

## Willkommen Geothermie

Alternative Lösungen für Komfort  
und Energieeinsparung

Made in Italy

## Allgemeine Hinweise zur Geothermik

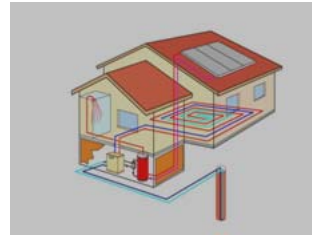
- Geothermie - “genaue Definition”
  - Darunter versteht man den Bereich der Geologie, der sich mit der Gesamtheit der Naturerscheinungen beschäftigt, die bei der Entstehung und Übertragung von Wärme auf der Erde entstehen Erde
  - Die Erdwärme aus dem Erdinneren wird anschließend an die Oberfläche übertragen, durch Konvektion des Magmas oder des Tiefenwassers



## Allgemeine Hinweise zur Geothermik

- Geothermie durch “Niederenthalpie”

- Bezieht sich auf die Nutzung des Bodens als Wärmespeicher, dem im Winter Wärme entzogen und an den im Sommer Wärme abgegeben wird.



## Allgemeine Hinweise zur Geothermik

- Weshalb Wärmegewinnung durch “Niederenthalpie”
  - Es handelt sich um eine erneuerbare Energie
  - Es handelt sich um eine Ressource, die in großer Menge vorhanden ist
  - Systeme mit Hochleistungs-Wärmepumpen können das ganze Jahr durch verwendet werden
  - Wird zusammen mit einer Wärmepumpe für “Niedertemperaturanlagen” verwendet
  - Verschmutzt nicht die Umwelt
  - Ist nicht invasiv

## Die 2 “TYPISCHEN” Lösungen

- “Tiefe” Systeme mit Bohrung

**VORTEILE:** Guter Ausnutzungsgrad, nicht durch Witterungsbedingungen beeinflusst. Geringe Verlegefläche

**NACHTEILE:** Hohe Kosten. Für die Verlegung werden Spezialgeräte und Facharbeiter benötigt

- “Oberflächennahe” Systeme

**VORTEILE:** Einfache und günstige Verlegung

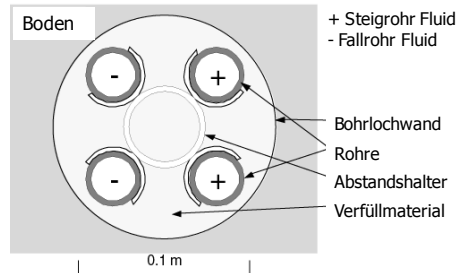
**NACHTEILE:** Hoher Platzbedarf für die Installation

## Bohrung

### Verlegungsart “in der Tiefe” mit Bohrung



Bohreinheit



Querschnitt Bohrung

# Bohrung

## Verlegungsart "in der Tiefe" mit Bohrung

Detailansicht "Sondenkopf"



Einführen der Sonde

# Bohrung



Geothermische Sonde vor dem Einführen



Gewicht



Einführen der Sonde



Gewicht / Sondenkopf

## TIEFENSONDE

**Spezifische Förderkapazität JE ML DER SONDE (\*)**

(\*) Quelle geothermal-energy.ch

UNTERBODEN	Wärmeleitfähigkeit (Wh/ml.K)	Energieabnahme (Wh/ml)
Schlechte Qualität Lose trockene Felsen	< 1.5	20
Harte Felsen und lose wassergetränkte Felsen	1.5 – 3.0	50
Harte Felsen mit hoher Wärmeleitfähigkeit	> 3.0	70
Trockener Kiessand	0.4	< 20
Grundwasserschicht Kiessand	1.8 - 2.4	55 - 65
Ton, feuchter Lehm	1.7	30 - 40
Massiver Kalkstein	2.8	45 - 60
Sandstein	2.3	55 - 65
Granit, Granodiorit	3.4	55 - 70
Basalt	1.7	35 - 55
Gneiss	2.9	60 - 70

## Oberflächennahe Systeme

Bei horizontalen (oberflächennahen) Systemen wird zuerst der Boden abgetragen, auf dem anschließend die Kunststoffrohre verlegt werden.

Das Abtragen ist jedoch kostspielig, da große Erdmengen bewegt werden müssen.

Um die Kosten zu verringern, ist es daher zweifellos besser, statt der Abtragung **“einen Graben”** auszuheben, in dem die Wärmetauscher untergebracht werden.

Ein weiterer Schritt zur Kostenreduzierung besteht darin, die benötigte Gesamtoberfläche für den Bodenkreislauf zu verringern, indem die Konfigurationen ausgewählt werden, für die das beste Verhältnis zwischen Installationskosten und thermischem Wirkungsgrad erzielt wird.

# Oberflächennahe Systeme



Typ "Abtragung"



Typ "Graben"

