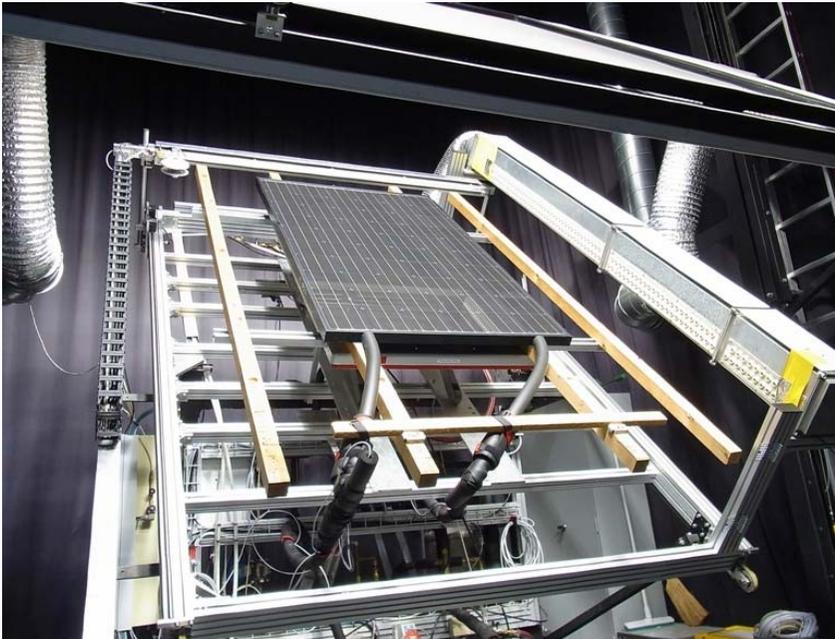


PVT- oder Hybridkollektoren: aktuelle Entwicklungen, technische Herausforderungen und Marktchancen



Prof. Matthias Rommel

Institutsleiter
SPF Institut für Solartechnik

Hochschule für Technik
Rapperswil HSR

Institut für Solartechnik (www.spf.ch)



Kompetenzzentrum für Solarenergie seit über 30 Jahren.

Momentan 40 festangestellte Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker

Jahresbudget ca. 4.8 Mio CHF

Nationale und internationale aF&E-Projekte

Momentan Beteiligung an drei EU-finanzierten Projekten

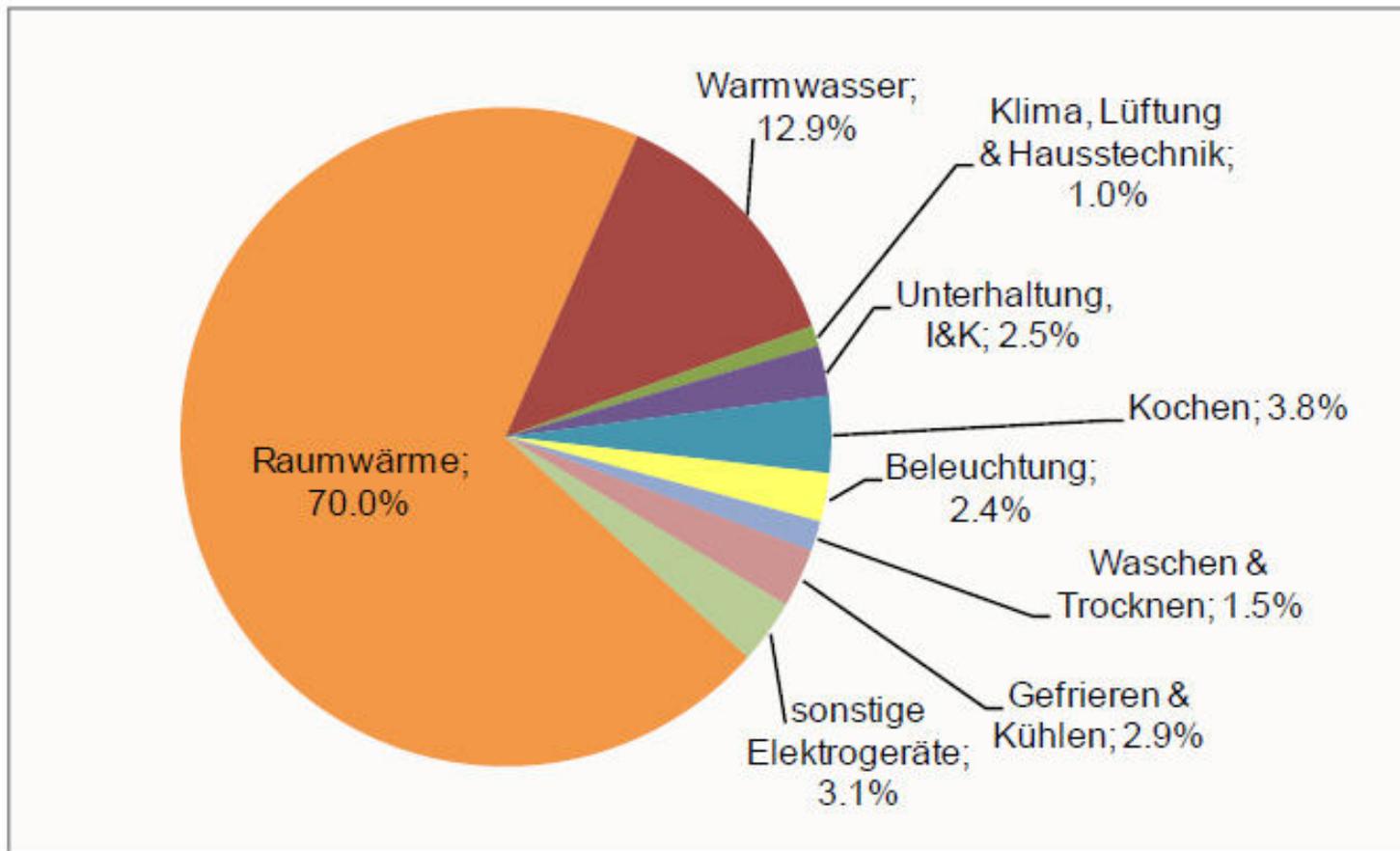
IEA-Task 49 on Solar Heat for Industrial Processes

IEA-Task 44 on Combination of Solar Thermal and Heat Pump Systems

Ziel der nächsten Jahre: Kombination von Erneuerbaren Energietechniken in der Umsetzung (z.B. PVT, ST+WP+Eisspeicher)

Studiengang Erneuerbare Energien und Umwelttechnik

Wofür verwenden wir wieviel Energie in unseren Haushalten in der Schweiz?



