

bbbr

Leitungsbau
Brunnenbau
Geothermie

Geothermisch beheiztes und gekühltes Büro- und Logistik- gebäude in Dortmund

baugrund süd
weishaupt gruppe

Christoph Knepel



Die neue Weishaupt-Niederlassung in Dortmund wird
ausschließlich mittels erdgekoppelter Wärmepumpen beheizt.

Geothermisch beheiztes und gekühltes Büro- und Logistikgebäude in Dortmund

Mit einer Gebäudenutzfläche von 1.872 m² bietet die neue Dortmunder Niederlassung der Weishaupt-Gruppe neben Büros auch umfangreiche Schulungsmöglichkeiten für Heizungsbauer und Fachplaner. Integriert ist zudem ein großer Lagerbereich. Der Gebäudekomplex wird ausschließlich mittels erdgekoppelter Wärmepumpen beheizt. Installiert sind zwei Sole/Wasser-Wärmepumpen, die Kühlung erfolgt rein passiv über das Erdreich. Mit aufwendiger Messtechnik werden alle Prozessdaten der Gesamtanlage erfasst. Die bislang gemessenen Verläufe der Außentemperaturen sowie der Raumtemperatur des größten Einzelbüros zeigen, dass die Mitarbeiter sich nun ganzjährig über eine angenehme Klimatisierung ihres Arbeitsumfeldes freuen können.

Auswertungen Heizen

Im Jahr 2016 wurden durch die Wärmepumpen 123.880 kWh Wärme erzeugt, für die 27.496 kWh Strom benötigt wurden. Dies ergibt eine gemessene Jahresarbeitszahl von 4,5 – nicht ungewöhnlich für ein Gebäude mit Flächenheizung. Bei einem angenommenen Wärmepumpen-Stromtarif von 0,20 € (abschaltbar und daher preislich reduziert) ergeben sich Heizkosten von 5.499 €/a (27.496 kWh x 0,20 €/kWh), das entspricht 2,93 € pro m² und

Jahr. Für das Heizen erzeugten die Wärmepumpen CO₂-Emissionen (CO₂-Äquivalent-Werte aus GEMIS 4.95) von 14,6 t CO₂ (27.496 kWh x 532 g/kWh). 532 g CO₂ je kWh Strom entspricht dem deutschen Strommix inklusive aller Kraftwerks- und Leitungsverluste. Ein Ökostromtarif würde im Gegensatz dazu mit 0 g CO₂ je kWh Strom zu Buche schlagen. Würde die gleiche Wärmemenge mit Erdgas und einem modernen Brennwertkessel mit einem Jahresnutzungsgrad von 95 % erzeugt, er-

gäben sich folgende Werte: 123.880 kWh/0,95 x 289 g/kWh + 651 kWh x 532 g/kWh (Stromverbrauch für Gebläse/Regelung) = 38,0 t CO₂. Die mit der Wärmepumpe (mit deutschem Strommix) emittierte CO₂-Menge ist somit um 62 % geringer. Die Einsparung macht 23,4 t CO₂ aus. Dies entspricht einer Fahrleistung von über 195.000 km mit einem neuen PKW (120 g CO₂/km).

Auswertungen Kühlen

Die Kühlungsmenge, die rein passiv aus dem Erdreich ins Gebäude eingebracht wurde, lag im Jahr 2016 bei 25.073 kWh. Dafür wurde nur die Soleumwälzpumpe benötigt. Daraus ergeben sich Kühlkosten von 432 € (2.161 kWh x 0,20 € je kWh). Beim Einsatz eines Kaltwassersatzes lägen die Kühlkosten um rund den Faktor 4 höher bei 1.671 € (25.073 kWh/3,0 x 0,20 € je kWh). Die rein passive Kühlung erzeugte damit CO₂-Emissionen (CO₂-Äquivalent-Werte aus GEMIS 4.95) von 1,1 t (2.161 kWh x 532 g/kWh). Bei Einsatz eines Kaltwassersatzes wären 4,4 t CO₂ entstanden (25.073 kWh/3,0 x 532 g/kWh). Die CO₂-Einsparung liegt bei 75 % bzw. 3,3 t CO₂. Dies entspricht einer Fahrleistung von über 27.000 km mit einem neuen Pkw (120 g CO₂/km). Im Fall der Niederlassung Dortmund war keine Zusatzkühlung nötig, es wird ausschließlich passiv gekühlt. Dies zeigt wie ökologisch und ökonomisch sinnvoll das passive Kühlen mit der Erdwärmesonde ist.

