

Sonnenhaus-Tag im Bauzentrum München, 28.06.2016

# Die Sonnenhaus-Kategorien

Dipl. Ing. (FH) Wolfgang Hilz  
Ingenieurbüro für Energieeffizienz





Dipl. Ing. (FH)  
Wolfgang Hilz



Ahornweg 13  
94227 Zwiesel  
Tel. 09922-803785  
eMail: [whilz@t-online.de](mailto:whilz@t-online.de)  
[www.sonnenhaus.de](http://www.sonnenhaus.de)

- **Fachplaner Sonnenhaustechnik** / regenerative Heizkonzepte  
langjährige, praktische Solarerfahrung
- **Energieeffizienzexperte** für Wohn- und Nichtwohngebäude  
EneV-Nachweis, Solarsimulation, Baubegleitung (KfW-Effizienzhäuser)
- **BAFA-Energieberater**
- Gründungsmitglied Sonnenhaus-Institut (und zweiter Vorsitzender bis 2015)

# Das Spezielle am Sonnenhaus

- guter Dämmstandard, geringer (Primär-) Energieverbrauch
- Energieerzeugung überwiegend mit solarer Strahlungsenergie



## Wärme:

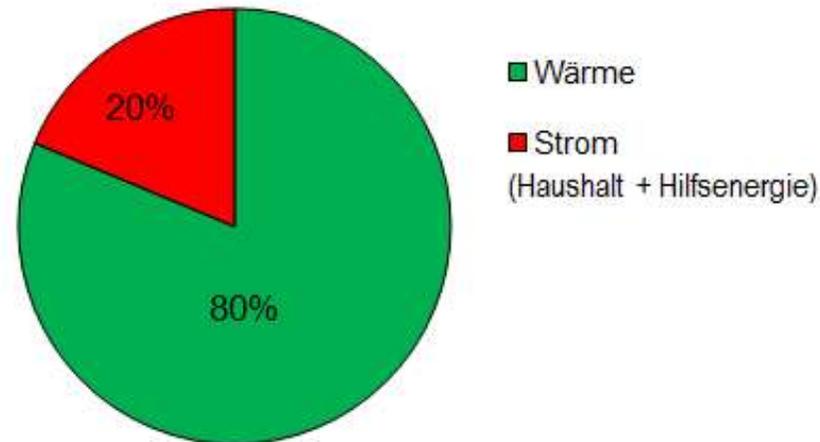
- Warmwasser
- Raumheizung

## Strom:

- Technik
- Haushalt
- E-Mobilität

# Solare Wärmeerzeugung

Anteile Energieverbrauch  
in Wohngebäuden



Der auch in Niedrigenergiehäusern immer noch größte (Nutz-) Energieverbrauch fällt für die Wärmeerzeugung (Heizung + Warmwasser) an

## Historie:

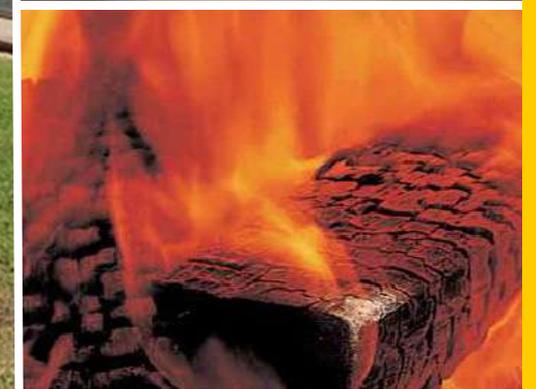
erste Sonnenhaus-Generation: solares Heizen im Fokus,  
Haushaltsstrom bei den Kriterien nicht berücksichtigt

PV-Anlagen wurden überwiegend für Netzeinspeisung konzipiert.

Mit sinkender Einspeisevergütung, steigendem Strompreis und sinkenden Investitionskosten gewann die Solar-Eigenstromnutzung an Attraktivität

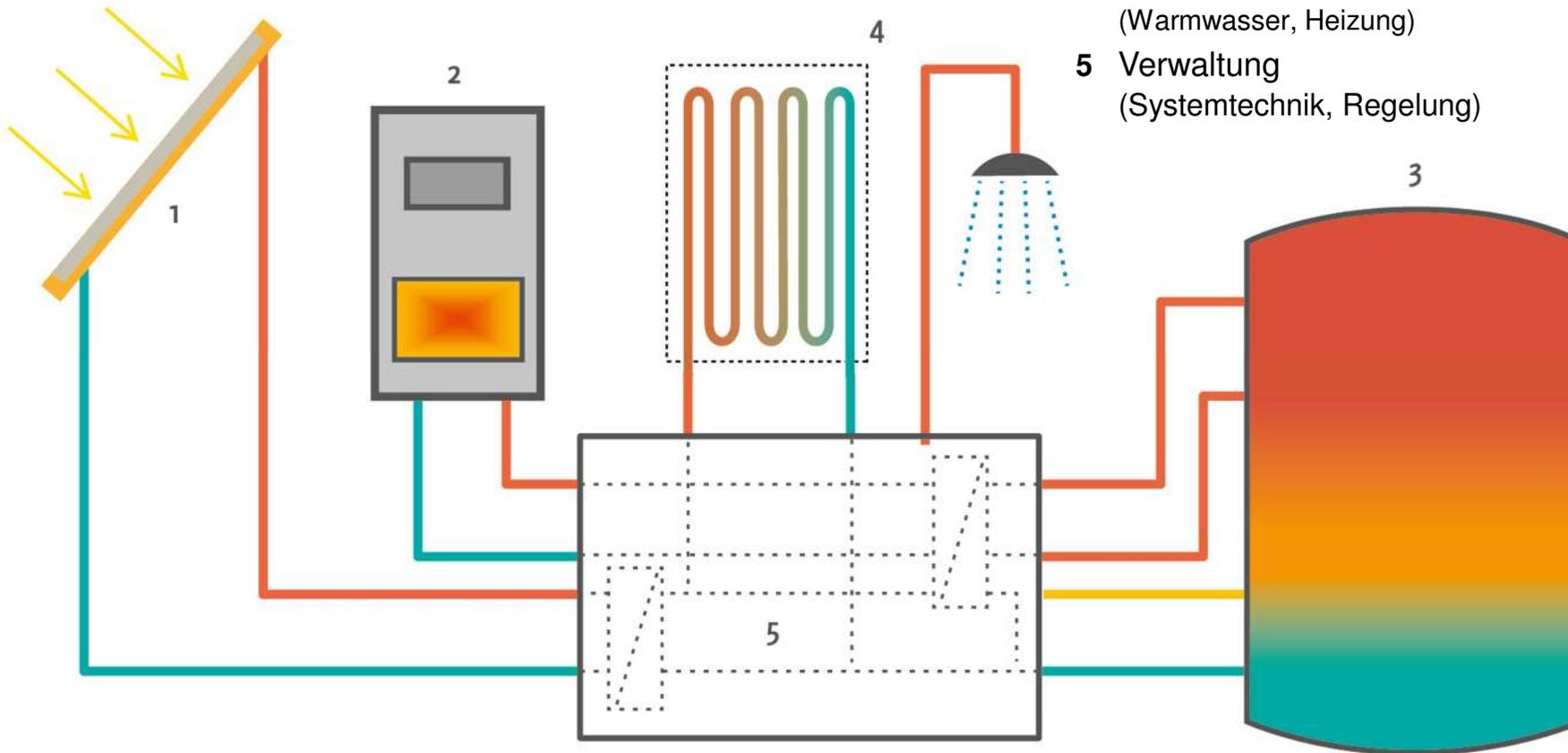
# Heizen mit (viel) Sonne und (wenig) Holz