Entwicklung von PV-T Kollektoren



Alle Gebäude benötigen Elektrizität und Wärme.

PV-Zellen wandeln nur etwa 16% der Solarstrahlung in Elektrizität um, etwa 74% gehen in Form von Wärme an die Umwelt verloren.

Solarstrahlung wird durch PVT-Kollektoren am effizientesten genutzt.

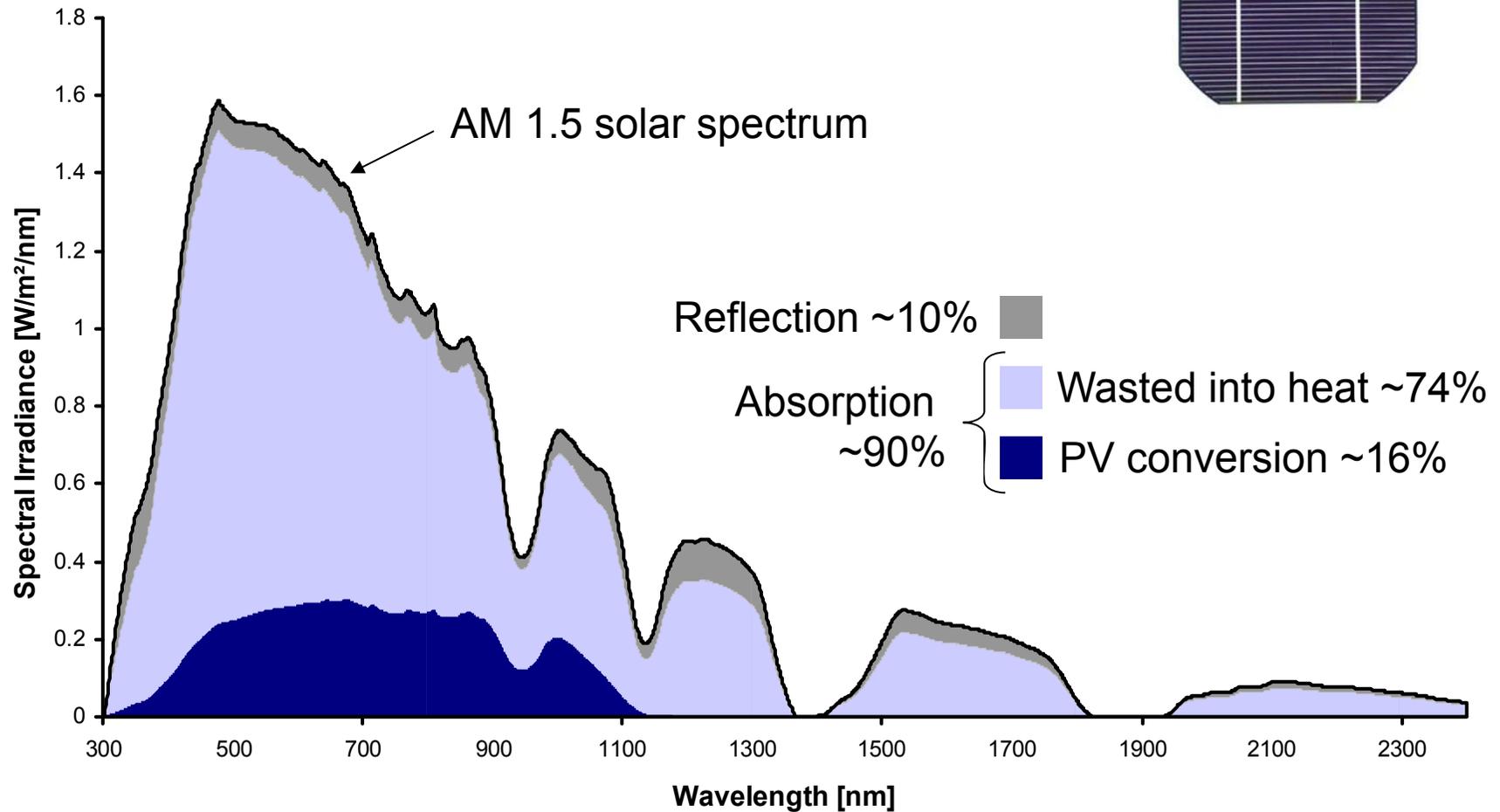
In der Zukunft muss Solarstrahlung, die auf die Gebäudehülle trifft, so effizient wie möglich genutzt werden für:

- Elektrizität
- Wärme
- Tageslichtnutzung (Fenster).



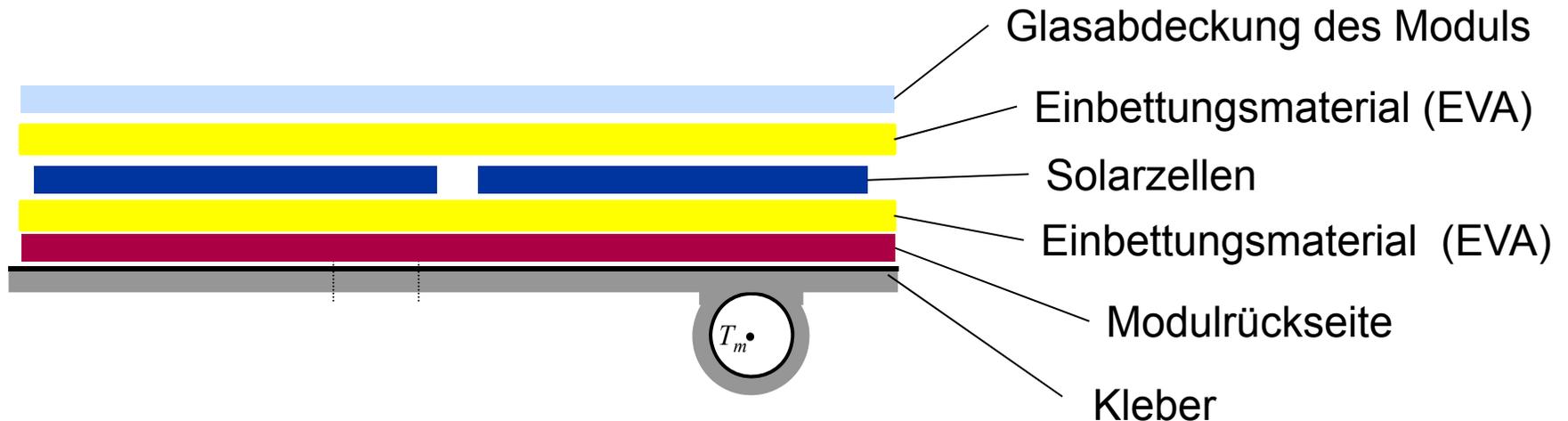
Energieautarkes Solarhaus des Fraunhofer ISE
(1992 fertiggestellt, volle Energie-Autarkie erreicht)

