



Stegverbundplatten - innovative Fertigteile für Hochbaudecken

Im Industrie-, Gewerbe- und Wohnungsbau werden heutzutage Geschosßdecken auf Grund der einschlägigen Vorteile fast ausschließlich aus Stahlbeton hergestellt. Bei der Herstellung dieser Deckensysteme spielen vorgefertigte Elemente, insbesondere die Gitterträger-Elementplatten mit Ortbetongergänzung, eine immer größer werdende Rolle. Die noch nicht auf dem Markt befindlichen Stegverbundplatten (SVP) können als eine besser tragfähige Weiterentwicklung der Gitterträger-Elementplatten betrachtet werden, wobei die Gitterträger durch Betonstege ersetzt werden. Dadurch können in der Regel die endgültigen Stützweiten der Platten auch im Bauzustand ohne Zwischenunterstützungen überbrückt werden.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung bewilligte im Rahmen des BMBF-Programms zur Förderung der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen (aFuE) im Rahmen der Förderrunde 2001 (Fkz 170 99 01) das Forschungsvorhaben „Stegverbundplatten“. So konnten Untersuchungen sowie Versuche mit Probeplatten über Tragfähigkeit, Herstellmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit der Stegverbundplatten durchgeführt und mit rundweg positiven Ergebnissen im Februar 2003 mit einem Forschungsbericht [1] abgeschlossen werden.

1. Einleitung

Die Innovation der Stegverbundplatten besteht einerseits darin, dass Betonstege auf den Elementplatten die Tragfähigkeit im Bauzustand erhöhen, so dass größere Spannweiten ohne Zwischenunterstützungen überbrückt werden können. Andererseits wirken die Fertigteile und die Ortbetongergänzung im Endzustand wie eine monolithische Platten- und Scheibenkonstruktion, da der Verbund zwischen Fertigteilen und Ortbeton durch eine entsprechende Ausbildung der Stegseitenflächen sichergestellt wird (siehe Bild 1).

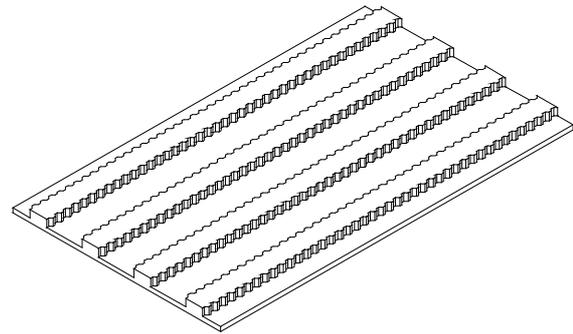


Bild 1:
Stegverbundplatte in isometrischer Ansicht

Auf Grund dieser Konstruktion vereinen die SVP gegenüber den bisher bekannten Fertigteil-Deckensystemen alle Vorteile, ohne deren jeweilige Nachteile aufzuweisen:

- Sie sind für alle Stützweiten geeignet, die bislang durch Elementplatten, Elementplatten mit Montaquick-Trägern, Spannbeton-Hohldielen, Π - und Troglplatten abgedeckt werden.
- Die schnelle und leichte Montage der Stegverbundplatten ist durch den Wegfall von Hilfsunterstützungen sichergestellt; dies führt zu Einsparungen bei den Lohnkosten und zu Verkürzungen der Bauzeiten.
- Die Ortbetongergänzung kann im Regelfall schneller und einfacher eingebaut werden.
- Die vollflächige Sichtbetonunterseite erspart den Deckenputz.
- Es steht sofort eine begehbare und belastbare Konstruktion zur Verfügung.
- Eine zweiachsige Tragwirkung wie bei Ortbetonplatten ist möglich; dies kann einer wirtschaftlich optimierten Bewehrungsführung dienen.
- Stegverbundplatten weisen im Endzustand Durchlaufwirkung auf. Dies führt zu wirtschaftlicheren Abmessungen, größeren Stützweiten und kleineren Durchbiegungen als bei einfeldrigen Systemen.
- Der Einbau von leichtem Füllmaterial bzw. Hohlkörpern zur Gewichtsersparnis ist leicht möglich.
- Die Scheibenwirkung ist wie bei Ortbetonplatten ohne zusätzliche Maßnahmen gewährleistet.
- Die Ortbetonoberfläche ist fugenfrei.
- Der Einsatz vorgespannter Stegverbundplatten bietet die Möglichkeit, den Anwendungsbereich von Massivplatten wirtschaftlich auf größere Spannweiten auszuweiten und erlaubt auch auf Grund geringerer Durchbiegungen schlankere Decken.

2. Systeme und Tragverhalten

2.1 Allgemeines

Die Herstellung der einzelnen Stegverbundplatten wird aus Transportgründen auf eine maximale Breite von 2,40 oder 2,50 m (ggf. bis zu 3,0 m) begrenzt. Die Anzahl sowie die Breite der Stege kann beliebig gewählt werden. Als Standardausführung sind vier Stege pro Einzelplatte vorgesehen, so dass sich je nach Plattenbreite ein Stegabstand von 60 cm bzw. 62,5 cm ergibt. Die Standard-Stegbreiten wurden in den durchgeführten Untersuchungen zu 15 cm, 20 cm und 25 cm gewählt.

Bei **einachsig gespannten Platten**, die nur über **ein Feld** verlaufen, entspricht die Steghöhe inklusive Fertigteilplattendicke stets der erforderlichen Gesamtdeckenstärke. Dies wäre auch der Fall, wenn die Platten über mehrere Felder ohne Durchlaufwirkung verlegt werden, was allerdings baupraktisch wenig Sinn machen würde.

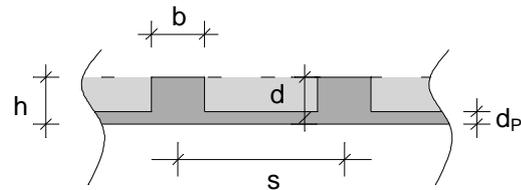


Bild 2:
Querschnitt SVP mit voller Steghöhe

Bei **einachsig gespannten Platten**, die über **mehrere Felder** mit Durchlaufwirkung verlaufen, können ebenfalls SVP mit durchgehend voller Steghöhe eingebaut werden. Die erforderliche Stützbewehrung wird in diesem Fall zwischen den Stegen verlegt. Zur Lagesicherung können beispielsweise kleine Abschnitte von Gitterträgern im Fertigteilwerk oder auch auf der Baustelle in die Platte eingelegt werden. Der Vorteil dieser Bewehrungsführung liegt darin, dass im Bauzustand die durchgehend volle Steghöhe ausgenutzt werden kann. Im Auflagerbereich werden die Stege für die Biegung rechnerisch als Aussparungen betrachtet. Sie sind jedoch voll wirksam bei der Abtragung der Querkräfte. Die durchgeführten Versuche haben die uneingeschränkte Funktion dieser Konstruktion bestätigt.

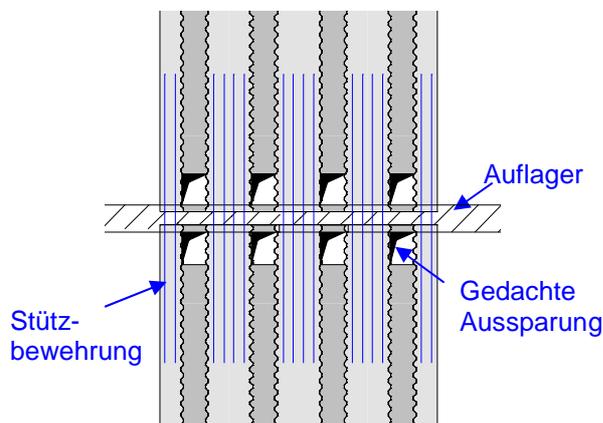


Bild 3:
Gedankenmodell für Stützbereiche



Bild 4:
Bewehrungsführung bei Durchlaufwirkung

Stegverbundplatten können aber auch im Bereich der Stützbewehrung um 4 cm niedriger als die Gesamtdeckenstärke ausgeführt werden. Dies ermöglicht das Einlegen der Biegebewehrung (einschließlich Querbewehrung) für die Stützmomente in diesem Bereich und sorgt für ausreichende Betondeckung. Das Verringern der Steghöhen am Ende der Platten zum Einbringen der Stützbewehrung stellt jedoch einen erhöhten Aufwand bei der Herstellung der SVP dar und ist deshalb eher nachteilig zu bewerten.

Soll das Endsystem der Platten **mehrfeldrig und zweiachsig gespannt** ausgebildet werden, ist die Steghöhe durchgehend um 4 cm niedriger gegenüber der endgültigen Deckendicke herzustellen. Längs und quer zur Platte verlaufende Stützbewehrungen können somit mit ausreichender Betondeckung verlegt werden. Eine Erhöhung der Stege in Bereichen, in denen man sie auf die volle Gesamtdeckenstärke ausbilden könnte, dürfte aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll sein. Im Einzelfall sollte jedoch überprüft werden, ob die erreichte zweiachsige Tragwirkung tatsächlich Vorteile bringt gegenüber einachsig tragenden Systemen, die im Bauzustand die durchgehend volle Steghöhe aufweisen.

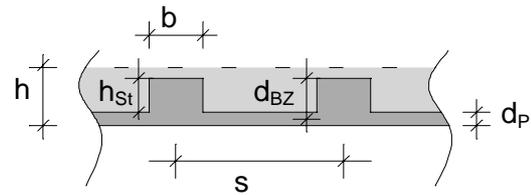


Bild 5:
Querschnitt SVP mit verringerter Steghöhe

Bei der Anwendung für **Flachdecken** sind im Bauzustand im Standardfall lediglich Unterstützungen an den Enden der SVP erforderlich. Lösungen ohne jegliche Hilfsunterstützungen sind gleichfalls möglich.

