

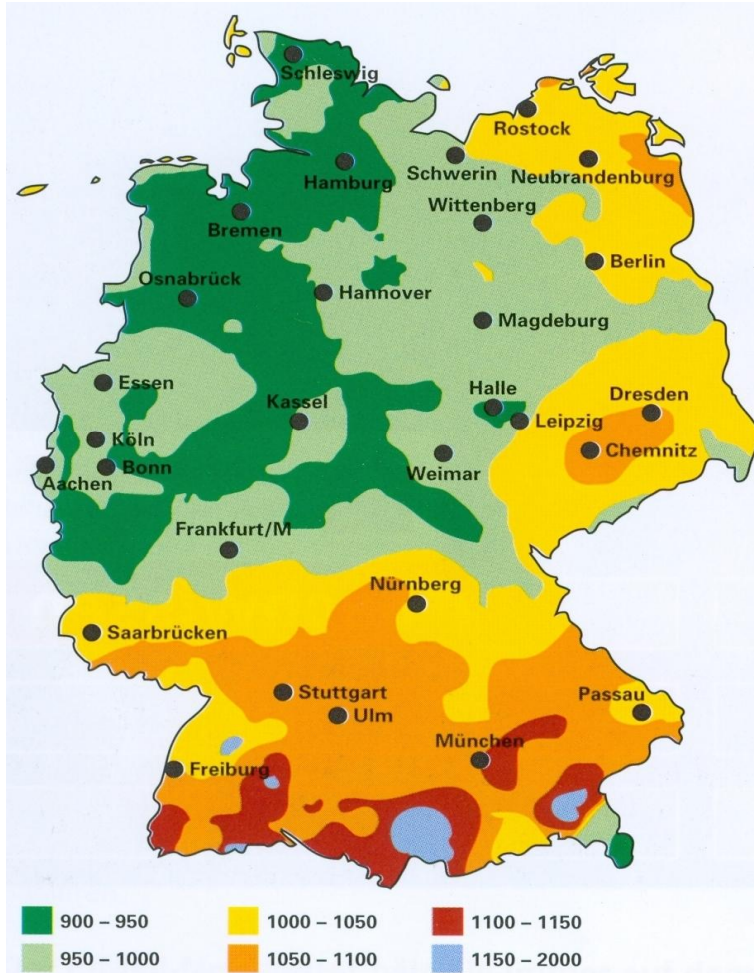
Solaranlagen für Warmwasser und Heizungsunterstützung



Die Energie der Sonne nutzen

- Solare Rahmendaten
- Randbedingungen für den Bau
- Dimensionierung der Solaranlage
- Schichtspeicher mit Frischwassersystem
- Wesentliche Bauteile der Solaranlage
- Kosten, Förderung und Wirtschaftlichkeit
- Online-Systemsimulation der Anlage
- Innovative Neuentwicklungen

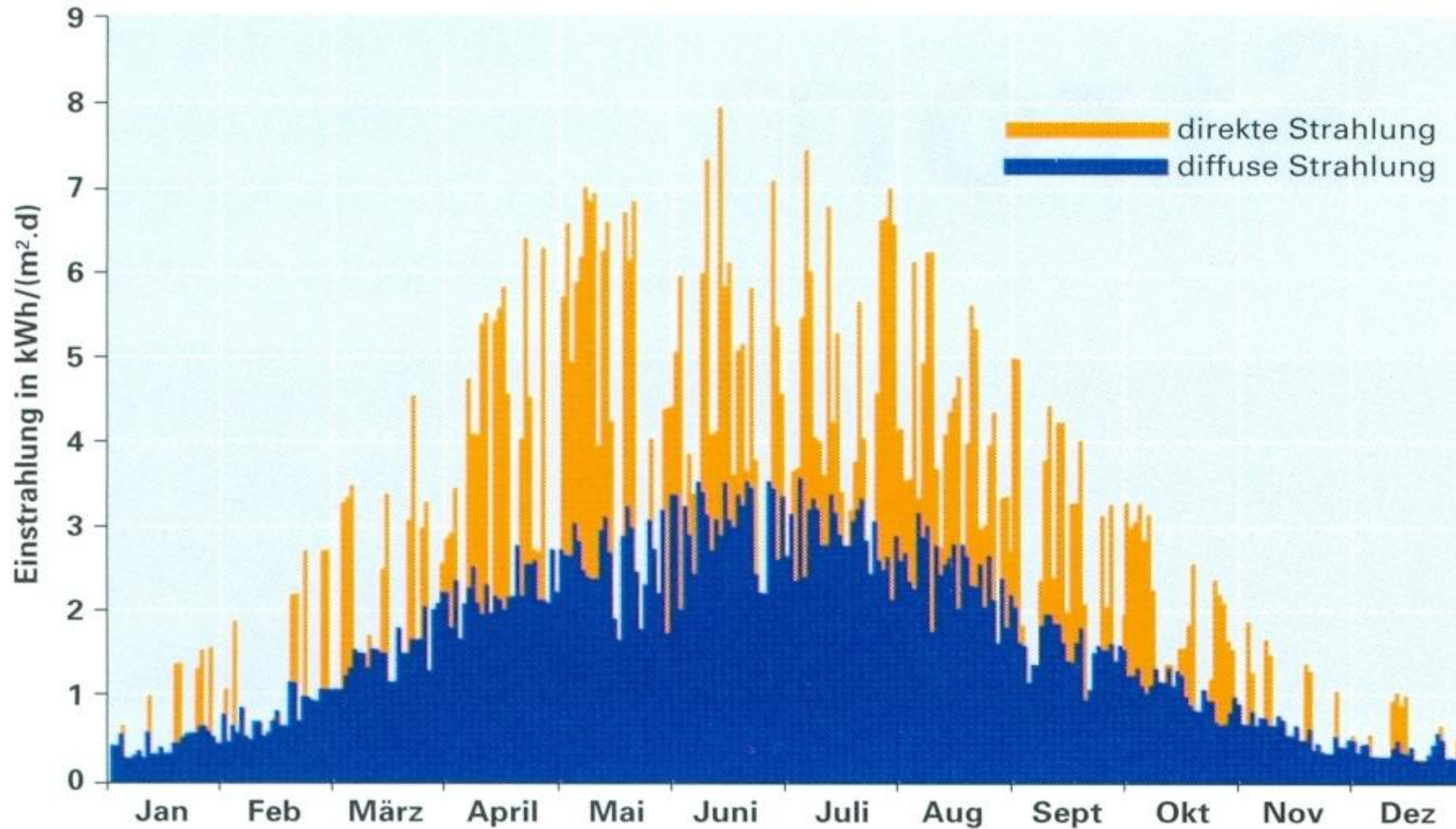
Verteilung der Globalstrahlung in Deutschland



