



Bild: GeoClimaDesign

# PVT-Kollektoren

17.05.2019 DGS-Forum auf der Intersolar  
Dipl.-Ing. Berit Müller



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie LV BB e.V.



Begriff PVT, die Idee

bisherige/neuere Entwicklung

Kennlinien / Einsatzbereiche

Anlagenbeispiele, Ausblick

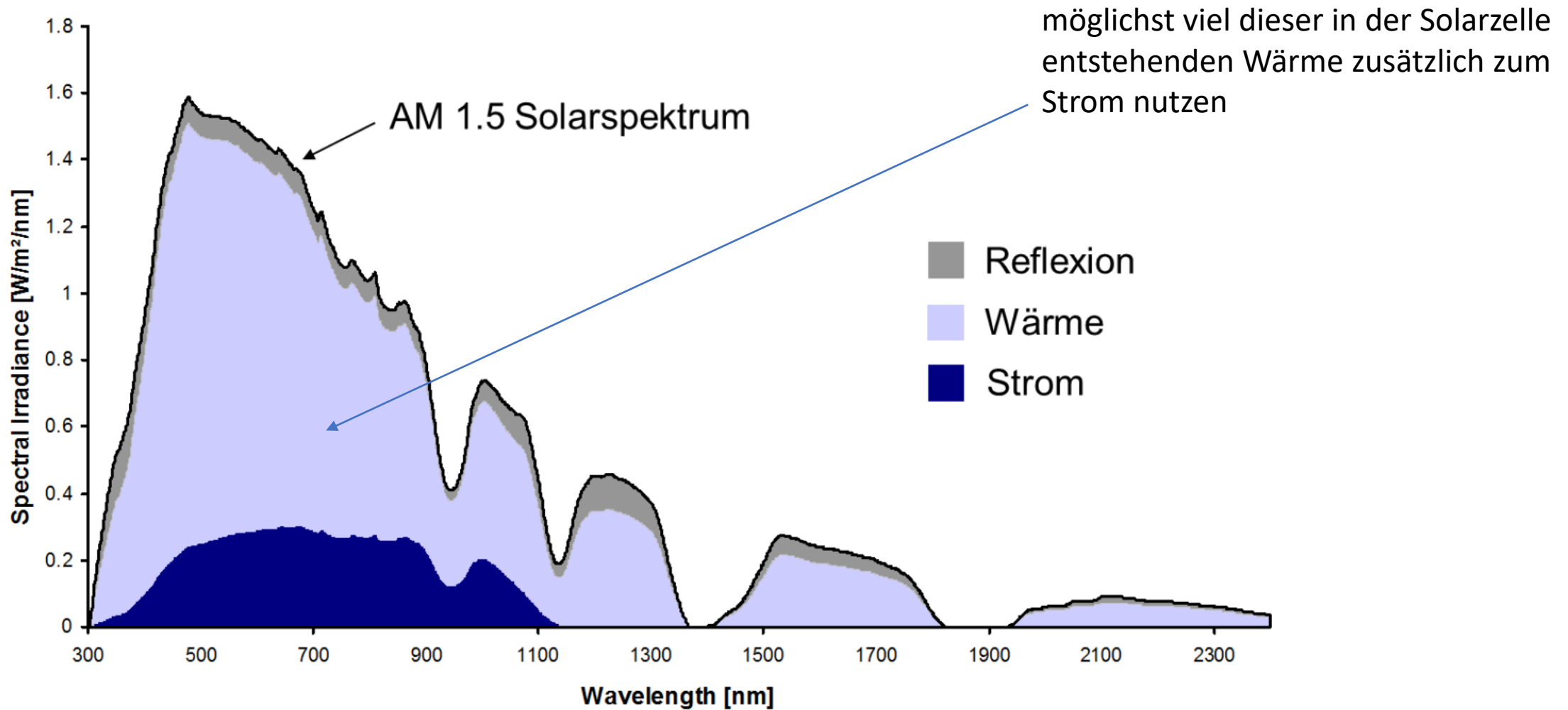
$$PV + ST = PVT$$



Foto: Prof. M. Rommel, SPF (Institut für Solartechnik SPF, HSR Hochschule für Technik Rapperswil)

In fast jedem Gebäude wird Wärme und Strom gebraucht.

