Sonderbeilage
der „Bautechnik“

Ausgabe 1 – April 2021
S. A7 – A9 und
S. 75 – 78

Sonderdruck

Holzbau

- Holz als innovativer Baustoff
- Innovatives Bauen in die Höhe – das „SKAIO“ als neuer Standard in der Holz-Hybrid-Bauweise

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

bauart
Beratende Ingenieure

Holz als innovativer Baustoff

„The Race is on!" – damit eröffnete Michael Green, ein kanadischer Architekt von der Westküste, seinen Redebeitrag zur Weltkonferenz des Holzbaus (WCTE) in Auckland im Jahr 2012. Er hatte Recht: Das Rennen in und um den Holzbau ist eröffnet – weltweit! Aber worum geht es in dem Wettbewerb?

Michael Green hatte 2012 vor allen Dingen die Höhe im Blick, also das Rennen um das höchste (neue) Holzgebäude in der Welt. Denn schließlich hat man mit Holz ja schon immer in die Höhe gebaut und es gibt Jahrhunderte alte hohe Gebäude aus Holz, vom japanischen Tempel über mitteleuropäische Fachwerkhäuser an der Hochhausgrenze bis zu einem 132 m hohen Sendemast aus Holz bei München, der leider inzwischen gesprengt wurde. Aber das Rennen könnte viele andere Aspekte umfassen: Die beste Ressourceneffizienz, die niedrigste Quote an eingesetzter Primärenergie, den geringsten Energieverbrauch oder noch besser, die höchste Energieproduktion im Betrieb, den höchsten Grad an Vorfertigung und damit die schnellste Bauzeit oder den höchsten Anteil an gespeichertem Kohlenstoff in der Konstruktion ... Aufzählung fortsetzbar.

Europarekord: 24 Geschosse als Holzbau

Bezüglich der plakativen Größe „Höhe" ist derzeit Europa führend und in Europa Österreich mit dem HoHo in Wien (24 Geschosse, 84m Höhe) – Glückwunsch! Die nächsten Projekte weltweit sind allerdings in der Planung, allzu lange wird der Rekord wohl nicht mehr Bestand haben. Bei diesen hohen Gebäuden handelt es sich im Regelfall um hybride Bauwerke. Der Begriff hybrides Bauen bezieht sich dabei sowohl auf die Gesamtstruktur der Gebäude (Stahlbetonkern für Treppenhaus und Liftschächte) wie auch auf die Bauteile (Holz-Beton-Verbunddecken und in seltenen Fällen -wände). Kann man denn dann noch von „Holzbau" reden? Aus unserer Sicht ist das

(Foto: Huber&Sohn)

Bild 1 H8 – Achtgeschossiges Holzhybridgebäude – Wohnen und Büro. Bauherr: B&O Wohnungswirtschaft, Architekt: Schankulla Architekten, München, Holzbau: Huber&Sohn, Bachmehring

(Foto: Kampa GmbH)

Bild 2 Kampa K8 – Büro und Ausstellung – Treppenhäuser und Aufzugschächte in Massivholzbauweis. Bauherr: Kampa GmbH, Architekt: Florian Nagler Architekten, München, Holzbau: Kampa GmbH

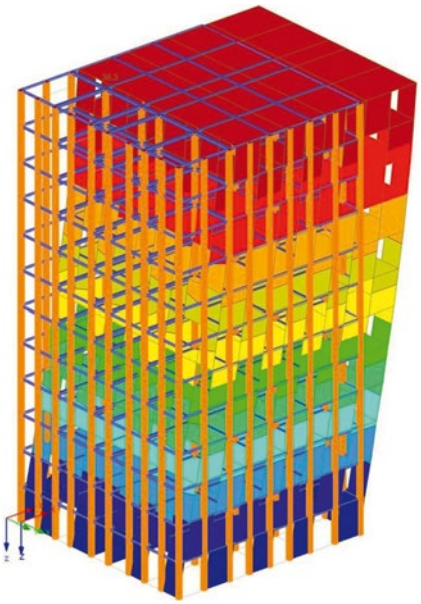
zutreffend, wenn mehr als 50 % des oberirdischen Bauteilvolumens aus Holzbauteilen besteht. Womit es aber auch gleichzeitig naheliegend ist, dass die beteiligten Ingenieure nicht nur sehr gute Holzbauer sein müssen, sondern auch die Werkstoffe Stahlbeton und Stahl mit allen ihren Facetten beherrschen müssen.

