

Verbundbau Leifaden

Kapitel 11 – Tipps für die Praxis



Verbundkonstruktionen im Hochbau

Kapitel 11 – Tipps für die Praxis

August 2021

Inhalt

11. Tipps für die Praxis	3
11.1 Allgemeines.....	3
11.2 Verbunddecken mit Profilblechen.....	4
11.3 Fertigplatten	5
11.3 Teilweise vorgefertige Deckenplatten	8
11.4 Kammerbeton der Verbundträger	8
11.5 Beschichtung	9

11. Tipps für die Praxis

In diesem Kapitel werden Erfahrungen aus der Praxis für die Praxis stichwortartig aufgelistet. Vorschläge zur Ergänzung der Liste bitten wir an den Deutschen Stahlbau-Verband DTSV, Stichwort „Ringordner Verbundkonstruktionen“, zu senden.

11.1 Allgemeines

- Unterschiedliche zulässige Maßtoleranzen im Stahl- und Stahlbetonbau im Milli-meter- und Zentimeterbereich können bei Verbindungen zwischen verschiedenen Bauteilen zu Problemen führen. Das gilt z. B. für Ankerplatten zum nachträglichen Anschluß von Stahl an Betonkonstruktionen. Die bündig in der Schalung eingebundenen Ankerplatten sollten dann groß genug sein, damit der Anschluß auf jeden Fall innerhalb der Plattenfläche erfolgen kann. Sinnvollerweise sollten Futterbleche eingeplant werden.
- Bei der Bemessung von Verbundträgern mit durchlaufenden Betonplatten als Ein-feldträger ist stets zu prüfen, ob unkontrollierte Rißbildung in der durchlaufenden Betondecke vermieden werden kann oder muss. In jedem Fall ist die Mindestbe-wehrung nach Eurocode 4 vorzusehen. Durch eine geschickte Wahl der Betonierfolge können Risse vermieden werden.
- Bild 9.1 stellt ein Beispiel dafür dar, wie die Geschoßdecke eigentlich nicht ohne weitere Überlegungen geplant werden sollte. Die Deckenplatte ist auf den ver-schieden langen Trägern und massiven Wänden unterschiedlich steif gelagert. Au-ßerdem ist die Betonplatte in die Massivbauteile häufig fest eingespannt. Die Biegemomentenverteilung weicht von derjenigen eines durchlaufenden Plattenstreifens auf starren Stützungen, der üblicherweise bei der Berechnung vorausgesetzt wird, mehr oder weniger deutlich ab. Wenn dann die weit gespannten Verbundträger auf Hilfsstützen betoniert werden, können sich infolge der großen Verformungen be-trächtliche Zwängungsmomente an den Einspannstellen ergeben. Natürlich gibt es Möglichkeiten, diesen Zusatzbeanspruchungen Rechnung zu tragen, indem die nachgiebige Stützung auf den weitgespannten Trägern, die Einspannung der Be-tonplatte in die Massivbauteile und der Bauablauf rechnerisch und konstruktiv be-rücksichtigt werden.

