antworten auf energiefragen.

Nutzung der Dachfläche

Solarstrom / Solarwärme

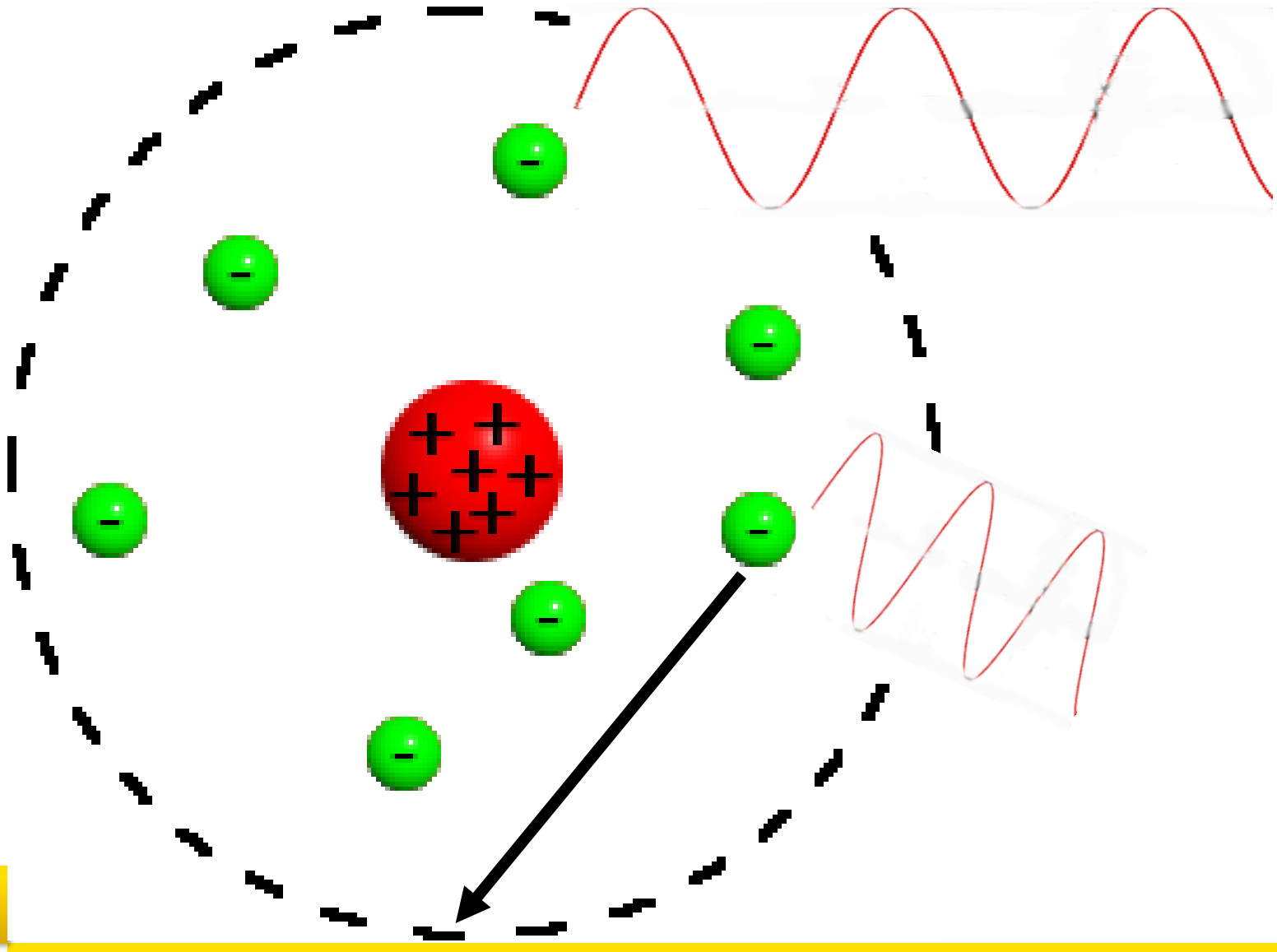
Klaus Röthele
Fachkraft Fotovoltaik
eza! Energieberater

Solarstrom (Photovoltaik) oder Solarwärme (Solarthermie)

Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

Wirkung von lang- bzw. kurzwelliger Strahlung



Quelle: Wikipedia

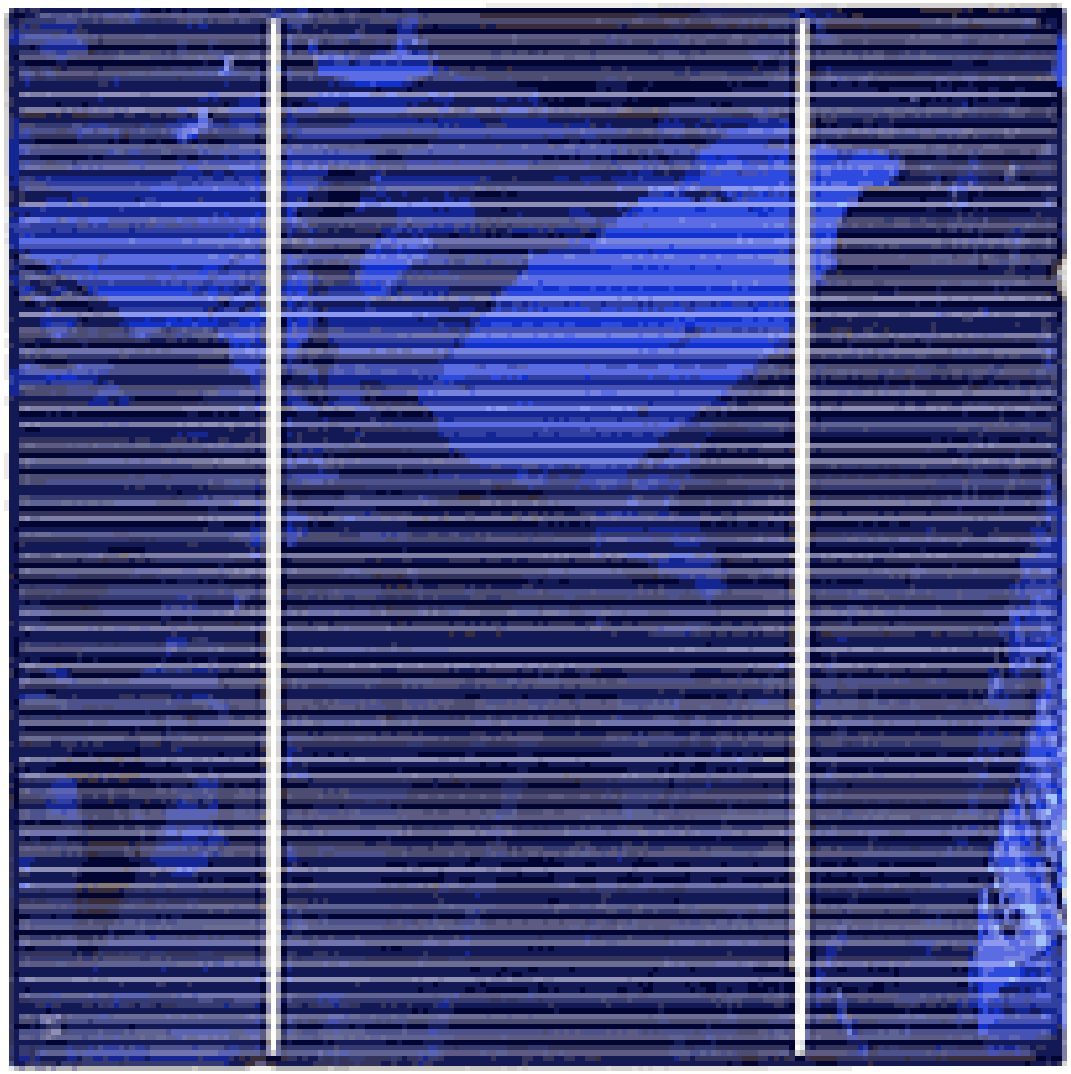
Autor: eza!

Monokristalline Solarzelle

Quelle: Sunways

Autor: eza!

Polykristalline Solarzelle



Quelle: Solarintegration

Autor: eza!

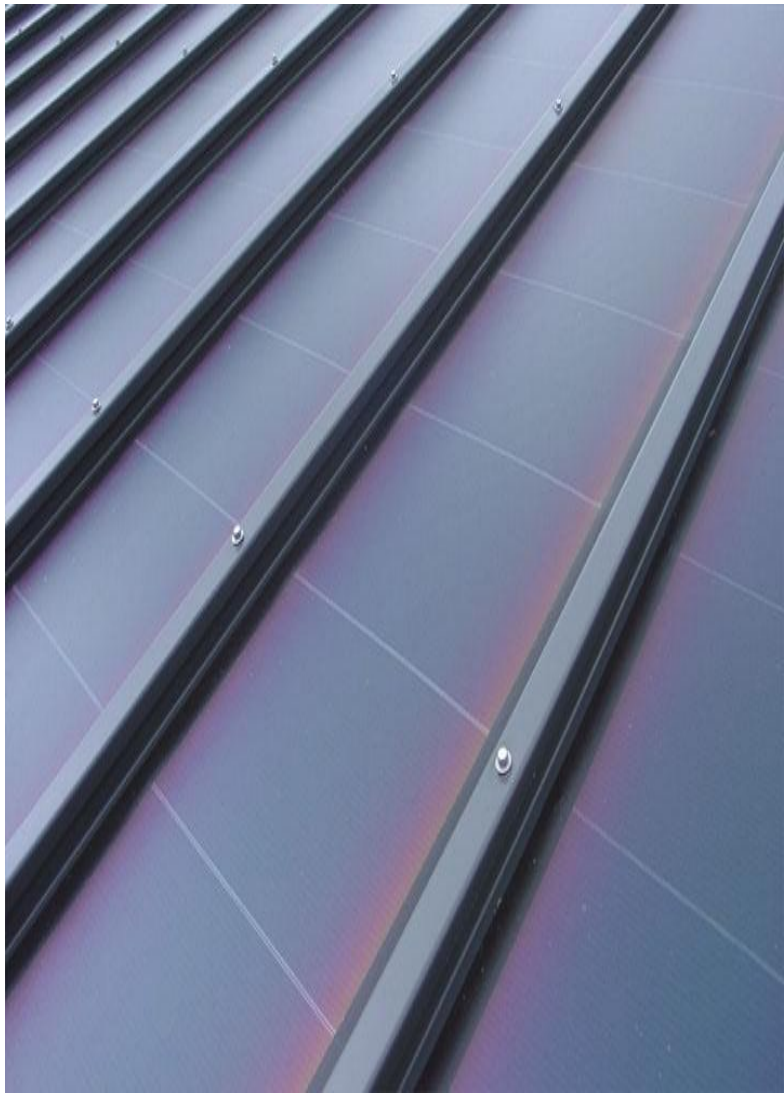
Polykristalline Solarzelle

Monokristalline Solarzelle

Quelle: Wikipedia - Riedel

CIS Dünnschichtmodul

Amorphes Si auf Blech



Quelle: Würth Solar - Solarintegration

Autor: eza!

