



Dokumentation 597

Aufstockung einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Stahl-Leichtbauweise



Stahl-Informations-Zentrum

Stahl-Informations-Zentrum

Das Stahl-Informations-Zentrum ist eine Gemeinschaftsorganisation Stahl erzeugender und verarbeitender Unternehmen. Markt- und anwendungsorientiert werden firmenneutrale Informationen über Verarbeitung und Einsatz des Werkstoffs Stahl bereitgestellt.

Verschiedene **Schriftenreihen** bieten ein breites Spektrum praxisnaher Hinweise für Konstrukteure, Entwickler, Planer und Verarbeiter von Stahl. Sie finden auch Anwendung in Ausbildung und Lehre.

Vortragsveranstaltungen schaffen ein Forum für Erfahrungsberichte aus der Praxis.

Messebeteiligungen und Ausstellungen dienen der Präsentation neuer Werkstoffentwicklungen sowie innovativer, zukunftsweisender Stahlanwendungen.

Als **individueller Service** werden auch Kontakte zu Instituten, Fachverbänden und Spezialisten aus Forschung und Industrie vermittelt.

Die **Pressearbeit** richtet sich an Fach-, Tages- und Wirtschaftsmedien und informiert kontinuierlich über neue Werkstoffentwicklungen und -anwendungen.

Das Stahl-Informations-Zentrum zeichnet besonders innovative Anwendungen mit dem **Stahl-Innovationspreis** (www.stahlinnovationspreis.de) aus. Er ist einer der bedeutendsten Wettbewerbe seiner Art und wird alle drei Jahre ausgelobt.

Mitglieder des Stahl-Informations-Zentrums:

- AG der Dillinger Hüttenwerke
- ArcelorMittal Bremen GmbH
- ArcelorMittal Commercial RPS S.à.r.l.
- ArcelorMittal Eisenhüttenstadt GmbH
- Benteler Stahl/Rohr GmbH
- Gebr. Meiser GmbH
- Georgsmarienhütte GmbH
- Mittal Steel Germany GmbH
- Rasselstein GmbH
- Remscheider Walz- und Hammerwerke Böllinghaus GmbH & Co. KG
- Saarstahl AG
- Salzgitter AG Stahl und Technologie
- ThyssenKrupp Electrical Steel GmbH
- ThyssenKrupp GfT Bautechnik GmbH
- ThyssenKrupp Steel AG
- ThyssenKrupp VDM GmbH
- Wickeder Westfalenstahl GmbH

Die **Internet-Präsentation** (www.stahl-info.de) informiert u. a. über aktuelle Themen und Veranstaltungen und bietet einen Überblick über die Veröffentlichungen des Stahl-Informations-Zentrums. Schriftenbestellungen sowie Kontaktaufnahme sind online möglich.

Inhalt

Bestandssituation	3
Nachverdichtung durch Aufstockung	4
Wahl der Konstruktion	5
Bauteilaufbauten	6
Vorfertigung der Bauteile	7
Bauausführung	8
Fertigstellung	10
Baudaten	11

Impressum

Dokumentation 597
 „Aufstockung einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Stahl-Leichtbauweise“
 Ausgabe 2008
 ISSN 0175-2006

Herausgeber

Stahl-Informations-Zentrum
 Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf

Autoren

ITL - Institut für Trocken- und Leichtbau,
 Darmstadt
 Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann
 Dipl.-Ing. Architekt Frank Kramarczyk

Redaktion

Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf

Fotos und Abbildungen

TSB-Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt;
 O. Lux GmbH & Co, Georgensgmünd (S. 7 rechts oben)

Ein Nachdruck dieser Veröffentlichung ist – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei Quellenangabe gestattet. Die zugrunde liegenden Informationen wurden mit größter Sorgfalt recherchiert und redaktionell bearbeitet. Eine Haftung ist jedoch ausgeschlossen.

Bestandssituation

Als eine typische Wohnanlage aus den 1960er Jahren präsentierte sich der vorhandene Wohnungsbau in dreigeschossiger Zeilenbauweise im Frankfurter Stadtteil Praunheim. Seit der Errichtung der Gebäude wurden nur in geringem Umfang Modernisierungsmaßnahmen vorgenommen. Trotz des technisch überholten Standards und Handlungsbedarf bei der Instandhaltung machen die gute infrastrukturelle Anbindung an den Ballungsraum Frankfurt und der alte Baumbestand der großzügigen Freiflächen die Wohnanlage attraktiv.