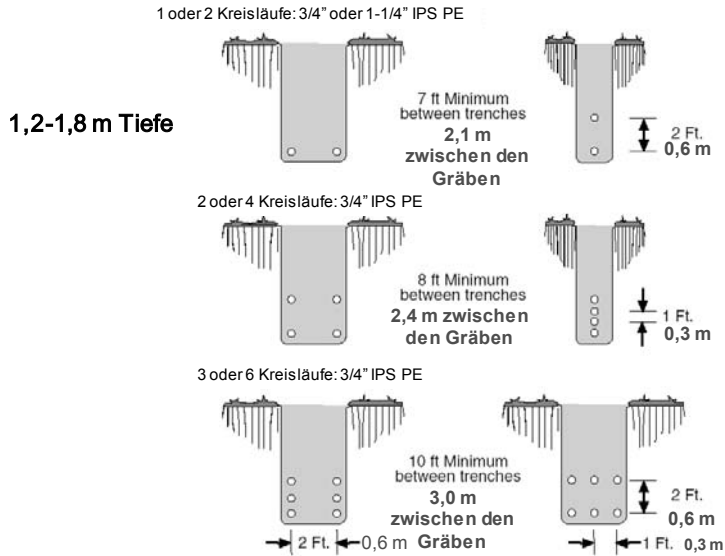
# Oberflächennahe Systeme

## "Ausgedehnte Abtragung"



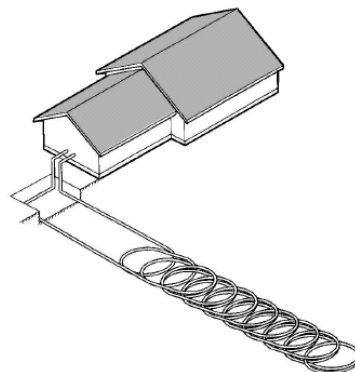
# Oberflächennahe Systeme

## Systeme "Graben" \_Verlegearten\_



**TONONFORTY**  
TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

## Systeme "Graben" \_Verlegearten\_



Horizontale Bodenkreislauf-Slinky Style

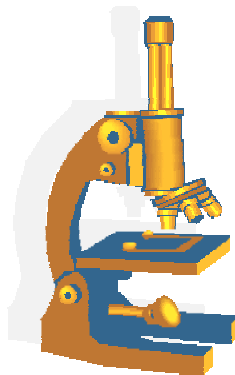
## INSTALLATIONSARTEN

In Nordamerika, wo sich die meisten horizontalen Installationen befinden und für die auch die meisten Literaturverweise vorliegen, sind die derzeit verbreitetsten Systeme:

- Wärmetauscher Slinky (Spiralrohr)
- System mit Doppelrohr
- System mit 4 Rohren

Aufgrund der Vielzahl der Konfigurationen wird heute nicht mehr die Länge der installierten Rohre betrachtet, sondern die Länge des Grabens, mit dem Ziel, den entsprechenden Wärmewiderstand des ganzen Grabens zu bestimmen.

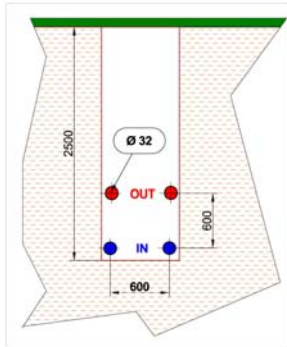
## Die Versuche TONON FORTY





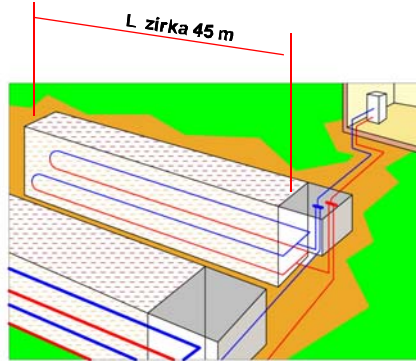
## DIE LÖSUNGEN

### WÄRMETAUSCHER MIT DURCHGEHENDEM ROHR 4-ROHR-SYSTEM



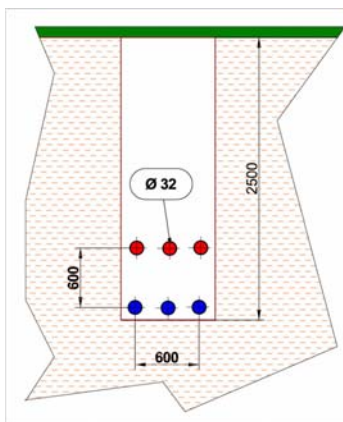
Querschnitt Verlegung

Polyethylen-Rohr  
PE 80 DN 32 PN12,5



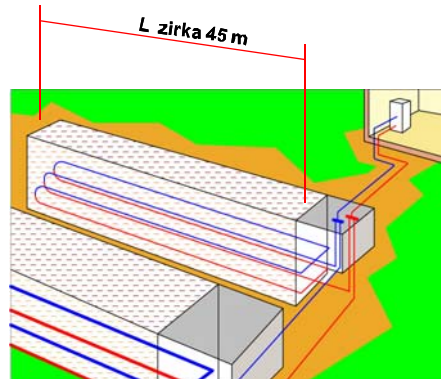
## DIE LÖSUNGEN

### WÄRMETAUSCHER MIT DURCHGEHENDEM ROHR 6-ROHR-SYSTEM



Querschnitt Verlegung

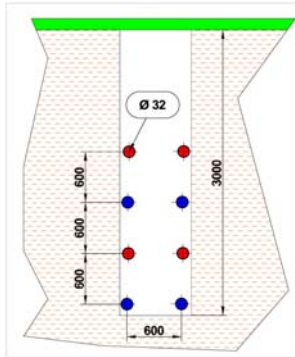
Polyethylen-Rohr  
PE 80 DN 25 (32) PN12,5





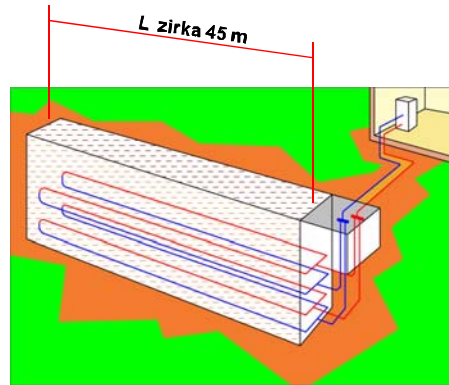
## DIE LÖSUNGEN

### WÄRMETAUSCHER MIT DURCHGEHENDEM ROHR 8-ROHR-SYSTEM



Querschnitt Verlegung

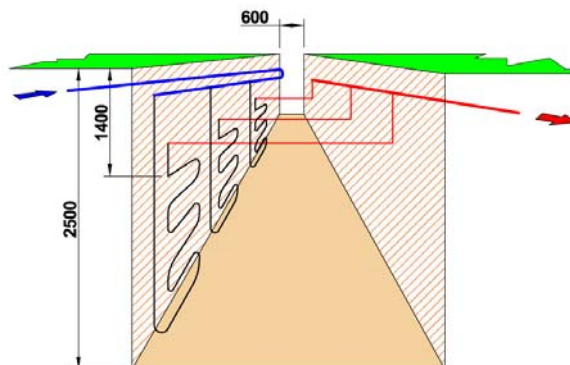
Polyethylen-Rohr  
PE 80 DN 25 (32) PN12,5