Wohin geht die Entwicklung?

FVS ForschungsVerbund Sonnenenergie

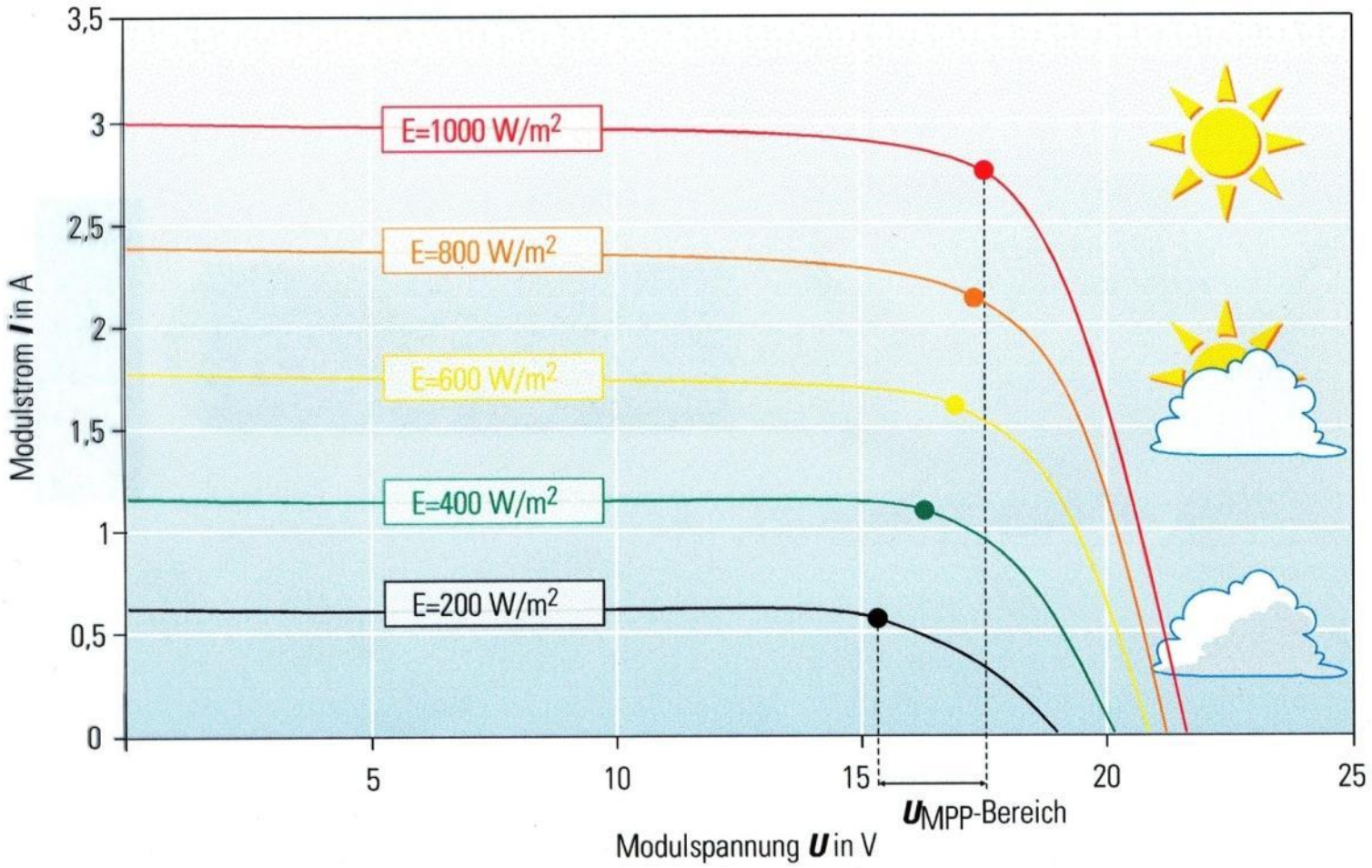
Kostenreduktion bei der photovoltaischen Stromerzeugung, Beispiele

- Entwicklung solarspezifischen Materials
- Reduktion des Materialbedarfs
- Höhere Wirkungsgrade
- extrem langlebige Module
- innovative Fertigungstechnologien
- fortschrittliche elektrische Sytemtechnik

Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

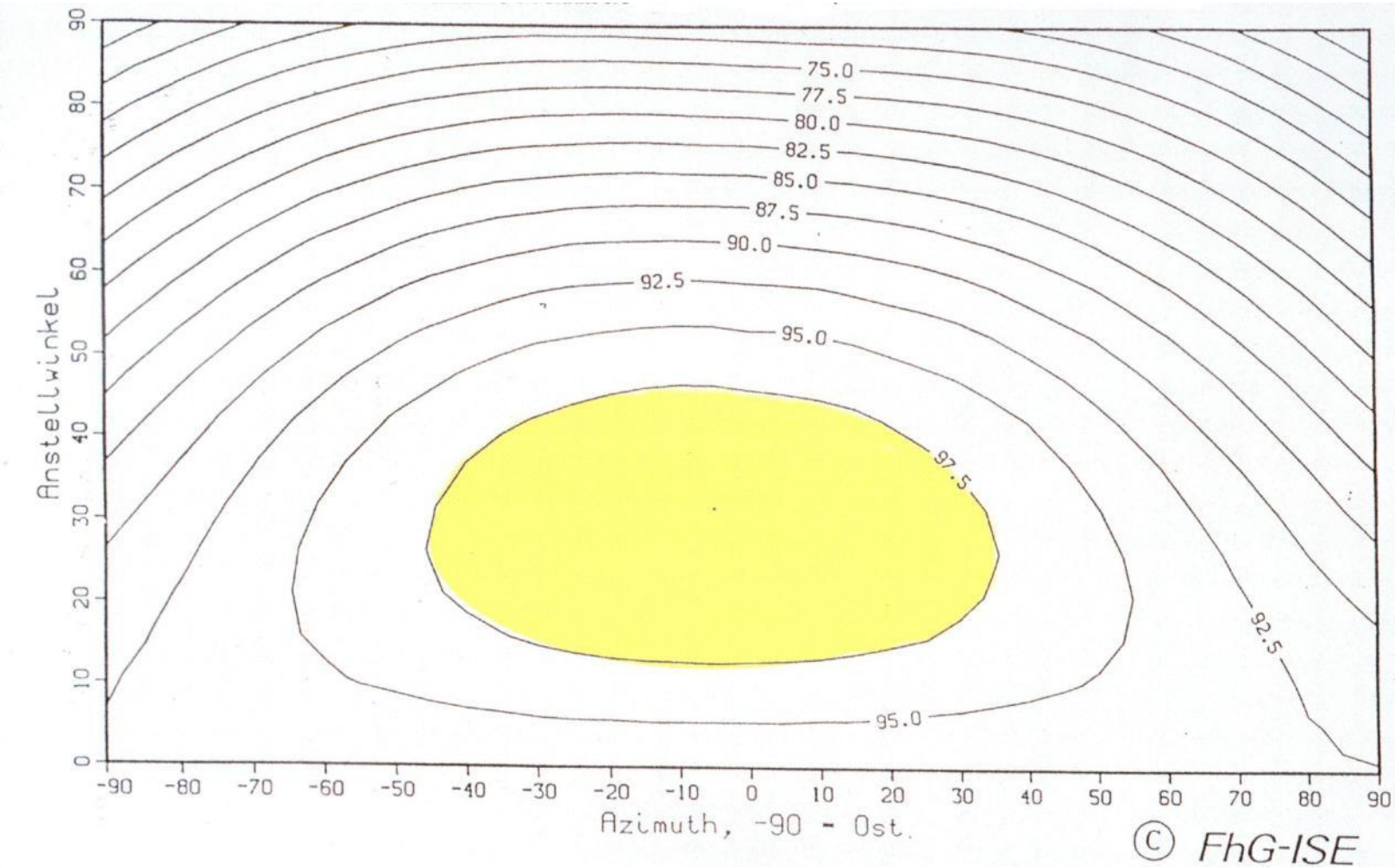
Einfluß der Einstrahlung



Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

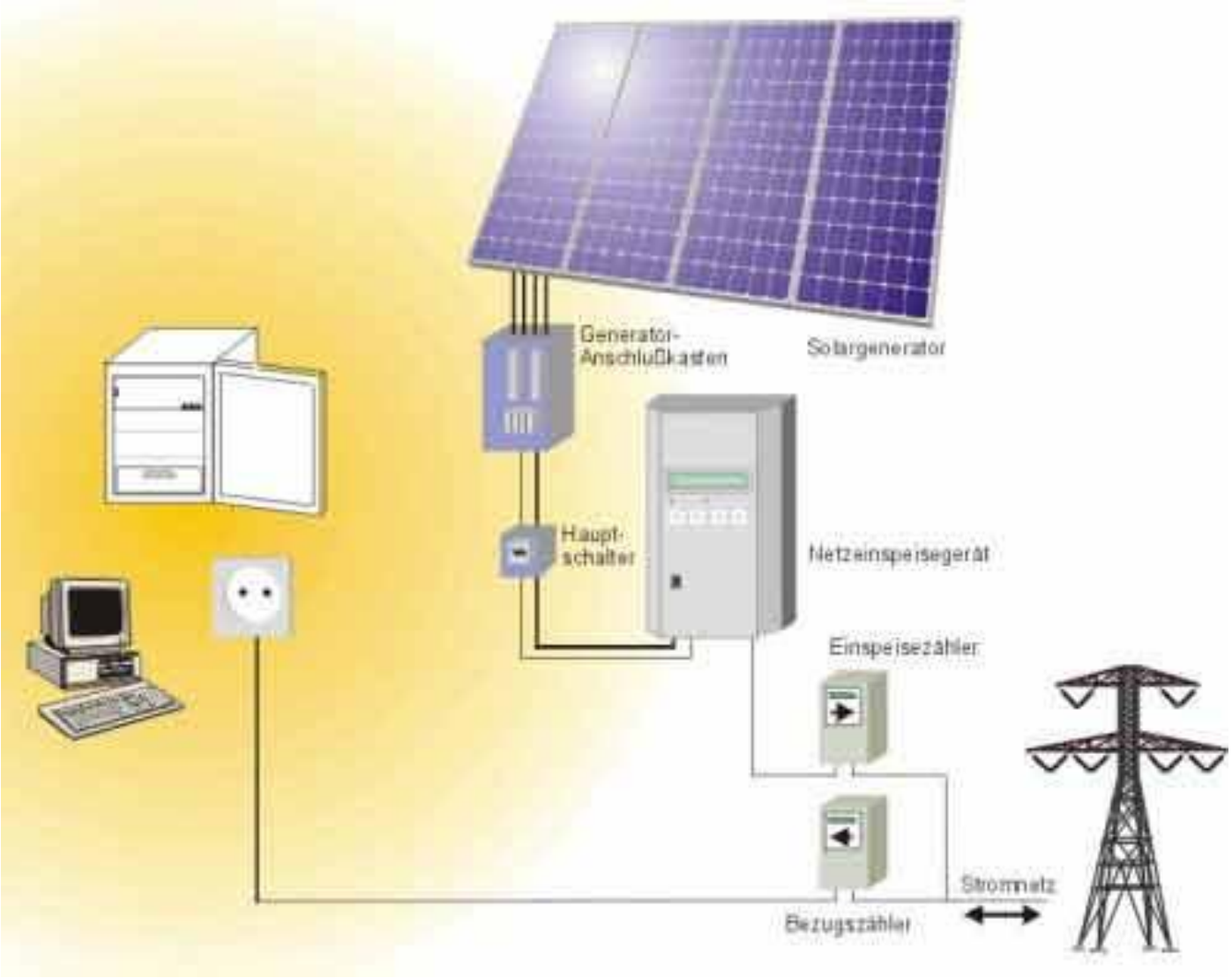
Dachausrichtung



Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

Netzeinspeiseanlagen



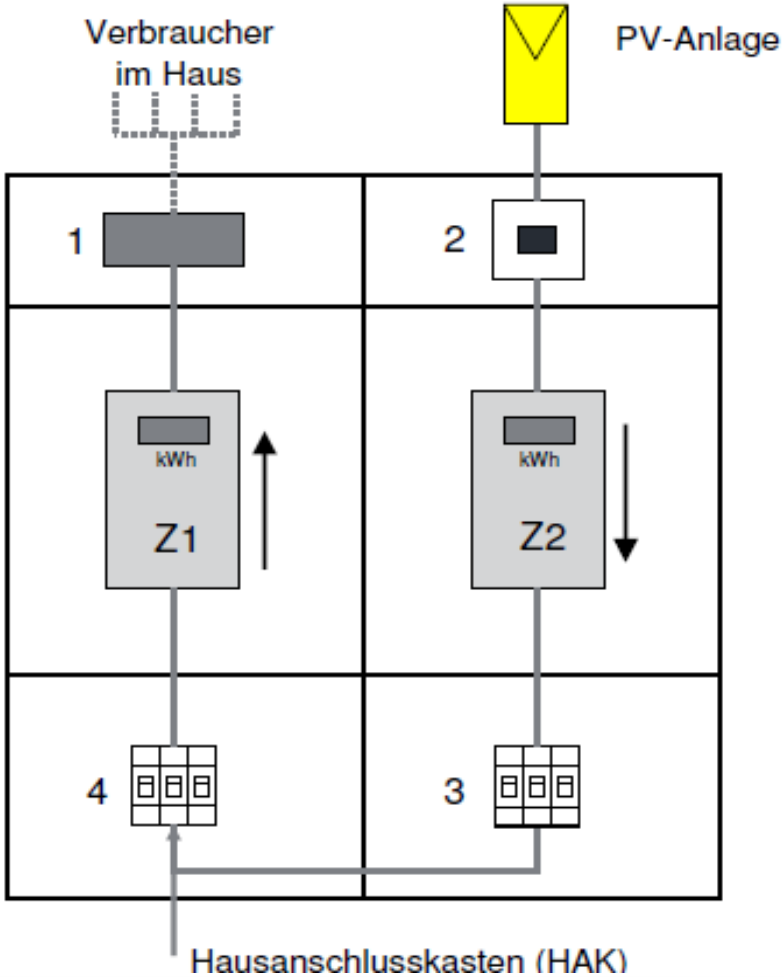
Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

Zähleranschluss bei Volleinspeisung

3. Aufbau Zählerschränke

Volleinspeisung nach EEG 2004 gemäß TAB 2007



Volleinspeisung

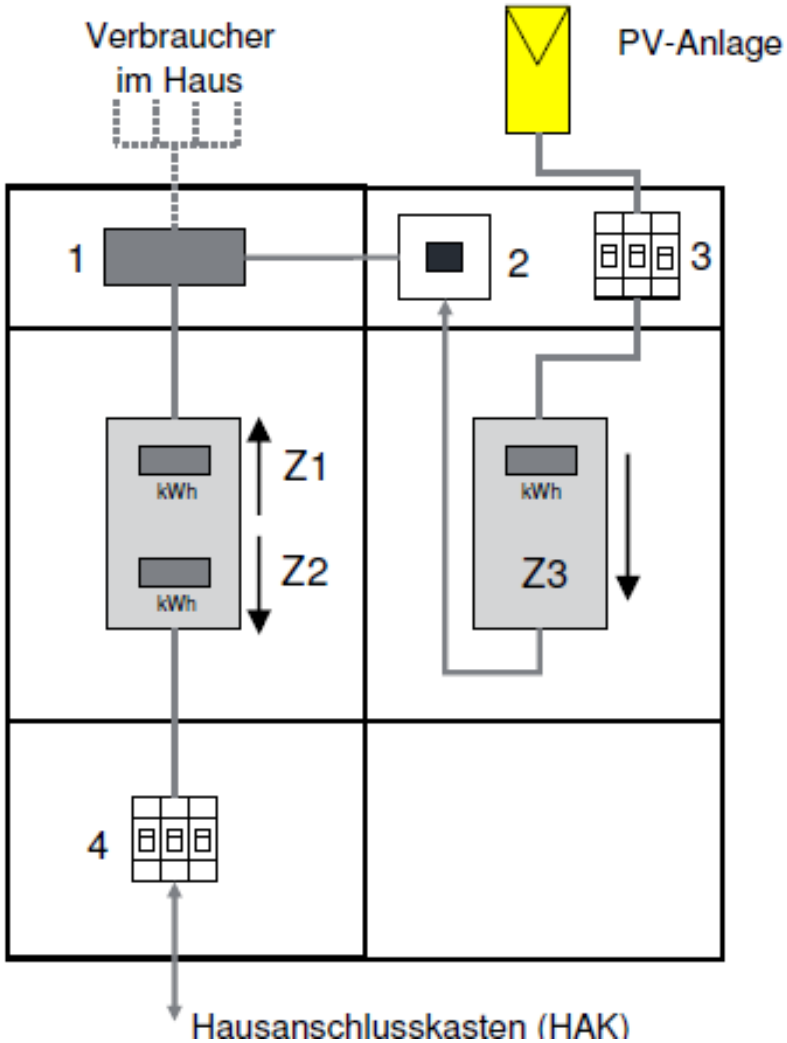
- Z1: Allgemeiner Zähler für Bezug (Einrichtungszähler mit Rücklaufsperre)
- Z2: Zähler PV-Anlage (Einrichtungszähler mit Rücklaufsperre)
- 1: Hauptleitungsabzweigklemme
- 2: Trennvorrichtung für die PV-Anlage
- 3: Trennvorrichtung für die PV-Anlage
- 4: Trennvorrichtung für die Kundenanlage

Quelle: Schüco

Autor: eza!

Zähleranschluss bei Eigenstromnutzung

Eigenstromnutzung nach EEG 2009 gemäß TAB 2007



Eigenstromnutzung

- Z1: Allgemeiner Zähler für Bezug
- Z2: Zähler für Rücklieferung ins Netz
- Z3: Zähler PV-Anlage
  (Einrichtungszähler mit Rücklaufsperre)
- 1: Hauptleitungsabzweigklemme
- 2: Trennvorrichtung für die PV-Anlage
- 3: Trennvorrichtung für die PV-Anlage
- 4: Trennvorrichtung für die Kundenanlage

Ermittlung Zählerstände/Vergütung:

Verbrauch von Extern:	Z1
Produktion PV Anlage gesamt:	Z3
Selbst genutzter Strom:	Z3 – Z2
Ins Netz eingespeister Strom:	Z2

Quelle: Schüco

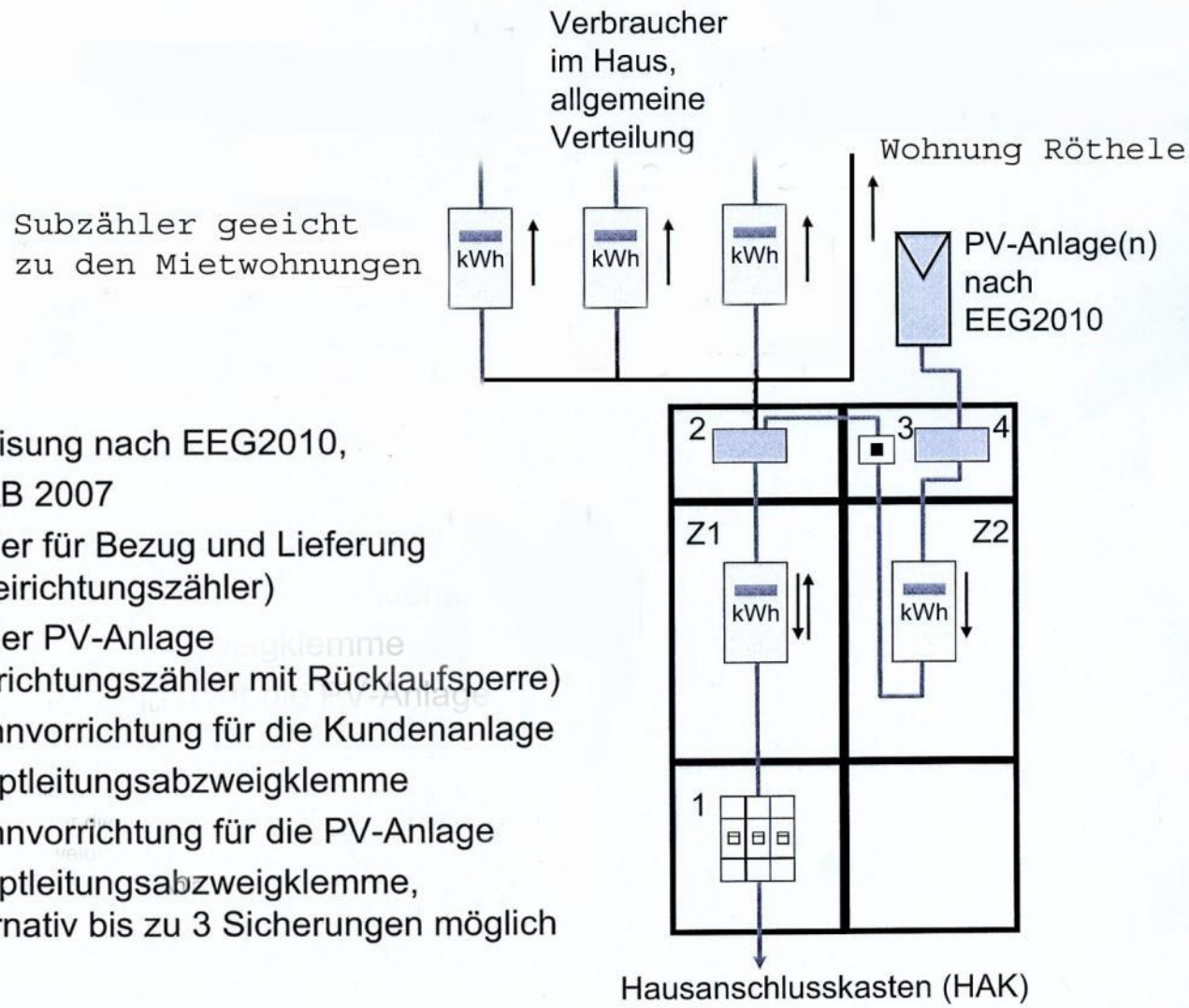
Autor: eza!

