

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
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:

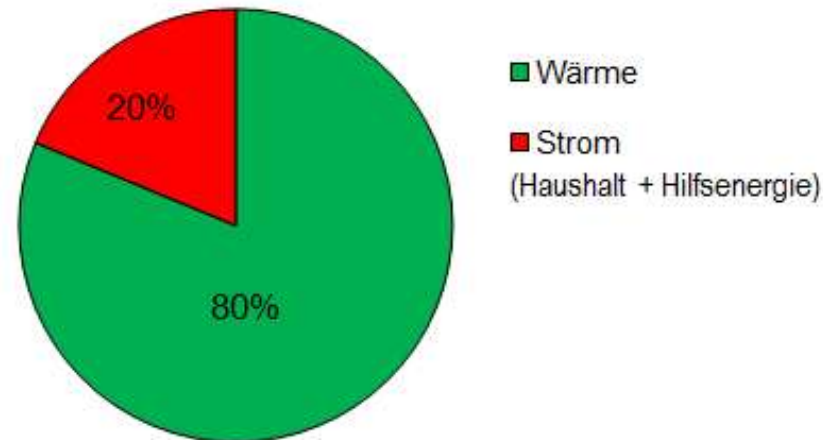
- Warmwasser
- Raumheizung

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:

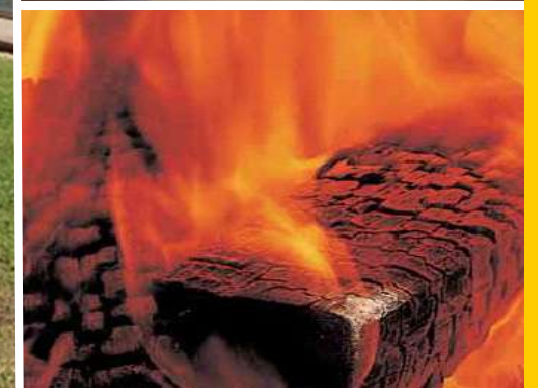
erste Sonnenhaus-Generation: solares Heizen im Fokus,
Haushaltsstrom bei den Kriterien nicht berücksichtigt

PV-Anlagen wurden überwiegend für Netzeinspeisung konzipiert.

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

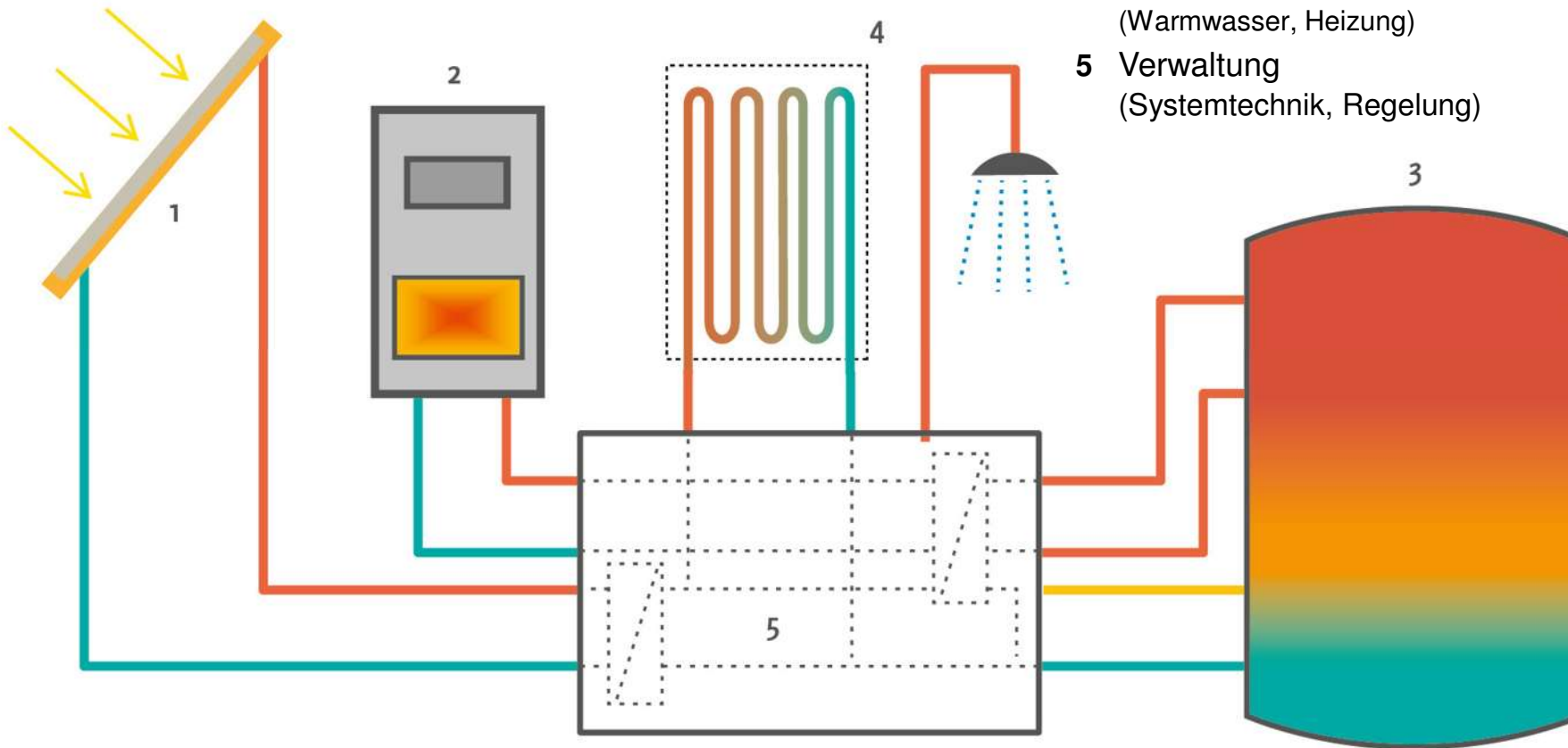
Heizen mit (viel) Sonne und (wenig) Holz

