

Planung und Einsatz solarthermischer Anlagen

Gliederung

- Vorstellung des Kompetenzzentrums
- Fördermöglichkeiten
- Grundlagen Solarstrahlung
- Komponenten von Solaranlagen
- Dimensionierung der Anlagengröße
- Auslegung der Komponenten
- Berechnungssoftware
- Wirtschaftlichkeit

Das Kompetenzzentrum

Gemeinschaftsprojekt

→ Berliner Energieagentur GmbH

→ SAENA Sächsische Energieagentur GmbH

→ ZAB ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH

gefördert vom BMU

Projektdauer: 04/2009 - 03/2012



Ziel ist:

→ in der Region Ostdeutschland zum Bau von großen Solarwärmeanlagen anzuregen und so den Anteil an Solarthermie, bzw. erneuerbaren Energien auszubauen.

→ Weitere regionale Kompetenzzentren, eine begleitende bundesweite Informationskampagne zum Thema „Große solarthermische Anlagen“ sowie eine informative Website, ebenfalls durch das BMU gefördert, aufzubauen.

Angebote

- Bereitstellung von Informationsmaterialien (www.solarwärme-info.de)
- Beratung zu konkreten Bauvorhaben
- Förderberatung und Unterstützung in der Antragstellung
- Planerschulungen
- Workshops und Anlagenbesichtigungen



Zielgruppe

- Immobilieneigentümer
- Immobilienverwalter
- Installateure
- Planer



Inhalte der Veranstaltungen

- Informationen zu Fördermöglichkeiten
- Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten
- Darstellung der rechtlichen Rahmenbedingungen
- Vorstellung von Praxisbeispielen
- Auslegung und Planung von solarthermischen Anlagen



Fördermöglichkeiten

- Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien (BAFA)
- KfW-Programm - Energieeffizient Sanieren Sonderprogramm

Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien (BAFA)

Solarkollektoranlagen

Investitionszuschuss

→ für besonders innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien: Bonusförderung



→ Beantragung innerhalb von 6 Monaten nach Herstellung der Betriebsbereitschaft der Anlage (private Antragsteller)



Basis-, Bonus- und Innovationsförderung Solar, Stand: 15.03.2011

Maßnahme	Basisförderung		Boni nur zusammen mit der Beantragung der Basisförderung möglich			Innovationsförderung	
	im Gebäudebestand	im Neubau	Kesseltauschbonus ²⁾	Kombinationsbonus ³⁾	Effizienzbonus ⁴⁾	im Gebäudebestand	im Neubau
... Warmwasserbereitung bis 40 m ² Kollektorfläche	-	-	-	-	-	120 €/m ² Kollektorfläche ⁶⁾	-
... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ¹⁾ bis 40 m ² Kollektorfläche	120 €/m ² Kollektorfläche ⁴⁾	-	-	-	-	180 €/m ² Kollektorfläche	-
... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ²⁾ mit mehr als 40 m ² Kollektorfläche	120 €/m ² Kollektorfläche bis 40 m ² ⁴⁾ + 45 € pro m ² Kollektorfläche über 40 m ²	-	600 €	600 €	0,5 x Basisförderung	-	-
... Bereitstellung von Prozesswärme bis 40 m ² Kollektorfläche	120 €/m ² Kollektorfläche	120 €/m ² Kollektorfläche ⁴⁾	-	-	50 €	180 €/m ² Kollektorfläche	180 €/m ² Kollektorfläche
... solaren Kälteerzeugung bis 40 m ² Kollektorfläche	120 €/m ² Kollektorfläche ⁴⁾	-	-	-	-	180 €/m ² Kollektorfläche	-
Erweiterung einer bestehenden Solaranlage ³⁾	45 €/m ² zusätzlicher Kollektorfläche	-	-	-	-	-	-

• Gebäudebestand; Ein Gebäude, für das vor dem 01.01.2009 eine Bauanzeige erstattet oder ein Bauantrag gestellt wurde und in welchem vor dem 01.01.2009 ein Heizungssystem installiert wurde. Es muss sich um ein mit dem Gebäude fest verbundenes Heizungssystem handeln, das den Gesamtjahreswärmebedarf des Gebäudes oder Gebäudeteils abdeckt. Mobile Heizgeräte stellen kein Heizungssystem im Sinne der Förderrichtlinien dar.

• Kesseltauschbonus, Kombinationsbonus, Effizienzbonus und Solarpumpenbonus können **zusätzlich** zur Basisförderung gewährt werden.

• Kombinationsbonus und Effizienzbonus sowie Kesseltauschbonus und Effizienzbonus sind **nicht miteinander kumulierbar**.

• Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2011.

• Bei der Innovationsförderung werden zusätzliche Boni **nicht** gewährt.

1) Mindestvoraussetzung bei Flachkollektoren: Bruttokollektorfläche $\geq 9 \text{ m}^2$, Pufferspeichervolumen 40 l/m^2 ; bei Röhrenkollektoren: Bruttokollektorfläche $\geq 7 \text{ m}^2$, Pufferspeichervolumen 50 l/m^2 .

2) Nur bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Pufferspeichervolumen von mind. 100 l/m^2 Kollektorfläche erforderlich.

3) Voraussetzung ist, dass die nach Ende der Maßnahme vorhandene Solarkollektoranlage der Raumheizung, Prozesswärmeerzeugung oder Bereitstellung solarer Kälte dient. Warmwasseranlagen, die auch nach der Erweiterung nur der Warmwasserbereitung dienen, sind nicht förderfähig.

4) Die Förderung beträgt bis einschließlich 40 m^2 Bruttokollektorfläche 120 € je angefangenem m^2 Bruttokollektorfläche bis zum 30.12.2011 (Tag des Antragseingangs), danach beträgt die Förderung 90 € je angefangenem m^2 Bruttokollektorfläche.

5) Der Bonus beträgt 600 € bis zum 30.12.2011 (Tag des Antragseingangs), ab dem 31.12.2011 beträgt der Bonus 500 € . **Der alleinige Kesseltausch ohne Errichtung einer förderfähigen Solarkollektoranlage ist leider nicht förderfähig.** Der Antrag hierfür muss zusammen mit dem Basisantrag der Solarkollektoranlage gestellt werden.

6) Zusätzlich zur Basisförderung kann ein Bonus in Höhe von 600 € gewährt werden, wenn gleichzeitig eine förderfähige Biomasseanlage oder eine förderfähige Wärmepumpe installiert wurde. Der Bonus beträgt bis zum 30.12.2011 600 € (Tag des Antragseingangs), ab dem 31.12.2011 beträgt der Bonus 500 € .

7) Die Effizienz des Wohngebäudes wird nach dem zulässigen Transmissionswärmeverlust oder -transferkoeffizienten (HT) gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 bewertet. Bei dem Wohngebäude, das durch die zu fördernde Anlage versorgt wird, muss der vorgegebene HT-Wert von $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ um mindestens 30% unterschritten werden. Dies ist durch Vorlage eines Energiebedarfsausweises nachzuweisen. Der Effizienzbonus wird nur für Anlagen zur Heizungsunterstützung gewährt. Für Nichtwohngebäude wird kein Effizienzbonus gewährt.

8) Mindestkollektorfläche 20 m^2 , maximale Kollektorfläche 40 m^2 . Errichtung auf einem Wohngebäude mit mind. drei Wohneinheiten oder auf einem Nichtwohngebäude mit mind. 500 m^2 Nutzfläche. Die Mindestnutzfläche kann bei Gemeinschaftseinrichtungen zur sanitären Versorgung (z.B. auf Campingplätzen) oder Beherbergungsbetrieben mit mind. 6 Zimmern unterschritten werden.

9) Die Förderung beträgt bis einschließlich 40 m^2 Bruttokollektorfläche 120 € je angefangenem m^2 Bruttokollektorfläche bis zum 30.12.2011 (Tag des Antragseingangs), danach beträgt die Förderung 90 € je angefangenem m^2 Bruttokollektorfläche.

KfW – Erneuerbare Energien - Premium

→ zinsgünstiger Kredit und Tilgungszuschuss für Investitionen in größere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien

- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m² Bruttokollektorfläche
- (30% Tilgungszuschuss)
- Wärmenetze, aus erneuerbaren Energien gespeist
- große Wärmespeicher

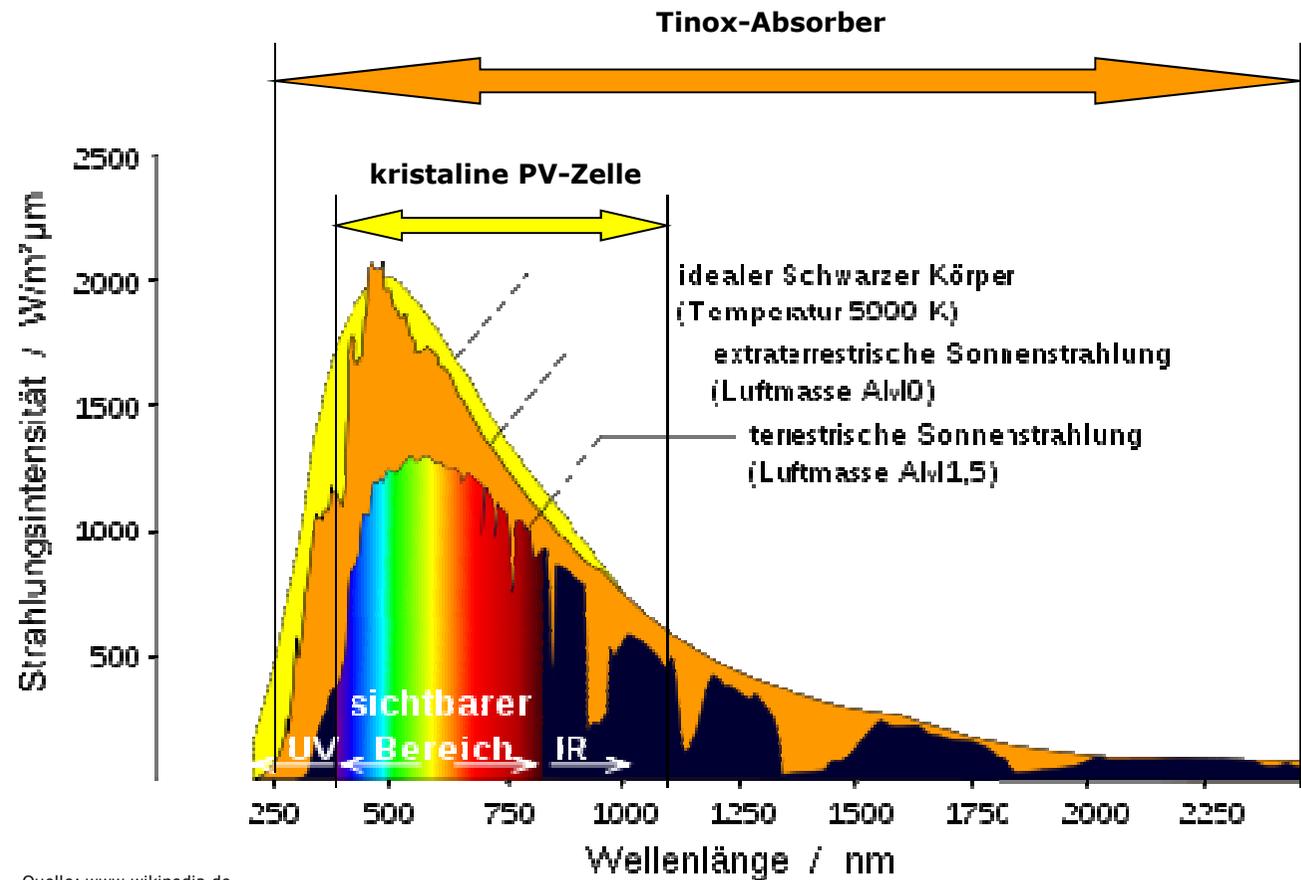
Grundlagen der Solarstrahlung

Globalstrahlung

- diffuse und direkte Strahlung
- zwischen 0 -1000 W/m²
- diffuse Anteil variiert in Mitteleuropa zwischen 40-60 %
- Jahressumme in Sachsen zwischen 960-1100 kWh/m²*a
- die Einstrahlung ist Tages- und Jahreszeitvariabel und Witterungsabhängig

