



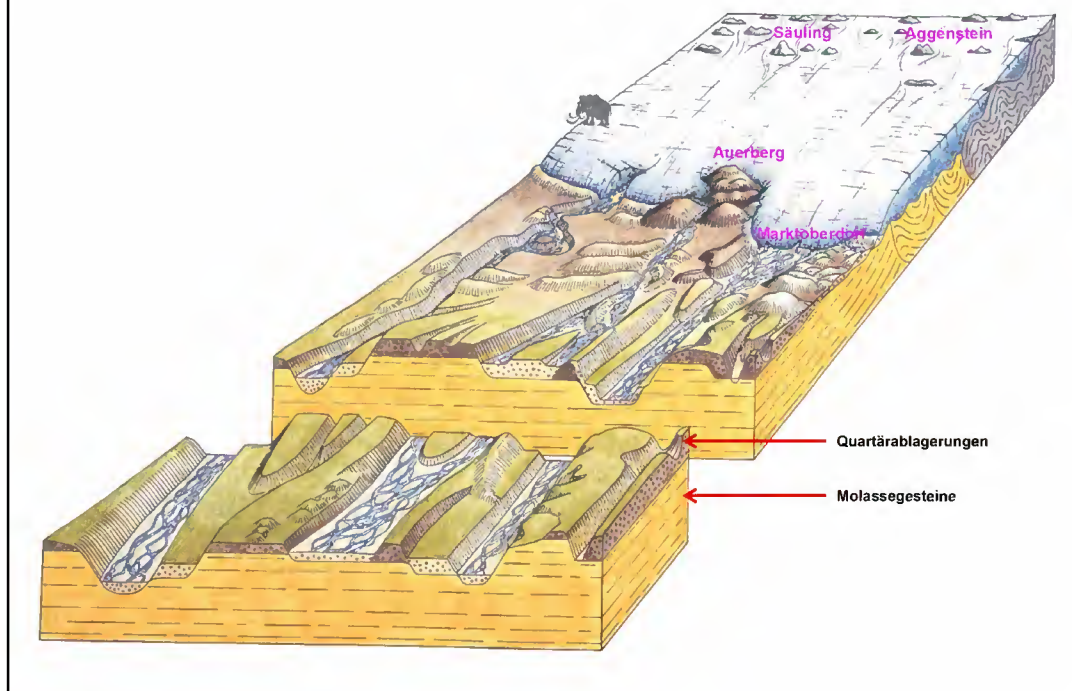
## Die geologischen Voraussetzungen für Erdwärmennutzungen in Südbayern

von  
Horst Tauchmann

GeoUmweltTeam GmbH  
Wiesenstr. 18  
87616 Marktoberdorf  
Tel. 08342 – 9639 – 0



## Geologisches Blockbild des Alpenvorlands



Das Alpenvorland lässt sich vereinfacht in zwei geologische Stockwerke gliedern: den tieferen Untergrund bauen Molassegesteine auf, die für eine thermische Nutzung von Grundwasser nicht in Frage kommen; darüber liegen eiszeitliche Ablagerungen, die z. T. ergiebige Grundwasservorkommen enthalten, die für eine thermische Nutzung geeignet sind.



Während der Eiszeiten flossen die Gletscher aus den Alpentälern ...



... und vereinigten sich im Alpenvorland zu großen zusammenhängenden Gletscherflächen.



An den Gletscherrändern häuften sich Moränenablagerungen an, die sich aus unterschiedlichsten Materialien zusammensetzen (Lehm, Kies, Sand etc.) Durch die raschen Wechsel von gut wasserdurchlässigen Kiesen und gering durchlässigen Lehm ist den Grundwassererkundung in den Moränengebieten etwas schwieriger als in reinen Schotterflächen.



Aus den Gletschertoren flossen große Schmelzwasserströme in nördliche Richtung ab und lagerten den mitgeführten Gesteinsschutt im Form von Schotterflächen ab. So entstand z. B. auch die große Münchner Schotterebene. Derartige Schotterflächen enthalten meist ergiebige Grundwasservorkommen, die in der Regel für eine thermische Nutzung gut geeignet sind.



