

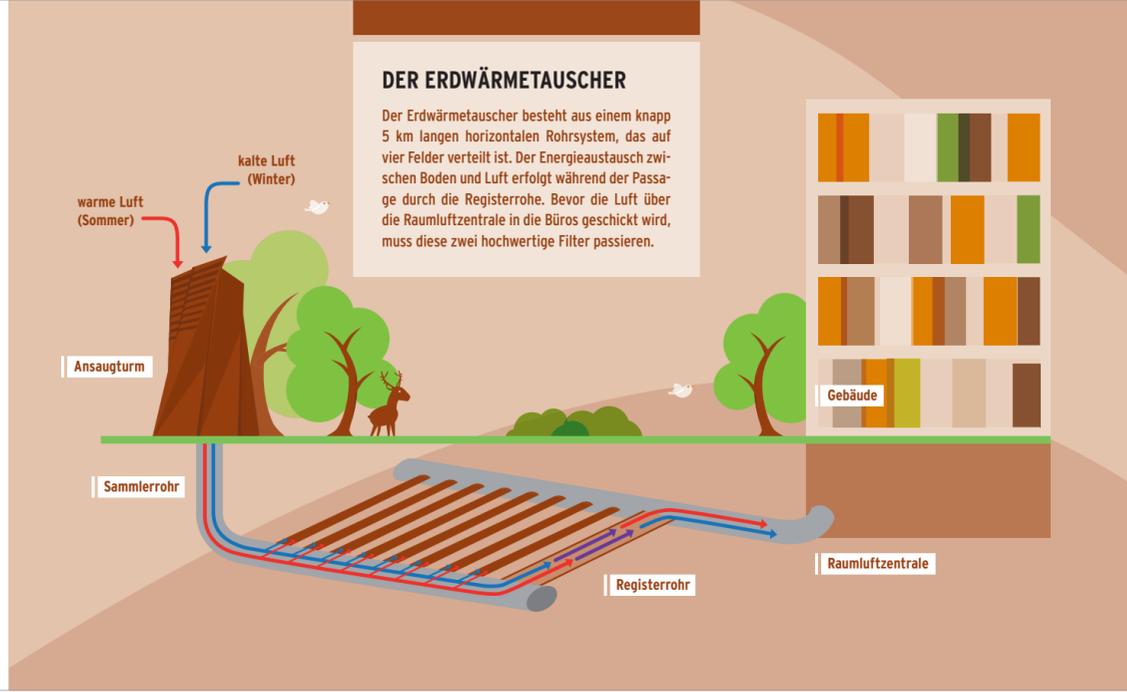
DAS FUNKTIONSPRINZIP

Konstante Bodentemperatur zum Kühlen oder Heizen der Luft

Der Erdwärmetauscher besteht aus drei Feldern im westlichen und einem größeren Feld im südlichen Bereich der Liegenschaft. Sie bilden ein insgesamt knapp 5 km langes unterirdisches Rohrsystem, welches mit Luft durchströmt wird. Das Einströmen der Außenluft erfolgt über drei Ansaugbauwerke auf der Westseite des Gebäudes. Nach dem Durchströmen der Wärmetauscherrohre wird die Luft in die vier raumlufttechnischen Anlagen (RLT) ins Gebäude geleitet. Durch die thermische Speicherfähigkeit des Erdreiches, verbunden mit der Trägheit dieses Systems, wird die Außenluft im Winter erwärmt und im Sommer gekühlt. Die Größe dieses Effektes hängt dabei von der Strömungsgeschwindigkeit der das System durchströmenden Luft und den Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Außenluft ab.

Die vier Felder wurden in einer Tiefe zwischen 2,50 m und 3,70 m sowie einem Gefälle von 2% verlegt, um etwaiges Kondenswasser ableiten zu können. Der Energietransfer vom Boden in die Luft erfolgt hauptsächlich in den sogenannten Registerrohren. Diese

haben einen Durchmesser von 30 cm und eine Länge von 30 m bis 61 m. Der Abstand zwischen den Registerrohren im Erdreich beträgt 1 m, um die Energieübertragung zu verbessern. Sie führen alle zu den sogenannten Sammlerrohren mit einem Durchmesser von 150 cm. Über die Sammlerrohre wird die Luft in die raumlufttechnischen Anlagen geleitet. Die Registerrohre haben aus hygienischen Gründen innen eine besonders glatte Oberfläche, außen eine besonders große, gezahnte Oberfläche, um den Energieübertrag zu verbessern. Das Material muss weiterhin aufgrund der Radonvorkommen nahezu radondicht sein. Gewählt wurden deshalb Rohre aus Polypropylen, deren Dichtigkeit vom Bundesamt für Strahlenschutz geprüft worden ist. Die Sammlerrohre bestehen aus vorgefertigtem wasserundurchlässigem Stahlbeton, um Einträge von Feuchtigkeit zu verhindern. Um auch hier eine möglichst glatte Oberfläche zu erhalten, wurden die Rohre um eine Edelstahlschalung herum hergestellt. 2-3 mm große Poren im Innenbereich wurden durch Aufbringen eines mineralisch-silikatischen Reparaturspachtels geschlossen.



Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1 | 06844 Dessau-Roßlau
Postf. 1406 | 06813 Dessau-Roßlau
Tel.: (0340) 21 03 0
www.umweltbundesamt.de

Besucher haben während der Öffnungszeiten des Gebäudes Zugang zum Forum (Foyer) und zu den Ausstellungen im Forum.
Mo - Fr 6.00 - 22.00 Uhr
Sa 6.00 - 16.00 Uhr
So / Feiertag 8.30 - 16.00 Uhr

Der Besucherraum (Informationsmaterial) und die Bibliothek im Forum sind geöffnet:
Mo - Mi 9.00 - 15.30 Uhr
Do 9.00 - 17.00 Uhr
Fr 9.00 - 14.00 Uhr

Besucher, die sich umfassend über das architektonische und ökologische Konzept des neuen Gebäudes informieren und dem Atrium einen Besuch abstatten möchten, können sich einer der Gruppenführungen anschließen. Näheres erfahren Sie in unserem Besucherzentrum oder auf unserer Webseite (www.uba.de).

Fotonachweis: Jan Bitter, ZWP | Diagramme: Cynthia Kraus, BTU Cottbus
Text: Umweltbundesamt, Z 5

DER ERDWÄRMETAUSCHER AM DIENSTGEBÄUDE DES UMWELTBUNDESAMTES IN DESSAU



Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt



DIE ANSAUGTÜRME

Die Erdwärmetauschanlage besitzt fünf drei bis vier Meter hohe, als Skulpturen gestaltete Ansaugtürme: drei leiten die Luft zur Vorkonditionierung über die Sammler- und Registerrohre, die beiden anderen führen die Luft in der Übergangphase bei bestimmten Außentemperaturen direkt in das Gebäude.

DAS HYGIENEMONITORING

Luft aus dem Erdwärmetauscher sauberer als die Außenluft

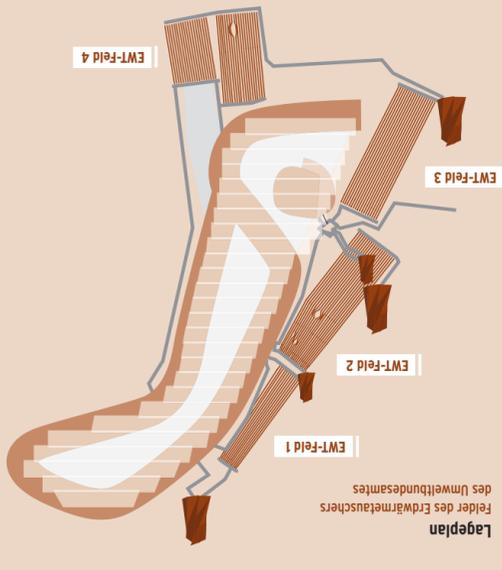
Neben der Energieeffizienz spielt die Hygiene des Erdwärmetauschers eine sehr große Rolle. Nur hygienisch unbedenkliche Luft kann dem Gebäude zugeführt werden. In regelmäßigen Abständen werden deshalb Hygienemessungen an fünf Stellen des Lüftungssystems durchgeführt, im Außenbereich, vor, zwischen und hinter den raumlufttechnischen Anlagen sowie im Lüftungstrag vor den Büros. Es wird die Gesamtkolonienzahl der Schimmelpilze und der Bakterien sowie der thermophilen Schimmelpilze untersucht.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen sehr niedrige Werte, die nach der ersten Filterstufe unter der Nachweisgrenze liegen. Die über den Erdwärmetauscher und die raumlufttechnischen Anlagen in die Büros gelangende Luft ist um ein Vielfaches reiner als die Außenluft.