Grundlagen der Solarstrahlung

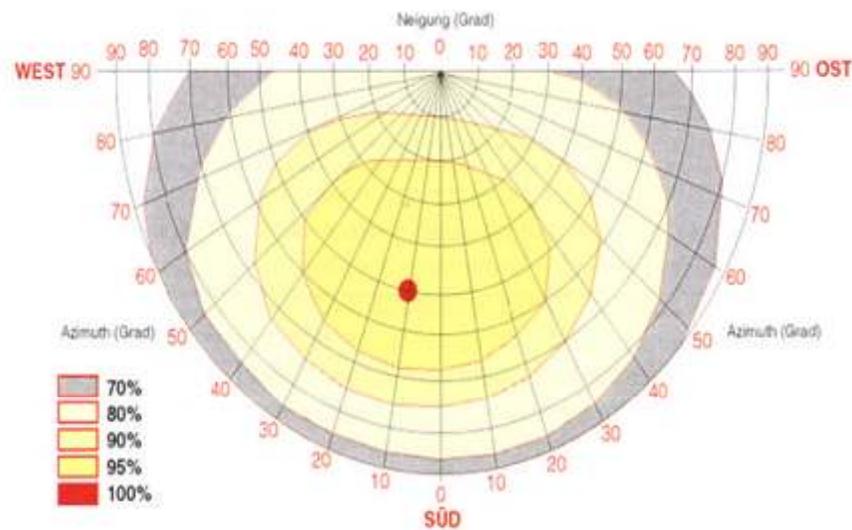
Globalstrahlung



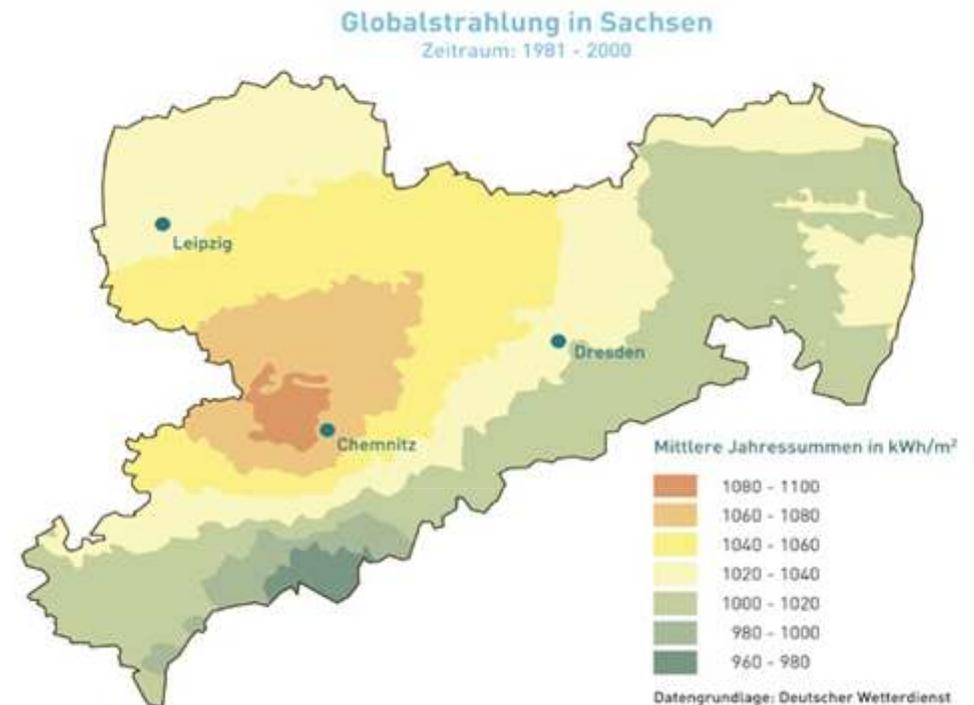
Quelle: www.wikipedia.de

Grundlagen der Solarstrahlung

Globalstrahlung



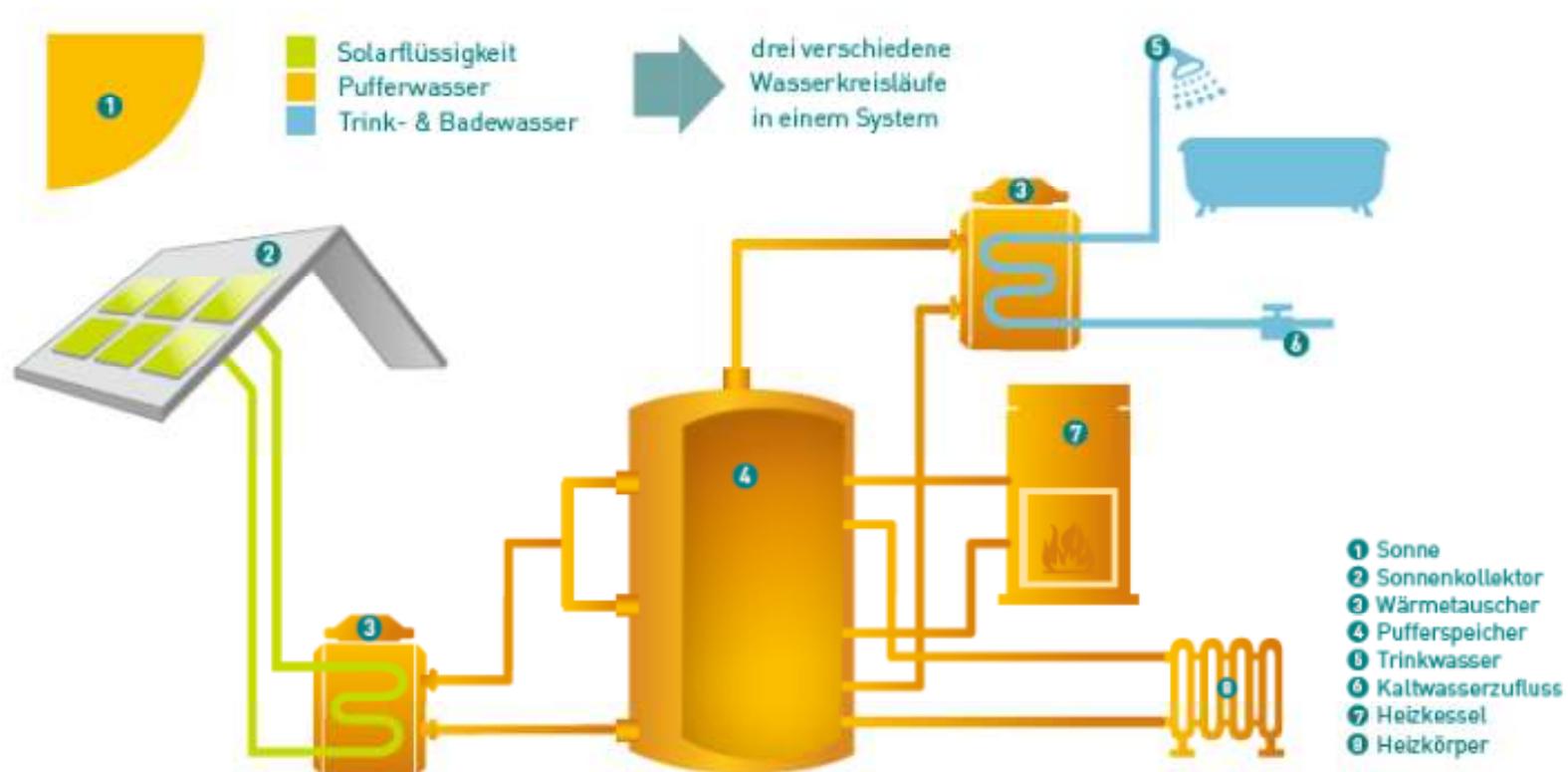
Quelle: www.solarschmidt.de



Solarwärme

Solarwärme

→ Funktionsweise

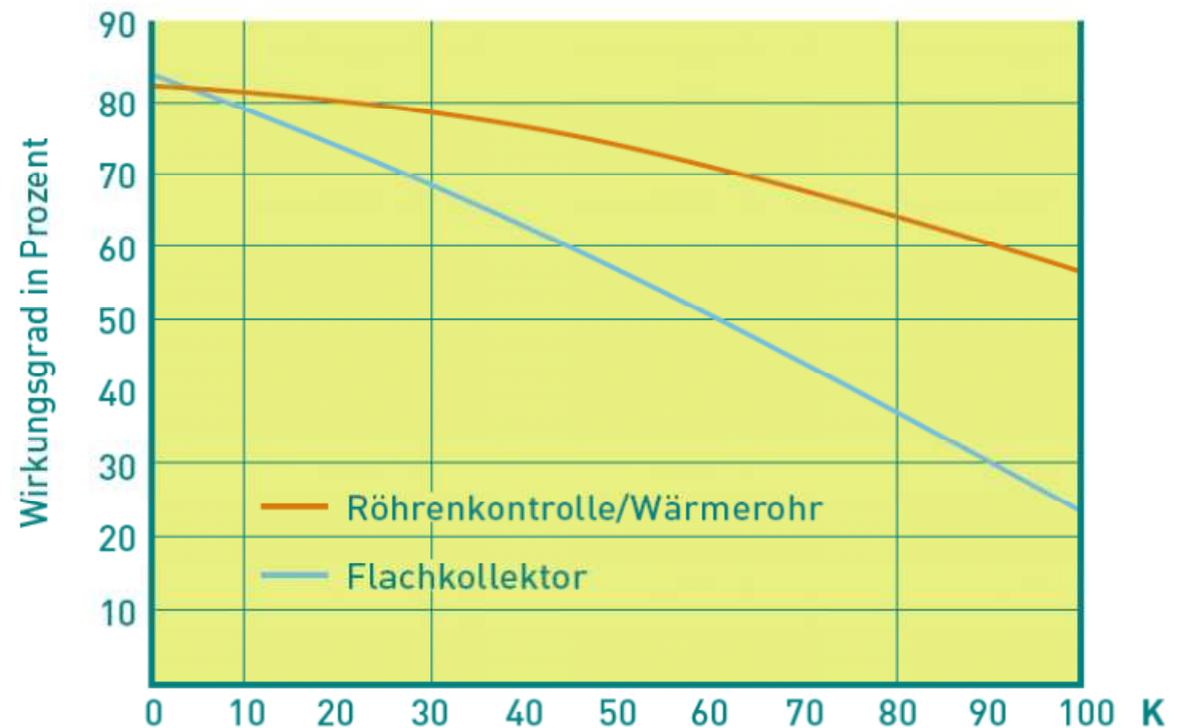


Komponenten von Solaranlagen

Sonnenkollektor

→ Typen

- Schwimmbadabsorber
- Flachkollektoren
- Vakuumröhrenkollektoren

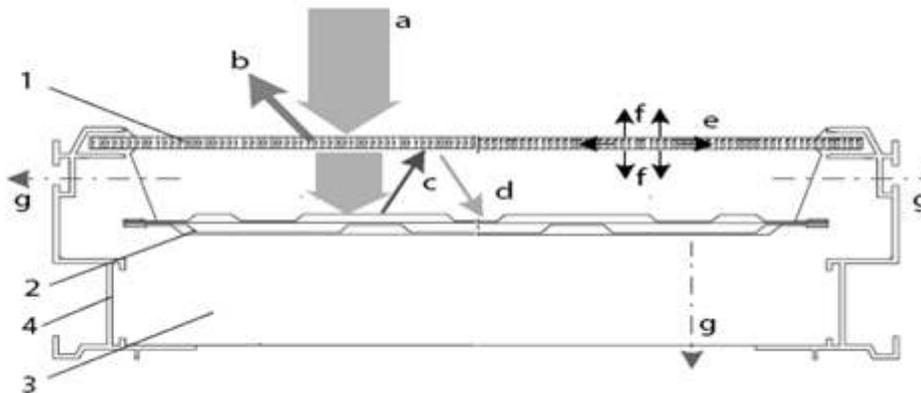


Komponenten von Solaranlagen

Sonnenkollektor

- Funktionsweise Flachkollektor

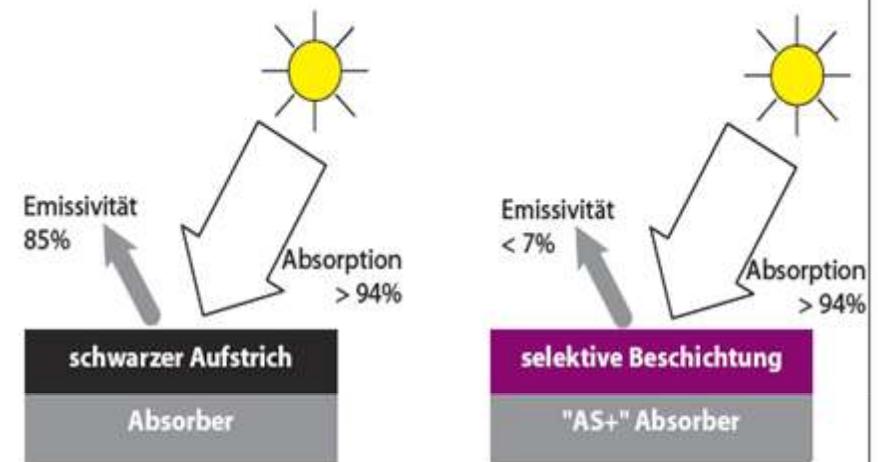
Fig.4: Einstrahlung und Wärmeverluste eines Flachkollektors



- a : Sonneneinstrahlung
- b : Strahlung von der Glasscheibe reflektiert
- c : Abstrahlung des Absorbers
- d : Strahlung von der Glasscheibe reflektiert
- e : Strahlung von der Glasscheibe absorbiert
- f : Thermische Abstrahlung der Glasscheibe
- g : Thermische Verluste des Kollektorgehäuses

- 1 : Glasscheibe
- 2 : Absorber "AS+"
- 3 : Isolierung
- 4 : Aluminiumrahmen

Fig.5: Emissivität und Absorption

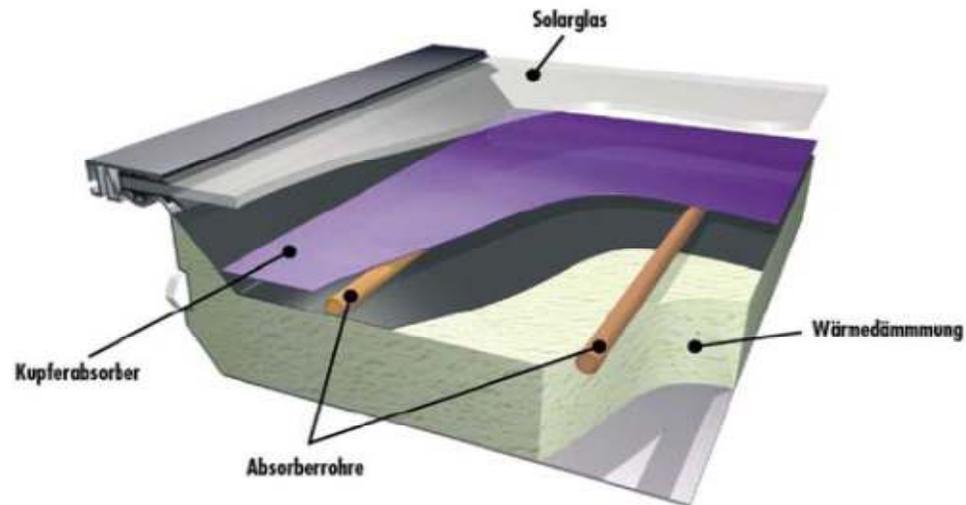


Energie Solaire Hispano Swiss SA ©2002

Komponenten von Solaranlagen

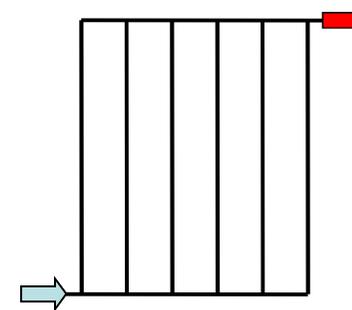
Sonnenkollektor

- Funktionsweise Flachkollektor

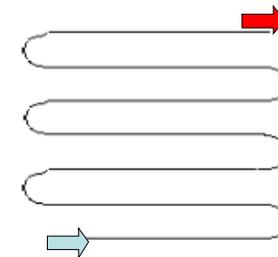


Quelle: consolar GmbH, Frankfurt (Main)