Heizkonzept Sonnenhaus



Prinzip-Schema einer Sonnenheizung

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



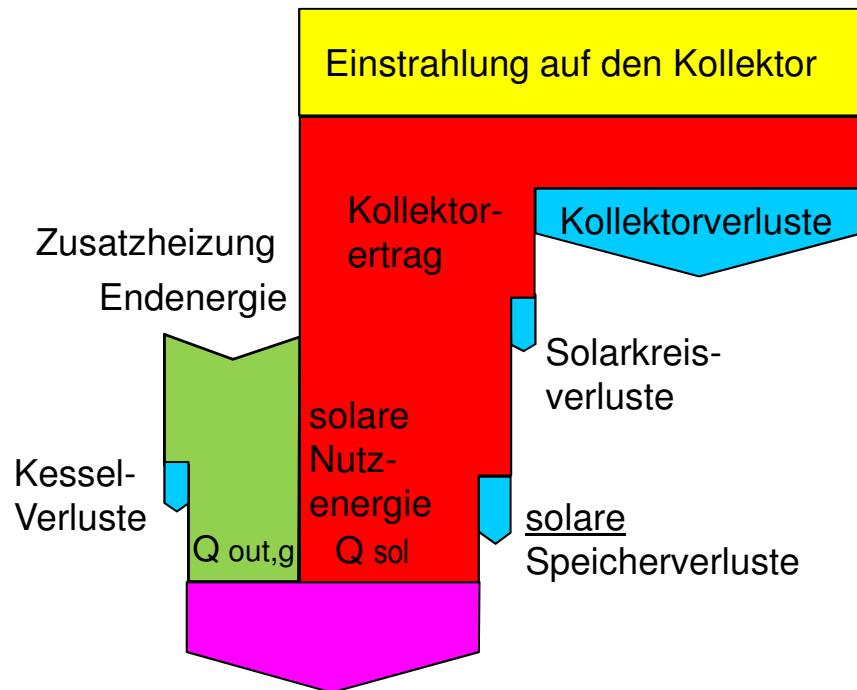
1. Kriterium: Solarer Deckungsgrad

(= „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

$Q_{out,g}$ = „Wärmeerzeuger-Nutzenergieabgabe“
(Begriff aus der DIN V 18599)

solarer Deckungsgrad

= „relative Energieeinsparung“

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

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

Vergleich mit einer Referenzanlage ohne Solar
(Doppel-Simulation)

System-Nutzungsgrad:

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

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: $H'T_{max} = H'T \text{ Ref.} - 15\%$
(entspricht KFW-Effizienzhaus 70*)
- Wohngebäude- Bestand: $H'T_{max} = 1 H'T \text{ Ref.} + 15\%$
(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 (Wärmehbrücken ?)
- 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



saniertes Zustand



Solarspeicher - Kellerschweißung vor Ort



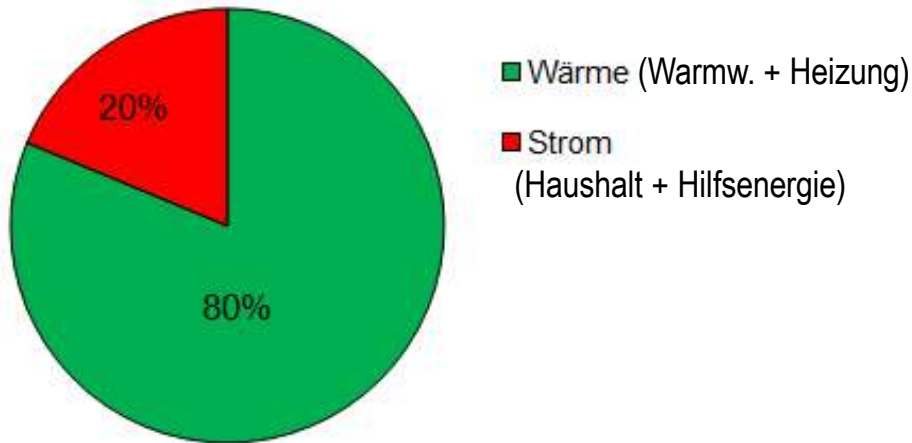
Zusammenfassung der Hauptkriterien

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

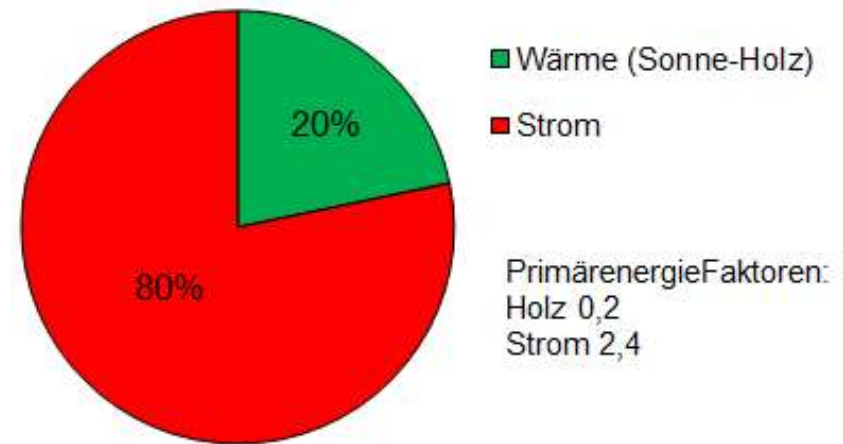
	Solare Deckung Wärme	Primärenergie nach EnEV (kWh/m ²)	Dämmstandard H'T (W/m ² K) Bezug: EnEV- Referenzgebäude
Sonnenhaus standard	mind. 50%	max. 15	max. – 15%
Sonnenhaus fossil	mind. 50%	max. 30	max. – 15%
Sonnenhaus im Bestand	mind. 50%	EnEV-Referenz	max. + 15%