- IdR => getrennte Systeme
- niedrige Flächenerträge: Photovoltaik (ca. 17-20 %)



Spektrale Eigenschaften einer kristallinen Silizium-Solarzelle (Quelle: P. Dupeyrat)



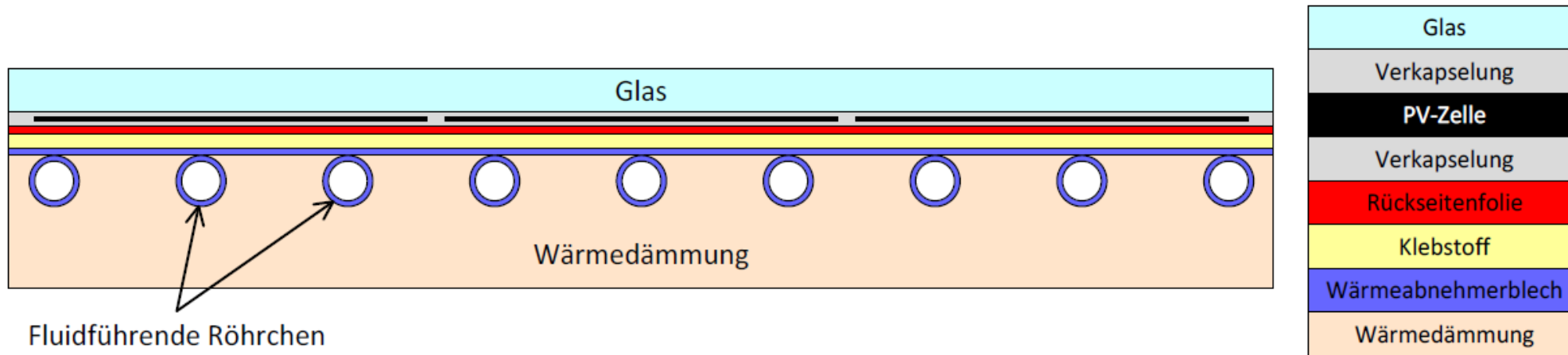


Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017

PVT-Kollektoren können Strom und Wärme produzieren, angestrebte Vorteile:

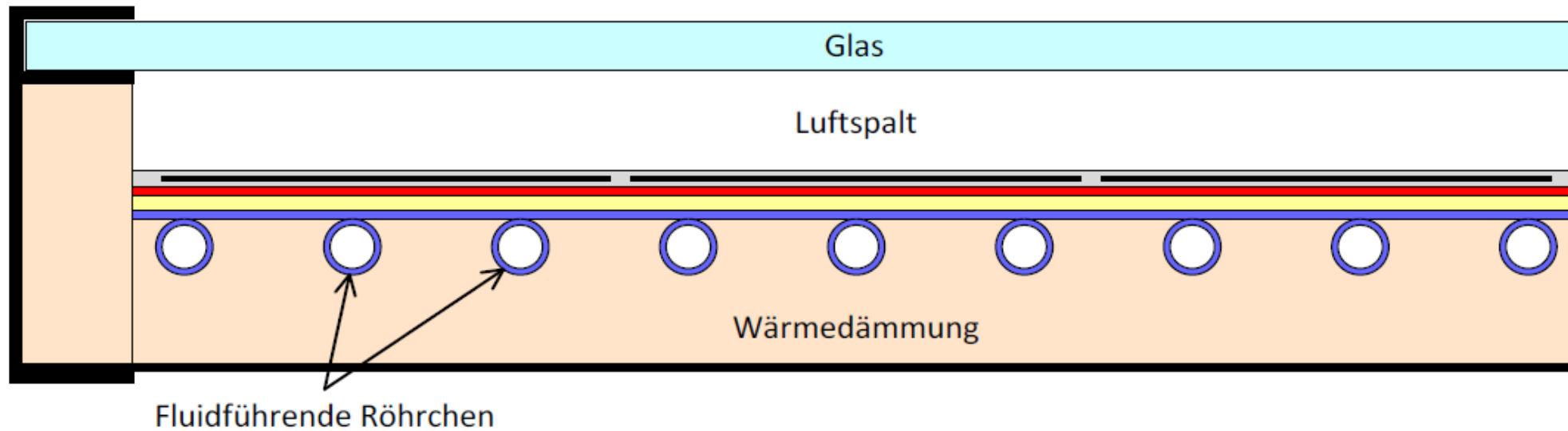
- ein höherer Flächenertrag
- im Vergleich zu getrennten Systemen gleichbleibende bis geringere Kosten
- ein einheitliches Erscheinungsbild