## Heizkonzept Sonnenhaus



# Prinzip-Schema einer Sonnenheizung

- 1 Produzent  
(Kollektoren)
- 2 Zusatzenergie
- 3 Speicher
- 4 Verbraucher  
(Warmwasser, Heizung)
- 5 Verwaltung  
(Systemtechnik, Regelung)



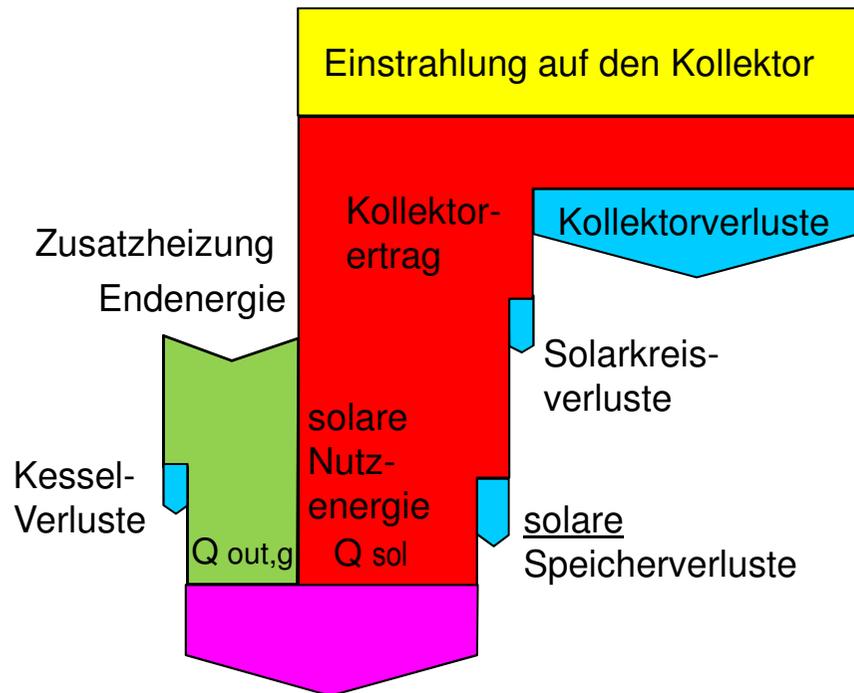
## 1. Kriterium: Solarer Deckungsgrad

(= „Markenzeichen“ des Sonnenhauses)

- Deckung des Brutto-Wärmebedarfes (Warmwasser + Heizwärme) zu mindestens **50%** aus **solarer Strahlungsenergie** (technologieoffen)
- Berechnung mit geeigneten Simulationsprogrammen als **anteilige Energieeinsparung** im Vergleich zu einem Referenzsystem ohne Solaranlage,
- standortbezogen und mit **realen** Randbedingungen
  - Solarertrag und Heizwärmebedarf mit **örtlichen Klimadaten**
  - Warmwasserbedarf nach Personenzahl (aus Plan erkenntlich) mit Nutzttemperaturen - je nach Hygiene-Anforderung - 45° bis 60° und realer Abbildung der Leitungslängen und des Zirkulationsbetriebes

# Definition Solarer Deckungsgrad

## Energieflussdiagramm



**Gesamt-Wärmebedarf** WW + Hz  
inkl. Übergabe-, Verteil- und konv. Speicherverluste

**Q<sub>out,g</sub>** = „Wärmeerzeuger-Nutzenergieabgabe“  
(Begriff aus der DIN V 18599)

**solarer Deckungsgrad**

= „relative Energieeinsparung“

$$\alpha_{\text{sol}} = \frac{\text{solare Nutzenergie (=Energieeinsparung)}}{\text{Gesamtwärmebedarf}}$$

$$= \frac{Q_{\text{out,g,ref}} - Q_{\text{out,g}}}{Q_{\text{out,g,ref}}}$$

Vergleich mit einer Referenzanlage ohne Solar  
(Doppel-Simulation)

**System-Nutzungsgrad:**

$$\eta_{\text{sys}} = \frac{\text{solare Nutzenergie}}{\text{Einstrahlung}}$$

## 2. Kriterium: Primärenergiebedarf (nach EnEV)

- Wohngebäude-Neubau:  $q_p \text{ max} = 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Sonnenhaus „f“ (fossil)\*:  $q_p \text{ max} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (= Variante Neubau)
- Wohngebäude-Bestand:  $q_p \text{ max} = q_p \text{ Ref}$  (Referenzgebäude EnEV-Neubau)  
entspricht KFW-Effizienzhaus 100\*\*
- Berechnungsverfahren jeweils nach DIN 4108/6 + DIN 4701/10 oder DIN V 18599 mit normgerechter Einbindung einer Solarsimulation und ggf. Solarstrom-Gutschrift

\* Zusatzheizung auf Basis fossiler Energieträger (Öl, Gas ...)  
i.d.R. höherer sol. Deckungsgrad als 50% und / oder besserer Dämmstandard erforderlich

\* Stand KFW-Richtlinien 2016. Kriterium gilt auch für fossile Nachheizung

### 3. Kriterium: Dämmstandard

spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H'T$   
(mittlerer U-Wert der Gebäudehülle)  
bezogen auf EnEV-Referenzgebäude

- Wohngebäude- Neubau:  $H'T_{max} = H'T_{Ref.} - 15\%$   
(entspricht KFW-Effizienzhaus 70\*)
- Wohngebäude- Bestand:  $H'T_{max} = 1 H'T_{Ref.} + 15\%$   
(entspricht KFW-Effizienzhaus 100)

\* 2016 wurde dieser KFW-Standard für Neubauten abgeschafft

Empfehlung: KFW-Effizienzhaus 55

(-> Voraussetzung für Förderungen KFW, Sonnenhaus-Innovationsförderung BAFA, und 10.000 Häuserprogramm Bayern)

# Sonnenhaus im Bestand

## Vom (K)altbau zum Sonnenhaus

- durch Komplettsanierung der Gebäudehülle
- Nachrüstung Solarthermie und (optional) PV
- ggf. Kesseltausch / Heizungsoptimierung
- Energieeinsparung um Faktor 4 bis 5 und mehr möglich

## Besonderheiten / mögliche Hürden

- Dämmstandard Effizienzhaus 55 fördertechnisch interessant, aber schwer zu erreichen ( Wärmehürden ?)
- Orientierung des Gebäudes ? Dachneigung ? Verschattung ?
- Ein- und Unterbringung eines großen Speichers im Gebäude ?
- Heizkörper (-> Heizmitteltemperatur ? -> niedriger nach Sanierung)
- ggf. Umrüstung / Erneuerung Heizung angebracht
- Investitionsaufwand ? (jedoch gute Fördermöglichkeiten)

# Sonnenhaus im Bestand



Ist- Zustand



Anhebung Kollektoren



sanierter Zustand



Solarspeicher - Kellerschweißung vor Ort



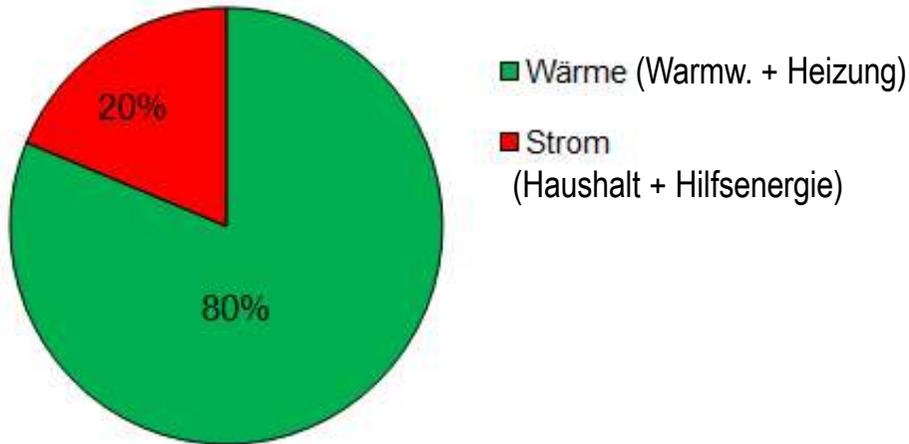
## Zusammenfassung der Hauptkriterien

*Diese gelten auch für die noch folgenden Kategorien  
„Sonnenhaus plus“ und „Sonnenhaus autark“*