Einphasige Einspeisung hinderlich?

Auch bei Einphasigen Wechselrichtern ist eine Eigenstromnutzung uneingeschränkt möglich, da der vom Stromhändler bezogene Strom nicht pro Phase sondern insgesamt abgerechnet wird.

Physikalisch ist dann eben nur der Strom in der an den Wechselrichter angeschlossenen Phase hausgemacht, rechentechnisch ist es wurscht.

Eigenstromnutzung mit Unterzählern (Mieter)



Volleinspeisung nach EEG2010,
gemäß TAB 2007

Z1 = Zähler für Bezug und Lieferung (Zweirichtungszähler)

Z2 = Zähler PV-Anlage (Einrichtungszähler mit Rücklaufsperre)

1 = Trennvorrichtung für die Kundenanlage

2 = Hauptleitungsabzweigklemme

3 = Trennvorrichtung für die PV-Anlage

4 = Hauptleitungsabzweigklemme, alternativ bis zu 3 Sicherungen möglich

Quelle: TÜV Rheinland / Röthele

Autor: eza!

Dauerbeitrag zum Eigenstromanteil

Welche Verbraucher sind dauernd aktiv?

Lüftungsanlage	25 Watt
Telefonanlage	10 Watt
Kühlschrank (korrigiert)	20 – 40 Watt
Gefriergerät (korrigiert)	20 – 40 Watt
Stand-By	ca. 10 Watt
Insgesamt pro Haushalt	**ca. 100 Watt**
Bei täglich 8 Stunden	292 kWh/a
Bei täglich 10 Stunden	365 kWh/a

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Erhöhung des Eigenstromanteils

Welche Verbraucher können zeitlich verlegt werden?

Waschmaschine	0,3 – 0, 9 kWh/Nutzung
Wäschetrockner	2,5 – 3,5 kWh/Nutzung
Spülmaschine ca.	1 kWh/Nutzung
el. Warmwasserbereitung in WP	ca. 2,5 kWh/d
Kühlschrank	ca. 0,2 kWh/d 10h
Gefriertruhe / -schrank	ca. 0,3kWh/d 10h
Bügeln:	ca. 5 kWh/a
Verschiebbare Menge pro Jahr	ca. 200 - 300 kWh/a

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Realistische Höhe der Eigenstrommenge

Dauerläufer bei 8 Stunden	292 kWh/a
Verschiebbare Menge pro Jahr	ca. 200 - 300 kWh/a
Gesamte nutzbare Strommenge	Ca. 500 – 600 kWh
Anlagenertrag pro Haushalt	1500kWh – 1800 kWh
Anlagengröße pro Haushalt	1,5 kW_{peak} – 1,9 kW_{peak}
wenn die Eigenstromnutzung 30% erreichen soll.	
Stromverbrauch von 20Uhr – 8 Uhr	ca.1,5kWh/Haushalt (Sommer)

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Stromausfall überbrücken

Quelle: KACO

Autor: eza!

Speicherung von Strom in Batterien

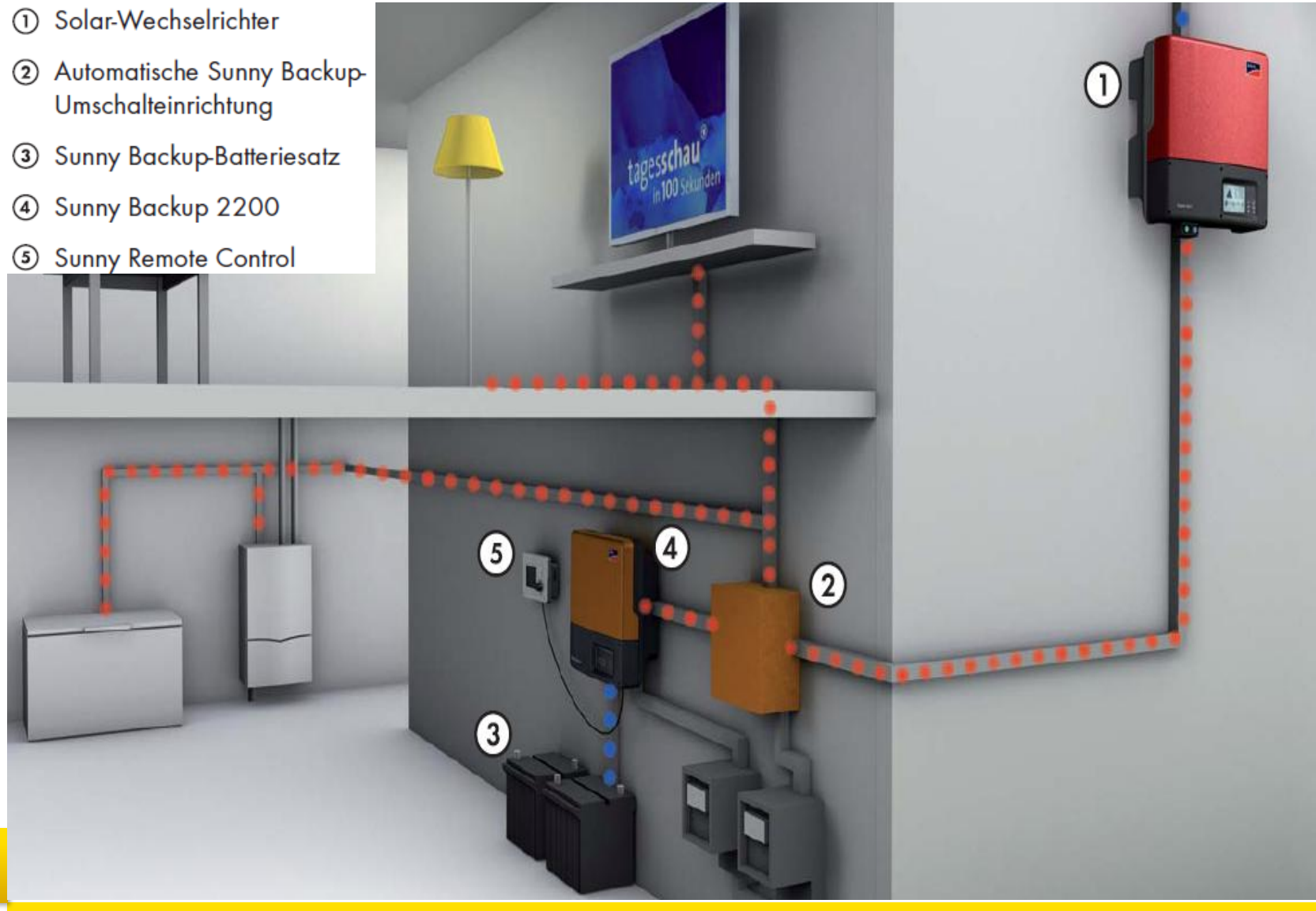
① Solar-Wechselrichter

② Automatische Sunny Backup-Umschalteinrichtung

③ Sunny Backup-Batteriesatz

④ Sunny Backup 2200

⑤ Sunny Remote Control

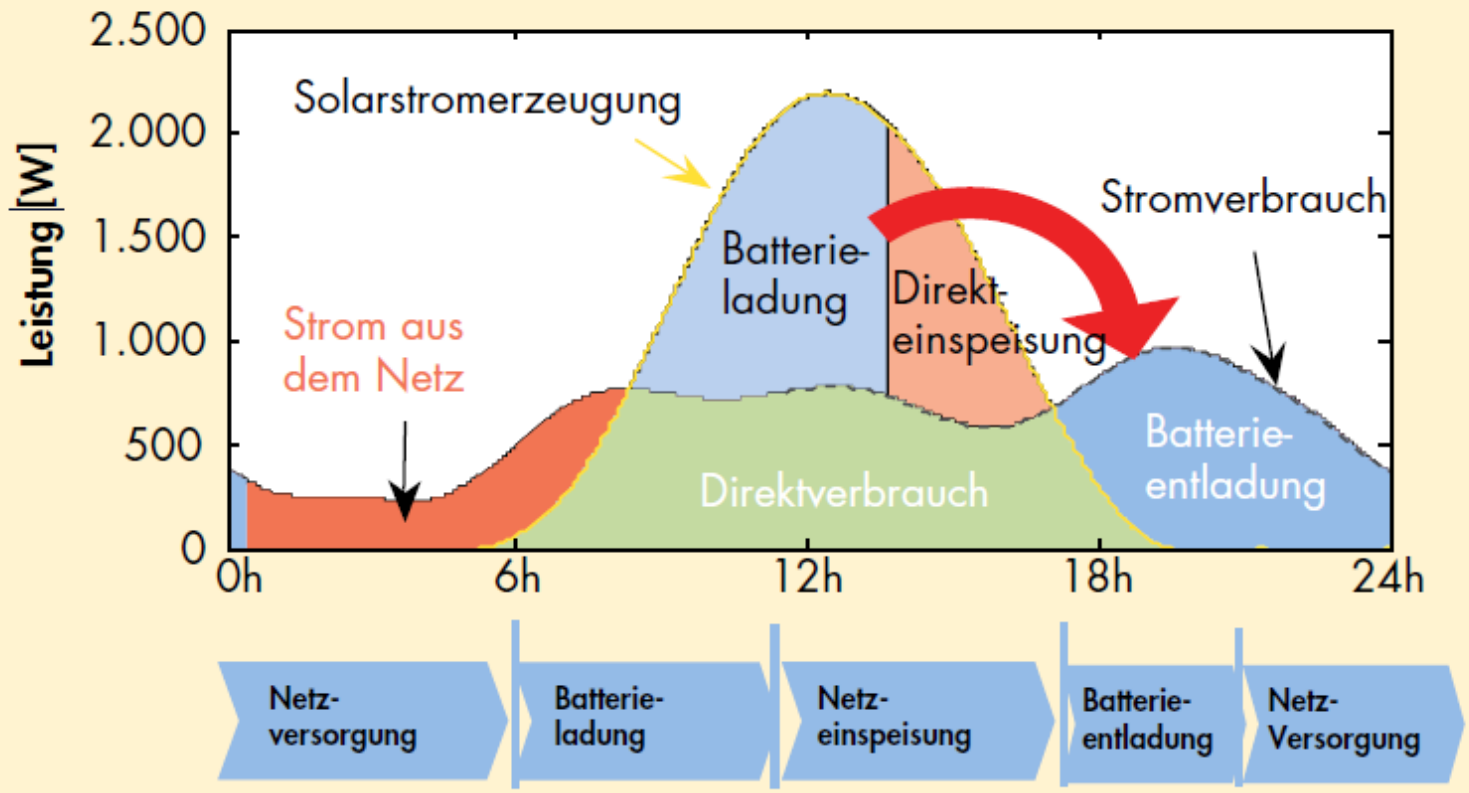


Quelle: SMA

Autor: eza!