Spektrale Eigenschaften einer Silizium Solarzelle



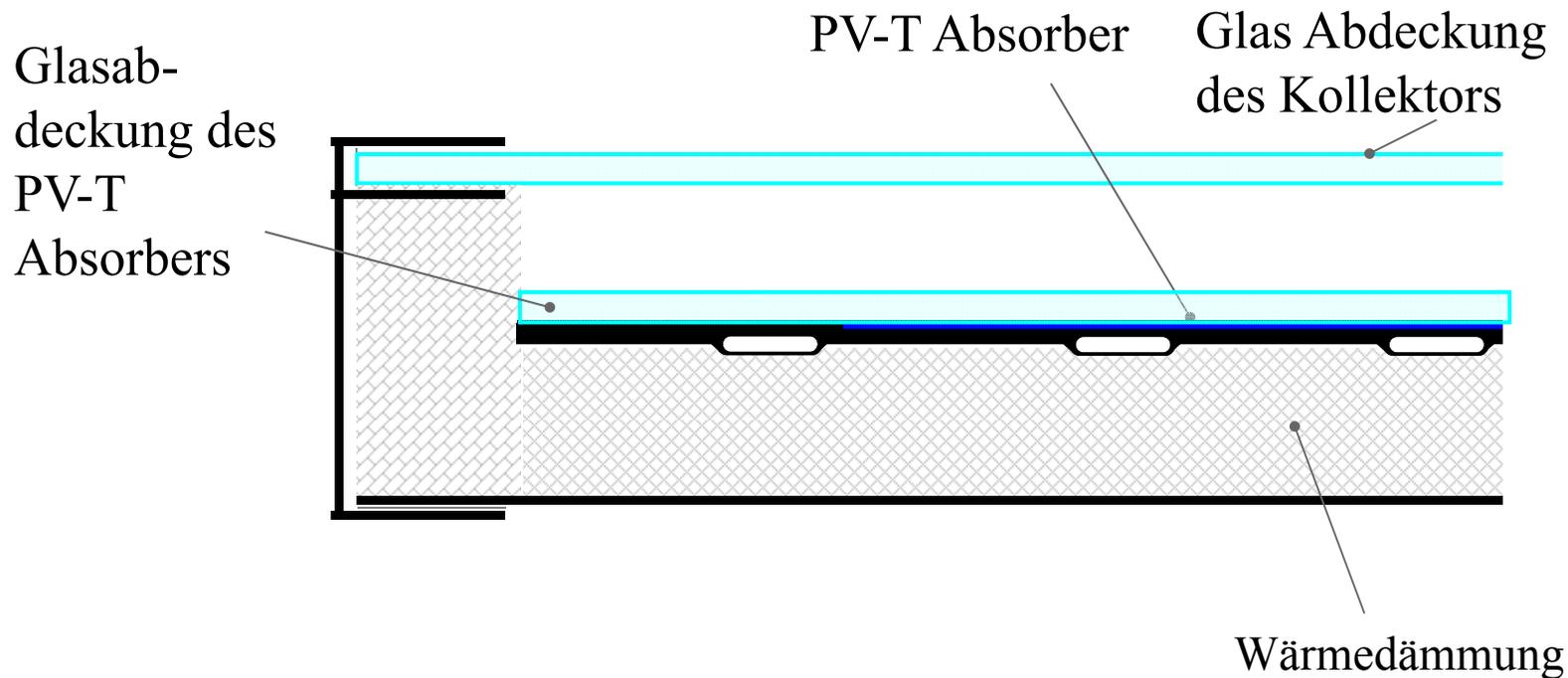
Source:
Dupeyrat, Fraunhofer ISE

Technische Herausforderung: Wärmeübergang von der Zelle ins Fluid



- Grosser Wärmeflusswiderstand zwischen Solarzelle und Kollektorfluid
 - Direkte Laminierung der Solarzelle auf das metallische Wärmeleitblech
 - Absorber Konstruktionen mit hohen F' Faktoren
(keine Finne-Rohr Konstruktionen sondern möglichst vollflächig durchströmte Konstruktionen)
- EINFACHES ZUSAMMENBASTELN VON PV-MODUL MIT THERMISCHEM ABSORBER FÜHRT ZU SCHLECHTEN ERGEBNISSEN

