



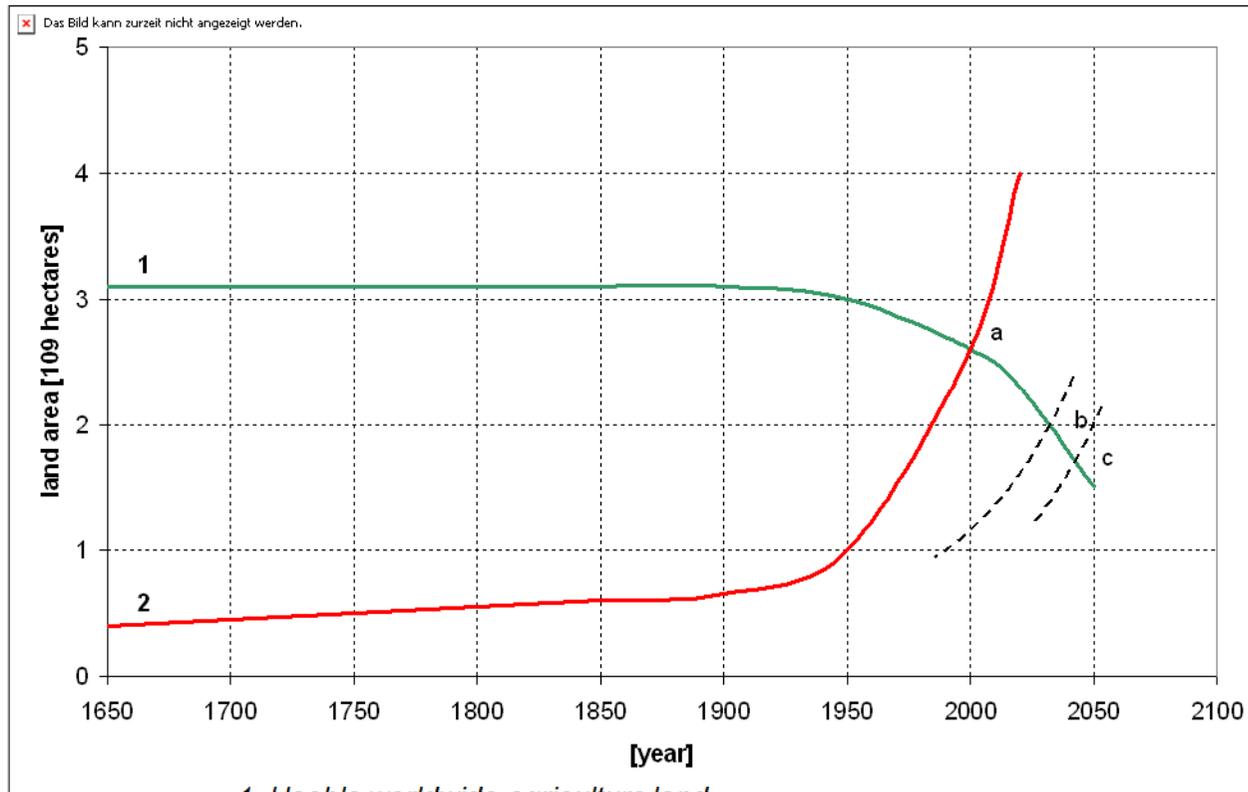
Energieautarke Gewächshäuser

Horst Rüter, HarbourDom
Thomas Kölbel, EnBW

Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Motivation

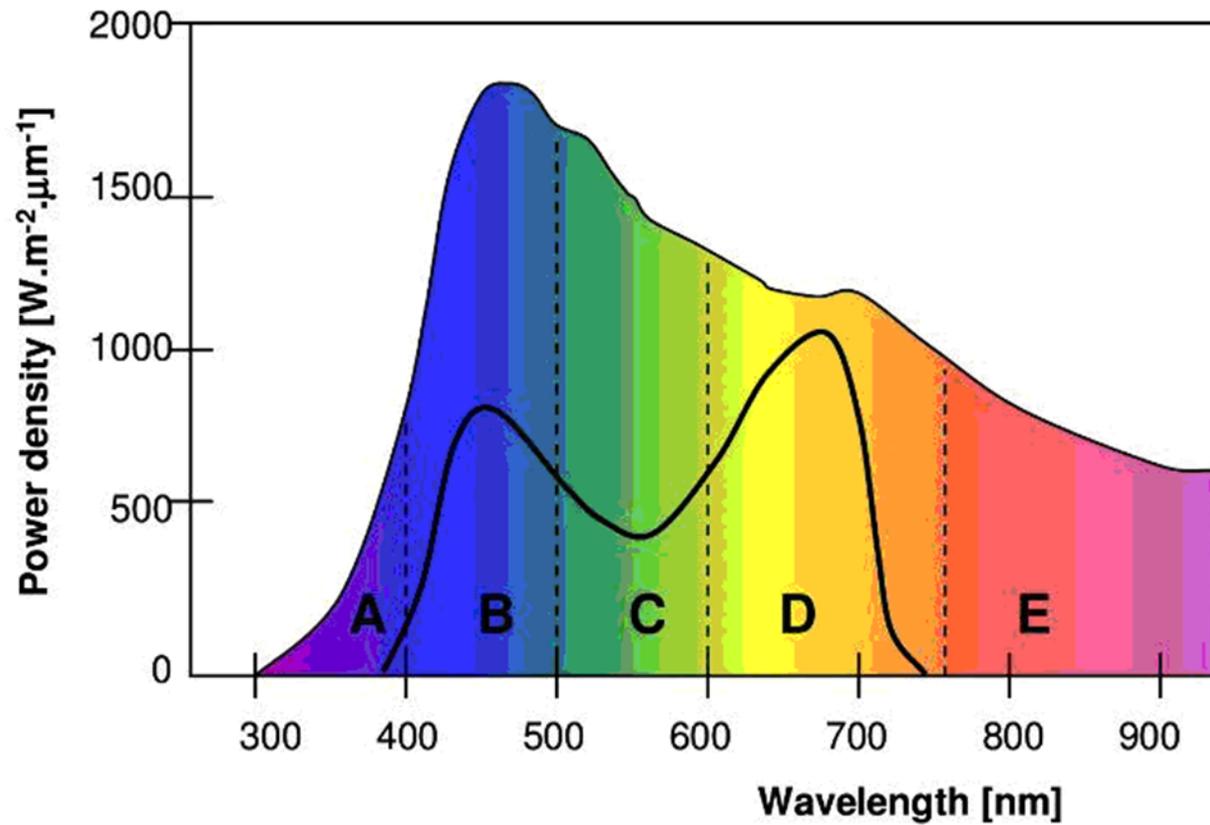


- 1. Usable worldwide agriculture land
- 2. World population x 0,4 ha
- a. Culmination point if 0,4 ha is needed to feed one person
- b. Culmination point if 0,2 ha is needed to feed one person
- c. Culmination point if 0,1 ha is needed to feed one person

Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Spektrum der fotosynthetisch aktiven Strahlung (PAR)

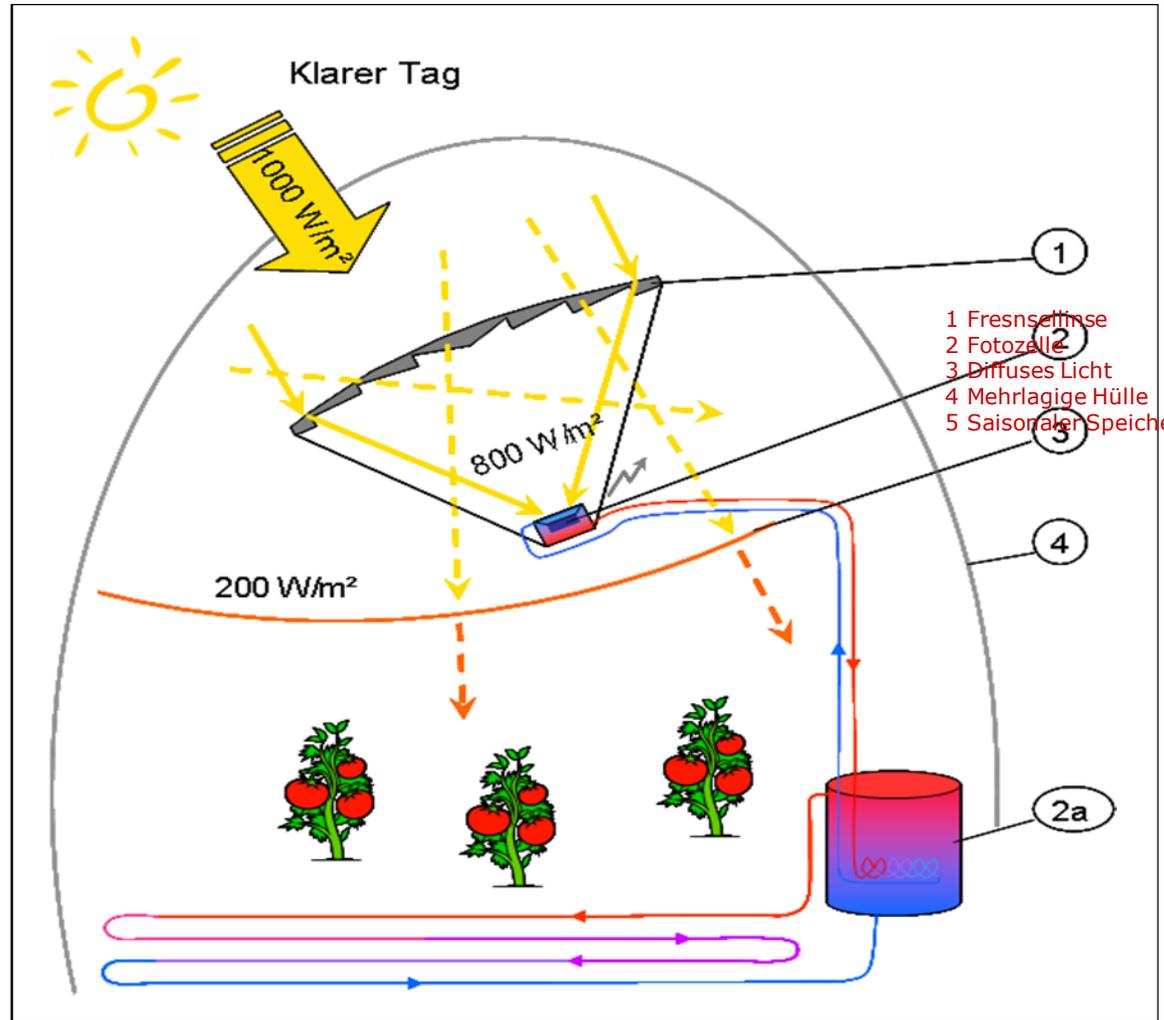


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Prinzip der Hauptkomponenten

