

Kombination von Solarthermie mit Wärmepumpen



Michel Haller

Projektleiter Forschung
SPF Institut für Solartechnik

Hochschule für Technik HSR
Rapperswil

Warum Solarthermie und Wärmepumpe?

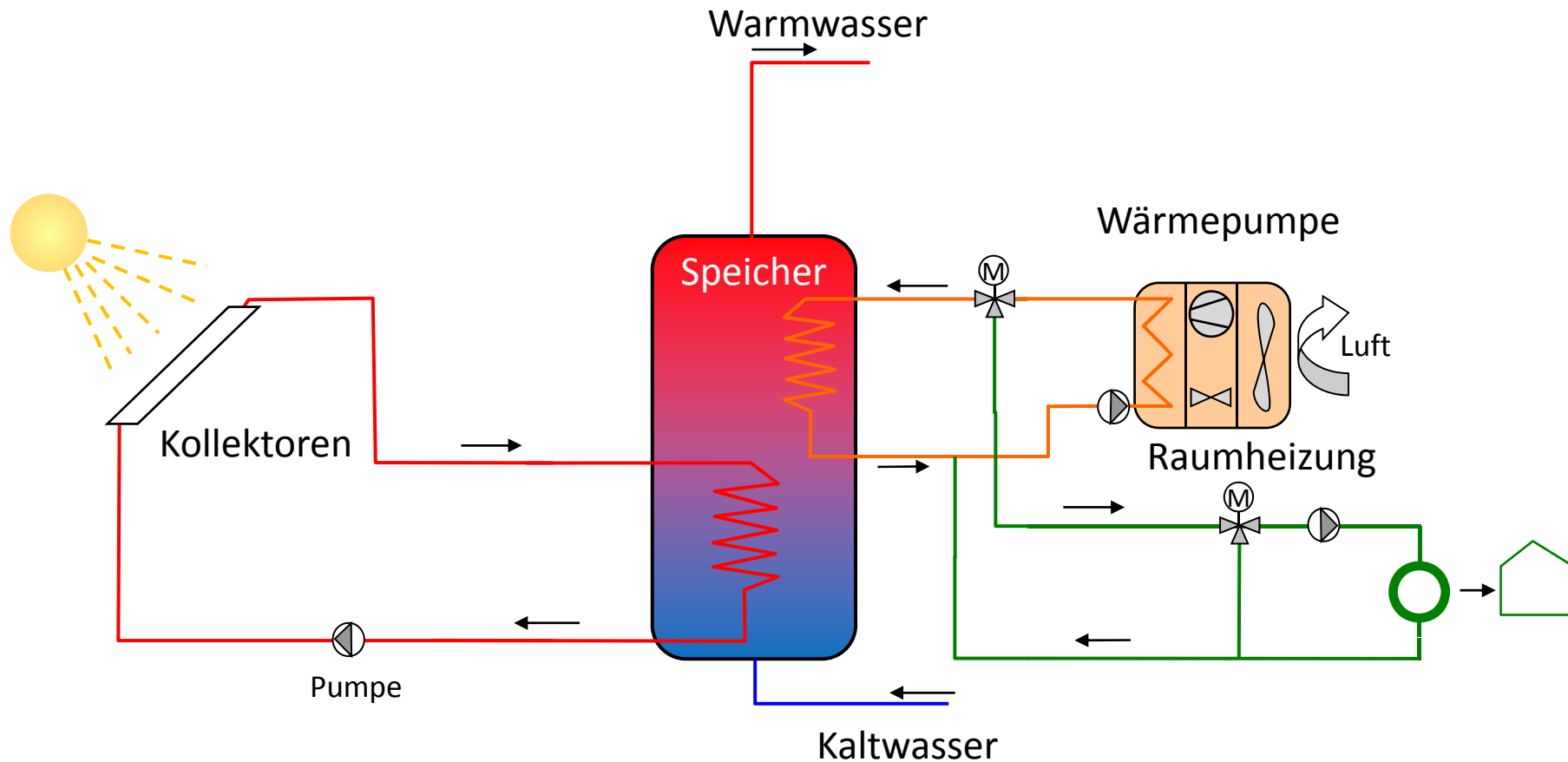
- **Über 75% der EFH-Neubauten** werden mit Wärmepumpen ausgerüstet
- Wärmepumpen brauchen elektrischen **Strom: 25-40% des Heizwärmebedarfs**
- Wärme-zu-Strom Verhältnis
 - **Wärmepumpe: 2.5 - 4.0**
 - **Sonnenkollektoren: 50 – 80**
 - *Wenn die Sonne scheint, dann ist es besser, denn Kollektor für die Wärmeproduktion einzusetzen. Der Kollektor alleine deckt jedoch normalerweise bei weitem nicht den ganzen Bedarf. Eine **effiziente Voll-Deckung** kann jedoch **mit der Kombination beider Technologien** erreicht werden.*

Was ist anders mit Wärmepumpen?

