

Expertenforum 2014

Energiespeicher Beton

Visionäres Energiemanagement –
von der Forschung zur Umsetzung

Tagungsband

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
Zement+Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.
A-1030 Wien, Reiserstraße 53
Tel.: +43 1 714 66 85-0, Fax: +43 1 714 66 85-26
www.zement.at
Ausgabe März 2014

Redaktion:

DI Dr. Frank Huber, Z+B Handels- und Werbeges.m.b.H.
Cathérine Stuzka, Z+B Handels- und Werbeges.m.b.H.

Lektorat:

Mag. Ursula Jus, Z+B Handels- und Werbeges.m.b.H.

Gestaltung:

Mag. Ursula Malina, Z+B Handels- und Werbeges.m.b.H.

Bildnachweis:

Titelbild: Z+B/Oberlohr
Die Bildrechte liegen – wenn nicht anders angegeben – bei den Autoren.

Druck: Die Digital Drucker, Klosterneuburg

Die Informationen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.
Eine Haftung ist ausgeschlossen.

Inhalt

- 4 Die Salzburger Energiewende**
DI Dr. Josef Schwaiger, Landesrat Salzburg
- 6 Heizen und Kühlen mit Beton – Potenziale eines Baustoffs**
DI Dr. Peter Holzer, PJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH
- 9 Forschungsergebnisse als Basis lösungsorientierter Anwendung in der Bauteilaktivierung**
Ao. Univ. Prof. DI Dr. Klaus Kreč, Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen des Instituts für Architektur und Entwerfen der TU Wien
- 12 Anwendungspraxis und Erfahrungen eines Installateurs – Bauteilaktivierung ist keine Hexerei**
DI Wolfram Steiner, Fa. Steiner Haustechnik GmbH
- 15 Gemeindezentrum Hallwang
Energiespeicher Beton groß geschrieben**
Harald Kuster, FIN – Future is Now, Kuster Energielösungen GmbH
- 18 Mit Bauteilaktivierung zum Green Building Zertifikat
Neubau Öbau Mössler in Villach**
Ing. Siegfried Sotular, energieeffizienz gmbh
- 19 Trotec: Bauteilaktivierung als Garant für ein konstantes Produktionsklima**
Dipl.HTL-Ing. Bmstr. Gerald Schmidt, EcoProjekt
- 22 Das Tirol Panorama – Museum am Bergisel**
Architekt DI Philipp Stoll, stoll.wagner ziviltechnikergesellschaft mbh



Vorwort

Das Gemeindezentrum in Hallwang ist ein Musterbeispiel dafür, welches Potential in einem intelligent geplanten und hochwertig ausgeführten Gebäude steckt. Der Weg zum Erfolg ist kein Geheimnis, er muss nur konsequent beschritten werden. Bauherr, Architekt, Haustechnik- und Tragwerksplaner müssen den Willen und die Fähigkeit haben, ohne Vorbehalte und vorgefasste Meinung vom Projektstart weg in einen Kooperationsprozess einzusteigen und sich vom Gewöhnlichen, immer schon Üblichen zu lösen. Sie müssen in der Lage sein, ihre Vorstellungen zu artikulieren, müssen mutige Entscheidungen treffen und diese auch gegen wohlmeinende Ratschläge verteidigen. Der Gemeinschaft der Projektbeteiligten ist es genau aus den hier angeführten Gründen gelungen, beim Neubau des Gemeindezentrums Hallwang ein Musterprojekt mit einer weit über die unmittelbare Region hinausgehenden Vorbildwirkung zu realisieren.

Zu diesem Erfolg möchte ich herzlich gratulieren.

Bmstr. DI Felix Friembichler

Geschäftsführer der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie



Foto: © Regina Hügli

Editorial

Gerade im Energiesektor gibt es viele Visionen und Projekte, viele davon werden nicht realisiert. Umso mehr freut es mich als Bürgermeister und Präsidenten des Gemeindebundes, dass gerade in meiner Heimatgemeinde Hallwang dem Tagungsmotto „Visionäres Energiemanagement – von der Forschung zur Umsetzung“ voll Rechnung getragen wird und der Energiespeicher Beton umgesetzt werden konnte. Die Erwartungen, die bei der Planung und dem Bau des neuen Kultur- und Veranstaltungszentrums hinsichtlich des Energieverbrauches sehr hoch angesetzt wurden, haben sich zu hundert Prozent erfüllt. Trotz Temperaturen von minus 12 Grad wurde keine einzige Kilowattstunde zur Heizung dieses Gebäudes eingesetzt. Die aus der Sonne bezogene Energie wurde im Beton so gut gespeichert, dass sie bei Bedarf abgegeben und damit ein Wohlfühlklima geschaffen werden konnte. Dies wurde bereits in den ersten sechs Monaten des Betriebs bei vielen verschiedenen Veranstaltungen klar und bestätigt. Ein visionärer Weg, der jetzt in der Praxis seine Bestätigung gefunden hat. Ich wünsche den Tagungsteilnehmern viel Erfolg und dass der Samen, der jetzt in Hallwang gesetzt wurde und aufgegangen ist, reiche Früchte auch in anderen Gemeinden bringen möge.

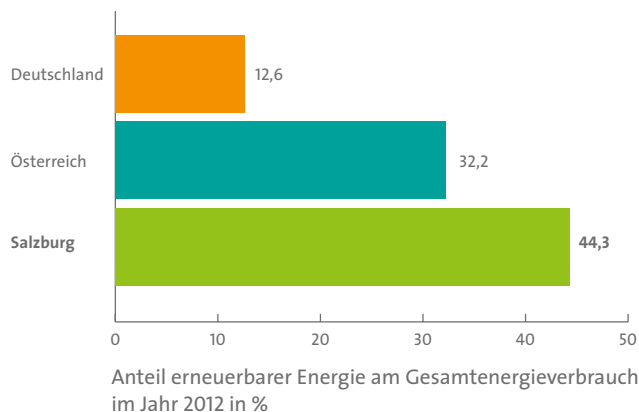
Prof. Helmut Mödlhammer

Bürgermeister von Hallwang
Präsident des Österreichischen Gemeindebundes

Die Salzburger Energiewende

Salzburg ist im nationalen und internationalen Vergleich im Spitzenfeld, was den Anteil der erneuerbaren Energieträger angeht.

Bereits mehr als 44% des Gesamtenergieverbrauchs werden in Salzburg aus erneuerbaren Quellen gedeckt. Ein wesentlicher Faktor ist hier natürlich die Wasserkraft. Bemerkenswert ist jedoch, dass Biomasse bereits einen größeren Anteil zu den Erneuerbaren liefert (38% Wasserkraft, 59% Biomasse).



Wasserkraftwerk Lehen, Salzburg, Foto © Z+B



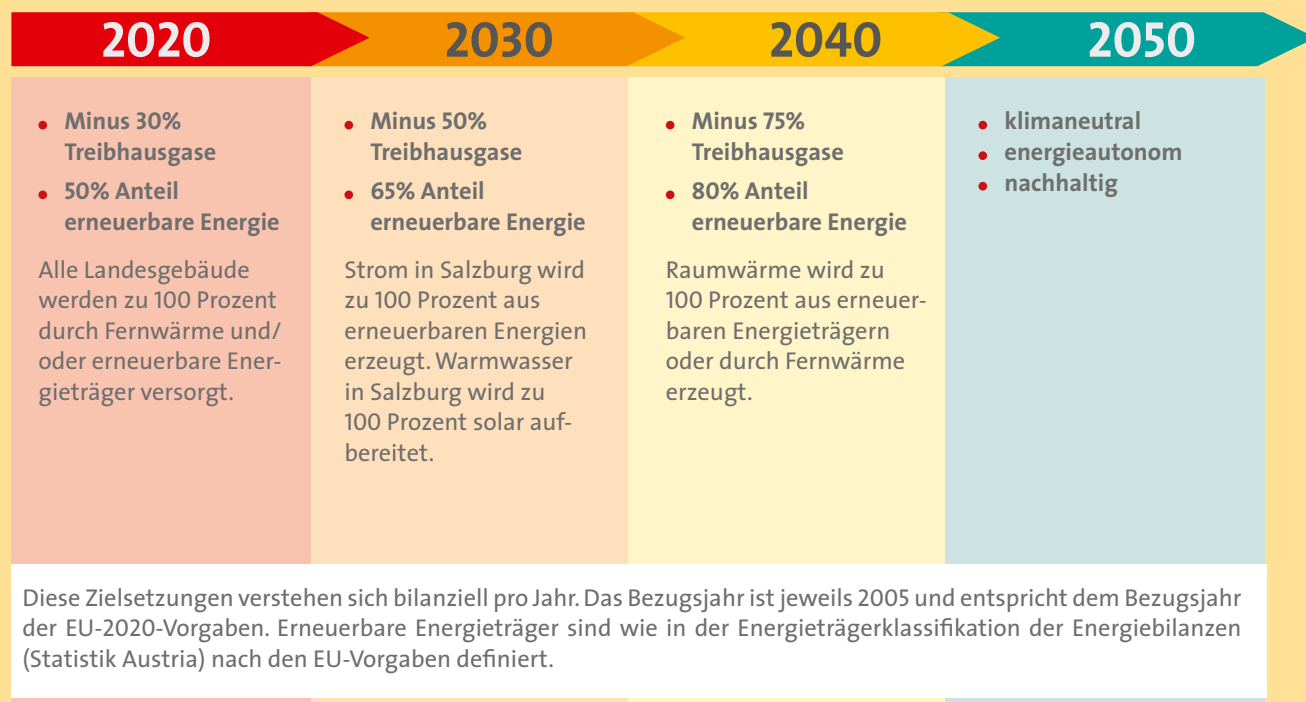
Der hohe Wert ist nicht zuletzt dadurch zu Stande gekommen, weil es im Zeitraum von 2005–2012 gelungen ist, den Anteil der Erneuerbaren am Gesamtenergieverbrauch signifikant um fast 11% zu steigern (von 33,6% auf 44,3%).