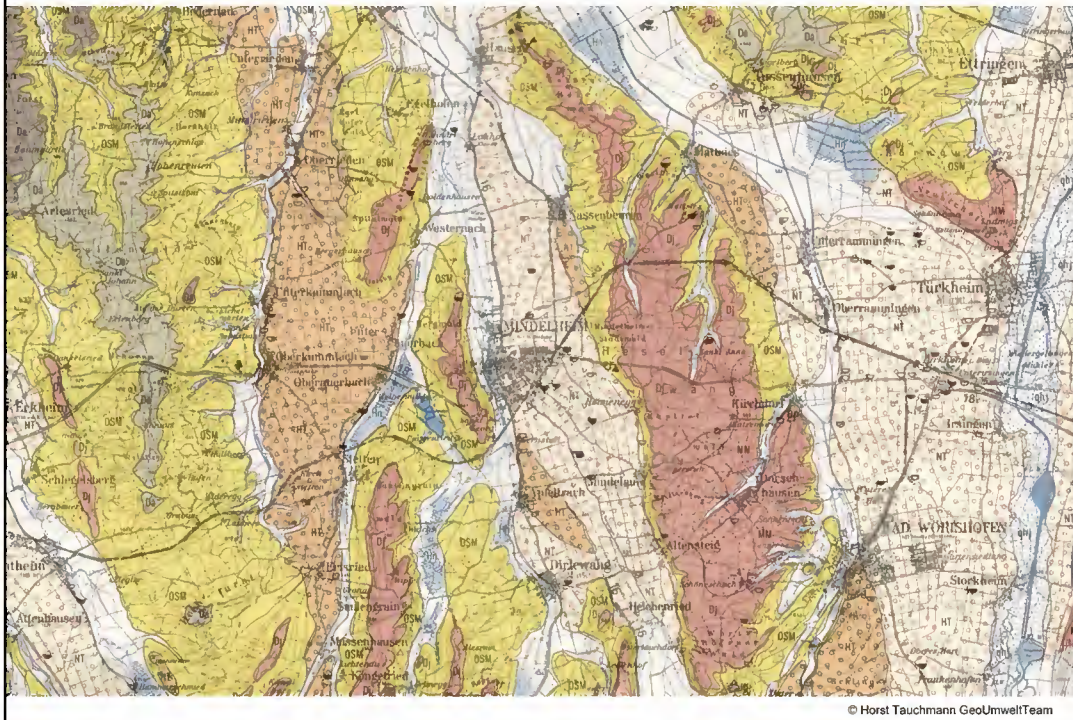
Da die Flussläufe unterschiedlich stark durchströmt waren, lagerten sich neben gut durchlässige Schottern auch geringer durchlässige Sande sowie z. T. auch lehmiges Material ab. Insofern können die Ergiebigkeiten von Brunnen auch in solchen Schotterebenen auf kurzen Distanzen stark schwanken.



Außerdem bildeten sich an den Gletscherränder häufig Eisrandstauseen, in denen sich gering durchlässiges Material (Seetone und Feinsande) abgelagerte. In derartigen Seesedimenten gibt es keine nutzbaren Grundwasservorkommen.