Speicherung des Tagesüberschusses

Abb. 3: Energiespeicherung im Smart Grid: Simulierter Tagesverlauf eines 4 Personen-Haushaltes

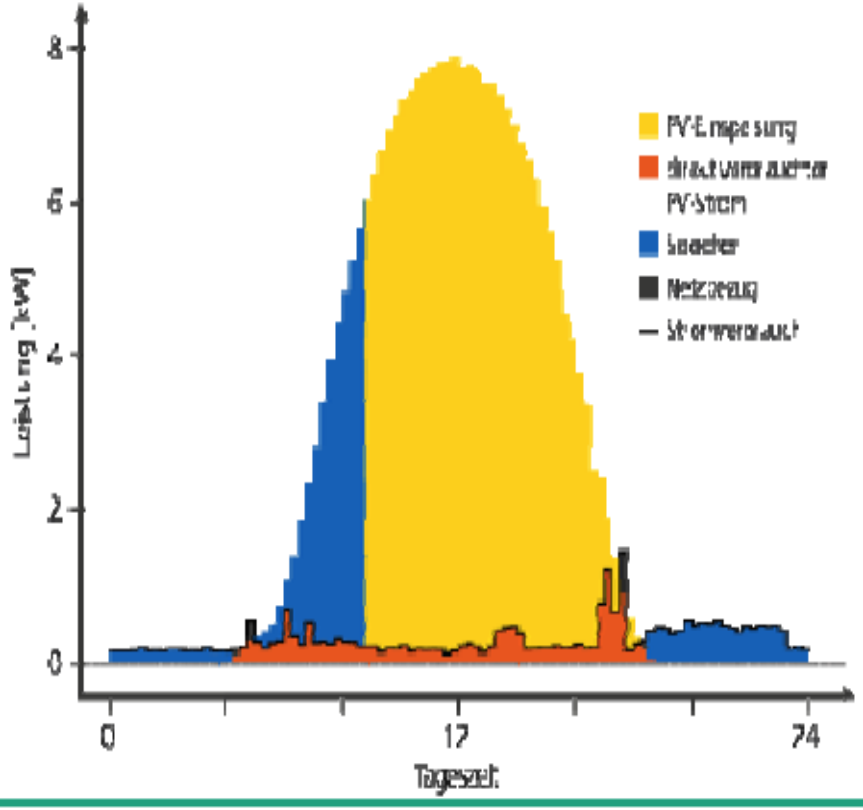


Quelle: bine

Autor: eza!

Netzdienliche Regelung/Speicherung von PV Strom

Batteriebetrieb nicht netztoptimiert



Batterriebetrieb netzoptimiert

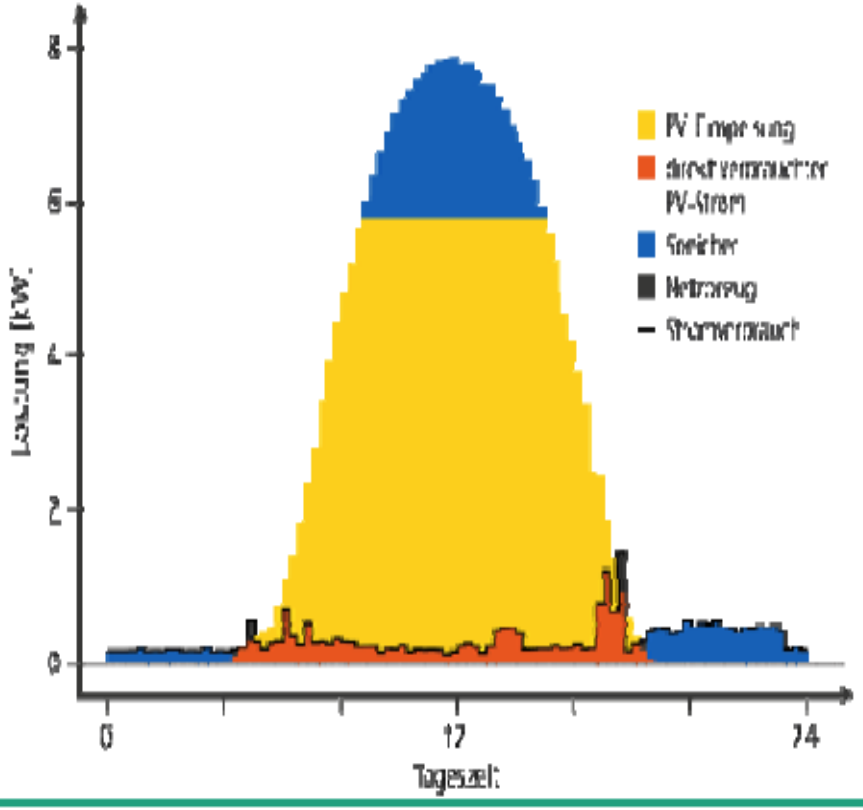


Abb. 1 Gegenüberstellung der konventionellen und der netzdienlichen Betriebsführung

Quelle: FH ISE Speicherstudie 2013

Autor: eza!

Netzdienliche Regelung/Speicherung von PV Strom

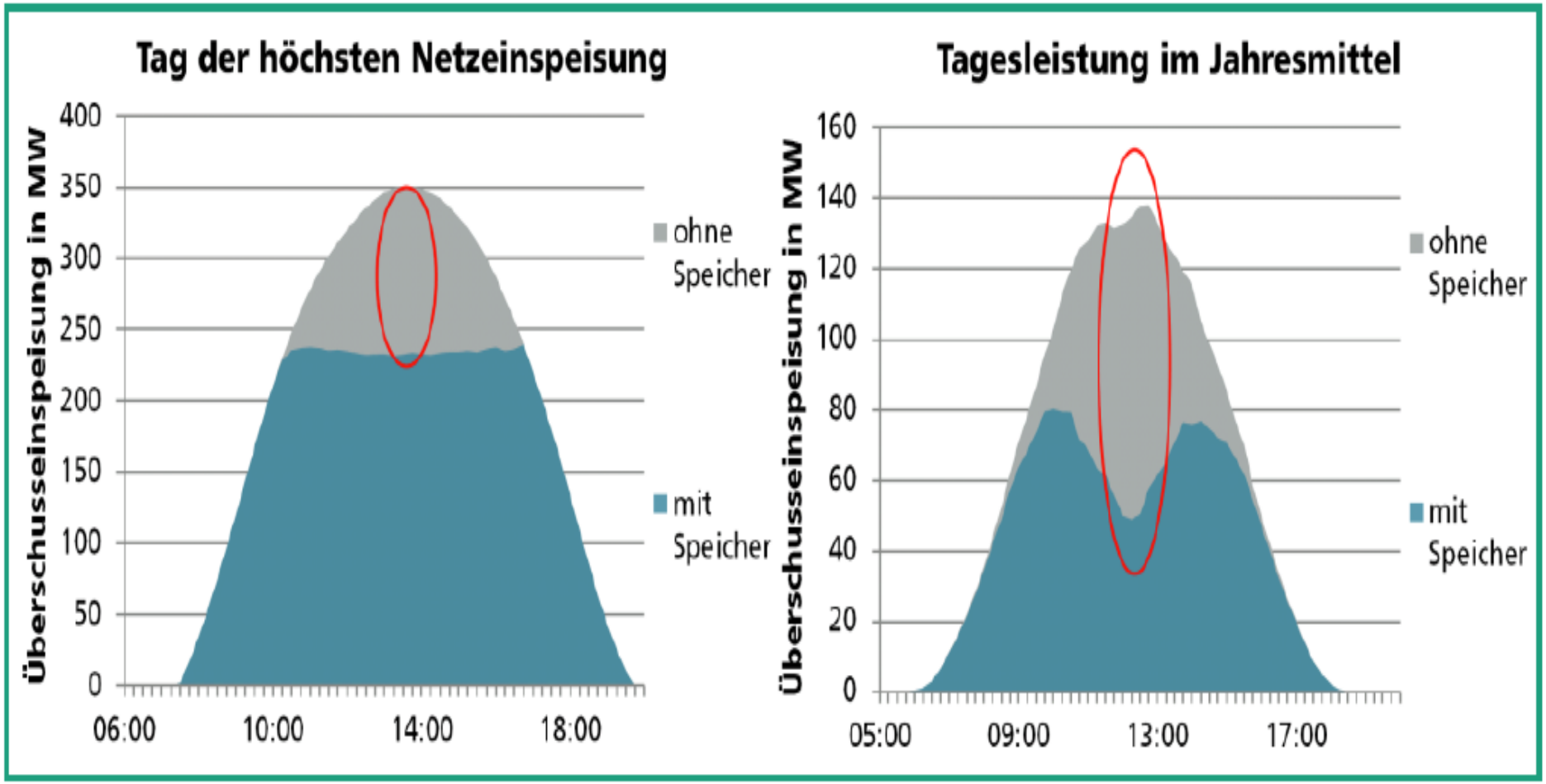


Abb. 3: Netzeinspeisung der Photovoltaik-Anlage mit und ohne Batteriesystem (100.000 Speicher)

Quelle: FH ISE Speicherstudie 2013

Berechnung Stromkosten PV Eigenstromnutzung

Stromkosten pro Jahr mit PV-Anlage

Eigenverbrauch PV-Strom	1.350	kWh/a	0,23	€/kWh	=	304,87 €
Strombezug Netz	3.150	kWh/a	0,32	€/kWh	=	1.008,00 €
Einspeisevergütung	6.650	kWh/a	0,1427	€/kWh	=	-948,96 €
	1			Summe	=	363,91 €
Jahresstromverbrauch						4.500 kWh/a
effektiver Strompreis (Mix)						**0,08** €/kWh

