

PEIKKO
**WHITE
PAPER**



DELTABEAM® SLIM-FLOOR KONSTRUKTIONEN
**VERBESSERN DEN ÖKOLOGISCHEN
FUSSABDRUCK EINES GEBÄUDES**

AUTOREN:



Simo Hakkarainen
Business Director, DELTABEAM®
Peikko Group Corporation



Juuso Salonen
Business Manager, Designers
Peikko Finland Oy

1. EINFÜHRUNG

Die Bauwirtschaft ist für mehr als 30 % der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich. Entwicklungs-, Planungs- und Bauphasen machen schätzungsweise 30 % der Emissionen eines Gebäudes aus. Zudem haben die Emissionen während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes gewaltige Auswirkungen auf die Umwelt und machen somit schätzungsweise bis zu 70 % aus (Abb. 1).

Zukünftige Urbanisierung erfordert schnelle Lösungen, um diese Herausforderungen zu meistern. Deshalb müssen wir in der Baubranche innovative Lösungen schaffen, die sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch sind. DELTABEAM® Slim-Floor Konstruktionen verbessern die Nachhaltigkeit von Gebäuden während der Bau- und Betriebsphase. Durch Verringerung der Gebäudehöhe wird der Materialbedarf reduziert und wiederverwertbare Materialien und Prozesse genutzt. Durch Produkte, die aus recycelten Materialien mit niedrigeren CO₂-Emissionen hergestellt wurden, können selbst anspruchsvolle Umweltziele schneller als erwartet erreicht werden.

Peikko hat sich dazu verpflichtet, die Bauindustrie schnell, effizient und sicher zu gestalten und den ökologischen Fußabdruck zu verbessern. Durch DELTABEAM® Slim-Floor Konstruktionen kann die Umweltbelastung von Gebäuden in vielerlei Hinsicht reduziert werden. In diesem Whitepaper werden drei Möglichkeiten zur Erreichung dieses Ziels, aktuelle Fallstudien sowie DELTABEAM® Green vorgestellt. Dieses innovative Produkt von Peikko besteht zu 90 % aus recyceltem

Stahl, nutzt erneuerbare Energien und wird emissionsarm geliefert. Nachhaltigkeitsversprechen müssen durch zertifizierte „Environmental Product Declarations“ (EPDs = Umweltproduktdeklarationen) bestätigt werden und so zuverlässige, umfassende LCAs (= Life Cycle Assessments = Lebenszyklusanalysen) für Gebäude ermöglichen.

2. VERRINGERUNG DER GEBÄUDEHÖHE

Durch die Verringerung der Gebäudehöhe bei gleichbleibender Anzahl von Stockwerken können ökologische und wirtschaftliche Einsparungen erreicht werden. Ein Gebäude mit sechs Geschossen (Abb. 2) ist beispielsweise 27,8 m hoch. Die Nutzfläche eines Geschosses mit einer konventionellen Konstruktion beträgt dabei 20.000 m² (550.000 m³).

Das selbe Gebäude mit einer Slim-Floor Konstruktion ist 25,4 m hoch – dies entspricht einer Reduzierung der Höhe von 2,4 m und des Volumens von 50.000 m³, insgesamt 10 % geringere Höhe. Eine nachhaltigere Bauweise kann schon mit erheblichen Materialeinsparungen durch geringere Mengen Verkleidung, Rohre und Leitungen sowie niedrigere Stützen, Wände, Aufzüge und Treppenhäuser erzielt werden. Eine kleinere Gebäudehülle sorgt zudem für einen niedrigeren Energieverbrauch beim Heizen und Kühlen über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes. Des Weiteren sorgt eine Slim-Floor Konstruktion für Einsparungen von Arbeitszeit während der Bauphase und erleichtert die Installation der technischen Gebäudeausrüstung an den Decken ohne Hindernisse.