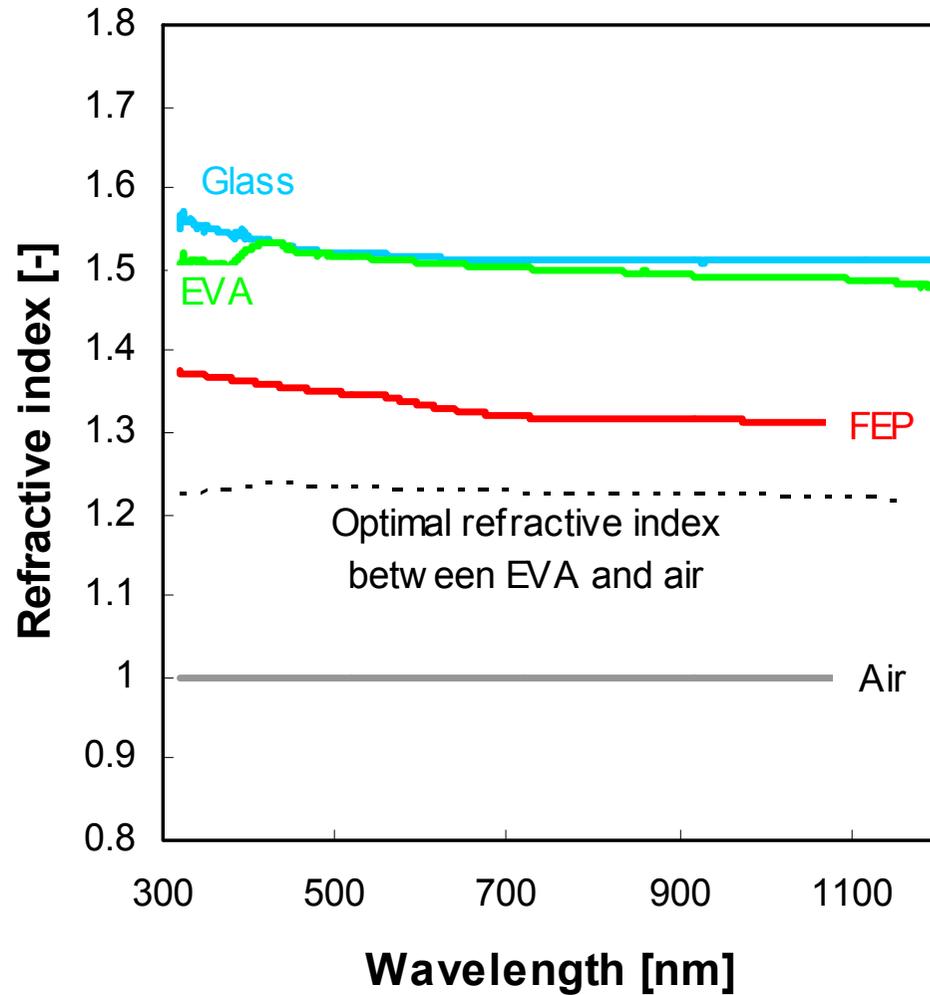
Flachkollektor mit PVT-Absorber



Glasabdeckung für den PVT Absorber ist nicht notwendig:

1. Wegen der mechanischen Stabilität durch Metallabsorber
2. Schutz gegen Hagelschlag und mechanische Lasten durch die Kollektorverglasung

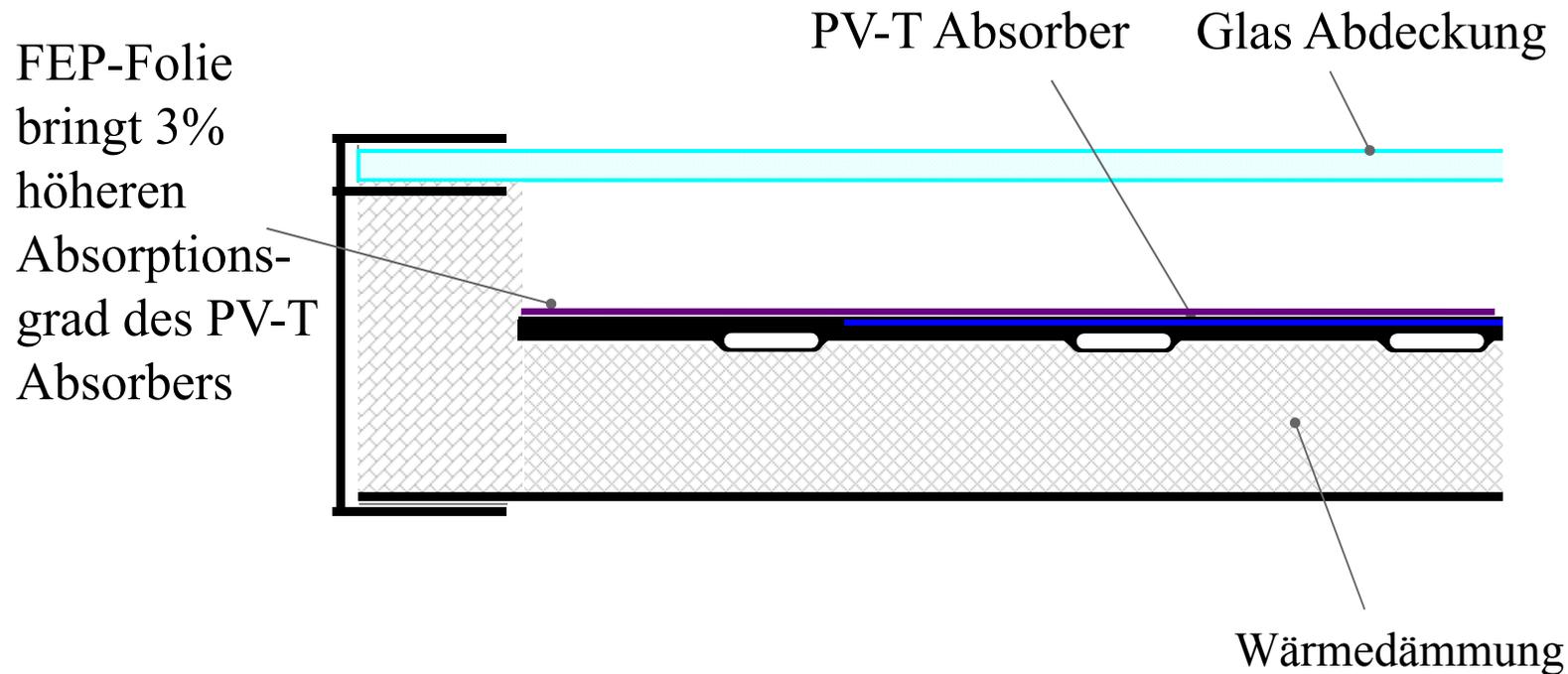
Verwendung einer FEP Folie anstelle des Abdeckglases des PVT Absorbers



Source:
Dupeyrat, Fraunhofer ISE

Flachkollektor mit PVT-Absorber:

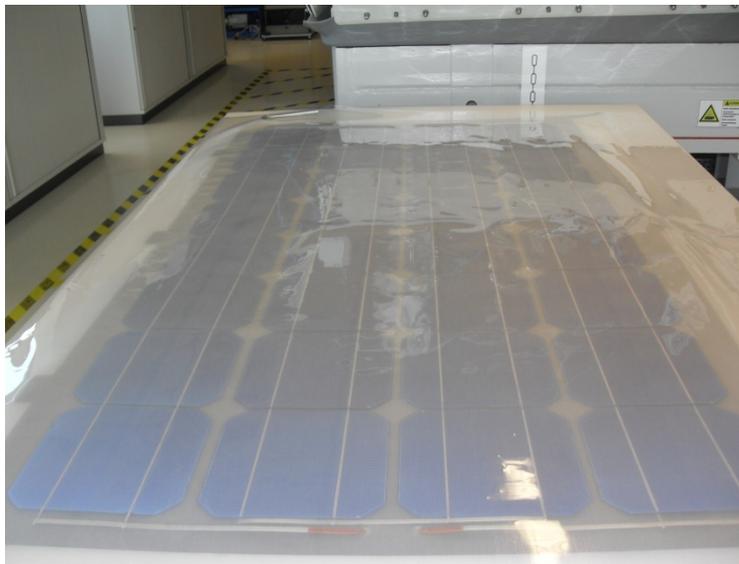
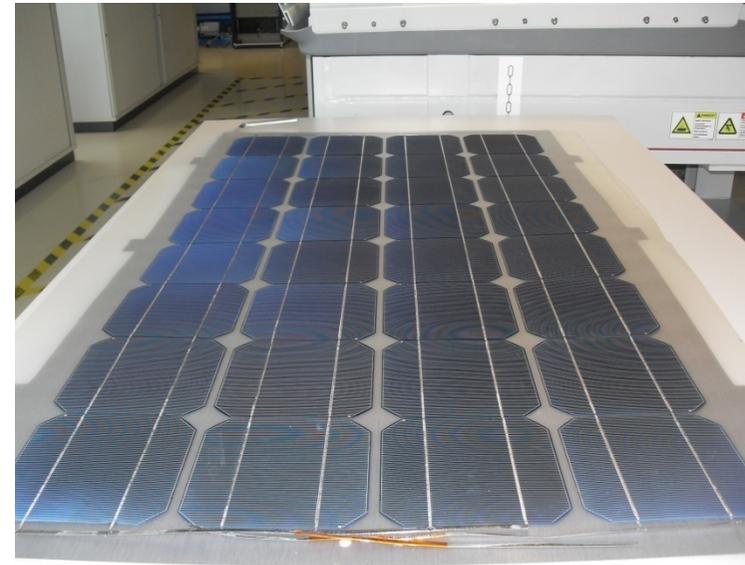
Möglichkeiten für optische Verbesserungen, weil keine Glasabdeckung für den PVT Absorber notwendig ist !



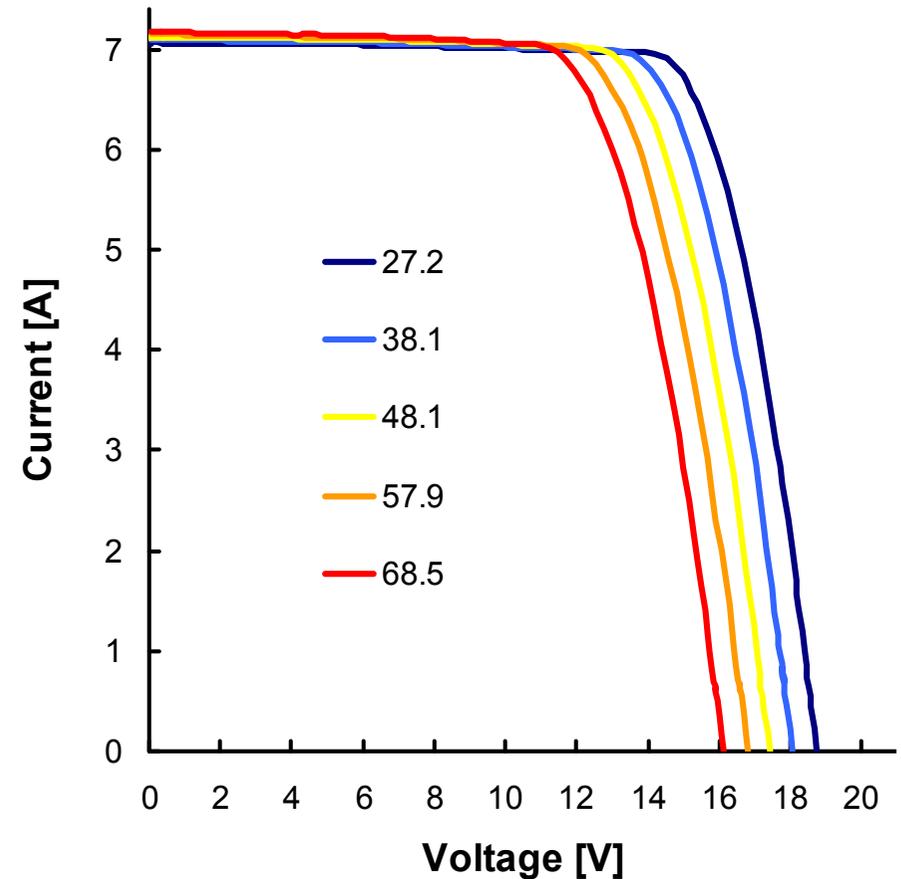
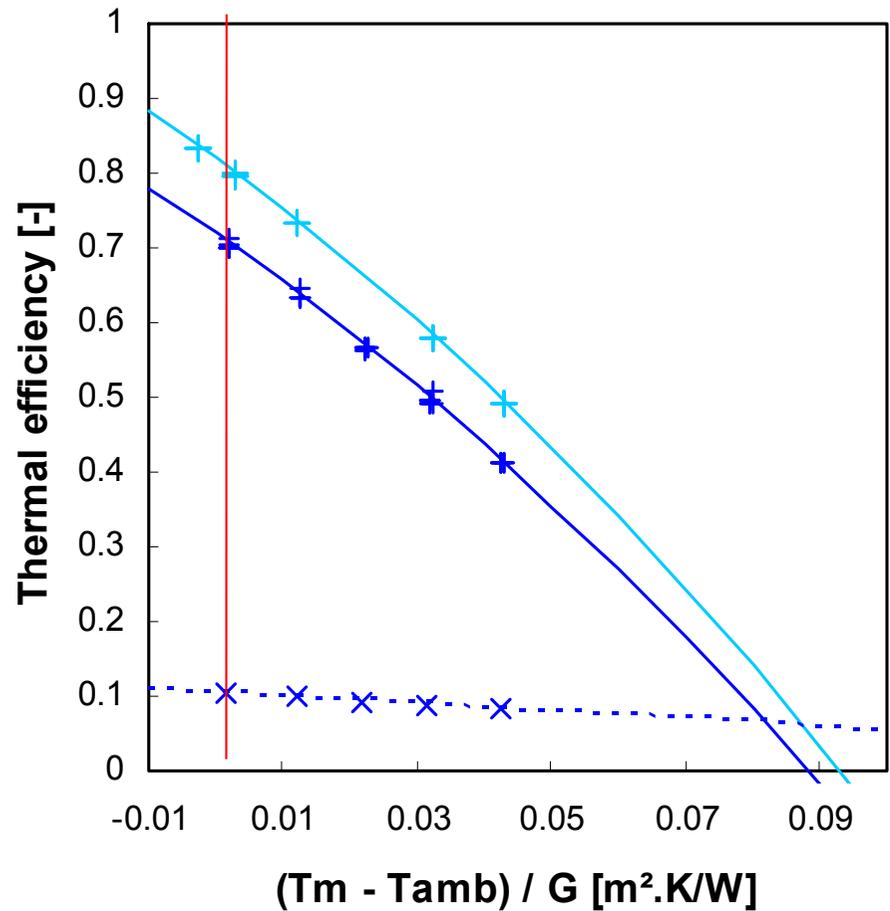
Glasabdeckung für den PVT Absorber ist nicht notwendig:

1. Wegen der mechanischen Stabilität durch Metallabsorber
2. Schutz gegen Hagelschlag und mechanische Lasten durch die Kollektorverglasung

PVT Versuchs-Flachkollektor



Thermische und elektrische Leistung des PVT – Versuchs-Flachkollektors



Simulationsergebnisse für den Versuchskollektor in einer konkreten Warmwasseranlage in Lyon



Ergebnis:

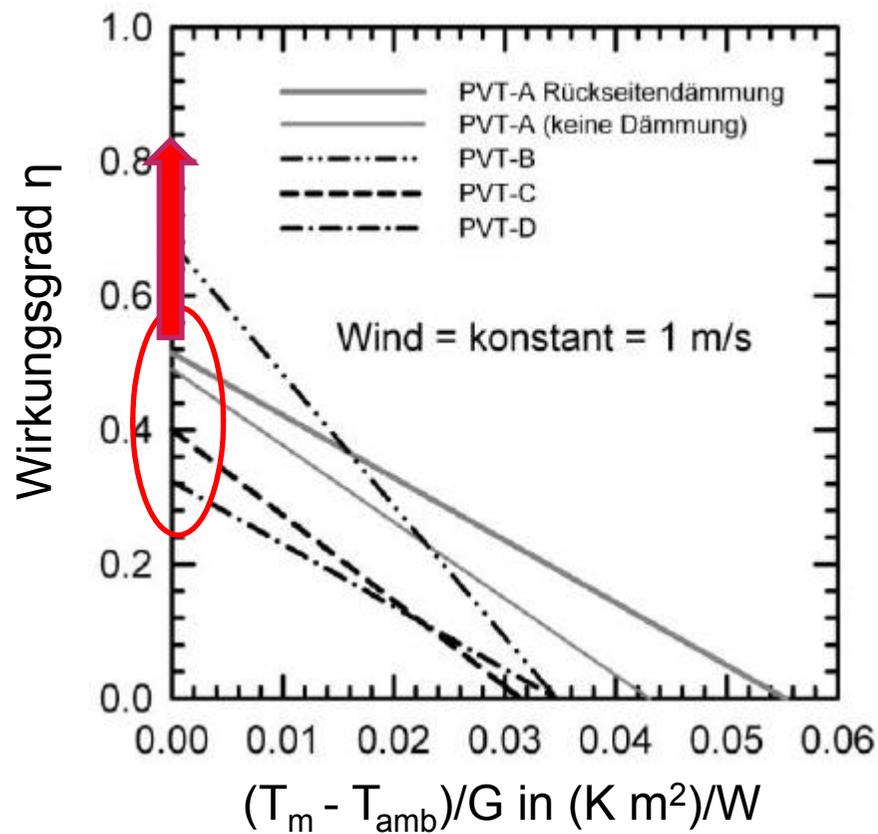
Mit PVT-Kollektor wird von der Dachfläche 13% mehr erneuerbarer Strom produziert bei gleichem Wärmegewinn.

	$Q_{\text{elec(total)}}$ [kWh]	F_{sav} [-]	PES [kWh]	Exergy [kWh/m ²]	Avoided CO ₂ [t(CO ₂)/year]
PV-T Collectors and PV modules	2958	0.60	11248	4006	1.21
Thermal Collectors and PV modules	2626	0.60	10083	3650	1.12

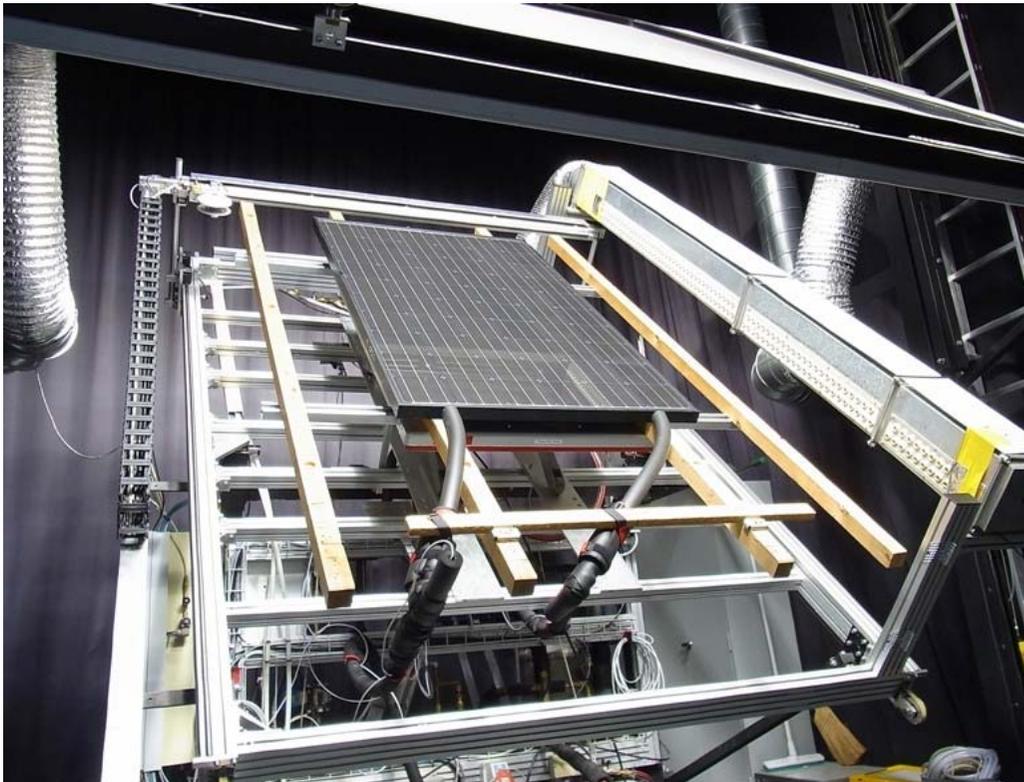
Entwicklung abgedeckter PVT-Kollektoren

- η_0 -Werte im Bereich von 80% können erreicht werden:
 - vollflächig durchströmte Absorber mit guten F'-Werten
 - Direktlamination der Zellen auf den Absorber
 - FEP-Folie (Brechungsindex $n=1.3$) anstelle von Glas ($n=1.5$)
 - Antireflexglas als Kollektorabdeckung
- Damit können die thermischen Leistungen von nicht-selektiven Flachkollektoren erreicht werden.
- low-e Schichten auf der Unterseite der Kollektorabdeckung können die thermischen Verluste reduzieren (aber reduzieren gleichzeitig auch den optischen Wirkungsgrad)
- thermische Verbesserungen führen zu höheren Stagnationstemperaturen -> erhöhte Temperaturbelastung der PVT-Absorberkonstruktion und der verwendeten Materialien.
- Markt: Es gibt eine gewisse interessierte potentielle Käuferschicht, aber (noch?) kein marktfähiges Produkt.

