

01+02/14 steeldoc

**Gestapelt –
Geschossbau in Stahl**



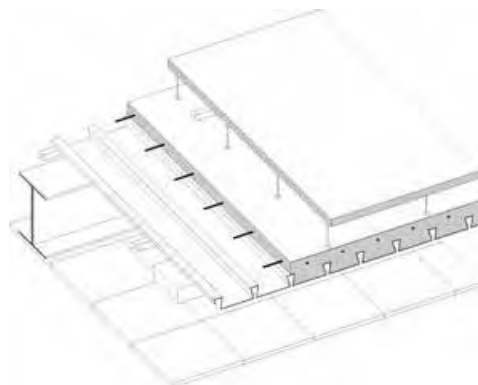
Multifunktional – neue Dimensionen für die Geschossdecke

Eine Geschossdecke ist nicht nur ein lastabtragendes Raumelement, sondern auch eine multifunktionale Versorgungsebene. Verbund-Decken vereinen mehrere Funktionen in einem Element. Der Vorteil: mehr Spielraum, mehr Raumhöhe, weniger Gewicht. Folgender Artikel bietet einen Überblick über die gängigen Systeme und die Chancen ihrer Weiterentwicklung.

Evelyn C. Frisch*

Die Multifunktionalität der Geschossdecke stellt an ihre Konzeption und Ausführung komplexe Anforderungen. Die Decke ist nicht nur eine Tragfläche, sondern eine für das Bauwerk vitale Versorgungsebene. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn die tragenden Konstruktionselemente für technische Installationen in beiden Richtungen oder sogar in der Vertikalen durchlässig sind. Stahlbau-Systeme und insbesondere Deckensysteme erfüllen diese Anforderungen in vielfältiger Weise. Zudem bieten Stahldecken grosse Spannweiten, d.h. grosse stützenfreie Raumflächen, und im Vergleich zu Massivdecken geringes Gewicht, so dass das Tragsystem insgesamt effizienter und wirtschaftlicher wird. Bezüglich der Nachhaltigkeit erfüllen Decken in Stahlbauweise die Kriterien der Flexibilität, Veränderbarkeit, Zugänglichkeit, Rückbaubarkeit und Trennbarkeit aller Bauelemente sowie letztlich des Recyclings des Bauelementes zur Wiederverwendung oder des Baumaterials selbst.

In einer Ökobilanz schneiden Stahl-Verbunddecken durch ihr geringes Gewicht insbesondere im Verbund mit Holz am besten ab. Aber auch im Vergleich zur konventionellen Beton-Flachdecke sind Verbundflachdecken mindestens ebenso gut. Dazu kommen die Vorteile des schnellen Baufortschritts und der geringen Emission der Baustelle, welche den Stahlbau als effiziente Bauweise insbesondere für das urbane Umfeld prädestiniert.¹⁾



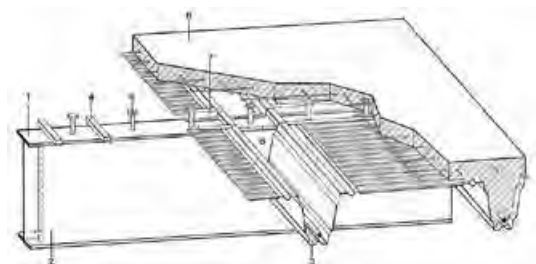
Verbunddecke mit Hohlboden und abgehängter Decke. (Steeldoc 01/06)

Stahldeckensysteme im Überblick

1. Verbunddecken mit Stahlblech

Die Deckenkonstruktion besteht aus einem profilierten Stahlblech und einer Schicht Ortbeton. Zur Anwendung kommen verzinkte Profilbleche zwischen 0,5 und 1,5 mm, welche auf der Baustelle gleichzeitig als Arbeitsbühne genutzt werden. Der Stahlträger wird in der Regel mittels Kopfbolzendübel mit dem Stahlblech und dem Ortbeton verbunden. Dieses System gilt als klassische Verbundbauweise mit Trägerverbund und Flächenverbund. Da die Last des Ortbetons vom Stahlblech aufgenommen wird, sind aus Effizienzgründen maximale Stützweiten von 3 bis 4 Meter einzuhalten. Die Hauptträger haben typischerweise eine Spannweite von 6 bis 12 Metern. Der Verbundquerschnitt wirkt mechanisch und über Reibung. Der Schubverbund wird zum Beispiel über eingewalzte Noppen oder Sicken oder durch Trapezprofile mit hinterschnittener Profilgeometrie erreicht. Leitungen mit grösserem Querschnitt können bei diesem System nur unterhalb der Träger angeordnet werden, zudem kann für die Verkabelung ein zusätzlicher Doppelboden notwendig sein, was zu einer vergleichsweise grossen Konstruktionshöhe führt.

