

Wärmepumpensysteme zur Nutzung der Wärme aus Oberflächengewässern



- **Funktionsschema einer Wärmepumpenanlage**
- **Vorteile und Nachteile möglicher Energiequellen**

Wärmepumpenprinzip

ca. 1 Teil
kostenpflichtig

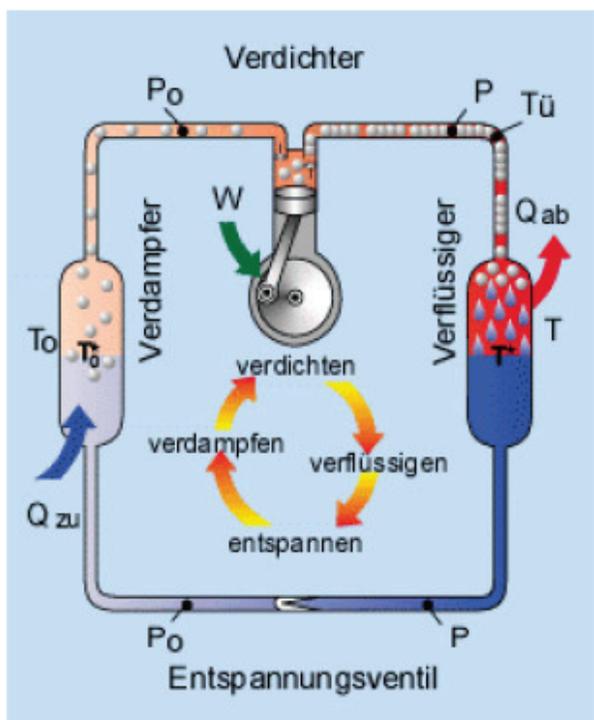
Antriebsenergie:
- Strom

ca. 3 Teile
kostenfrei

Energie aus der Umwelt

Quellen:

- Luft
- Boden
- Wasser *
- Abwärme
- Kälteanlagen
- Kanalisation
- Tunnel

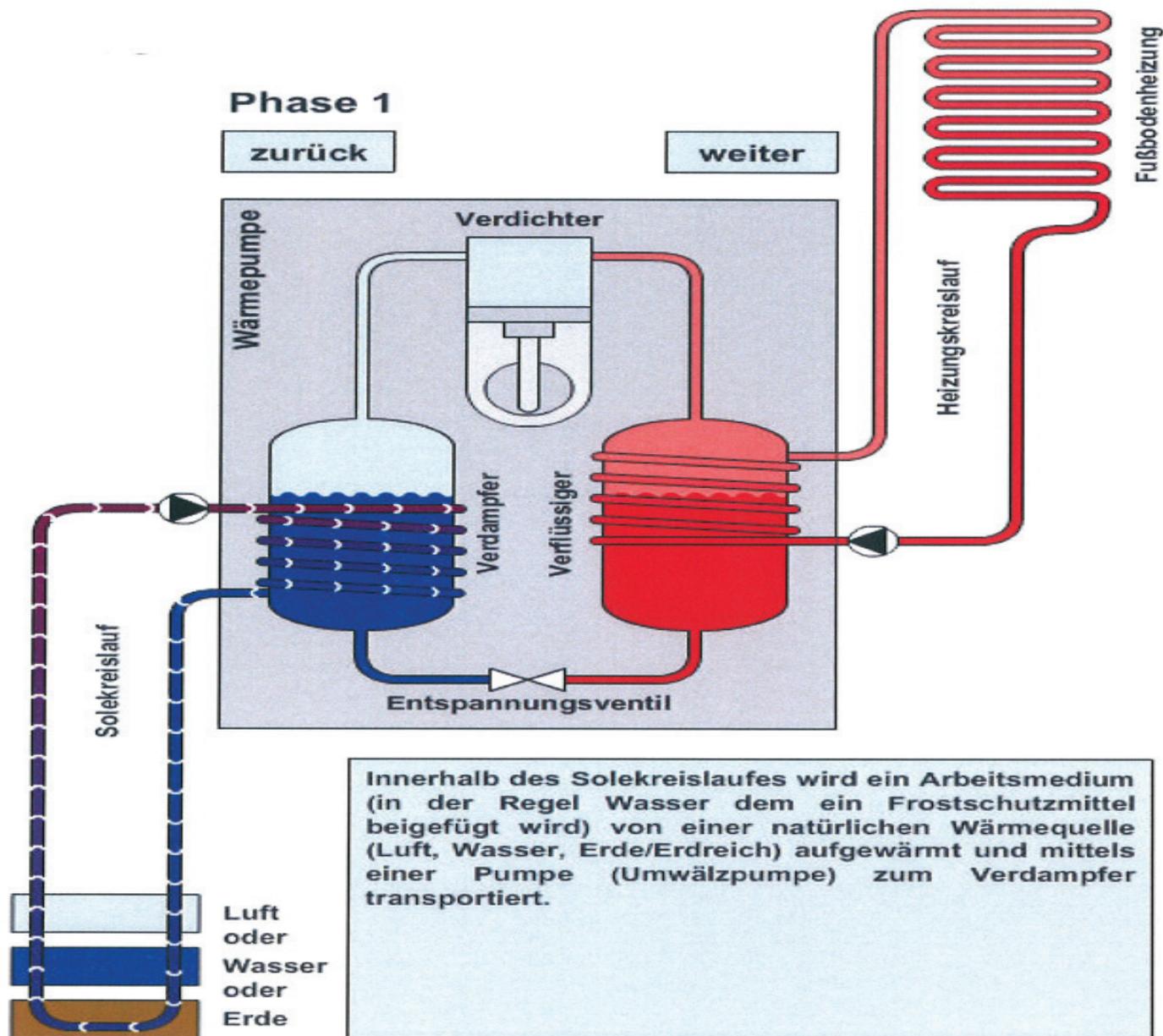


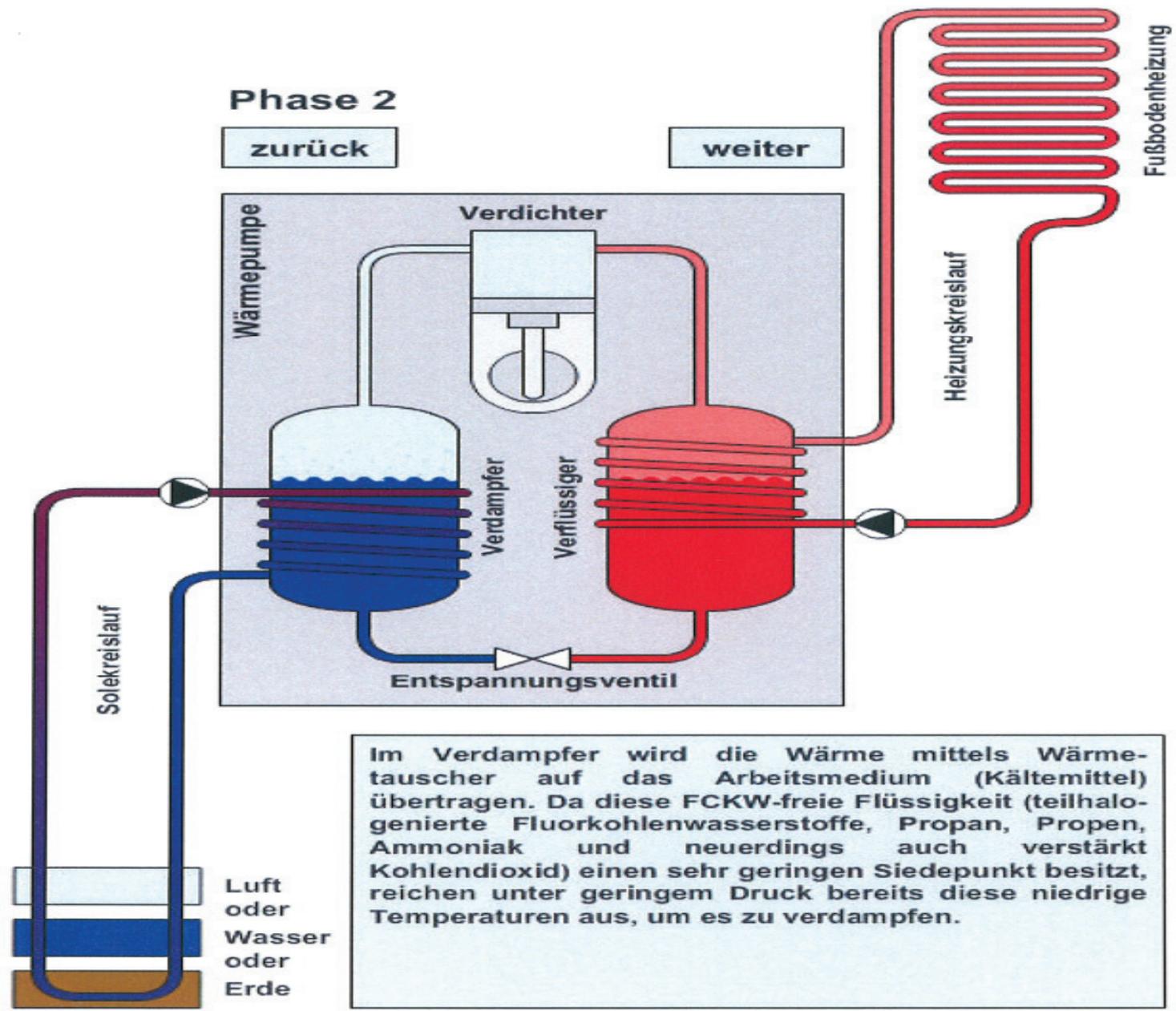
ca. 4 Teile

Gebäudeheizung

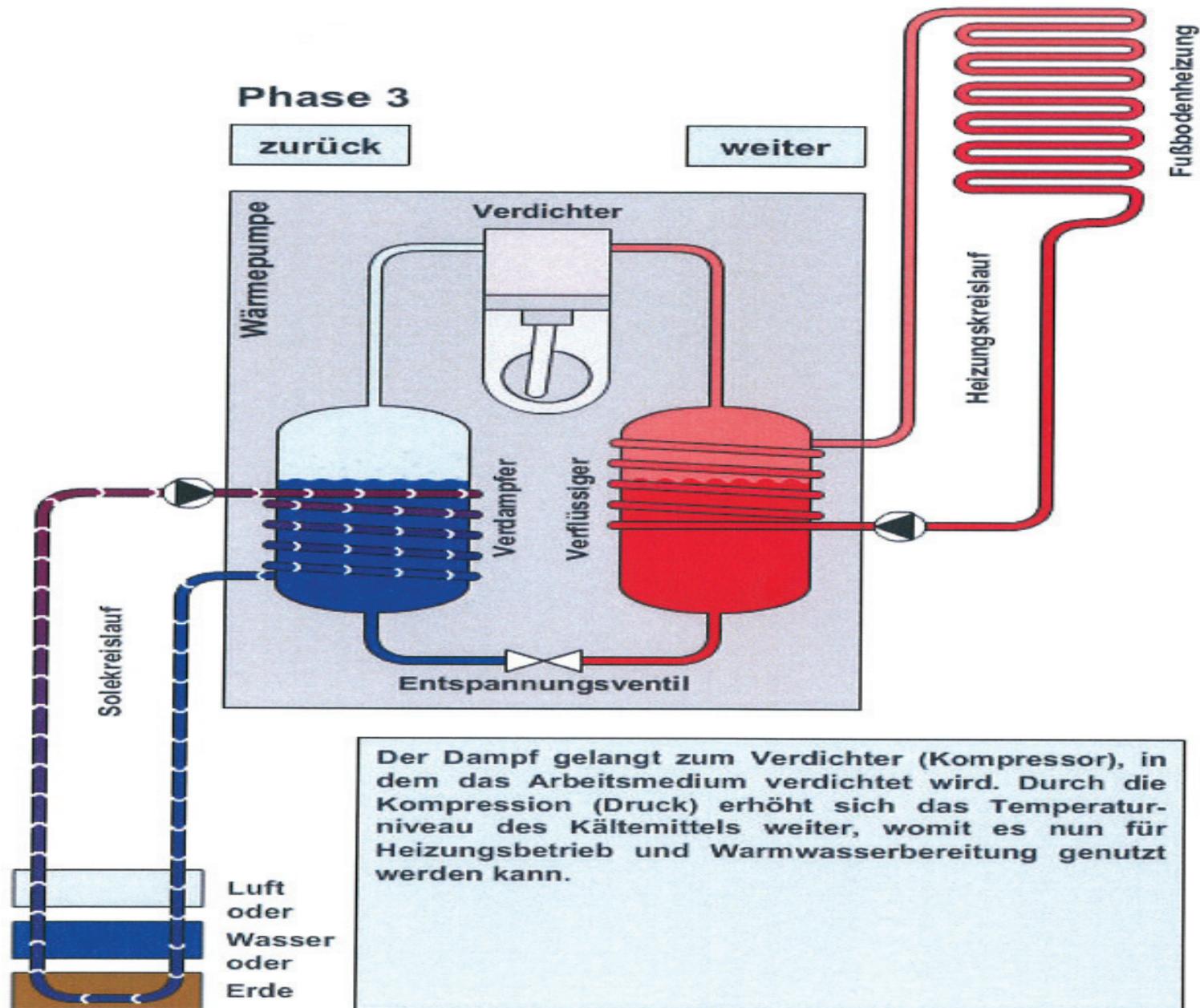
Ziel:

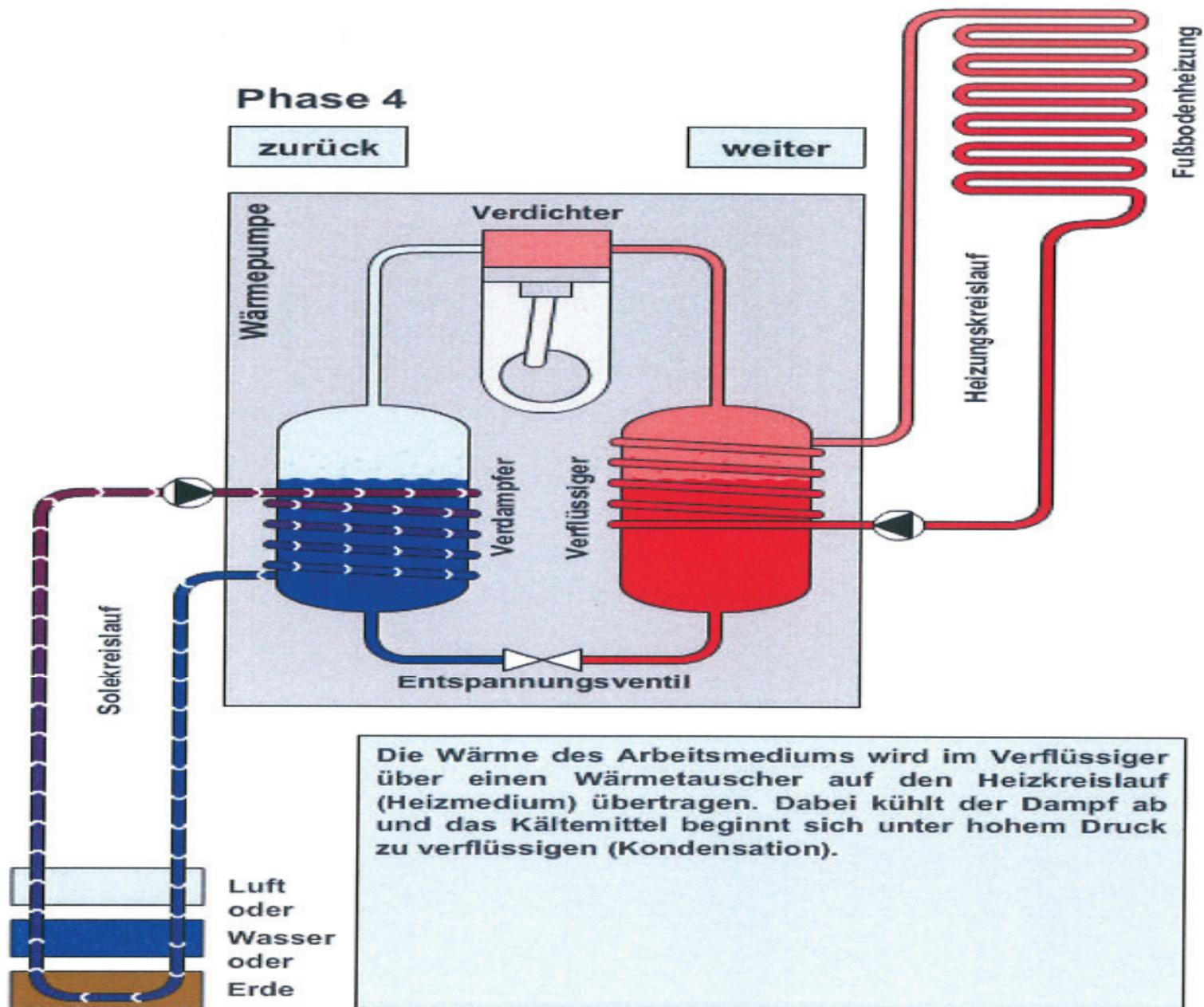
- Raumwärme
- Luftverteilsysteme
- Brauchwarmwasser

