



# KALTE NAHWÄRME – EIN SCHLAFENDER RIESE DER ENERGIEWENDE

Workshop Session des ZIM-Kooperationsnetzwerks  
„Oberflächennahste Geothermie und Kalte Nahwärme 4.0“



Der Geothermie Kongress 2019

München, 19.11.2019





# Potenziale und Herausforderungen der oberflächennahsten Geothermie

Johannes Müller – GeoZentrum Nordbayern - FAU Erlangen-Nürnberg

# Übersicht:

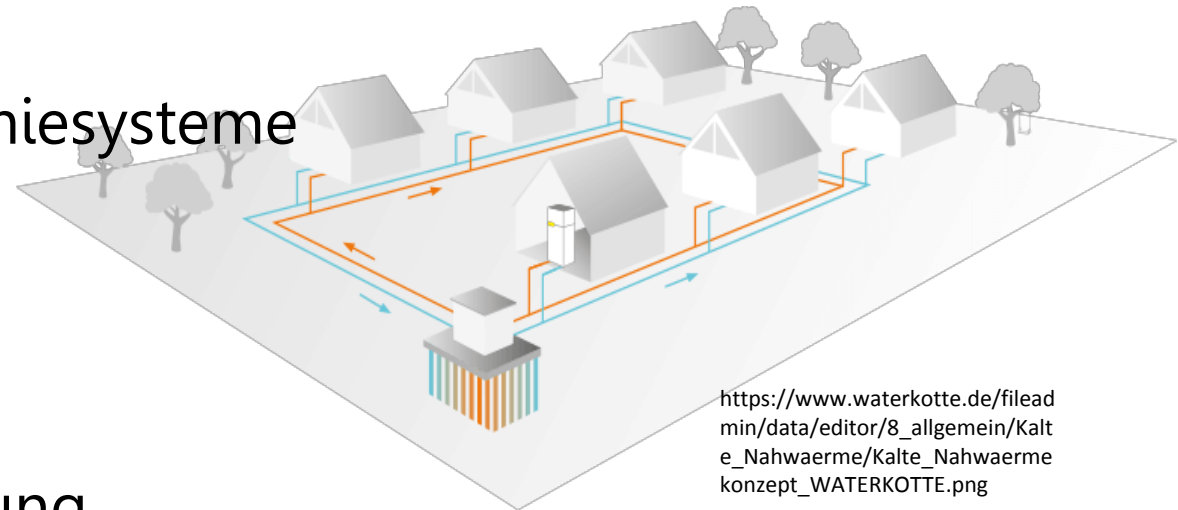
## 1. Technische Anforderungen an Geothermiesysteme als Quelle für Kalte

Nahwärmenetze

## 2. Verwendbare oberflächennahe Geothermiesysteme

## 3. Substratspezifische Parameter

## 4. Nützliche Planungstool zur Netzvorplanung



# 1. Technische Anforderungen an Geothermiesysteme als Quelle für Kalte Nahwärmenetze

- Niedrige Temperaturbereiche von 0° - 20 ° Celsius
- Frostsicheres Trägermedium (i. d. R. Wasser-Glykol-Gemisch)
- Möglichkeit eines variablen Energietransports (**Heizen**, **Kühlen** oder Heizen & Kühlen)
- Koppelbar mit anderen Wärme- / Kältesenken
- Passende pedologische/geologische Standortvoraussetzung

## 2. Oberflächennahe Geothermiesysteme für Kalte Nahwärme

- Erdwärmesondenfelder
- Grundwasserbrunnen
- Geothermische Großkollektoranlagen



Großkollektor Bad Nauheim  
(Foto: tewag GmbH)

Frei kombinierbar mit anderen nachhaltigen Energiequellen:

- Industrielle Abwärme
- Abwasser
- Solarthermie



[https://www.powerelectronics.com/sites/powerelectronics.com/files/styles/article\\_featured\\_retina/public/WHP\\_Promo.jpg?itok=uGcPCzMt](https://www.powerelectronics.com/sites/powerelectronics.com/files/styles/article_featured_retina/public/WHP_Promo.jpg?itok=uGcPCzMt)

### 3. Substratspezifische Parameter



<https://shop.forster.at/out/pictures/master/product/1/uf10932.jpg>



[https://www.wetzlar.de/medien/images/lebeninwetzlar/umweltundnaturschutz/boden\\_altlasten\\_kampfmittel/Boden.jpg.scaled/7daf8400d8753fcf6efd071e73fe3e5d.jpg](https://www.wetzlar.de/medien/images/lebeninwetzlar/umweltundnaturschutz/boden_altlasten_kampfmittel/Boden.jpg.scaled/7daf8400d8753fcf6efd071e73fe3e5d.jpg)

Boden ist nicht gleich Boden

### 3. Substratspezifische Parameter

- Mineralogie
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Thermische Leitfähigkeit



<https://webimg.secondhandapp.com/w-image/5cefaaf983a9c3301a20e3d2>

### 3. Substratspezifische Parameter

- Mineralogie
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Thermische Leitfähigkeit