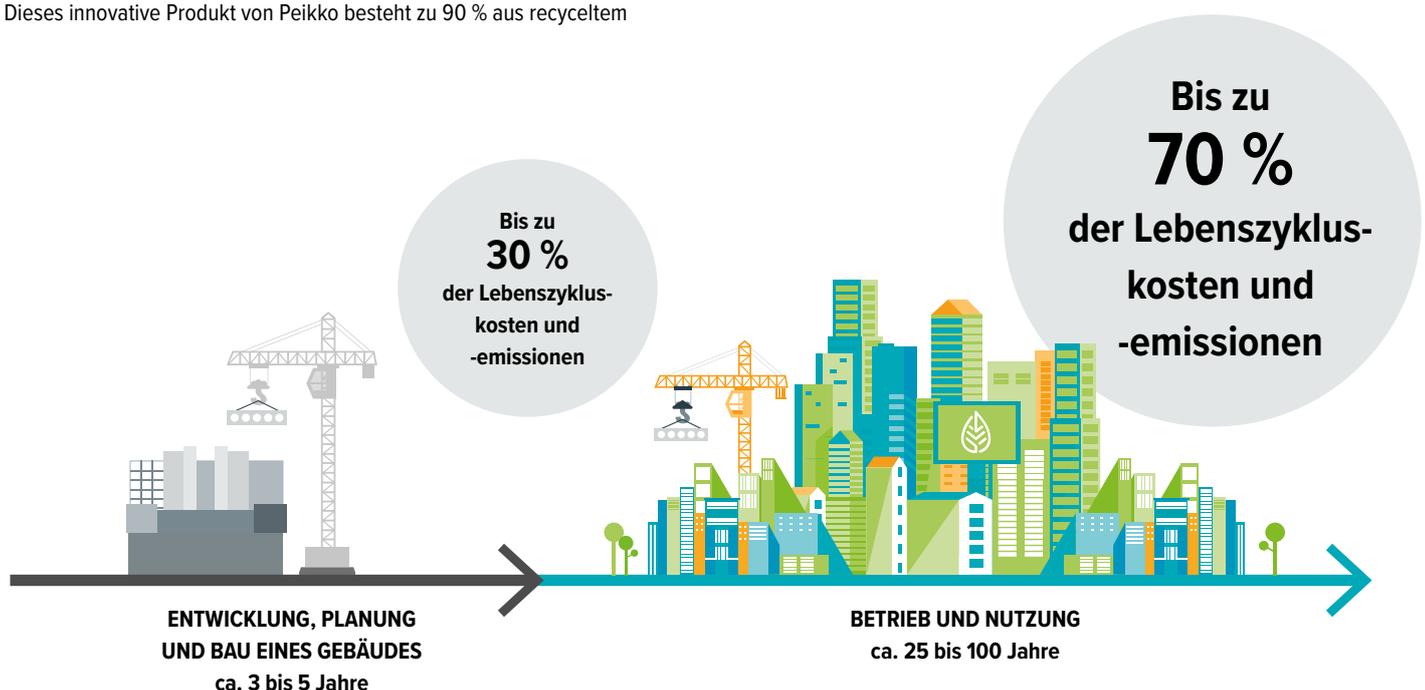


ABB. 1: DER WIRTSCHAFTLICHE UND ÖKOLOGISCHE FUSSABDRUCK EINES GEBÄUDES WÄHREND DES GESAMTEN LEBENSZYKLUS

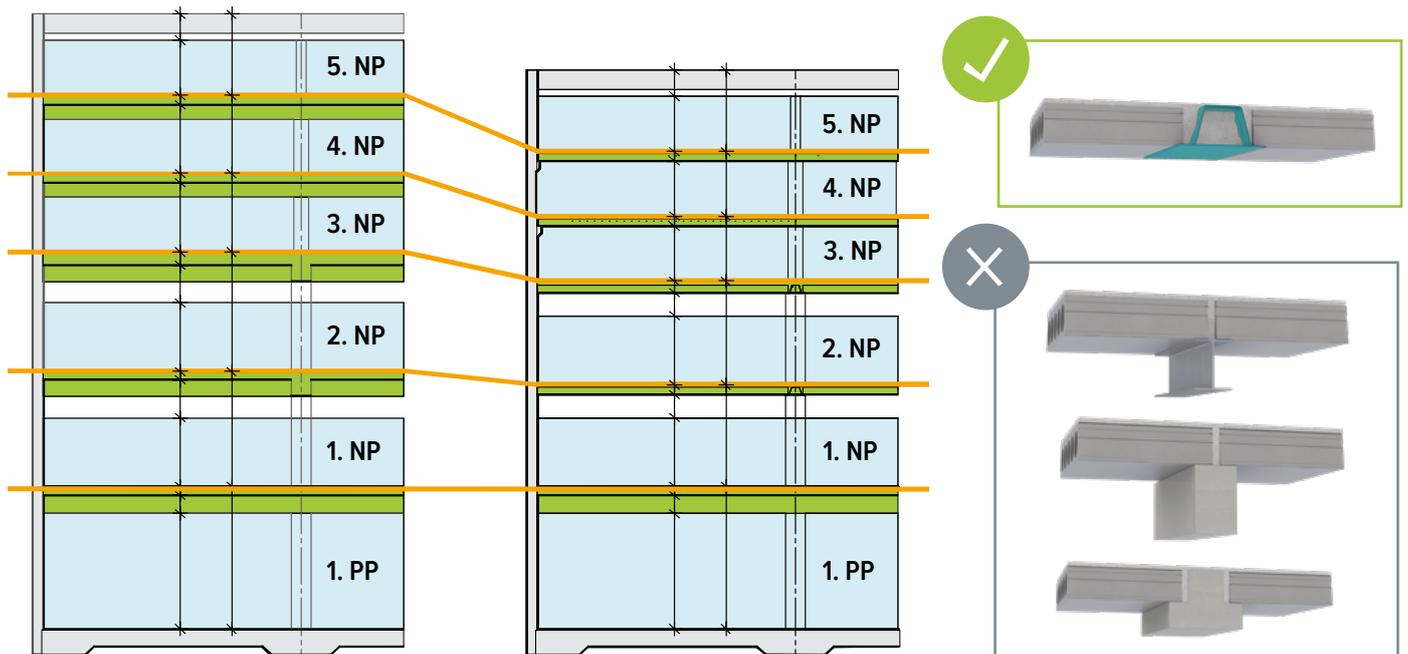


ABB. 2: UNTERSCHIED IN DER GEBÄUDEHÖHE UND -HÜLLE ZWISCHEN EINER SLIM-FLOOR KONSTRUKTION UND EINER KONVENTIONELLEN KONSTRUKTION

3. REDUZIERUNG DER BAULOGISTIK UND NUTZUNG VON BAUMATERIALIEN

In einem anderen Beispiel führte der erste Entwurf eines Gebäudes unter Verwendung einer herkömmlichen Lösung zu einer Konstruktionshöhe der Decken von 700 mm. Es stellte sich jedoch schnell heraus, dass die Konstruktion in Ortbetonbauweise erhebliche Schwierigkeiten bereitet, da es einen Mangel an vor Ort verfügbarem Transportbeton sowie Arbeitskräften gab und der erforderliche Lagerraum auf der Baustelle sehr begrenzt war. Die zahlreichen Anlieferungen hätten zu erheblichen Störungen und Emissionen im bereits überfüllten Baustellenbereich geführt. Eine Lösung war gefragt. Sie sollte zu einem schnelleren Bauzeitenplan und weniger Arbeiten vor Ort führen, den Bedarf an bauseitigen Betonarbeiten senken und insbesondere umweltfreundlicher sein.

Es wurden erste Berechnungen mit verschiedenen Kombinationen von DELTABEAM® Verbundträgern und Spannbeton-Fertigdecken durchgeführt. Die Berechnungen ergaben, dass ein Tragwerk möglich ist,

das die strengen Anforderungen erfüllt und eine effizientere Bauweise liefert. Eine ausführliche FEM-Analyse ergab ein Deckensystem bestehend aus D32-500 DELTABEAM® Trägern und 300 mm Spannbeton-Fertigdecken. Außerdem wurde in der Studie eine 200 mm Ortbetonerfüllung berücksichtigt. Das Ergebnis war ein hybrides Verbundtragwerk, das die Vorteile von Fertigteil- und Ortbetonkonstruktionen vereint. Die Nutzung von DELTABEAM® ermöglicht eine 200 mm schlankere Decke im Vergleich zu einer Ortbetondecke (Abb. 3). Laut einer Schätzung des Generalunternehmens wurde durch die entwickelte Verbundbauweise die Anzahl der Lkw-Lieferungen an die Baustelle um mehr als 500 und das Eigengewicht des Gebäudes um mehr als 3.000 Tonnen im Vergleich zur ursprünglichen Konstruktion reduziert. Der Bauzeitenplan wurde um 20 Wochen unterschritten und sparte im Vergleich zur ursprünglich geplanten Lösung mehr als 2.500 Personenwochen ein. Des Weiteren wurde die CO₂-Bilanz durch weniger Lkw-Lieferungen und hochqualitative Vorfertigung von DELTABEAM® und Betonfertigteilen erheblich reduziert.

DELTABEAM® Slim-Floor Konstruktion



Eingesparte Konstruktionshöhe: 200 mm

Ortbetondecke



ABB. 3: DIE GESAMTDICKE DER DECKE WURDE UM 200 MM REDUZIERT UND DAS EIGENGEWICHT DES GEBÄUDES WAR UM MEHR ALS 3.000 TONNEN GERINGER ALS DIE URSPRÜNGLICHE RAHMENLÖSUNG.

