr

Betreiberkonzeptwechsel und Nachrüstung in 06/2016, 68% EV-quote (!!)

Speicherkosten 2 kWh Nettokap. 4000 € netto **vermutlich vorsteuerabzugsfähig.**

Bezugsstrompreis 2015: 24 Ct. Netto

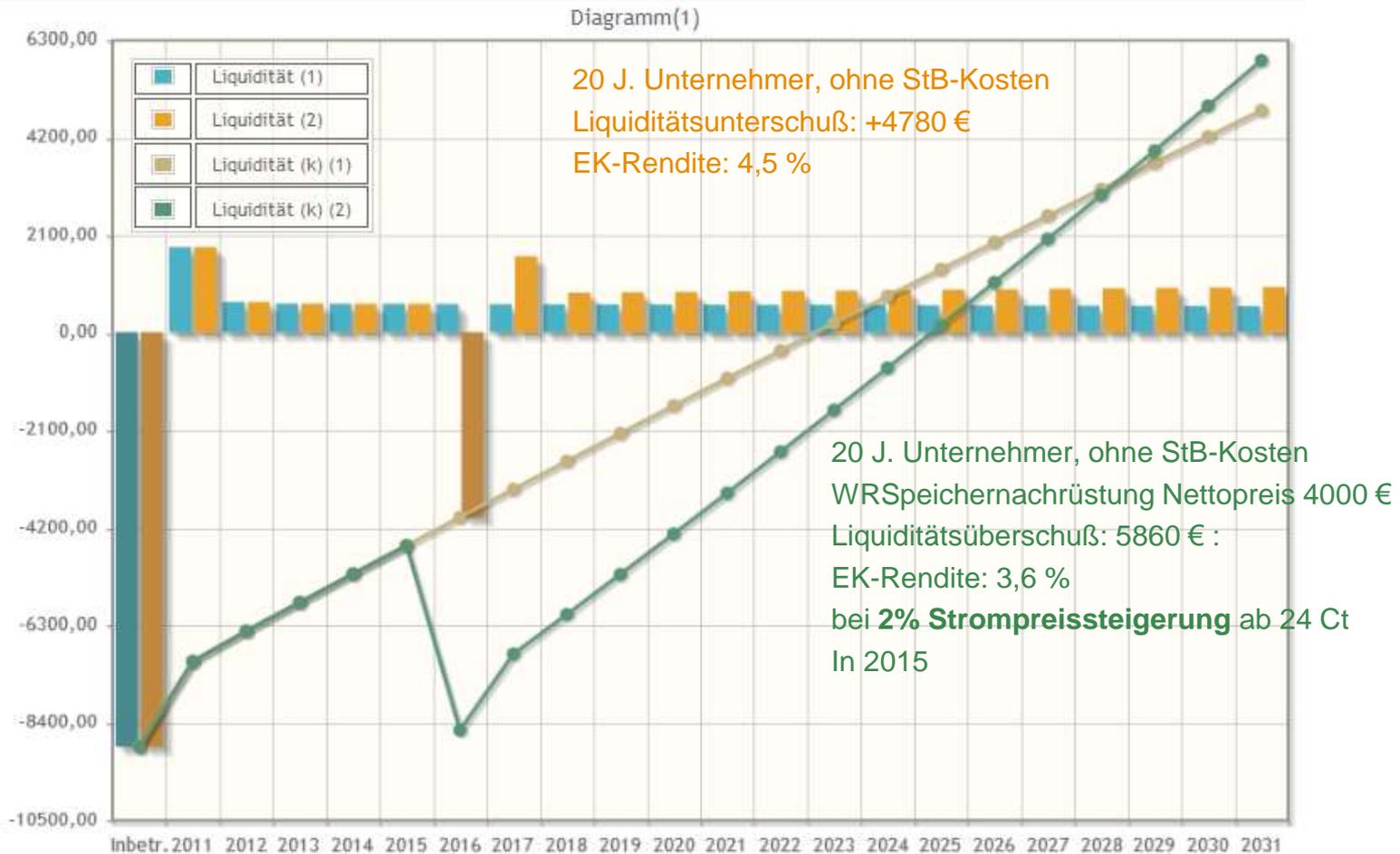
Angenommene Preissteigerung: 2%/a



# pv@now hat den 2. Innovationspreis auf dem 30. OTTI-PV-Symposium 2015 gewonnen



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now



**Ergebnis: bei 2% Strompreissteig./a und Klein-PV 3 kW rechnet sich ein Nachrüst-WR-Speicher.**



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now

hier: **Neuanlage mit WR-integriertem Speicher 2 kWh Nettokapazität**  
([www.pv-now.de](http://www.pv-now.de) von DGS Franken, Gastzugang gratis)