Um diesen erfolgreichen Weg fortzuschreiben, hat sich die neue Salzburger Landesregierung im Arbeitsübereinkommen dazu entschlossen, Klimaschutz und Energiewende zum „ressortübergreifenden Regierungsprinzip“ zu erklären. Alle Ressortbereiche sollen an einem Strang ziehen und einen Beitrag dazu leisten, dass im Jahr 2020 50% des Gesamtenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen stammen (Masterplan Klimaschutz und

Energie 2020). Fernziel ist es, dass Salzburg im Jahr 2050 klimaneutral, energieautonom und nachhaltig wirtschaftet. Dazu wurde ein entsprechender Zielpfad festgelegt.

Wesentlich für die Zielerreichung ist neben dem Ausbau der Erneuerbaren auch der Bereich Energieeffizienz. Hier zeichnet sich bereits jetzt ein positiver Trend ab. Seit 2005 ist der Energieverbrauch trotz Wirtschaftswachstums nicht gestiegen. Die aktuellen Zahlen für das Jahr 2012 deuten sogar darauf hin, dass der Energieverbrauch trotz Wirtschaftswachstums zurückgeht. Diesen Pfad gilt es weiterhin konsequent zu verfolgen, damit die Salzburger Energiewende gelingen kann.

Zielpfad „Salzburg 2050 klimaneutral.energieautonom.nachhaltig“



Heizen und Kühlen mit Beton – Potenziale eines Baustoffs

Der vorliegende Beitrag beinhaltet eine systematische Aufbereitung ausgewählter thermodynamischer Grundlagen der thermischen Speichermassenbewirtschaftung von Bauteilen aus Beton.

Diskutiert und anschaulich dargestellt werden die relevanten thermodynamischen Eigenschaften des Materials an sich, sowie die Potenziale zweier exemplarischer Systeme, erstens der kernaktivierten Kühldecke und zweitens der Speichermassenbewirtschaftung durch sommerliche Nachtlüftung.

Thermodynamische Grundlagen

Beton eignet sich wie kein zweites gängiges Baumaterial zur aktiven und passiven thermischen Aktivierung. Zwei Eigenschaften sind dafür ausschlaggebend:

Erstens steht Beton mit 1,8 W/mK für eine außerordentlich hohe Wärmeleitfähigkeit.

Zweitens verfügt Beton über sein bekannt hohes spezifisches Gewicht von 2.400 kg/m³, das in Verbindung mit der für anorganische Baustoffe typischen Wärmespeicherkapazität von 1,0 kJ/kgK für eine hohe volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit sorgt.

Die Verbindung beider Eigenschaften begründet eine exzellente Eignung von Betonbauteilen zur thermischen Bewirtschaftung, sowohl indirekt durch den konvektiven

und radiativen Wärmefluss über die Bauteiloberfläche, als auch direkt über die Wärmezu- oder -abfuhr im Mittelbereich der Dickenausdehnung, meist durch wasserführende Systeme.

In Tabelle 1 sind die erwähnten thermodynamischen Kenngrößen vergleichend für Stahlbeton sowie für die Baumaterialien porosierter Ziegel, Weichholz und Gipskarton dargestellt.

In der Tabelle zu beachten sind insbesondere die gegenüber den anderen drei Baustoffen um zumindest den Faktor 9 größere Wärmeleitfähigkeit von Beton, die um zumindest den Faktor 2 größere flächenbezogene wirksame Wärmekapazität sowie die um zumindest den Faktor 3 größere volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit.

Hinzuweisen ist darauf, dass es sich bei der flächenbezogenen wirksamen Wärmekapazität um die wirksame Speicherfähigkeit für eine 24h-Periode, bezogen auf eine sinusförmige Tagesschwankung der Raumtemperatur, handelt, während die volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit die absolute, auf die mittlere Temperaturveränderung des Bauteils selbst bezogene Speicherfähigkeit abbildet.

Tabelle 1: Thermodynamische Kennwerte exemplarischer Baustoffe

				>28 cm Beton	>18 cm Ziegel	>10 cm Holz	2,5 cm GKP
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/mK		1,8	0,2	0,1	0,2
Wärmespeicherkapazität	c_p	kJ/kgK		1,0	1,0	2,5	1,1
Spezifisches Gewicht	ρ	10 ³ kg/m ³		2,4	0,8	0,5	0,9
Temperaturleitfähigkeit	a	10 ⁻⁶ m ² /s	$a = \lambda / (\rho * c_p)$	0,8	0,3	0,1	0,2
dynamische Eindringtiefe für T=24h	δ	m	$\delta = T * a / \pi$	0,14	0,09	0,05	0,08
flächenbez. wirksame Wärmekapazität	χ'	Wh/(m ² K)	lt EN ISO 13786A.2.3	27	13	12	1
volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit	C	Wh/(m ³ K)	$C = \rho * c_p$	667	222	347	263

Exemplarische Anwendung: Kernaktivierte Kühldecke

Die kernaktivierte Decke aus Beton ist, insbesondere für Kühlzwecke, ein im Bürobau mittlerweile gängiges und bewährtes Element der Raumkonditionierung. In diesem gebäudetechnischen System werden die beiden eingangs beschriebenen Eigenschaften des Betons (hohe Wärmeleitfähigkeit und hohe volumsbezogene Wärmespeicherfähigkeit) gezielt genutzt und in ein ebenso einfaches wie wirkungsvolles Element der geräusch- und zugfreien Raumkonditionierung integriert:

Es ist die hohe Wärmeleitfähigkeit von Beton, die es ermöglicht, mit der Verlegung wasserführender Rohre im Abstand von 20 cm und mehr eine wirksame Querverteilung der Wärmeströme zu den wasserführenden Rohren sicherzustellen und auf ein eigenes Element der horizontalen Wärmeverteilung verzichten zu können, wie es bei den meisten anderen Deckenkühlsystemen erforderlich ist. Abbildung 1 veranschaulicht in einer Symbolskizze diese Eigenschaft.

Bei den angegebenen, typischen Temperaturniveaus wird demnach eine Wärmelast in der Größenordnung von 30 Watt pro Quadratmeter aktivierter Deckenfläche aufgenommen und vom wasserführenden System abtransportiert.

Kommt es im Raum zu erhöhten Wärmelasten und daraus folgend zu Temperaturerhöhungen auf z.B. 27°C Raumtemperatur, steigt auch die abgeführte Wärmeleistung auf typischerweise 50 W/m².

Jedes andere Deckenkühlsystem müsste auf eine solche Änderung des Betriebspunktes unmittelbar regelungstechnisch reagieren und mit einer Senkung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur oder mit einer Erhöhung des Masseudurchsatzes eine Abfuhr der erhöhten Wärmelast sicherstellen.

Der Betonkernaktivierung kommt aber die Wärmespeicherfähigkeit zugute. Unter der Annahme einer thermisch wirksam bewirtschafteten Schichtdicke von 20 cm beinhaltet der Bauteil eine Wärmespeicherfähigkeit von ca. 130 Wh pro m² aktivierter Fläche. Mit nur einer mittleren Temperaturerhöhung kann also die Mehrleistung von 20 W/m² über sechs Stunden lang aufgenommen werden, ohne zu Spitzenlastzeiten die Wärmeabfuhr in das wasserführende System erhöhen zu müssen. Abbildung 2 veranschaulicht diesen Effekt.

Zusammenfassend ist die anerkannt hohe Funktionalität der kernaktivierten Kühldecke aus Betonbauteilen demnach begründet erstens in der ausgezeichneten Querverteilung der Wärmeströme aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit sowie zweitens in der guten Spitzenlastabfederung aufgrund der hohen thermischen Speicherkapazität des Materials.

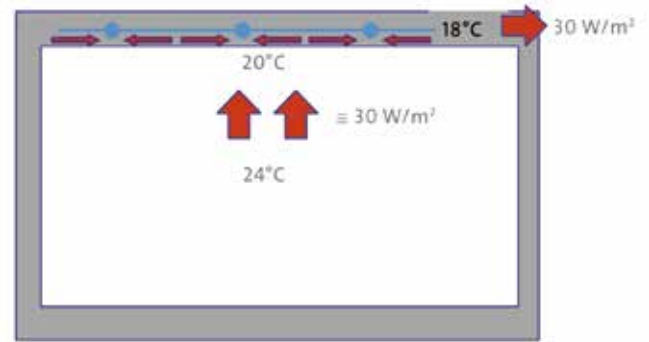


Abb. 1: Thermodynamisches Funktionsschema der kernaktivierten Kühldecke

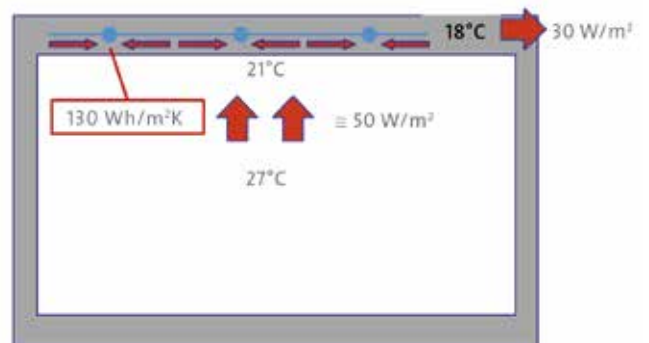


Abb. 2: Thermodynamisches Funktionsschema der Spitzenlastpufferung der kernaktivierten Kühldecke

Exemplarische Anwendung: Sommerliche Nachtlüftung

Eine weitere, gegenüber der kernaktivierten Decke sogar noch weitaus erprobtere Technologie zur Ausnutzung massiver Bauteile zur sommerlichen Raumkonditionierung ist die Nachtlüftung. Dieses traditionelle Element ist in der Architektur aller Klimazonen mit sommerlichem Kühlbedarf bekannt, in denen im Sommer ein nennenswerter Tagesgang der Außentemperatur vorliegt.

Thermodynamisch kann der Prozess der Raumentwärmung durch Nachtlüftung in vier Teilprozesse zerlegt werden:

1. Ladung durch konvektiven und radiativen Wärmetransport in den Bauteil
2. Speicherung im Bauteil
3. Entladung durch konvektiven Wärmetransport aus dem Bauteil
4. Wärmeabfuhr durch Außenluftwechsel

Abbildung 3 veranschaulicht diese vier Teilprozesse.

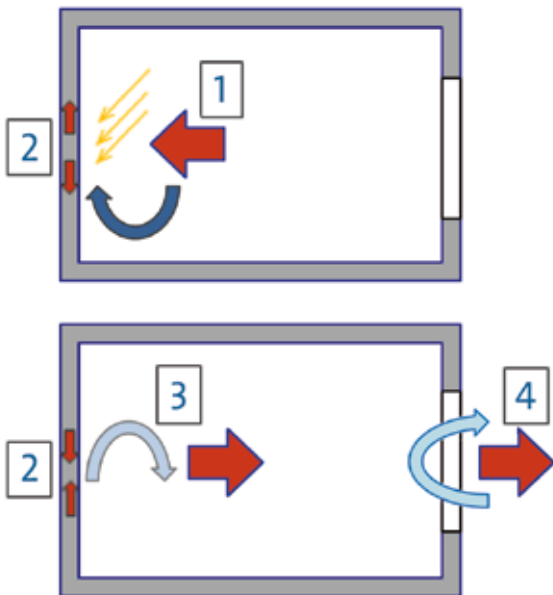


Abb. 3: Thermodynamische Teilprozesse der Raumentwärmung durch Nachtlüftung

Werden realistische Randbedingungen für Temperaturniveaus, Wärmeübergangskoeffizienten, Wärmespeicherfähigkeiten und Luftwechsel zugrunde gelegt, ergibt sich für das Gesamtsystem das nachfolgend skizzierte Zusammenwirken der Teilprozesse.

Abbildung 4 veranschaulicht einige wichtige Randbedingungen für erfolgreich umgesetzte Nachtlüftungskonzepte:

- Dem Raum selbst muss ein nennenswerter Tagesgang seiner Luft- bzw. Raumtemperatur zugestanden werden, wie er in obigem Funktionsschema mit Raumtemperaturen bis 27°C abgebildet ist.

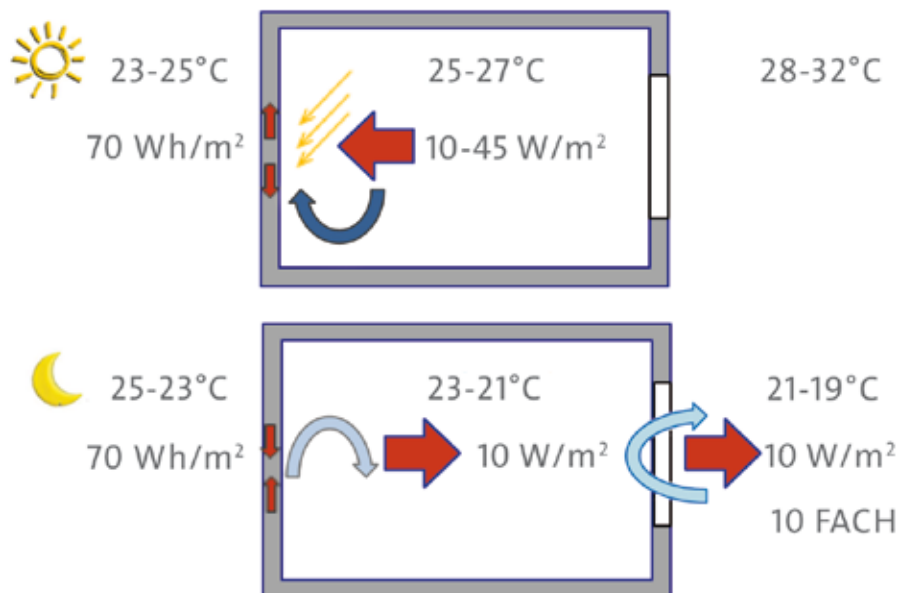
- Selbst bei Mischbauweise oder bei Berücksichtigung diverser Wärmedurchgangswiderstände durch raumseitige Bauteilschichten steht eine adäquate Wärmespeicherkapazität von z.B. 70 Wh/m² der umschließenden Bauteile zur Verfügung.
- Für eine wirksame nächtliche Wärmeabfuhr muss für niedrige Raumtemperaturen gesorgt werden, jedenfalls unter 21 – 23°C.
- Als das Nadelöhr im System stellt sich der vierte Teilprozess, die Wärmeabfuhr durch den Außenluftwechsel heraus. Unter realistischen Annahmen zum Raumvolumen und zum daraus resultierenden Verhältnis der aktivierten Flächen zum Raumvolumen ergibt sich die Notwendigkeit von Außenluftwechseln in der Größenordnung von 10 1/h.

Für die praktische Ausführung hat die passive Speicher-massenbewirtschaftung durch Nachtlüftung als kostengünstiges und unschlagbar langlebiges und robustes System nach wie vor ein hohes Potenzial, allerdings nur dann, wenn folgende Randbedingungen hergestellt werden:

- Hoher, durchaus 10-facher (!), Außenluftwechsel
- Funktionalität in Bezug auf Bedienkomfort, Intimität, Einbruchschutz, Witterungsschutz, Lärmschutz, Staubimmissionsschutz

Mit der neuen ÖNORM B 8110-3 (2012) steht in Österreich ein aktuelles Planungshilfsmittel für Planung und Nachweis des thermischen Sommerverhaltens von Räumen ohne technische Kälte zur Verfügung, in dem auch die Nachtlüftung über geöffnete Fenster sowie auch Beiträge mechanischer Lüftung berücksichtigt werden können.

Abb. 4: Thermodynamischer Gesamtprozess der Raumentwärmung durch Nachtlüftung



Forschungsergebnisse als Basis lösungsorientierter Anwendung in der Bauteilaktivierung

Mit der Entwicklung hoch wärmegeämmter Gebäudehüllen und dem geforderten Trend zu Niedrigenergie- und Passivhausbauweisen haben sich auch die Anwendungsmöglichkeiten der thermischen Bauteilaktivierung erweitert.

Diese Methode zur Temperierung von Räumen hatte sich vorerst in Gebäuden mit hohen Innenwärmern und entsprechendem Kühlbedarf durchgesetzt.

In den letzten Jahren wird die thermische Bauteilaktivierung in zunehmendem Maße auch in Gebäuden von unterschiedlichsten Größen und mannigfaltigen Nutzungen umgesetzt.

Da es sich bei der Bauteilaktivierung um eine Flächenheizung und/oder -kühlung mit üblicherweise sehr großen wärmeabgebenden bzw. wärmeaufnehmenden Flächen handelt, können bereits mit einer relativ kleinen Differenz zwischen der Temperatur des zu klimatisierenden Raums und der Temperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels große Heiz- bzw. Kühlleistungen erbracht werden. Dies sichert zum einen hohe thermische Behaglichkeit im Raum. Zum anderen liegen die erforderlichen Heizmitteltemperaturen in Bereichen, die die Bauteilaktivierung für die Verwendung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung prädestiniert erscheinen lassen.

Fragestellung

Der Abstimmung des Heizungs- und Kühlsystems auf die thermische Qualität der Gebäudehülle kommt bei Niedrigenergie- und Passivhäusern besonders große Bedeutung zu. Um diese Abstimmung in ausreichender Genauigkeit durchführen zu können, ist es notwendig, die thermischen Eigenschaften des wärmeabgebenden Systems genau zu kennen. Für die Bauteilaktivierung ist diese notwendige Voraussetzung derzeit nicht in ausreichendem Maße gegeben. Um diese unbefriedigende Situation zu verbessern, sind im Zuge eines Forschungsauftrags der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie die grundlegenden Kenntnisse über das Ver-

halten von thermisch aktivierten Zwischendecken zu vertiefen und Unterlagen für fundierte Auslegungsrechnungen auszuarbeiten.

Vorgangsweise

Bei der Wärmeabgabe bzw. Wärmeaufnahme thermisch aktivierter Decken handelt es sich um Wärmetauscher-effekte, die einer dreidimensionalen, zeitabhängigen Beschreibung bedürfen. Neben Art und Lage des Rohrregisters werden sicherlich auch die Dicke der Stahlbetondecke, die Art und Lage der Bewehrung und der Schichtaufbau des Fußbodens das thermische Verhalten der Zwischendecke beeinflussen. Um klare Ergebnisse zu erhalten, muss in einem ersten Schritt die sehr komplexe Aufgabenstellung gezielt vereinfacht werden.

Aufgrund von Voruntersuchungen zeigt sich, dass der Einfluss der Bewehrung auf das thermische Verhalten der Zwischendecke nicht stark ausgeprägt ist und die Beschreibung der Stahlbetondecke in Form einer fiktiven, homogenen Schicht zulässig ist. Werden zudem die Vorgänge an den Rändern der Rohrregister in ihrer Auswirkung auf die gesamte Wärmeabgabe bzw. -aufnahme der Register vernachlässigt, so kann das thermische Verhalten der aktivierten Zwischendecke durch zweidimensionale, zeitabhängige Berechnungen für einen Vertikalschnitt durch die Decke rechnerisch erfasst werden. Aus Symmetriegründen reicht es zudem aus, nur ein einziges Rohr des Registers zu modellieren.

Die Abhängigkeit des thermischen Verhaltens der Zwischendecke vom Achsabstand der Rohre des Registers ist von vorrangigem Interesse. Neben diesem Parameter interessieren zudem die Auswirkung verschiedener

Rohrdurchmesser, der Lage der Rohrregister in der Stahlbetondecke, des Fußbodenaufbaus, etwaiger Putzschichten an der Deckenunterseite, etc. Hier soll exemplarisch nur auf die Lage des Rohrregisters und die Achsabstände der Rohre im Register eingegangen werden.

Ergebnisse

Wird vorerst davon ausgegangen, dass sowohl die Lufttemperatur im zu temperierenden Raum als auch die Temperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels konstant sind, so führt bereits eine zeitunabhängige Berechnung unmittelbar hin zur flächenbezogenen Wärmeabgabe- bzw. Wärmeaufnahmeleistung des Registers. Abb. 1 zeigt die errechnete Temperaturverteilung und die Wärmestromlinien für drei verschiedene Lagen des Rohrregisters.

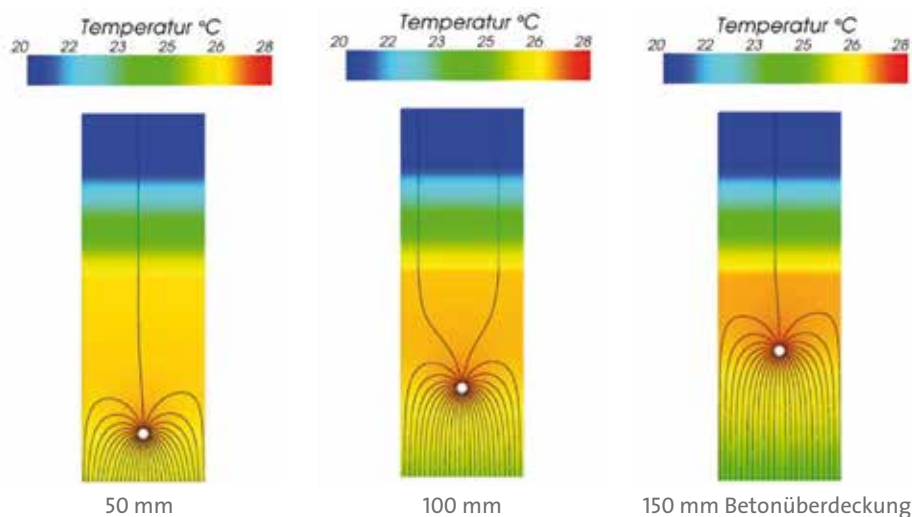


Abb. 1: Berechnete Temperaturverteilungen und Wärmestromlinien für drei verschiedene Lagen des Rohrregisters; Heizmitteltemperatur: 28°C; Raumlufttemperatur: 20°C Wärmestrom zwischen je 2 Stromlinien: 0,2 Wm⁻¹

Wird auch die Breite des Berechnungsausschnitts – und damit der angenommene Achsabstand der Rohre des Registers – variiert, so ergibt sich als erstes, wichtiges Ergebnis die Abhängigkeit des flächenbezogenen, thermischen Leitwerts zwischen Rohrregister und zu temperierendem Raum von der Lage des Registers und dem Rohrabstand. Abb. 2 zeigt das Ergebnis für den Winterfall, also die Beheizung des Raums.

Die Multiplikation des in Abb. 2 dargestellten flächenbezogenen, thermischen Leitwerts mit der Differenz aus der Temperatur des Heizmittels und der Solltemperatur des beheizten Raumes ergibt unmittelbar die gesuchte flächenbezogene Heizleistung.

Es zeigt sich, dass sich die Abhängigkeit des flächenbezogenen thermischen Leitwerts Λ vom Achsabstand der Rohre d sehr gut mittels eines Polynoms 2. Grades, also durch eine Funktion der Bauart $\Lambda = a \cdot d^2 + b \cdot d + c$ approximieren lässt. Tab. 1 zeigt die Regressionskoeffizienten für die in Abb. 2 gezeigten Verläufe.

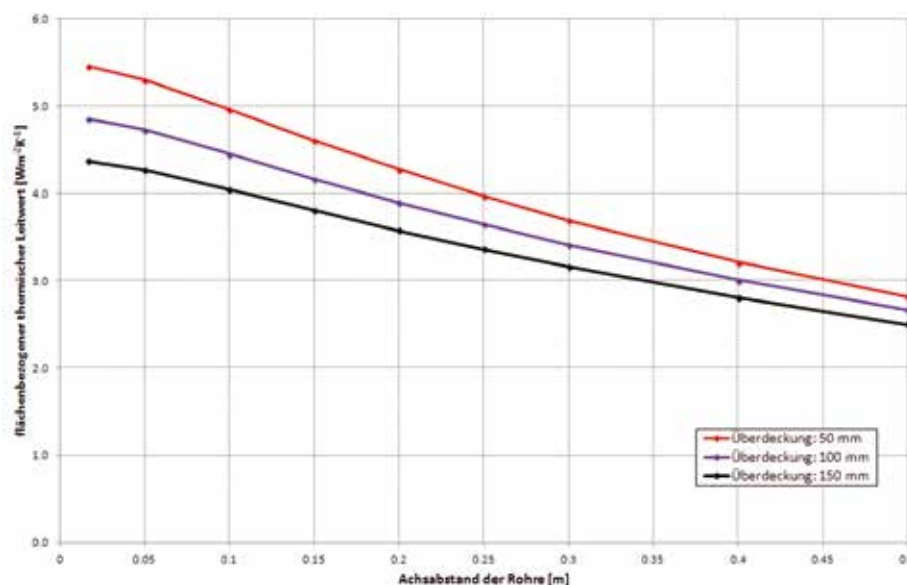


Abb. 2: Abhängigkeit des flächenbezogenen thermischen Leitwerts Λ von der Lage des Rohrregisters in der Decke

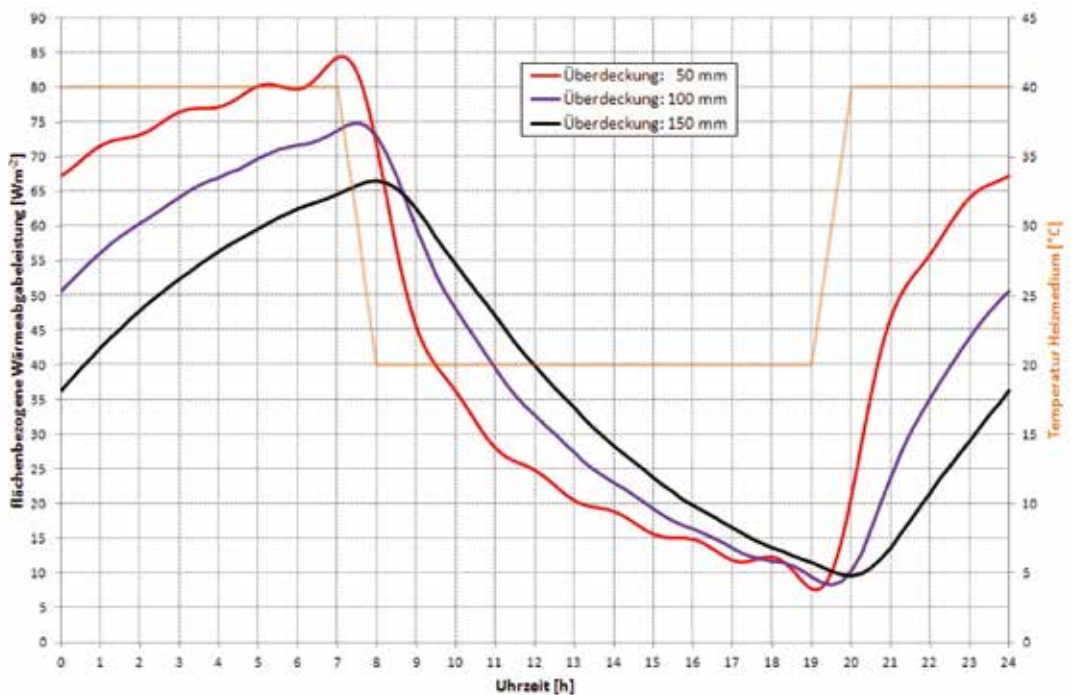


Abb. 3: Flächenbezogene Wärmeabgabeleistung für verschiedene Positionen des Rohrregisters; Rohr 17 x 2,0; Achsabstand 150 mm

Überdeckung	a [Wm^{-4}K^1]	b [Wm^{-3}K^1]	c [Wm^{-2}K^1]
50 mm	4,5267	-8,0363	5,7018
100 mm	3,3653	-6,4566	5,0526
150 mm	2,4664	-5,3223	4,5380

Tab. 1: Regressionskoeffizienten zur Berechnung des flächenbezogenen thermischen Leitwerts Λ

Mit Kenntnis der Regressionskoeffizienten a , b und c kann im Zuge von Auslegungsberechnungen zum einen bei vorgegebenem Rohrabstand und vorgegebener Registerlage sofort auf die benötigte Heizfläche rückgerechnet werden. Zum anderen kann natürlich auch die Heizfläche vorgegeben und der erforderliche Rohrabstand rechnerisch ermittelt werden.

Die bisher diskutierten Ergebnisse beruhen auf zeitunabhängigen Berechnungen; die Wärmespeicherfähigkeit der Zwischendecke spielt in diesem Fall keine Rolle. Um den Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit zu untersuchen, bedarf es zeitlich variierender Vorgaben für die anzusetzenden Temperaturen. Die Lufttemperaturen in den Räumen werden mit 20°C konstant belassen. Der Heizmitteltemperatur hingegen wird ein Tagesgang aufgeprägt (40°C zwischen 20 Uhr und 7 Uhr früh; 20°C zwischen 8 und 19 Uhr – siehe Abb. 3). Die Berechnung der sich unter diesen Bedingungen einstellenden flächenbezogenen Wärmeabgabeleistung erfolgt periodisch eingeschungen mit einem Tag als Periodenlänge.

Abb. 3 zeigt die errechnete flächenbezogene Wärmeabgabeleistung der thermisch aktivierten Zwischendecke in Abhängigkeit von der Position des Rohrregisters.

Es zeigt sich deutlich, dass die Position des Rohrregisters nicht nur die Höhe der Wärmeabgabeleistung, sondern auch die Trägheit der Flächenheizung beeinflusst. Wie zu erwarten, reagiert die Variante mit geringster Betonüberdeckung am raschesten auf die Absenkung der Heizmitteltemperatur. Durch die verschiedenen Auskühlcharakteristiken liegt zum Zeitpunkt der Wiederaufheizung des Heizmittels um 19 Uhr die flächenbezogene Wärmeabgabeleistung allerdings für alle drei Varianten im Bereich von 10 Wm^{-2} .

Conclusio

Zweidimensionale, zeitabhängige Berechnungen führen zu physikalisch fundierten Aussagen über das Verhalten von thermisch aktivierten Zwischendecken. Diese Ergebnisse können nutzbringend im Zuge von Auslegungsberechnungen für die Bauteilaktivierung verwertet werden und erhöhen die Planungssicherheit.

Anwendungspraxis und Erfahrungen eines Installateurs – Bauteilaktivierung ist keine Hexerei

Beispiel: Bachler Austria, Gröbming, 2006

Wärmeerzeugung: 45 m² Sonnenkollektoren, Nahwärme vom Nachbarn (Pellets)

Kälteerzeugung: 45 m² Sonnenkollektoren über eine Absorptionskältemaschine

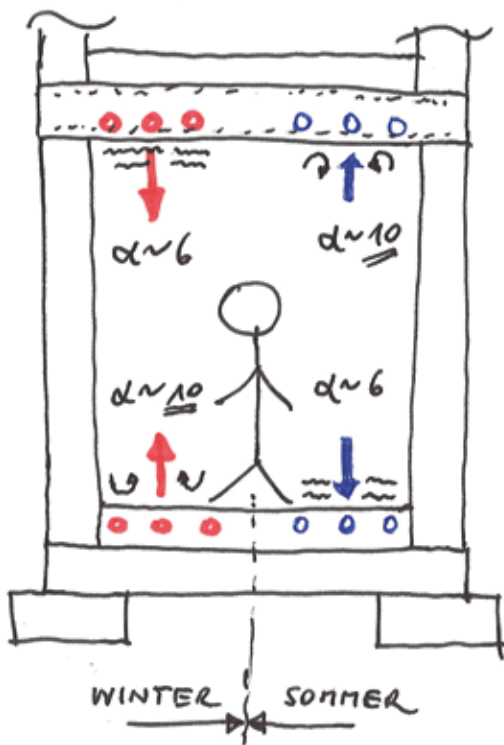


Abb. 1: Die erzielbaren Wärmeübergangszahlen alpha

Bauteilaktivierung als Kühl- und Heizdecke

Die Verwendung der Decke als Heizfläche ist vor allem für den Kühlfall ideal. Im Gegensatz zum Fußboden bildet sich bei Beaufschlagung kein Kaltsee. Es bildet sich eine Strömung nach unten, die für einen höheren Wärmeübergang zwischen Bauteiloberfläche und Raum sorgt.

In Abb. 1 angegeben sind die erzielbaren Wärmeübergangszahlen alpha. Die tatsächlichen Leistungen sind abhängig von den Temperaturen:

Bei der Kühlung wird die Vorlauftemperatur von der Regelung so eingestellt, dass eine Kondensation vermieden wird. Als Faustregel kann man von einer minimalen Vorlauftemperatur von 17°C ausgehen. Dabei sind bei einer Raumtemperatur von 26°C ungefähr 50–55 W/m² möglich (genaue Berechnung mit FEM).

Diese Vorlauftemperatur von 17°C sorgt gegenüber den konventionellen Methoden mit Fan-Coils (meist 6°C Vorlauftemperatur) etc. zu einem höheren Wirkungsgrad. Sowohl die bei diesem Objekt eingesetzte Absorptionskältemaschine wie auch die konventionellen Kältemaschinen weisen bei höheren Wärmequellentemperaturen einen besseren Wirkungsgrad auf.

Abb. 2: Die Verrohrung erfolgt einfach auf der unteren Bewehrung





Abb. 3: In diesem Fall wurde auch die Verrohrung der Lüftung in die Betondecke integriert (zur großen Freude von Baumeister und Statiker)



Abb. 4: Absorptionskältemaschine (Pink, Müzzuschlag) mit Kühlturm

Bei der Heizung ist die Wärmeübertragung am Boden besser. Da für den Wirkungsgrad der Solaranlage die Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung so niedrig wie möglich sein muss, wird auch im Heizfall die Heizfläche „Decke“ mitverwendet. Dadurch kann die Vorlauftemperatur im Auslegungspunkt von 36°C auf 30°C gesenkt werden.

Somit können mit der Bauteilaktivierung in diesem Fall 2 Fliegen mit einer Klappe geschlagen werden. Gegenüber den Trockensystemen der Deckenheizung/-kühlung ist außerdem als Vorteil noch die Speichermasse zu erwähnen, die die notwendige Spitzenleistung verringert. Weiters sind die Gesamtkosten wesentlich geringer.

Abb. 5: Montagevarianten

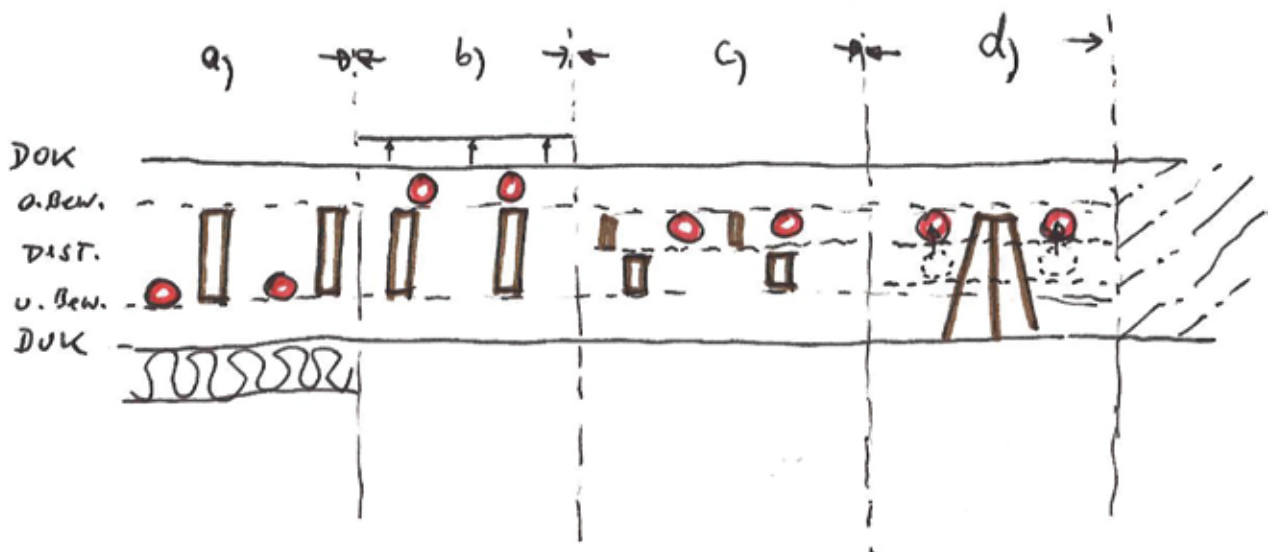




Abb. 6: Variante b



Abb. 7: Variante c

Abb. 8 – 10: Mögliche Probleme



Bauteilaktivierung als Fußbodenheizung

Wie bereits oben erwähnt, ist im reinen Heizfall die Wärmeübertragung über den Fußboden beträchtlich größer als über die Decke. Hier gilt es zu berücksichtigen, dass der Wärmestrom nach oben gelenkt wird.

4 Möglichkeiten dazu

- a) Dämmung: Teuer, Gesamthöhe erhöht sich um die Dämmstärke. Bei der Bodenplatte kann das Erdreich als Dämmung nach unten angesehen werden. Lediglich eine Perimeterdämmung ist notwendig.
- b) über der oberen Bewehrung: Einfach, aber die Gesamthöhe erhöht sich durch die notwendige Überdeckung um den Durchmesser der Rohrleitungen
- c) unter der oberen Bewehrung „Sandwich“: Die Baufirma montiert die untere Bewehrung, verkürzte Distanzstreifen und ein Zwischengitter. Auf diesem verlegt der Installateur die Mediumrohre.
- d) unter der oberen Bewehrung „Hochzug“: Auf die untere Bewehrung legt der Installateur ein leichtes Montagegitter zum Verlegen der Mediumrohre. Die Distanzhalter werden in „Spinnenform“ ausgeführt, um nach der Montage der oberen Bewehrung den gemeinsamen Hochzug von Montagegitter und Fußbodenheizungsrohren zu ermöglichen.

Gemeindezentrum Hallwang Energiespeicher Beton groß geschrieben

Das von den Salzburger Architekten Resmann & Schindlmeier geplante Kultur- und Veranstaltungszentrum Hallwang ist österreichweit ein Novum. Die gesamte Energieversorgung des Gebäudes erfolgt ausschließlich über die Sonne, daher gibt es weder CO₂-Emissionen noch laufende Energiekosten für die Gemeinde.

Mit 138 m² thermischen Solarkollektoren werden der aktivierte Wärmespeicher Beton sowie auch ein Warmwasser-Pufferspeichersystem mit 5.000 l wärmeversorgt. Die im Gebäude nicht benötigte Energie (ca. 20.000 kWh/a) wird an das Nahwärmenetz des benachbarten Tourismusbetriebes Gasthof Kirchbichl geliefert.

Als Belüftungssystem dient ein Lüftungsgerät mit Rotationswärmetauscher, die Zuluft wird als Quellluft eingebracht und erzeugt ein äußerst behagliches Raumklima für Veranstaltungen mit bis zu 400 Besuchern.

Zusätzlich kann der Wärmespeicher Beton über einen vorhandenen Regenwasserspeicher im Sommer zum Kühlen verwendet werden.

Eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 18 kW_p rundet das ganzheitliche Energiesystem ab.

Dieses Vorzeigeprojekt wird im Zentralraum Salzburg-Oberösterreich-Bayern mit 343.000 Einwohnern als einzigartiges Seminarzentrum für Veranstaltungen zum Thema Energie genutzt.



Ausführung mit besonderer Berücksichtigung der Speichermassen

Bodenplatte EG:

Ausgebildet als Wärmespeicher Beton mit insgesamt 40 cm Speichermasse, U-Wert 0,14

Innendecke über EG:

Ausgebildet als Wärmespeicher Beton mit insgesamt 40 cm Speichermasse

Außenwände:

Mantelbetonstein samt Wärmedämmung, Gesamtbauteilstärke 55 cm, U-Wert 0,14

Flachdach:

Holz-Fertigteildecke, Gesamtbauteilstärke 105 cm, U-Wert 0,08

Fenster und Türen:

gemittelter U-Wert 0,69

Blower-Door Test:

$n_{50} = 0,20$ 1/h

Haustechnik

Wärmeerzeugung

Zur Abdeckung des jährlichen Gesamtwärmebedarfes für Heizung und Warmwasser in Höhe von ca. 40.000 kWh wurde auf dem Flachdach eine thermische Solaranlage im Ausmaß von 138 m² errichtet. Die Positionierung der Kollektoren wurde dahingehend optimiert, dass in der Heizperiode ein maximaler Solargewinn erzielt werden kann. Die Warmwasserbereitung soll ganzjährig zu 100% über die Solaranlage abgedeckt werden. In den Monaten März bis November wird die überschüssige Solarenergie an den angrenzenden Tourismusbetrieb Gasthof Kirchbichl geliefert.



Heizen und Kühlen mit Beton

Die gewonnene Solarenergie wird über einen Warmwasser- und einen Heizungspufferspeicher, jeweils mit einer hochwertigen Wärmedämmung, in den Wärmespeicher Beton im Ausmaß von 615 m³ (dies entspricht einer Gesamtmasse von 1,300.000 kg) eingebracht. Darüber hinaus dient das nicht aktivierte aufgehende Mauerwerk (ca. 700.000 kg) als zusätzliche Speichermasse. Über diese Gesamtspeichermasse können ca. 15% der sommerlichen Energieüberschüsse in die Heizperiode transferiert und der gesamte Heizwärmebedarf im Winter abgedeckt werden.

Für einen eventuellen Kühlfall nach einer sommerlichen Hitzeperiode wird das vorhandene Regenwasser-Rückhaltebecken mit einem nutzbaren Volumen von 70.000 l über einen Wärmetauscher verwendet.

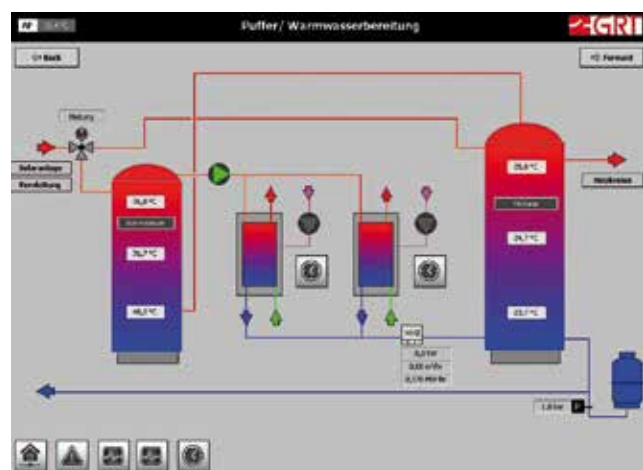
Warmwasserbereitung

Die Warmwasserversorgung für das Gebäude erfolgt aus dem Pufferspeichersystem über zwei Hygiene-Frischwassermodule.

Besonderheiten

Die Solarkollektoranlage wird in der Heizperiode in einem High-Flow-Betrieb geführt, welcher einerseits besonders niedrige Verluste am Kollektorfeld produziert und andererseits die niedrigen Rücklauftemperaturen aus dem Wärmespeicher Beton zu einem außerordentlich hohen Wirkungsgrad führt.

Über die MSR-Anlage wird eine umfangreiche Energiebuchhaltung geführt, welche alle Energieflüsse, aber auch z.B. die Stromverbräuche der Lüftermotoren, aufzeichnet. Im Foyer des Veranstaltungszentrums werden sämtliche Energieverbräuche und -erträge in Echtzeit dargestellt.





Innovative Aspekte

Ein Veranstaltungszentrum in der Größenordnung von 1.538 m² bzw. 7.958 m³ umbautem Raum in unseren Breitengraden ausschließlich über Solarenergie mit Wärme zu versorgen, ist die Innovation schlechthin. Dass darüber hinaus im Sommer Energie verkauft wird und mit einer Photovoltaik-Anlage ca. 20.000 kWh/a Energie produziert werden, führt im Weiteren dazu, dass der Verbrauch für alle Anwendungen der Haustechnik, wie z.B. Lüftung, Kühlung, Hocheffizienzpumpen, abgedeckt wird. Die öffentliche Darstellung der Energiebuchhaltung im Foyer wird wesentlich zur Bewusstseinsbildung über den nachhaltigen Umgang mit Energie beitragen.

Kosten – Nutzen

Wesentlich für das definierte Ziel der günstigen Errichtungskosten war der integrierte Planungsansatz, wobei im Vorfeld zwischen Projektbetreiber, Architekten, Nutzer sowie Ausführungsplaner ein intensiver Meinungsaustausch geführt wurde. Durch diese enge Zusammenarbeit und den hohen Vorfertigungsgrad verschiedener Bauelemente (z.B. Deckenkonstruktion) wurde eine extrem kurze Bauzeit von September 2012 bis September 2013 ermöglicht.

Die Errichtungskosten für das Gebäude wie auch für die Anlagentechnik sind nur geringfügig höher als bei einem Standardgebäude mit konventioneller Heiztechnik, welches dem Stand der Bauordnung entspricht.

Der große Vorteil für den Bauherren und Nutzer ist jedoch die Tatsache, dass dieses Gebäude mehr Energie erzeugt als es verbraucht und dadurch – im Gegensatz zu allen anderen Gebäuden – keine Energiekosten verursacht, sondern Erträge in die Gemeindekasse einspielt.

Besonders zu erwähnen ist auch noch, dass durch das Weglassen eines konventionellen Wärmeerzeugers wesentlich geringere Wartungskosten anfallen und auch auf längere Sicht keine Kosten für den Ersatz der Wärmeerzeuger budgetiert werden müssen.

Umweltverträglichkeit

Bereits im Planungs- und Errichtungsstadium des Kulturzentrums wurde auf die Umweltverträglichkeit besonderes Augenmerk gelegt. Dies zeigt sich z.B. bei der sparsamen Verwendung von Grund und Boden oder der Minimierung der Transporte in der Bauphase, da überwiegend Betriebe aus der Region mit der Ausführung der Arbeiten beauftragt wurden, einem hohen Vorfertigungsgrad und der überwiegenden Verwendung von baubiologisch und ökologisch richtigen Produkten.

Im Betrieb des Gebäudes erfolgt kein CO₂-Ausstoß. Andere Emissionen, wie z.B. Feinstaub, SO₂ oder NO_x, erfolgen ebenfalls nicht. Mit der Umsetzung dieses Projektes entspricht das Kultur- und Veranstaltungszentrum bereits im Jahr 2013 den strengen Anforderungen der EU-Richtlinie 2020.

Mit Bauteilaktivierung zum Green Building Zertifikat Neubau Öbau Mössler in Villach

Warum zertifizieren? Studien zeigen, dass eine hohe Energieeffizienz vom Markt nicht honoriert wird. Wenn das Gebäude allerdings zertifiziert wurde, gilt es als etwas Besonderes, wodurch man sich vom Wettbewerb abhebt.



Laut Untersuchungen ist das Vermieten von zertifizierten Gebäuden leichter, sie bringen bis zu 20% höhere Mieterträge und der Wert des Gebäudes kann um bis zu 18% gesteigert werden.

Das Green Building Programm der EU

Das im Januar 2005 gestartete Zertifizierungssystem basiert auf freiwilliger Selbstverpflichtung. Es soll Eigentümern und Nutzern von privaten und öffentlichen Nichtwohngebäuden bei der Verbesserung der Energieeffizienz ihrer Gebäudebestände helfen. Weitere Kriterien zur Nachhaltigkeit werden von diesem Zertifikat nicht erfasst. Die Zertifizierung ist nicht so umfassend wie bei anderen Systemen, weshalb das Zertifikat kostengünstig zu erhalten ist.

Das Projekt ÖBAU Mössler

Seit über 90 Jahren gibt es die Firma Mössler. Da das bestehende Betriebsobjekt zu klein und in keiner Weise den aktuellen Anforderungen an Baumärkte gerecht wurde, wurde der Neubau eines innovativen und zeitgemäßen Gebäudes beauftragt. In einem ersten Schritt wurde die thermische Gebäudehülle optimiert. Weiters kam eine Wasser/Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz. Damit kann im Zusammenspiel mit der eingesetzten Bauteilaktivierung auch gekühlt werden. Zur Optimierung der Anlagengröße wurde zusätzlich ein Fernwärmeanschluss zur Spitzenlastabdeckung eingeplant. Diese Maßnahmen zur Anlagenoptimierung sind ein wesentlicher Punkt bei der Realisierung derartiger Systeme, schließlich können nur dann vernünftige Ergebnisse erzielt werden, wenn die Gebäudehülle und die technischen Systeme genau aufeinander abgestimmt sind.

Das Ergebnis ist ein energieeffizientes Gebäude, das ohne nennenswerte Mehrkosten errichtet, aber dafür mit dem Green Building Zertifikat ausgezeichnet wurde.

Trotec: Bauteilaktivierung als Garant für ein konstantes Produktionsklima

Trotec, ein Tochterbetrieb der Trodat – Weltmarktführer im Bereich Stempel – hatte den Wunsch, das neue Betriebsgebäude nach den aktuellsten Standards zu konzipieren und den Betrieb energieautark zu gestalten. Außerdem sollte das Gebäude so geplant werden, dass alle Anschlüsse für die Haustechnik problemlos für eine mögliche Erweiterung und Aufstockung zur Verfügung stehen.

