

Wärmepumpensysteme mit solarthermisch unterstützten Erdwärmesonden (Geo-Solar-WP)

Dipl.-Ing. Rainer Tepe

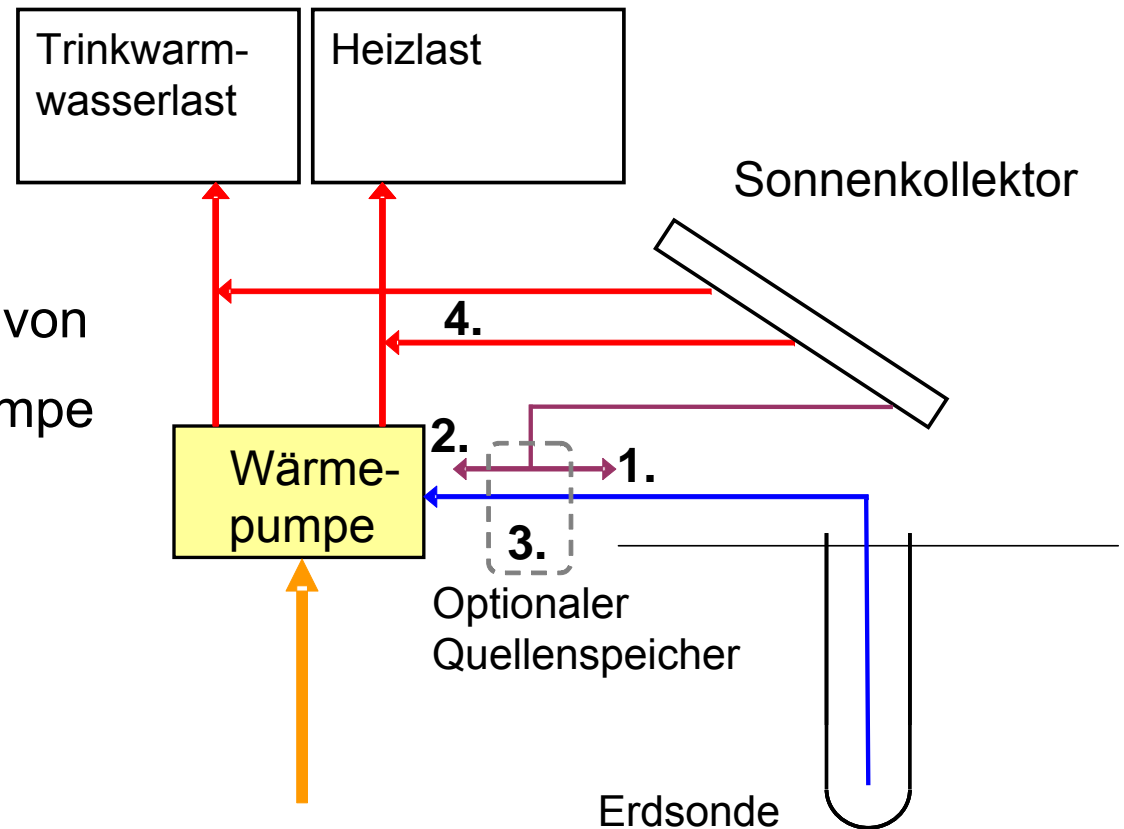


Systemkombination



Möglichkeiten für die Kopplung von
Sonnenkollektor und Wärmepumpe

1. Ins Erdreich
2. Auf den Verdampfer
3. In den Quellenspeicher
4. Auf die Quellenseite



Forschungsprojekt



- Innovationsverbund von 4 öffentlichen wissenschaftl. Partnern
- mit Unterstützung und Informationsaustausch zu 6 privatwirtschaftlichen Partnern
- gefördert von der EU im Rahmen von EFRE, 50%
- mit Teilfinanzierung des Landes Niedersachsen, MWK, 40%
- und Eigenanteil der Forschungspartner, 10%
- Laufzeit: Sept. 2010 bis Aug. 2013

Dieses Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



www.eu-foerdert.niedersachsen.de

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

Forschungspartner



- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover
- Ostfalia Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
- Geowissenschaftliche Zentrum der Universität Göttingen



Geowissenschaftliches Zentrum Göttingen

Industriepartner



- Solvis GmbH & Co. KG, Germany
- Stiebel Eltron GmbH & Co. KG, Germany
- LohrConsult GmbH & Co. KG, Germany
- EMW Erdwärme Mittelweser GmbH, Germany
- Terra Umweltwärmesonde GmbH, Germany
- Seidemann Solar GmbH, Germany

