

# 01+02/14 steeldoc

**Gestapelt –  
Geschossbau in Stahl**



## Gestapelt – Geschossbau in Stahl

**In allen grossen Städten der Welt wird mit Stahl in die Höhe gebaut. Der Stahlbau ist die effizienteste Art, Raum zu stapeln – auch wenn dabei seine virtuose Fähigkeit, mit Leichtigkeit Distanzen zu überspannen, weniger spektakulär zu Tage tritt. Der Verbundbau von Stahl und Beton oder Holz bietet unzählige Lösungsvorteile für Deckensysteme, insbesondere vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit.**

Evelyn C. Frisch und Laure Delaporte

Der Büro- und Geschossbau gehört zum so genannten Wirtschaftsbaus und untersteht weitgehend ökonomischen Kriterien. Er muss in erster Linie rational, flexibel, modular und wirtschaftlich sein. Dies, bei gleichzeitig zeitgemäßem Komfort und natürlich unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitskriterien bei sich verändernder Nutzung des Gebäudes, insbesondere was die technische Ausrüstung betrifft. Für den Investor und für den Planer stehen diese Anforderungen oft im Widerspruch zu der relativ kurzen Lebensdauer von dreissig oder vierzig Jahren, auf die der Wirtschaftsbaus seit den Gründerjahren in den USA ausgerichtet ist und die so gar nicht in das Bild unserer historisch gewachsenen Städte und unserer urbanisierten Zonen passt, wo der Baugrund beschränkt und teuer ist. Doch nicht nur hier, auch in den boomenden Grossstädten der Welt stehen Raum und Material nicht mehr unbeschränkt zur Verfügung, und die Knappheit der Ressourcen macht sich in einem grösseren Bewusstsein für den Wert der Investition bemerkbar. So sind die immer anspruchsvoller gerüsteten Wirtschaftsbauten heute einem besonderen Kriterium der Rentabilität unterworfen: nämlich ihrer Eignung für die Umnutzung und Erneuerung.

Geht man davon aus, dass die Lebensdauer eines Wirtschaftsbaus 60 Jahre beträgt und die der betrieblichen Anlagen 15 Jahre, so muss das Gebäude

während seiner Lebensdauer vier mal technisch umgerüstet werden. Dazu kommt die funktionale Nutzungsänderung der Räume, welche derzeit im Durchschnitt nach zwölf Jahren erfolgt – Tendenz sinkend. Deshalb sollte die Bauweise, und insbesondere die Deckensysteme, einfache Änderung von Installationen und Ausbauelementen ermöglichen, um den Kriterien des nachhaltigen Bauens zu genügen.

Auch wenn die Tragstruktur in der Regel nur zehn Prozent der Gesamtkosten eines Wirtschaftsbaus ausmacht, so ist sie doch entscheidend für eine ganze Reihe von Folgekosten und schliesslich für die Rentabilität des Bauwerks insgesamt. Ein Beispiel dafür sind die Kosten und Aufwände für die Fundation, für die Isolation, die Anschlüsse der Fassaden, die Haustechnik, Installationsführung etc. Die Wahl einer Stahlkonstruktion ist also strategischer Natur und impliziert die Berücksichtigung aller Folgekosten bis hin zur Erweiterbarkeit, Veränderbarkeit und schliesslich zum Rückbau und Recycling des Gebäudes und seiner Teile. Nicht umsonst hat sich der Stahl-Verbundbau im angelsächsischen Raum als die rentabelste Bauweise für den Geschossbau erwiesen und etabliert.

### Konstruktive Rationalität

Oft entsprechen Geschossbauten in ihrer Dimensionierung einem etablierten Nutzungsstandard. Typische Rastermasse sind 1.20, 1.25, 1.35 und 1.5 Meter. Mit den zweifachen Rastermassen kann die Breite eines Einzelbüros realisiert werden. In Querrichtung liegen die Raumtiefen bei 4.5 bis 7.20 m für Zellenbüros und bis zu 12 m für Grossraumbüros. Diese Achsmasse schlagen sich auch in der Gestaltung der Fassaden nieder. Letztere wird jedoch nebst ihrer Hüllenfunktion mehr und mehr zum Träger der Gebäudetechnik, insbesondere was den Energiehaushalt betrifft, und die Bindung an kleine Achsmasse stellt eher eine Behinderung dar. Kennzahl der Rendi-