Hybride Bauteile und Aussteifungsstrukturen

Das gilt für hybride Bauteile wie Holz-Beton-Verbunddecken ebenso wie für die hybriden Aussteifungsstrukturen (Decken, Wände, Stahlbetonkerne etc.). Das Langzeitverhalten der verwendeten Baustoffe (Kriechen, Schwinden) muss in der Bemessung ebenso berücksichtigt werden wie eine eintretende Rissbildung in den Stahlbetonbauteilen (Übergang vom Zustand I in den Zustand II) mit der einhergehenden Steifigkeitsreduktion und den daraus resultierenden Lastumlagerungen.

Als bauart-ingenieure sind wir schon lange im Stahlbeton- und im Holzbau intensiv tätig. Und als national und international in Forschung, Entwicklung und Normung vernetztes Büro wollten und wollen wir uns natürlich am Rennen beteiligen – mit der klassischen Taktik für Langstreckenrennen. Denn um ein solches handelt es sich. Also lieber langsam anfangen und sich dann steigern. Dank wunderbarer und innovativer Bauherren ist uns das in der Vergangenheit auch sehr gut gelungen.

Vom viergeschossigen Holzgebäude mit außenliegender Erschließung (H4, City of Wood, Bad Aibling) über das erste achtgeschossige Holzgebäude in Deutschland mit Stahlbetonfertigteilkern (H8, City of Wood, Bad Aibling, Bild 1), das erste siebengeschossige Bürogebäude an der Hochhausgrenze mit Massivholzkernen (Kampa K8, Aalen, Bild 2) bis zum ersten Hochhaus in Holzhybridbauweise (Skaio, Heilbronn) ist das Rennen bisher erfolgreich gestaltet und wird im Moment mit



(Grafik: bauart Konstruktions GmbH & Co. KG)

Bild 3 Projektstudie 15-geschossiges Holzgebäude

(Foto: CHRISTMANN + PFEIFER/F. Schöttner)

Bild 5 Schule Wetter – Sanierung einer Schule in Betonfertigteilbauweise. Bauherr: Landkreis Marburg-Biedenkopf, Architekt: muellerschurr Architekten GbR, Marktoberdorf, Generalplaner: Christmann + Pfeifer Schlüsselfertiges Bauen GmbH & Co. KG, Angelburg

den ersten Entwürfen für 15 Geschosse und mehr fortgesetzt (Bild 3).

Nachhaltige Baustrukturen

Bei diesen Arbeiten konnte und kann nicht immer auf die eingeführten technischen Baubestimmungen zurückgegriffen werden. Alternative oder ergänzende Nachweise auf Grundlage aktueller Forschungs- und Normungsarbeit sind sowohl in der Tragwerks- als auch in der Brandschutzplanung ebenso wie Abweichungen vom aktuellen Baurecht gelegentlich nötig. Und selbstverständlich ergeben sich aus der praktischen Arbeit zusätzliche Erkenntnisse und Erfahrungen.

Dazu zählt die konsequente Anwendung für den Holzbau eigentlich neuer Konstruktionsprinzipien, welche durch die schnelle Verbreitung der Massivholzbauweisen und insbesondere die Bereitstellung von Brettsperrholz in breiter Masse ermöglicht wird. Durch das Brettsperrholz ist nun auch im Holzbau das großformatige Flächenbauteil als Platte oder Scheibe mit hoher Steifigkeit verfügbar. Die Konstruktionsprinzipien gleichen daher inzwischen dem Stahlbetonbau, der als einzige andere Bauart alle Elemente vom Stab bis zur Fläche ebenso zur Verfügung stellt. Besonders bewährt hat sich inzwischen auch im Holzbau die Konzentration flächiger Elemente in den Kernen der Gebäude mit zunehmender Auflösung in den Skelettbau nach außen. Kombiniert mit nichttragenden, leichten und hochdämmenden Außenbauteilen (Wand, Dach) entstehen so nachhaltige Baustrukturen, da die nichtragenden Teile in ferner Zukunft leicht gewechselt werden können. Dieses Prinzip machen wir uns auch bei der Renovierung von Bestandbauten auf der Grundlage vorlaufender Forschung [1] zu Nutze, bei der Sanierung von Wohnbauten ebenso wie bei Schulen (Bilder 4 und 5). Wie man sieht: Auch eine „zweite Chance der Architektur“.

