

**1. Solartagung Rheinland-Pfalz 2005**

**„Intelligenz lässt die Sonne arbeiten“**

**„Solare Lufterwärmung**

**zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme “**

**Grammer Solar GmbH**

**Dipl.-Ing. (FH) Gerd Renner**

**Oskar-von-Miller Str. 8**

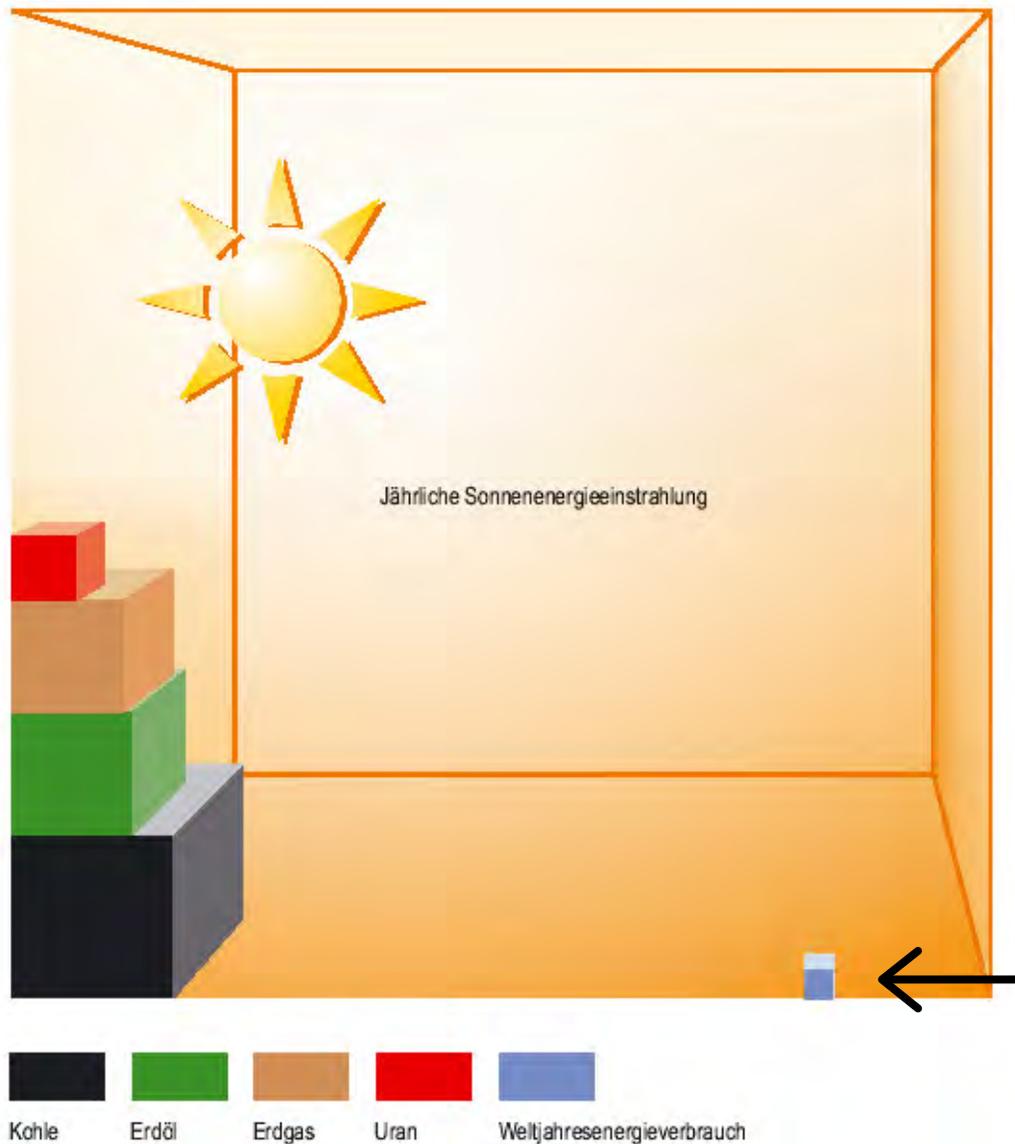
**92224 Amberg**

**Tel.: +49/9621/30857-0**

**Fax: +49/9621/30857-10**

**email: [info@grammer-solar.de](mailto:info@grammer-solar.de)**

**Internet: [www.grammer-solar.de](http://www.grammer-solar.de)**



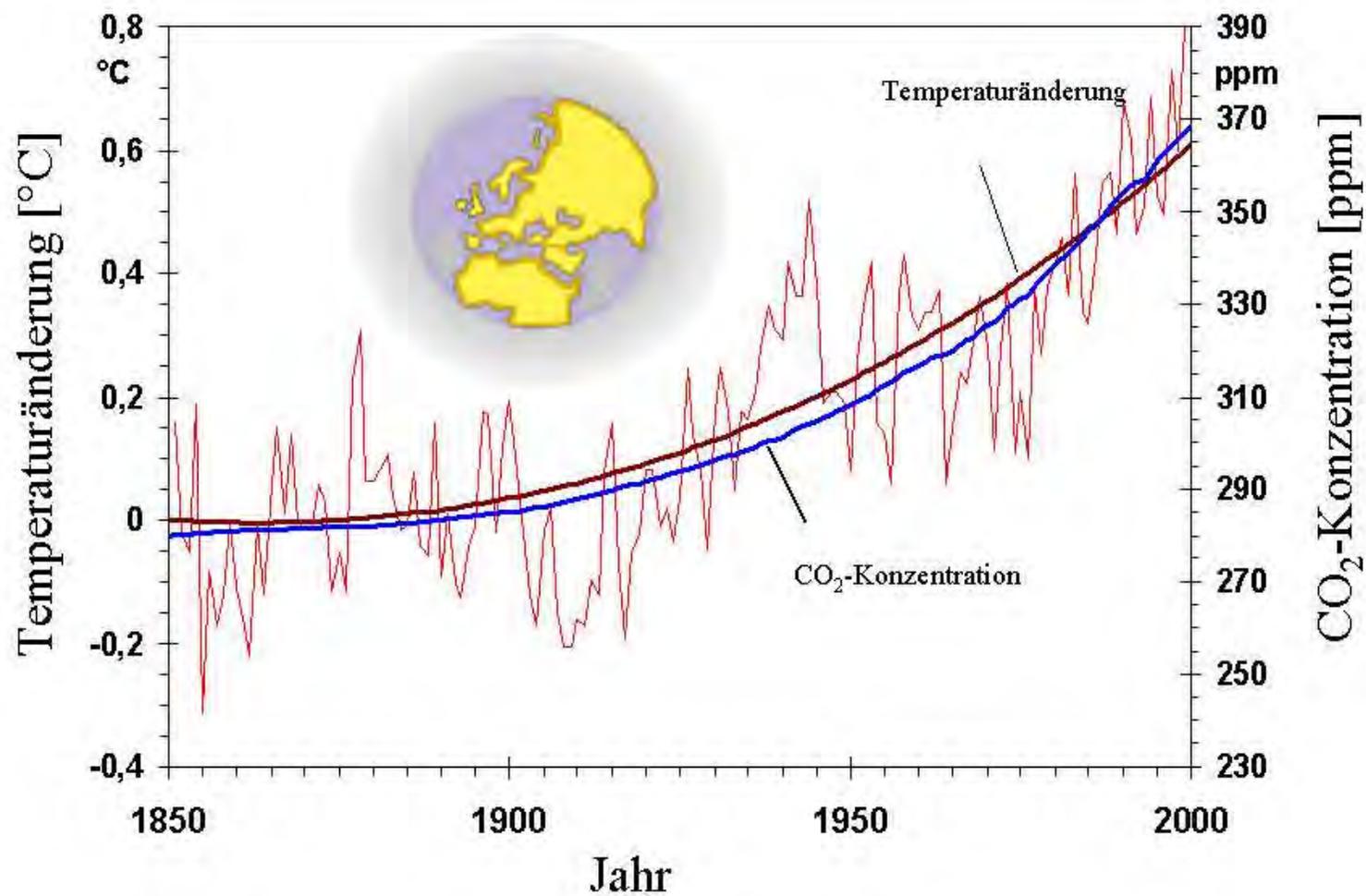
Energiereserven,  
Weltenergieverbrauch,  
jährliches Solarangebot

Quelle DGS Leitfaden 2004



Energiereserven, Weltenergieverbrauch  
jährliches, solares Strahlungsangebot





Folgen des Primärenergieverbrauchs: Klimaveränderung



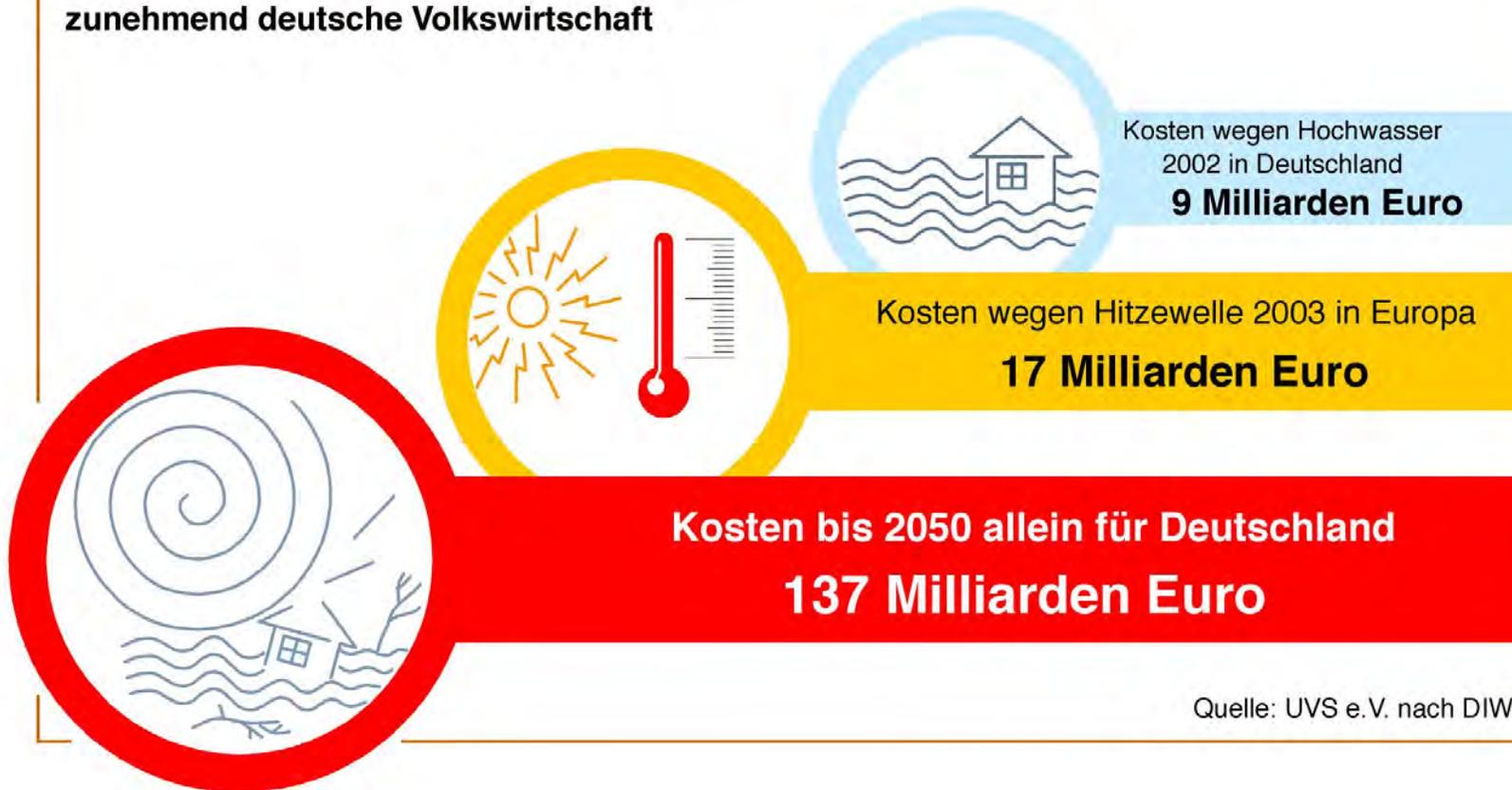
(Quelle: AFP/WetterOnline)



