

Eigenverbrauchslösungen für Solarstrom

efa 2015 Leipzig

Referent: Martin Reiner





Bild: Gerhard Mester

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

Hauptaufgaben

- Initialberatung (unabhängig) für alle Zielgruppen
- Öffentlichkeitsarbeit / Informationsverbreitung zum Thema Energieeffizienz
- Organisation von Weiterbildungen, Schulungen und Workshops

Zielgruppen und Projekte

Kommunen



www.keds-online.de

Privatpersonen



www.bau-nachhaltig.de

Kleine und Mittlere Unternehmen



www.gewerbeenergiepass.de

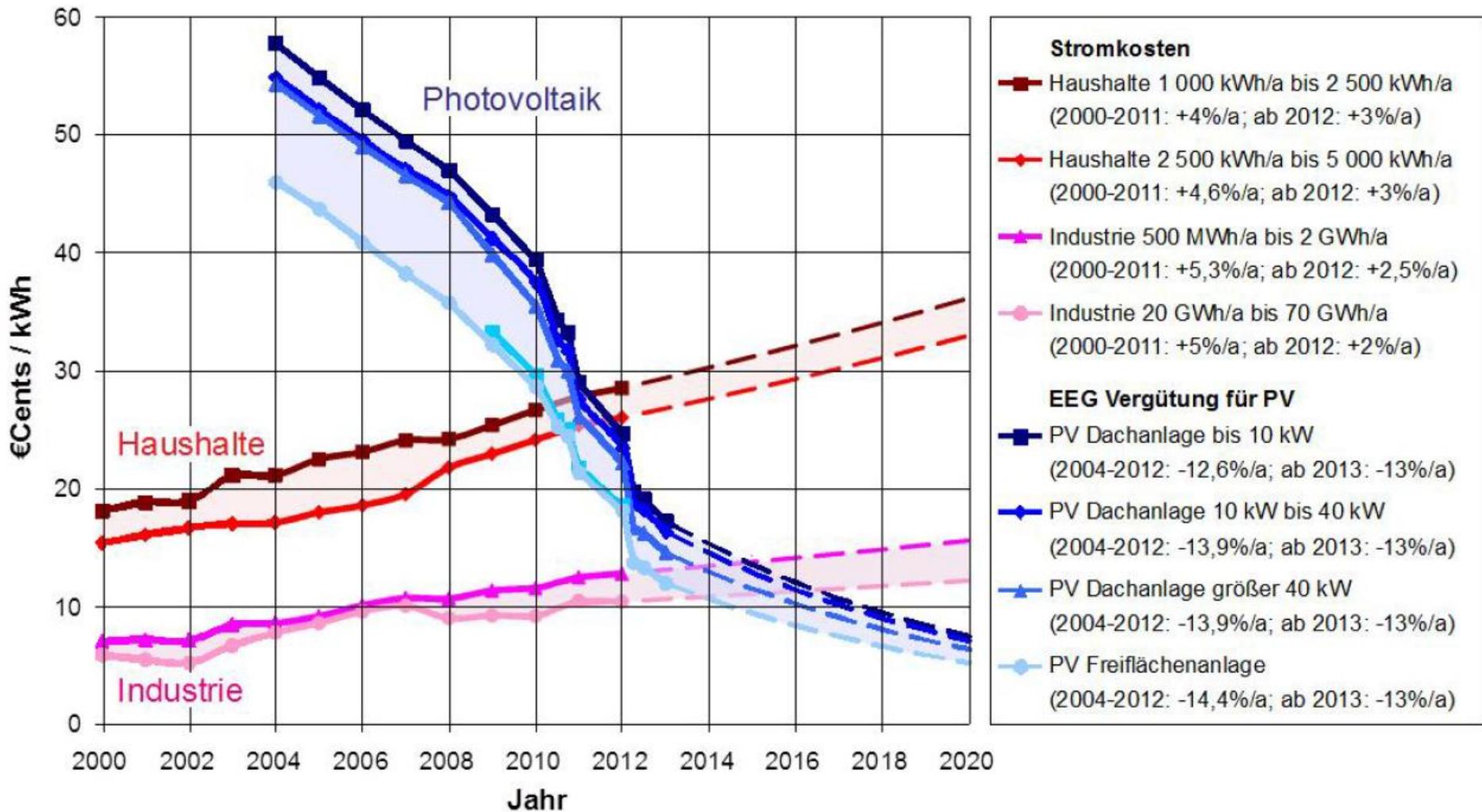
Unternehmensbereiche

- Energieeffizienz - Unternehmen
- Energieeffizienz - Gebäude
- Energieeffizienz - Verkehr
- Energieeffizienz - Kommunen/Landkreise
- Zukunftsfähige Energieversorgung



www.e-mobil-sachsen.de

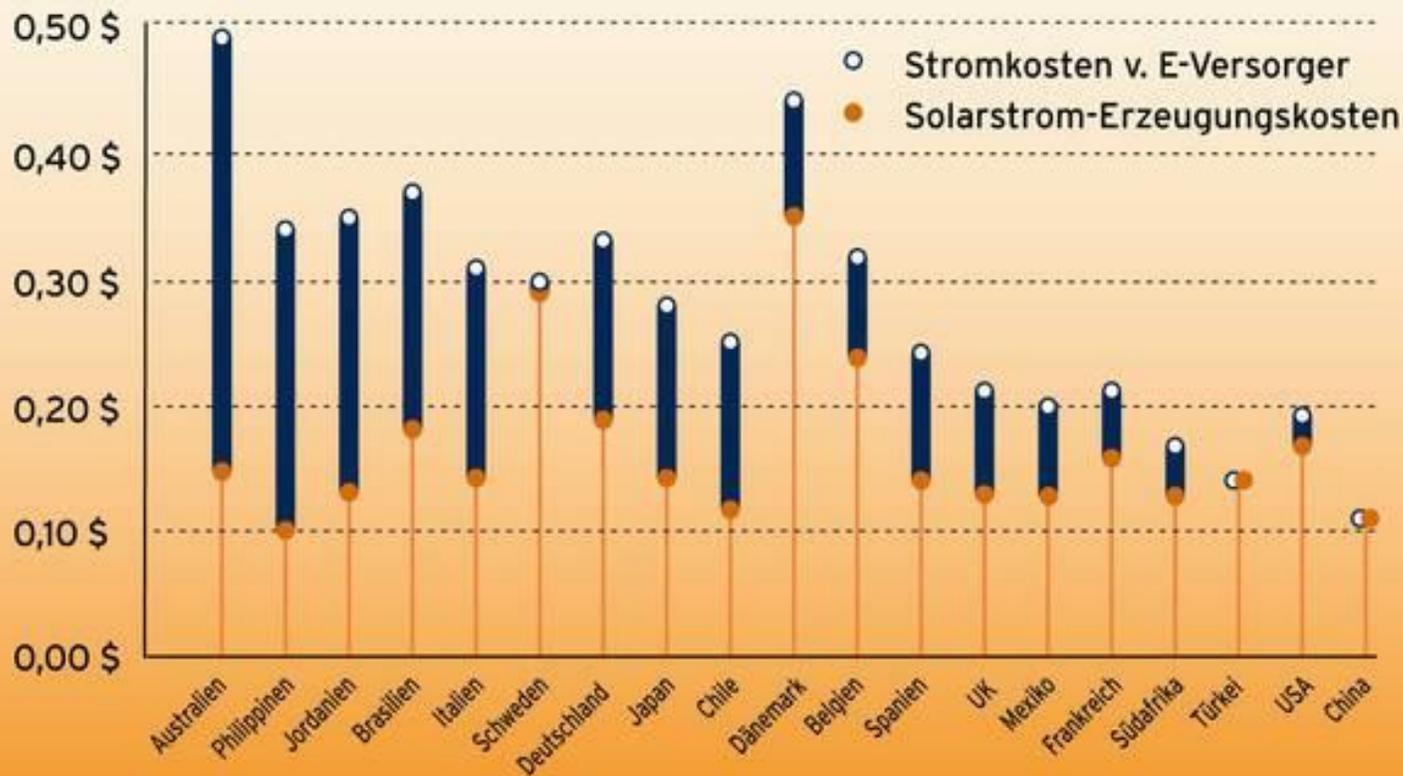
Seit 2012 ist Solarstrom billiger als Haushaltsstrom



Quelle: ISE

Internationaler Vergleich

Länder mit solarem Preisvorsprung (Auszug)