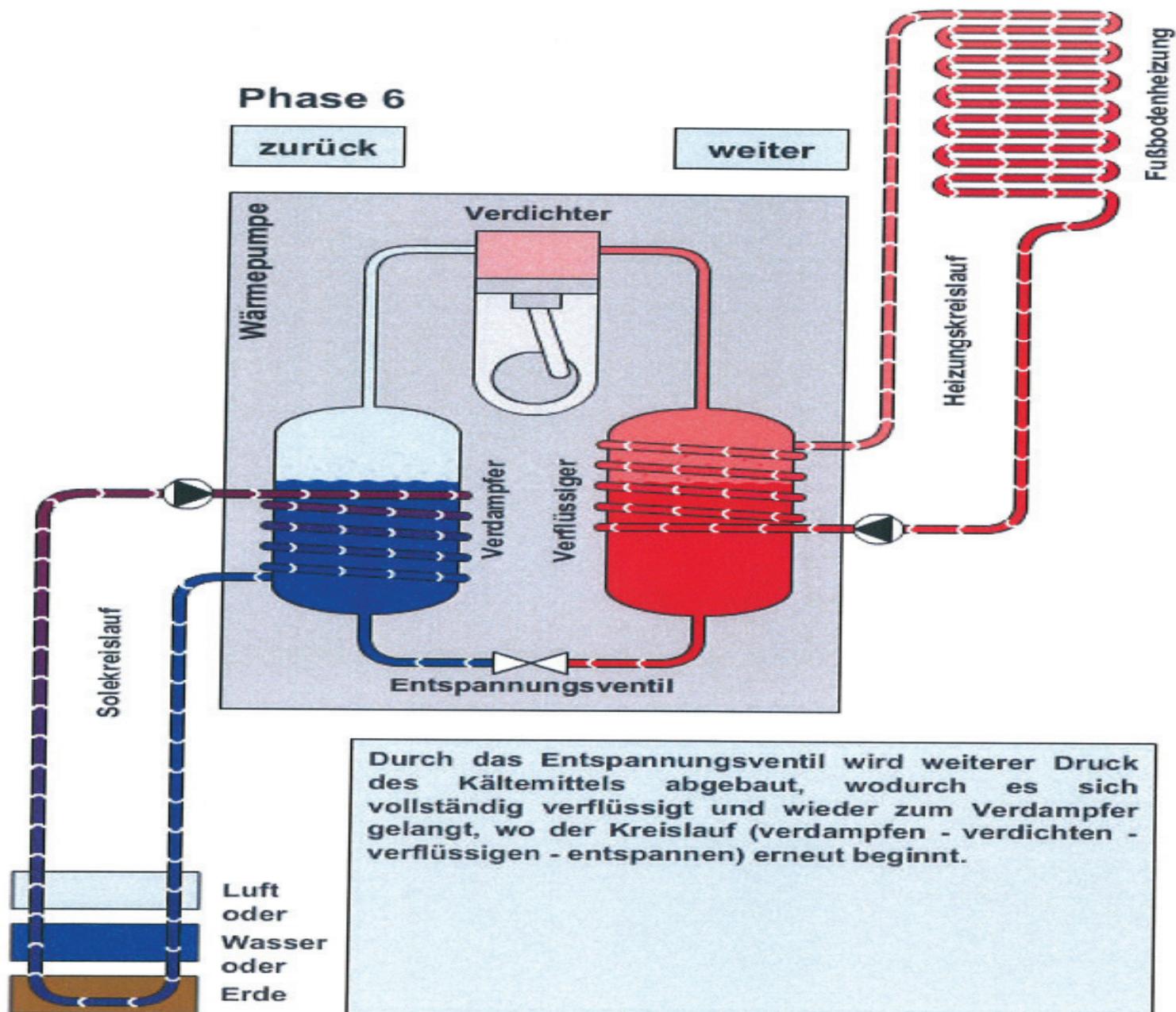




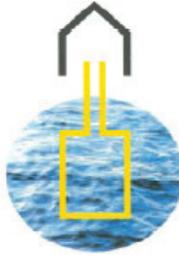
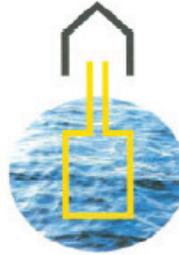
Im Verdampfer wird die Wärme mittels Wärmetauscher auf das Arbeitsmedium (Kältemittel) übertragen. Da diese FCKW-freie Flüssigkeit (teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, Propan, Propen, Ammoniak und neuerdings auch verstärkt Kohlendioxid) einen sehr geringen Siedepunkt besitzt, reichen unter geringem Druck bereits diese niedrige Temperaturen aus, um es zu verdampfen.







Wärmepumpensysteme im Vergleich

Anlagenmerkmale und Verfahren			
Wärmepumpen-Systeme Luft/Wasser-WP	Sole/Wasser-WP	Wasser/Wasser-WP mit Grundwasser	Wasser/Wasser-WP mit Oberflächenwasser
			
Wärmequelle			
Umgebungsluft	Erdreich (Erdwärmesonden)	Grundwasser (Filterbrunnen)	Seen, Flüsse
Merkmale, Hinweise			
JAZ: ca. 3.0	JAZ: ca. 3.5	JAZ: ca. 4.0	JAZ: ca. 3.5
tiefe Investitionskosten	Erdwärmesonden werden 50 bis 250 m tief gebohrt.	Grundwasser ist dank seiner nahezu konstanten Temperatur als Wärmequelle ideal.	Oberflächengewässer können im Winter ganz oder teilweise gefrieren, deshalb ist eine Zusatzheizung notwendig (Elektroregister im Speicher oder Heizkessel).
Verschlechterung der Leistungszahl bei sinkenden Aussentemperaturen	Abhängigkeit von der Aussentemperatur kann vernachlässigt werden.		
Eventuell Einsatz einer Zusatzheizung (Holz, Öl oder Gas)			
gute Schalldämmung der Ventilatorgeräusche			
Standorteinschränkungen (Anfragen an AFU / uwe)			
keine	nicht in Grundwassergebieten, die sich zur Trinkwassernutzung eignen	nicht in Grundwasser-Schutzonen	bei Fließgewässern von Wasserführung abhängig

JAZ: Jahresarbeitszahl. Gibt den übers Jahr gemittelten 'Wirkungsgrad' der Wärmepumpe an. Eine Jahresarbeitszahl von 4.0 bedeutet, dass mit 1 kW elektrische Energie 4 kW Heizenergie gewonnen werden kann. Der Vergleich der einzelnen WP-Typen zeigt, dass am meisten Energie mit einer Wasser-Wasser WP eingespart werden kann. Die Jahresarbeitszahl der Sole-Wasser WP ist mit 3.5 am zweit höchsten, jedoch um ca. 15% schlechter als bei der Wasser-Wasser WP.

Vorteile einer Wärmepumpenanlage in Oberflächengewässern

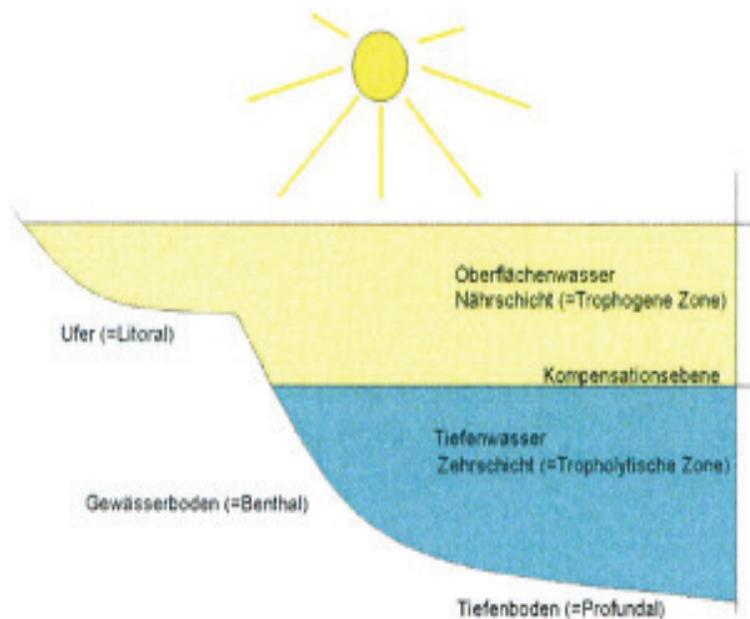
- Keine (teure) Untersuchung der Erdschichten notwendig
- Keine teuren Bohrungen notwendig
- Investitionskosten gegenüber der Erdwärme und Grundwasser sind geringer bei etwa gleicher JAZ

- Keine Gefahr der Beeinträchtigung des Grundwassers (Gefahr der Durchtrennung der stockwerkstrennenden Schichten)
- Keine Beeinträchtigung der Stabilität des Untergrundes
- aufgrund der o.g. Beeinträchtigungen, erfolgten Havarien wird derzeit das Genehmigungsrecht verschärft