Das gesamte Gebäude ist in Massivbauweise errichtet, die Dämmwerte sind um ca. 50 – 100% besser, als es die OÖst. Bauordnung vorschreibt. Keller, Büro, Forschung und Entwicklung wurden mit Hohlwandelementen und Elementplattendecken errichtet, Produktion und Lager mit Stahlbeton-Fertigteilen und dreischichtigen Fertigteil-Wandelementen.

Trotec beschäftigt sich mit der Entwicklung und Produktion von Lasergeräten. Diese Geräte sind sehr präzise, feinmechanische Geräte mit einem hohen elektroni-

schen Ausrüstungsstandard. Für die präzise Kalibrierung und Einstellung der Geräte sollte die Raumtemperatur 22°C mit einer Streuungsbandbreite von +/- 2°C sein. Die Bauteilaktivierung der Industriefußbodenplatte zu Heiz- und Kühlzwecken erfüllt diese Voraussetzung gleichmäßig im gesamten Produktions- und Entwicklungsbereich. Generell ist aber das gesamte Gebäude bauteilaktiviert, auch der Bürobereich, die Forschung und Entwicklung und das Lager. In Verbindung mit der optimalen Wärmedämmung und der Massivbauweise garantiert diese Technologie einen geringen Heizungs-

Abb. 1: Das neue Betriebsgebäude



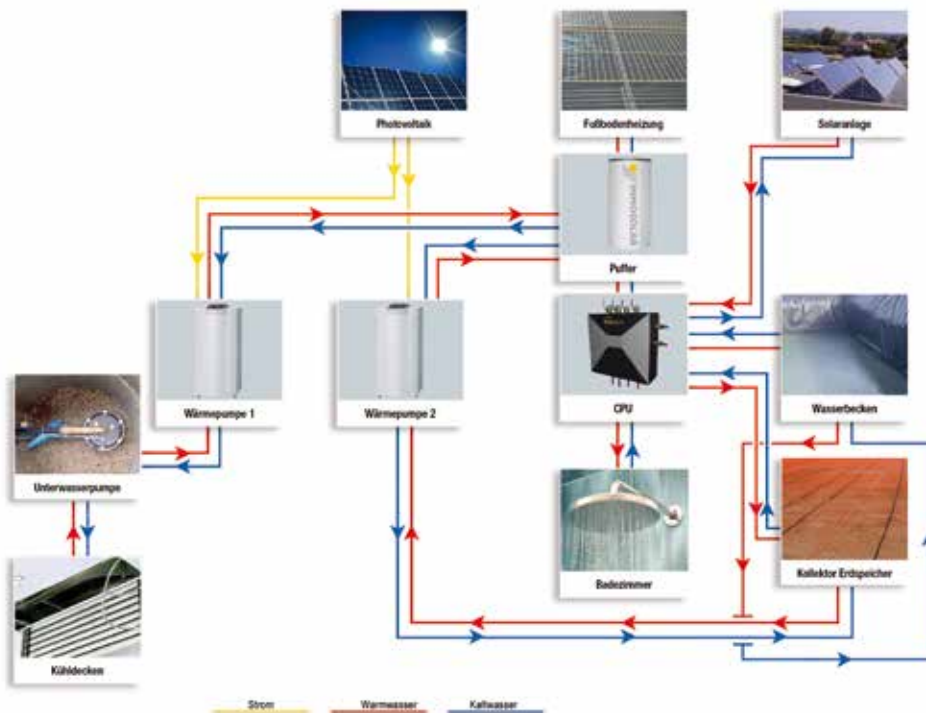


Abb. 2: Anlagenschaubild

und Kühlungsbedarf, hohe Speicherfähigkeit des Gebäudes und geringe Temperaturschwankungen. Durch die flächige Bauteilaktivierung ist auch die Konvektion – Luftbewegung minimal, wodurch keine Staubbewegung stattfindet, da nur geringe Temperaturunterschiede zwischen der Raumtemperatur und der Bodenoberfläche gegeben sind. Auch die Geräuschbelastigung von gewerblichen Gebläse-Heizlüftern entfällt.

Der gesamte Wärmebedarf – 200.000 kWh/a – kommt von der Sonne. Eine Warmwasser-Solaranlage speichert die Wärme in einem Erdspeicher und einem Löss-

wassertank während der Sommermonate. In der Heizsaison wird die Wärme direkt genutzt oder mittels Erdwärmepumpen in das Gebäude eingeleitet. An sonnigen Wintertagen erfolgt die Direkteinspeisung der Wärme in das System. Die Zuluft wird über erdverlegte Leitungen für die kontrollierte Raumlüftung im Winter vorgewärmt. Der gesamte Kältebedarf – 130.000 kWh/a – kommt aus der Erde. Die Kälte des Grundwassers wird für die Flächenkühlung genutzt. Für den Temperaturengleich wird die Heizung mittels Brunnenwasser über Wärmepumpen zusätzlich gespeist. Die Zuluft wird im Sommer im Erdkörper abgekühlt und gleichzei-

Abb. 3: Warmwasser-Solaranlage



Abb. 4: PV-Anlage





Abb. 5–10: Bauphasen

tig entfeuchtet. Der somit erwärmte Erdkörper heizt in der Heizperiode die Zuluft zusätzlich auf. Der gesamte Strombedarf – 50.000 kWh/a – für die solare Heizung, die Wasserkühlung, die Erdwärmepumpen, die Wasser-Wärmepumpen und die Umwälzpumpen wird im Jahresmittel von einer österreichischen PV-Anlage produziert. Fast alle Bereiche des Gebäudes sind mit LED Beleuchtung versehen. Das Gebäude ist als solare Großanlage forschungsgefördert, energetisch für Heizung und Kühlung autark und weist somit keine CO₂-Emissionen für Heizung und Kühlung auf.

Da die Wärmespeicherung im Erdspeicher und dem Löschwasserbecken Hauptbestandteil des komplexen Heizsystems ist, musste der Bau im Sommer abgeschlossen

werden, damit die Warmwasser-Solaranlage den Erdspeicher und Löschwasserspeicher erwärmt.

Trotz hochwertiger Technik liegen die Kosten des Gebäudes nur geringfügig über den Kosten eines konventionellen Gebäudes. Grund dafür sind Förderungen und die optimale Planung und Umsetzung. Seit zirka einem halben Jahr läuft der Betrieb. Alle theoretisch durchgespielten Bemessungsgrundlagen, Prognosen und Simulationen konnten in der Praxis sogar übertroffen werden, mit Grund ist, dass Heizung, Lüftung und Kühlung auf Bestandzeit unabhängig von herkömmlichen Energiequellen wie Gas, Öl, Biomasse sind. Die Wirtschaftlichkeit dieses solaren Großprojektes wird über Monitoring auch in den nächsten Jahren geprüft.

Zahlen, Fakten, Daten

Baubeginn: November 2012

Fertigstellung: August 2013

Nutzfläche: 50% Büro, F&E, Verkauf, 30% Produktion und Assembling und 20% Lager und Expedit

25.000 m³ Raumvolumen

6.000 m² Verkehrsflächen befestigt

5.000 m³ Erdspeicher mit 30.000 lfm Heizleitungen

240 lfm erdverlegte Zuluftleitungen
Ø 500 mm

200 m² Warmwassersolaranlage

350 m² Photovoltaikanlage

270 m³ Löschtank

200.000 kWh/a Wärmeeigenproduktion aus Sonne – reicht für 65 moderne Einfamilienhäuser

130.000 kWh/a Kühlung aus Grundwasser – reicht für 65 moderne Einfamilienhäuser

50.000 kWh/a Strom aus PV-Anlage – reicht für 15 moderne Einfamilienhäuser

50–100% Wärmedämmung besser als laut Bauordnung vorgeschrieben je nach Bauteil

12.000 m³ Erdbewegung

3.250 m³ Beton

280 t Bewehrung

100 km verlegte Kabel

Komplexe MSR (Mess-, Steuerung- und Regeltechnik) für Wärme, Kälte, Licht, Sonnenschutz und Monitoring: Feinjustierung und Optimierung über den Zeitraum eines Jahres.

Erdspeicher: Immosolar

Haustechnik: GEG Elektro und Gebäudetechnik

Generalplanung und Projektmanagement: EcoProjekt Beratungs-, Planungs- und Errichtungs-GmbH

Das Team von EcoProjekt:

Vision: Dipl.-HTL-Ing. Bmstr. Gerald Schmidt

Architektur: DI Christian Ecker und DI Julia Hagmann

Realisierung: Ing. Hans-Georg Mössner

Architekt DI Philipp Stoll

stoll.wagner ziviltechnikergesellschaft mbh, Innsbruck

www.stoll-wagner.at

Das Tirol Panorama – Museum am Bergisel

Beim Entwurf eines Ausstellungsgebäudes stellt sich meist die grundsätzliche Frage, ob die Architektur hinter die Exponate zurücktreten oder selbst zum wesentlichsten Schaustück werden soll.