5 kW, IBN September 2016, EEG-Vergütung 12,31 Ct/kWh<sup>^</sup>,  
ab Jahr 21 Annahme 3 Ct/kWh „Überschussvergütung“

12000 € netto + Ust

2 kWh netto Speicher SMA SB 3600 smart energy

Angenommene Ersatzakkuinvestition nach 15 Jahren: 1000 € netto

950 kWh/kWp

0,3% Moduldegradation (gemäß TÜV Rheinland)

4 PP – HH mit 4500 kWh Strombedarf/Jahr

EK-Finanzierung

2 % NK

1 % NK-steigerung pro Jahr

45% EV-quote

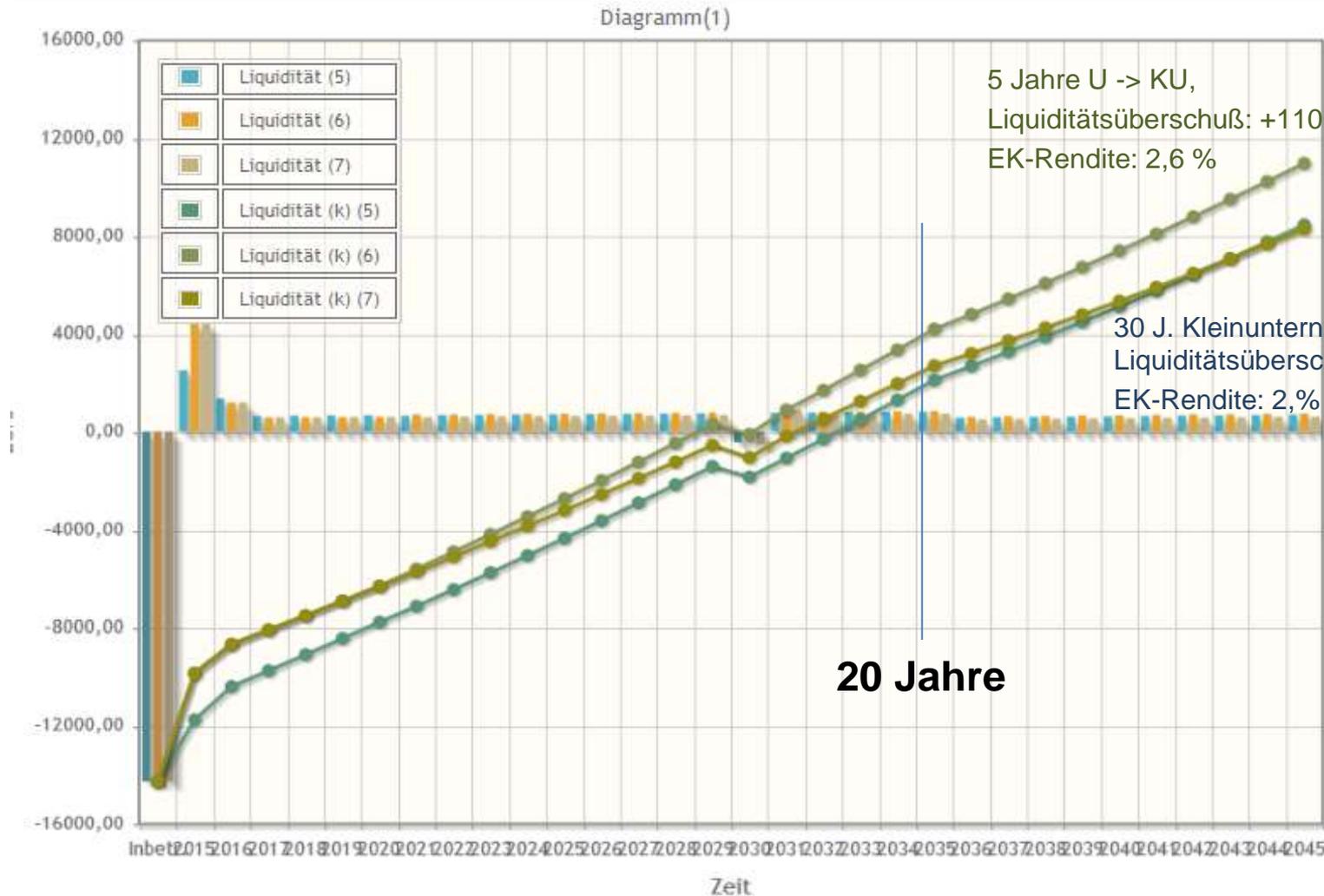
Bezugsstrompreis 2015: 24 Ct. Netto

Angenommene Preissteigerung: 2%/a

Betrachtungszeitraum 30 Jahre



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now – 30 Jahre



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now

hier: **Neuanlage mit Speicher ca. 5 kWh Nettokapazität**  
([www.pv-now.de](http://www.pv-now.de) von DGS Franken, Gastzugang gratis)