Harfenkollektor



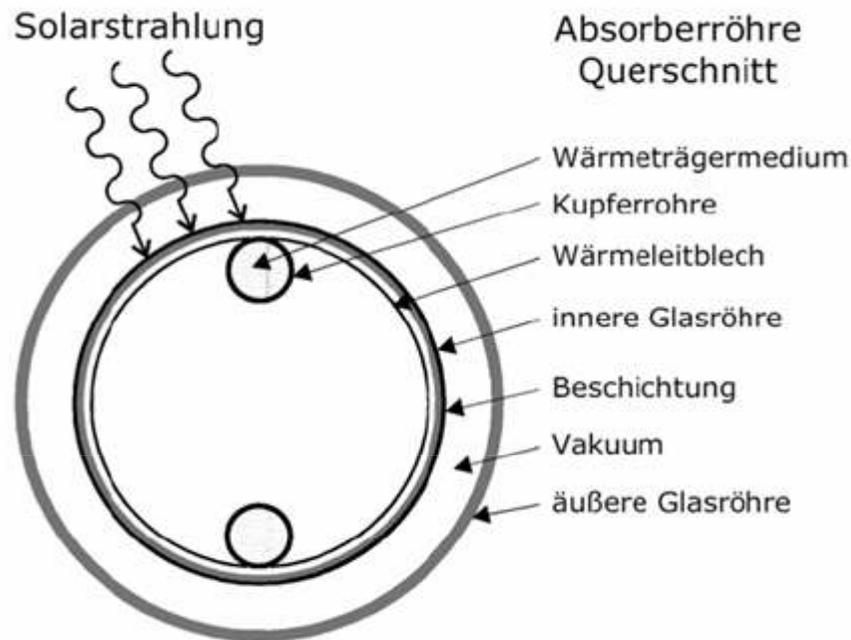
Mäanderkollektor



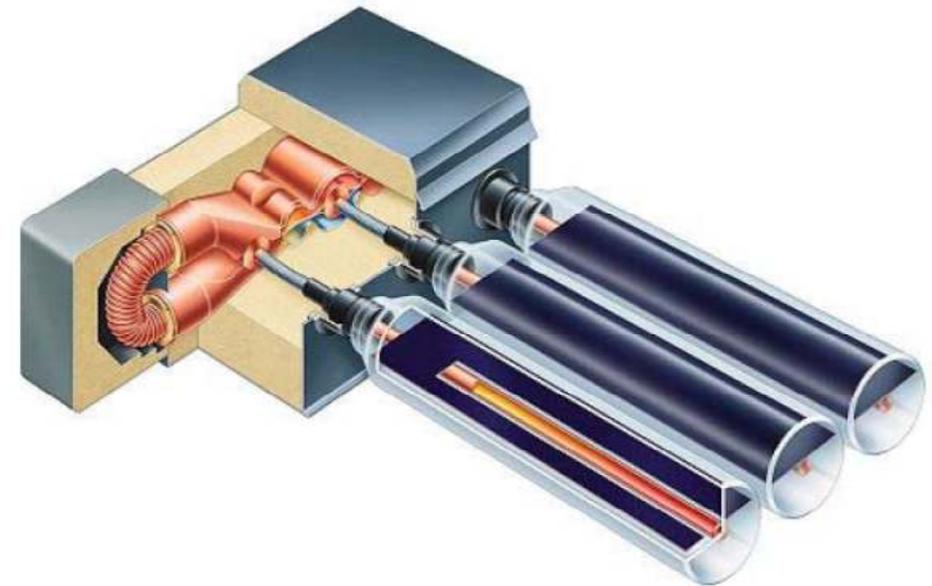
Komponenten von Solaranlagen

Sonnenkollektor

- Funktionsweise Vakuumröhrenkollektor
direkt durchströmt und heatpipe



Quelle: arsenal research



Quelle: Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf

Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Drucklose Speicher
 - Aus GfK bis 120 m²
 - Besonders geeignet bei begrenzten Zugangsmöglichkeiten
 - Speichertemperatur meist begrenzt auf 90°C
 - 2 Systeme in Serienfertigung:
 - Werkseitig endgefertigt
 - Einbringmaß/Kippmaß = Einschränkung
 - Großanlagen nur durch Kaskaden
 - Werkseitig vorgefertigt, vor Ort endmontiert
 - Größenbeschränkung nur durch Kubatur des Aufstellraumes
 - keine Einbringbeschränkungen/kein Kippmaß
 - geringer Transportaufwand

Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Drucklose Speicher
- Wärmespeicher: 2 x T 619-122
- Durchmesser: 2,20 m
- Höhe: 4,60 m
- Volumen: 24.000 Liter
- Aufstellort: Heizhaus
- Wärmeerzeugung durch Solaranlage (204 m²) und Sole-Wärmepumpenkaskade



[Quelle: Haase GFK-Technik GmbH]

Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Drucklose Speicher

➤ Wärme-Hamster©

serienmäßig bis 90°C temperaturbeständig

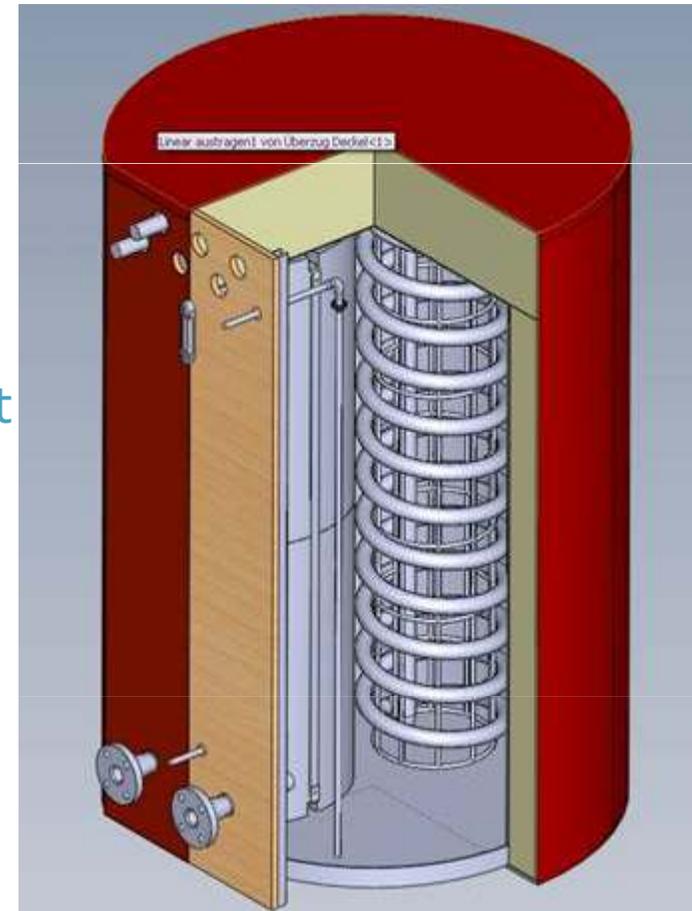
Volumen: 1.200 ... 50.000 Liter

... 300.000 Liter in Kooperation mit

VKA Schönbrunn

Maße: H = 1,75 ... 5,00 m

Ø = 1,20 ... 4,80 m



Kombispeicher mit Schichtenlader

und Frontpaneel

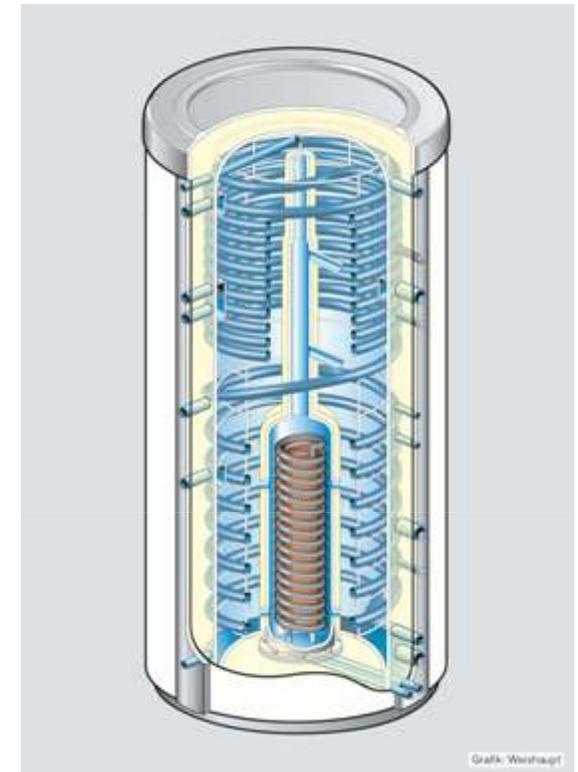
Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Druckspeicher
- Stahl
- Trinkwasserspeicher
- Kombispeicher
- Reine Pufferspeicher



Quelle: viessmann Werke



Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Druckspeicher
 - Stahl/Edelstahl
 - Druckausgleich
 - hohes Gewicht
 - Transportaufwand
 - Einbringmaß/Kippmaß
 - = Einsatzbeschränkung

Serieneinsatz nur bedingt möglich und sinnvoll

Komponenten von Solaranlagen

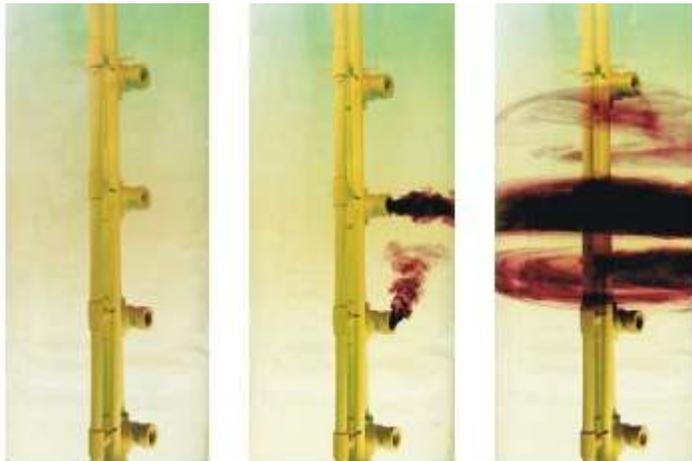
Speicher

- Beladungseinrichtungen
- Glattrohrwärmetauscher (beschränkte Wärmeübertragefläche)
- Edelstahlwellrohrwärmetauscher (drucklose Speicher, Trinkwassererwärmung)
- Plattenwärmetauscher extern
- Int. und externe Schichtladesysteme (aktiv und passiv)

Komponenten von Solaranlagen

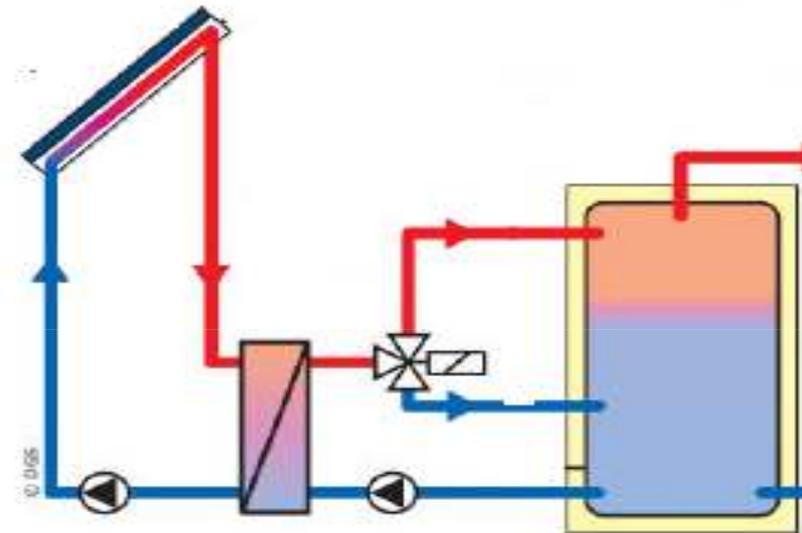
Speicher

- Beladungseinrichtungen
- Internes Schichtladerrohr



Quelle: Sovis

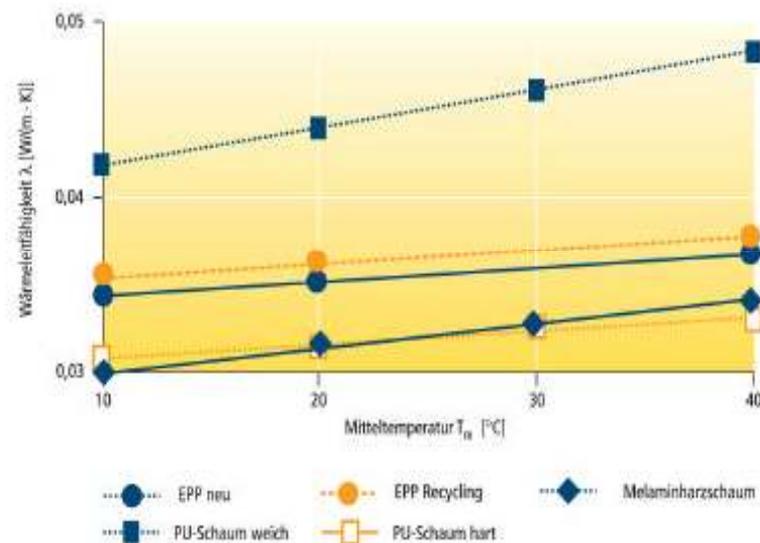
externe aktive Einschichtung



Komponenten von Solaranlagen

Speicher

- Speicherdämmung
- Ein großer Speicher hat weniger Außenfläche als mehrere kleine
- Dämmmaterialien : Weichschaum-, PU-Schaum-, Melaminharz- und Glasfaserdämmung