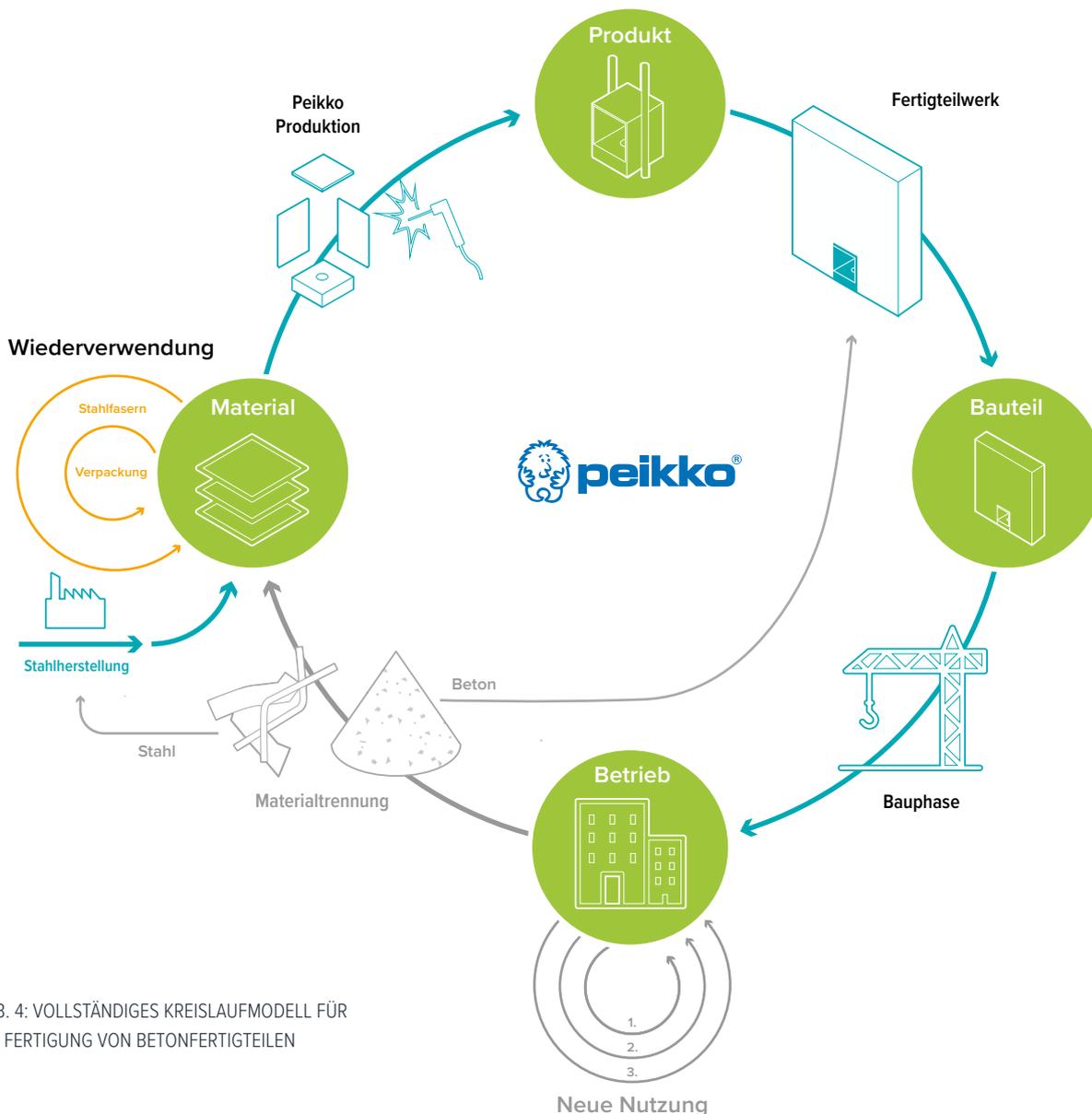


ABB. 4: VOLLSTÄNDIGES KREISLAUFMODELL FÜR DIE FERTIGUNG VON BETONFERTIGTEILEN

4. DELTABEAM® GREEN – VERBESSERT DEN ÖKOLOGISCHEN FUSSABDRUCK

Die Optimierung des Materialeinsatzes ist der erste Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft. Bei der Fertigung von Stahlkonstruktionen beinhaltet dies die Reduzierung der Menge an Neumaterial und genutzten Ressourcen. Dies kann erreicht werden, indem die gesamte Produktionskette (Abb. 4) analysiert wird. Durch die Reduzierung und Wiederverwendung von Materialien und Bauteilen können CO₂-Emissionen erheblich gesenkt werden. Der Idealfall, in dem alle Materialien getrennt und am Ende ihres Lebenszyklus als Rohmaterialien wieder in den Kreislauf gegeben werden, sollte das angestrebte Ziel der gesamten Industrie sein.

Bei der Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks hat Peikko durch die Nutzung von recyceltem Stahl bei der DELTABEAM® Slim-Floor Konstruktion (Abb. 5) erhebliche Fortschritte gemacht. Das Ergebnis ist DELTABEAM® Green, der zu 90 % aus recyceltem Stahl besteht und mit erneuerbarer Energie hergestellt wird.

Diese neue, umweltfreundliche Variante der Peikko Slim-Floor Konstruktion bietet dieselben Vorteile wie DELTABEAM®, jedoch mit einer erheblich geringeren Umweltbelastung im Vergleich zu herkömmlichen Stahlkonstruktionen.

DELTABEAM® Green Verbundträger senken CO₂-Emissionen um bis zu 50 %. Ihr Design ist rundum umweltfreundlich: Von den Materialien über die Fertigung bis hin zu Zertifizierungen und dem Transport. Die Umweltbelastungen werden durch die von Dritten zertifizierte Environmental Product Declaration (EPD = Umweltproduktdeklaration) bestätigt. Eine projektspezifische Lebenszyklusanalyse der CO₂-Emissionen kann auf Grundlage dieser Zertifizierung durchgeführt werden. Für alle, die hohe DGNB-, BREEAM- oder LEED-Standards erreichen möchten, ist DELTABEAM® Green eine einfache und effiziente Lösung. Mit DELTABEAM® Green lassen sich auch hohe Anforderungen für die Nachhaltigkeit erreichen.

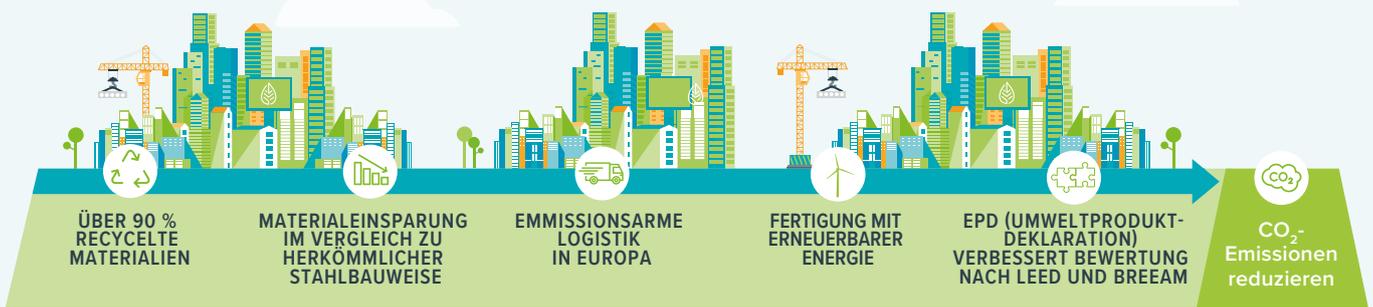


ABB. 5: DELTABEAM® GREEN VERBESSERT DEN ÖKOLOGISCHEN FUSSABDRUCK VON GEBÄUDEN IN VIELERLEI HINSICHT.

Nachfolgend wird anhand einer Vergleichsrechnung erläutert, wie sehr DELTABEAM® Green die CO₂-Emissionen eines Bürogebäudes in der Praxis reduzieren kann.

4.1 VERGLEICH DER UMWELTBELASTUNGEN VON VERSCHIEDENEN TRÄGERTYPEN IN EINEM NORMALEN BÜROGEBÄUDE

Auf Grundlage verfügbarer offizieller EPD-Daten hat Peikko Beispielrechnungen für ein reales Bürogebäude erstellt. Das Projekt umfasst 10 Geschosse, eine Nutzfläche von ungefähr 20.000 m² und mehr als 500 gelieferte Träger. In diesem Vergleich wurde eine Decke mit 41 Trägern für die Berechnung der CO₂-Emissionen verwendet. Das Tragwerk besteht aus Trägern und Stützen mit einer Fertigteiltreppe und Sandwichwänden. Die verglichenen Träger sind Verbundträger mit unterseitiger Brandschutzverkleidung (WQ-Träger), vorgespannte Fertigteilträger, Standard DELTABEAM® Verbundträger sowie DELTABEAM® Green. Beispiele zum Querschnitt der verschiedenen Träger siehe Abb. 6.