Berechnung Stromkosten mit Speicher

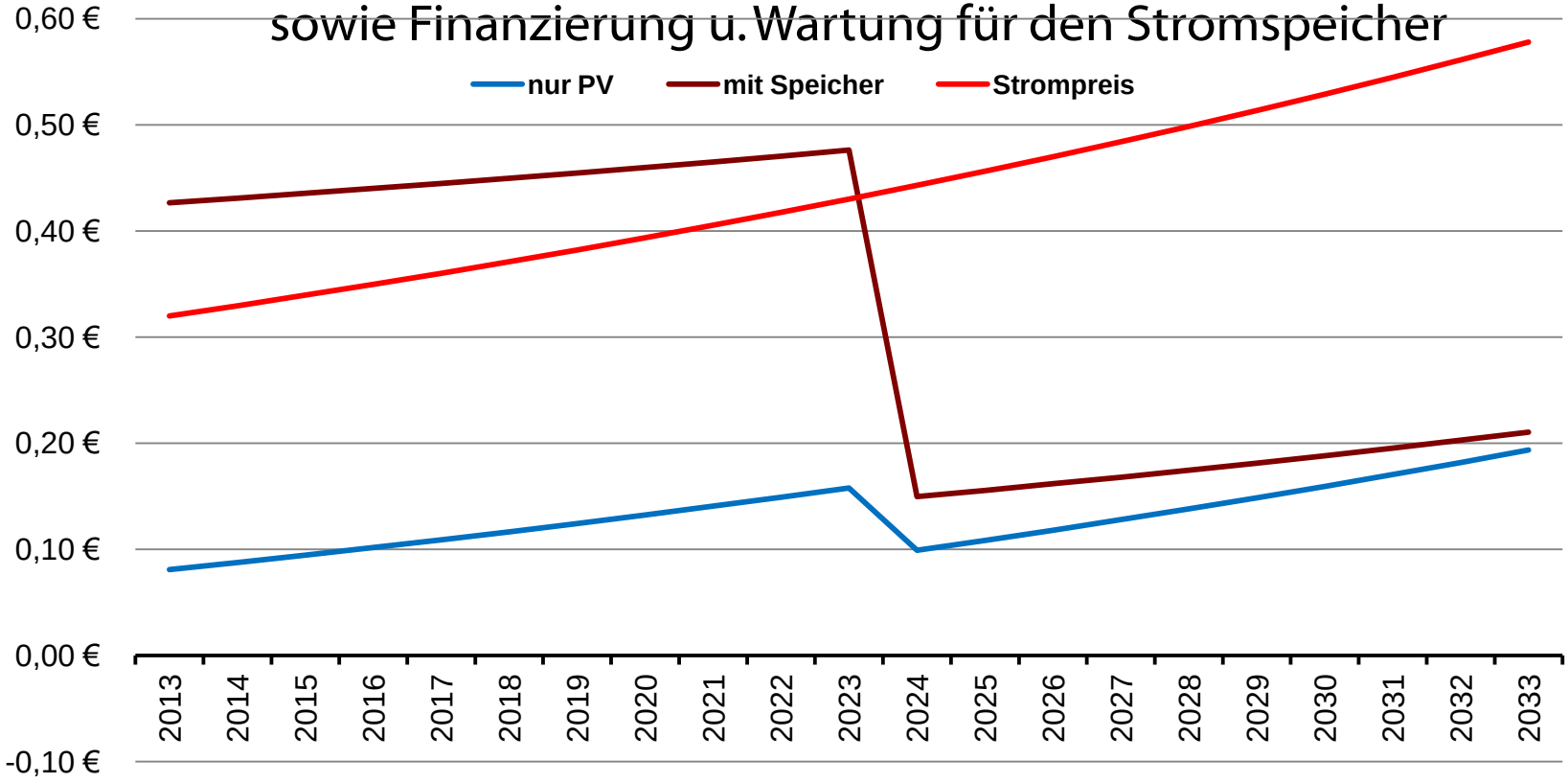
Stromkosten pro Jahr mit Speicher

Eigenverbrauch PV-Strom	1.350	kWh/a	0,23	€/kWh =	304,87 €	
Strom aus Speicher	1.125	kWh/a	1,56	€/kWh =	1.755,82 €	
Strombezug Netz	2.025	kWh/a	0,32	€/kWh =	648,00 €	
Einspeisevergütung	5.525	kWh/a	0,1427	€/kWh =	-788,42 €	
					1.920,27 €	
Jahresstromverbrauch					4.500	kWh/a
effektiver Strompreis (Mix)					**0,43**	€/kWh

Vergleichsrechnung 0,31€/kWh, 3% Teuerung

nur PV: Kosten Strombezug, Finanzierung, Einspeisevergütung

mit Speicher: Kosten wie oben, jedoch mit erhöhtem Eigen-verbrauch, sowie Finanzierung u. Wartung für den Stromspeicher



Quelle: Autor: eza!

Förderung für PV-Anlagen und Stromspeicher:

Zinsgünstiges Darlehen über die kfw über 100% der förderfähigen Kosten.

Zinssatz für PV Anlagen aktuell ab:

1,56% eff. 5 Jahre 2,83% eff. 10 Jahre

Zinssatz für Speichersysteme aktuell:

1,56% eff. 5 Jahre 2,42% eff. 10 Jahre

30% Tilgungszuschuss

PV Anlage Röthele 7kW$_{peak}$ 80m² Dünnschicht µsi

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Monatserträge der 7kW$_{peak}$ PV- Anlage

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Tageserträge in kWh der 7kW$_{peak}$ PV Anlage in 2012

Monat	Minimal	Maximal	Durch-schnitt	Ø eingespeiste Strommenge / d
Oktober	2,7 kWh	30,8 kWh	17,8 kWh	7,67kWh
November	3,1 kWh	19,8 kWh	13,3 kWh	2,45 kWh
Dezember	0 kWh	14,2 kWh	3,84 kWh	0,31 kWh
Januar	0 kWh	16,6kWh	5,04 kWh	0,32 kWh
Februar	0,3 kWh	25,1 kWh	6,44 kWh	1,31 kWh
März	3,4 kWh	34,6 kWh	24,9 kWh	10,7 kWh

Heizen mit Eigenstrom aus der PV Anlage.

- In den kalten Monaten reicht der durchschnittliche Ertrag der PV Anlage im Dezember, Januar und Februar theoretisch für eine Heizleistung von 212 Watt über die Zeitdauer von 24h.
- Praktisch reicht der Ertrag an den meisten Tagen nur um die elektrische Grundlast des Haushalts teilweise abzudecken.
- Der Ertrag der PV Anlage reicht also definitiv nicht aus, selbst ein gut gedämmtes Gebäude zu heizen.
- Nur im Oktober und im März werden nennenswerte Strommengen eingespeist und könnten bei optimalem Gerätemanagement bzw. Stromspeicherung im Gebäude genutzt werden.

Quelle:

Ob auf einem Neubau ...

Quelle:

Autor: SOLUX GmbH

Vollflächig ..

... ob auf Garagen, ...

Quelle: Solux GmbH

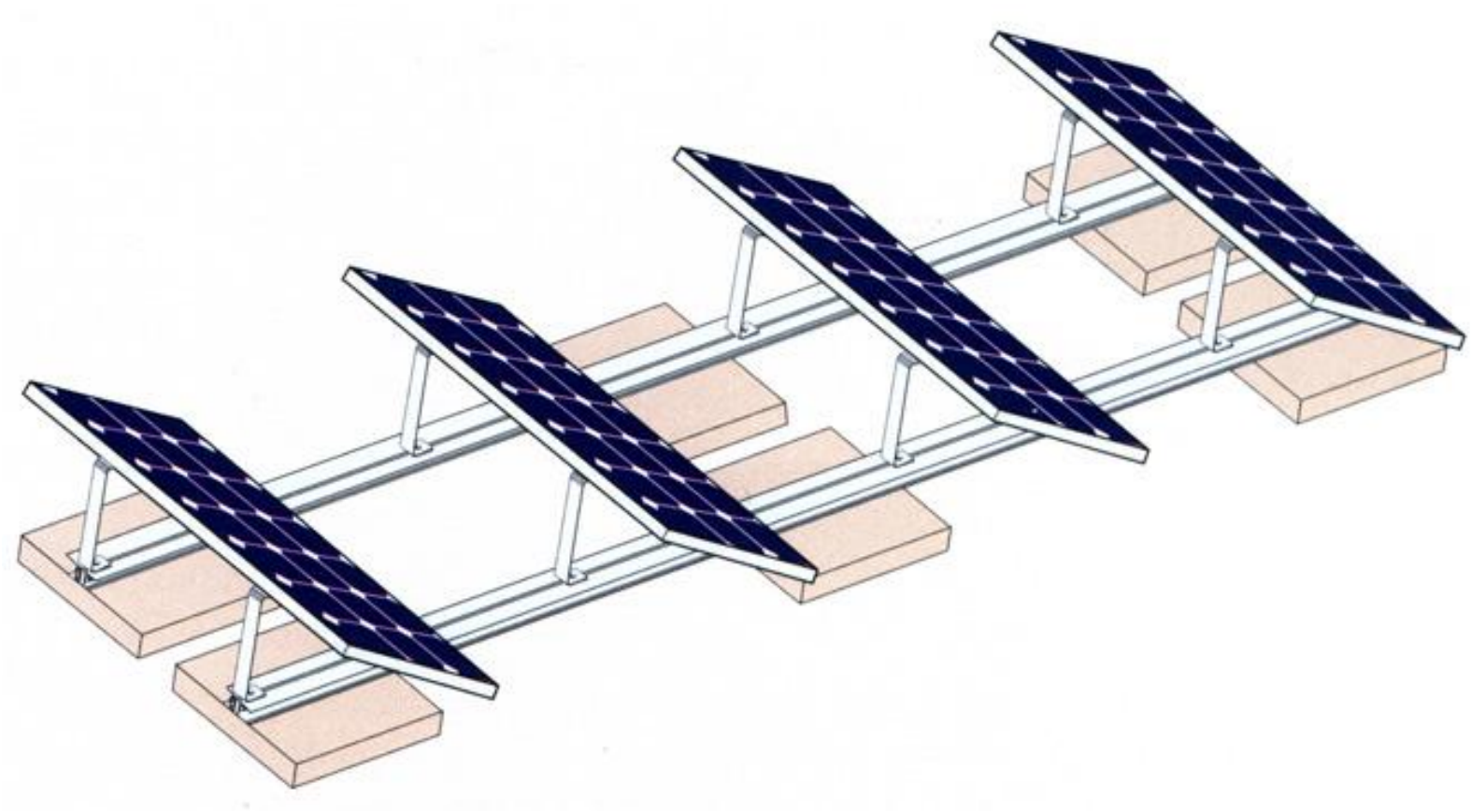
Autor: SOLUX GmbH

... auf Gauben ...

Quelle: Solux GmbH

Autor: eza!

Flachdachmontage

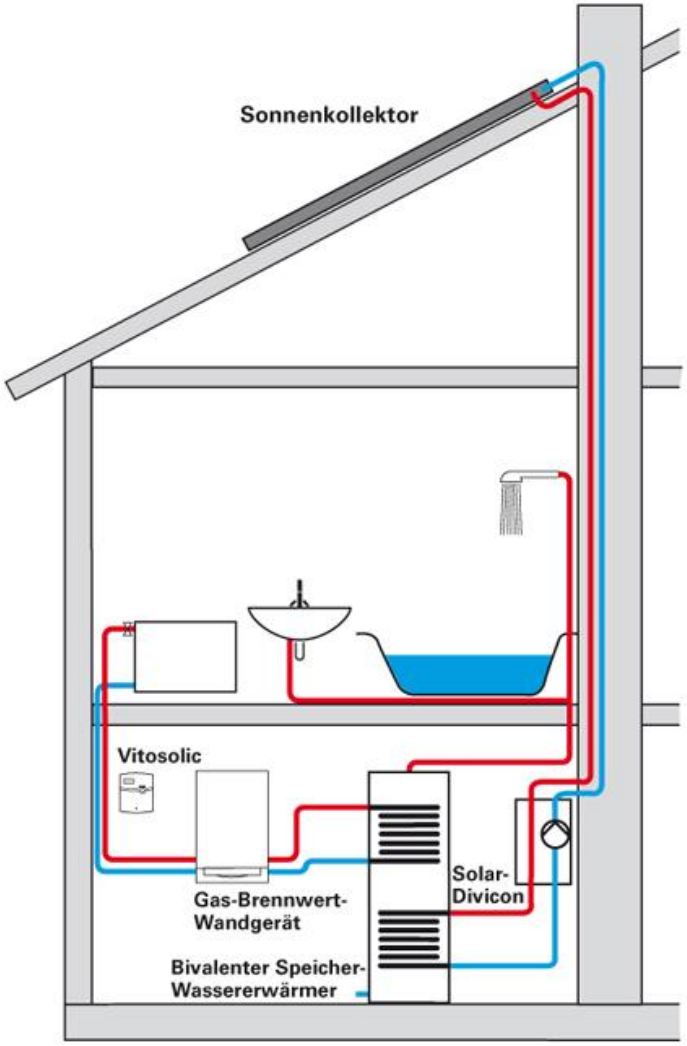


eza!
antworten auf energiefragen.