(Foto: Dörthe Hagenguth, Photojournalist)

Bild 4 Grüntenstraße Augsburg – Wohnbausanierung mit TES Fassade. Bauherr: WBG Wohnungsbaugesellschaft der Stadt Augsburg GmbH, Architekt: lattkearchitekten, Augsburg, Holzbau: Gumpp & Maier, Binswangen

Integrale Planung

In der Planungsphase der Gebäude hat sich immer wieder gezeigt, dass eine die Fachdisziplinen übergreifende, integrale Planung besonders zielführend ist. Basierend auf nachhaltiger Architektur – was den Menschen gefällt wird erhalten – der KollegInnen in den beteiligten Architekturbüros bietet die bauart-ingenieure Gruppe zwischenzeitlich das gesamt Spektrum der Fachplanung von der Tragwerksplanung über Brandschutz, Wärmeschutz und Schallschutz bis zur Technischen Gebäudeausrüstung an. Daraus resultieren eine vereinfachte Abstimmung der technischen Fragestellungen und eine verbesserte Wirtschaftlichkeit der Planungsprozesse.

Selbstverständlich ist gerade im Holzbau nachfolgend eine enge Abstimmung mit den ausführenden Firmen notwendig, je früher im Planungsprozess, umso besser. Schließlich sollen umfangreiche Anpassungsplanungen der Ausführenden vermieden und die Spitzenreiterrolle des Holzbaus in der Vorfertigung genutzt werden. Dabei bleibt idealerweise die Herstellung des Holzbaus vom Tragwerk bis zur gesamten wasser- und winddichten Gebäudehülle in einer Hand, nur so können die notwendigen Schritte zum qualitätsgesicherten, industriellen Bauen vollzogen werden und die Haftungsrisiken für den Bauherren minimiert werden – ein in Deutschland nicht immer ganz einfacher Weg, der aber von uns gerne unterstützt wird.

(Foto: Eckhart Matthäus, Fotograf)

Bild 6 Bürogebäude in Augsburg. Bauherr: Euregon AG. Architekt: Iattkearchitekten, Augsburg, Holzbau: Gumpp & Maier, Binswangen

Mit Blick auf die Vorteile des Holzbaus und auf Grund des im Team häufigen Hintergrundes holzhandwerklicher Ausbildung sind wir also begeisterte „Holzbauer“, allerdings keine Dogmatiker. Die Vielfalt unserer Baustoffe muss sinnvoll eingesetzt werden. Hybride Bauwerke sind ja eigentlich schon immer die richtige Lösung.

Und auch der zukünftigen Aufgaben im Holzbau sind wir uns bewusst. Sie beginnen bei der Notwendigkeit, auf Grund der Veränderung der Waldwirtschaft mehr Laubholzbaustoffe zu verwenden. Ein erstes Beispiel konnten wir mit einem Bürogebäude in Augsburg bereits umsetzen (Bild 6). Weitere innovative Baustoffe und Projekte in diesem Bereich werden folgen.

Wir wollen zudem zur weiteren Objektivierung der Umweltauswirkungen des Bauens mit allen Werkstoffen durch sinnvolle Anwendung von Lebenszyklusanalysen beitragen und mithelfen, die Recyclingeigenschaften und -quoten aller Bauweisen zu erhöhen. Zur Integration der gesamten planerischen Anforderungen und der Umsetzung in gebaute Umwelt ist die ständige Weiterentwicklung des Einsatzes digitaler Methoden notwendig. Der „digitale Zwilling“ unserer Bauwerke ist heute schon häufig vorhanden, seinen Nutzen weiter zu entwickeln ist nicht nur eine Frage des Holzbaus.

Zum guten Schluss eine kleine Erinnerung: Holzbau umfasst nicht nur Geschosswohnungsbau. Weitgespannte Hallen für Sport, Veranstaltung und Industrie, Türme, Brücken und sogar Windräder – das alles geht mit Holz. Und ist in vielen Fällen mit nachweisbaren, positiven Effekten für Nutzung und Umwelt verbunden. Das bauart-Team hilft bei der Umsetzung.