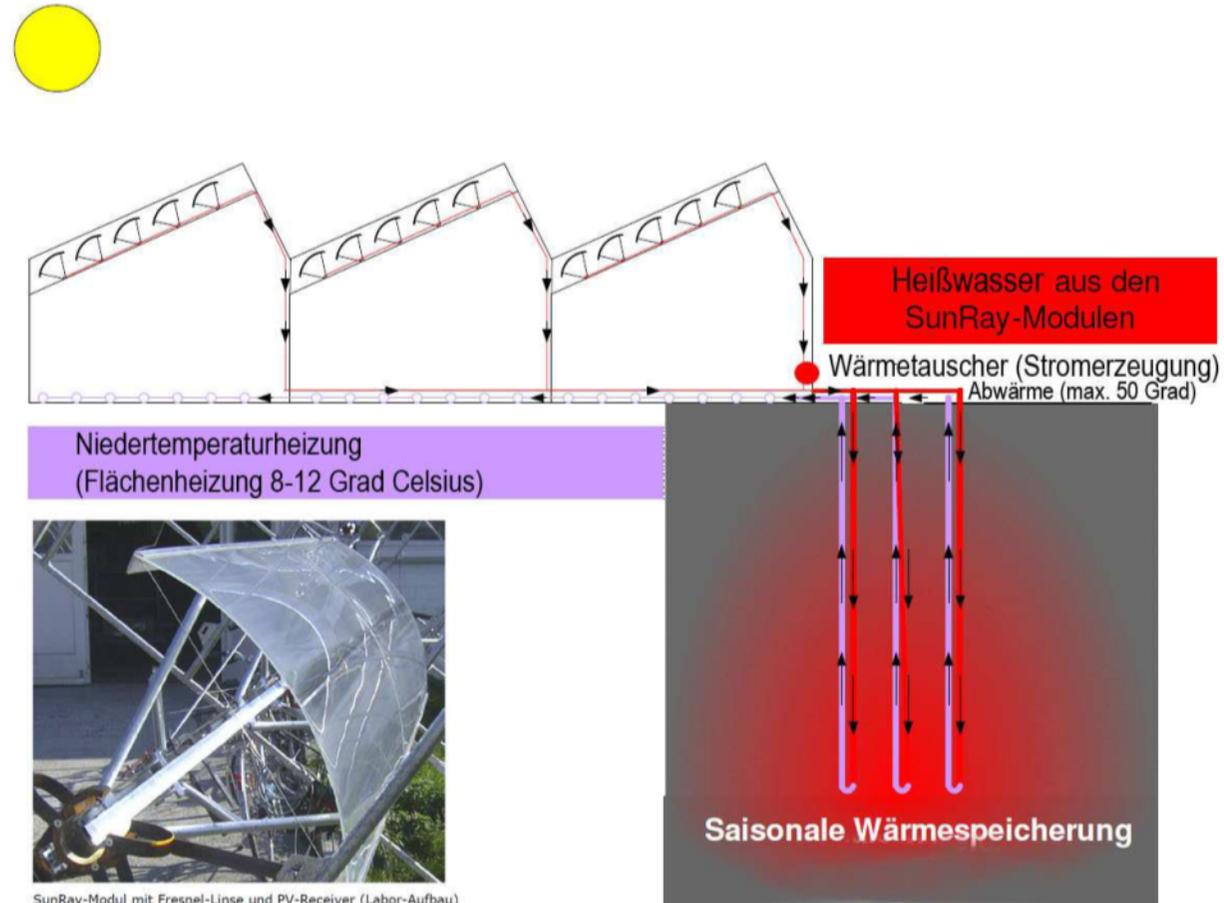
Gemeinsame Nutzung von Photovoltaik und Geothermie



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



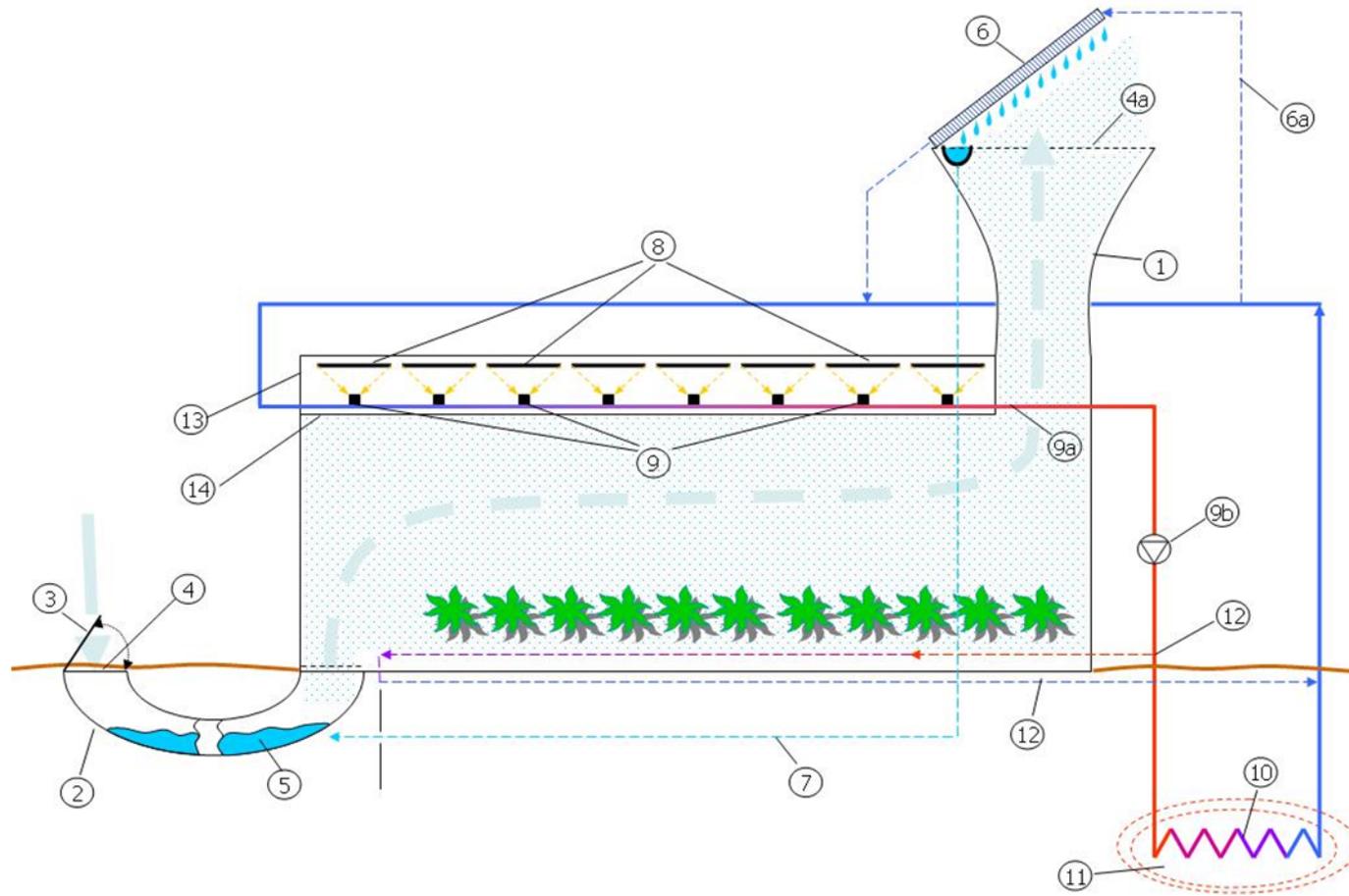
Gesamtkonzept Energieautarkes Gewächshaus



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Gesamtkonzept mit Wasserrückgewinnung

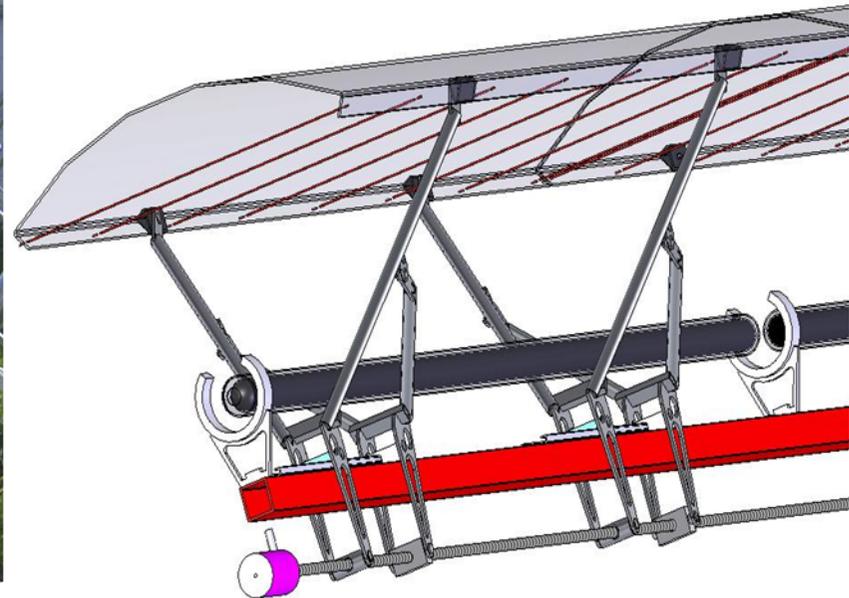


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Sunray Modul

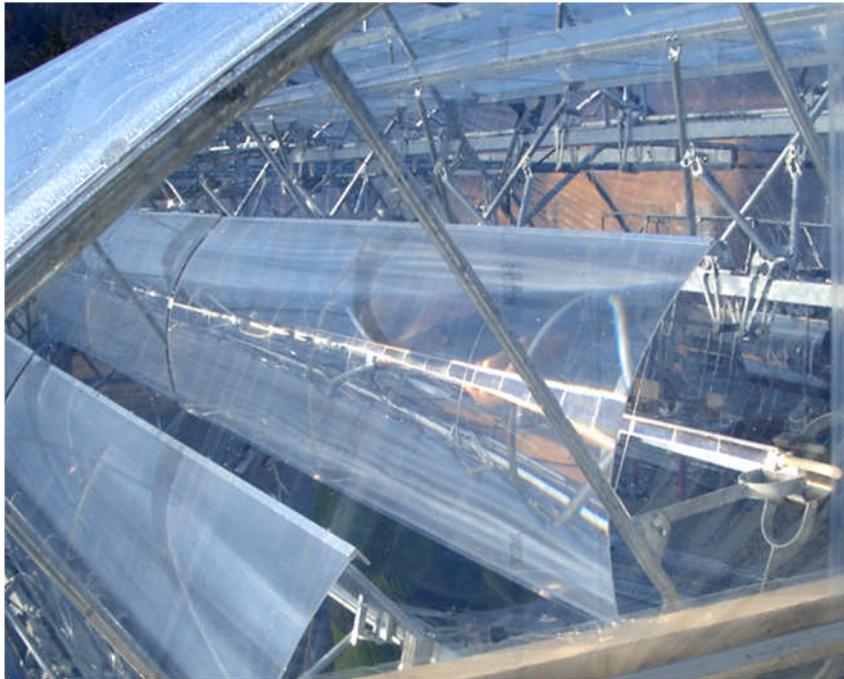
mit Fresnel-Linse und
PV-Receiver



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Konzentrierte Photovoltaik



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Kleines Versuchsmodell



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Projektgewächshaus auf dem Gelände der Gärtnerei Berg in Binzen