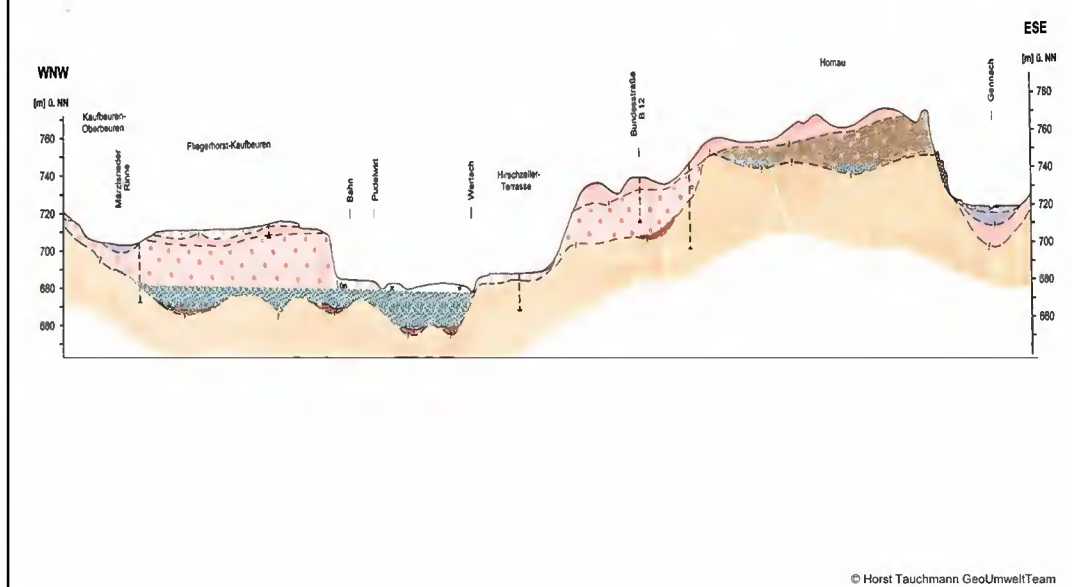


## Geologische Karte

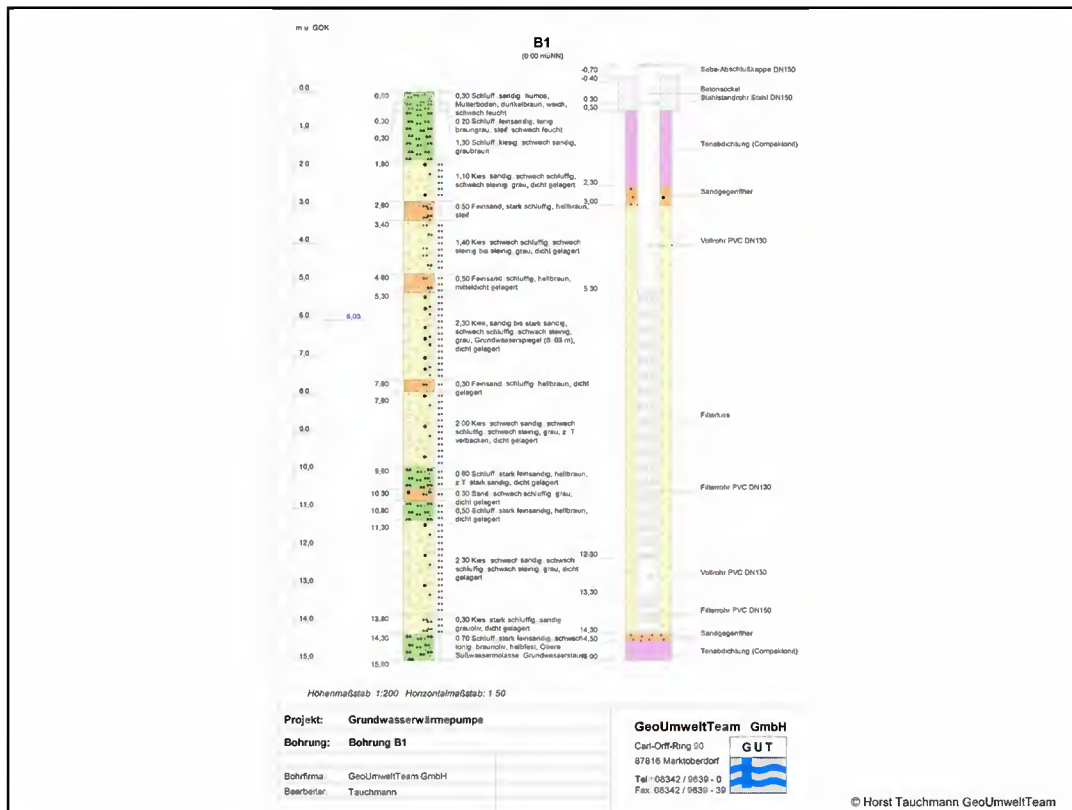


Einen ersten Überblick über die Möglichkeiten für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie geben geologische Karten.