2.2 Tragfähigkeit für Biegung

Stegverbundplatten tragen im Endzustand wie Massivplatten. Zur Bestimmung der zulässigen Stützweiten werden die Durchbiegungen auf die zulässigen Werte begrenzt. Der Nachweis kann vereinfachend durch die Begrenzung der Biegeschlankheit nach DIN 1045-1 [2] geführt werden.

Die erreichbaren Stützweiten von Stegverbundplatten im Bauzustand ohne Druckbewehrung mit voller und verringerter Steghöhe sind beispielhaft in den beiden nächsten Diagrammen für die Betongüten C 30 und C 50 den zulässigen Stützweiten aus der Schlankheitsbedingung im Endzustand gegenübergestellt. Den Berechnungen liegen die oben genannten standardmäßigen Stegbreiten und -achsabstände zu Grunde.

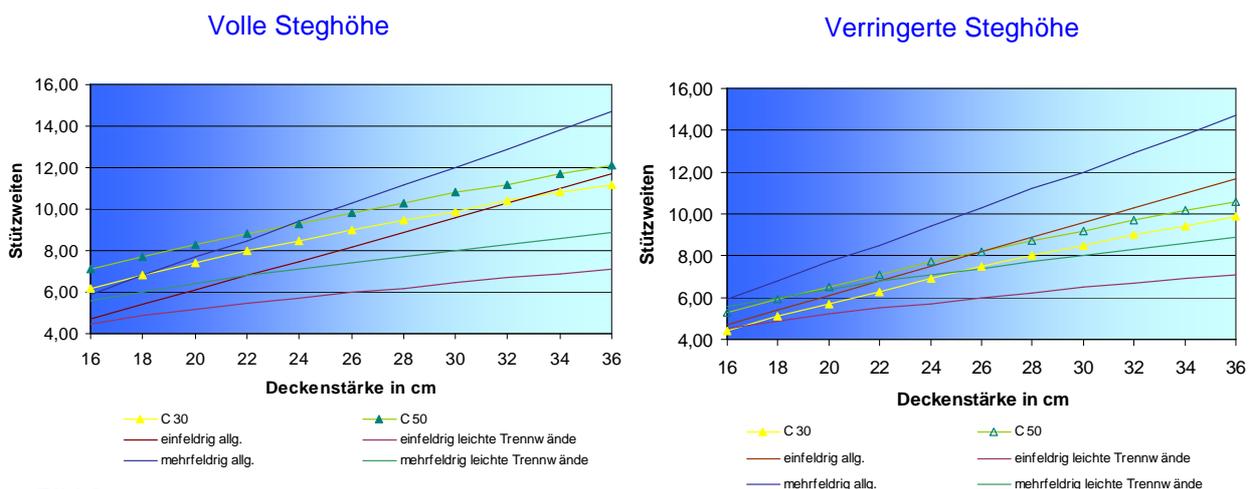


Bild 6:
Gegenüberstellung der erreichbaren Stützweiten im Bauzustand mit den Betongüten C 30 und C 50 mit den zulässigen Stützweiten aus der Schlankheitsbedingung im Endzustand

Bei der Überprüfung der zulässigen Durchbiegungen kann im Allgemeinen auf Grund des deutlich größeren Querschnitts im Endzustand davon ausgegangen werden, dass die Durchbiegungen im Endzustand kleiner als im Bauzustand sind. Die im Bauzustand aufgetretenen Verformungen werden im Endsystem durch Kriechen verringert. Für den kurzzeitigen Bauzustand (Ortbeton aufgebracht und noch nicht erhärtet) reicht es gemäß

DIN 1045-1 [2] aus, den Durchhang unter quasi-ständiger Einwirkung auf $\ell / 250$ zu beschränken. Im Erhärtungszeitraum besteht die quasi-ständige Einwirkungskombination ausschließlich aus dem Eigengewicht der SVP und der Ortbetonergänzung. Bei der Ermittlung der zulässigen Durchbiegung ist zu berücksichtigen, dass sich in der Zugzone die Dehnungen im Zustand II einstellen können. Auf Grund von Vergleichsberechnungen kann davon ausgegangen werden, dass das wirksame Trägheitsmoment der Platten im Zustand II im ungünstigsten Fall 30 % niedriger ist als im Zustand I. Bei der näherungsweise Verwendung von I^I bei der Berechnung von Durchbiegungen der SVP im Bauzustand muss daher die Beschränkung von $\ell / 250$ auf $0,7 * \ell / 250$, also $\ell / 352 \approx \ell / 360$ verringert werden. Dieser Wert wurde daher den Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens zu Grunde gelegt.