HEIZEN MIT SOLE/WASSER-WÄRMEPUMPEN

- Erzeugte Wärmemenge: 123.880 kWh
- Stromverbrauch: 27.496 kWh
- Jahresarbeitszahl: 4,5
- Jahres-Heizkosten: 2,93 € pro m²
- CO₂-Emissionen Wärmepumpen: 14,6 t/a (CO₂-Äquivalent-Werte aus GEMIS 4.95)
- Vergleich CO₂-Emissionen Gas-Brennwertkessel: 38 t/a
- CO₂-Einsparung: 62 % oder 23,4 t/a (über 195.000 km mit neuem PKW)

PASSIVES KÜHLEN MIT SOLE/WASSER-WÄRMEPUMPEN

- Erzeugte Kühlungsmenge: 25.073 kWh
- Stromverbrauch Soleumwälzpumpe: 2.161 kWh
- Jahres-Kühlkosten: 432 €
- Vergleich Jahres-Kühlkosten Kaltwassersatz: 1.671 €
- CO₂-Emissionen passive Kühlung: 1,1 t/a (CO₂-Äquivalent-Werte aus GEMIS 4.95)
- Vergleich CO₂-Emissionen Kaltwassersatz: 4,4 t/a
- CO₂-Einsparung: 75 % oder 3,3 t/a (über 27.000 km mit neuem PKW)

Das Geothermiefeld

Die Erdwärmesonden wurden von Bau-Grund Süd, ein Unternehmen der Weishaupt Gruppe, realisiert (Abb. 1). Eine im Vorfeld der Baumaßnahme stattgefundenene Recherche hatte ergeben, dass im Bereich der Baumaßnahme geringmächtige quartäre Lockergesteine anstehen. Nach 4 bis 6 m werden die Sedimente der Kreide erreicht. Bis in eine Tiefe von rund 30 m dominieren mehr oder weniger sandige Mergelsteine, die von Sandsteinen mit wechselndem Feinkornanteil unterlagert werden. In einer Tiefe von ca. 55 m erfolgt der Übergang zu den Sprockhöveler Schichten des Oberkarbons. Die paläozoischen Sedimente bestehen hauptsächlich aus Tonsteinen, in die zwischen 80 und 100 m Sandsteinlagen eingeschaltet sind. Im Karbon finden sich in unregelmäßigen Abständen Kohleflöze, deren generelles Streichen in Richtung Südwest nach Nordost erfolgt. Aufgrund von Hinweisen in Bezug auf Altbergbau wurde im Rahmen der Vorplanung eine geotechnisch-markscheiderische Untersuchung mit Grubenbildeinsichtnahme durchgeführt. Die Grubenbilder zeigen unterhalb der ursprünglich geplanten Teufe von 140 m ein abgebautes Flöz. Über der Abbaufläche befindet sich ein Gefährdungsband von mindestens 14 m, in dem mit Gefügearlösung und Gefügezerrüttung zu rechnen ist. Als Konsequenz der Untersuchungsergebnisse wurde für die weitere Betrachtung eine Bohrtiefe von 120 m gewählt.

Sämtliche Bohrungen wurden bis auf Endteufe im Rotationsbohrverfahren mit direkter Luftpülung niedergebracht. Zur Stabilisierung führte man bis in eine Tiefe von 38 m eine Hilfsverrohrung mit. Der Ausbau der Bohrungen erfolgte mit Doppel-U-Sonden 32 x 2,9 aus PE 100 RC mit einer Nenndruckstufe von 16 bar. Im Anschluss an den Sondeneinbau wurden aufgrund stärkerer Klüftigkeiten die Bohrlöcher in Abstimmung mit den zuständigen Behörden mit Tonpellets abgedichtet.