Optimierung erreicht man durch die Integration von Tragwerks- und Installationsebene (Stegöffnungen der Träger) sowie durch die Vergrösserung der Nebenträgerabstände. Bei Cellformträgern ($L/22$), wird ein warmgewalztes Profil in zwei T-Stücke geteilt versetzt und perforiert wieder zusammengesweisst, so dass ein optimierter, leicht höherer Steg entsteht (I -Profil = $L/24$ für Nebenträger). Cellformträger sind als Nebenträger bei grossen Spannweiten besonders effizient. Die Grösse der Stegöffnungen sollte zwischen 60 und 80% der Trägerhöhe betragen.



Hoesch-Additiv-Decke:
 1 Stahlverbundträger
 2 Kammerbeton
 3 Stahltrapezprofil
 4 Stahlknagge
 5 Kopfbolzendübel
 6 Kunststoffabdichtkappe
 7 Z-Abdichtprofil
 8 Stahlbetonrippendecke

Bei Cellformträgern als Hauptträger kann es notwendig sein, auflagernahe Öffnungen wegen der hohen Schubkräfte auszufüllen. Oft werden für die Hauptträger auch konventionelle I-Profile verwendet. Typische Trägerspannweiten für Cellformträger sind 10 bis 18 Meter für Neben- und 9 bis 12 Meter für Hauptträger. Alternativ zur Verwendung der standardisierten Cellformträger können auch individuell an den Installationsbedarf angepasste Träger hergestellt werden.

2. Additive Systeme

Bei Additivdecken wirken die Tragfähigkeit des Bleches und des Ortbetons nicht im Verbund, sondern additiv. Es besteht aus einem 200 mm hohen Trapezblech, das gleichzeitig als Arbeitsbühne und Schalung dient, und armiertem Ortbeton. Die Profilbleche werden zwischen den Trägern auf angeschweißten Knaggen eingehängt, wodurch Konstruktionshöhe eingespart wird. Die Hauptträger sind mit Kopfbolzendübeln versehen und wirken mit der Betondecke im Verbund. Durch die relativ grosse Profilblechhöhe werden stützenfreie Spannweiten bis 5,5 Meter möglich (maximales Trägerraster 5,8 Meter), bei Betonieren in zwei Abschnitten bis zu 7 Meter. Im Brandfall wirkt nur die Stahlbetondecke. Dieses System wird häufig für Parkhäuser und neuerdings auch für gewerbliche Geschossbauten genutzt.

3. Flachdeckensysteme mit integrierten Stahlprofilen

Der Trend zu schlanken Decken hat zur Entwicklung von Flachdeckensystemen geführt. Hierbei werden die Stahlträger in die Ebene der Deckenplatte integriert. Die Vorteile gegenüber konventionellen Lösungen liegen in einer geringeren Bauhöhe sowie in einer ebenen Deckenunterseite, welche die Leitungsführung und die freie Anordnung von Trennwänden verein-

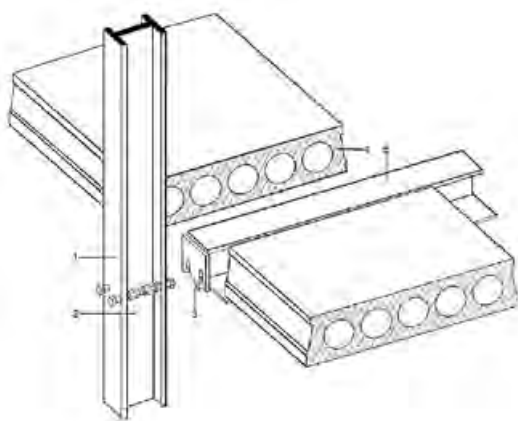


Integrated Floor Beam (IFB) Slimfloor Beam (SFB) Hutprofil

Geschäftshaus Karl-Arnoldplatz Düsseldorf (2002) mit Slimfloor-Decken. (Steeldoc 04/04)

facht. Zudem erfüllt die Decke in der Regel ohne zusätzliche Massnahme einen Brandschutz von R60, da der Stahlträger bereits eingepackt ist.

