

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Haug

Leiter der Niederlassung Süd,
Zent-Frenger Gebäudetechnik mbH

Bild 1: Das Ärztehaus liegt mitten in der Innenstadt von Mannheim

Neubau eines Ärztehauses in Mannheim

Bivalente geothermische Energieversorgung für ein Innenstadtgebäude

Eine innerstädtische Bebauung mit Pfahlgründung sowie die Nähe des Neckars mit Grundwasserstrom boten bei diesem Neubau in Mannheim ideale Voraussetzungen um die Räumlichkeiten geothermisch zu beheizen und zu kühlen. Bereits während der Planungsphase waren ausführliche Simulationsberechnungen erforderlich, um nachweisen zu können, dass das Energiekonzept funktioniert.

Das neue Ärztehaus in Mannheim wurde als siebenstöckiges Gebäude (einschließlich einer Kelleretage) mit integriertem Rehasentrum und einer Apotheke ausgeführt. Das Gebäude verfügt zudem über Praxisräume verschiedener Fachärzte. Dementsprechend gab es besondere Anforderungen an Behaglichkeit und Hygiene. Das Gebäude hat einen Grundkühlungsbedarf, der das ganze Jahr über besteht.

Gebäudekonzept-Entwicklung

Für das Gebäude sollte eine innovative, zukunftsfähige Energieversorgung geplant werden. Diese wurde in einer Betonkernaktivierung und Energiepfählen gefunden, die sowohl zur Heizung als auch zur Kühlung herangezogen werden kann. Da es sich um ein Gebäude in der Innenstadt handelte, musste die Pfahlgründung inklusive Betonkernaktivierung besonders präzise geplant und ausgeführt werden. Die besondere Aufgabenstellung für die geothermische Simulationsberechnung lag darin, einen Nachweis zu erbringen, welchen Anteil

das geothermische Energiesystem an der Versorgung des Gebäudes übernehmen kann.

Geothermische Simulationsberechnungen

Die für den Neubau durchgeführten geothermischen Simulationsberechnungen dienen zum Nachweis der nachhaltig aus dem Untergrund zu gewinnenden und für das Gebäude nutzbaren Wärme- und Kälteleistungen und -mengen. Anders als bei Erdwärmesonden, bei der die Aufgabenstellung lautet, die erforderlichen Bohrmeter zu ermitteln, ist bei einer Bohrpfahlanlage die Wärmetauschergröße definiert und das Gebäudesystem ist daraus abzustimmen. Grundlagen für Simulationsberechnung sind:

- Temperatur und Beschaffenheit des Untergrundes
- Einfluss des Grundwasserstromes sowie
- Die Anordnung und Geometrie der Energiepfähle.

Für die geothermische Simulationsberechnung wurde ein Wärmepumpenbetrieb über 24 h pro Tag an sieben Tagen die Woche angesetzt. Die Simulationsrechnung wurde für einen Betriebszeitraum von fünf Jahren durchgeführt.

Aufbau des Pfahlfeldes

Durch geothermische Simulation des Untergrundes konnte mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) ein sicheres Ergebnis präsentiert werden.

Kenndaten des Gebäudes

Sieben Etagen vom UG bis 6. OG	
Nutzfläche:	6000 m ²
Heizlast:	317 kW
Kühllast:	355 kW



Bild 2: Das Gebäude umfasst vom UG bis zum 6. OG sieben Etagen

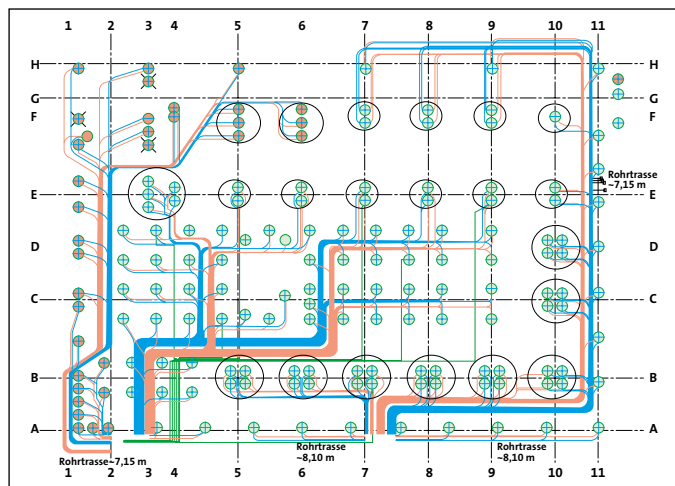


Bild 3: Aufbau des Bohrfahlfeldes

Diese Berechnungsmethode benötigt Inputdaten des Gebäudes und der Geothermieanlage, um verwertbare Ergebnisse für die Leistungsfähigkeit des Untergrundes über die Heiz- und Kühlperiode zu erhalten. Als Ergebnis liegt die mögliche Kühl- und Heizarbeit des Bodens vor, die bei einer monovalenten Anlage in jeder Phase des Jahres den Anforderungen des Gebäudes entsprechen muss, um keine Deckungslücken entstehen zu lassen. Im vorliegenden Fall ist die Leistung der Geothermie durch die Anzahl der Bohrpfähle begrenzt. So wurde im monatlichen Vergleichsprofil ermittelt, welche Leistungen durch die Fernwärme und einen Kaltwassersatz zur Spitzenlastabdeckung benötigt werden.