## Folgen der Klimaveränderung: Naturkatastrophen

# Kostenexplosion bei Klimaschäden

Mangelnder Klimaschutz belastet  
zunehmend deutsche Volkswirtschaft



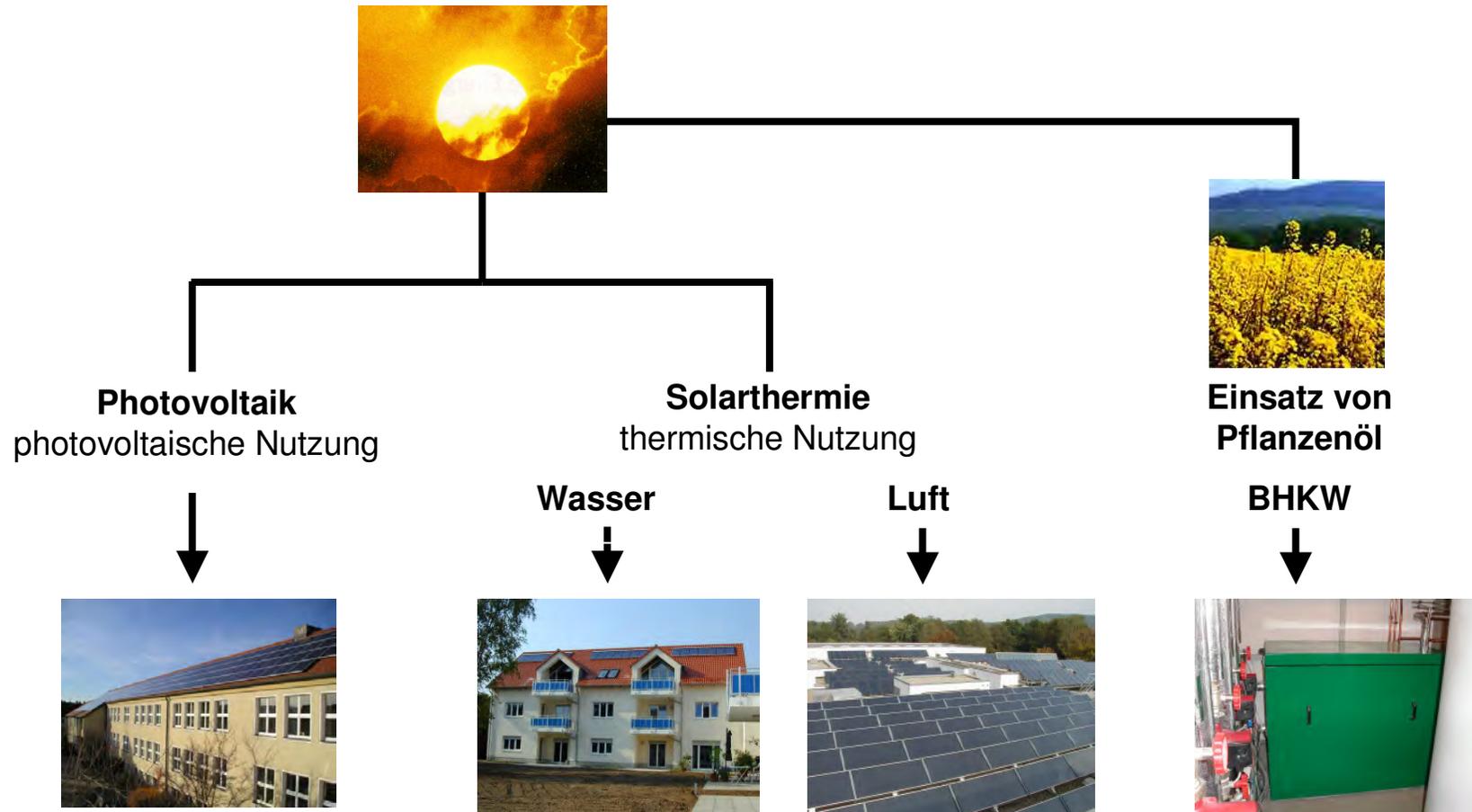
Quelle: UVS e.V. nach DIW

Folge der Naturkatastrophen: Kostenexplosion !



Intelligenz lässt die Sonne arbeiten!

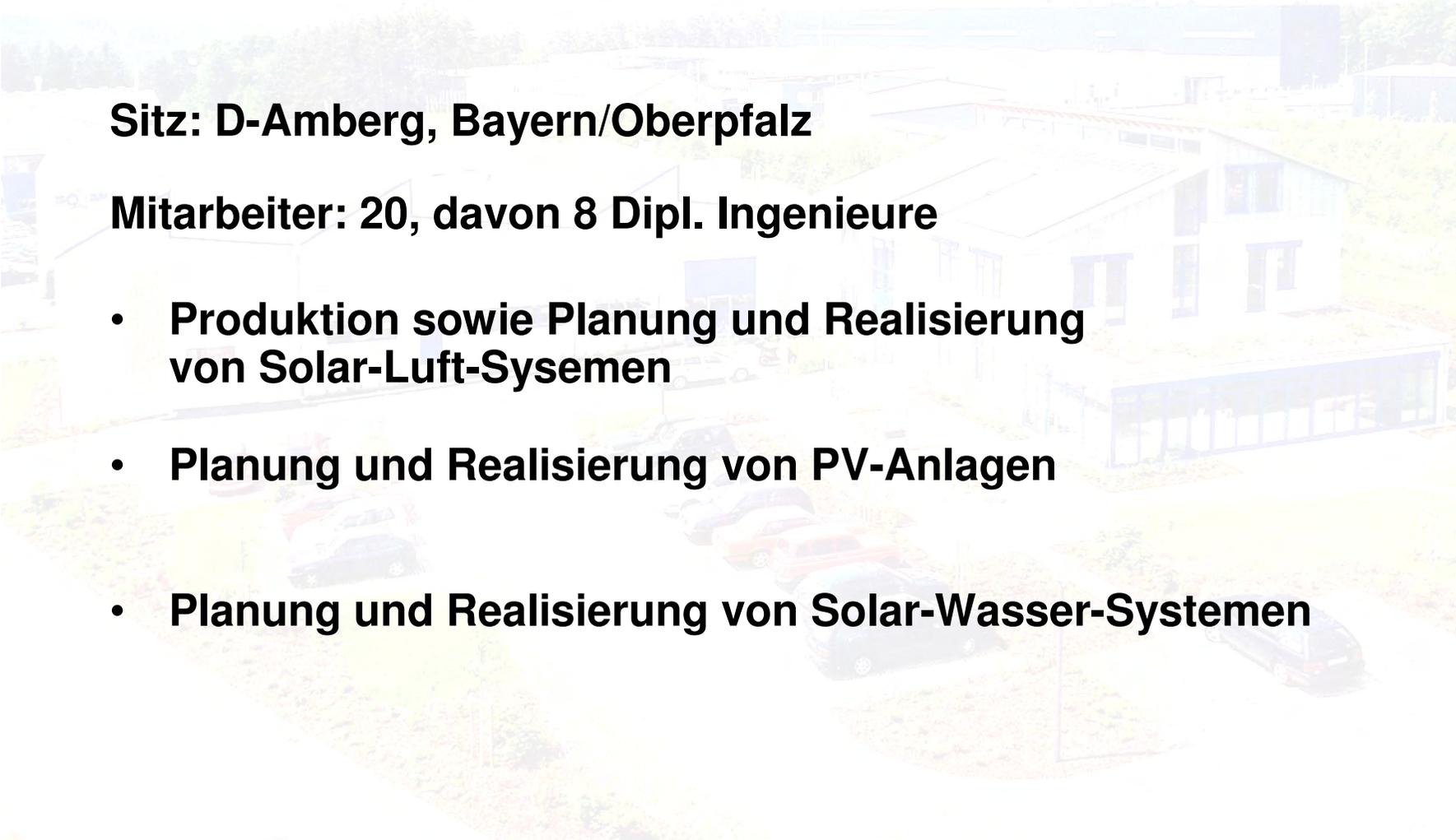
# Nutzung aller Arten von Solarenergie





## Energietechnik:

- 250 m<sup>2</sup> Luftkollektoren
- Lüftungsanlage mit WRG
- 25 m<sup>2</sup> Röhrenkollektoren
- 12 kWp Photovoltaik
- Pflanzenöl-BHKW  
(8 kWp,el. / 16 kWp, therm.)



**Sitz: D-Amberg, Bayern/Oberpfalz**

**Mitarbeiter: 20, davon 8 Dipl. Ingenieure**

- **Produktion sowie Planung und Realisierung von Solar-Luft-Systemen**
- **Planung und Realisierung von PV-Anlagen**
- **Planung und Realisierung von Solar-Wasser-Systemen**



**GRAMMER Solar GmbH**



**„Solare Lufterwärmung  
zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“**

➤ **Solar-Luft-Systeme**





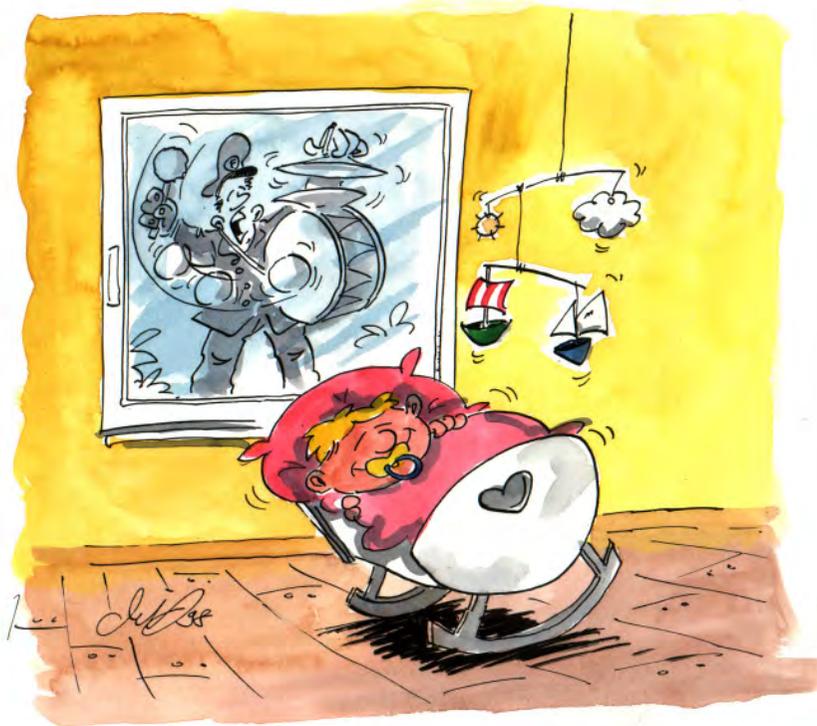
Schimmel – eine Folge nicht ausreichender Lüftung !

Empfehlungen für Fensterlüftung alle zwei Stunden			IMPULS Programm
Winter	Dezember Januar Februar	4 bis 6 min	
	März November	8 bis 10 min	
	April Oktober	12 bis 15 min	
Sommer	Mai September	16 bis 20 min	
	Juni Juli August	25 bis 30 min	
	Die für die angegebenen Lüftungszeiten besonders zutreffenden Monate		Ungefähre Lüftungszeit in Abhängigkeit von der Außentemperatur
<p><b>Notwendige Lüftungsdauer für einen Luftwechsel bei Stoßlüftung (ganz geöffnetes Fenster bei Windstille) je nach jahreszeitlicher Außentemperatur</b></p>			

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik (Hmg.);  
Energiesparinformationen (E) Lüftung im Wohngebäude, Wiesbaden

© NIKES-Programm Heizen, Baden-Württemberg (Veeht/PWS)

Mängel der Fensterlüftung	IMPULS Programm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüftungsdisziplin nach jahreszeitlich variablen Tagesplan erforderlich.</li> <li>• Bei Abwesenheit der Bewohner keine Abfuhr von Feuchte, Emissionen aus Möbeln, Baustoffen etc.).</li> <li>• Keine dauerhafte Lüfterneuerung - Keine gleichmäßige Durchlüftung aller Räume, z.T. keine Querlüftung möglich</li> <li>• Lüftung von Schlafräumen nachts schwer möglich.</li> <li>• Der Aufwand ist hinderlich ( abräumen der Fensterbänke)</li> <li>• EG-Wohnungen und Einbruchgefahr.</li> <li>• Geruchsausbreitung im Haus möglich.</li> <li>• Die Räume in oberen Stockwerken beziehen verbrauchte Luft von unteren Stockwerken</li> <li>• Bei manchen Nutzungen (Schulen, Krankenhäusern, Büros) erzeugt Fensterlüftung Zugluft</li> <li>• Wind als Antriebskraft ist nicht immer vorhanden, oder stört die Fensterlüftung</li> <li>• Stärkere Undichtheiten im Leibungsbereich können Auskühlung der Leibungsflächen verstärken</li> </ul>	



Wenn Lüftung – dann kontrolliert!