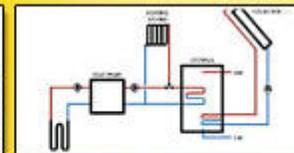
Die Wärmeleistung von unabgedeckten PVT-Kollektoren können noch deutlich verbessert werden, sowohl als Kollektoren als auch als Luft-Sole Wärmetauscher



Entwicklung von unabgedeckten PVT-Kollektoren am SPF



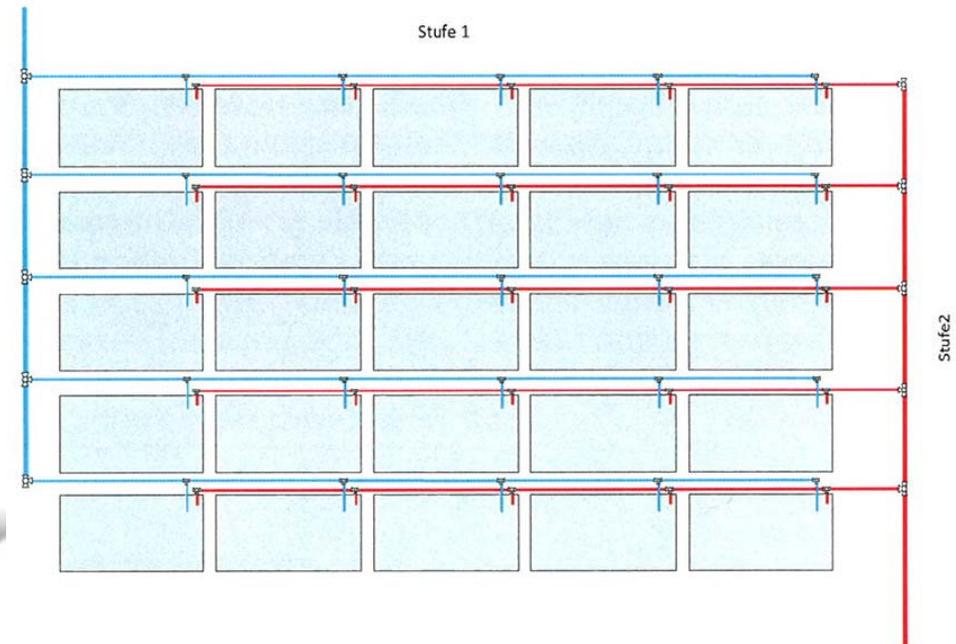
Messungen an unabgedckten PVT-Kollektoren im Solarsimulator-Labor des SPF



Neue Herausforderungen durch Kondensation und Vereisung



PVT Kollektor in Pilotanlagen



Quelle: 3S



Quelle: SPF

Pilotanlage in Wettswil a. A. mit Wärmepumpe und Erdsonden



Installiert im Sommer 2012

Inbetriebnahme im Herbst 2012.

28 PVT-Kollektoren à 1.6m²
10 PV-Module à 1.6 m²

Regenerierung von drei
WP-Erdsonden à 150 m
Länge

Quelle: 3S

Pilotanlage in Wettswil a. A. mit Wärmepumpe und Erdsonden



Installiert im Sommer 2012

Inbetriebnahme im Herbst 2012.

28 PVT-Kollektoren à 1.6m²
10 PV-Module à 1.6 m²

Regenerierung von drei
WP-Erdsonden à 150 m
Länge

Pilotanlage in Wettswil a. A. mit Wärmepumpe und Erdsonden



Installiert im Sommer 2012

Inbetriebnahme im Herbst 2012.

28 PVT-Kollektoren à 1.6m²
10 PV-Module à 1.6 m²

Regenerierung von drei
WP-Erdsonden à 150 m
Länge

Quelle: 3S

Pilotanlage in Wettswil a. A. mit Wärmepumpe und Erdsonden



Quelle: 3S

Installiert im Sommer 2012

Inbetriebnahme im Herbst
2012.