Baubegleitend führte man einen Thermal Response Test durch. Die gemessene mittlere Wärmeleitfähigkeit von 2,17 W/(m*K) und mittlere Untergrundtemperatur von 11,2 °C wurden in einer entsprechenden Simulation mit dem Programm Earth Energy Designer (EED) berücksichtigt. Des Weiteren ermittelte der Fachplaner der Gebäudetechnik einen Heizwärmebedarf von 135 MWh/a und ein Kühlenergiebedarf von 40 MWh/a. Im Ergebnis wurden zwölf Erdsonden mit einer Tiefe von 120 m realisiert. Bei der gewählten

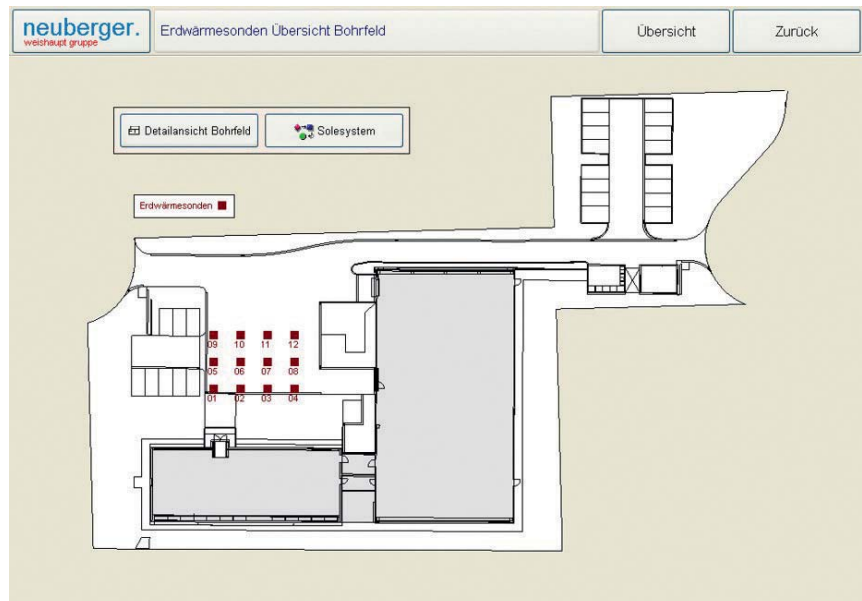


Abb. 1 – Platzierung des Sondenfeldes

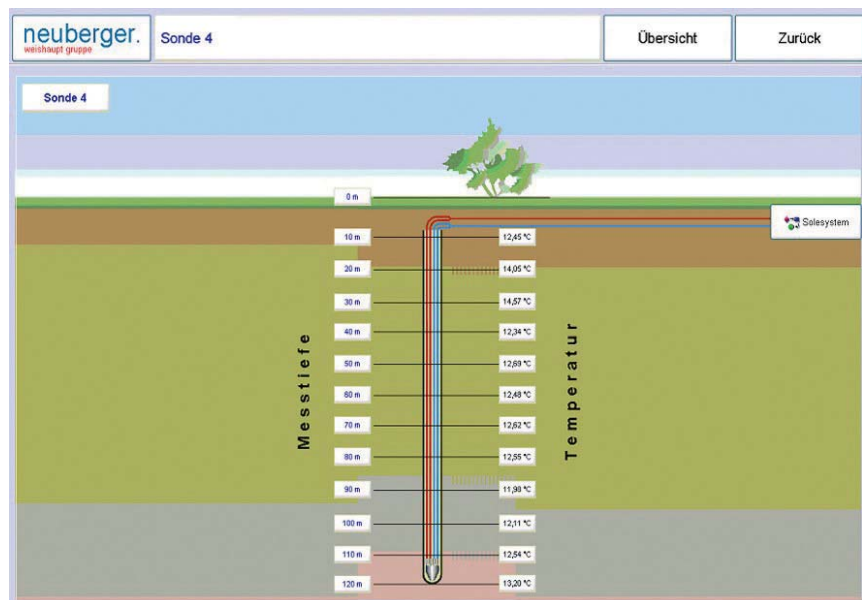


Abb. 2 – Screenshot der Visualisierung von Sonde 4

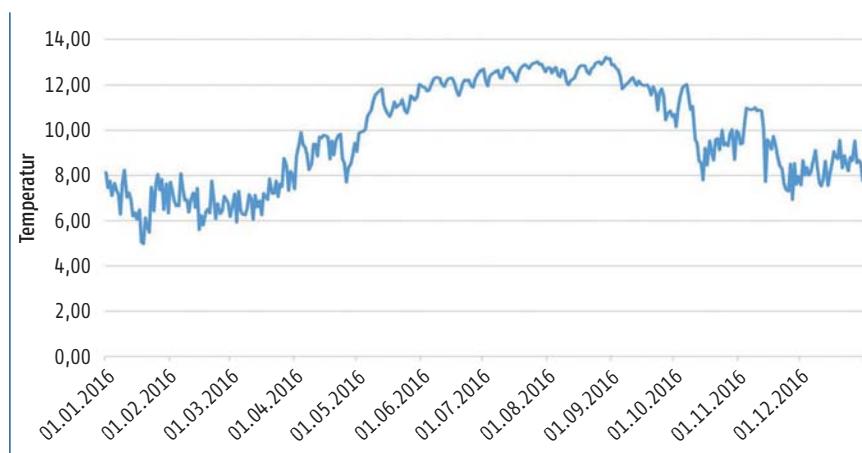


Abb. 3 – Temperaturverlauf der Erdwärmesonden



Abb. 4 – Ein Blick in die Heizzentrale zeigt die Wärmepumpenkaskade sowie diverse Pufferspeicher, in denen auch die Abwärme aus Schulungskesseln gespeichert wird.

Konfiguration prognostizierte man für die ersten Betriebsjahre minimale Wärmequellentemperaturen von 1,5 °C.

Visualisierung

Zu Schulungszwecken und um das Thema Geothermie begreifbar zu machen, wurde ein überirdischer Soleverteiler aufgebaut, der an den Schulungstrakt angeschlossen ist. Hier können Heizungsbauer und Fachplaner Geothermie live erfahren. Zu diesem Zwecke stattete man auch die Erdwärmesonde 4 mit einer Messkette aus, die alle 10 m die Temperatur aufzeichnet (Abb. 2).