5 kW, IBN 09/2016, EEG-Vergütung 12,31 Ct/kWh

ab Jahr 21 Annahme 3 Ct/kWh „Überschussvergütung“

15000 € netto + Ust (incl. ca 5 kWh netto Speicher für 7000 € Nettopreis)

950 kWh/kWp

0,3% Moduldegradation

4 PP – HH mit 4900 kWh Strombedarf/Jahr

EK-Finanzierung

1,5% NK

1% NK-steigerung pro Jahr

60% EV-quote

Bezugsstrompreis 2015: 24 Ct. Netto

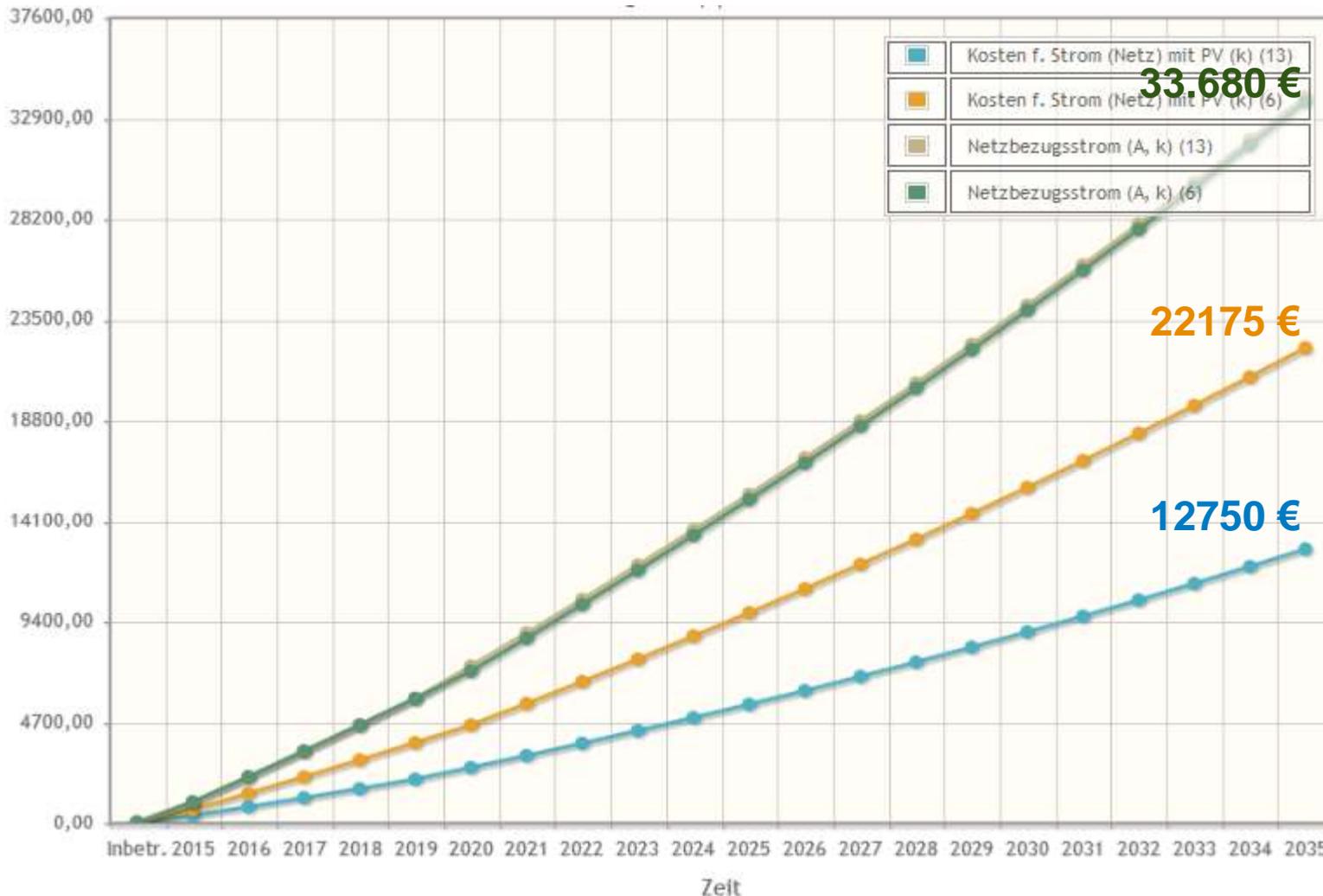
Angenommene Preissteigerung: 2%/a

Annahme: Ersatzakkukosten 2000 € nach 15 Jahren

Betrachtungszeitraum 30 Jahre



# Wieviel Geld wollen Sie für Stromeinkauf ausgeben?



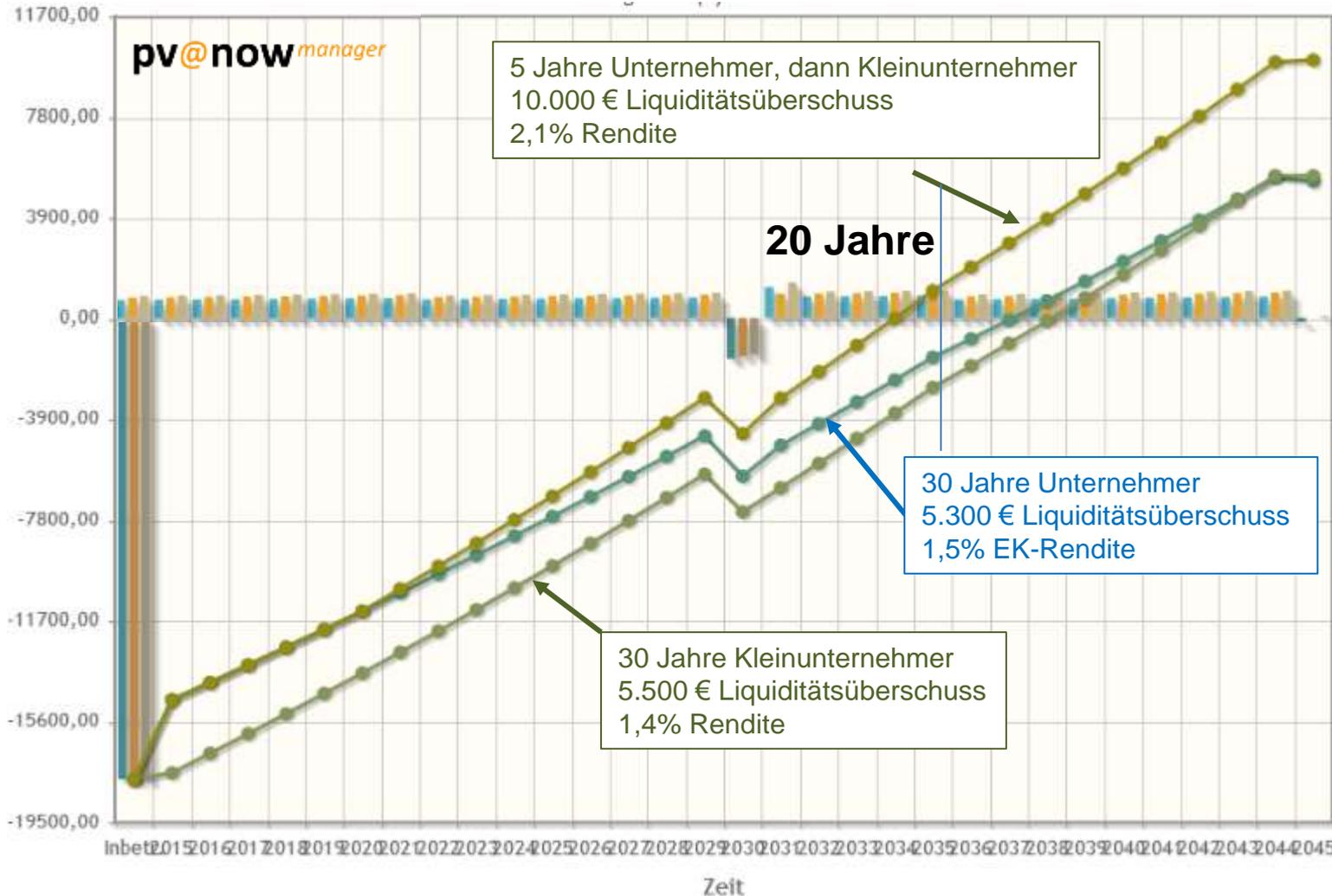
**Option:**  
**Keine PV-Anlage**  
**Strombezugskosten**  
**nach 20 Jahren**  
**33.680 €**