# Aufbau eines nicht abgedeckten PVT-Kollektors – stromorientierte Bauweise



Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017

# Aufbau eines abgedeckten PVT-Kollektors – wärmeorientierte Bauweise



Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017



## Warum haben sich PVT-Kollektoren bisher nicht durchgesetzt?

- geringere Erträge/keine Mehrerträge gegenüber getrennten Systemen da zu hohe Temperaturen
- ein schlechter Wärmeübergang von der Solarzelle auf den Absorber
- zu hohe Kosten, weil bisher keine Massenproduktion
- zwei getrennte Gewerke erschweren zusätzlich eine Markteinführung

## Weitere Unterschiede

### Kühlung

- flüssigkeitsgekühlte PVT-Kollektoren
- luftgekühlte PVT-Kollektoren

### Dämmung

- gedämmt
- ungedämmt

Modulkennlinien bei konstanter Einstrahlung von  $1.000 \text{ W/m}^2$

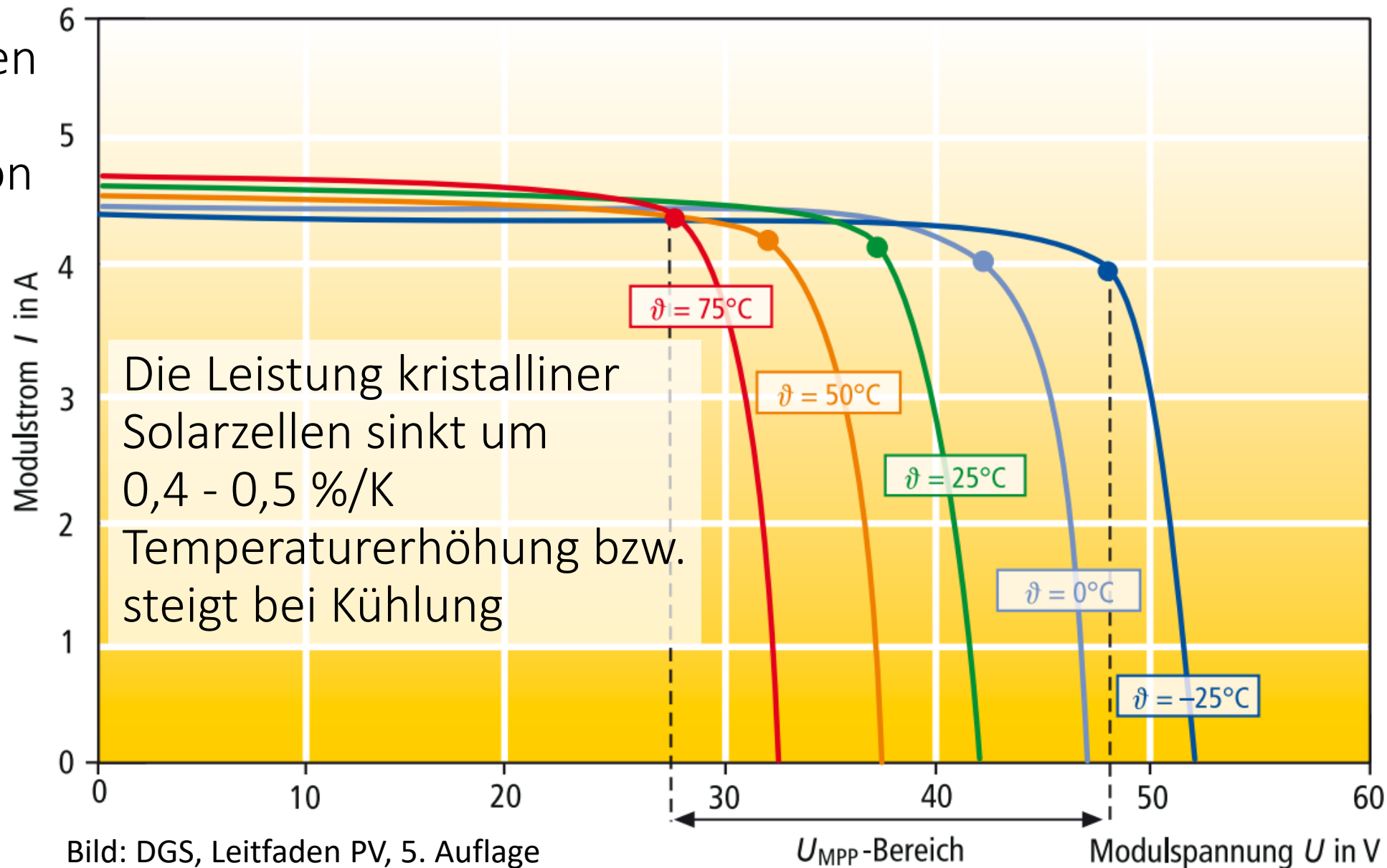
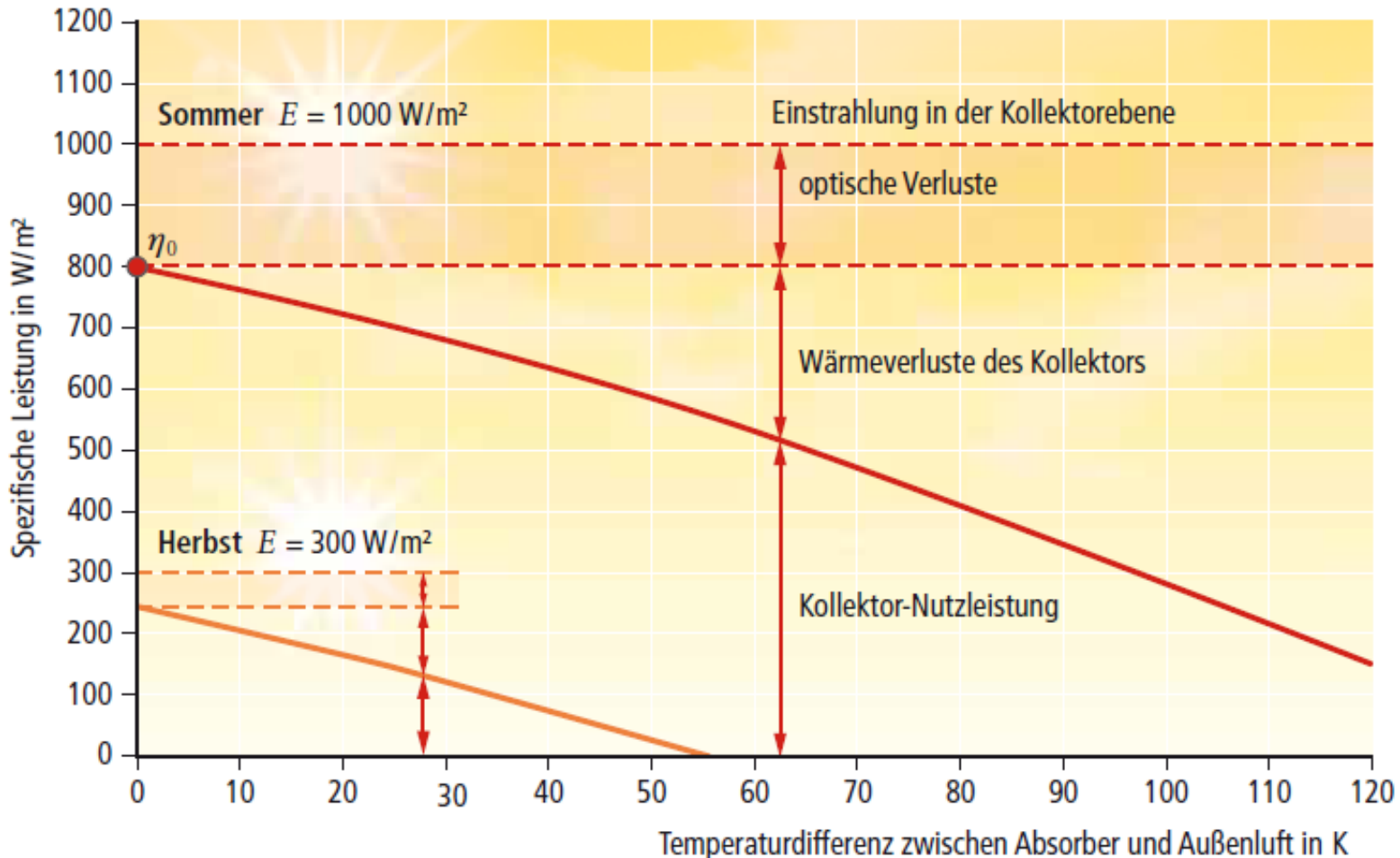