## DIE LÖSUNGEN

### MODULARER WÄRMETAUSCHER "ROHRSCHLANGE"

Verlegen als EINFACHES MODUL

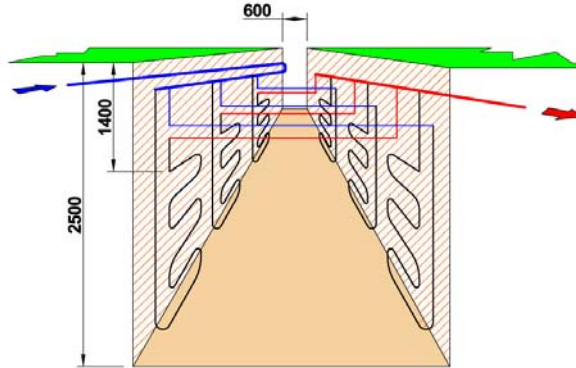




# DIE LÖSUNGEN

## MODULARER WÄRMETAUSCHER "ROHRSCHLANGE"

Verlegung als DOPPELMODUL



# DIE LÖSUNGEN

## MODULARER WÄRMETAUSCHER "KAPILLARROHRE"

Horizontale geothermische Sonde mit Kapillarrohren

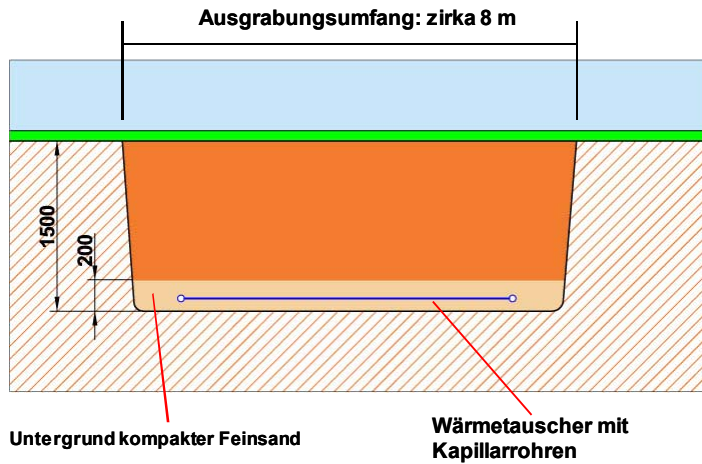
Schema	P.VG10	Beschreibung	P.VG10
		<p>Mit der geothermischen Sonde P.VG10 kann die normalerweise benötigte Oberfläche für normale Horizontalsonden verringert werden.</p> <p>Im Normalfall wird sie 1,5 m unter der Erde in einem Sandbett verlegt.</p>	<p>Die Anschlüsse werden durch Hülzverengung ausgeführt, mit Verbindungslücken aus dem gleichen Material, mit normalen Schweißtechniken für Polypropylen.</p>

Anschlüsse	P.VG10	Beschreibung	P.VG10																						
		<table border="1"> <tr> <td>Material</td> <td>Polypropylen Random Typ 5 DN 8078</td> </tr> <tr> <td>Durchmesser Kollektor</td> <td>20x3,4 mm</td> </tr> <tr> <td>Durchmesser Kapillarrohre</td> <td>4,2x0,8 mm</td> </tr> <tr> <td>Achsabstand Kapillarrohre</td> <td>10 mm</td> </tr> <tr> <td>Länge (L)</td> <td>6000 mm</td> </tr> <tr> <td>Blöcke (B)</td> <td>1000 mm</td> </tr> <tr> <td>Masse</td> <td>1438 g/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Wärmeübertragende Wassermenge</td> <td>1387 g/h 0,84 l/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Wärmeleistung</td> <td>20-50 W/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Maximaltemperatur für Heizen</td> <td>60°C</td> </tr> <tr> <td>Betriebsdruck</td> <td>20bar</td> </tr> </table>	Material	Polypropylen Random Typ 5 DN 8078	Durchmesser Kollektor	20x3,4 mm	Durchmesser Kapillarrohre	4,2x0,8 mm	Achsabstand Kapillarrohre	10 mm	Länge (L)	6000 mm	Blöcke (B)	1000 mm	Masse	1438 g/m <sup>2</sup>	Wärmeübertragende Wassermenge	1387 g/h 0,84 l/m <sup>2</sup>	Wärmeleistung	20-50 W/m <sup>2</sup>	Maximaltemperatur für Heizen	60°C	Betriebsdruck	20bar	
Material	Polypropylen Random Typ 5 DN 8078																								
Durchmesser Kollektor	20x3,4 mm																								
Durchmesser Kapillarrohre	4,2x0,8 mm																								
Achsabstand Kapillarrohre	10 mm																								
Länge (L)	6000 mm																								
Blöcke (B)	1000 mm																								
Masse	1438 g/m <sup>2</sup>																								
Wärmeübertragende Wassermenge	1387 g/h 0,84 l/m <sup>2</sup>																								
Wärmeleistung	20-50 W/m <sup>2</sup>																								
Maximaltemperatur für Heizen	60°C																								
Betriebsdruck	20bar																								