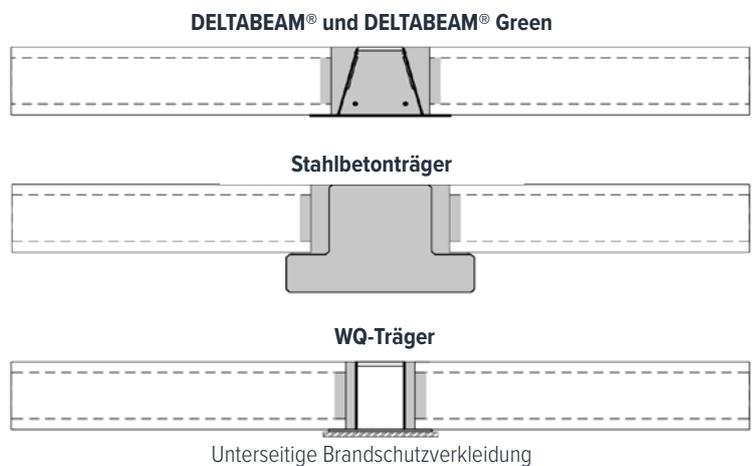


ABB. 6: VERWENDETE TRÄGERTYPEN IM VERGLEICH

Basierend auf diesen Trägertypen zeigt Abb. 7 die äquivalente Menge der CO₂-Emissionen in kg pro Quadratmeter Decke im Gebäude. Die CO₂-Gesamtemissionen werden unterteilt in: CO₂-Emissionen durch in der Fertigung des Trägers verwendete Materialien (kg CO₂/m²), Emissionen durch Brandschutzbeschichtung beim WQ-Träger, Vergussbeton im DELTABEAM® Träger und Emissionen durch höhere Wände aufgrund der deckengleichen Verbundträger. Die Wandflächen werden aus dem tatsächlichen Projekt berechnet.

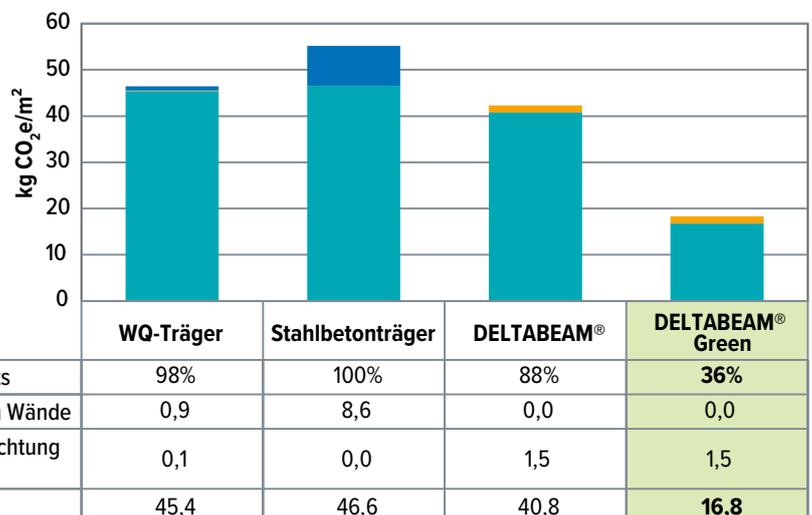


ABB. 7: VERGLEICH DER CO₂-EMISSIONEN IM BÜROGEBÄUDE

4.2 VERGLEICH DER KONSTRUKTIONEN UND BERECHNUNGSMETHODE FÜR CO₂

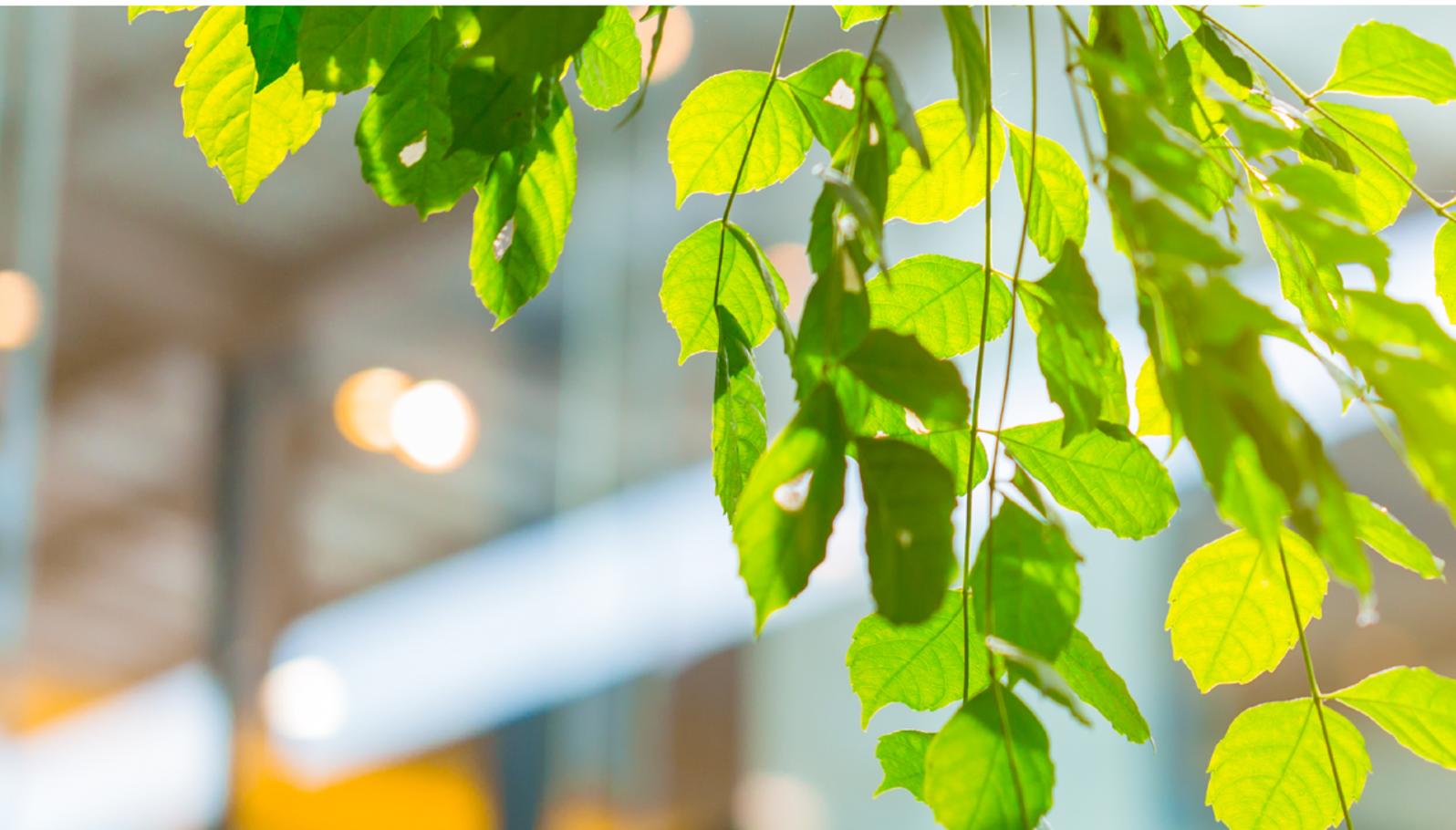
Das Stahlgewicht der WQ-Träger wird durch die manuelle Berechnung der Konstruktion optimiert, und WQ-Träger werden so effektiv wie möglich konzipiert. Dies führte zu unterschiedlichen Querschnitten der Träger, doch das Ergebnis kann im Vergleich zur CO₂-Emission als konservativ betrachtet werden. Es ist davon auszugehen, dass das Stahlgewicht der WQ-Träger im Projekt tatsächlich höher wäre, da die Profile noch zu Leitpositionen zusammengefasst worden wären. Das Gewicht der Träger pro Meter variiert zwischen 51 kg/m und 213 kg/m. Einige der Träger erfordern Unterzüge. Der größte verwendete Träger war 400 mm hoch. Einige Träger mit einer Höhe von 370 mm wurden ebenfalls benötigt. In der Berechnung der CO₂-Emissionen werden aufgrund der Verwendung von Unterzügen vermutlich 50 mm höhere Wände benötigt. Das Treibhauspotenzial von Stahl in WQ-Trägern in der CO₂-Emissionsberechnung liegt bei 2,72 kg CO₂e/kg.

Vorgespannte Fertigteilträger werden mittels einer Bemessungstabelle in der Vorplanung bemessen, um den erforderlichen Trägerquerschnitt zu bestimmen. Mithilfe des Querschnitts wird die gesamte Betonmasse ermittelt. Die höchsten verwendeten Stahlbeton-Unterzüge sind 800 mm hoch. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Höhe des unteren Flansches 470 mm höhere Wände benötigt werden. Das Treibhauspotenzial von Beton in Spannbetonträgern in der CO₂-Emissionsberechnung liegt bei 0,265 kg CO₂e/kg. Für höhere Wände liegt der Wert bei 0,196 kg CO₂e/kg. Spannbetonträger haben aufgrund der Verwendung von hochfestem Beton eine höhere Umweltbelastung.

Die DELTABEAM® Verbundträger für das Projekt wurden von einem Ingenieurbüro bemessen. Die Ausführungsplanung für die DELTABEAM® Verbundträger wurde von Peikko ausgeführt. Das Gewicht des von Peikko bemessenen DELTABEAM® Verbundträgers wurde in der CO₂-Emissionsberechnung verwendet. Das Gewicht des DELTABEAM® pro Meter variiert zwischen 61 kg/m und 169 kg/m. Dies erweckt – vor allem bei größeren Spannweiten – den Anschein, dass DELTABEAM® Verbundträger deutlich leichter sind als andere Verbundträger, z. B. WQ-Träger. Das Treibhauspotenzial von DELTABEAM® in der CO₂-Emissionsberechnung liegt gemäß DELTABEAM® EPD bei 2,94 kg CO₂e/kg. Bei DELTABEAM® Green liegt das Treibhauspotenzial laut EPD bei 1,21 kg CO₂e/kg. Bei Vergussbeton liegt dieser Wert bei 0,146 kg CO₂e/kg. Das Treibhauspotenzial ist niedriger als bei Betonwänden, da keine zusätzliche Bewehrung berücksichtigt wird.

