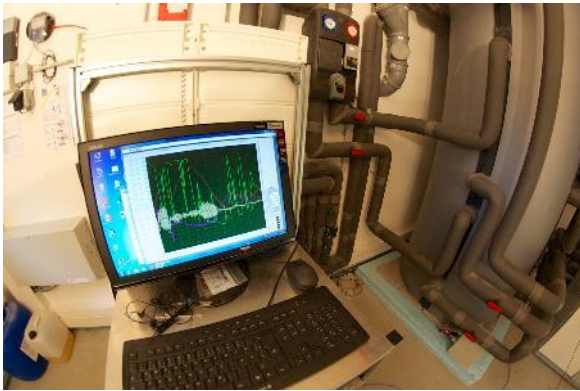




Sonnenhaus und Bauteilaktivierung

Ergebnisse des Forschungsprojekts



Jan Steinweg

Institut für Solarenergieforschung Hameln/Emmerthal

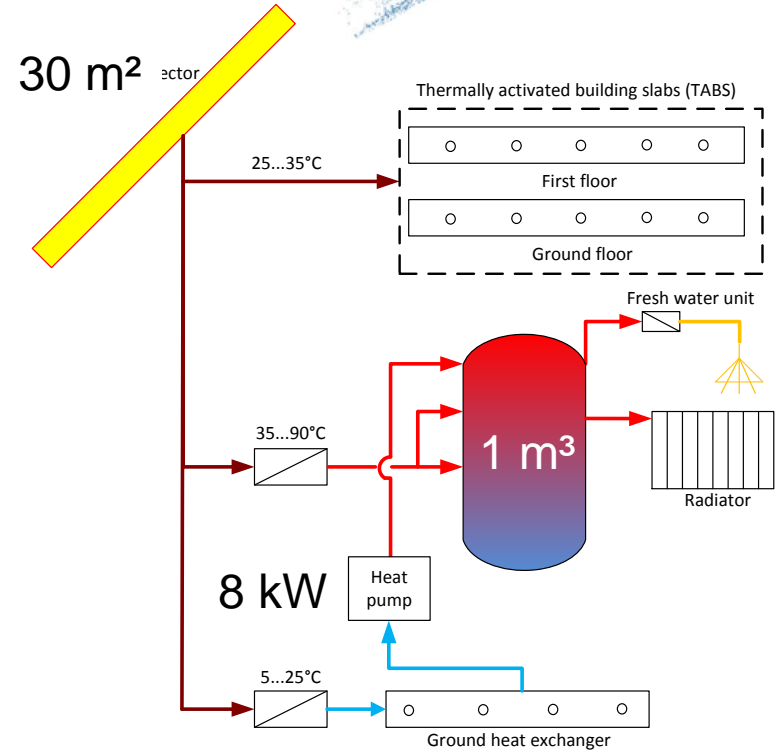
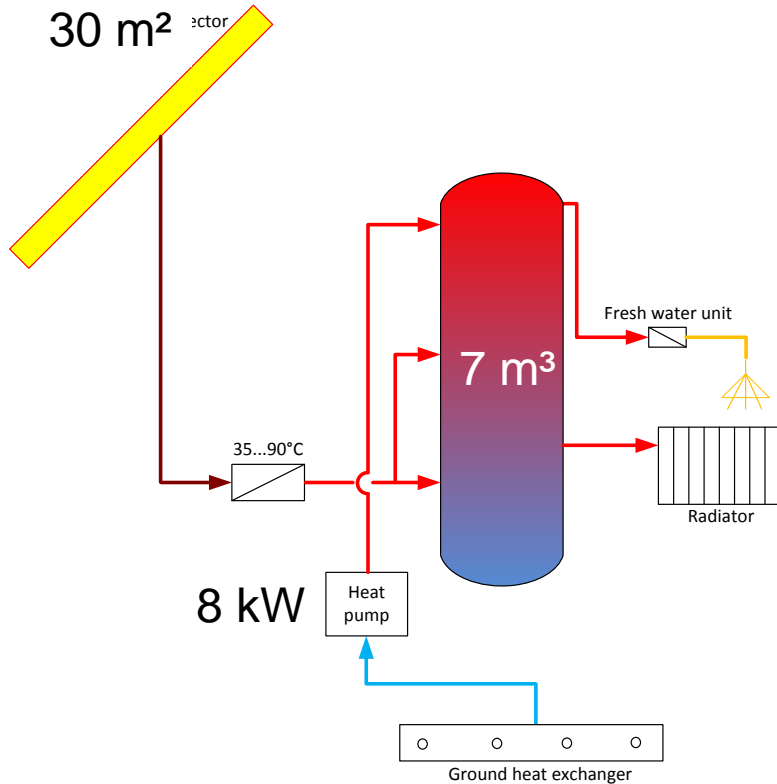


Ergebnisse des Forschungsprojekts



- Vergleich der Solarerträge mit Systemsimulationen: Standard Sonnenhaus \leftrightarrow neues Sonnenhaus
- Mess- und Simulationsergebnisse aus dem Betrieb
- Betriebsbeispiele aus Messdaten
- Leistungsreserven: Stresstest und Erdreichtemperaturen
- Ausblick: Solar-Direkt-Heizung