## Personenbezogene Grenzwerte für die Aussenluftstraten:

- bei sitzender Tätigkeit:  $\geq 40 \text{ m}^3/\text{h Person}$
- bei nicht sitzender Tätigkeit  $\geq 50 \text{ m}^3/\text{h Person}$
- bei körperlicher Tätigkeit:  $\geq 70 - 90 \text{ m}^3/\text{h Person}$
- **in Sporthallen:**  $\geq 30 - 40 \text{ m}^3/\text{h Person}$

Arbeitsbereich	Raumtemperatur in [°C]	Luftwechselrate*) in [1/h]	Kriterium für den Luftwechsel
Lager	12 - 15	2-6	Personen
Warenhäuser	20	4-6	Personen
Büroräume	18 - 20	4-8	Personen
Werkstätten, mech. Fertigung	15-17	5-10	Personen
Sozialräume	22	8-10	Feuchtigkeit, Personen
Druckereien	18-20	8-10	Luftschadstoffe
Lackierereien	18-20	10-20	Luftschadstoffe

**Sporthallen:** **15-18 (20)** **2-3** **Personen, Feuchtigkeit**



Empfehlungen für Luftwechselraten (DIN 1946)

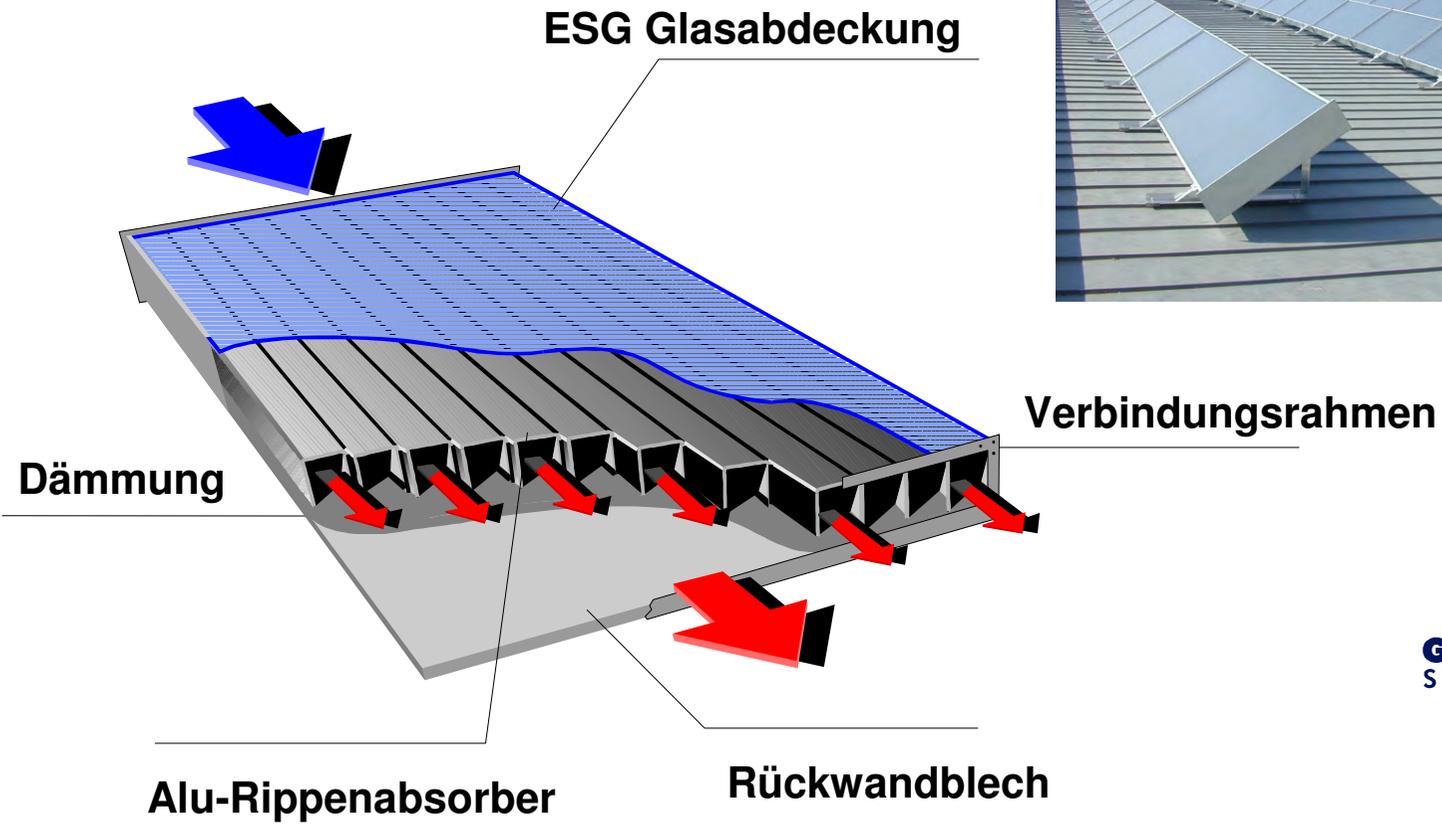
- ❖ „Luft“: Geringe Energiedichte ➔ nicht als Speichermedium geeignet
- ❖ ... Niedrige Wärmeleitfähigkeit ➔ große Wärmeübertragungsflächen erforderlich
- ❖ ... Geringe spez. Wärmekapazität ➔ große Leitungsquerschnitte und hohe Motorleistungen für Ventilatoren erforderlich
- ❖ „Luft“: Direkte Beheizung ohne Wärmetauscherflächen ➔ einfache Technik
- ❖ Luft erwärmt sich schneller als Wasser ➔ nutzbares Temperaturniveau wird bereits bei diffuser Einstrahlung erreicht (bedeckter Himmel, Solareinstrahlung ca. 250 W/m<sup>2</sup>); dadurch auch ganzjähriger Betrieb mit entsprechend hohen Solarerträgen möglich
- ❖ Luft kann weder einfrieren noch sieden ➔ Sicherheitsvorkehrungen entfallen: Frostschutz, Sicherheitsventile, Expansionsgefäße; zudem wirken sich geringe Leckagen weder negativ auf das Systemverhalten aus, noch entstehen Schäden an der Anlage oder am Gebäude
- ❖ Luftgeführte Solaranlagen sind weniger korrosionsanfällig ➔ höhere Lebensdauer der Anlagen
- ❖ Vielfältige Einsatzmöglichkeiten von Luft ➔ Heizung, Belüftung und Brauchwasserbereitung in einem System



A photograph of a sunset over a city and a body of water. The sun is a bright white circle in the center of the sky, surrounded by a golden glow. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds. The city skyline is visible in the distance, and the water in the foreground reflects the sun's light, creating a shimmering path. The overall color palette is warm and golden.

# „Solare Lufterwärmung zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“

➤ **Luftkollektoren**



## Grammer-Luft-Kollektor GLK



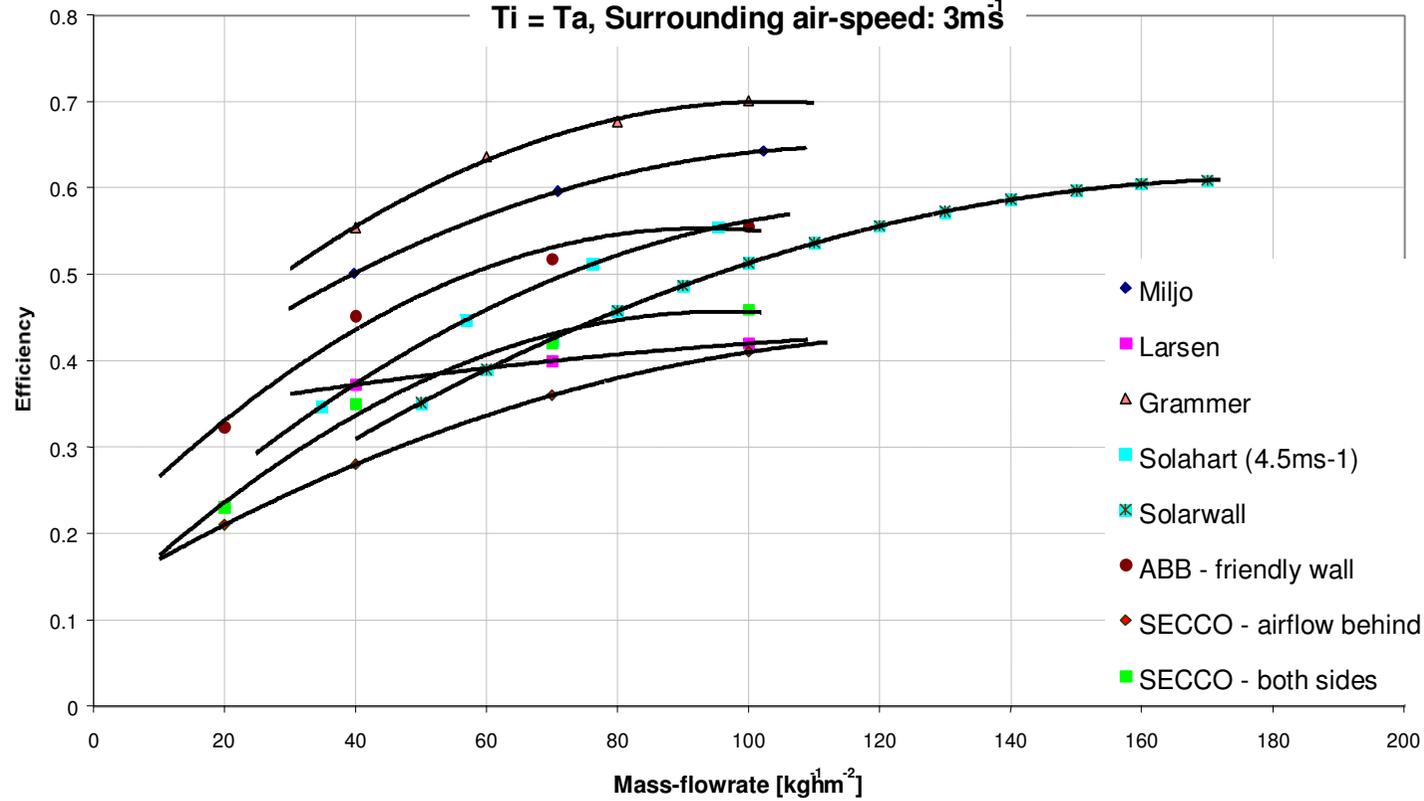
<b>Datenblatt Herstellerangaben zum Kollektor</b>			
Kollektortyp/-bezeichnung	GLK – Grammer-Luft-Kollektor		
<b>Leistungskennwerte (alle Angaben bezogen auf Aperturfläche)</b>			
<b>Merkmal</b>	<b>Formelzeichen</b>	<b>Einheit</b>	<b>Typische Werte / Beispiele (bezogen auf Aperturfläche)</b>
Konversionsfaktor bei Temperaturdifferenz $(t_m - t_a) = 0$	$\eta_0$	-	0,82
empfohlener Bereich Durchströmung		$m^3/(h \times m^2)$	30 bis 80
<b>Gehäuse</b>			
Abmessungen (L x B x H)		jeweils mm	2500 x 1000 x 175
Werkstoff			Stahlblech, verzinkt
Gesamtmasse Kollektor (gefüllt)		kg	75
<b>Absorber</b>			
Absorberwerkstoff, Werkstoffdicke Verbindungstechnik zum Rohrregister			Aluminium, t = 0,6mm kein Rohrregister
Oberfläche, Beschichtung			PVDF-Lack RAL 9005; oder selektive Beschichtung
<b>Transparente Abdeckung</b>			
Werkstoff, Dicke, eventuelle Beschichtung			ESG, 4mm, -
<b>Bezugsflächen</b>			
Bruttofläche	$A_G$	$m^2$	2,50
Aperturfläche	$A_a$	$m^2$	2,30
<b>Einbauweise</b>			
Arten			Aufdach, Indach, Freiaufstellung, Fassadenmontage- vorgehängt oder integriert



## Kollektordatenblatt GLK - Auszug

## EFFICIENCY vs. Mass-flowrate for seven different Aircollectors

$T_i = T_a$ , Surrounding air-speed:  $3\text{m s}^{-1}$



TECHNISCHE DATEN		Grammer Luftkollektor SLK
Kollektorfläche	[m <sup>2</sup> ]	2,0
Gehäuseabmessung:	[LxBxH in mm]	2.000 x 1.006 x 135
Themische Leistung peak	[W]	1350
Kollektorgehäuse		Aluminium
Absorber		Alu-Rippenabsorber
Kollektorgewicht	[kg]	45
Mögliche Luftmenge je Kollektorreihe	[m <sup>3</sup> /h]	150 - 380
Druckverlust je Kollektor	[Pa]	6 - 20
ESG Sicherheitsglas prismiert - Glasstärke	[mm]	4
Wirkungsgrad (auf Kollektoraustrittstem p. bezogen)		83 %
Kollektorbautypen:		
SLK E - Endkollektor Durchmesser Luftauslaß	[mm]	160
SLK EF - Filterkollektor		
SLK M - Mittelkollektor		
SLK UM - Um lenkkollektor		

- **Ansprechendes Design**
- **Wärmebrückenoptimiertes Alu-Rahmengerhäuse**
- **Einfache und schnelle Kollektormontage**



SLK – neuer Kollektortyp



**„Solare Lufterwärmung  
zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“**

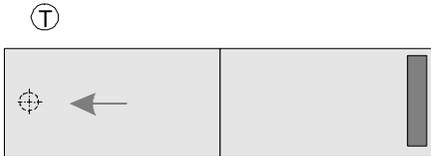
- **Kleinanlagen – TOPSOLAR, Solare Wohnungslüftung**

# STANDARD-ANORDNUNG



**TWINSOLAR 2.0**

Abmessung:  
2.000 x 1.006 x 135 mm (2,0 m<sup>2</sup>)



**TWIN- TOPSOLAR 4.0**

Abmessung:  
4.000 x 1.006 x 135 mm (4,0 m<sup>2</sup>)



**TWIN- TOPSOLAR 6.0**

Abmessung:  
6.000 x 1.006 x 135 mm (6,0 m<sup>2</sup>)



**TWIN- TOPSOLAR 8.0**

Abmessung:  
8.000 x 1.006 x 135 mm (8,0 m<sup>2</sup>)

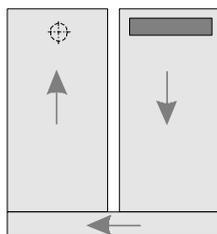


**TWIN- TOPSOLAR 10.0**

Abmessung:  
10.000 x 1.006 x 135 mm (10,0 m<sup>2</sup>)

