

EIN FUNDAMENT, DAS AUCH ENERGETISCH TRÄGT

Ein Firmenneubau in Chur wird massgeblich durch die Abwärme der internen Lasten (mittels Wärmepumpe) geheizt, die in der Bodenplatte des Untergeschosses gespeichert wird. Hinzu kommen PVT-Paneele, die als zusätzliche Wärmequelle dienen, primär jedoch die Gebäudekühlung unterstützen. Ein dreijähriges Monitoring hat die Tauglichkeit dieses innovativen Energiekonzepts für Bürogebäude bestätigt. Auf Wohngebäude, bei denen der Wärmebedarf jenen an Klimatisierung in aller Regel deutlich übersteigt, ist das Konzept nur bedingt übertragbar.



Die Fundamentplatte mit den eingelegten Wärmetauscher-Rohren in der Bauphase. Foto: BFE-Schlussbericht OblaTherm

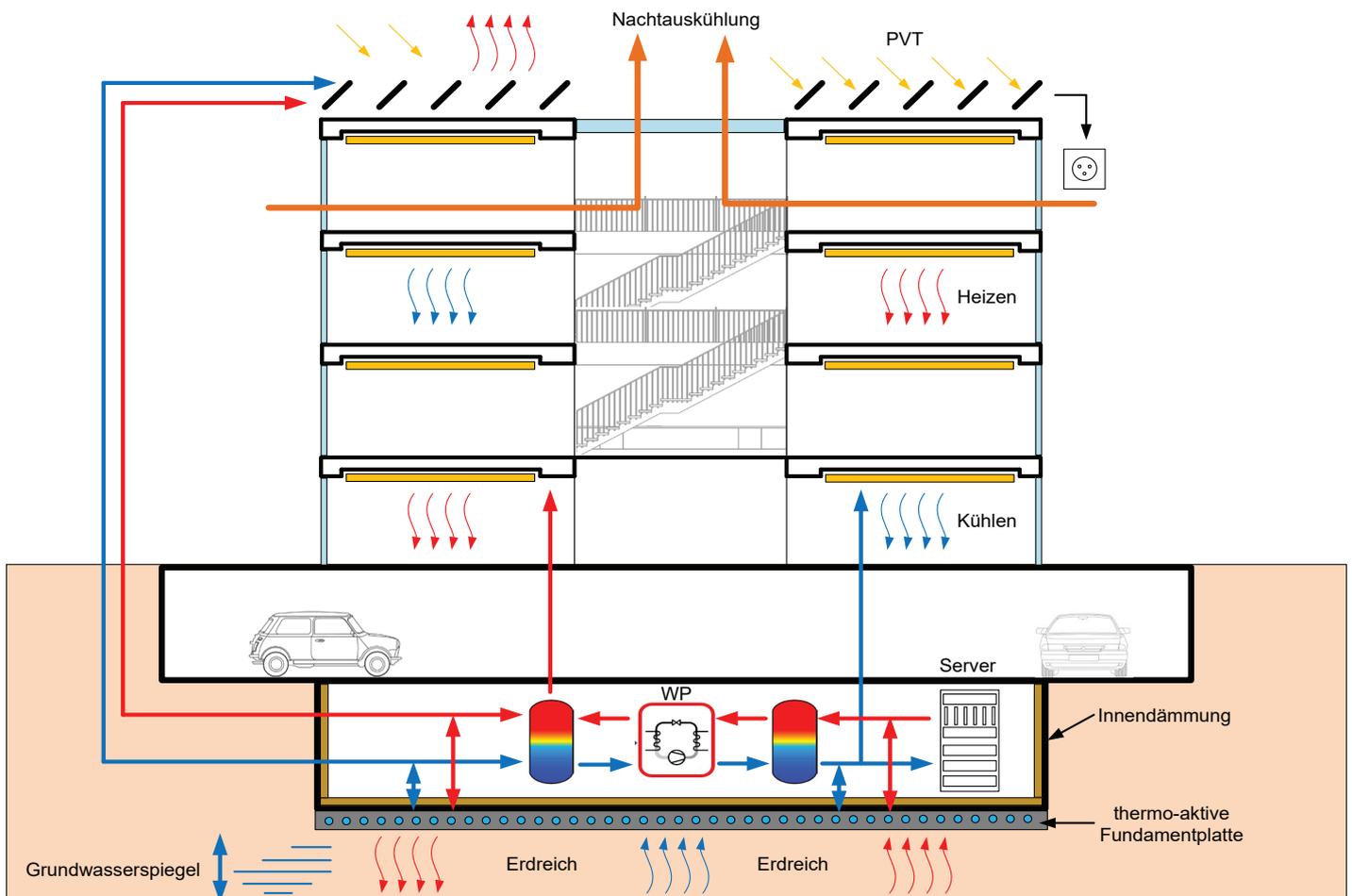
Im Jahr 2020 bezog die Schweizer Niederlassung der Viegä AG am Stadtrand von Chur ein neues Gebäude. Das vierstöckige Haus beherbergt auf gut 6000 m² Nutzfläche Produktions-, Büro- und Lagerräume, daneben ein Restaurant und eine Fitness- und Erholungszone. Die Liegenschaft, in der rund 100 Personen arbeiten, verfügt über eine exzellente Wärmedämmung nach dem Minergie-P-Standard. Für die Beheizung wird unter anderem die Abwärme von Servern genutzt; damit werden fast 10 % des Gesamtwärmebedarfs gedeckt. Dank des grossen Fensteranteils können zudem beachtliche Solargewinne geerntet und über Hybriddeckensegel im Haus verteilt werden.