Zur Revitalisierung des Gebäudebestandes konnten seitens des Bauherrn nur begrenzt Instandhaltungsrücklagen verwendet werden. Das Planungskonzept zur Nachverdichtung sah daher zwei kleine Baukörper in konventioneller Massivbauweise entlang der Straßenfront und eine Aufstockung der vorhandenen drei Gebäude vor. Mit den so generierbaren Verkaufserlösen aus den neu geschaffenen veräußerbaren Wohnflächen konnten eine intensive energetische und technische Modernisierung sowie gestalterische Aufwertung vorgenommen werden.

Die dreigeschossigen Neubauten wurden aus städtebaulichen Gründen realisiert. Kleine erdgeschossige Gewerbeeinheiten kommen der



Die Bestandsgebäude vor der Sanierung

Nahversorgung des Wohngebiets mit infrastrukturellen Dienstleistungen zugute. Zudem hatten die durchgrüneten Freiflächen durch die zunehmende Verkehrsentwicklung und die damit einhergehende Lärmbelastung entlang der angrenzenden Haupteinfahrstraße an Qualität verloren. Durch die neuen, zwischen die Bestandsbebauung eingestellten Gebäude konnten beruhigte Innenhöfe geschaffen werden, die die Neubauwohnungen wie auch die Bestandswohnungen erheblich aufwerten.



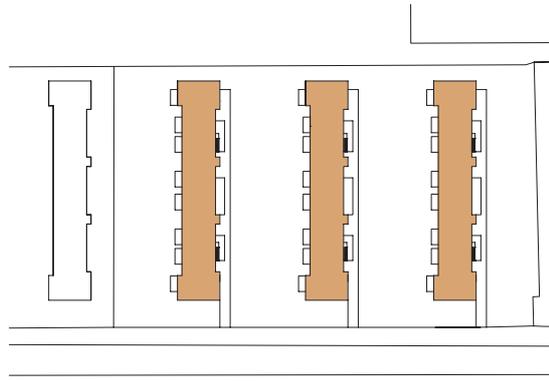
Gartenansicht nach der Sanierung mit eingeschossiger Aufstockung

Nachverdichtung durch Aufstockung

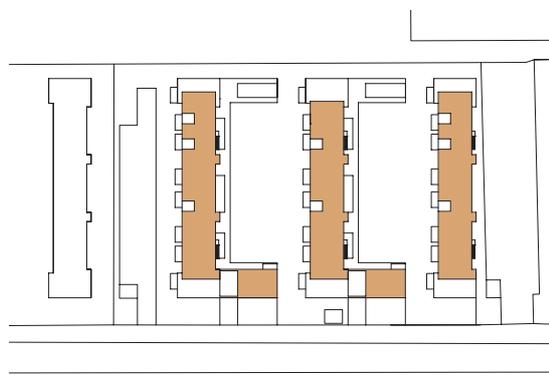
Um den alten und in Teilen sehr wertvollen Baumbestand erhalten zu können, die Belichtung der Bestandswohnungen nicht zu beeinträchtigen und trotzdem neuen Wohnraum zu schaffen, wurden für die angestrebte Nachverdichtungsmaßnahme insbesondere die weitläufigen Flachdachflächen genutzt.

Als zurückspringende Staffelgeschosse und optisch aufgelockert durch eingeschnittene Dachterrassen fügen sich die Aufbauten harmonisch und zurückhaltend in die Gesamtanlage ein. Die großzügigen Dachterrassen bieten in Verbindung mit dem vorhandenen Baumbestand, dessen Baumkronen sich auf Höhe der Staffelgeschosse befinden, besondere Aufenthaltsqualitäten. Attraktiv ist auch der ungehinderte Blick auf den Taunus und die Frankfurter Skyline.