4.3 ERGEBNISSE DER VERGLEICHSRECHNUNGEN FÜR BÜROGEBÄUDE

Die Ergebnisse dieser Studie am Beispiel eines Bürogebäudes legen nahe, dass alle drei verglichenen Basislösungen (ohne DELTABEAM® Green) ähnlich sind. In diesem Vergleich wurden ausschließlich die CO₂-Emissionen von Baumaterialien berücksichtigt. Erheblich niedrigere CO₂-Emissionen können durch die Nutzung recycelter Materialien für Träger wie DELTABEAM® Green erzielt werden. DELTABEAM® Green verursachte im Vergleich zu vorgespannten Fertigteilträgern 64 % niedrigere Emissionen. Im Vergleich zu herkömmlichen DELTABEAM® Verbundträgern emittierte die umweltfreundliche Variante 59 % weniger CO₂.



4.4 BERECHNUNG DER UMWELT-BELASTUNG VON DELTABEAM® UND DELTABEAM® GREEN

Peikko hat ein Berechnungswerkzeug entwickelt, mit dem die CO₂-Emissionen von Trägern in der Entwurfsphase eines Projekts ermittelt werden können (Abb. 8). Für eine Ermittlung der CO₂-Emissionen für DELTABEAM® und DELTABEAM® Green für zwei verschiedene Profile müssen nur die Art des Gebäudes, das Deckensystem, die Konstruktionshöhe der Decke und das Stützenraster definiert werden. Weitere Informationen zu diesem Werkzeug erhalten Sie über Ihre/n Ansprechpartner/in im Technischen Support von Peikko:

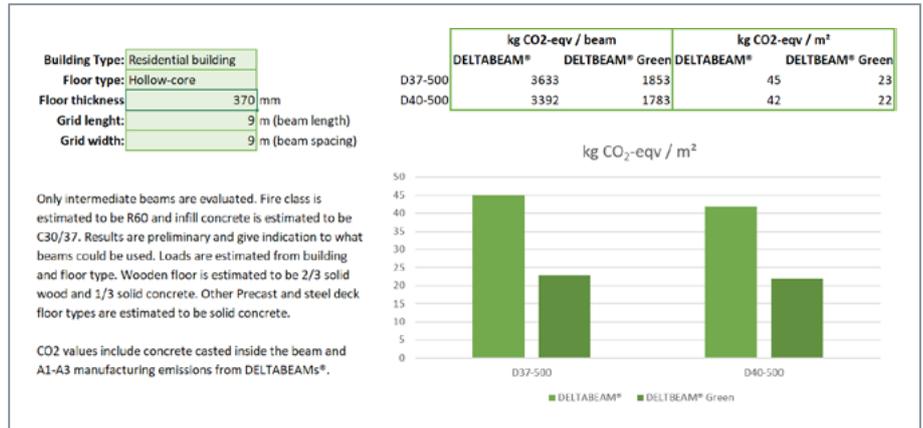


ABB. 8: BERECHNUNGSWERKZEUG FÜR DIE SCHÄTZUNG DER CO₂-EMISSIONEN VON DELTABEAM® UND DELTABEAM® GREEN VERBUNDTRÄGERN IN DER ENTWURFSPHASE EINES PROJEKTS.

peikko.de/technischer-support | peikko.at/technischer-support | peikko.ch/technischer-support

5. FAZIT

Die wichtigsten Schlussfolgerungen dieses Whitepapers:

1. Die Nutzung von Slim-Floor Konstruktionen kann Umweltauswirkungen von Gebäuden im gesamten Gebäudelebenszyklus erheblich reduzieren.
2. Lösungen mit hohem Vorfertigungsgrad können eingesetzt werden, um sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Anforderungen an Konstruktionen zu erfüllen.
3. Fortschrittliche Bauteile können in Verbindung mit emissionsarmen Materialien und Prozessen zur Reduzierung der Umweltbelastung von Gebäuden beitragen.
4. Die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft bei tragenden Bauteilen ist eine effektive Art und Weise, die CO₂-Emissionen bei der Errichtung von Gebäuden, beispielsweise durch die Nutzung von DELTABEAM® Green, zu senken.



Schnell, effizient und sicher planen und bauen

Peikko ist Hersteller von Verbindungstechnik und Verbundkonstruktionen für den Stahlbeton-, Betonfertigteil- und Verbundbau. Die innovativen Produktlösungen von Peikko gestalten Ihren Bauablauf effizienter.

www.peikko.de | peikko.at | peikko.ch