Projektpartner

Kooperationspartner
Wirtschaft

Fachunternehmen
Vertrieb unverglaster
Sonnenkollektoren

Verbundpartner Forschung

Fachunternehmen
Geothermianlagen und
Erdb Bohrungen

Industrie
Solartechnik /
Heizungstechnik

Solar-
thermie

Geo-
wissenschaften

Versorgungs-
technik

Ingenieurbüro
Oberflächennahe
Geothermie

Fachunternehmen
Herstellung u. Vertrieb
von Erdsonden

Industrie
Wärmetechnik /
Wärmepumpen

Erdsonden gekoppelte Wärmepumpenanlagen

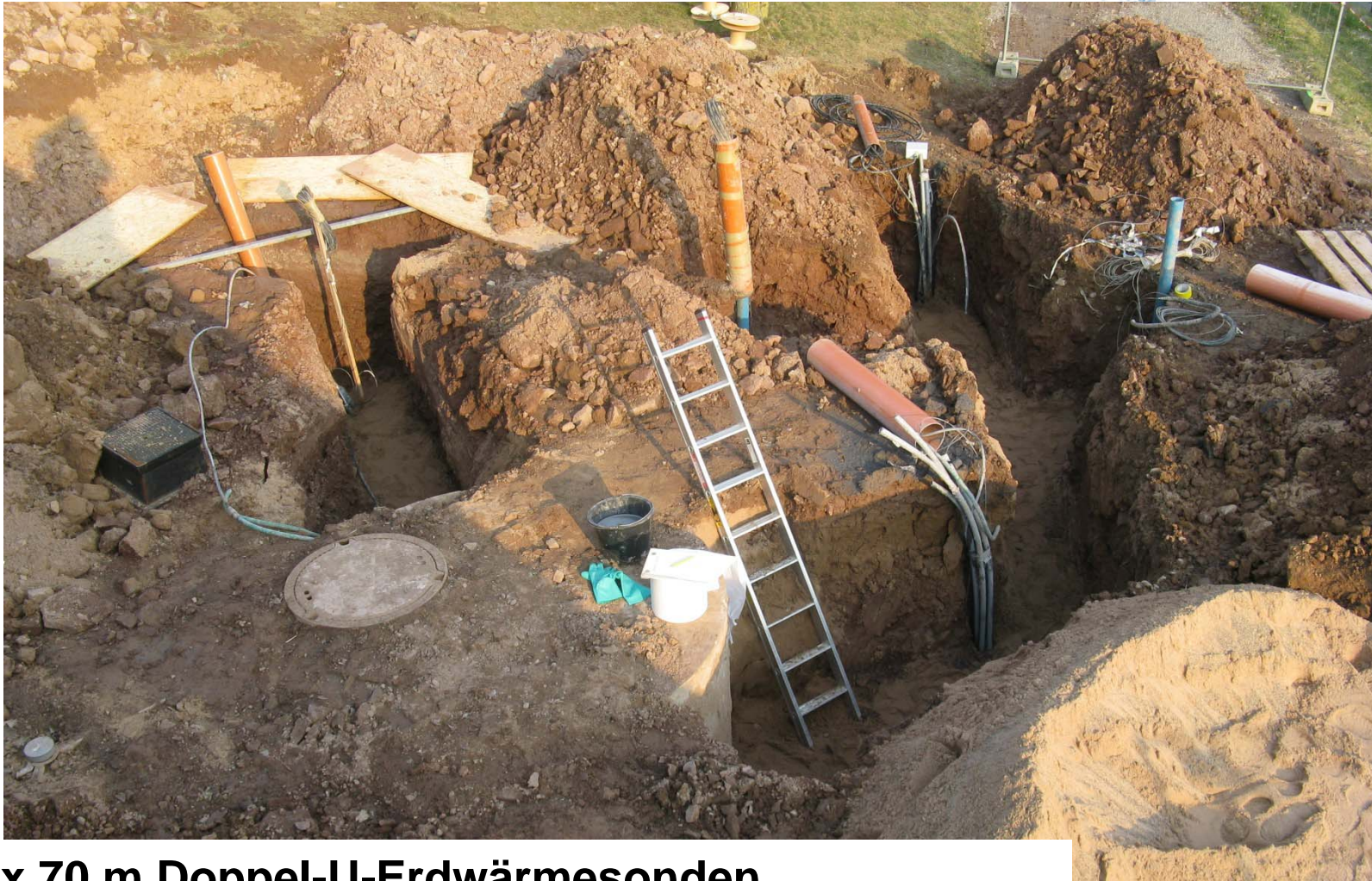
- Effizienz steigern
 - Anhebung der Quellentemperatur
 - Senken der Nutzertemperatur
 - Minimierung des Strombedarfs
 - mit Hilfe von solarthermischen Kollektoren
- Wirtschaftlichkeit steigern, Betriebsrisiko senken
 - Dimensionierung von Sondenanlagen optimieren
 - Vermeidung des Risikos von Fehldimensionierungen und langfristiger Überbelastung
- Erweiterung der Einsatzbereiche
 - in ungünstigen Erdreichverhältnissen, Sondenfelder, Siedlungen

Inhaltliche Schwerpunkte



- Bau und Betrieb einer Experimentalanlage
- Modellierung des Erdreichverhaltens und Sonden- Bohrloch- Systems
- Analyse von Wärmepumpen-Betreiberanlagen
- Simulation von Anlagenkonzepten
- Handlungsempfehlungen und Wissenstransfer

Experimentalanlage Sondenfeld



3 x 70 m Doppel-U-Erdwärmesonden
2 x 70 m Grundwassermessbrunnen
1 x 70 m Temperaturmessstelle

Experimentalanlage Sondenfeld



Installation des DTS-Systems

Installation des DTS, Pt100-Kette und Abstandshalter



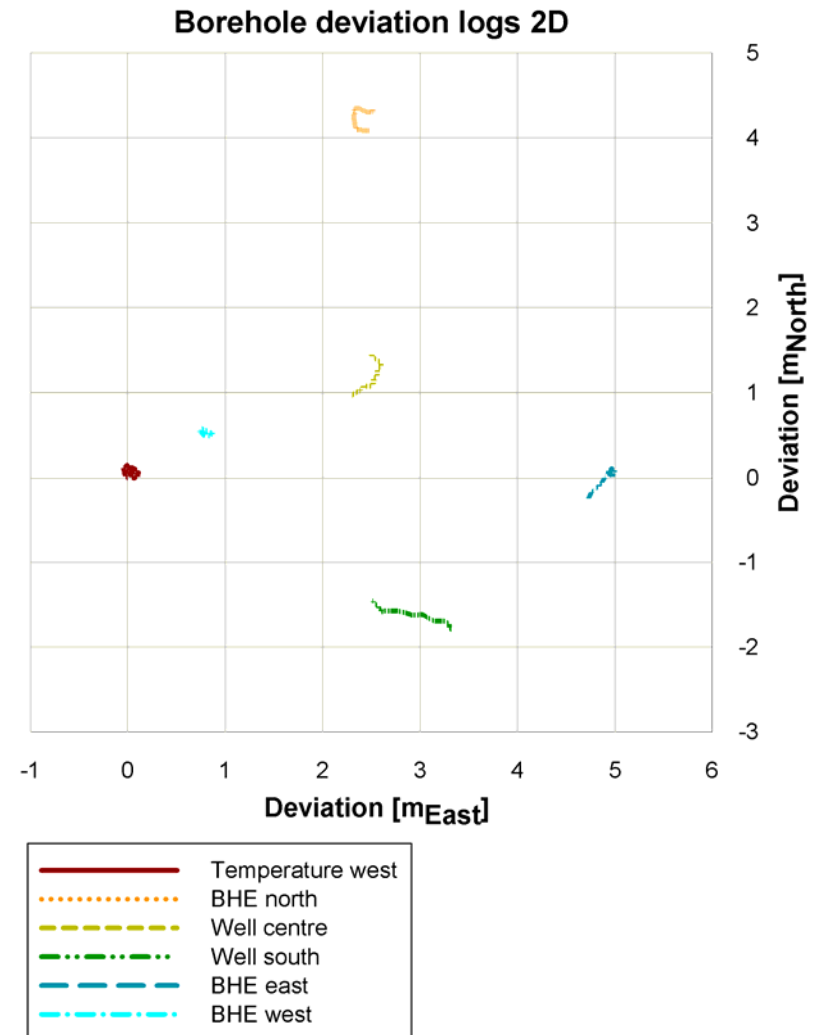
11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