Bild: DGS, Leitfaden PV, 5. Auflage

## Kollektorkennlinien

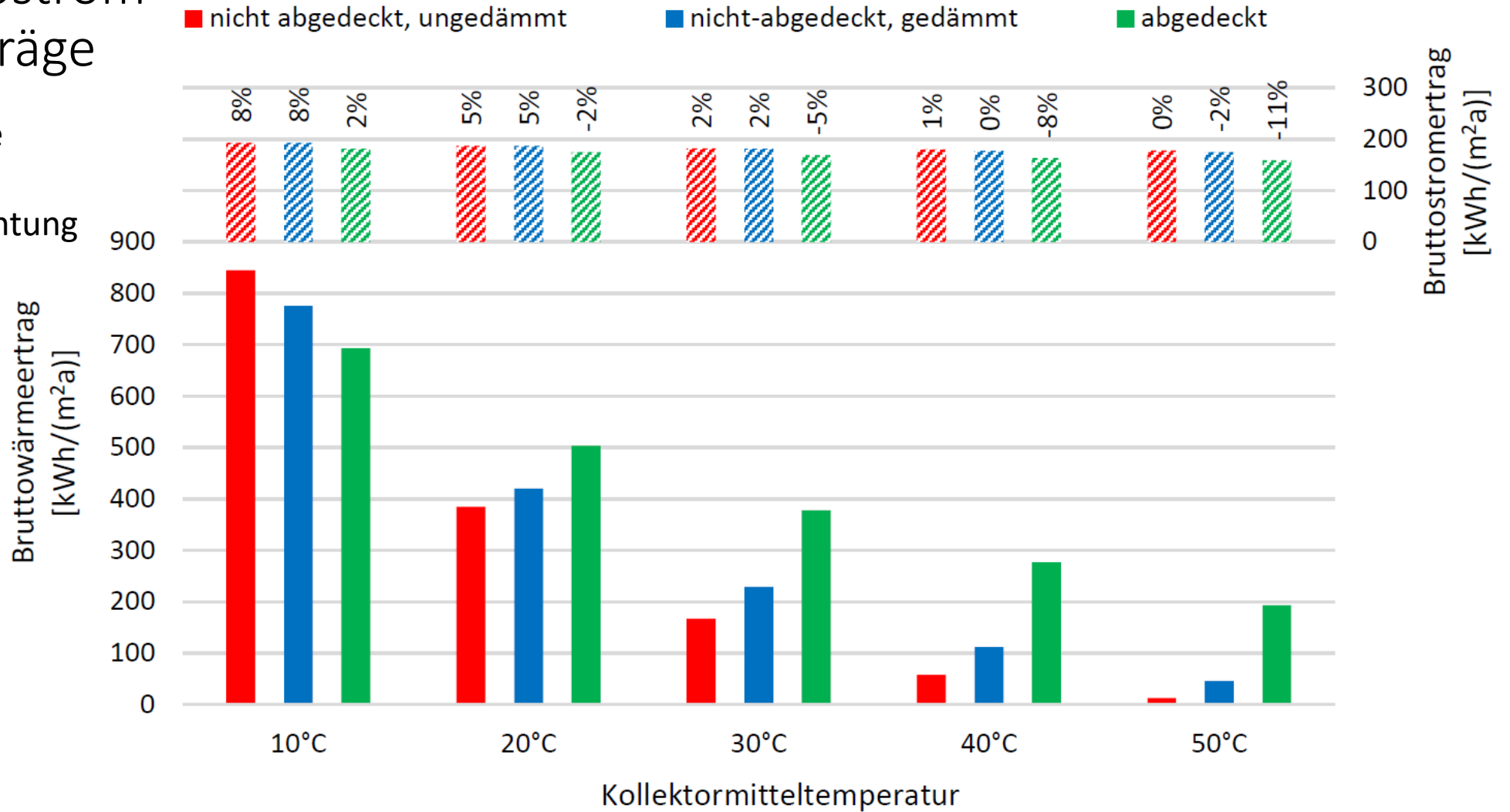


Quelle: DGS – Leitfaden Solarthermie

Die Leistung eines Sonnenkollektors sinkt mit zunehmender Differenz zwischen Absorber- und Außentemperatur, d. h. bei der Erzeugung von Niedertemperaturwärme werden hohe Flächenerträge erzielt

# Jährliche Bruttostrom- und -wärmeerträge

Erträge bezogen auf die Bruttokollektorfläche, Standort Zürich, Ausrichtung Süden, Neigung 45°



Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017



	Anzahl Hersteller	Flüssiggekühlte nicht-abgedeckte Kollektoren, ohne Rückseiten- dämmung	Flüssiggekühlte nicht-abgedeckte Kollektoren, mit Rückseiten- dämmung	Flüssiggekühlte abgedeckte Kollektoren	Luftkollektoren
Schweiz	5	4	1	0	0
Nachbarländer	26	10	9	2	5
Restl. Europa	13	4	3	2	3
RoW	9	3	4	2	1
<b>Summe</b>	<b>53</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017

Es werden fast ausschließlich nicht abgedeckte, flüssigkeitsgekühlte PVT-Kollektoren auf dem Markt angeboten:

- Standardmodule, die mit einem Absorber auf der Rückseite versehen werden