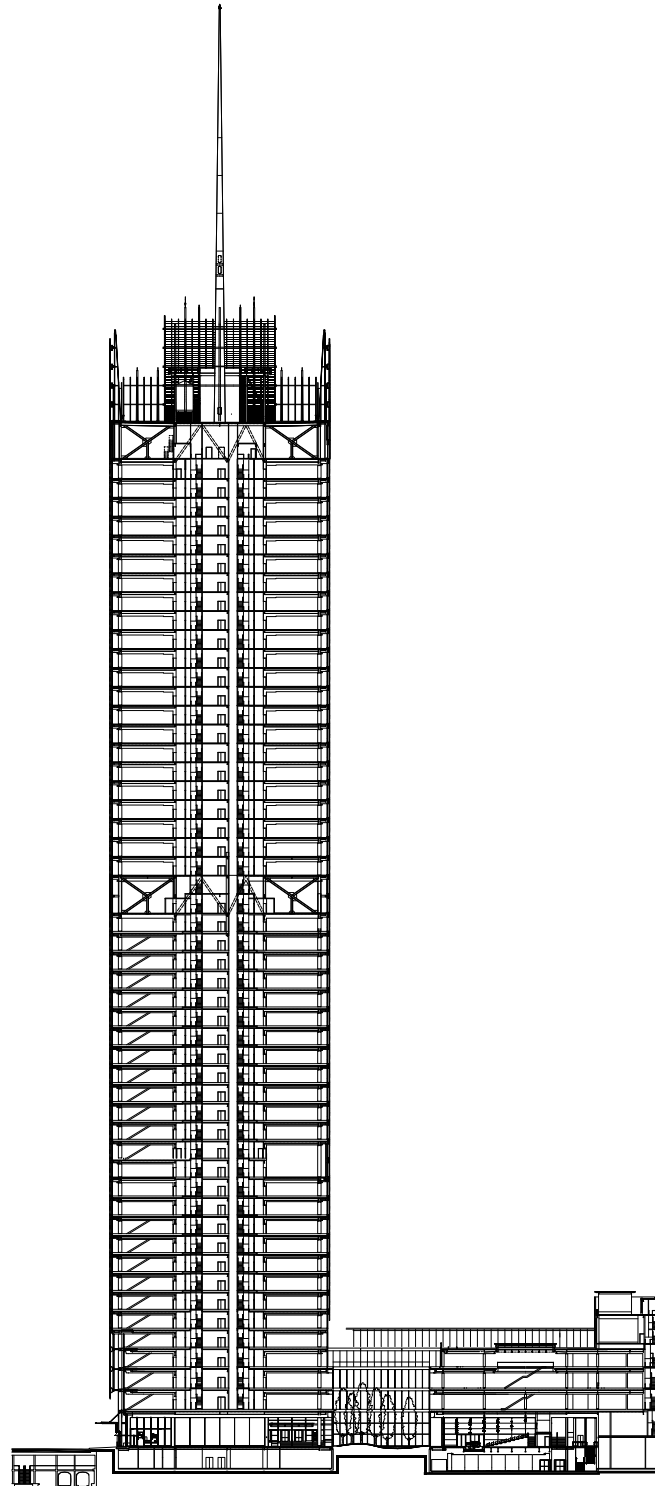


te eines Gebäudes bleibt das Verhältnis von Bruttogeschossfläche zur Nutzungsfläche. So kann mit einer geschickten Anordnung der Tragstruktur signifikant an Raum gewonnen werden. Der Stahlbau erlaubt grosse Spannweiten bei minimalen Abmessungen, und zudem bietet er für Installationen durchgängige, schlanke Deckensysteme.

Bei heute üblichen Geschossflächen im Bürobau von 1 000 m<sup>2</sup> bleibt die Einteilung in kleinere Zonen möglich, so dass die notwendige Flexibilität für Veränderung des Unternehmens gegeben ist. Der Stahlbau minimiert die Auflagerpunkte der Tragstruktur in der Geschossfläche, möglich sind Spannweiten von Fassade zu Fassade, bei der eine ganze Reihe von Deckensystemen sinnvoll eingesetzt werden wie beispielsweise die Integration von Trägern in die Decke in Verbundsystemen oder der geschosshohe Fachwerkträger als äusserste Ausdrucksform.

