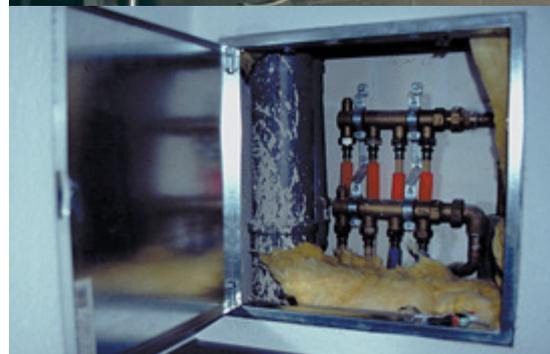


# Erdwärmetauscher – Geothermie intelligent nutzen



## Erdwärmetauscher – Geothermie intelligent nutzen

### Einleitung

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung im Jahr 2002 wurden die Grenzwerte für den Heizenergieverbrauch weiter reduziert. Die Einbindung der Haustechnik und die Vorgabe des Primärenergieverbrauchs werden in Zukunft zur weiteren Verbreitung von Lüftungsanlagen und Wärmerückgewinnungssystemen führen. Der Erdwärmetauscher bietet sich bei dem Einsatz von Lüftungsanlagen als interessante Alternative und als die ideale „solare Heizung“ an, da die Zuluft durch die in der Erde gespeicherte Energie (Erdwärme bzw. Geothermie) vorgewärmt wird. Während so im Winter Wärme dem Erdreich entzogen wird, erlaubt ein Erdwärmetauscher, warme Außenluft im Sommer abzukühlen, bevor sie in das Gebäude geführt wird.

### Wann ist ein Erdwärmetauscher sinnvoll?

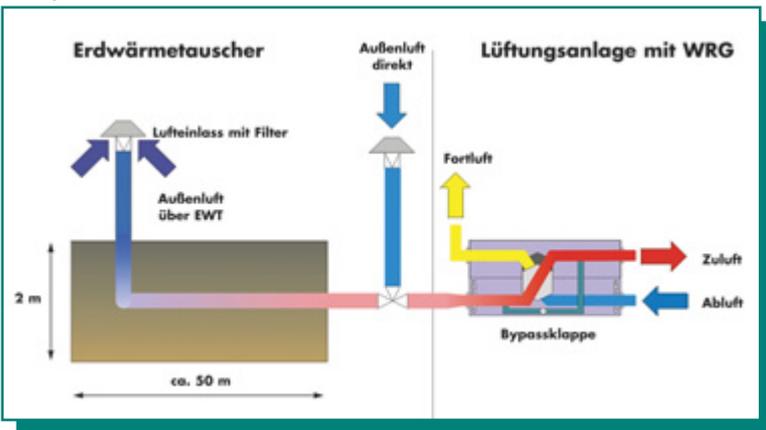
Grundvoraussetzung für den Betrieb eines Erdwärmetauschers ist der Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage. Über freie Lüftung, das heißt ohne Lüftungsanlage (Ventilator), ist ein kontrollierter und hygienischer Betrieb des Erdwärmetauschers nicht möglich. Durch das Vorschalten eines Erdwärmetauschers in die Luftansaugung wird die angesaugte Außenluft im Winter erwärmt und im Sommer gekühlt. Die Energiekosten für die Erwärmung der Luft elektrisch direkt oder über eine Heizungsanlage sind wesentlich höher als die Kosten für den Betrieb eines Erdwärmetauschers.