Vergleich der Solarerträge



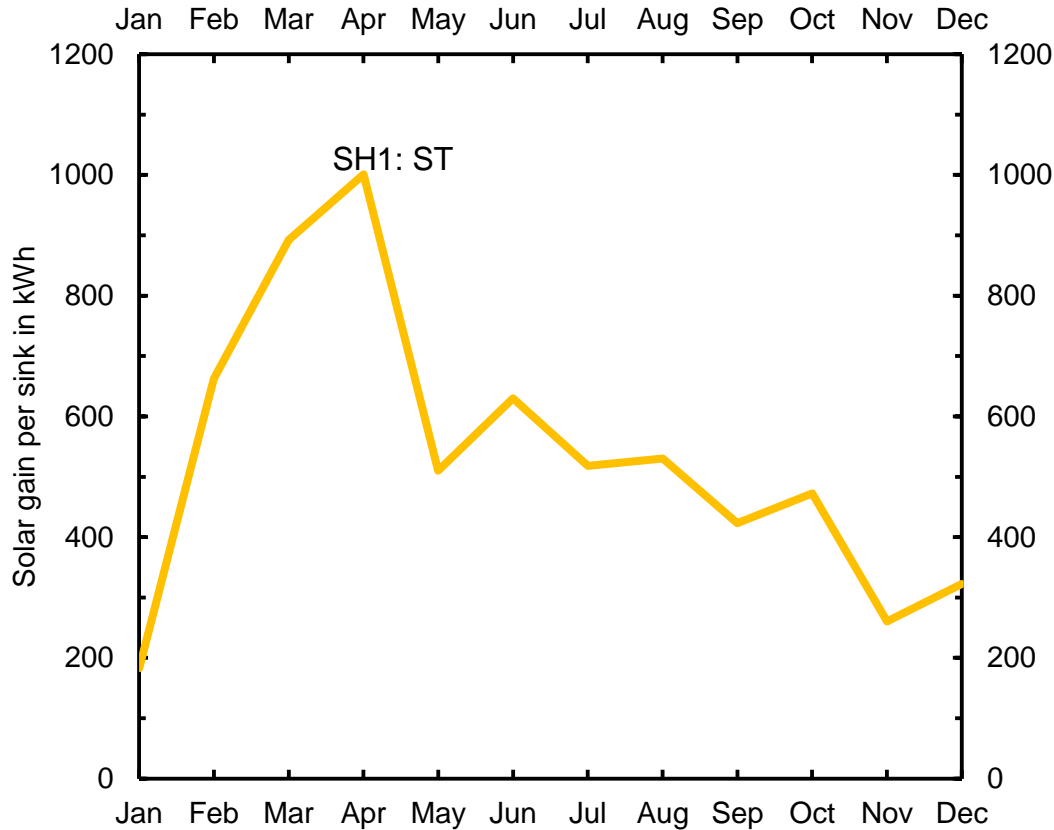
**SH1: Standard Konzept
(mit WP)**

SH2: Neues Konzept

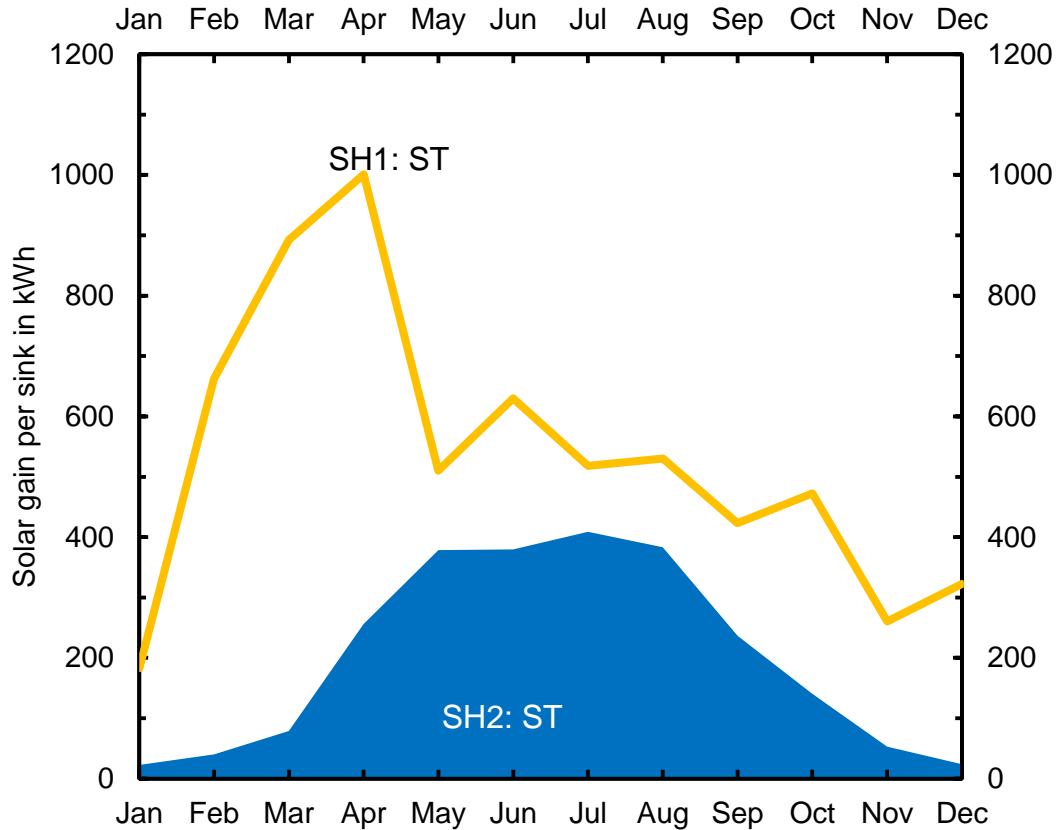
Gebäude: Testgebäude (270 m² WFL)