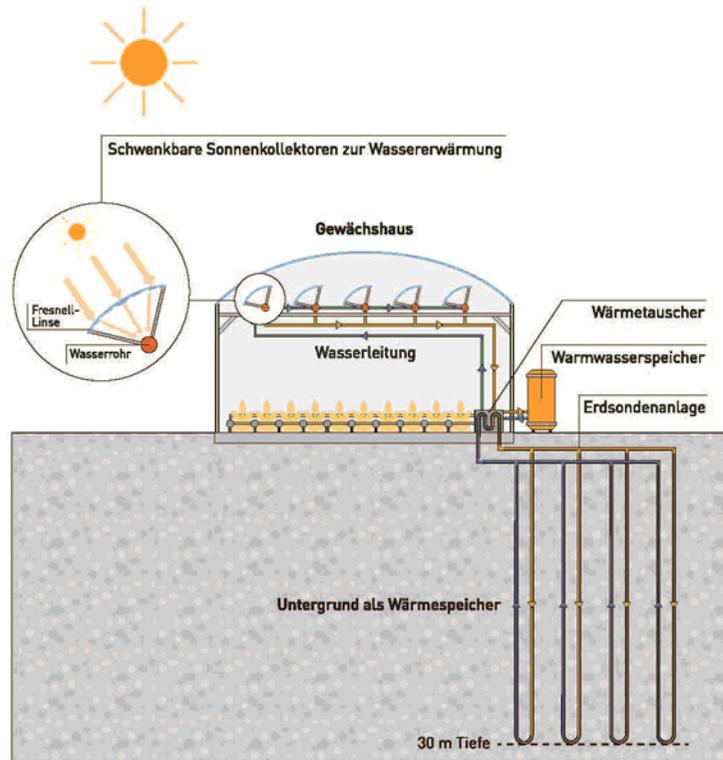
Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Funktionsschema des EPG

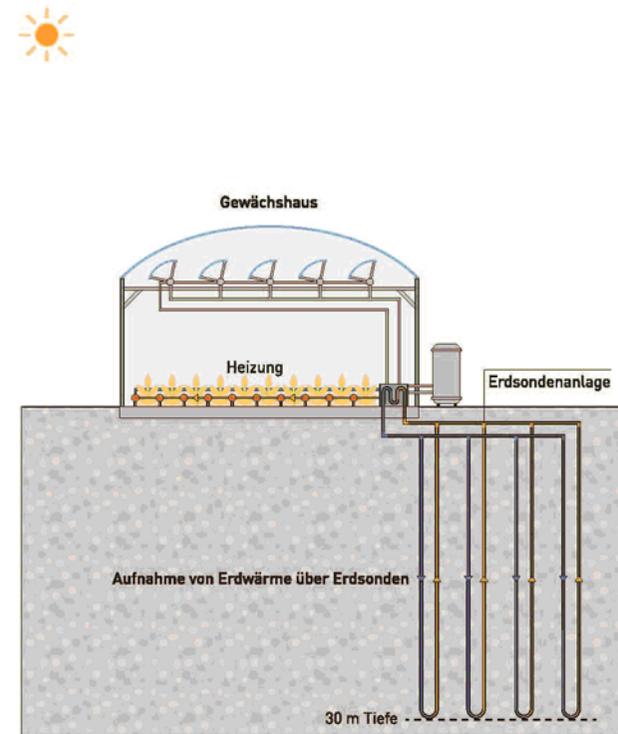
Sommerbetrieb

Speichern von Sonnenwärme im Untergrund:
Sonnenwärme wird von Sonnenkollektoren eingefangen und
in den Warmwasserspeicher und den Untergrund abgeführt.