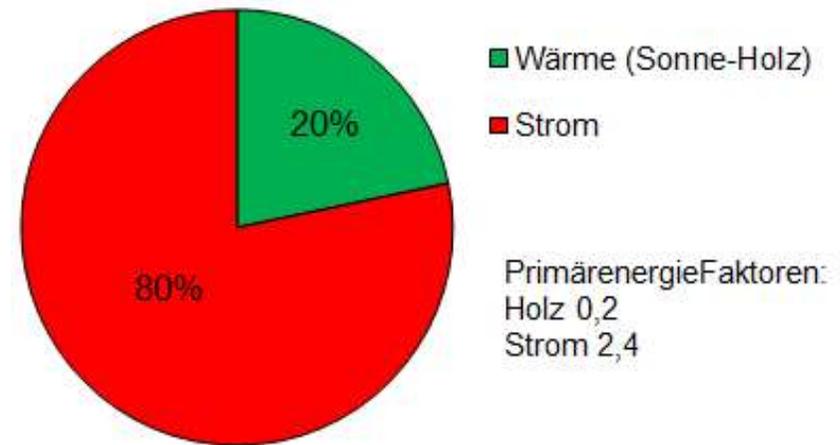
	Solare Deckung Wärme	Primärenergie nach EnEV (kWh/m <sup>2</sup> )	Dämmstandard H'T (W/m <sup>2</sup> K) Bezug: EnEV- Referenzgebäude
Sonnenhaus standard	mind. 50%	max. 15	max. – 15%
Sonnenhaus fossil	mind. 50%	max. 30	max. – 15%
Sonnenhaus im Bestand	mind. 50%	EnEV-Referenz	max. + 15%

# Wärme und Strom im (Standard-) Sonnenhaus

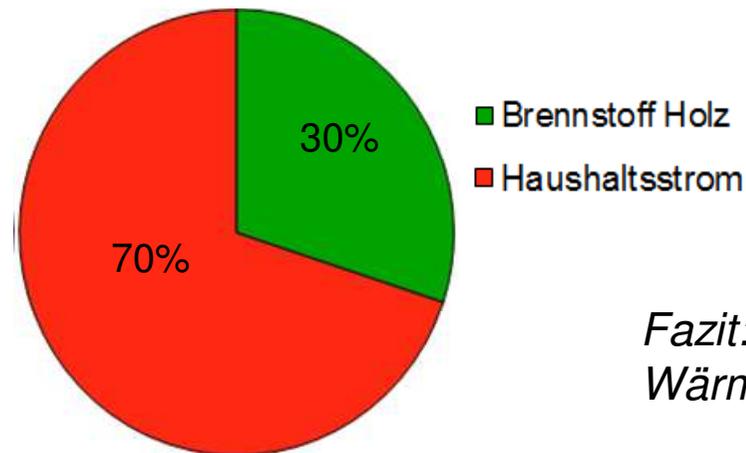
Nutz- Energieverbrauch



Primär-Energieverbrauch (inkl. Haushaltsstrom)



Energiekosten (derzeit ca.)



*Fazit: es reicht nicht, nur die Wärmeezeugung zu betrachten !*

# Sonnenhaus-Standards mit PV-Strom

(zusätzliche Kriterien)

Einbeziehung der Photovoltaikanlage und des Haushaltsstromes

- 1. „**Sonnenhaus plus**“: negative Jahres-Primärenergiebilanz \*
  - Bilanzierung gemäß EnEV-Verfahren (DIN4108-6/4701/10 oder DIN V18599)
  - zusätzlich Berücksichtigung des Haushaltsstromes :  
pro Wohneinheit 20 kWh / m<sup>2</sup>A<sub>N</sub>, maximal 2500 kWh/a
  - Primärenergie-Jahresbedarf aus EnEV-Nachweis (ohne PV-Gutschrift !) und Primärenergiebedarf für Haushaltsstrom addieren
  - PV-Simulation (oder einfache DIN-Ertragsberechnung) am Ref.standort Potsdam
  - PV-Jahresertrag mit Primärenergiefaktor (nach aktueller EnEV) multiplizieren
  - Diesen vom Gesamt-Primärenergiebedarf subtrahieren

\* Anders als beim „Effizienzhaus Plus“ wird die Endenergie nicht betrachtet, und die Primärenergiefaktoren für Verbrauch und Einspeisung sind gleich. Daher ist auch keine monatliche Bilanzierung erforderlich.

## Rechenbeispiel Sonnenhaus Plus

typisches Einfamilien-Sonnenhaus mit Solarthermie / Holzheizung

AN = 250 m<sup>2</sup>, PV-Anlage 4,2 kWp / Süd / 45° Neigung

Primärenergiebedarf EnEV (ohne Stromrechnung PV)	$15 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 250 \text{ m}^2 =$	3.750 kWh/a
Primärenergiebedarf für Haushaltsstrom	$2.500 \text{ kWh/a} \times 2,4 =$	6.000 kWh/a
Summe Primärenergiebedarf		9.510 kWh/a
Jahres-(Primärenergie-)ertrag der PV-Anlage	$4.000 \text{ kWh} \times 2,4 =$	9.600 kWh/a
resultierender Primärenergiebedarf		-90 kWh/a

> Kriterium erfüllt!

Das Verfahren ist auch anwendbar für Sonnenhäuser, deren Wärmeversorgung durch eine PV-unterstützte Wärmepumpenheizung erfolgt.

# Sonnenhaus-Standards mit PV-Strom

(zusätzliche Kriterien)