Wetter: Hannover

Vergleich Solarertrag

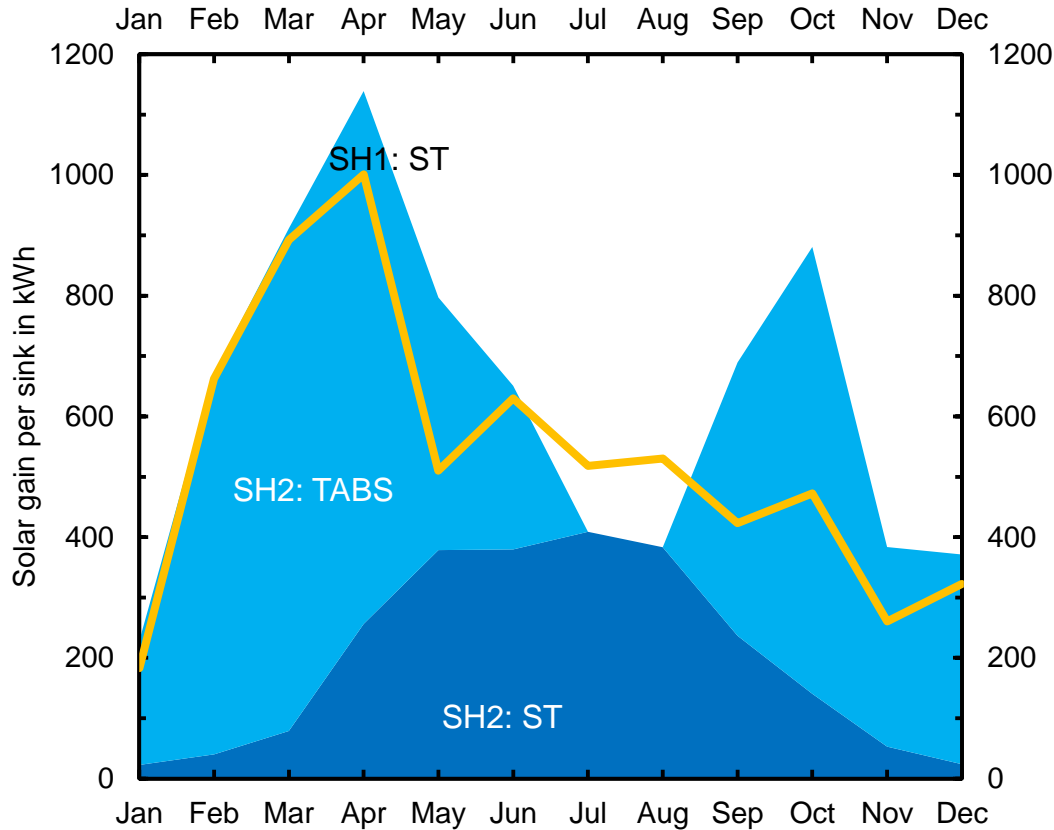


Vergleich Solarertrag



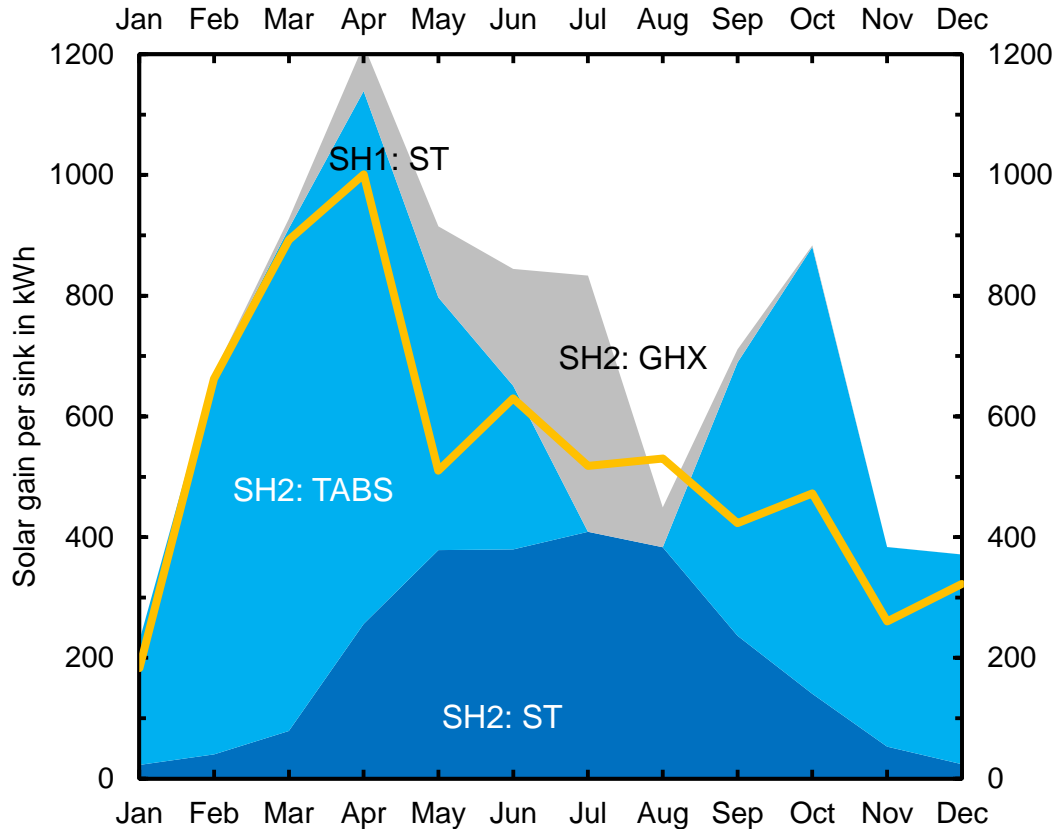
- 60 % kleinerer Speicherertrag

Vergleich Solarertrag



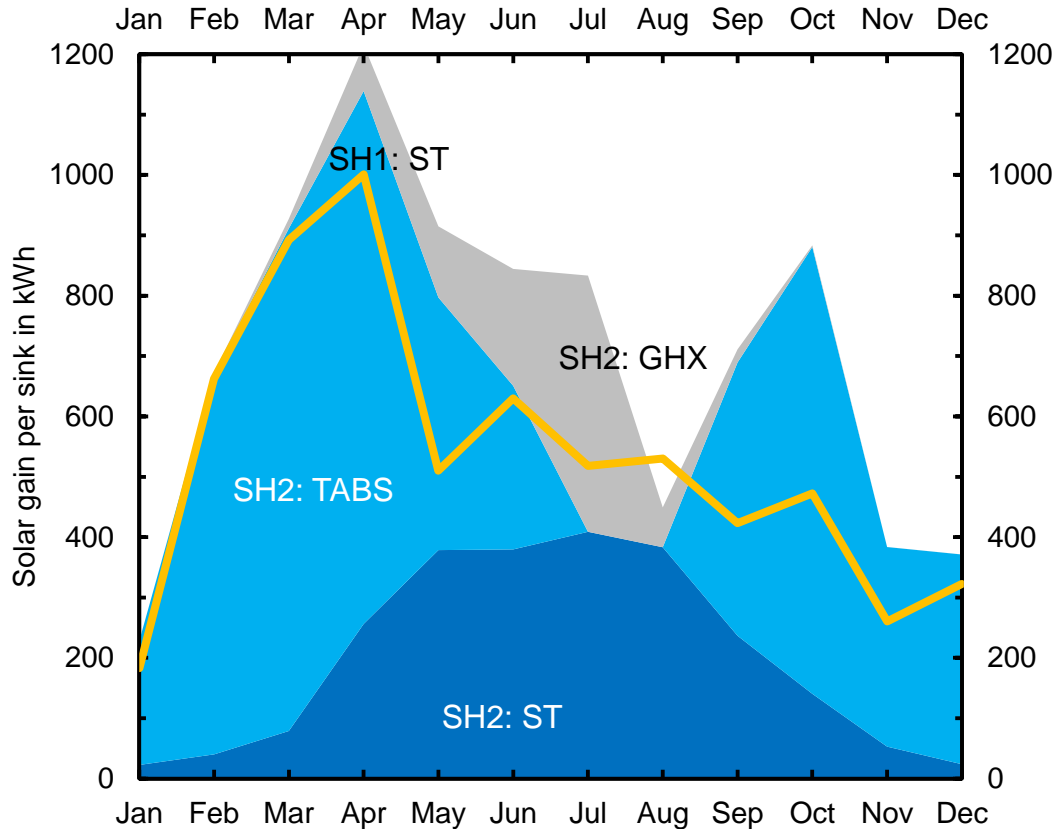
- 60 % kleinerer Speicherertrag
- 20 % höhere winterliche Solarerträge (Nov-Feb)

Vergleich Solarertrag



- 60 % kleinerer Speicherertrag
- 20 % höhere winterliche Solarerträge (Nov-Feb)
- Schnelle EWK Regeneration und kaum Stagnation

Vergleich Solarertrag



- 60 % kleinerer Speicherertrag
 - 20 % höhere winterliche Solarerträge (Nov-Feb)
 - Schnelle EWK Regeneration und kaum Stagnation
 - 15 % höherer Solarertrag bei SH2 (24 % inkl. EWK)
 - Kollektornutzungsgrad bei SH2 um 20 % höher
- Nachheizbedarf bei SH2 um ca. 5% geringer

Ergebnisse des Forschungsprojekts

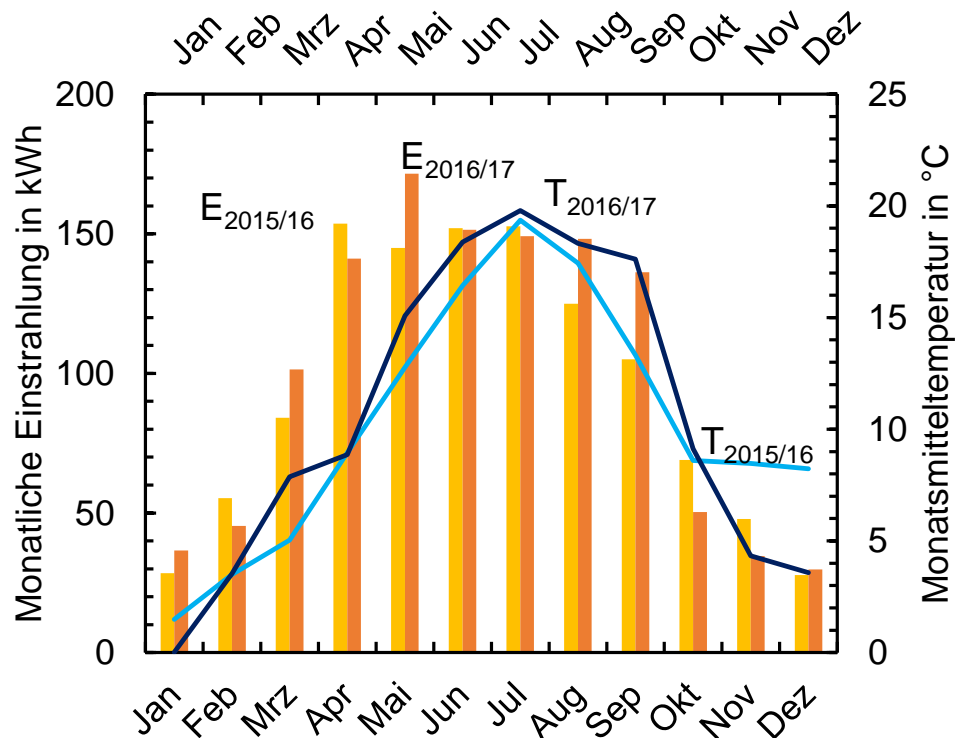


- Vergleich der Solarerträge mit Systemsimulationen:
Standard Sonnenhaus \leftrightarrow neues Sonnenhaus
- **Mess- und Simulationsergebnisse aus dem Betrieb**
- Betriebsbeispiele aus Messdaten
- Leistungsreserven: Stresstest und Erdreichtemperaturen
- Ausblick: Solar-Direkt-Heizung

Messdaten Testgebäude



	Messung 2015/16	Messung 2016/17	Differenz
Jahresmitteltemperatur	10,3 °C	10,6 °C	+3 %
Einstrahlung	1146 kWh/m ²	1195 kWh/m ²	+4 %
Gradtagzahl	3382 Kd	3263 Kd	-4 %



- Vergleichbare meteorologische Messperioden 2015/16 und 2016/17
- Geringere Temp. und Einstrahlung im Winter 2016/17