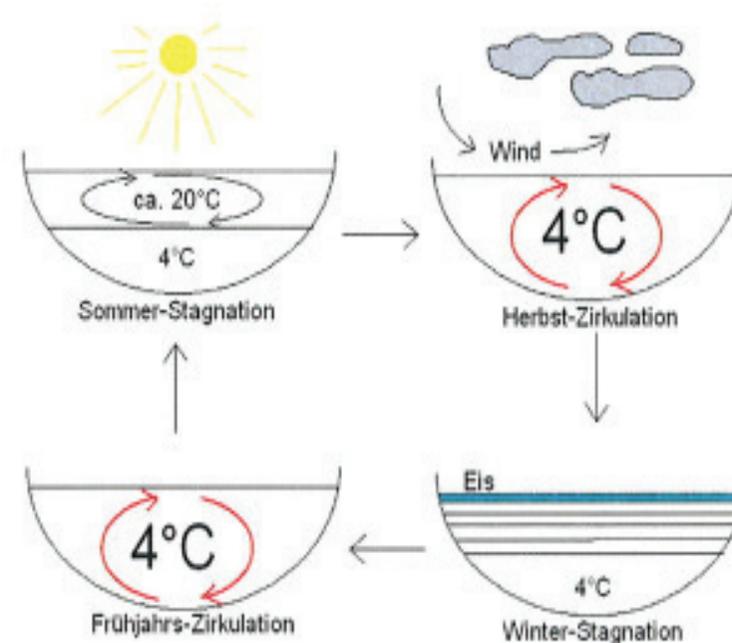
- Gegenüber der Luft als Wärmequelle sind die Investitionskosten etwa gleich, bei besserer JAZ

- **Wärmepumpensysteme zur Nutzung der Wärme aus Seen**

- See = Wärmespeicher → Wärmeaufnahme über Luft und Boden
- ganzjährige Mindesttemperatur von 4 °C in der untersten Schicht garantiert



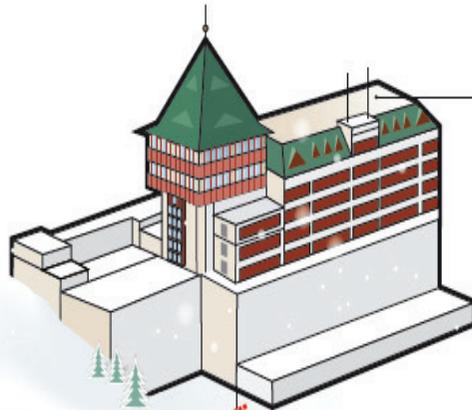
Seenschichtung



Temperaturschichtung im See im Lauf eines Jahres



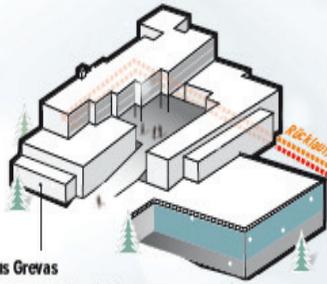
Geplant und gebaut wurde die Anlage vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ). Störungen können per Computer von Zürich aus behoben werden.



Badrutt's Palace Hotel

Mit dem Entschluss, die alten Ölheizungen aufzugeben und beim Wärmepumpenprojekt mitzumachen, wurde das Nobelhotel mit seinen über 160 Zimmern zum Ökopionier.

So wird das Hotel beheizt (in MWh/Jahr)



Schulhaus Grevas

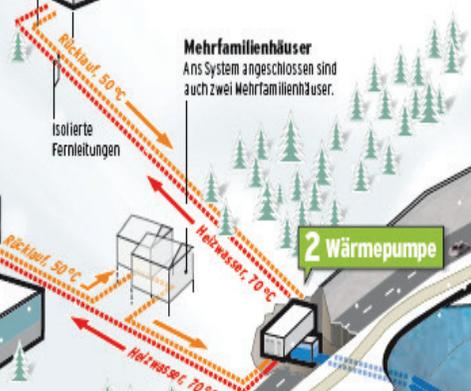
Das Schulhaus wurde 2007 an die Wärmepumpe angeschlossen. 36 Klassenzimmer, eine Doppelturnhalle, eine Aula und weitere Räume werden beheizt.

So wird die Schule beheizt (in MWh/Jahr)



Mehrfamilienhäuser

Ans System angeschlossen sind auch zwei Mehrfamilienhäuser.



Anwendungsbeispiel: St. Moritzersee

1 Wasserfassung

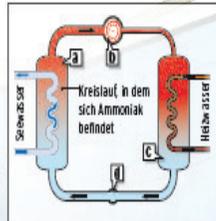


1 Wasserfassung

Von hier aus fliesst das Seewasser direkt zur Wärmepumpe. Die Wasserfassung steht auf dem Seeboden, wo das Wasser im Winter konstant vier Grad warm ist. In Spitzenzeiten fließen bis zu 4000 Liter pro Minute durch die Leitung. Das entspricht der Wassermenge eines kleinen Bachs.

2 Wärmepumpe

Das unterirdische Bauwerk, in dem die Wärmepumpe steht, hat die Grösse einer 3½-Zimmer-Wohnung. Die Pumpe entzieht dem Wasser Wärme, im Winter etwa drei Grad, im Sommer mehr. Im Wärmepumpenkreislauf befindet sich das natürliche Kältemittel Ammoniak, das bereits bei tiefen Temperaturen verdampft.



- Verdampfen:** Das flüssige Ammoniak wird durch die Wärme des Seewassers verdampft.
- Verdichten:** Der Dampf wird durch den Kompressor verdichtet. Er erhitzt sich dadurch auf rund 90 Grad Celsius.
- Verflüssigen:** Das Heisswasser entzieht dem Dampf Energie. Er wird wieder flüssig.
- Entspannen:** Der Ursprungsdruck wird wiederhergestellt. Der Kreislauf beginnt erneut.

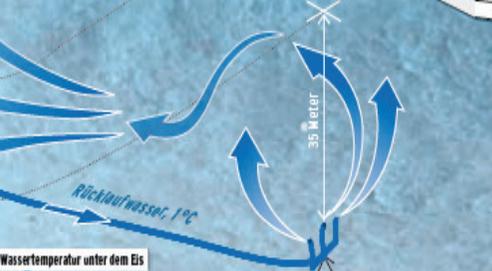
3 Wasserrückgabe

Das Rücklaufwasser wird zwei Meter über dem Grund in den See eingeleitet, damit der Schlick nicht aufgewirbelt wird. In dieser Tiefe beträgt die Wassertemperatur im Winter konstant vier Grad Celsius. Das von der Wärmepumpe auf ein Grad abgekühlte Wasser steigt zunächst nach oben, weil es weniger dicht ist als das

wärmere Wasser auf dem Seegrund. Auf dem Weg in höhere Schichten vermischt es sich nach und nach mit dem Umgebungswasser. Die «umgekehrten» Temperaturverhältnisse im See sind eine Folge der sogenannten Dichteanomalie des Wassers: Bei vier Grad Celsius ist Wasser am dichtesten und also am schwersten.