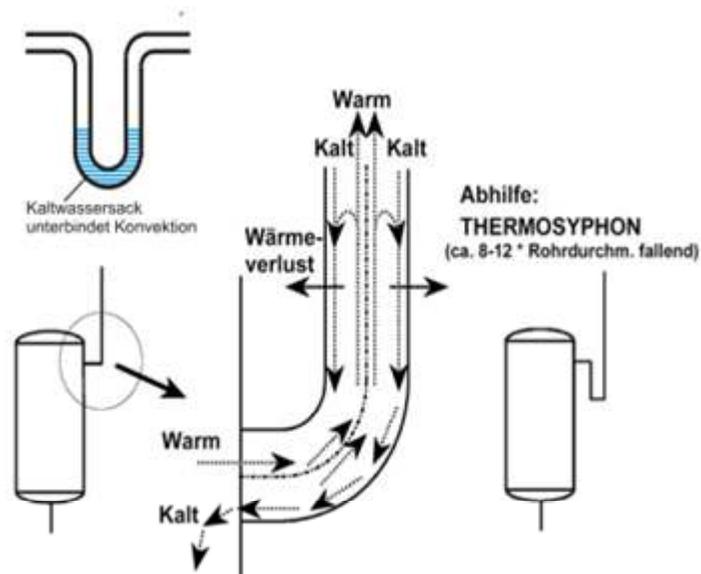


Quelle: FHTW Berlin

Komponenten von Solaranlagen

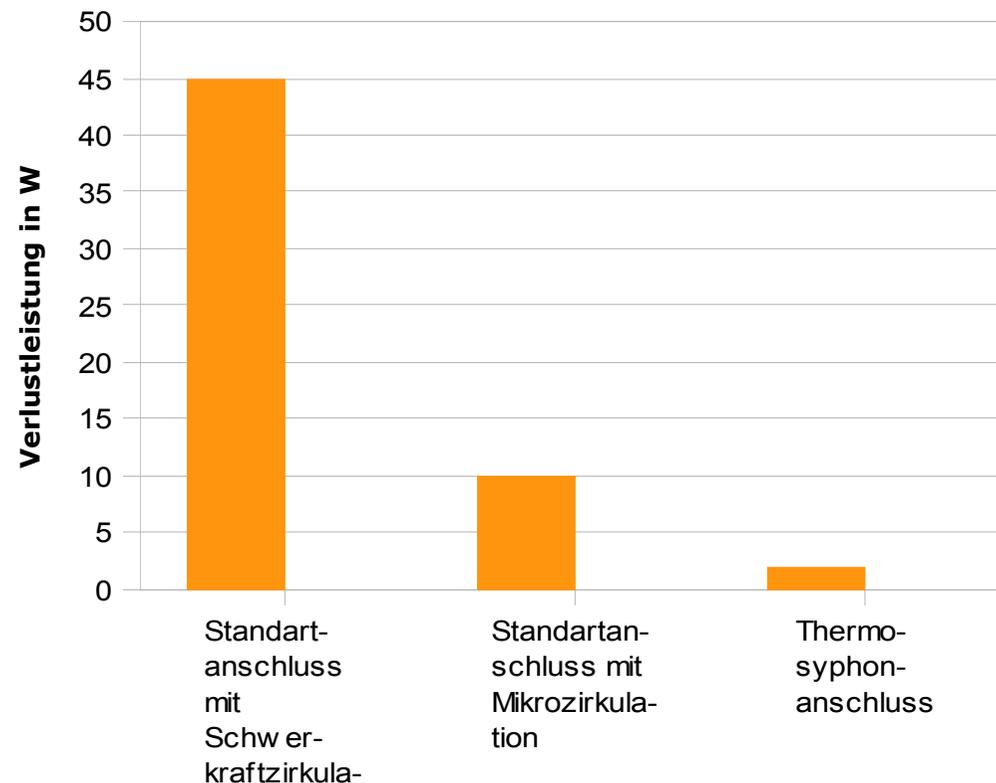
Speicher

- Speicherdämmung



Quelle: arsenal research Ges.m.b.H

Anschlussverluste



Komponenten von Solaranlagen

Pumpen

- Überblick
 - Standartpumpen
 - Asynchronmotor
 - gut regelbar über Wellenpaketverfahren
Phasenanschnittsteuerung
 - Hocheffizienzpumpen
 - Gleichstrommotoren
 - Regelung über Steuersignal z.B. (0-10V)

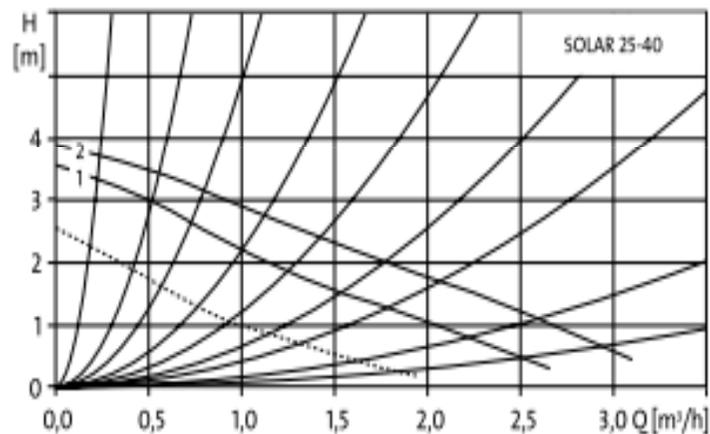


Quelle: Grundfos

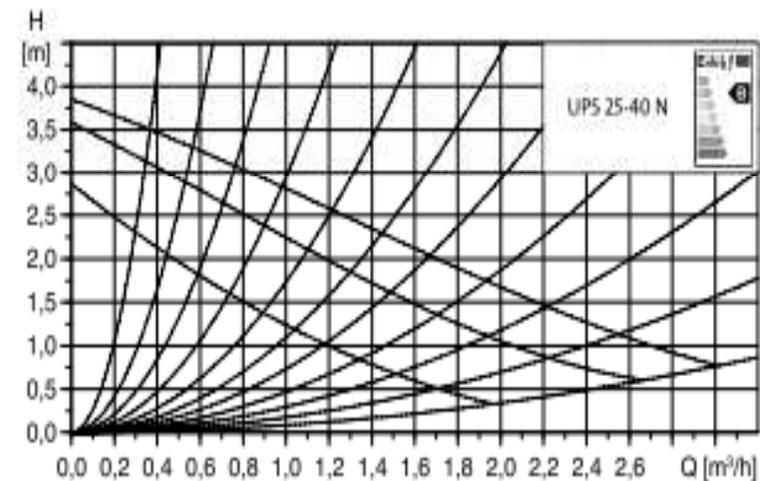
Komponenten von Solaranlagen

Hocheffizienzpumpen

- Verfügbar für alle Einsatzzwecke
- Kosten ca. doppelt so hoch wie Standartpumpe
- Leistungsaufnahme ca. 1/3
- Unterschied Solar- und Heizungspumpe



Quelle: Grundfos



Komponenten von Solaranlagen

Ausdehnungsgefäß

- Die Auslegung des Ausdehnungsgefäßes im Solarkreis hat entscheidenden Einfluss auf die Eigensicherheit der und Lebensdauer der Anlagen
- Funktion
 - Druckausgleich
 - Flüssigkeitsaufnahme bei Verdampfung



Quelle: Viessmann Werke

Komponenten von Solaranlagen

➔ **Regelung**

- Überblick
- Vom Differenztemperaturregler bis zum freiprogrammierbaren Systemregler
- Parametrierung
- Datenaufzeichnung
- Fehleranalyse
- Einfache Bedienbarkeit



Quelle: Technische Alternative

Komponenten von Solaranlagen

➤ **Ventile**

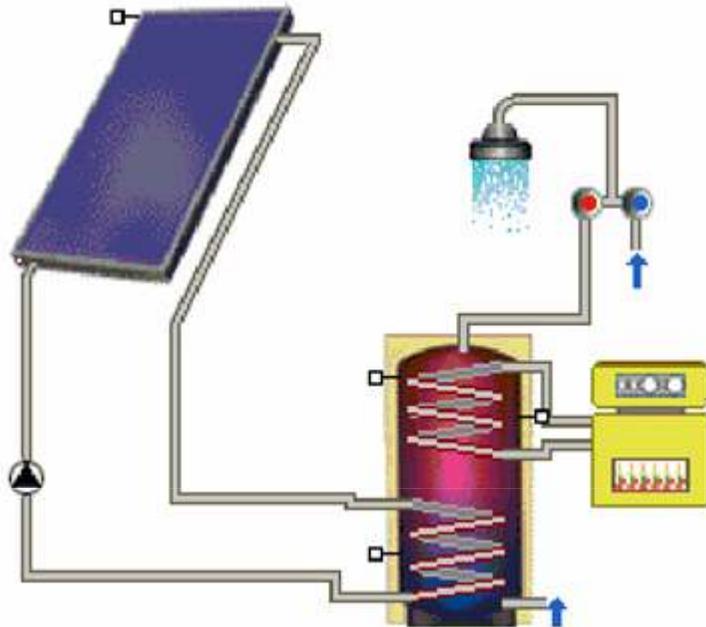
- Überblick
- Thermostatventile
- Mischventile (3 Wege-Mischer, 4 Wege bivalenter Mischer)
- Umschaltventile

Das Angebot an Ventilen lässt jegliche Art
von hydraulischen Verschaltungen zu

Anlagenhydraulik

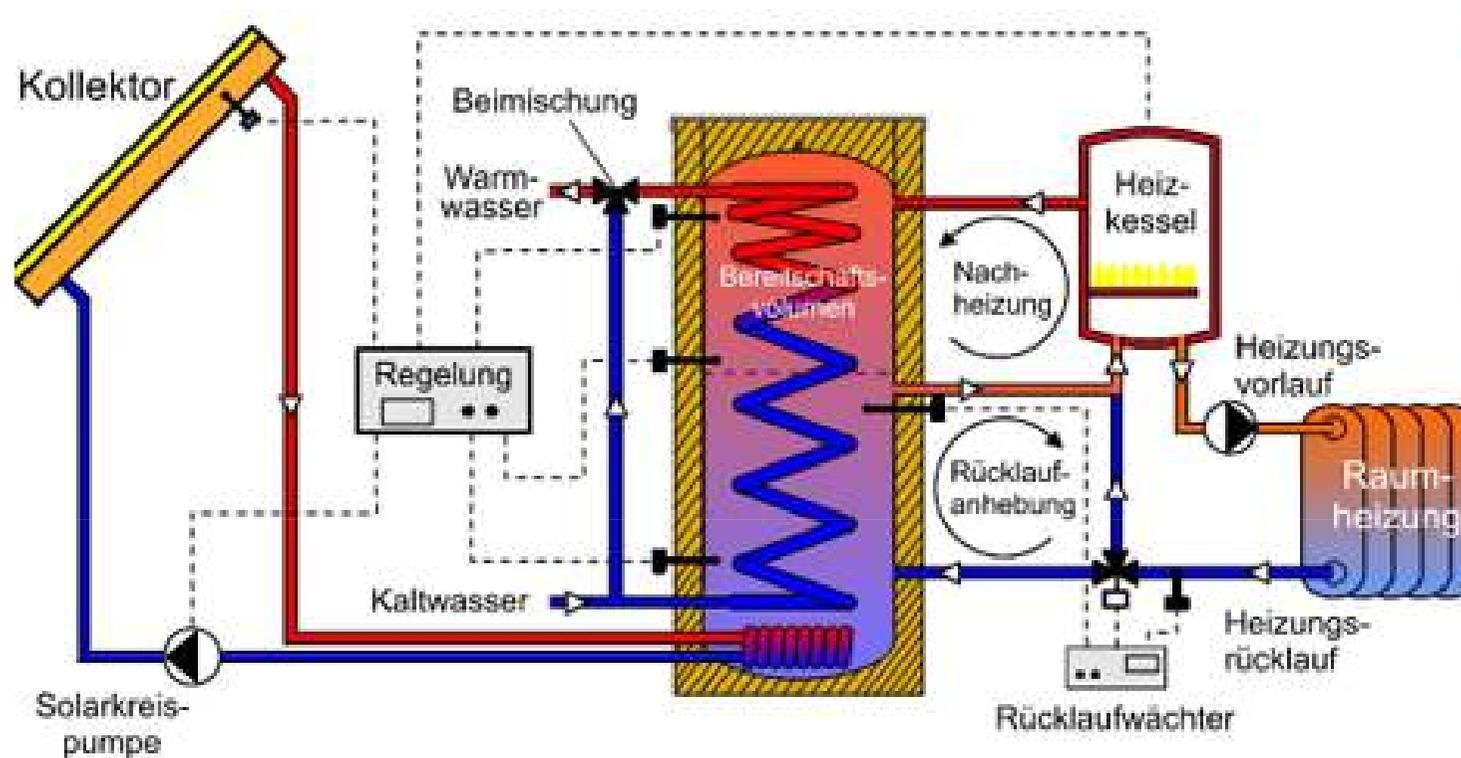
Trinkwassererwärmung

➤ Überblick



Anlagenhydraulik

- ➔ **Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung**
- Rücklaufanhebung