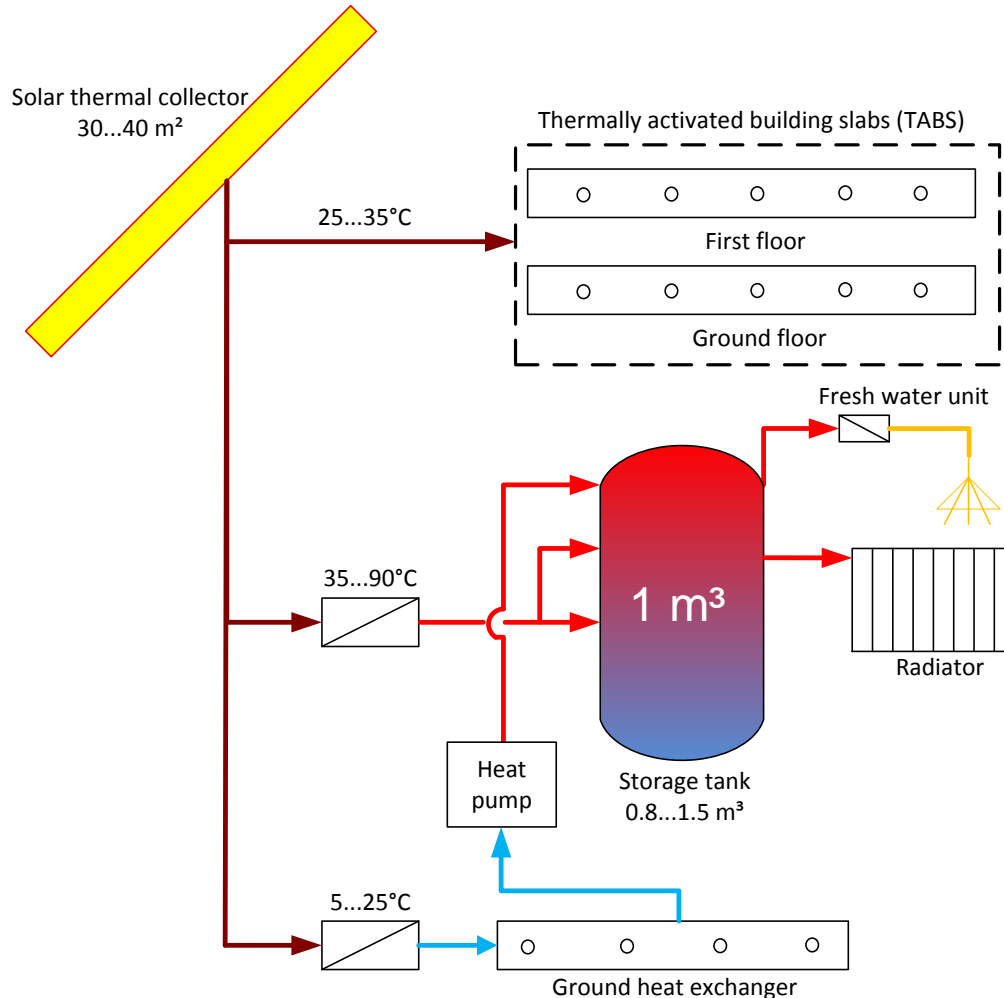
Messdaten Testgebäude



	Messung 2015/16	Messung 2016/17	Differenz
Nutzwärme RH (Rad)	5369 kWh	6394 kWh	+20 %
Nutzwärme TWW	994 kWh	885 kWh	-11 %
Solarertrag gesamt	8525 kWh (274 kWh/m ²)	8971 kWh (288 kWh/m ²)	+5 %
An BTA	4099 kWh (48 %)	3179 kWh (35 %)	-22 %
An Puffer	2844 kWh (33 %)	3258 kWh (36 %)	+15 %
An EWK	1295 kWh (15 %)	2188 kWh (24 %)	+69 %
Solare Deckung	52 %	47 %	-10 %
Wärme WP → Puffer	6438 kWh	7149 kWh	+11 %
JAZ	3,45	3,40	-1 %
Strombedarf gesamt	2173 kWh	2380 kWh	+9 %

- Gestiegener Wärmebedarf, gesunkener TWW Bedarf
- Solarertrag: Nicht wieviel sondern wann!
- Strombedarf von 7,5 kWh/m²a auf 8,1 kWh/m²a gestiegen

Vergleich Messergebnisse und Simulation



- Systemsimulationen in TRNSYS
- Wesentliche Komponenten mit Messdaten validiert
- Gebäudemodell, Wärmelast, etc. angeglichen
- Messperiode: 2016/17

→ Vergleich von Mess- und Simulationsergebnissen unter vergleichbaren Randbedingungen

Vergleich Messung/Simulation



	Messung 2016/17	Simulation	Differenz
Solarertrag gesamt	8971 kWh (288 kWh/m ²)	7868 kWh (252 kWh/m ² a)	-12 %
An BTA	3179 kWh (35 %)	4087 kWh (26 %)	+50 %
An Puffer	3258 kWh (36 %)	2263 kWh (29%)	-31 %
An EWK	2188 kWh (24 %)	1036 kWh (13 %)	-52 %
Solare Deckung	47 %	48 %	+2 %
Wärme WP → Puffer	7149 kWh	6954 kWh	-3 %
JAZ	3,40	3,68	-8 %
Strombedarf gesamt	2380 kWh	2139 kWh	-10 %

- Geringerer BTA Ertrag im Testgebäude durch „defekten“ Regelfühler im Testgebäude
- Schlechtere Pufferschichtung führt zu höherem WP-Wärmebedarf und schlechterer JAZ (11 K höhere WP-Austrittstemperatur in RH-Bereich)

→ Nachbesserungen bei der Regelung

Mehr Informationen

- Steinweg J., Rockendorf G. (2016), *Annual Performance of a Solar Active House Prototype – Comparing Measurement and Simulation*, Conference Proceedings EuroSun 2016, Palma de Mallorca

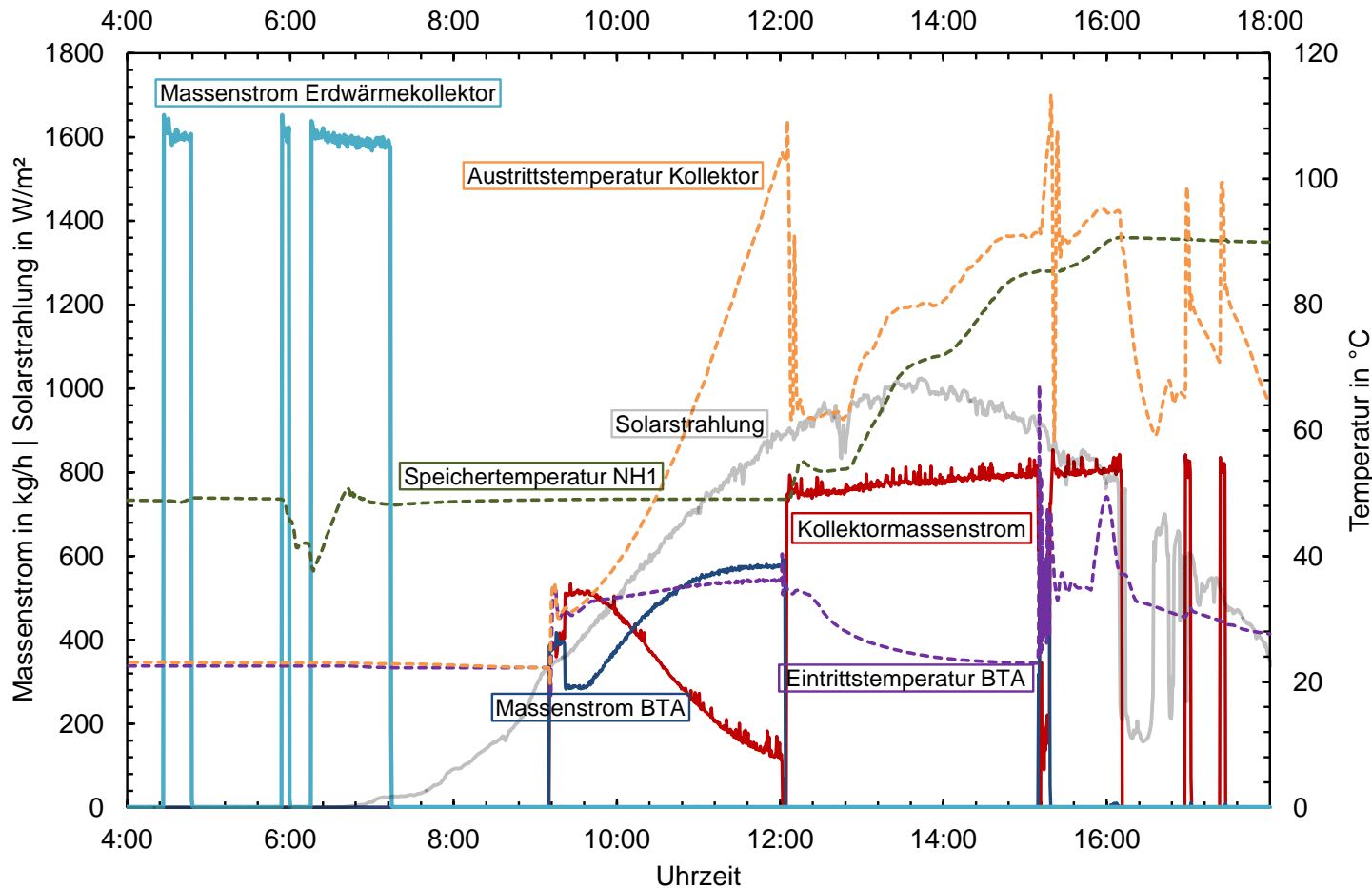
Ergebnisse des Forschungsprojekts



- Vergleich der Solarerträge mit Systemsimulationen: Standard Sonnenhaus \leftrightarrow neues Sonnenhaus
- Mess- und Simulationsergebnisse aus dem Betrieb
- **Betriebsbeispiele aus der Messperiode**
- Leistungsreserven: Stresstest und Erdreichtemperaturen
- Ausblick: Solar-Direkt-Heizung

