

Photos: Innogration

Sandwich cross-section of the Ceiltec B floor slab consisting of two ribbed slabs and a void. The two layers effectively connected are reduced to the absolute minimum saving a lot of mass and weight. The void provides much space for the TBE ducts

Sandwichquerschnitte der Ceiltec B-Decke bestehen aus zwei Rippenplatten und einem Hohlraum. Die beiden kraftschlüssig verbundenen Schalen sind auf das notwendige Minimum reduziert, was viel Masse und Gewicht spart. Der Hohlraum bietet viel Platz für TGA-Leitungen

Precast floor slabs with integrated building services Fertigteildecken mit integrierter Haustechnik

The Bernkastel-Kues-based Innogration GmbH founded in 2010 designs, manufactures and sales multifunctional precast concrete floor elements. The elements distinguish themselves by their ability to perform also other tasks apart from the load-bearing function: The innovative load-bearing concept made of prestressed sandwich elements combines the possibility to bridge wide spans (up to 30m) with slender cross-sections while accommodating ducts and conduits for technical building equipment (TBE), building services as well as heating and cooling systems (thermal activation).

Ceiltec A and Ceiltec B

At present, Innogration offers two different types of floor elements: Ceiltec A and Ceiltec B.

Both types make use of a sandwich construction as floor slab cross-section.

Ceiltec A consists of a precast bottom sandwich layer in the form of a ribbed slab. The upper layer is supplemented with in-suite concrete and the hollow space is filled at the factory with lightweight displacement bodies. The manufacturer can also embed individual, pre-planned TBE ducts in the bottom layer or among the displacement bodies. Consequently, the Ceiltec A is always the right solution if just a small number of TBE ducts has to be embedded in the floor element apart from the thermal activation.

For the Ceiltec B, both sandwich layers are manufactured in the precast factory and are effectively connected with each other by means of a spe-

Die im Jahr 2010 gegründete Innogration GmbH aus Bernkastel-Kues entwickelt, produziert und vertreibt multifunktionale Betonfertigteildecken. Die Elemente zeichnen sich dadurch aus, dass sie neben ihrer Tragfunktion auch andere Aufgaben übernehmen: Das innovative Tragkonzept aus vorgespannten Sandwichelementen vereint die Möglichkeiten, große Spannweiten (bis zu 30 m) mit schlanken Querschnitten zu überbrücken und gleichzeitig Leitungen für die technische Gebäudeausrüstung (TGA), Haustechnik sowie Heiz- und Kühltechnik (Thermoaktivierung) darin unterzubringen.

Ceiltec A und Ceiltec B

Innogration bietet derzeit zwei Typen von Deckenelementen an: Ceiltec A und Ceiltec B. Beide Typen nutzen eine Sand-

wichkonstruktion als Deckenquerschnitt.

Ceiltec A besteht aus einer vorgefertigten unteren Sandwickschale in Form einer Rippenplatte. Die obere Schale wird in Ortbeton ergänzt und der Zwischenraum werkseitig mit leichten Verdrängungskörpern gefüllt. Einzelne, vorgeplante TGA-Leitungen lassen sich werkseitig in der unteren Schale oder zwischen den Verdrängungskörpern einbauen. So ist Ceiltec A immer dann die richtige Lösung, wenn in der Decke neben der Thermoaktivierung nur wenige TGA-Leitungen zu verlegen sind.

Bei Ceiltec B werden beide Sandwichschalen im Fertigteilwerk hergestellt und über die spezielle Rippenkonstruktion in patentierter Verbundbauweise kraftschlüssig miteinander verbunden. Hier steht der gesamte