Solarwärme

Für Warmwasser und Heizungsunterstützung

- „Kostenlose“ Wärme vom Dach
- Solare Deckungsrate bei Brauchwasser bis 60 %
- Solare Deckungsrate bei Heizungsunterstützung ca. 10 %
- Röhren- Flach- und Groß-kollektoren



- Energie ca. 600 – 650 KWh/m² pro Jahr (1 Liter Heizöl ca. 10 KWh)
- Vielfältige Lagemöglichkeiten

  Dach, Wand, Indach, Aufdach
- Geringe Unterhalts- bzw. Betriebskosten

Kollektorfläche

Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

Schneemanagement

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Schneemanagement

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Schneemanagement

Quelle: Röthele

Autor: eza!

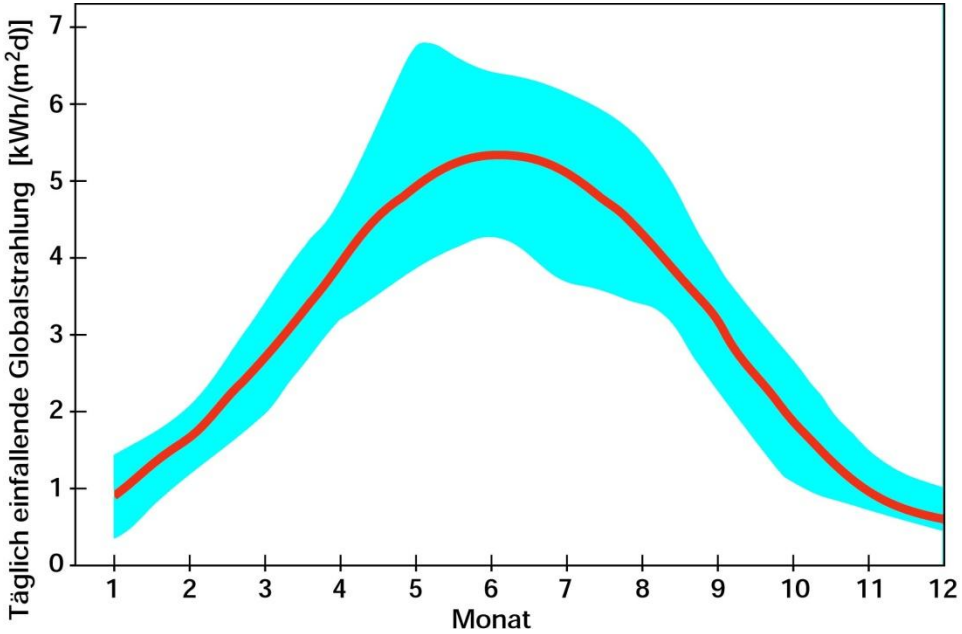
Schneemanagement

Quelle: Röthele

Autor: eza!

Tagesenergieangebot in Deutschland

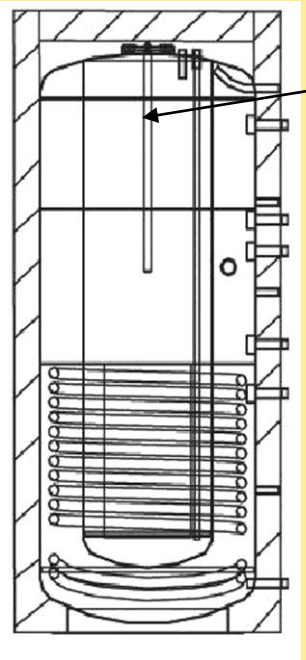
- **„Mittlere deutsche Tagesstrahlung“**
  Standort Würzburg
- Sommer 5 kWh/m²d
  Übergang 2,5 kWh/m²d
  Winter 1 kWh/m²d
- Schwankungsbereich
  ± 20 %
- Würzburg- Einstrahlung Auslegungsbasis für Solarwärmeanlagen in Deutschland



Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

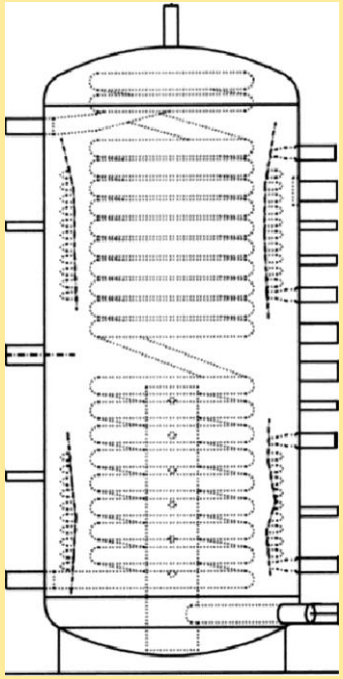
Autor: eza!

Kollektorfeldauslegung Kombianlagen



200 l

V_{ges} = 750 l
$V_{trinkw.}$ = 200 l



V_{ges} = 800 l

Trinkwassererwärmung im eingehängten Tank 200 l

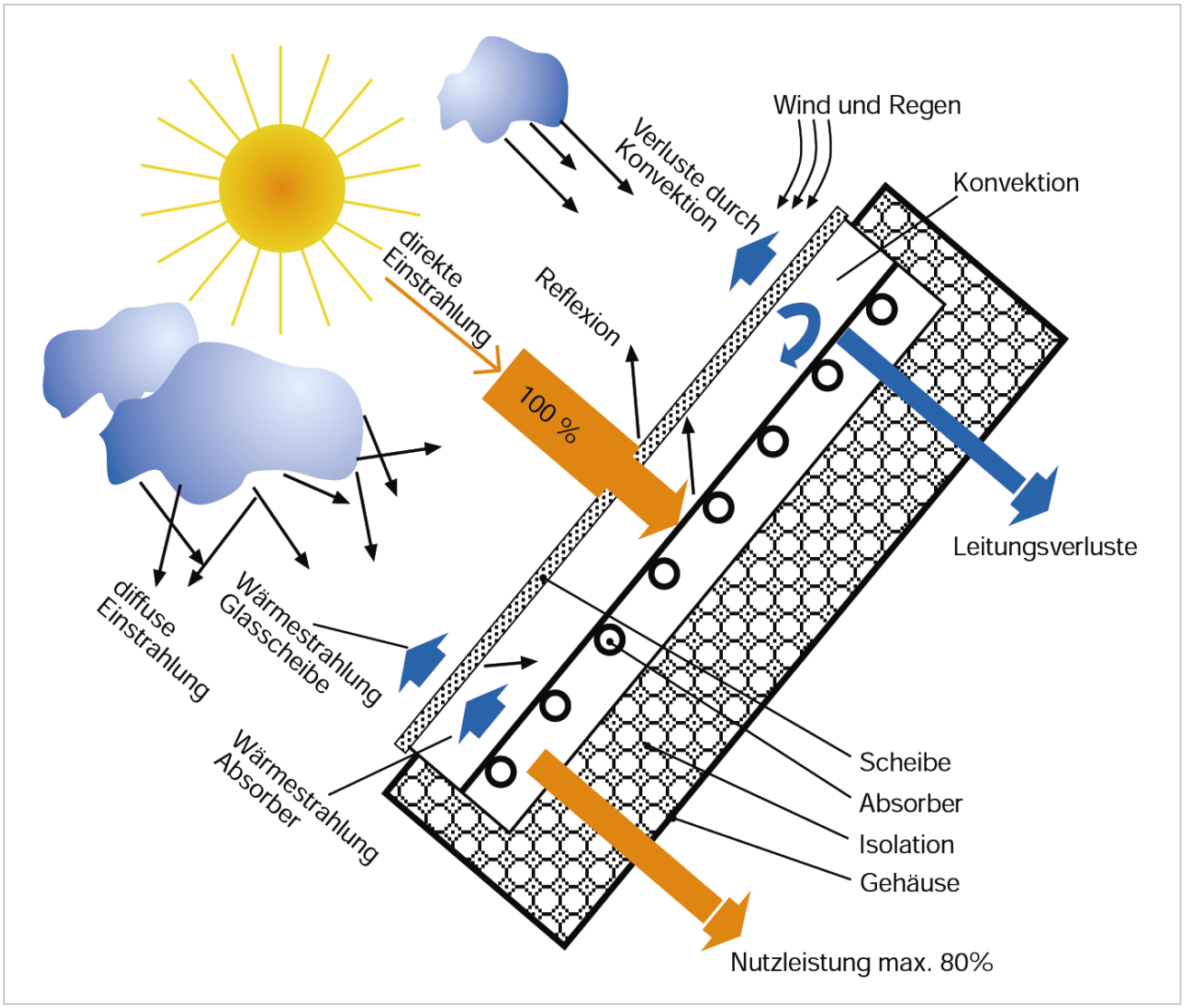
Kollektorfläche = 750l : 50 l /m² = 15 m²

