

Erfolgsfaktoren für solare Mikrowärmenetze mit saisonaler geothermischer Wärmespeicherung



präsentiert von Peter Biermayr (TU-Wien, Energy Economics Group)
erstellt unter der Mitwirkung von Gregor Götzl, Julia Weilbold,
Anna-Katharina Brüstle, Stefan Hoyer (Geologische Bundesanstalt) und
Gerald Stickler und SchülerInnen (HTL Wiener Neustadt)
am 14.10.2011 an der TU-Wien



Ein Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms "Sparkling Science", gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung

Inhalt der Präsentation:

1. Motivation, Fragestellung und Methode
2. Zwischenergebnisse
3. Die Kooperation mit SchülerInnen
4. Vorläufige Schlussfolgerungen

Untersuchungsleitende These

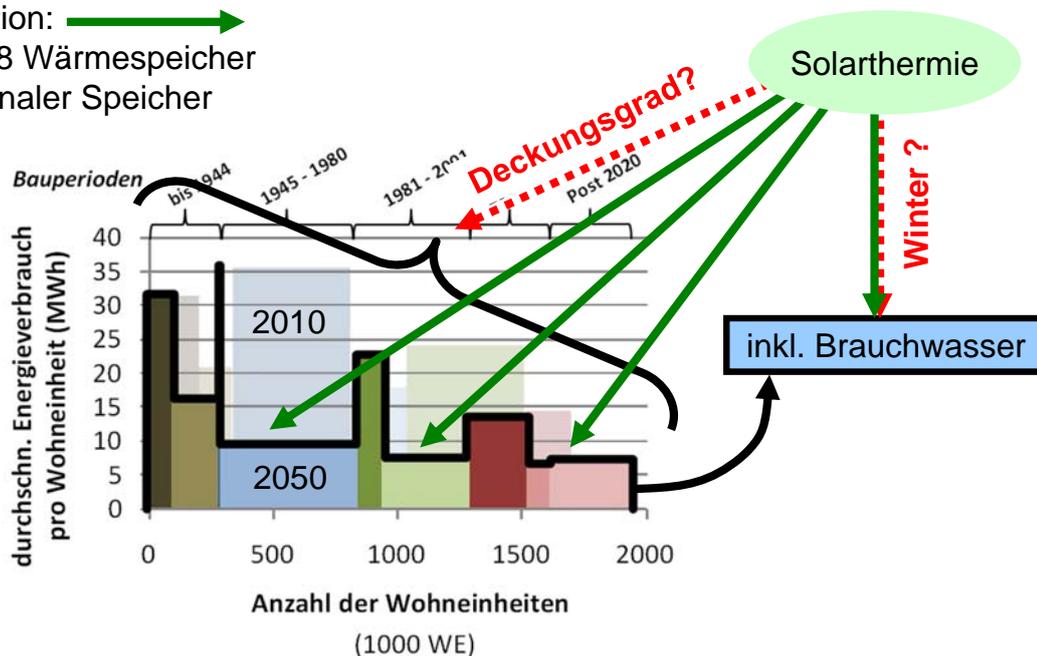
- Saisonale Wärmespeicherung ist die Schlüsseltechnologie für eine vollsolare Wärmeversorgung im Niedertemperaturbereich.

Drei Haupt-Forschungsfragen:

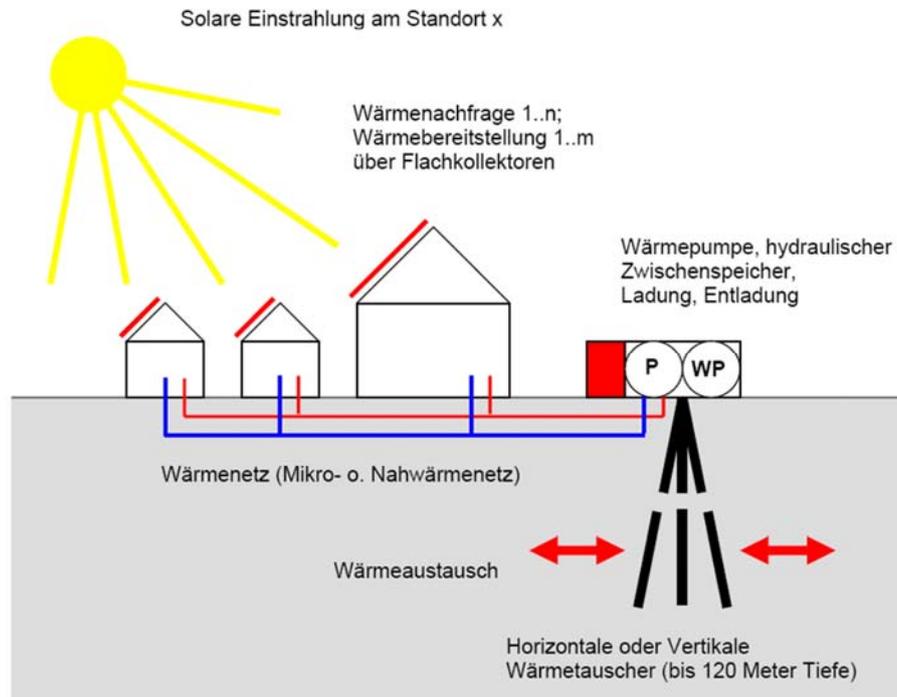
1. Eignung von oberflächennahen geothermischen Speichern (langfristig, dynamisch).
2. Technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Erfolgsfaktoren für das GEOSOL-Modellsystem.
3. Analyse der praktischen Umsetzbarkeit anhand von Fallstudien im Großraum Wiener Neustadt.

Wärmebedarf Gebäude 2010/2050

Innovation: 
 Faktor 8 Wärmespeicher
 = saisonaler Speicher



Das GEOSOL-Modellsystem



Wesentliche Methoden

- Analyse internationaler Erfahrungen
- Simulation eines Modellsystems (unterirdische und oberirdische Komponenten, Raster: 1h, Zeitraum 5a)
- Ausarbeitung konkreter Fallstudien

Beiträge der HTL Wr. Neustadt

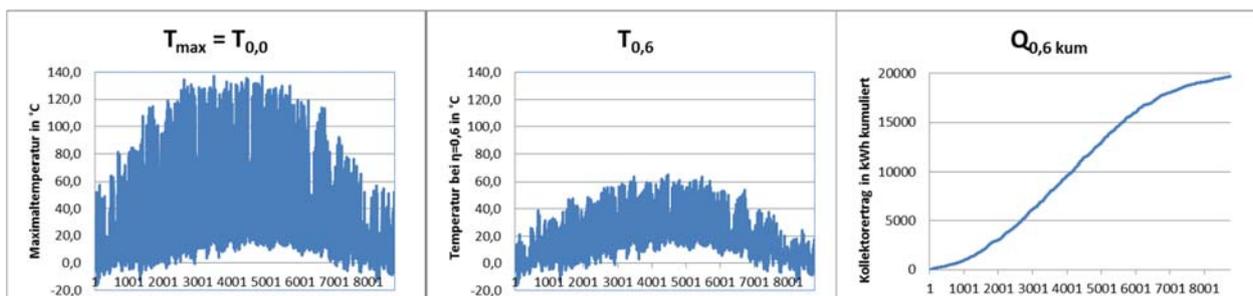
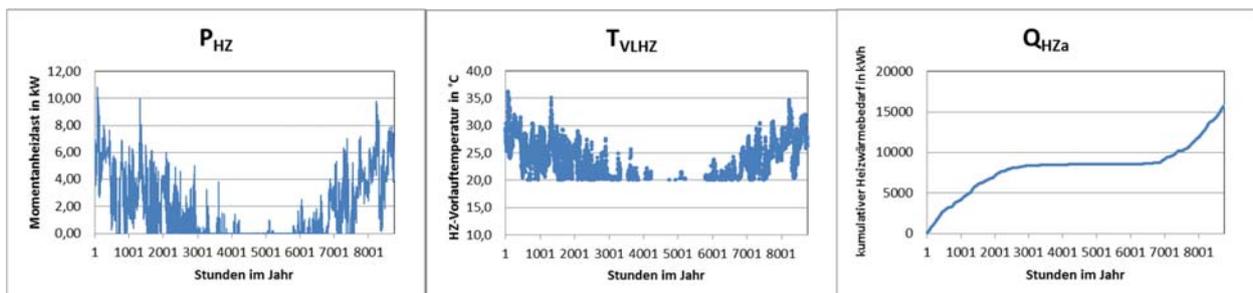
- Ausarbeitung von Fallstudien (Erhebungen, Berechnungen)
- Errichtung einer Projekthomepage
- Konzept für ein Feldlabor erneuerbare Energietechnologien an der HTL