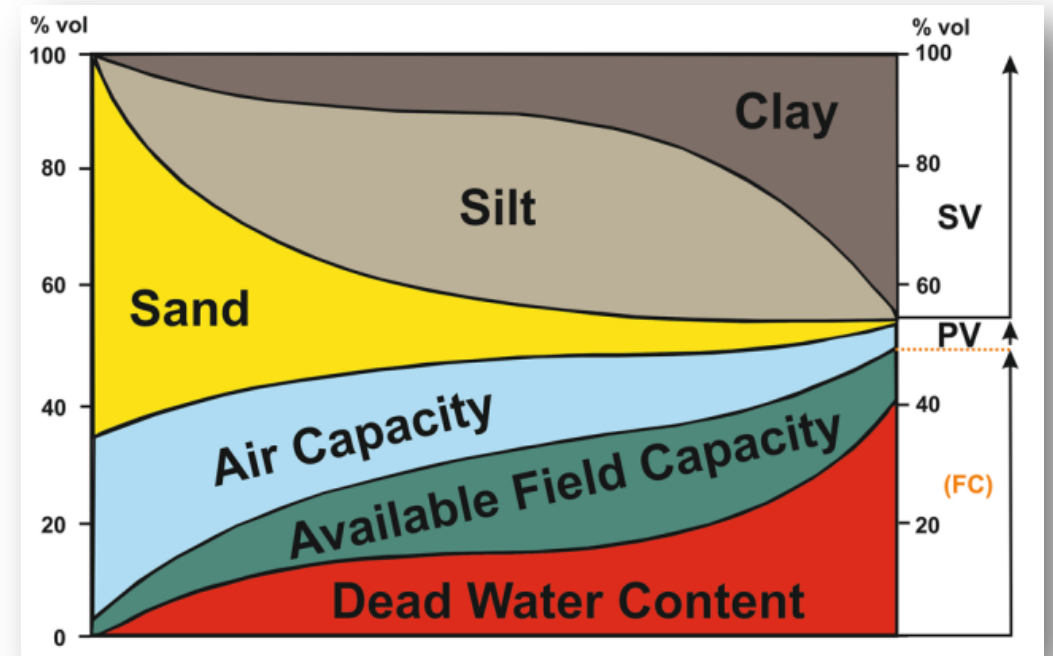
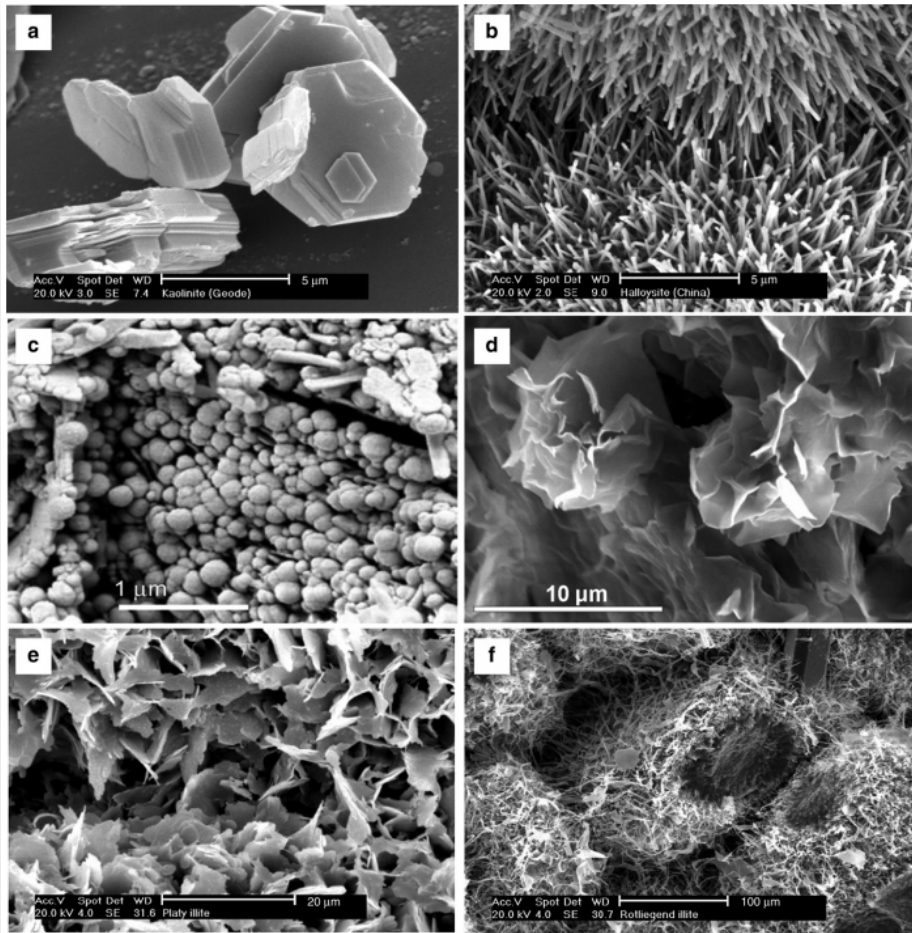


<https://www.mineralienatlas.de/VIEWmaxFULL.php/param/1343792446-Quarz-Zwilling.jpg>



<https://www.mineralienatlas.de/VIEWmaxFULL.php/param/1343792446-Quarz-Zwilling.jpg>

### 3. Substratspezifische Parameter - Mineralogie



Christidis, G. E. (2010). Industrial Clays. In G. Ferraris & G. E. Christidis (Hrsg.), *Advances in the characterization of industrial minerals* (S. 341–414). <https://doi.org/10.1180/EMU-notes.9.9>

Bertermann, D., & Schwarz, H. (2018). Bulk density and water content-dependent electrical resistivity analyses of different soil classes on a laboratory scale. *Environmental Earth Sciences*, 77(16), 570. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7745-3>

### 3. Substratspezifische Parameter

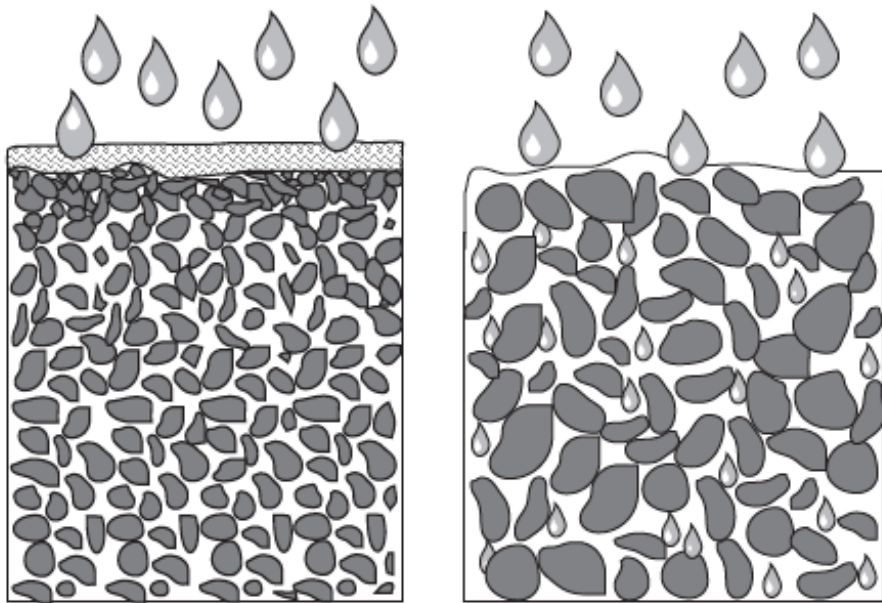
- Mineralogie
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Thermische Leitfähigkeit