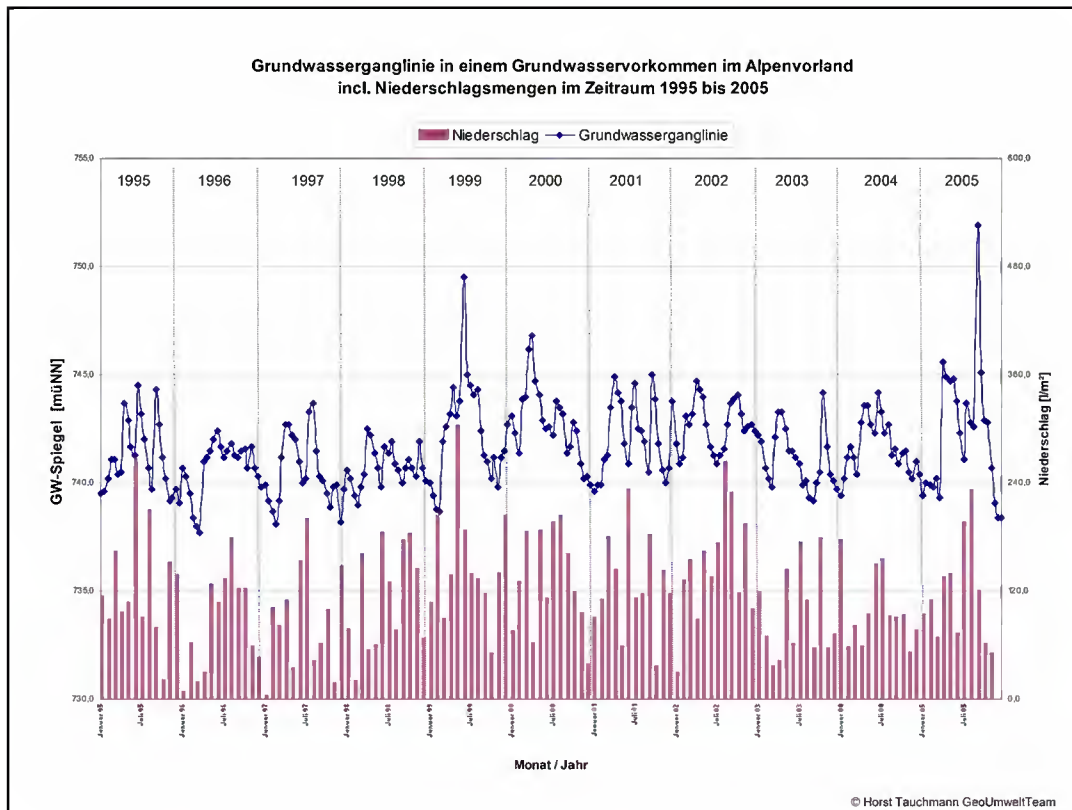
## Hydrogeologischer Profilschnitt im Bereich von Kaufbeuren



Genauere Angaben über die Untergrundverhältnisse geben geologische Profilschnitte, bei denen die Ergebnisse von Bohrungen eingearbeitet wurden.



Noch besser ist es, wenn ein Bohrprofil aus der unmittelbaren Nachbarschaft zur Verfügung steht. Aber auch ein solches Bohrprofil ist keine Garantie, dass die geologischen Verhältnisse auf dem eigenen Grundstück ebenso sind.



Bei der thermischen Nutzung von Grundwasser sollte unbedingt berücksichtigt werden, dass die Grundwasserstände z. T. starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.