Betriebsbeispiele I

Heiterer Frühlingstag 09.04.2015 Tagesmitteltemp. 9,2 °C

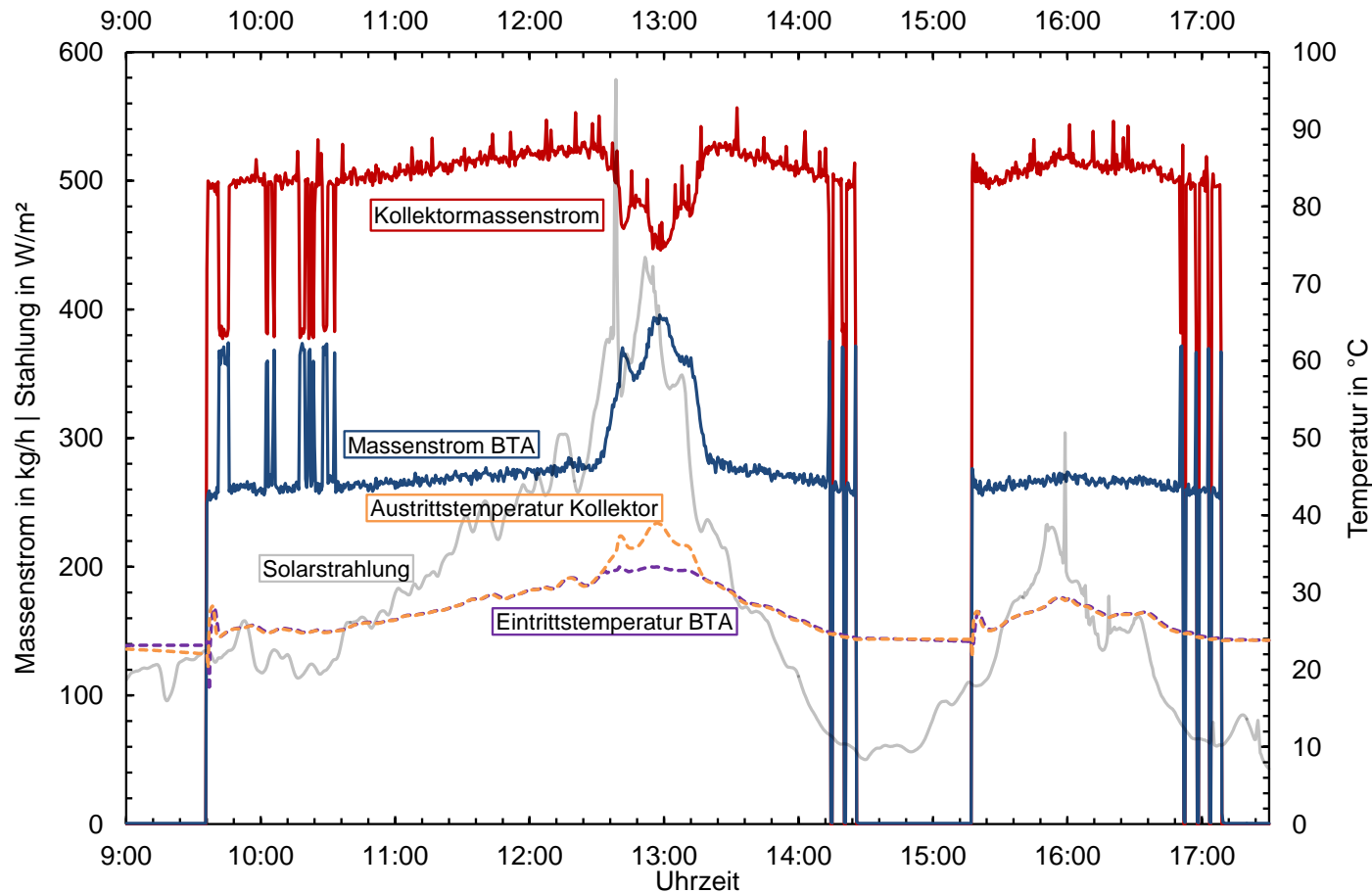


1. WP-Betrieb
2. BTA-Betrieb
3. Speicherbeladung

Betriebsbeispiele II



Bedeckter Tag 24.03.2015 Tagesmitteltemp. 6,4 °C



Betrieb ab ca.
120 W/m²

Vorlauftem-
peraturen von
25...35 °C

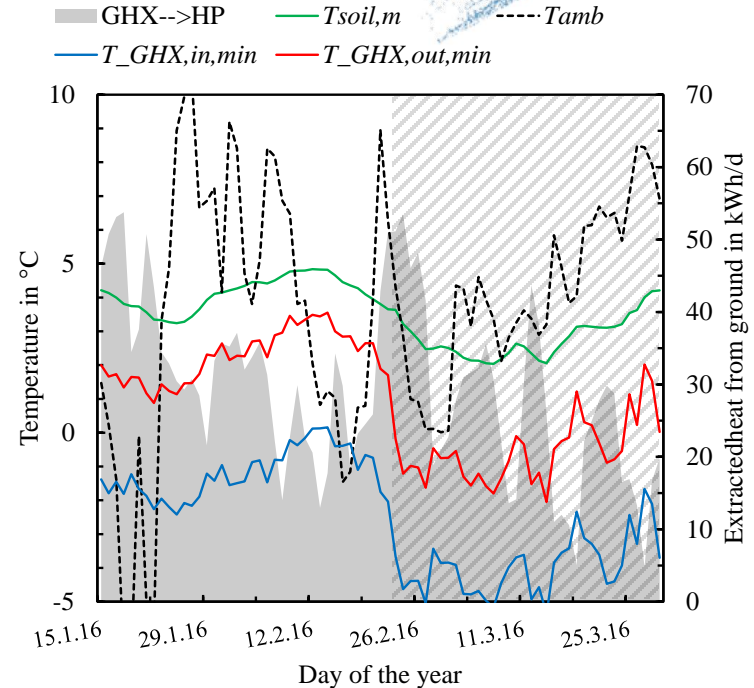
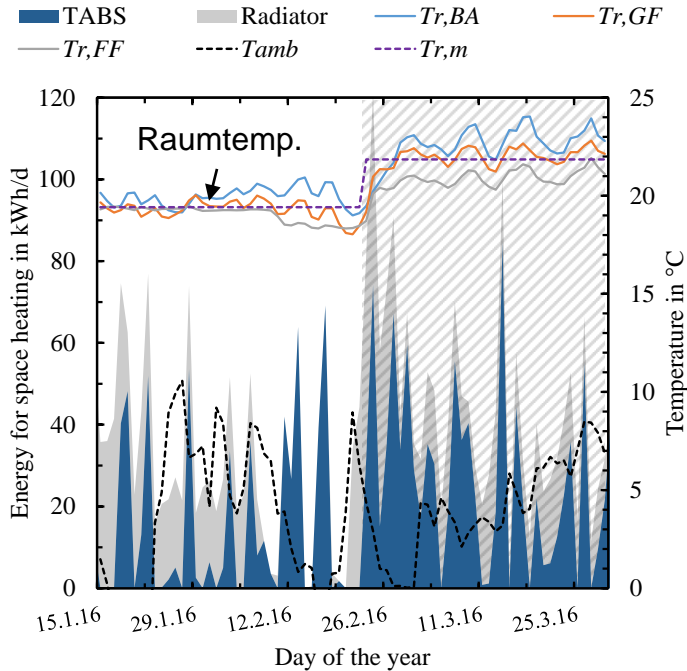
BTA liefert 2/3
des
Wärmebedarfs