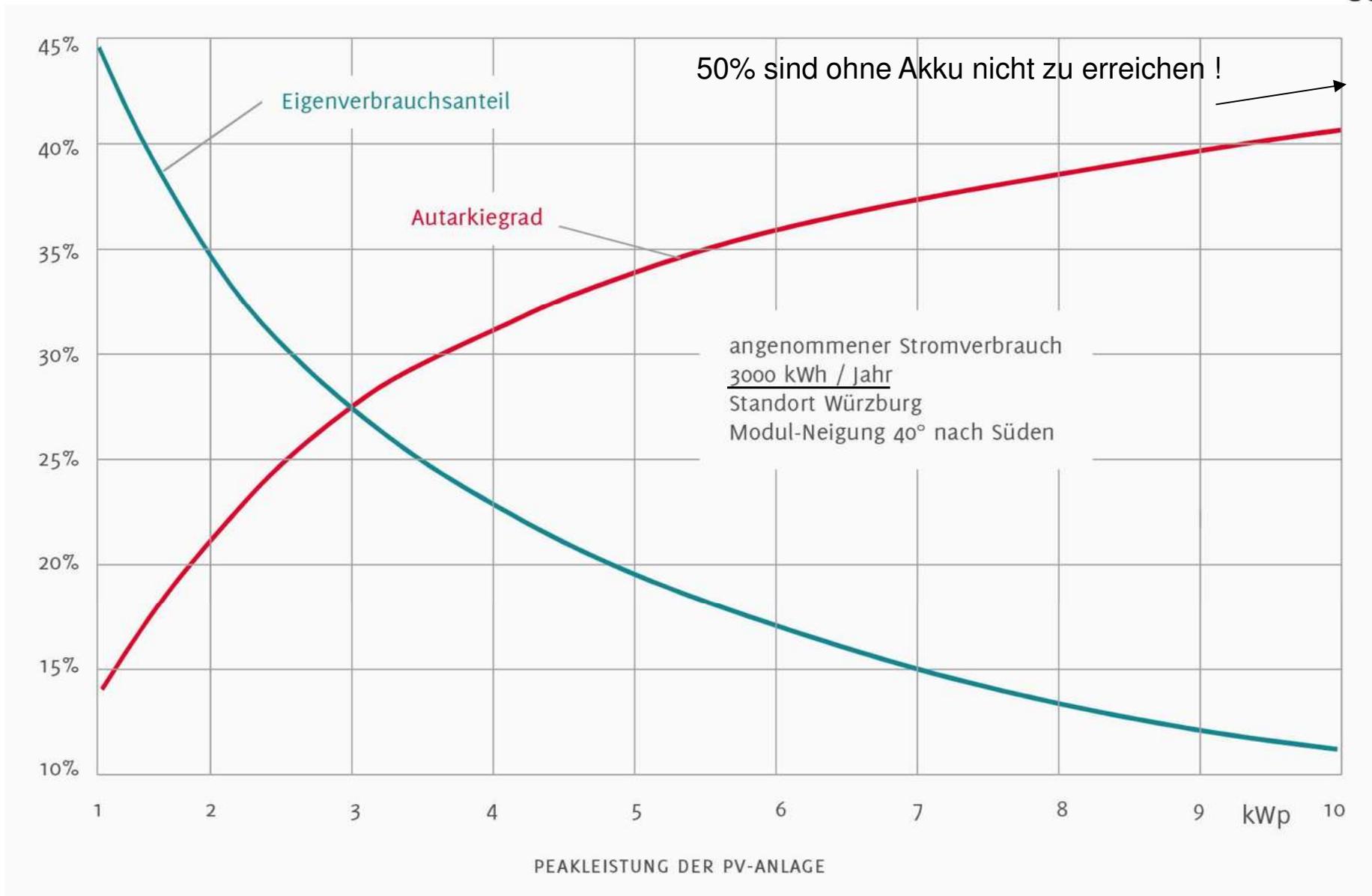
Einbeziehung der Photovoltaikanlage und des Haushaltsstromes

- 2. „**Sonnenhaus autark**“: Autarkiegrad mind. 50%
  - Simulation am Klimastandort des BV
  - Verbrauch = Technik-Hilfsstrom plus Haushaltsstrom (pro Wohneinheit 20 kWh / m<sup>2</sup>AN, maximal 2500 kWh/a; Stundenprofil nach BDEW (PV-Anlagen ohne Akku: Simulation mit 15 min-Profil)

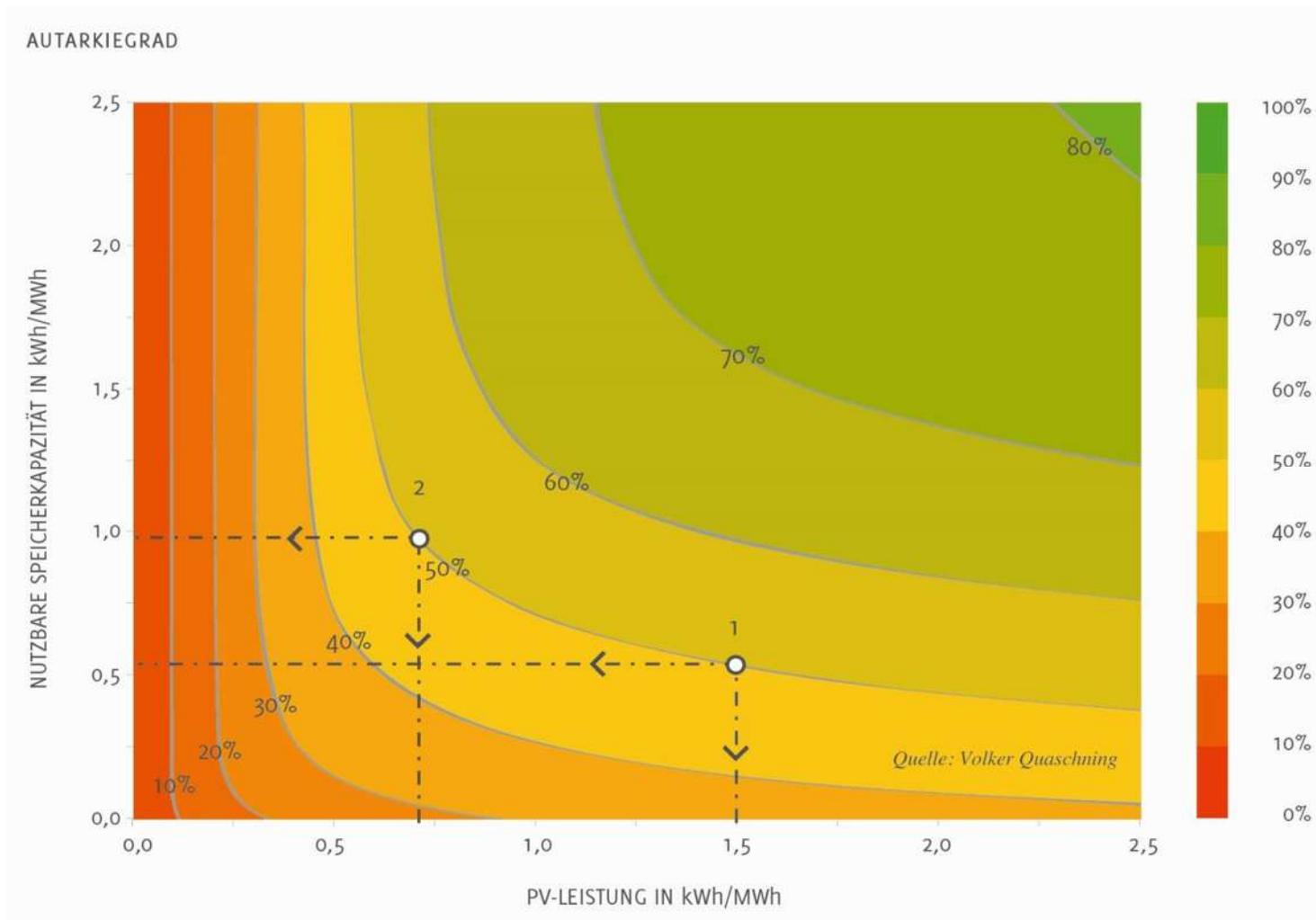


Autarkiegrad =  
PV-Eigenverbrauch /  
Stromverbrauch

## Autarkiegrad und Eigenverbrauchsanteil (ohne Akku)



# Diagramm Autarkiegrad



Ablesebeispiel für einen Haushaltsstromverbrauch von 3000 kWh (= 3 MWh):  
Ein Autarkiegrad von 50% kann mit einer PV-Anlagengröße von  $1,5 \times 3 = 4,5$  kWp und einem Akku mit nutzbarer Speicherkapazität von  $0,6 \times 3 = 1,8$  kWh erreicht werden.  
Alternativ könnte man beispielsweise die Modulfläche auf  $0,7 \times 3 = 2,1$  kWp verkleinern und dafür die Akku-Größe auf  $1,0 \times 3 = 3$  kWh erhöhen.