### Wie funktioniert der Erdwärmetauscher?

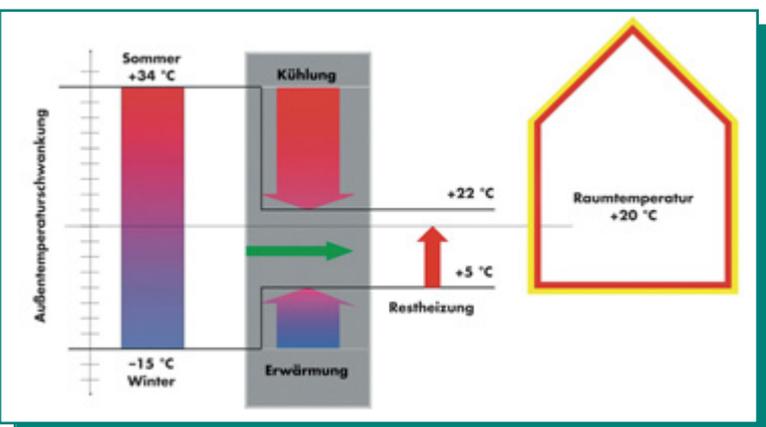
Die behagliche Lufttemperatur sollte in einem Wohngebäude zwischen 20 °C (Winter) und 26 °C (Sommer) liegen. Um diese Temperaturen zu erreichen, ist es notwendig, das Gebäude im Winter zu erwärmen oder im Sommer zu kühlen. Dabei wirkt der Erdwärmetauscher unterstützend, indem er der Erde Wärme entzieht oder ihr diese zuführt.

Die Temperaturdifferenz von Erdreich und Außenluft kann im Winter – je nach Verlegetiefe – Werte bis zu 25 Kelvin (K, entsprechend 25 °C) betragen. Die Nutztemperaturunterschiede können in der Heizperiode bis zu 20 K und im Sommer 12 K betragen.

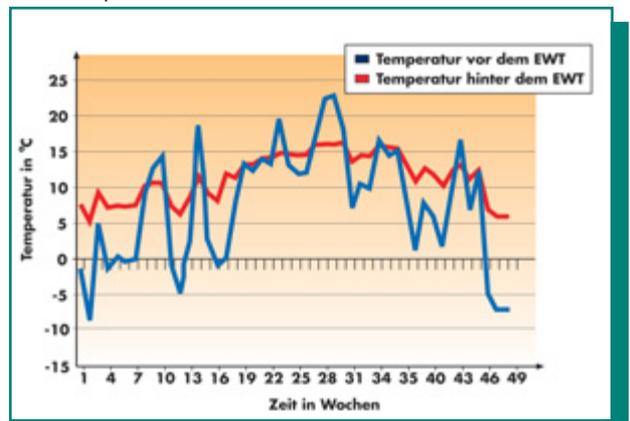
Anlagenschaltbild des Erdwärmetauschers



Funktionsweise des Erdwärmetauschers



Jahrestemperaturverlauf beim Erdwärmetauscher





## Worauf muss bei der Planung geachtet werden?

Im Bereich der oberflächennahen Geothermie wird die Erdwärme fast ausschließlich durch die klimatischen Bedingungen bestimmt. Die Erde nimmt die Energie auf, die ihr von der Sonne oder durch Regeneintrag zugeführt wird, und erwärmt sich dadurch. In kalten Regionen kommt es daher zu geringeren Energieerträgen. In NRW entspricht die thermische Einstrahlung pro Quadratmeter und Jahr rund 1.000 kWh. Diese Energiemenge reicht aus, um einen Erdwärmetauscher reibungslos betreiben zu können. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist die Erdbeschaffenheit. Hohe Erdfeuchte fördert die Wärmeleitung und wirkt sich daher positiv auf die Erträge aus. Trockener Lehmboden leitet die Wärme nicht so gut wie z.B. feuchter Sandboden. Weitere Einflüsse wie z.B. die Verlegetiefe, die Rohrlänge und das Material sind den vor Ort herrschenden Gegebenheiten anzupassen.