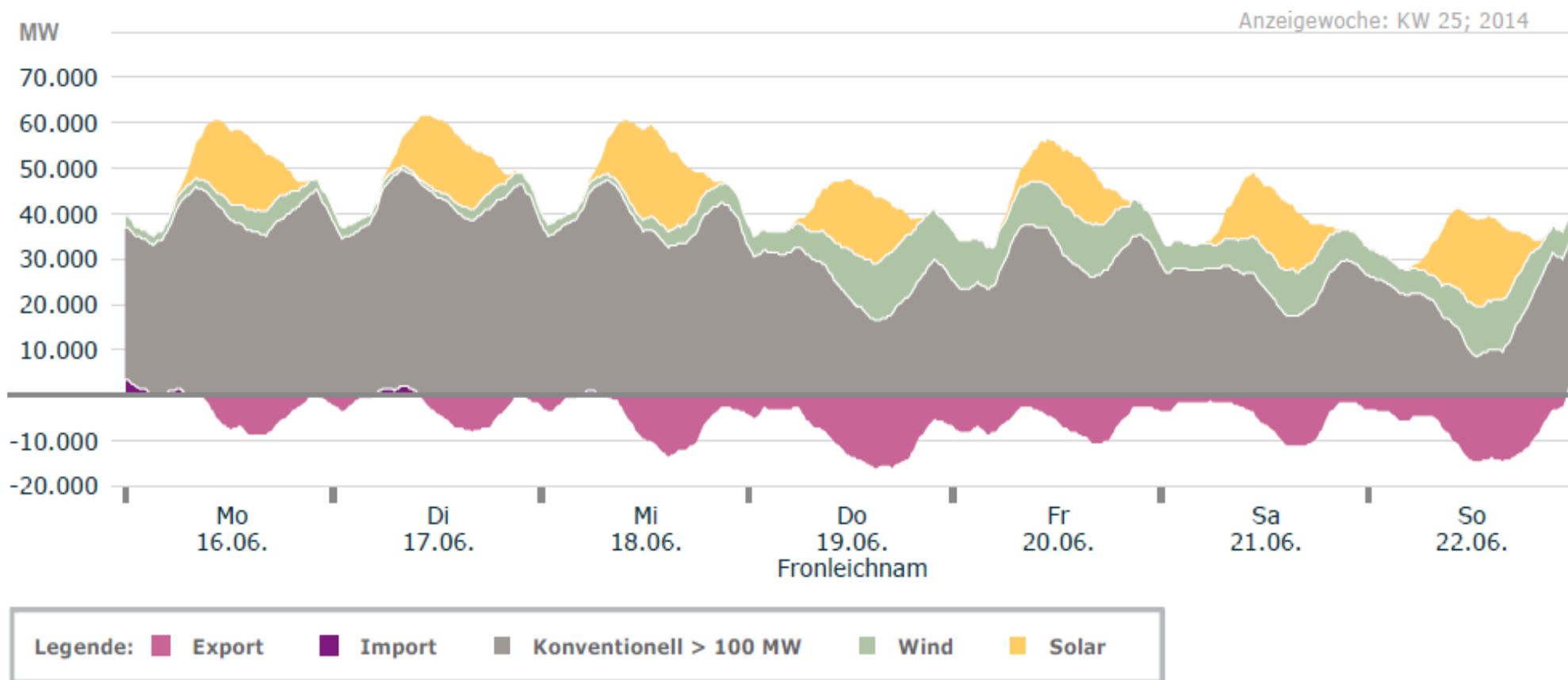
www.solarwirtschaft.de

Quelle: Deutsche Bank Estimates, Stand 2/2015

Quelle: BSW

Stromproduktion und -export in Deutschland - Ausschnitt

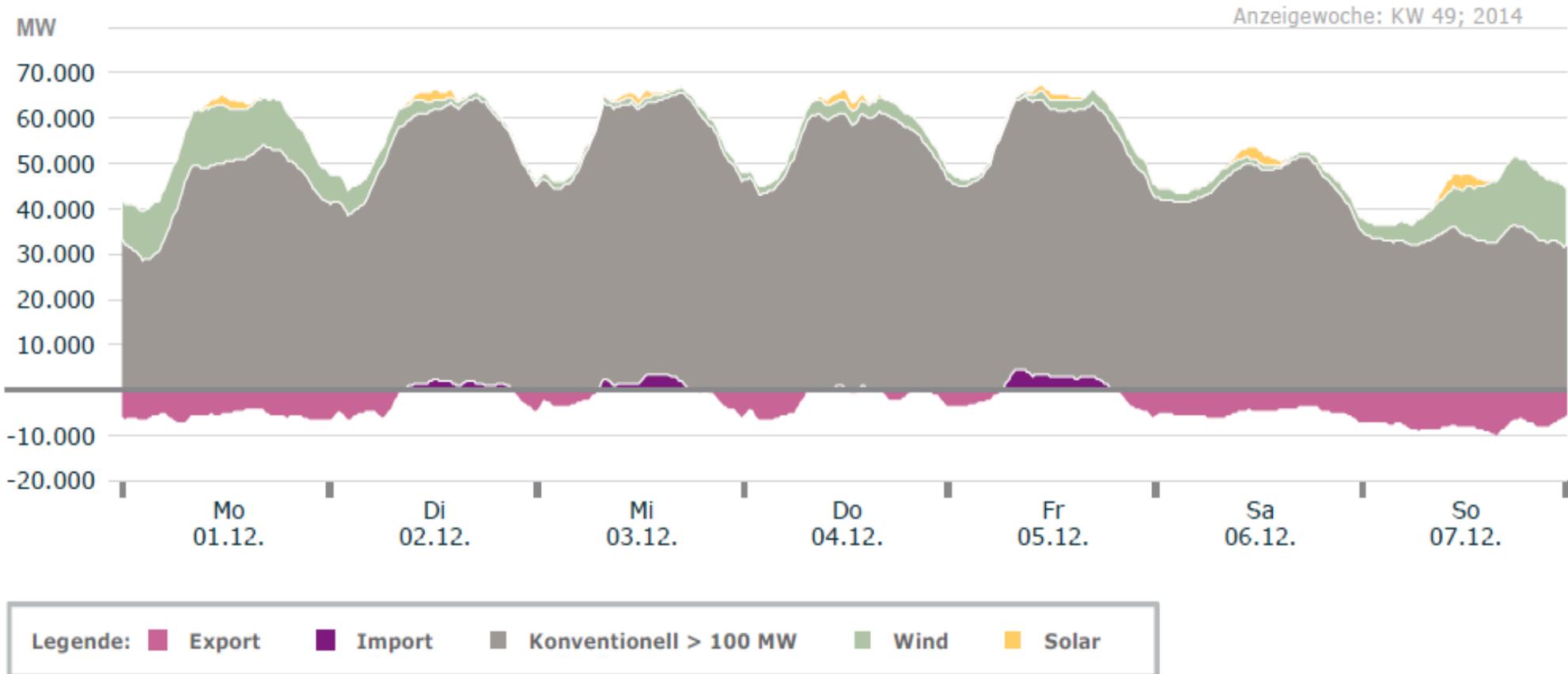
Tatsächliche Produktion



Quelle: Fraunhofer ISE

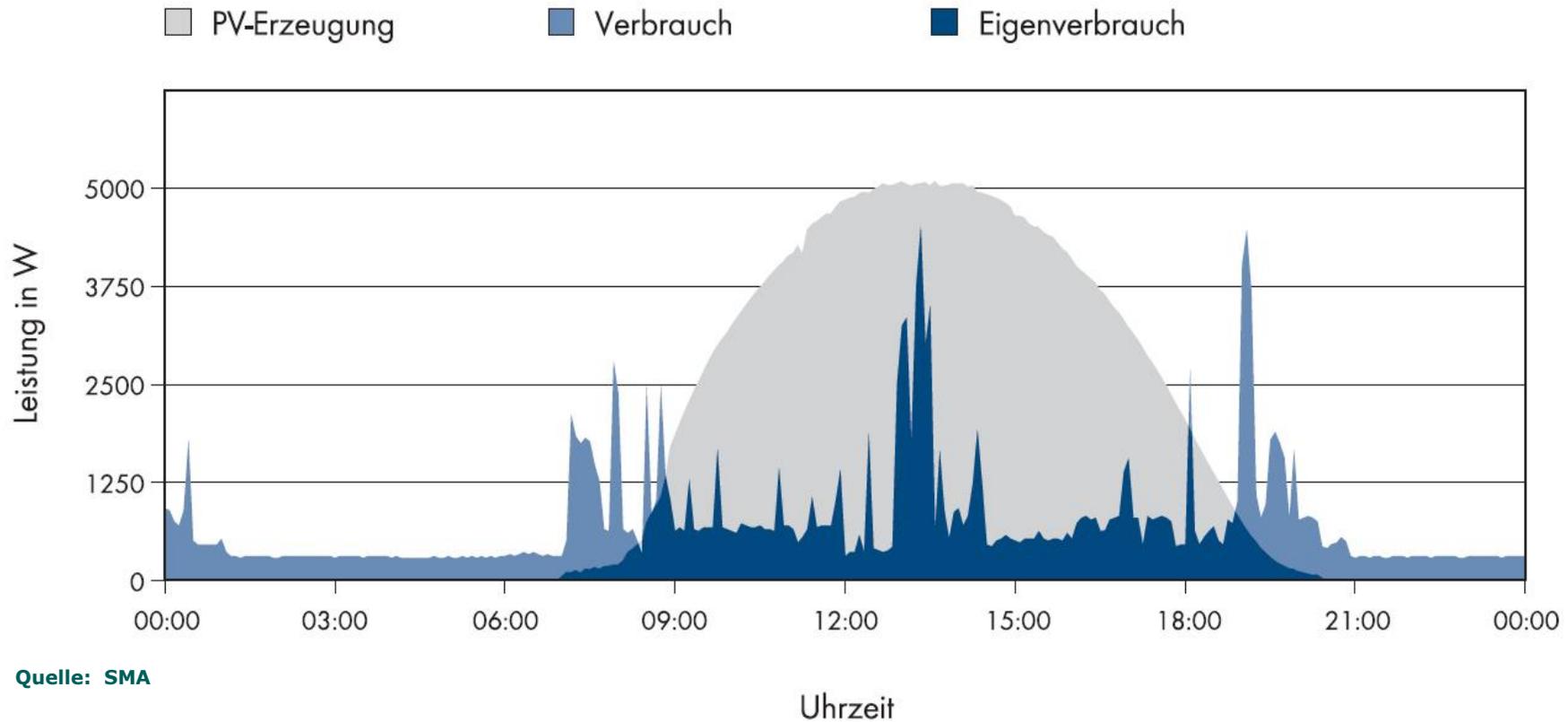
Stromproduktion und -export in Deutschland - Ausschnitt

Tatsächliche Produktion



Quelle: Fraunhofer ISE

Eigenverbrauchsquote? Autarkiegrad?

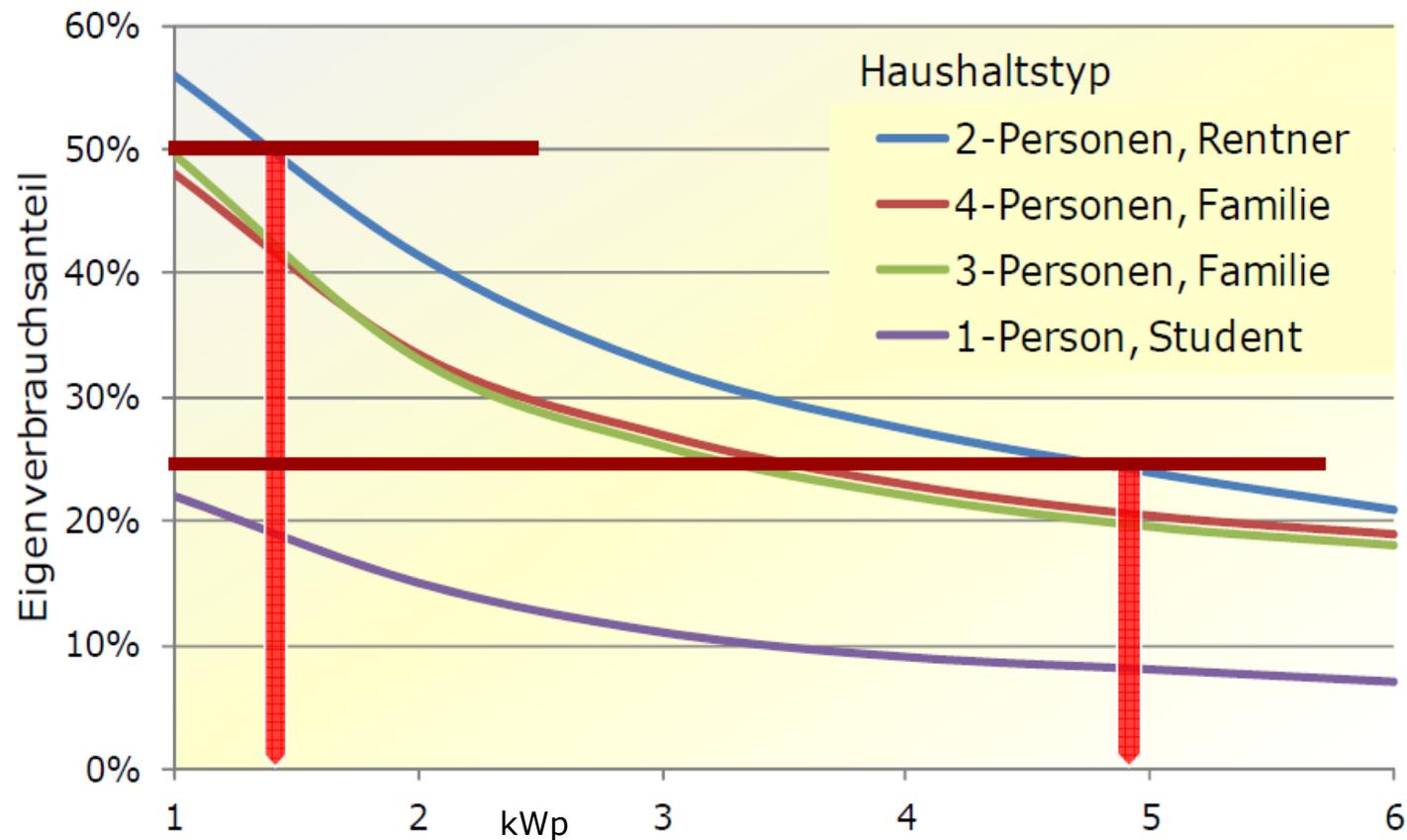


Eigenverbrauchsquote = $\text{Eigenverbrauch} / \text{PV-Erzeugung}$

Autarkiegrad = $\text{Eigenverbrauch} / \text{Verbrauch}$

Eigenverbrauchsquote in Haushalten

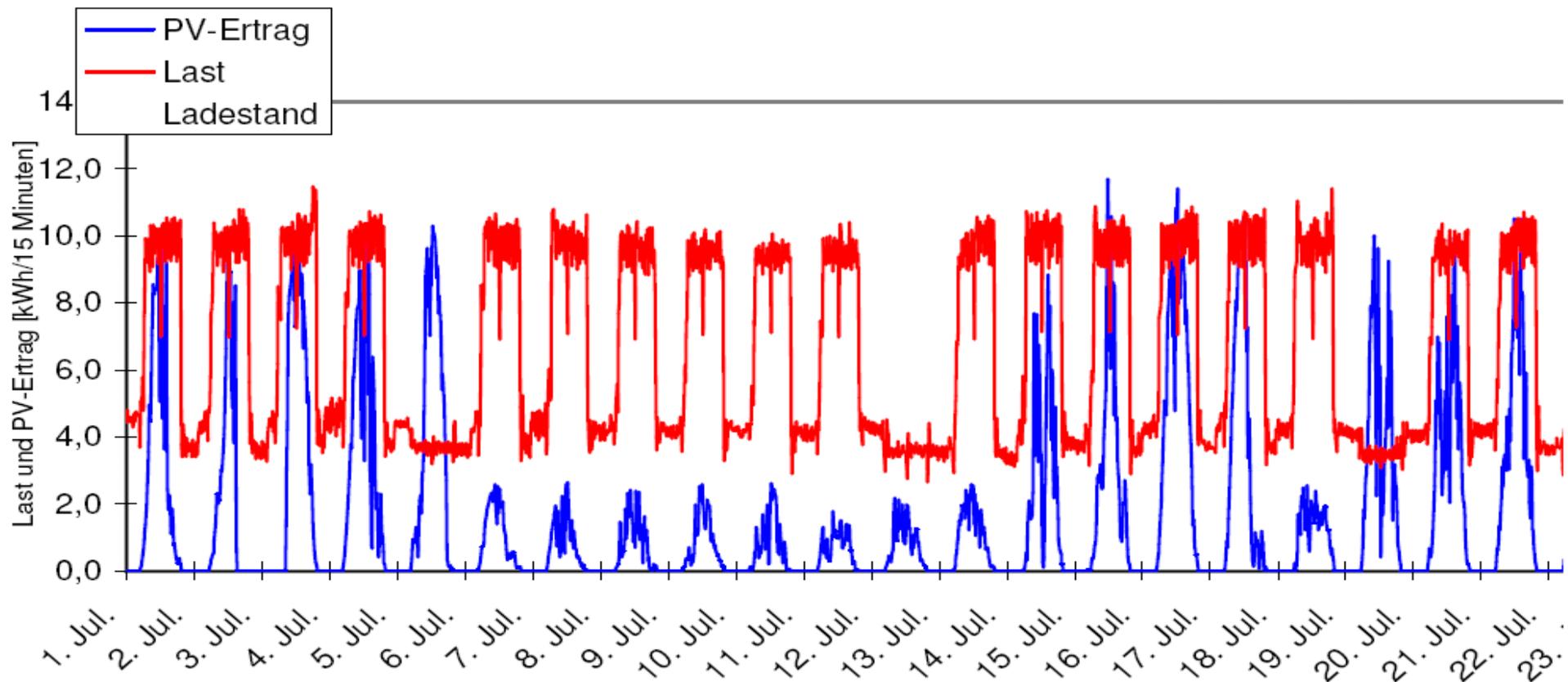
- typische Werte liegen bei 10 – 30% Eigenverbrauchsquote



Quelle: Quaschnig

Eigenverbrauchsquote in einem Supermarkt

- Eigenverbrauchsquote größer 90% bei einer Anlage mit 50 kWp



Quelle: SAENA

Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage

Vereinfachte Annahmen:

10kWp

900kWh/a*KWp (0,5%/a)

0,1231 Euro/kWh EEG Vergütung (konstant)

0,25 Euro/kWh Strombezugspreis (+2,5%/a)

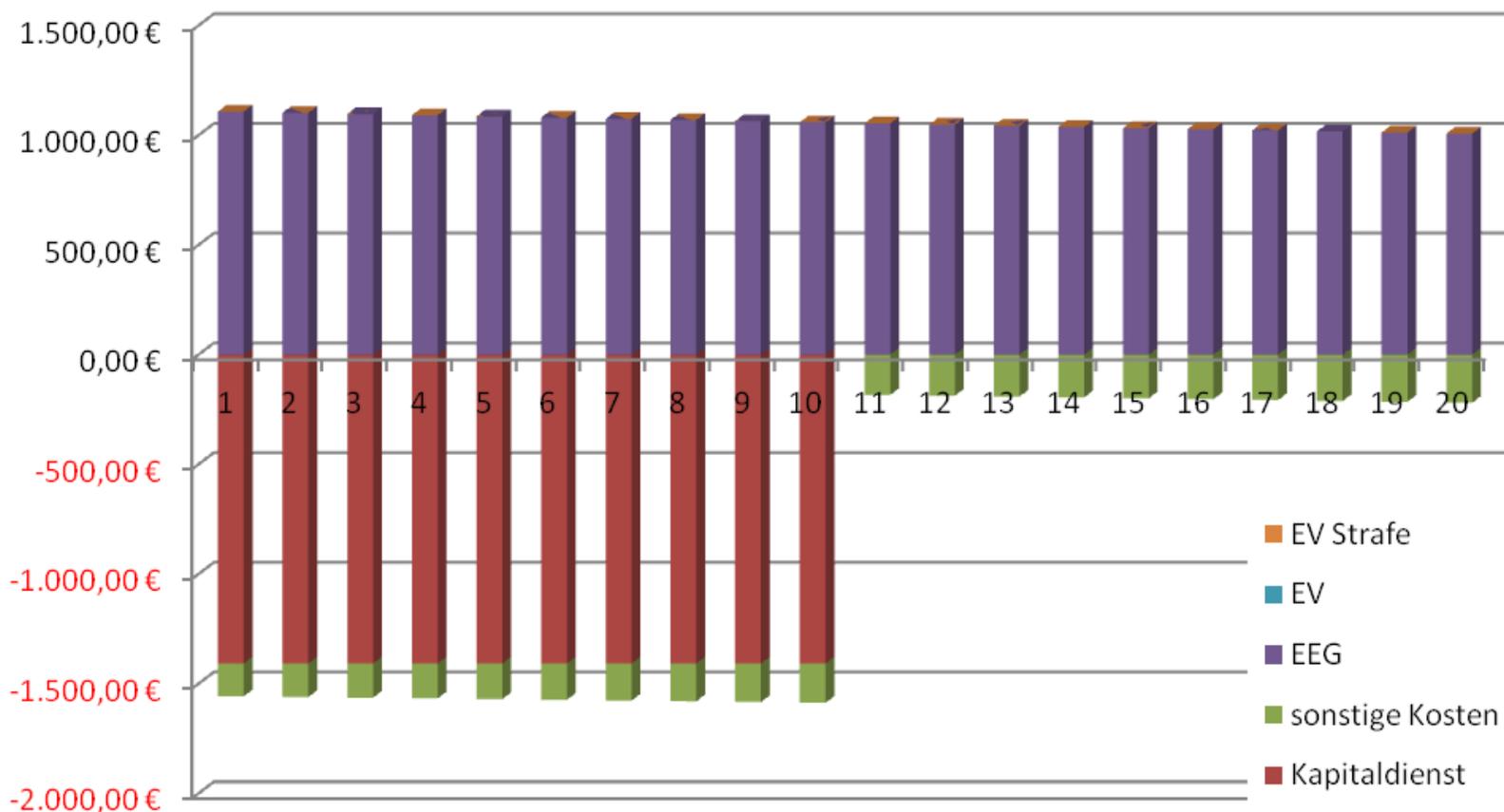
12.000 Euro, 3% Kapitalzins, 100% Fremdkapital, 10 Jahre Annuität