- **Hohe Volumenströme** des Heizmediums (3-5 x grösser als bei Öl-, Gas- oder Pelletskesseln)
 - (z. Bsp. **1500 lt/h anstatt 400 lt/h**)
 - **Speicheranschlüsse / Wärmetauscher** müssen dafür ausgelegt sein (**keine Durchmischung im Speicher**)
- **20 K erhöhte Betriebstemperatur** führt zu **40-60% mehr Strombedarf** (bei kondensierenden Öl- oder Gaskesseln: nur ca. 5-8% mehr Brennstoffbedarf)
- Zumindest bei kleinen Wärmepumpen meistens keine Modulation* der Heizleistung / **Ein-Aus-Betrieb?**

** es gibt bereits heute Produkte mit Modulation der Heizleistung auf dem Markt. Bei kleinen Heizleistungen (gut gedämmtes EFH) ist ihr Marktanteil jedoch noch gering. Die weitere Entwicklung diesbezüglich ist im Auge zu behalten.*

Warmwasser mit Solarthermie und WP



Auswirkung auf die Jahresarbeitszahl (Luft-Wasser-WP)

Ohne Solar	JAZ	Wärme	Strom
WP Warmwasser	2.5	2'500 kWh	1'000 kWh
WP Heizkreis	3.5	3'500 kWh	1'000 kWh
Total	3	6'000 kWh	2'000 kWh

Mit Solar (60% SD)	JAZ	Wärme	Strom
WP Warmwasser	2.4	1'000 kWh	417 kWh
WP Heizkreis	3.5	3'500 kWh	1'000 kWh
Total WP	3.2	4'500 kWh	1'417 kWh
Solar		1'500 kWh	30 kWh
Total System	4.1	6'000 kWh	1'447 kWh
Total Warmwasser	5.6	2'500 kWh	447 kWh

Bemerkung: Die in diesem und den folgenden Beispielen verwendeten Jahresarbeitszahlen für Wärmepumpen ohne Solaranlagen entsprechen in etwa den Jahresarbeitszahlen kürzlich publizierter Feldmessungen aus Deutschland (Miara et al., 2011), und sind NICHT als „bester Stand der Technik“ zu interpretieren.

Beispiel eines schlechten Systems

Übertragungsleistung des internen Wärmeübertragers ist ausgelegt für Öl, Gas, Pellets, für WP jedoch **zu gering**



WP belädt den Speicher mit **Temperaturen** welche um **10 K höher** sind als optimal



JAZ der WP im Speicherlademodus **sinkt von 2.4 auf 1.8**



Strombedarf für Warmwasser nimmt um **+30%** zu



• **JAZ System** (inkl. Raumheizung) ist „nur“ **3.8** anstatt **4.1**

Solares Kombisystem mit WP

(Luft-Wasser-WP)