# Erhöhung Autarkiegrad

Grundsätzlich kann der Autarkiegrad durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

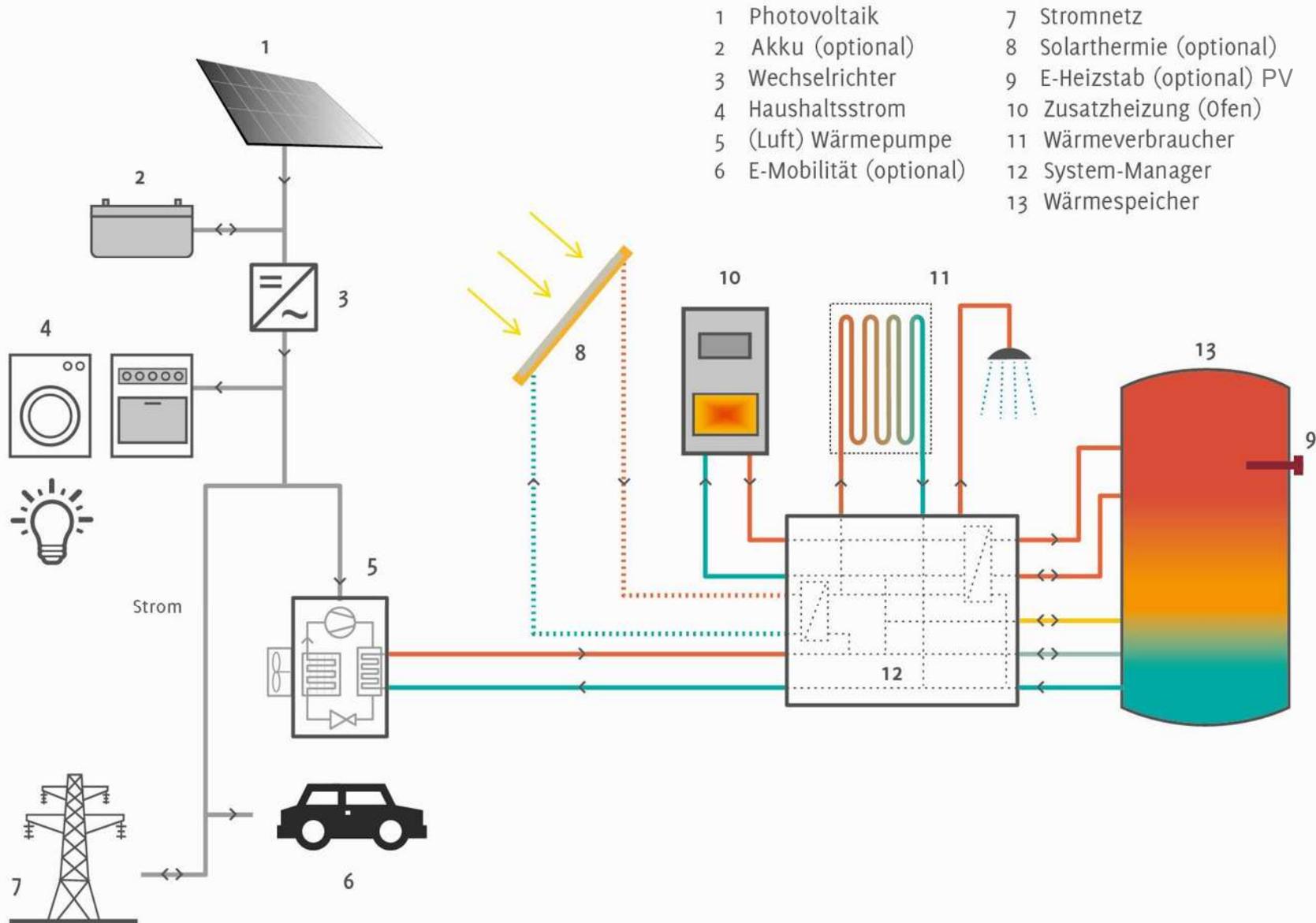
- geringerer Stromverbrauch
- größere Dimensionierung (und optimale Ausrichtung) der Solarfläche
- Vergrößerung des Stromspeichers
- Anpassung des Lastganges (Energiemanagement, „Home-manager“)
- Nutzung von Überschüssen für die Elektro-Mobilität
- Nutzung der PV-Anlage auch zur Wärmeerzeugung via Wärmepumpe oder / und E-Heizstab in Kombination mit einem thermischem Speicher



Heizen mit Sonnenstrom im Sonnenhaus (!?)  
ein strittiges Thema !

# Spezialfall: Heizen mit Solarstrom

## GRUNDPRINZIP PHOTOVOLTAIK-SONNENHAUS



- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 Photovoltaik           | 7 Stromnetz                |
| 2 Akku (optional)        | 8 Solarthermie (optional)  |
| 3 Wechselrichter         | 9 E-Heizstab (optional) PV |
| 4 Haushaltsstrom         | 10 Zusatzheizung (Ofen)    |
| 5 (Luft) Wärmepumpe      | 11 Wärmeverbraucher        |
| 6 E-Mobilität (optional) | 12 System-Manager          |
|                          | 13 Wärmespeicher           |

# Variantenvergleich am Praxisbeispiel

Simulation mit Polysun

## Vorgaben:

Einfamilienhaus am Standort München,

Gebäudenutzfläche  $A_N = 250 \text{ m}^2$

Warmwasser für 4-Personenhaushalt

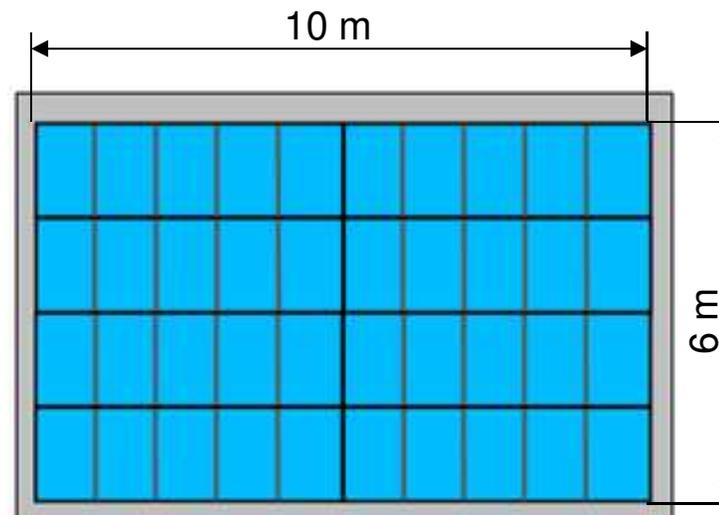
Dämmstandard H'T: EnEV-Ref. minus 30% (entspricht KFW-Effizienzhaus 55)

Fensterlüftung

Heizwärmebedarf: 8000 kWh/a

Stromverbrauch Haushalt 2.500 kWh + Hilfsstrom (Pumpen) 250 kWh

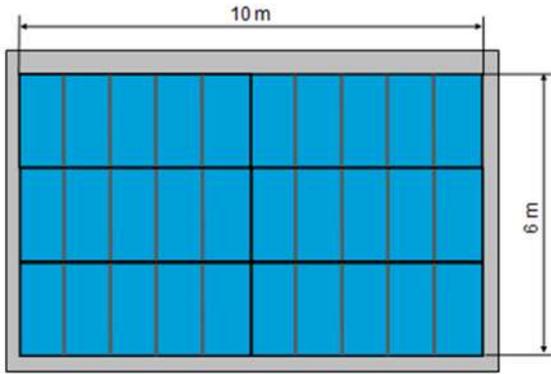
vorgegebene Dachfläche:  $60 \text{ m}^2$  / Neigung  $45^\circ$



