



Forschungsprojekt

Bauteilaktivierung

Solares Heizen und Kühlen mit Beton

ARGE Nachhaltige BAUTEILAktivierung



Mitglieder

	Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.		Ing. Johannes Heissenberger e.U.
	Zementwerk LEUBE GmbH		Bau und Service Hillebrand GmbH
	MOLDAN Baustoffe GmbH & Co KG		KREUZBERGER BAU Salzburg GmbH
	Moosleitner GmbH		Spiluttini-Bau GmbH
	Salzburger Sand- & Kieswerke GmbH		Rehau Gesellschaft m.b.H
	WKO Bundesinnung Bau		Kompetenzzentrum BAUFORSCHUNG

Inhalt

1. Ausgangslage
2. Zielsetzung
3. Forschungsergebnisse
 - 3.1. Heizen mit Beton
 - 3.2. Kühlen mit Beton
 - 3.3. Anwendungsbereiche
4. Fazit und Ausblick

Auftraggeber:

ARGE Nachhaltige BAUTEILAktivierung

Forschungsprojekt:

Bauteilaktivierung

Solares Heizen und Kühlen mit Beton

Inhalt:

Kurzzusammenfassung des Abschlussberichts zu dem Projekt
„Solares Heizen und Klimatisieren über Bauteilaktivierung“

Verfasser:

ikp Salzburg GmbH

Bildquellen:

- BAUAkademie Salzburg
- LEUBE/Tirez
- Agentur Kunterbunt-Hallwang
- Matthias Kainhofer
- ACR/Alice Schnür-Wala

Forschung:

- Technische Universität Wien, Institut für Hochbau und Technologie, Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz
- FIN – Future is Now Kuster Energielösungen GmbH
- BAUAkademie Salzburg

Architekturplanung Simulationsraum:

Arch. DI Peter Horner, Architekturbüro Horner

Projektleitung:

KBF Kompetenzzentrum Bauforschung GmbH

2. Auflage

Dieses Projekt wurde von der Europäischen Union
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
(EFRE) sowie dem Land Salzburg
aus dem RWF-Programm mitfinanziert.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung
Förderungen für Salzburg



LAND
SALZBURG

1. Ausgangslage



Beton speichert von Natur aus Wärme und Kälte besonders gut. Diese Eigenschaft macht sich die thermische Bauteilaktivierung zunutze. Beton nimmt dabei die gewünschte Temperatur über in seinem Inneren verbaute Wasserrohrleitungen auf und gibt sie gleichmäßig und langanhaltend an seine Umgebung ab. Wie effizient das in der Realität verläuft, wurde mit Hilfe eines Simulationsraums getestet.

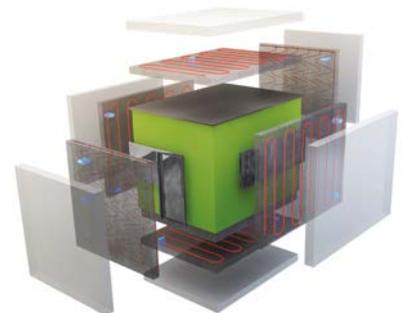
Wände, Decken und Böden gibt es in jedem Gebäude. Diese bestehenden Bauteile werden derzeit aber nur selten energetisch genutzt. Durch thermische Bauteilaktivierung erhalten sie einen wertvollen Zusatznutzen und sparen Platz. Heizkörper oder Klimaanlage sind im besten Fall hinfällig. Ein wichtiger Punkt, vor allem da laut OIB-Richtlinie jeder private Wohnbau so geplant werden muss, dass keine zusätzliche Kühlung notwendig ist. Verkaufszahlen von elektrischen Zusatzkühlungen sprechen allerdings eine völlig andere Sprache. Darum wird Kühlen mit Beton ein wichtiges Zukunftsthema werden.