Experimentalanlage Sondenfeld



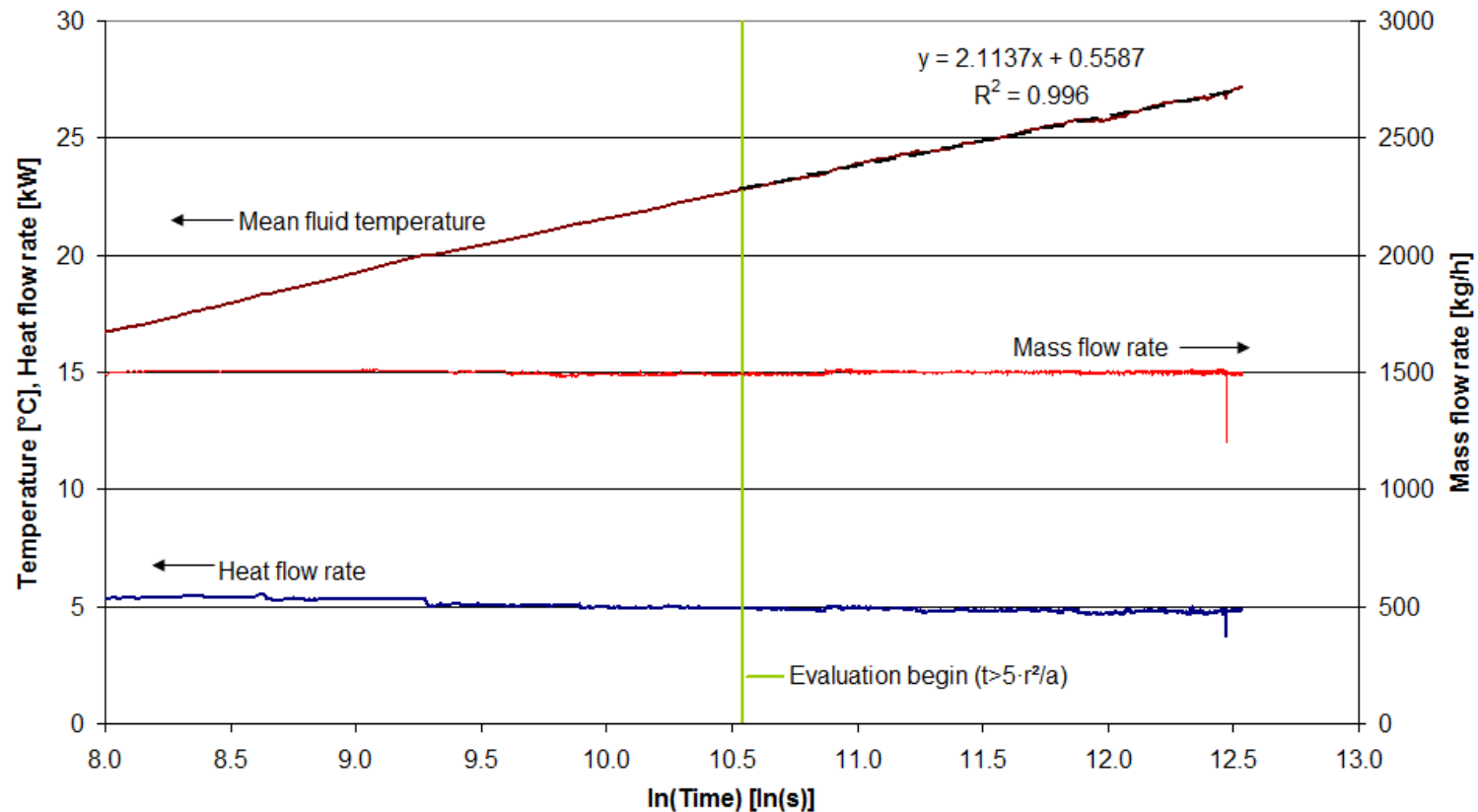
- Doppelkopfbohrverfahren mit durchgehender Verrohrung bis zur Endteufe
- Bohrlochverlaufsmessung:
 - Min. Abweichung 0,12 m
 - Max. Abweichung 0,38 m



Experimentalanlage Sondenfeld



Geothermal response test of BHE SO



➔ Wärmeleitfähigkeiten $2.25 - 2.6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Bohrlochwiderstände $0.07 - 0.12 \text{ m} \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

Experimentalanlage Labor- Prüfstand



2 Wärmepumpen
3 PC geregelte Module (Solar und Last)
und viele hochgenaue Sensoren

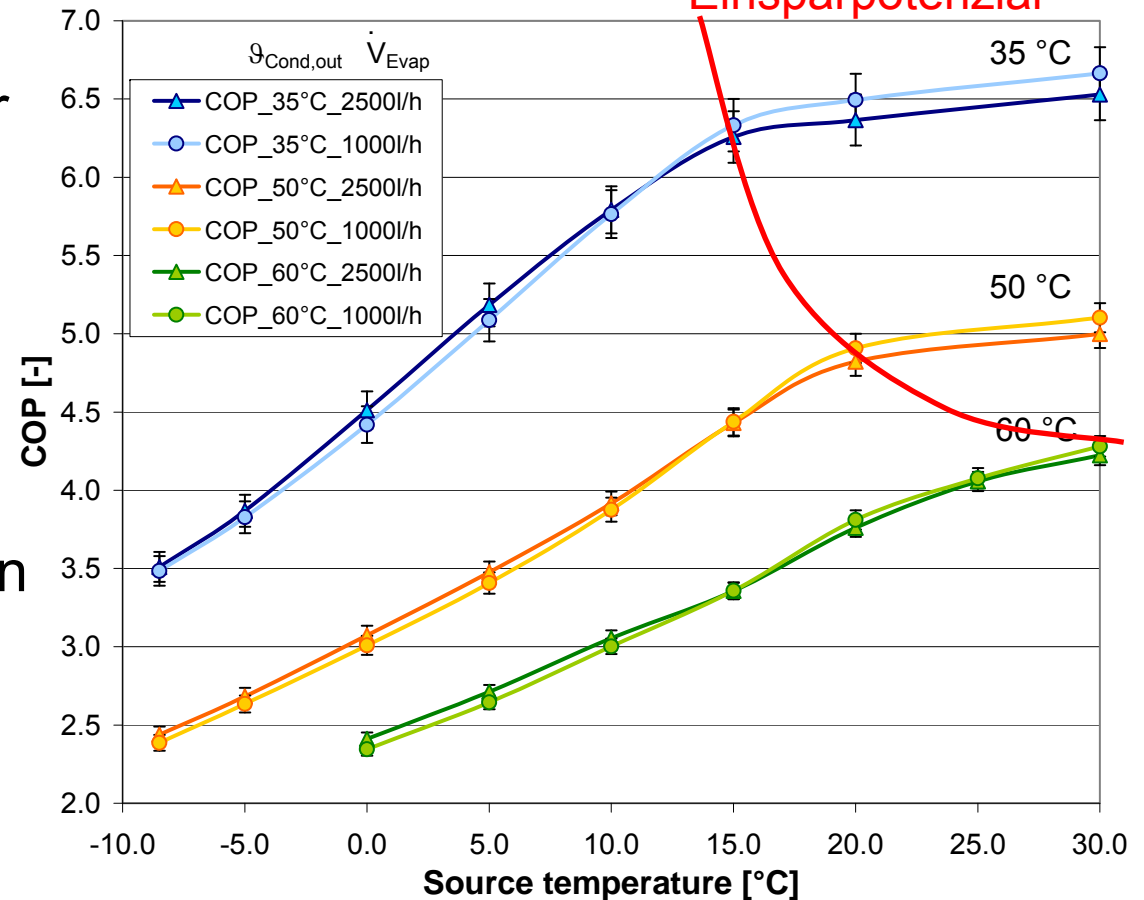
11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