Allgemein kann gesagt werden, dass sowohl die Stegverbundplatten mit voller Höhe als auch mit verringerten Steghöhen in Feldmitte den Großteil der aus der Biegeschlankheit begrenzten Stützweiten des Endsystems ermöglichen und somit eine gute Ausnutzung des Endsystems mit den SVP im Bauzustand erreicht werden kann. Lediglich bei der allgemeinen Anforderung an die Biegeschlankheit für mehrfeldrige Systeme können die Stützweiten aus der Begrenzung der Biegeschlankheit nicht vollständig erreicht werden. Bei den großen Deckendicken sind die Grenzstützweiten zum Teil nur mit engen Stegabständen und großen Stegbreiten erreichbar. Bei großen Deckendicken ist vorstellbar, dass bei der Herstellung der Stegverbundplatten im Zwischenraum der Stege auf eine bestimmte Höhe leichtes Füllmaterial eingebaut wird. Dies trägt wesentlich zur Gewichtsreduzierung und somit auch zu größeren Spannweiten bei. Der Vorteil der Massivplatten geht in Folge der Ortbetonergänzung hingegen nicht verloren.

2.3 Tragfähigkeit für Querkräfte

Stegverbundplatten sind nach der Definition der DIN 1045-1 als Platten einzustufen. Die entsprechende Form der Platten ist nicht nur im Endzustand, sondern bereits im Bauzustand vorhanden.

Der Vorteil von Platten gegenüber Balken liegt bei der Tragfähigkeit für Querkräfte vor Allem in der Tatsache, dass meistens keine Querkraftbewehrung erforderlich ist. Die SVP können somit größten Teils ohne Stegbewehrung hergestellt werden, was die Herstellung in großem Maße erleichtert und kostengünstig gestaltet. Sollte in seltenen Einzelfällen Querkraftbewehrung erforderlich sein, so kann diese mit Hilfe von Gitterträgern leicht in die Stege eingebaut werden.

Die bei Flachdecken meist erforderliche Durchstanzbewehrung kann sowohl in den Stegen als auch in den Stegzwischenräumen angeordnet werden.

Im Bauzustand werden die auftretenden Querkräfte hauptsächlich von den Stegen aufgenommen. Im Endzustand wird in den Kontaktflächen der SVP mit der Ortbetonergänzung Verbund aktiviert, der die gemeinsame Tragwirkung der beiden Komponenten sicherstellt. Die Größe der übertragbaren Verbundkräfte ist von der Oberflächenbeschaffenheit des Fertigteils an den entsprechenden Stellen abhängig.

Die Oberfläche der Fertigteileplatten entspricht derjenigen nach DIN 1045-1 von Elementplatten und wird somit bei einer definierten Rauigkeit in die zweithöchste Kategorie der Oberflächenbeschaffenheit „rau“ eingestuft. Die Seitenflächen der Stege können bei Trapezprofilierung oder vergleichbaren Konstruktionen nach DIN 1045-1 in die höchste Kategorie „verzahnt“ eingestuft werden (Bild 7).

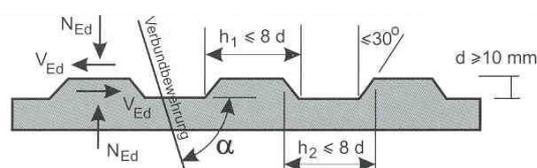


Bild 7:
Bedingungen der DIN 1045-1 für eine
verzahnte Fuge

2.4 Vorspannung

Das Vorspannen von Stegverbundplatten ist grundsätzlich möglich. Hierfür kommt aus wirtschaftlichen Erwägungen in erster Linie die Vorspannung mit sofortigem Verbund in Frage. Durch die Form des umgedrehten Plattenbalkens und der gleichmäßigen Kraftverteilung können die Spannglieder sinnvoll nur in die Platte eingelegt werden. Der Schwerpunkt der umgedrehten Plattenbalken liegt nur knapp über der Platte und wandert auch bei zunehmenden Steghöhen nur sehr langsam nach oben. Dies bedeutet, dass der Hebelarm der Spannglieder relativ gering ist und der Vorteil der Vorspannung nicht optimal genutzt werden kann. Die Wirksamkeit ist dennoch erheblich besser als bei zentrisch vorgespannten Elementplatten.

Es können jedoch sehr schlanke Bauteile hergestellt werden; so ist bei der Vorspannung von 5 Litzen à 12,5 mm Durchmesser pro Steg bei einer Deckenstärke von 20 cm bereits eine Stützweite von 9,00 m erreichbar.

Ein weiterer Vorteil der vorgespannten Platten besteht darin, dass das Kriterium der Biegeschlankheit hier nicht maßgebend ist, da sich zunächst ein negativer Durchhang infolge der Vorspannung einstellt. Zum Erreichen größerer Stützweiten sind zum Teil große Mengen an schlaff eingelegter Bewehrung erforderlich, durch den Einsatz von Vorspannung kann diese Bewehrungsmenge reduziert werden. So ist von Fall zu Fall zu untersuchen, ob es sinnvoller ist, mehr schlaffe Bewehrung in das Fertigteil einzubauen oder Stegverbundplatten mit Vorspannung und geringerer Bauhöhe zu verwenden.