Wärme und Strom im (Standard-) Sonnenhaus

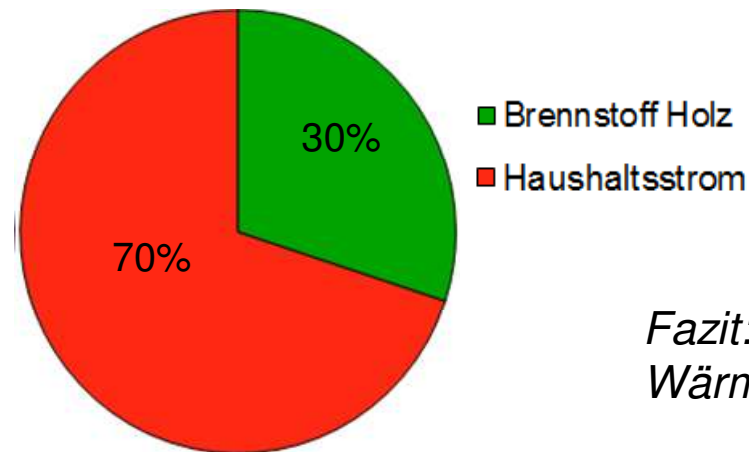
Nutz- Energieverbrauch



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 DINV18599)
 - zusätzlich Berücksichtigung des Haushaltsstromes :
pro Wohneinheit 20 kWh / m²A_N, 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 m², 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 / m²AN, 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)