Wärmepumpenverhalten



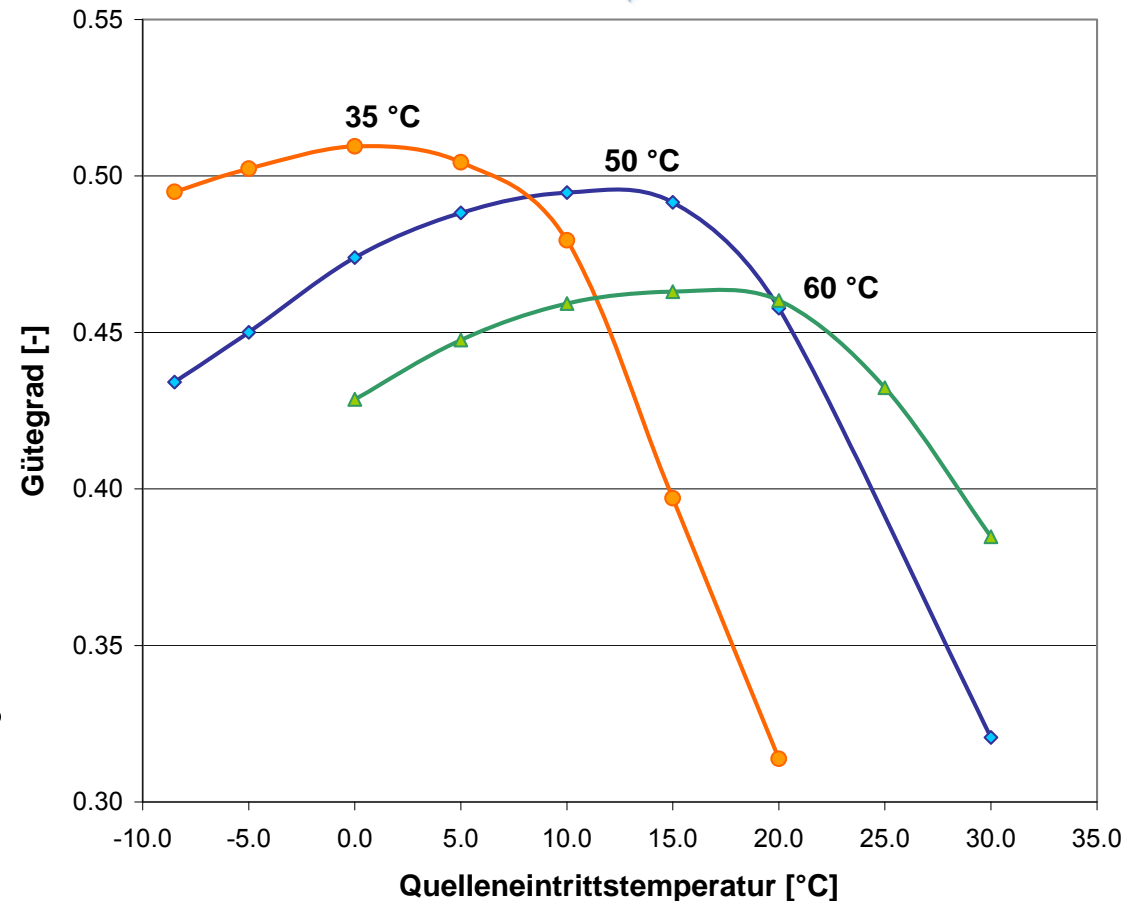
- COP steigt mit höherer Quellen- und niedrigerer Senktemperatur
- Nicht empfindlich gegenüber Volumenstromvariation Quelle
- Bereich geringen solaren Verbesserungspotenzials

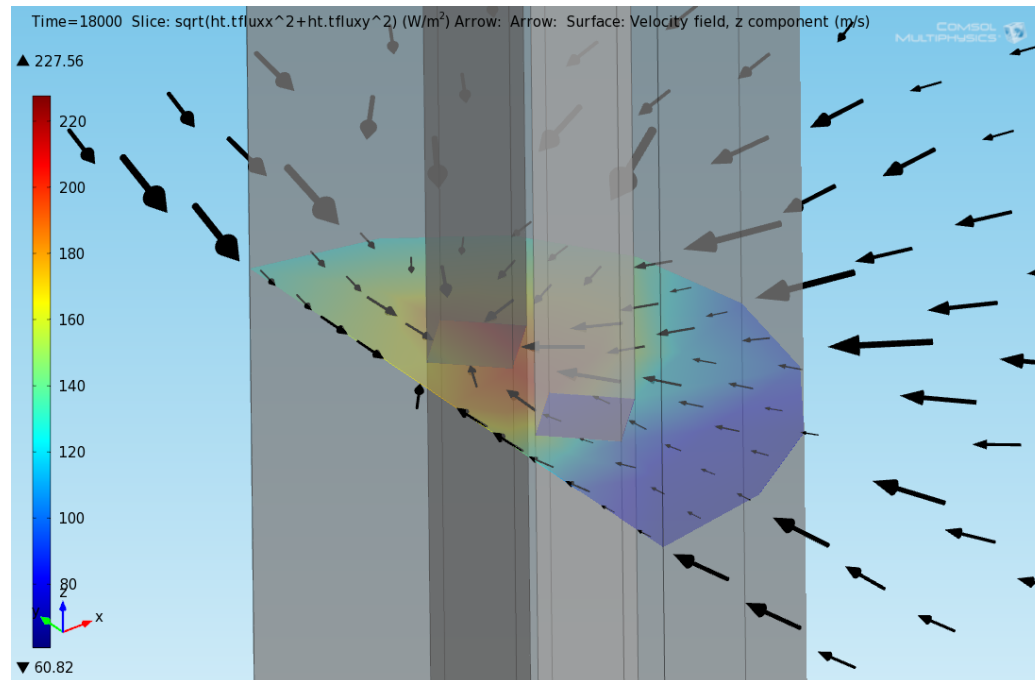


Wärmepumpenverhalten



- Gütegrad sinkt dramatisch für geringe Temperaturdifferenzen
- Optimierungspotenzial für Wärmepumpenhersteller
- Systemsimulationen müssen den Abfall des Gütegrads berücksichtigen