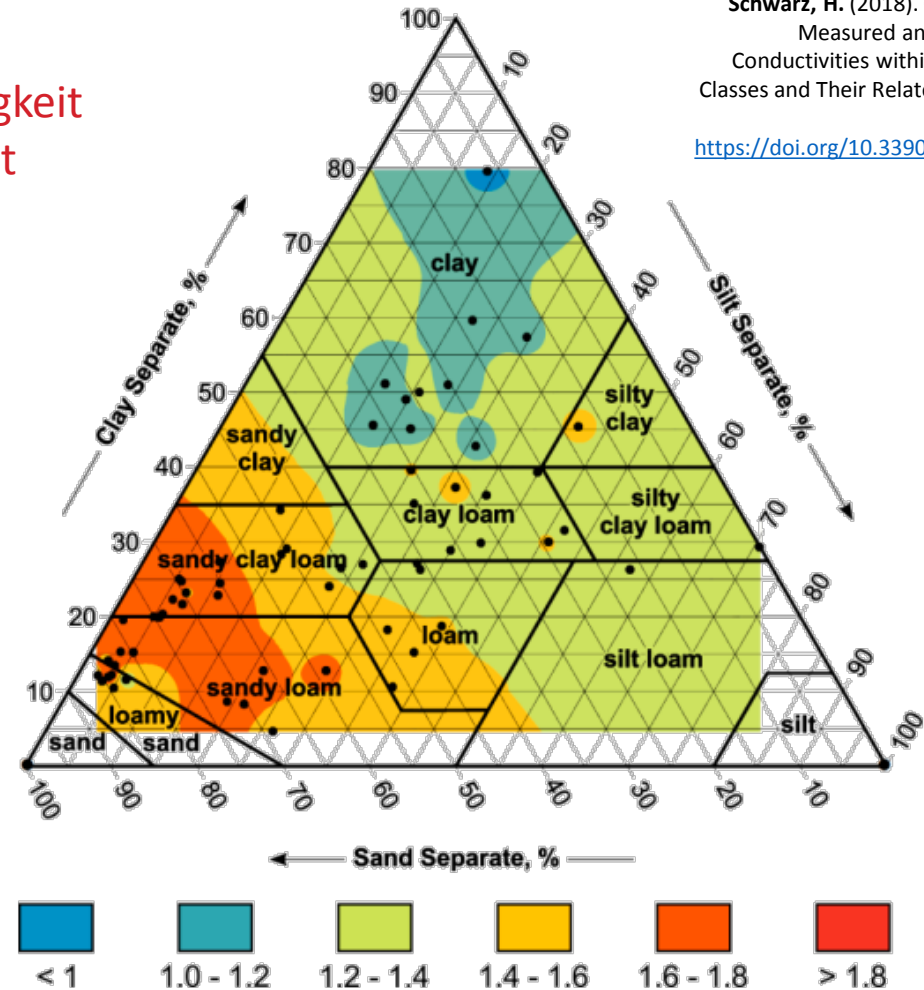
[http://german.heavyduty pallettracking.com/photo/heavyduty pallettracking/editor/20140823190904\\_62106.jpg](http://german.heavyduty pallettracking.com/photo/heavyduty pallettracking/editor/20140823190904_62106.jpg)

# 3. Substratspezifische Parameter - Lagerungsdichte

Dichte Lagerung → geringe Porosität → geringe Wasserdurchlässigkeit  
 Lockere Lagerung → hohe Porosität → hohe Wasserdurchlässigkeit



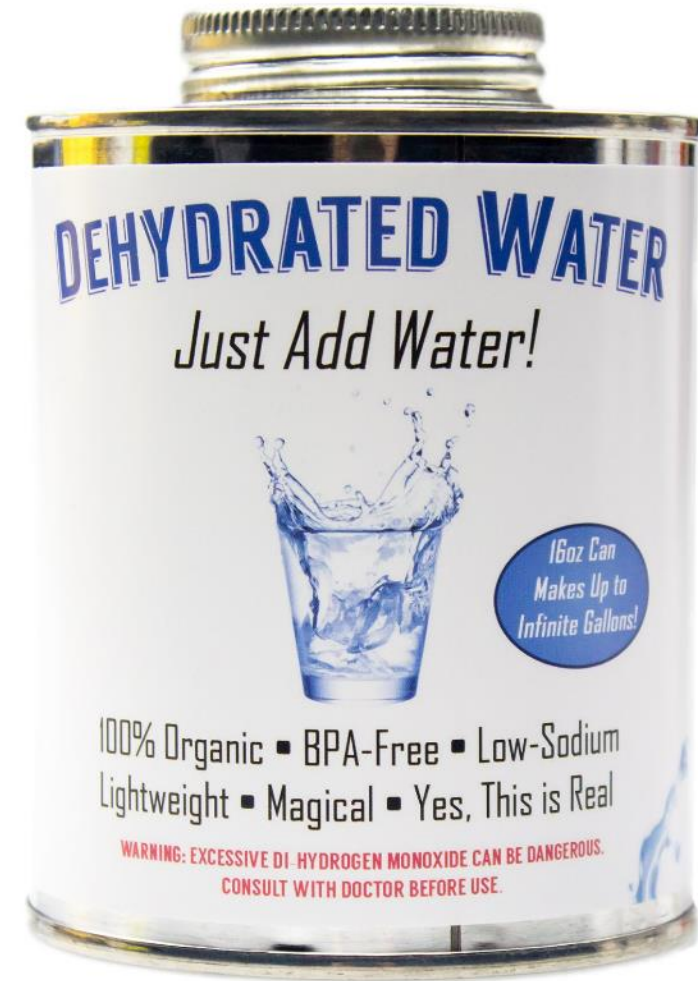
[https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/styles/full/public/images/2018-05/screenshot2012-06-15at113729am.png?itok=\\_V295eot](https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/styles/full/public/images/2018-05/screenshot2012-06-15at113729am.png?itok=_V295eot)



Bertermann, D., Müller, J., Freitag, S., & Schwarz, H. (2018). Comparison between Measured and Calculated Thermal Conductivities within Different Grain Size Classes and Their Related Depth Ranges. *Soil Systems*, 2(3), 50. <https://doi.org/10.3390/soilsystems2030050>