**5 kWp**  
**30% Autarkie-quote:**  
**Strombezugskosten**  
**nach 20 Jahren:**  
**22175 €,**

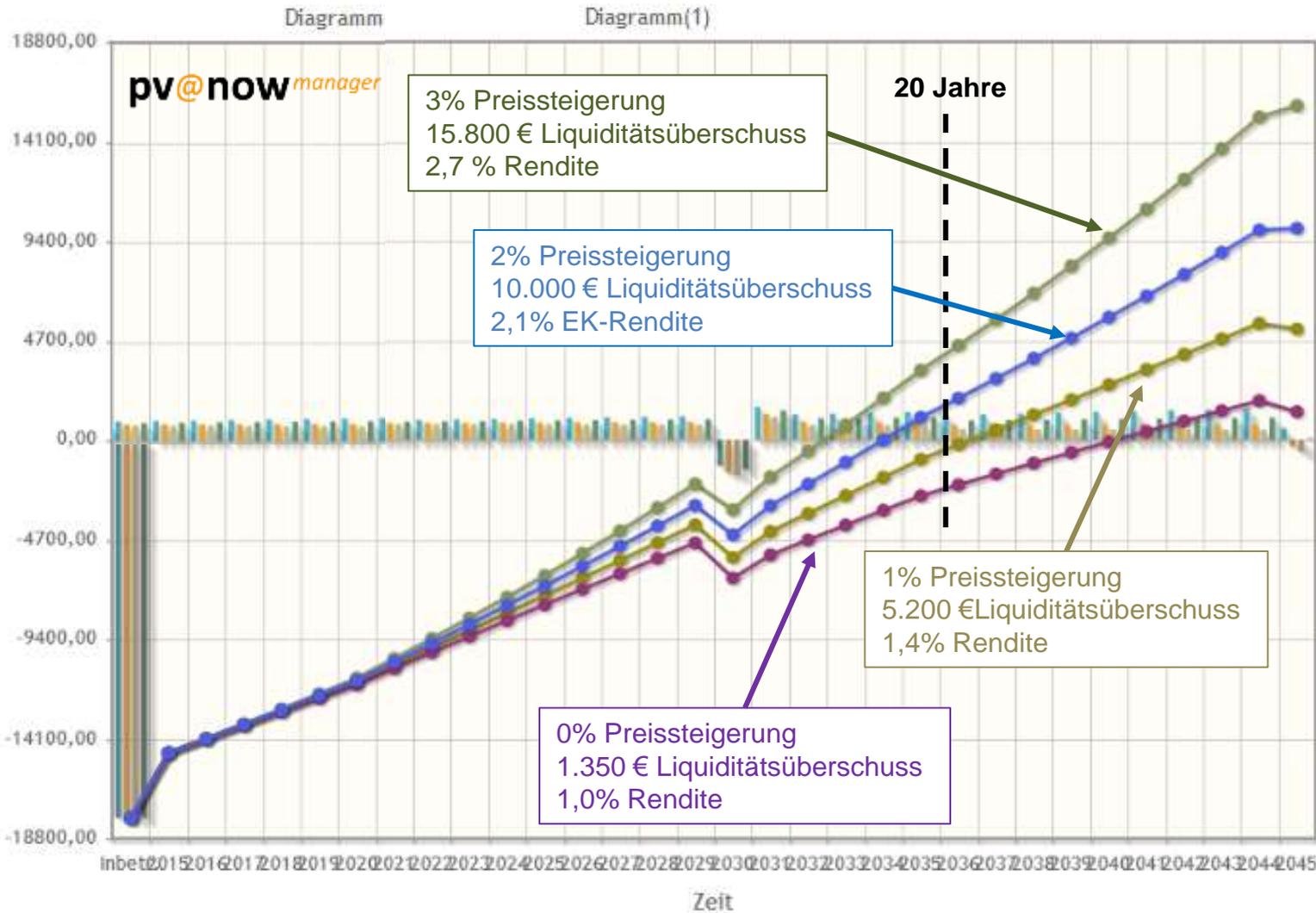
**5 kWp mit Speicher**  
**55% Autarkie-quote:**  
**Strombezugskosten**  
**nach 20 Jahren:**  
**12750 €**