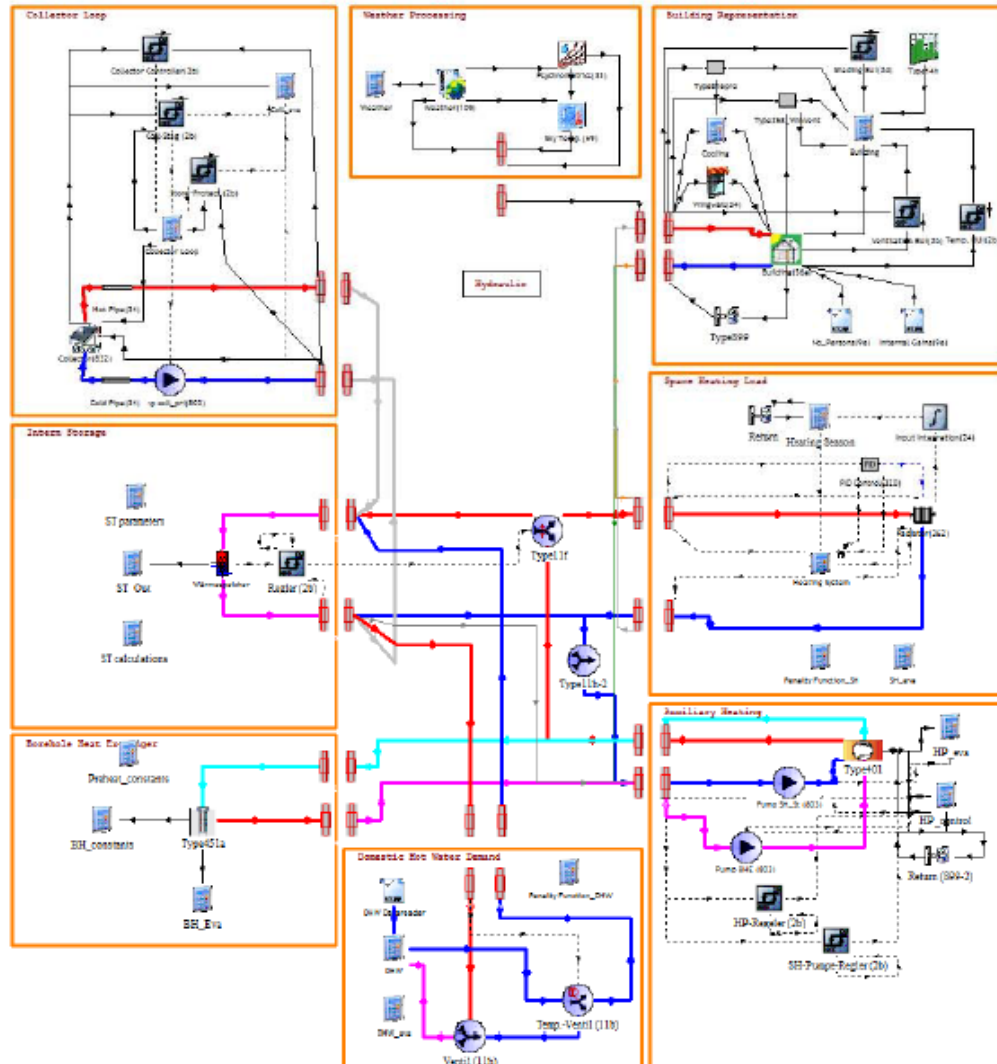


Comsol Sondenmodelle

3D-Modelle mit dynamischem Wärmeübergang

Übertragung der Ergebnisse auf die TRNSYS-Sondenmodelle

Systemsimulationen



Systemsimulationen mit dem Programm TRNSYS

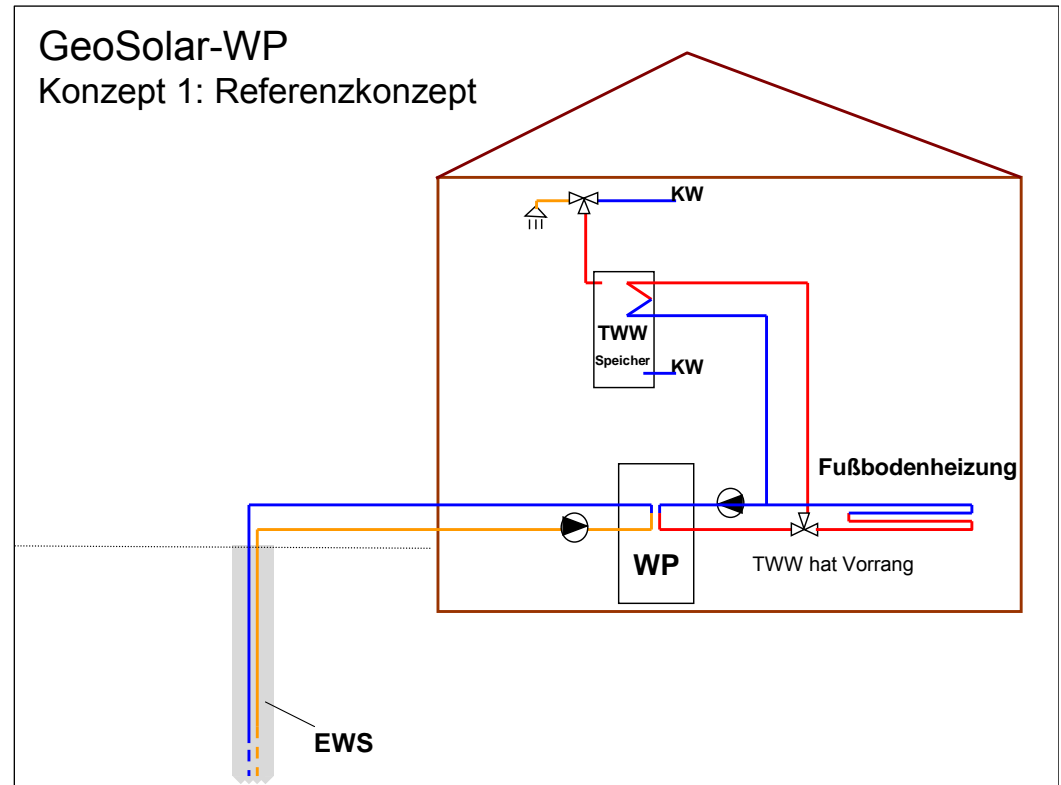
Systemsimulationen

Beispiele



Wärmemengen [kWh/a]	
Heizung	8818
Trinkwarmwasser	3036
Nutzwärme (Summe)	11854

Jahresarbeitszahlen	
JAZ_{WP}	3,56
JAZ_{WP} (RW)	4,20
JAZ_{WP} (TWW)	2,47
JAZ_{Sys}	3,41