Insgesamt wurden 156 Ortbetonpfähle mit je 90 cm Durchmesser und einer Pfahlänge von 11 m gesetzt. Die gesamte für die Wärmeübertra-

Projektbeteiligte

Bauherr: Theresienkrankenhaus & St. Hedwigklinik GmbH, 68165 Mannheim

Mitträger: Orden der barmherzigen Schwestern vom heiligen Vinzenz von Paul, 79104 Freiburg

Architektur: Schmucker und Partner planungsgesellschaft mbH

Fachplaner: PEG Planungsgesellschaft für Einrichtungen des Gesundheitswesens mbH Prof. Dr.-Ing. Peter Schmiege. In Zusammenarbeit mit fc.ingenieure GmbH

Ausführung: Zent-Frenger Gesellschaft für Gebäudetechnik mbH



Bild 4: mit a) Herstellung des Energiepfahls, ...



b) ... der Hauseinführung und ...



c) den Verteilern

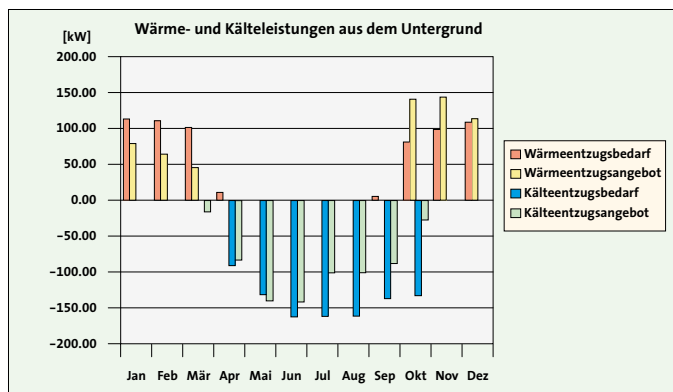


Bild 5: Wärme- und Kälteleistung in [kW] aus dem Untergrund

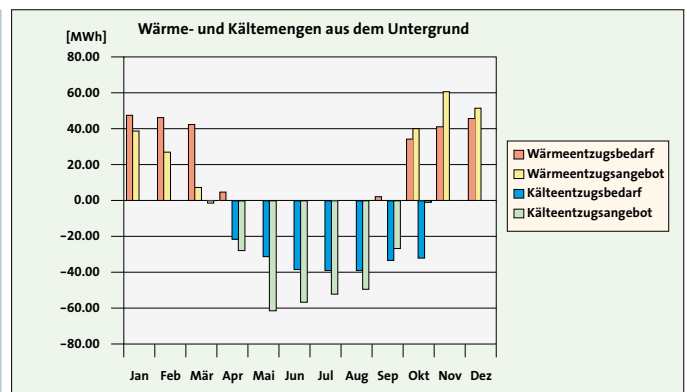


Bild 6: Wärme- und Kältemengen in [kWh] aus dem Untergrund

gung zur Verfügung stehende Pfahlänge beträgt 1738 m. Jeden Pfahl durchlaufen fünf Kunststoffrohrschlaufen, so dass letztlich zehn Rohre einen 90 cm durchmessenden Pfahl durchlaufen. Als Wärmeträgermedium kam ein 25 %-iges Antifrogen-L/Wasser-Gemisch zum Einsatz.

Festlegung der bivalenten Anlagenkonzeption

Die Anlagenkonzeption sieht vor, dass die Niedertemperatur-Verbraucher mit geothermischer Energie sowohl im Heiz- als auch im Kühlfall versorgt werden. Die RLT-Geräte sowie die Heizkörper werden bei extremen Außentemperaturen mit Fernwärme bzw. einem Kaltwassersatz versorgt, da die notwendigen Vorlauftemperaturen eine wirtschaftliche Energieversorgung über die geothermische Energiezentrale nicht möglich machen. Durch die hydraulische Verbindung zwischen Niedertemperatur- und Hochtemperaturverteiler ist im Teilbereich eine geothermische Versorgung für die Hochtemperaturverbraucher im Heizfall möglich.

Flächensysteme zur Gebäudetemperierung

Zur Entlastung der Energieerzeugung wurde eine Kombination aus Energiespeichersystem und Spitzenlastregulierung gewählt. Eine Besonderheit ist, dass beide Systeme als Flächensysteme sich für Geothermie eignen, und auch optisch unauffällig im Hintergrund arbeiten. Sie werden in der Betondecke eingegossen und sind für den Betrachter somit unsichtbar.