Simulation des Modellsystems:

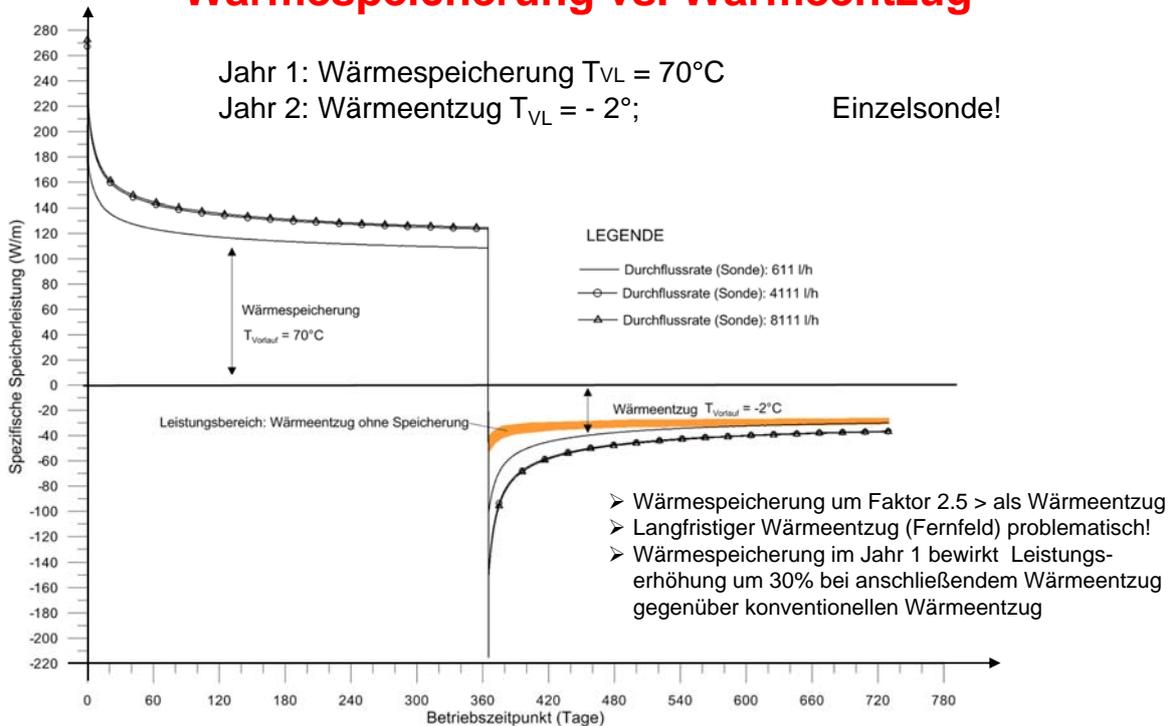
- **Komponenten:**
 - Wärmenachfrage (HWB Gebäude, BW-Erwärmung)
 - Wärmebereitstellung (solarthermische Anlagen)
 - Wärmenetz und dezentrale Komponenten
 - Wärmepumpe
 - Tiefensonden
- **Werkzeuge:**
 - Auf EXCEL-Oberfläche modellierte Komponenten
 - Comsol-Multiphysics, finite Elemente Prof. Glück
 - Zusammenschluss mit TRNSYS geplant