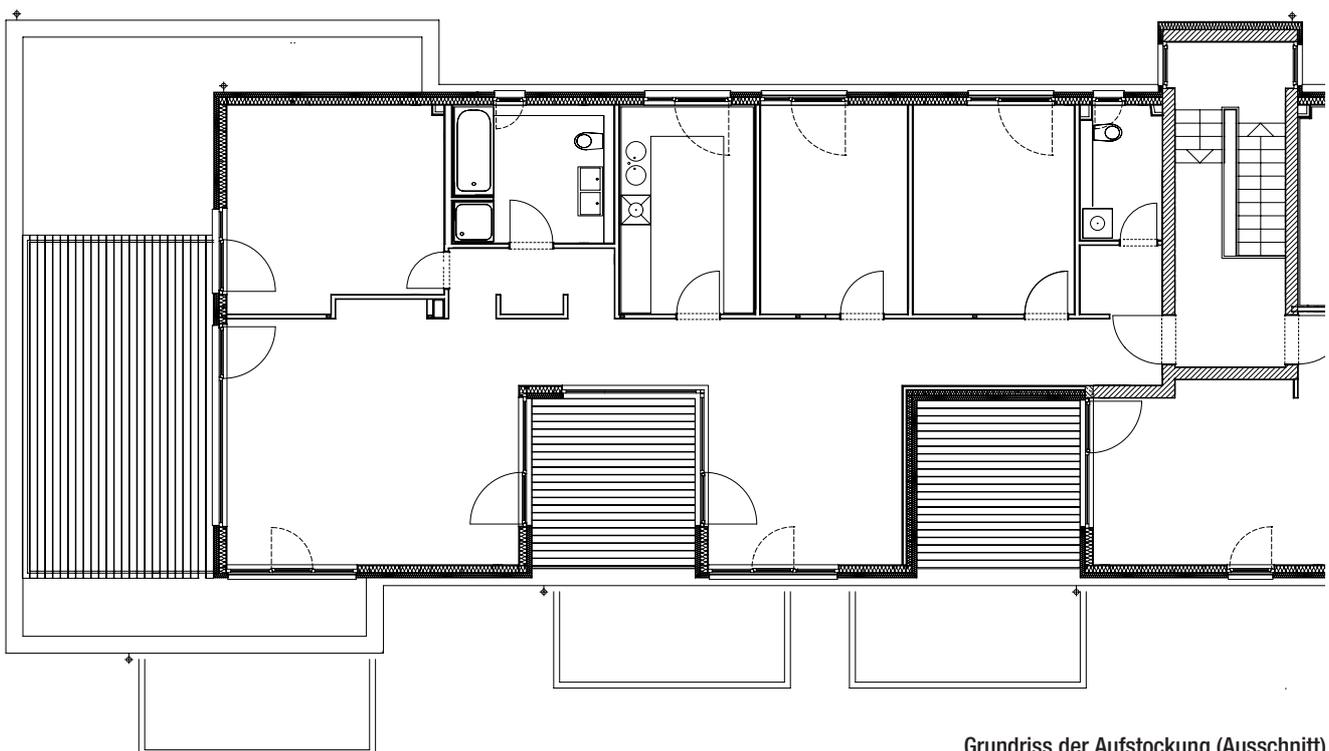
Durch die Aufstockungen entfiel die abdichtungstechnische und energetische Sanierung der vorhandenen Bestandsdächer. Dieser Posten ist bei der Ermittlung der Herstellungskosten der neuen Dachgeschosse gegenzurechnen und zeigt somit einen weiteren Synergieeffekt von Dachaufstockungen auf.



Lageplan Bestandsgebäude



Lageplan Baumaßnahme mit Aufstockung und Neubauten



Grundriss der Aufstockung (Ausschnitt)

Wahl der Konstruktion

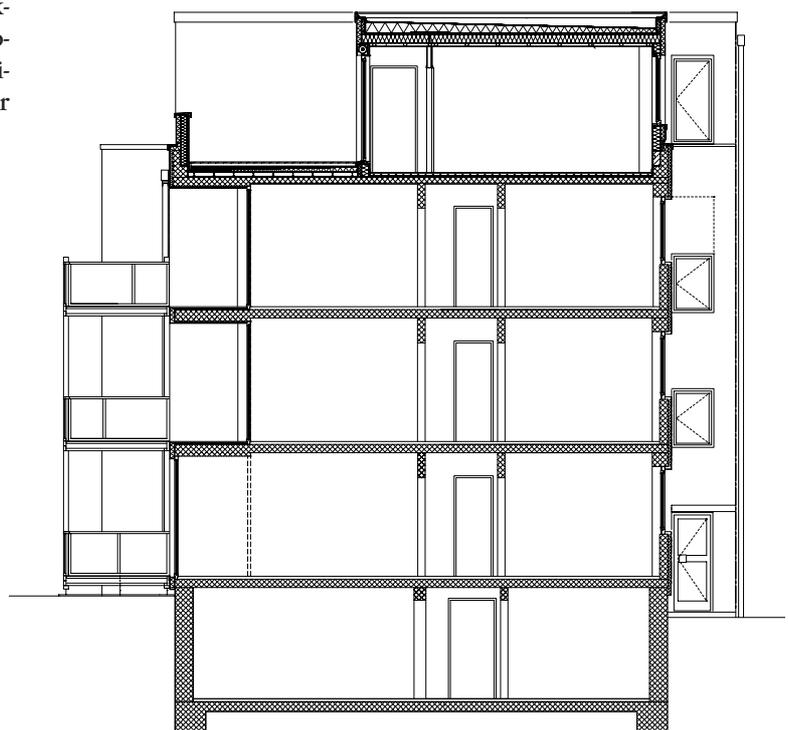
Nach eingehender Untersuchung der Bau- substanz stellte sich heraus, dass die Tragfähigkeit der tragenden Wände für eine Aufstockung in konventioneller Bauweise in Teilbereichen nicht gegeben war. Das daraufhin entwickelte Konzept nutzt die begrenzte Resttragfähigkeit aus und zieht „nichttragende“ Wände des Bestandes zur Lastabtragung mit heran. Gleichzeitig fand ein Prozess zur Optimierung des Eigengewichtes der aufzustockenden Konstruktionen statt. Aufgrund der begrenzten Resttragfähigkeit des Gebäudes und brandschutztechnischer Anforderungen wurden die Maßnahmen konsequent in Stahl-Leichtbauweise ausgeführt. Anwendung fanden die vom Trockenbau her bekannten kaltgeformten dünnwandigen Stahlprofile. Die Blechdicken der eingesetzten C- und U-Profile der tragenden Ständer und Deckenelemente betragen hierbei nur 1,5 bis 2,0 mm.

Das Tragwerk aus kaltgeformten Weitspannträgern im Dachbereich verbunden mit den tragenden Außenwänden in Stahl-Leichtbauweise ermöglichte eine flexible Grundrissgestaltung. Sowohl loftartige Penthousewohnungen als auch Einheiten mit vollständig freier Aufteilung in sich abgeschlossener Räume konnten so realisiert werden.

Die Flexibilität der Grundrissgestaltung stellte sich im Nachhinein als Wettbewerbsvorteil für die Vermarktung der hochwertigen Penthousewohnungen heraus. Ein breites Spektrum potentieller Eigentümer konnte angesprochen werden und die Käufer konnten ihre individuellen Wünsche bei der Gestaltung ihrer Wohnung einbringen.



Visualisierung der Planung



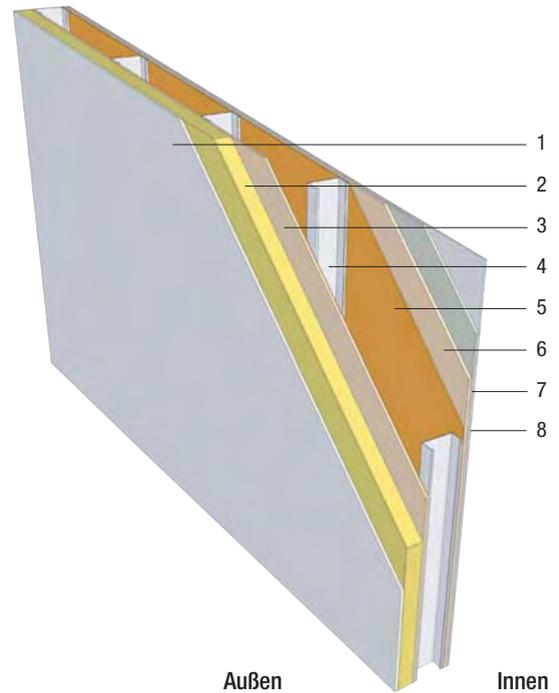
Schnitt durch das Bestandsgebäude mit aufgestocktem Dachgeschoss im Bereich der Dachterrasse

Bauteilaufbauten

Das Ständerwerk der Stahl-Leichtprofile erhielt eine Mineralfaserdämmung in Ständerebene sowie eine beidseitige Beplankung. Diese besteht teilweise aus Holzwerkstoffplatten sowie in weiten Teilen aus Hartgips-Gipskartonplatten und Gipsfaserplatten. Die Wahl der Plattenwerkstoffe erfolgte je nach statischer oder bauphysikalischer Funktion der Wandelemente. So wurden für Wand- und Deckenflächen einseitig, in Teilbereichen auch zweiseitig Holzwerkstoffplatten eingesetzt. Die raumseitige Bekleidung erfolgte mit Gipsfaserplatten und Hartgipsplatten. Diese hochwertigen Plattenwerkstoffe ermöglichten die Montage auf der Metallunterkonstruktion mittels Nageln. Zudem weisen sie gegenüber konventionellen Gipsplattenwerkstoffen einen höheren Schallschutz sowie eine wesentlich höhere Oberflächen- und Stoßfestigkeit auf.

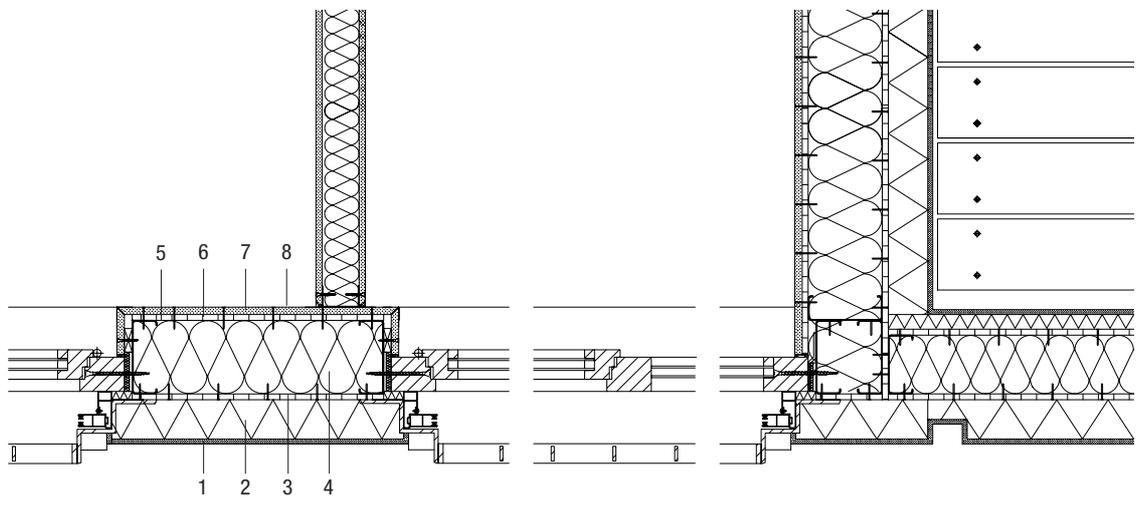
Aufgrund des erhöhten Dampfdruckwiderstandes der außenseitig angeordneten OSB-Bekleidung sowie des darauf aufgetragenen Wärmedämmverbundsystems wurde innenseitig eine Dampfbremse in Form einer PE-Folie vorgesehen. Sie ist durch die raumseitigen Beplankungslagen vor mechanischen Beschädigungen geschützt.

In Bereichen, die einen hohen Installationsgrad erfordern, wurde zwischen den beiden inneren Beplankungslagen eine Installationsebene angeordnet. Elektrodosen und Kabeldurchführungen müssen nicht eingedichtet werden, da es zu keinen Durchdringungen der Dampfbremse kommt.



Aufbau eines tragenden Außenwandelements und Detailausbildung der Außenwand (Horizontalschnitt)

- 1 Außenputz Kalkzementputz
- 2 Polystyrolhartschaum WLG 040, 80 mm
- 3 OSB-Platte, 12 mm
- 4 Metallständer S 235 150/50/10, d = 1,5 mm, mit Mineralfaserdämmung WLG 040
- 5 Dampfbremse
- 6 OSB-Platte, 12 mm
- 7 Gipskartonbekleidung
- 8 Spachtelung



Vorfertigung der Bauteile

Da die Nachverdichtungsmaßnahmen im bewohnten Bestand durchgeführt werden mussten, entschied man sich aufgrund kürzerer Montagezeiten auf der Baustelle für die Vorfertigung der Stahl-Leichtbauelemente. Die Wand- und Deckentafeln wurden im Werk hergestellt und je nach Installationsgrad einseitig oder beidseitig beplankt. Zur wirtschaftlichen Fügung der Plattenwerkstoffe auf dem Metallständer- rahmenwerk dienen ballistische Nägel, die eine analoge Verarbeitung zum Holzbau ermöglichen.

Die Vorfertigung durch das ausführende Unternehmen erfolgte auf sehr rationelle Weise mit hoher Verarbeitungsqualität und Maßhaltigkeit der Elemente. Die Wand- und Deckenelemente wurden, vor Witterungseinflüssen geschützt, in der Montagehalle auf Fertigungs- tischen hergestellt. Vollautomatisierte Nagelbrücken übernehmen die Befestigung der Werk-

stoffplatten auf der Metallunterkonstruktion. Die beidseitig beplankten Elemente wurden passgenau mit Mineralfaserdämmung und einer Dampfbremse versehen.

Der statische Nachweis der Konstruktion erfordert seitens des Tragwerksplaners eine sehr frühzeitige Abstimmung der statisch relevanten Details und eine genaue Kenntnis der Fügetechnik. Nur dann lassen sich die wirtschaftlichen Potentiale dieser Bauweise vollständig ausnutzen. Die Wand- und Deckenelemente wirken als Verbundkonstruktion mit einem durch die Verbindungsmittel typischen nachgiebigen Verbund. Die dünnwandigen, kaltgeformten Stahlprofile werden durch die Plattenwerkstoffe im Bereich ihrer Flansche ausgesteift, so dass die Nachweise des Beulens und Knickens der dünnwandigen Profile als Verbundkonstruktion betrachtet werden können; dies ermöglicht die hohe Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion.



Links: Fügung von Rähm und Ständern auf dem Fertigungstisch
Rechts: Fixierung der Ständer und Ausdämmen der Wandelemente mit Mineralwolle



Links: Befestigung der aussteifenden Beplankung mit ballistischen Nägeln
Rechts: Für den Transport bereitstehendes vorgefertigtes Wandelement



Bauausführung

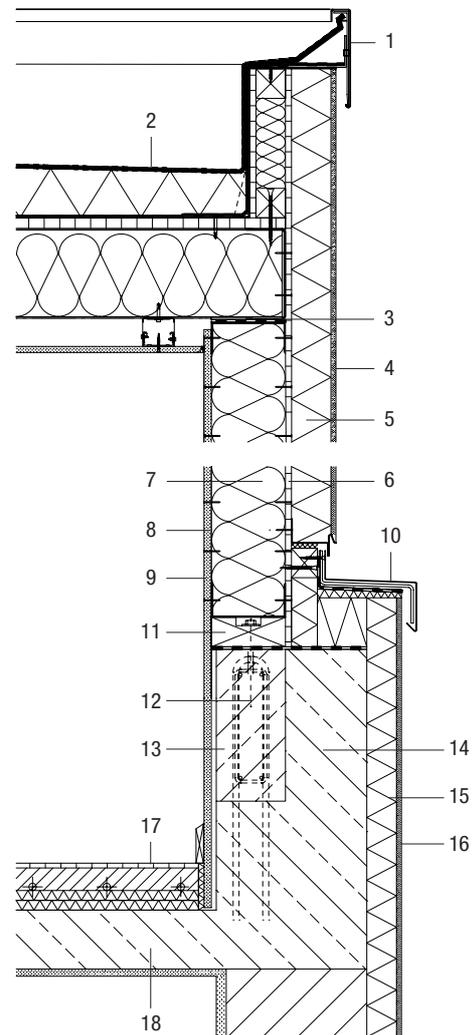
Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wurde entschieden, die vorhandene Attika des Gebäudes nicht zurückzubauen. Vor allem mussten die Lärm- und Schmutzbelastung für die Bewohner des Gebäudebestandes minimiert werden. Die geringe Tragfähigkeit der Attika war aufgrund des geringen Eigengewichtes der Stahl-Leichtkonstruktion ausreichend und konnte als Auflager für die Außenwände herangezogen werden.

Die Montage des Rohbaus auf einer Gebäudezeile mit jeweils vier Wohneinheiten und ca. 450 m² Wohnfläche erfolgte innerhalb einer Woche. Die vollständigen Wand- und Deckenelemente einer Aufstockungseinheit wurden mit einem einzigen Sattelschlepper zur Baustelle transportiert und dort mit Hilfe eines Autokrans montiert. Nach der Montage der Dachelemente wurde noch am gleichen Tag eine temporäre Bitumenschweißbahn aufgebracht, um den Witterungsschutz zu gewährleisten.

Mit Hilfe eines Autokrans werden die Deckenelemente auf Wand und Mittelpfette positioniert