Trinkwassererwärmung im Durchflußprinzip

Kollektorfläche = 800l : 50 l /m² = 16 m²

50 l Speichervolumen pro m² Kollektorfläche

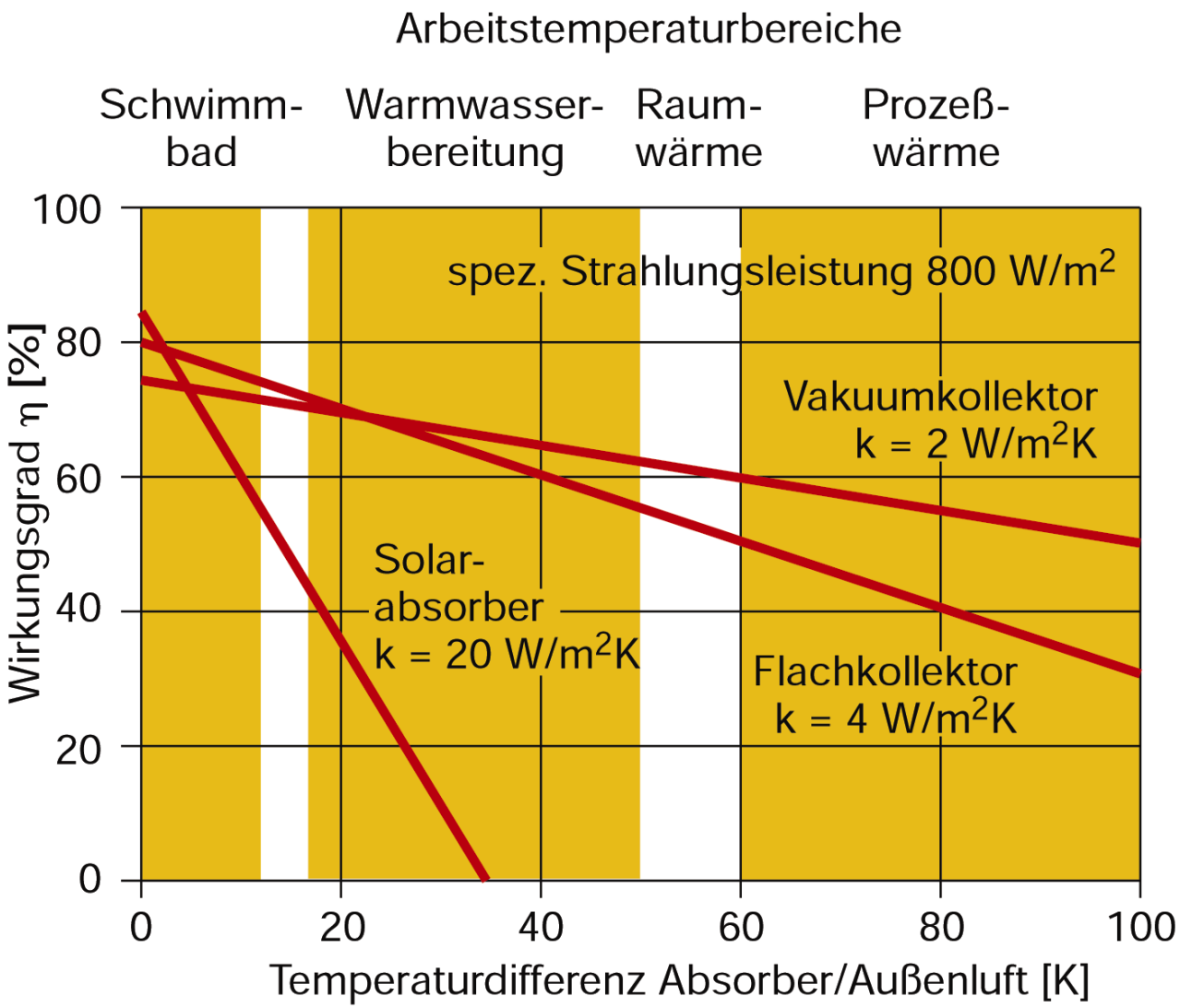
Umwandlungs- und Wärmeverluste



Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

Autor: eza!

Kollektorleistung Kollektorwirkungsgradkennlinie

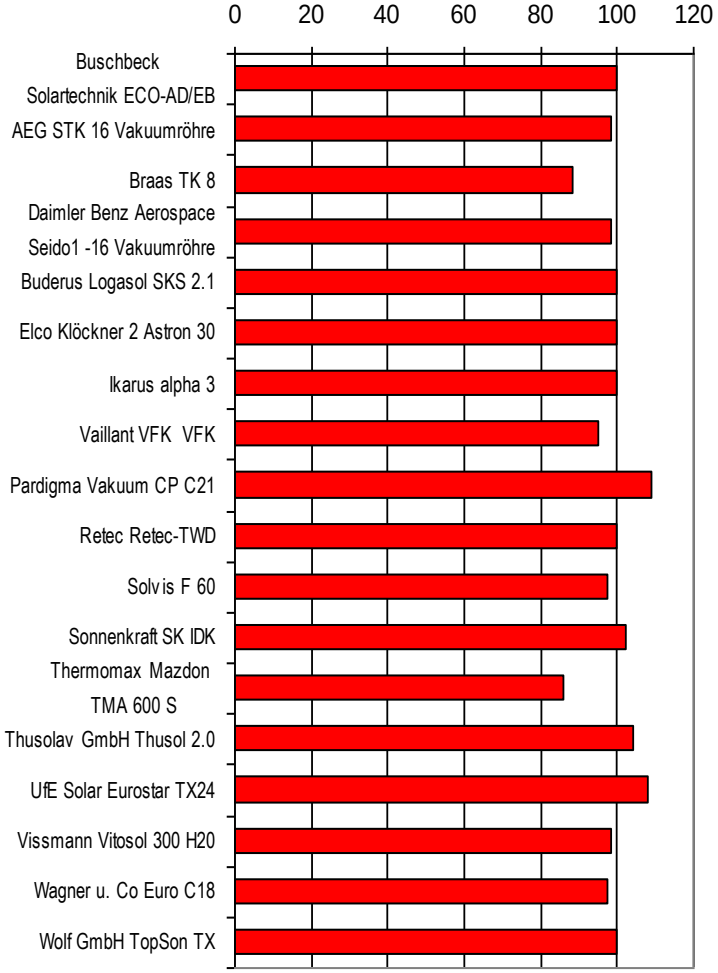


Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

Autor: eza!

Erträge pro m² Kollektorflächen im Vergleich

- Moderne Kollektorsysteme erzielen unter vergleichbaren Bedingungen vergleichbare Erträge,
  Toleranzbereich: ± 10%
- Für Kollektortemperaturen bis ca. 60 °C, d. h. für Anwendungsfälle
  - Trinkwassererwärmung
  - Heizungsunterstützung
- Kollektortypen und Schichtart von geringem Einfluss



(Quelle: www.buso.de, Kollektorhersteller)

Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange,

Qualitätskriterien Druckstabilität

Warum Druckstabilität?

- Wärmeträger Propylenglykol mit Korrosionsinhibitoren
- **Verdampfen von Propylenglykol reduziert Lebensdauer**
  - Korrosionsgefahr
  - „Cracken“ – Zerlegung in Kohlenstoff und Wasserstoff
- Überdruck erhöht Siedepunkt
- Eigensichere Kollektoren druckfest

Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange,

Autor: eza!

Kondensatbildung in belüfteten Flachkollektoren

Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

Indachmontage Indachmodulkollektoren

Quelle: Dipl.-Ing. D. Lange

Mögliche Strategie für die Zukunft

Solarthermische Anlage

- wenn viel warmes Wasser benötigt
- für Warmwasser und Heizungsunterstützung

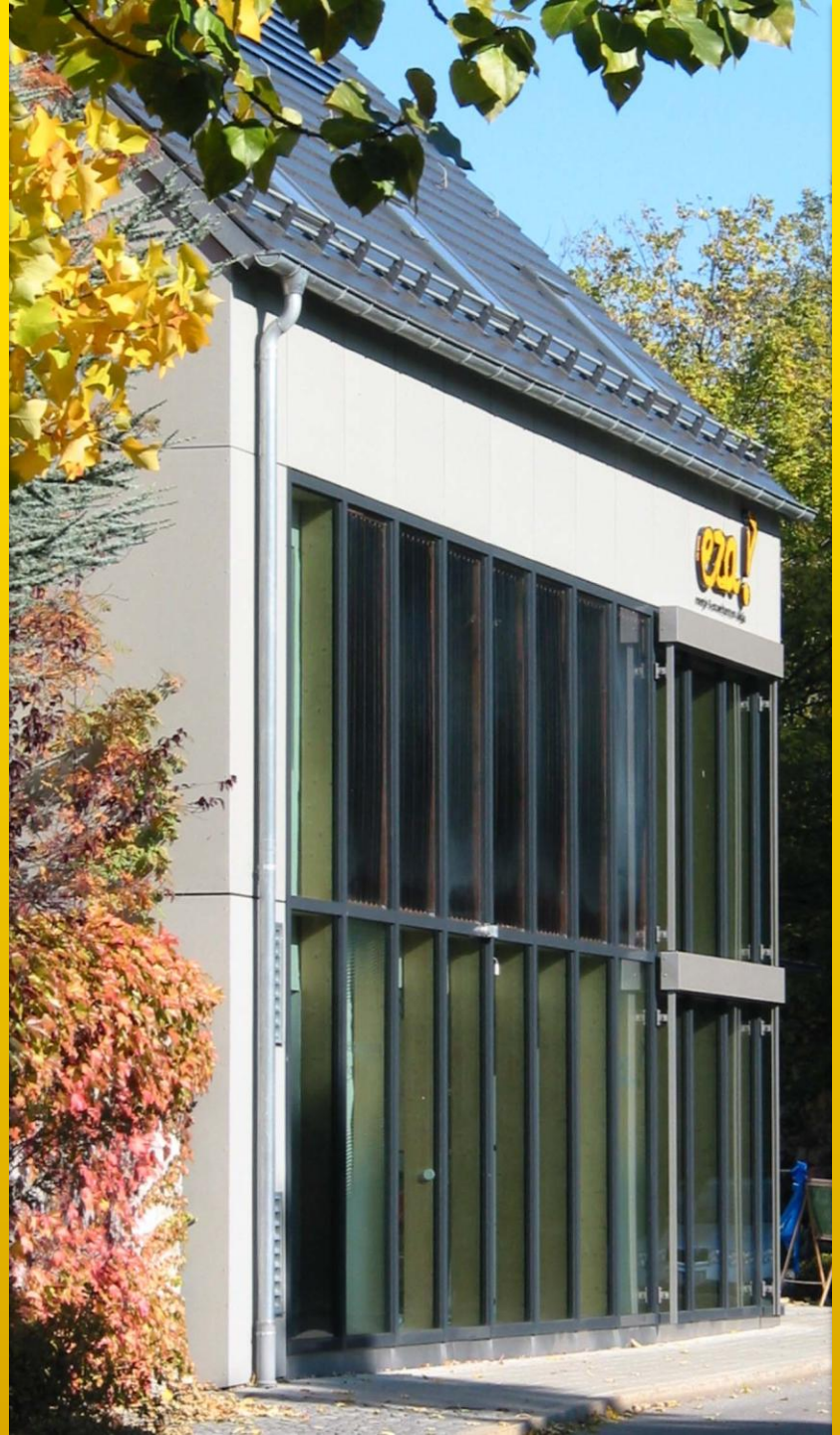
Wird wenig warmes Wasser benötigt: PV Anlage

Solare Wärme kann schlecht in ein übergelagertes Energienetz eingespeist werden, Überschüsse sind in der Regel verloren.

Speicherung von überschüssigem Wind- und Solarstrom in Form von Wärme ist in jedem Wohngebäude möglich.

- In mit Wärmepumpen beheizten, gut gedämmten Gebäuden
- Warmwasserbereitung mit Solarstrom aus der Mittagsspitze mittels dezentraler Boiler oder Brauchwasser-Wärmepumpe

Quelle:



energieberatung
0831 9602860

www.eza.eu