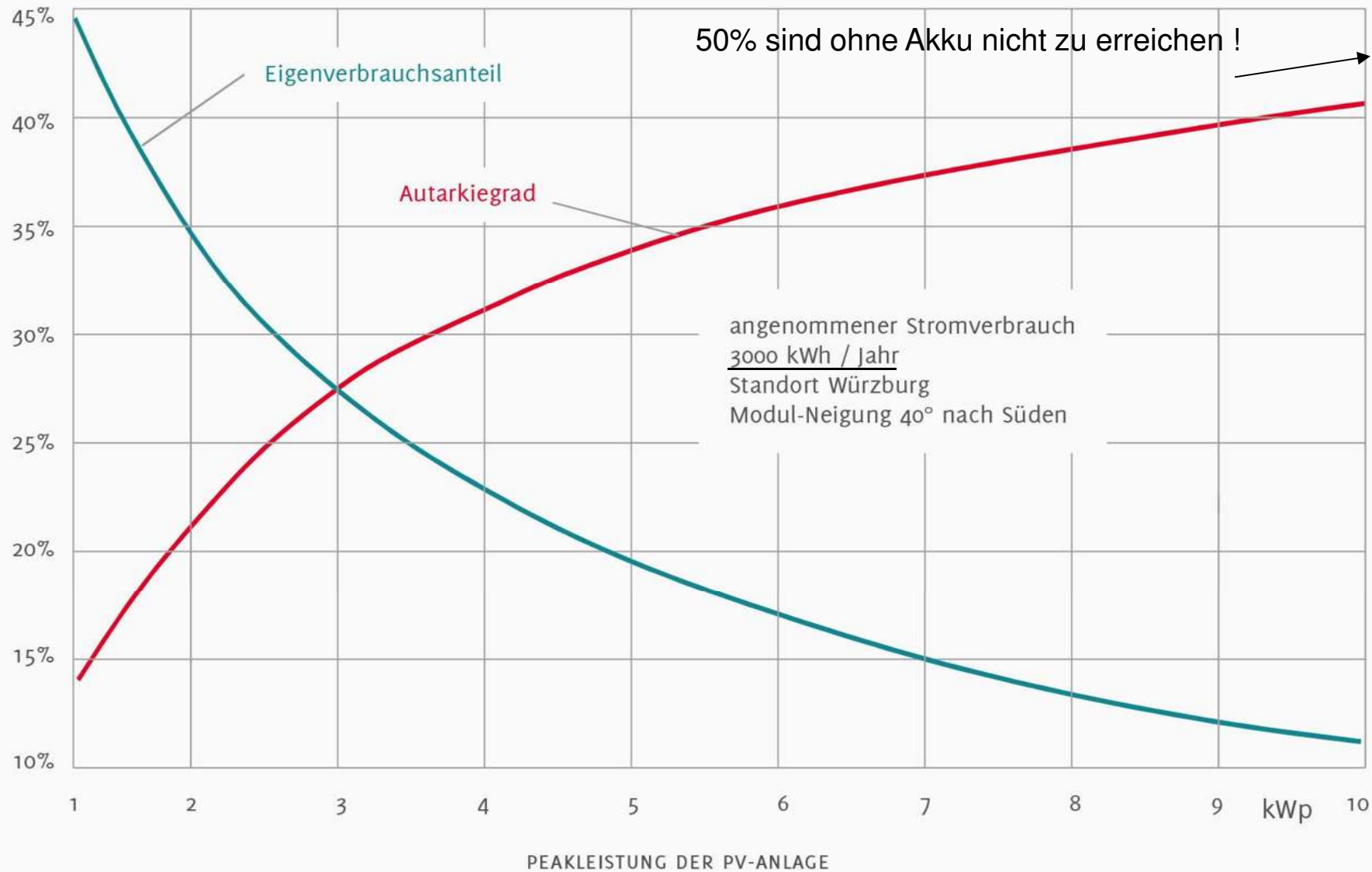
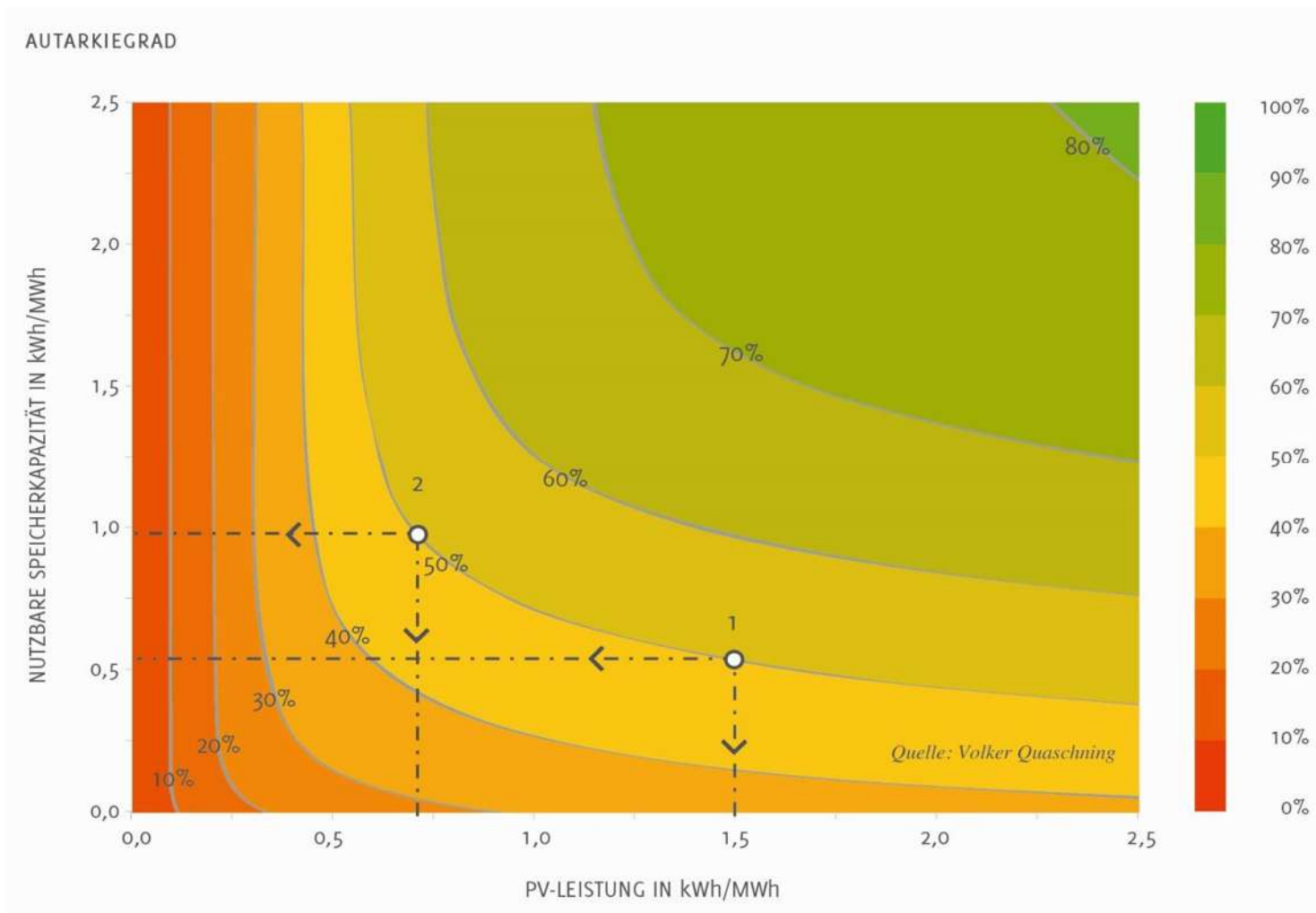


Diagramm Autarkiegrad



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:

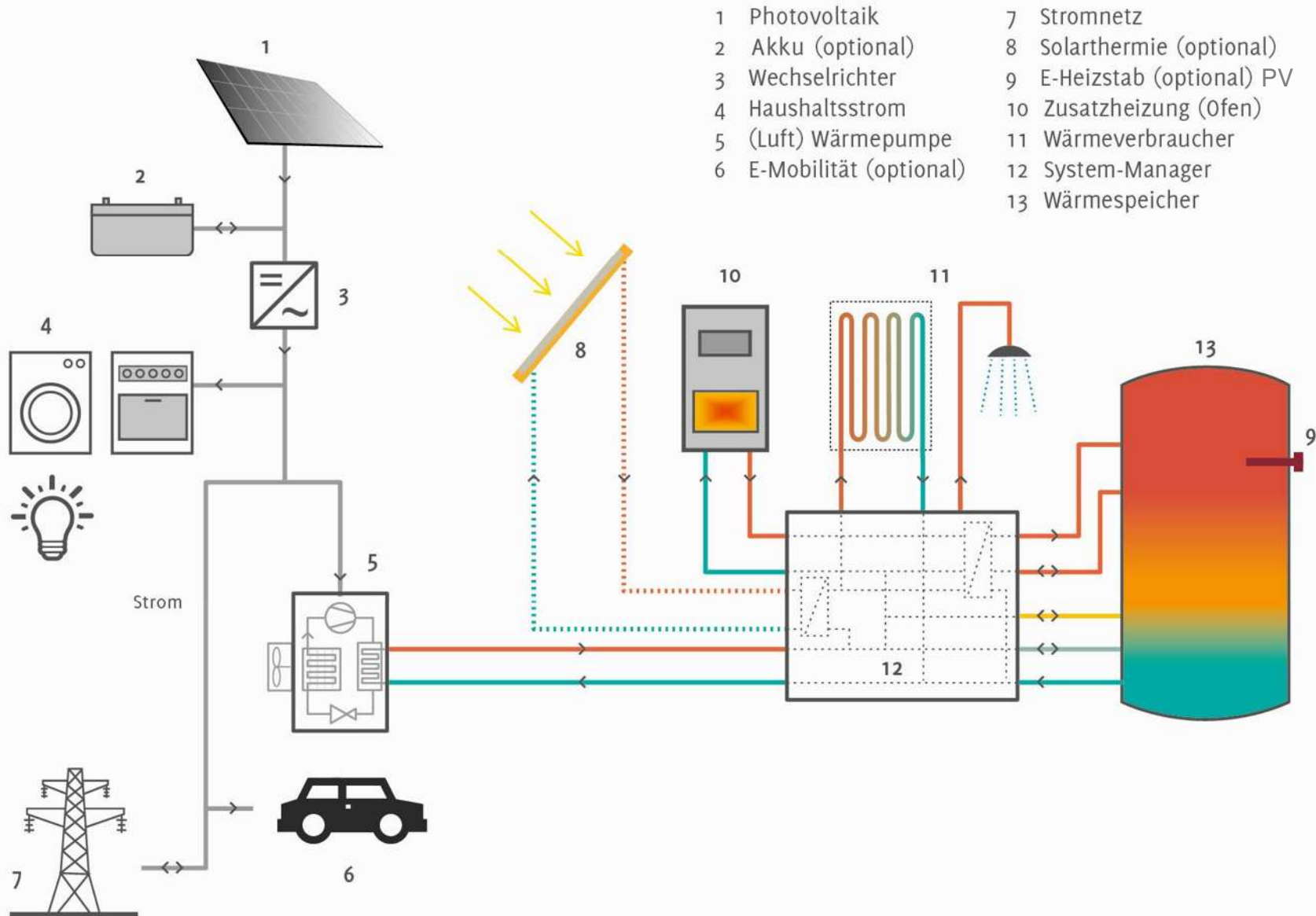
- geringerer Stromverbrauch
- größere Dimensionierung (und optimale Ausrichtung) der Solarfläche
- Vergrößerung des Stromspeichers
- Anpassung des Lastganges (Energiemanagement, „Home-manager“)
- Nutzung von Überschüssen für die Elektro-Mobilität
- Nutzung der PV-Anlage auch zur Wärmeerzeugung via Wärmepumpe 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



Variantenvergleich am Praxisbeispiel

Simulation mit Polysun

Vorgaben:

Einfamilienhaus am Standort München,

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

Warmwasser für 4-Personenhaushalt

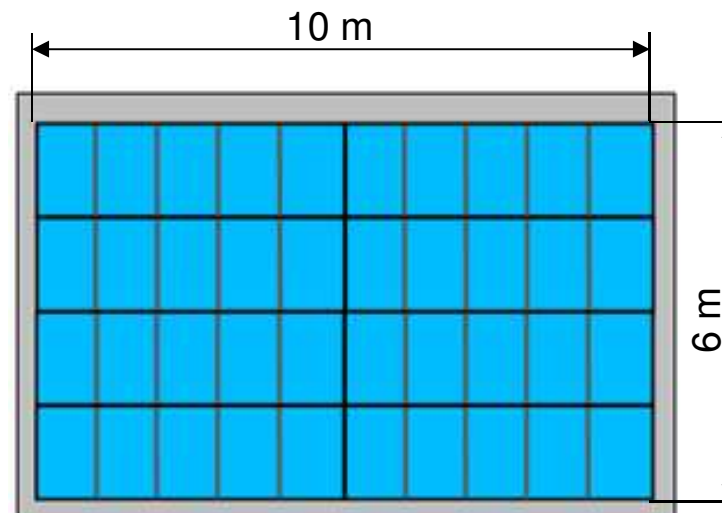
Dämmstandard H'T: EnEV-Ref. minus 30% (entspricht KFW-Effizienzhaus 55)

Fensterlüftung

Heizwärmebedarf: 8000 kWh/a

Stromverbrauch Haushalt 2.500 kWh + Hilfsstrom (Pumpen) 250 kWh

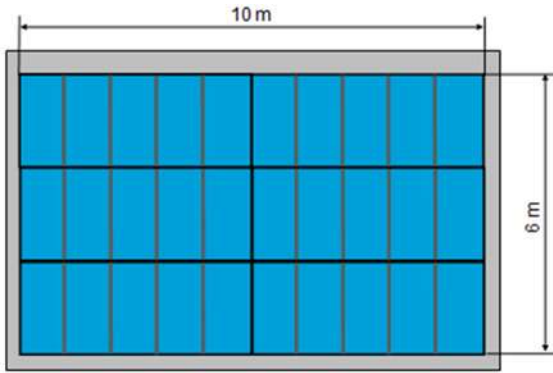
vorgegebene Dachfläche: 60 m^2 / Neigung 45°



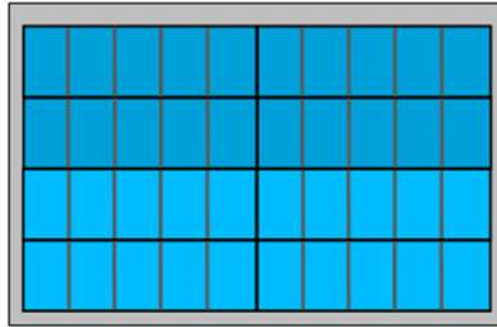
*Variation der Flächenanteile
Solarthermie - Photovoltaik*