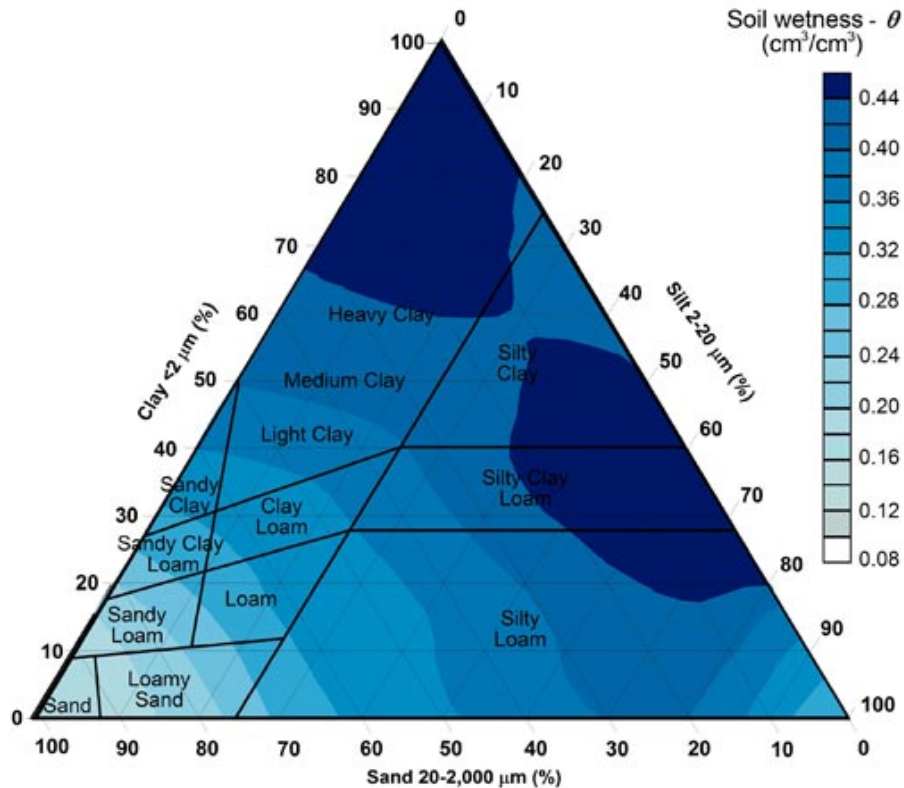
### 3. Substratspezifische Parameter

- Mineralogie
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Thermische Leitfähigkeit



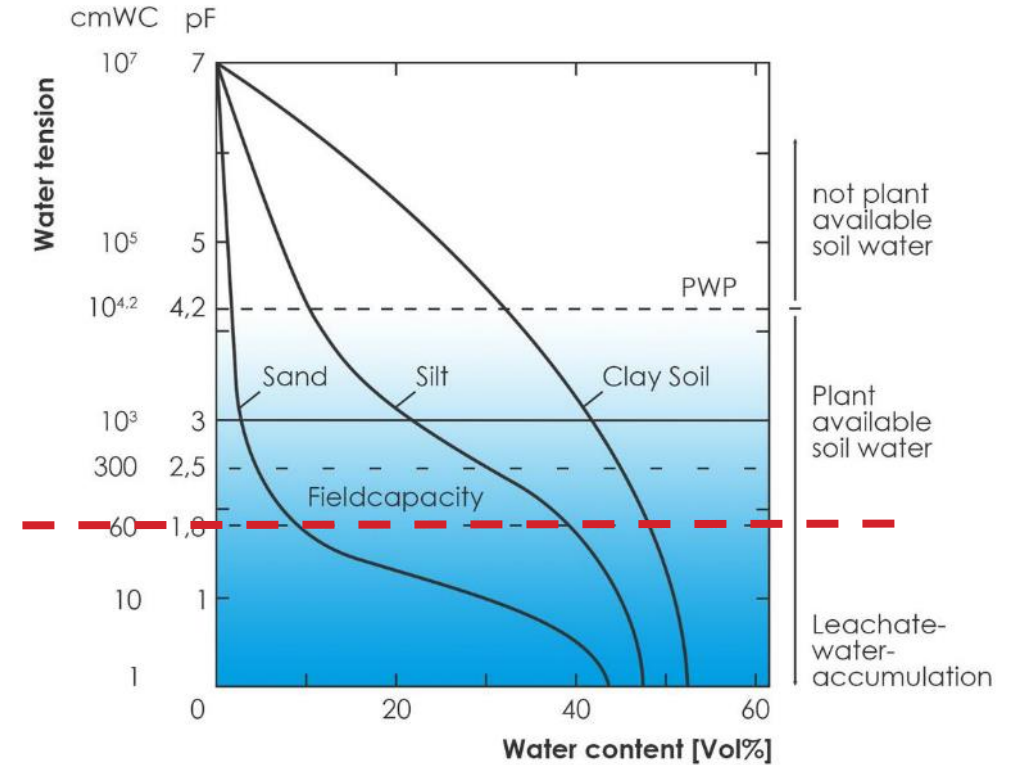
[https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71TtgTzJ8kL.\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71TtgTzJ8kL._SL1500_.jpg)

### 3. Substratspezifische Parameter - Wassergehalt



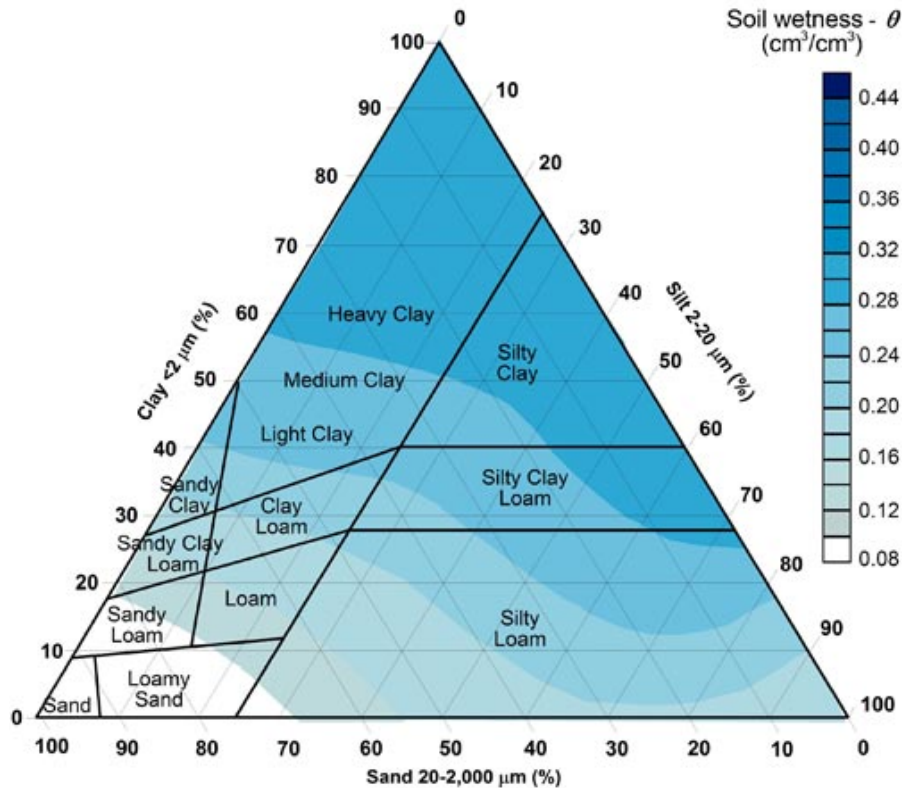
[http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terragIS\\_soil/sp\\_water-soil\\_moisture\\_classification.html](http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terragIS_soil/sp_water-soil_moisture_classification.html)

Wassergehalt bei  
Feldkapazität (pF = 1,8)