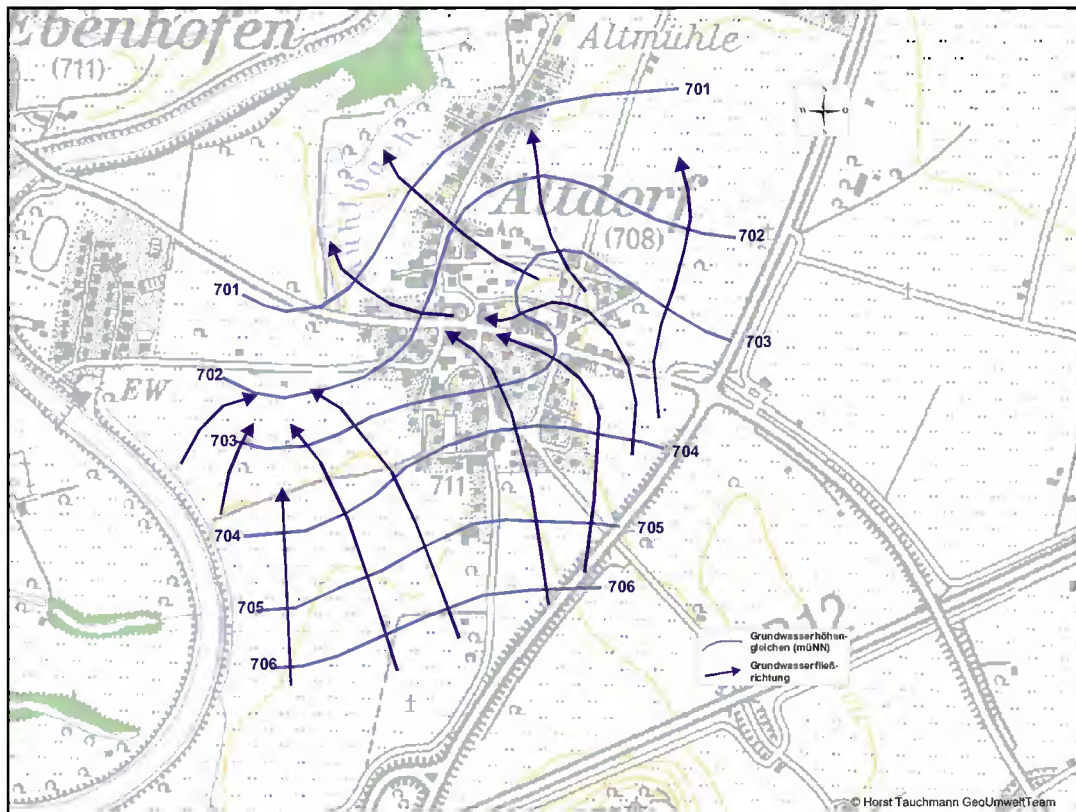
Wenn keine geologischen Informationen zu dem Baugrundstück vorhanden sind, können die Untergrundverhältnisse z. B. durch Rammkernsondierungen erkundet werden.



In den Rammkernsonden können die verschiedenen Bodenschichten aufgenommen werden. Durch Rammkernsondierungen können die Untergrundverhältnisse in der Regel bis in Tiefen von 10 – 15 m relativ schnell und kostengünstig erkundet werden.



Wenn Grundwasser angetroffen wird, lassen sich durch einfache PE-Messstellen die Grundwasserstände genau erfassen. Durch mehrere Messstellen können die Grundwasserströmungsverhältnisse ermittelt werden.



Für die Errichtung von Wärmepumpenbrunnen sollten die Grundwasserströmungsverhältnisse bekannt sein, damit die Entnahme- und Schluckbrunnen richtig positioniert werden können.





Wenn das Erschließungsrisiko abgeklärt ist, kann mit der Bohrung begonnen werden. Mit großen Bohrgeräten...



... oder auch mit etwas kleineren.



Die Brunnenbohrungen werden in der Regel im Rammkernbohrverfahren niedergebracht. Damit das Bohrloch im Lockergestein nicht zufällt wird es durch Stahlrohre verrohrt. Typisches Verrohrungsmaterial mit Durchmessern von 200 – 400 mm.



Das bei der Bohrung geförderte Bohrgut wird in Kernkisten ausgelegt. Der Brunnenausbau orientiert sich an den jeweils angetroffenen geologischen Verhältnissen.



Brunnenausbaumaterial aus PVC (Filter- und Vollrohre). Die Brunnenrohre haben meist einen Durchmesser zwischen 125 – 200 mm.



Um die Ergiebigkeit eines Brunnens zu optimieren, sollte vor dem Pumpversuch der Brunnen gekolbt werden. Hierdurch wird das feinkörnige Material aus dem Bohrlochbereich in den Brunnen gesaugt und anschließend herausgespült.