Schon die ersten Entwurfsgedanken des Projekts waren von dem mächtigen Zylinder geprägt, der als Hülle für das riesige Rundgemälde gefordert war. Jedoch wäre das gesamte Ensemble am Bergisel mit seinen historischen Bauten in dem fast verwildert anmutenden Landschaftspark einer solchen Wucht unterlegen. So entschied

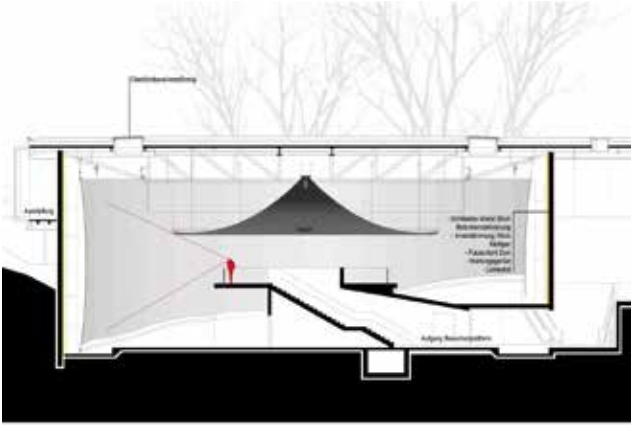
den wir uns, den Zylinder in den Hang zur angrenzenden Sillschlucht abzusenken. Eine minimalistische, flach gestreckte gläserne Box umhüllt dabei große Teile des Volumens, und so wird dieses erst auf den zweiten Blick wahrnehmbar. Obwohl der im Anschluss daraus entwickelte Raumfluss im Gebäude den Weg hinab zum Hauptausstellungsstück zum Erlebnis macht, sollte auf der Besucherplattform mitten im Panoramabild nur mehr dieses selbst wirken. Die Architektur, das Gebäude und die Technik treten in den Hintergrund.

Abb. 1: Zugang Rotunde, Foto: © Markus Bstieler

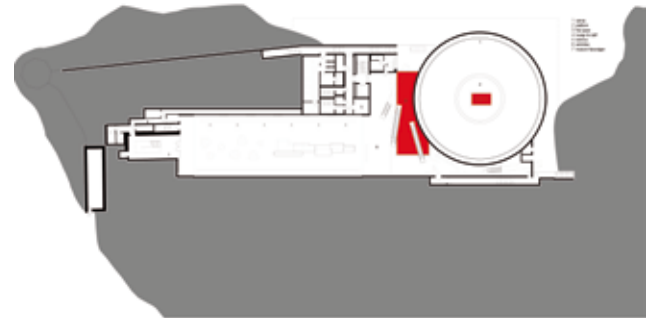


Neben der konsequenten Erfüllung aller architektonischen Detailsprüche entspricht das gesamte Bauvorhaben auch technisch durch die strengen konservatorischen Auflagen für das Gemälde und die Ausstellungsbereiche sowie durch die exponierte Lage des Bauplatzes sowohl haustechnisch (Niedrigenergiebauweise) als auch konstruktiv sehr hohen Standards. Zur Lösung der damit verbundenen Anforderungen bezüglich Raumklima, Belichtung etc., bedurfte es vieler hinter den Kulissen wirkender technischer Kunstgriffe. Zur Beheizung, aber auch zur Kühlung im Sommer, entschieden wir uns mit unserem haustechnischen Beraterteam, die Wand des Zylinders mit einer Betonkernaktivierung auszustatten – vor allem auch um dadurch thermisch bedingte Staubaufwirbelungen im sensiblen Ausstellungsbereich möglichst zu unterbinden.

Das Gebäude wurde in Niedrigenergiestandard errichtet (HWB: 30 kWh/m²a). Hauptenergiequelle ist Gas. Zusätzlich wird ein Luftschutzstollen (ca. 35 m unterhalb des Museums) über eine Bohrung im Fels als Wärmetauscher genutzt und bringt so warme bzw. kühle Luft ins Gebäude. Die Betonteilaktivierung in der Zylinderwand reguliert die Temperatur im Inneren. Spezielle Sonnenschutzverglasung und Beschattung (Screens) verhindern eine sommerliche Überhitzung.



Schnitt Rotunde



Ebene 1, Pläne © stoll.wagner ziviltechnikergesellschaft mbh

Die Absenkung des mächtigen zylindrischen Bauvolumens in eine Geländemulde unter der Hangkante bringt deutliche Vorteile im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Energietechnik. Auch die unterirdische Ausstellungsebene ist in den Felskörper gebaut, dadurch wird der Wärme- und Kälteübertrag ebenfalls reduziert.

So trägt eine für den Besucher nicht unmittelbar wahrnehmbare Technologie wesentlich zur signifikanten Erscheinung des neuen Museums bei. Dabei werden zeitgemäße Energiestandards sehr effizient erfüllt und gleichzeitig hohe raumklimatische Qualitäten erreicht.

Wir legen bei unseren Entwürfen Wert auf eine letztlich durch Reduktion prägnante architektonische Erscheinung. Materialien und Technologien, die dieses Bestreben auf simple Weise selbst mittragen, wenden wir dabei auch kontextuell bevorzugt an.

Abb. 2: Tirol Panorama, Foto: © Brigida González

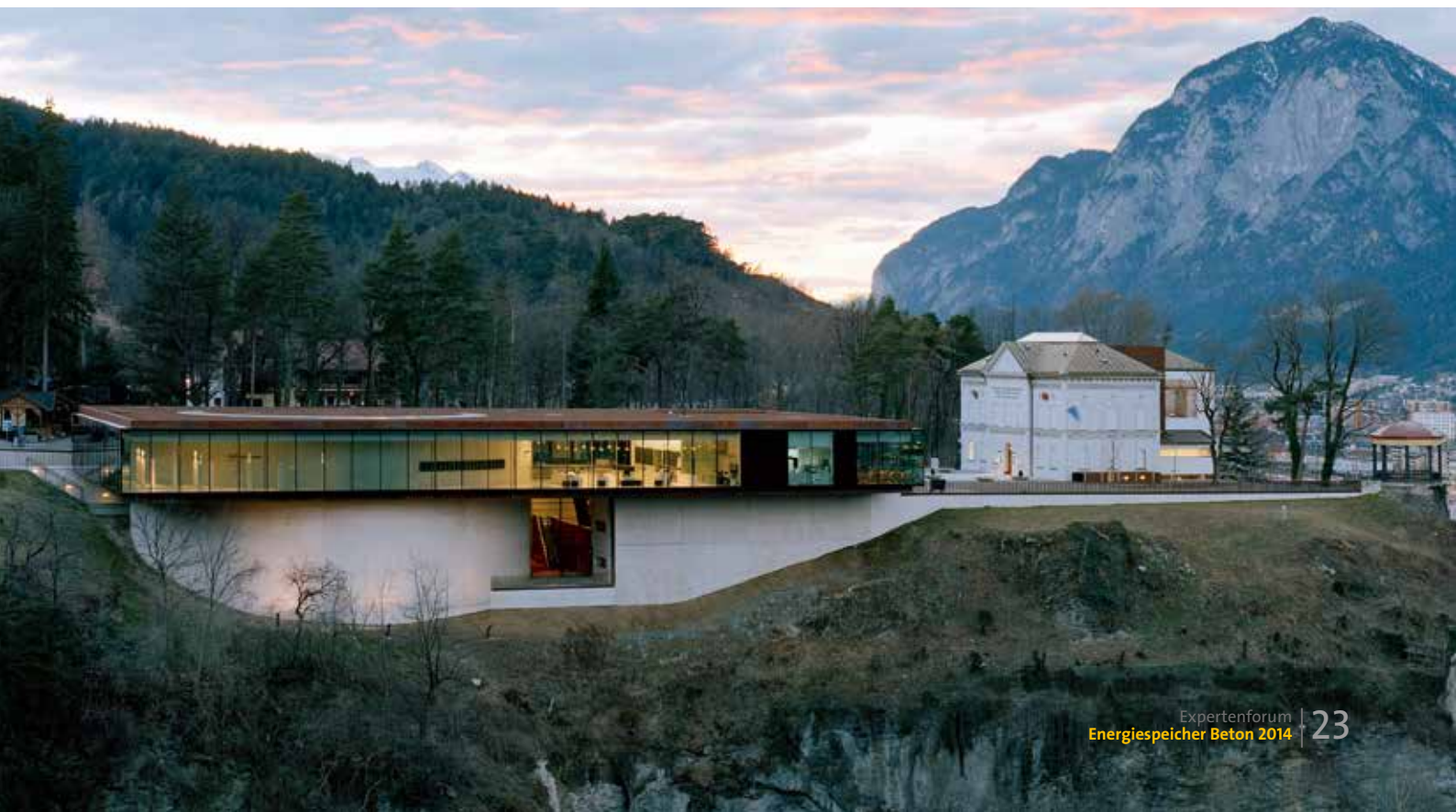




Abb. 3: Einbau der Cobiaxdecke



Abb. 4: Bauphase Zylinderabschnitt



Abb. 5: Zylinder mit Tragwerk
Fotos: © stoll.wagner ziviltechnikergesellschaft mbh



Abb. 6: Bauteilaktivierung im Zylinderbereich

Zahlen, Fakten, Daten

Bauherr: Land Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung

Museumsbetreiber: Tiroler Landesmuseen Betriebs GesmbH

Generalplaner: stoll.wagner ziviltechnikergesellschaft mbh

Mitarbeiter am Projekt: Anna Maria Ruellele, Bruno Staggl, Cornelia Groder, Christian Weiss

Statik: ZSZ – Ingenieure ZT GmbH

Haustechnik: Ingenieurbüro Töchterle GmbH

Elektroplanung / Sicherheitstechnik: HG Engineering Haslinger & Gstrein GmbH&CoKEG

Lichtplanung: conceptlicht at GmbH

Bauphysik: Zivilingenieurbüro DI Walter Prause

Örtl. Bauaufsicht: Ing. Helmut Baumgartner GmbH

Ausstellungsgestaltung: HG Merz Museumsgestalter GmbH

Energietechnische Daten

Niedrigenergiebauweise HWB 30 kWh/m²a
Erdberührte Bauteile zur Energiegewinnung: ehemaliger Luftschutzstollen in 30 m Tiefe für Wärmetausch

Erneuerbare Energiequellen:
Biogene Wärmequelle 30.000 kWh/a
und Abwärme 25.000 kWh/a

Betonzylinder mit Betonkernaktivierung
Medium Energiespeicher Beton: Wasser
Vermeidung sommerlicher Überhitzung:
Sonnenschutzglas, Beschattung (Screens),
Nachtkühlung



Kooperationspartner/
Mitveranstalter

mit Unterstützung von unserem EU-Projekt