Vertikalschnitt, Fügung von Wandelement und Bestandsattika

- 1 Dachrandabschluss Metallprofil
- 2 Dachaufbau:
Folie UV-beständig
Kunststoffvlieskaschierung
Gefälledämmung, 80–300 mm
Bitumenabdichtung
OSB-Platte, 22 mm
Nebenträgerlage S 235, 2 x U 180/70/2 mm
Mineralfaserdämmung WLG 040, 180 mm
Dampfsperre, SD > 100 m
Metall-Unterkonstruktion CD 60/27 mm mit Direktabhängern, 40 mm
Gipskartonplatte, 12,5 mm
- 3 Luftdichte und dampfdichte Verklebung der Folienstöße
- 4 Kalkzementputz
- 5 Polystyrolhartschaum WLG 040, 80 mm
- 6 OSB-Platte, 12 mm
- 7 Metallständer S 235 150/50/10, d = 1,5 mm, mit Mineralfaserdämmung WLG 040
- 8 Dampfbremse
- 9 Gipsfaserplatte, gespachtelt
- 10 Abschluss Metallprofil
- 11 Holzbohle 6/15 cm zur Montage der vorgefertigten Stahl-Leichtbauelemente
- 12 Verdübelung auf aufbetonierter Attika
- 13 Aufbetonierter Attikateil C 20/25
Bewehrung: Bügel verdübelt in unterem Attikabereich
Stabstahl und Bügel als konstruktive Längsbewehrung
- 14 Bestehende Attika aus Stahlbeton
- 15 Polystyrolhartschaum Bestand, 60 mm
- 16 Kalkzementputz Bestand, 10 mm
- 17 Fußbodenaufbau:
Parkett
Anhydritestrich mit Fußbodenheizung, 45 mm
Trittschalldämmung, 2 x 20 mm
- 18 Bestehende Stahlbetondecke, 120 mm



Aufstockung einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Stahl-Leichtbauweise

Nachdem alle Wand- und Deckenelemente zusammengefügt waren, ergänzte man die großflächigen Verglasungen und brachte außenseitig ein additives Wärmedämmverbundsystem auf. Die Dach- und Terrassenflächen wurden mit einer Gefälledämmung versehen. Im Gegensatz zu traditionellen Bauweisen entstand keine den Bauablauf verzögernde Baufeuchte; der Innenausbau verlief parallel zu den Wärmedämmarbeiten unmittelbar nach Abschluss der Montage der raumschließenden Elemente.

Durch die integrative Dämmung der Außenwände und Dachelemente (Dämmung in der Ebene der Tragkonstruktion) sowie die zusätzliche Außendämmung konnten U-Werte im Bereich von 0,15 bis 0,20 W/m² K realisiert werden. Dieser hohe energetische Standard, der weit über den Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung liegt, ergibt sich zwangsläufig bei Stahl-Leichtbauweisen. Die zwei Dämmebenen in und vor der Tragkonstruktion eliminieren Wärmebrückeneinflüsse nahezu vollständig.

Neben dem sehr guten Wärmeschutz zeichnet sich diese Bauweise durch einen erhöhten Schallschutz aus. Stahl-Leichtbaukonstruktionen verhalten sich wie zweischalige Bauteile und sind Massivkonstruktionen in ihrem bauakustischen Leistungsvermögen und ihrer Schalldämmung überlegen.



Montage der Wand- und Dachelemente als Halbfertigteile vor Schließen der Konstruktion mit innenliegender Beplankung im Zuge des Ausbaus