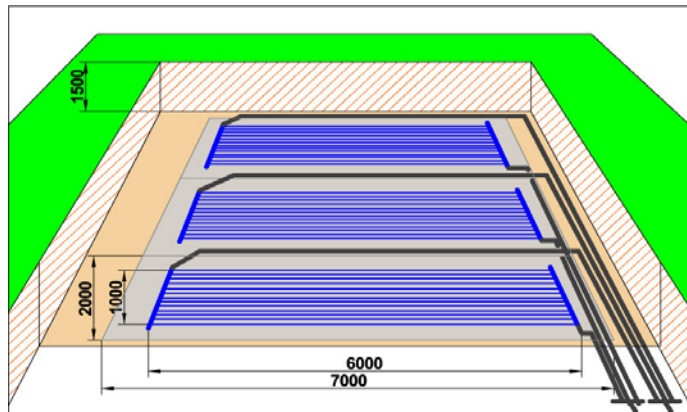
## DIE LÖSUNGEN

### MODULARER WÄRMETAUSCHER "KAPILLARROHRE"



## DIE LÖSUNGEN

### MODULARER WÄRMETAUSCHER "KAPILLARROHRE"

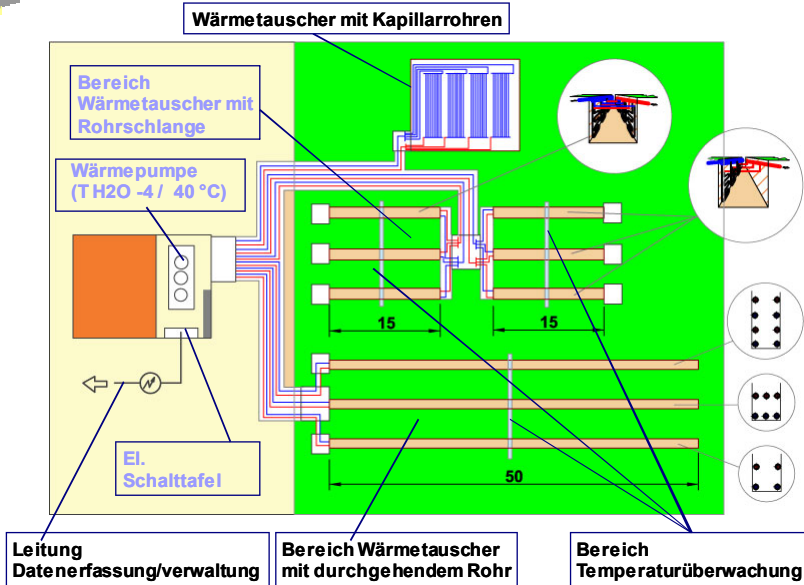


Ausnutzungsgrad Platte: 50 W/m<sup>2</sup>

Leistung verlegte Platte (nach den Herstellerangaben): 700 W / Modul



# VERLEGEPLAN



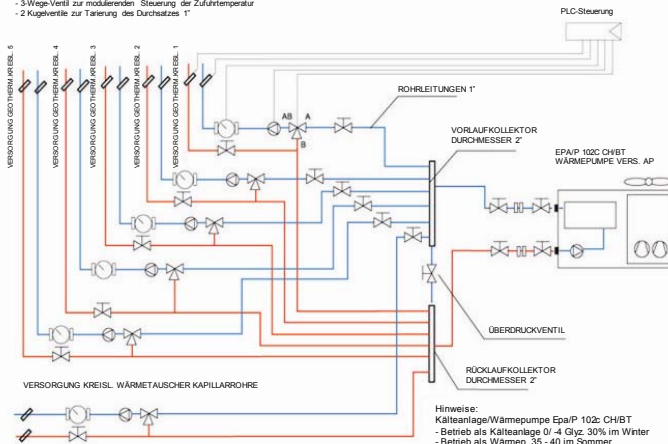
# DIE ANLAGE



## SCHEMA FLUID-VERTEILUNG GEOTHERMISCHE SONDE

- Kontrolle je Kreislauf:
- 1 Durchflusssens. Kobold DRS 2-50 50 l/min.
  - 2 Sonden Zuführung/Rückleitung Typ NTC
  - 1 Umwälzpumpe UPS 25-120-180
  - 3 Wege-Ventil zur modulierenden Steuerung der Zufuhrtemperatur
  - 2 Kugelventile zur Tarierung des Durchsatzes 1"

Kühl-/Heizungs-Zentrale für Tests der geothermischen Kreisläufe



**FLUID:**  
WASSER / GLYZ. PROPYL.  
70/30%

**TEMPERATUR FLUID:**  
min. -4°C / max. 40°C

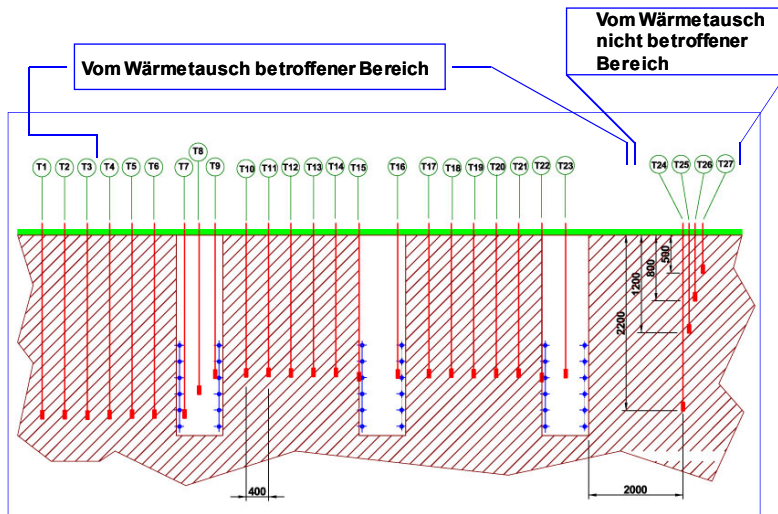
**DURCH DIE WÄRMEPUMPE VERFÜGBARE WÄRMETAUSCHLEISTUNG:**  
40 kW (T H2O -4°C)

Hinweise:  
Kälteanlage/Wärmepumpe EPA/P 102c: CHBT  
- Betrieb als Kälteanlage 0/-4 Glyz. 30% im Winter  
- Betrieb als Wärmep. 35 - 40 im Sommer