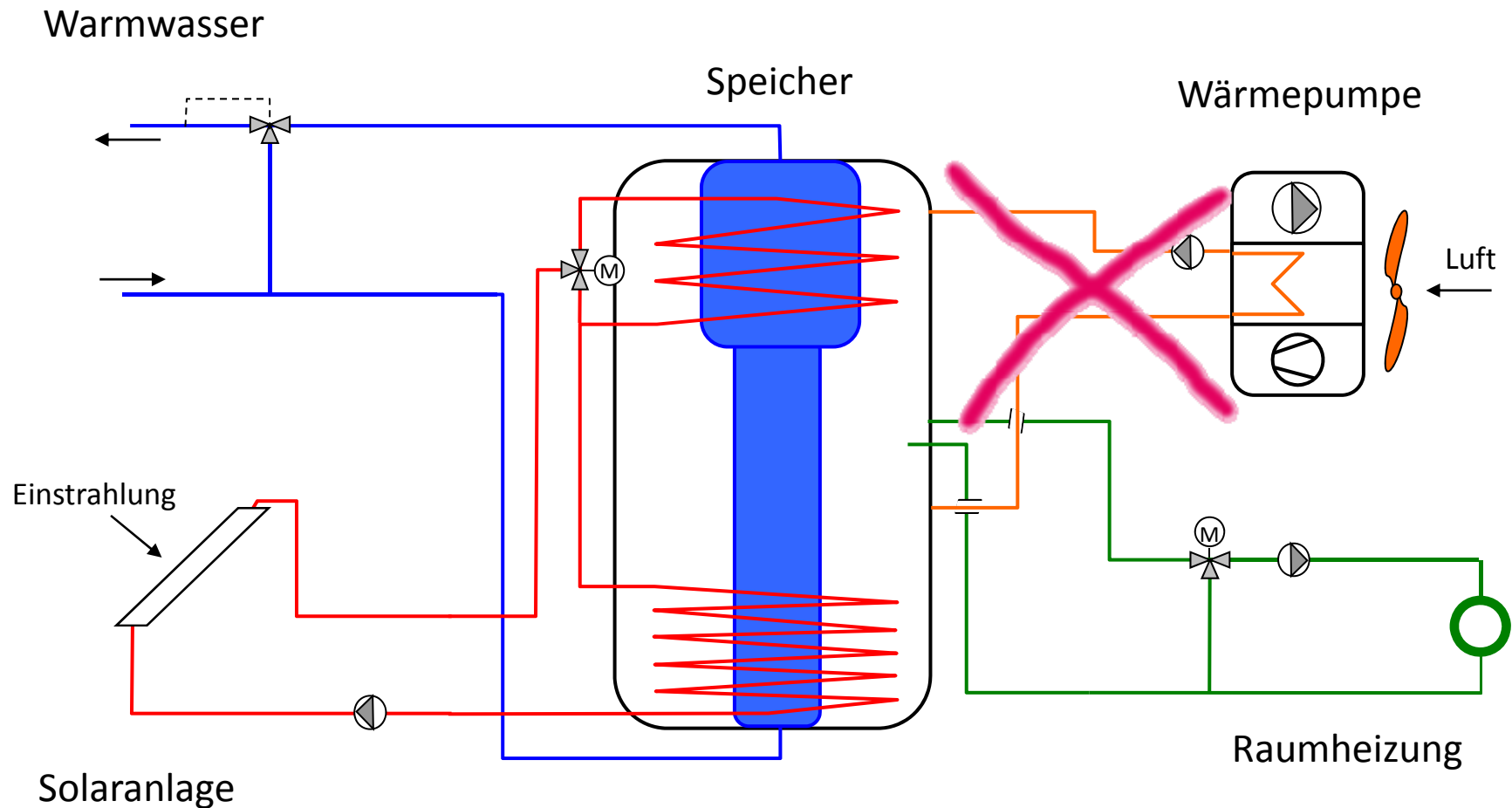
(mehr Raumwärme als im WW-System)

Ohne Solar	JAZ	Wärme	Strom
WP Warmwasser	2.5	2'500 kWh	1'000 kWh
WP Heizkreis	3.5	7'500 kWh	2'143 kWh
Total	3.2	10'000 kWh	3'143 kWh

Mit Solar (25% SD)	JAZ	Wärme	Strom
WP Warmwasser	2.4	375 kWh	156 kWh
WP Heizkreis	3.2	7'125 kWh	2'227 kWh
Total WP	3.1	7'500 kWh	2'383 kWh
Solar		2'500 kWh	50 kWh
Total System	4.1	10'000 kWh	2'433 kWh

Bemerkung: Die in diesem und den folgenden Beispielen verwendeten Jahresarbeitszahlen für Wärmepumpen ohne Solaranlagen entsprechen in etwa den Jahresarbeitszahlen kürzlich publizierter Feldmessungen aus Deutschland (Miara et al., 2011), und sind NICHT als „bester Stand der Technik“ zu interpretieren.

Falsche Einbindung der Wärmepumpe! Auswirkung auf die Effizienz des Systems verheerend!



Auswirkung falscher Einbindung

Die **Wärmepumpe** lädt den Speicher **IMMER im Boilerlade-Modus**,
d.h. mit Vorlauf-Temperatur von ca. 50 °C



Für den Heizkreis wird Wasser, welches im Boilerlade-Modus
bereitgestellt wurde, heruntergemischt auf 30°C