Winterbetrieb

Erwärmen des Gewächshauses:
CO₂-freie Gewächshausbeheizung durch Erdwärme

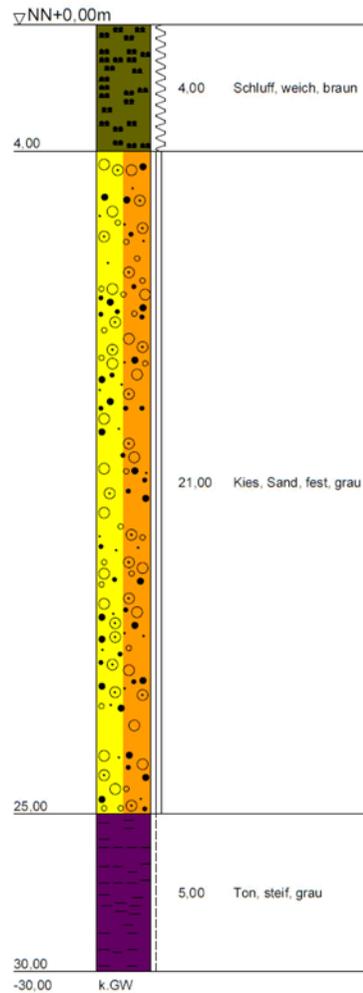


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel

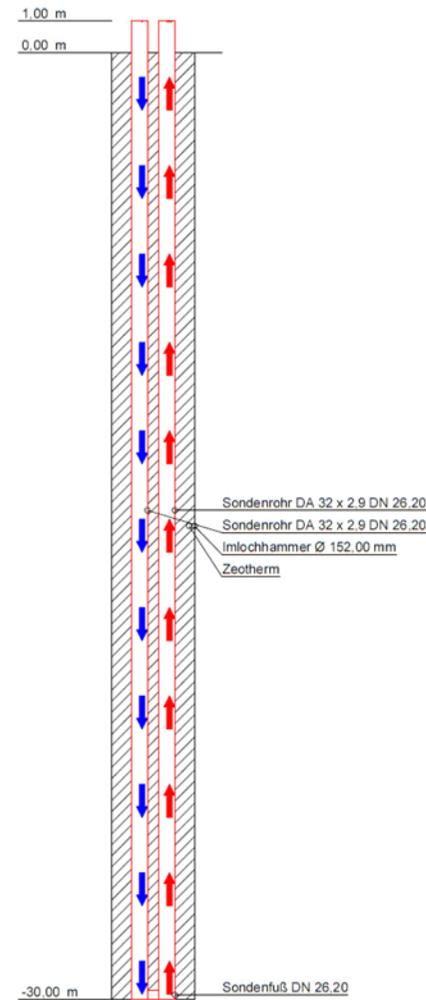


Bodenprofil und Ausbau der Erwärmesonden

Bodenprofil



Erdsonde

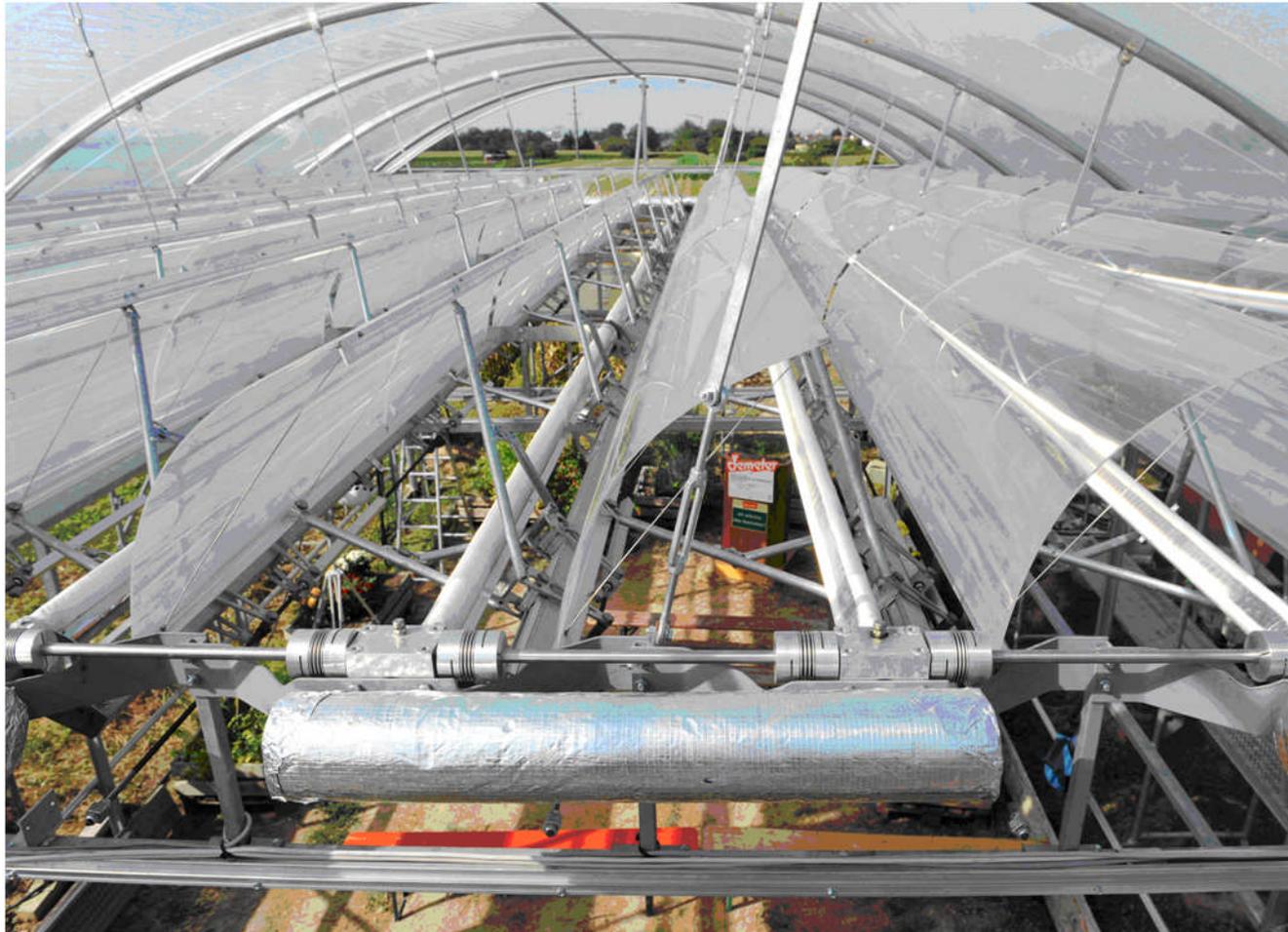


ET 30,00 m - 5 Abstandhalter eingebaut

Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



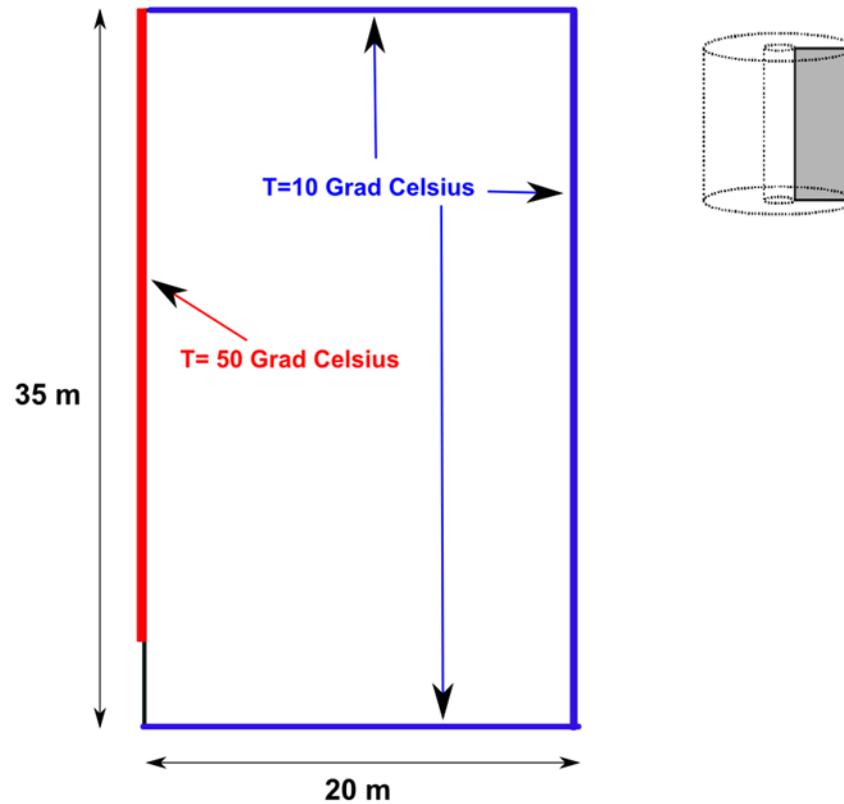
Fresnellinsensystem mit automatischer Nachführmechanik.



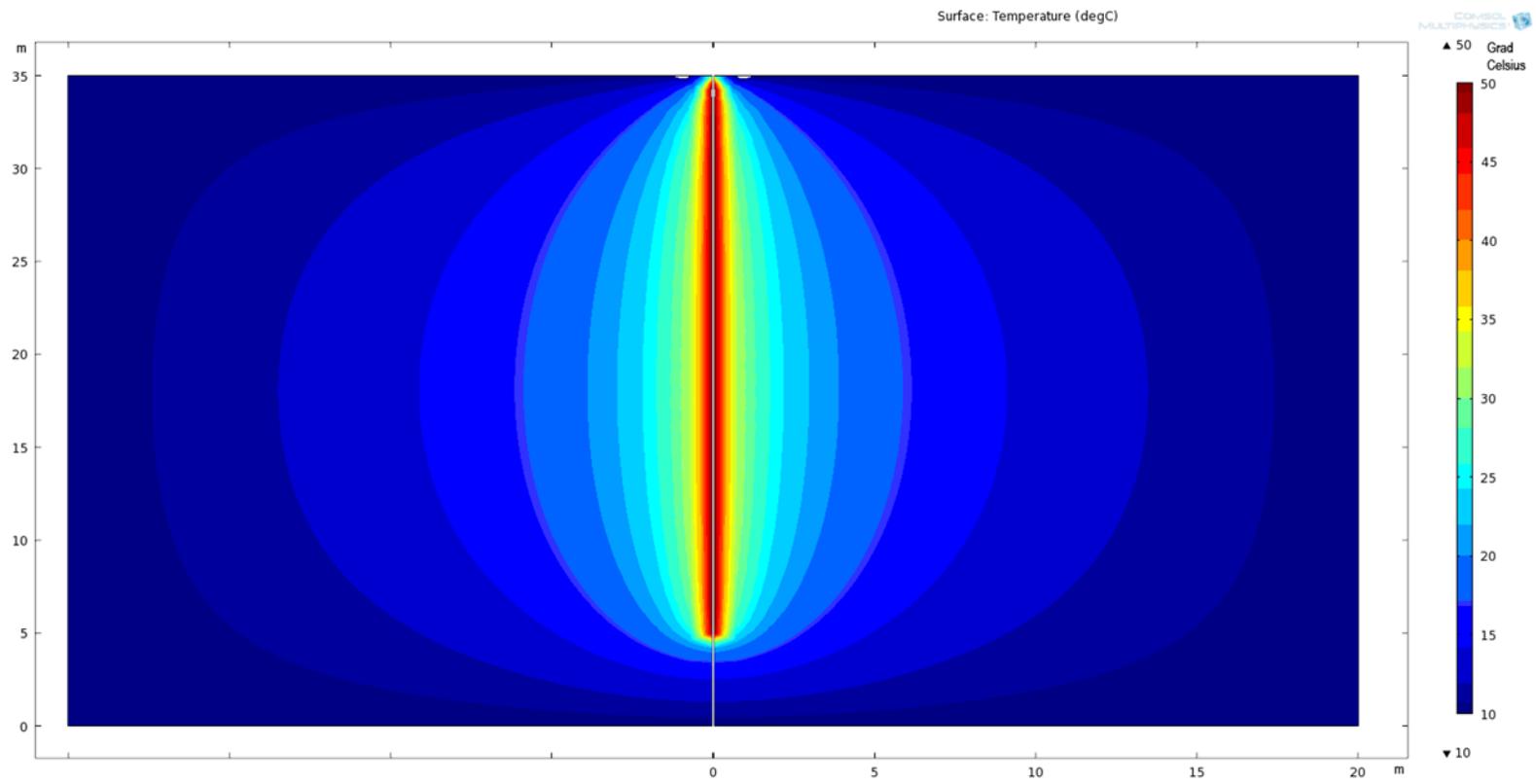
Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Zylindersymmetrisches Modell zur Abschätzung der Aufheizung des Bodens



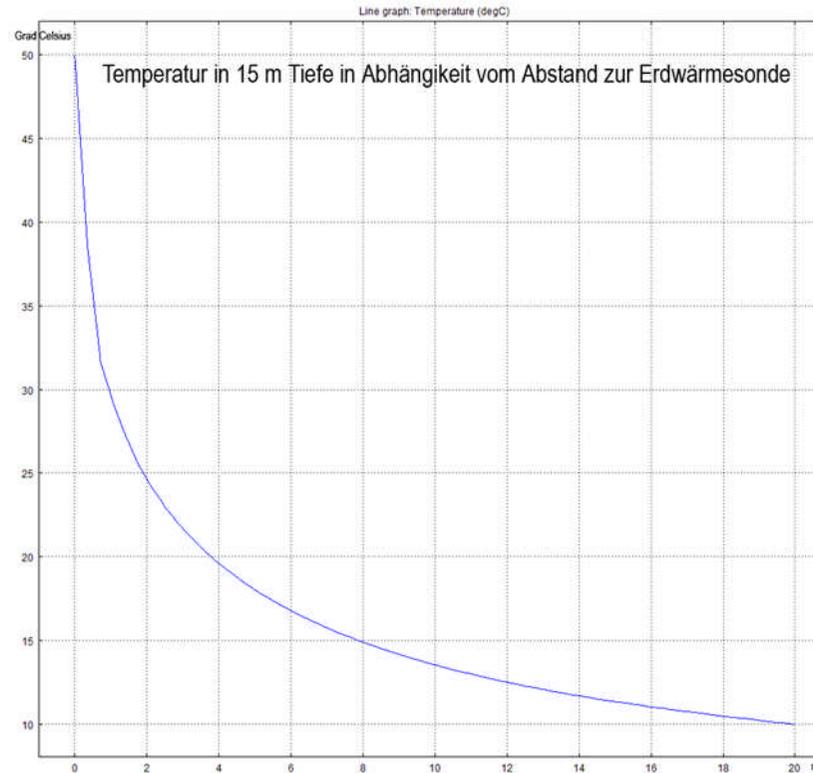
Wärmeausbreitung um eine 50 Grad warme Erdwärmesonde im stationären Fall



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



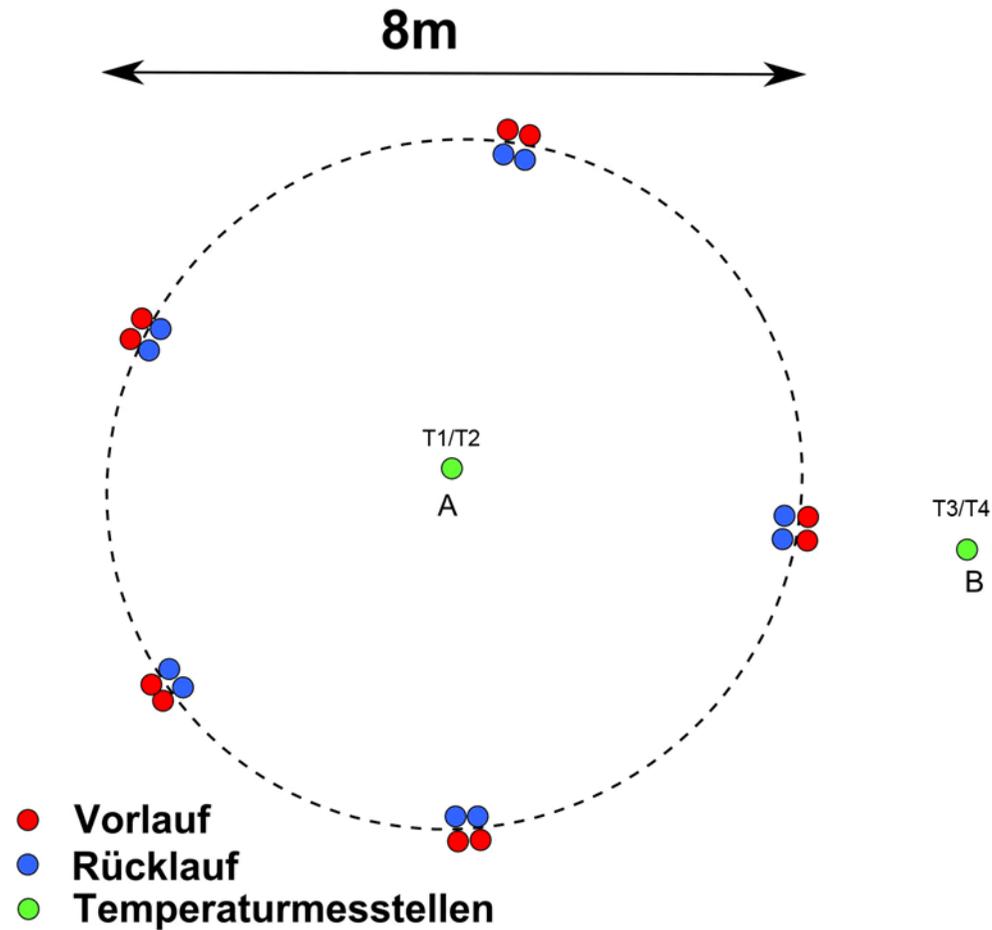
Horizontaler Temperaturverlauf im Untergrund in 15 m Tiefe. Die Erdwärmesonde befindet sich bei $X=0$.