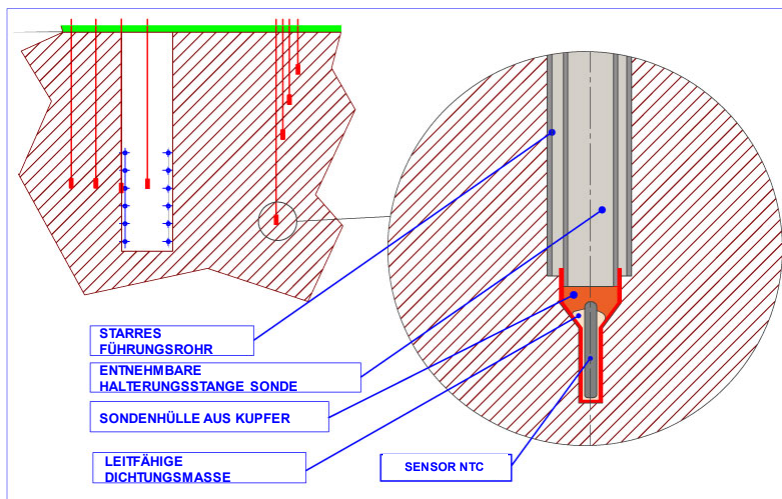
# DIE ÜBERWACHUNG

TEMPERATURVERHALTEN DES BODENS



# DIE ÜBERWACHUNG

SENSOREN ZUR ÜBERWACHUNG DER BODENTEMPERATUR:  
FÜR EINE METHODISCHE EICHUNG ENTNEHMBAR



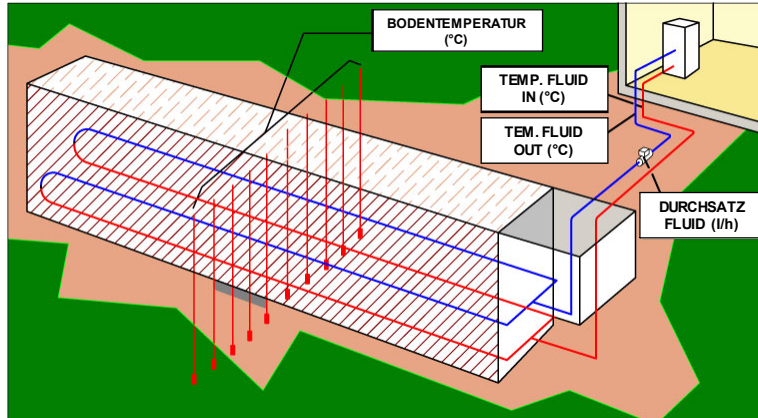


# DIE ÜBERWACHUNG

**DATENERFASSUNG FÜR JEDEN GEPRÜFTEN WÄRMETAUSCHER**

**WÄRMEMENGE, DIE ANS ERDREICH ABGEGEBEN (DEM ERDREICH ENTZOGEN) WIRD**

$$Q = cs \cdot W \cdot \Delta T$$



# EIGENSCHAFTEN DES BODENS

Tiefe (m) Skala 01:25	Stratigraphische Säule	STRATIGRAPHISCHE BESCHREIBUNG	T.P. (m)	Datum	HINWEISE
0.0		Schlammig-sandiger Oberboden			
0.15		Heterogenes Erdreich, bestehend aus schlammigem Lehm von hellbrauner Farbe mit Kies und Kieselsteinen (Aufschüttung)			
0.70		Schlammiger Lehm, leicht sandig, von hellbrauner Farbe mit Pflanzenresten und Karbonsteinlagerungen (P.P. = 2.5 kg/qcm; Tonv.=1.0 kg/qcm)			Probe C1 (-1.0 m ab OK Gelände)
1.20		Mittelfeiner Sand, leicht schlammig, von ockergelber Farbe			
1.40		Schlammiger Lehm, hellgrau mit ockergelber Schattierung			
1.55		Mittelfeiner Sand, leicht schlammig, von ockergelber Farbe			
1.65					
2.0		Lehmiger Schlamm von hellgrauer Farbe mit ockergelber Schattierung (P.P.=2.0 kg/qcm; Tonv.=1.2 kg/qcm)	2,05	20.09.07	Brunnen in der Nähe
2.80		Ende der Probearbeitung			Probe C2 (-2.0 m ab OK Gelände)
3.0					

## WÄRMETAUSCHLEISTUNG

- Der Vergleich der Gesamtlänge des Rohrs, der für alle Konfigurationen mit Ausnahme der Platten und Kapillarrohre möglich ist, zeigt deutlich den Effekt der thermischen Interferenz durch mehrere Rohre in einem Graben.
- Die thermische Interferenz zeigt sich durch das Übereinanderlegen der entsprechenden Temperaturfelder für zwei oder mehr Rohre, die gegenseitig ihren Wärmeaustausch beeinflussen
- In der Literatur wird der Mindestabstand zwischen zwei Rohren oder Gräben, ab dem man die thermische Interferenz vernachlässigen kann, mit **ungefähr 2 m** angegeben; ratsam sind entsprechende oder höhere Abstände

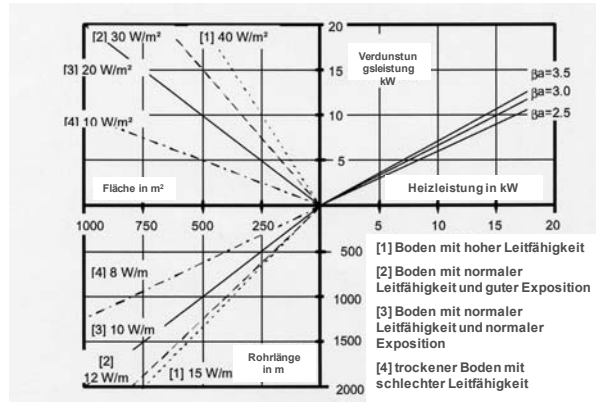
## WÄRMETAUSCHLEISTUNG

- Der Vergleich der Energieleistungen ist sinnvoll, wenn er nicht für die Länge des einzelnen Rohrs durchgeführt wird, sondern für die Länge des Grabens und der von ihm benötigten Fläche
- Zu diesem Zweck besitzen alle Gräben die gleiche Länge, die 50 m beträgt (45 m und entsprechende Biegungen)
- Die beste Konfiguration ist die, die den besten Kompromiss erzielt zwischen dem Effekt der thermischen Interferenz und der Erhöhung der im Graben vorhandenen Rohre.