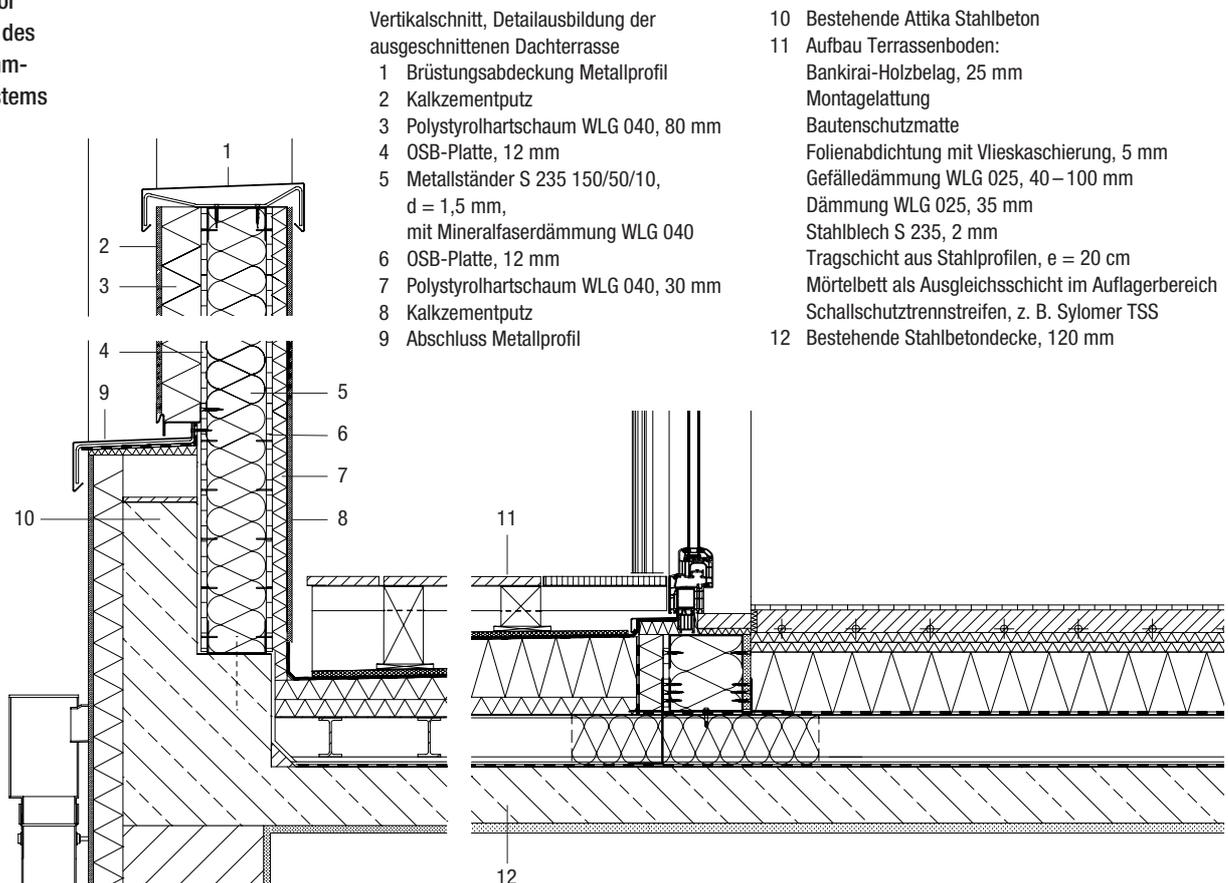
Für die neuen, großflächigen Dachterrassen mussten erhöhte Verkehrslasten nachgewiesen werden, die die vorhandene Dachfläche des Gebäudebestandes nicht aufnehmen konnte. Um die Lasten großflächig zu verteilen und auf die tragenden Außenwände abzuleiten, entschied man sich für einen flächigen Trägerrost aus Stahl-Leichtbauprofilen.

Fertigstellung

Eine begleitende Betreuung der Mieter ermöglichte Rückschlüsse auf die Akzeptanz der Bauweise sowie der vorhandenen Störungen und Belästigungen während der Bauphase. Auf breiter Basis wurde diese neue und anfangs kritisch beurteilte Bauweise angenommen und sogar geschätzt. Die Altmietler beschrieben das Störungspotential aufgrund des schnellen Montagefortschritts als sehr gering.

Der gute und wirtschaftliche Abverkauf der Wohneinheiten, insbesondere auch im Vergleich zu den zeitgleich in konventioneller Bauart errichteten Wohnungen der Neubauten, ist ein weiterer Indikator für die Akzeptanz dieser hochwertigen Bauweise.

Fertig montierte Stahl-Leichtbauelemente vor Aufbringen des Wärmedämmverbundsystems





Hof- und Straßenansicht der fertiggestellten Wohnanlage mit aufgestockten Bestandsgebäuden und eingestellten Neubauten

Baudaten

Projektbeteiligte:

Bauherr:
INDUSTRIA Bau- und Vermietungsgesellschaft mbH, Frankfurt am Main

Generalplanung, Tragwerksplanung:
TICHELMANN | SIMON | BARILLAS
TSB Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt

Gesamtbauausführung:
Gebr. Bomhardt Bauunternehmen GmbH & Co KG, Bischhausen

Bauausführung Stahl-Leichtbau:
O. Lux GmbH & Co, Georgensgmünd

Gebäudedaten:

Bauzeit: 06/2006 - 10/2007
Wohnflächen: Bestand: 5.226 m²,
Aufstockung: 1.348 m², Neubau: 313 m²
Gewerbeflächen: 160 m²
Herstellungskosten ohne Baunebenkosten:
Aufstockung (netto): €1.187,- pro m² Wfl.
Neubau (netto): €1.405,- pro m² Wfl.
Grundflächenzahl: alt: 0.22/neu: 0.26
Geschossflächenzahl: alt: 0.65/neu: 0.70





Stahl-Zentrum

Stahl-Informationen-Zentrum

Postfach 10 48 42

40039 Düsseldorf

E-Mail: siz@stahl-info.de

Internet: www.stahl-info.de