11.2 Verbunddecken mit Profilblechen

- Dauerelastische Fugen (z. B, Profillfüller, Silikonabdichtung, PU-Schaum bei erdfeuchtem Mörtel oder Beton) an den Blechauflagern verhindern eine Verunreinigung der Verbundträger durch herausfließende Betonschlämme,
- Eine zu gute Abdichtung verhindert allerdings das Abfließen von Regenwasser; was im Winter die Bildung einer Eisschicht fördern und das Begehen der Profilbleche erschweren kann,
- Gerade angezogene Schlämme können mit dem Dampfstrahler abgespritzt werden,
- Die Profilbleche müssen am Rand aufgelagert und abgestellt oder gegebenenfalls beim Betonieren eingefasst werden. Randschalung aus Holz oder mit ausreichend steifen Kantblechen mit mindestens $t = 2 \text{ mm}$.
- Eine stützenfreie Alternative zu Hilfsjochen unter den Profilblechen stellen Rüstträger (Bild 9.2) dar, die auf den Stahlträgern aufgelagert werden. Oft ist jedoch ein engerer Deckenträgerabstand kostengünstiger,
- Bei sichtbaren Deckenunterseiten sollte auf eine gleichmäßige Sickenbreite geachtet werden. Beispielsweise können vor dem Schießen der Setzbolzen Keile angebracht werden.
- Die maximale Deckenstützweite wird durch die Wahl des Profilbleches, durch die Betonier- und Montagelasten und durch das statische System beim Betonieren bestimmt. Angaben hierzu finden sich in den Zulassungen und Firmenprospekten.
- Bei allen Hilfsunterstützungen von Profilblechen für später sichtbare Deckenunterseiten ist auf eine ausreichend große Auflagerbreite ($\geq 16 \text{ cm}$) zu achten, da sonst im Endzustand an den Blechunterseiten die Abdrücke der Unterstützungen sichtbar sein können. Alternativ können Elastomere oder Schaumgummi zur Vermeidung von Jochlinien verwendet werden. Bei größeren Geschoßhöhen sollten Joche wegen der erhöhten Kosten vermieden werden. Eine Unterstützung der Verbundträger kann häufig durch die Wahl einer größeren Überhöhung vermieden werden.
- Eine Vergrößerung der maximalen Plattenstützweite kann durch zweilagiges Betonieren erreicht werden. Hierzu wird im ersten Schritt eine Verbunddecke mit reduzierter Bauhöhe hergestellt. Die reduzierte Deckendicke wird dabei so gewählt, dass die Aufbetondicke mindestens etwa 40 mm beträgt. Für das Aufbringen des restlichen Deckenbetons steht dann bereits eine „dünne“ Verbunddecke mit deutlich größerer Tragfähigkeit als das „nackte“ Blech zur Verfügung. Bei der Festlegung der Stützweite von Einfeldblechen ist jedoch darauf zu achten, dass beim Betonieren kein zu großer und optisch störender Durchhang auftritt. Zur Sicherstellung des Verbundes in der Arbeitsfuge ist eine entsprechende Bewehrung (Gitterträger) sowie eine ausreichend raue Oberfläche erforderlich. Nach dem Betonieren der ersten Lage ist ferner auf eine sorgfältige Nachbehandlung des Betons zu achten.
- Die maximalen Blechlängen sind insofern zu beschränken, als noch eine Verlegung von Hand möglich sein sollte ($g = 15 \text{ kg/m}^2$).
- Bei der Anordnung der Kopfbolzen für den Trägerverbund ist der Abstand der Querrippen zu beachten (Begrenzung der maximalen Dübelanzahl).

11.3 Fertigplatten

Verbundträger mit großflächigen Fertigteilplatten stehen für einen hohen Vorfertigungsgrad und damit für eine kurze und im Wesentlichen witterungsunabhängige Montage auf der Baustelle.

Eine Fertigung im Werk weist in der Regel geringe Fertigungstoleranzen auf und es bietet auch den Einsatz höherwertiger Betongütern, da in der Regel in Fertigteilwerken die Voraussetzungen für die Überwachungsklasse 2 (DIN 1045-3) gegeben sind.

Bei der Montage von großflächigen Fertigteilplatten müssen die Deckenfelder für schweren Kraneinsatz zugänglich sein.

Die Stahlträgerabstände von Flachdeckenkonstruktionen werden hier durch die mögliche Transportbreite (maximal 3,0m als Sondertransport und 2,5m ohne Einschränkungen) bestimmt. Die Platten werden in der Regel liegend transportiert und im Idealfall mit geeigneten Traversen durch den Kran direkt vom LKW auf die Stahlträger montiert. Für diese Bauweise kommen i. d. Regel Platten mit einer Stärke von 10cm bis ca. 15cm zum Einsatz.