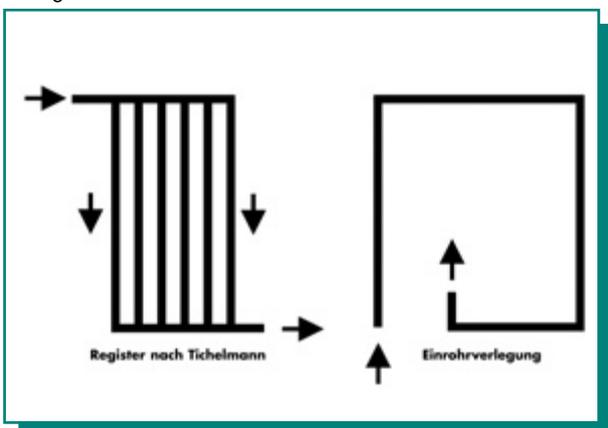
## Verlegearten

Der Erdwärmetauscher wird generell in zwei Varianten ausgeführt. Die erste Variante ist die Verlegung in einem Register. Da diese Variante aber einen hohen Anteil an Formstücken und damit höhere Kosten mit sich bringt, kommt das Erdregister im Bereich der kleineren Anlagen nur sehr selten zum Einsatz.

Die zweite Verlegeart ist die Einrohrverlegung. Diese bietet sich besonders im Bereich der kleineren Gebäude an, da die Rohre in bereits bestehende Baugruben rund um das Gebäude eingebracht werden können. Durch rechtzeitige Planung können dann die Kosten für den Erdaushub reduziert werden. Eine gebäudenaher Verlegung ist energetisch günstiger, da das Erdreich in der Nähe des Gebäudes nicht so stark abgekühlt wird. Es sollte jedoch ein Mindestabstand von einem Meter zum Gebäude eingehalten werden.

Die Ausführung der Rohrbiegungen sollte statt mit 90°-Biegungen mit zwei 45°, besser noch mit drei 30°-Biegungen erfolgen. Dadurch werden die Druckverluste reduziert, und es wird weniger elektrische Energie für den Ventilator benötigt.

Verlegearten von Erdwärmetauschern



Die oberflächennahe Erdreichtemperatur bis zur Tiefe von etwa zwölf Metern folgt im Prinzip dem Verlauf der mittleren jährlichen Umgebungstemperatur mit einer von der Verlegetiefe abhängigen Zeitverschiebung. Das Erdreich nimmt die auftreffende Sonnenstrahlung auf (Absorption) und steht im „thermischen Kontakt“ mit der Atmosphäre. Dabei liegt die oberflächennahe Erdreichtemperatur in unseren Breiten auch in der Winterperiode ab einem Meter Tiefe immer oberhalb des Gefrierpunktes. Um den unerwünschten Effekt des Auskühlens für den Erdwärmetauscher zu verhindern, sollte er auf jeden Fall unterhalb der Frostgrenze liegen (1,5 bis 2 m).

Um eine gute Wärmeübertragung aus dem Erdreich zu erreichen, sollte das Erdreich bei der Verlegung eng am Rohr anliegen. Bei kritischen Böden (wie z.B. Lehm) kann hier auch mit Sand nachgeholfen werden. Ferner muss das unter dem Rohr befindliche Material verfestigt sein, um ein Absinken und Beschädigen des Rohres zu verhindern.