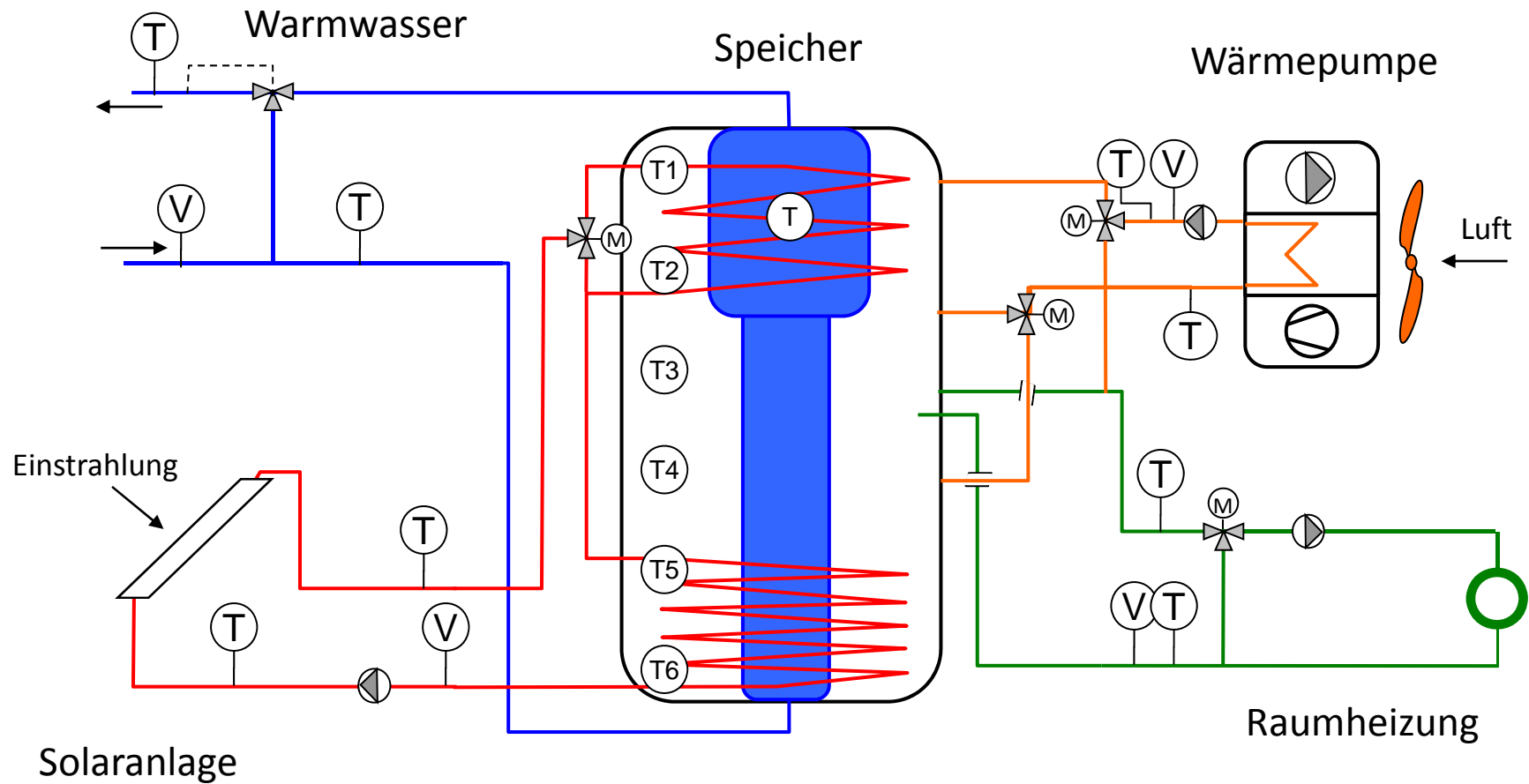


Die **Raumwärme**-Lieferungen der Wärmepumpe haben somit
eine **JAZ von 2.4 anstatt 3.2**



JAZ System sinkt von 4.1 (gutes System mit Solar) **auf 3.1**
(schlechtes System mit Solar) und ist damit sogar **tiefer als**
die JAZ ohne Solar!

Funktionierendes System



Feldmessungen WP-Solar Kombi-System

(März 2010 bis Februar 2011)

Beschreibung	Abk.	Wert
JAZ Wärmepumpe	JAZ_{WP}	3.5
Wärme zu Strom-Verhältnis Kollektoren		77
JAZ Speicherbeladungen	JAZ_{woSt}	4.7
JAZ System	JAZ_{Sys}	4.3
JAZ WP-Boilerladungen	$JAZ_{WP,WW}$	2.6
JAZ WP Raumheizung	$JAZ_{WP,RH}$	3.8

Solarwärme für den Verdampfer der WP?