Fundamentplatte als Pufferspeicher

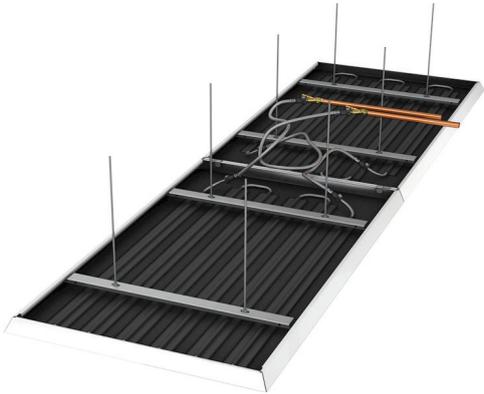
Die Wärmegewinne sind so hoch, dass sich die Energieplaner von Beginn weg nicht auf die Wärme-, sondern die Kälteproduktion für das Gebäude fokussierten. Da am Standort zum Schutz des Grundwassers keine Erdsonden verlegt werden dürfen, haben sich die Planer der Vassella Energie GmbH

(Poschiavo) und des Instituts für Solartechnik (Ostschweizer Fachhochschule) für eine 384 m² grosse Solaranlage mit PVT-Kollektoren entschieden, die Strom und Wärme bereitstellen, aber auch kühlen können: Im Kühlmodus strahlen sie die Abwärme ab, die bei der aktiven Gebäudekühlung mittels Wärmepumpen entsteht und die aus Kapazitätsgründen nicht von der Fundamentplatte aufgenommen werden kann. Zu dem Zweck entwickelte die Firma Caotec SA Doppelglas-Module, die als Wärmetauscher einen unisolierten Roll-Bond-Absorber aus Aluminium nutzen. Die PVT-Module erreichten eine Kühlleistung von 80 kW (bzw. 0.2 kW/m²) und eine Heizleistung von 60 kW (bzw. 0.16 kW/m²).