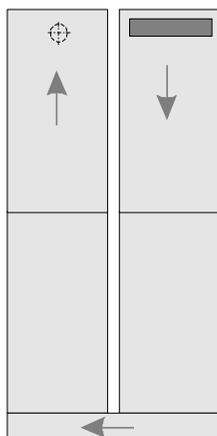
## TOPSOLAR (TWINSOLAR)

# OPTIONALE ANORDNUNG



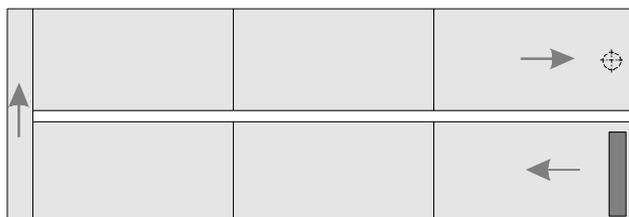
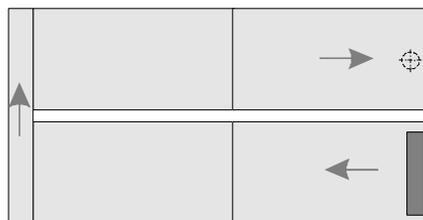
TWIN- TOPSOLAR 4.5

Abmessung:  
2.21 x 2,25 x 135 mm (4.55 m<sup>2</sup>)



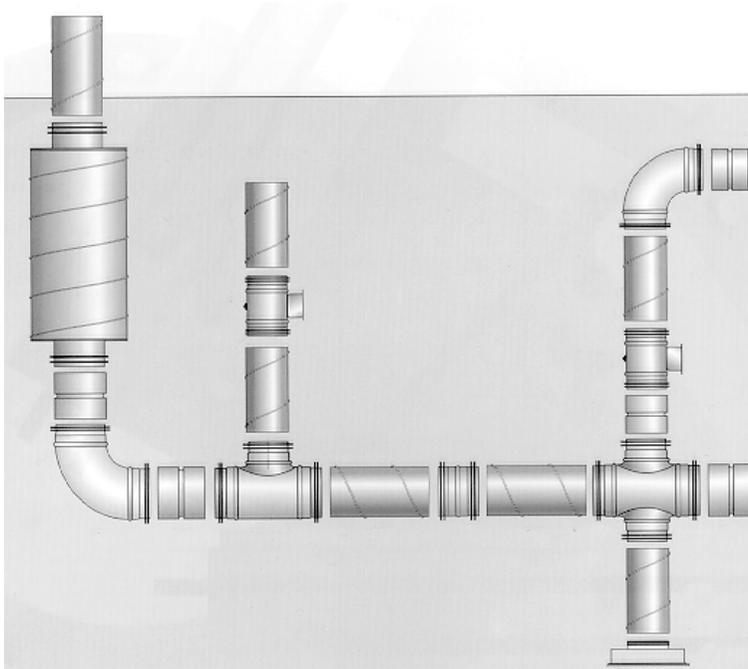
TWIN- TOPSOLAR 8.5

Abmessung:  
2.21 x 4,25 x 135 mm (8.55 m<sup>2</sup>)

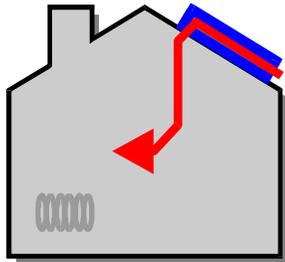


TWIN- TOPSOLAR 12.5

Abmessung:  
2.21 x 6,25 x 135 mm (12.55 m<sup>2</sup>)



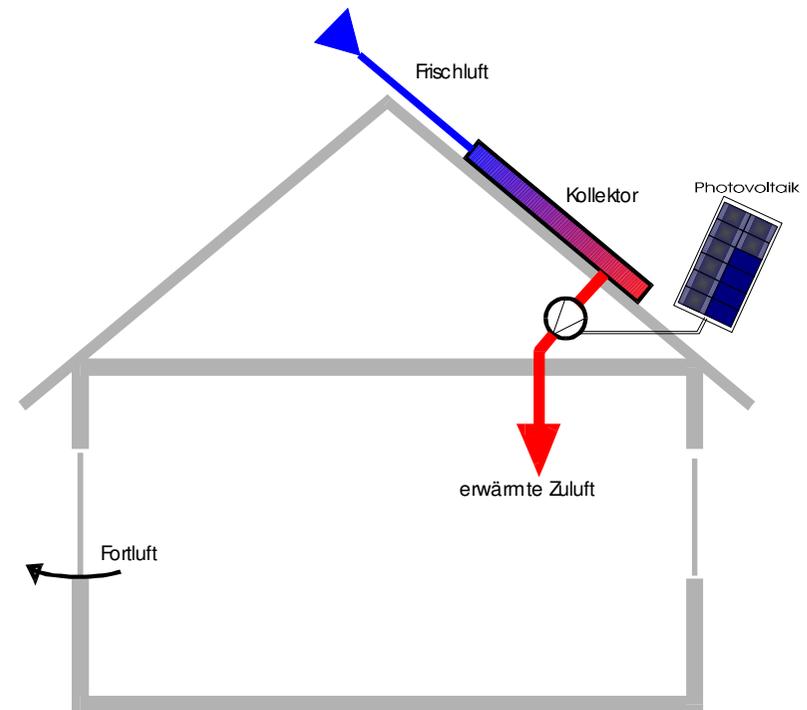
## Luftführungszubehör



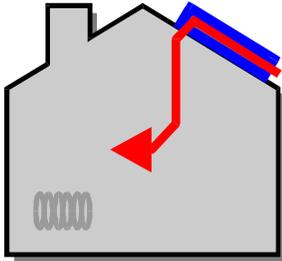
Frischluff wird solar erwärmt und zur Lüfterneuerung in die Räume eingebracht. Bei erhöhten Zulufttemperaturen stellt sich automatisch eine Unterstützung der Heizung ein.



7,5 m<sup>2</sup> , 45° Aufdach, 4,5 kWp,therm.



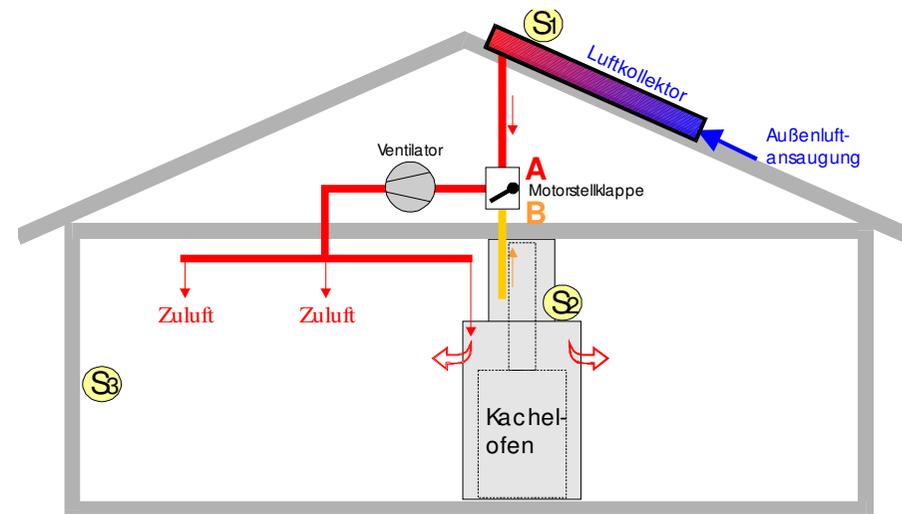
## Solares Zuluftsystem – Einfamilienhaus



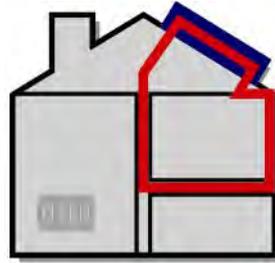
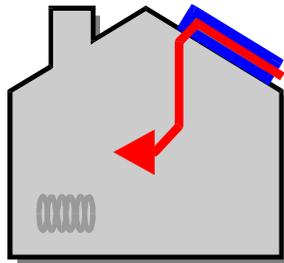
Dachintegrierte Luftkollektoranlage zur Belüftung und Beheizung des Versammlungsraumes und der Nebenräume. Kombination mit Kachelofen im Versammlungsraum als formschöner Luftauslass und als Wärmespeicher für die Solaranlage. Zusatznutzung der Lufttechnik zur Warmluftverteilung aus dem Kachelofen



10 m<sup>2</sup> GLK, 20° Indach, 6,7 kWp,therm.

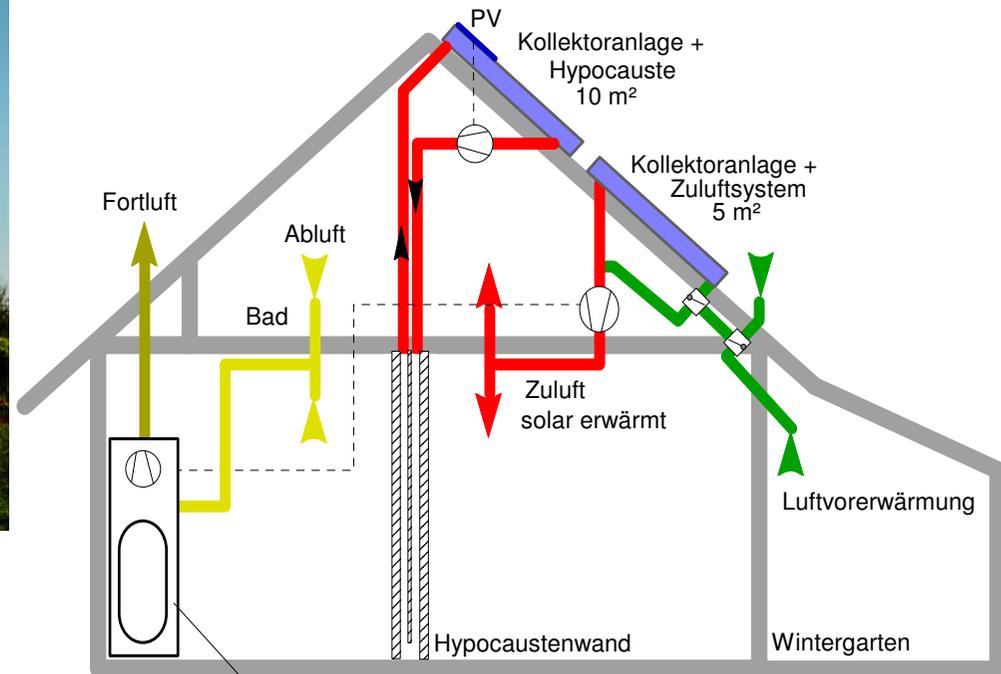


## Solares Zuluftsystem - Kachelofen



**Solarsystem 1:** Zuluftverteilsystem mit Außenluftvorerwärmung über Solar-Luftkollektoren und Wintergarten. Abluftsystem mit integrierter Elektro-Wärmepumpe zur Brauchwasserbereitung

**Solarsystem 2:** Autarke Luftkollektoranlage zur Beheizung einer zentralen Hypokaustenwand (Röhrendurchzogene Betonwand)

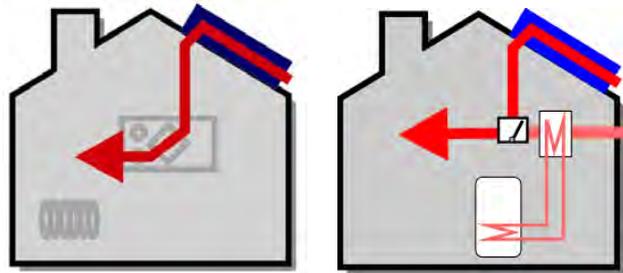


Kollektorfläche Zuluftsystem:	5 m <sup>2</sup>
Kollektorfläche Hypocaustensystem:	10 m <sup>2</sup>
Kollektorneigung:	42°
Nennleistung Zuluftsystem:	3,3 kWp,th.
Nennleistung Hypocaustensystem:	6,7 kWp,th.

Abluftgerät mit Wärmepumpe und integriertem Warmwasserspeicher



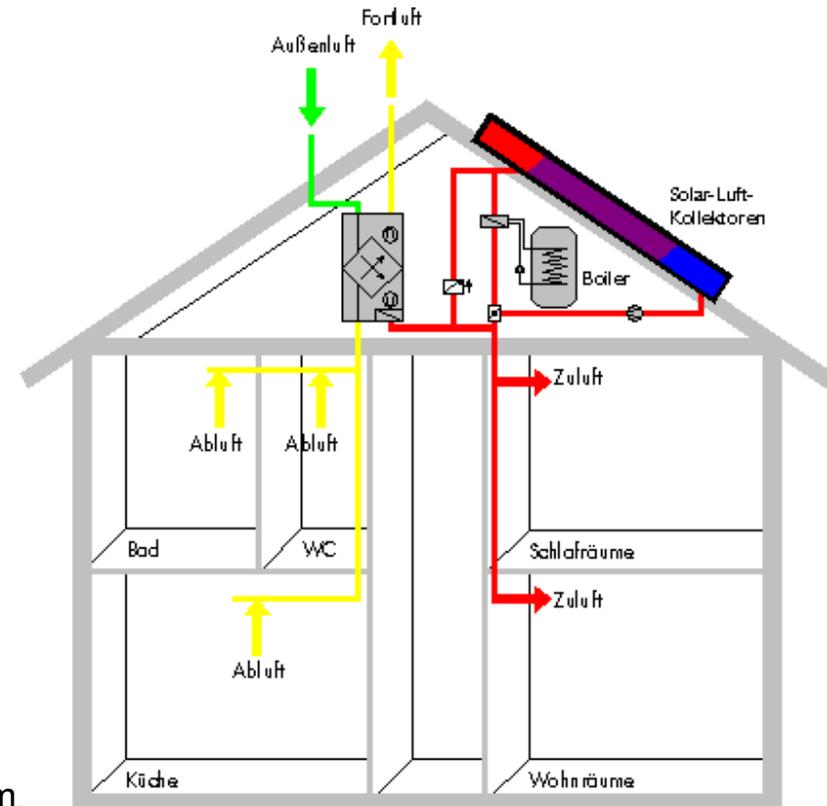
## Solare Umluftsystem – Murokauste/Hypokauste



Trapezförmige Kollektoranlage für Zulufterwärmung in Verbindung mit einer kontrollierten Be- und Entlüftungsanlage (Winternutzung) sowie solarer Warmwasserbereitung (Sommernutzung).