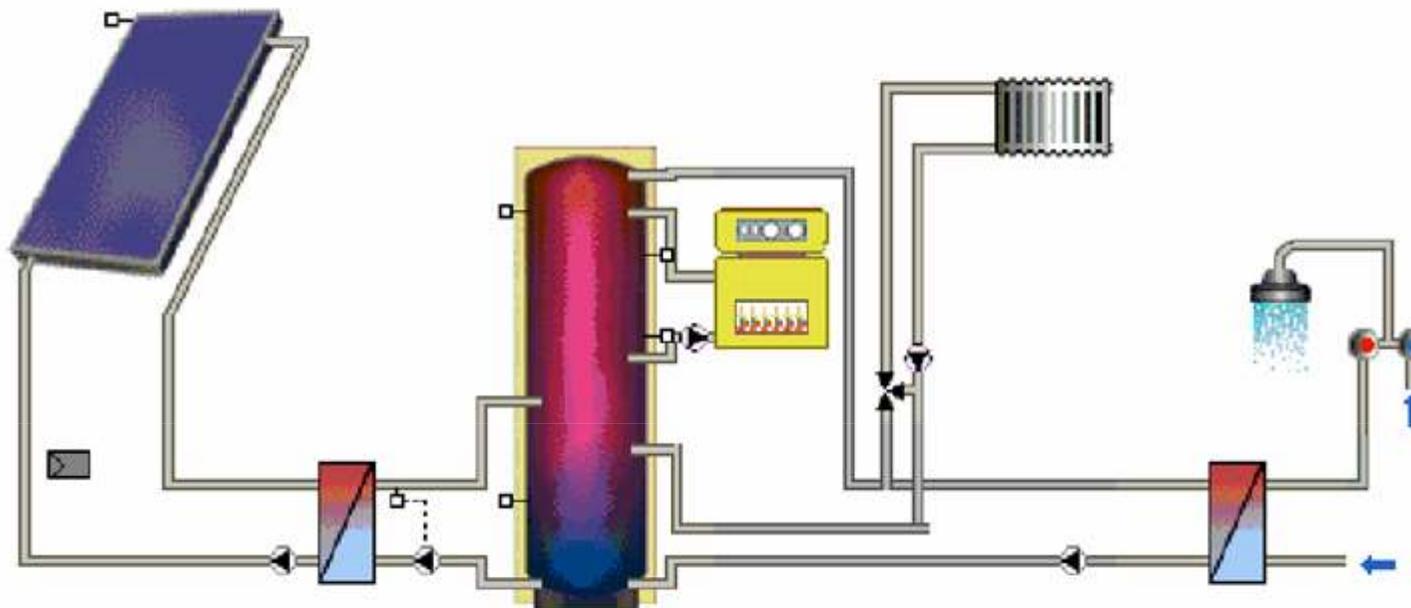


Quelle: ITW

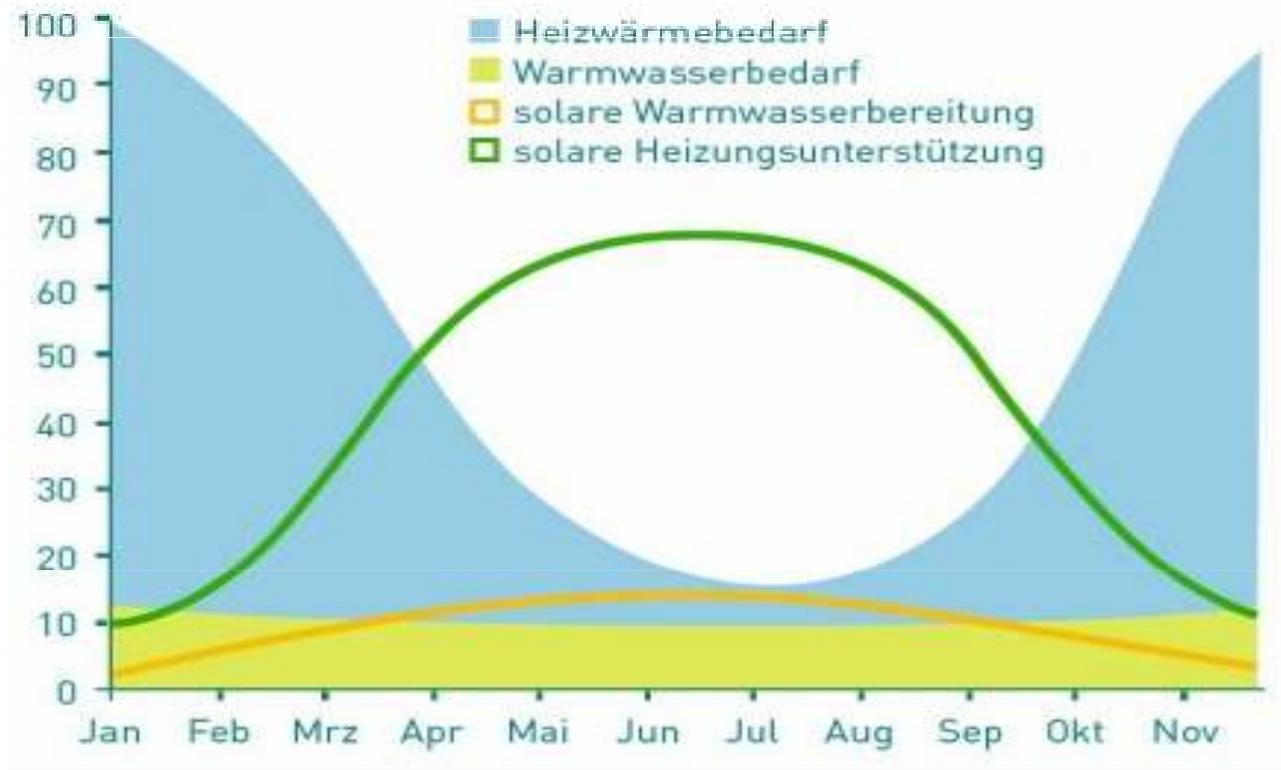
Anlagenhydraulik

Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

- Speicher als Zentrale



Auslegung einer Sonnenkollektoranlage



Auslegung einer Sonnenkollektoranlage

Normen

EN 12975-1	Kollektoren – Teil 1 – Allgemeine Anforderungen
EN 12975-2	Kollektoren – Teil 2 – Prüfverfahren
EN 12976-1	Vorgefertigte Anlagen – Teil 1 – Allgemeine Anforderungen
EN 12976-2	Vorgefertigte Anlagen – Teil 2 – Prüfverfahren
EN 12977-1	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 1 – Allgemeine Anforderungen
EN 12977-2	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 2 – Prüfverfahren
EN 12977-3	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 3 – Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen

Auslegung solarthermische Anlage

Was ist der Kundenwunsch?

- Hohe Primärenergiesubstitution
 - Abschaltung der Heizanlage im Sommer
 - hoher Deckungsgrad
 - Unterstützung des Heizsystems in den Übergangsmonaten
- Niedriger solarer Wärmepreis (ct/kWh)
 - wirtschaftliche Gesichtspunkte (Kosteneinsparung)
 - hoher Systemnutzungsgrad (kWh/m²koll)
 - Solaranlage als Vorwärmstufe
- Wärmestandard des Objektes
 - wirtschaftliche Gesichtspunkte (Ökobilanz)
 - geringer Wärmebedarf für das Gesamtobjekt.
 - Verbesserung der Gebäudeenergiebilanz

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung

- Normen geben den Trinkwasserbedarf an (50 l/Person und d)
- Häufig liegt ein geringerer Bedarf vor
- Zirkulation muss berücksichtigt werden
- Legionellenschutz

Frischwasserstation

- keine Legionellenproblematik
- kein durchmischen des Puffers
- durch Standardpuffer spätere Einbindung der Solaranlage in Heizung möglich

Brauchwasserspeicher

- Mindestspeichertemperatur
- marginal geringer Investitionskosten

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung

- Speichergröße sollte das 2 - 3fache des täglichen Warmwasserbedarfs betragen um sonnenarme Tage zu überbrücken
- Ziel ist die 100 %ige Deckung im Sommer

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung

- Juni: 5,6 kWh/m²d entsprechen ca. 120 l Warmwasser ΔT 40K
- Mit Kollektor- und Systemverlusten ca. 60l
- Eine Auslegung auf die Einstrahlungswerte des Juli ergeben dann ca. 1,5 m² Kollektorfläche und Person

Faustregel

pro Person 1,5-2 m² Kollektorfläche für Trinkwassererwärmung

Berechnung

über Simulationsprogramme ist eine Standort-, Anlagenhydraulik- und Größenbezogene Auslegung möglich

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

- Auslegung der Heizflächen entscheidet auch über die hydraulische Einbindung und Kollektorauswahl
- Kosten/Nutzenverhältnis
- Zur Verfügung stehende Dachfläche

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

- Eine Abschätzung ist schwer möglich
- Eine Simulation berücksichtigt fast alle Randbedingungen
- Tagesgänge mehrerer Jahre
- Energiebedarf des Gebäudes
- Anlagenhydraulik
- Kollektorausrichtung und -daten
- Puffervolumen
- Nutzerverhalten wie z.B. Heizzeiten

Auslegung solarthermische Anlage

Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Beispiel Simulation

Auslegung solarthermische Anlage

Ziele der Auslegung

- minimale Investitionskosten
- minimale Hilfsenergie
- maximaler Solarertrag

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung des Solarkollektorkreises

- Bestimmung der notwendigen Temperaturerhöhung
- Auswahl Flach- oder Röhrenkollektor
- Auswahl high- oder low flow Kollektoren (Flachkollektor)
 - high flow = 40-70 l/m² Kollektorfläche $\Delta T = 10K$
 - low flow = 10-30 l/m² Kollektorfläche $\Delta T = 40K$
- Vorteil high flow: geringe Druckverluste (Harfenkollektor) höher Wirkungsgrad
- Vorteil low flow: schnell nutzbares Temperaturniveau
- matched flow: geregelter Durchfluss, Vorteile kombinierbar

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung des Solarkollektorkreises

- Bestimmung des Druckverlustes
 - Bestimmung des Druckverlustes im Kollektorfeld
 - Festlegung Anzahl und Art der Kollektoren in Reihe und parallel
 - Festlegung des Kollektorvolumenstroms
 - Bestimmung zusätzliche Druckverluste, z.B. Bögen
 - Bestimmung des Druckverlustes in der Verteilleitung und Hauptleitung
 - Bestimmung des Druckverlustes in der Solarstation
 - Bestimmung des Druckverlustes im Solarwärmetauscher
 - Bestimmung sonstiger Druckverluste z.B. Armaturen

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung des Solarkollektorkreises

- Druckverlust mit Wärmeträgermedium berechnen
- Optimierung der Verrohrung und Pumpen zwischen Hilfsenergiebedarf und Investitionskosten (Flüssigkeitsvolumen, Dämmung, Wärmeverlust)

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Aufgaben des Ausdehnungsgefäß
 - Ausgleich der Flüssigkeitsdehnung bei Temperaturerhöhung
 - Aufnahme des Kollektorflüssigkeitsvolumen bei Stagnation
- Auslegung des Ausdehnungsgefäß
 - Ausdehnung der Solarflüssigkeit bei Erwärmung von -20°C bis Verdampfungstemperatur (Abhängig vom Systemdruck)

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Systemdruck in der Anlage
 - stellt Verdampfungstemperatur für die Solarflüssigkeit ein
 - Schützt die Pumpe vor Kavitation (statische Höhe, Druckverlust Mindestzulaufdruck)
 - Bestimmt die Sicherheitseinrichtungen im Kollektorkreis (6 oder 10 bar wobei die meisten Komponenten auf 10 bar ausgelegt sind)

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Stagnation im Kollektor
 - Regelfall bei Anlagen der Heizungsunterstützung
 - Auslegungsfall (Stromausfall) für Solaranlagen
 - Stagnationstemperaturen von bis zu 350°C im Röhrenkollektor
 - Dampfproduktionsleistungen von bis zu 200 W/m² im Kollektor

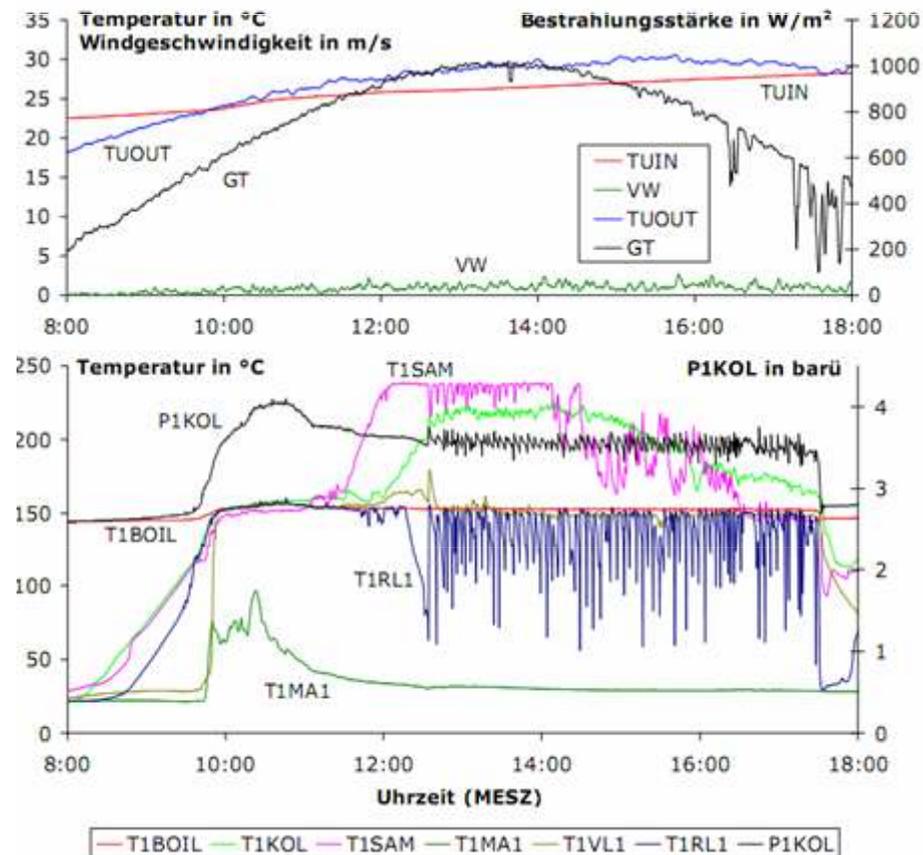


Massive Schäden an der Anlage und Personen möglich!