# Grafik 1: Wechsel vom Unternehmer zur Kleinunternehmerregelung (KUR) bei Eigenverbrauch ist immer am Besten (obere Kurve)



# Grafik 2 : Wechsel vom Unternehmer zum Kleinunternehmer (KUR) nach 5 Jahren, mit 0%, 1%, 2%, 3% Strompreissteigerung pro Jahr, ab Jahr 21 3 Ct/kWh „Vergütung“



# KfW Speicherförderprogramm

## Merkblatt Erneuerbare Energien



### KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher"

275  
Kredit

Finanzierung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage

#### Förderziel

Das KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher" unterstützt die Nutzung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage, die an das elektrische Netz angeschlossen ist, durch zinsgünstige Darlehen der KfW und durch Tilgungszuschüsse, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziert werden.

#### Förderziel

Nutzen für den Antragsteller

Förderfähig sind Speicher, die in Verbindung mit einer neu zu bauenden PV-Anlage angeschafft werden und Speicher, die bei einer nach dem 31.12.2012 errichteten Anlage frühestens 6 Monate nach deren Inbetriebnahme nachgerüstet werden; Leistung netzgekoppelte PV-Anlage max. 30kWp (Inselsysteme werden nicht gefördert). Die Fördersumme wird ausschließlich als Tilgungszuschuss in Kombination mit einem zinsgünstigen KfW-Kredit gewährt.



# Berechnung der Fördersumme

- A) Die *spezifischen förderfähigen Kosten* werden auf Basis der Gesamtnettoinvestitionskosten in ein kombiniertes Batteriespeicher-Photovoltaikanlagensystem inklusive der Installationskosten errechnet. Die maximalen spezifischen förderfähigen Kosten bei einer Investition in ein **kombiniertes Batteriespeicher-Photovoltaikanlagensystem** betragen **2.000 Euro/kWp**.
- B) Die *spezifischen förderfähigen Kosten* berechnen sich in diesem Fall als Quotient der nachgewiesenen Investitionskosten inklusive der Installationskosten für das **nachgerüstete Batteriespeichersystem** und der installierten Leistung der mit dem Speichersystem betriebenen Photovoltaikanlage (6 Monate Abstand, PV-Installation ab 1.1.2013). In diesem Fall betragen die maximalen spezifischen förderfähigen Kosten **2.200 Euro/kWp**.

Antragszeitraum	Anteil an förderfähigen Kosten
ab 1.3.2016 (Programmbeginn) bis 30.6.2016	25 %
ab 01.07.2016 bis 31.12 2016	22 %
ab 01.01.2017 bis 30.06.2017 	19 %
ab 01.07.2017 bis 31.12 2017	16 %
ab 01.01.2018 bis 30.06.2018	13 %
ab 1.7.2018 bis zum 31.12 2018 (Programmende)	10 %



# Berechnungsbeispiel 1 – Neuanlage IBN 1.Hj. 2017

*Installation einer 5 kWp PV-Anlage mit 5 kWh Speicher*

Nettokosten der Gesamtinstallation = 15.000€

Angenommene Kosten der PV-Anlage = 1.600€/kWp

Förderfähigen Speicherkosten =  $16.000€ - (5kWp \times 1.600€/kWp) = 7.000€$

Spezifische Kosten für Speicher =  $7.000€/5kWp = 1.400€/kWp$

Prüfen:  $1.400€/kWp < \text{maximale spez. förderfähige Kosten von } 2.000€/kWp$

Fördersatz:  $1.400€/kWp \times 19\% = 280 €/kWp$

Gesamtförderbetrag =  $280 €/kWp \times 5kWp = \underline{\underline{1.400 €}}$

Anm.: Dem steht je nach Kreditvariante und Bonität eine Kreditzinsbelastung von 100 € bis ca. 3000 € gegenüber



## Berechnungsbeispiel 2 – Altanlage (Speicher- IBN 1.Hj. 17)

*Nachrüstung eines 5 kWh Speichers an einer 5 kWp PV-Anlage*

Nettokosten für Speichersystem: 8.000€

Spezifische Kosten =  $8.000\text{€} / 5 \text{ kWp} = 1.600\text{€/kWp}$

Prüfen:  $1.600\text{€/kWp} < \text{maximale spez. förderfähige Kosten von } 2.200\text{€/kWp}$