Literatur

[1] TES Energy Facade – www.ar.tum.de

www.bauart-ingenieure.de

DOI: 10.1002/bate.202110073

Thorsten Kober, Stefan Winter

Innovatives Bauen in die Höhe – das „SKAIO“ als neuer Standard in der Holz-Hybrid-Bauweise

In Heilbronn entstand auf dem Gelände der BUGA 2019 das erste Wohnhochhaus in Holz-Hybrid-Bauweise in Deutschland. „SKAIO“ steht Pate für zukunftsweisendes Bauen und Wohnen. 2019 wurde im Heilbronner Neckarbogen die Bundesgartenschau ausgerichtet. Die BUGA ist außer einer Blumenschau v. a. auch ein Stadtentwicklungsprogramm für Heilbronn. Im Rahmen des Aktionsprogramms Wohnen entstand der neue Stadtteil „Neckarbogen“. Das 34 m hohe, zehngeschossige Holz-Hybrid-Hochhaus SKAIO setzt dabei ein markantes Zeichen für innovative Architektur und zukunftsweisende Bautechnik.

Stichworte SKAIO; Holz-Hybrid-Bauweise; zukunftsweisendes Bauen

The “SKAIO” timber-hybrid building in Heilbronn
Germany’s first high-rise apartment block in a timber-hybrid form of construction has been built on the grounds of the 2019 Federal Garden Show in Heilbronn. “SKAIO” is the model for future building and living standards. The 2019 Federal Garden Show took place on the banks of the River Neckar in Heilbronn. Apart from displays of plants and flowers, the show was, first and foremost, an urban development program for Heilbronn. Neckarbogen is a new city district that was built as a result of the show’s housing program. “SKAIO” is a 34 m high, 10-storey timber-hybrid structure that points the way forward for innovative architecture and future building methods.

Keywords SKAIO; timber-hybrid building; future building

1 Entwurf und Gestaltung

Das „SKAIO“ ist aus zwei Teilgebäuden zusammengesetzt: dem zehngeschossigen Kerngebäude mit Außenabmessungen von etwa 23 m auf 23 m und einem daran angegliederten Sechsgeschosser. Die Bruttogeschossfläche von 5685 m^2 entspricht 3300 m^2 Wohnfläche. Alle Wohnungen sind mit bodentiefen Fenstern und Fußbodenheizung ausgestattet. In den Innenräumen bleiben die Holzoberflächen der Konstruktion weitreichend sichtbar.

2 Das Materialkonzept

Die Konzeption umfasst im Gebäudeinneren die Materialien Holz, Sichtbeton und Linoleum. Die Raumseite der Außenwände sowie die Geschossdecken bestehen aus Brettsperrholz (BSH). Die sichtbaren Holzoberflächen machen das Wesen des Gebäudes direkt erlebbar. Dem Thema Wohngesundheit wurde besondere Beachtung geschenkt. Daher wurden sowohl für die Konstruktion als auch für die Ausbaustoffe ausschließlich Materialien mit geprüfter Zusammensetzung verwendet. Nach der Fertigstellung erfolgten Messungen der Raumluftqualität.

Des Weiteren wurde für den Rückbau der Konstruktion besonderer Wert auf die sortenreine Trennbarkeit der einzelnen Bauteilschichten gelegt. Dies bedingt den weitgehenden Verzicht auf Verbundbaustoffe bzw. auf bauseits hergestellte, untrennbare Verbundsysteme. Daraus folgte die Verwendung eines trockenen Deckenaufbaus. Hierfür kamen nur lose Schüttungen, Dämmlagen für Installationen und die Trittschalldämmung sowie ein Trockenestrich infrage. Ein solch leichter Aufbau muss besonders sorgfältig für den erforderlichen Trittschall- und Brandschutz bemessen werden.