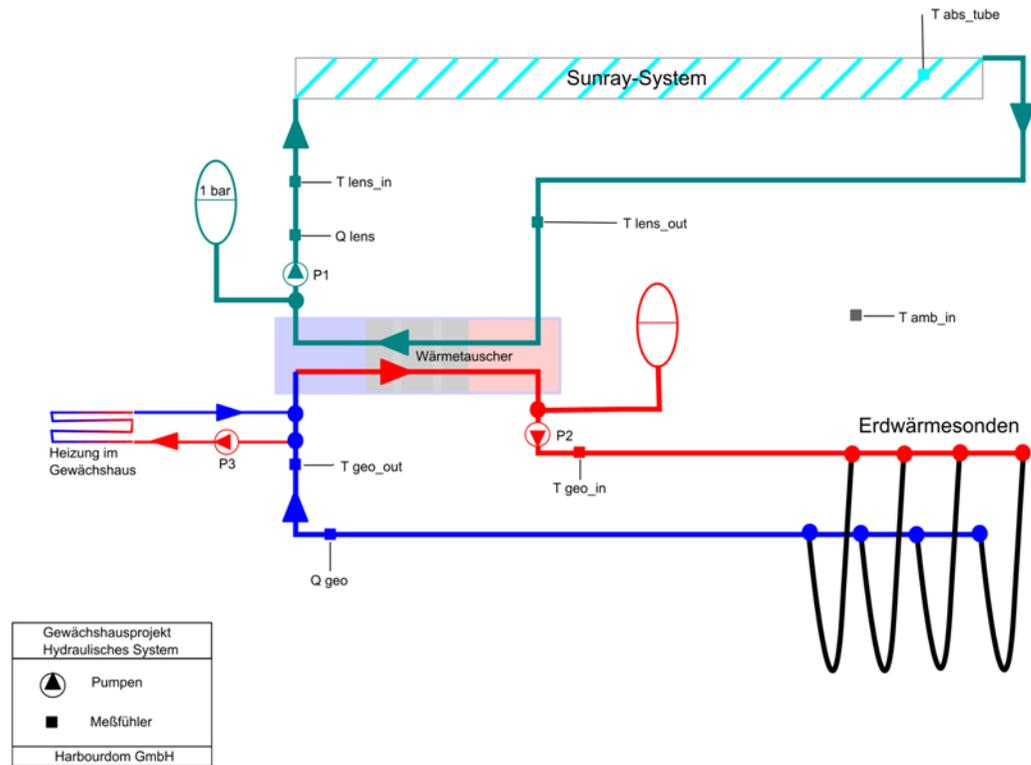
Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Aufsicht auf die Erdwärmensondenanlage (rot/blau) sowie der Temperatursensoren (grün) in jeweils zwei Referenztiefen



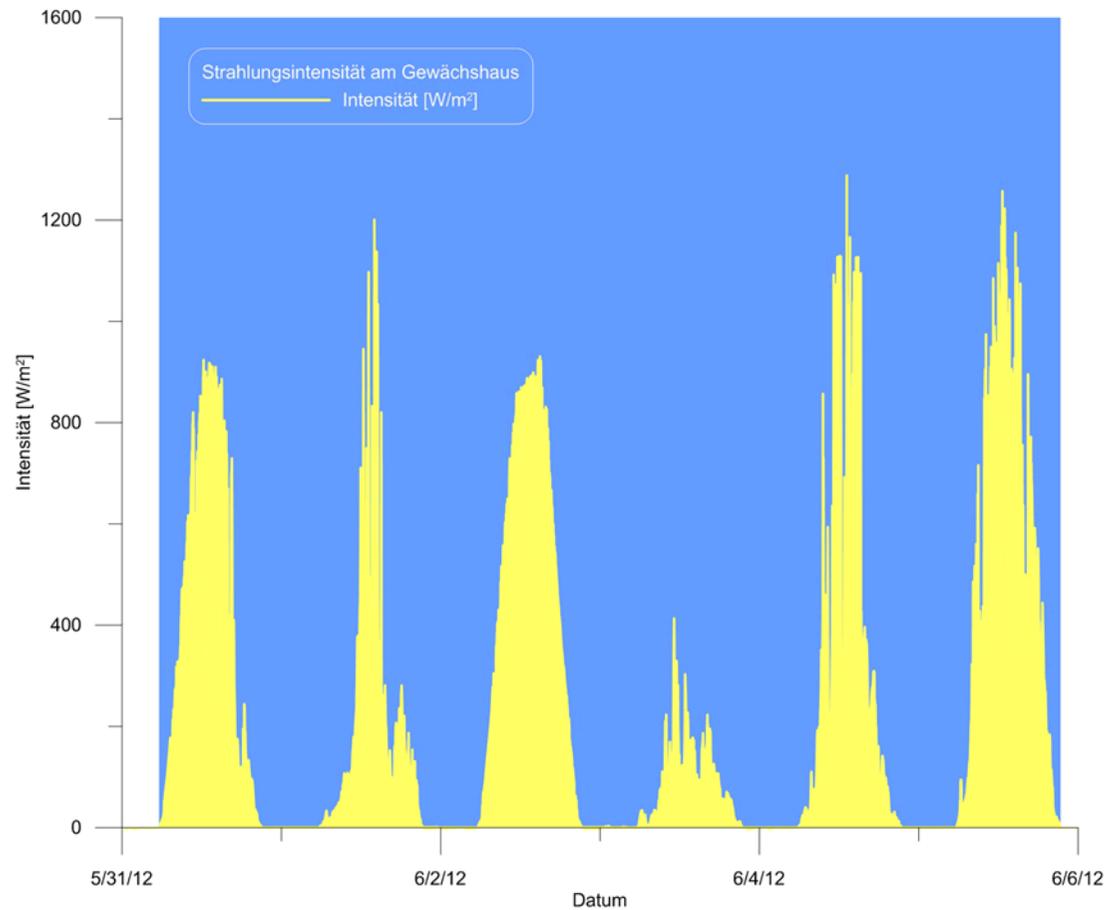
Schematische Darstellung des hydraulischen Anlagenkonzepts



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Gemessene Sonnenstrahlung am Gewächshaus in W/m^2

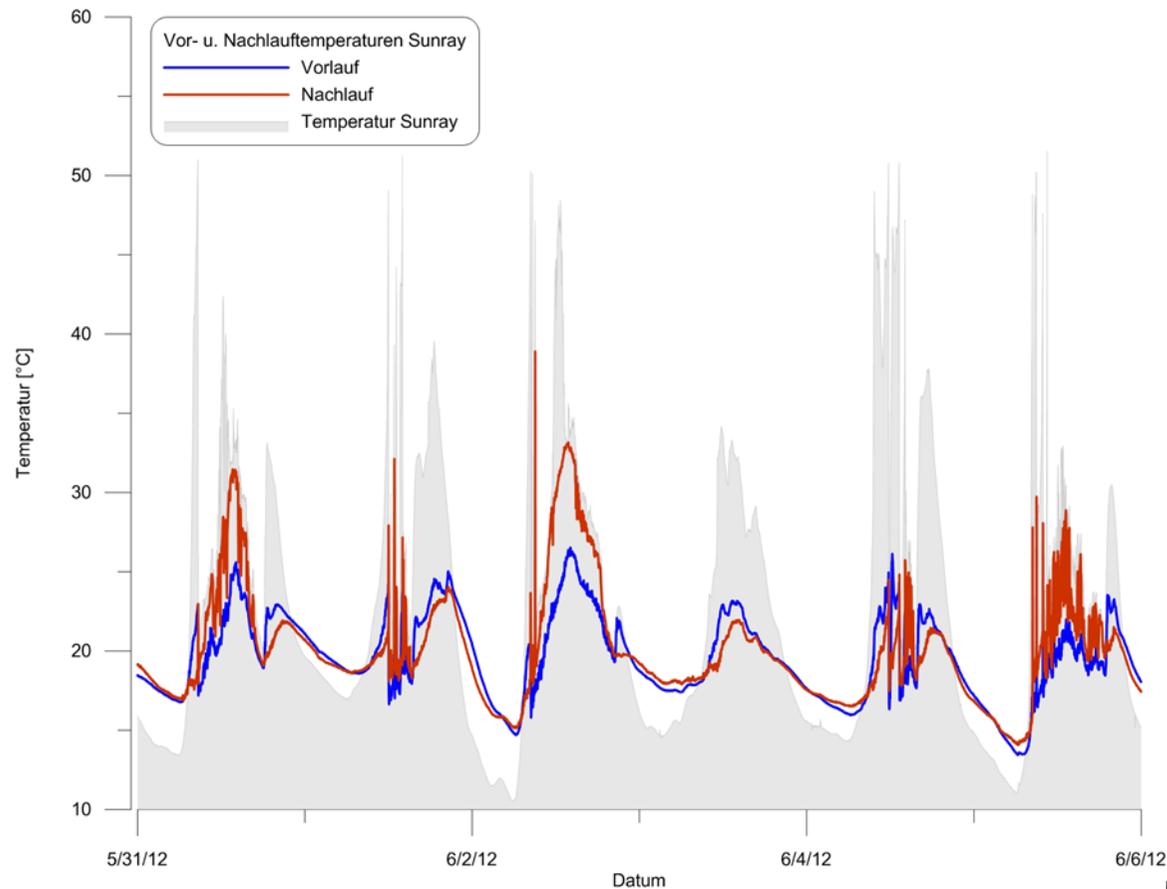


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Vor- und Nachlauftemperaturen in den Sunray Modulen