Fördersatz:  $1.600\text{€/kWp} * 19\% = 304 \text{ €/kWp}$

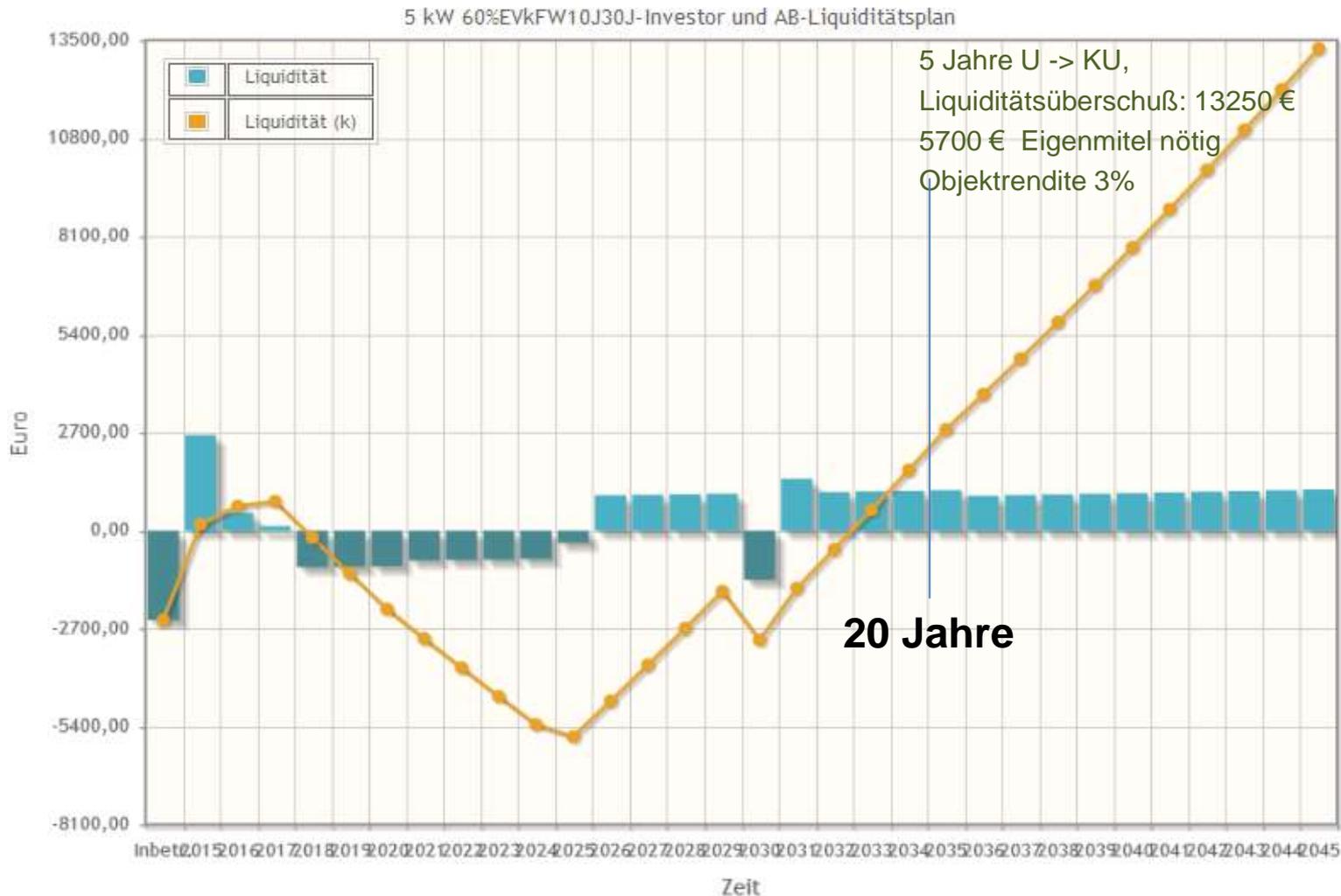
Gesamtförderbetrag:  $304 \text{ €/kWp} * 5 \text{ kWp} = \underline{\underline{1.520 \text{ €}}}$

Anm.: Dem steht je nach Kreditvariante und Bonität eine Kreditzinsbelastung von ca. 50 € bis ca. 1500 € gegenüber