Falls größere Träger-Abstände erforderlich werden, können ebenfalls Fertigteile zum Einsatz kommen. In diesem Fall würden entweder dickere Vollplatten oder um Gewicht zu sparen Rippendecken angeordnet. Falls dadurch die Deckenelemente für den Transport zu groß sind, können diese in einzelne Deckenelemente aufgeteilt und nebeneinander auf die Stahlträger aufgelegt werden. Hierbei entstehen neben der Fuge über der Trägerachse auch Plattenfugen senkrecht zur Trägerachse. Eine mögliche Fugenausbildung hierzu wird in DIN EN 1992-1-1 Abschnitt 10.9.3 beschrieben.

Auf der Baustelle wird zuerst die Stahlkonstruktion erstellt und dann die Fertigteilplatten aufgelegt. In diesem Zustand müssen die Stahlträger allein ohne Verbund die Eigenlasten der Platte übernehmen und dafür auch nachgewiesen werden. Erst nach erfolgtem ausgehärtetem Verguss ergibt sich die Traglaststeigerung zu einem Verbundträger. In der Regel werden die Verbundträger als Einfeldträger ausgebildet. Dies führt für die Bauteile des Verbundträgers zu idealen Kraftzuweisungen. Der Betongurt erhält den Druckanteil und dem Stahlträger wird der Zuganteil zugewiesen. Diese Kräfteaufteilung hat auch für die Stabilitätsnachweise der Stahlträgers Vorteile (keine Biegedrillknickgefahr im Endzustand). Bei Mehrfeldträgern entstehen über den Auflagern infolge des negativen Biegemomentes im Betongurt Zugkräfte, die über die Fugen von Fertigteilplatten nicht mit vertretbarem Aufwand übertragbar sind, was die Ausführung mittels Einfeldträger nahelegt.

Die Belastungsgeschichte muss auch bei einer eventuellen Überhöhung der Träger berücksichtigt werden, da meist die größte Durchbiegung beim Auflegen der Betonplatten auf den Stahlträger entsteht. Fall der Träger im Bauzustand unterstützt wird, wird dieser Verformungszustand über den Verguss mit den Deckenplatten in den Verbundträger eingepreßt. Für die Verformungsberechnung dieser Bauweise im Endzustand müssen die Auflagerlasten der Unterstüzung als äußere Lasten auf den Verbundträger aufgebracht werden und einschließlich Kriech- und Schwindeinfluss berücksichtigt werden. Für die Bemessung des Verbundträgers im Grenzzustand der Tragfähigkeit brauchen die Auflagerlasten aus Montageunterstützung im Endzustand nicht berücksichtigt werden.

Bei der Überhöhung ist darauf zu achten, dass sich durch einen zu großen Stich nach oben dünne Platten dieser Krümmung anpassen und dadurch Risse auf der Oberseite

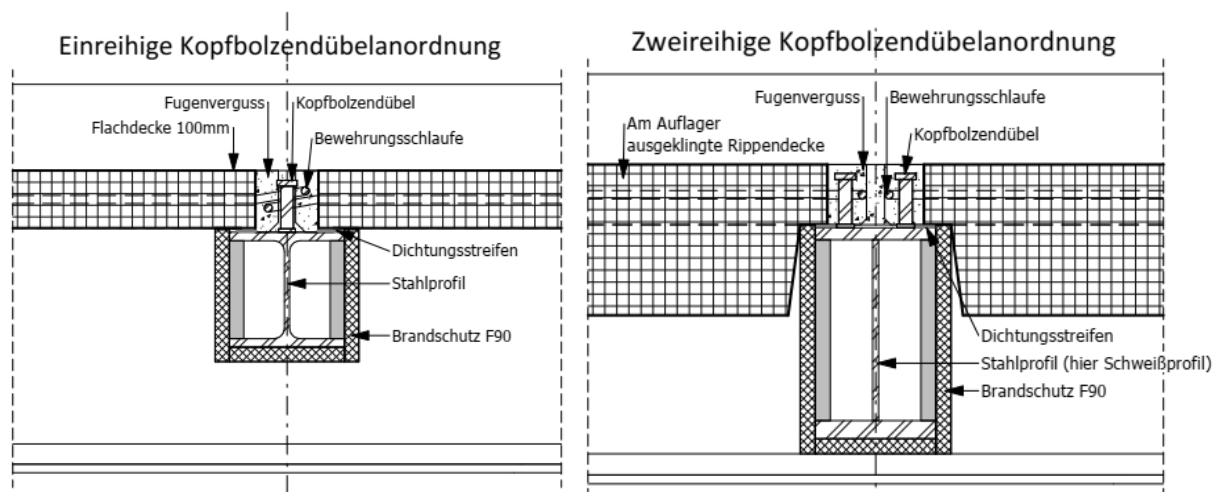
möglich sind. Dickere Platten werden sich dieser Überhöhung nicht anpassen was dann zu Fugenbildung zwischen Plattenunterseite und Trägerflansch führt. In jedem Fall muss zwischen Fertigteilplatte und Stahlträger ein Dichtungstreifen eingelegt werden, um ein Auslaufen des Vergussbetons zu verhindern.