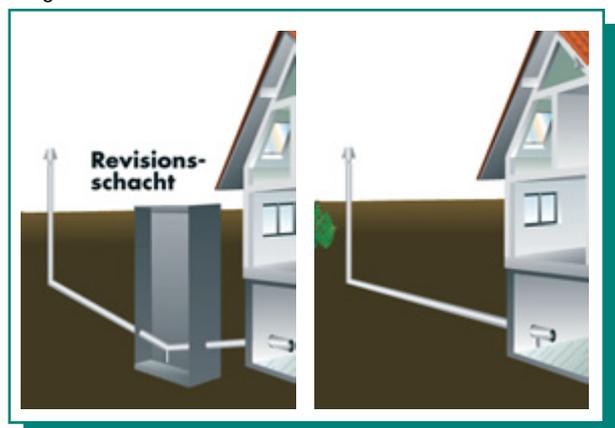
## Kondensatableitung

Wird warme Luft abgekühlt, so kann sie weniger Feuchtigkeit aufnehmen, und es kommt zum Tauwasserausfall (Kondensation), der auch im Erdwärmetauscher auftritt. Damit dieses Kondensat nicht in dem Erdwärmetauscher verbleibt, muss die Verlegung mit einem Gefälle erfolgen, so dass das Kondensat abgeleitet werden kann. Das Gefälle wird entsprechend der Norm für Schmutzwasserableitungen ausgelegt, die zwei Prozent Gefälle vorschreibt. Der Kondensatablauf sollte immer am tiefsten Punkt installiert werden.

Für den Kondensatablauf gibt es von verschiedenen Herstellern bereits Paketlösungen.

Der Anschluss an ein Abflussrohr sollte unbedingt mit einem Siphon erfolgen, damit eventuelle Gerüche aus der Kanalisation nicht in den Erdwärmetauscher gelangen. Um bei Austrocknung des Siphons ein Ansaugen von Nebenluft aus dem Schmutzwasserkanal zu verhindern, gibt es Siphons mit einer leichten, luftgefüllten Kugel, die den Ablauf bei Unterdruck luftdicht verschließt. Die Verlegung des Kondensatablaufs innerhalb oder außerhalb des Hauses sollte frühzeitig mit dem Architekten geklärt werden.

Möglichkeiten des Kondensatablaufs





### Ventilator, Ansaugung, Filter

Bei korrekter Auslegung des Erdwärmetauschers wird die benötigte Ventilatorleistung über den Ventilator des Lüftungsgerätes abgedeckt. Es ist also bei Lüftungsanlagen bis 1.000 m<sup>3</sup>/h (ein Einfamilienhaus benötigt ca. 200 m<sup>3</sup>/h) im Normalfall kein zusätzlicher Ventilator erforderlich. Der durch den Erdwärmetauscher und den vorgeschalteten Filter verursachte Druckverlust muss in jedem Fall in die hydraulische Berechnung des Lüftungssystems einbezogen werden. Das ist Aufgabe des Haus-technik-Planers.

Geeignete Ansaugsysteme und Lufteinlässe werden von zahlreichen Herstellern in den verschiedensten Ausführungen angeboten. Die in der DIN 1946 geforderte Ansaughöhe von drei Metern ist im normalen Wohnbereich auf einen Meter zu reduzieren. In jedem Fall sollte das Ansaugen von „sauberer Luft“ gewährleistet sein. Wie überall gilt auch hier: Eine gründliche Planung hilft, spätere Probleme zu vermeiden.

Die Außenluftansaugung sollte mit einem Filter mindestens der Klasse G4 (Grobfilter der Klasse 4) ausgestattet sein, um übermäßige Verschmutzungen des Rohres zu vermeiden. Der Lufteinlass sollte wartungsfreundlich und leicht zu öffnen sein, damit ein Filterwechsel und ggf. die Reinigung problemlos vollzogen werden können.

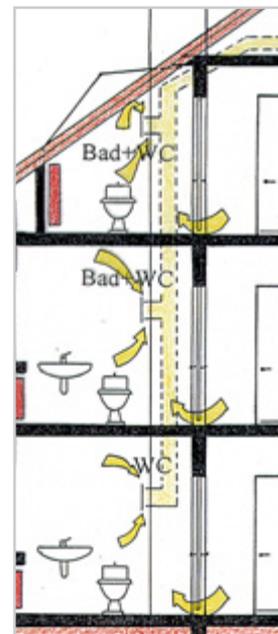
### Regelung

In den Übergangszeiten (Frühjahr und Herbst) kommt es vor, dass die angesaugte Außenluft im Erdwärmetauscher gekühlt wird, gleichzeitig aber noch ein Heizwärmebedarf für das Gebäude besteht. Energetisch ist es demnach sinnvoll, die Außenluft nicht durch den Erdwärmetauscher zu führen, sondern direkt anzusaugen. Dadurch werden Heizenergie und auch Ventilatorstrom gespart, da der Druckverlust des Erdwärmetauschers entfällt. Es stellt sich also die Frage, ob ein Erdwärmetauscher temperaturabhängig geregelt werden sollte. Von Geräteherstellern werden motorische, temperaturgesteuerte Bypassklappen angeboten. Wesentlich günstiger sind manuelle Klappen, die aber das entsprechende Nutzerverhalten voraussetzen. Bei einem Preis von rund 350 Euro für eine motorisch betriebene Bypassklappe (Größenordnung Einfamilienhaus) ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer solchen Einrichtung allerdings bei den derzeitigen Energiepreisen fraglich. Für den größtmöglichen ökologischen Nutzen sollte dieser Bypass auf jeden Fall mit eingebaut werden.

### Rohrmaterialien

Als Material für Erdwärmetauscher werden Werkstoffe eingesetzt, die eine ausreichende Beständigkeit gegenüber Bodeneinflüssen aufweisen und eine ausreichende Dichtheit garantieren. Als Luftleitungen sollten die für Erdwärmetauscher verwendeten Materialien innen glatt, nicht staubansaugend, korrosionssicher, ungiftig und nicht hygroskopisch (Feuchtigkeit bindend bzw. aufnehmend) sein. Wellrohre sind ungeeignet, da auftretendes Kondensat konstruktionsbedingt nicht vollständig abfließen und unter Umständen hygienisch bedenklich sein kann.

Aus wirtschaftlichen Gründen sollten nur Rohre aus gängigen Materialien (PP, PE KG) und in Normgrößen gewählt werden. Am Markt sind Rohrmaterialien erhältlich, die nur eine äußere Verrippung aufweisen (z.B. Kabelschutzrohre), was zu einer Vergrößerung der wärmeübertragenden Fläche führt und dadurch auf den ersten Blick positiv zu bewerten ist. Diese Rohre besitzen allerdings oftmals herstellungstechnisch bedingte Hohlräume zwischen Innen- und Außenoberfläche, die luftgefüllt sind und daher eine isolierende Wirkung haben. Von dieser Art Rohrmaterial ist folglich abzuraten.





### Wie aufwendig ist die Wartung?

Die Wartung eines Erdwärmetauschers beschränkt sich auf die regelmäßige Kontrolle (monatlich bis vierteljährlich) der Filtermatten und ggf. deren Austausch. Sollten Verschmutzungen auftreten, so kann der Erdwärmetauscher vom Lufteinlass her gesäubert werden. Dafür reicht im Normalfall klares Leitungswasser aus.

### Wie sieht es mit der Lufthygiene aus?

Beim Betrieb einer Lüftungsanlage und eines Erdwärmetauschers muss die lufthygienische Unbedenklichkeit gewährleistet sein. In der Übergangszeit und im Sommer kann es zu Taupunktunterschreitungen innerhalb des Erdwärmetauschers und somit zur Bildung von Kondenswasser kommen, welches zum Wachstum von Keimen führen kann. Der Erdwärmetauscher muss so konstruiert sein, dass dieses Kondenswasser abgeleitet wird. Eine Reihe von Lüftungsanlagen mit Erdwärmetauschern wird seit Jahren bezüglich pathogener (krankheitserregender) Belastungen überwacht. Bei den bisherigen Untersuchungen konnten insgesamt keine bedenklichen Werte festgestellt werden.