**Verbunddecken im Vorteil**

Nicht nur erlaubt der Stahlbau einen Flächengewinn im Grundriss, er führt auch zu einem Raumbewinn in der Geschosshöhe. Insbesondere im urbanen Umfeld, wo die Gebäudehöhe meist auf ein festes Mass begrenzt ist, ist unter Umständen ein Geschoss mehr möglich – ansonsten gewinnt man durch die schlanken Deckensysteme immerhin signifikant mehr Raumhöhe und damit auch mehr Tageslicht. Die Entwicklung von Verbunddecken mit integrierten Trägern, die unter Umständen ganz auf Ortbeton verzichten können, ist in den letzten Jahren weit vorangekommen. Die meisten Verbunddecken nutzen eine dünne Schicht armierten Ortbeton, welcher durch Kopfbolzen statisch mit der Stahlstruktur verbunden ist. Dabei wirkt im Feld der Beton auf Druck und das darunterliegende profilierte Stahlblech samt Träger primär auf Zug. Jedes Material ist somit optimal beansprucht und kann deshalb minimal dimensioniert werden.



New York Times building (52 Stockwerke), Renzo Piano Architects (2007) / aus: Steeldoc 01/09

Verbunddecken und Vollstahlstützen: Firmensitz des Uhrenfabrikanten Richemont International, Genf (2006) / aus: Steeldoc 01/10



Cellular-Beams oder Lochstegträger sind leichter und geeignet für die Leitungsführung. Rechts: Topfloor-Integral-Träger.



Nebst dem Effekt der gleichzeitigen Aussteifung des Bauteils, ist damit auch eine wesentliche Gewichteinsparung verbunden.

#### Wabenträger und Lochstegträger

Die in einer Verbunddecke verwendeten Stahlträger können einerseits in ihrer statischen Höhe durch die Stahlgüte optimiert werden (S235 bis S460), andererseits bieten sich für Lochstegträger verschiedene Arten der Perforation an, um Gewicht zu sparen und gleichzeitig die Leitungsführung zu erlauben. Diese Träger mit Stegöffnungen wurden speziell für

den Geschossbau konzipiert und sind im Handel in mannigfacher Ausführung erhältlich, nebst den standardisierten IPE- und HEA-Trägern gibt es eine Reihe zusammengesetzter, geschweisster Träger, die sich für Slimfloor-Deckensysteme eignen (z.B. Slimfloor-Verbundträger SFB, IFB). Damit werden abgehängte Installationsdecken überflüssig, welche üblicherweise die Geschosshöhe empfindlich reduzieren. (siehe Artikel Deckensysteme)

Ein grosses Entwicklungsfeld sind Deckensysteme mit integrierten Trägern, welche bereits von etlichen

## Brandschutz im Verbundbau

Decken sind raumabschliessende Bauteile und müssen Brandschutzanforderungen erfüllen. Nebst der Sicherung der Tragfähigkeit ist auch die Dichtigkeit gegen Rauch und heisse Gase ein Kriterium. Passive und aktive Brandschutzmassnahmen können dabei optimal mit Ingenieurmethoden (Fire-Engineering) kombiniert werden, um Kosten und Planungsaufwand zu minimieren.

Dank der durch den Beton stark verzögerten Erwärmung weisen Verbundtragwerke sozusagen einen integrierten Brandschutz auf. Der Brandschutz von Verbundtragwerken lässt sich einfach und kostengünstig meist mit einigen Bewehrungszulagen bewerkstelligen. Die Membranmethode (\*) erlaubt sogar den Verzicht auf die untere Bewehrung von Blechverbunddecken, erfordert jedoch vertiefte Ingenieurkenntnisse. Ist ein höherer Feuerwiderstand gefordert, so kommen für freiliegende Stahlteile auch Brandschutzbeschichtungen (bis R60) oder Brandschutzbekleidungen in Frage. (\*)