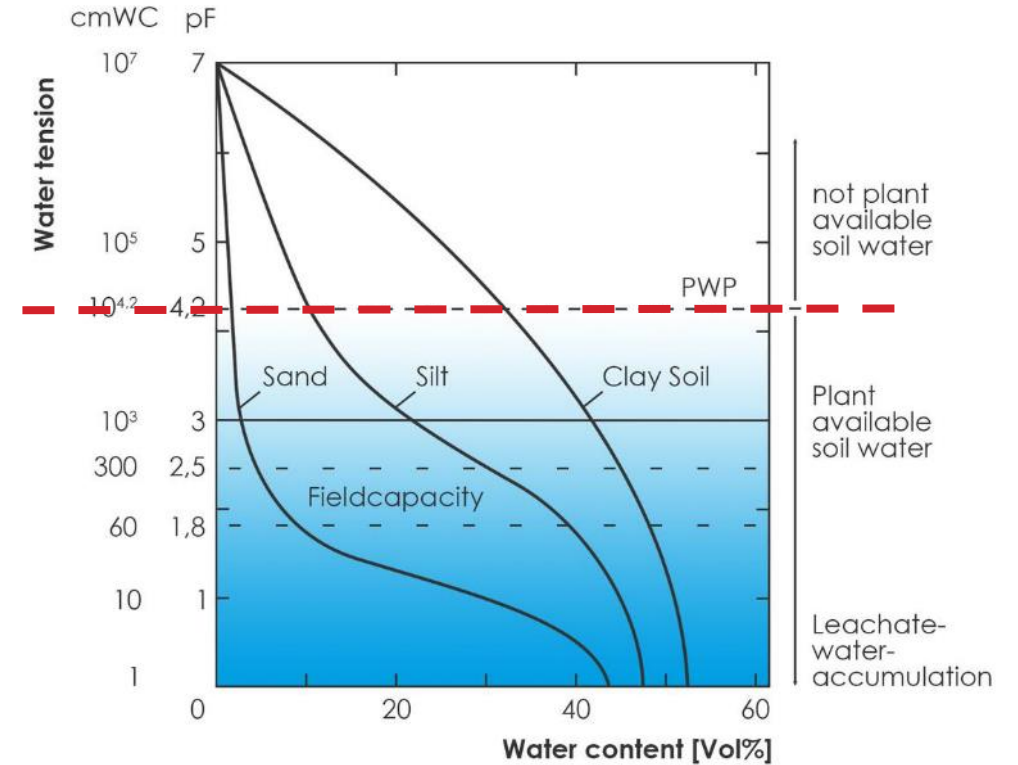
[http://preview.ums.vibra-waagen.de/fileadmin/\\_processed\\_/csm\\_Diagramm\\_a489a58854.jpg](http://preview.ums.vibra-waagen.de/fileadmin/_processed_/csm_Diagramm_a489a58854.jpg)

### 3. Substratspezifische Parameter - Wassergehalt



[http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terragis\\_soil/sp\\_water-soil\\_moisture\\_classification.html](http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terragis_soil/sp_water-soil_moisture_classification.html)

Wassergehalt am permanenten  
Welkepunkt (pF = 4,2)

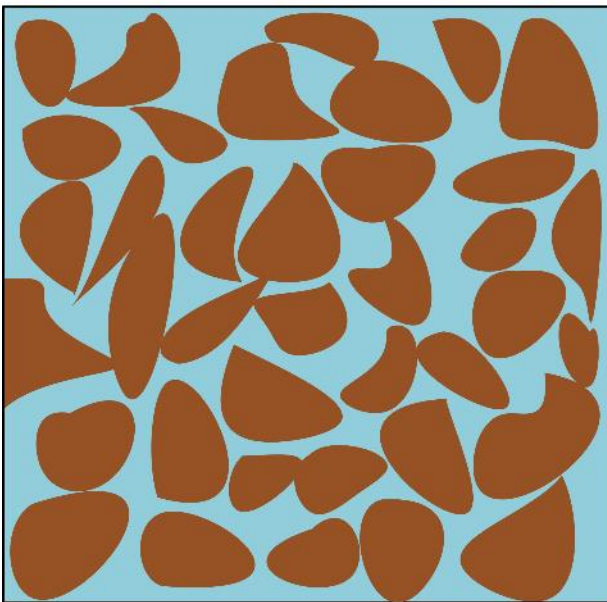


[http://preview.ums.vibra-waagen.de/fileadmin/\\_processed\\_/csm\\_Diagramm\\_a489a58854.jpg](http://preview.ums.vibra-waagen.de/fileadmin/_processed_/csm_Diagramm_a489a58854.jpg)

### 3. Substratspezifische Parameter - Wassergehalt

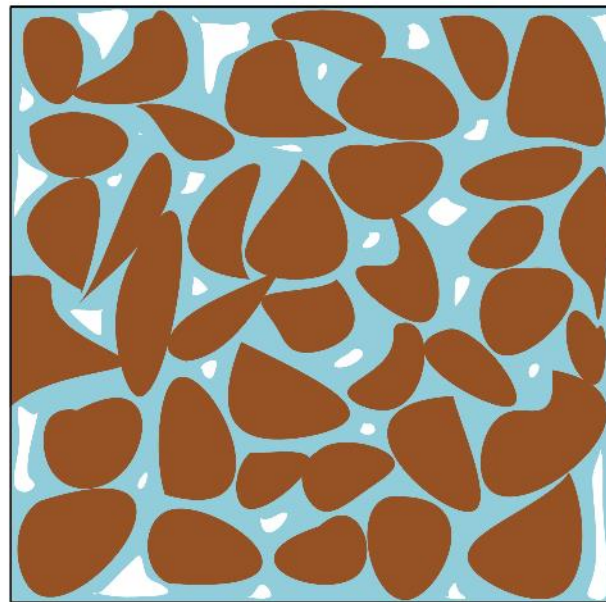
#### Saturation

All pores are filled with water



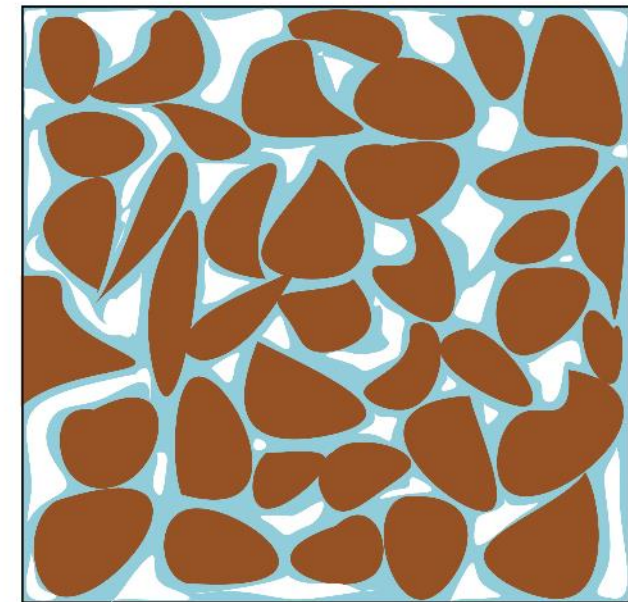
#### Field Capacity

Water in larger pores has drained



#### Permanent Wilting Point

Plants can no longer extract water



[http://factsheets.okstate.edu/wp-content/uploads/2018/08/Factsheet\\_SD\\_Fig-2.jpg](http://factsheets.okstate.edu/wp-content/uploads/2018/08/Factsheet_SD_Fig-2.jpg)