Wärmenachfrage und Bereitstellung

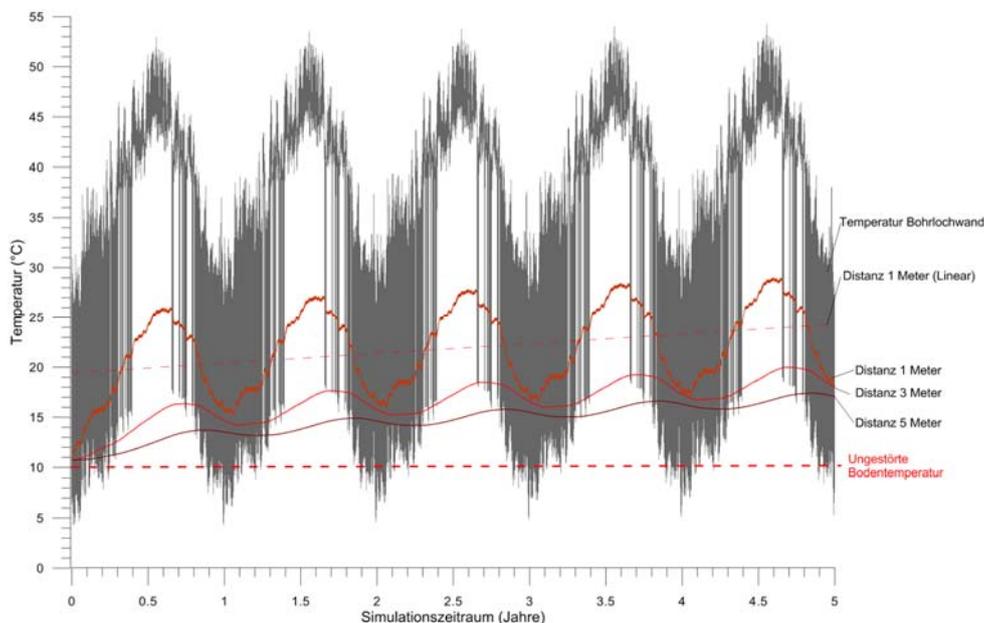
Modell: Gebäude $P_{HZ}=10\text{kW}$, Solarthermie $A_K=25\text{m}^2$, Bilanz inkl. Q_{BW} ausgeglichen