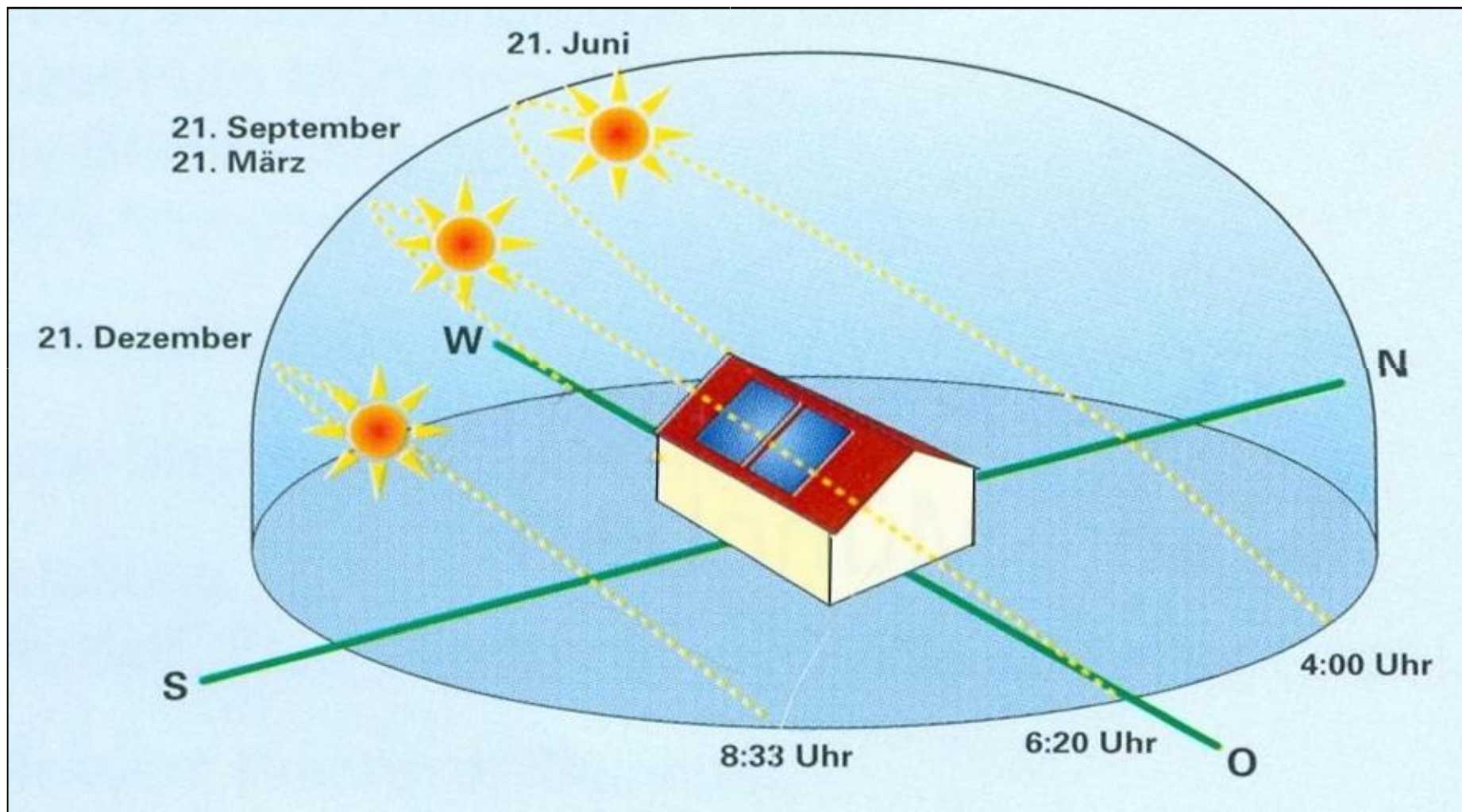
Durchschnittliche jährliche Sonneneinstrahlung in kWh/m²

Eresing: 1100 – 1150 kWh/m²·a

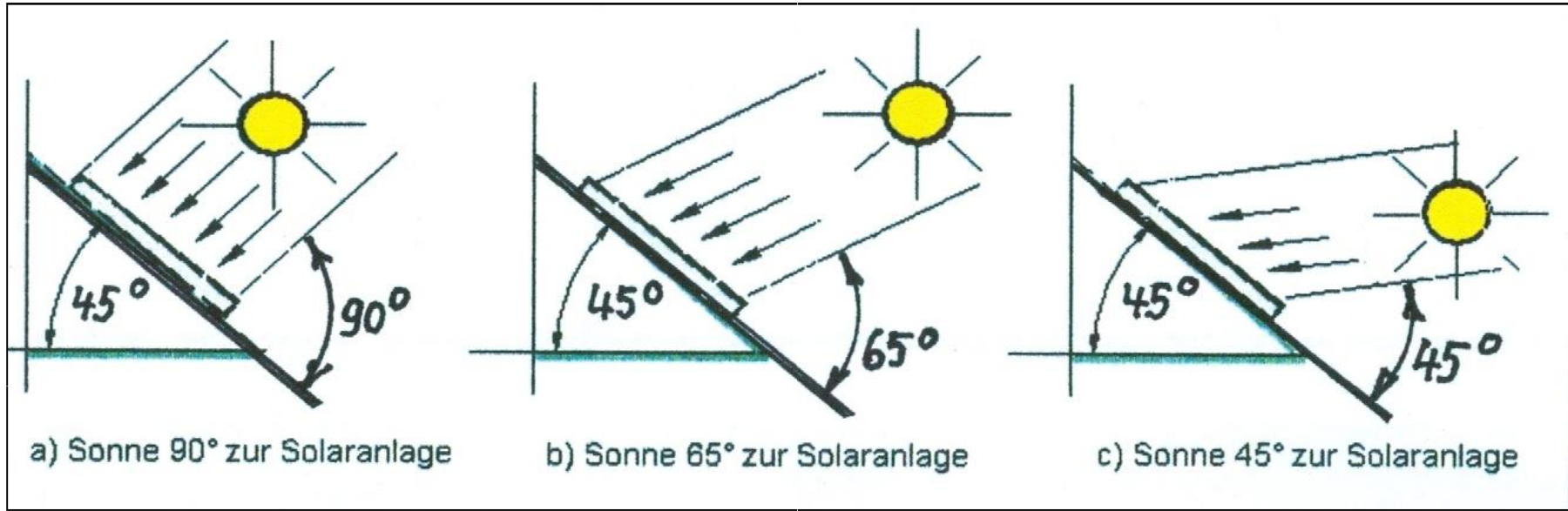
Jahresgang der Globalstrahlung



Jahreszeitlich bedingter Sonnenstand



Einstrahlwinkel und Energieertrag



100%

90%

70%

Energieerträge in Abhängigkeit vom Einstrahlwinkel bei 45° Kollektorneigung

Optimierung der Kollektorneigung zur Heizungsunterstützung

Ort		Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Hohenpeissenberg	T_a °C	-2,2	-1,6	1,9	5,6	9,8	13,1	15,1	14,7	12,1	7,0	2,5	-0,8	6,4
	G_{0° Wh/m ² d	1367	2053	3165	4147	4891	5132	5399	4621	3850	2609	1428	1116	3322
L.: 11° 1' O	G_{30° Wh/m ² d	2410	2960	3880	4500	4920	4970	5360	4910	4630	3730	2340	2090	3900
B.: 47° 48' N	G_{60° Wh/m ² d	2900	3230	3810	3980	4060	3970	4370	4250	4450	4030	2740	2590	3700
Höhe: 975 m ü.NN.	G_{90° Wh/m ² d	2740	2830	3000	2790	2630	2470	2760	2890	3370	3450	2540	2500	2830
	S h/d	3,2	3,4	4,3	5,2	6,2	6,4	7,4	6,7	6,2	5,2	3,1	2,9	5,0

Durchschnittliche Einstrahlung pro m²

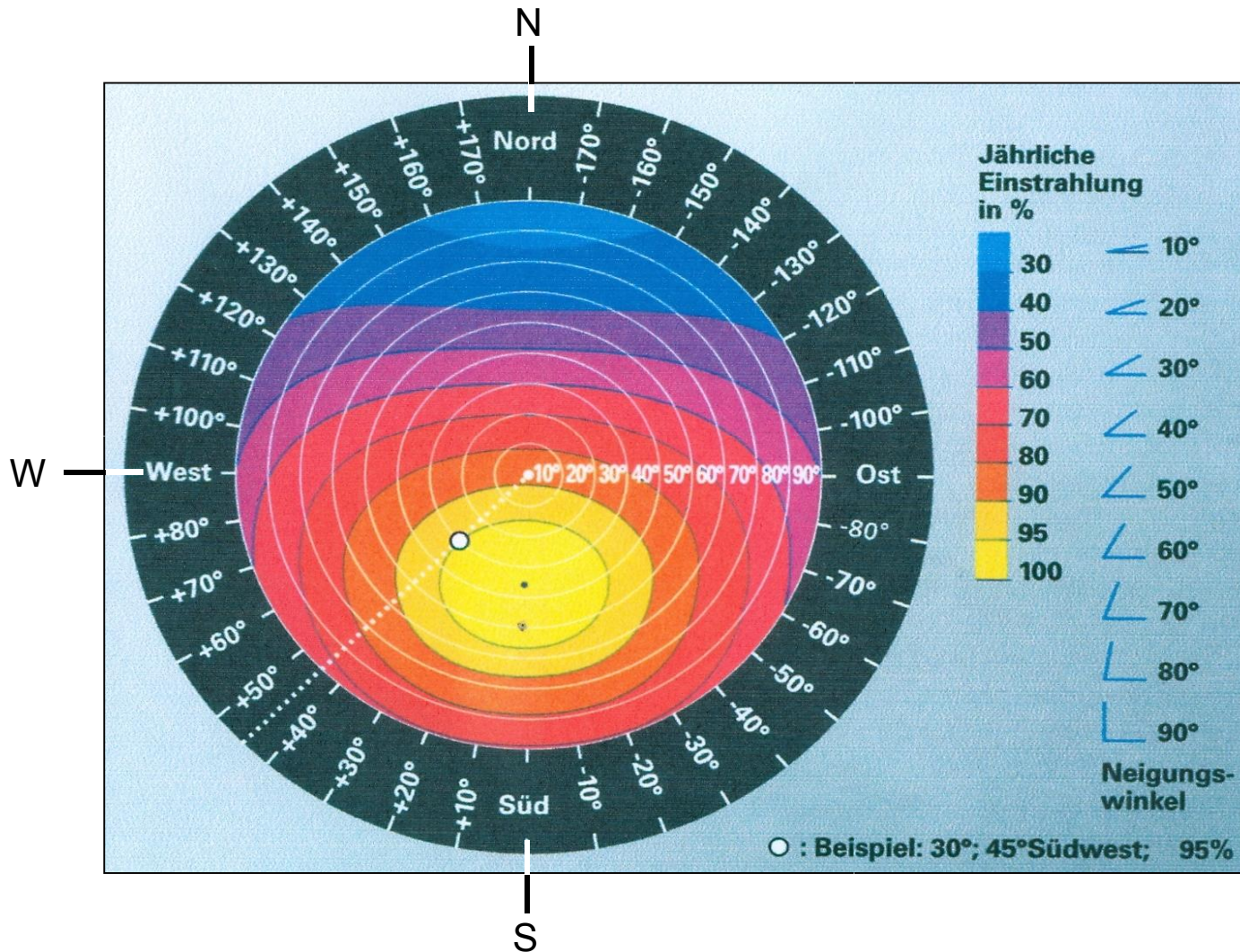
während der Heizperiode

(Jan., Feb., Mrz., Okt., Nov. u. Dez.)

bei 30° Koll.-Neigung: 529 kWh

bei 60° Koll.-Neigung: 585 kWh

Abschätzung des Energieertrags



Randbedingungen und Vorgaben für den Bau einer Solaranlage



• Wohnfläche des Musterhauses in Eresing	190 m ²
• Energiebedarf nach Dämmung einschl. Wärmebrücken	16.000 kWh/a
• Energiebedarf für Warmwasser (4 Personen)	4.000 kWh/a
Summe:	20.000 kWh/a
• Wärmedämmstandard	kfw 70
• Dachneigung	50°
• Südabweichung des Daches	0°
• Geografische Lage von Eresing	47° 40' nördl Breite 11° 1' östl.Länge
• Wasser-Gesamthärte	21,4 ° dH = Härtebereich 4
• Durchschnittliche jährliche Sonneneinstrahlung	1.100-1.150 kWh/m ² ·a

Dimensionierung der Solaranlage



Kollektorfläche: Flachkollektor (Fk)	0,8—1,1m ² pro 10 m ² Wohnfläche
Vakuumröhrenkollektor (Rk)	0,5—0,8m ² pro 10 m ² Wohnfläche
Speichervol. für Heizung und Warmwasser	70 l pro m ² Kollektorfläche

Für das Musterhaus gewählt

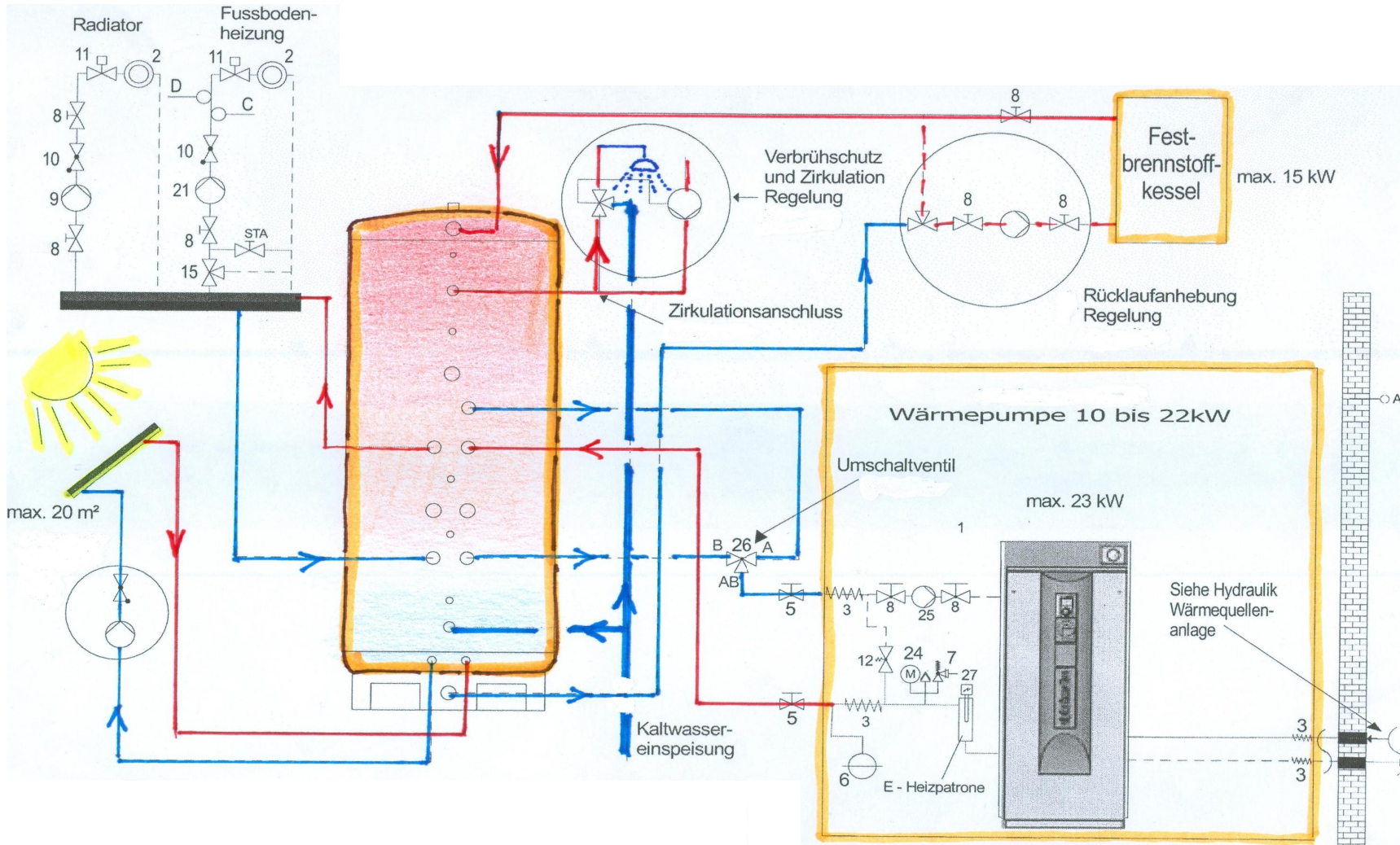
- Flachkollektor $(1,1 \cdot 190 \text{ m}^2) : 10 = \text{ca. } 20 \text{ m}^2$
- V.-Röhrenkollektor $(0,8 \cdot 190 \text{ m}^2) : 10 = \text{ca. } 15 \text{ m}^2$

Speichervolumen

- Flachkollektor $70 \text{ l} \cdot 20 = 1400 \text{ l}$
- Vakuumröhrenkollektor $70 \text{ l} \cdot 15 = 1050 \text{ l}$

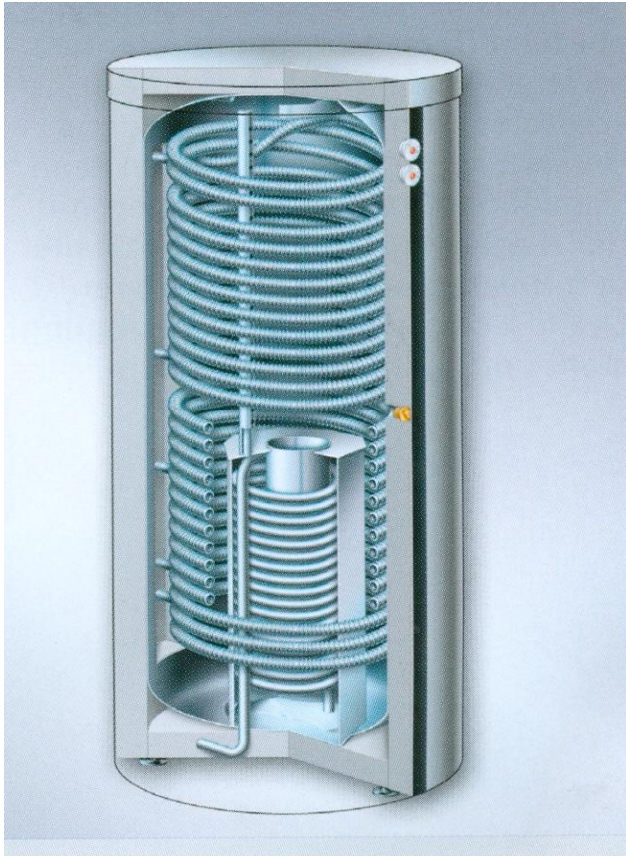
Kollektorneigung 50° (alternativ auch 60° möglich)

Hydraulikplan einer Heizanlage



- Gemeinsamer Speicher für Warmwasser und Heizung (Kombi – bzw. Multifunktionsspeicher)
- Schichtladespeicher mit Frischwassersystem, Solarkreis, Verbraucherkreise und Heizkreise
- Warmwasserkapazität 2 bis 3 Tage
- Geringe Wärmeverluste, Mindestdämmung 10 cm
- Kostengünstiger Stahlspeicher
- Hohe Heizwasserspeicher-Temperatur (90 bis 95 °C)

Frischwassersysteme



Internes

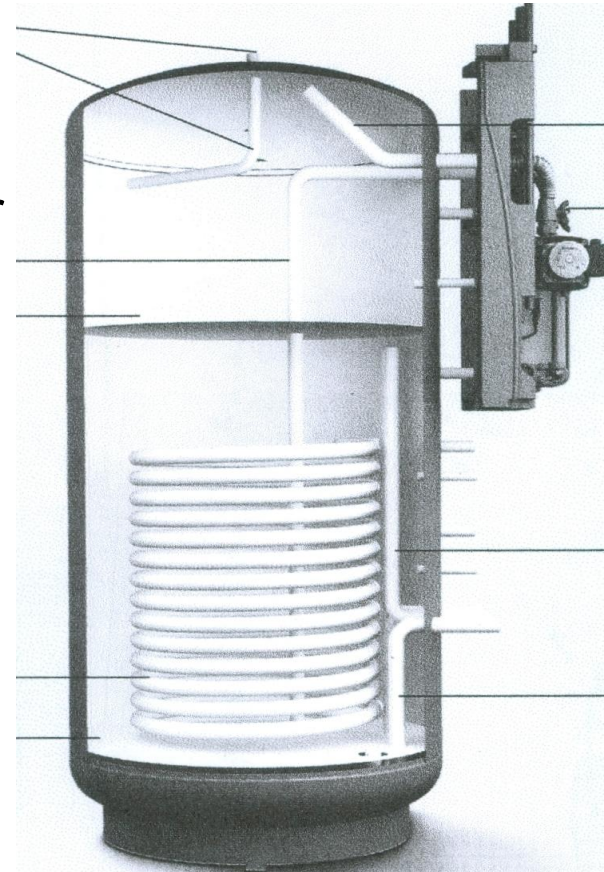
Entlüftungen

RL Trinkwasser

Trennblech

Solarwärme-
tauscher

Trennblech



VL Trinkwasser

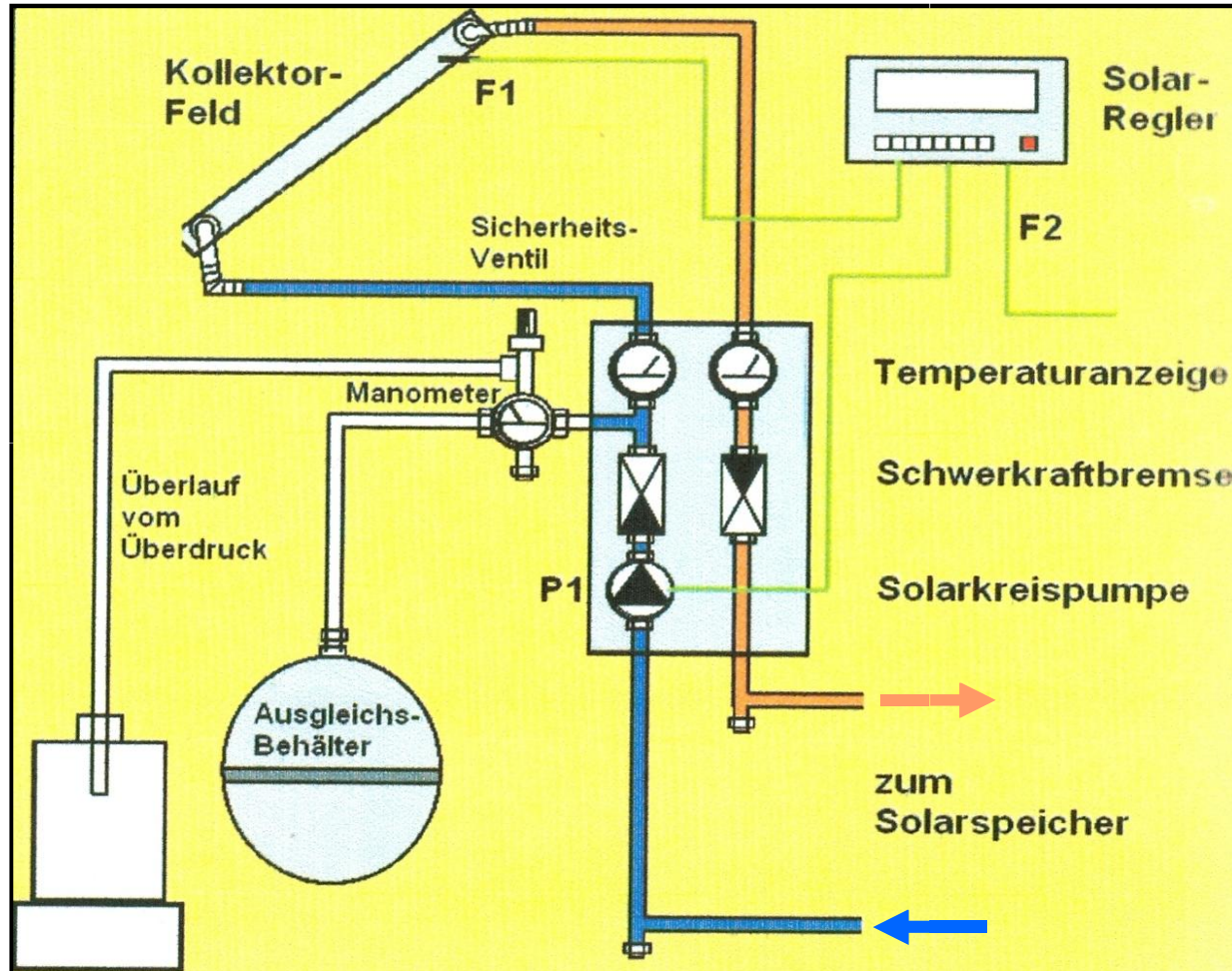
Frischwasserm
dul

VL Heizkreis

RL Heizkreis

Externes

Wesentliche Bauteile einer Solarthermieanlage



Flachkollektor oder Vakuum-Röhrenkollektor

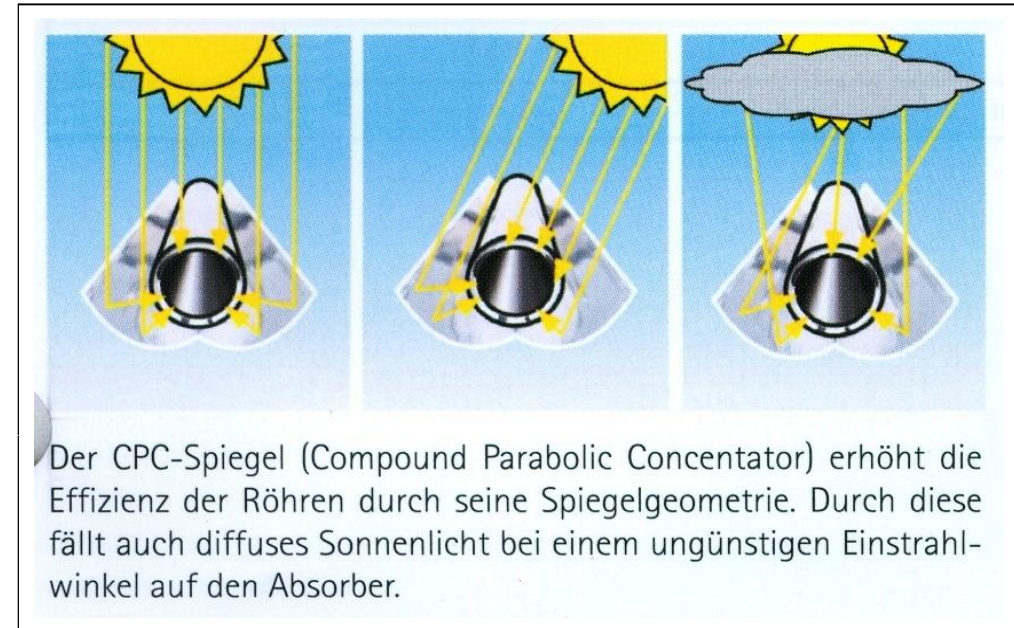
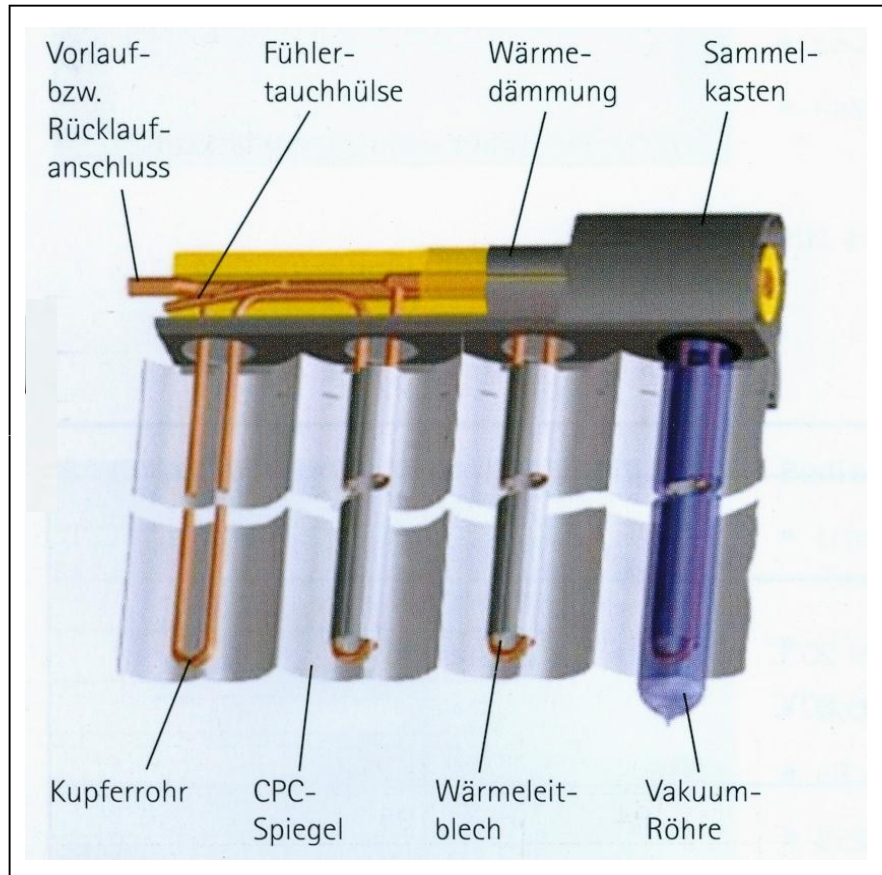


	Flachkollektor	Röhrenkollekt.
Jahreswärmeertrag (kWh/m²·a)	250-400	400-600
Preis / Leistungsverhältnis	günstig	ca. 30% > Fk
U – Wert (W / m²*K)	ca. 4	< 1
Temperaturbereich	20 – 90 °C	20 – 90 °C
Stagnations-Temperatur bis	250 °C	bis 350 °C
Anwendung	Warmwasserbereitung + Heizung	
Kollektorneigung bei Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung	35 ° bis 80 °	
max. Kollektorgröße	ca. 20 m ²	ca. 5 m ²

Flachkollektor



Vakuum-Röhrenkollektor



High – Flow

30 – 70 l / m² · h

- einfache langjährige Systemtechnik
- guter Wirkungsgrad des Kollektors

Low – Flow

8 – 15 l / m² · h

- höherer Solarertrag
- dünnere Rohre
- kleinere Pumpenleistung

Matched – Flow

8 – 40 l / m² · h

- vereint die Vorteile von High – Flow und Low – Flow

Aufgaben des Solarreglers

- Display für Bedienung und Anzeige
- Zweipunkt-Temperaturregelung zwischen Kollektor und Speicher
- Funktionskontrolle und Fehlermeldungen der Solaranlage
- Pumpenschalter und Drehzahlregelung
- Speichertemperaturbegrenzung (max. 90—95° C)
- Betriebsstundenzähler
- Wärme-Ertragsmengen­zähler (kWh pro Tag und Jahr)
- Kollektorschutzfunktion
- Steuerung der Nachheizung des Speichers
- Steuerung der Zirkulationsleitung
- Timer und Kalenderfunktionen
- Steuerung eines Zweit-Speichers
- Fernanzeige über ein zweites Display

Kosten und Zuschüsse der BAFA



Großflächen – Flachkollektor 20 m ² Solar-Keymark Nr....	6.000 €
Kollektorflüssigkeit mit Frostschutz, Solarrohr	
Digitaler Systemregler, Anschlussmaterial und Kleinteile	1.400 €
Montagekosten	1.600 €
Eigenleistung (nicht berechnet)	
	<hr/>
Summe	9.000 €
BAFA – Zuschüsse	
Basisförderung (20 · 105 €)	2.100 €
Umwälzpumpenbonus	200 €
Solarpumpenbonus	50 €
	<hr/>
Summe	2.350 €
Nachrichtliche Kosten des Kombispeichers mit Frischwassersystem	2.500 €

Wirtschaftlichkeit der Solaranlage



Eigener Kapitalaufwand

Gesamtkosten der Solaranlage	9.000 €
abzüglich BAFA – Zuschuss	<u>-2.350 €</u>
Restfinanzierung	6.650 €

Energieertrag der Solaranlage pro Jahr :

rund 5000 kWh, das entspricht ca. 500 l

Die Einsparung beträgt somit $500 \cdot 0,60 \text{ €} = 300 \text{ € / Jahr}$

Nach der Kapitalwertmethode hat sich die Solaranlage ohne Anrechnung der Kombispeichers nach ca. **17 Jahren** amortisiert (3% Kalkulationszins und jährliche 6 % Ölpreissteigerung, Ölpreis 2010: 0.60 € / l)

Bei Verzicht auf die Verzinsung des eigenen Kapitals verkürzt sich die Zeit auf 13 Jahre.

Förderprogramme der BAFA



Basis-, Bonus- und Innovationsförderung Solar, Stand: Februar 2010

Förderung	Basisförderung im Gebäudebestand	Basisförderung im Neubau	Kesseltauschbonus ¹	Kombinationsbonus ⁴	Effizienzbonus ⁵	Umwälzpumpenbonus ⁶	Solarpumpenbonus	Innovationsförderung ⁷ im Gebäudebestand	Innovationsförderung ⁷ im Neubau	
Maßnahme										
Errichtung einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung bis 40 m ² Kollektorfläche	60 €/m ² Kollektorfläche, mindestens 410 €	45 €/m ² Kollektorfläche, mindestens 307,50 €	-	-	-	-	210 €/m ² Kollektorfläche	157,50 €/m ² Kollektorfläche	
	... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ²⁾ bis 40 m ² Kollektorfläche	105 €/m ² Kollektorfläche	78,75 €/m ² Kollektorfläche	-	-	-	-	210 €/m ² Kollektorfläche	157,50 €/m ² Kollektorfläche	
	... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ³⁾ mit mehr als 40 m ² Kollektorfläche	105 €/m ² Kollektorfläche bis 40 m ² + 45 € pro m ² Kollektorfläche über 40 m ²	78,75 €/m ² Kollektorfläche bis 40 m ² + 33,75 € pro m ² Kollektorfläche über 40 m ²	400 €	750 €	Stufe 1: 0,5 x Basisförderung, Stufe 2: 1 x Basisförderung	200 € je Heizungsanlage	50 € je Pumpe	-	-
	... Bereitstellung von Prozesswärme bis 40 m ² Kollektorfläche	105 €/m ² Kollektorfläche	105 €/m ² Kollektorfläche	-	-	-	-	-	210 €/m ² Kollektorfläche	210 €/m ² Kollektorfläche
	... solaren Kälteerzeugung bis 40 m ² Kollektorfläche	105 €/m ² Kollektorfläche	78,75 €/m ² Kollektorfläche	-	-	-	-	-	210 €/m ² Kollektorfläche	157,50 €/m ² Kollektorfläche
	Erweiterung einer bestehenden Solaranlage	45 €/m ² zusätzlicher Kollektorfläche	45 €/m ² zusätzlicher Kollektorfläche	-	-	-	-	-	-	-

Es gelten unterschiedliche Förderbeträge für Anlagen in Neubauten und für Anlagen in Bestandsbauten. Für Anlagen in Neubauten werden mit Ausnahme der Bonusförderung um 25% reduzierte Fördersätze gewährt. Eine Ausnahme gilt lediglich für Anlagen in Neubauten, für die bereits vor dem 01.01.2009 ein Bauantrag gestellt oder eine Bauanzeige erstattet wurde. Diese Anlagen werden wie Anlagen im Gebäudebestand behandelt.

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

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

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

Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 20. Februar 2009 sowie die Bestimmungen der Änderungsrichtlinien vom 22.02.2010.

1) Der Kesseltauschbonus gilt nur für Solaranlagen zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und ist bis zum 30.12.2010 (Tag der Antragstellung) befristet.

2) Bei Flachkollektoren: Mind. 9 m² Kollektorfläche, mind. 40 l/m² Pufferspeichervolumen. Bei Röhrenkollektoren: Mind. 7 m² Kollektorfläche, mind. 50 l/m² Pufferspeicher.

3) Nur bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Pufferspeichervolumen von mind. 100 l/m² Kollektorfläche erforderlich.

4) Zusätzlich zur Basisförderung kann ein Bonus in Höhe von 750 € gewährt werden, wenn gleichzeitig eine förderfähige Biomasseanlage oder eine förderfähige Wärmepumpe installiert wurde.

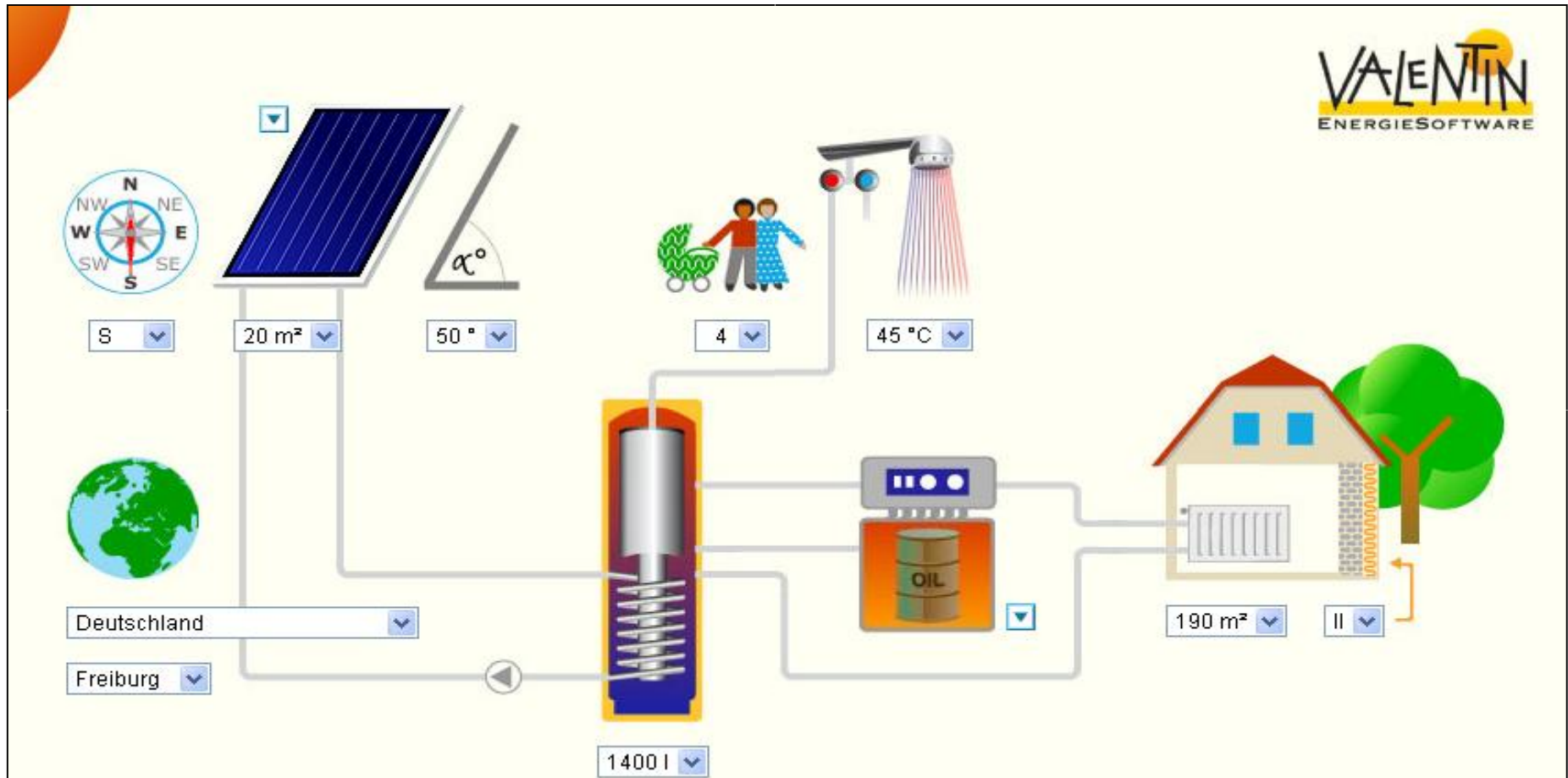
5) Ein Effizienzbonus wird nur noch für Wohngebäude gewährt. Effizienzbonus Stufe 1: Der Transmissionswärmeverlust H_T' überschreitet die Anforderungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 um nicht mehr als 15% (bei Gebäuden mit Baugenehmigung bis 1994) oder unterschreitet die Anforderungen um mindestens 15% (bei Gebäuden mit Baugenehmigung ab 1995).