Simulation: Stadtsiedlung Heilbronn

Bild 1 Südost-Ansicht des Gebäudes von der Quartierszufahrt aus
The building seen from the south-east (main access road in foreground)

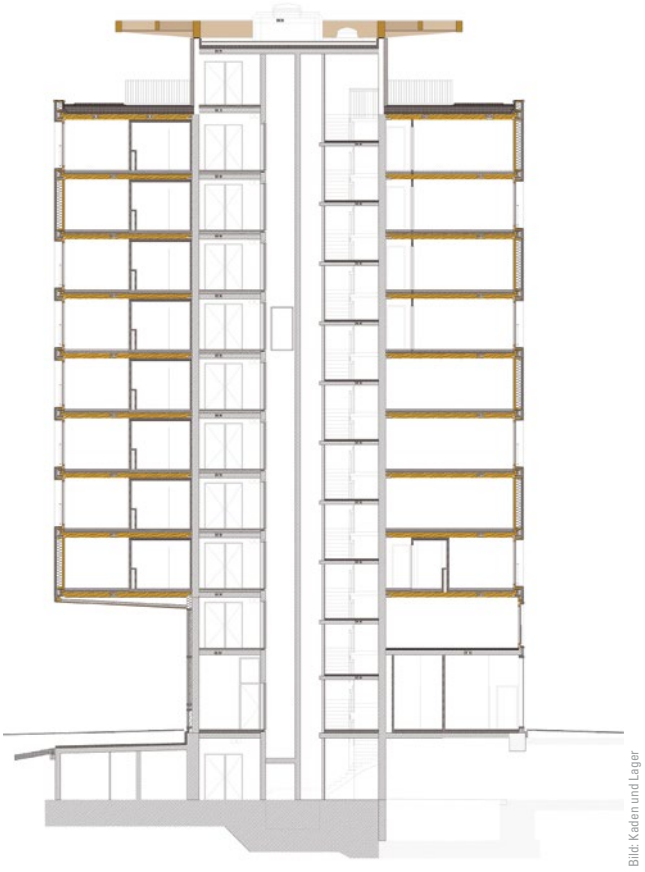


Bild 2 Gebäudeschnitt
Section through building

3 Die Konstruktion

Das Tragwerk ist geprägt von einem aussteifenden Erschließungskern und einem Sockelgeschoss in Stahlbetonbauweise sowie einer Skelettkonstruktion aus BSH-Stützen und Stahlprofilriegeln in der Außenwandebene. In den Obergeschossen bestehen die Geschossdecken und die raumseitigen Schalen der nichttragenden Außenwände aus Brettsperrholz.

Das Erdgeschoss und das erste Obergeschoss sind gegenüber den weiteren Obergeschossen an der Südseite um 6,70 m und an der Ostseite um 2,75 m zurückversetzt. So entsteht ein von Verbundstützen getragener offener Überbau der Geh- und Radwege.

Die Obergeschosse werden von dem zentralen Stahlbetonkern und von Brettschichtholzstützen (40 × 40 cm) getragen. Auf den Stützen in Außenwandebene lagern Riegel aus Walzstahlprofilen als Durchlaufträger. HEM300-Profile waren erforderlich, um die Spannweiten von bis zu 8,70 m zwischen den BSH-Stützen möglichst verformungsarm zu überbrücken. Maßgebend waren die großen Fensterelemente.

Die Außenwandelemente bestehen aus 120 mm raumseitigem Brettsperrholz und einer außenseitigen, voll gedämmten Holzrahmenbaukonstruktion. Den Witterungsschutz bildet eine hinterlüftete Fassade aus Aluminium-