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Stagnation im Kollektor

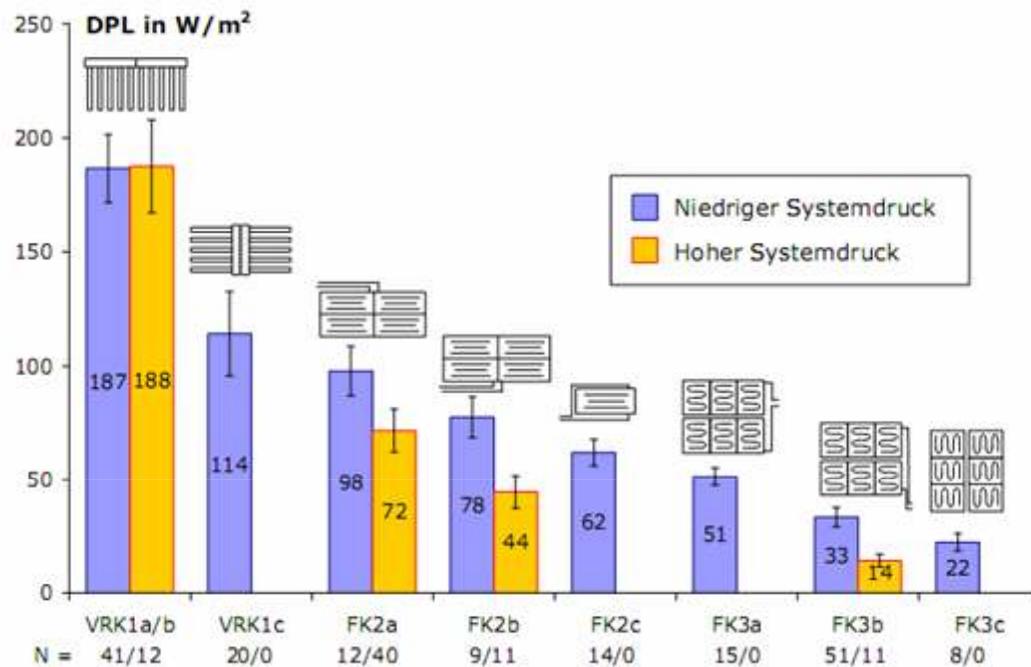


www.Solarkombianlagen-XL.info

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Stagnation im Kollektor



$$DPL = DR_{\max} \times RLV$$

DPL= Dampfproduktionsleistung

DR= Dampfreichweite

RLV= Rohrleitungsverluste

www.Solarkombianlagen-XL.info

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Stagnation im Kollektor
 - Die Dampfproduktionsleistung (DPL) gibt die Leistung des Kollektors im Stagnationsfall an
 - Bei vorhandener Flüssigkeit im Kollektor ständige Wärmeproduktion
 - Folgen: Druckanstieg bis zum abblasen über Sicherheitsventil
- Thermische Belastung von Komponenten



Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Auslegung des Ausdehnungsgefäße
- Bei unbekannter DPL auf das gesamte Kollektorkreisvolumen incl. Flüssigkeitsausdehnung bis Verdampfungstemperatur
- Bei bekannter DPL auf das Volumen was durch Dampfausbreitung verdrängt wird (Kollektorkreisvolumen + Teil der Rohrleitung)
- Weitere Einflussgrößen:
statische Höhe, Verdampfungsoltemperatur (Alterung Solarfluid),
Differenzdruck Pumpe, maximaler Anlagendruck (Sicherheitventil - Abschlag)

Beispiel Auslegung

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Minderung thermischer Belastung bei Stagnation
 - Kollektor leer laufen gewährleisten
 - Temperatur beständige Komponenten
 - Schutzmaßnahmen gefährdeter Komponenten durch Kühler (aktiv und passiv)
 - Systemdruck (höherer Systemdruck mindert DPL, niedriger Systemdruck belastet Solarfluid geringer)
 - Anschluss der Solaranlage oder Sicherheitskomponenten an USV (insbesondere Anlagen > 50 m²)
 - Anordnung Rückschlagventil bestimmt Dampfausbreitung

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Mögliche Schäden



www.Solarkombianlagen-XL.info

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Auslegung des Wärmetauschers

- Logarithmische Temperaturdifferenz ca. 5K
- Druckverlust entsprechend der zur Verfügung stehenden Pumpe

Beispiel Auslegung

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung Kollektorkreis

- Die Solarflüssigkeit

Oxidation und thermische
Belastung zersetzen
Wärmeträger

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung weiterer Komponenten

- Auslegung des Pufferspeichers ist abhängig
 - vom Heizungssystem
 - von der Kollektorfläche
 - von der gewünschten Deckungsrate
 - vom zur Verfügung stehenden Platz

Auslegung solarthermische Anlage

Auslegung weiterer Komponenten

- Pufferspeicher typische Speichervolumina
 - 50- 100 l/m² Kollektorfläche
 - niedrige Heizungssystemtemperaturen oder Röhrenkollektoren benötigen größere Speichervolumina
 - Das Pufferspeichervolumen sollte auf den wirtschaftlichen Betrieb optimiert werden

Was ist heute bereits möglich?

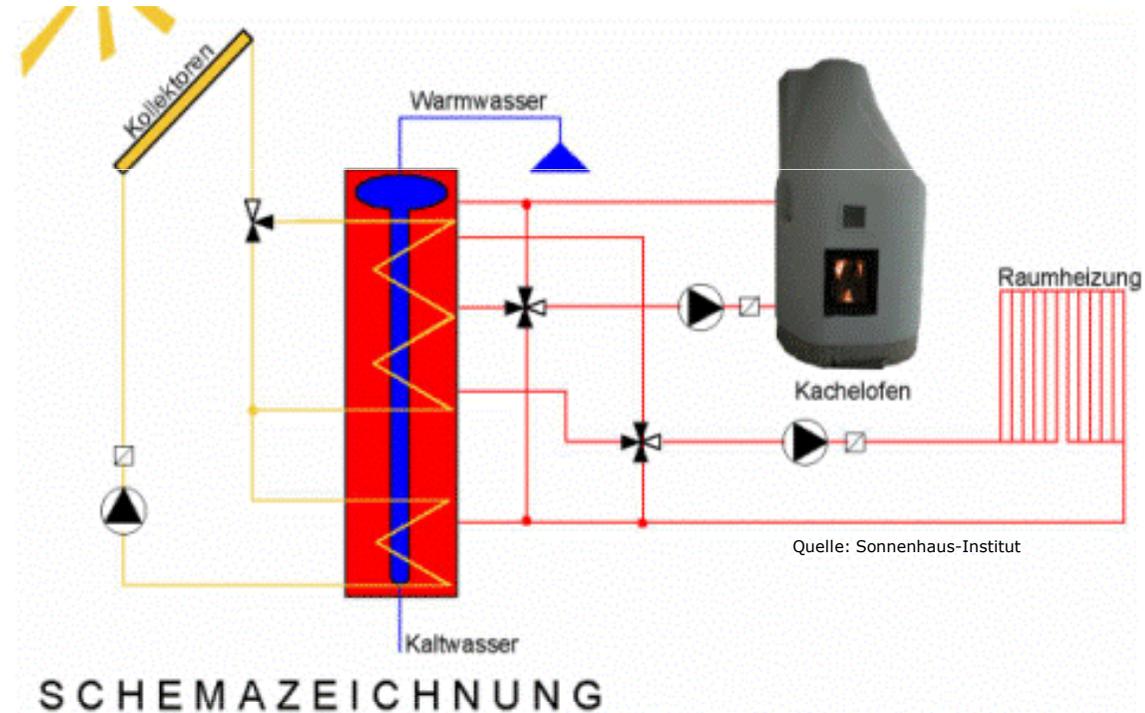
100% Solarhaus Freiberg – Baujahr 1992



Quelle: Fraunhofer ISE

- Wasserstoff als saisonaler Speicher, Strom und Wärmeversorgung 100% solar
- Baukosten ca. 5 Millionen DM

Was ist heute bereits möglich?



- wirtschaftlich lassen sich 70-80 % des Jahreheizwärmebedarfs aus solaren Quellen abdecken. Der Rest wird z.B. mit einem Biomasseofen abgedeckt.
- Ein Einfamilienhaus benötigt Speichervolumina von ca. 25 m³

Die VDI 2067 als Grundlage für eine umfassende Bewertung

Ziel der neuen VDI 2067:

Ziel der neuen Richtlinie ist eine "Bewertung gebäudetechnischer Anlagen in energetischer, ökologischer und wirtschaftlicher Sicht", wobei der energetischen Sichtweise besondere Bedeutung zukommt. Die VDI 2067 ist keine Auslegungsrichtlinie. Sie soll vielmehr helfen, bereits in einer sehr frühen Planungsphase (Konzeptionsphase) eine Entscheidung zwischen verschiedenen Varianten für eine definierte Nutzung fällen zu können.

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Vorgaben:

- Berechnungsverfahren für die Kosten (zul. auch nach VDI 6025)
- Berechnungsverfahren für den Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude
- Berechnungsverfahren und Werte für die Übergabe, Verteilung und Erzeugung von Energie

Freiheiten

- Wahl des Berechnungsverfahrens (Kapitalwert, Interner Zinssatz, Amortisationsmethode)
- Wahl der maßgeblichen Einflüsse bei den Kosten (Inflation, Aufzinsungsfaktor)

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Grundlegendes:

Es kann grundsätzlich von einzelnen Vorgaben abgesehen werden, wenn dies zwischen den Vertragspartnern vereinbart wird.

Dazu gehören z.B.:

- tatsächlicher Wärmebedarf
- Wahl der Preisänderungs- bzw. Annuitätsfaktoren
- Nutzungsdauer

Es ist dabei darauf zu achten, dass die Annahmen bzw. Abweichungen begründet und nachvollziehbar sind.

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Voraussetzungen

- in der Praxis können die Richtwerte erheblich abweichen;
- prinzipiell Summe aller Kosten heranziehen;
- Annahmen sind grundsätzlich zu dokumentieren;
- Kosten werden für einen 12-Monatszeitraum ausgewiesen;
- Festlegung der Anlagenvarianten und Ausstattung;
- bei Modernisierung gleichwertigen Standart annehmen;
- Preis und Kostenstand zum Zeitpunkt der Betrachtung;
- Änderungsfaktoren je nach Kostenart ermitteln;
- Berechnung in der Regel ohne Umsatzsteuer;

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Ermittlung der Kosten

- kapitalgebundene Kosten

Investitionen auch Ersatzinvestitionen technischen Anlagen,

Gebäudekosten,

zusätzlicher Schall und Wärmeschutz,

Technikzentralen, Anschlusskostenbeiträge, Übergabestationen

- entweder nach Richtlinie oder überschlägig anhand von Kostenrichtwerten

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Ermittlung der Kosten

- verbrauchsgebundene Kosten

Jahresenergiebedarf aus entsprechender Berechnung

Brennstoff- und Energiepreise am Standort (Leistungs- und Arbeitspreis berücksichtigen),

Kosten für Hilfsenergie, Schmierstoffe etc.

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Ermittlung der Kosten

- betriebsgebundene Kosten
Personalkosten (Bedienen), Warten, Inspizieren
- sonstige Kosten
Versicherungen, Abgaben, Verwaltungskosten etc.

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Definitionen:

Annuität: Als Annuität bezeichnet man einen Zahlungsstrom, welcher für eine festgelegte Anzahl an Perioden, in regelmäßigen Abständen und in gleicher Höhe wiederkehrt.

Barwert: Der zusammengefasste heutige Wert einer oder mehrerer in der Zukunft anfallender positiver oder negativer Zahlungen.

Restwert: Nach Abschreibung eines Anlageguts verbleibender Buchwert, der nach Ende der betrieblichen Nutzungsdauer dem Schrottwert entsprechen kann.

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1

Definitionen:

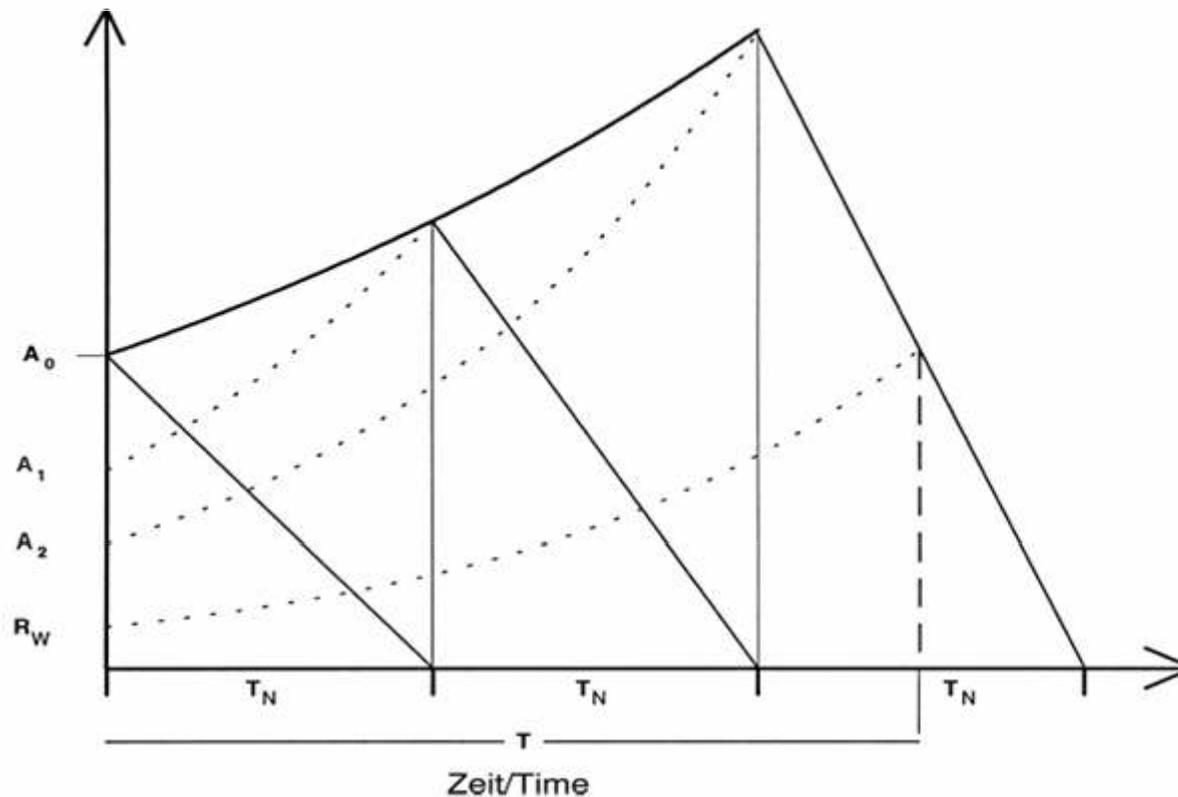
Zinsfaktor: Zinsen am Kapitalmarkt

Annuitätsfaktor: Ist ein Rechenwert zur Berechnung von jährlichen Zins- und Tilgungszahlungen.

preisdynamischer Annuitätsfaktor: ist ein Rechenwert zur Berechnung von jährlichen Zins- und Tilgungszahlungen bei dem Preisänderungsfaktoren (Inflation) berücksichtigt werden

Berechnung der Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067

Berechnung nach Blatt 1



Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Weitere Berechnungsverfahren gibt die VDI 6025 an.