Effizienzbonus Stufe 2: Der Transmissionswärmeverlust H_T' unterschreitet die Anforderungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 um mindestens 15% (bei Gebäuden mit Baugenehmigung bis 1994) oder um mindestens 30% (bei Gebäuden mit Baugenehmigung ab 1995).

6) Die Umwälzpumpen müssen Bestandteil eines hydraulisch und regeltechnisch optimierten Heizungssystems sein, das – sofern Heizkörper vorhanden sind – mit voreinstellbaren Thermostatventilen an den Heizkörpern und ggf. mit weiteren Abgleicharmaturen ausgestattet ist. Der Bonus ist nicht mit der Förderung aus dem KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren" kumulierbar. Der Umwälzpumpenbonus ist bis zum 30.06.2010 (Tag der Antragstellung) befristet.

7) Mindestkollektorfläche 20 m², maximale Kollektorfläche 40 m². Die Ausführungsbestimmungen des BMU vom 17.04.2007 zur Innovationsförderung sind zu beachten.

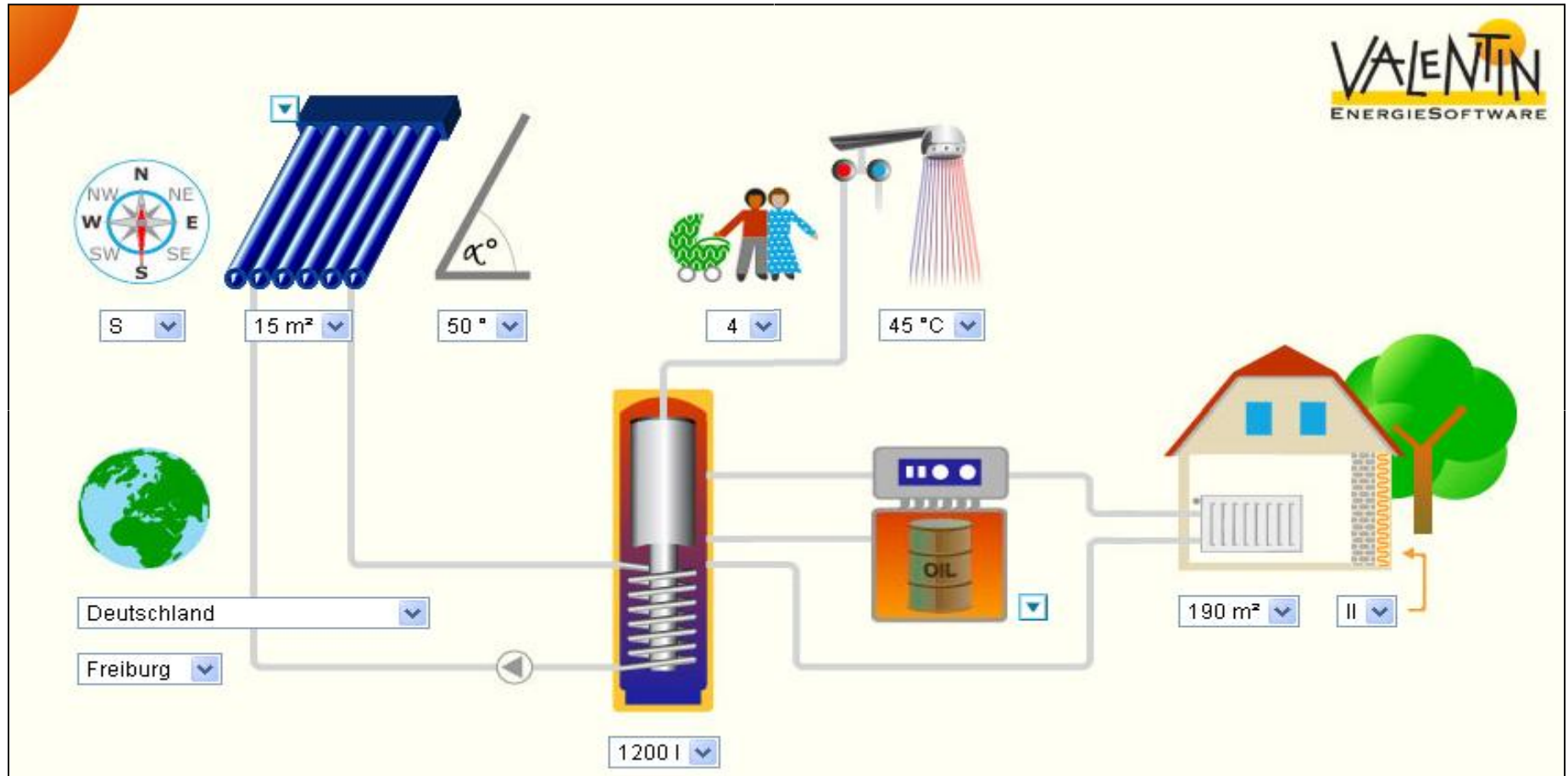
Solarergebnisse des Flachkollektorsystems



Einstrahlung: 24.352 kWh/a
Systemertrag: 4.407 kWh/a

Deckungsanteil: 23%
CO₂ Einsparung: 1.163 kg/a

Solarergebnisse des Vakuum-Röhrenkollektorsystems



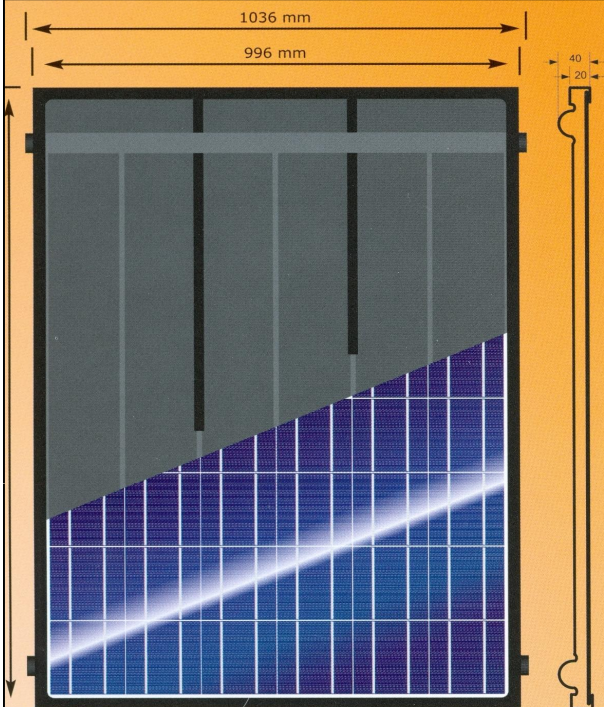
Einstrahlung: 18.264 kWh/a
Systemertrag: 4.677 kWh/a

