

Energieeffizienz im Shopping Center ATRIO

Betriebsmesswerte belegen die umwelt- und ressourcenschonende Planung mit Energiepfählen

Ing. Johann Knoll

ATP Architekten und Ingenieure, Innsbruck
www.atp.ag

Bauherr:

SES Spar European Shopping Centers

Architektur und Gesamtplanung:

ATP Architekten und Ingenieure,
Innsbruck

Architektur: DI Andrei Florian

HKLS, Brandschutz: Ing. Johann Knoll

Elektro: Ing. Roland Lener,
Ing. Harald Entner

Tragwerksplanung:

DI Dr. Martin Abentung

Das Shopping Center ATRIO in Villach (Gesamtplanung: ATP Architekten und Ingenieure) verbindet nicht nur die Länder Slowenien, Italien und Österreich, sondern ist auch eine Symbiose aus Erde,

Wasser und Baukunst. Es gründet auf über 800 bis zu 70 m tiefen Bohrpfählen, die zum Großteil thermisch aktiviert sind.

Die Gedanken

Bei stetig steigenden Energiepreisen spielt sowohl bei Neubauprojekten als auch bei Sanierungsprojekten außer der wirtschaftlichen Investition der wirtschaftliche Gebäudebetrieb eine entscheidende Rolle.

In diesem Zusammenhang werden im Bereich der Klimatechnik unterschiedliche Systeme bei der Heiz- und Kühlenergiegewinnung untersucht, projiziert und umgesetzt.

Thermoaktive Fundamente oder Erdpendelspeicher eignen sich insbesondere als emissionsfreies Energieerzeugungssystem für Niedertemperaturheiz- und Hochtemperaturkühlsysteme.

In vorliegendem Projekt lag die thermische Aktivierung der für die Gründung

erforderlichen Betonmassen und des umgebenden Erdreichs nahe, da sowohl die bautechnischen als auch die geotechnischen Randbedingungen diesen Projektierungsweg unterstützten.

Mit den Ergebnissen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde dem Bauherrn ebenfalls eine positive Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung dieser umweltfreundlichen Technik zugearbeitet.

Funktion eines thermoaktiven Fundaments

Wenige Meter unter der Erdoberfläche (10 – 20 m) herrscht nahezu das ganze Jahr über das gleiche Temperaturniveau von ca. 12° C – 14° C vor.

Die Idee der thermoaktiven Fundamente/ Erdpendelspeicher besteht darin, dieses relativ gleich bleibende Energieniveau über geeignete technische Systeme dem Gebäude für Heiz- und Kühlzwecke zur Verfügung zu stellen.

Wesentliche Vorteile der thermoaktiven Fundamente sind folgende Faktoren:

- Thermoaktive Fundamente sind emissionsfrei.
- Thermoaktive Fundamente sind wirtschaftlich.
- Thermoaktive Fundamente sind ein geeignetes Erzeuger-System für Niedertemperaturheiztechnik und Hochtemperaturkühltechnik.

Bild 1: Shopping Center Atrio

Foto: © Alpine Luftbild, Innsbruck



Grundsätzliche Systemtechnik

In die Fundamentierungsbauwerke werden Kunststoffrohre eingelegt, Absorptionsflüssigkeit (Wärmeträger ist Wasser oder Wasser/Glykol) zirkuliert in geschlossenen Kreisläufen und der Energietransport erfolgt von den Fundamenten zur Energiezentrale (Wärmepumpenbetrieb) oder umgekehrt (Rückkühlung der Kältemaschinen).

Durch den möglichen Wärmeentzug im Winter wird um die Fundierungspfähle ein kühler Erdspeicher geschaffen, der sich im Frühsommer bzw. in Übergangszeiten sehr kostengünstig zu Kühlzwecken nutzen lässt.

Dabei wird lediglich das sich in den Energiepfählen befindliche kühle Medium mittels einer Umwälzpumpe zum Kälteverbraucher gepumpt (Free Cooling). Durch die ständige Wärmezufuhr während der Kühlperiode erwärmt sich das Erdreich langsam.

Erreicht die Austrittstemperatur vom Medium aus den Energiepfählen einen Wert, der keinen Free-Cooling-Betrieb mehr zulässt, wird die im Sommer als Kältemaschine genutzte Wärmepumpe in Betrieb genommen. Die Abwärme der Kältemaschine wird nicht, wie bei herkömmlichen Klimaanlage üblich, an die Außenluft abgegeben, sondern den Energiepfählen zugeführt. Durch diesen Energieeintrag wird wiederum ein warmer Erdspeicher geschaffen, welcher während der Wintermonate eine ideale Wärmequelle für den Wärmepumpenbetrieb darstellt.

Geotechnische Randbedingungen

Ist die Art und Weise der Fundamentierung grundsätzlich geklärt, sind als weiterer Schritt die Bodenverhältnisse detailliert zu untersuchen. Insbesondere ist für den Systemplaner der geologische Schichtaufbau interessant, d. h. es sind folgende Kennwerte durch einen Hydrogeologen zu ermitteln:

- Höhe des Grundwasserspiegels
- Fließrichtung des Grundwassers und Fließgeschwindigkeit
- Temperatur des Grundwassers und des Bodenaufbaus
- Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes
- Wärmekapazität des Untergrundes

Bautechnische Randbedingungen

Die Durchführung der thermischen Untersuchungen bedingt weiterhin eine genaue Kenntnis von folgenden bautechnischen Randbedingungen:

- Art und Größe der erdberührten und nutzbaren Betonteile (Stärke, Länge, Tiefe, Durchmesser)
- Tiefenlage der Fundamentteile bezogen auf die Geländehöhe
- geometrischer Bezug der einzelnen Fundamentteile zueinander
- Angaben über die Art und den Umfang der Bewehrung

Gründung im Shopping Center ATRIO

Aufgrund der wenig tragfähigen Bodenschichten und der vorliegenden Grundwasserverhältnisse wird die Bodenplatte als „Weiße Wanne“ ausgeführt, die Gründung erfolgt dabei mittels Fundamentriegel auf Ortbetonpfählen, die in Tiefen bis zu 70 m (im Durchschnitt ca. 33 m) eingebracht werden müssen.

Diese statischen Randbedingungen führten zu der Überlegung, den Einsatz von thermoaktiven Fundamenten detaillierter zu untersuchen.

Die Heizungs- und Kälteverbraucherssysteme wurden auf dieser Basis festgelegt, wobei umschaltbare Wärmepumpen/ Kältemaschinen, Direktkühlung und für den Spitzenbedarf im Winter Zusatzenergie über Fernwärme zum Einsatz kommen.

Thermische Leistungsfähigkeit der Energiepfähle im konkreten Projekt, Wirtschaftlichkeit

Die thermische Leistungsfähigkeit der Energiepfähle sowie die Temperaturverteilung im Erdreich wurden mit einem speziellen Simulationsprogramm berechnet.

Aufgrund der vom Statiker projektierten symmetrischen Pfahlaufteilung und zur Minimierung der Rechenzeiten wurde aus dem vorhandenen Pfahlfeld ein repräsentativer Ausschnitt mit 25 Pfählen ausgewählt und der Berechnung zu Grunde gelegt.

Es wurde das thermische Verhalten im Winter wie auch im Sommer untersucht, wobei die Regenerierungsfähigkeit des Erdreichs um die Großbohrpfähle berücksichtigt wurde.



Bild 2: Energieleitungen im Pfahl



Bild 3: Kältezentrale



Bild 4: Verteiler Energiepfähle
alle Fotos: © ATP Architekten und Ingenieure

Die realisierte Lösung

Das Projekt Shopping Center ATRIO wurde in zwei Bauetappen realisiert. Im März 2007 wurde der zweite Bauteil des Villacher Shopping Centers in Betrieb genommen. Zusammen mit dem im November 2005 fertig gestellten ersten Bauabschnitt stehen den Kunden 83 Geschäfte auf ca. 39.000 m² vermietbarer Fläche zur Verfügung.

Sowohl konzeptionell als auch architektonisch ist das Shopping Center ATRIO kein konventionelles Einkaufszentrum. Höchste Anforderungen an die Architektur stellen auch hohe Anforderungen an den Komfort des Kunden. Ein behagliches Raumklima bedeutet meist einen erheblichen Ressourceneinsatz – einhergehend mit hohen Betriebskosten.

Thermisch aktivierte Bohrpfähle

Von den über 800 erforderlichen Bohrpfählen sind 652 Pfähle als Energiepfähle ausgebildet. Dadurch wird der Primärenergiebedarf bei gleich bleibender Qualität des Raumklimas minimiert.

Zur Energiegewinnung wurden Rohrleitungen aus Polyethylen (PE-HD) in die erdberührten Gründungspfähle des Bauwerkes eingebaut.

Einsatz der Energiepfähle im Sommer- und Winterbetrieb

Das System wird sowohl im Sommer als auch im Winter in Verbindung mit innovativen Wärmepumpen (Kältemaschinen) betrieben.

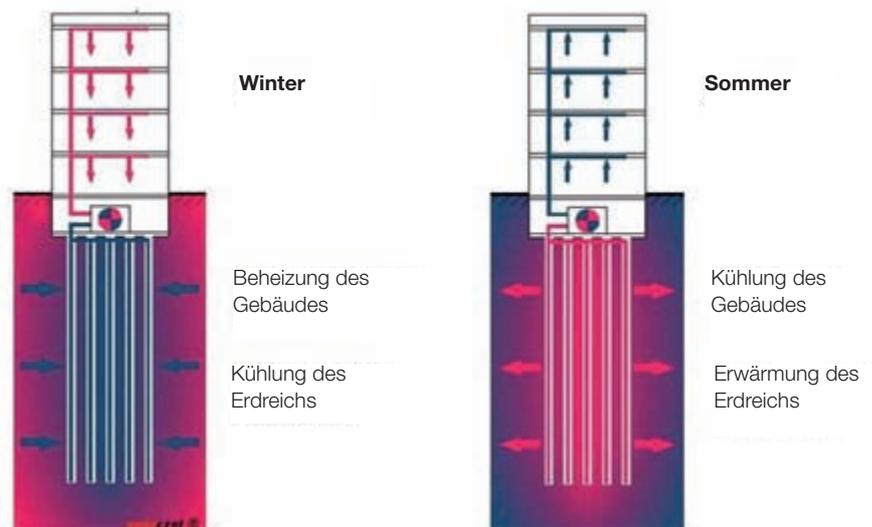
Die Funktion der Kältemaschinen ist im Kühlfall identisch mit jener im Heizfall. Es erfolgt allerdings die umgekehrte Nutzung des Systems durch Umschaltung der Wasserwege.

Es werden drei Hauptbetriebsweisen der Energiepfähle unterschieden:

Winter: Heizung mit Wärmepumpen

Die Wärmepumpen entziehen während der Heizperiode dem Erdreich Energie und geben diese auf einem höheren Temperaturniveau an das Heizsystem ab. In dieser Betriebsweise wird die Kondensatorwärme der Wärmepumpen zur Gebäudetemperierung genutzt.

Bild 5: Energiefluss im Pfahl



Sommer: Kühlung mit Kältemaschinen

Im Kühlfall wird die Abwärme der Kondensatoren, die bei der Kälteproduktion entsteht, ins kühlere Erdreich geleitet. Die Abwärme des Kälteprozesses wird vollständig über die Energiepfähle rückgekühlt. Jährlich werden rund 28.000 kWh Strom für die Ventilatoren der Rückkühler eingespart.

Sommer: Kühlung ohne Kältemaschinen (Free Cooling)

Das Erdreich wird im Frühsommer direkt zur Gebäudekühlung genutzt. Das in den Energiepfählen abgekühlte Medium (Wasser) wird mittels Umwälzpumpen zu den Kälteverbrauchern gepumpt. Im Free-Cooling-Betrieb können jährlich rund 170 MWh aus dem Erdreich gewonnen werden.

Die Effizienz der Energieversorgung wird durch den Einsatz von Pufferspeichern und Frequenzumformern bei allen Umwälzpumpen maßgeblich erhöht. Alle Lüftungsgeräte wurden mit Wärmerückgewinnung und Frequenzumformern ausgestattet. Eine umfassende Mess- und Regelungstechnik stellt die hocheffiziente Energieversorgung sicher.

Vorliegende Betriebserfahrungen

Laufende Messungen während des Betriebs belegen, dass innerhalb eines Jahres rund 375.000 kWh/a Strom eingespart werden. Durch Wärmerückgewinnung und Erdwärmennutzung sinkt der Fernwärmebedarf um rund 1.220.000 kWh/a.

Diese Einsparung entspricht dem äquivalenten Jahresverbrauch an Strom und Heizenergie von rund 114 Einfamilienhäusern mit durchschnittlichem Verbrauch.

Reduktion der CO₂-Emissionen

Die jährlichen CO₂-Emissionen des Shopping Centers, verursacht durch Heizung und Kühlung des Gebäudes, sinken um ca. 500 t/a. Der gesamte CO₂-Ausstoß des Gebäudes wird um ca. 55 % reduziert.

Diese Einsparung entspricht bei einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß von 165 g/km rund drei Millionen Pkw-Kilometer pro Jahr, d. h. einer 75-fachen Erdumrundung.

Ausgezeichnetes Energiekonzept

Das gesamte Projekt wurde vor seiner Realisierung einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen. Der Einsatz der Energiepfähle wurde positiv bewertet und hat keinerlei negative Einflüsse auf das Erdreich und den Grundwasserstrom.

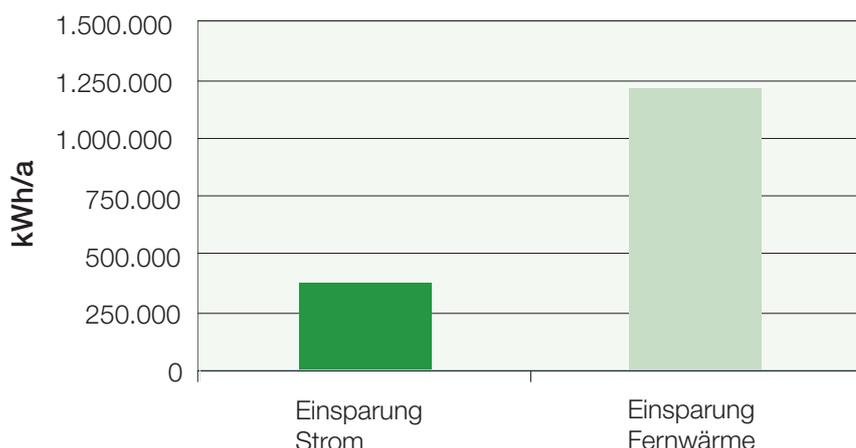
2007 wurden die innovativen Aspekte dieses Energiekonzepts mit dem 2. Platz des Energy-Globe-Kärnten-Wettbewerbs ausgezeichnet.

Wirtschaftlichkeit und umweltfreundliche Energieversorgung sind weder Widerspruch noch Zukunftsvision. Im Shopping Center ATRIO werden thermoaktive Bohrpfähle zur Heizung und Kühlung des Gebäudes eingesetzt.

Energiepfähle stellen eine bewährte Technik dar. Neu sind die Dimensionen, die verwirklicht wurden. Nicht nur „im Kleinen“ wirkt der Umweltgedanke. Auch Investoren von Großprojekten, die nicht zwingend Betreiber der erbauten Gebäude sind, können umweltgerechtes Planen und Bauen forcieren. Dass Wirtschaftlichkeit und nachhaltiges Bauen kein Widerspruch sind, zeigt dieses Projekt eindrucksvoll.

Bild 6: Jährliche Energieeinsparung

alle Grafiken: © ATP Architekten und Ingenieure



Daten & Fakten Energiepfähle

- ca. 800 St.** Bohrpfähle, davon 652 St. Energiepfähle
 - 9 St.** Verteilergruppen
 - 1.176 St.** Absorberkreise ab Verteiler
 - 162.000 m** Rohrleitungen in den Pfählen
 - 105.000 m** Rohrleitungen vom Verteiler bis zum Energiepfahl
 - 5 St.** Kältemaschinen
 - 1 St.** Fernwärmeanschluss
 - ca. 7.200 kW** Heizlast (ohne Wärmegewinne)
 - ca. 6.800 kW** Kühllast (Kondensatorleistung)
- Frequenzumformer für alle Anlagen