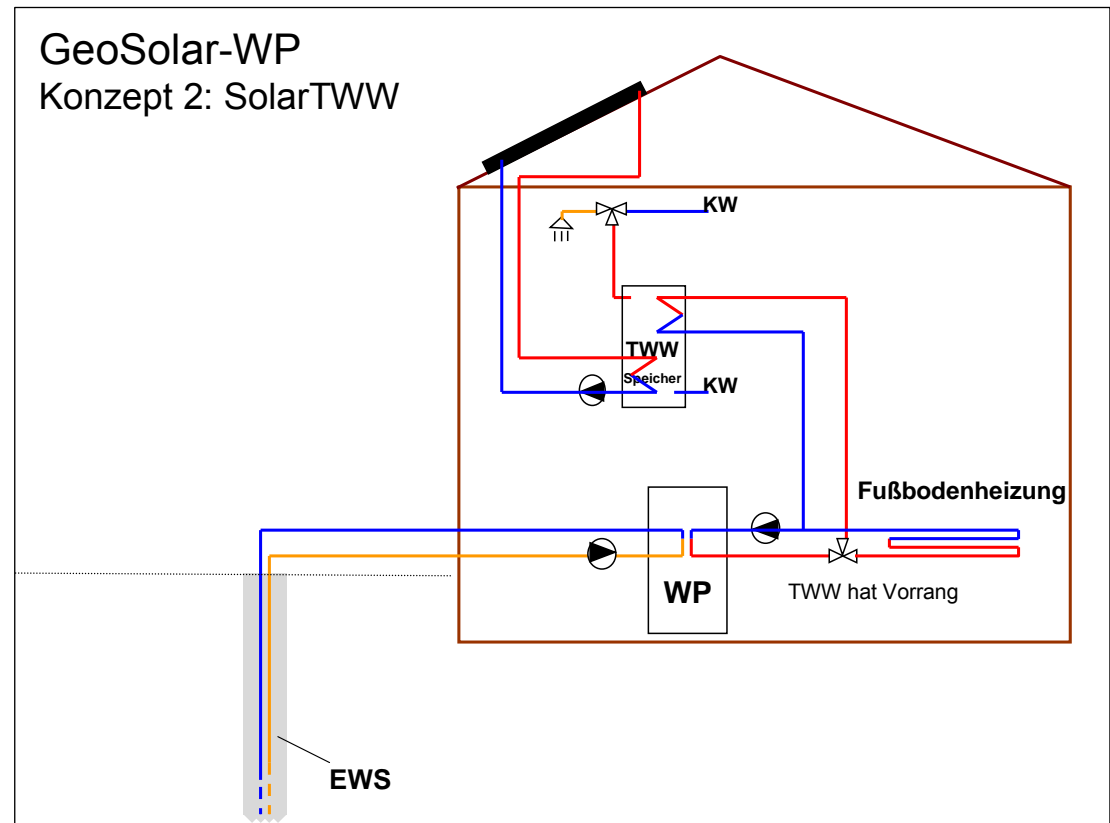


Systemsimulationen

Beispiele



- 6,3 m² Kollektoren beladen den TWW-Speicher
- Kollektorertrag: 2108 kWh/a
- Die WP gewährleistet das gewünschte Komfortniveau
- JAZ_{Sys} : +0,91 → 4,32
- Einsparung: 685 kWh_{el}/a
- TWW-Bereitstellung erfolgt in den Sommermonaten fast ausschließlich solar



Feldtests

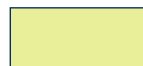


Feldanlagenmatrix:

Feldanlage	Quelle Erdreich	Quelle Solar	Einspeisung ins Erdreich	WP-Hersteller	Senke Heizung	Senke Warmwasserbereitung	Energiemanagement via	Wärmebezugsfläche	spez. Jahresheizenergiebedarf	Lüftungsart
Kaiser	Erdsonde 1 x 90 m	12 m ²	Solaranlage - WÜT - VL Sonde	Roth, 6 kW	FBH	Durchflussprinzip durch Speicher 50°C	Solarkombispeicher	150 m ²	65 kWh/m ² a	Fensterlüftung
Köln	Erdsonde 1 x 72 m	10 m ²	Solaranlage über Dreiwegeventil an Sonde	Dimplex, 5,3 kW (SCHÜCO)	FBH, HZK 35/28	Durchflussprinzip durch Speicher 50°C	WP versorgt direkt den Heizkreis, Solarkombispeicher	150 m ²	60 kWh/m ² a	kontrollierte Lüftung mit WRG
Lohr	Erdsonden 7 x 68 m	30 m ²	Solaranlage - WÜT - WÜT - RL Sonde	Viessmann, 17,6 kW	FBH	Durchflussprinzip mit WÜT 60°C	Heizungspufferspeicher	1034 m ²	11 kWh/m ² a	Fensterlüftung
May	Erdkollektor unter Sohlplatte	12 m ²	Solaranlage über Dreiwegeventil an Erdkollektor	immosolar	FBH	Durchflussprinzip durch Speicher 50°C	WP versorgt direkt den Heizkreis, Solarpufferspeicher	180 m ²	65 kWh/m ² a	Fensterlüftung
Nell	2-schichtiger Erdkollektor, 480 m	22 m ²	Zusätzlicher Pufferspeicher 1000 l	Roth, 8 kW	FBH, Wandheizung	Durchflussprinzip mit WÜT 50°C	WP versorgt direkt den Heizkreis, 2 Heizungspufferspeicher	180 m ²	14 kWh/m ² a	kontrollierte Lüftung mit WRG
Pirch	Erdsonden 3 x 50 m	13 m ²	Solaranlage über Dreiwegeventil an WÜT, Sonde	Solvis, 6 kW	FBH, Wandheizung, HZK 45/35	Durchflussprinzip mit WÜT 50°C	Kondensator der WP im Schichtenpufferspeicher	210 m ²	65 kWh/m ² a	Fensterlüftung
Schmidt	Grabenkollektor, 100 m	10 m ²	keine Einspeicherung in das Erdreich, Pufferspeicher sind Kapazitäten	Soltex, 5 kW	HZK, 40/30	Durchflussprinzip durch Speicher 55°C	WP versorgt direkt den Heizkreis, 2 Solarpufferspeicher	218 m ²	32 kWh/m ² a	kontrollierte Lüftung mit WRG
Schrickel	Erdkollektor	28 m ²	Solaranlage - WÜT - RL Sonde	Viessmann, 14 kW	FBH, HZK	Durchflussprinzip durch Speicher	Heizungspufferspeicher	210 m ²	65 kWh/m ² a	Fensterlüftung



Messtechnik bereits installiert



WP versorgt direkt den Heizkreis



Beispiel: Anlage aus Feldtest



Anlage Pirch:



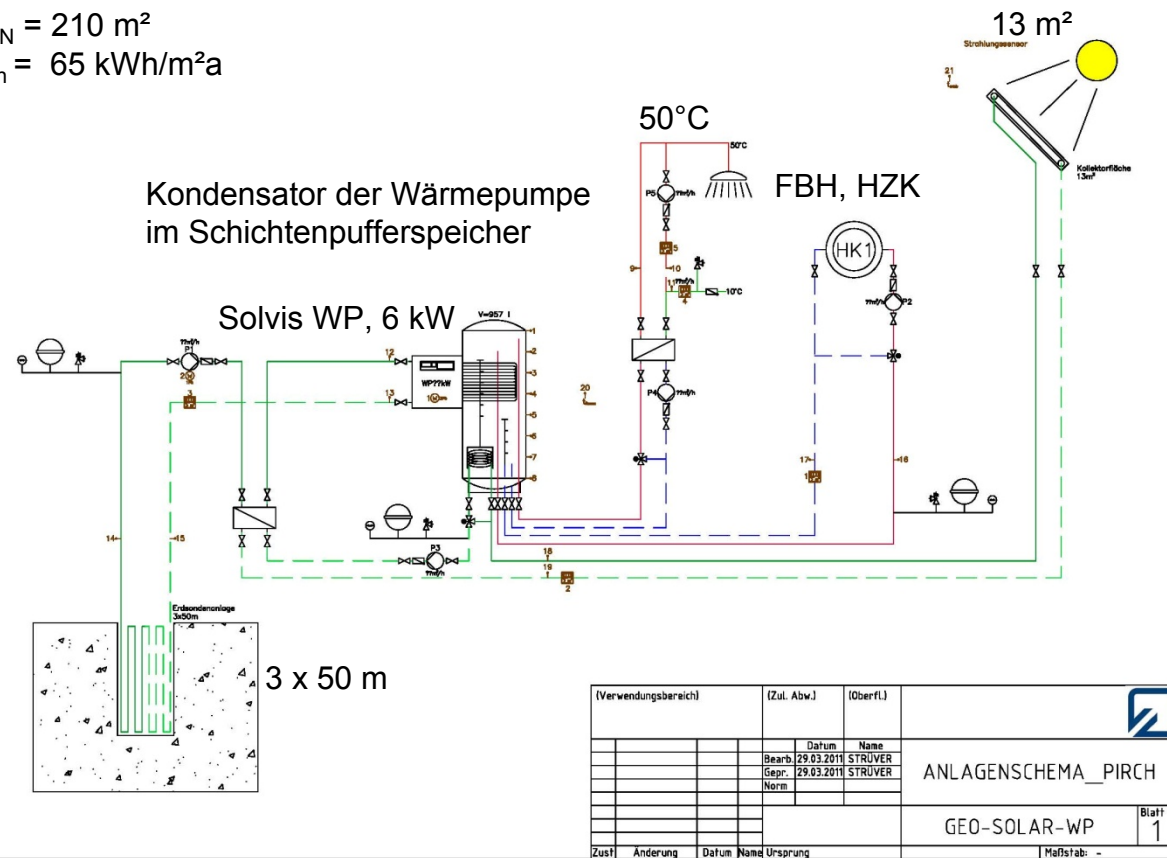
Beispiel: Anlage aus Feldtest



Anlage Pirch:

$$A_N = 210 \text{ m}^2$$

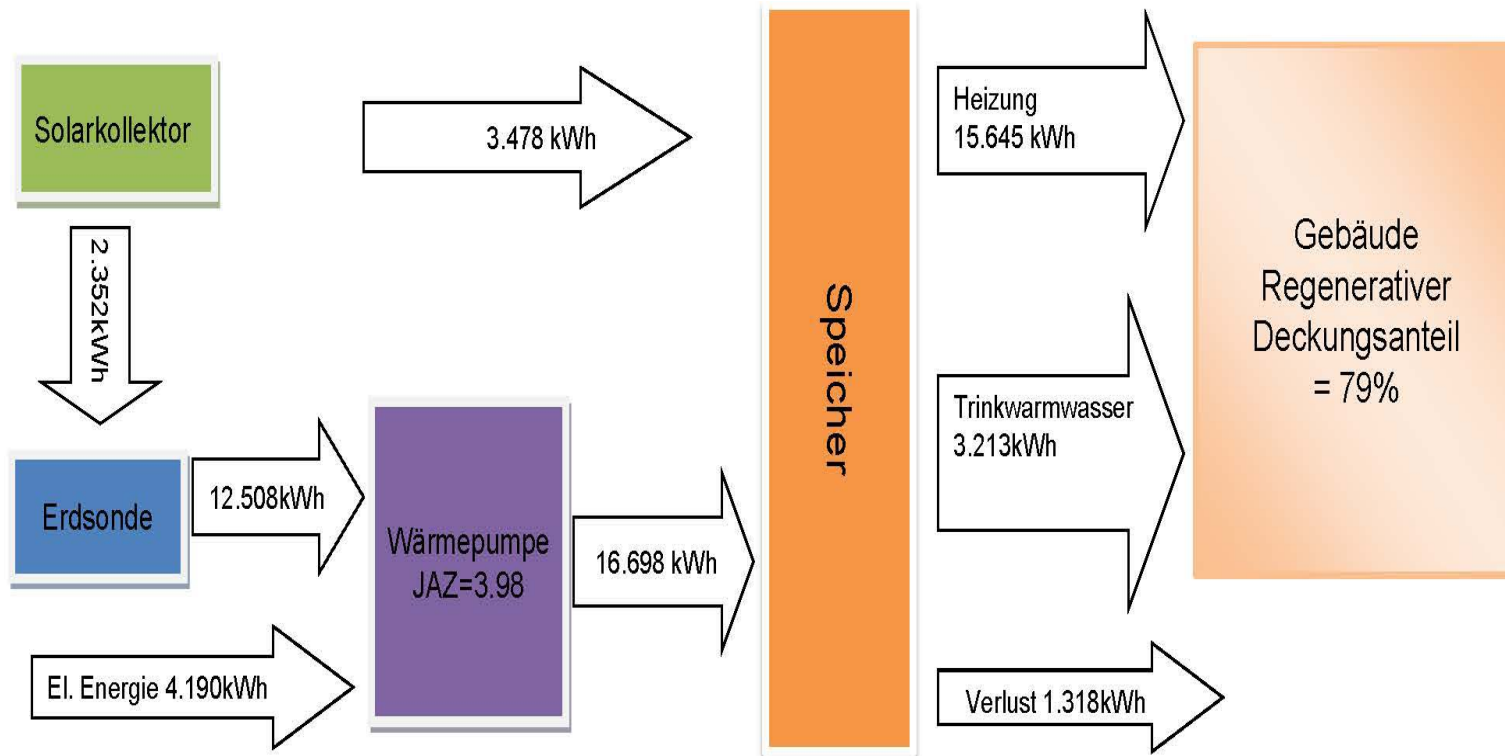
$$q_h = 65 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$