150 Euro/a sonstige Kosten (+2,0%/a)

- 0% EV
- 50% EV
- 50% EV und EEG Umlage („Strafe“) auf EV von 2,5ct/kWh (+2%/a)

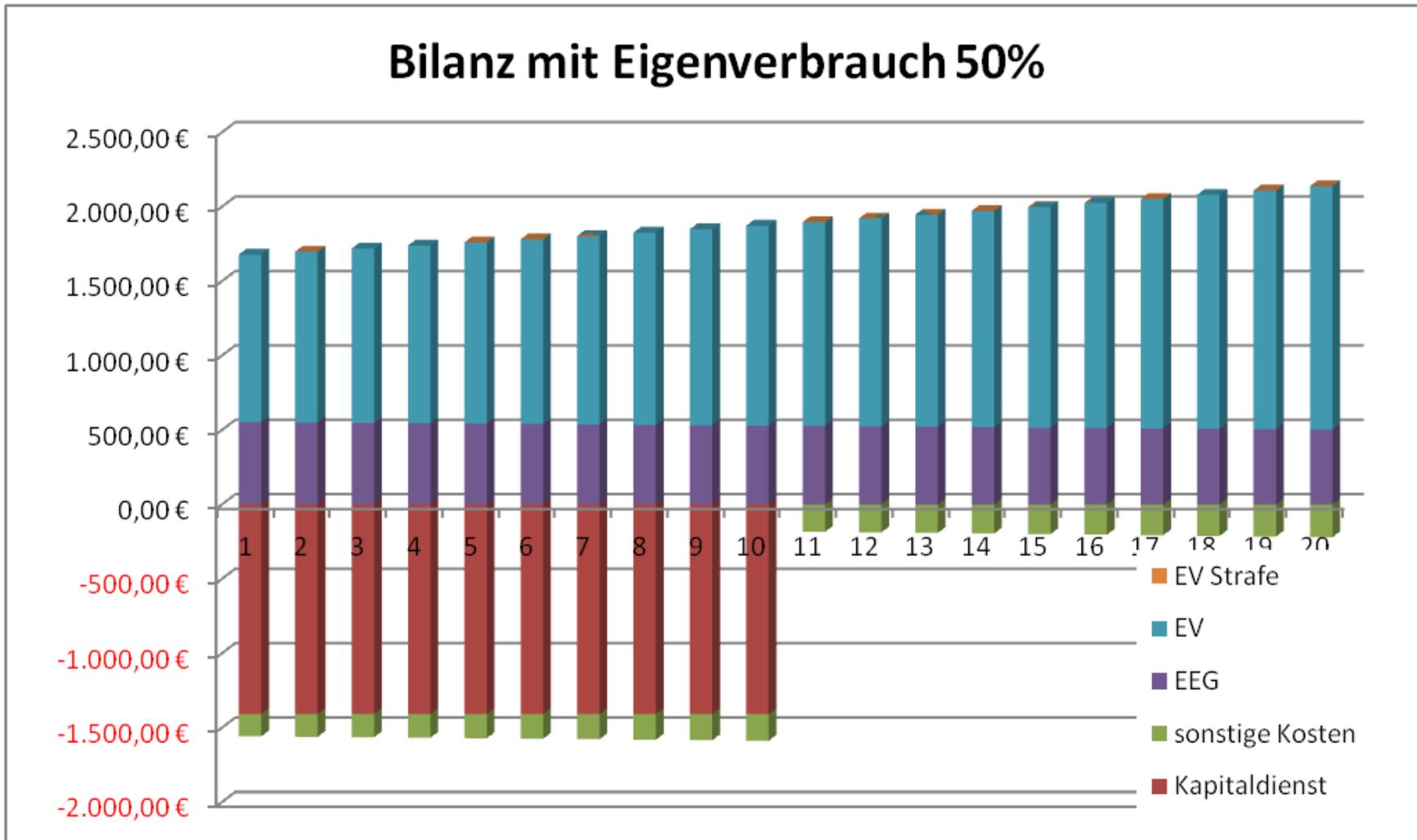
Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage

Bilanz mit Eigenverbrauch 0%



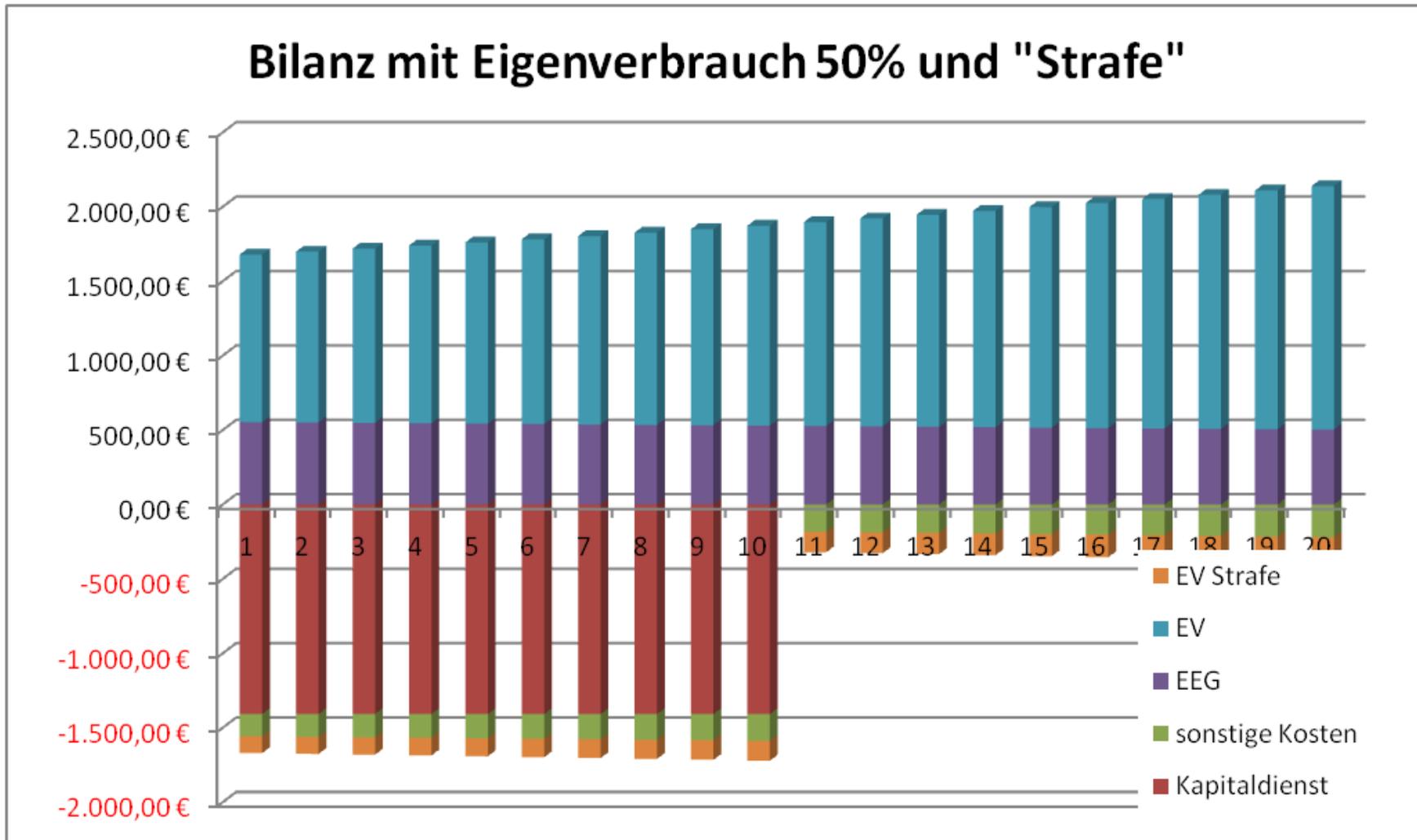
Quelle: SAENA

Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage



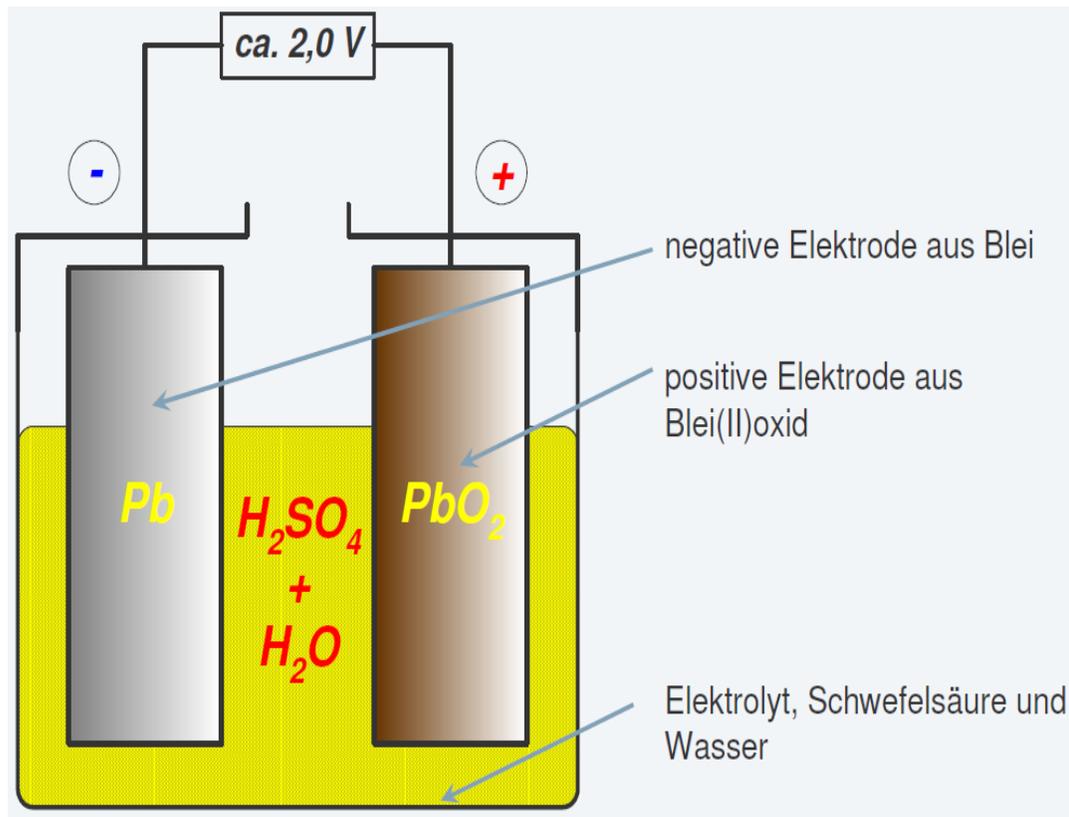
Quelle: SAENA

Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage



Quelle: SAENA

Stromspeicher - Bleisysteme

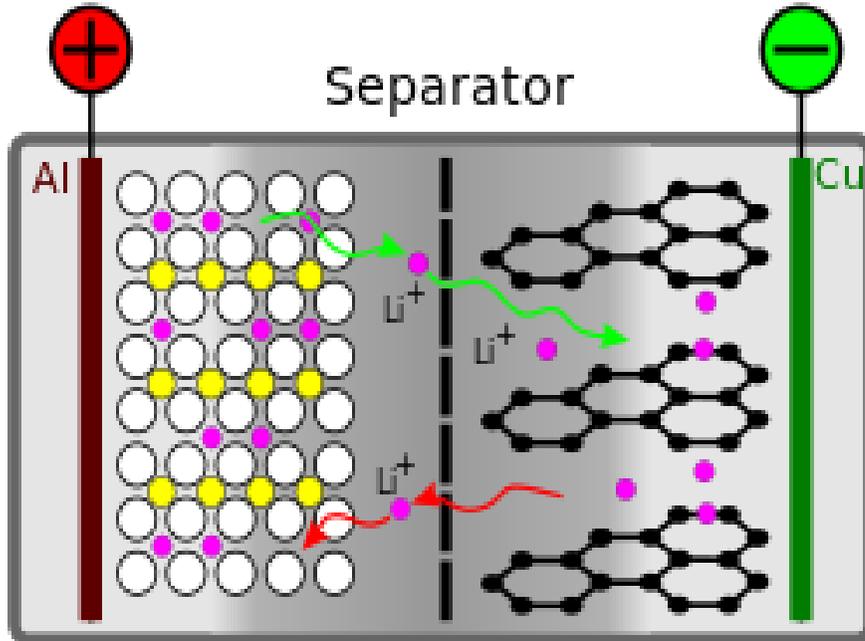


Energiespeicherung durch Umladevorgänge an den Elektroden

Technisch ausgereift
Wirkungsgrad typisch 70-80%
Entladungstiefe ca. 50%
Zyklusfestigkeit ca. 1000- 3000

Bauform offen mit wässrigem Elektrolyt (Achtung Knallgas-Entwicklung),
oder verschlossen als Gel oder Glasfaser-Vlies (AGM)

Stromspeicher - Lithiumsysteme



Wanderung von Li-Ionen durch einen nichtwässrigen Elektrolyten und reversible Einlagerung im Wirtsgitter.