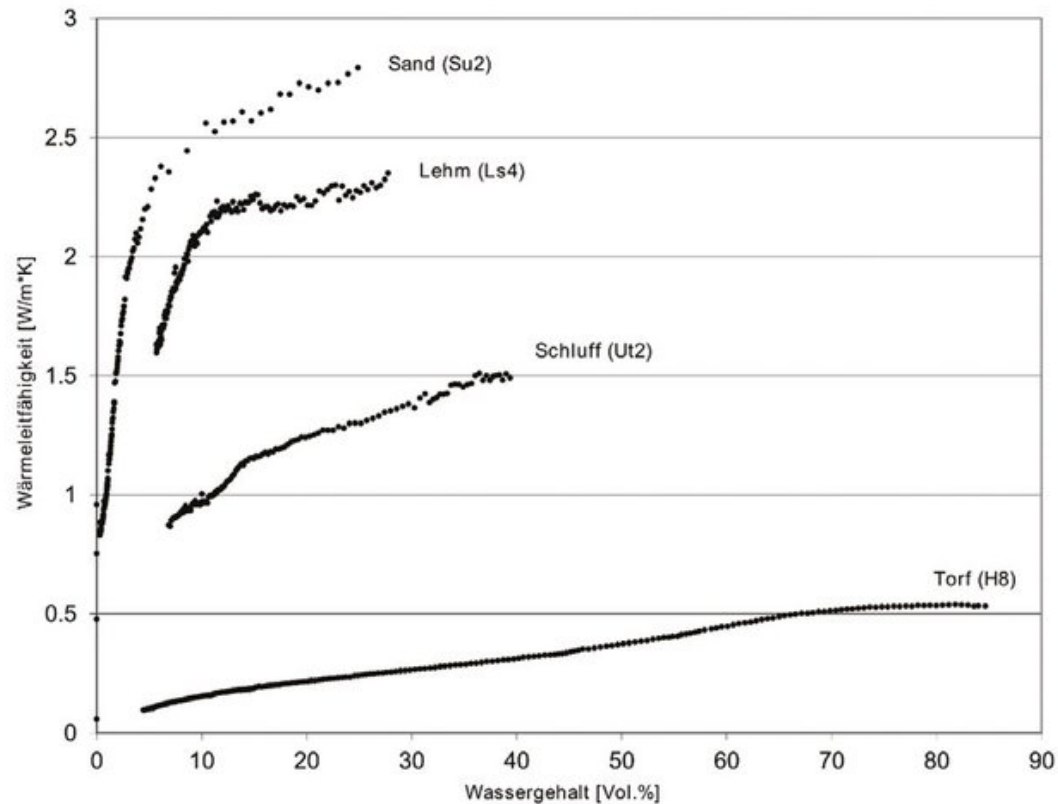
## Bedeutung des Sättigungsgrades für den Porenraum

### 3. Substratspezifische Parameter

- Mineralogie
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Thermische Leitfähigkeit



### 3. Substratspezifische Parameter – Thermische Leitfähigkeit

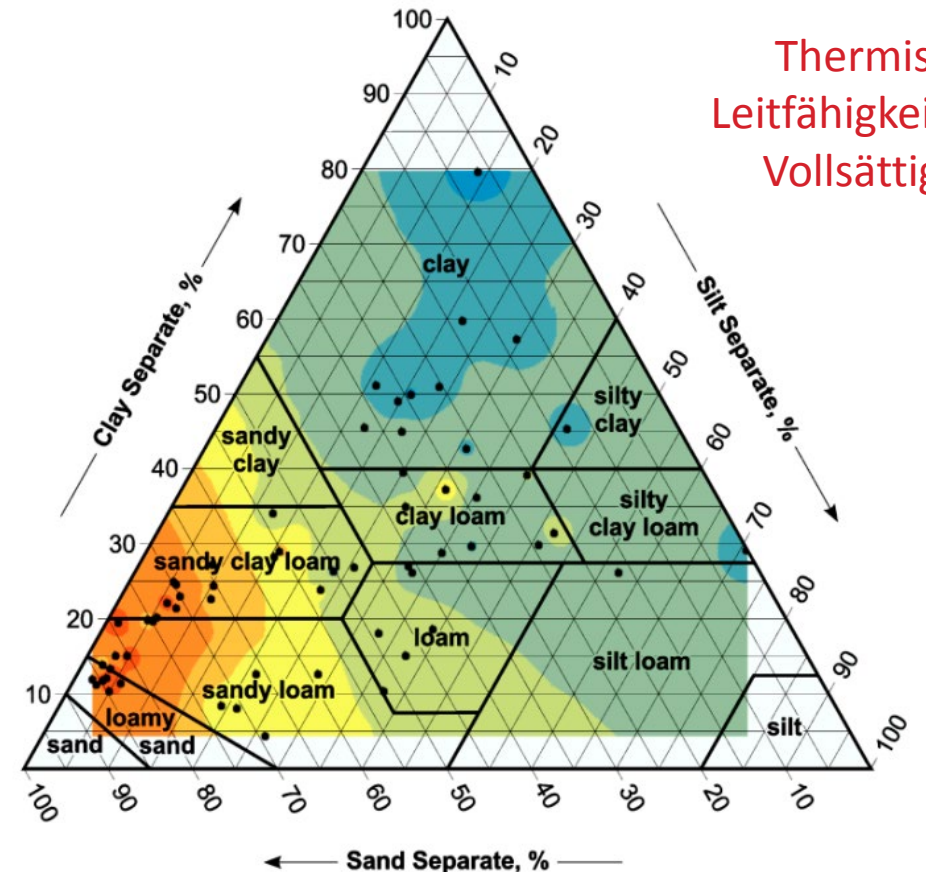
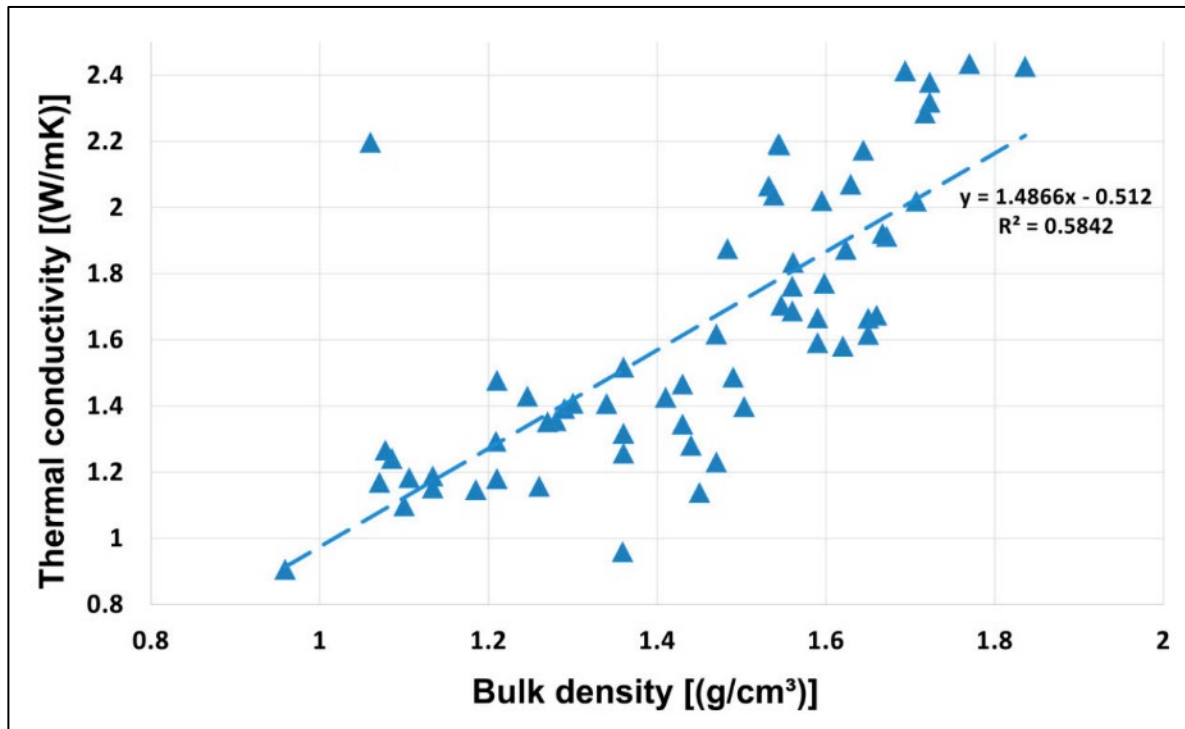