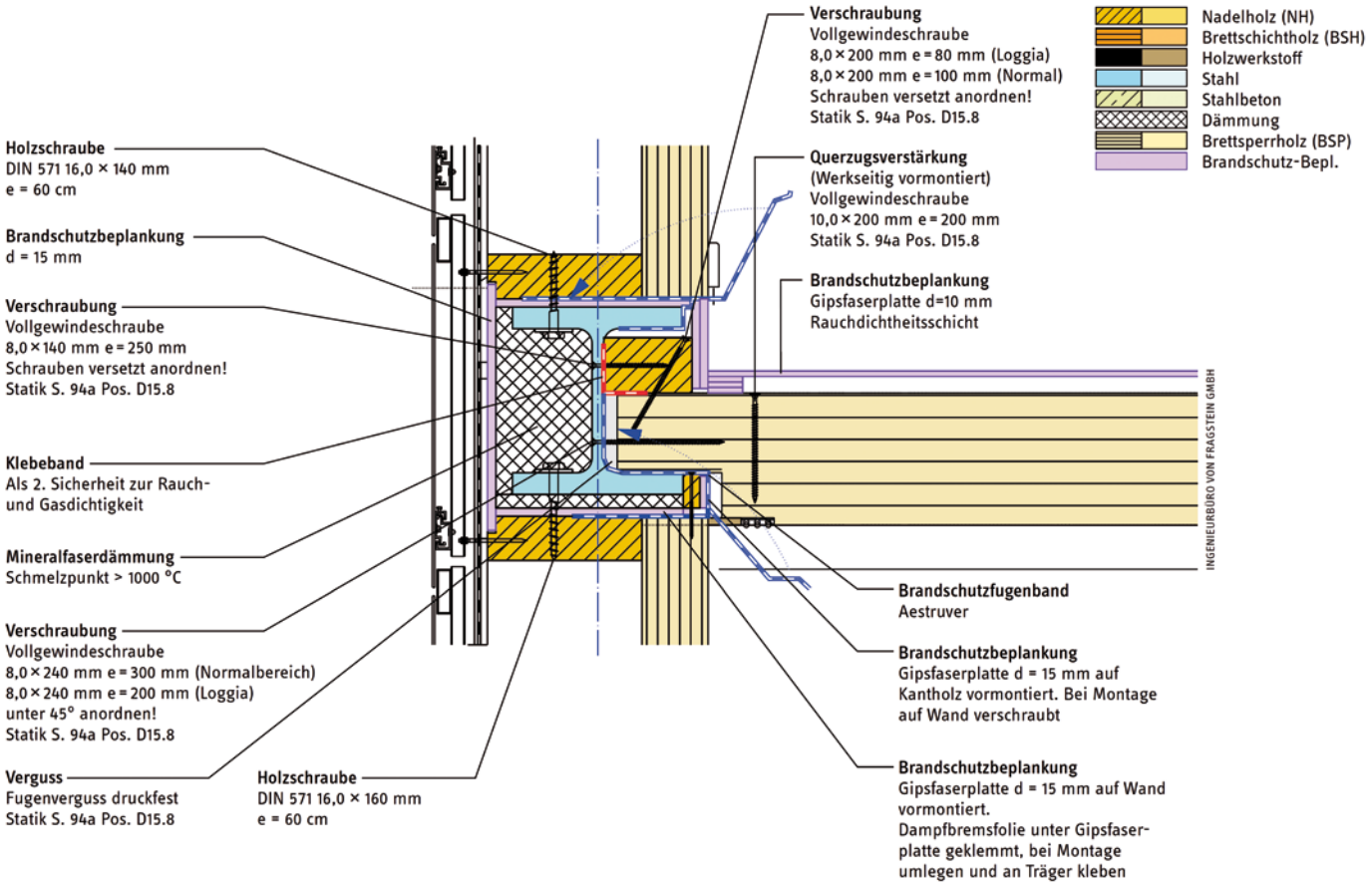


Bild 3 Detail Geschoss/Stoß Außenwand
Detail of floor/external wall junction

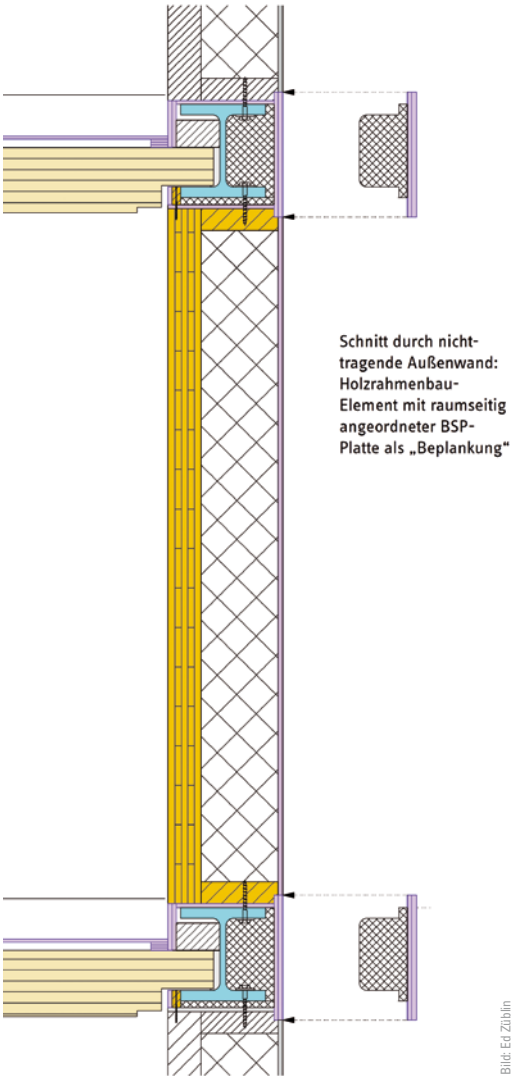


Bild 4 Fassadenschnitt
Section through façade

Tafeln. Das raumseitige Brettsperrholz ist bei den nichttragenden Außenwandelementen tragwerkstechnisch nicht erforderlich. Es trägt jedoch zu erhöhtem Feuerwiderstand und hygrothermisch optimiertem Innenraumklima bei.

Die Geschossdecken bestehen aus 240 mm dicken und 2,40 m breiten Brettsperrholzelementen. Sie lagern auf den äußeren Walzstahlprofilen sowie auf an dem Stahlbetonkern angebrachten Stahlwinkeln. Die Decken spannen als Einfeldträger über eine Länge von bis zu 6,70 m.

4 Der Brandschutz

Details und Anschlüsse der Konstruktion wurden wesentlich durch die Anforderungen an den Brandschutz geprägt. Alle Bauteile und Anschlüsse müssen einen Feuerwiderstand von 90 min, F90/R(EI) 90, erfüllen. Feuerwiderstand ist für Holzbauteile auf der Grundlage von Prüfzeugnissen oder durch eine Bemessung nach EN 1995-1-2 nachweisbar. Für Anschlüsse und Verbindungen im Holzbau sind solche Nachweisgrundlagen noch nicht ausreichend vorhanden. Durch mehrlagige Bekleidungen werden Anschlussteile für 90-minütige Brandbeanspruchung geschützt. Der erforderliche Raumabschluss wird durch Fugenabdichtungen realisiert.

Foto: bauart

Bild 5 Innenraumansicht Holz-Rohbau
Timber structure is visible from inside