Hauptmerkmal aller Flachdeckensysteme ist der verbreiterte Trägeruntergurt, der als Auflager für die Deckenplatte dient. Stahlflachdecken können mit und ohne Trägerverbund in Ortbeton- oder Trockenbauweise erstellt werden. Beim Flachdeckensystem Slimfloor werden Spannbetonhohlplatten auf den verbreiterten Untergrurt eines unsymmetrischen Stahlprofils gelegt. Die Träger bestehen aus einem halbierten IPE- oder HE-Profil, an dessen Steg ein Untergrurtblech angeschweisst wird (IFB) oder aus ganzen I-Profilen mit einem untergeschweissten Blech (SFB). Für Randträger werden auch Hohlprofile mit einem einseitig untergeschweissten Blech eingesetzt. Um die Betonelemente zu einer Scheibe zu verbinden, wird eine Schicht armierter Aufbeton empfohlen. In der Regel werden Slimfloor-Decken ohne Trägerverbund ausgeführt, bei entsprechender Ausbildung der Betondeckung (über 85 mm) über dem Stahlträger ist ein Verbund jedoch möglich.



Slimfloor-Konstruktion:
 1 Stütze
 2 Verschraubung
 3 Stirnplatte
 4 Hohlplattenelement
 5 Slimfloor-Träger

Bei der Verwendung von Spannbetonhohlplatten (15 bis 40 cm) ist die Deckenspannweite bis zu 15 Metern in der Regel grösser als die Trägerspannweite. Die Slimfloor-Decke ist eine nahezu trockene Bauweise mit optimierten Anschlüssen, einem hohen Vorfertigungsgrad und kurzen Montagezeiten. Es existieren einige Sonderformen der Slimfloor-Bauweise, die mit Teilfertigteilen oder Profiblechen und einer grossen Ortbeton-Ergänzung arbeiten, um eine Verbundwirkung zwischen Stahlprofil und Betondecke herzustellen.

4. Inverse Systeme

Aus der Überlegung eine einfache Zugänglichkeit der Installationen von oben zu ermöglichen, wurden innovative Tragwerkslösungen entwickelt, bei denen die raumabschliessende Betonplatte am Untergurt der Stahlträger angeordnet ist. Das vorgefertigte Deckensystem Slimline besteht aus parallel angeordneten Stahlträgern, die je nach Belastung im Abstand von 0,6 bis 1,2 Metern in einen Betonuntergurt eingebettet sind. Für die Leitungsführung sind in den Stegen regelmässige Öffnungen angeordnet. Darüber wird ein demontierbarer Boden in Querrichtung montiert, der die Zugänglichkeit der Installationen erlaubt. Die Slimline-Deckenelemente überspannen bei einer Breite von 2,4 Metern in der Regel 4,5 bis 9,6 Meter, wobei auch Stützenweiten bis 12 Meter möglich sind. Die Betonplatte dient der bauphysikalischen Trennung der Geschosse und trägt die Installationslast, wirkt jedoch nicht mit den Stahlträgern im Verbund (siehe dazu das Topfloor-Integral-System).

Da es keine abgehängte Decke gibt, kann die thermische Kapazität der Betondecke für die Regulierung der Innentemperatur genutzt werden (Aktivierung). Im Brandfall erreicht die Deckenunterseite einen Feuerwiderstand von 120 Minuten ohne zusätzliche Massnahme. Beispiel für die Anwendung dieses in den Niederlanden entwickelten Deckensystems ist das Kraanspoor-Building in Amsterdam, das aufgrund der wiederverwertbaren Elementbauweise und der

Integration der Kühlung in die Decken mit dem MIPIM Green Building Award 2008 ausgezeichnet wurde. Das System Slimline wurde in den Niederlanden für eine Vielzahl von Büro- und Wohngebäuden sowie Hotels eingesetzt und eignet sich wegen seiner Einfachheit und Leichtigkeit insbesondere auch für Aufstockungen.

Eine Speziallösung dieses Systems wurde für das Hochhaus WestendDuo in Frankfurt entwickelt. Hier wird sowohl die obere als auch die untere Installationsebene in die Konstruktionshöhe des Tragwerks integriert. Die Spannweite der Träger beträgt 12 Meter, wobei die (schlaffbewehrte) Ortbetondecke von 15 cm in den Randbereichen unten verläuft und in der Gebäudemitte nach oben springt. In den so gewonnenen Hohlräumen laufen pro Geschoss sowohl die Boden- wie auch die Deckeninstallationen und müssen nicht durch für den Schall- und Brandschutz problematische Durchbrüche geführt werden. In den Bereichen, in denen die Stahlträger nicht bereits in der Deckenplatte eingebunden sind, wurde durch eine Verkleidung auch im Hohlboden ein Feuerwiderstand von R120 erreicht. Das Deckensystem benötigt keine Zwischenstützen und ermöglicht die geforderte Flexibilität der Grundrisse, zwei zusätzliche Geschosse (bei insgesamt 27 Geschossen), minimale Lasten und Einsparungen bei der Foundation, Integration der Haustechnik und wirtschaftliche Bauabläufe. Gemäss Bauherrschaft wurden die höheren Baukosten durch eine höhere Rentabilität des Projektes aufgewogen.

Das in der Schweiz weiterentwickelte Deckensystem Topfloor Integral übernimmt die Vorteile des Slimline-Systems und bindet zudem die Betondecke mit den Stahlträgern statisch zusammen. Damit kann zusätzlich Material und damit auch Gewicht eingespart werden. Halbierte Wabenträger sind in einem Abstand von 1,25 Metern schubfest mit der unten (oder oben) liegenden Betonplatte (90 bis 100 mm) verbunden. Durch die Verwendung von Wabenträgern wird eine

Der Kraanspoor Bürobau wurde auf einer alten Krahnbahn im Hafen von Amsterdam errichtet (Steeldoc 02/10)



grössere Materialeffizienz erzielt, zum anderen ergibt sich eine hohe Flexibilität für die Installationsführung. Beim Einsatz in Negativlage können Doppel- und Hohlraumböden auch oben ausgebildet werden, so dass die Decke zur Aktivierung als Kühlelement genutzt werden kann. Das in diesem Heft vorgestellte Hochschulgebäude Lindenplatz in Baden wurde mit diesem Deckensystem realisiert.

Tragverhalten

Während in Skandinavien, Holland und angelsächsischen Ländern Flachdeckensysteme in Verbundbauweise gegenüber konventionellen Betondecken bereits weit verbreitet sind, gelten sie in Ländern wie Deutschland, Frankreich und der Schweiz meist noch als Sonderlösungen. Jüngere Untersuchungen zeigen jedoch, dass Verbundflachdecken einfacher bemessen werden können. Verbundflachdecken können als einachsige als auch als zweiachsig gespannte Decken ausgeführt werden. Bei der Verwendung von Teilfertigteilen (z.B. Betonhohlplatten) ist der Lastabtrag im Bauzustand nur in eine Richtung möglich. Im Endzustand ist eine zweiachsige Lastabtragung möglich, mit entsprechendem Aufbeton. In der Trockenbauweise werden die Lasten über die Deckenelemente in Querrichtung zu den Stahlträgern geführt. Üblicherweise genügt ein Verguss der Fugen zwischen den Fertigteilen ohne zusätzlichen Aufbeton. Die Nassbauweise besitzt den Vorteil, dass die Betonplatte als Scheibe wirkt und diese somit schlanker ausgeführt werden kann, als die Einfeldträgersysteme des Trockenbaus. Flachdeckensysteme weisen ein sehr ähnliches Tragverhalten auf wie eine Stahlbetonflachdecke. Für das Tragverhalten im Brandfall sind die Sicherheit der Lastabtragung, sowie die Sicherheit der Auflagerung der Decken auf dem Stahlträger massgebend. Als Brandschutzmassnahme dient der konventionelle Brandschutz mit Brandverkleidung (Flansch-Unterseite), passiver Brandschutz durch Warmbemessung und der Integrierte Brandschutz mit eingeleger Stabbewehrung.