Wärmespeicherung vs. Wärmeentzug

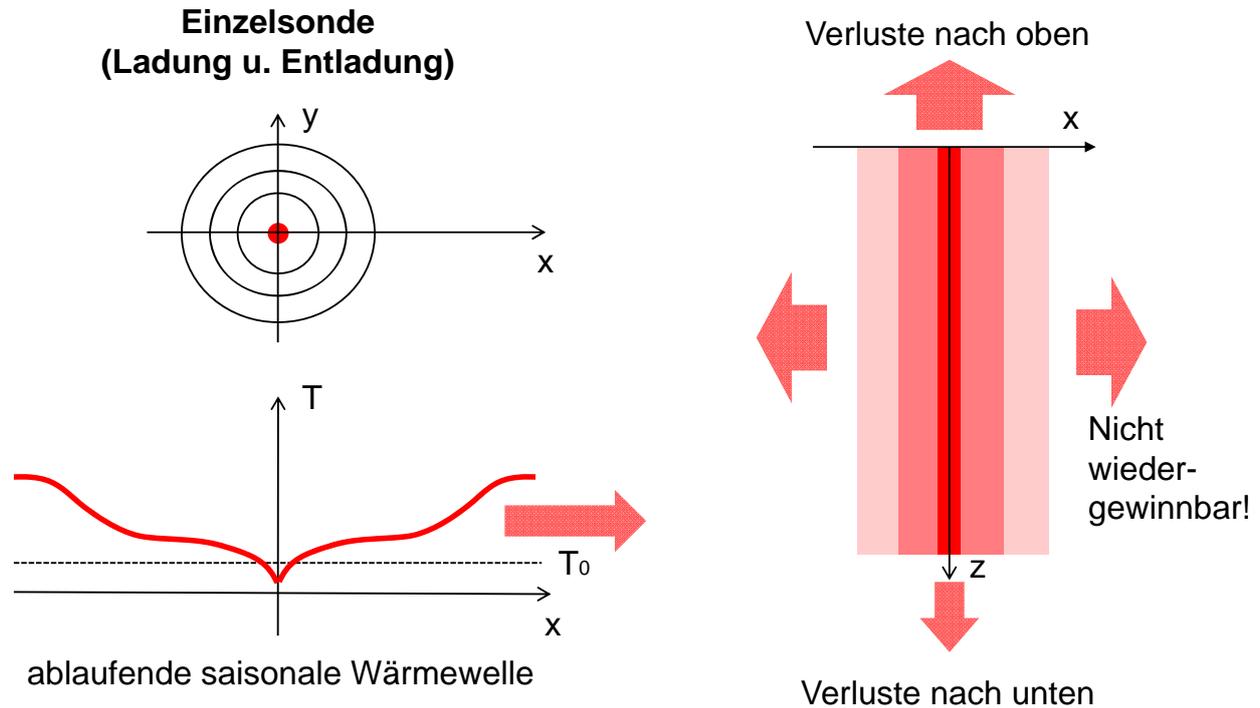


Temperaturen im sondennahen Bereich



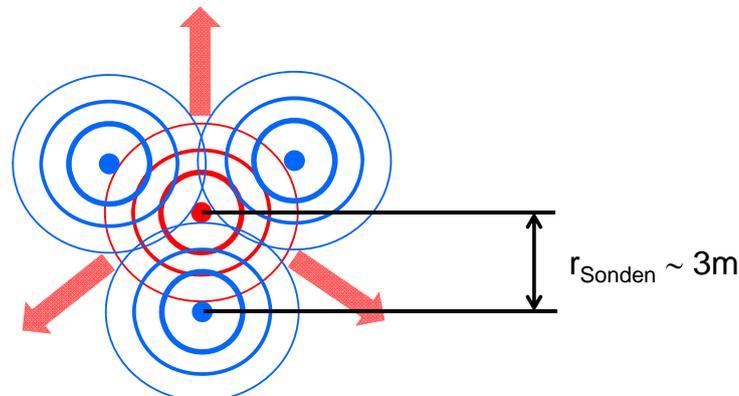
- Wechselbetrieb Wärmespeicherung - Wärmeentzug, Simulationsdauer: 5 Jahre
- Starke Beeinflussung des Untergrundes beschränkt sich auf das direkte Sondenumfeld.
- In Distanz von 3 Meter Erwärmung des Untergrundes nach 5 Jahren nur ca. 5°C .
- Sukzessive Aufwärmung des sondennahen Untergrundes infolge des ungenügenden Wärmeentzug während den Heizphasen.

Speicherwirkungsgrad Einzelsonde gering!



Anordnung von Sondenfeldern

1 Lade- u. 3 zusätzliche Entladesonden



Wesentliche Erkenntnisse:

- Verhältnis Lade- zu Entladesonden: ca. 1:4
- Optimaler Sondenabstand: ca. 3 Meter d.h. unproblematisch
- Gesamt-Speicherwirkungsgrad: sehr hoch ($>0,8$)
- Sondenrücklauf typ. $+9^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ Wärmepumpe für Entnahme erforderlich