18 m<sup>2</sup> GLK, 45° trapezförmig Aufdach, 12 kWp,therm



Solare Wohnungslüftung, WRG, WW-Bereitung



TOPSOLAR an der Fassade – schneefrei!



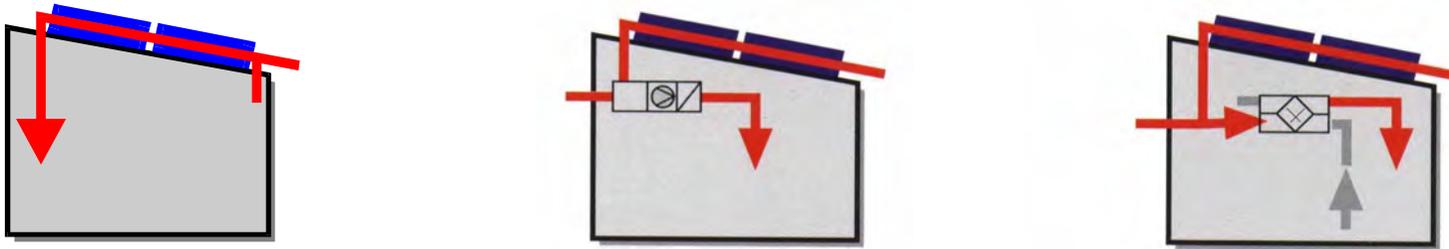
**„Solare Lufterwärmung  
zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“**

- **Großanlagen - JumboSolar, GLK-Standardanlagen**



Standort:	Röckersbühl
Solar-Lufstkollektorfläche:	1,456 m <sup>2</sup>
Nennleistung, thermisch:	730 kW <sub>peak</sub>
max. Luftvolumenstrom:	73,000 m <sup>3</sup> /h
Baujahr:	1977

## Ausgangspunkt - Solarunterstützte Trocknung von landwirtschaftlichen Produkten



- ☞ **Schwimm-, Sport-, Turnhallen**
- ☞ **Produktionshallen, Werkstätten aller Art**
- ☞ **Lagerhallen, Lagerräume, Verkaufsräume**
- ☞ **Aufenthalts- und Versammlungsräume (z.B. Kinos, Kantinen, Mehrzweckhallen, etc.)**
- ☞ **Technische Anlagen mit Lüftungs- oder Prozesswärmebedarf (z.B.: Trocknungsanlagen, Wäschereien, etc.)**
- ☞ **überall dort, wo ohnehin Lüftungs- und Luftheizungsanlagen vorhanden sind**

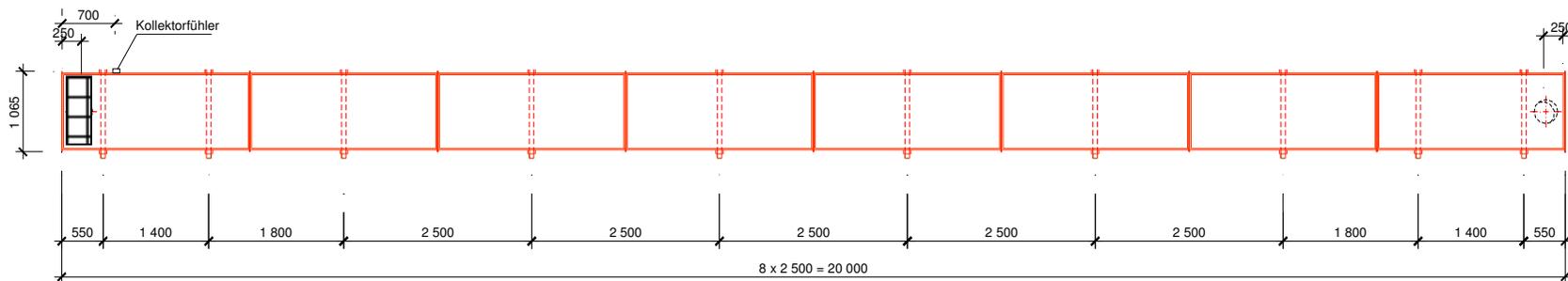
Anwendungsgebiete für Großanlagen

- ☞ **Luftvolumenstrom pro m<sup>2</sup>-Kollektorfläche: 30 – 100 m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>)**
- ☞ **Thermische Nennleistung - Kollektor: 670 W/m<sup>2</sup>**
- ☞ **Auslegung Kollektoranlage: 50 - 70% des Normwärmebedarfs**
- ☞ **Reihenlänge: 10 – 35 m**
- ☞ **zusätzliche Dachlast: ca. 35 kg pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche**
- ☞ **Primärenergieeinsparung: 200 – 700 kWh/(m<sup>2</sup>a)**
- ☞ **Spez. Systemkosten pro m<sup>2</sup>-Kollektorfläche: 150 – 350 EUR/m<sup>2</sup>**
- ☞ **Statische Amortisationszeit: i.d.R. < 10 Jahre**

Großanlagen - Richtwerte



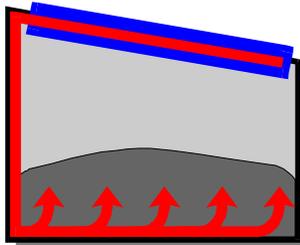
- 20m<sup>2</sup> Standardkollektoren GLK
- Montagesystem
- Luftführungszubehör – Zuluftsystem
- Optionen: Umluftsystem



JumboSolar - 20 m<sup>2</sup> GLK 3



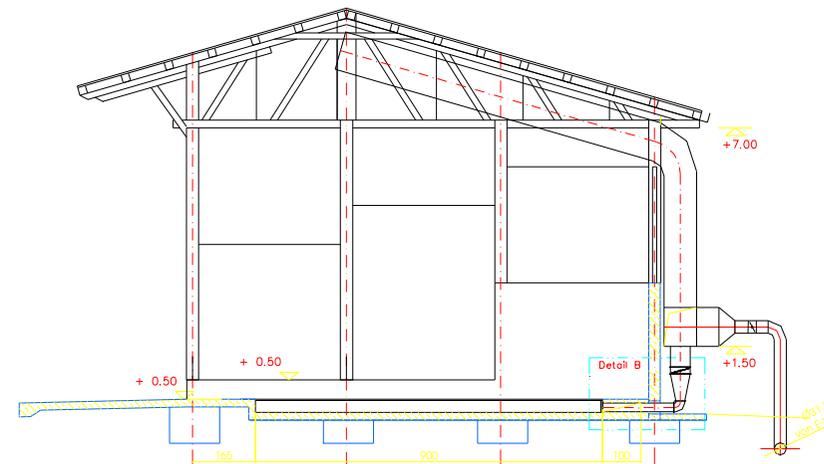
„kleinste“ Großanlage = JumboSolar  
 „Solares Wärmepaket gegen steigende Betriebskosten“



Solare Belüftungstrocknung von Holzhackschnitzeln, Stückholz, Rindenschwarten, Sägespänen, etc. Bei ausreichender Solarstrahlung wird Außenluft automatisch durch das Solardach der Lagerhalle gesaugt und dabei erwärmt. Die Warmluft durchströmt dann das Haufwerk und trocknet die Biobrennstoffe.



75 m<sup>2</sup> GLK, 24° Aufdach, 50 kWp



Schnitt A-A

„Günstigster“ Anwendungsfall: Prozesswärme  
Solare Belüftungstrocknung von Biobrennstoffen



210 m<sup>2</sup> GLK, Flachdach, 141 kWp,therm.



Ausführungsbeispiel – Hochregallager



Solar unterstützte Luftheizung und Frischluftherwärmung zur Lufterneuerung  
der Mehrzweckhalle

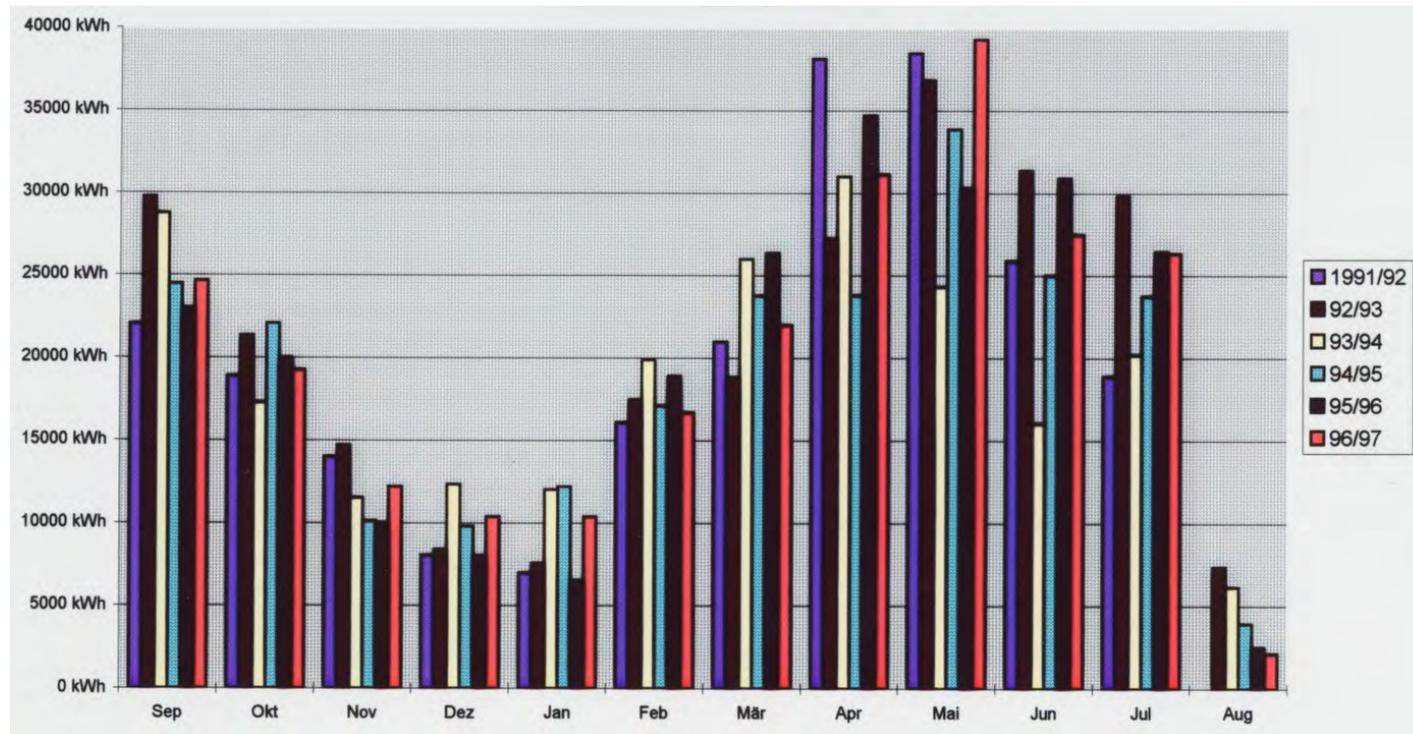
75 m<sup>2</sup> GLK, 45° Flachdach, Luftmenge max. 4.500 m<sup>3</sup>/h, 45 kW<sub>p,therm</sub>.



## Ausführungsbeispiel - Mehrzweckhalle



## Ausführungsbeispiel – Schwimmhalle



Gesamte Ernte 91/92: 228.550 kWh (653 kWh pro m<sup>2</sup>-Kollektorfläche)

Gesamte Ernte 92/93: 250.700 kWh (716 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 93/94: 225.496 kWh (644 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 94/95: 229.959 kWh (657 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 95/96: 237.639 kWh (679 kWh/m<sup>2</sup>)

Gesamte Ernte 97/98: 213.558 kWh (610 kWh/m<sup>2</sup>)

## Schwimmhalle Ingolstadt - Solarerträge



75 m<sup>2</sup> GLK, 50° Fassade, Luftmenge max. 8.000 m<sup>3</sup>/h, 45 kW<sub>p,therm</sub>.