3. Herstellmöglichkeiten

Viele bestehende Elementdecken-Werke sind mit ihrer Produktionsanlage bislang ausschließlich auf die Herstellung von Gitterträger-Elementplatten ausgerichtet. Manche haben dieser Produktionslinie noch die Herstellung von Hohlwänden angeschlossen. Um optimal auf die jeweiligen Kundenwünsche eingehen zu können, ist es vorteilhaft, sowohl Stegverbundplatten als auch Gitterträger-Elementdecken bzw. Hohlkammerwände in der gleichen Produktionslinie fertigen zu können. Dies gilt natürlich auch für Fertigteilwerke, die erst neu gebaut werden.

Für die Herstellung von Stegverbundplatten wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens mit Hilfe von Fertigteilwerken verschiedene Varianten untersucht, die sich hauptsächlich in der Produktion der Stege unterscheiden. Stegverbundplatten können beispielsweise in einem Betoniervorgang mit wieder verwendbarer Stegschalung hergestellt werden. Diese kann beispielsweise entweder mit Stahltrapezblechen (Bild 8 a) gefertigt sein oder es können Verdrängungskörper verwendet werden, die ganz oder nur teilweise aus Kunststoff bestehen (Bild 8 b). Eine weitere Möglichkeit besteht in der Herstellung mit verloraener Schalung beispielsweise aus Faserzement (Bild 8 c) oder Rippenstreckmetall. Die Stege können auch als Fertigteil in Batteriefertigung vorgefertigt werden (Bild 8 d). Sie werden anschließend um 180 Grad gedreht und in die Platte gestellt, bevor diese betoniert wird. Eine weitere Variante ist das Herstellen der SVP nach dem Verfahren der Hohlkammerwände (Bild 8 e). Hier wird zuerst die Platte betoniert und nach dem Erhärten gedreht und in mit Beton verfüllte Stegschalungen getaucht.

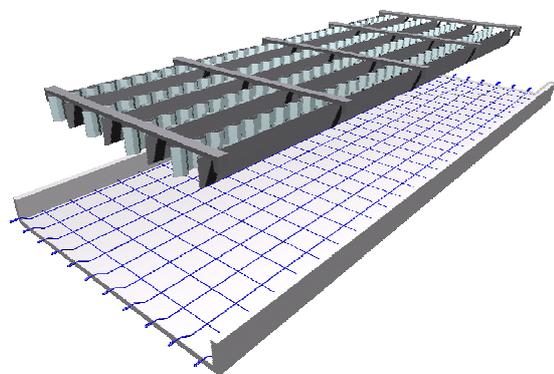


Bild 8 a: Stegschalung mit Trapezblechen

Wie man an Hand der zahlreichen Möglichkeiten sieht, können Stegverbundplatten auf verschiedene Weise hergestellt werden. Produktionsanlagen, die bislang auf Gitterträger-Elementplatten ausgelegt waren, können bereits nach kleinen Ergänzungen Stegverbundplatten herstellen. Die weitere Produktion von Elementplatten wird dadurch in keiner Weise eingeschränkt. Das Gleiche gilt auch für Anlagen, die für die Produktion von Hohlkammerwänden ausgelegt sind. Es können hier sowohl Stegverbundplatten als auch weiterhin Wände produziert werden. Jedes Unternehmen kann somit die auf seine Produktionsstätte abgestimmte Variante verwenden.

Nach Gesprächen und Untersuchungen gemeinsam mit Fertigteilwerken hat sich herauskristallisiert, dass die Herstellung der Stegverbundplatten mit einer wieder verwendbaren Schalung die wirtschaftlichste Lösung ist. Mit einer relativ geringen Investition können somit in einem Werk SVP und Elementplatten leicht hergestellt werden. Weiterhin stellte sich eine sehr einfache Handhabung bei der Produktion heraus. So wurden auch die Versuchsplatten auf diese Art und Weise hergestellt. Die Schalung hierfür war jedoch nicht auf Serienproduktion ausgelegt, sondern wurde den Anforderungen entsprechend als einfache Schalung für die Versuchskörper gebaut (siehe Bild 9). Bereits nach der zweiten Platte stellte sich bei der Herstellung ein routinemäßiger Ablauf ein. Für die Serienproduktion ist jedoch zu empfehlen, die Schalung komfortabler auszulegen, um den Arbeitsablauf zu optimieren. Dies könnte beispielsweise eine Klappschalung beinhalten, die bereits nach dem Betonieren von der Palette abgehoben wird und somit für die nächste Platte zur Verfügung steht.

Die unabhängige Kalkulation eines Fertigteilwerkes hat ergeben, dass die erforderlichen zusätzlichen Investitionen zur Herstellung von Stegverbundplatten für ein Fertigteilwerk, das bereits Elementplatten herstellt, schon nach der Produktion von etwa 20.000 m² SVP amortisiert sind.