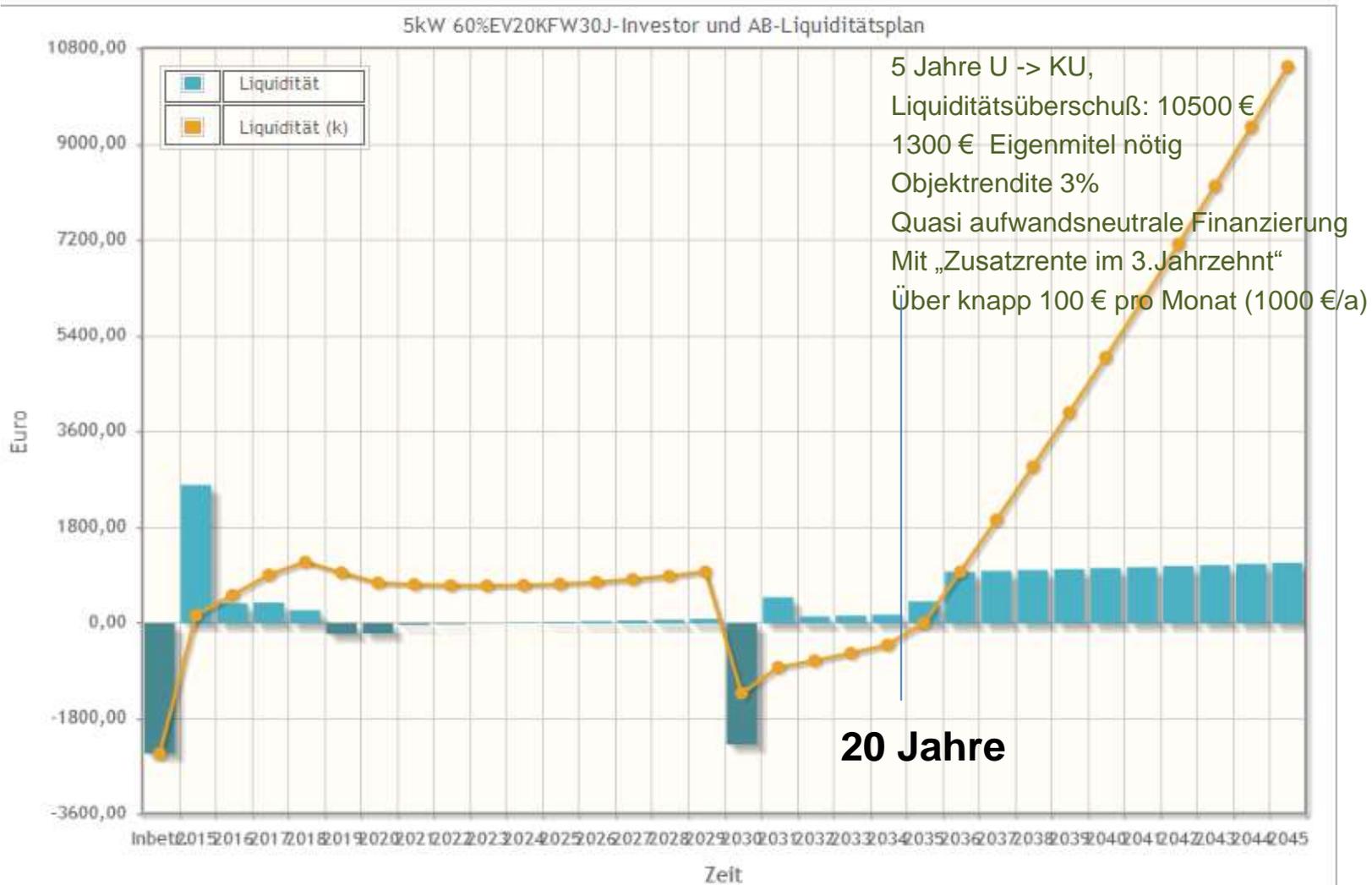
# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now – 30 Jahre

hier: KfW Tilgungszuschuß 1600 €, 10 Jahre Kredit, 1.7% Zins, 2 J. tilgungsfrei



# Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit pv@now – 30 Jahre

hier: KfW Tilgungszuschuß 1600 €, 20 Jahre Kredit, 2,6% Zins, 3 J. tilgungsfrei



## Fazit:

PV-Speicheranlagen rechnen sich nach knapp 20 Jahren und sind danach

- Je nach Kunde – jahrelang eine attraktive Zusatzrente oder ein attraktives Zusatzeinkommen.

# Solarenergie als Altersvorsorge

Energie vom Dach ist billiger als aus Steckdose und Tank



# Photovoltaik – eine sinnvolle (Geld-) Anlage !

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