Solarwärme-Anlagen werden in der Regel mit einem Warmwassertank oder einem Eisspeicher ergänzt, um die Wärme zwischenspeichern, bis diese gebraucht wird. In Chur gingen die Planer einen anderen Weg und beschränkten dabei Neuland: Sie setzen die 1000 m² grosse und 30 cm starke Fundamentplatte des Gebäudes als Wärmespeicher ein. Zu



Schematische Darstellung des Energiesystems mit PVT-Anlage und energetisch genutzter Fundamentplatte. Illustration: BFE-Schlussbericht OblaTherm



Das Gebäude in der Stadt Chur ist mit Hybriddeckenmodulen ausgestattet, die ein Wasser-Glykol-Gemisch als Wärmeträgermedium nutzen, um die Wärme aus stark besonnten Räumen in andere Gebäudeteile zu bringen bzw. Räume zu kühlen. Foto: BFE-Schlussbericht OblaTherm

dem Zweck wird die Fundamentplatte über ein 4'870 m langes Rohrsystem von einem Wasser-Glykol-Gemisch durchströmt, das den Wärme- bzw. Kälte transport besorgt. Die in der Fundamentplatte gespeicherte Wärme wird von zwei Sole-Wasser-Wärmepumpen zur Bereitstellung von Heizwärme und Warmwasser genutzt. Umgekehrt kann in der Fundamentplatte die Wärme deponiert werden, die bei der Kühlung des Gebäudes entsteht. Die Bodenplatte stellt einen Wärmespeicher dar, dessen Kapazität zwischen einem Saison- und einem Tagesspeicher liegt und über eine mehrwöchige Pufferzeit verfügt.

Monitoring bestätigt hohe Effizienz

Die Kombination einer PVT-Anlage mit einer speicherfähigen Fundamentplatte wurde bislang kaum umgesetzt. Was dieses



Die doppelt verglasten PVT-Module produzieren Strom und Wärme. Sie werden aber auch eingesetzt, um das Gebäude zu kühlen. Das PVT-System ist auf den Kühlfall optimiert. Wäre das System auf den Wärmeertrag optimiert, könnte etwa 20-mal mehr Wärme gewonnen werden. Foto: SPF/Vassella

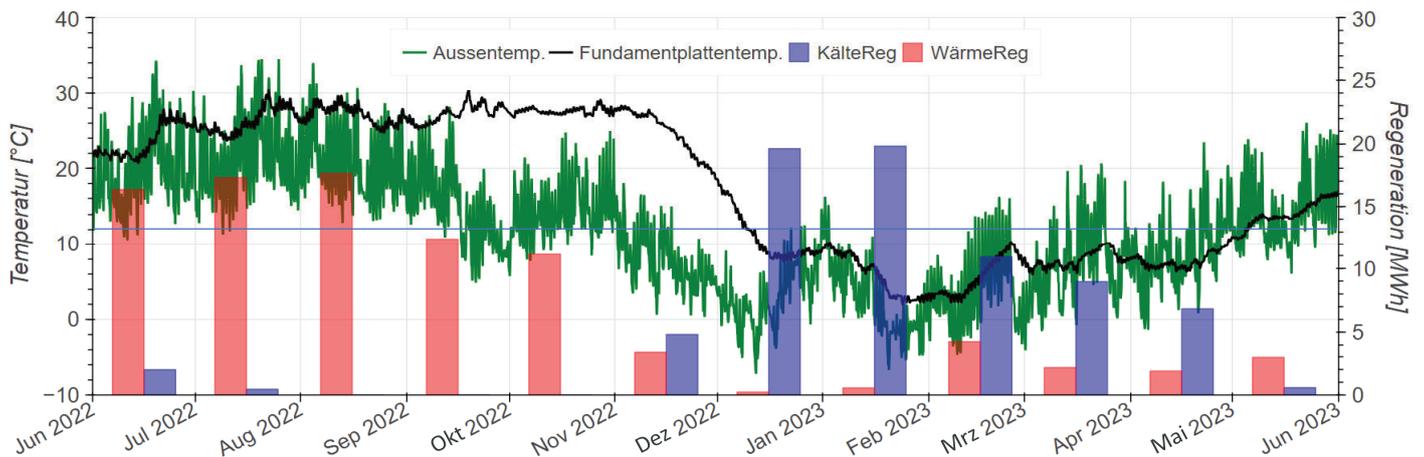
neuartige Energiesystem leistet – insbesondere hinsichtlich Gebäudekühlung –, hat das Institut für Solartechnik (SPF) der Ostschweizer Fachhochschule seit 2020 in einem dreijährigen Monitoringprojekt erforscht. «Unsere Ergebnisse bestätigen, dass dieses System nicht nur den Wärme-, sondern auch den Kühlbedarf des Gebäudes fast vollständig deckt», sagt SPF-Projektleiter Alexander Schmitt. Das BFE hat die Erprobung dieses innovativen Konzepts im Rahmen seines Pilot- und Demonstrationsprogramms finanziell unterstützt. Das Vorhaben wurde im Frühjahr 2024 mit dem Schlussbericht abgeschlossen.