Bei Wassereinbruch hohe Reaktivität!

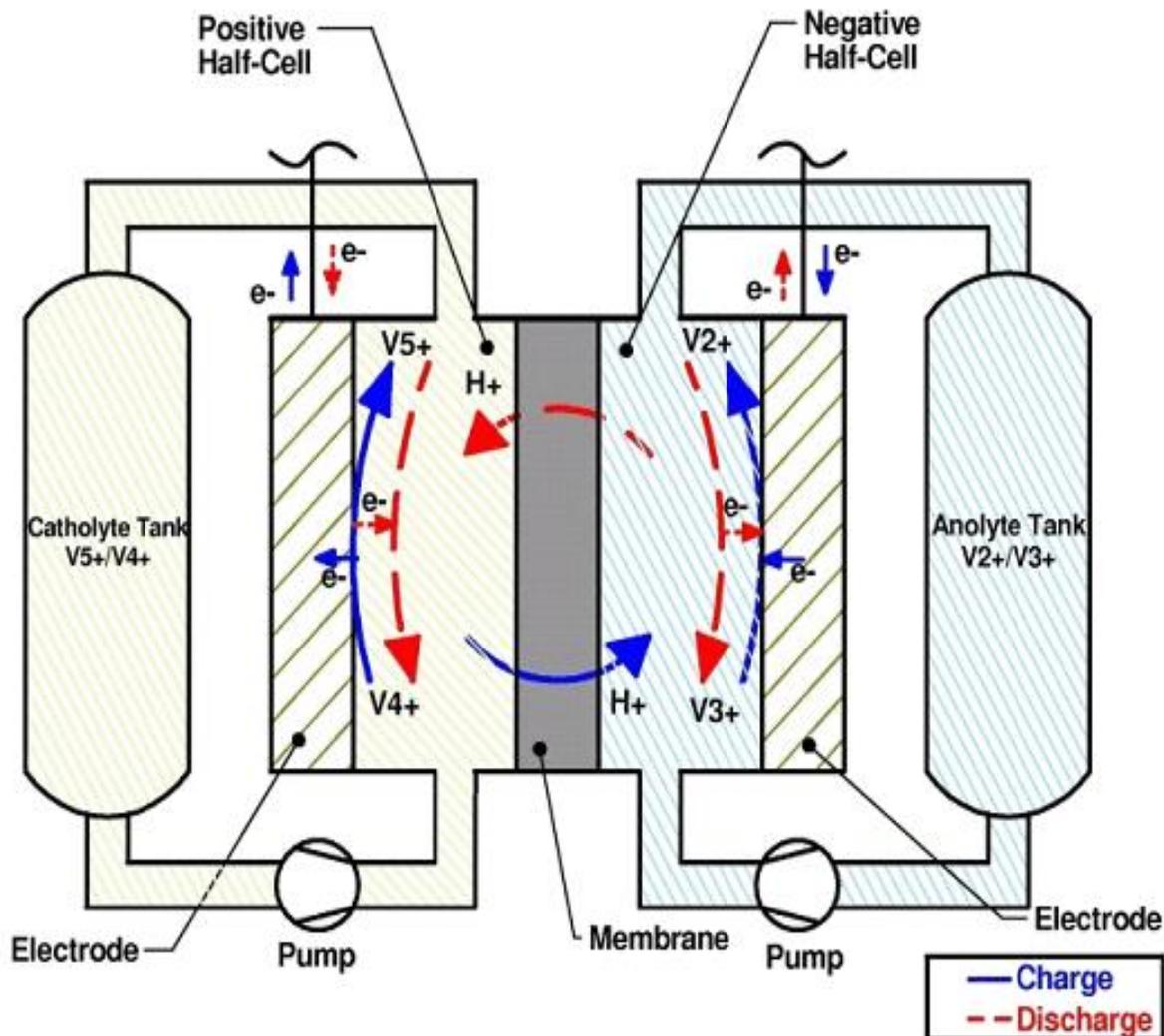
Hohe Vielfalt beim Elektrodenmaterial: Graphit, Aluminium, Eisenphosphat, Titan mit z.T. sehr unterschiedlichen Eigenschaften

Wirkungsgrad typisch 90% bis 97%
 Entladungstiefe zwischen 70% bis 100%
 Zyklusfestigkeit 5.000 bis 7.000
 Zyklen

Legende

● Kohlenstoff (Graphit)	■ nicht-wässrige Elektrolytlösung
● Metall (Cobalt)	→ Ladevorgang
● Lithium	← Entladevorgang
○ Sauerstoff	

Stromspeicher - Redox Flow



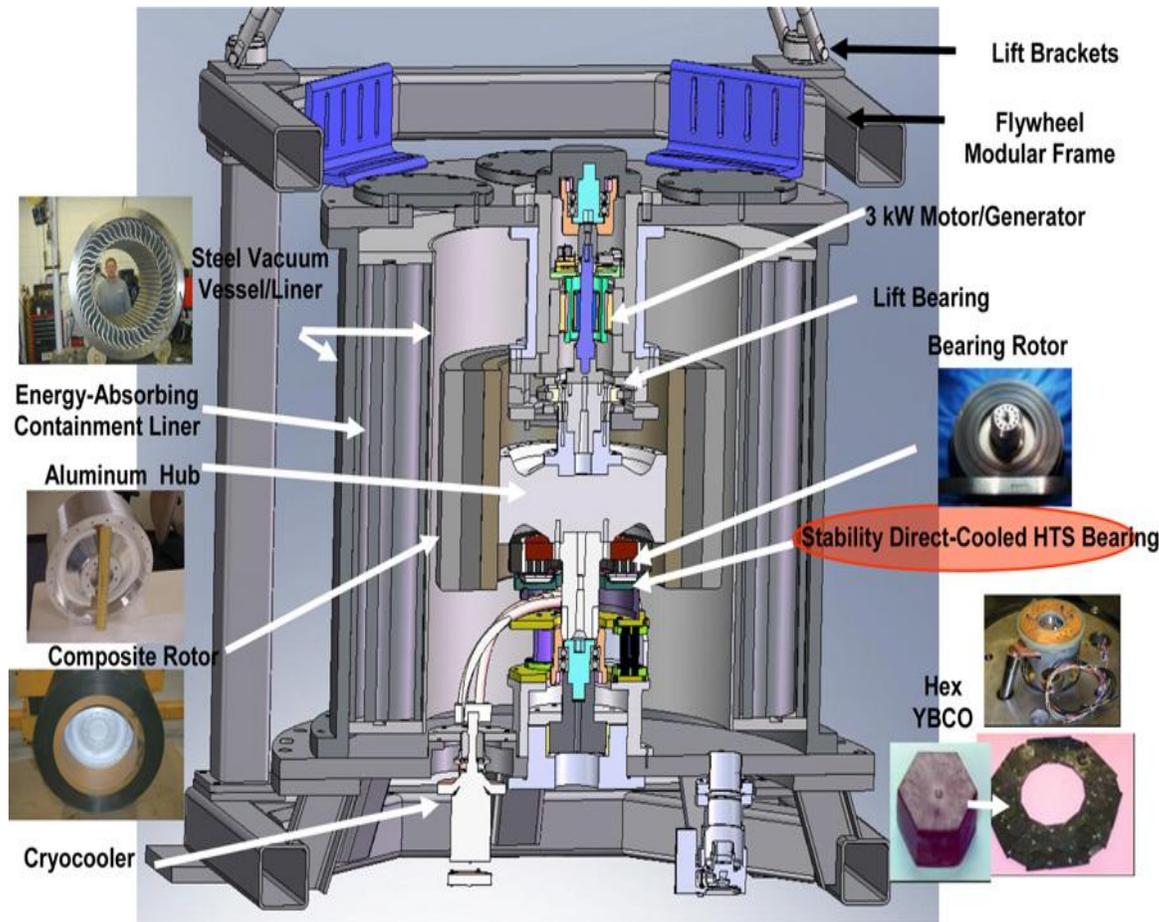
Leistungs- und Energieteil „getrennt“. Speichereinheit durch Vergrößerung der Tanks erweiterbar.

Mechanische Komponenten (Pumpen)

Derzeit auf Vanadium Basis, daher kein Preisvorteil.

Nur wenige Anbieter

Stromspeicher - Schwungrad



Über supraleitende Magnetlager gelagert und Rotor im Vakuum, daher nahezu reibungsfrei.

Derzeit in der Entwicklung (als Tagesspeicher z.B. für Solarstromanwendungen)

Prinzipiell sehr hohe Zyklenzahl denkbar.

Erhöhung des Eigenverbrauchs durch Speicher

Finanzieller Vorteil derzeit ca. **14 ct/kWh**

Blei-Akkumulatoren:

30% Verlust im Speichersystem

→ 30% von 1 kWh EEG-Vergütung
(ca. 12 ct/kWh) = **ca. 4 ct/kWh**

Speicherkosten von Blei-Akkus: **70 ct/kWh**
(10 Jahre, 1.500 €/kWh Nutzkapazität,
3% Zins, 250 Zyklen pro Jahr)

→ Ohne Förderung nicht wirtschaftlich



Bild: SMA

Erhöhung des Eigenverbrauchs durch Speicher

Finanzieller Vorteil derzeit ca. **14 ct/kWh**

Lithium-Ionen-Akkumulatoren:

10% Verlust im Speichersystem

→ 10% von 1 kWh EEG-Vergütung
(ca. 12 ct/kWh) = **1,2 ct/kWh**

Speicherkosten von Li-Ionen-Akkus: **67 ct/kWh**
(15 Jahre, 2.000 €/kWh Nutzkapazität,
3% Zins, 250 Zyklen pro Jahr)

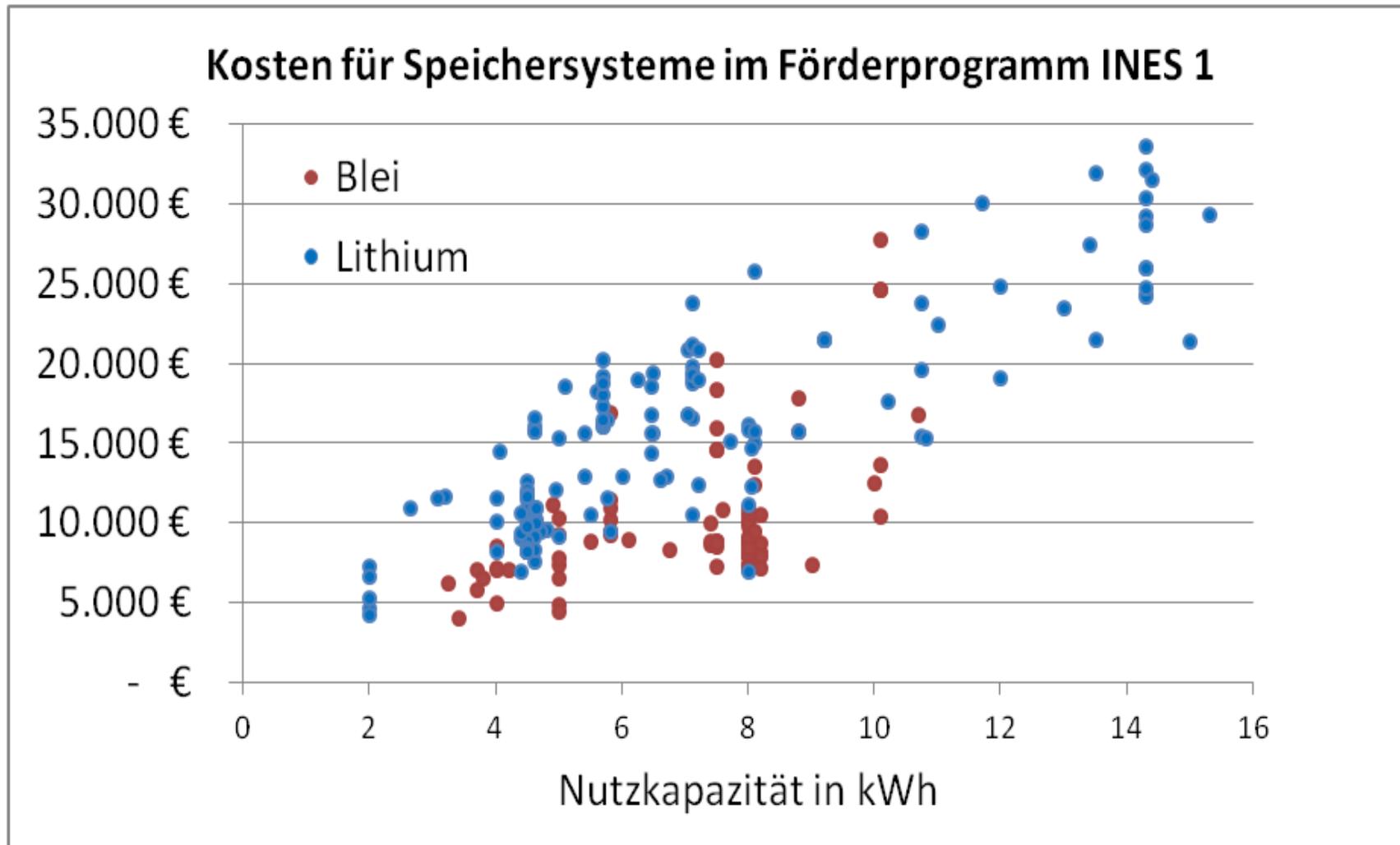
→ Ohne Förderung nicht wirtschaftlich



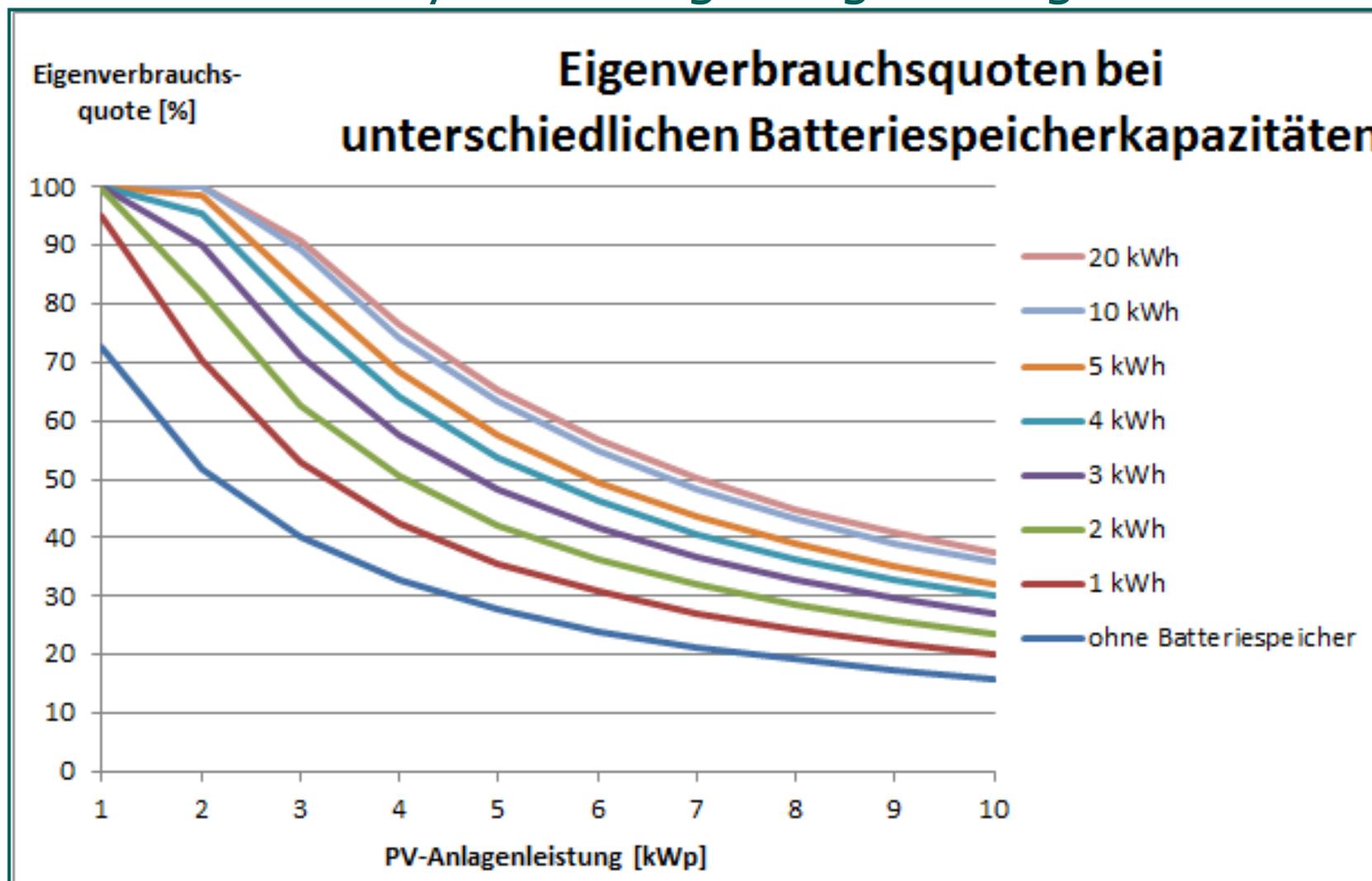
Bild: photovoltaik.eu, IWES

Preise für Batteriesysteme im Förderprogramm InES

(Stand Dezember 2014)



Technische Analyse – Steigerung der Eigenverbrauchsquote



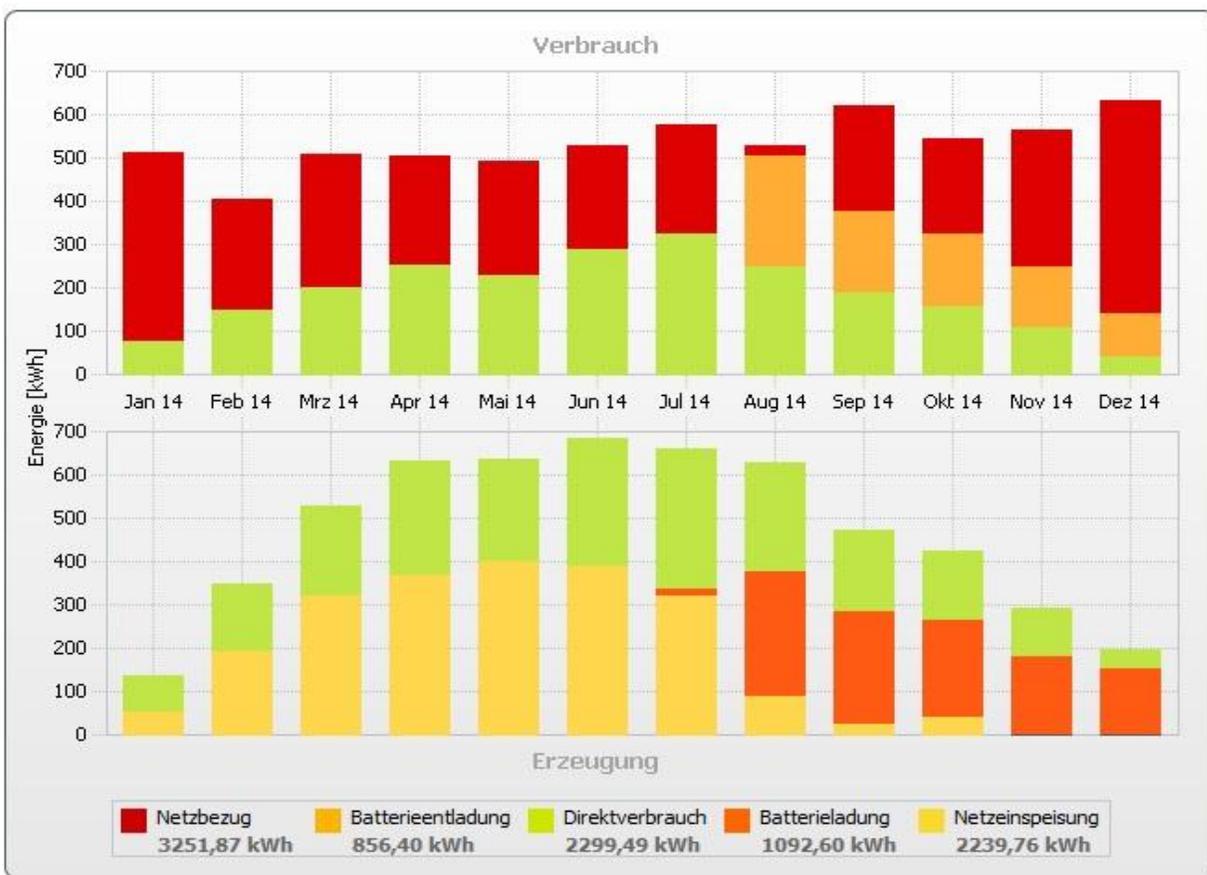
Eigenverbrauchsquoten (Stromverbrauch 4.000 kWh/a)

Bleiakku – Installation im Juli 2014

Energiebilanz

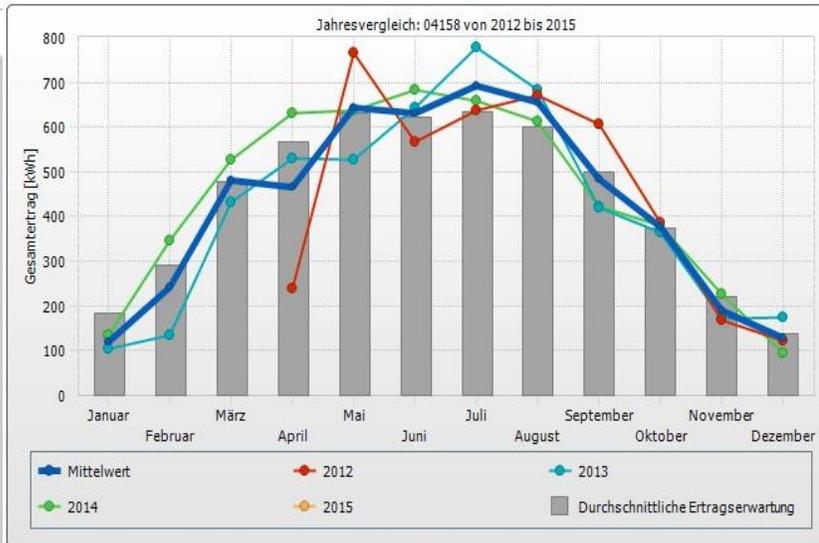
sunnyportal
 Anlage: 04158 Leistung: 5234 Wp
 Inbetriebnahme: 12.12.2011 Standort: Leipzig

Tag Monat **Jahr** Gesamt

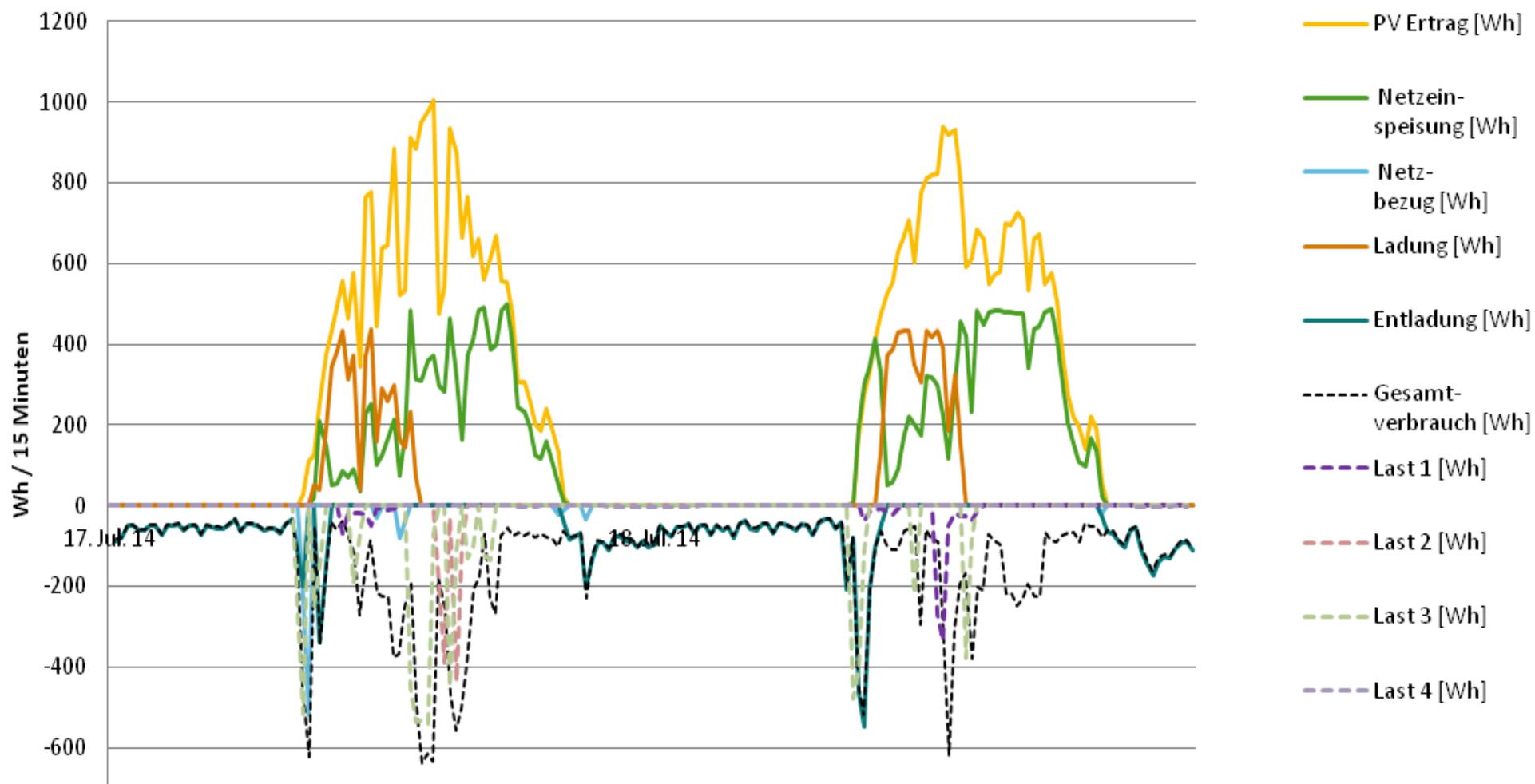


Detailsicht

2014

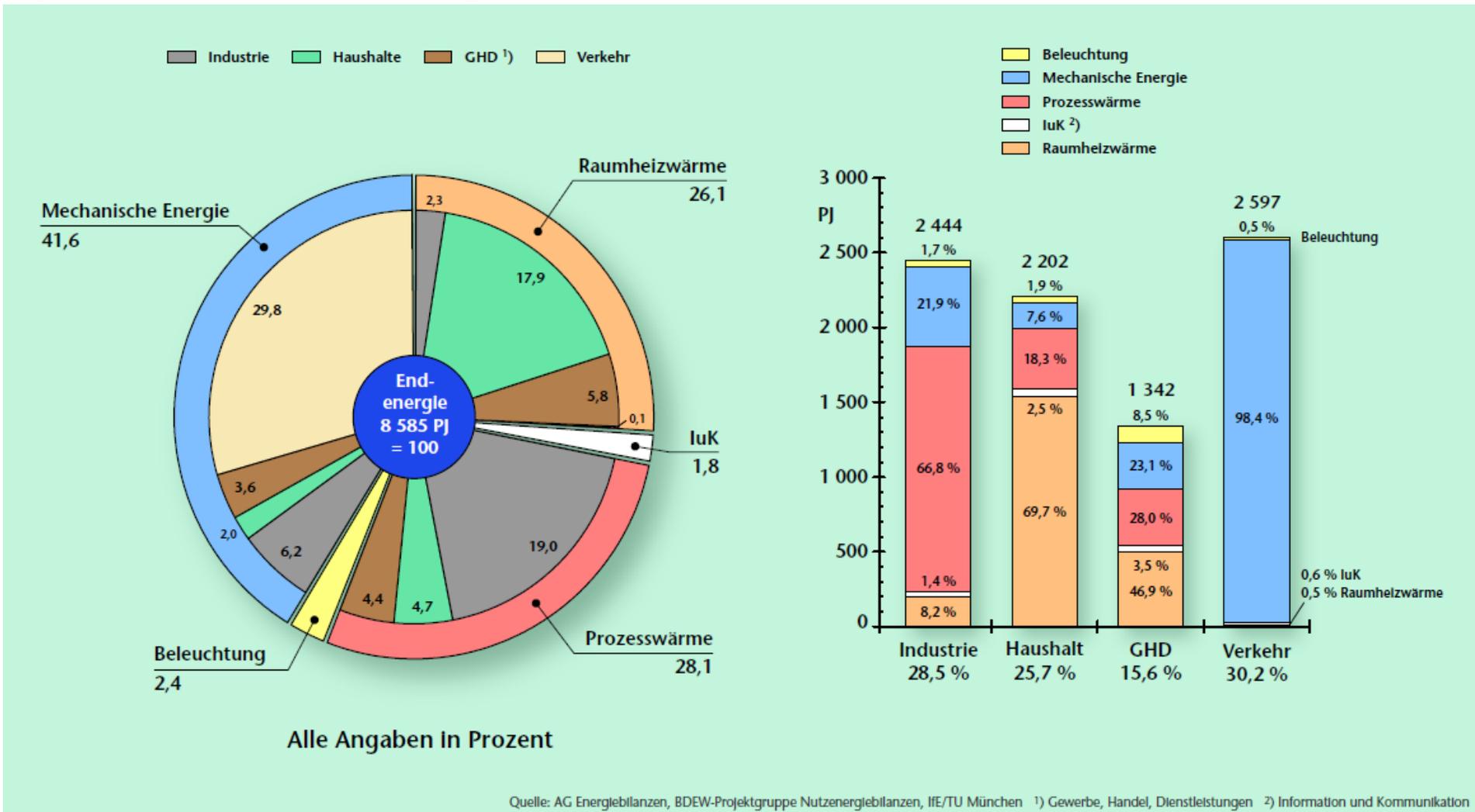


Beispiel aus Förderprogramm InES (Evaluierung)



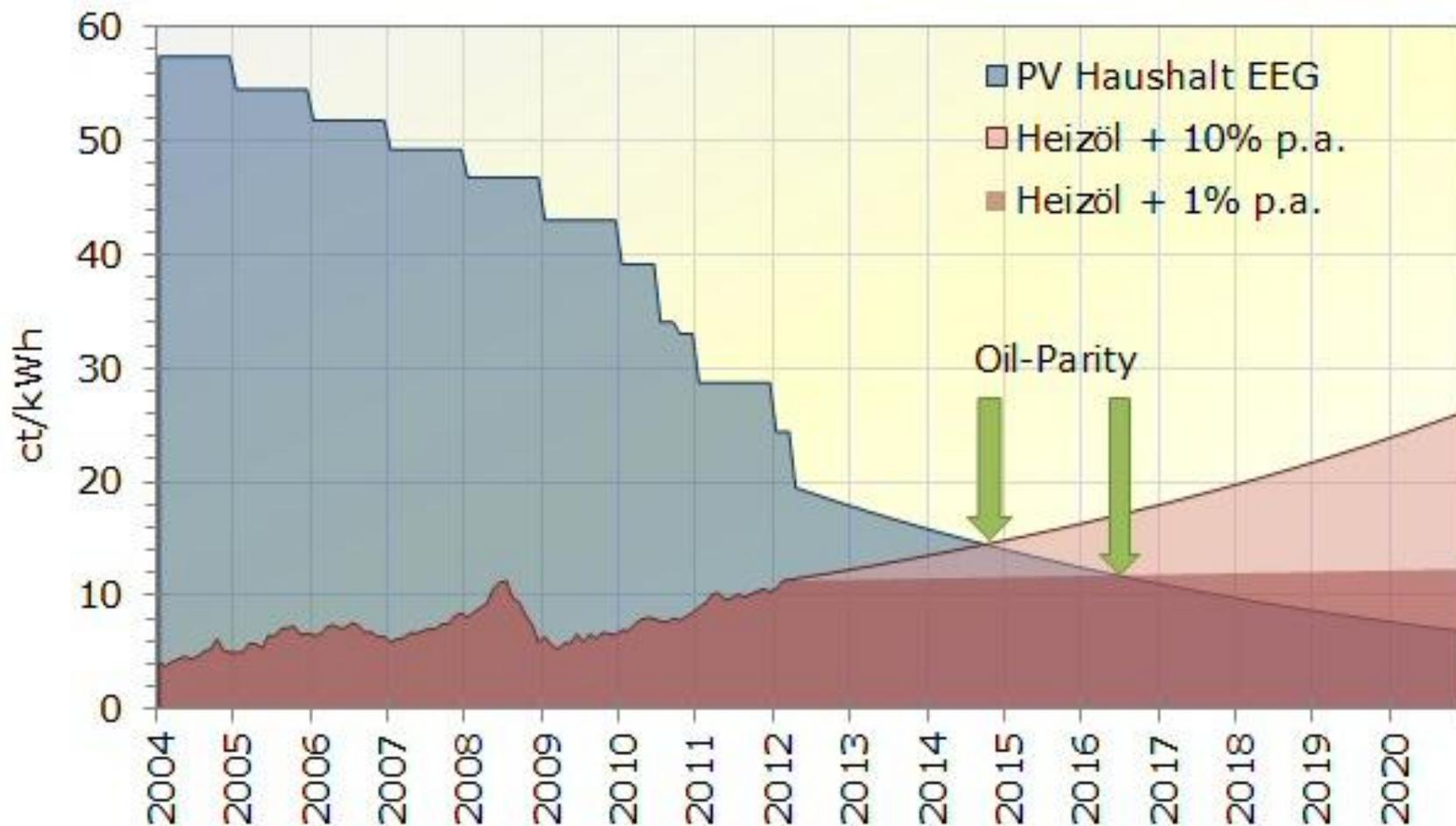
Nutzenergieverbrauch in Deutschland in PJ

(8.585 PJ = 2.385 TWh)



Quelle: AGEB

Grid parity war gestern, oil parity ist morgen



Quelle: Quaschnig

Umsetzung eines Plus-Energie-Passivhauses

Allgemeine Angaben zum Projekt:

- Einfamilienhaus für 4 Personen
- 2 Vollgeschosse (EG, OG) + beheizter Dachboden
- Wohnfläche: 214 m²

Massive Konstruktion (konventionell):

- Außenwände Kalk-Sandstein (20,0 cm) mit WDVS (26 cm EPS WLS 032)
- Giebelspitzen Holz-Rahmenbau mit Mineralwolle
- Decke EG Stahlbeton, Fußböden Zementestrich
- Satteldach mit Mineralwollendämmung WLS 035
Zwischensparren 26 cm + Untersparren 6 cm
- Bodenplatte → Dämmung 16 cm XPS (038) darunter und 18 cm EPS (034) darüber
- Fenster Kunststoff-Alu, dreifachverglast, U-Wert < 0,8 W/m²K, g-Wert 0,5 und 0,6

Technische Anlagen:

- Photovoltaikanlage 9,52 kWp (ca. 60 m²)
- wassergeführter Kaminofen → 6 kW Warmwasser +2 kW Raumwärme
- Heizung-Pufferspeicher 770 l mit 3 elektr. Heizpatronen + Warmwasser-Speicher 200 l
- Fußbodenheizung Küche und Bad, Planheizkörper Wohnräume
- zentrale Lüftungsanlage mit 93 % Wärmerückgewinnung (elektrische Luftvorerwärmung)





Hausansicht 07.04.2014

Energiezentrale



Heizungs- und Warmwasserpufferspeicher (hydraulisch verbunden)



Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und Frischluftvorerwärmung ab ca. $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$

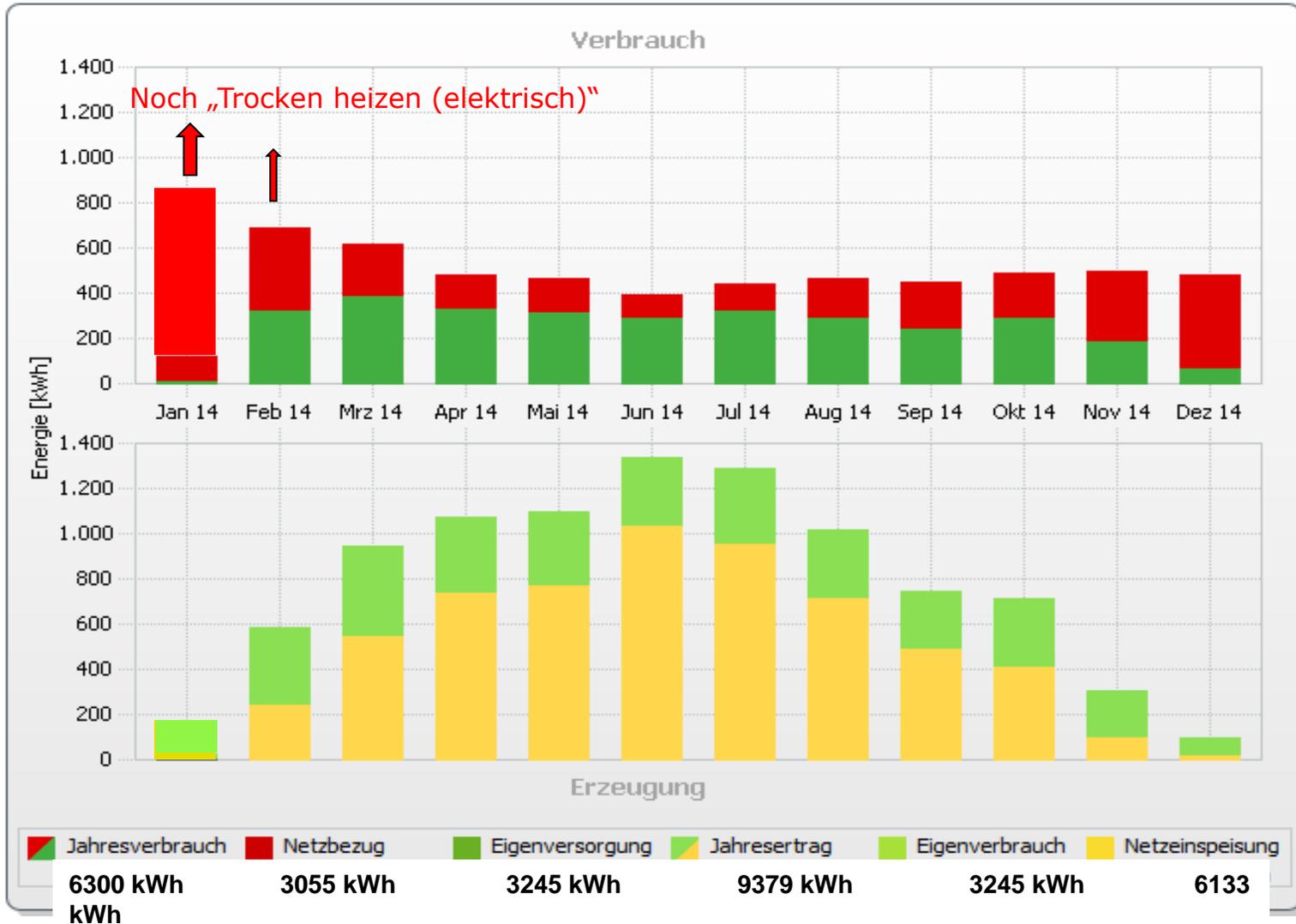
Energiezentrale



Heizungssteuerung (links: Schaltkasten mit Funksteckdosen für Heizpatronen und WW-Bereitung; Mitte: Kesselsteuerung für Puffer; rechts: Pumpengruppe für wassergeführten Kamin)

PV-Wechselrichter und Energiemanager zur Ansteuerung der Funksteckdosen

Energiebilanz im ersten Jahr (2014)



Energiekosten für Heizung, Warmwasser und Strom

PV-Vergütung
6100 kWh x 0,1407 €
= 862,86 €/a

Stromrechnung
3054 kWh X 0,283 €
= 864,28 €/a

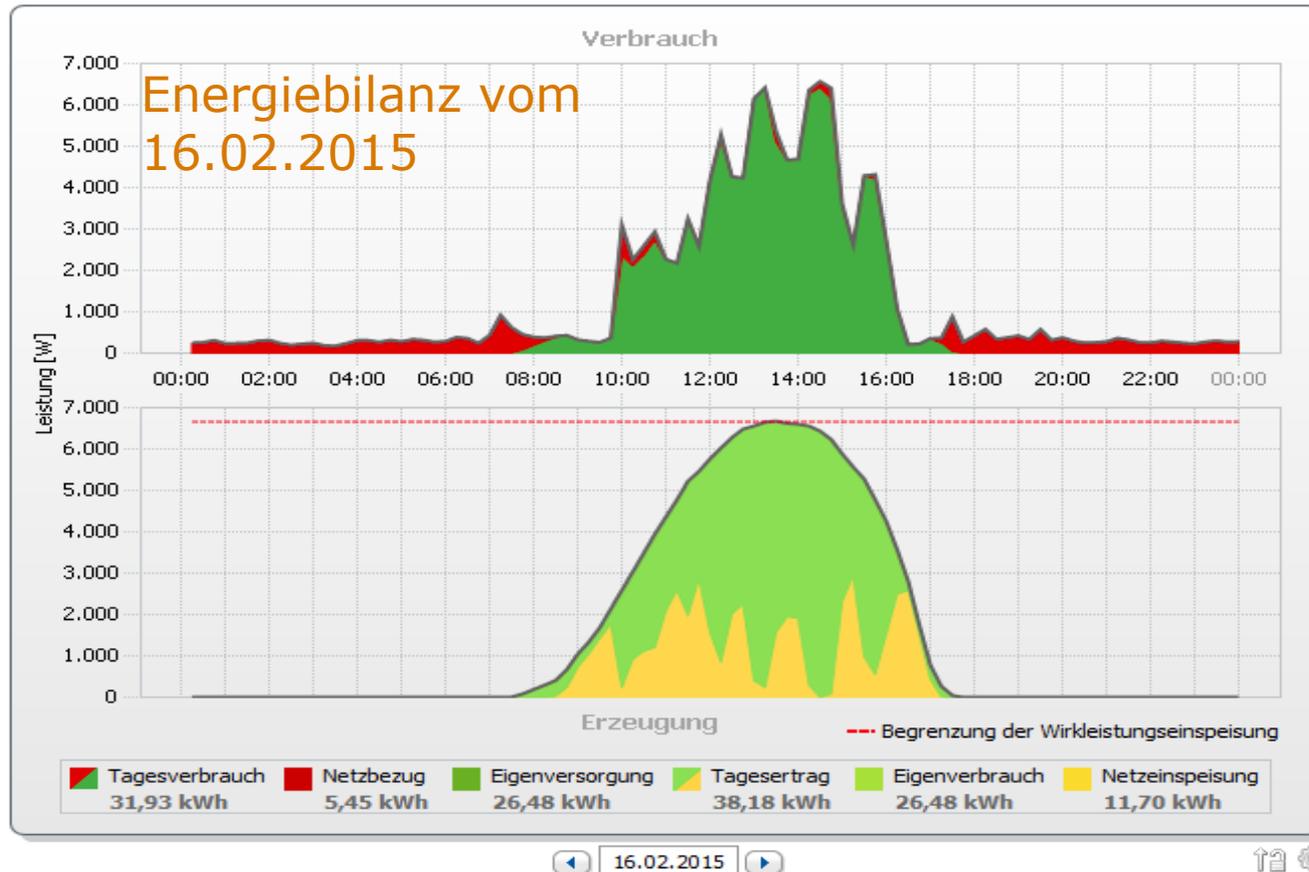
Kosten für eigenes Brennholz (Benzin)
= 50 €/a