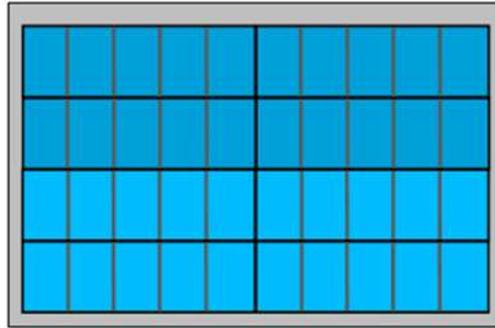
*Variation der Flächenanteile  
Solarthermie - Photovoltaik*

# Variantenvergleich

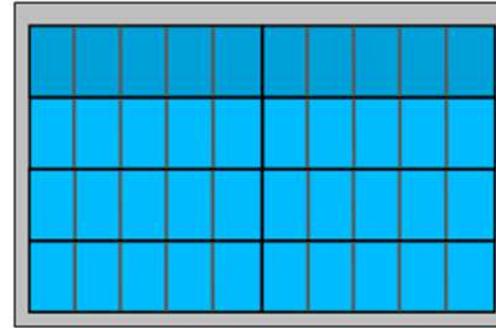
100 % Solarthermie



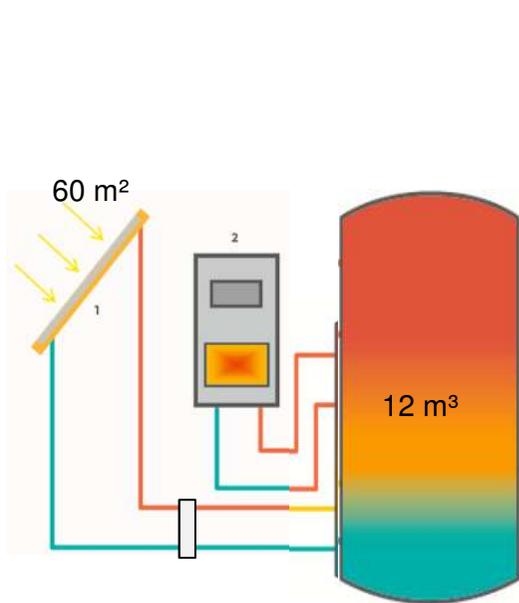
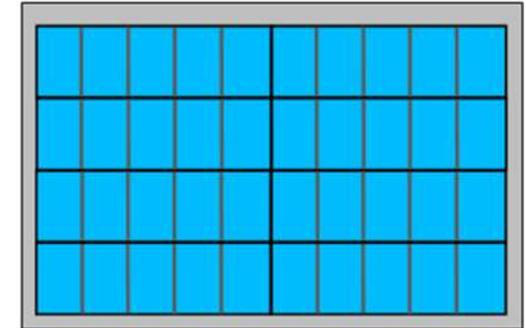
50% ST, 50% PV



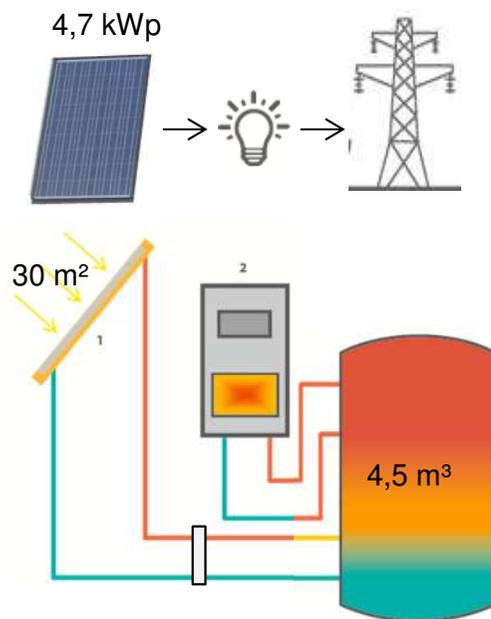
25% ST, 75 % PV



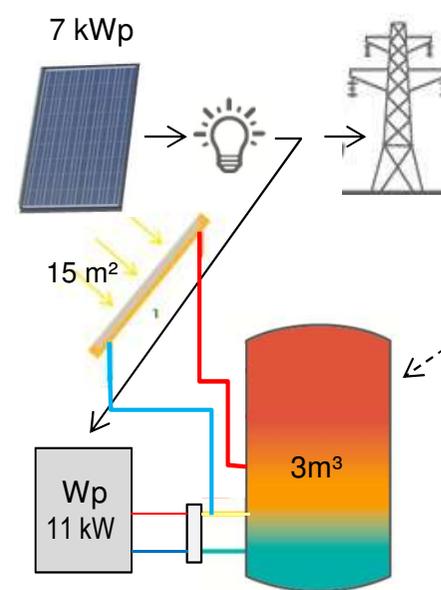
100% PV



**Variante 1:**  
Solarthermie + Holzheizung  
(keine Photovoltaik)

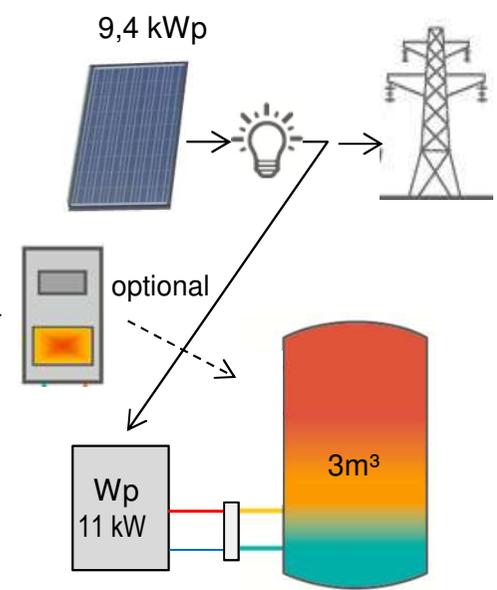


**Variante 2:**  
Solarthermie + Holzheizung  
PV für Haushaltsstrom



**Variante 3a:**  
PV -> HH-Strom / Wp + Heizstab  
kleine Solarthermie-Anlage

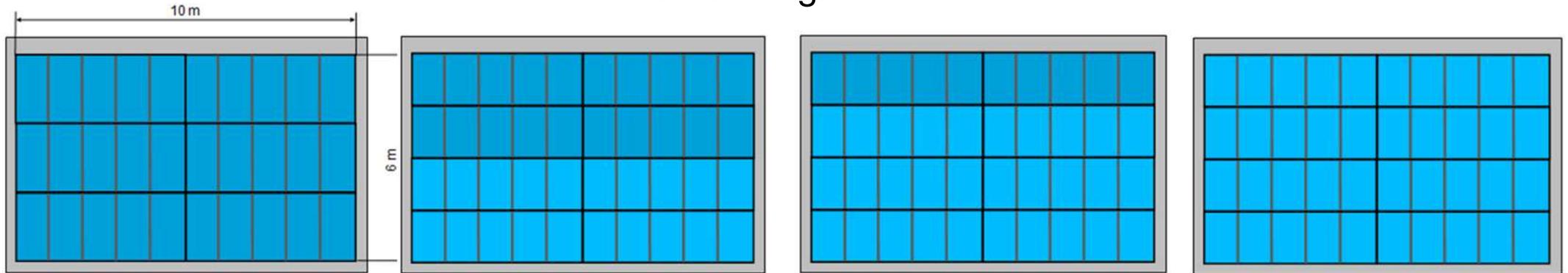
**3b** Nachheizung mit Holzofen  
(Anteil 75%, Wp aus Netz 25%)