Kerntemperatur
steigt um 3 K

Ergebnisse des Forschungsprojekts



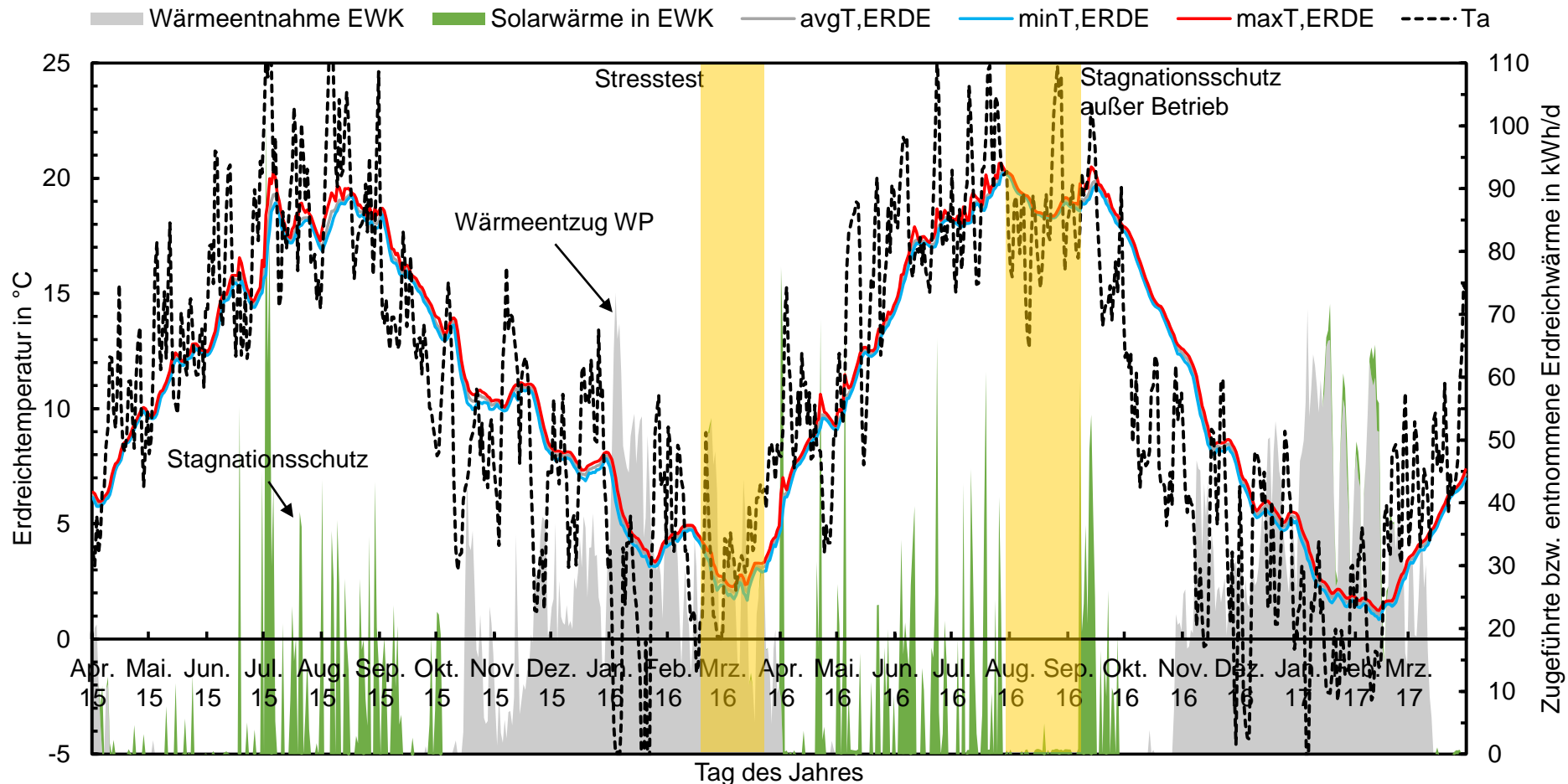
- Vergleich der Solarerträge mit Systemsimulationen: Standard Sonnenhaus \leftrightarrow neues Sonnenhaus
- Mess- und Simulationsergebnisse aus dem Betrieb
- Betriebsbeispiele aus der Messperiode
- **Leistungsreserven: Stresstest und Erdreichtemperaturen**
- Ausblick: Solar-Direkt-Heizung



- **Ziel:** Erschöpfung des EWK am Ende der Heizperiode 2015/16
- EWK-Fläche 50% kleiner, Raumtemperatur +2,5 K: → RH Bedarf +36 %
- Min. EWK-Ein und Austrittstemperaturen fast immer unter 0°C
- Mittlere Erdreichtemperatur zeigt keinen deutlichen Einbruch

→ Keine messbare Überlastung des EWK während Stresstest

Diagramme Anlagenbetrieb



- WP-Betrieb durchschnittlich von Mitte/Ende Okt. bis Mitte/Ende Mrz.
- Erdreichtemperaturen nie im Frostbereich
- Kein Heizstabbetrieb wegen Erdreicherschöpfung

Praxisbewertung

Neues Sonnenhauskonzept



Konzeptbewertung:

- Neues Sonnenhauskonzept funktioniert wie erwartet
- Etwa 45 % Raumwärmebedarf durch BTA solarthermisch gedeckt
- Betrieb des kleinen EWK ohne kritische Frostbildung oder Erschöpfung
- Kaum Stagnation
- Konzept bereit für Markteinführung, Vereinfachungspotential vorhanden

Konzeptunabhängige Kritikpunkte:

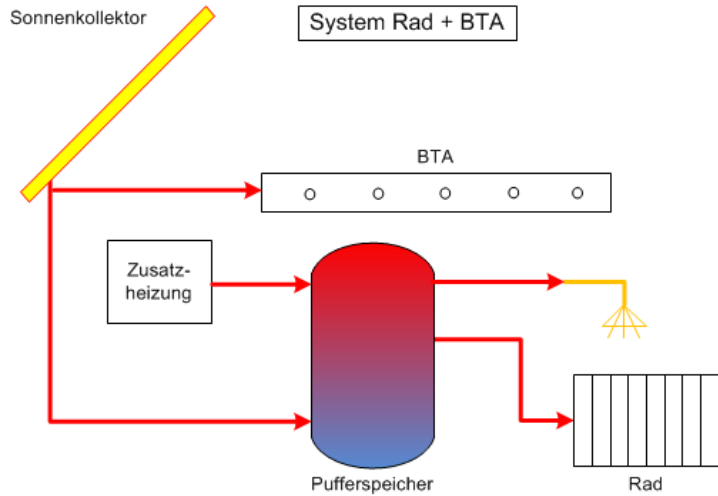
- Speicherverluste und Schichtungseffizienz: Nicht ideal für WP Betrieb
- Heizkreisvorlauftemperatur schwingt auf: Regelstrecke schlecht abgestimmt
- Defekte Ventile und Temperatursensor: Ohne Monitoring nicht erkannt → Betriebsüberwachung!

Ergebnisse des Forschungsprojekts

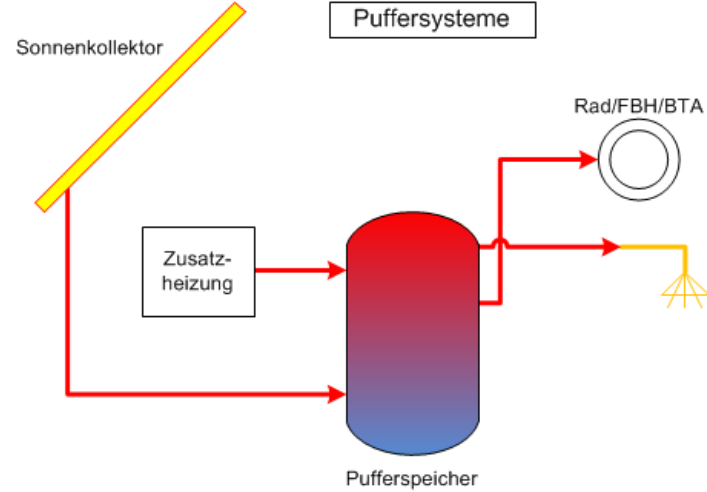


- Vergleich der Solarerträge mit Systemsimulationen: Standard Sonnenhaus \leftrightarrow neues Sonnenhaus
- Mess- und Simulationsergebnisse aus dem Betrieb
- Betriebsbeispiele aus der Messperiode
- Leistungsreserven: Stresstest und Erdreichtemperaturen
- **Ausblick: Solar-Direkt-Heizung**