3 Wasserrückgabe



Quelle: EWZ, IWS

- **Anwendungsbeispiel: St. Moritzersee**

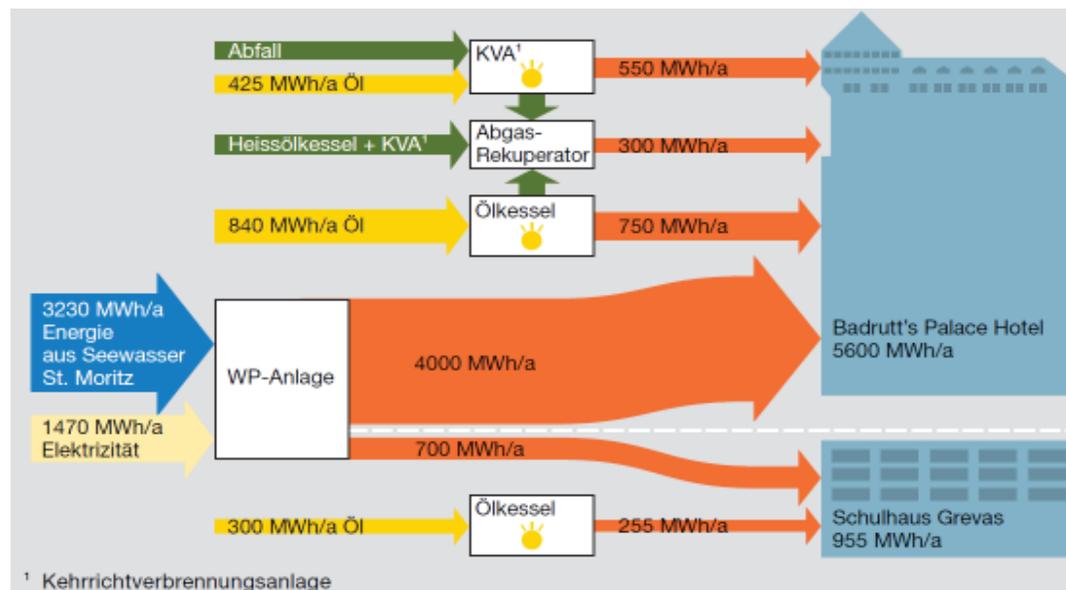
- **System mit Wasserentnahme aus dem Gewässer**

- Wasser-Ansaugstutzen:

- 50 Meter vom Ufer entfernt und 10 Meter unter der Seeoberfläche
- maximale Saugleistung: ca. 4000 Liter Wasser pro Minute (entspricht nur der Fliessmenge eines kleinen Bachs)
- das Wasser wird zum Ufer und dann in die Wärmepumpenzentrale geführt
- durch Wärmepumpen wird das auf 70 Grad erhitzt
- Abgabe der Wärme an einen separaten Wärmekreislauf
- Wasser wird auf ein Grad abgekühlt
- das auf ein Grad abgekühlte Seewasser gelangt über eine zweite Leitung wieder zurück in den See

- **Anwendungsbeispiel: St. Moritzersee**

- Beheizung eines Hotels und eines Schulhauses
- Basis der realisierten Anlage ist das immer vier Grad kalte Wasser des St. Moritzersees.
- Mit einer Wärmepumpenanlage wird die Wärme aus dem See für Heizzwecke und zur Wassererwärmung nutzbar gemacht.
- Die Anlage deckt gut 80 Prozent des Gesamtenergiebedarfs des Hotels und über 70 Prozent des Schulhauses.



Anwendungsbeispiel Zürichsee



System mit Wasserentnahme aus dem Gewässer

Objekt:

**Überbauung mit 58 Wohnungen und diversen Geschäften,
Inbetriebnahme August 2005**

Technische Daten:

Heizleistung: 700 kW

Heizenergie: 1,5 Millionen kWh pro Jahr

Warmwasser: 168 000 kWh pro Jahr

Anwendungsbeispiel Laacher See



- **System mit Wasserentnahme aus dem Gewässer**
- Laacher See: größter **Vulkansee** der Vulkaneifel
- Über zwei an Bojen befestigte Rohre kommt das Seewasser aus etwa zwölf Meter Tiefe und wird in einen Brunnenschacht geleitet.
- Von dem Schacht aus wird das Wasser in den Heizungskeller des Campingplatz-Gebäudes gepumpt, dort überträgt es die Energie über einen Wärmetauscher auf das Kältemittel der Wärmepumpe.

System mit Wasserentnahme aus dem Gewässer

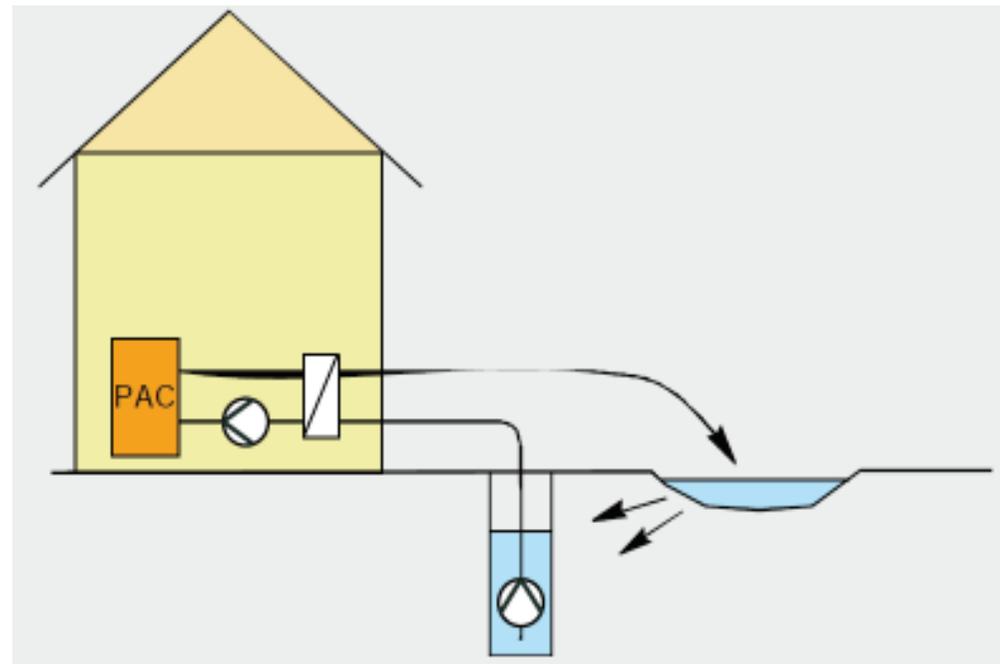
Filterbrunnenlösung:

Vorteil:

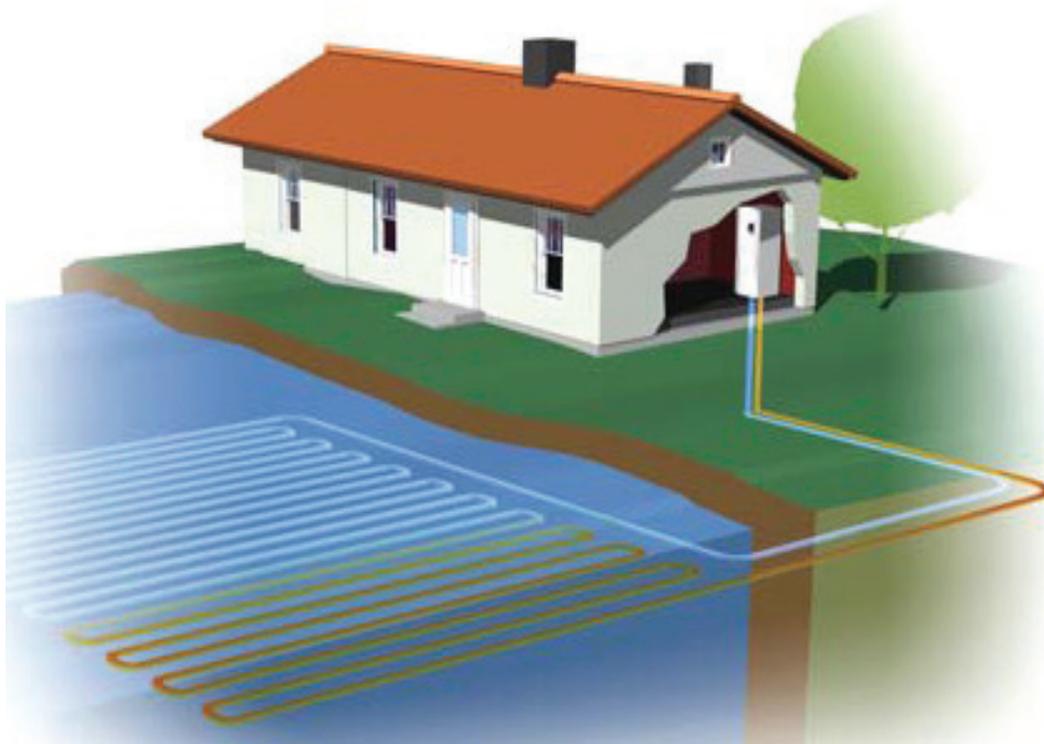
- durch Filterung – kein Problem mit der Wasserqualität

Nachteil:

- zus. Energie für Wasserpumpen – Problem bei großen Volumenströmen
- Wasserentnahme = bewilligungspflichtige Handlung nach dem WHG



- **Wärmeaufnahme direkt im Gewässer (ohne Wasserentnahme)**
- entweder durch sog. Flächenkollektoren (horizontale Absorption) oder (Erdwärme)Sonden als Kollektoren (vertikale Absorption)



Vorteil:

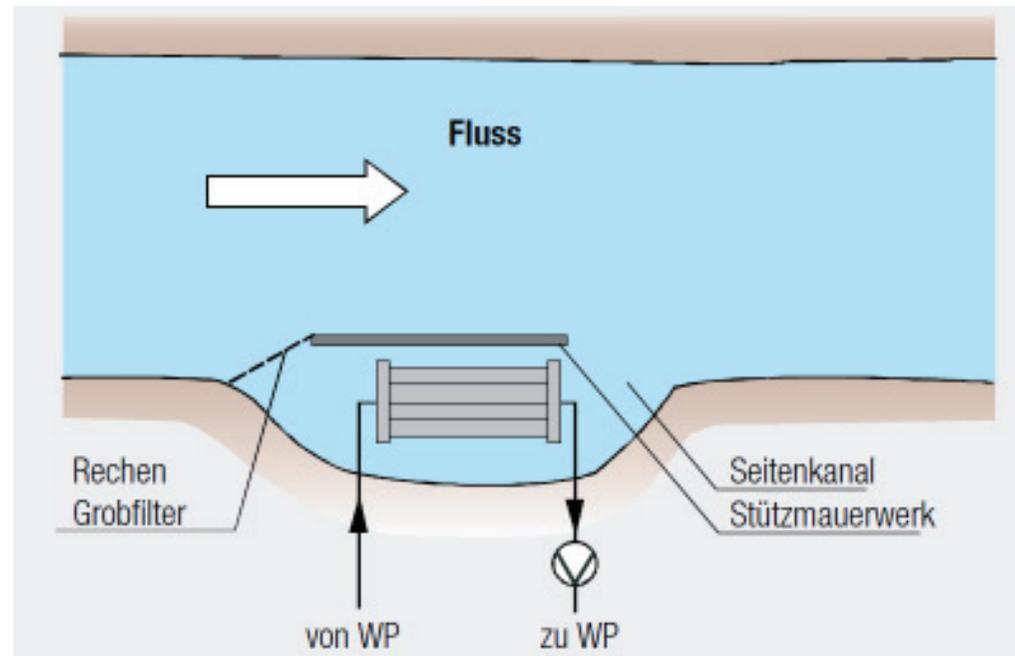
- Keine zusätzliche Energie für das Pumpen von Wasser notwendig
- Ohne Wasserentnahme bedeutet einfacheres Genehmigungsverfahren

Nachteil:

- Größerer Einfluss der Umweltbedingungen aus Gewässern (Wind, Wellen, Eis, Schlamm, Algen) auf das Wärmepumpensystem

- **Wärmepumpensysteme zur Nutzung der Wärme aus Seen**

Variante 1



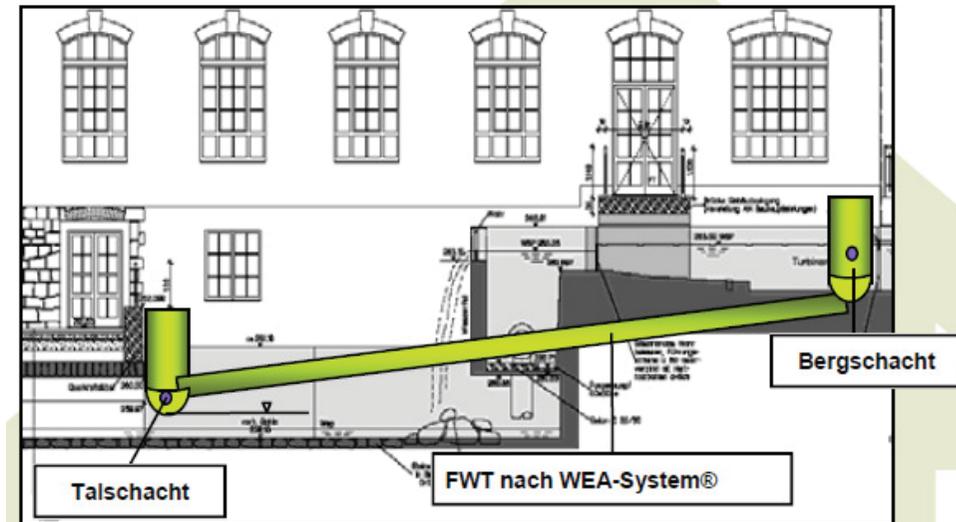
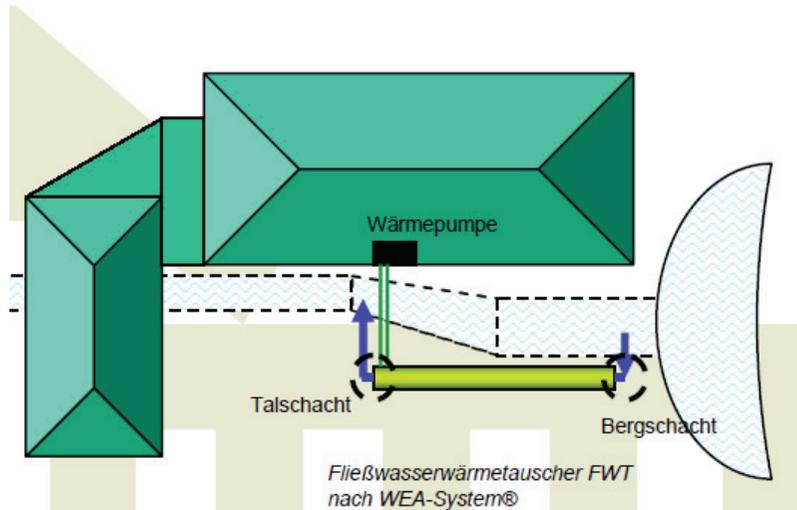
Vorteil:

- Die Variante kommt ohne Wasserentnahme aus dem Fließgewässer aus, sodass keine Bewilligung hierfür zusätzlich notwendig wird.
- Es fließt eine sehr große Wassermenge durch das Register, die Abkühlung ist entsprechend klein.

Nachteil:

- Das Register muss durch bauliche Maßnahmen (Rechen, Stützmauerwerk) gegen Geröll geschützt werden (Kostenfaktor).
- Der Rechen muss gereinigt werden (Wartungskosten).

Variante 2



Standort:

- Gemeinde Cunewalde (Sachsen)
- bivalente Wärmepumpenanlage (zus. Gasheizkessel vorhanden)

Technische Lösung:

- Das im **Turbinengraben** vorhandene Gefälle zwischen Berg- und Talschacht wird für den Wärmeentzug genutzt.
- Das Wasser des Bachs durchströmt im Bypassverfahren einen speziell entwickelten Fließwasserwärmetauscher.

Variante 2

- **Investitionskosten**
- insgesamt: netto 71.000 EUR
- Ausrüstung: 50.000 EUR
- Bauleistung: 15.500 EUR
- Ingenieurleistungen: 5.500 EUR

- **Einsparung**
- Heizkostensenkung bis zu 60 % (gegenüber reiner Gasheizung)
- ca. 8.000 EUR/a Einsparung
- Gassubstitution ca. 80 %

ecs-o

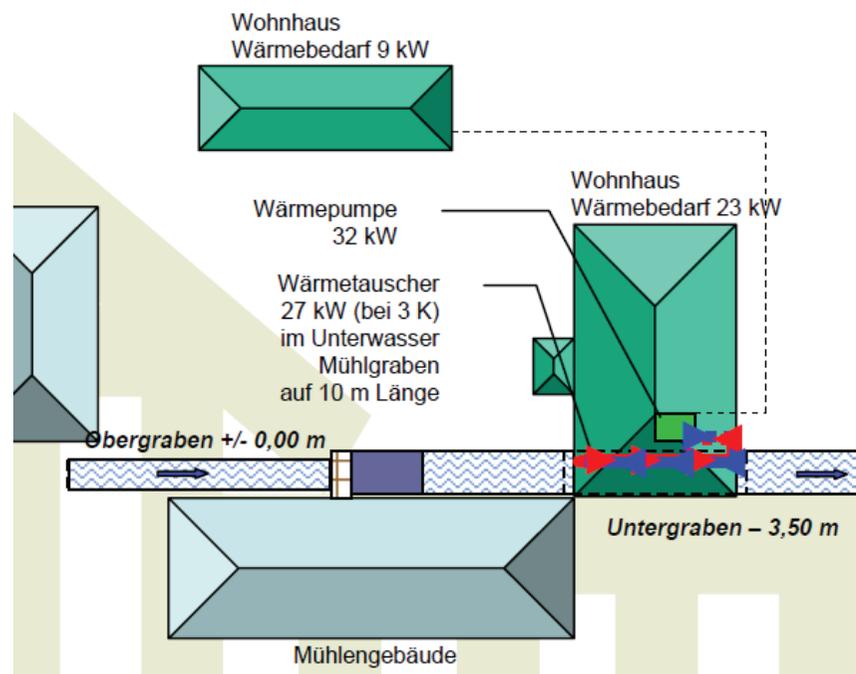
energie consult sachsen-ost GmbH

Grillenburger Straße 6
01159 Dresden

Telefon: 0351 / 41 43 8 0
Fax: 0351 / 41 43 8 40

Email: info@ecs-o.de
Internet: www.ecs-o.de

Variante 3



Fließwasserwärmetauscher FWT mit Umlenkeinrichtung

- Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten ist der Fließwasserwärmetauscher in offener Bauweise direkt an der Beton- bzw. Bruchsteinmauer angebracht worden.
- Die Installation im Untergrabenbereich ist dabei sinnvoll, weil hier nach dem Rechen im Mühlgraben sauberes Wasser mit höherer Turbulenz abströmt.
- **Investitionskosten ca. 5.300,00 € netto**

ecs-o

energie consult sachsen-ost GmbH

Grillenburger Straße 6
01159 Dresden

Telefon: 0351 / 41 43 8 0
Fax: 0351 / 41 43 8 40

Email: info@ecs-o.de
Internet: www.ecs-o.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