Mit der Neuberger-Gebäudeleittechnik wird dies entsprechend visualisiert. Die Auswertung zeigt, wie effizient die Erdwärme arbeitet: Die Temperatur der Erdwärmesonden lag nie unter +5 °C (Abb. 3).

Fazit

Die CO₂-Einsparung gegenüber konventionellen Heiz- und Kühlsystemen entspricht hier über 222.000 km, die mit einem neuen Pkw jährlich gefahren werden würden, der 120 g CO₂ je km emittiert. Es ist eindeutig: Erdwärme leistet einen effektiven Beitrag zur Energiewende.

Trotz geringerem Kühlenergiebedarf liegen die Wärmequellentemperaturen in der Heizperiode deutlich über den Erwartungen. In vielen Fällen arbeiten Erdwärmesondenanlagen effizienter als erwartet. Dies schafft für alle Beteiligten zusätzliche Sicherheit.

Erdgekoppelte Wärmepumpen sind heute ökologisch gesehen unschlagbar. Die Umweltbilanz kann noch weiter verbessert werden, wenn man zu den Wärmepumpen eine Fotovoltaik-Anlage installiert und damit den Eigenstromverbrauch deutlich erhöht.

Autor

Christoph Knepel
BauGrund Süd Gesellschaft
für Geothermie mbH
Maybachstr. 5
88410 Bad Wurzach
Tel.: 07564 93130
ch.knepel@baugrundsued.de
www.baugrundsued.de

baugrund süd
weishaupt gruppe

Impressum

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH
Anja Menke
Josef-Wirmer-Str. 3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9191-435
Fax: 0228 9191-492
E-Mail: menke@wvgw.de
Internet: www.wvgw.de