Sensitivitätsanalysen

Kapitalwertmethode

Annuitätsmethode

Zinsfussmethode

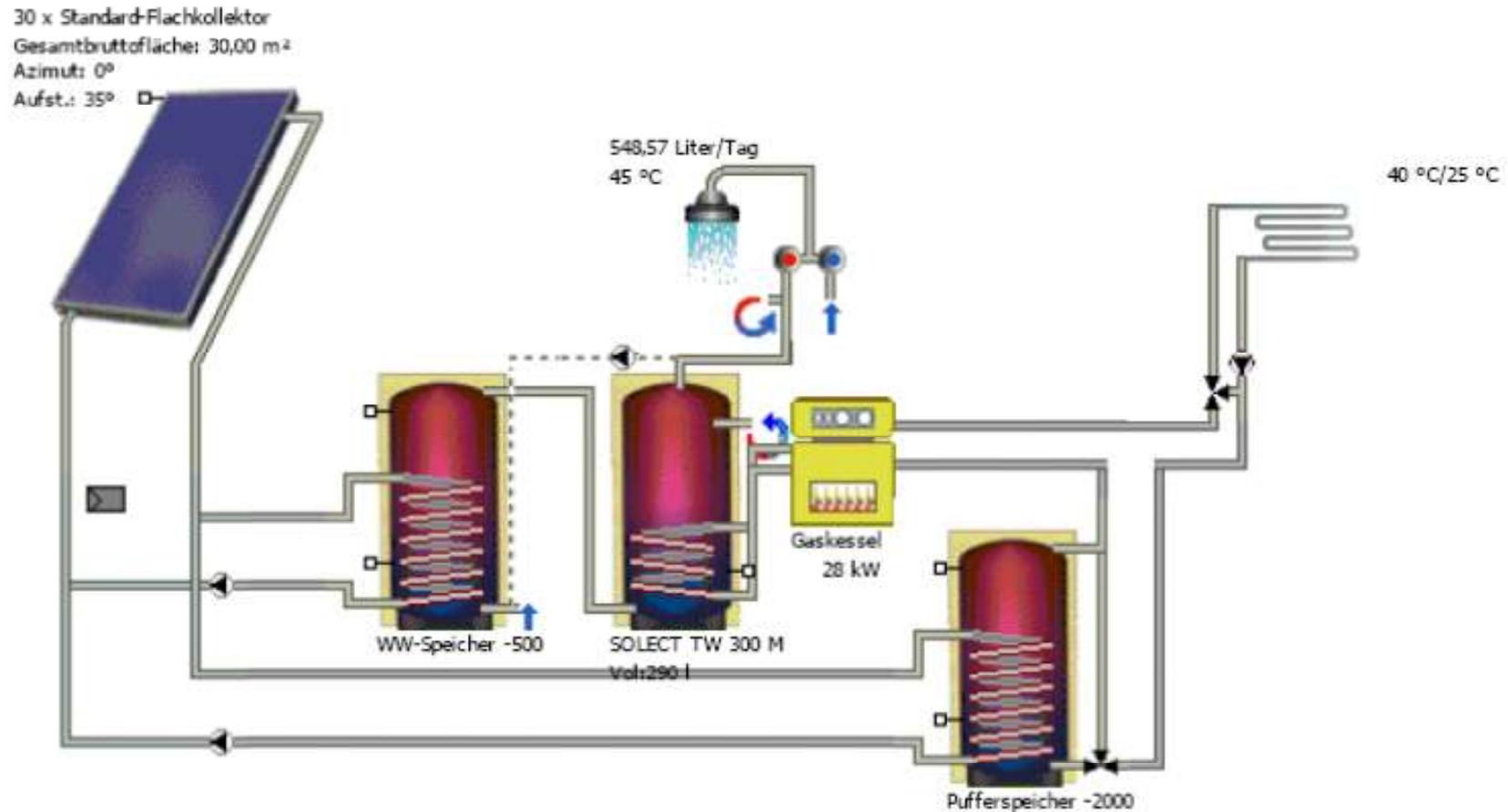
Beispielberechnung

¹⁾ in Jahren

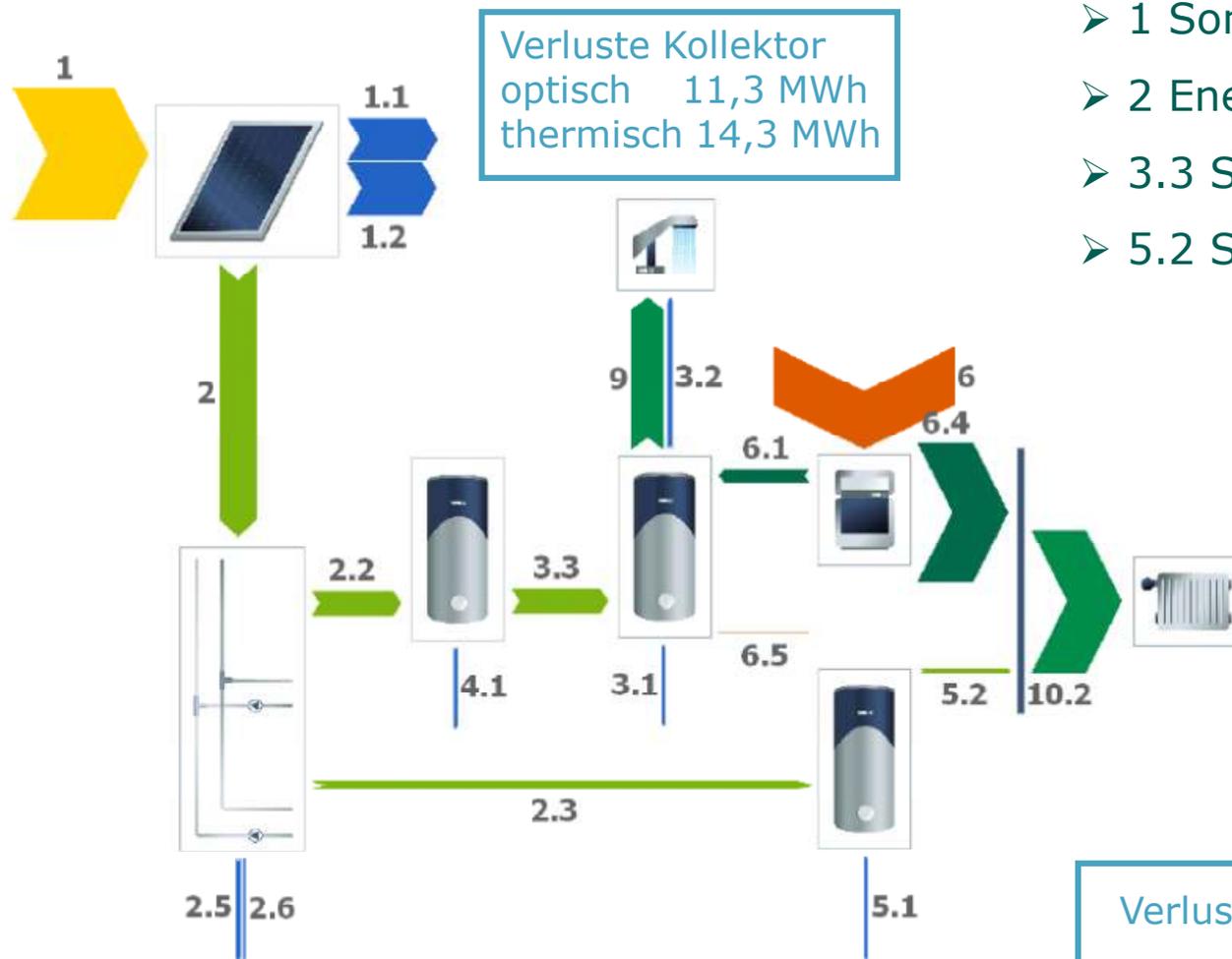
²⁾ in Prozent der Investitionssumme pro Jahr und Komponente

³⁾ in Stunden pro Jahr. Der Aufwand für Bedienung wird jeweils der Erzeugung zugeschlagen.

Anlagenschema



Energiebilanzschema



Verluste Kollektor
optisch 11,3 MWh
thermisch 14,3 MWh

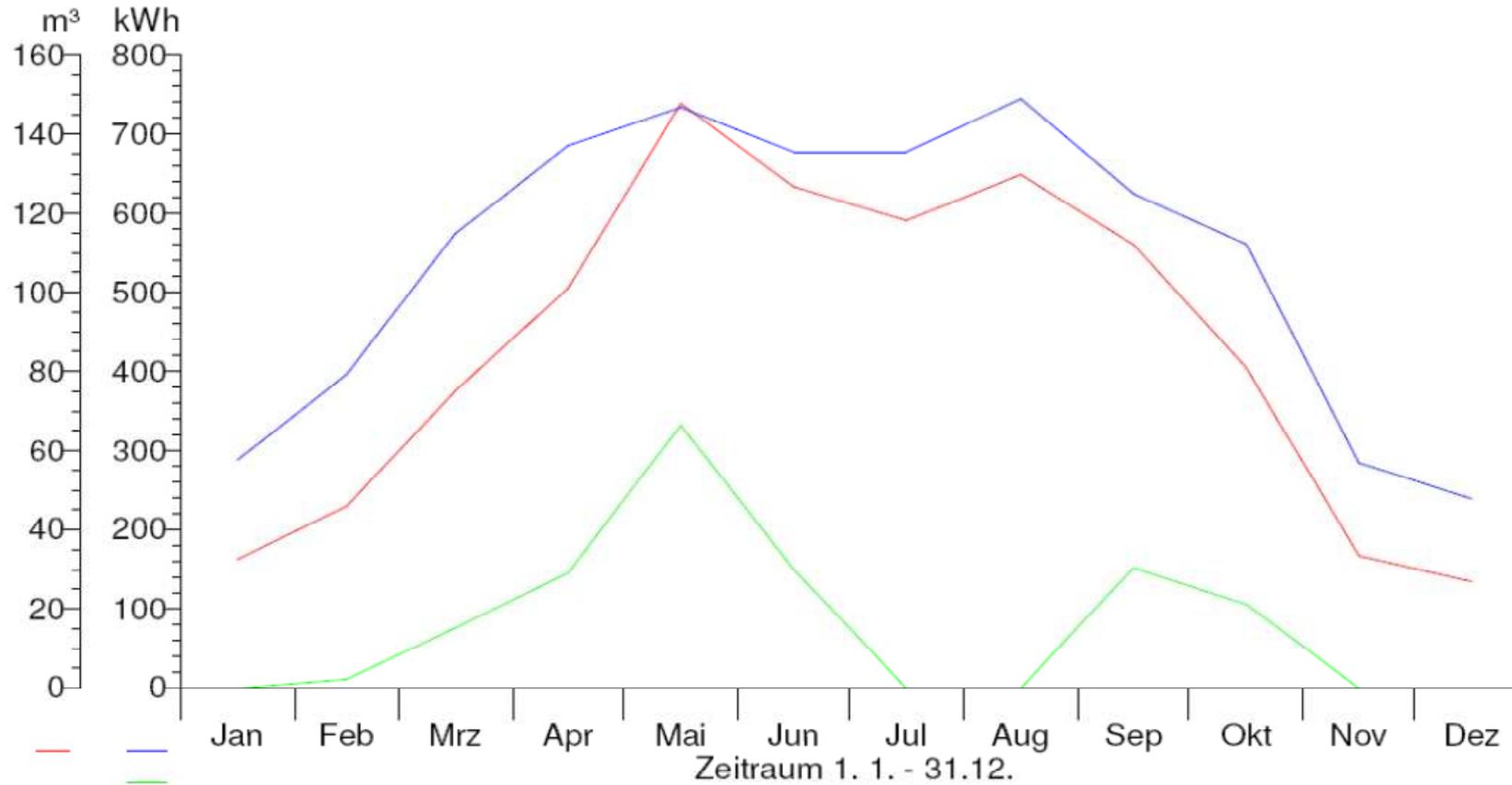
- 1 Sonneneinstrahlung 36 MWh
- 2 Energie v. Kollektor 10 MWh
- 3.3 Solarenergie WWB 6,5 MWh
- 5.2 Solarenergie Hzg 1 MWh

Verluste Anlage
2,5 MWh

Variante 1

- ❖ Warmwasserbedarf 50 l pro Person und Tag (Standardwert)
- ❖ Kesselnutzungsgrad Warmwasserbereitung 55 % (Standard Gaskessel)
- ❖ Energiepreissteigerung jährlich 8 %
- ❖ Heizbetrieb 01.09. bis 30.06.

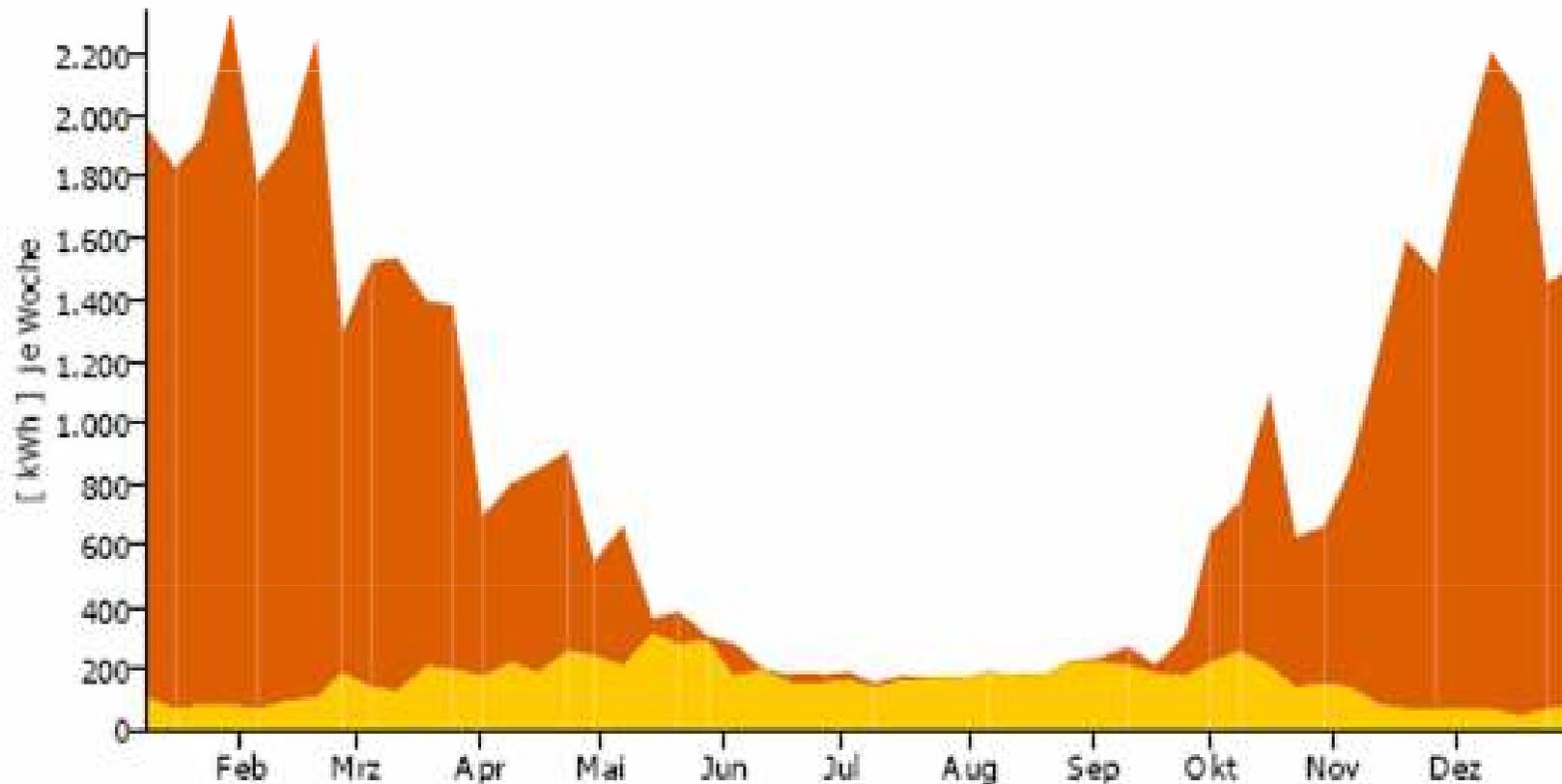
Solare Gewinne und Einsparung Primärenergie