DIE ERDWÄRME

Regenerative Energie als Teil des ökologischen Energiekonzeptes

Der Erdwärmetauscher ist bei Außenlufttemperaturen von unter 5°C für den Heizfall des Gebäudes im Betrieb. Im Sommer beginnt der wirtschaftliche Betrieb bei einer Außenlufttemperatur von mehr als 25°C. Bei Außenlufttemperaturen zwischen 5°C und 25°C werden die einzelnen Bereiche natürlich über die vorhandenen Fenster belüftet.



Die Büroräume werden belüftet, nicht klimatisiert.

GÜNSTIGE VORAUSSETZUNG

Bodensanierung als Chance für den horizontalen Erdwärmetauscher

Das Grundstück des UBA liegt im ehemaligen Gasviertel. Zwischen 1855 und 1991 befanden sich hier ein Gaswerk sowie zahlreiche Industrie- und Gewerbebetriebe. Der Boden und das Grundwasser waren durch diese Nutzung erheblich mit leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen und Mineralölkohlenwasserstoffen kontaminiert, sodass zu Beginn der Baumaßnahme eine großflächige Boden- und Grundwasser-sanierung stattfinden musste.

Der erforderliche Aushub des Bodens bot deshalb die Verlegung eines horizontalen Erdwärmetauschers (EWT) zur Nutzung von geothermischer Energie an. Aus bautechnologischen Gründen sind diese Flächen nicht überbaut, sondern von Fußwegen und Grünanlagen überdeckt.

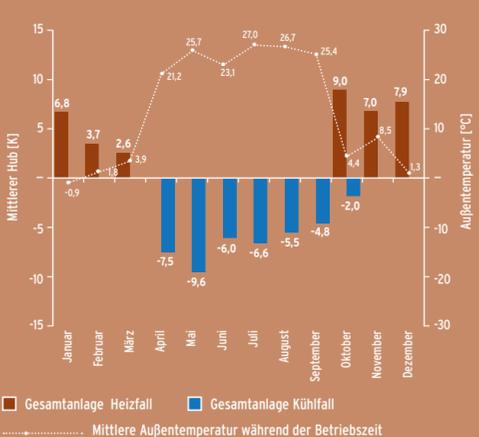
DAS ENERGIEMONITORING

Forschungsprojekt EnBau

Ziel des Monitorings war es, den energetischen Betrag des Erdwärmetauschers zu bestimmen und dabei die Betriebsweise des EWT energetisch und wirtschaftlich zu optimieren. Für den Heiz- und den Kühlfall wurden dazu Energiebilanzen erstellt. Grundlage für die Datenermittlung bildet umfangreich installierte Messtechnik. Zentrale Größen bei der Bildung der Energiebilanzen sind der Temperaturhub und der Volumenstrom pro Feld: Wie viel Luft pro Stunde durch den Erdwärmetauscher strömt, lässt der Volumenstrom erkennen; der Temperaturhub gibt Auskunft, wie stark sich die Luft während der Passage durch den EWT erwärmt oder abgekühlt hat.

Im Sommer wird z.B. 32°C warme Luft im Erdwärmetauscher auf 20°C abgekühlt und in die Büros geleitet, sodass eine Lüftung über das Fenster in den Büroräumen in dieser Zeit nicht erforderlich, ja sogar ineffektiv ist. Im Winter erreicht die Außenluft mit z.B. -10°C die raumlufttechnische Anlage mit einer Temperatur von 4°C.

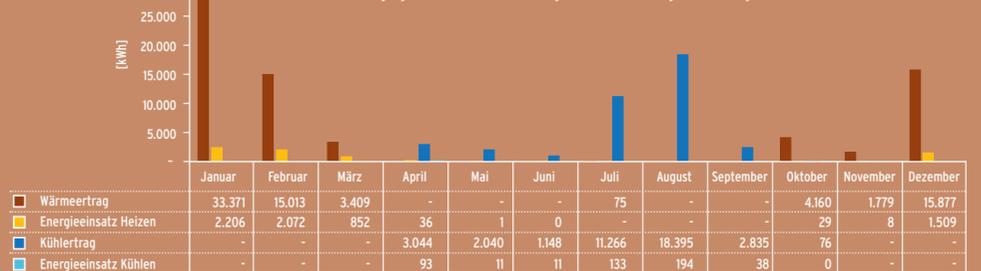
Monatlicher mittlerer Hub der EWT-Gesamtanlage 2009