Beton ist für die Bauteilaktivierung aus mehreren Gründen geeignet. Seine Speicherfähigkeit von Wärme und Kälte ist durch seine große Masse sehr gut, außerdem wird der Baustoff Beton in Österreich hergestellt. Damit wird die regionale Wertschöpfungskette gestärkt und es ergeben sich kürzere Transportwege. Neben der Wirtschaft ist das auch für die Umwelt erfreulich, besonders da sich die thermische Bauteilaktivierung hervorragend mit erneuerbaren Energiequellen wie etwa Solarnergie kombinieren lässt.

Um die Effizienz der Bauteilaktivierung mit Beton in der Praxis zu testen, untersuchte die ARGE „Nachhaltige BAUTEILaktivierung“ zwei Jahre lang die Bedingungen in einem Simulationsraum.

Der Simulationsraum

Der Simulationsraum ist ein einfach gestaltetes Gebäude auf dem Gelände der Bauakademie Salzburg. Seine massiven Bauteile sind aus Stahlbeton und wurden über Wasserrohrleitungen in ihrem Inneren aktiviert. Die Wärmezufuhr erfolgt über eine Solaranlage am Dach, die Kühlung durch Erdkollektoren. Bis zu 150 Temperaturfühler zeichneten die Daten im Simulationsraum rund um die Uhr auf.



„Die regionale Zusammenarbeit bei Zukunftsprojekten wie diesem stärkt die heimische Wirtschaft und hilft uns beim Energiesparen.“

**Landeshauptmann Salzburg
Dr. Wilfried Haslauer**

2. Zielsetzung



Haben Gebäude mit bauteilaktiviertem Beton das Zeug zum „Haus der Zukunft“? Das herauszufinden war das übergeordnete Ziel der Untersuchung im Simulationsraum. Ein solches Haus zeichnet sich durch besonders gute Energieeffizienz verbunden mit einem Mehr an Lebensqualität und Behaglichkeit für die Bewohner aus.

In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Wien untersuchte die ARGE „Nachhaltige BAUTEILaktivierung“ verschiedenste Messparameter im Simulationsraum. Dazu gehörten Temperatur und Energieflüsse. Das zentrale Ziel der Untersuchung war der Nachweis der Energieeffizienz des Simulationsraums und damit von Gebäuden mit Bauteilaktivierung.

Diese Energieeffizienz ergibt sich im Simulationsraum unter anderem auch durch die Kombination mit Solarenergie. Der Versuch soll nachweisen, dass thermische Bauteilaktivierung und solares Heizen gemeinsam funktionieren und auch bei niedrigen Außentemperaturen ein angenehmes Raumklima schaffen. Und das, ohne eine zusätzliche Heizquelle hinzuziehen zu müssen. Im Sommer wird wiederum mit energiesparenden Erdkollektoren für Kühlung gesorgt. Der Praxisbeleg würde einen entscheidenden Schritt in Richtung Energieunabhängigkeit bei Gebäuden bedeuten und deutliche Kosteneinsparungen mit sich ziehen.

Weitere Ersparnisse ergeben sich dadurch, dass der Simulationsraum darauf ausgelegt ist, die Speicherkraft des Betons optimal zu nutzen. Die Temperaturen werden in der großen Masse des Betons gespeichert, darum bleibt das Raumklima unabhängig von der Außentemperatur längere Zeit konstant. Im besten Fall reicht die Speicherkraft des Betons aus, um sogenannte Temperaturspitzen von besonders heißen Tagen im Sommer und kalten Tagen im Winter nur über den Baustoff auszugleichen, ohne zusätzliche Energie dafür aufwenden zu müssen.



„Aktuelle Projekte zeigen die substanziellen Vorteile der Bauteilaktivierung im Hinblick auf Wohnkomfort und eine zukunftsfähige Energieversorgung.“

**Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
Dipl.-Ing. Sebastian Spaun**

3. Forschungsergebnisse

3.1 Heizen mit Beton



Bauteilaktivierter Beton sorgt durch gleichmäßige Wärme für besonders hohe Behaglichkeit in Wohnräumen. Zusätzlich wirkt die Speicherfähigkeit des Baustoffs energiesparend. Im Versuch beeindruckte aber auch der neu entwickelte Rechenkern, der künftig für die Planung von Bauvorhaben herangezogen werden soll.