### Mit welchen Kosten muss gerechnet werden?

Für ein übliches Einfamilienhaus kostet eine konventionelle elektrische Vorheizung etwa 400 Euro zzgl. der Betriebs-, d.h. Stromkosten. Die Kosten für einen Erdwärmetauscher liegen bei ca. 2.500 Euro. Hiervon entfällt der größte Anteil auf den Erdaushub – es sei denn, eine Baugrube kann für die Verlegung genutzt werden. In diesem Fall sind die Investitionskosten eines Erdwärmetauschers mit denen einer elektrischen Vorheizung vergleichbar. Die Betriebskosten sind jedoch viel günstiger. Größere Rohrdurchmesser sind überproportional teurer als kleine. Allerdings benötigt man z.B. für das Auslegungsziel Frostfreiheit in der Lüftungsanlage bei größeren Rohrdurchmessern auch weniger Rohrlänge. Kleinere Rohrdurchmesser verursachen durch den ggf. geringeren Erdaushub wesentlich geringere Investitionskosten.

### Wann ist ein Erdwärmetauscher wirtschaftlich?

In der Tabelle werden die Investitions- und die Energiekosten von Erdwärmetauscher und elektrischer Vorheizung miteinander verglichen. Trotz der anfangs höheren Investitionen für den Erdwärmetauscher zeigt sich bereits nach zehn Betriebsjahren – bei gleichbleibenden Energiekosten – ein klarer Kostenvorteil für die Erdwärmennutzung.

### Zusammenfassung

Erdwärmetauscher kommen inzwischen bei vielen Häusern zum Einsatz, sofern eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Sie werden bereits erfolgreich zur Luftvorwärmung und -kühlung eingesetzt und helfen somit, den Energiebedarf für das Heizen und Kühlen von Gebäuden weiter zu reduzieren. Die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile sind gerade beim Neubau überzeugende Argumente für den Einsatz dieser Technik. Bei steigenden Energiepreisen wird der Erdwärmetauscher gegenüber der elektrischen Vorheizung immer attraktiver und in Zukunft standardmäßig zu den Lüftungsanlagen gehören.

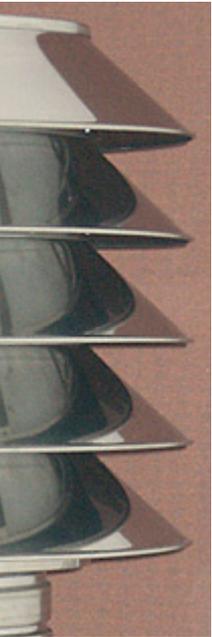
Kostenvergleich Erdwärmetauscher/elektr. Heizregister

	Erdwärmetauscher	elektr. Heizregister
<b>Investition</b>	1.000,00 € Erdarbeiten 400,00 € Rohrmaterial, Formteile 400,00 € Verlegung 700,00 € Kondensatablauf, Siphon, Ansaugung <b>2.500,00 €</b>	<b>400,00 €</b>
<b>Energieverbrauch</b>	<b>107 kWh/Jahr</b>	<b>1.678 kWh/Jahr</b>
<b>Energiekosten</b>	<b>16,05 €/Jahr</b>	<b>251,70 €/Jahr</b>
<b>Gesamtkosten in 10 Jahren</b>	<b>2.660,50 €</b>	<b>2.917,00 €</b>



## Energieagentur NRW

Die Energieagentur NRW wurde 1990 als unabhängige Landeseinrichtung gegründet. Ihr Auftrag lautet, als neutrale und nicht-kommerzielle Anlaufstelle Hilfestellung zur rationellen Energieverwendung und zur Nutzung unerschöpflicher Energiequellen zu geben – einerseits durch Beratung, andererseits durch Know-how-Transfer im Rahmen ihres Impuls-Programms. Die Energieagentur NRW wird getragen vom Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung sowie vom Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen.



## Impressum

©Energieagentur NRW  
Impuls-Programm NRW

Kasinostraße 19–21  
42103 Wuppertal

Tel: 0202 / 2 45 52-27, -60

Fax: 0202 / 2 45 52-28, -99

E-mail: [info@ea-nrw.de](mailto:info@ea-nrw.de)

Internet: [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de)