Der Verbund erfolgt über auf die Stahlträger aufgeschweißte Kopfbolzendübel. Um die Dübel werden in die Fertigteilplatten seitliche ausreichend große Ausnehmungen mit Schlaufenbewehrung angeordnet. Dadurch entsteht über der Trägerlängsachse eine Vergussfuge, die nach Ausrichtung der Konstruktion vergossen wird. Da dieses Volumen und vor allem die Oberfläche des Vergusses gegenüber einer flächigen Ortbetonbauweise sehr klein ist, wird auch deutlich weniger Feuchtigkeit in die Gebäudestruktur während der Bauphase eingeleitet.

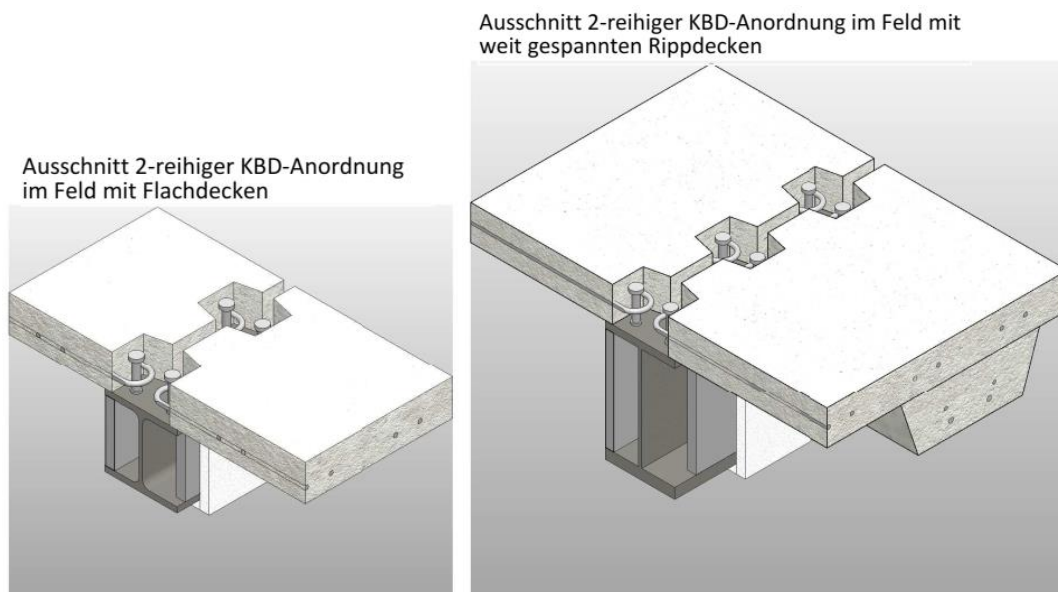
Die erforderliche Bewehrung für die Längsschubtragfähigkeit (DIN EN 1994-1-1 Abschn. 6.6.6.2 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1 Abschn. 6.2.4) wird über Schlaufenbewehrungen sichergestellt, die um die Kopfbolzendübel herumgreifen und in den Fertigteilplatten verankert sind.