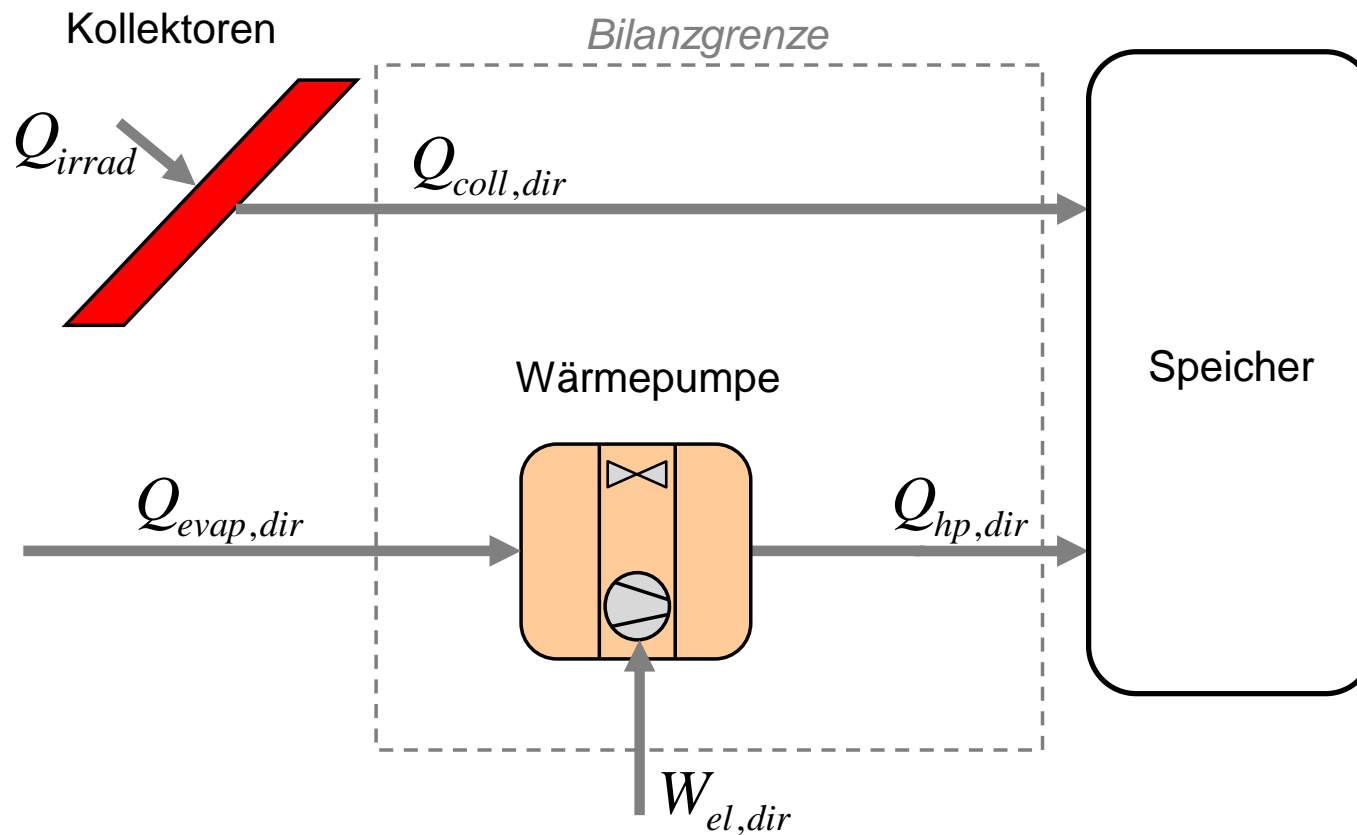
Mehrere Anbieter bieten bereits solche Systeme an, zum Beispiel:

- Alpha-InnoTec
- Elco
- Consolar
- Sonnenkraft

Grundsätzliche Überlegungen:

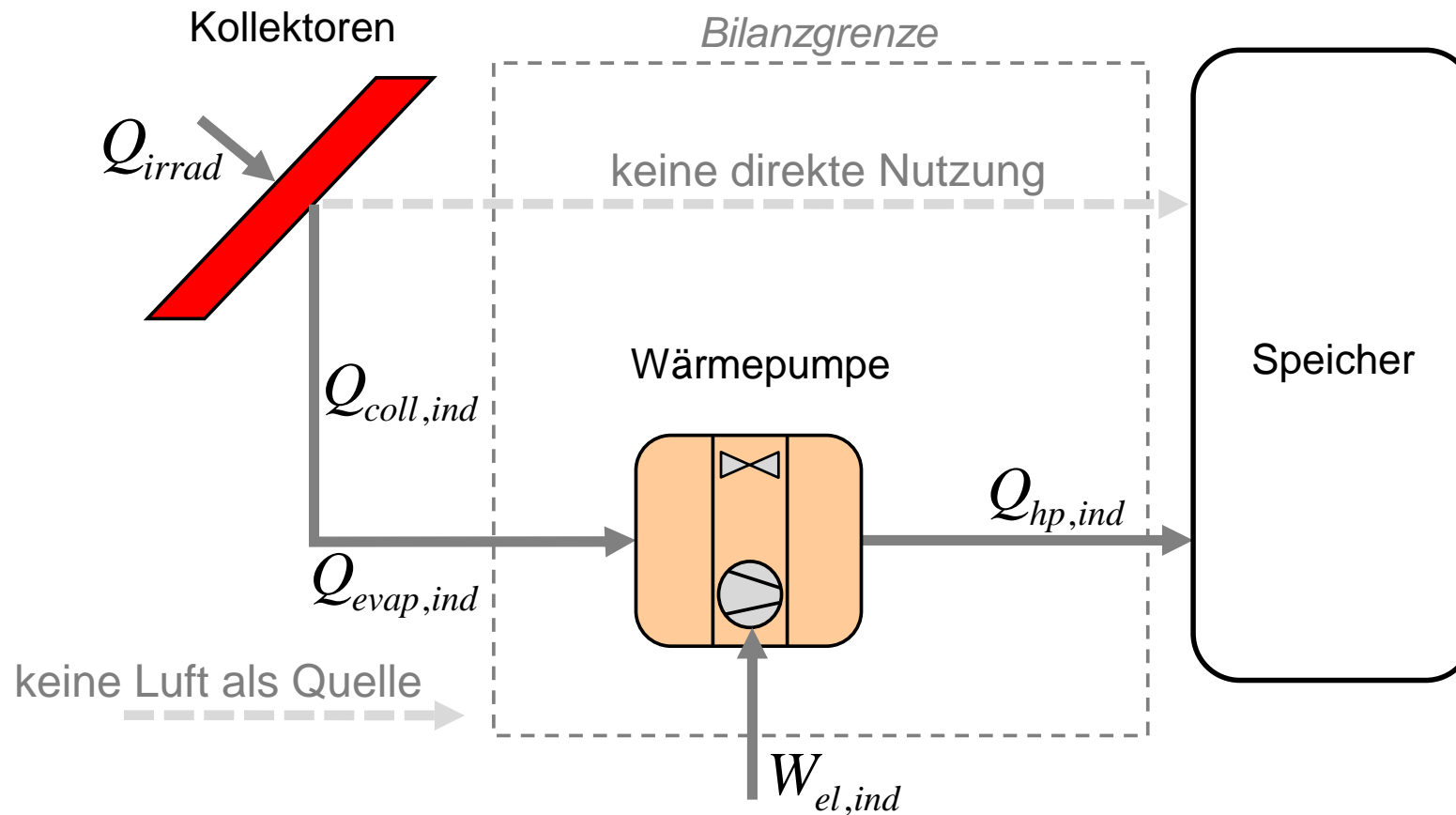
- ist die **Kollektortemperatur tiefer -> höherer Wirkungsgrad**
- ist die **Quellentemperatur der WP höher -> höherer COP**
- Frage: **reicht dies?** ...damit die Jahresarbeitszahl des Systems dadurch grösser wird?