Für Außenwände und Fassaden von Hochhäusern gilt, dass diese vollständig aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen müssen. Zwischen den Geschossen muss eine mind. 1 m hohe Brüstung zur Minderung der vertikalen Brandüberschlagsgefahr angeordnet werden. Beides wird beim „SKAIO" nicht erfüllt, jedoch durch eine Hochdruck-Wassernebelanlage kompensiert.

5 Die Ausführung

Nach dem Untergeschoss wurden das Sockelgeschoss sowie der Treppenhausturm in Stahlbetonbauweise hergestellt. Anschließend erfolgte die Montage der Holzbaugeschosse nach einer detaillierten Montagereihenfolge. Alle vertikalen Bauteile wurden mit der lichten Raumhöhe werkseitig passgenau vorgefertigt.

Das Stellen der Brettsperrholzstützen und das anschließende Einschieben der nichttragenden Außenwandelemente war die praktikabelste Vorgehensweise. Danach folgten die Walzstahlprofile über die gesamte Länge bzw. Breite des Gebäudes. Mit einfachen Schraubenverbindungen erfolgte eine Verankerung mit den Stützen des jeweils darunter- und darüberliegenden Geschosses. Zur gleichmäßigen Lastübertragung erhielten die Holzstützen Kopf- und Fußplatten. Die nichttragenden Außenwandelemente wurden gegen horizontale Windlasten durch Schrauben an den Flanschen der Stahlprofile befestigt. Die Deckenelemente aus Brettsperrholz wurden einseitig in die Stahlprofile eingeschoben, am Treppenkern auf die Stahlwinkelauflager aufgelegt und schubfest verbunden. Durch eingelassene Furnierschichtholzlaschen wurden die Brettsperrholzelemente zu aussteifenden Deckenscheiben miteinander verbunden.