Ausführungsbeispiel – Turnhalle, Schule



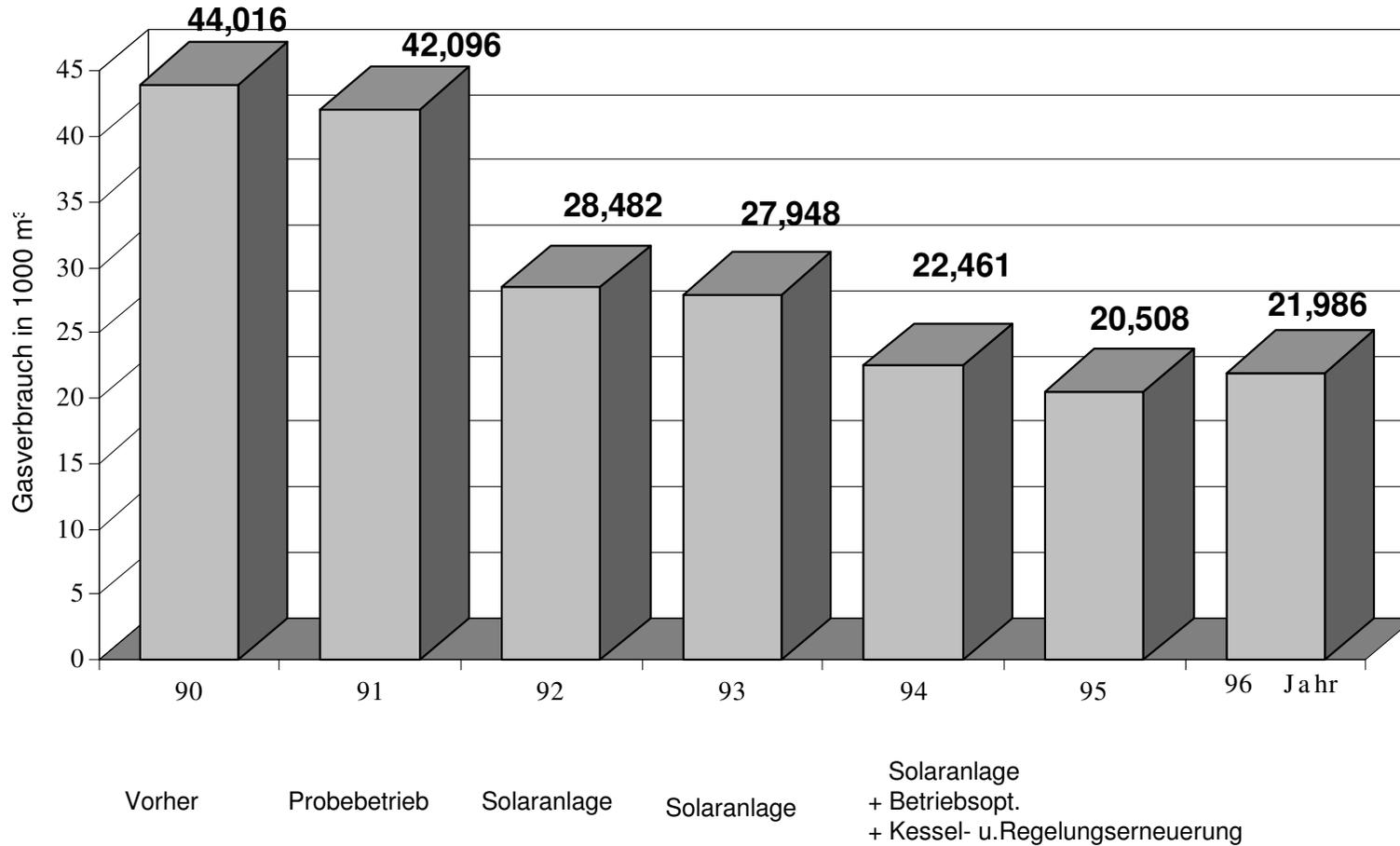
Mischluftherwärmung für Heizung und Lüftererneuerung der Zweifachturnhalle  
sowie Brauchwassererwärmung

190 m<sup>2</sup> GLK, 45° Flachdach, Luftmenge max. 11.400 m<sup>3</sup>/h, 114 kW<sub>p,therm.</sub>



## Ausführungsbeispiel – Doppelturnhalle

# Jahresverbrauch Turnhalle München Pasing gradtagszahlbereinigt



Jahresverbrauch an m<sup>3</sup> Erdgas  
Doppeltturnhalle Karlsgymnasium München



**„Solare Lufterwärmung  
zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“**

➤ **Solar-Luft-Fassaden**

- Architektonisches Gestaltungselement
- Ökologische Repräsentanzfunktion
- Marketinginstrument
- Energieeinsparung
- Substitutionseffekt



## Argumente für Solar-Luft-Fassaden



Kollektorfläche:	38,5 m <sup>2</sup>
Kollektorneigung:	80°
Luftmenge:	max. 2500 m <sup>3</sup> /h
Nennleistung:	26 kW <sub>p,therm.</sub>

## Ausführungsbeispiel - Lern- und Förderschule Schöllnach



Solar-Luft-Fassade zur Versorgung der Lüftungsanlage  
und zur solaren Brauchwasserbereitung

Kollektorfläche (aufgestellt auf zwei Feldern): 224 m<sup>2</sup>  
PSP Architekten, Hamburg



Ausführungsbeispiel - Laborgebäude Lilly HH



Solar-Luft-Fassade in Verbindung mit einer Luftheizungs-/Lüftungsanlage

Kollektorfläche: 100 m<sup>2</sup> nach Westen, 400 m<sup>2</sup> nach Süden

Architekturbüro Raché, Berlin



Ausführungsbeispiel - Möbelmarkt Berlin



Im Zuge der Fassadenrenovierung wurde eine Solar-Luft-Fassade zur Erwärmung der Frischluft für die innenliegenden Nasszellen eingebaut.

Sommernutzung zur Warmwasserbereitung

Kollektorfläche: 150 m<sup>2</sup>

Kollektorneigung: 90°

Luftmenge: max. 6000 m<sup>3</sup>/h

Nennleistung: 100 kW<sub>p,therm.</sub>

Installation: Schwab, Grammer, Amberg

Planung: PAI-Plan, Potsdam; EnergieBiss, Berlin



## Ausführungsbeispiel - Plattenbausanierung Potsdam

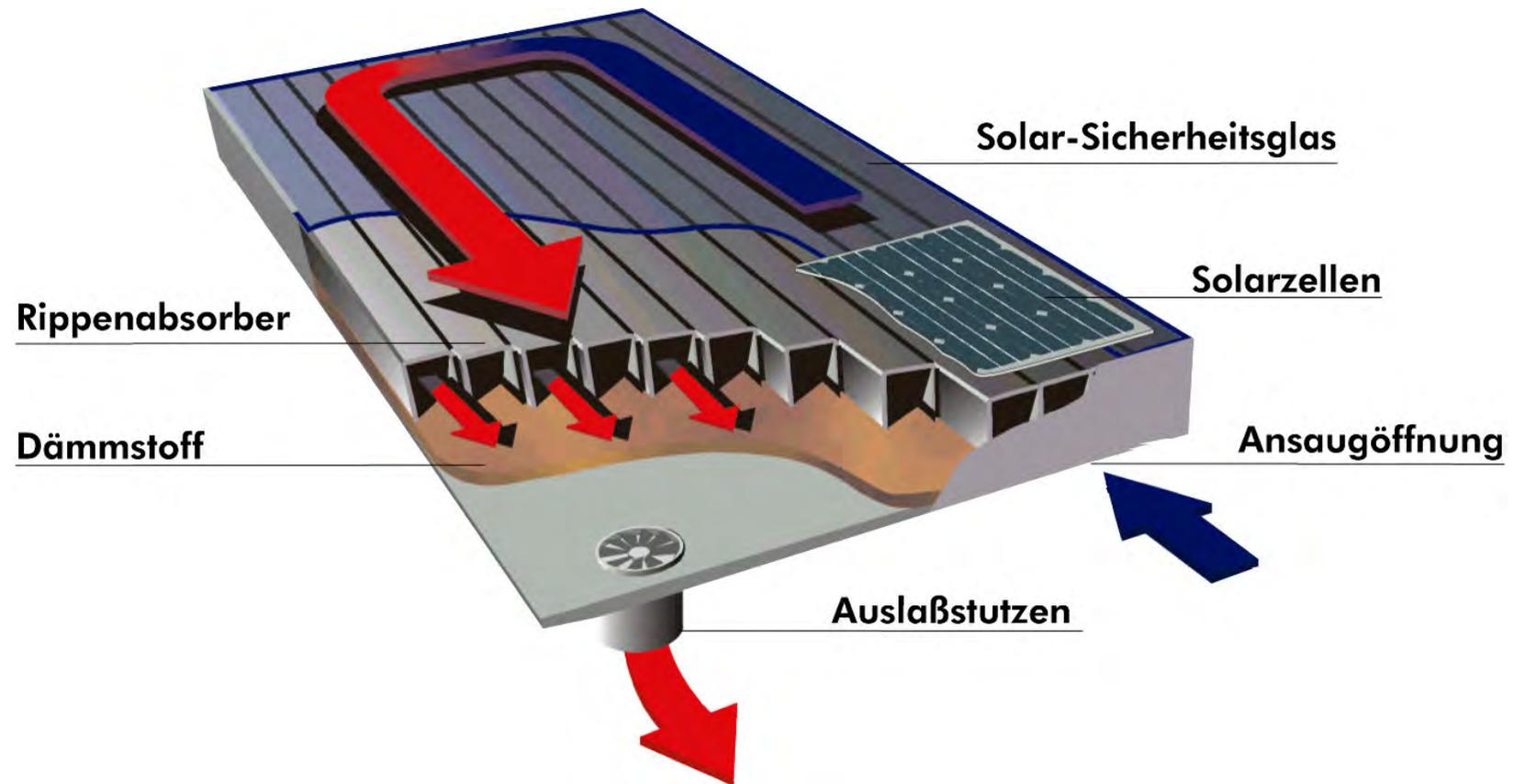
*Deutscher Solarpreis 2002*



A photograph of a sunset over a city and water. The sun is a bright white circle in the center of the sky, surrounded by a golden glow. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds. The city lights are visible in the distance, and the water in the foreground reflects the sun's light.

# „Solare Lufterwärmung zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“

➤ **Hybrid Systeme – TWINSOLAR**



**Netz-unabhängig, betriebssicher und nahezu wartungsfrei !**



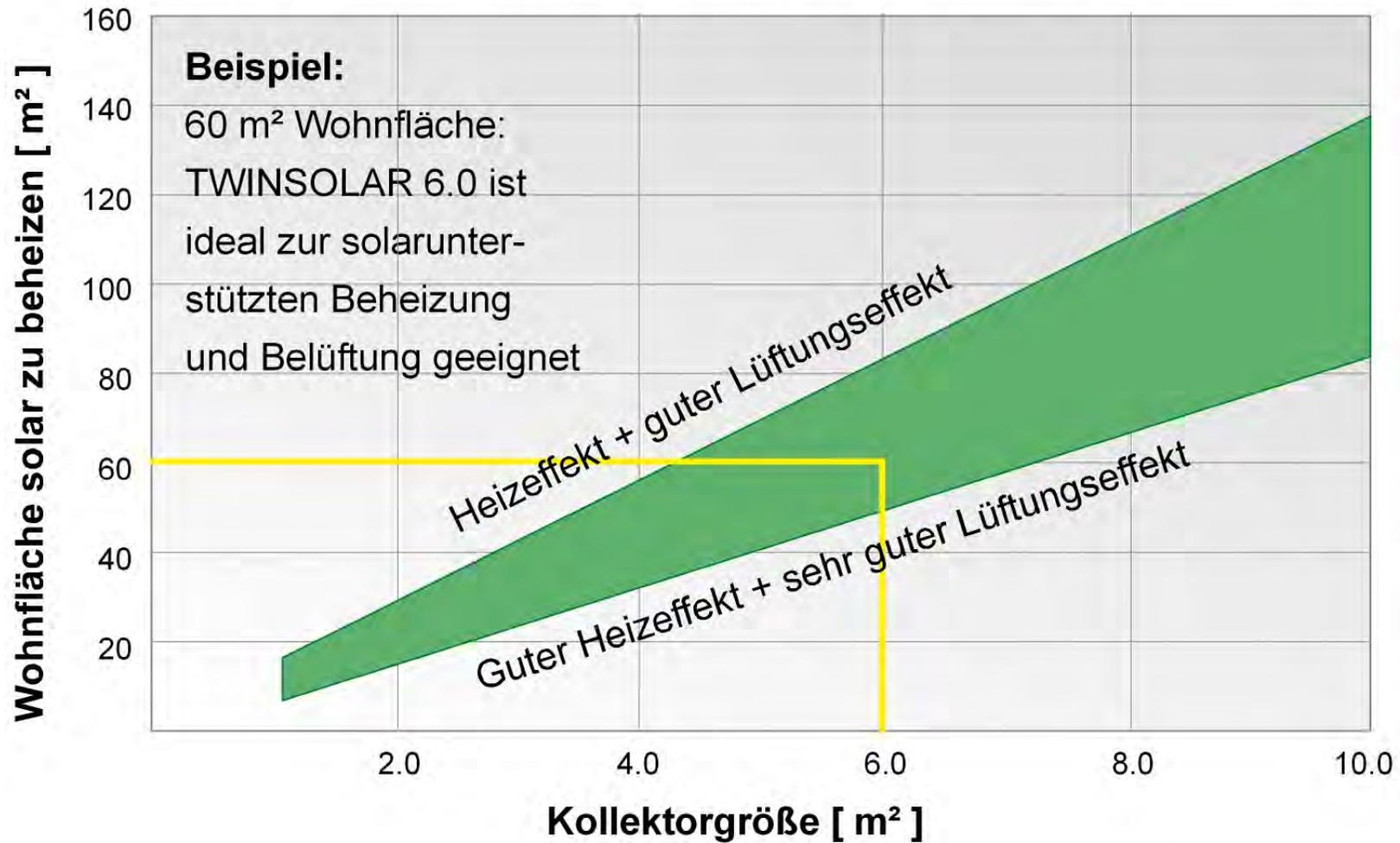
**TWINSOLAR – Bestandteile**



- **0° Aussentemperatur**
- **Volle Sonneneinstrahlung**
- **Zulufttemperatur ca. 40 °C**
- **Mögliche Raumtemperatur ca. 18 – 20 °C**

**(Bei durchschnittlichen Dämmstandard und Kollektor-Raumflächenverhältnis 1 : 10)**

## Einsatzbereich GRAMMER-TWINSOLAR

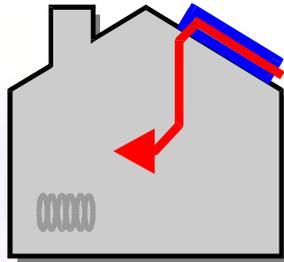


- Ferienhäuser
- Gartenhäuschen
- Berghütten, Winterräume
- Wohnhäuser
- Feuchte Keller
- Wintergärten
- Wohnwägen
- Garagen
- Container



TWINSOLAR – Anwendungsgebiete





10 m<sup>2</sup> TWIN, 90° Fassade, 6,7 kWp,therm.