Direkte Kollektorwärmenutzung (parallel zum WP-Betrieb)



Indirekte Kollektorwärmenutzung

(Solarwärme für den Verdampfer der Wärmepumpe)



Indirekte Kollektorwärmenutzung ist nicht immer besser!

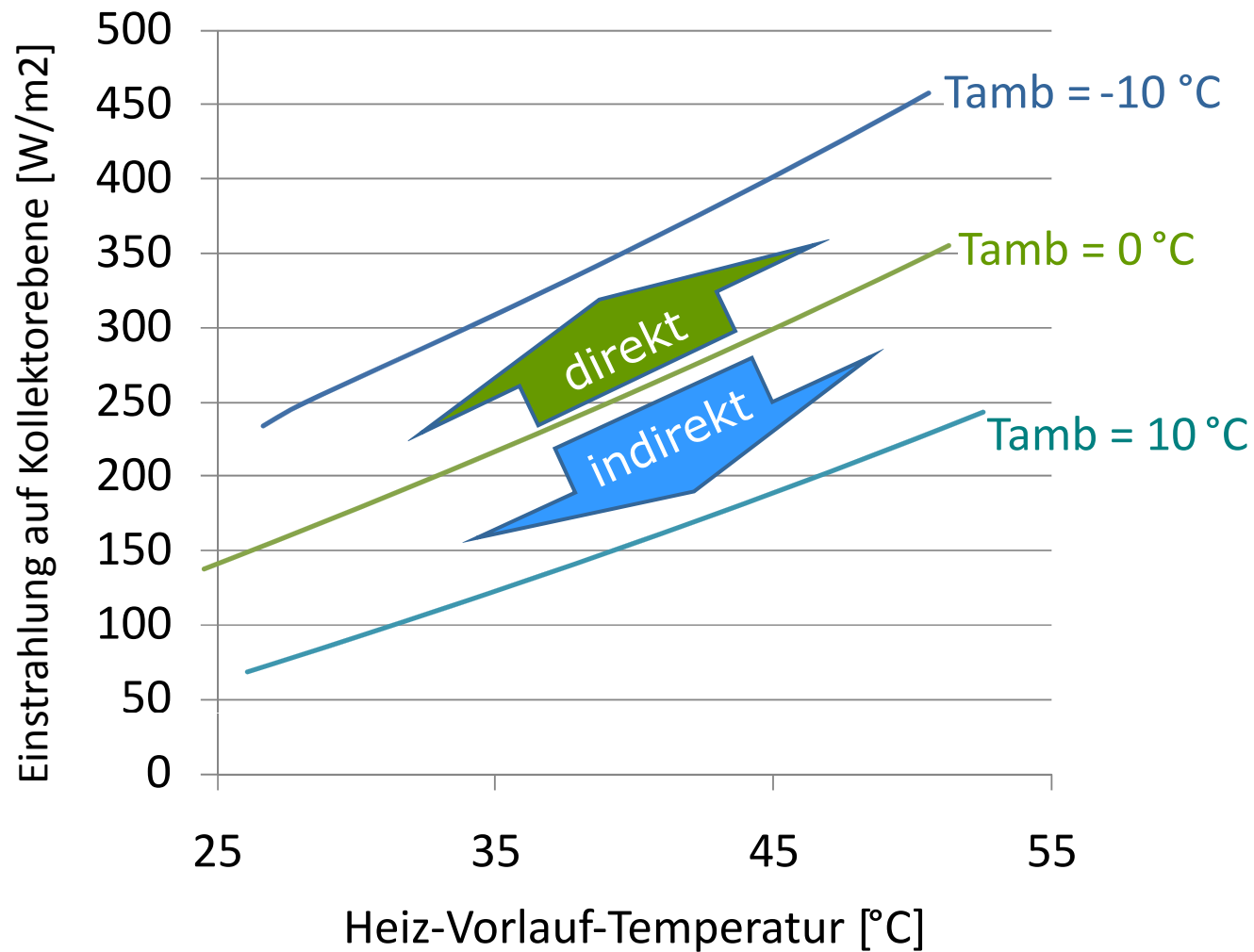
Beispiel:

- Luft-Wasser-WP mit Möglichkeit anstelle von Luft Solarwärme zu nutzen
- Keine Speicherung von Solarwärme auf der kalten Seite der WP über längere Zeit

Resultat:

- Die Nutzung von Solarwärme für den Verdampfer der Wärmepumpe führt nur dann zu besseren Arbeitszahlen des Systems, wenn die Strahlung gering ist.
- Die Strahlungslimite, oberhalb derer die Solarwärme auf jeden Fall direkt genutzt werden sollte, ist abhängig von:
 - Den Leistungskurven von WP und Kollektoren
 - Der Umgebungstemperatur
 - Temperaturniveau des Wärmebedarfs

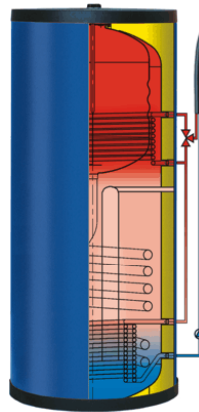
Beispiel für ausgewählte WP und Kollektoren



Gute Komponenten machen noch kein gutes System!



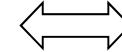
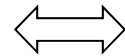
Wärmepumpe



Speicher



Kollektoren



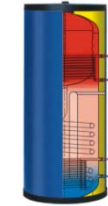
Regler
Hydraulik
Dimensionierung

Concise Cycle Test (CCT) ersetzt Feldmessungen!

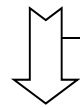
1. Kurzer Test an Komponenten



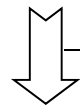
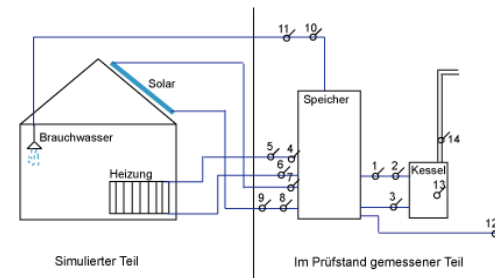
Wärme-
pumpe



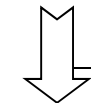
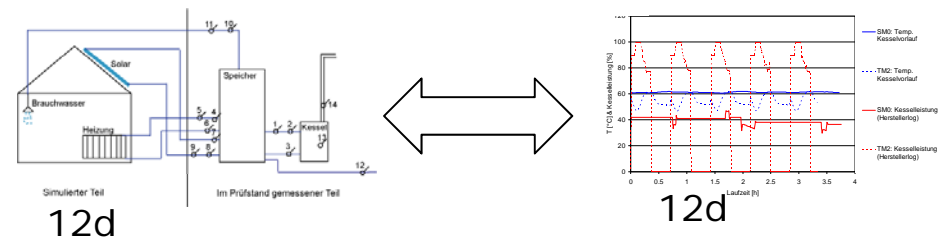
Speicher