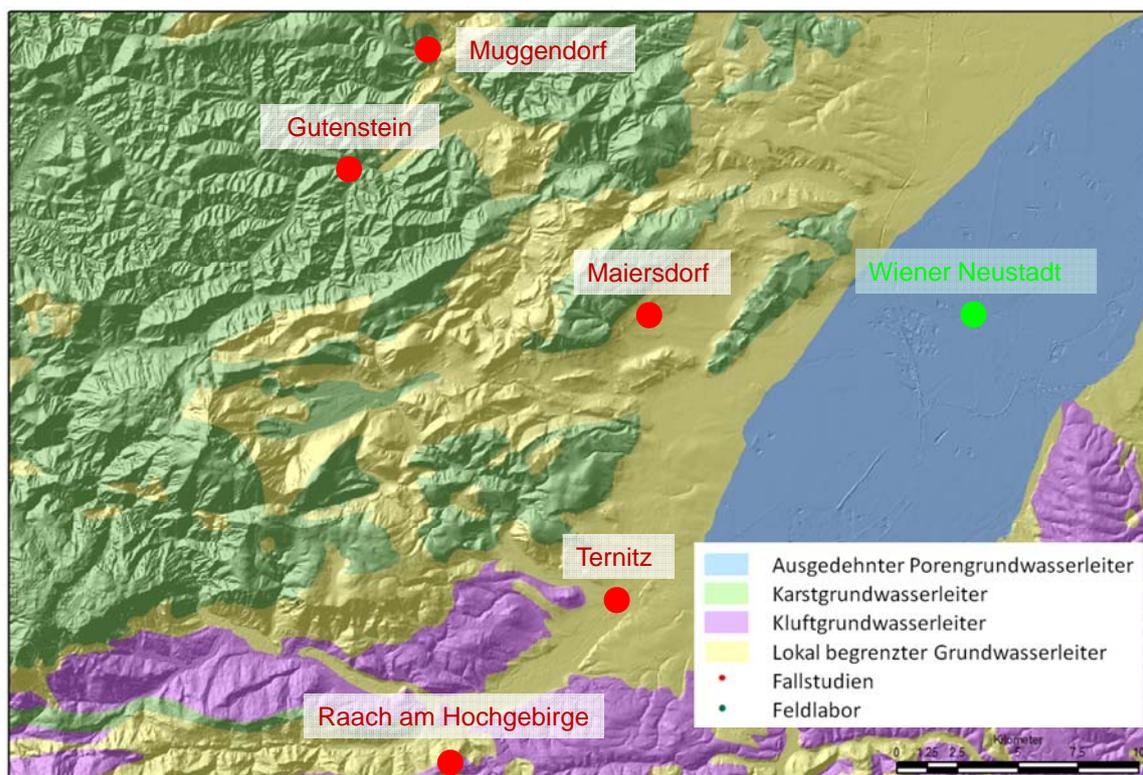
Wirtschaftlichkeit statisch

4 Gebäude, $\Sigma A_{BGF}=850m^2$, $\Sigma P_{HL}=38kW$, $\Sigma Q_{tot}=71 Mwh_{therm}/a$

Position	Einheit	GEOSOL	dezentraleÖl-ZH
Wärmenetz (100m) Invest	Euro	31.000	
Wärmepumpe (60 kW) Invest	Euro	14.233	
Solarthermie (100m ²) Invest	Euro	28.000	
Sonden (4x120m) Invest	Euro	26.400	
Ölkessel (4 Stk.) Invest	Euro		24.000
Öltanks (4 Stk.) Invest	Euro		4.000
Stromkosten (WP, P _{netz} , Brenner)	Euro/a	1.836	269
Ölkosten	Euro/a		7.366
Investitionen total	Euro	99.633	28.000
Betriebskosten pro Jahr	Euro/a	1.836	7.635
Gesamtkosten pro Jahr (20a)	Euro/a	6.818	9.035

Achtung: Strom- u. Ölpreis konstant angenommen!