Der Temperaturverlauf in den Sunray Modulen ist grau hinterlegt

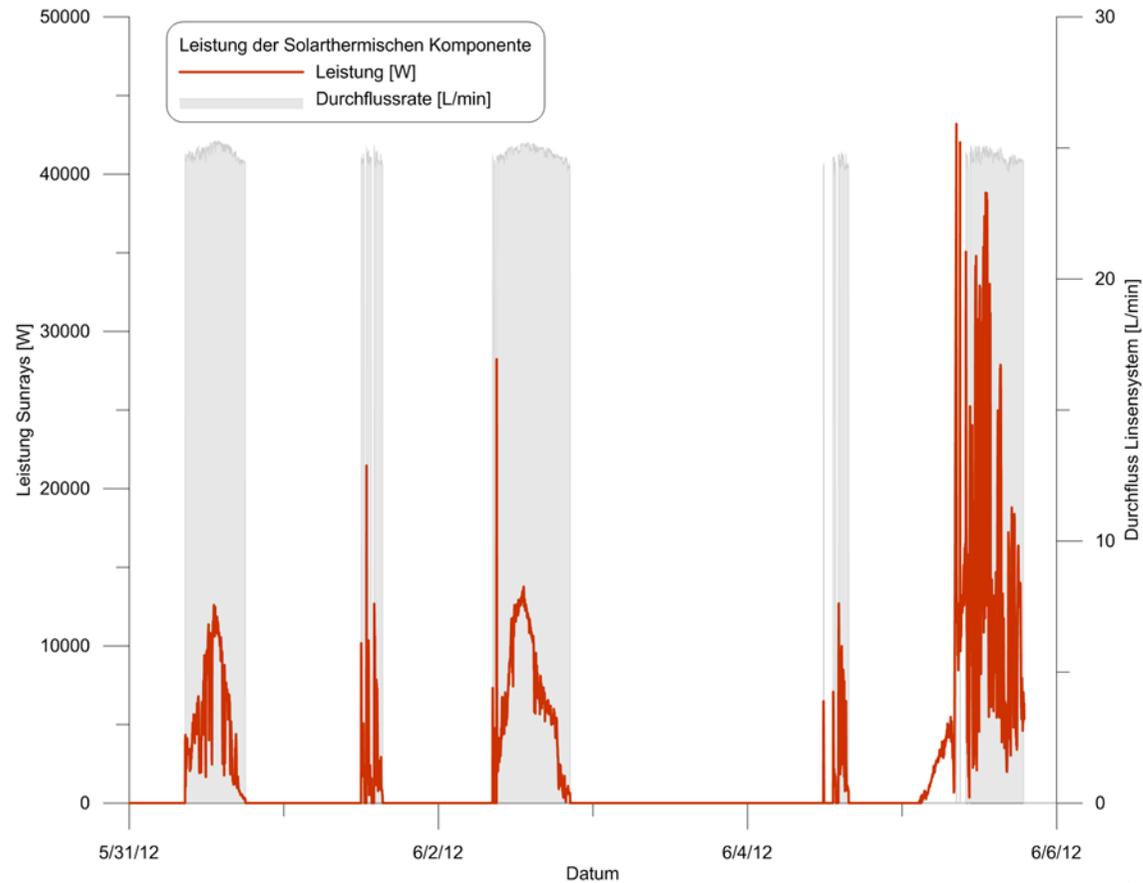


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Leistung der Sunray Komponenten

Die Durchflussrate in den Sunray Modulen ist grau hinterlegt

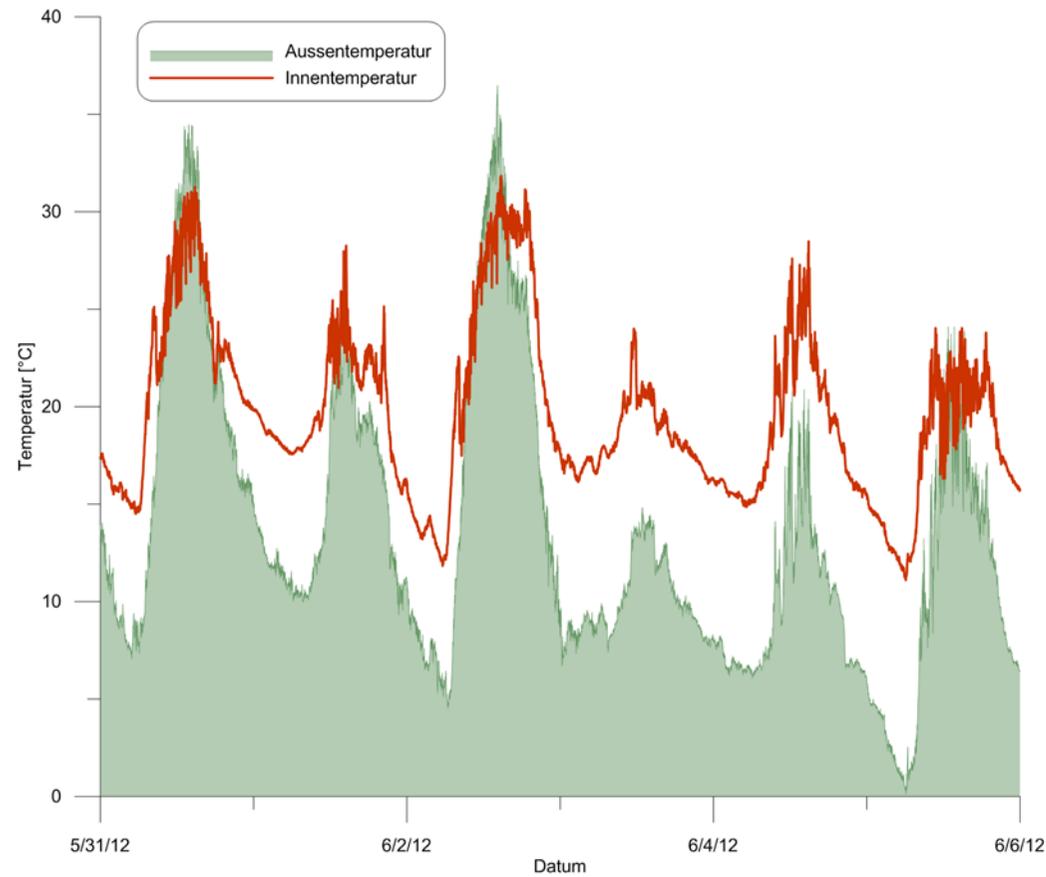


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperatur im Gewächshaus

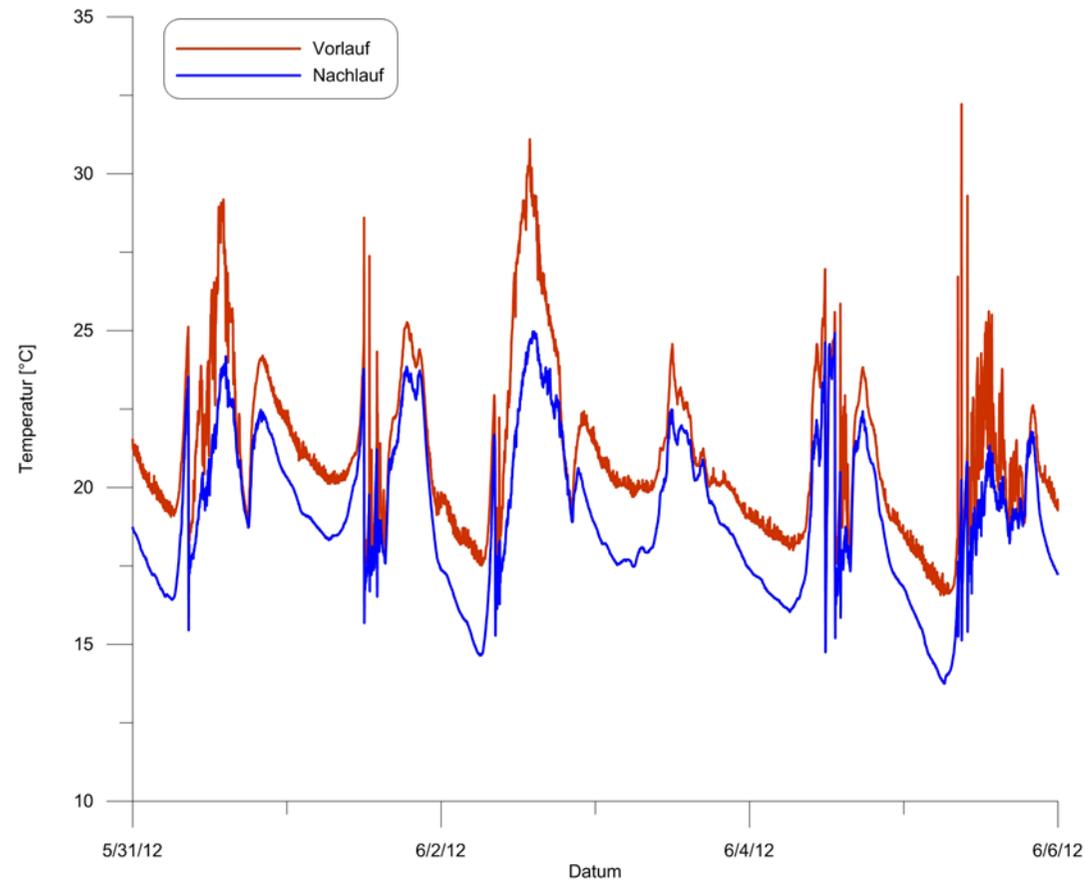
Innentemperatur / Außentemperatur



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Vor- und Nachlauftemperaturen (T_{geo_in} , T_{geo_out}) der geothermischen Komponente

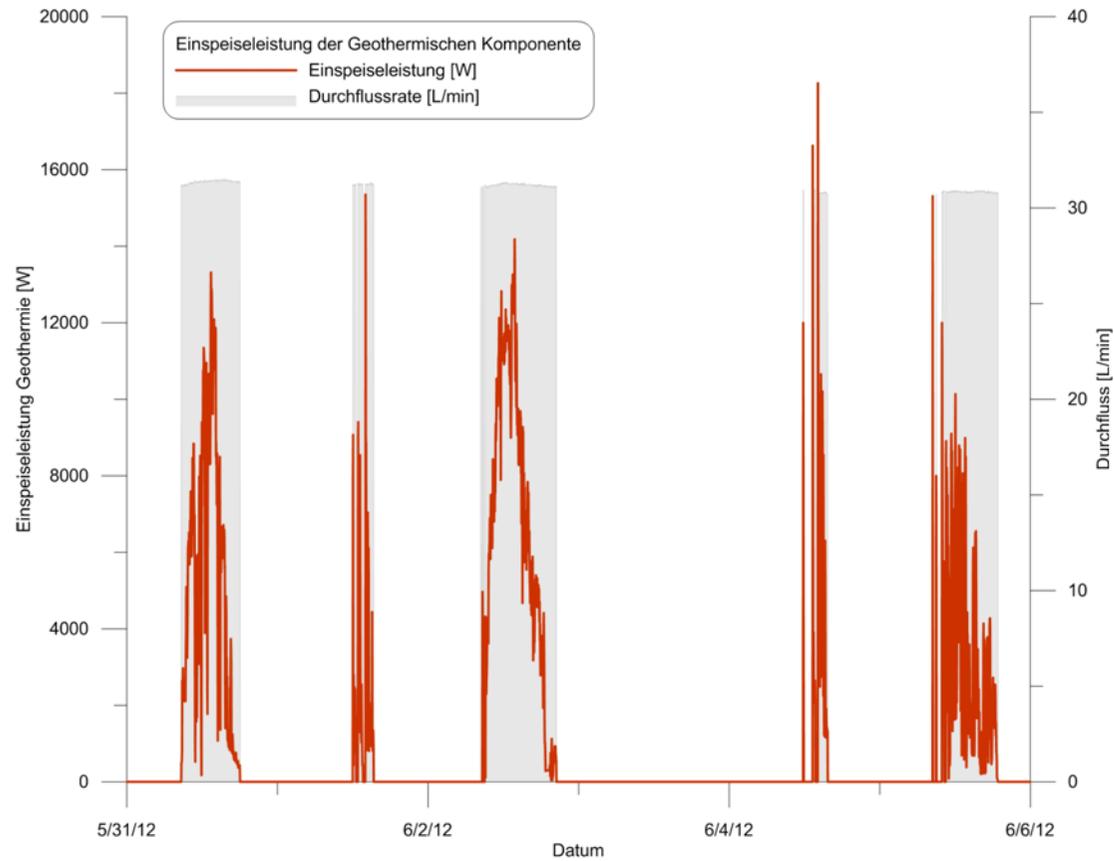


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Einspeiseleistung der geothermischen Komponente