Danach ist ein aussagekräftiger Pumpversuch durchzuführen, der mehrere Stunden aber auch z. T. auch mehrere Tage bis Wochen dauern kann. Der Pumpversuch zeigt, wie ergiebig ein Brunnen ist und welche Pumpe später für den Wärmepumpenbetrieb eingebaut werden sollte.



Am Ende des Pumpversuches sollte eine chemisch – technische Wasseranalyse durchgeführt werden, um die Eignung für eine Wärmepumpennutzung zu ermitteln.





Wenn kein Grundwasser vorhanden ist, werden in der Regel Erdsonden bis 100 m oder auch tiefer errichtet. Dies eignet sich auch bei relativ kleinen Grundstücken. Bei einer 100 m langen Erdsonde liegen die thermischen Leistungen in Abhängigkeit von den Untergrundverhältnissen meist zwischen 3 kW und 5 kW.



Einbaufertige Erdsonde aus einem PE-Doppel-U-Rohr.



Einbau der Erdsonde nach Fertigstellung des Bohrloches. An einem Tag kann in der Regel eine 100 m tiefe Sonde gebohrt und eingebaut werden.



Der wichtigste Vorgang bei der Erstellung von Erdsonden ist die Verpressung des Bohrloches mit einem speziellen Zement (z. B. thermisch verbesserter Dämmzement). Eine optimale Verpressung des Bohrloches ist wichtig für eine gute thermische Anbindung der Sonde an das umgebende Gestein. Außerdem muss die Abdichtung sicherstellen, dass durch die Bohrung keine wasserwirtschaftlichen oder bautechnischen Schäden auftreten.



Der Verpressvorgang muss von unten nach oben erfolgen. Wenn das Zement-Wasser-Gemisch oben aus dem Bohrloch austritt, ist die Sonde korrekt verpresst.



Bei großen Gartengrundstücken können auch Flächenkollektoren eingebaut werden, die Wärme aus den obersten Bodenschichten entziehen.



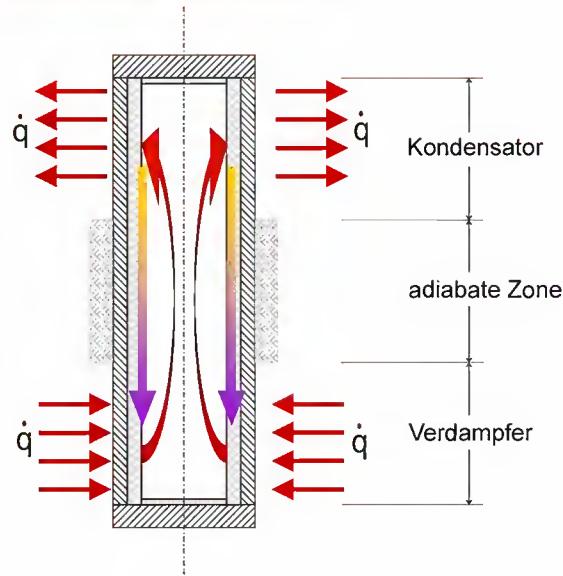
Ebenso können flache Erdsonden mit wenigen Metern Länge z. B. durch Spiralbohrer in den Untergrund eingebracht werden. Dies bietet sich in Gegenden an, in denen kein Grundwasser vorhanden ist und wo tiefe Erdsonden aus wasserwirtschaftlichen Gründen nicht genehmigt werden.



Flache Erdsonden für ca. 5 m Einbautiefe.



## Grundsätzliches Prinzip der CO<sub>2</sub>-Sonde Wärmerohr (heat pipe)



Eine optimale Erschließung von oberflächennaher Erdwärme bieten sog. Heatpipes (CO<sub>2</sub>-Sonden), bei denen aufgrund von Temperaturunterschieden die Wärme aus dem Boden ohne zusätzliche elektrische Antriebsenergie nach oben geliefert wird. Die Heatpipes sind mit CO<sub>2</sub> unter hohem Druck (ca. 40 bar) gefüllt, wodurch der thermodynamische Umwälzprozess funktioniert.