Die Messungen attestieren den beiden Wärmepumpen eine hohe Effizienz: Für Heizen liegt die Jahresarbeitszahl bei 5,8, für die Brauchwasserproduktion bei 3,5 und für Kühlen bei

ENERGIE FÜR VIER BIS FÜNF WINTERTAGE

Eine Fundamentplatte kann Wärme und Kälte speichern. Sie ist eine Variante eines Thermoaktiven Bauteilsystems (TABS). Die Fundamentplatte wird als Quelle für die Wärmepumpen genutzt. Um die Speicherkapazität an einem Beispiel anschaulich zu machen: Senkt man die Temperatur der Fundamentplatte um 20 Kelvin (also beispielsweise von 24 auf 4 °C, lässt sich mit der gewonnenen Wärme das Churer Gebäude (gut 6000 m² Energiebezugsfläche) im kalten Winter rund 4 bis 5 Tage heizen. Die Temperatur der Fundamentplatte bewegt sich im Jahresverlauf zwischen 1 °C (nach dem maximalen Wärmeentzug im Winter) und 31 °C (Sommer).

Die Wärmekapazität von Beton bezogen auf die Masse beträgt etwa einen Fünftel der von Wasser. Ein Wasserspeicher mit gleicher Speicherfähigkeit wie die Fundamentplatte (300 m³) hätte ein Volumen von 170 m³. Die thermisch aktivierbare Fundamentplatte ist etwas dicker gegossen als eine normale Fundamentplatte. Sie ist von oben (also gegen das Gebäude) isoliert, nicht zum Erdreich hin.



Die Grafik zeigt, wie viel Wärme der Fundamentplatte im Jahresverlauf zugeführt (rot) bzw. entnommen wird (blau). Die horizontale blaue Linie markiert die Heizgrenze (12 °C) – liegt die Aussentemperatur tiefer, wird geheizt. Ab Februar wird die Fundamentplatte grossteils mit Wärmemengen aus der PVT-Anlage regeneriert. Diese Wärmeregeneration könnte in den Folgemonaten (März bis Juni) noch deutlich erhöht werden. Der Wärmeeintrag in die Fundamentplatte wird durch die Anlagensteuerung aber unterbunden, damit zu Fundamentplatte nicht überhitzt. Illustration: BFE-Schlussbericht OblaTherm

Komplexe Anlagensteuerung

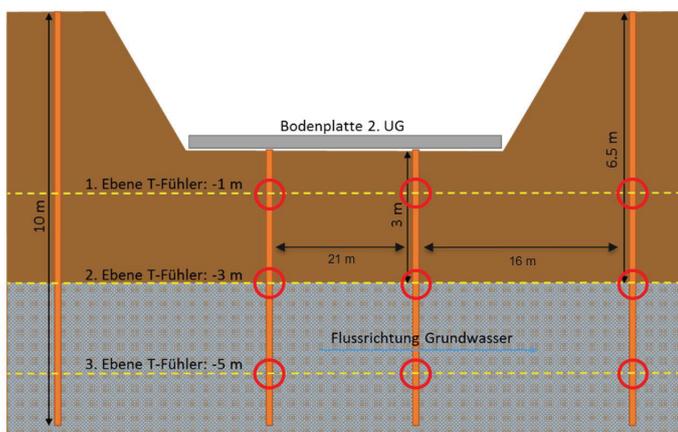
Das Energiesystem aus PVT-Anlage und Fundamentplatte ist also sehr leistungsfähig. Es stellt allerdings hohe Anforderungen an die Anlagensteuerung, wie der Projektschlussbericht betont: «Eine umfassende Überwachung und Optimierung waren und sind für einen effizienten Betrieb der Anlage unerlässlich.»

Wie das zu verstehen ist, verdeutlicht das folgende Beispiel: Im Frühling darf der Fundamentplatte nicht zu viel Wärme zugeführt werden, weil sie sonst in den Sommermonaten zu warm ist – und dann die Kühlung des Gebäudes beeinträchtigt.

Deshalb wird das Heizsystem so gesteuert, dass der Fundamentplatte zwischen März und Juli keine Wärme aus der PVT-Anlage zugeführt wird, sobald die Platte eine Temperatur von 7 °C erreicht hat. Dadurch verhindert man das Überhitzen der Fundamentplatte, dies allerdings um den Preis, dass aus der Fundamentplatte nun eine tiefere Temperatur zur Verfügung steht, was die Effizienz der Wärmepumpen mindert.

Klimafreundlicher und günstiger als Erdsonden

Für Carlo Vassella ist die Nutzung des Fundaments nicht einfach eine Notlösung für Fälle, wo keine Erdwärmesonden



Die Fundamentplatte nimmt Wärme aus dem umliegenden Erdreich auf. Ein Wärmeaustausch mit dem Grundwasser findet allerdings nicht statt, wie Messungen gezeigt haben. Illustration: BFE-Schlussbericht OblaTherm

P+D-PROJEKTE DES BFE

Das im Haupttext vorgestellte Projekt wurde vom Pilot- und Demonstrationsprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) unterstützt. Mit dem Programm fördert das BFE die Entwicklung und Erprobung von innovativen Technologien, Lösungen und Ansätzen, die einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energien leisten. Gesuche um Finanzhilfe können jederzeit eingereicht werden.

➔ www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration

gebohrt werden können, sondern durchaus eine bessere Alternative: «Die Fundamentplatte muss so oder so gegossen werden, daher enthält sie viel weniger graue Energie als Erdwärmesonden», sagt Vassella. Gemäss Berechnungen der Projektteams ist ein Energiesystem aus Erdsondenfeld mit Sole/Wasser-Wärmepumpe und PV-Anlage (584'000 Fr./20 Jahre) auch teurer als das vorliegende System mit PVT-Kollektoren und Fundamentplatte (504'000 Fr./20 Jahre, ohne Anschluss ans Anergie-Netz). Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe mit PV-Anlage (326'000 Fr./20 Jahre) ist zwar günstiger, hat aber den Nachteil, dass sie wegen Lärmimmissionen oder in Höhenlagen mitunter nicht eingesetzt werden kann, betont Vassella.

- Der **Schlussbericht** zum Projekt «Deckung des Kälte- und Wärmebedarfs eines Minergie-P-Bürogebäudes mit thermischer Aktivierung der Bodenplatte und PVT-Kollektoren» (OblaTherm) ist abrufbar unter:
www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=40601
- **Auskünfte** zum Thema erteilen Men Wirz (men.wirz@bfe.admin.ch), Leiter des Pilot- und Demonstrationsprogramms des BFE, und Nadège Vetterli (nadege.vetterli@anex.ch), externe Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Gebäude und Städte.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte finden Sie unter
www.bfe.admin.ch/ec-gebaeude.