Variantenvergleich

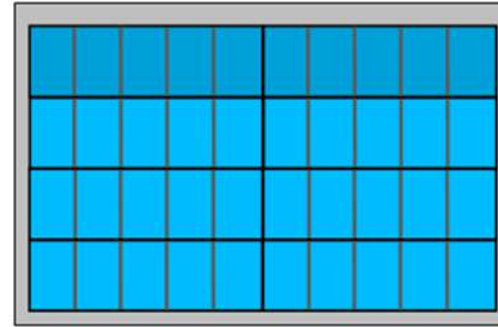
100 % Solarthermie



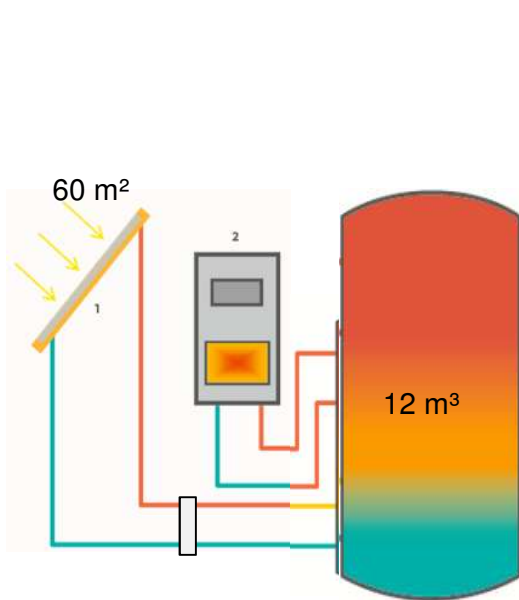
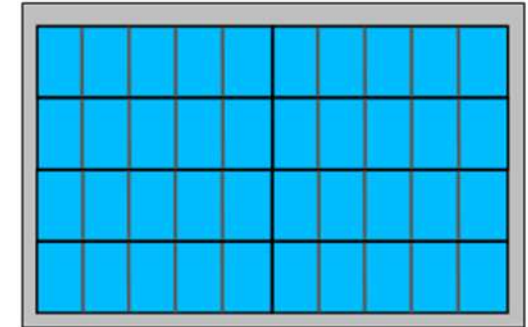
50% ST, 50% PV



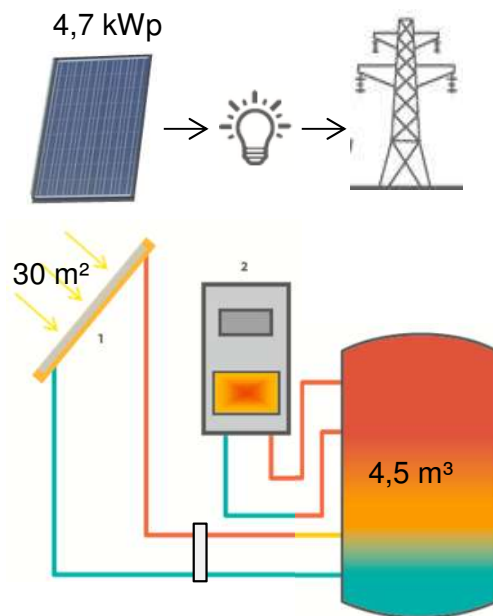
25% ST, 75 % PV



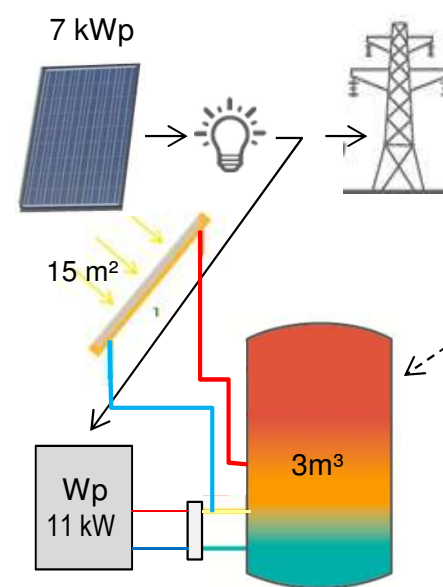
100% PV



Variante 1:
Solarthermie + Holzheizung
(keine Photovoltaik)

