



- Instandsetzung chloridbelasteter Bauteile
- Tatsächliche Temperaturbeanspruchung von Massivbrücken
- Vergussbeton in der Instandsetzung
- Betone aus Multikompositzementen
- Neue Tabellen Brandschutzbemessung von Wänden
- Alternatives Tabellenverfahren Heißbemessung von Stützen
- Positionspapier „Beton ohne Steinkohlenflugasche“

InnoLiving® – ein Betonbau für die Zukunft: modular und energieeffizient

Leistungsfähige Gebäude sind nur dann erfolgreich für den Investor und den Benutzer, wenn die nachfolgenden Kriterien erfüllt werden. So müssen die Gebäude zügig geplant und schnell errichtet werden. Die größtmögliche Flexibilität in der Verwendung mithilfe von stützenfreien Räumen muss sichergestellt werden. Und aus heutiger Sicht müssen die Gebäude zukünftig einen hohen Grad an autarker Energieversorgung ermöglichen.

Diese Aufgabe erfüllen vorgefertigte Betonbauteile auf ideale Weise, insbesondere wenn diese sich in den Abmessungen der einzelnen Bauteile an der Modulbauweise orientieren. Zudem muss man konsequent das vorhandene Betonvolumens als Wärmespeicher nutzen.

Insbesondere den zugehörigen Deckenelementen kommt eine zentrale Aufgabe zu. Zum Einsatz kommen Decken mit großen Spannweiten, einem geringen Eigengewicht und einer Querschnittsform, in der sich die Elemente der Haustechnik einfach integrieren lassen. Der große Vorteil bei der Verwendung von Betonbauteile liegt u. a. darin, dass sie sich zukünftig als maßgebliche Elemente der Energieversorgung nutzen lassen. Denn die Masse des Betons ist der ideale Wärmespeicher für eine autarke Klimatisierung. Zudem lässt sich über die i. d. R. große freie Betonoberfläche Wärmeenergie einsammeln (Absorber) sowie Wärme und Kälte an den Raum verteilen (Bauteilaktivierung).

Modulbauweise mit vorgefertigten Elementen für Wand, Decke und Boden

Die Modulbauweise erlaubt dank einfacher Abmessungen für wiederkehrende Bauteile einen einfachen Fertigungsprozess. Zudem besteht das Gebäude aus nur wenigen tragenden Elementen. Diese wiederum werden über einfache Verbindungen vor Ort zusammengefügt und über Steckverbindungen derart zusammengesetzt, dass sie sich auch jeder Zeit wieder lösen lassen. Für das Bauvorhaben InnoLiving® besteht eine Moduleinheit aus den tragenden Elementen für die Bodenplatte und für die Decke sowie den beiden zugehörigen tragenden Stirnwänden. Boden- und Deckenplatte sind in ihren Funktionen identisch. Dank der großen Spannweite der Platten entsteht eine tragende und offene Konstruktion, die im Inneren beliebig genutzt werden kann. Die über die Längsseiten angeordneten Wände der Fassade übernehmen bei dieser Konstruktion keine Einwirkungen und können somit durch leichte Fassadenelemente bzw. Fensterelemente ersetzt werden. Verstellbare Trennwände ermöglichen eine nachträgliche Raumeinteilung, die jederzeit angepasst werden kann. Die erforderlichen Bereiche mit Sanitärversorgung wie z. B. für Bad und Küche können somit auch nahezu beliebig innerhalb des großen freien Grundrisses angeordnet werden.



Bild 1 Blick in den Innenraum von InnoLiving® mit Ansicht an die GVI®-Wand, die weitgespannte Betondecke mit den integrierten Akustikabsorbern und dem Energiefenster

Geometrisch wird das Modul von der festgelegten Breite von $b=3,0$ m und der Geschosshöhe bestimmt. Ein Gebäude besteht aus mehreren Moduleinheiten, die entweder nebeneinander und auch übereinander angeordnet werden. Mit nur vier Elementen für die tragende Konstruktion erfolgt dann eine einfache und somit effiziente Montage eines Moduls.

Maßgeblicher Einfluss der eigens entwickelten Deckenkonstruktion

Maßgeblich bestimmt die eigens für diese Verwendung entwickelte Deckenkonstruktion die einfache Gestaltung eines Moduls. Aufgrund der Nutzung wird die Decke ohne jegliche Unterstützung von den Wänden der Stirnseiten gespannt, was zu großen stützenfreien Flächen führt. Um die Einwirkungen auf die Stirnwände und der darunter angeordneten Fundamentstreifen so gering wie möglich zu halten, muss das Eigengewicht niedrig ausfallen. Alle Leitungen für Heizung/Kälte und für Lüftung müssen innerhalb der Deckenkonstruktion vom direkten Einblick verdeckt angeordnet werden. Deren Einbau sollte jedoch jederzeit eine Revision erlauben sowie den kompletten Ersatz ermöglichen. Das wird weitgehend nur möglich sein, wenn Nischen innerhalb des Deckenquerschnitts für diese Anordnung von Leitungen vorgesehen sind.