Hochhaus Westend Duo in Frankfurt am Main. Gefaltete Verbunddecke (Slimline)

Wirtschaftlichkeit

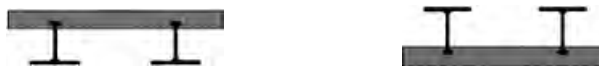
Aus einer Studie zum Wirtschaftlichkeitsvergleich von Verbundflachdecke und Betonflachdecken geht hervor, dass eine Slimfloor-Decke (Slimfloor-Träger mit Elementplatten und Aufbeton) nur rund 1% teurer ist, als eine Betonflachdecke. Grund dafür ist, dass bei der Verbundflachdecke keine Deckenschalung notwendig ist und dies die Mehrkosten für den Baustahl in der Verbundflachdecke aufwiegt. Am günstigsten sind im Allgemeinen die Trockenvarianten, da die Kosten für Fertigelemente bis zu 50% der gesamten Herstellungskosten ausmachen.



Durch den Wechsel der Verbundträger laufen sowohl die Boden- wie auch die Deckeninstallationen in der Decke und müssen nicht durch für den Schall- und Brandschutz problematische Durchbrüche geführt werden.

TOPfloor Integral

Positiv- und Negativlage



Tab. C-40 – Statische Angaben durch den Hersteller

L m	h mm	Profil	g_k kN/m ²	q_{Rd} kN/m ²	$w_{pos}^{(1)}$ mm	$f_{1pos}^{(2)}$ Hz	$w_{neg}^{(1)}$ mm	$f_{1neg}^{(2)}$ Hz	Ø mm
6.00	200	HEA 220	2.7	11.5	2.23	8.1	2.36	6.9	30
	240	IPE 270	2.6	15.8	1.97	8.4	2.04	7.4	70
	260	HEA 280	2.8	14.2	0.93	12.3	1.12	9.9	90
	310	IPE 330	2.7	15.0	0.89	12.0	1.01	10.4	130
7.00	220	HEA 260	2.8	13.5	2.77	7.3	3.19	5.9	30
	280	IPE 300	2.7	12.0	2.30	7.6	2.51	6.6	100
	300	HEA 340	2.9	16.7	1.05	11.8	1.36	9.1	110
	360	IPE 400	2.8	21.5	0.96	11.6	1.17	9.7	160
8.00	250	HEA 280	2.8	13.1	3.22	6.2	3.89	5.4	70
	310	IPE 330	2.7	11.3	2.80	6.8	3.19	5.9	130
	360	HEA 400	3.0	20.6	1.09	11.6	1.47	8.6	170
	400	IPE 450	2.8	22.1	1.19	10.5	1.49	8.6	190
9.00	280	HEA 320	2.9	14.0	3.48	6.6	4.45	5.1	90
	335	IPE 360	2.7	11.9	3.40	6.2	4.00	5.3	150
	420	HEA 450	3.1	18.6	1.17	11.0	1.61	8.2	240
	480	IPE 500	2.9	24.1	1.08	11.3	1.50	8.4	250
10.00	330	HEA 360	2.9	14.0	3.38	6.6	4.47	4.9	150
	400	IPE 450	2.8	18.0	2.91	6.8	3.63	5.6	190
	500	HEA 550	3.2	23.1	1.13	11.3	1.61	8.2	300
	560	IPE 600	3.0	21.8	1.09	10.8	1.46	8.5	360
11.00	370	HEA 400	3.0	14.1	3.64	6.4	4.92	4.7	190
	450	IPE 500	2.9	18.9	3.01	6.7	3.85	5.4	240
	540	HEA 600	3.2	22.3	1.37	10.4	1.96	7.5	330
	560	IPE 600	3.0	19.8	1.60	9.1	2.14	7.1	360
12.00	420	HEA 500	3.1	16.2	3.58	6.7	5.04	4.7	190
	530	IPE 550	2.9	11.7	2.78	6.8	3.62	5.5	350
	610	HEA 700	3.3	23.2	1.43	10.5	2.09	7.3	370