**Variante 4a:**  
PV -> HH-Strom / Wp + Heizstab  
ohne Solarthermie

**4b** Nachheizung mit Holzofen  
(Anteil 75%, Wp aus Netz 25%)

# Variantenvergleich

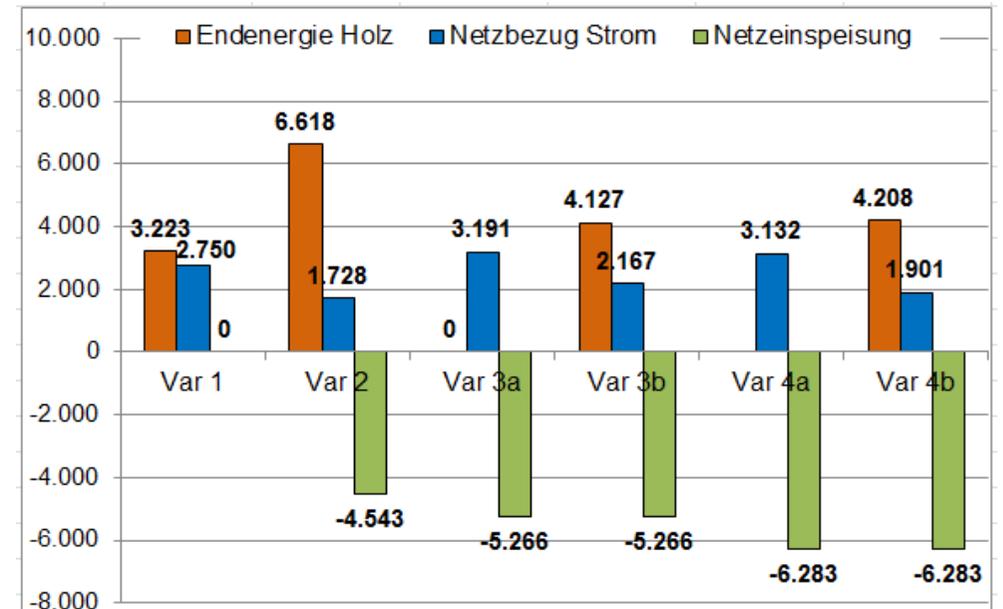
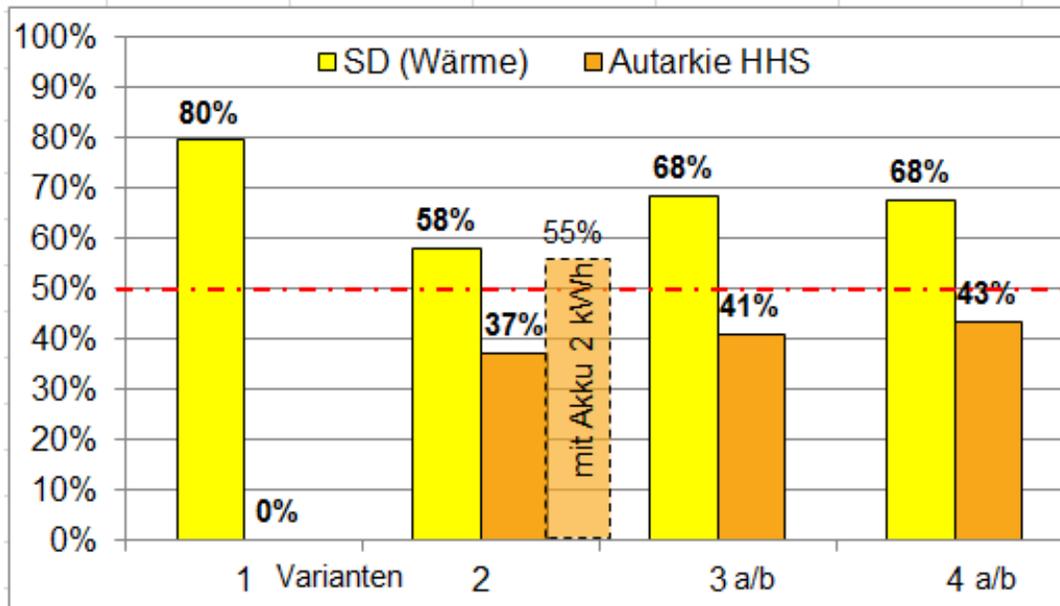


**Variante 1**  
100% Solarthermie + Ofen

**Variante 2**  
50% Solarthermie / 50% PV  
Ofen; PV nur für HHS

**Variante 3**  
25% Solarthermie / 75% PV  
PV-Wärmepumpe + PV-Heizstab  
a) Nachheizung Wp b) Ofen 75%

**Variante 4**  
100% PV  
PV-Wärmepumpe + PV-Heizstab  
a) Nachheizung Wp b) Ofen 75%



Sonnenhaus-Plus-Kriterien für alle Varianten mit PV erfüllt,  
„Sonnenhaus autark“ nur mit Akku.  
Primärenergie EnEV: Varianten 1, 2, 3a, 3b und 4b < 15 kWh/m<sup>2</sup>a  
Variante 4a ca. 18...20 kWh/m<sup>2</sup>a („Sonnenhaus fossil - Plus“)

derzeitige Energiepreise: Holz: 5...6 Ct/kWh, Strom: 24...26 Ct/kWh  
Einspeisevergütung: 12 Ct/kWh

**Var. 3 + 4: theoretische Werte, noch keine langjährige Praxiserfahrung !**

Sonnenhaus-Tag im Bauzentrum München, 28.06.2016

Dipl. Ing. (FH) Wolfgang Hilz  
Ingenieurbüro für Energieeffizienz



# Sonnenhaus – Förderungen (Übersicht)

*ohne Gewähr und nicht ganz vollständig !*

*Weitere Infos:*

<https://www.kfw.de/kfw.de.html>

[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/)

[https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000\\_haeuser\\_programm](https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000_haeuser_programm)

|

Ein- und Zweifamilienhäuser Neubau  
mit Energiestandard: KFW-Effizienzhaus 55

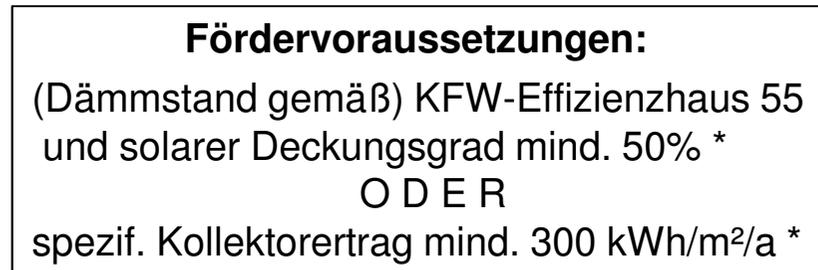
	KFW Programm Nr.	BAFA- Innovationsförderung	10000 Häuserprogr. (nur in Bayern)
Energieeffizient Bauen	153 Kredit 100.000 € / WE + 5% Tilgungszuschuss 431 Sachverständigen-Kosten 50%, max. 4.000 €		Energieeffizienzbonus, wenn Heizwärmebedarf qh max. 30 kWh/m <sup>2</sup> /a 4.500 € / WE (bei qh max.15: 9.000 €)
Solarförderung (20 bis 100 m <sup>2</sup> Koll.fläche)		wenn SD mind. 50% pauschal 150 €/m <sup>2</sup> Koll. oder Ertragsförderung > 200 €/m <sup>2</sup> je nach Koll.typ	
zusätzl. Speicherförderung	271 Premium Mindestvolumen 10 m <sup>3</sup> 250 € / m <sup>3</sup>		Technikbonus Mindestvolumen 3 m <sup>3</sup> 2.000 € pauschal
Pelletsessel mit		Brennwertnutzung oder Abgasreinigung 3.500 €	
Holzvergaserkessel mit		Brennwertnutzung 3.500 € Abgasreinigung 2.000 €	