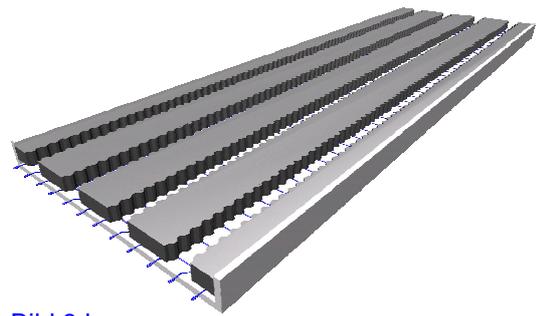


Bild 8 b: Stegchalung mit Kunststoffbauteilen

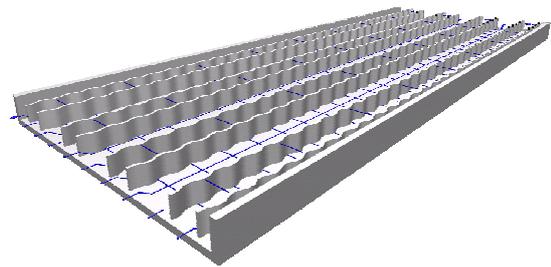


Bild 8 c: Verlorene Stegchalung

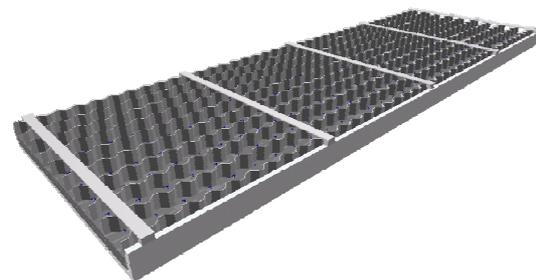


Bild 8 d: Batterieherstellung der Stege

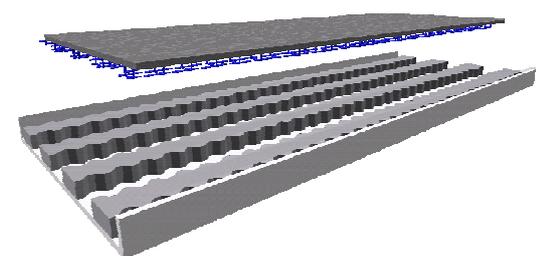


Bild 8 e: Herstellung nach dem Verfahren der Hohlkammerwände



Bild 9: Prototyp einer Schalung

4. Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse der durchgeführten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen der Stegverbundplatten werden an Hand zweier fiktiver Beispiele nachfolgend exemplarisch dargestellt und der Herstellung der Decken aus Stahlbeton-Hohldielen, Gitterträger-Elementplatten und Ortbeton gegenübergestellt. Die durchgeführten Untersuchungen sind im Sinne einer Kalkulation aufgebaut, die einer normalen marktwirtschaftlichen Situation entsprechen.

Bei den beiden Beispielen handelt es sich um einen Wohnungs- und einen Industriebau. Der Wohnungsbau hat eine Grundfläche von ca. 13 x 13 m mit drei Vollgeschossen, bei dem Stegverbundplatten mit einer maximalen Spannweite von 5,54 m verwendet werden.

Das Beispiel Industriebau weist eine Deckengrundfläche von etwa 37 x 20 m auf. Die maximale Spannweite der Stegverbundplatten liegt hier bei 12 m.

Beim Beispiel "Wohnungsbau" lagen die Kosten der Decken aus Stegverbundplatten mit 58 % vor den Kosten der Elementplatten mit 72 %, bezogen auf die Ausführung in Ortbeton.

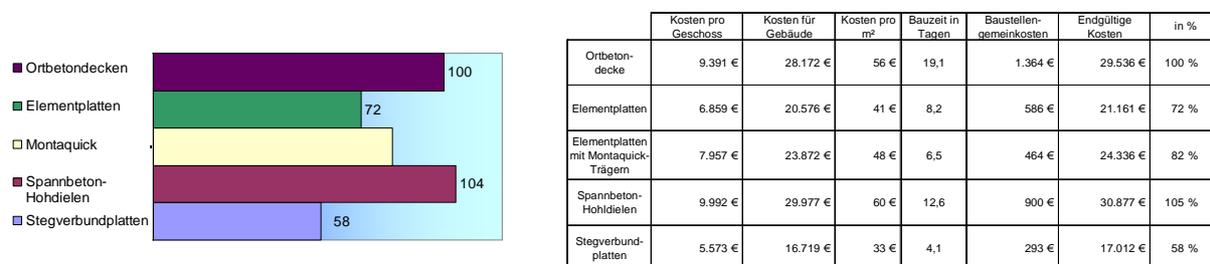


Bild 10: Kostengegenüberstellung für das Anwendungsbeispiel „Wohnungsbau“

Wie das Anwendungsbeispiel für den Wohnungsbau deutlich zeigt, ist die Ausführung mit Stegverbundplatten gegenüber den hier untersuchten Herstellungsvarianten die günstigste. Der Vorteil der unterstützungsfreien Verlegung überwiegt gegenüber den höheren Herstellkosten und dem größeren Gewicht beim Transport und beim Verlegen. Rechnet man die verkürzte Bauzeit in die Wirtschaftlichkeit der Decken, z. B. durch frühere Mieteinkünfte des Bauherrn bzw. größere Anzahl von Baustellen für den Bauunternehmer mit ein, so sind die Stegverbundplatten noch wirtschaftlicher, als sie hier dargestellt sind.