Aufgrund dieser Randbedingungen eignet sich der Querschnitt mit der Geometrie eines Faltschnitts. Dabei werden die Druck- und Zugzone nicht nur auf unterschiedlichen Höhen, sondern auch versetzt angeordnet. Einzig die dazwischen angeordneten Rippen verbinden dann die beiden statischen Elemente. Die schlanken Abmessungen des zusammengesetzten Querschnitts mit minimalen Stärken von $0,10$ m führen zu einem extrem niedrigen Eigengewicht von $g = 3,40$ KN/m². Der gefaltete Querschnitt weist eine hohe Steifigkeit auf.

Die zusätzliche Vorspannung, welche im Spannbett aufgebracht wird, erlaubt dann auch große Spannweiten bis zu $20,0$ m. Die gewählte Querschnittsform ermöglicht auch alle Leitungen der

Haustechnik zwischen die Rippen verdeckt anzuordnen. Somit ist es gelungen, mit dem Deckensystem für das Projekt InnoLiving® einen idealen Querschnitt für alle Randbedingungen zu entwickeln. Für die Fertigung der Deckenplatten wurde eigens ein mobiles Spannbett entwickelt. Mit sehr geringem Aufwand lässt sich dieses Spannbett in jedem Fertigteilwerk nachträglich aufstellen. Aber auch als mobile Einheit direkt auf der Baustelle ist der Einsatz möglich.

Neuartige Hybridbauweise mit Holz-Beton-Verbund für die Wände

Die Hybridbauweise stellt zukünftig die optimale Materialkombination dar. Der Baustoff Beton übernimmt sofern gewünscht die Tragfähigkeit und liefert die erforderliche Masse für die autarke Klimatisierung. Die leichte Holzständerbauweise inklusive der Dämmung dient zur Fassadenbefestigung. Alternativ kann die Holzständerbauweise ebenfalls die Tragfähigkeit übernehmen. Die Betonbauteile dienen nicht nur zur Aufnahme und Abtragung von äußeren Einwirkungen, sondern werden zu einem festen Bestandteil der zukünftigen Versorgung mit Wärmeenergie. Denn der multifunktionale Baustoff Beton eignet sich hervorragend sowohl zur Speicherung, zum Verteilen, aber auch zum Einsammeln von Wärmeenergie. Eine autarke Energieversorgung lebt von den Speichermöglichkeiten und von den Optionen, die Wärmeenergie zu ernten und wieder abzugeben. Betonelemente vereinigen alle drei Eigenschaften. Wenn das Betonmaterial wie üblich als Tragelement verwendet wird, dann steht es zudem kostenlos für die Energieversorgung zur Verfügung. Mit der im Beton eingespeicherten Wärmeenergie lassen sich die Innenräume über einen längeren Zeitraum klimatisieren, auch ohne dass entsprechende Wärmeenergie nachgeführt werden muss. So kann eine Flaute in der Energieversorgung (z. B. fehlender Sonnenschein, niedrige Außentemperaturen, geringe Windgeschwindigkeiten) problemlos überbrückt werden. Beton dient mit seiner Wärmespeicherung als Ausgleich für das schwankende Angebot an Strom und füllt damit eine Lücke in der Energieversorgung. Die Betonbauteile der Außenwand bieten sich idealerweise für die Wärmespeicherung an, da die vorhandene Fassadendämmung bereits einen größeren Anteil des Betonvolumens gegen Wärmeverluste schützt. Aber auch die weiteren Betonbauteile wie Boden und Decke dienen als Speicher.

Zudem beschleunigt diese Bauweise den Bauablauf enorm, da die Betonwand, die Dämmung und die Fassade bis in das kleinste Detail werkseitig vorgefertigt werden können. Zudem lassen sich sämtliche Fenster- und Türrahmen inklusive der bauphysikalischen Anschlüsse bereits im Werk einbauen. Die Qualität der Bauteile wird somit ebenfalls gesteigert. Die Fertigteile aus Beton werden wie gewohnt im Fertigteilwerk hergestellt. Anschließend erfolgt der Transport zum Zimmereibetrieb, wo die Wände mit der Holzständerbauweise veredelt wurden.

Damit sind die Voraussetzungen für eine effiziente und schnelle Endmontage gegeben.