Beispiel: Anlage aus Feldtest



Energiebilanz eines Jahres:



$$JAZ_{WP} = 3,98$$

$$JAZ_{Sys} = 4,81$$

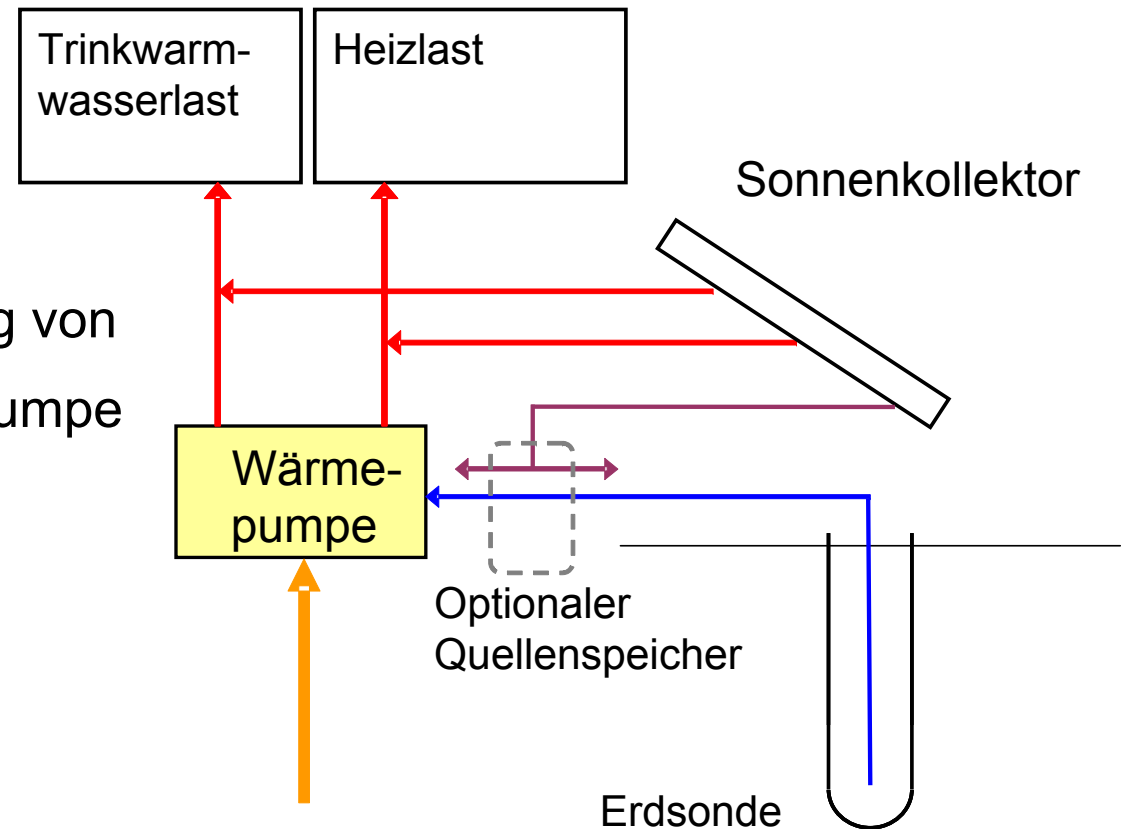


Systemkombination

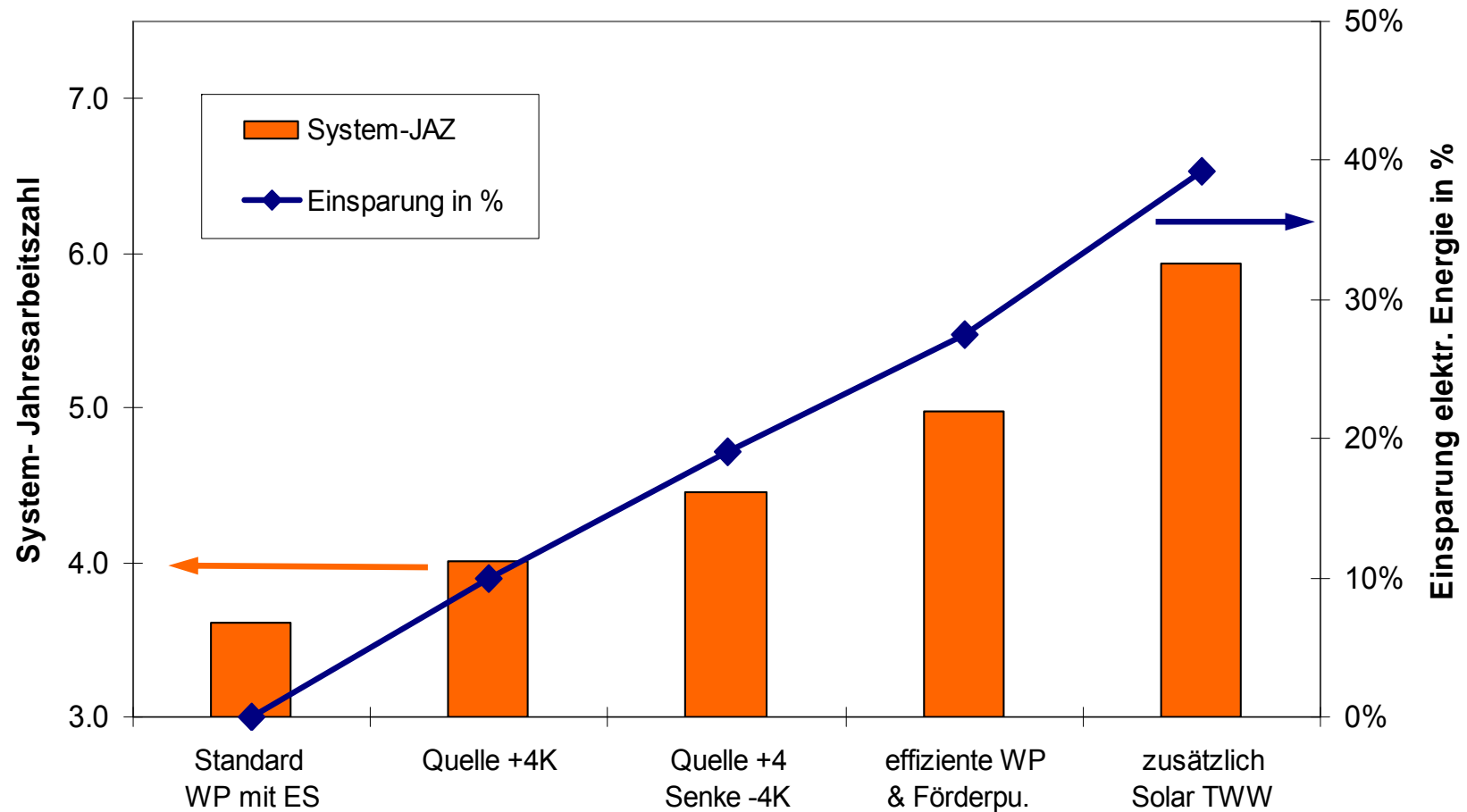


Möglichkeiten für die Kopplung von
Sonnenkollektor und Wärmepumpe

1. Ins Erdreich
2. Auf den Verdampfer
3. In den Quellspeicher
4. Auf die Quellenseite



Effizienzsteigerung



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