Die Bruttowärmegewinne der gesamten Erdwärmetauscheranlage betragen für das Kalenderjahr 2009 74 MWh, die Brutokühlerträge erreichen 39 MWh und decken damit ca. 5 % des Gesamtenergieverbrauchs ab. Für den Kühlfall ist der ermittelte Betrag um 58 % und für den Heizfall um 21 % geringer als der in der Planung simulierte Ertrag. Grund ist die Anpassung der Heizgrenze von 10°C auf 5°C und der Kühlgrenze von 20°C auf 25°C. Damit reduziert sich die Zahl der Betriebsstunden des Erdwärmetauschers um 34 % für den Heizfall und um 77 % für

den Kühlfall. Dies ist gesamtenergetisch betrachtet aber der richtige Schritt, da sonst die aufzuwendende elektrische Energie für das Ansaugen der Außenluft und deren Filterung in den Raumlufzentralen größer ist als der Energiegewinn aus dem Erdwärmetauscher. Der mittlere Temperaturhub der Gesamtanlage 2009 betrug über die gesamte Heizperiode 5,5 K und über die Kühlperiode 7 K. Die Werte sind von der Klimasituation im Sommer und Winter abhängig und unterliegen deshalb deutlichen Schwankungen.

Energiegewinne in 2009 für die gesamte EWT-Anlage (Endenergie)



WARTUNG UND PFLEGE

Jährliche Untersuchung des Zustands der Anlage

Der Erdwärmetauscher wird einer jährlichen Wartung durch die errichtenden Firmen unterzogen. Dabei finden eine Kontrolle der Pumpen und eine trockene mechanische Reinigung aller Sammlerrohre statt. Alle zwei Jahre erfolgt eine Riskartierung, um Schäden frühzeitig zu erkennen. Der größte Wartungsaufwand besteht in der Erneuerung der Fugen zwischen den Sammlerrohren. Die Wartungsarbeiten werden regelmäßig mit der Entnahme von Abklatschproben und einer Kontrollbegehung durch einen unabhängigen Gutachter beendet. Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker befinden sich in einem Begleitgremium über die konkreten Wartungserfordernisse.

DAS UMWELTMONITORING

Langzeituntersuchung für einen nachhaltigen EWT-Betrieb

Zum Zeitpunkt der Planung und Realisierung des EWT hat es weltweit noch kein vergleichbares System gegeben. Es sollte aber sichergestellt werden, dass die Nutzung dieser geothermischen Energie nachhaltig ist. Dieses zu prüfen ist Aufgabe des Umweltmonitorings, welches die Wechselwirkungen zwischen Erdwärmetauscher und Erdreich untersucht. Aufgrund der speziellen Eigenschaften wie Lage und Einbautiefe wurde das Feld 2 für diese Untersuchungen ausgewählt.

Ausgewertet werden dabei die Bodentemperatur im Umfeld dieses Systems, die Bodenfeuchte, der Grundwasserstand und die Grundwassertemperatur. Dazu wurde umfangreiche Messtechnik installiert. So sind zur Ermittlung des horizontalen Temperaturprofils Lichtwellenleiterkabel (LWL) in vier Ebenen, drei über und eine unter den Erdwärmetauscherrohren, verlegt.

Nach den ersten fünf Betriebsjahren lässt sich keine Beeinflussung des Erdreiches durch den Betrieb des Erdwärmetauschers feststellen. Umgekehrt zeigt sich eine starke Beeinflussung durch veränderte natürliche Bedingungen. Im Einzugsbereich von Elbe und Mulde herrscht ein wechselnder Grundwasserstand, so unterliegt die Wärmeleitfähigkeit des Erdreiches erheblichen Schwankungen.

Der mittlere Grundwasserstand liegt bei einer Tiefe von etwa 3,5 m. Das bedeutet vor allem für das Feld 2, dass sich die Registerrohre teilweise im Grundwasser befinden. Dadurch findet eine schnelle Regeneration des Bodens statt. Dies wiederum führt zu einer hohen Kühl- und Heizleistung, damit auch zu einem hohen Ertrag des Feldes 2.



DER EINBAU

Die vier Felder des EWT wurden in einer Tiefe von bis zu 3,70 m verlegt. Die einzelnen Sammlerrohre sind 3 m lang und haben eine Wanddicke von 18 cm. Sie wurden offen verlegt und später abgedeckt, um Schmutzeintrag so gering wie möglich zu halten (linkes und mittleres Bild). Soweit die Rohre Grundwasserberührung haben, erhielten sie eine zusätzliche außenseitige Dichtung. Die Fugen wurden mit Muffen und eingelegten Dichtprofilen aus Kautschuk möglichst flächenbündig geschlossen. Von den Sammlerrohren gehen die kleineren Registerrohre (rechtes Bild) ab.