Quelle: Geologische Bundesanstalt



Fallstudie Maiersdorf

Luftbild: NÖ Landesregierung, NÖ-Atlas



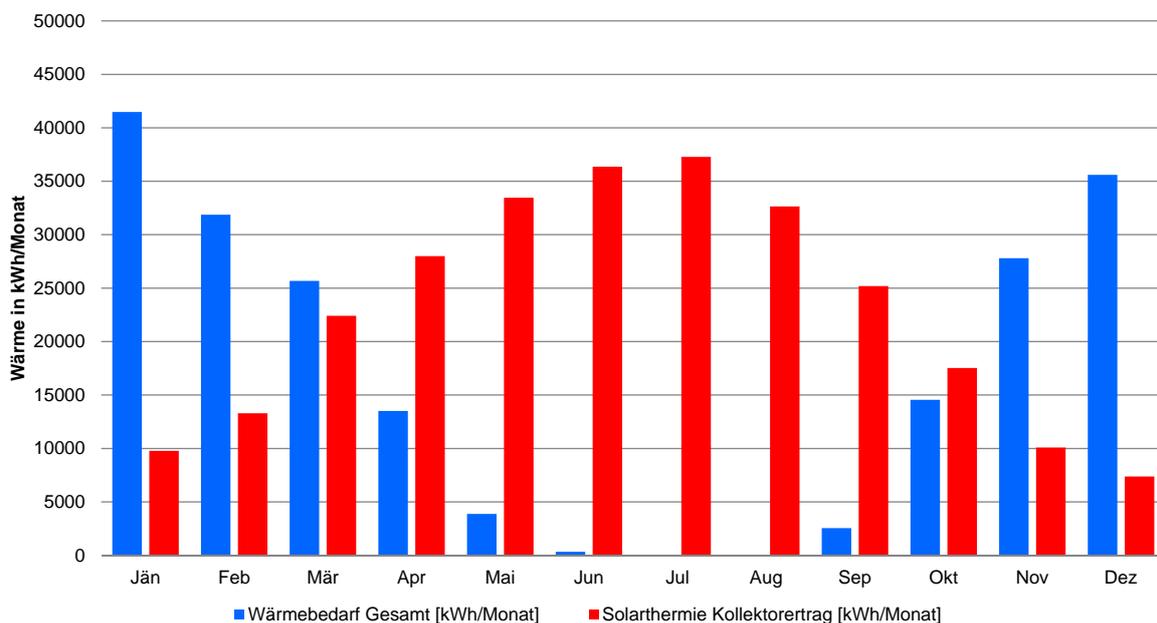
Kennwerte der Gebäude

Gebäude	Spezifischer Heizwärmebedarf Bezug: Volumen (kWh/m ³ a)	Spezifischer Heizwärmebedarf Bezug: Fläche (kWh/m ² a)
Gemeindeamt	20,18	104
Vereinshaus	125,33	420
Kindergarten (Altbau)	20,47	66
Kindergarten (Neubau)	21,90	75

Theoretischer Ertrag der Solaranlagen

Gebäude	Kollektorfläche (m ²)	Kollektorertrag (kWh/a)
Gemeindeamt	160	115 000
Vereinshaus	120	88 500
Kindergarten (Altbau)	67	47 000
Kindergarten (Neubau)	33	23 500

Gesamtwärmebedarf u. -produktion



Fallstudienexkursion Maiersdorf



Fallstudienexkursion Maiersdorf



Schüleruniversität TU-Wien



Schüleruniversität TU-Wien



Schüleruniversität TU-Wien



Energietag HTL Wr. Neustadt



Energietag HTL Wr. Neustadt



Vorläufige Ergebnisse und Schlussfolgerungen (1):

- **Geeignete Gebäudestrukturen: NT-WVTS aber mit nicht zu geringem Wärmebedarf (Investkosten der Bohrungen).**
- **Horizontale Erdkollektoren sind für die saisonale Speicherung ungeeignet (hoher Oberflächenverlust).**
- **Die Beladung des SONDENSPEICHERS ist unproblematisch, die Entladung ist die Herausforderung.**
- **Eine thermische Übersättigung des Bohrlochs bei der Ladung ist nicht feststellbar.**

Vorläufige Ergebnisse und Schlussfolgerungen (2):

- Die Speichereffizienz ist bei Einzelsonden gering – Lösung durch Sondenfelder! Platzbedarf unkritisch.
- Dadurch Lösungen erst ab kritischem Wärmebedarf (Wirtschaftlichkeit).
- Die Effizienzperformance steigt mit den Betriebsjahren (vgl. sinkt bei reiner Entnahme).
- Geltende rechtliche Bestimmungen (Temperaturen im Boden) werden nur im Nahfeld der Sonde ($r=1\text{m}$) verletzt (Anpassung erforderlich).

Vorläufige Ergebnisse und Schlussfolgerungen (3):

- Die technische Machbarkeit zeichnet sich ab.
- Die Wirtschaftlichkeitsfrage ist durch hohe Investitions- und geringe Betriebskosten gekennzeichnet.
- Ergebnisse aus den Fallstudien sind motivierend.
- Die Kooperation mit den SchülerInnen erfordert großen Einsatz, bringt aber wertvolle Resultate und macht Spaß!