Die Ergebnisse sprechen eine klare Sprache: Beton speichert Wärme äußerst verlässlich. Beim Test im ersten Winter wurde die Heizung im Simulationsraum für fünf Tage abgeschaltet – die Raumtemperatur fiel dabei nur um 3 Grad. Und das, obwohl es draußen unverändert kalt und bewölkt blieb. Damit lassen sich die Ergebnisse auf einen Wohnraum in einem typischen österreichischen Winter übertragen.

Die mit Solarenergie beheizten Betonflächen sorgten zusätzlich für eine besonders gleichmäßige Verteilung der Wärme im Simulationsraum. Die sogenannte Spreizung, also der Temperaturunterschied zwischen beheizten und nicht beheizten Bauteilen, betrug nur 0,7 Grad. Großflächige Strahlungswärme in einem Raum wird als angenehmer empfunden, als wenn sie nur von einer Wärmequelle, wie zum Beispiel einem Heizkörper, ausgeht, da es keine Luftverwirbelungen und starken Temperaturunterschiede im Raum gibt. Dieses Prinzip ist seit Jahrhunderten bei massiven Kachelöfen erlebbar. In der Praxis heißt das, egal mit welchem Bauteil man heizt, die Temperaturverteilung ist immer annähernd gleich. Das eröffnet für die Zukunft völlig neue Möglichkeiten.

Ein besonders erfreuliches Ergebnis lieferte der Simulationsraum beim Vergleich der berechneten Werte und der tatsächlichen Temperatur: Der für das Projekt entwickelte Rechenkern bildete die Realität nahezu identisch ab. Damit kann der Rechenkern für die Planung von Bauprojekten in Zukunft herangezogen werden. Er wird Bauphysiker künftig unterstützen, die optimale Heizleistung in bauteilaktivierten Gebäuden schon in der Planungsphase genau zu berechnen.

Die Solaranlage

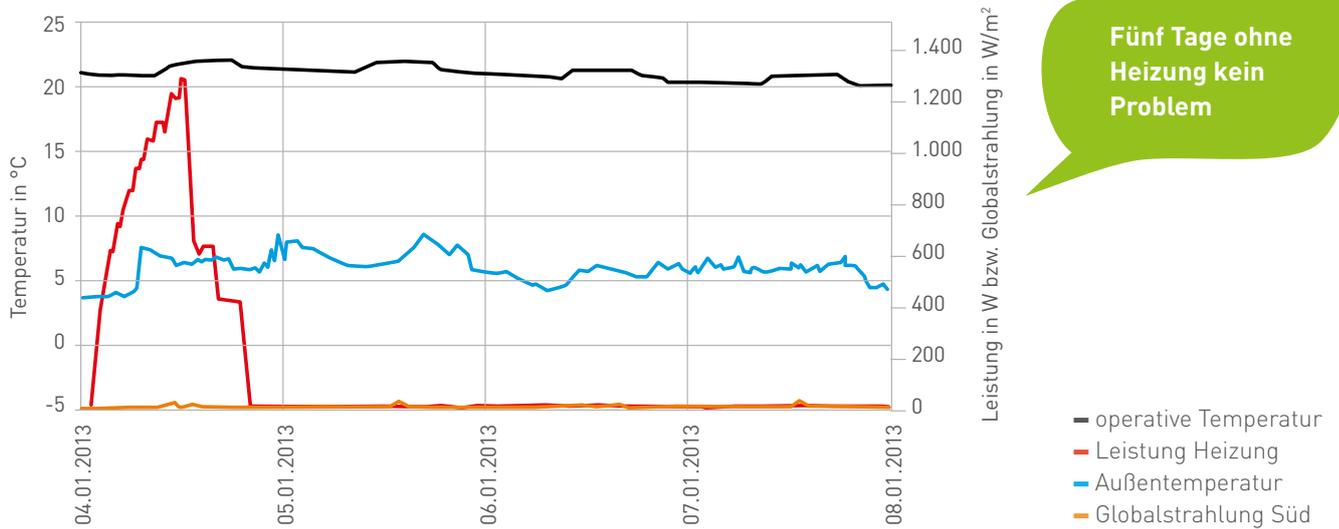
Die verwendete Solaranlage hat eine Fläche von ca. 21 m² und ist mit einem 2.000 Liter fassenden Pufferspeicher verbunden. Die Anlage heizt drei Simulationsräume und versorgt sogar die nebenliegende Bauakademie im Sommer mit Warmwasser.