#### Blechverbunddecken

Der Querschnitt einer Blechverbunddecke besteht aus einem meist trapezförmig profilierten Blech mit aufliegendem Deckbeton. Entsprechend dem Verlauf der Rippen trägt die Verbunddecke im Wesentlichen nur in

einer Richtung. Der Verbund zwischen Stahl und Beton wird durch die Form der Rippen, durch die ins Blech eingewalzten Sicken und durch Endverankerung (Kopfbolzen) gewährleistet. In der Regel weisen Blechverbunddecken mit oder ohne Bewehrung mindestens einen Feuerwiderstand R30 auf. Um einen Feuerwiderstand R60 zu erreichen genügt meist eine Mattenbewehrung in oberer Lage. Feuerwiderstände über R60 erfordern meist eine Zusatzbewehrung in den Betonrippen. (\*)

#### Slimfloor-Decken

Slimfloor-Decken gleichen in der optischen Wirkung den Flachdecken in Ortbeton. Dabei sind die Stahlträger in die Deckenplatte integriert, lediglich der untere Flansch bleibt dem Feuer ausgesetzt. Slimfloor-Träger weisen meist einen Feuerwiderstand von R30 auf. R60 lässt sich einfach und kostengünstig mit einer Längsbewehrung in der Trägerkammer bewerkstelligen. Höhere Brandwiderstände benötigen eine kräftige Längsbewehrung mit ausreichender Überdeckung in der Trägerkammer (\*).

\* Ausführliche Angaben in: Steelwork C1/12 Verbundbaubemessungstabellen, Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich 2012. Kapitel Brandbemessung (S.195-259).



Der Hauptsitz von Thyssen-Krupp in Essen: Das Atrium überspannt eine Brückenkonstruktion mit einer Spannweite von 28 Metern (2010).

Industriepartnerschaften angeboten werden. Allen Systemen gemeinsam ist der Höhengewinn durch perforierte Stahlträger und damit äusserst schlanke und wirtschaftliche Deckenkonstruktionen, die für die Installationsführung ausgelegt sind. Die Gewichtseinsparung gegenüber einer Betondecke entspricht etwa 40 Prozent oder mehr, falls kein Ortbeton mehr verwendet wird (Trockenbaulösungen mit vorfabrizierten Elementen, Stahl-Holzverbund). Auf das ganze Gebäude ausgelegt, kann man davon ausgehen, dass eine Stahlverbund-Konstruktion gegenüber einer Betonkonstruktion nur etwa die Hälfte wiegt.

#### Leichtigkeit vor allem

Die inhärente Leichtigkeit von Stahltragwerken bietet Vorteile auf verschiedener Ebene. Auf schwierigem, instabilen Baugrund beispielsweise oder in städtischen Gebieten über existierenden Infrastrukturen (U-Bahn, Tunnel) und insbesondere als Aufstockung auf bestehenden Gebäuden. Der Stahlbau ist sozusagen geländetauglich – stellt sich allen mechanischen Beanspruchungen (inklusive Erdbeben) mit Selbstverständlichkeit und passt sich den Anforderungen des Ortes souverän an. Damit ist der Stahlbau auch prädestiniert für das Bauen in der Stadt, wo die Rücksichtnahme auf bestehende Bausubstanz, Infrastruktur und die Emissionen für Anwohner der Baustelle zur Herausforderung gehören. Hier kommt dem Stahlbau seine Herkunft als Ingenieurbauwerk zugute, was ihn als kühnen Akrobaten über Hindernisse hinweg auszeichnet.

Der Leichtigkeit gesellt sich die industrielle Vorfertigung hinzu, die Modularität, die Schnelligkeit in der Bauphase und der geringere Aufwand in allen Prozessen. Stahltragwerke sind äusserst ökologisch und energieeffizient sowohl in der Produktion wie auch in der Verarbeitung und Verwendung im Bauwerk – vergleichbar mit dem Holzbau. Deshalb gehören Stahl-Holz-Verbundtragwerke zu den zukunftsweisendsten Verbundkonstruktionen, insbesondere in der Schweiz.