TWINSOLAR - Berghütte



## Ausführungsbeispiel – Berghütte

Neue Traunsteiner Hütte, Berchtesgadner Alpen





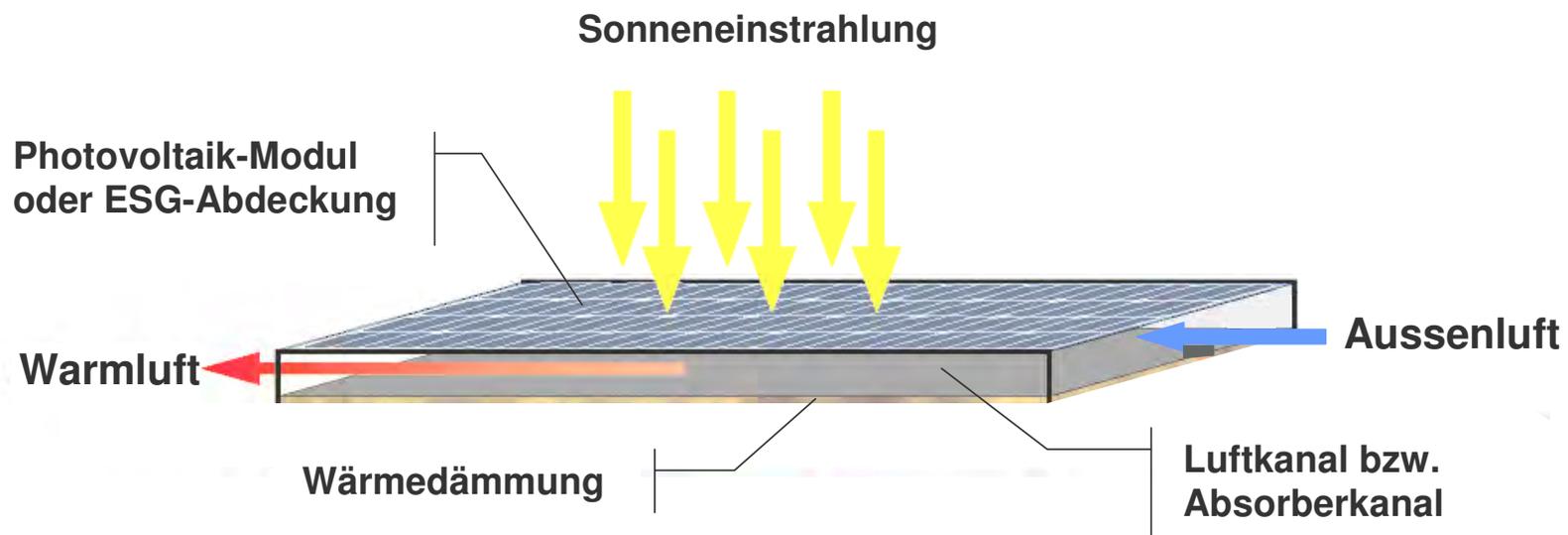
Ausführungsbeispiel – Ferienhaus an der Adria

A photograph of a sunset over a city and a body of water. The sun is a bright white circle in the center of the sky, surrounded by a large, glowing orange and yellow aura. The sky is filled with soft, wispy clouds. The city skyline is visible in the distance, and the water in the foreground reflects the sun's light, creating a shimmering path. The overall color palette is dominated by warm tones of orange, yellow, and red.

# „Solare Lufterwärmung zur Heizungsunterstützung, Hybrid Systeme“

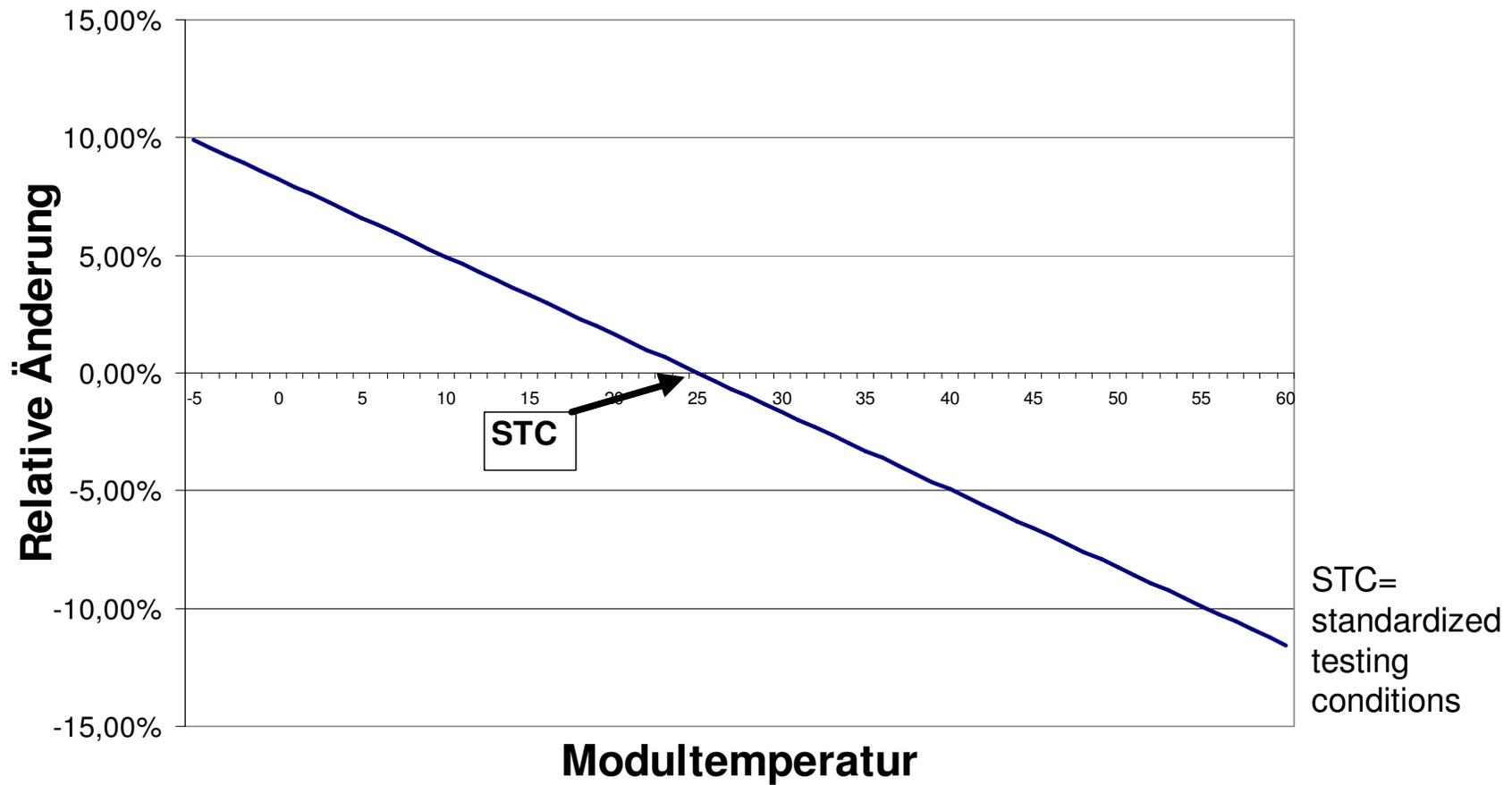
➤ Hybrid Systeme – PVT

**Hybrid Systeme = PVT = Photovoltaik + Thermie**  
**= Strom und Wärme von der Sonne**



## Hybrid Systeme

Photovoltaik-integrierte Solar-Luftkollektoren / PVT-Kollektoren



## Wärme und Leistungsfähigkeit eines PV-Moduls



Frischluffterwärmung (Delfinarium) + Strom zur Netzeinspeisung

210 m<sup>2</sup> davon 75 m<sup>2</sup> GLKPV+ 25 m<sup>2</sup> PV-Module; 51 ° Aufdach

Nennleistungen: 120 kW p,therm., 11,2 kWp,elektr.



Ausführungsbeispiel - Delfinarium Nürnberg



Frischluftherwärmung (Lackieranlage) + Strom zur Netzeinspeisung  
47 m<sup>2</sup> GLKPV, 45° Flachdach  
Nennleistungen: 20 kW p,therm., 5,5 kWp,elektr.

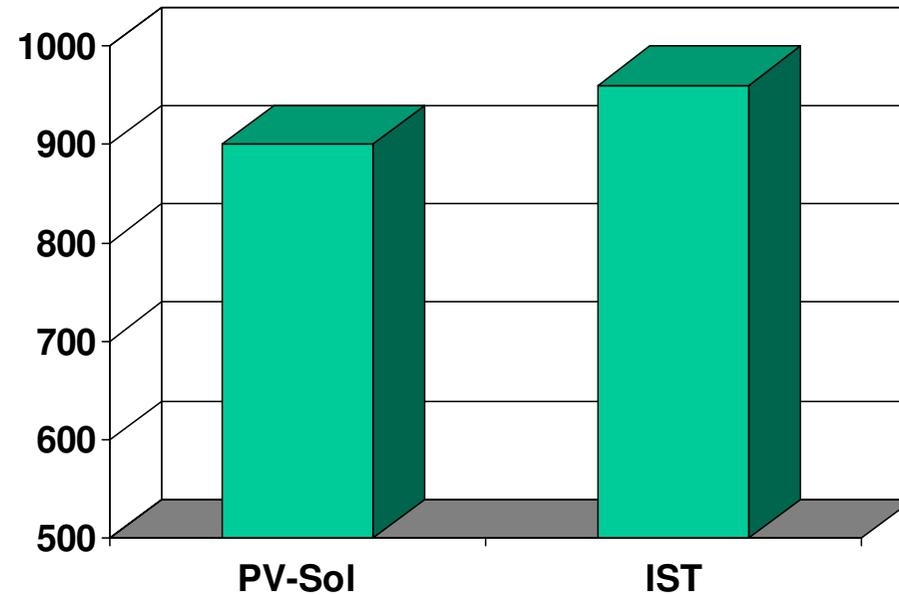
**Optimaler Anwendungsfall: Prozesswärme**  
Ausführungsbeispiel – Riedhammer, Nürnberg