Deckungsanteil: 24%
CO₂ Einsparung: 1.234 kg/a

Einstrahlung:	Solarstrahlung auf die geneigte Ebene der Kollektor-Absorberfläche, integriert über ein Jahr
Systemertrag:	nutzbare Energie der Solaranlage
Deckungsanteil:	Anteil der Solaranlage(=Systemertrag) am Gesamtenergiebedarf für Warmwasser und Heizung
Nutzungsgrad:	Systemertrag/Einstrahlung
CO ² Einsparung:	durch die Solaranlage vermiedene CO ² Emissionen pro Jahr (Berechnung auf Grundlage deutscher Emissionswerte pro kWh)

Für eine detaillierte Berechnung benutzen Sie T*SOL Professional.
Infos unter www.valentin.de

Kombimodul für Solarstrom und Solarwärme



Moduleigenschaften:

Typ:	PVT
Leistungsklassen:	165 Wp - 180 Wp
Rahmen:	Polyurethan
Zelltyp:	kristallin
Zellgröße:	156x 156 mm
Anzahl Zellen:	48
Leergewicht:	37 kg
Maße (Lx Bx H):	1316x 996x 20 mm
ESG- Solarglas:	3,2 mm
Anschlussystem:	MC 4

Elektrische Eigenschaften:

maximale Leistung (P_{MPP}):	180 Wp
Leistungstoleranz:	-0/+3 %
MPP-Spannung (U_{MPP}):	22,3 V
MPP-Strom (I_{MPP}):	7,2 A
Kurzschlussstrom (I_{SC}):	8,0 A
Leerlaufspannung (U_{OC}):	28,5 V
Temperatur Koeffizient (P_{MPP}):	-0.486 %/°C
Temperatur Koeffizient (U_{OC}):	-105m V/°C
Temperatur Koeffizient (I_{SC}):	+0.052 %/°C
Wirkungsgrad:	14%
Systemspannung:	1000V

Thermische Eigenschaften:

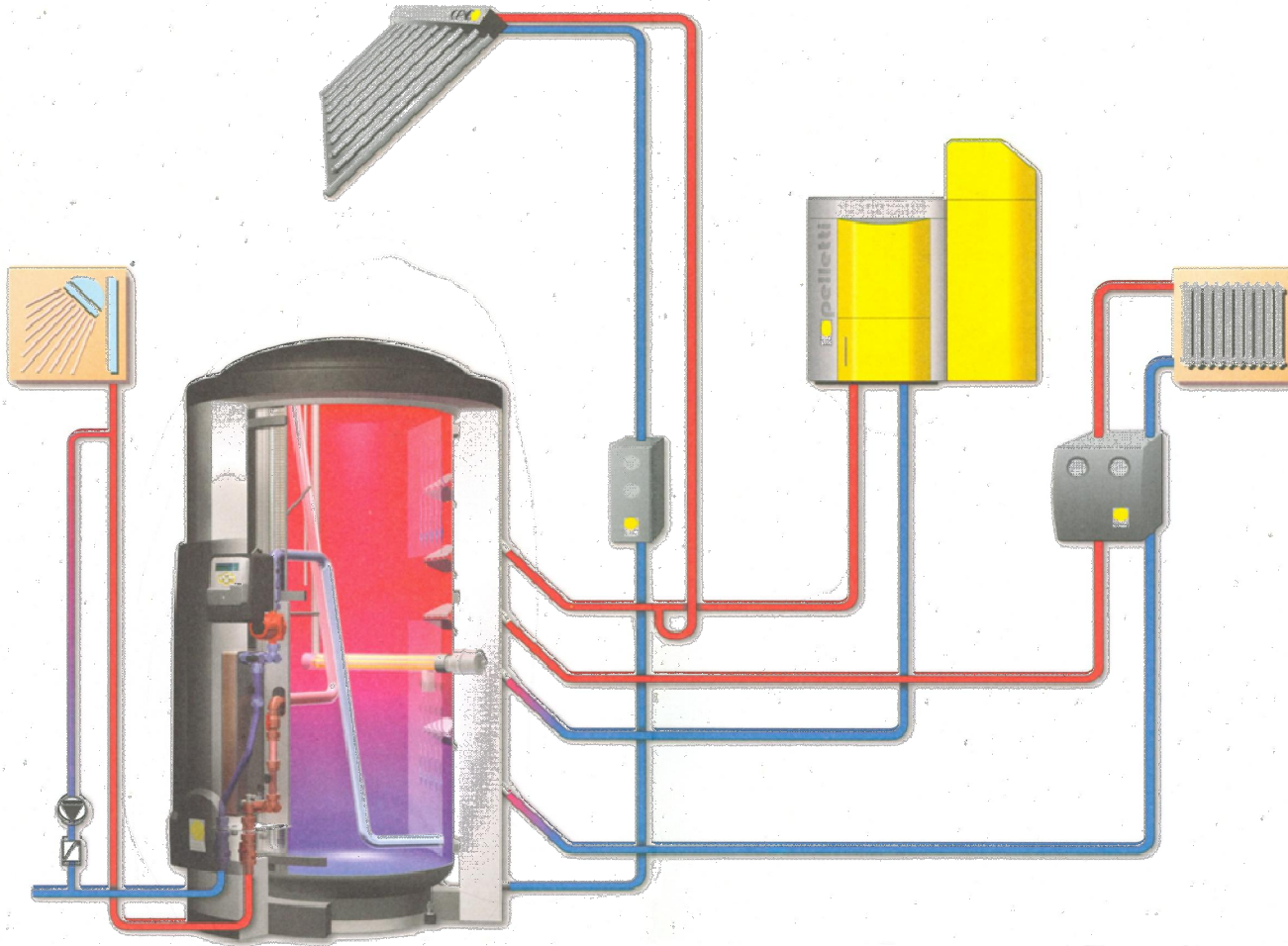
Absorberfläche:	1,3 m ²
Betriebsdruck:	max. 1,5 bar
Prüfdruck:	max. 3 bar
Volumenstrom:	30 - 100l/h und Modul
Delta T:	ca. 5K bei STB
Differenzdruck:	< 0,05 bar
therm. Wirkungsgrad eta 0:	55%
Anschlüsse:	DN 18
Flüssigkeitsinhalt:	5 l
Betriebstemperatur:	ca. 10 - 60°
Stillstandtemperatur:	ca. 70° C
Kollektorertrag:	ca. 550 W/m ²

Garantie und Zertifikation

Schutzklasse II
IEC 61215/61730: in Vorbereitung
Produktgarantie: 2 Jahre
Gewährleistung: 90% der Leistung auf 10 Jahre
80% der Leistung auf 25 Jahre

Kombimodul

Aqua-System mit Vakuum-Röhrenkollektoren



- Solarenergie im Haus, Franzisverlag. ISBN 3-7723-4146-5
- Solaranlagen (Handbuch) Ökobuch ISBN 978-3-936896-26-8
- Deutscher Wetterdienst, Sonneneinstrahlung
- www.valentin.de/onlineberechnung Thermie
- www.bafa.de/erneuerbare energien/innovationsförderung
- www.getsolar.de
- Fachhochschule Ingolstadt, Kompetenzzentrum Solartechnik
- Uni Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik – ITW
- Messe München, Intersolar 09.06. – 11.06.2010