## Steelwork C1/12 Verbundbau-Bemessungstabellen

**Die Verbundwirkung erlaubt schlanke Abmessungen, geringes Gewicht und grosse Spannweiten für maximale Flexibilität. Das Planungshandbuch steelwork C1/12 ist das Referenzwerk für die Planung und einfache Bemessung von Verbundtragwerken.**



Steelwork C1/12 ist ein praktisches Arbeitsinstrument für jedes Ingenieur- und Planungsbüro. Das zweisprachige (d/f), gebundene Buch umfasst rund 300 Seiten und enthält Grundlagen und Bemessungstabellen für die meisten praktischen Anwendungsfälle inklusive Brandbemessung.

- Verbundträger mit IPE, HEA und HEB
- Träger mit Stegöffnungen
- Kammerbetonträger
- Blechverbunddecken
- Slim-Floor-Flachdecken mit Hohlplatten, Deckensysteme
- Verbundstützen
- Verbund-Anschlüsse
- Brandbemessung

Die Verbundbau Bemessungstabellen beruhen auf den aktuellen Schweizer Normen SIA 264 sowie den europäischen EN 1994 und wurden durch die schweizerische Brandschutzbehörde VKF genehmigt. Inkl. CD

Online bestellen unter [www.szs.ch/publikationen](http://www.szs.ch/publikationen)

# Impressum

steeldoc 01+02/14, Juli 2014, Doppelnummer  
Gestapelt – Geschossbau in Stahl

Herausgeber:  
SZS Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich  
Evelyn C. Frisch, Direktorin

Redaktion:  
Evelyn C. Frisch, Zürich

Layout:  
Martina Helzel, circa drei, München

Texte:  
Projektbeschriebe aufgrund der Projektinformationen der Planer  
Bankgebäude, Kopenhagen: Beitrag aus Detail 2013 1/2,  
mit freundlicher Genehmigung des Verlags

Fotos:  
Titel: Herzog & de Meuron / Iwan Baan, Amsterdam  
Editorial: Adam Mørk  
Einleitung/Deckensysteme: WestendDuo: Jean-Luc Valentin,  
KSP Jürgen Engel Architekten (S. 11);  
Wohn- und Gewerbehäuser Lindenplatz, Baden: René Röhli,  
Baden (S. 14–19);  
Bürogebäude Senn AG, Oftringen: Hans Ege, [www.artege.ch](http://www.artege.ch),  
(S. 20, S. 21 unten, S. 23), Senn AG (S. 21 oben, S. 22);  
Ecole nationale supérieure d'architecture ENSA, Strassburg:  
Julien Lanoo (S. 24–37), Marc Mimram (Abbildung S. 26 oben);  
Bankgebäude, Kopenhagen: Adam Mørk (S. 28–31);  
Actelion Business Center, Allschwil: Herzog & de Meuron /  
Iwan Baan (S. 33, S. 35 oben, mitte), Johannes Marburg (S. 34,  
S. 35 unten)  
Sportzentrum Cité Traéger, Paris: Benoit Fougeirol (S. 36–38)

Die Informationen und Pläne stammen von den Planungsbüros.  
Zeichnungen überarbeitet durch Stefan Zunhamer, circa drei,  
München.

Designkonzept:  
Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zürich

Druckvorstufe und Druck: Kalt Medien AG, Zug

ISSN 0255-3104

Jahresabonnement Inland CHF 48.– / Ausland CHF 60.–  
Einzel exemplar CHF 15.– / Doppelnummer CHF 25.–  
Preisänderungen vorbehalten. Bestellung unter [www.steeldoc.ch](http://www.steeldoc.ch)

Bauen in Stahl/steeldoc® ist die Bautendokumentation des  
Stahlbau Zentrums Schweiz und erscheint viermal jährlich  
in deutscher und französischer Sprache. Mitglieder des SZS  
erhalten das Jahresabonnement und die technischen  
Informationen des SZS gratis.

Die Rechte der Veröffentlichung der Bauten bleiben den  
Architekten vorbehalten, das Copyright der Fotos liegt bei den  
Fotografen. Ein Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei deutlicher  
Quellenangabe gestattet.

**Steeldoc abonnieren für CHF 48.– im Jahr  
(Studierende gratis) auf [www.steeldoc.ch](http://www.steeldoc.ch)**