Variation der thermischen Leitfähigkeit je nach:

- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Mineralogie

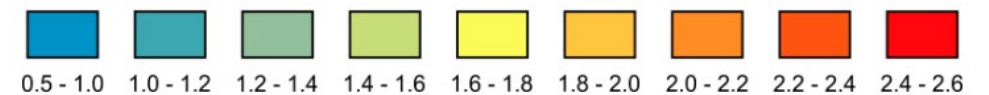
Wessolek, G., Trinks, S., Kluge, B., Bohne, K., & Markwardt, N. (2016).  
Bewertung der Bodenerwärmung durch Erdkabeltrassen. *Tagungsband  
Bundesnetzagentur*, 62–81. Bonn.

### 3. Substratspezifische Parameter – Thermische Leitfähigkeit



Thermische  
Leitfähigkeit unter  
Vollsättigung

Bertermann, D., Müller, J., Freitag, S., & Schwarz, H. (2018). Comparison between Measured and Calculated Thermal Conductivities within Different Grain Size Classes and Their Related Depth Ranges. *Soil Systems*, 2(3), 50. <https://doi.org/10.3390/soilsystems2030050>



## 4. Nützliche Planungstool zur Netzevorplanung

Er ist wieder online!

[www.thermomap.eu](http://www.thermomap.eu)

ThermoMap 2.0 (beta)

OpenStreetMap als Basemap

**ThermoMap** very Shallow Geothermal Potential (vSGP) in terms of heat conductivity [Show Intro](#)

**ThermoMap Viewer**

About vSGP application

ThermoMap estimates the very Shallow Geothermal Potential (vSGP) in terms of Heat conductivity of unconsolidated underground up to 10m depth.

To start the vSGP application choose between:

- European Outline Map** very Shallow Geothermal Potential area-wide throughout Europe + vSGP Calculator
- Test Areas** Detailed information up to 10m depth in chosen European test sites

Clicking on the map you get a **vSGP Infobox** with background parameters, possible usage limitations and a **Report** of the specified location.

**At a glance**

- ▶ What is vSGP?
- ▶ Why do I need the vSGP?
- ▶ What are usage limitations?
- ▶ What ThermoMap provides?
- ▶ What ThermoMap doesn't provide?
- ▶ I don't live in a Test Area
- ▶ Who is behind ThermoMap?

**Disclaimer**

It has been made by the sole use of existing area-wide geoscientific datasets which - generalized to a scale 1:1M - do not necessarily reflect the real on-site situation.

The presented values of the European Outline Map have been derived mainly using the European Soil Database ESDB v2.0. Possible differences compared to local conditions may be caused by incomplete harmonisations of this data or scale discrepancies.