Die Durchflussrate in den Erdwärmesonden ist grau hinterlegt

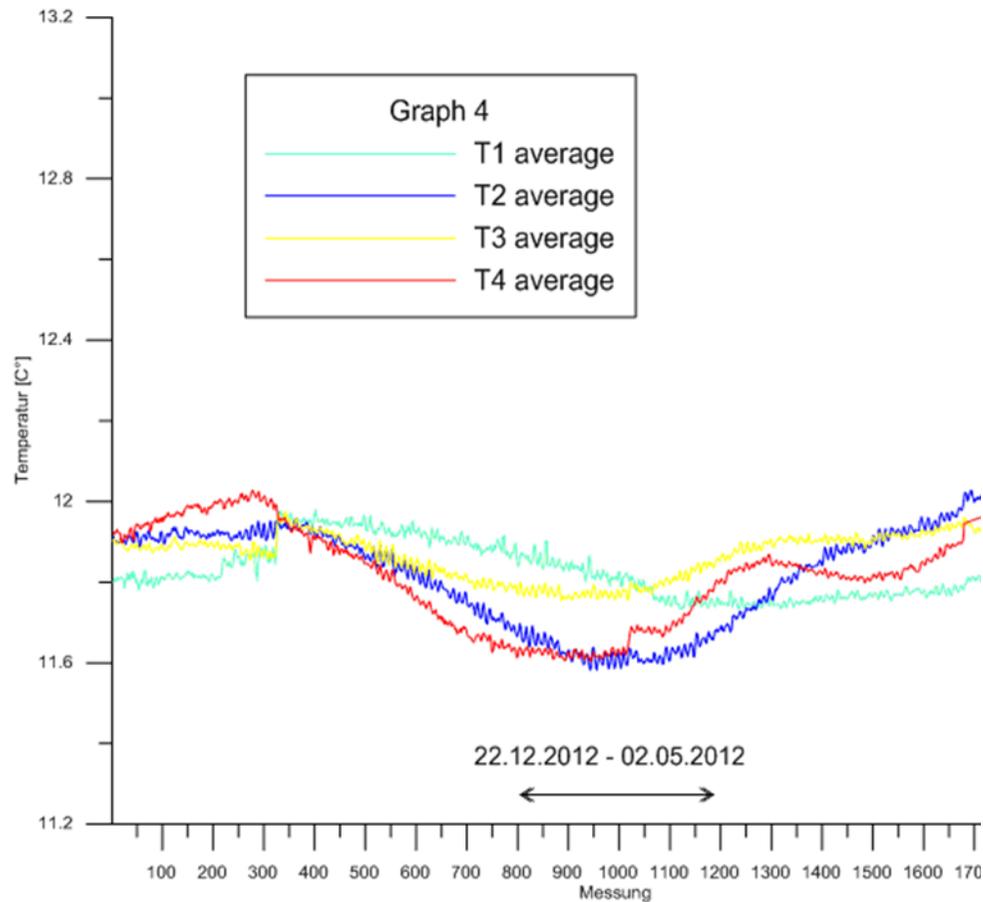


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonden T1, T2, T3 und T4 vom 22.12.2011 bis 05.06.2012

Dargestellt ist jeweils der "running average"



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Sunray Anordnung



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Gewächshaus in neuer Anordnung, Stromerzeugung



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel





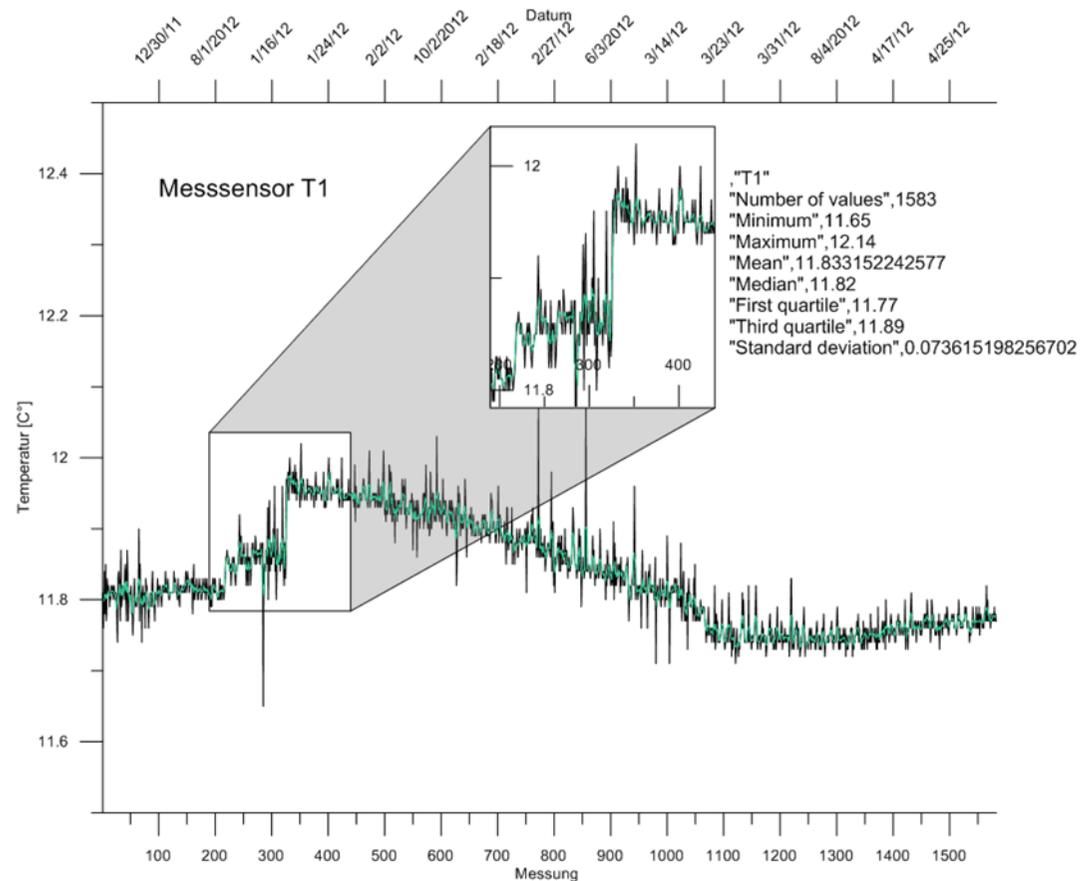
Danke

Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonde T1 vom 22. 12. 2011 bis 02. 05. 2012

Die schwarze Linie zeigt die Originaldaten während die grüne Linie
den "running average" darstellt

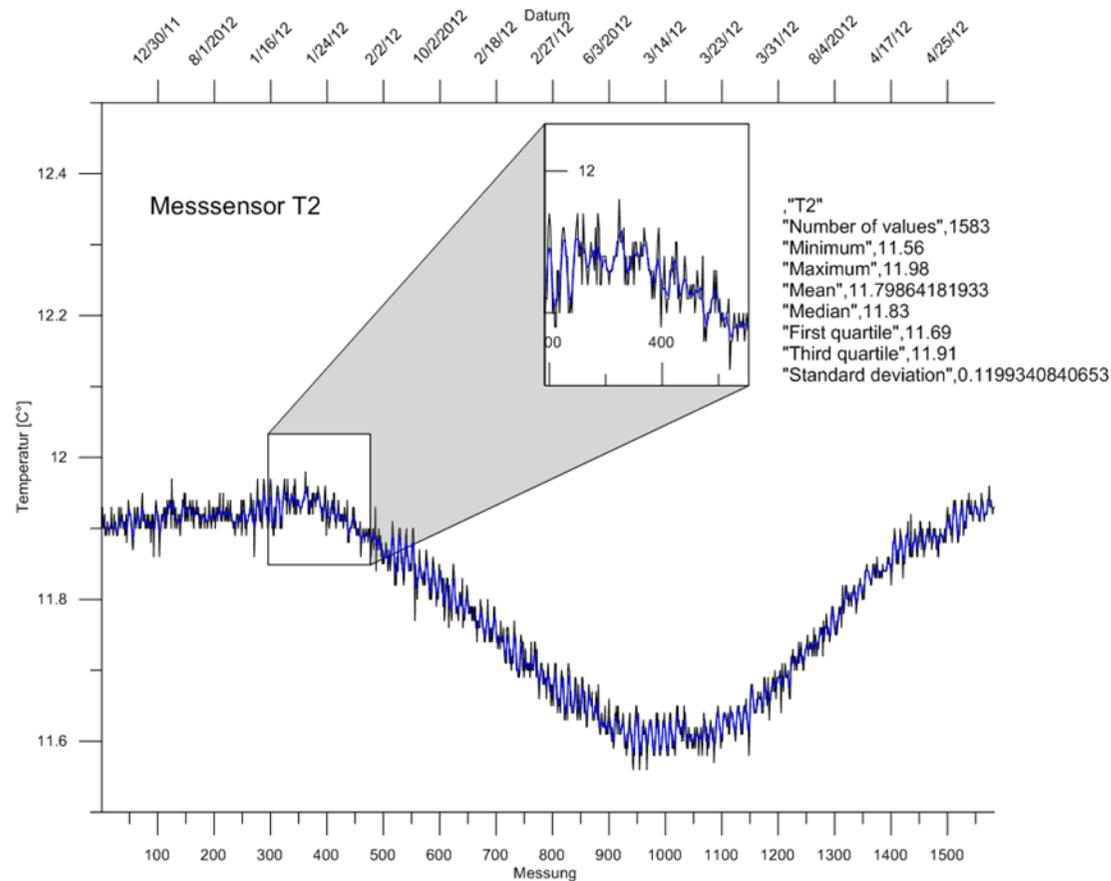


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonde T2 vom 22. 12. 2011 bis 02. 05. 2012