(1) Bei der Durchbiegung für das Element in Positivlage sind Kriecheffekte bereits berücksichtigt. Für kurzzeitige Beanspruchungen kann eine grössere Biegesteifigkeit berücksichtigt werden. Für Elemente in Positivlage ist zudem eine Durchbiegung aus Schwinden des Betons von $L/1000$ zu berücksichtigen. Die Elemente können überhöht geliefert werden (Standardüberhöhung für Elemente in Positivlage: $L/450$).

(2) Die angegebene erste Eigenfrequenz f_1 berücksichtigt als Masse nur das Eigengewicht g_k des Trägers. Bei einer anderen Massenbelegung m (z.B. aus Ausbaulasten und einem Anteil der Verkehrslasten) berechnet sich die Eigenfrequenz f_{m1} wie folgt: $f_{m1} = f \cdot \sqrt{g_k/m}$



Bemessungstafel Topfloor-Integral aus: Steelwork C1/12, S. 272. links: Negativlage, rechts: Positivlage

Der Vergleich der Bauzeit ist im Prinzip nur anhand eines konkreten Beispiels möglich, da hier eine Vielzahl von Einflüssen massgebend ist. Trotzdem lässt sich ableiten, dass bei der Trockenbauweise die aufwändige Schalung sowie die Bewehrungsarbeiten wegfallen. Somit rechnen sich die geringen Mehrkosten einer Verbundflachdecke mit der längeren Bauzeit der Betonflachdecke auf.

Weiterentwicklung und Forschung

Die aktuelle Forschung im Bereich Deckensysteme widmet sich dem optimierten Einsatz diverser Materialien und ihrer Verbundwirkung. Interessant ist insbesondere die Kombination von Stahltragwerken mit Holzdeckenelementen. Gegenüber reinen Holzdecken bieten Brettstapel-Beton-Verbundsysteme den

Vorteil, dass sie bezüglich Brand- und Schallschutz besser gerüstet sind. Aufgrund der Faserrichtung sind Brettstapeldecken nur in einer Richtung tragfähig, deshalb bietet die Lagerung der Deckenelemente auf Slimfloor-Stahlträgern eine optimale Lösung. In einer Stahl-Holzverbundkonstruktion können die Stützenabstände grösser sein als bei einer Betondecke (bei gleicher Deckenstärke), weil das Gewicht der Gesamtdecke geringer ausfällt. (Steeldoc Stahl&Holz; VDI Bericht Kuhlmann)

Experimentiert wird auch mit hochfesten Stählen, da die Tragfähigkeit erhöht und das Gewicht reduziert werden kann (S690). Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung von Stahlleichtverbund-Systemen in Element- und Modulbauweise mit höchstem

Vorfertigungsgrad sowie von Verbunddeckensystemen mit externer, flächiger Stahlbewehrung. Die thermische Aktivierung von Decken ist ein grosses Thema in Bezug auf die energetische Optimierung von Gebäuden. Der Klimaschutz und die Ressourcenschonung sind politische Ziele, welche die Baubranche in hohem Masse betreffen. Der sommerliche Wärmeschutz wird nicht allein durch den Massivbau erreicht. Profilblechdecken weisen im Vergleich zu ebenen Ortbetondecken gleicher Dicke bei rein passiver Betriebsweise ein höheres wirksames Wärmespeichervermögen auf. Durch die oberflächennahe Verlegung von Kühlrohren ist bei Rippendecken in Stahlverbundbauweise eine höhere Leistung aktiver Kühlsysteme erreichbar und die Kühlwirkung ist aufgrund der geringeren Trägheit der Systeme flexibler regelbar. Ein vielversprechendes Funktionsprinzip ist der Einsatz sogenannter PCM (Phase Changing Materials), welche den Phasenwechsel ausnutzen. Diese meist flüssigen Materialien haben eine 10- bis 20-fach grössere Speicherdichte im Vergleich zu konventionellen massiven Bauweisen. (ZUTECH-Forschungsvorhaben Bauen im Bestand – Potentiale und Chancen der Stahlleichtbauweise).