## FORMFAKTOREN BEI EINZELROHREN

Formfaktor, mit Sicherheitskorrektur anwendbar auf andere Bodenarten und Klimabedingungen: Ausarbeitung entsprechender Tabelle für Einzelrohre (z.B. VDI-Diagramm)

Normogramm der Berechnung des Ausnutzungsgrads je Einzelrohr



## FORMFAKTOREN BEI EINZELROHREN

Der Wert wurde aufgrund der entsprechenden Durchschnittswerte im Zeitraum Februar - März bestimmt, mit stabilen Bedingungen beim Wärmetausch

Geothermische Sonden, bei ständiger Zuführung (Idealzustand)

Zweireihig 2.71

Einreihig 2.12

8 Rohre 2.84

6 Rohre 2.55

4 Rohre 1.86

## WIE WIRD DIE GRÖSSE EINER GEOTHERMISCHEN SONDE FESTGELEGT

## VORGANGSWEISE BEI DER GRÖSSENBESTIMMUNG

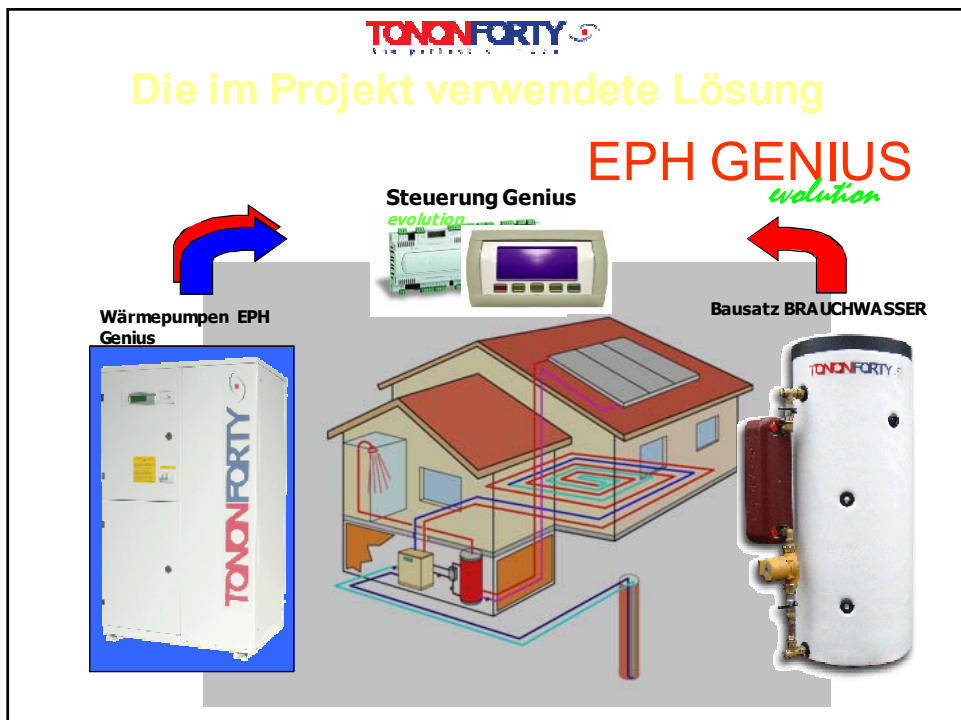
Zur Festlegung der Größe des Kreislauf von horizontalen Wärmetauschern:

1. Die thermische Nennleistung (Pt) der Wärmepumpe festlegen
2. Die durchschnittliche Leistungszahl (COP) der Jahreszeit wählen
3. Die Leistung des Verdampfers (Pevap) berechnen (der mit dem Boden tauscht):

$$P_{\text{evap}} = P_t \cdot (\text{COP} - 1) / \text{COP}$$

## VORGANGSWEISE BEI DER GRÖSSENBESTIMMUNG

4. Die Eigenschaften des Bodens bewerten (Prüfung bis in ungefähr 2,5 m Tiefe)
5. Je nach Bodenart und Klima den Wert in W/m für das Einzelrohr festlegen (um eine Mindesttemperatur am Eingang der Wärmepumpe von  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  zu erreichen)
6. Den Formfaktor der gewählten Konfiguration anwenden
7. Den Lastfaktor anwenden (Verhältnis Bedarf / Leistung Wärmepumpe)
8. Die Gesamtlänge der Gräben bestimmen



- Im Bereich der Wohnbauten sind die wichtigsten Bedürfnisse:
- **Verteilter Raumkomfort**
- **Verfügbarkeit von Brauchwarmwasser**
- **Autonomer Betrieb**
- **Geringe Betriebskosten**

### Radiator Wärme – Kälte + Entfeuchtung

- Die Kombination mit Endeinheiten vom Typ Radiator ergibt eine noch höhere Wirksamkeit und legt ideale Bedingungen für den Raumkomfort fest