Summe = 51 €/a

Quelle Grafik:
www.sunnyportal.com

- 52 % Anteil Sonnenstrom am Gesamtstromverbrauch
- 78 % Warmwassererzeugung über Sonnenstrom

Verbrauchersteuerung und Monitoring über ein Webportal

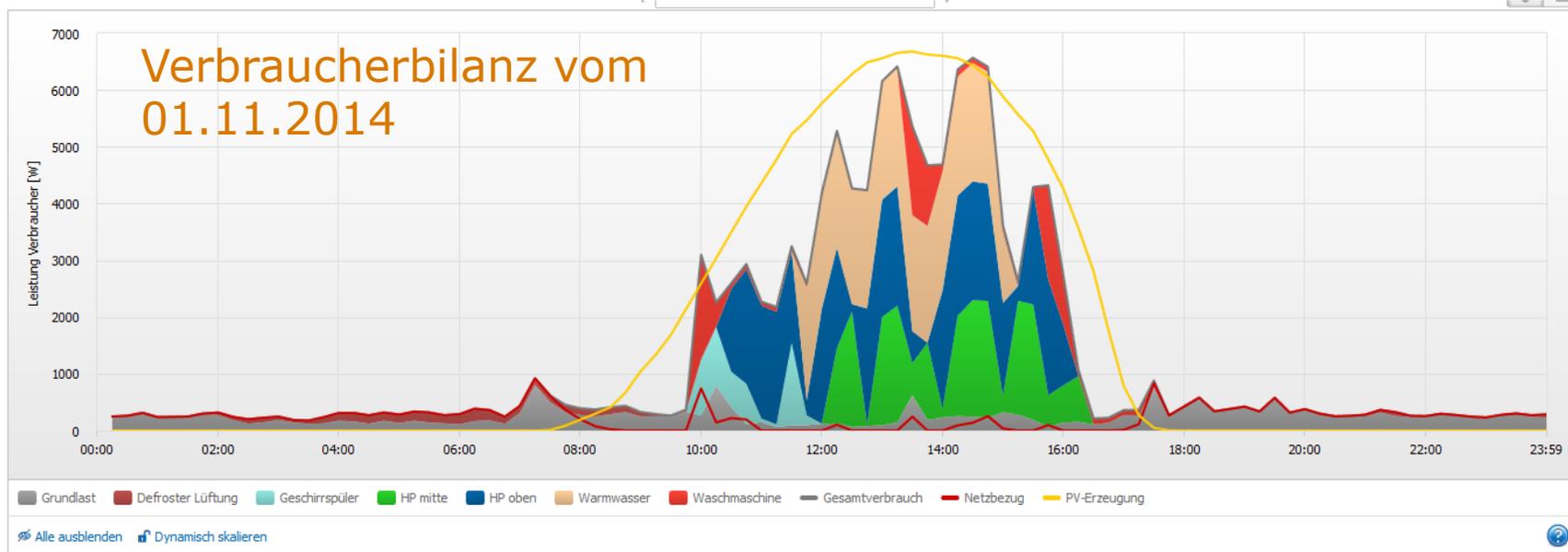


Bilanz

■ Tagesverbrauch	31,93 kWh	■ Tagesertrag	38,18 kWh		
■ Netzbezug	5,45 kWh	■ Eigenverbrauch	26,48 kWh		
■ Eigenversorgung	26,48 kWh	■ Netzeinspeisung	11,70 kWh		
Autarkiequote		83 %	Eigenverbrauchsquote		69 %

Quelle Grafik:
www.sunnyportal.com

Verbrauchersteuerung und Monitoring über ein Webportal

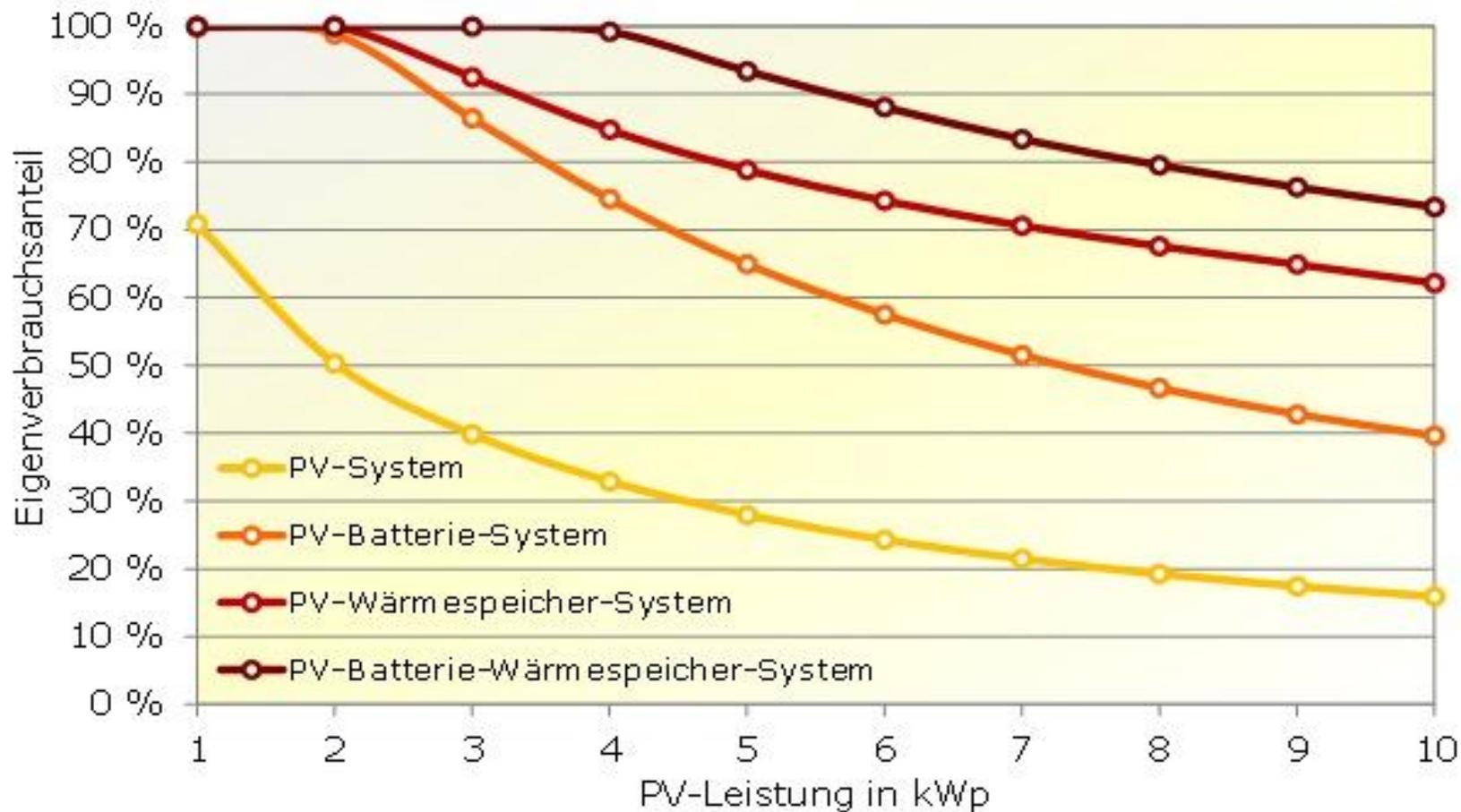


Verbraucher	Tagesverbrauch	Konfiguration
Defroster Lüftung	945 Wh	
Geschirrspüler	1280 Wh	
HP mitte	5402 Wh	
HP oben	8869 Wh	
Warmwasser	7004 Wh	
Waschmaschine	2304 Wh	

Verbrauchersteuerung durch intelligenten Energiemanager abhängig vom Solarertrag

Quelle Grafik: www.sunnyportal.com

Potentiale in Deutschland



Quelle: Quaschnig

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH:

- Energieeffizienz - Unternehmen
- Energieeffizienz - Gebäude
- Energieeffizienz - Verkehr
- Energieeffizienz - Kommunen/Landkreise
- Zukunftsfähige Energieversorgung
- Projekte im schulischen Bereich

- Beratung
- Weiterbildung
- Öffentlichkeitsarbeit

Sprechen Sie uns an! Beratertelefon: 0351 - 4910 3179

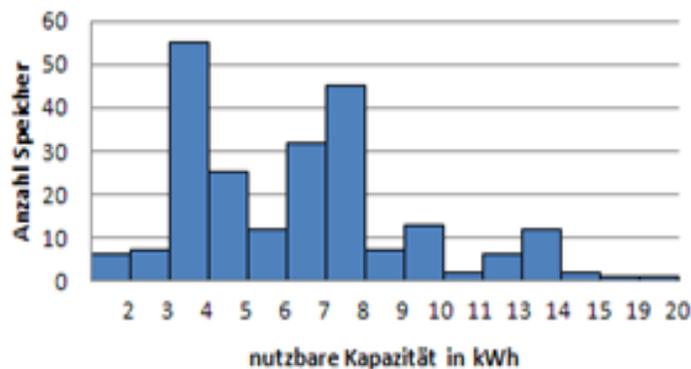


1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.1 Auswertung Stammdaten

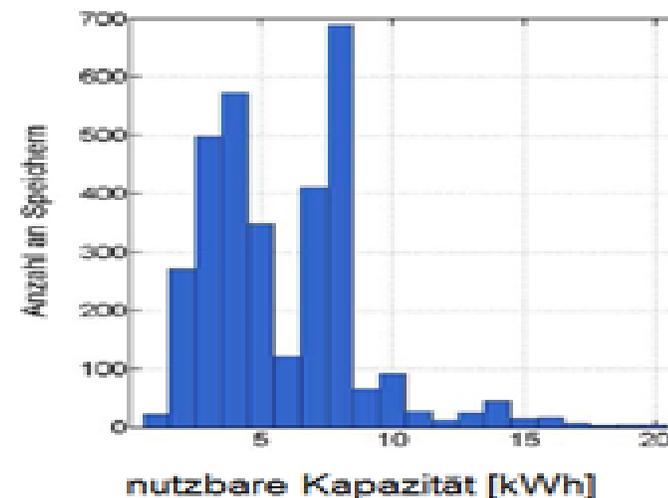
InES:

- 325 bewilligte Anträge
- bis Okt. 2014: 1954kWh gefördert
- durchschnittliche nutzbare Kapazität Blei: 9,3kWh; Li-Ionen: 7,5kWh
- typische Speichergrößen:



KfW:

- 48 bewilligte Anträge in Sachsen
- bis Okt. 2014: 40.000kWh gefördert
- durchschnittliche nutzbare Kapazität Blei: 7,06kWh; Li-Ionen: 5,55kWh
- typische Speichergrößen:

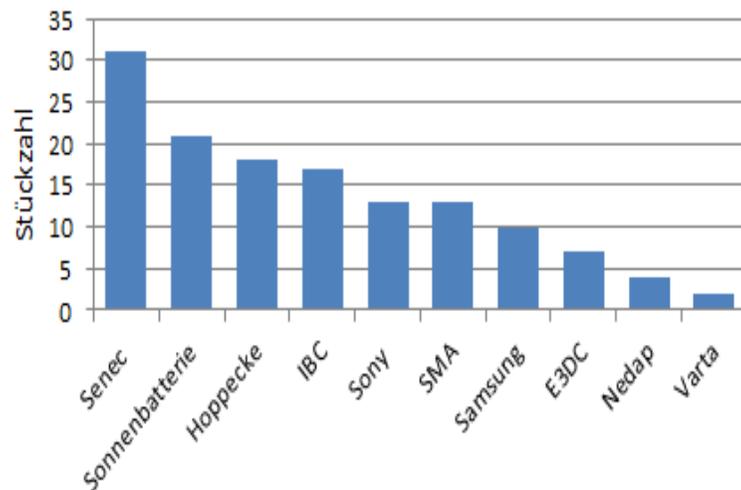


1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.1 Auswertung Stammdaten

InES:

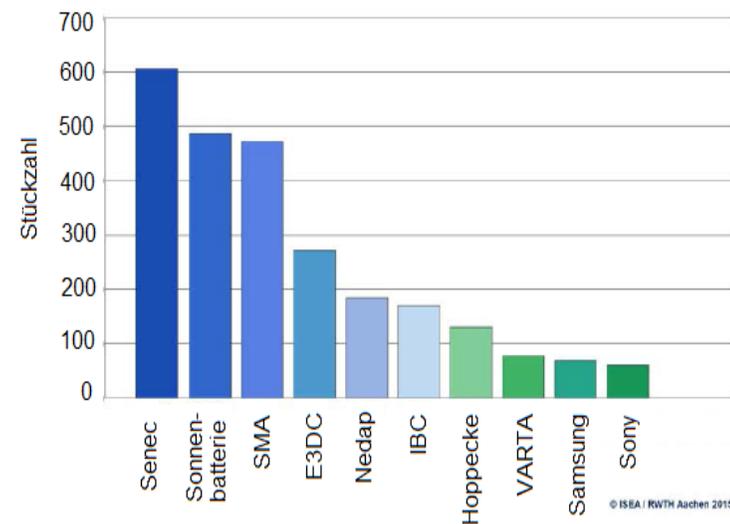
- Hersteller:



- Marktanteil Li-Ionen: 149 → 62%
- Blei: 91 → 38%

KfW:

- Hersteller:

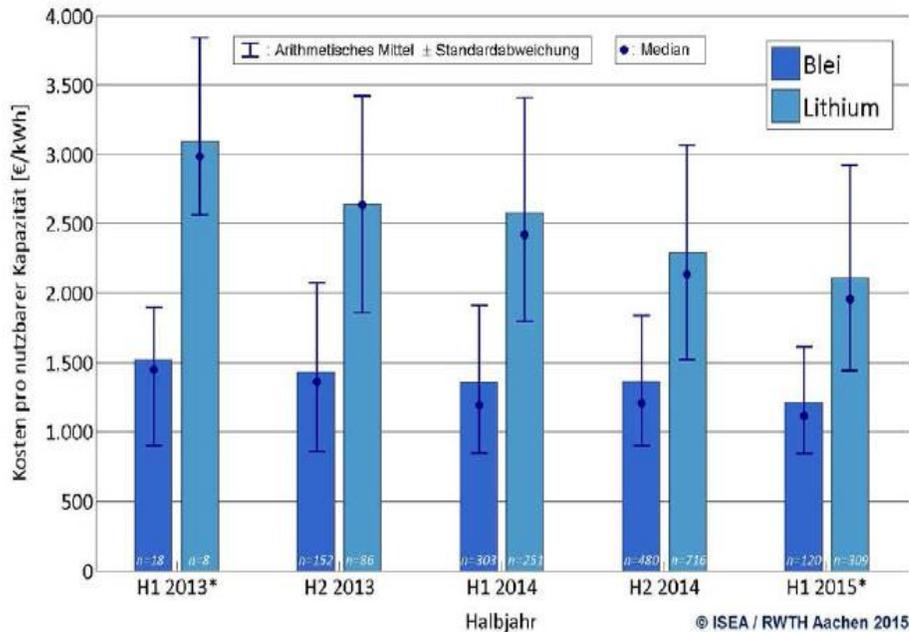


- Marktanteil Li-Ionen: 57%
- 1. Quartal 2015: 70% Li

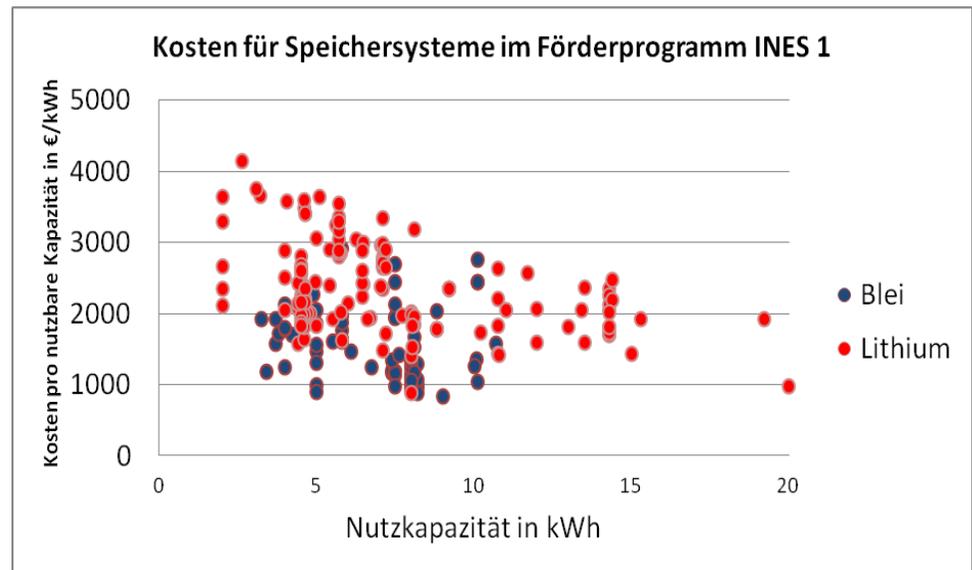
1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.1 Auswertung Stammdaten

- 1. Halbjahr 2014 bis 1. Halbjahr 2015: Endverbrauchspreise für Bleibatterien fallen um derzeit jährlich ca. 11%
- Kosten für Li-Ionen Batterien fallen in der gleichen Zeit um 18%



ENTWICKLUNG SYSTEMKOSTEN KW

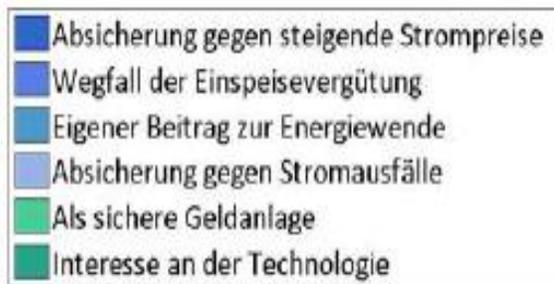
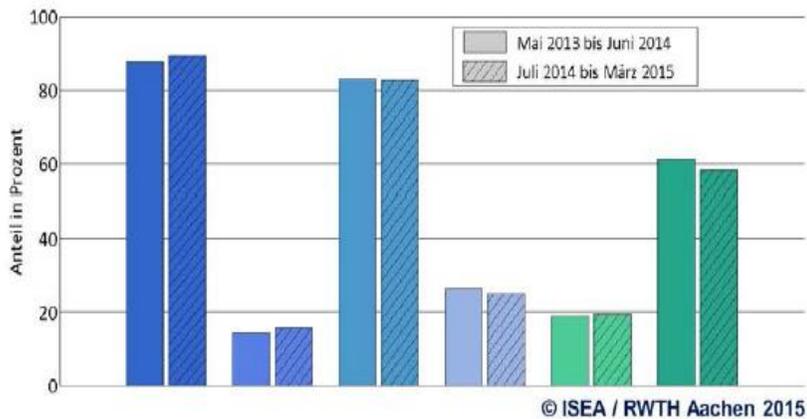


Systemkosten InES

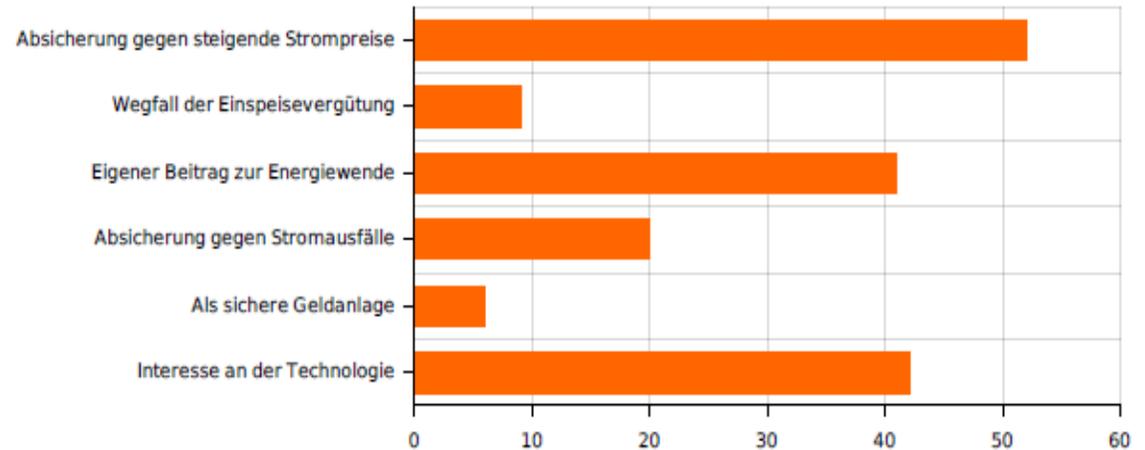
1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.2 online Befragung

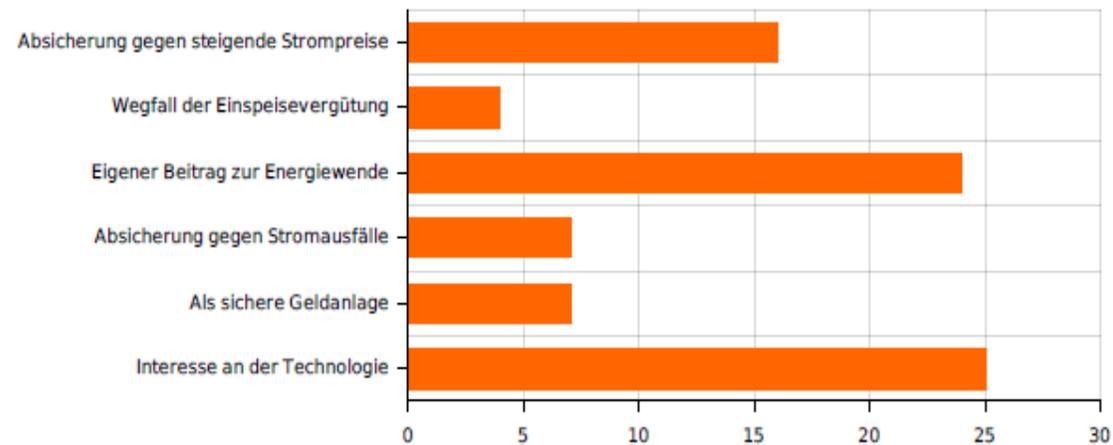
- Investitionsmotive:



KfW



Umfrage 1: InES

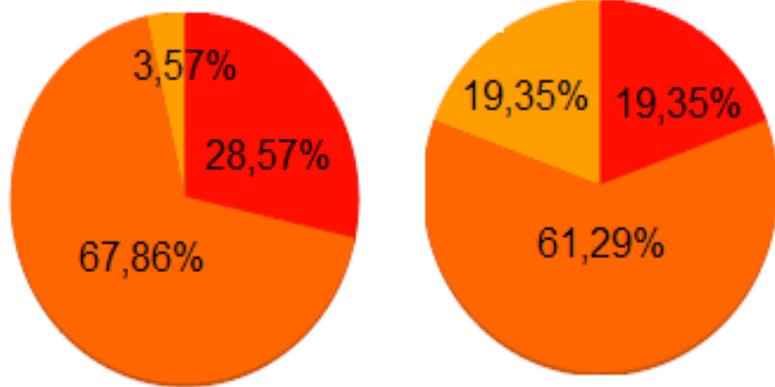


Umfrage 2: PV-Forum

1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.2 online Befragung

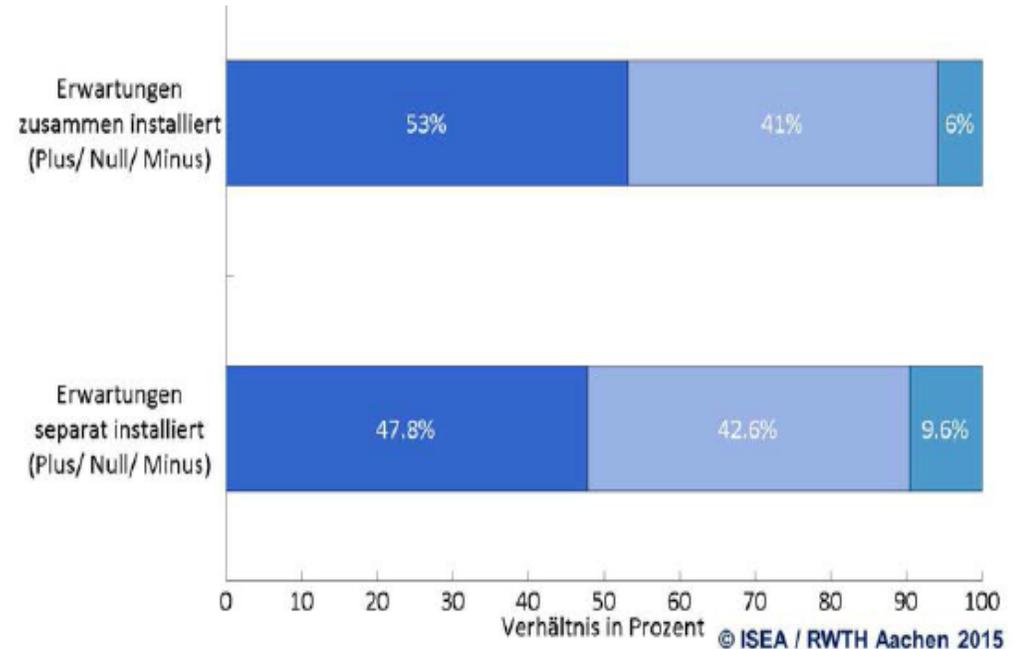
Erwartungen an Wirtschaftlichkeit:



Befragung 1:
InES

Befragung
2: PV-
Forum

- genau wie erwartet
- besser als erwartet
- schlechter als erwartet

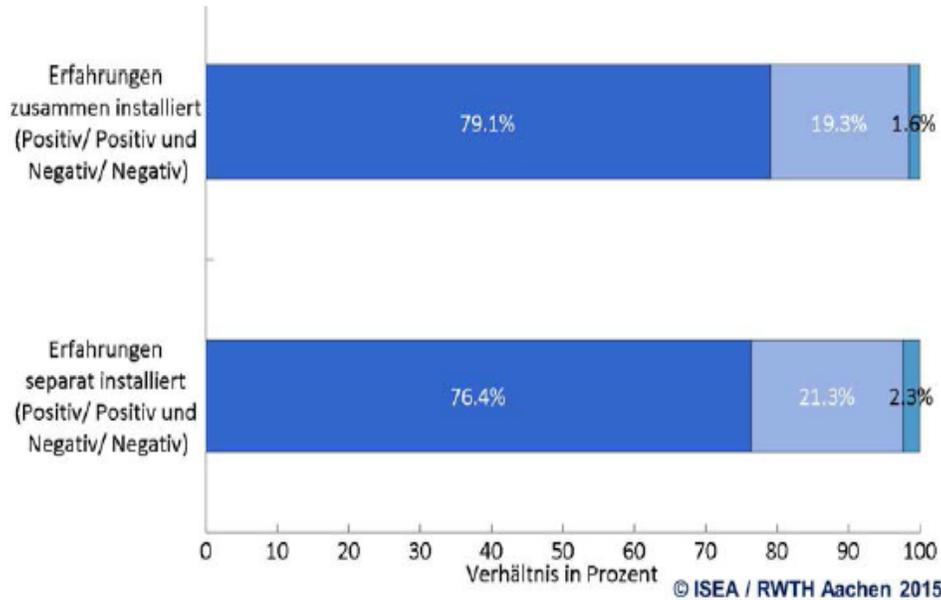


Befragung KfW

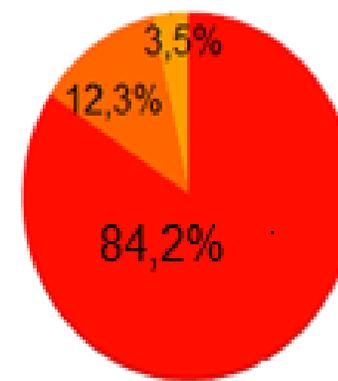
1.2 Gesamtbild Förderprogramm

1.2.2 online Befragung

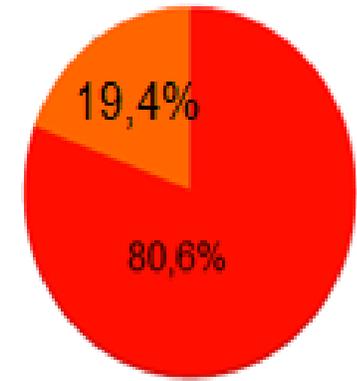
- Bisherige Erfahrungen mit Speicher:



- positive und negative Erfahrungen
- positive Erfahrungen
- negative Erfahrungen



Befragung 1: InES



Befragung 2: PV-Forum

- selten Defekte des Speichers → funktioniert durchgängig bei je rund 60% aus Umfrage 1 und 2
- je 75% aus Umfrage 1 und 2 sind sehr zufrieden mit Installateur