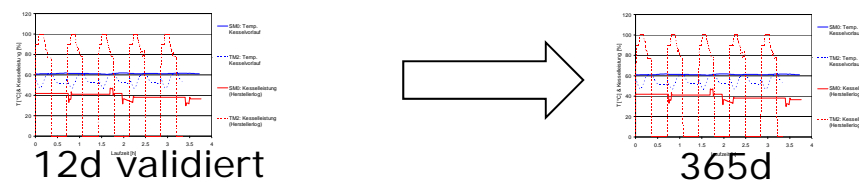
2. 12-Tages System-Test



3. Modellbildung und Validierung (optional)

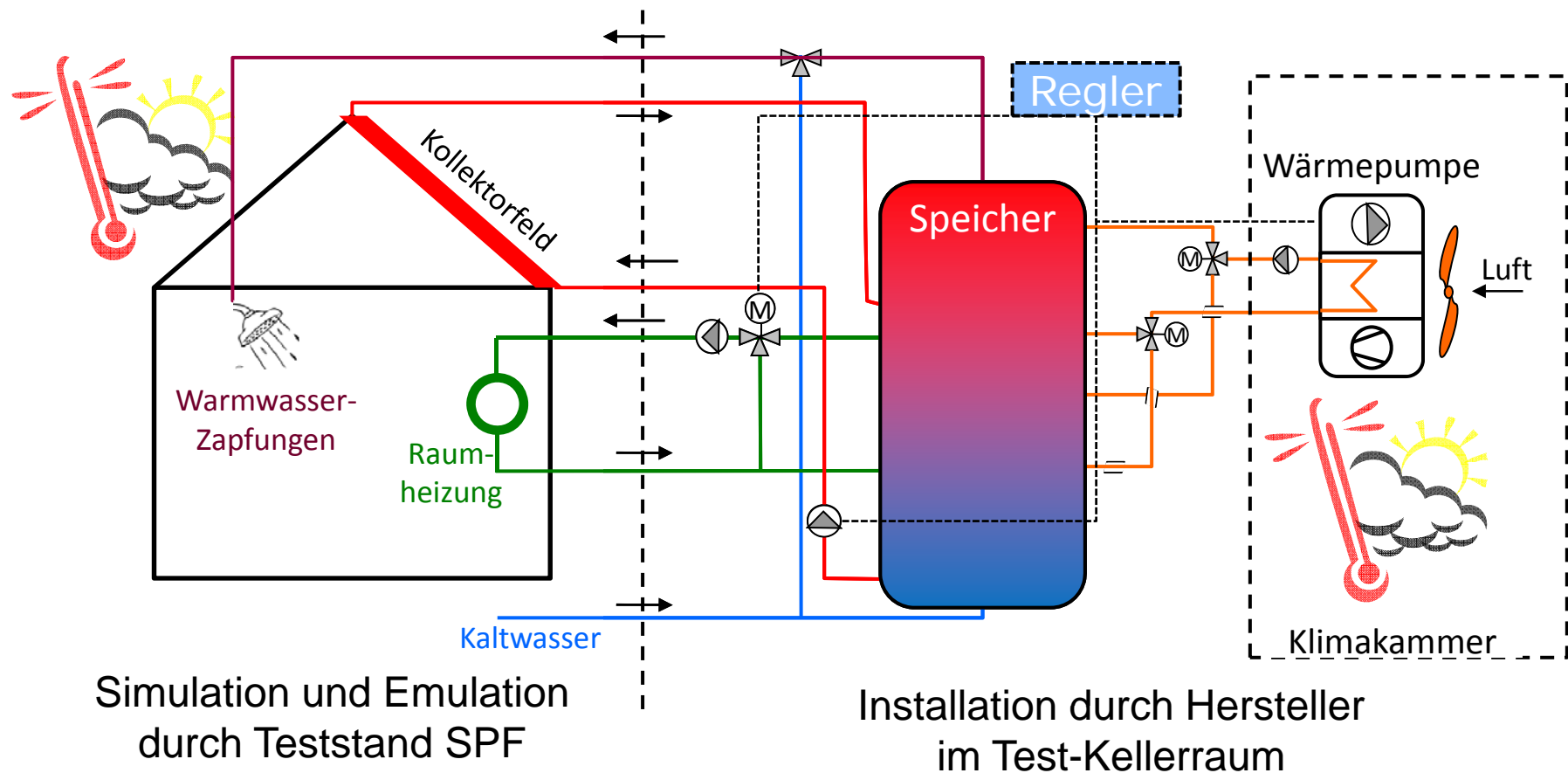


4. Jahressimulation (TRNSYS, optional)



Was wird geprüft im 12-Tages-Test

Voraussetzung: Kollektoren müssen EN12975 geprüft sein (Leistungsdaten werden verwendet)



Ausblick

- Analyse der Nutzung von Kollektorwärme für den Verdampfer der Wärmepumpe als **Konferenz-Beiträge**:
 - BRENET 2010 (1. Teil)
 - OTTI 2011 (2. Teil, ab Mai auf SPF homepage)
- Nutzung von Solarwärme für die **Regeneration von Erdreich** auch eine Option für Einfamilienhäuser?
- **Gesucht**: geeignete Objekte / Projektpartner für **Feld-Monitoring**
 - WP-Solar mit Regeneration von Erdreich
 - grössere WP-Solar Anlagen (Mehrfamilienhäuser)

Besten Dank
michel.haller@solarenergy.ch