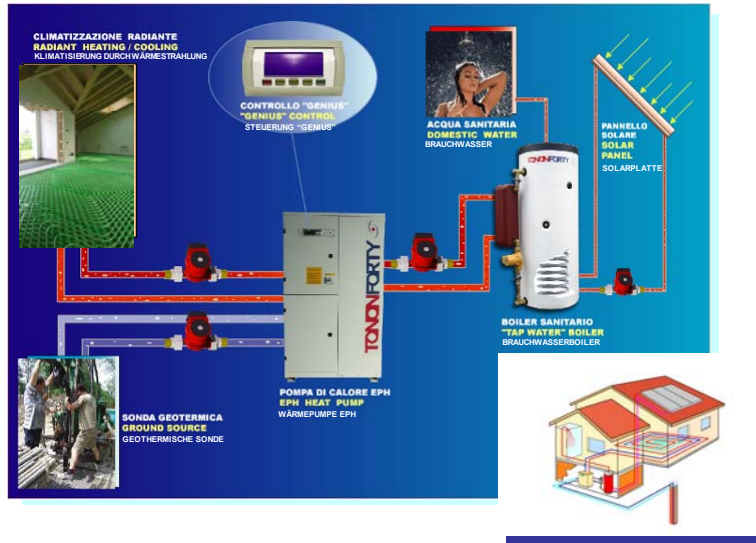
Leistungs-  
zahl > 4

Cooling  
15-18 °C

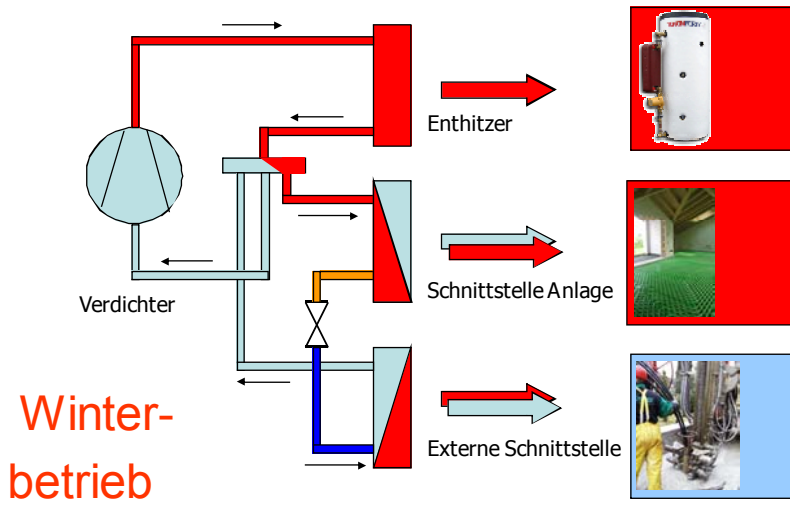
Heating  
30-35 °C



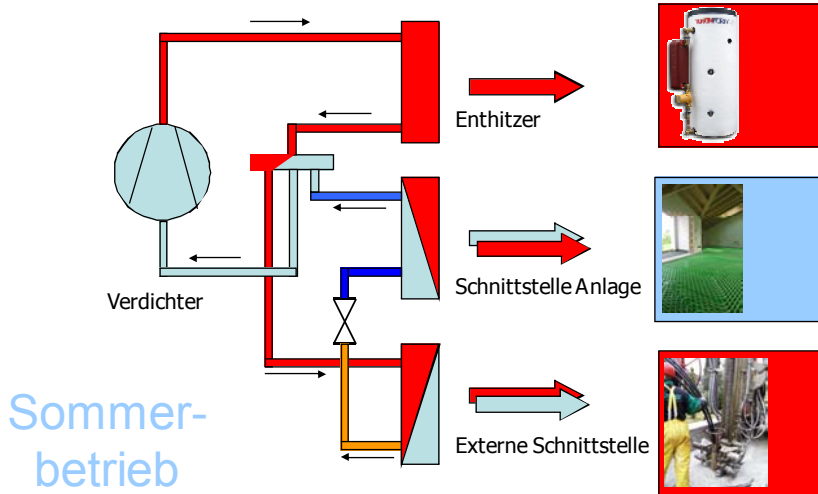
# Das System EPH Genius *evolution*



## EPH Genius \_ Die Logik \_

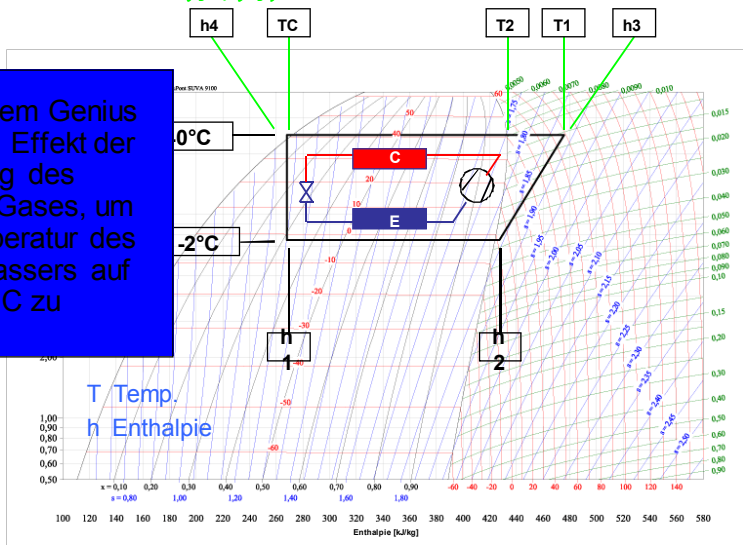


# EPH Genius \_ Die Logik \_



# EPH Genius *evolution* Die Funktionen \_

Das System Genius nutzt den Effekt der Enthitzung des warmen Gases, um die Temperatur des Brauchwassers auf über 65 °C zu bringen



# EPH Genius *evolution* Die Funktionen

- **Betriebsarten**

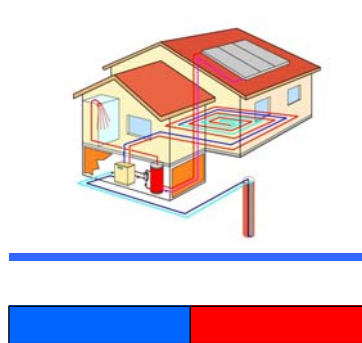
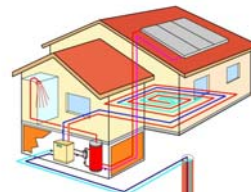
(vom Nutzer aktivierbar)



- Heizung + Brauchwasser
- Kühlung + Brauchwasser
- Nur Brauchwasser



- **Automatische Kontrolle der Zyklusumkehrung für das Aufheizen des Brauchwassers wenn die Bedingungen der Anlage im Betrieb "Cooling" erfüllt sind**



# EPH Genius evolution Die Funktionen \_

- **Logik der Priorität des Aufheizens des Brauchwassers**
- **Erhöhung der Temperatur durch den Enthitzer auf bis zu 70 °C**