# Ein- und Zweifamilienhäuser Bestand



	KFW Programm Nr.	BAFA- Innovationsförderung	10000 Häuserprogr. (nur in Bayern)
Energieeffizient Sanieren Beispiel: Effizienzhaus 55 (weitere Standards: KFW 70 / 85 / 100 / 115)	151 Kredit 100.000 € / WE 27,5% Tilgungszuschuss oder 430 (Zuschuss) 30%; max. 30.000 € / WE 431 Sachverständigen-Kosten 50%, max. 4.000 €	<p style="text-align: center;">←</p> <p style="text-align: center;">Achtung ! Kummulierungsverbot, wenn Solaranlage / Kessel in KFW-Fördersumme enthalten</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	Energieeffizienzbonus, wenn Heizwärmebedarf qh max. 30 kWh/m <sup>2</sup> /a: 9.000 € / WE bei qh >30...50: 6.000 € bei qh >50...80: 3.000 €  Voraussetzung jeweils Mindeststandard KFW 115
Solarförderung (20 bis 100 m <sup>2</sup> Koll.fläche)	167 Ergänzungskredit	wenn SD mind. 50% → pauschal 200 €/m <sup>2</sup> Koll. oder Ertragsförderung > 200 €/m <sup>2</sup> je nach Koll.typ Fördersatz x Faktor 1,5	<u>Voraussetzung: H'T KFW55 !</u> ansonsten Basisfördersatz 140 €/m <sup>2</sup>  ggf. zusätzlich Kombinationsbonus 500 €
zusätzl. Speicherförderung	271 Premium Mindestvolumen 10 m <sup>3</sup> 250 € / m <sup>3</sup>		Technikbonus Mindestvolumen 3 m <sup>3</sup> 2.000 € pauschal
Pelletsessel mit	167 Ergänzungskredit	Brennwertnutzung oder Abgasreinigung 5.250 €	
Holzvergaserkessel mit	167 Ergänzungskredit	Brennwertnutzung 5.250 € Abgasreinigung 3.000 €	

Mehrfamilienhäuser mit mind. 3 Wohneinheiten  
Besonderheiten Solarförderung (Neubau und Bestand)



*\* Nachweis durch Solarsimulation*

Wahlfreiheit

**BAFA-Innovationsförderung**

(wie bei Ein- und Zweifamilienhäusern)

Kollektorfläche 20...100 m<sup>2</sup>

**KFW-Programm 271**

„Erneuerbare Energien – Premium“

30% Investitionszuschuss

Mindestkollektorfläche 40 m<sup>2</sup>

Speicherbonus ab 10 m<sup>3</sup> (250 €/m<sup>3</sup>)  
(auch kummulierbar mit BAFA)

# Förderprogramme - Photovoltaik

Netzdienliche PV mit Energiemanagement und Batteriespeicher

-> 10000 Häuserprogramm Bayern (Technikbonus, optional statt Pufferspeicher)

Förderprogramm für Batterie-Speicher -> siehe KFW 275 (Kredit)

KfW-Effizienzhaus 40 Plus

KfW-Effizienzhaus	40 Plus	40	55
$Q_P$ in % $Q_{P REF}$	40%	40%	55%
$H'_T$ in % $H'_{T REF}$	55%	55%	70%
Zusätzliche Anforderung	Plus Paket		

- › Eine stromerzeugende Anlage auf Basis erneuerbarer Energien
- › Ein stationäres Batteriespeichersystem (Stromspeicher)
- › Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- › Eine Visualisierung von Stromerzeugung und Stromverbrauch über ein entsprechendes Benutzerinterface
- à max. Kreditbetrag erhöht auf 100.000 EUR pro Wohneinheit

# KfW-Effizienzhäuser

## Förderprodukte für Wohngebäude

### Neubau

- › Förderfähige Standards:
  - › KfW-Effizienzhaus 40, 55, 70 (EnEV 2014)
  - › KfW-Effizienzhaus 40 Plus, 40 und 55 (ab 2016)

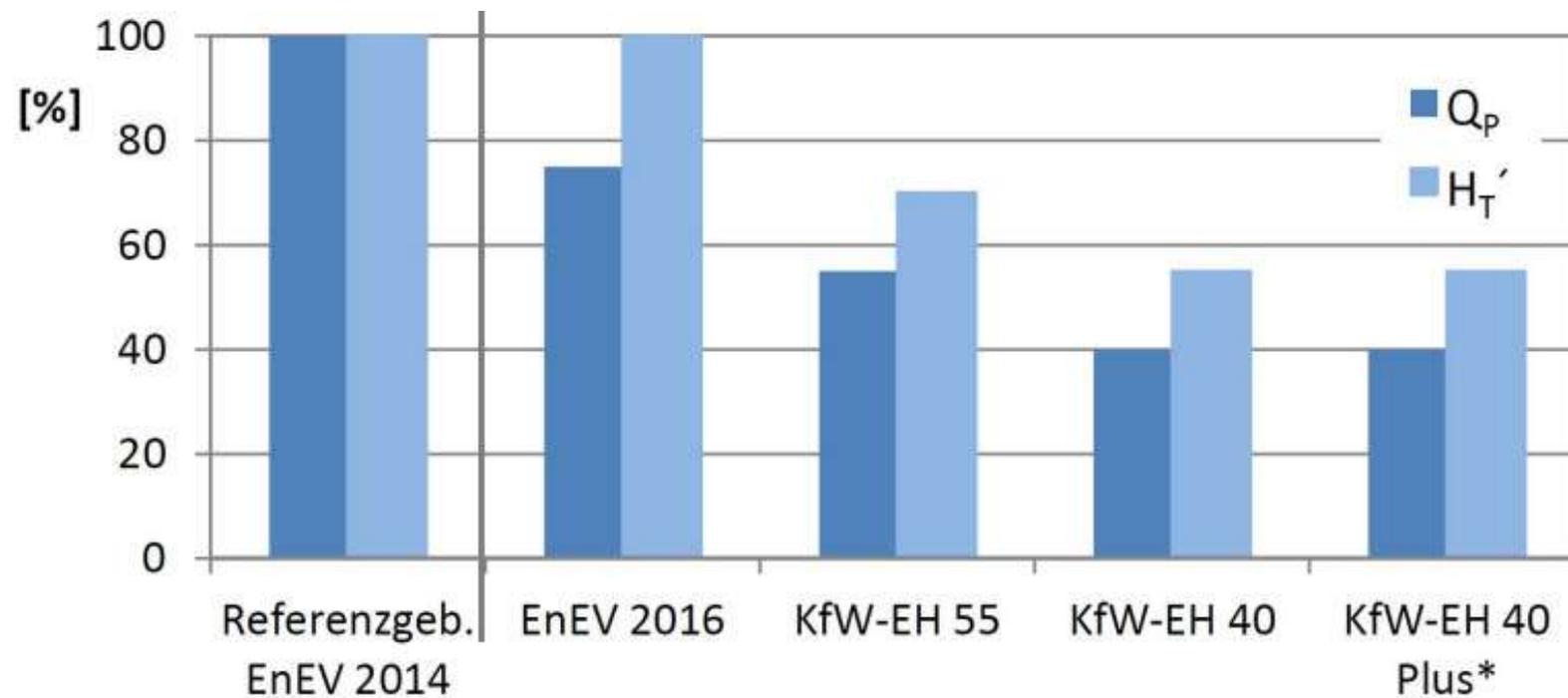
### Bestandsimmobilien

- › Förderfähige Standards:
  - KfW-Effizienzhaus 55, 70, 85, 100, 115 und Denkmal

à Je kleiner die Zahl, desto niedriger das Energieniveau und desto höher die Förderung

# KfW-Effizienzhäuser

Anforderungen an Effizienzhaus-Stufen (Primärenergie  $Q_p$ , Dämmstandard  $H_T'$ )



*Danke für Ihre Aufmerksamkeit !*