Beim Beispiel "Industriebau" ist die Herstellung mit Spannbeton-Hohldielen zwar mit 58 %, bezogen auf die Kosten der Ortbetonausführung, die günstigste Variante. Es sind jedoch die in der Fachliteratur diskutierten Nachteile zu berücksichtigen, die hier nicht bewertet wurden. Die Herstellung mit Stegverbundplatten steht dem mit 78 %, ebenfalls auf die Kosten in Ortbeton bezogen, als zweit günstigste Variante mit den aufgeführten Vorteilen gegenüber.

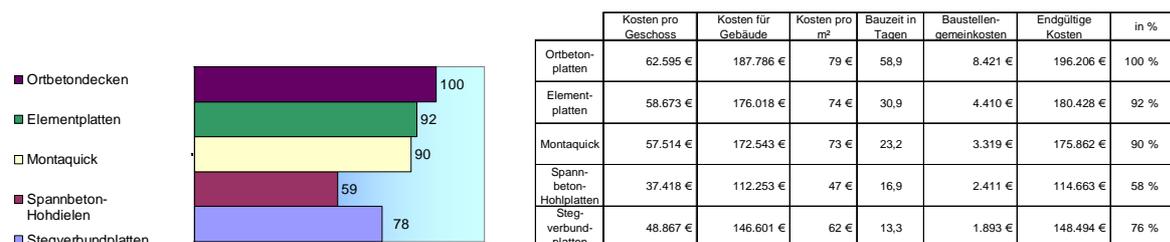


Bild 11: Kostengegenüberstellung für das Beispiel „Industriebau“

Bei den beiden Kalkulationsbeispielen waren die Materialkosten der SVP im Wohnungsbau mit 75 % und beim Industriebau mit 83,3 % jeweils sehr hoch, was an den höheren Herstellkosten liegt. Auf der anderen Seite belegen die hohen Anteile der Materialkosten vor allem, dass bei dieser Bauweise lohnkostenintensive Arbeiten auf den Baustellen einschneidend verringert werden können. Stegverbundplatten führen also zu höherer Wertschöpfung in den Fertigteilwerken bei gleichzeitig deutlichen Kosten- und Terminvorteilen für die Baustellen.

5. Versuchsergebnisse

Mit der Hilfe eines Fertigteilwerks in der Nähe von Augsburg wurden die weltweit ersten Stegverbundplatten hergestellt und auf ihre Tragfähigkeit sowie Herstellung und Handhabung untersucht. Alle Stegverbundplatten hatten den Standard-Stegabstand von 60 cm und Stegbreiten von 20 cm, während sie bei den Stützweiten, den Steghöhen, den Betongüten und dem Belastungszustand (Bau- oder Endzustand, einfeldrig und durchlaufend) variiert wurden. Die Versuchsplatten wurden mit Steghöhen von 16 cm, 18 cm und 20 cm bei Stützweiten von 6,1 m, 6,0 m und 4,2 m hergestellt. Die SVP wurden mit der Betongüte nach der DIN 1045 (1988) hergestellt; rechnerisch wurden den Platten die Festigkeiten der neuen DIN 1045-1 zugeordnet. Die Mehrzahl der Versuchsplatten wurde mit der Betongüte C 30 ausgeführt, aber auch hochfeste und zugleich selbstverdichtende Betone wurden bei der Herstellung verwendet. Die Versuchsplatten wurden teilweise im Bauzustand bis zum Bruch belastet. Ein Teil der Platten wurde vor der Ortbetonergänzung bis zum maximalen Moment aus der Gebrauchslast vorbelastet und erst nach der Ortbetonergänzung bis zum Bruch.



Bild 12: Transport einer Stegverbundplatte



Bild 13: Belasten einer Stegverbundplatte

An Hand der Belastung mit Flächenlasten und der Vorbemessung der Versuchskörper bestätigte sich, dass alle Platten die rechnerischen Bruchmomente erreichten.

Alle Stegverbundplatten versagten eindeutig auf Biegung und nicht auf Querkraft.

Auch bei den höchsten Laststufen waren keine Risse im Auflagerbereich erkennbar. Durch das Einlegen von Gitterträgern in die Stege konnte kein verändertes Trag- oder Rissverhalten erreicht werden. Die maximale Querkrafttragfähigkeit wurde nicht annähernd erreicht.

Die ohne Ortbetonergänzung belasteten Stegverbundplatten versagten alle durch das Ausbrechen der Biegedruckzone. Bei den Stegverbundplatten mit der Betongüte C 30 versagte das Gefüge des Betons, während bei den hochfesten Platten der Zuschlag zerbrach.