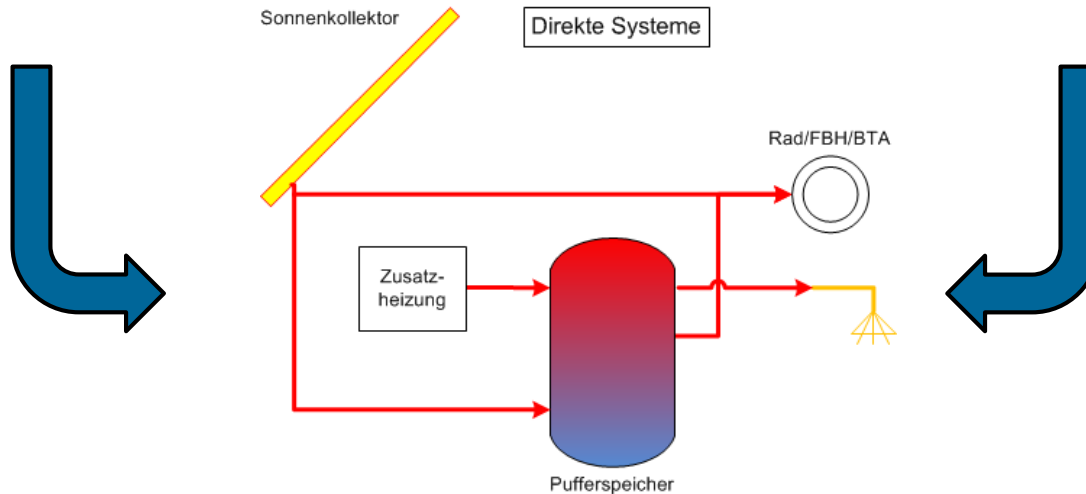
Solar-Direkt-Heizung – Systemvergleich



Neues Sonnenhaus

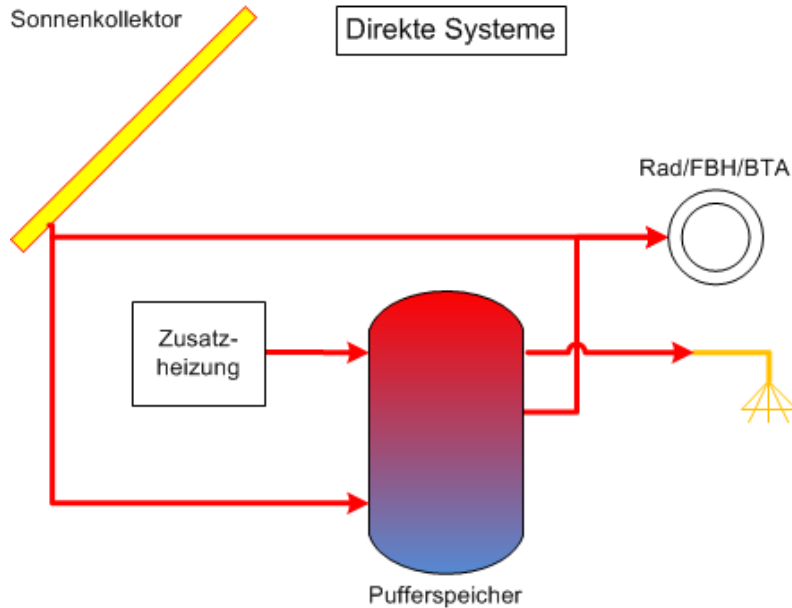


Kombisystem



Solar-Direkt-Heizung

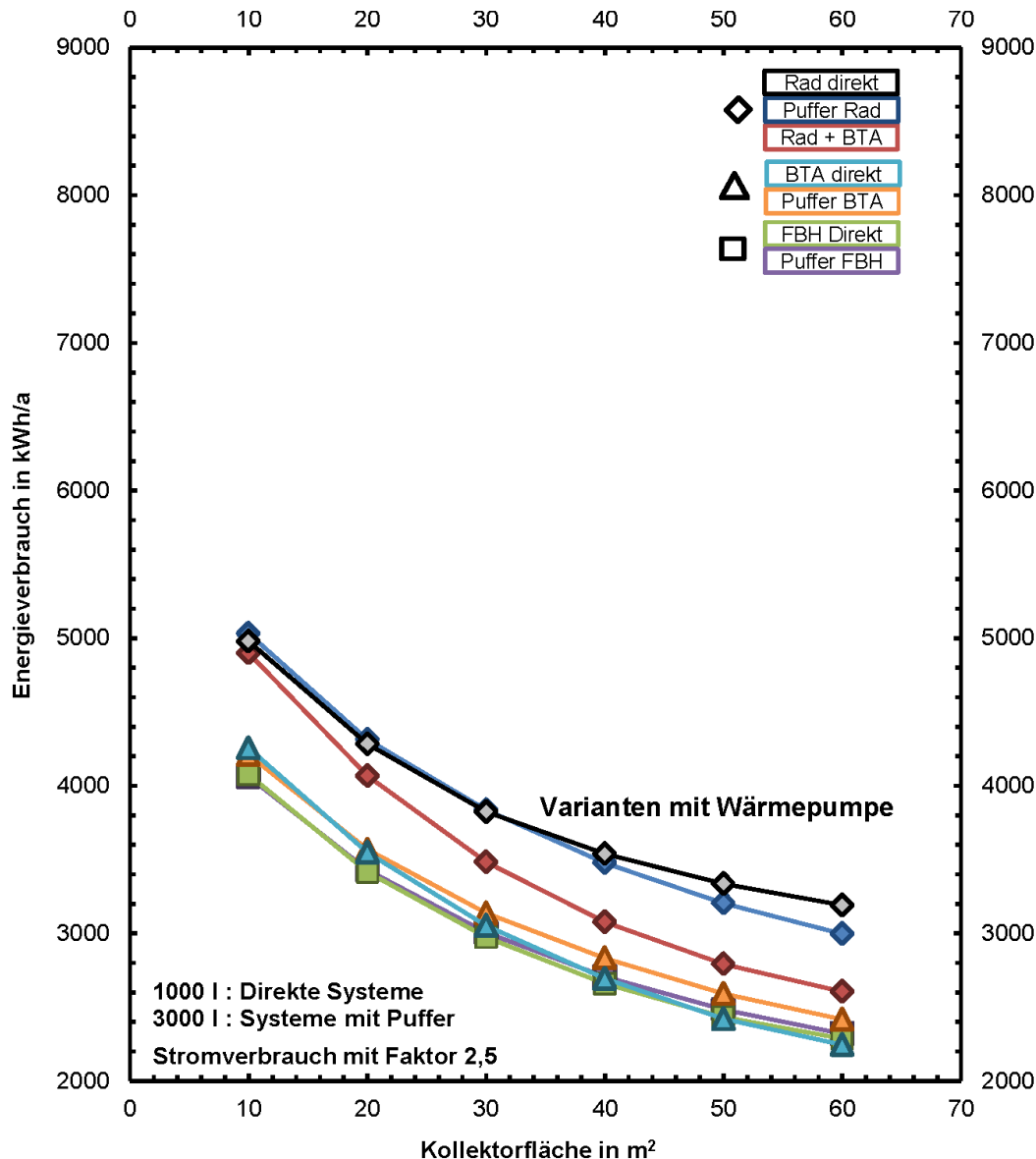
Solar-Direkt-Heizung – Potentialstudie



Solar-Direkt-System

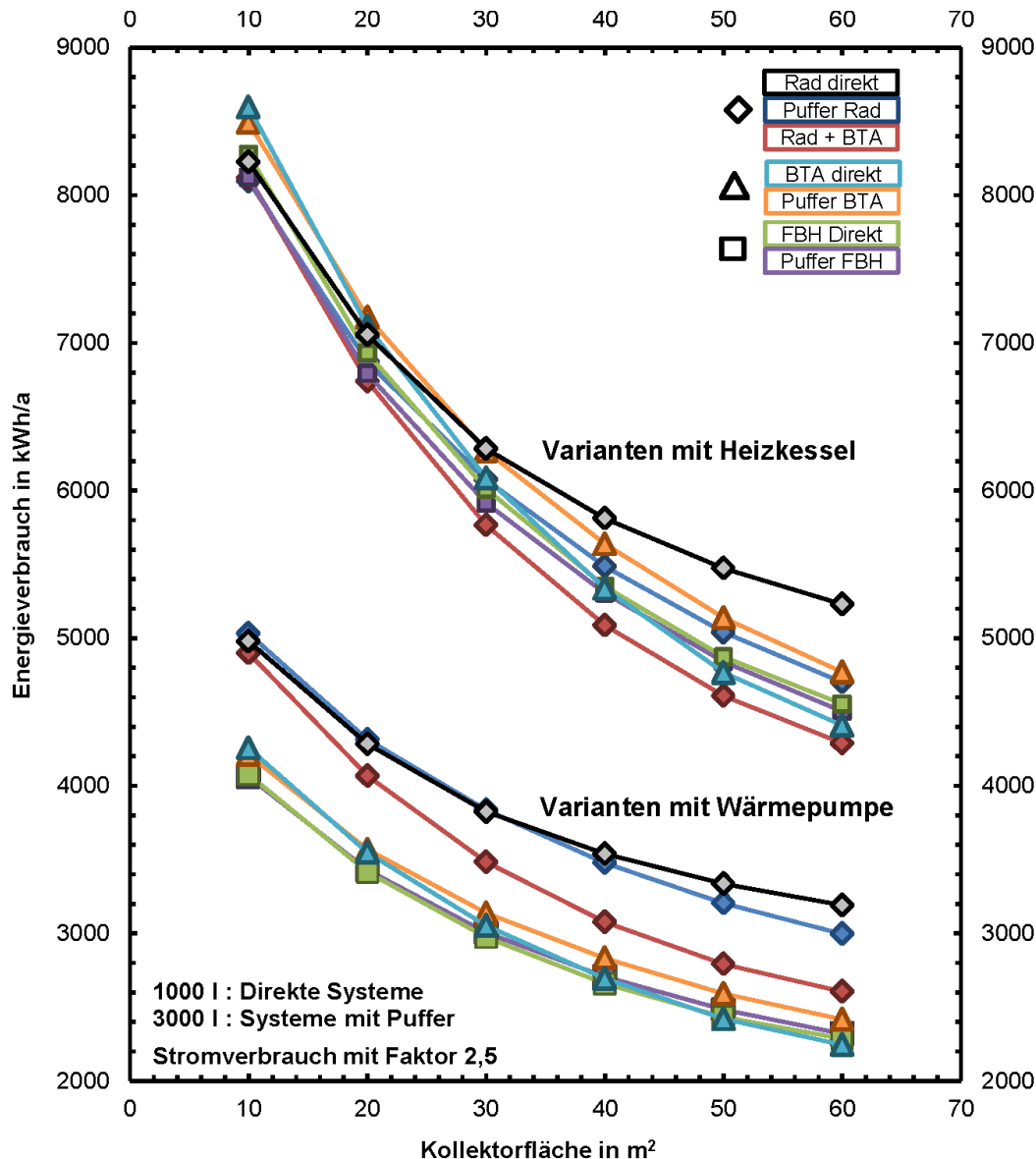
- Vergleich typischer Solar-Kombisysteme mit Systemen mit direkter Solareinbindung
- Heizsystem: Radiator-/ Flächenheizung (FBH und BTA),
- Zusatzheizung: Sole- Wärmepumpe/ Gas- Brennwertkessel
- Kollektorfläche 10...60 m²
- Speichergröße 1000 l (3000 l bei Standard- Kombisystem)