## Einbau der CO<sub>2</sub> Sonden (je 4 Stück pro Bohrloch)



Die CO<sub>2</sub>-Sonden bestehen aus dünnen Kupferrohren, die mit Kunststoff ummantelt sind. Der Einbau der Heatpipes erfolgt ganz ähnlich wie bei den Erdwärmesonden.

## CO<sub>2</sub> Sonden mit Wärmetauscher

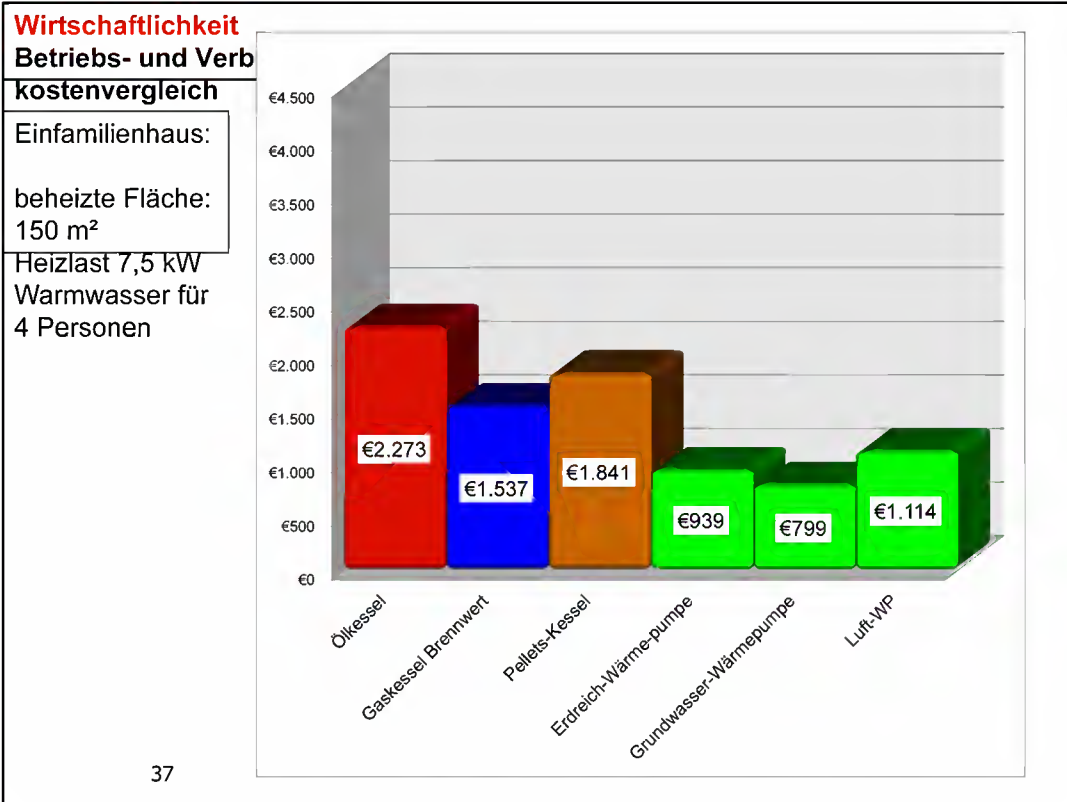


Die Wärme, die von der Heatpipe nach oben geschafft wird, kann an der Oberfläche über Wärmetauscher abgeführt und zum Heizen genutzt werden.

## Freiflächenheizung durch CO<sub>2</sub> Sonden



Außerdem lassen sich durch Heatpipes auch Wege und Freiflächen im Winter beheizen. Sind die Heatpipes erst mal gebohrt und unter den Freiflächen verlegt, findet das Schneeräumen ganz von selber und komplett ohne zusätzliche Energie statt.



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener Heizsysteme; die Betriebs- und Verbrauchskosten beziehen sich auf einen Öl-/Gas-/Pelletspreis vom EUR 0,85/l bzw. EUR 0,55/m<sup>3</sup> bzw. EUR 245/to und einen Strompreis (Wärmepumpentarif) von EUR 0,15/kWh.

Quelle: Prof. Dipl. Ing. Werner Schenk / Hochschule München