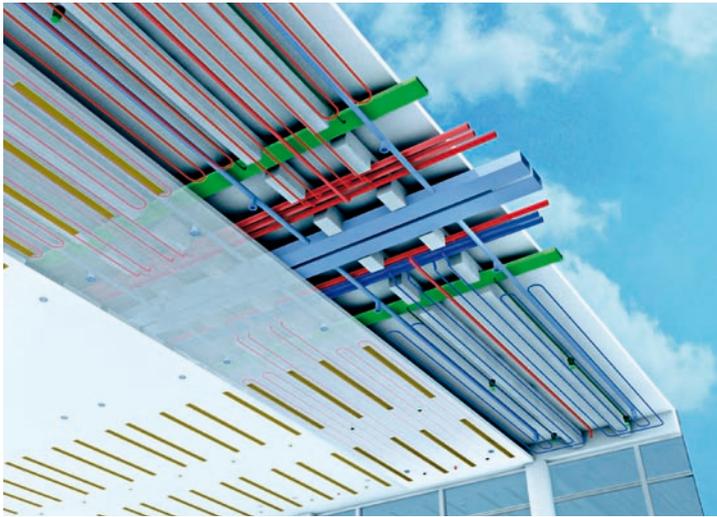


Photo: Innogration

Schematic presentation of a Ceiltec B floor
Schematische Darstellung einer Ceiltec B-Decke

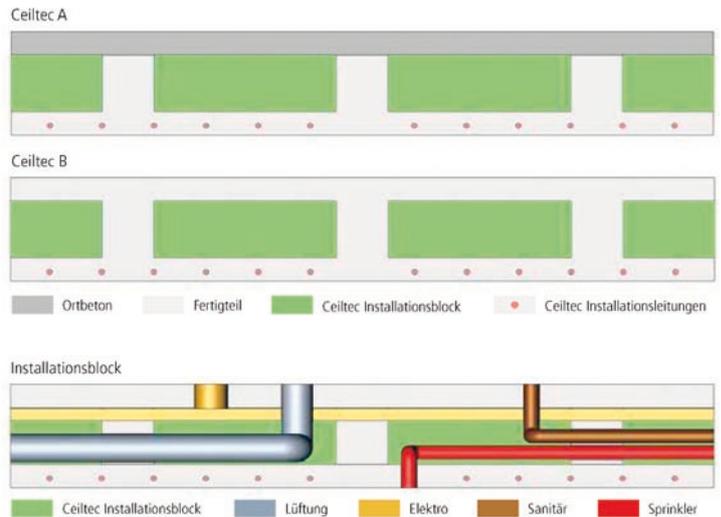


Photo: Innogration

Cross-section of a Ceiltec A and Ceiltec B floor made of sandwich layers in the form of ribbed slabs together with integrated ducts
Querschnitte einer Ceiltec A und Ceiltec B Decke aus Sandwichschalen in Form von Rippenplatten, samt integrierter Leitungen

cial ribbed floor construction as a patented sandwich structure. The entire hollow space is available here for branch, main and supply lines as well as for integrating the remaining installations of the TBE including heating and cooling system. Trays for electrical, ventilation, sanitary sewer and sprinkler lines can be accommodated inside and can flexibly be led in all directions. The two types of floor elements are different above all as far as the integration of the duct routing is concerned: The Ceiltec A also allows to arrange supply lines in a separate case below the floor for redistributing through connections in the floor element. An attached case is not necessary for Ceiltec B. Both types of floor elements are identical in terms of all other properties, such as a low weight, bridging wide spans due to prestressing, cooling and heating with the bottom layer as well as an integrated acoustic comfort.

Span lengths of up to 30 m

The floor slab cross-sections of Ceiltec A and B can be designed with conventional or prestressed reinforcement depending on the span length. Prestressing allows spans of up to 30m. The load-bearing

capacity of the sandwich cross-section corresponds to the solid cross-section, however, it is much lighter in weight. The weight reduced by up to 45% results in fewer bearing loads, a fewer amount of reinforcement, lower material and manufacturing costs as well as reduced CO₂ emissions. Using a sandwich floor for a building with a floor surface covering 16,000 m², it was possible to save about 420 tons of CO₂ in comparison with a solid floor.

Heating, cooling and acoustics floor

A well-directed arrangement of the pipe registers in one of the two sandwich layers that are thermally separated from each other allows both a fast reaction time and a high radiation performance. By actuating the individual pipe registers through a four-conductor distribution system, heating and/or cooling in different rooms is possible at the same time. Finally, the indoor comfort of use can be increased even more using additional embedded parts such as acoustic absorbers. The patented acoustic solution integrated in the Ceiltec floor element is highly effective in terms of technology and efficiency. The elements mounted

Hohlraum zur Verfügung für Stich-, Haupt- oder Zuleitungen sowie zur Integration der übrigen Installationen der TGA inklusive Heiz- und Kühltechnik. Trassen für Elektro-, Lüftungs-, Sanitär- und Sprinklerleitungen finden darin Platz und können flexibel in alle Richtungen geführt werden.

Vor allem in puncto integrierter Leitungsführung unterscheiden sich die beiden Deckentypen: Bei Ceiltec A können Zuleitungen auch in einem separaten Koffer unterhalb der Decke angeordnet und über Anschlüsse im Deckenelement weiter verteilt werden. Bei Ceiltec B kann auf einen abgehängten Koffer verzichtet werden. Alle weiteren Eigenschaften wie geringes Gewicht, die Überbrückung großer Spannweiten mit Hilfe der Vorspannung, Kühlen und Heizen mit der unteren Schale sowie der integrierte Akustikkomfort sind bei beiden Deckentypen identisch.

Spannweiten bis 30 m

Die Deckenquerschnitte von Ceiltec A und B können je nach Spannweite mit schlaffer oder vorgespannter Bewehrung ausgeführt werden. Mit Vorspannung lassen sich Spannweiten bis zu 30 m erzielen. In seiner Tragfähigkeit entspricht der Sandwich- dem Vollquerschnitt, ist aber erheblich leichter. Sein bis

zu 45 % geringeres Gewicht führt zu kleineren Auflagerkräften, weniger Bewehrung, geringeren Material- und Herstellkosten sowie reduzierten CO₂-Emissionen. Bei einem Gebäude mit 16.000m² Deckenfläche konnten durch den Einsatz der Sandwichdecke im Vergleich zu einer Massivdecke etwa 420 t an CO₂ eingespart werden.

Heiz-, Kühl- und Akustikdecke

Die gezielte Anordnung der Rohrregister in einer der beiden thermisch voneinander getrennten Sandwichschalen ermöglicht sowohl eine schnelle Reaktionszeit als auch eine hohe Strahlungsleistung. Durch die Ansteuerung der einzelnen Rohrregister über ein Vierleitersystem kann parallel in unterschiedlichen Räumen geheizt bzw. gekühlt werden. Schließlich lässt sich der Nutzerkomfort in den Räumen auch über weitere Einbauteile wie Akustikabsorber steigern. Die in das Ceiltec Deckenelement integrierte und patentierte Akustiklösung ist technologisch und wirtschaftlich hoch wirksam. Die deckenbündig und ohne sichtbare Kanten montierten Elemente lassen sich nachträglich einbauen, sind revisionsoffen und austauschbar. Die Energieleistung der Ceiltec-Deckenelemente wird durch den speziellen Aufbau der

flush with the ceiling without visible edges can be installed subsequently, opened for inspections and exchanged. The energy performance of the Ceiltec floor elements is not affected by the special design of the acoustic elements. The absorbing elements provide high absorption values and reduce the reverberation times considerably.

Ribbed floor construction for integrative utilization

The floor type Ceiltec B is based on a development of the general manager of Innogration GmbH, Dipl.-Ing. Thomas Friedrich. For the design of another floor construction he was granted a European patent – the “hollow-core slab element with wide spans and low construction height”. A new kind of ribbed floor construction that has been further developed by Innogration is necessary to make optimum use of the Ceiltec B concerning the entire arrangement of ducts. The ribs keep the two layers of the sandwich cross-section together and absorb, in particular, the shearing forces, while the two layers absorb the bending loading. The shearing forces (of a low value, as a rule) run continually and linearly starting from the center of the span up to the maximum value at the bearing. The corresponding resistance adapts to the distribution of shearing forces. Therefore, the common reinforced concrete ribs do not stand discontinuities as occur in case of large openings. However, it is necessary to have large openings if the ducts shall be arranged in all directions within the voids. A new development deriving from the sandwich construction resolves this contradiction. The shearing resistance required is absorbed by a web plate placed in the center of the concrete rib thus allowing even large openings inside of the web provided there is still plate remaining above and below the opening.



Displacement bodies and TBE ducts embedded at the factory in the precast bottom sandwich layer of a Ceiltec A floor

In die vorgefertigte untere Sandwichschale einer Ceiltec A-Decke werden im Werk Verdrängungskörper und TGA-Leitungen eingelegt

The innovative feature of the web plate used is the kind of connection with the concrete of the two layers. Whereas it is typical to use head studs for the connection of steel and concrete for sandwich construction, Innogration uses for its products so-called concrete dowels. Whereas fastening with head studs requires an additional working step and a high energy input at the same time, the concrete dowels result from cutting the plate material when a laser is cutting the strips like jigsaw pieces.

A thin plate, however, has the effect of a blade within the concrete and tends to split the material. This problem can be solved by hooping the concrete (at the jigsaw piece-type connecting element) locally and thus achieving adequate resistance. The local hooping gives the concrete an extremely high strength but also facilitates a high deformation capability that is almost exceptional for the material concrete.

Akustikelemente nicht beeinträchtigt. Die Absorberelemente liefern hohe Absorptionswerte und reduzieren die Nachhallzeiten damit deutlich.

Rippenkonstruktion ermöglicht integrative Nutzung

Der Deckentyp Ceiltec B geht auf eine Entwicklung des Geschäftsführers der Innogration GmbH, Dipl.-Ing. Thomas Friedrich, zurück. Bereits für die Entwicklung einer anderen Deckenkonstruktion, dem „Hohlplattenelement mit großer Spannweite und niedriger Bauhöhe“, wurde ihm das europäische Patent erteilt.

Um Ceiltec B optimal für die gesamte Leitungsführung aller Installationen zu nutzen, bedarf es einer neuartigen, von Innogration weiterentwickelten Rippenkonstruktion. Die Rippen halten die beiden Schalen des Sandwichquerschnitts zusammen und übernehmen insbesondere die Schubkräfte, während die beiden Schalen die Biegebeanspruchung übernehmen. Die Schubkräfte verlaufen kontinuierlich und linear (i. d. R. mit einem geringen Wert) von der Mitte der Spannweite beginnend bis zu einem maximalen Wert am Auflager. Entsprechend fällt der Widerstand aus und ist dem Verlauf der Schubkräfte angepasst. Übliche Stahlbetonrippen

vertragen demzufolge keine Diskontinuitäten wie dies bei großen Öffnungen der Fall ist. Große Öffnungen sind jedoch erforderlich, wenn die Leitungen in alle Richtungen innerhalb des Hohlraums verlaufen sollen. Eine Neuentwicklung aus dem Gebiet des Verbundbaus hebt diesen Widerspruch auf: Der erforderliche Schubwiderstand wird von einem mittig in der Betonrippe angeordneten Stegblech übernommen und ermöglicht damit auch große Öffnungen innerhalb des Steges, wenn ober- und unterhalb der Öffnung noch Blech vorhanden ist.

Das Neuartige an dem eingesetzten Stegblech ist die Verbindung mit dem Beton der beiden Schalen. Während man im Verbundbau üblicherweise Kopfbolzen für die Verbindung von Stahl und Beton verwendet, werden bei den Produkten von Innogration so genannte Betondübel eingesetzt. Während die Verbindungstechnik mit Kopfbolzen einen zusätzlichen Arbeitsgang bei gleichzeitig hohem Energieaufwand erforderlich macht, entstehen die Betondübel beim Zuschnitt des Blechmaterials von selbst, indem ein Lasergerät die Leisten puzzlestückförmig zuschneidet.

Allerdings wirkt ein dünnes Blech innerhalb des Betons wie ein Messer und tendiert dazu, das Material zu spalten. Dem kann abgeholfen werden, indem (um die puzzleförmigen Verbindungselemente) der Beton mit Hilfe einer lokalen Umschnürung ausreichend widerstandsfähig gemacht wird. Die lokale Umschnürung verleiht dem Beton nicht nur eine extrem hohe Festigkeit, sondern ermöglicht eine für den Werkstoff Beton geradezu ungewöhnlich hohe Verformungsfähigkeit.

CONTACT

Innogration GmbH

Dipl.-Ing. Thomas Friedrich
Cusanusstr. 45

54470 Bernkastel-Kues/
Germany

+49 6531 968260

office@innogration.de

www.innogration.de