# Legionellen \_ Allgemeine Informationen

- Es handelt sich um eine bakterielle Infektion
- Die Infektion wird durch Einatmen von verunreinigten Wasserpartikeln, die durch Aerosol verbreitet werden, übertragen. Sie wird nicht durch das Trinken von Wasser übertragen
- Die Bakterien sind im Wasser vorhanden (Seen, Flüsse, Brunnen, Wasserleitungen usw.) und sind resistent gegen die normalen Behandlungen zur Trinkwasseraufbereitung
- Überlebenszeiten der "Legionellen"
  - 0 / 20 °C **Lebende Bakterien / nicht aktiv**
  - 20 / 42 °C **Vermehrung / Wachstum der Bakterien**
  - 50°C **Beseitigung der Bakterien in zirka 2 Stunden**
  - 60 °C **Beseitigung von 90% der Bakterien in zirka 2 Min.**
  - 70° C **sofortige Beseitigung der Bakterien**
- Höhe der Verseuchung (Schädlichkeitsschwelle)
  - 1000 Cfu/l für gesunde Personen (öffentliche Bereiche)
  - 100 Cfh/l für geschwächte Personen (Krankenhäuser)
  - Cfu/l = Menge der Mikroorganismen je Liter Wasser)

# Legionellen \_ Die Behandlungsarten

- **Filtrieren** (Sandfilter / Mikrofilter)
  - DAFÜR Keine chemischen Produkte
  - DAGEGEN Teures System / hoher Wartungsgrad
- **Chlorierung** (hohe Konzentrationen)
  - DAFÜR Wirkt im ganzen Verteilsystem
  - DAGEGEN Chlor ist ätzend / durch Restmenge nicht für den Standard Trinkwasser geeignet
- **Ultraviolette Strahlen**
  - DAFÜR Einfache Installation / optimale lokale Wirksamkeit / verändert den Geschmack nicht
  - DAGEGEN Wirkt nicht im ganzen Verteilsystem
- **Ionisierung Kupfer/Silber**
  - DAFÜR Optimale Bakterien abtötende Wirkung / Methode wird durch die Wassertemp. nicht beeinflusst
  - DAGEGEN Ständige Prüfung der Konzentration / kann nicht in Verbindung mit Zink verwendet werden
- **Wärmebehandlung**
  - DAFÜR Keine besondere Ausstattung benötigt / keine chemischen Produkte
  - DAGEGEN Verlangt eine entsprechende Überwachung der Temperaturen

# EPH Genius \_ Die Funktionen \_

## Funktion Anti-Legionellen

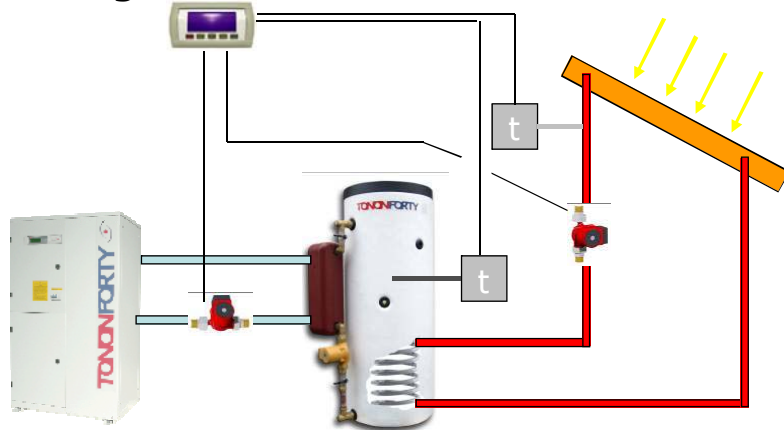
### Wärmebehandlung

- Einstellungen
- Einstellung Datum / Uhrzeit
- Einstellung max. Boilertemperatur
- Einstellung Zeitdauer für Halten der eingestellten Temperatur
- Speicherung der Ereignisse
- Datum und Uhrzeit Zyklusbeginn und -ende
- Beschreibung des Ereignisses
- Temp. H2O Boiler
- Druck HP – LP



# EPH Genius \_ Die Funktionen \_

## Kann ins Erdwärmesystem integriert werden



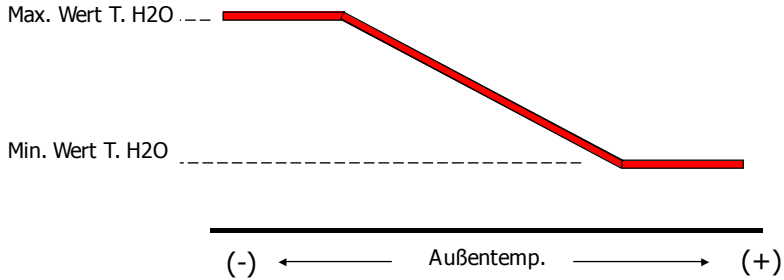
# EPH Genius \_ Die Funktionen \_

## Energiesparen / Steuerung nach Zeitfenstern

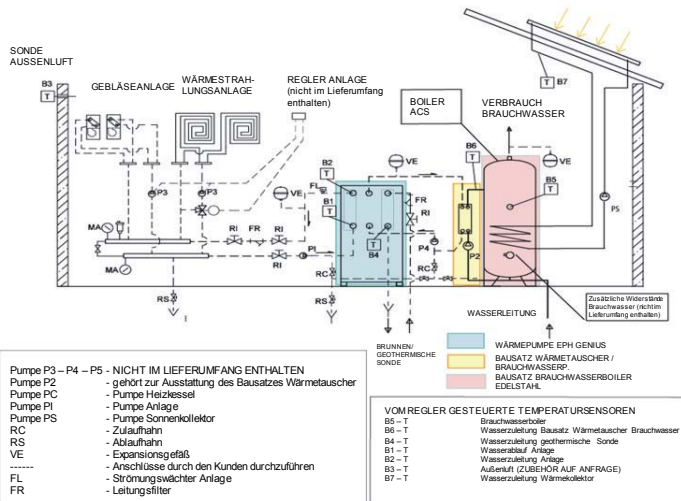


- Manuelle Einstellung
- Vordefinierte Einstellungen (täglich / monatlich)
- Steuerung Energiesparen mit zwei Sollwerten
- Möglichkeit des Ausschaltens nach Zeitfenstern

# EPH Genius \_ Die Funktionen \_ Dynamischer Sollwert Anlage T H2O



# Die Anlage \_ Aufbauschema



# EPH Genius

## Installationsbeispiel