einstrahlungskorrigierte  
Abschätzung

nach PV-Sol: 900 kWh/kWp

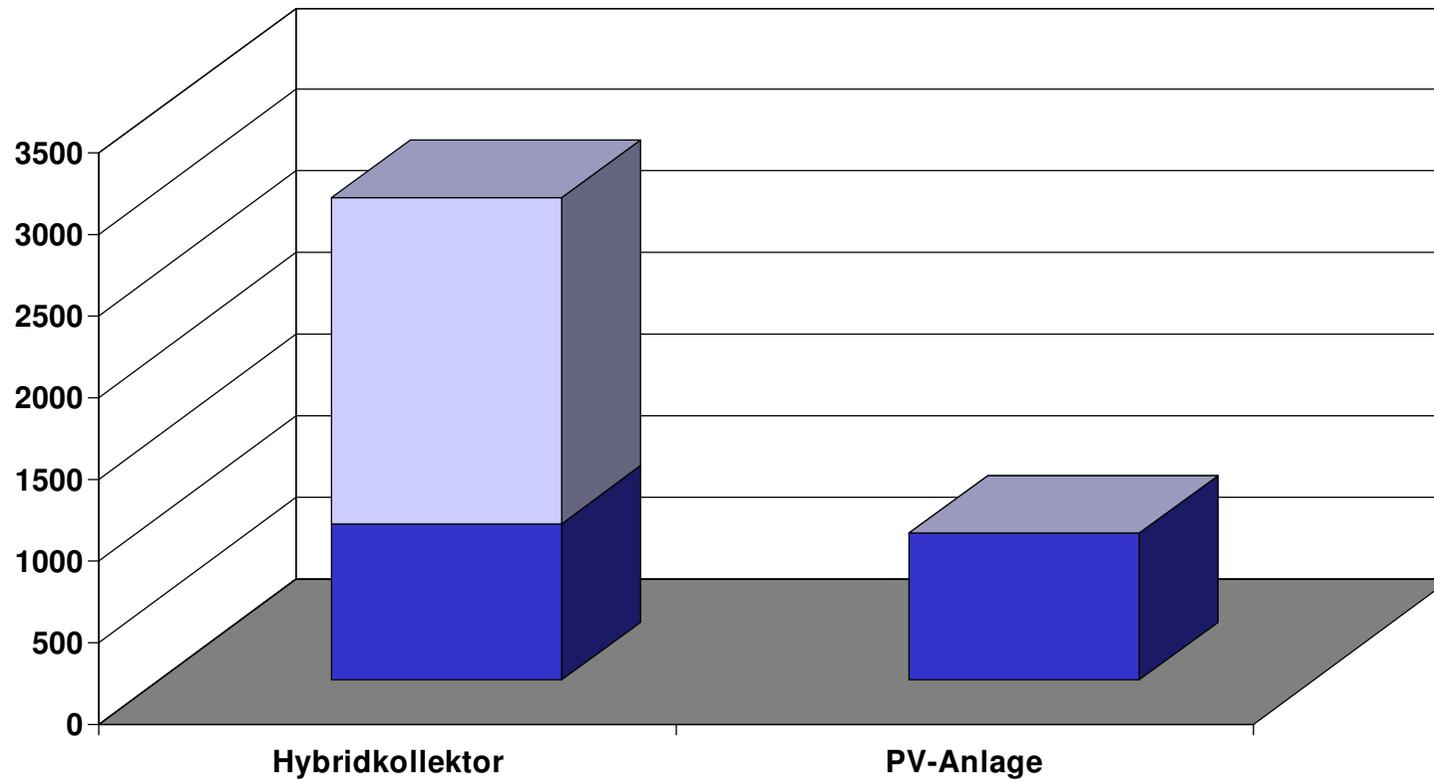
Ist-Wert: 960 kWh/kWp



**aber: zusätzlicher Ventilatoraufwand: 60 kWh !**

Elektrischer Ertrag: Simulierte Werte und  
Messwerte 2001 hochgerechnet

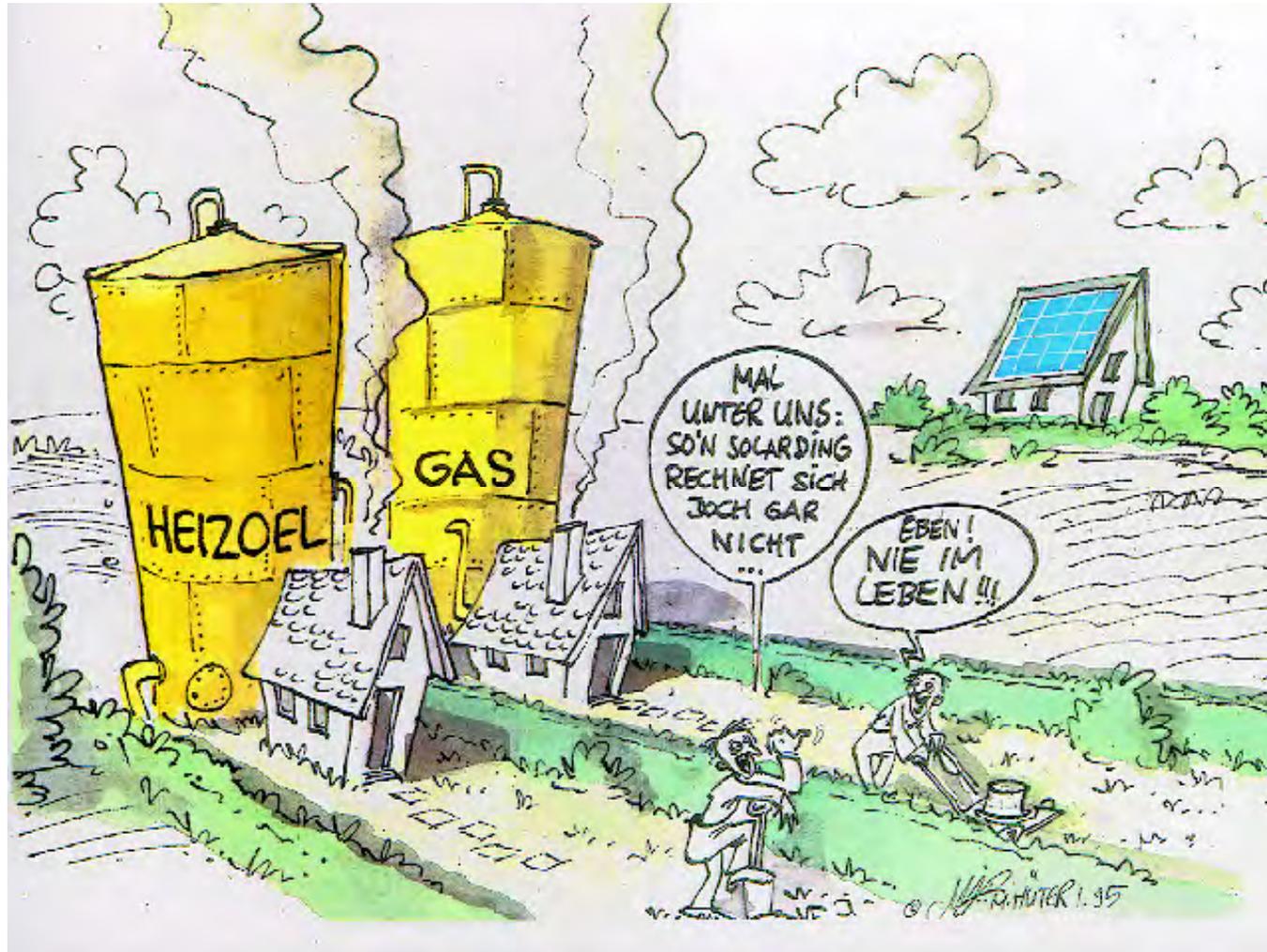
**nutzbare thermische Energie!**  
**pro kWp oder pro 10 m<sup>2</sup>: 2.000 kWh**

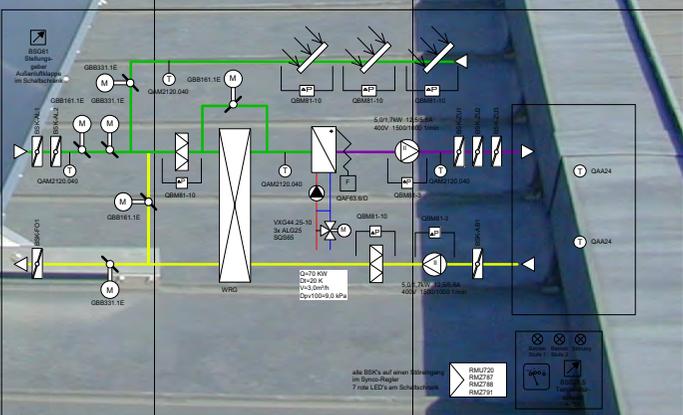


**gilt nur für Anlagen mit Wärmeabnahme !**



**Nutzbare thermische Energie**

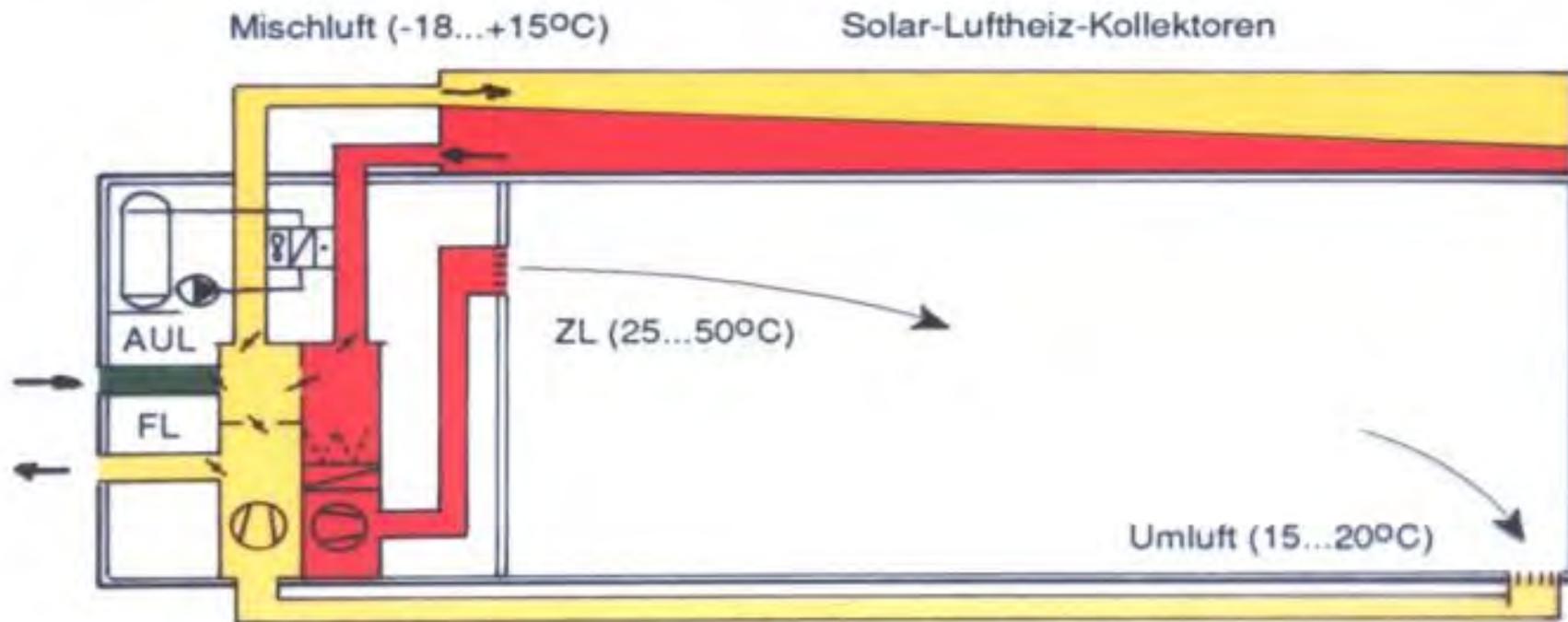




<b>SIEMENS</b> Building Technologies	Änderung :	Dat. :	Sign. :	Regelschema:	TH_KU1
	Kunde :	Alfred Langner GmbH	Projekt :	Tumhalle Kümmersbruck	Dat. : 16.06.05 Sign. : as
	Anlage :	Lüftungsanlage			Seite 1 von 1



# Solar-Luft-Kollektoranlage für Sporthalle



## Luftheizbetrieb im Winter / Übergangszeit

Solar-Luftheiz-Kollektoren



## Solare Brauchwasserbereitung im Sommer

## Wirtschaftlichkeitsprognose



**BV: Sporthalle XY**

Solaranlage inkl. Montagesystem	120 m <sup>2</sup> GLK3	<b>29.500</b>	EUR
Luftführungszubehör (Anschluss der Kollektoranlagen an RLT-Anlage)		<b>8.500</b>	EUR
Montage		<b>4.000</b>	EUR
<b>Paketpreis - netto:</b>		<b>42.000</b>	EUR
abzüglich Fördermittel (bis zu 135 EUR/m <sup>2</sup> )		<b>-16.200</b>	EUR
<b>Netto - Investitionssumme:</b>		<b>25.800</b>	EUR

<b>Wirtschaftlichkeitsprognose</b>			
<b>BV: Sporthalle XY</b>			
<b>Kapitalzins:</b>		<b>4,00%</b>	
<b>Lebensdauer:</b>		<b>20 Jahre</b>	
<b>Kapitalkosten pro Jahr:</b>		<b>1.898 EUR/a</b>	
<b>prognostizierter Solarertrag pro Jahr:</b>		<b>60.000 kWh/a</b>	
<b>Preis kWh solar:</b>		<b>0,032 EUR/kWh</b>	
<b>Jahresnutzungsgrad des konv. Heizsystems (Annahme):</b>		<b>75,0%</b>	
<b>Primärenergieeinsparung in kWh:</b>		<b>80.000 kWh/a</b>	
<b>Primärenergieeinsparung:</b>	<b>(Heizöl)</b>	<b>8.000 l/a</b>	
<b>spez. PE-Kosten (siehe auch: <a href="http://www.tecson.de">www.tecson.de</a>)</b>		<b>0,500 EUR/l</b>	
<b>Kosteneinsparung pro Jahr:</b>		<b>4.000 EUR/a</b>	



<b>Wirtschaftlichkeitsprognose</b>	
<b>BV: Sporthalle XY</b>	
<b>Netto - Investitionssumme / Eigenleistung:</b>	<b>25.800 EUR</b>
<b>Kapitalkosten pro Jahr:</b>	<b>1.898 EUR/a</b>
<b>Kosteneinsparung pro Jahr:</b>	<b>4.000 EUR/a</b>
<b>statische Amortisationszeit:</b>	<b>6,5 Jahre</b>
<b>CO2-Einsparung pro Jahr:</b>	<b>23,2 t/a</b>
<b>Kosten pro Tonne CO2-Einsparung:</b>	<b>82 EUR/t</b>





## Entwicklung des Heizölpreises (www.tecson.de)



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !**