Gebräuchliche Anordnung der Kopfbolzendübel sind entweder eine einreihige Dübelreihe über dem Trägersteg oder zweireihige Dübelreihen, die auf den Flanschen der Stahlträger angeordnet sind. Hierbei ist das Verhältnis vom Durchmesser des Dübels zur Flanschdicke in DIN EN 1994-1-1 Abschnitt 6.6.5.7 auf den Wert von 2,5 begrenzt.

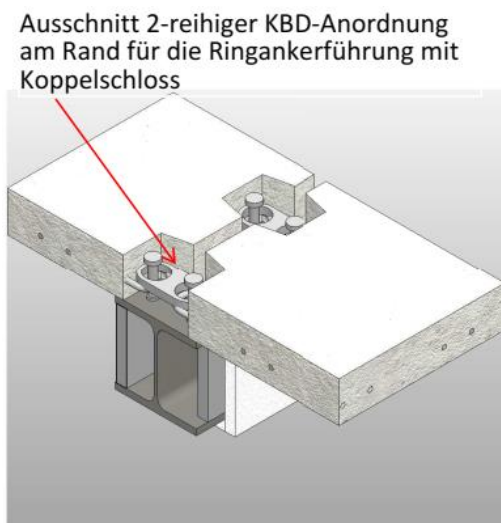
Bei der einreihigen Anordnung müssen die Schlaufen der linken und rechten Platten um einen Kopfbolzendübel greifen, was die Montagereihenfolge bestimmt. Außerdem werden die Schlaufen in den Platten (i. d. R. bestimmt durch die Stahlschalung) beidseitig in gleicher Höhe angeordnet. Dies führt bei einreihiger Kopfbolzendübelanordnung zu einem zusätzlichen Montageaufwand da die Schlaufen jeweils um die halbe Schlaufendicke umgebogen werden müssen. Diese Ausbildung entspricht einer über den Stahlträger durchlaufenden Querbewehrung.



Bei zweireihiger Kopfbolzendübelanordnung ergeben sich keine Vorgaben für die Montagereihenfolge und auch der zusätzliche Montageaufwand für das Umbiegen der Schlaufen entfällt. Diese Ausbildung erzeugt keine über den Stahlträger durchlaufende Bewehrung. Die Verbundtragwirkung kann man sich über das Prinzip zweier einseitiger Plattenbalken bzw. Randverbundträger vorstellen, die sich hier einen Träger teilen. D.h. die Druckstreben innerhalb jeder einzelnen Plattenseite wirkt von einem der jeweiligen Platte zugehörigen Kopfbolzendübel in Richtung Platteninnenseite unter dem Winkel α (siehe dazu DIN EN 1992-1-1 Bild 6.7) und schließt sich über die nächste Schlaufenbewehrung in Trägerlängsrichtung gesehen zum nächsten Kopfbolzendübel in dieser Plattenseite kurz.



Hierbei müssen aber für eine Ringankerausbildung über den Randdübeln zusätzliche Einbauteile angeordnet werden (Koppelschlösser), die die beiden Schlaufen verbindet und damit eine durchgehende Ringankerführung gewährleistet. Die Kräfte aus dem Ringanker müssen hierbei mit denen der Verbundwirkung überlagert werden, d.h. bei für die Verbundwirkung voll ausgenutzten Schlaufenbewehrungen müssen zusätzliche Kopfbolzendübel mit den jeweiligen Schlaufen und Koppelschlössern angeordnet werden.



11.3 Teilweise vorgefertigte Deckenplatten

- Bei teilweise vorgefertigten Deckenplatten ist zu beachten, dass diese Querfugen aufweisen, über die keine Normalkräfte übertragen werden können.
- Diese Halbfertigteile haben zum Teil noch keine Zulassung für dynamische Beanspruchung. Der Nachweis kann aber mit zusätzlicher Schubbewehrung erbracht werden.