- Stagnationstemperaturen 90 – 120 ° C, d. h. keine Dampfbildung
- dadurch Kosteneinsparungen bei den hydraulischen Komponenten
- höhere Stromerträge als bei reinen PV-Systemen
- es wird Niedertemperaturwärme bereitgestellt

## Anlagenbeispiel Oberfeld



PVT-Kollektorfeld auf  
Gebäude C

Ansicht Gebäude B



Übersicht der Bebauung  
Oberfeld

Im Vordergrund Gebäude B

## Anlagenbeispiel Oberfeld

Gebäude	drei Gebäude mit insgesamt 100 Wohnungen, jedes Gebäude hat ein separates Heizungssystem bestehend aus WP, Erdsondenfeld, PVT-Kollektoren
PVT-Kollektoren	insgesamt 1.320 m <sup>2</sup> mit einer elektrischen Leistung von 207,7 kW <sub>p</sub>
Wärmeversorgungs-konzept	WP für Heizung und Trinkwassererwärmung beziehen Niedertemperaturwärme aus dem Erdsondenfeld und/oder den PVT-Kollektoren, im Sommer werden die Erdsonden durch Solarwärme regeneriert
Ergebnisse thermisch	330 kWh/(m <sup>2</sup> *a)
Ergebnisse elektrisch	Es liegen nur Temperaturmessungen vor: ungekühlte PV-Module max. 70 ° C, PVT-Kollektoren max. 40 ° C

Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017



## Anlagenbeispiel – Reka-Feriedorf



Quelle: SPF



## Anlagenbeispiel - Reka-Ferendorf

Gebäude	7 MFH mit insgesamt 50 Wohnungen, ein Empfangshaus und ein Hallenbad
PVT-Kollektoren	insgesamt 672 m <sup>2</sup> (102,3 kW <sub>p</sub> ), Ost-West-Ausrichtung
Wärmeversorgungs-konzept	4 WP mit Erdsonden, PVT-Wärme zur Wärmequellenregeneration oder direkt durch die WP genutzt
Ergebnisse thermisch	2015: 325 kWh/(m <sup>2</sup> *a), 2016: 400 kWh/(m <sup>2</sup> *a)
Ergebnisse elektrisch	2015: 123 kWh/(m <sup>2</sup> *a), 2016: 130 kWh/(m <sup>2</sup> *a) – viele Differenzen

Quelle: PVT Wrap-Up, Zenhäusern et al., 2017

## Anlagenbeispiel – Dresden EFH



**Ort:**  
**Dresden,**  
**Deutschland**

**PVT-Fläche:**  
**30 m<sup>2</sup>, 15**  
**SOLINK-Koll.**

**Wärmepumpe:**  
**SOLEARA, 6,9 kW**  
**Eisspeicher**

**Gebäude:**  
**Einfamilienhaus**

## Ausblick – Forschung und Entwicklung

- Es wird an der Verbesserung der Wärmeübertragung von der PV-Zelle zum Fluid gearbeitet
  - für einen verbesserten thermischen Wirkungsgrad
  - für einen verbesserten elektrischen Wirkungsgrad
- Kostengünstige Verrohrungstechniken müssen entwickelt werden





Quelle: GeoClimaDesign

## Ausblick – Forschung und Entwicklung

- Systemtechniken müssen weiter untersucht werden
  - Erdsondenspeicher
  - Eisspeicher
  - Einfache, flexible Systeme
- auch Regelstrategien für verschiedene Systeme müssen weiterentwickelt werden
  - An den Nutzer anzupassende Regelung der Wärmepumpe
  - und der Speicherintegration



## Ausblick

Die Flächenverfügbarkeit wird beim künftigen Ausbau der Solarenergie im urbanen Bereich eine wichtiger werdende Rolle spielen.

Deshalb ist der Sprung im solaren Flächenertrag, der durch die Kombination der beiden Technologien Photovoltaik und Solarthermie zu PVT erreicht werden kann, von großer Bedeutung.

Schlussbericht, 31. März 2017

## PVT Wrap-Up

Energiesysteme mit Photovoltaisch-  
Thermischen Solarkollektoren

[http://www.spf.ch/fileadmin/daten/publ/PVT\\_WrapUp\\_Final\\_mit\\_FR\\_Zfsg.PDF](http://www.spf.ch/fileadmin/daten/publ/PVT_WrapUp_Final_mit_FR_Zfsg.PDF)  
(Deutsch)

[http://www.spf.ch/fileadmin/daten/publ/PVT\\_WrapUp\\_Final\\_EN.pdf](http://www.spf.ch/fileadmin/daten/publ/PVT_WrapUp_Final_EN.pdf) (Englisch)

# Solare Stadt Berlin: ich bin dabei!



Berit Müller,  
GF des DGS LV Berlin Brandenburg  
bm@dgs-berlin.de

Gefördert durch:

Senatsverwaltung  
für Wirtschaft, Energie  
und Betriebe



Zenhäusern, Daniel, Evelyn Bamberger, und Aleksis Baggenstos. 2017. «PVT Wrap-Up: Energiesysteme mit Photovoltaisch-Thermischen Solarkollektoren». Rapperswil, Schweiz: im Auftrag von EnergieSchweiz.

F. Hüsing, O. Mercker, H. Hirsch und J. Steinweg, 2017. «Solare Regeneration von Erdwärmekollektoren – Reduzierter Flächenbedarf bei hoher Effizienz». Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln (ISFH) beim 27. Symposium Thermische Solarenergie, 10. – 12. Mai 2017 in Bad Staffelstein

P. Dupeyrat 2011. «Experimental development and simulation investigation of a PhotovoltaicThermal hybrid solar collector,» Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Lyon

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. 2013. «Leitfaden Photovoltaische Anlagen, 5. Auflage» DGS, Berlin