Solar-Direkt-Heizung – Ergebnisse WP



- Effizienz WP abhängig vom Temperaturniveau der RH: BTA/FBH vorteilhaft
- Direkte Systeme gleichwertig/ besser als Puffersysteme, Ausnahme: Radiatoren mit hoher Betriebstemperatur
- Rad + BTA hat höchsten Solarertrag aber auch hohen Energieverbrauch aufgrund geringer Effizienz der WP

Solar-Direkt-Heizung – Ergebnisse Heizkessel

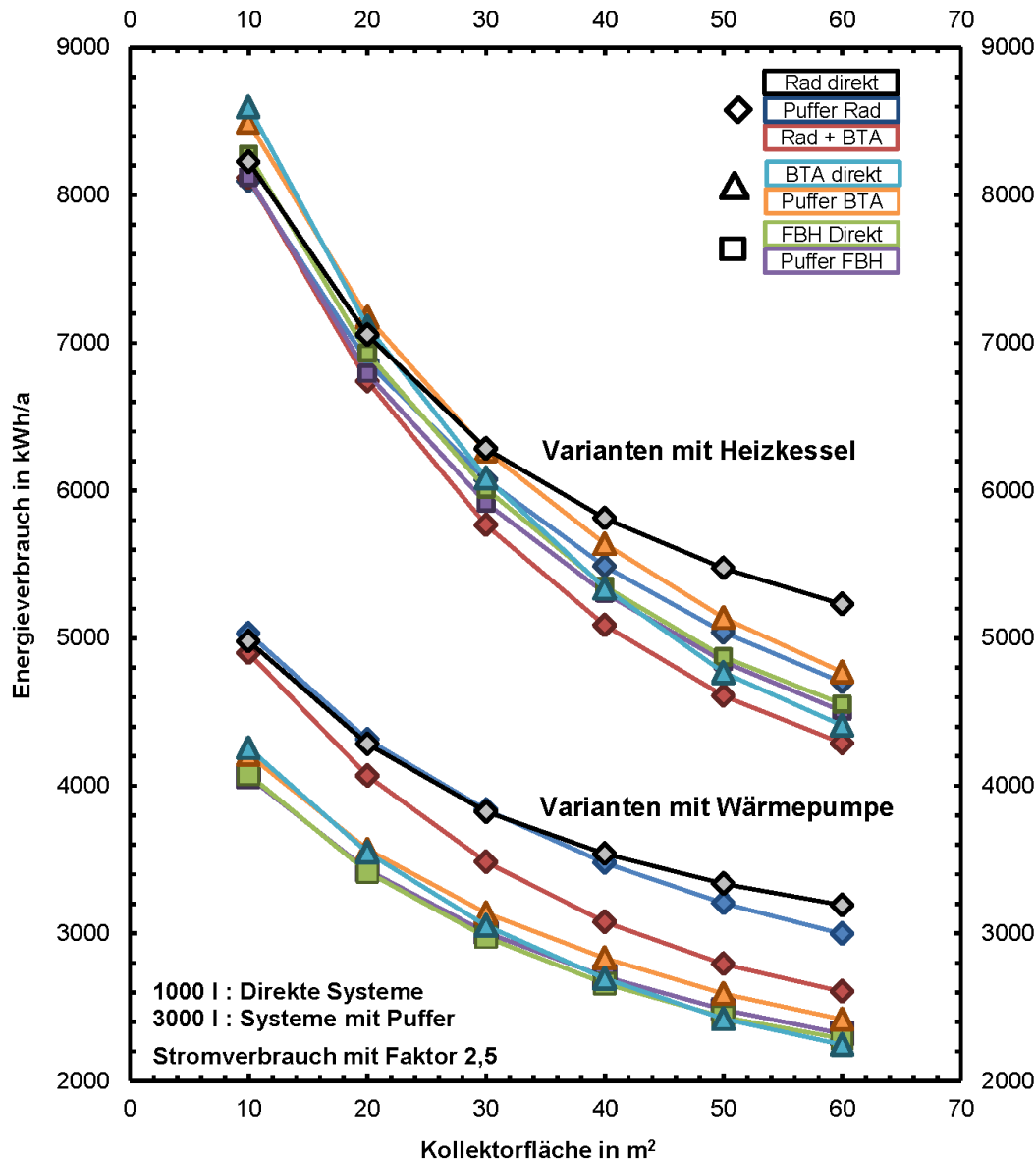


- Höherer Energieverbrauch als mit WP, da keine Umweltwärme
- Einfluss der Betriebstemperaturen der RH auf den Nutzungsgrad des Kessels geringer als WP
- Folge: nur solare Direktheizung von höheren Betriebstemperaturen betroffen
- Rad + BTA hat höchsten Solarertrag und geringsten Energieverbrauch

Mehr Informationen

- Glembin J., Haselhorst T., Steinweg J., *Nutzung des Gebäudes als Wärmespeicher durch direkte Integration von Sonnenwärme in die Raumheizung*, 26. Symposium thermische Solarenergie, 20.-22.04.2016, Bad Staffelstein, 2016

Solar-Direkt-Heizung – Technisches Potential



Solar-Direkt-Systeme sind genauso effizient wie Sonnenhauskonzept, wenn...

...das Heizsystem auf geringem Temperaturniveau arbeitet und

...das Pufferspeichervolumen klein ist.

50% solare Deckung:

30 m² Koll.

+ 3000 l Speicher oder

+ 1000 l Speicher und direkter Solarbeheizung

- Theoretisch entwickeltes Sonnenhauskonzept konnte Funktion als Prototyp erfolgreich unter Beweis stellen
- Sehr geringer End- (8 kWh/m²a) und Primärenergiebedarf (14 kWh/m²a)
- Kombination ST+BTA vielversprechend
 - Im Mittel 20 % höhere winterliche Solarerträge
 - 20 % höherer Kollektornutzungsgrad
 - BTA kann auch im Wohnungsbau als alleiniges Heizsystem betrieben werden
- Systemvereinfachungen wie die Solar-Direkt-Heizung können Berührungspunkte und Kosten weiter senken
- Gebäude als Speichermasse funktioniert nicht nur für EFH, sondern auch für MFH und Industriegebäude

→ **Weiteres Potential für Entwicklung und Optimierung**



Vielen Dank!



Vielen Dank für die gute Zusammenarbeit an unsere Projektpartner



Vielen Dank an das BMWi für die Projektförderung (FKZ 0325559)
und an das PTJ für die Projektbegleitung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Präsentationen in Kürze auf www.isfh.de