28 PVT-Kollektoren à 1.6m²
10 PV-Module à 1.6 m²

Regenerierung von drei
WP-Erdsonden à 150 m
Länge

Pilotanlage Gisel in Zumikon



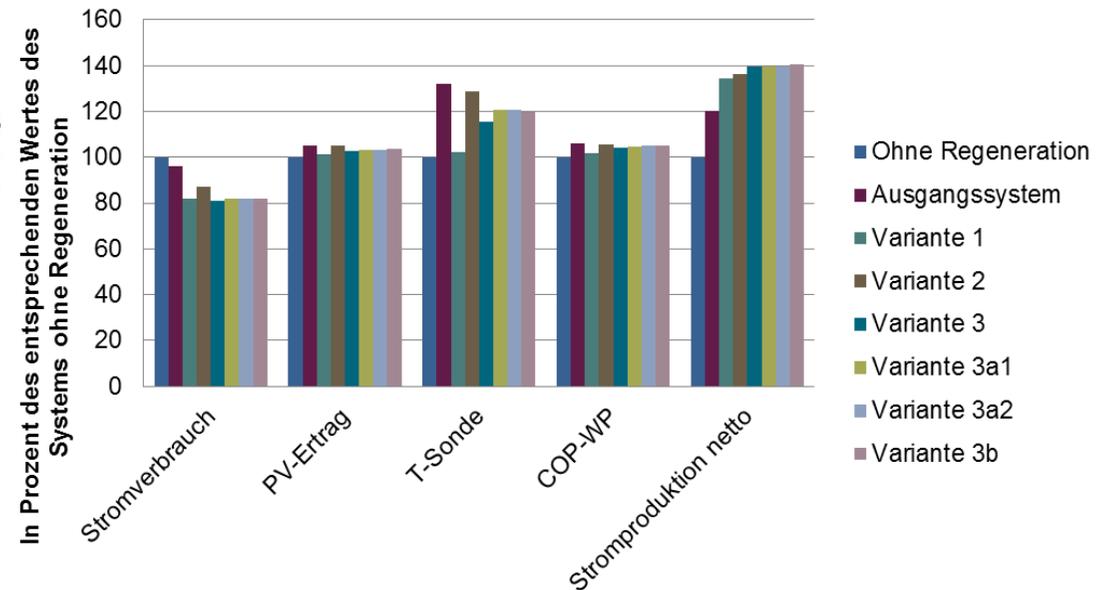
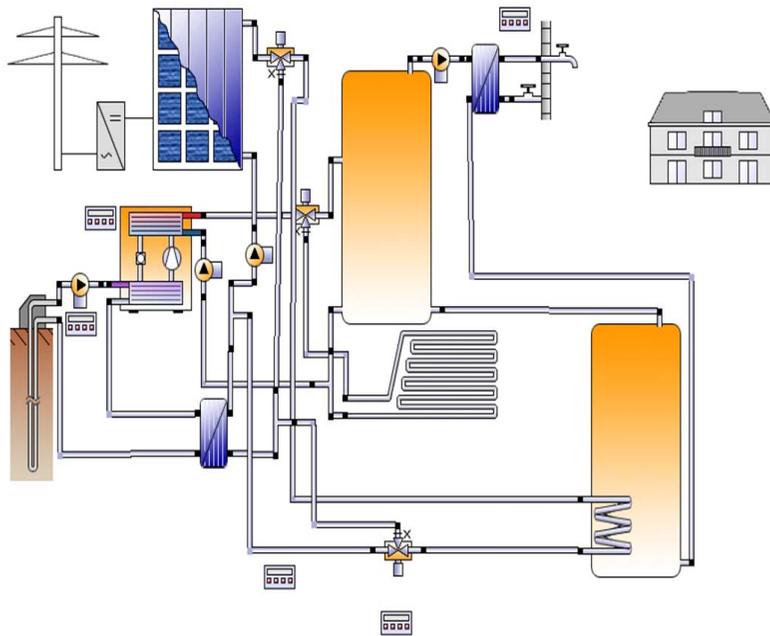
Quelle: 3S

Installiert im Sommer 2012

56 PVT-Kollektoren a 1.6 m²
90 m² Kollektorfläche

Regenerierung von zwei
Erdsonden a 380 m Länge
(koaxial)

Simulationsvergleich unterschiedlicher Systemkonzepte



→ Neuer Arbeitsbereich im SPF: Integration von PVT-Kollektoren in low-Exergy-Speichern von Arealvernetzungen (Dynamische Systemsimulationen)

PVT-Kollektoren für grosse Anlagen auf Mehrfamilienhäusern



Bild: Flachkollektoranlage in Zürich, keine PVT-Kollektoren!

Sehr günstige Bedingungen bestehen für PVT-Kollektoren in Warmwasser-Vorwärmanlagen mit niedrigem solaren Deckungsgrad und deshalb tiefen Kollektor-Betriebstemperaturen

Im SPF wird im Frühjahr 2013 eine Modellanlage installiert, so dass im Sommer experimentell überprüfte Auslegungserfahrungen vorliegen werden.

Entwicklung unabgedeckter PVT-Kollektoren

- Die Verbesserung der Wärmeübertragung von der PV-Zelle zum Fluid ist entscheidend:
 - für den thermischen Wirkungsgrad
 - für die Kühlung der PV-Zelle und damit verbesserten el. Wirkungsgrad
 - für den Wirkungsgrad des PVT-Kollektors als Luft-Sole Wärmetauscher
- Neue Herausforderungen an die Materialien und die Modulkonstruktion entstehen durch mögliche Kondensation und Vereisung bei Betrieb mit Wärmepumpen
- Kostengünstige Verbindungstechniken für die Verrohrung von PVT-Kollektoren müssen entwickelt werden:
 - maximal auftretende Temperaturen unter 100°C
 - kein Dampf bei Stagnation

Entwicklung unabgedeckter PVT-Kollektoren

- **Systemtechnik WP+PVT:** viele Konzepte sind möglich, die noch genauer untersucht werden müssen (Erdsondenspeicher, Eisspeicher, Regelstrategien)
- **Markt:** Für gute und durchentwickelte **Systeme** mit unabgedeckten PVT-Kollektoren und hohen regenerativen Deckungsanteilen am Gesamtenergiebedarf bestehen gute Marktchancen

⇒ **Solarthermie**
+ PV
+ Wärmepumpe
+ innovative Speicher !!!

Vorankündigung SPF-Industrietag

Donnerstag, 14. März 2013:

«Solarthermie: vom Eisspeicher bis zur Prozesswärme»

Bitte geben Sie mir Ihre Visitenkarte oder schreiben Sie mir eine E-Mail, wenn Sie das Programm und die Anmeldungsunterlagen erhalten möchten.

mrommel@hsr.ch



Programm des vorjährigen SPF-Industrietages

SPF-Industrietag am Mittwoch 21. März 2012

Hochschule für Technik Rapperswil, Gebäude 4, Aula

ab 08:45 Uhr Kaffee und Gipfeli

- 09:30 Uhr Begrüssung (Prof. Dr. Hermann Mettler – Rektor HSR)
- 09:40 Uhr Die Rolle der Solarthermie in der Energiestrategie des Bundes (A. Eckmanns, U. Wolfer, BFE)
- 10:00 Uhr Internationale F&E Arbeiten zur Kombination von Solarthermie und Wärmepumpentechnik (J.C. Hadorn)
- 10:15 Uhr Entwicklungen bei WP-Solar Systemen: Kollektoren - Wärmepumpe - Eisspeicher (M. Haller)

Pause

Themenblock: Projekte: Kollektoren, Komponenten, Speicher, Systeme

- 10:40 Uhr - Naturgefahren für Kollektoren: Schnee, Wind, Hagel
- Neue EN-Norm für System- und Speicherprüfungen
- Absorber und Fluidentwicklungen: Hürden für den Alu-Absorber?
- Bewertung von neuen selektiven Beschichtungen
- Glaskontoverglasung aus Kunststoff - Chancen oder

Stehlunch

13.15 Uhr Technik

Themenblock: Konzentrieren und P&D Projekte

- 14:10 Uhr - Solare Prozesswärme
- Messergebnisse an einem Parabolinnenkollektor-P&D

Pause

- 15:45 Uhr - Grosse Kollektoranlagen und experimentelle Untersuchung zum Stagnationsverhalten
- Entwicklung von PVT-Kollektoren: ein Überblick

Ende (gegen 16:30 Uhr)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!