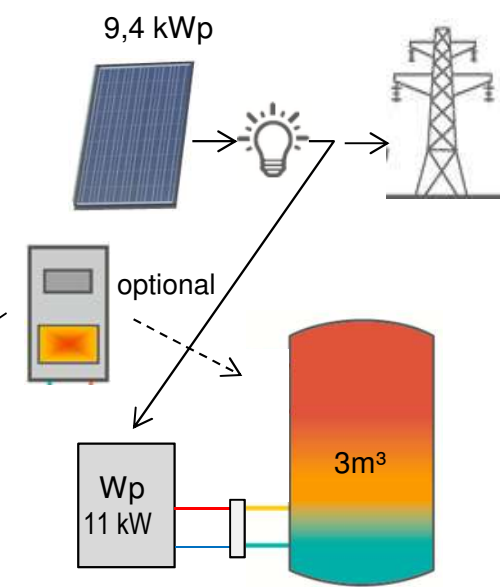


Variante 2:
Solarthermie + Holzheizung
PV für Haushaltsstrom



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

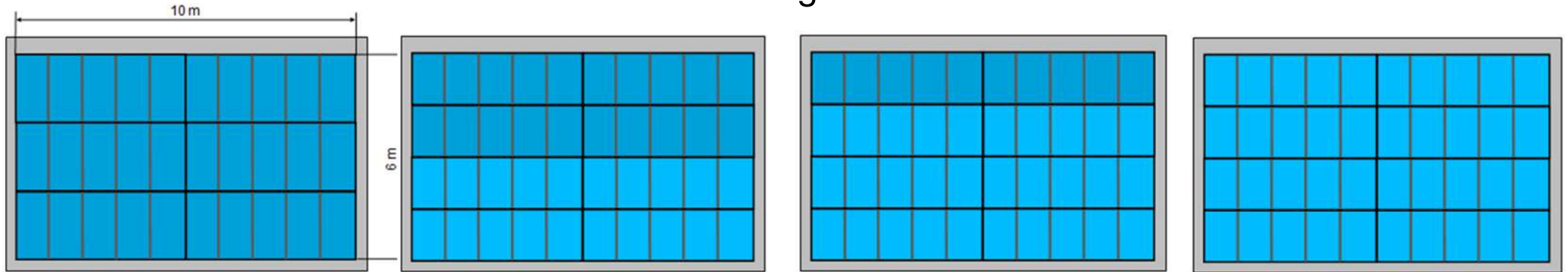
3b Nachheizung mit Holzofen
(Anteil 75%, Wp aus Netz 25%)



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

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

Variantenvergleich

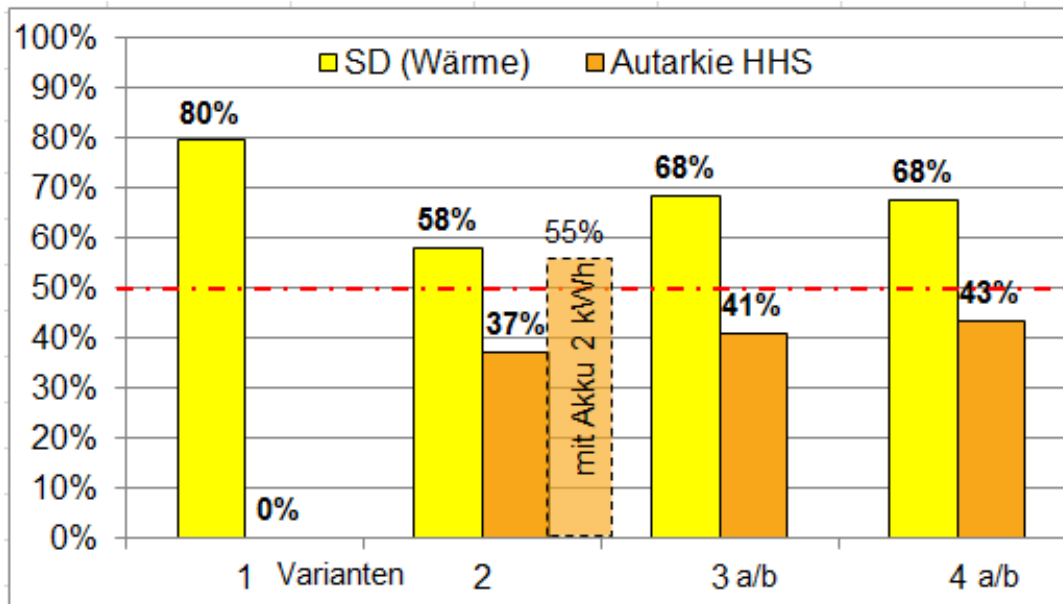


Variante 1
100% Solarthermie + Ofen

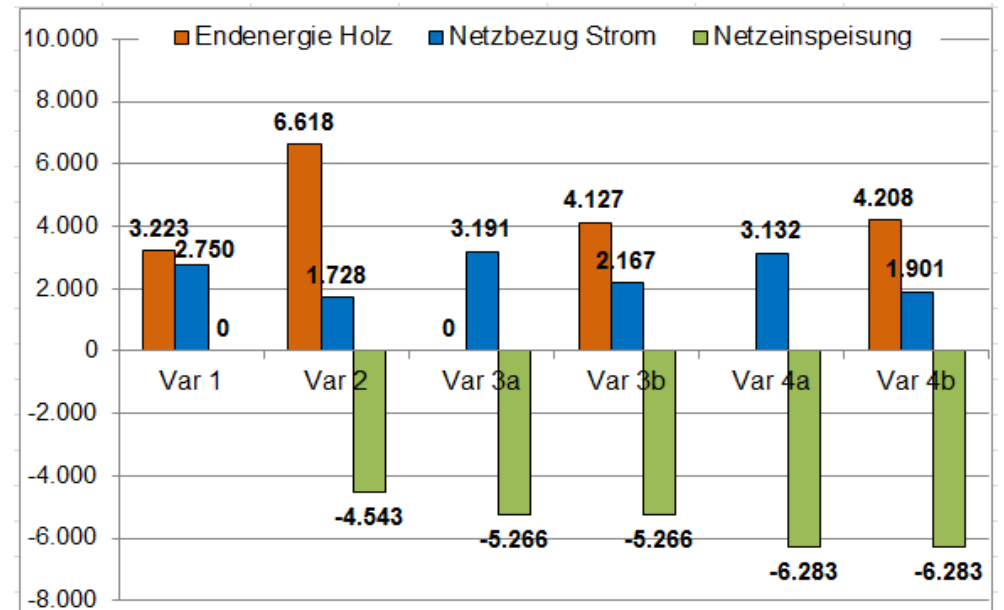
Variante 2
50% Solarthermie / 50% PV
Ofen; PV nur für HHS

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/m²a
Variante 4a ca. 18...20 kWh/m²a („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/