	Einsp. Erdgas H 1.031 m ³		E Solar WW 6.486 kWh
	E Solar Hzg 974 kWh		

Anteil Solarenergie am Energieverbrauch

15,4 %



	Energie Solarsystem	7.460 kWh
	Gesamtenergieverbrauch	48.350 kWh

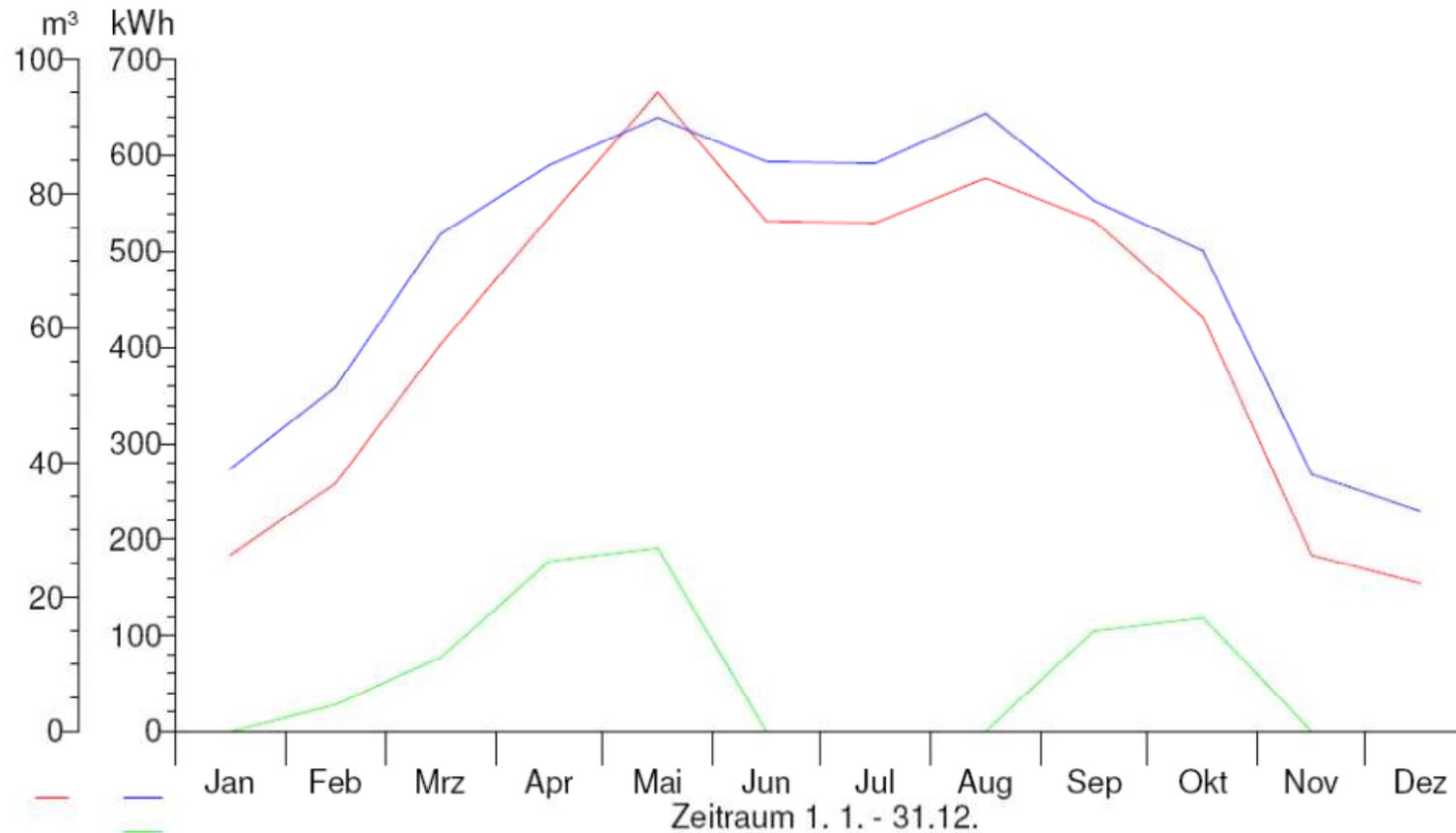
Wirtschaftlichkeitsberechnung Variante 1

Ertrag des Systems	7.459 kWh
Brennstoffeinsparung	1.030 m ³
Anlagennutzungsdauer	20 Jahre
Kapitalzins	2,5 %
Preissteigerung Energie	8,0 %
Preissteigerung Betriebskosten	1,5 %
Investition	-27.000 €
Förderung	6.150 €
Einsparung	34.559 €
Betriebskosten	-1.499 €
Kapitalwert	12.210 €
Amortisationszeit	14,8 Jahre

Variante 2

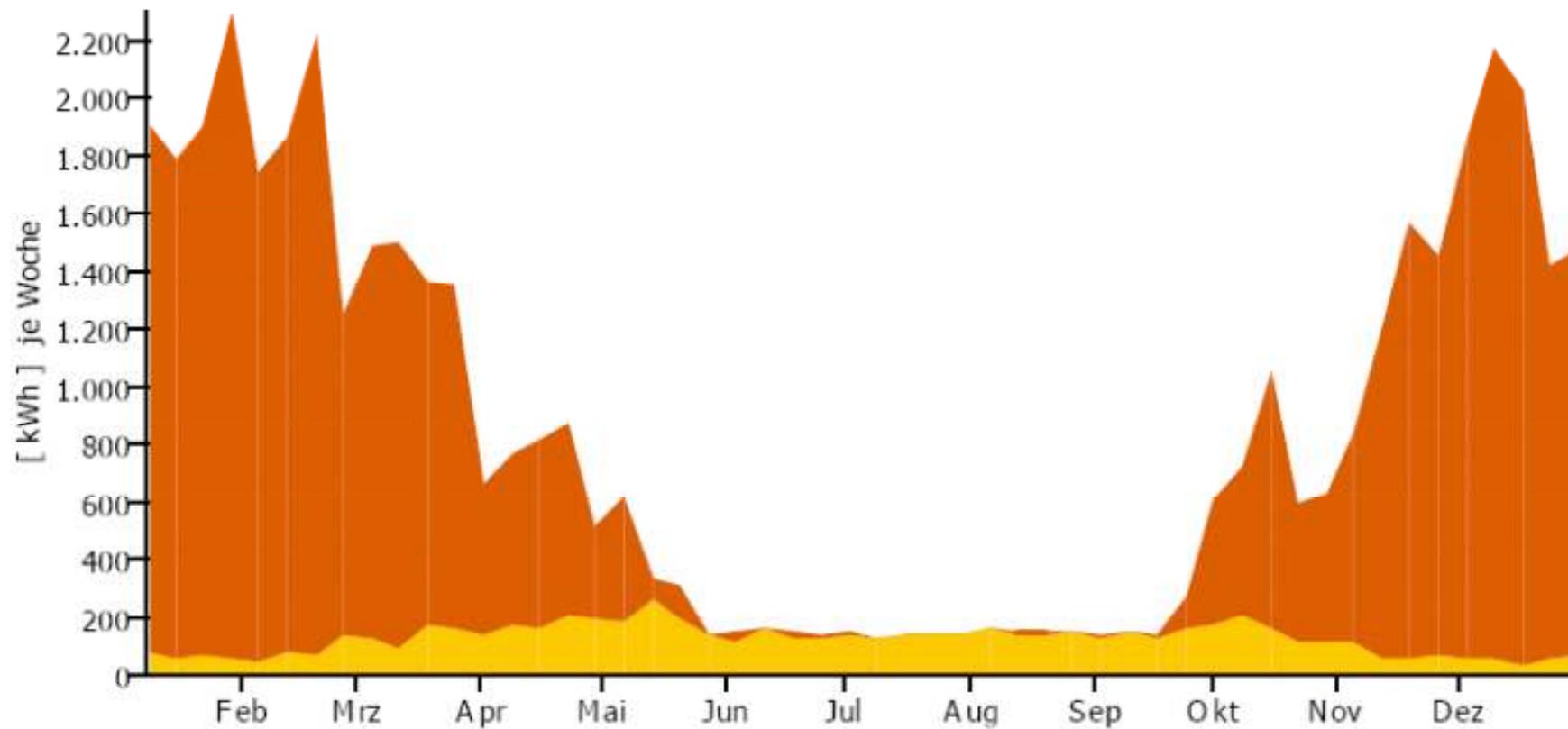
- ❖ Warmwasserbedarf **40** l pro Person und Tag (Standardwert)
- ❖ Kesselnutzungsgrad Warmwasserbereitung **75** % (Gas Brennwert)
- ❖ Energiepreissteigerung jährlich **5** %
- ❖ Heizbetrieb **15.09.** bis **15.06.**

Solare Gewinne und Einsparung Primärenergie



—	Einsp. Erdgas H 713 m ³	—	E Solar WW 5.761 kWh
—	E Solar Hzg 697 kWh		

Anteil Solarenergie am Energieverbrauch 14 %



 Energie Solarsystem 6.458 kWh

 Gesamtenergieverbrauch 45.914 kWh

Wirtschaftlichkeitsberechnung Variante 2

Ertrag des Systems	6.458 kWh
Brennstoffeinsparung	712,8 m ³
Anlagennutzungsdauer	20 Jahre
Kapitalzins	2,5 %
Preissteigerung Energie	5,0 %
Preissteigerung Betriebskosten	1,5 %
Investition	-27.000 €
Förderung	6.150 €
Einsparung	17.650 €
Betriebskosten	-1.448 €
Kapitalwert	-4.649 €
Amortisationszeit	24.2 Jahre

Variantenvergleich

Ertrag des Systems	7.459 kWh	6.458 kWh
Solare Deckung WWB Heizung	15,4 %	14 %
Brennstoffeinsparung	1.030 m ³	712,8 m ³
Preissteigerung Energie	8,0 %	5,0 %
Einsparung	34.559 €	17.650 €
Kapitalwert	12.210 €	-4.649 €
Amortisationszeit	14,8 Jahre	24.2 Jahre

Der Denkmalschutz

Grundlagen Denkmalschutz

§ 1 Aufgabe

- (1) Denkmalschutz und Denkmalpflege haben die Aufgabe, die Kulturdenkmale zu schützen und zu pflegen, insbesondere deren Zustand zu überwachen, auf die Abwendung von Gefährdungen und die Bergung von Kulturdenkmalen hinzuwirken und diese zu erfassen und wissenschaftlich zu erforschen.**

§ 12

Genehmigungspflichtige Vorhaben an Kulturdenkmalen

- (1) Ein Kulturdenkmal darf nur mit Genehmigung der Denkmalschutzbehörde**
- 2.**
in seinem Erscheinungsbild oder seiner Substanz verändert oder beeinträchtigt werden,
- 3.**
mit An- und Aufbauten, Aufschriften oder Werbeeinrichtungen versehen werden,

Der Denkmalschutz

Spannungsfeld

„Zwickmühle“

Einerseits soll das überlieferte Erscheinungsbild von Bauten und Stadtansichten erhalten bleiben, andererseits reagieren wir mit solchen Anlagen auf einen anderen Schutzbelang, nämlich die Forderung nach dem Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Schließlich werden bei steigenden Energiekosten in Zukunft auch die ökonomischen Aspekte zunehmend für den Einsatz alternativer Energien sprechen.

Solar- und Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen von denkmalgeschützten Gebäuden oder auf Bauwerken in geschützten Gesamtanlagen können Sichtachsen innerhalb der Ortschaft stören und historisch überkommene Ortsbilder und Ortsränder entwerten durch ihre weit sichtbare Spiegelung sowie durch die von der historischen Dachlandschaft in Struktur und Farbe abweichende Materialwirkung.

Der Denkmalschutz

Lösungsansatz

- Hauptsichtachsen
- Hauptansichtseite
- Fassaden
- Nebengebäude
- Garten / Freiflächen
- Konzentration auf Dachteile



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Christian Micksch - Geschäftsführer

0351 / 4910 - 3150

Harald Herter - Geschäftsführer

0351 / 4910 - 4600

Bereich Energieeffizienz:

Freia Frankenstein-Krug

0351 / 4910 - 3160

Antje Müller

0351 / 4910 - 3161

Marc Postpieszala

0351 / 4910 - 3163

Cathleen Klötzing

0351 / 4910 - 3166

Björn Wagner

0351 / 4910 - 3169

Uwe Kluge

0351 / 4910 - 3170

Helfried Kaulfuß

0351 / 4910 - 3176

Antje Fritzsche

0351 / 4910 - 3173

Daniela Müller

0351 / 4910 - 3178

Bereich zukunftsfähige Energieversorgung:

Denise Pielniok

0351 / 4910 - 3162

Martin Reiner

0351 / 4910 - 3167

Stefan Thieme

0351 / 4910 - 3168