„Die tollen Ergebnisse zeigen auf, welche Potentiale im Hochbau durch die Bauteilaktivierung noch gehoben werden können.“

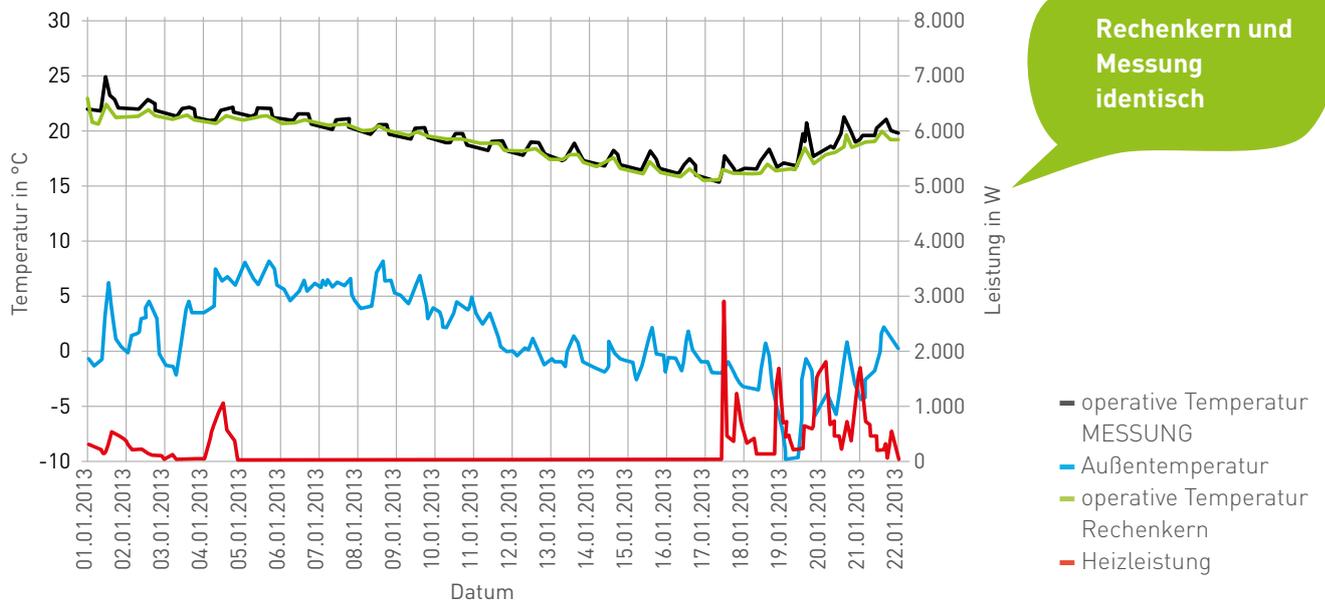
**Architekturbüro Horner
Arch. DI Peter Horner**

Als die Heizung (rote Linie) fünf Tage abgeschaltet wurde, sank die Temperatur (schwarze Linie) bei einer mittleren Außentemperatur von 5 Grad (blaue Linie) nur minimal.