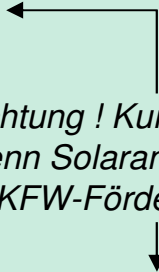
https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000_haeuser_programm

|

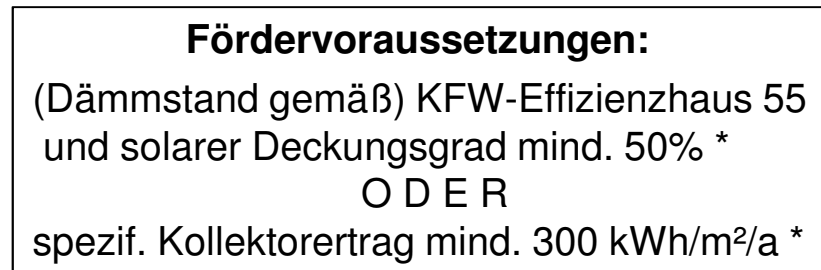
Ein- und Zweifamilienhäuser Neubau
mit Energiestandard: KFW-Effizienzhaus 55

	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 ² /a 4.500 € / WE (bei qh max.15: 9.000 €)
Solarförderung (20 bis 100 m ² Koll.fläche)		wenn SD mind. 50% pauschal 150 €/m ² Koll. oder Ertragsförderung > 200 €/m ² je nach Koll.typ	
zusätzl. Speicherförderung	271 Premium Mindestvolumen 10 m ³ 250 € / m ³		Technikbonus Mindestvolumen 3 m ³ 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>Achtung ! Kummulierungsverbot, wenn Solaranlage / Kessel in KFW-Fördersumme enthalten</p>	Energieeffizienzbonus, wenn Heizwärmebedarf qh max. 30 kWh/m ² /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 ² Koll.fläche)	167 Ergänzungskredit	wenn SD mind. 50% pauschal 200 €/m ² Koll. oder Ertragsförderung > 200 €/m ² je nach Koll.typ Fördersatz x Faktor 1,5	<u>Voraussetzung: H'T KFW55 !</u> ansonsten Basisfördersatz 140 €/m ² ggf. zusätzlich Kombinationsbonus 500 €
zusätzl. Speicherförderung	271 Premium Mindestvolumen 10 m ³ 250 € / m ³		Technikbonus Mindestvolumen 3 m ³ 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 m²

KFW-Programm 271

„Erneuerbare Energien – Premium“

30% Investitionszuschuss

Mindestkollektorfläche 40 m²

Speicherbonus ab 10 m³ (250 €/m³)
(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)

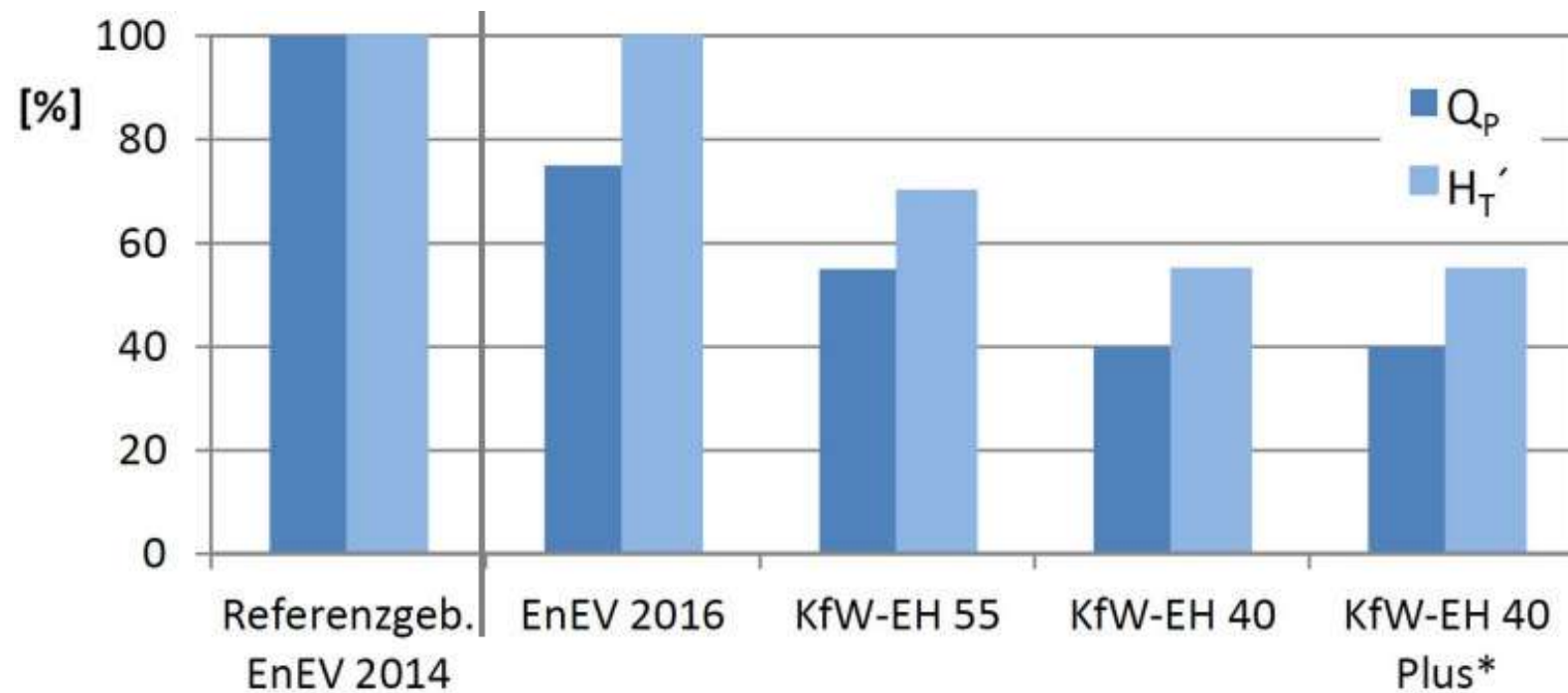
Bestandsimmobilien

- › 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 !