Eine Versuchsplatte wurde nach dem Belasten auseinander geschnitten, um zu sehen, wie die Verbundwirkung sowohl im Stegbereich, als auch zwischen der Fertigteilplatte und der

Ortbetoneergänzung war. Auch hier waren keinerlei Risse oder sonstige Störungen bei der Stegverzahnung zu erkennen. Der Verbund war nicht nur im Bereich der Stege, sondern auch über die raue Fuge zwischen dem Fertigteil und der Ortbetoneergänzung gewährleistet.

Die Versuchsserie bestätigte eindeutig, dass der Verbund über die Stegverzahnung gewährleistet ist.

Die Versuche zeigten auch, dass die Herstellung der Stegverbundplatten nach kleinen Anlaufschwierigkeiten (und etwas Premierenfieber) sowohl mit der Betongüte C 30 als auch mit den hochfesten und zugleich selbstverdichtenden Betonen sehr gut funktioniert. Für eine Serienproduktion hingegen war die Schalung nicht ausgelegt, dafür war sie zu unhandlich. Der Produktionsprozess kann mit einer vielseitig einsetzbaren Schalung weiter beschleunigt und somit wirtschaftlicher gestaltet werden. Bei der Herstellung hat man jedoch gesehen, dass Element- und Stegverbundplatten ohne großen Aufwand in der gleichen Anlage hergestellt werden können. Ein weiterer großer Vorteil bei der Herstellung von Stegverbundplatten ist, dass nur in seltenen Fällen eine Querkraftbewehrung erforderlich ist, die jedoch in Form von Gitterträgern leicht eingebaut werden könnte.

Die Herstellung der Stegverbundplatten mit den hochfesten und zugleich selbstverdichtenden Betonen hat sich als sehr günstig erwiesen. Es sind nicht nur größere Stützweiten bzw. geringere Plattendicken erreichbar, es wird außerdem auch der Herstellungsprozess vereinfacht. Nicht nur durch die Einsparung des Verdichtens wird Zeit bei der Herstellung gespart, es ergibt sich auch eine kürzere Vorhaltezeit der Schalungseinheiten durch den schnelleren Erhärtungsvorgang des Betons.

6. Zusammenfassung

Die im Endzustand erforderlichen Deckenstärken gewährleisten weitestgehend hinreichend begrenzte Durchbiegungen auch im Bauzustand, so dass eine gute Ausnutzung des Endsystems gegeben ist. Durch den Einsatz von eingebauten Füllkörpern bei großen Plattenstärken können die Stützweiten noch weiter erhöht werden, ohne dass der Vorteil einer Massivdecke verloren geht und eine zu schwere Konstruktion entsteht. Durch den Wegfall der Querkraftbewehrung in den meisten Fällen können die Stegverbundplatten einfach und kostengünstig hergestellt werden. Mit der Hilfe von Vorspannung können sehr schlanke Bauteile hergestellt werden, doch auf Grund des geringen Hebelarms kann diese nicht immer optimal genutzt werden. Der enorme Vorteil der schnellen und leichten Montage der Stegverbundplatten hat sich an Hand der beiden Kalkulationsbeispiele bestätigt.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens bestätigen, dass das innovative System der Stegverbundplatten die Möglichkeit bietet, Hochbaudecken noch schneller und kostengünstiger herzustellen als mit den bisher bekannten Methoden bei gleichzeitig höherer Wertschöpfung in den Fertigteilwerken.

Die ausführlichen Untersuchungen und Ergebnisse stehen im Internet unter www.kki-augsburg.de zur Einsichtnahme und kostenlos zum Herunterladen zur Verfügung.

Am Ende bleibt zu wünschen, dass dieser Aufsatz Fertigteilwerken, Baufirmen, Planern und Bauherren, die für Innovationen im Bauwesen offen sind, die Vorteile der Stegverbundplatten nahe bringen konnte. Ihre Feuertaupe haben sie bereits, wie das Bild zeigt, bestanden.



Bild 14: Stegverbundplatten nach der Versuchsdurchführung

Literatur:

- [1] Rojek R. und Keller T.: Stegverbundplatten. Forschungsbericht des Kompetenzzentrums der Fachhochschule Augsburg, 2003; siehe auch www.kki-augsburg.de.
- [2] DIN 1045-1; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1 Bemessung und Konstruktion; Ausgabe Juli 2001.



Prof. Dr.-Ing. Richard Rojek

- 1970 Abschluss des Bauingenieurstudiums an der TU Stuttgart
- 1970 - 1985 Projektleiter im Ingenieurbüro Leonhardt und Andrä, Stuttgart
- 1984 Nebenberufliche Promotion
- Seit 1985 Professor für Massivbau an der FH Augsburg
- Seit 1989 Prüfenieur für Baustatik, Fachrichtung Massivbau



Dipl.-Ing. (FH) Tobias Keller

- 2001 Abschluss des Bauingenieurstudiums an der FH Augsburg
- 2001 - 2002 Mitarbeiter der Ingenieurgesellschaft Rojek + Kollegen
- Seit 2002 Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Fachhochschule Augsburg