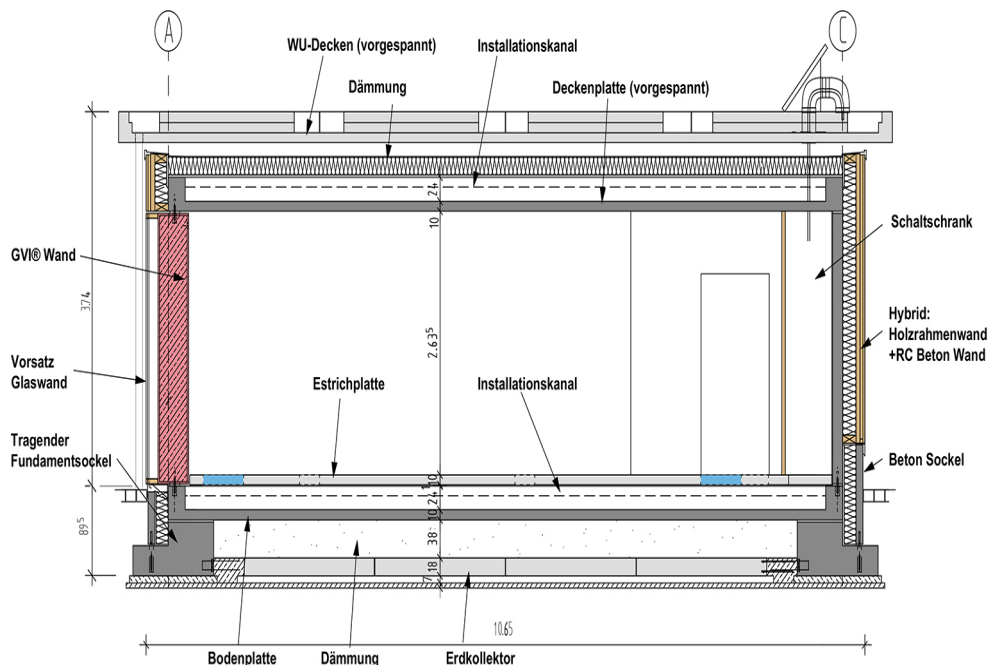


Bild 2 Längsschnitt durch das Gebäude mit der Angabe aller maßgeblichen Elemente der Energie autarken Bauweise

Innovative tragende Betonwand mit Vakuumdämmung als Wärmespeicher

Trotz des Betons als Wärmespeicher lassen sich aufgrund der Bauweise die Be- und Entladung leider nicht perfekt steuern, da die freien Betonoberflächen die Wärme auch unkontrolliert abgeben. Diesem Umstand wird nun durch eine neuartige Entwicklung abgeholfen.

Eine innovative Speichermöglichkeit bietet die tragende Betonwand, die vollständig mit einer Vakuumdämmung umhüllt ist. Diese hochwertige Art der Dämmung gewährleistet die Speicherung von Wärmeenergie ohne große Verluste. Die Besonderheit der verwendeten Vakuumhülle liegt darin, dass seine Funktion gezielt beeinflusst werden kann. Die beiden großen Flächen der Wand zur Außen- und zur Innenseite können für den Wärmedurchgang geöffnet bzw. geschlossen werden. Wechselweise wird Vakuum angelegt oder abgelassen.

Diese Funktion ermöglicht nun Wärmeenergie nicht nur zu speichern, sondern diese auch einzusammeln bzw. abzugeben. Die auf der Außenseite vor der Wand angeordnete Glasscheibe wirkt wie ein Gewächshaus. Die Wirkung der Sonneneinstrahlung vergrößert sich und die dabei erzeugte Wärme dringt bei geöffnetem Vakuum in den dahinter liegenden Beton ein, um dort gespeichert zu werden. Sobald die Wirkung der Sonnenstrahlen nachlässt, wird das Vakuum auf der Außenseite der Betonwand wieder aktiviert. Bedarfsgerecht kann auch die innen liegende Seite des Betonspeichers geöffnet werden, um dann die gespeicherte Wärme in den Raum zu leiten. Die Innovation dieser tragenden Betonwand besteht in einem optimalen Management von Wärmeenergie. Die Umweltwärme aus der Strahlung der Sonne wird eingesammelt, gespeichert und dann auch bedarfsgerecht verteilt.

Ergänzend wurden Rohrleitungen und Bewehrungsstäbe aus GFK in die Betonwand eingebaut. Die GFK-Stäbe haben einen mittig angeordneten Heizdraht, um Strom aus erneuerbarer Energie in Wärme umzuwandeln und im Beton zu speichern. Über die mit Wasser geführten Rohrleitungen kann ebenfalls



Bild 3 Montage der weitgespannten Deckenplatte für eine Moduleinheit

Wärmeenergie in das Betonvolumen eingelagert bzw. abgezogen werden.

Dank seiner hervorragenden Dämmung dient die Betonwand als Langzeitwärmespeicher, um die gesammelte Wärmeenergie über Tage bzw. Monate einzulagern.

Das InnoLiving® Energiekonzept für ein erfolgreiches Energiemanagement:

Sammeln, Speichern, Verteilen von Wärmeenergie nur mit Betonbauteilen

Das erfolgreiche Energiekonzept nutzt die unendlich zur Verfügung stehende Umweltenergie. Für eine autarke Energieversorgung braucht es ein ausreichendes Speichervolumen, um die anfallende Umweltenergie einzusammeln, auch wenn diese nicht direkt genutzt werden kann. Mit Vorzug werden mehrere Speichereinheiten im gegenseitigen Verbund eingesetzt. Dabei nutzt man die einfache Möglichkeit, die Umweltenergie mit dem entsprechenden Temperaturniveau einzusammeln und abzuspeichern. Somit entstehen verschiedene Speicher auf unterschiedlichem Temperaturniveau.

Mit den Betonbauteilen kann man das gesamte Spektrum für ein erfolgreiches Energiemanagement nutzen. Bauteile aus Beton werden als Absorber zum Einsammeln der Umweltenergie eingesetzt. Das wurde bei dem Gebäude InnoLiving® u. a. mit dem auf dem Flachdach installierten Gewächshaus umgesetzt. Die vorgespannte Betonplatte des Gewächshauses liegt auf der Gebäudedämmung auf und stellt eine Wanne in WU-Qualität dar. Die geneigten Glasfenster, welche über der gesamten Fläche der Wanne angeordnet sind, führen zu dem Gewächshauseffekt und erwärmen die Außenluft auf ein hohes Temperaturniveau. Mit den in der Betonplatte angeordneten Rohrleitungen wird die erzeugte Wärmeenergie abgeführt und an anderen Orten gespeichert.

Speicherkapazitäten

Der unter der Bodenplatte angeordnete Betonplatte wirkt ebenfalls als Kollektor und sammelt die Umweltenergie aus dem umgebenden Erdreich. Der Vorteil der im InnoLiving® verwendeten Absorber liegt auch darin, dass sie die aufgenommene



Bild 4 Werkseitige Herstellung der Hybridwand in Holz-Beton-Verbund

Wärmeenergie gleichzeitig speichern können. Insbesondere der Erdkollektor dient als Langzeitspeicher mit nahezu gleichbleibenden Temperaturen. Gegenüber der Bodenplatte ist der Kollektor isoliert und hat nur einseitig den direkten Kontakt mit dem darunter liegenden Erdreich, welches in die Speicherwirkung mit einbezogen wird. Im Sommer dient er zur Kühlung der Räume und in der Übergangszeit wird der Kollektor durch die im Gewächshaus erzeugte Wärmeenergie beladen, die im Winter zum Heizen der Räume genutzt wird.

Die im Gebäude vorhandenen Wände und Decken aus Beton werden zur Verteilung der Wärmeenergie genutzt. Auch hier werden die im Betonquerschnitt der einzelnen Bauteile eingelegten Rohrleitungen für den Wärmetransport genutzt. Die Wärmeenergie wird über das Medium Wasser vom Speicher in die vorgesehenen Bauteile zum Verteilen transportiert.

Allerdings wird auch hier der Pufferspeicher der Betonmasse genutzt, um den Zeitraum ohne äußere Energiezuführung zu überbrücken. Die Betonoberflächen verteilen die Wärmeenergie über eine angenehme Strahlungswirkung in den Raum. Je nach der Temperatur des Wassers in den Rohrleitungen kann sowohl gekühlt als auch geheizt werden. Damit wird eine aufwendige Klimaanlage vollständig ersetzt.

PCM-Speicher (Phasen-Wechsel-Materialien)

Ergänzt werden die Betonspeicher durch zusätzliche PCM-Speicher (Phasen-Wechsel-Materialien). Die Eigenschaft dieser Materialien besteht darin, bei kleinem Volumen hohe Energiedichten unter konstanten Temperaturbedingungen zur Verfügung zu stellen. Im Gegensatz zu einem Material wie Wasser oder Beton braucht es keine hohen Temperaturen, um hohe Energiemengen zu speichern. Bereits bei niedrigen und konstanten Temperaturen wird Wärmeenergie geladen bzw. abgezogen. Da die Energiemengen schnell ein- und ausgespeichert werden können, dienen diese Elemente auch zur kurzfristigen Klimatisierung.

Mehrere kleine dezentrale Speichereinheiten mit PCM wirken somit optimal im Netzwerk mit den anderen Speicherelementen. Je nach Angebot und Bedarf an Wärmeenergie werden die einzelnen Speicher gezielt be- und entladen. Das Energiemanagement wird bestimmt durch die Größe der Speicher, deren Verfügbarkeit dem Bedarf und dem Angebot an Wärme.

www.innogratiion.de