Fünf Tage ohne Heizung kein Problem

Der für das Projekt entwickelte Rechenkern (grüne Linie) bildete die Realität (schwarze Linie) nahezu identisch ab, auch wenn man die Temperatur abfallen lässt.



Rechenkern und Messung identisch

3.2 Kühlen mit Beton



Bauteilaktivierter Beton eignet sich nicht nur zum Wärmen, sondern auch besonders gut zum Kühlen. Durch seine große Masse glättet der Beton Temperaturspitzen an heißen Tagen und sorgt auch in stark genutzten Büroräumen für ein behagliches Klima.

Milde Winter und besonders heiße Tage im Sommer sind auch in Österreich nicht mehr die Ausnahme, Gebäude müssen dafür gerüstet sein. Darum ist Kühlen mit Hilfe der Baumasse heute schon gefragt und wird auch in Zukunft ein immer wichtigeres Thema werden.

In der Simulation wurde mit der Hilfe von Erdkollektoren den Bauteilen Wärme entzogen und so der Raum energiesparend gekühlt. Beton schafft es dank seiner Masse, auch an sehr heißen Tagen Temperaturspitzen optimal zu glätten. Die entsprechend ausgelegte Wärmedämmung lässt die sommerliche Hitze nicht bis in die massiven Bauteile eindringen. Beton speichert dort die Kühle, auch ohne vermehrten Energieaufwand. Wie der Rechenkern es zuvor simuliert hatte, zeigte sich im Praxistest, dass die Kühlung auch bei besonders hohen Außentemperaturen Behaglichkeit im Innenraum schuf.

Um die Alltagstauglichkeit zu überprüfen, wurde in einem Versuch eine klassische Bürosituation untersucht. Dabei wurde die Temperaturentwicklung im Simulationsraum so nachgestellt, als ob zwei Personen an Computern mit hohem Stromverbrauch darin arbeiten würden. Konkret wurden 150 Watt pro Arbeitsplatz als Wert herangezogen. Im Versuch blieb die Temperatur immer unter 25 Grad, selbst wenn die Außentemperaturen wesentlich höher waren! Kühlen mit Beton sorgt also auch am Arbeitsplatz für ein angenehmes Raumklima und hohe Behaglichkeit. Das Prinzip der Bauteilaktivierung empfiehlt sich damit sowohl für den Wohn- als auch für den Bürobau.

4:1

Um einen Raum elektrisch um ein Grad zu kühlen, braucht es viermal so viel Energie, wie wenn der Raum um ein Grad erwärmt wird. Das heißt, mit der gleichen Energie, mit der ein Raum einen Monat lang gekühlt wird, kann vier Monate lang geheizt werden.