Innovationspotenzial für die Baubranche

Verbundtragwerke bieten ein grosses Potenzial, die Anforderungen an heutige Bausysteme zu erfüllen. Der aufeinander abgestimmte Einsatz von Stahl, Beton und Holz in möglichst trockenen Verfahren führt zu schlanken und nachhaltigen Konstruktionen. Der Einsatz von nachwachsenden und recyclebaren Baustoffen anstelle von primären, nicht erneuerbaren Rohstoffen (wie Sand, Kies etc.) sowie die schonende Verarbeitung in flexiblen, leichten Bausystemen, die wenig Materie und Energie binden, gehört heute zu den grossen Aufgaben der Gesellschaft und insbesondere der Bauwirtschaft. Die Schweiz könnte hier eine Pionierrolle in der Weiterentwicklung hybrider Systeme spielen, unter Verwendung der lokal vorhandenen Ressourcen wie Holz und Recyclingstahl und dem Know-how gut ausgebildeter Planer und innovativer Unternehmen.

* Evelyn C. Frisch ist Architektin ETH und seit 2003 Direktorin des Stahlbau Zentrums Schweiz. Sie befasst sich in ihren Fachartikeln insbesondere mit der Nachhaltigkeit von Verbundbausystemen. Der Artikel bezieht sich auf verschiedene Fachartikel zum Thema «Stahldeckensysteme» (Ungermann, Strohmann, Mensinger u.a.), welche im Literaturverzeichnis aufgeführt sind.

Literaturnachweis

1) Literatur zur Nachhaltigkeit von Stahlkonstruktionen:

Stroetmann R., Podgorski Ch.: Zur Nachhaltigkeit von Stahl- und Verbundkonstruktionen bei Büro- und Verwaltungsgebäuden, Teil 1: Tragkonstruktionen. In: Stahlbau 83(2014), Heft 4, S. 245ff. Auf der Grundlage: Mensinger M., Stroetmann R. et al.: Abschlussbericht AiF-Vorhaben 373 ZGB (2014) FOSTA P881

Mensinger, M., Stroetmann, R., Eisele, J., Feldmann, M., Lingnau, V., Zink, J., et al: Nachhaltige Büro- und Verwaltungsgebäude in Stahl- und Stahlverbundbauweise, Stahlbau 80 (2011), Heft 10 S. 740ff.

Beachte hierzu auch die EPD (Umweltprodukte Deklaration für offene Stahlprofile des SZS, 2014 in Bearbeitung) sowie die EPD-IFBS-20130094-IBG1-DE Umweltproduktedeklaration – Baustähle: Offene Walzprofile und Grobbleche. Institut für Bauen und Umwelt e.V., bauforumstahl 2013.

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2012)

Weiterführende Literatur:

Steelwork C1/12 Verbundbau Bemessungstabellen, Grundlagen des Verbundbaus und Brandbemessung. Stahlbau Zentrum Schweiz (Hrsg.), Zürich 2012

Steeldoc 03+04/12 Stahl und Holz – die neue Leichtigkeit. Bautendokumentation des Stahlbau Zentrums Schweiz, Zürich 2012

Kuhlmann U., Hauf G., Aldi P. (Universität Stuttgart): Verbundflächdecken – neue Lösungen mit Stahl und Holz
Institut für Konstruktion und Entwurf. VDI-Berichte Nr. 2084, 2009. VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (ISBN 978-3-18-092084-9)

Ungermann D., Strohmann I., Brune B.: Stahldeckensysteme, in: Stahlbau 79 (2010), Heft 10, S. 729-740. Berlin: Ernst & Sohn 2010

Mensinger M., Fontana M., Frangi A.: Entwicklung eines multifunktionalen Deckensystems mit erhöhter Ressourceneffizienz. Stahlbau 79 (2010), Heft 10. Sonderdruck/S.282-297. Berlin: Ernst & Sohn 2010

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,
(S. 20, S. 21 unten, S. 23), Senn AG (S. 21 oben, S. 22);
Ecole nationale supérieure d'architecture ENSA, Strassburg:
Julien Lanoë (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

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**