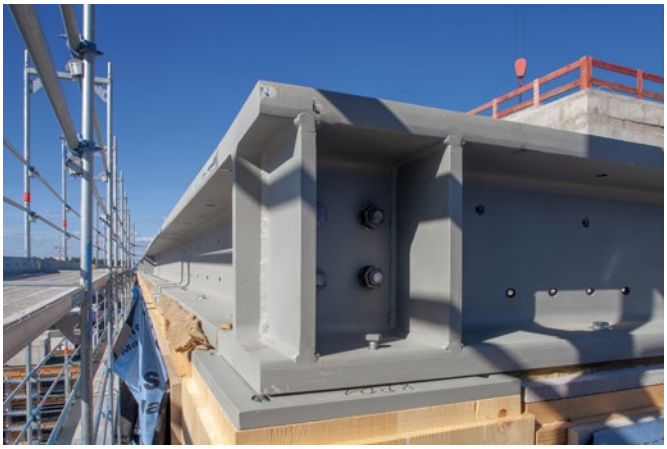


Foto: bauart

Bild 6 Detail Stahlriegel/Außenwand mit Stützenauflager und Bewegungsfuge zum Wandrähm
Close-up of steel beam/external wall with column plate and movement joint on wall top rail

Foto: bauart

Bild 7 Einfahren einer Fertigbadzelle
Prefabricated bathroom being lifted into position

Entscheidend für den schnellen Baufortschritt des Holz-Hybrid-Hochhauses war die Baulogistik. Diese bestand darin, dass die Holzbauteile im Werk kontinuierlich vorgefertigt und in Bausätzen mit dem Lkw an die Baustelle verbracht wurden. Vor Ort konnten die Bausätze direkt der Ladereihenfolge nach montiert werden. So war es möglich, pro Woche ein Geschoss zu errichten.

6 Fazit

Die Planung und Errichtung eines Hochhauses aus Holz und Holzwerkstoffen ist eine herausfordernde, aber lösbare Aufgabe. Die wesentliche Voraussetzung ist eine Planungstiefe, die jedes Detail zu einer baureifen Lösung führt. Ein lückenlos durchdachtes Montagekonzept ist von besonderer Bedeutung, um die systembedingten Zeitvorteile optimal zu nutzen.

„SKAIO“ kann als Leuchtturmprojekt für den mehrgeschossigen Holzbau oberhalb der Hochhausgrenze gesehen werden. Aus dem gelungenen „Experiment“ kann ein reproduzierbarer Standard entwickelt werden, der das Bauen mit Holz in der oberen Liga der Gebäudeklassen zur Normalität werden lässt.

Am Bau Beteiligte:

Objekt:	Zehngeschossiges Holz-Hybrid-Hochhaus auf dem Bundesgartenschaugelände Heilbronn
Standort:	Heilbronn
Bauzeit:	2018–2019
Bauherr:	Stadtsiedlung Heilbronn GmbH, Heilbronn
Ingenieure + Architekten	
Tragwerksplaner/Bauphysik:	Architektur: Kaden+Lager GmbH, Berlin bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach/Berlin
Brandschutz:	Dehne-Kruse Brandschutzingenieure, Gifhorn
Haustechnik:	IFB-Ingenieure GmbH, Bad Teinach-Zavelstein
Bauausführung:	Generalunternehmer: Züblin Timber GmbH, Aichach

Autoren
Thorsten Kober
kober@bauart-ingenieure.de
bauart Konstruktions GmbH & Co. KG
Käthe-Niederkirchner-Str. 6
10407 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter (Korrespondenzautor)
winter@bauart-ingenieure.de
bauart Konstruktions GmbH & Co. KG
Englschalkingerstr. 14
81825 München

Erstveröffentlichung:

Kober, T.; Winter, S. (2020) *The “SKAIO” timber-hybrid building in Heilbronn* in: Bundesingenieurkammer [Hrsg.] *Ingenieurbaukunst – Engineering Made in Germany*. Berlin: Ernst & Sohn, S. 114–119.

Zitieren Sie diesen Beitrag

Kober, T.; Winter, S. (2021) *Innovatives Bauen in die Höhe – das „SKAIO“ als neuer Standard in der Holz-Hybrid-Bauweise.* Bautechnik 98, Sonderheft Holzbau, Ausgabe 1, S. 75–78.
https://doi.org/10.1002/bate.202110073

bauart
Beratende Ingenieure

Lauterbach
München
Darmstadt
Berlin
Münster

info@bauart-ingenieure.de
www.bauart-ingenieure.de