Betriebsweise

Tagbetrieb Nachtspeicherbetrieb

Sommertemperaturen: 16/18 °C 17/20 °C gleitend nach AT

Wintertemperaturen: 40/37 °C 30/26 °C gleitend nach AT

Heizbetrieb:

Im Winter werden die Büros über die Geschosstrennendecke mit angenehmer Strahlungswärme beheizt. Die massiven Decken werden

Eckdaten der Technik

Gebäudebedarf	Kälte in [kW]		Wärme in [kW]	
	Tag (RLT / HK / Randzone) 295	Nacht (BKT) 160	Tag 285	Nacht 160
Nutzleistung der geothermischen Energiezentrale	195		217	
Ergänzung durch Fernwärme / Kaltwassersatz	200		120	
Geothermischer Deckungsgrad	Tag 66 %	Nacht 100 %	Tag 76 %	Nacht 100 %

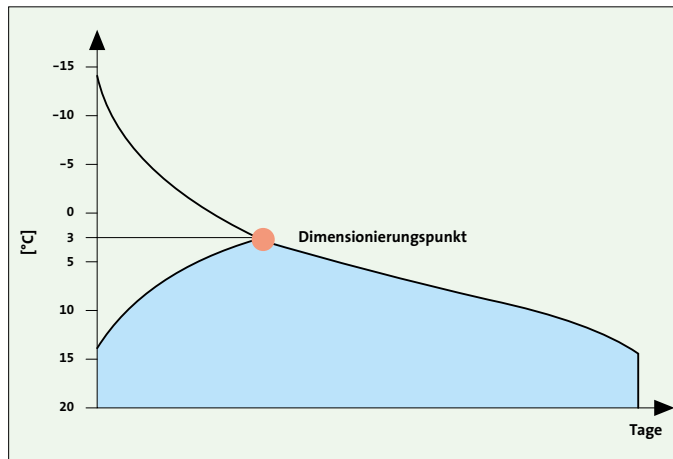


Bild 8: Dimensionierung

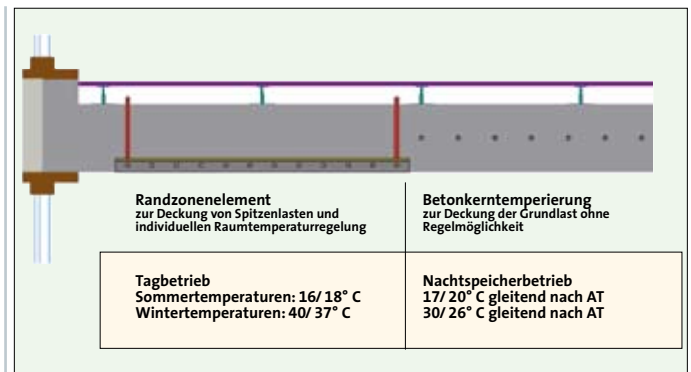


Bild 9: Aufbau der Geschosstrenndecke



Bild 10 a und b: Thermisch getrennte Randzonelemente, fast unsichtbar integriert in die Geschosstrenndecke zur individuellen Einzelraumregelung



Bild 11: Aktivierte Geschosstrenndecke für die speicherbasierte Grundtemperierung a) und ein nach Spachtelung und Farbbeschichtung fast unsichtbares Randzonelement b)

Anforderung des Gebäudes und Lösungen der Gebäudetechnik

a) Nutzeranforderung: Heizen und Kühlen, hygienisch glatte Oberflächen, geringe Luftwechselraten

Lösung: Flächensysteme zum Heizen und Kühlen

b) EnEV: Geringer Primärenergieaufwand und minimierter CO_2 -Ausstoß

Lösung: Regenerative Energietechnik nutzt ideal die Vorteile der Flächen Heiz- und Kühlsysteme

c) Statisches Konzept: Pfahlgründung

Lösung: Belegung der statisch notwendigen Pfähle mit Rohrleitung zur Ausbildung von Erdwärmetauscher

d) Gebäudeunterhalt: Geringe Energiekosten

Lösung: Hocheffiziente Wärmepumpentechnik in Verbindung mit Niedertemperatur Heiz- und Kühlsysteme sorgen für geringste Gebäudeunterhaltskosten

Fazit

Die Nutzung geothermischer Energie ist auch über Gründungspfähle möglich, die eigentlich nur für die Gebäudestatik erforderlich sind. Im Fall des Ärztehaus in Mannheim waren die Energiepfähle nicht ausreichend, um diese als monovalente Energiequelle einzusetzen. Aufgrund unterschiedlicher Verbrauchertemperaturen wurden Hochtemperaturverbraucher sowie konventionelle Kälteverbraucher definiert, die über die Fernwärme und Kaltwassersätze versorgt wurden.

Durch Kombination von Betonkerntemperatur und schnell regulierbaren, einbetonierten Randstreifen entlang der Fassade konnte die geothermische Energie mit hohem Wirkungsgrad im Gebäude Verwendung finden. Interessant ist, dass kein optischer Unterschied zwischen den beiden Flächensystemen an der Betondecke bemerkbar ist. Die Behaglichkeitskriterien sind auch ohne Einsatz von Heizkörpern unter den Fenstern erfüllt.