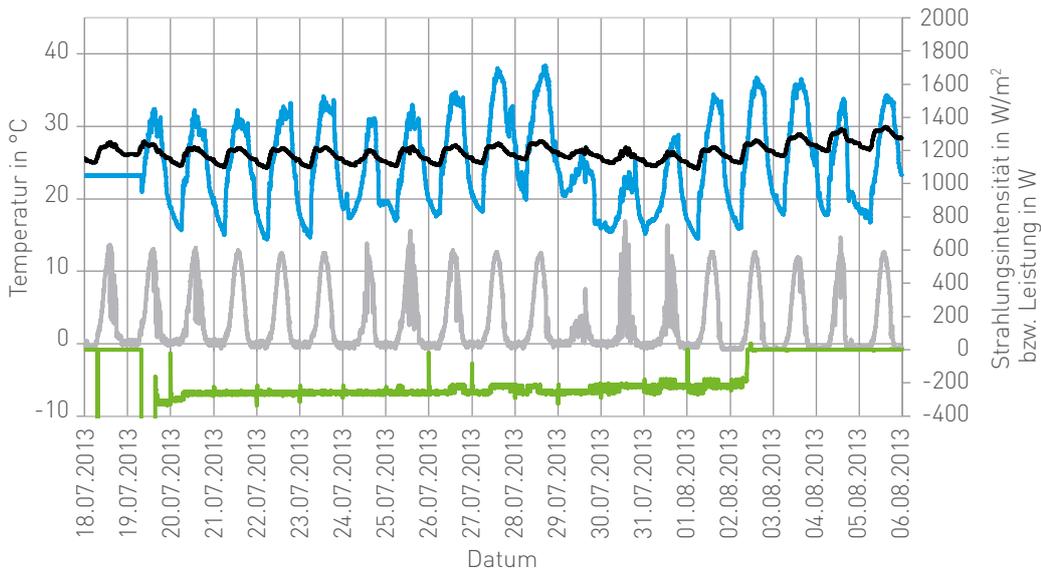


„Damit lassen sich sommerliche und winterliche Temperaturspitzen optimal glätten, was besonders vor dem Hintergrund des permanent steigenden Energiebedarfs sinnvoll ist.“

**Sprecher der ARGE Bauteilaktivierung
Bmst. Dipl.-Ing. Peter Kreuzberger**

Der Beton schafft es, auch an sehr heißen Tagen (blaue Linie) Temperaturspitzen mit bauteilaktivierter Kühlung optimal zu glätten und die Innentemperatur (schwarze Linie) behaglich zu halten.

Operative Temperatur innen in °C

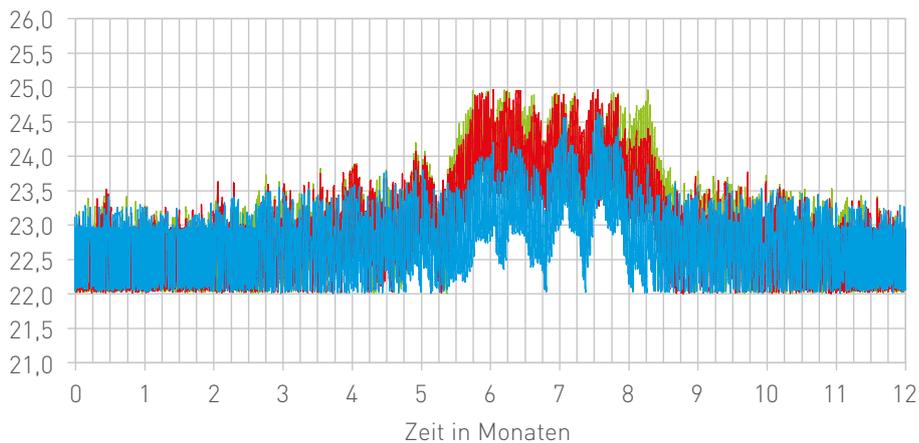


Auch im Sommer angenehm

- Außentemperatur
- operative Temperatur
- Strahlung auf Südfäche
- Entzugsleistung (Kühlung)

Die Temperatur blieb auch bei starker Auslastung (zwei Personen an Computern mit hohem Stromverbrauch) unter 25 Grad, selbst mit unterschiedlichen Außenwänden.

Operative Temperatur innen in °C



Ganzjährige Behaglichkeit mit speicherwirksamer Masse

- Dämmwerte:
- 0,13 W/m²K
 - 0,19 W/m²K
 - 0,36 W/m²K

3.3 Anwendungsbereiche



Die thermische Bauteilaktivierung mit Beton findet bereits jetzt ihre Anwendungsbereiche. Die Einsatzgebiete sind dabei sehr vielfältig. Die Technik kann im kommunalen Bau ebenso genutzt werden wie im gewerblichen und im Wohnbau. Wie das im besten Fall aussieht, illustrieren die drei folgenden Beispiele:

1) Das Kultur- und Veranstaltungszentrum Hallwang ist wegweisend in Sachen Energieversorgung. 480 Kubikmeter bauteilaktivierter Beton werden als Energiespeicher eingesetzt, die Wärme kommt von einer Solaranlage. Das Zentrum arbeitet so effektiv, dass es fast keine Energie verbraucht, sie dafür aber laufend welche in das Nahwärmenetz des benachbarten Gasthauses einspeist. 2013 wurde es mit dem Salzburger Regionalitätspreis in der Kategorie „Energie & Umweltschutz“ ausgezeichnet.