Die schwarze Linie zeigt die Originaldaten während die blaue Linie den
"running average" darstellt

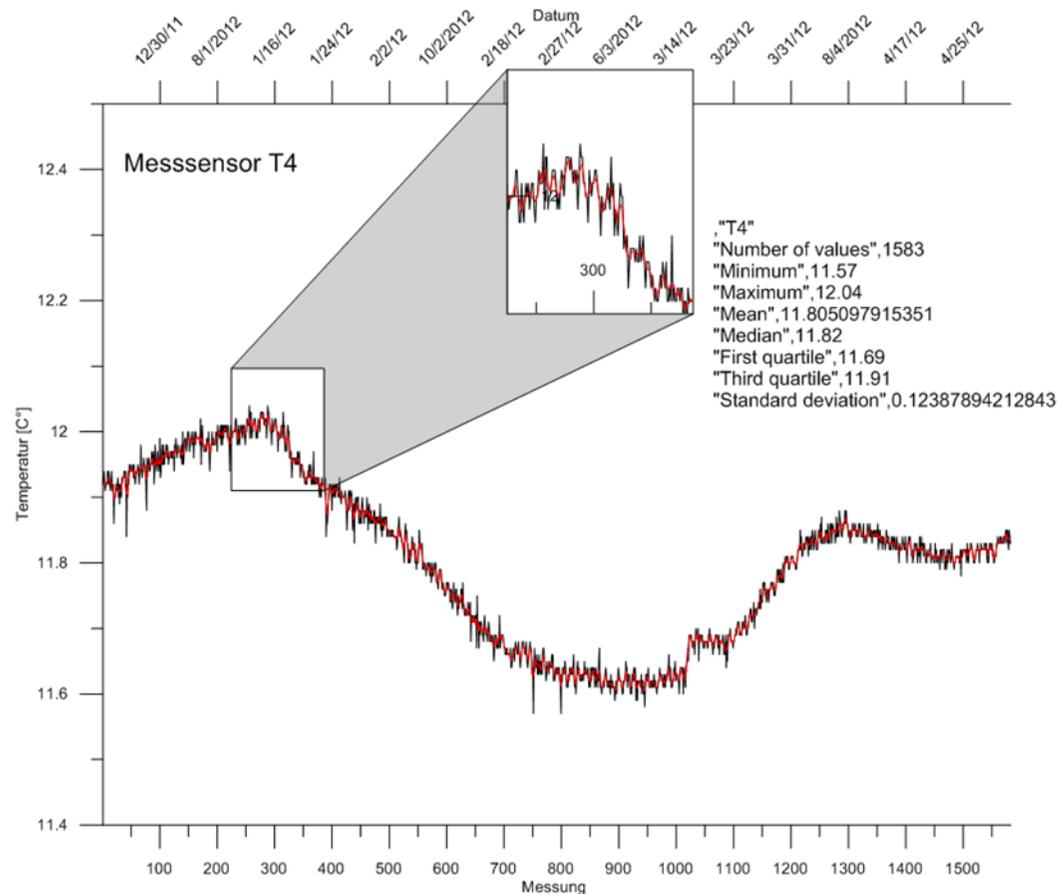


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonde T4 vom 22. 12. 2011 bis 02. 05. 2012

Die schwarze Linie zeigt die Originaldaten während die rote Linie den "running average" darstellt

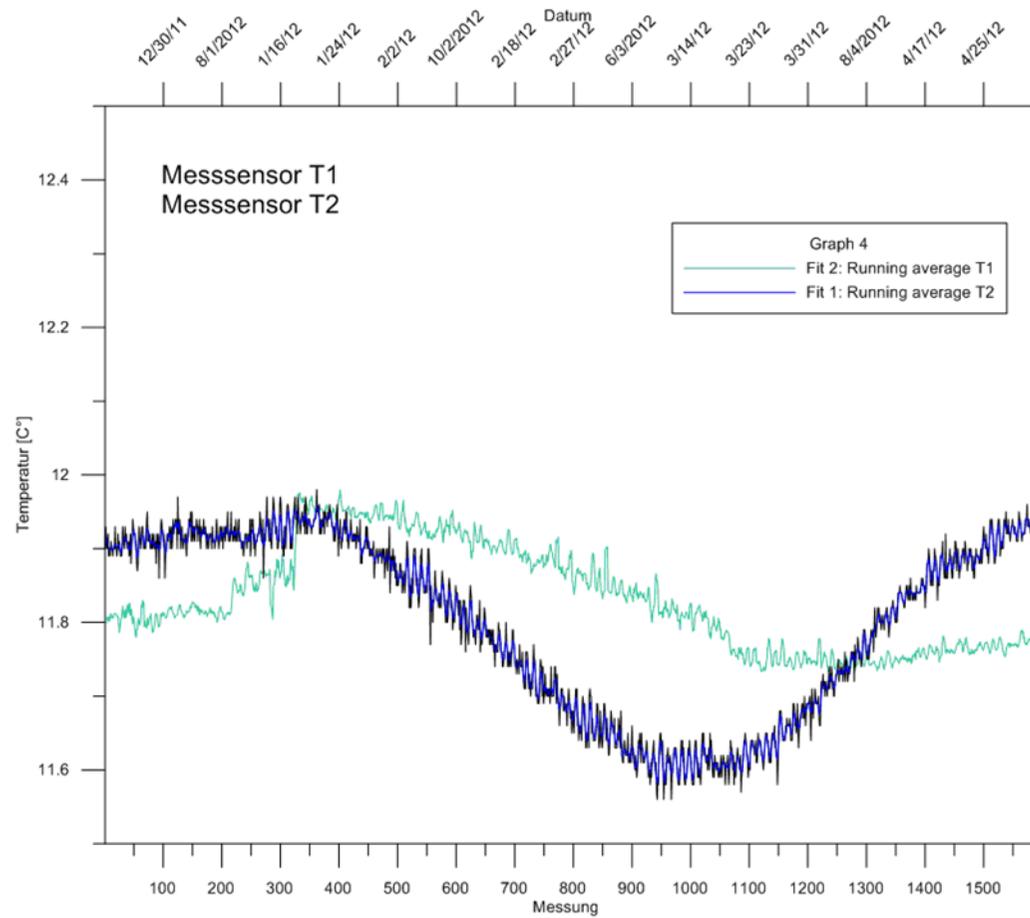


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonden T1 und T2 vom 22. 12. 2011 bis 02. 05. 2012

Dargestellt ist jeweils der "running average". T1 grün, T2 blau

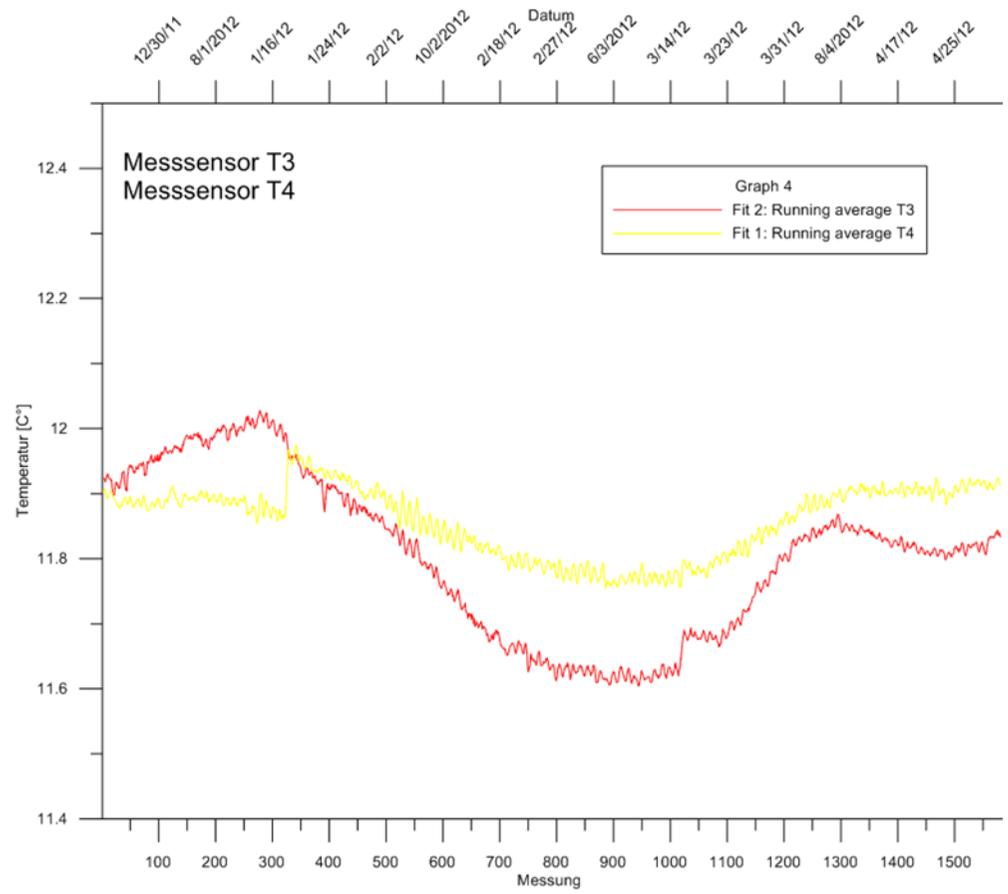


Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Temperaturverlauf der Messsonden T3 und T4 vom 22. 12. 2011 bis 02. 05. 2012

Dargestellt ist jeweils der "running average". T3 rot, T4 gelb



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



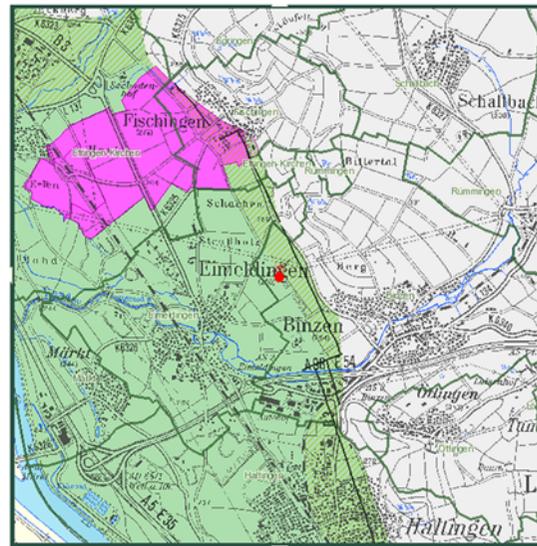
Herstellung der Bohrungen



Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel



Lage des Forschungsgewächshauses in Binzen (nähe Lörrach)



Lageplan 1:25.000

- Forschungsprojekt Energieautonomes Gewächshaus, Gärtnerei Berg, Binzen.



Grundlage:
Informationssystem Oberflächennahe
Geothermie für Baden-Württemberg
(ISONG)

Energieautarke Gewächshäuser
Horst Rüter, Thomas Koelbel