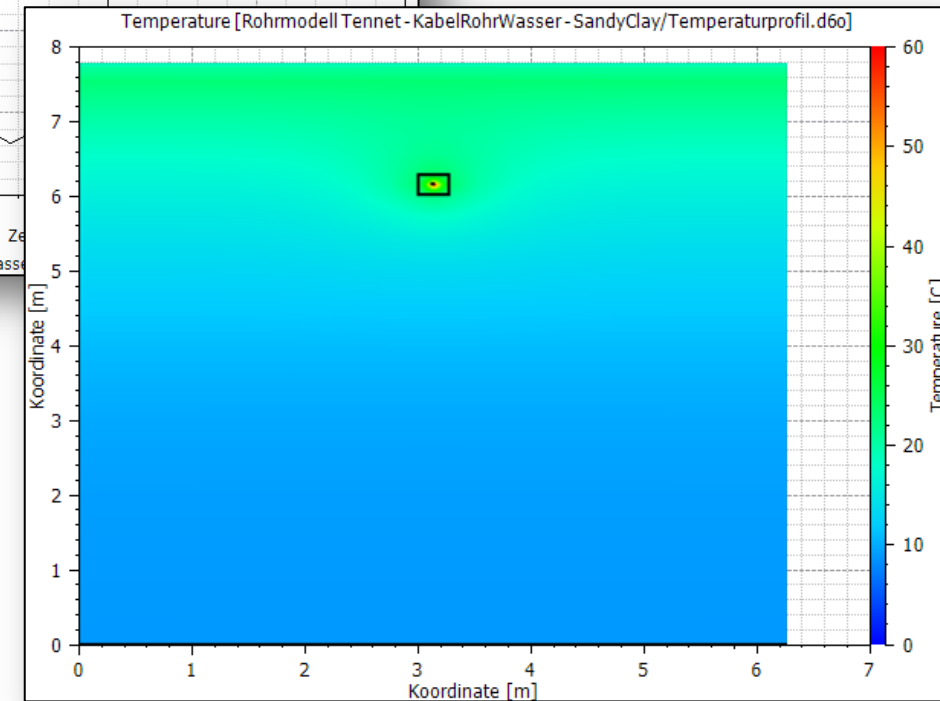
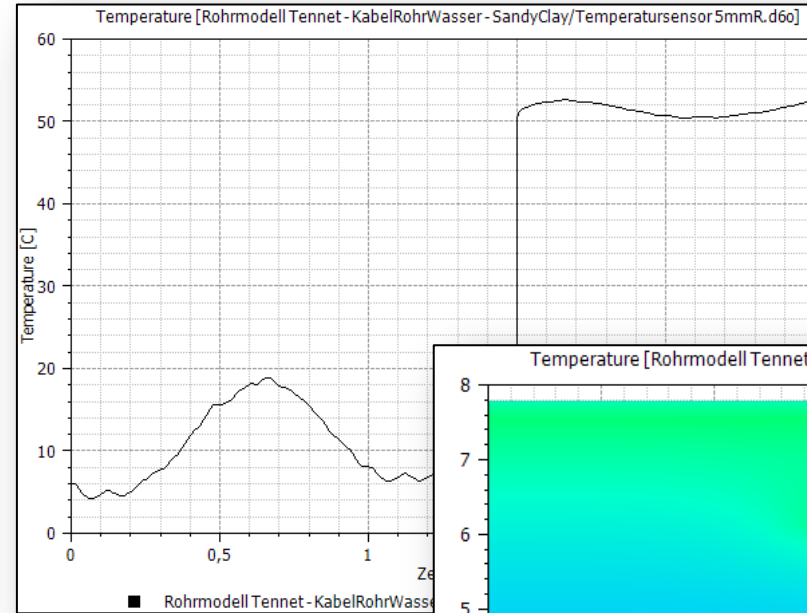
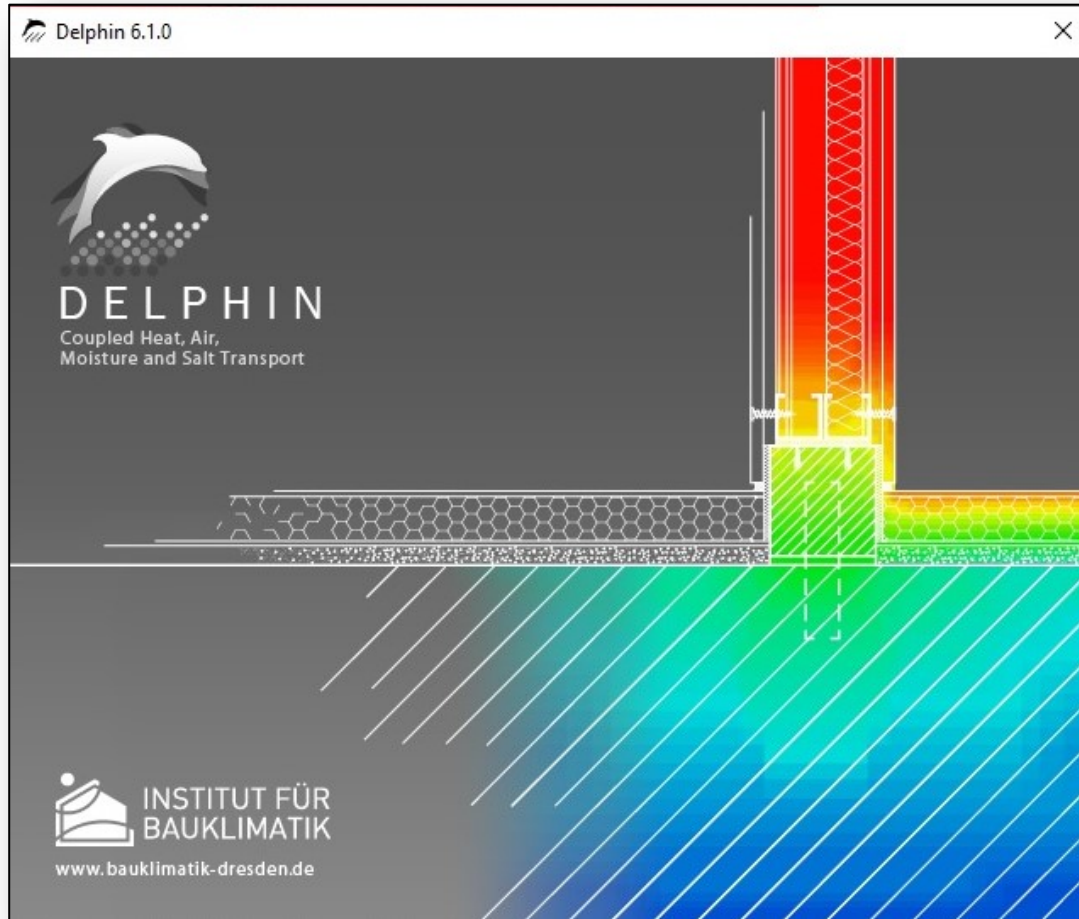
**Helpful documents for the usage of the MapViewer:**

- Instruction Manual** How to use the MapViewer
- Technical Guidelines** Read more about shallow geothermal systems
- Glossary** List of definitions of all technical terms

**ICTPSP** EC co-funded project (FP7-ICT Policy Support Programme)

Irland, Great Britain London, Nederland, Deutschland, Hamburg, Berlin, Poiska, Беларусь

# 4. Nützliche Planungstool zur Netzvorplanung



<http://bauklimatik-dresden.de/delphin/index.php>

# Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



## Johannes Müller

*(M.Sc. Geowissenschaften, Sedimentologie & Geo-Ressourcen)*

Netzwerkkoordination - ZIM-Kooperationsnetzwerk  
Oberflächennahste Geothermie und Kalte Nahwärme 4.0

GeoZentrum Nordbayern  
Schlossgarten 5  
91054 Erlangen

Telefon: +49 9131/85-23331

Mail: [johannes.j.mueller@fau.de](mailto:johannes.j.mueller@fau.de)



**SOIL2HEAT**  
Oberflächennahste Geothermie & Kalte Nahwärme 4.0



[www.soil2heat.net](http://www.soil2heat.net)



Das ZIM-Kooperationsnetzwerk „Oberflächennahste Geothermie und Kalte Nahwärme 4.0,“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.