2) Für große Produktionshallen, in denen sich regelmäßig Tore öffnen und schließen, ist es schwierig, ein angenehmes Raumklima herzustellen und zu halten. Die Blechfertigungshallen von GMT Wintersteller in Kuchl haben das durch Bauteilaktivierung geschafft. In Kombination mit der Nutzung von Abwärme konnten außerdem im Vergleich zu ähnlichen Anlagen 80 Prozent Energie eingespart werden.



3) Auch im kleinen Rahmen eines Einfamilienhauses ist Bauteilaktivierung möglich und sinnvoll. Matthias Kainhofer hat beispielsweise sein Haus in Munderfing mit einer aktivierten Bodenplatte aus Beton ausgestattet: Das Haus heizt mit Erdwärme und wurde innerhalb eines Jahres errichtet. Die Innentemperatur ist seitdem immer auf der Wohlfühltemperatur von 22 Grad.



„Für die Heizung in einem neu gebauten Haus sollte nichts mehr verbrannt werden dürfen. Die Bauteilaktivierung hilft uns, diesem Anspruch gerecht zu werden.“

FIN - Future is Now
Harald Kuster

4. Fazit und Ausblick



Gebäude mit bauteilaktivierten Betonbauteilen können zu Recht als „Häuser der Zukunft“ bezeichnet werden. Sie arbeiten energieeffizient und bieten ein behagliches Raumklima – und das sowohl in der Heiz- als auch in der Kühlperiode. Vor allem Kühlen mit Beton wird in Zukunft noch wichtiger werden.

Während der Testphase konnte, wie erwartet, energiesparend mit Solarenergie geheizt und mit Erdkollektoren gekühlt werden. Besonders positiv ist die Speicherkraft des Betons aufgefallen. Auch wenn die Heizung abgeschaltet wurde, konnte im Winter die Temperatur für mehrere Tage gehalten werden. Im Sommer sorgte die Speicherkraft der Baumasse für einen Ausgleich der Temperaturspitzen.

Im Versuch gelang es, sowohl im Sommer als auch im Winter ein behagliches Raumklima zu schaffen. In der heißen Jahreszeit blieb die Temperatur sogar bei der Simulation einer Bürosituation auf unter 25 Grad. Eine zusätzliche kosten- und energieaufwendige Kühlung von Büroräumen ist damit nicht mehr notwendig – ein Thema, das schon jetzt viele Bauherren beschäftigt und in den kommenden Jahren immer wichtiger werden wird.

Einen großen Beitrag für die Planung von Gebäuden kann der für das Projekt entwickelte Rechenkern leisten. Er arbeitete extrem genau und bildete die Realität nahezu identisch ab. Dieser Rechenkern kann für zukünftige Bauvorhaben herangezogen werden und einen optimalen Aufbau von Gebäuden in Hinblick auf Energieeffizienz gewährleisten.



Das Team der ARGE Nachhaltige BAUTEILaktivierung blickt in die Zukunft.

v.l.n.r.: Johannes Heissenberger, Landeshauptmann Wilfried Haslauer, Gunther Graupner, Matthias Moosleitner, Josef Eder jun., Norbert Schaumburger, Bernd Hillebrand und Peter Kreuzberger.



„Die thermische Bauteilaktivierung sorgt für einen Innovationsschub in der gesamten Baubranche.“

**Landesinnungsmeister Salzburg
Bmst. Ing. Peter Dertnig**



ARGE Nachhaltige BAUTEILaktivierung

Moosstraße 197 | 5020 Salzburg

Tel. +43 (0)662/830 200 - 190 | Fax DW 34

office@forschung-bau.at

www.forschung-bau.at