11.4 Kammerbeton der Verbundträger

- Die Träger werden liegend, und zwar auf nivellierter Unterlage, eine Seite nach der anderen, ausbetoniert. Werden die Kammern auf der Baustelle ausbetoniert, so ist in jedem Fall für ausreichend steife und horizontal ausgerichtete Unterlagen zu sorgen, damit in die Träger keine Deformationen „einbetoniert“ werden. Dies ist insbesondere bei größeren Stahlprofilen von Bedeutung.
- Durch Einlegen von Dreiecksleisten am Unterflansch entstehen Ausnehmungen, welche zur leichten Befestigung von Installationen, Fördereinrichtungen, Maschinen und Geräten genutzt werden können.
- Kleine Träger werden mit einer speziellen Wendevorrichtung gedreht.
- Die Kammerbewehrung ist erst ab Profilen \geq etwa IPE 400 bzw. HE 240 A/B/M sinnvoll einzubringen, weshalb kleinere Profile vermieden werden sollten.
- Bei größeren Unterzügen mit Bauhöhen von mehr als einem Meter bewirkt der Kammerbeton eine beträchtliche Erhöhung der Torsionssteifigkeit des Trägers. Dies kann beim Wenden der Träger bzw. beim Heben während der Montage in Verbindung mit der noch sehr geringen Zugfestigkeit des Betons zur Rissbildung führen, wenn die Träger durch nicht sachgerechtes Anheben verdrillt werden. In der Praxis hat es sich bewährt, bei solchen Trägern zusätzliche Vertikalsteifen anzuordnen, die zu einer Unterteilung des Kammerbetons und Versteifung des Stahlträgers führen.
- Bei der Festlegung von Überhöhungen sollte die Steifigkeit des Kammerbetons mit $(EI_{\text{Stahlträger}} + EI_{\text{Stahlträger}} + EI_{\text{Kammerbeton}}) / 2$ berücksichtigt werden.
- Um ein Ablösen des Betons beim Wenden hoher Träger (≥ 1000 mm) zu verhindern, hat es sich bewährt, im Abstand von etwa 1 m Dübel an den Innenseiten der Trägerflansche zu befestigen.
- Der zeitliche Verlauf der Überhöhungen bzw. Durchbiegungen in den einzelnen Bauphasen sollte mit den Ausbaugewerken abgestimmt werden.
- Wird die Brandschutzbewehrung auch in kaltem Zustand mitgerechnet, ist der Kraltfluß von der Bewehrung über den Kammerbeton und die Stegdübel in den Trägersteg im einzelnen nachzuweisen. Zweckmäßigerweise geschieht dies mit einem Fachwerkmodell.
- Der rechnerische Ansatz der Kammerbewehrung im Kaltzustand ist nur sinnvoll, wenn der Kaltzustand für die Bemessung maßgebend wird. Bei der häufig gestellten Forderung der Brandschutzklasse F90 ist meist der Warmzustand maßgebend.

11.5 Beschichtung

- Dünne Beschichtungen auf den Dübeln beeinflussen deren Tragfähigkeit nicht. Da-her sollten die Kammern von Trägern und Stützen sowie die Obergurte von Trägern mit einer ersten Grundbeschichtung in der Werkstatt versehen werden, um unerwünschte Rostfahnen bei längerer Lagerung auf der Baustelle zu vermeiden.
- Beschichtungen sollten eine Stärke von mindestens 50 µm aufweisen, besser wären 80 µm. Kritisch sind hier vor allem die Kanten der I-Träger (Kantenschutz). Die Schichtstärke ist abhängig von der Standzeit (40 µm <--> 3 Monate).
- Bei kammerbetonierten Trägern ist ein verseifungsfreier Anstrichstoff zu verwenden.

Copyright-Klausel mit Haftungsausschluss

© Copyright - Klausel

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Autoren, der Verlag und der Hersteller können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung übernehmen. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind daher ausgeschlossen. Für alle Hinweise und Verbesserungsvorschläge sind Herausgeber und Verlag stets dankbar. Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung von elektronischen Medien.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Nachspeicherung und Auswertung von Datenverarbeitungsunterlagen, bleiben auch bei Verwendung von Teilen des Werkes, der Verlag vorbehalten. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind ausgeschlossen. Bei gewerblichen Zwecken dienender Vervielfältigung ist an den Verlag gemäß § 54 UrhG eine Vergütung zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

Herausgeber:

bauforumstahl e. V., Düsseldorf

Vertrieb:

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf