

Manfred Curbach
Anett Brückner

Einfluß der Elementfugen auf die Durchbiegung von Flachdecken

Herrn Prof. *Josef Eibl* zum 70. Geburtstag gewidmet

Das Verformungsverhalten von Flachdecken in Elementbauweise unterscheidet sich von einer reinen Ortbetondecke aufgrund der vorhandenen Elementfugen. Die damit verbundenen lokalen Querschnittsschwächungen erfordern schon auf niedrigem Lastniveau eine Umlagerung der Belastung in angrenzende Feld- und Stützbereiche. Die Folge der Lastumlagerung sind anfänglich höher beanspruchte Deckenbereiche und eine frühere Rißbildung im Vergleich zu einer reinen Ortbetondecke. Mit steigender Belastung kommt es jedoch zur Annäherung der Rißzustände von Fertigteil- und Ortbetondecken, wie anhand nichtlinearer Berechnungen nachgewiesen werden konnte. Der relative Unterschied in der Durchbiegung wird deutlich reduziert. Auf Gebrauchslastniveau liegen die Verformungen der Fertigteildecken etwa 5% über denen der reinen Ortbetondecke.

Influence of Bond Joints on Deformation of precast Slabs

Precast slabs and in-situ concrete slabs vary in their deflection behaviour due to the bond joints between the precast concrete units. The diminished cross section of the bond joints require a redistribution of internal forces to adjoining field and support areas already at a small load. The consequence of this redistribution are higher demands in these slab areas and an earlier crack initiation in comparison to the in-situ concrete slabs. With an increase of the loading the cracking pattern of the precast slabs and the in-situ concrete slabs converge as the nonlinear FE-calculation have shown. The relative difference in deformation is clearly reduced. At the service load the deformation of the precast slabs is only 5% higher than the deformation of the in-situ concrete slabs.

1 Einleitung

Bereits seit vielen Jahren werden Decken ohne Unterzüge, sogenannte Flachdecken, erfolgreich in Elementbauweise ausgeführt. Anfängliche Bedenken bei der Anwendung der Elementdecken im Durchstanzbereich der Stützen konnten durch Versuche ausgeräumt werden. Die Durchstanzlast wird durch die Verbundfuge zwischen Fertigteil und mitwirkender Ortbetonschicht nicht nachteilig beeinflusst [1]. Auch die Tragfähigkeit der vorgefertigten Deckensysteme ist mit der Tragfähigkeit einer reinen Ortbetondecke vergleichbar. Verschiedene FE-Studien [2], [3] haben gezeigt, daß die Biege- und Drillmomente von Ortbeton- und Fertigteildecken in Größe und Verteilung kaum voneinander abweichen. Bei der Bemessung dürfen beide Deckensysteme als statisch gleich behandelt werden.

Hinsichtlich ihrer Bewehrungsführung unterscheiden sich Fertigteil- und Ortbetondecken bei zweiachsig gespannten Systemen. In der Längsrichtung der Fertigteilelemente liegt die Feldbewehrung innerhalb des Fertigteils. In Querrichtung wird die Feldbewehrung üblicherweise in der Ortbetonergänzung eingelegt. Eine Bewehrungsführung innerhalb der Fertigteile erscheint aufgrund der geringen Elementbreiten und der relativ großen Übergreifungslängen der Feldbewehrung unwirtschaftlich. Im Fertigteil selbst, liegt in der Querrichtung nur die konstruktive Mindestquerbewehrung.

Die Folge einer Bewehrungsführung innerhalb der Ortbetonergänzung ist eine geringere Nutzhöhe der Feldbewehrung verglichen mit einer reinen Ortbetondecke. Um trotzdem eine annähernd gleiche Tragfähigkeit zu erreichen [4], wird bei der Elementdecke die Fläche der Feldbewehrung im Verhältnis der Nutzhöhen vergrößert.

Die geänderte Bewehrungslage hat aber nicht nur Einfluß auf die Tragfähigkeit der Decken. Auch die Gebrauchstauglichkeit wird durch den größeren Randabstand der Feldbewehrung zur Deckenunterseite sowie durch die vorhandenen Fugen zwischen den einzelnen Fertigteilelementen beeinflusst. Es stellt sich die Frage, ob Decken in Elementbauweise auch hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit wie eine Ortbetondecke behandelt werden dürfen. Anhand nichtlinearer Berechnungen wird gezeigt, daß die für Flachdecken üblichen Biegeschlankheiten [5] und eine entsprechende Biegebemessung auch bei einer Elementbauweise zur Begrenzung der Durchbiegung im Sinne von DIN 1045-1 ausreichen.

2 Vergleichsstudie

Die Unterschiede im Tragverhalten von Ortbeton- und Fertigteildecken wurden anhand von Vergleichsrechnungen aufgezeigt [6]. Untersucht wurden verschiedene Deckenvarianten (Bild 1) mit Stützenweiten von 5 m und 7,5 m, einem Stützenweitenverhältnis von 1,0 und 1,5 sowie einer Fertigteildicke von 5 cm bzw. 7 cm. Die Dicke der Flachdecken ist mit 18 cm bzw. 22 cm von der jeweils größeren Stützweite der beiden Tragrichtungen abhängig.

Als Referenzobjekt wurde zu jeder Deckenvariante eine Ortbetonausführung gerechnet. Die zugehörigen Fertigteildecken variieren in der Anordnung der Elementstöße und dem Querbewehrungsgrad der Fertigteilelemente. Die Elementstöße wurden jeweils in der Mitte der Stützweite, d. h. im Bereich der größten Biege-

Variante	Ausführung	Stützenabmessung		Stützweite		Deckendicke d_{pl} [m]	Fertigteildicke d_{Ft} [m]
		S_x [m]	S_y [m]	L_x [m]	L_y [m]		
1	Ortbetondecke	0,50	0,50	5,0	5,0	0,18	
1.1	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 26 %						0,05
1.2	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 50 %						0,05
1.3	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 25 %						0,05
1.4	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 50 %						0,05
1.5	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in x-Richtung						
1.6	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in y-Richtung						
2	Ortbetondecke	0,50	0,75	5,0	7,5	0,22	
2.1	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 22 %						0,05
2.2	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 50 %						0,05
2.3	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 37 %						0,05
2.4	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 50 %						0,05
2.5	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in x-Richtung						
2.6	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in y-Richtung						
3	Ortbetondecke	0,50	0,75	5,0	7,5	0,22	
3.1	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 22 %						0,07
3.2	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 50 %						0,07
3.3	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 37 %						0,07
3.4	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 50 %						0,07
3.5	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in x-Richtung						
3.6	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in y-Richtung						
4	Ortbetondecke	0,90	0,90	7,5	7,5	0,22	
4.1	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 20 %						0,07
4.2	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_x/2$, Querbewehrung 50 %						0,07
4.3	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 20 %						0,07
4.4	Fertigteildecke mit Elementstoß bei $L_y/2$, Querbewehrung 50 %						0,07
4.5	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in x-Richtung						
4.6	Ortbetondecke mit reduzierter Nutzhöhe in y-Richtung						

Bild 1. Übersicht der untersuchten Deckenvarianten
Fig. 1. Overview of the investigated slabs

momente, angeordnet. Der Einfluß der Elementfugen auf die Durchbiegung der Decken wird so besonders deutlich. Weitere Elementfugen innerhalb der Stützweite wurden nicht vorgesehen. Bei einer Fertigteilbreite von 2,5 m befinden sich diese schon im Bereich der Stützmomente bzw. in der Nähe der Momentennullpunkte und sind somit für die Durchbiegung nicht oder nur in geringem Maße von Bedeutung. Es wurden ausschließlich Elementstöße in Querrichtung der Fertigteile betrachtet, da sie keinen Zugstoß der Feldbewehrung erfordern. Aufgrund ihrer Lage in der Ortbetonerfüllung kann die Bewehrung über den Elementfugen durchlaufen. Die Fuge selbst stellt somit nur eine lokale Querschnittsschwächung dar.

Die Elementfugen stellen lokale Querschnittsschwächungen dar.

Bei einem Tragstoß hingegen muß die Feldbewehrung der Elemente kraftschlüssig im Bereich der Fuge gestoßen werden. Die zu stoßende Längsbewehrung darf dabei eine Querschnittsfläche von $10 \text{ cm}^2/\text{m}$ nicht überschreiten (DIN 1045-1 Abs. 13.4.3). Entsprechend einge-

schränkt ist die Biegetragfähigkeit senkrecht zur Fuge, was zur Folge hat, daß Tragstöße nur im Bereich der Stützmomente bzw. in der Nähe der Momentennullpunkte angeordnet werden können. Für die Untersuchung der Durchbiegung sind sie demnach nicht relevant, da nach der Zulassung der Fertigteile überdrückte Elementfugen mit Beton verfüllt werden müssen. Eine Querschnittsschwächung ist nicht mehr vorhanden.

Der Querbewehrungsgrad der Fertigteile wurde variiert, um die Rißbreiten an der Oberfläche der Fertigteile besser zu begrenzen. Die geringere Nutzhöhe der Feldbewehrung in der Ortbetonerfüllung der Fertigteile kann zwar hinsichtlich der Tragfähigkeit durch einen erhöhten Bewehrungsquerschnitt kompensiert werden, für die Rißbreitenbegrenzung ist der große Randabstand jedoch von Nachteil. Untersucht wurden der Mindestquerbewehrungsgrad von 20% bzw. 4 – 6 mm je m sowie ein frei gewählter Querbewehrungsgrad von 50%.

Neben den Fertigteildecken wurden weitere Decken ohne Elementfuge jedoch mit der Bewehrungsführung einer Fertigteildecke gerechnet. Sie geben Aufschluß darüber, welcher Anteil der Durchbiegung allein auf den größten Randabstand der Feldbewehrung zurückzuführen ist.

3 Modellierung der Decken

Unter Ausnutzung der Symmetriebedingungen wurde jede Deckenvariante als Viertelplatte eines Innenfeldes modelliert. Eine separate Betrachtung der Rand- und Eckfelder war nicht notwendig, da nicht die maximale Durchbiegung, sondern der relative Unterschied zwischen Ortbeton- und Fertigteildecken Gegenstand der Untersuchung war.

Das nichtlineare Materialverhalten des Stahlbetons wird im Modell durch den Ansatz reduzierter Biegesteifigkeiten für den Zustand II berücksichtigt. Jede Zugbelastung oberhalb der Betonzugfestigkeit führt zur Rißbildung im Beton und damit zu einer lokalen Abnahme der Biegesteifigkeit. Diese wiederum hat über die Krümmung des Querschnitts direkten Einfluß auf die Durchbiegung eines Bauteiles.

Die Größe der Biegesteifigkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab, u. a. von der Querschnittsdicke, von der eingelegten Bewehrung und deren statischer Nutzhöhe sowie vom Zustand der Rißbildung. Vor Beginn der Belastung werden den finiten Elementen die Biegesteifigkeiten für den Zustand I (ungerissen) zugewiesen. Jede Flachdecke wird so in Stütz-, Gurt- und Feldstreifen eingeteilt (DAfStb 240 [7]). Vorhandene Elementfugen werden als zusätzliche Deckenstreifen mit eigener Biegesteifigkeit modelliert. Die Breite der Elementfugen wird im Modell mit 10 cm angenommen und beinhaltet neben der tatsächlichen Fugenbreite noch den halben Störbereich infolge der Spannungseinschnürung bzw. -ausbreitung in unmittelbarer Nähe der Querschnittsschwächung (Bild 2).

Der gerissene Stahlbeton wird durch reduzierte Biegesteifigkeiten modelliert.

Das Aufbringen der Gebrauchslast erfolgt in einzelnen Laststufen, die während der Rißbildung eine allmähliche Umlagerung der Schnittgrößen gewährleisten. Nach jeder Laststufe werden die Platten hinsichtlich der Biegesteifigkeit in gerissene und ungerissene Plattenbereiche eingeteilt. Maßgebendes Kriterium sind dabei die rechnerischen Randspannungen der finiten Elemente. Überschreiten die Randspannungen die Zugfestigkeit des Betons, wird dem jeweiligen Element die Biegesteifigkeit für den Zustand II zugewiesen. Einmal gerissene Plattenbereiche verbleiben unabhängig von später auftretenden Randspannungen im Zustand II.

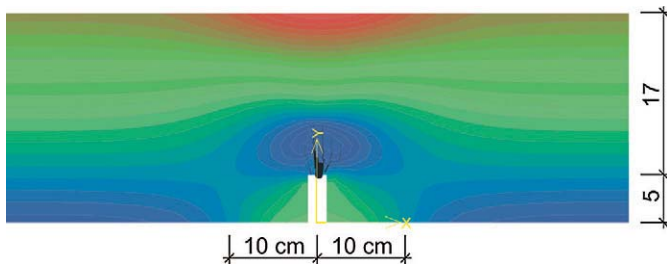


Bild 2. Spannungszustand im Bereich von Elementfugen (ATENA)
 Fig. 2. Stress condition in the area of bond joints

Das Auflager der Flachdecken wird in der Größe des Stützenquerschnittes als Flächenlager modelliert. Extreme Stützmomente, wie sie bei einer Punktlagerung infolge der Singularität auftreten, werden so vermieden [8]. Eine elastische Bettung auf Federn ermöglicht außerdem eine begrenzte Verdrehung der Decke und damit eine gewisse Ausrundung des Biegemomentes über der Stütze. Die Feldmomente werden weder von der Lagerung noch von der Breite der Stütze maßgeblich beeinflußt.

4 Ergebnisse der Untersuchung

Die Auswirkungen der Elementfugen auf das Tragverhalten der Flachdecken werden durch den Vergleich der Mittendurchbiegungen deutlich. In Bild 3 sind für eine quadratische Stützweite von 5 m die Durchbiegungen der Flachdecken gemeinsam mit der Ortbetondecke aufgetragen. Die maximale Belastung von 9 kN/m² entspricht der Gebrauchslast der Decken. Der Verlauf der Kraft-Verformungskurven zeigt die drei Zustandsformen des Stahlbetons: den ungerissenen Zustand I, den beginnenden Zustand der Erstrißbildung im Bereich der Stützmomente und anschließend im Feld sowie den allmählichen Übergang der Decken zum Zustand der abgeschlossenen Rißbildung.

Erwartungsgemäß sind die Verformungen der Fertigteildecken bis zum Gebrauchslastniveau größer als die der reinen Ortbetondecke. Der relative Unterschied ist jedoch stark von der Belastung abhängig. Auf niedrigem Lastniveau ist der Einfluß der Elementfugen scheinbar ausgeprägter als auf Gebrauchslastniveau. Bei der Betrachtung der auf die Ortbetondecke bezogenen Durchbiegung der Flachdecken wird dieses Phänomen noch deutlicher (Bild 4.)

Die Erklärung hierfür liegt in der Rißbildung. Die Fertigteildecken sind in der Tragrichtung senkrecht zur Elementfuge weicher als die Ortbetondecke. Schon bei geringen Lasten beginnt der Deckenquerschnitt innerhalb der Fuge zu reißen. Es kommt zur Umlagerung der Schnittgrößen in angrenzende Feldbereiche sowie in die Stützbereiche der betroffenen Tragrichtung. Die daraus resultierende höhere Beanspruchung führt vor allem in den Feldbereichen der Fertigteildecke früher zur Riß-

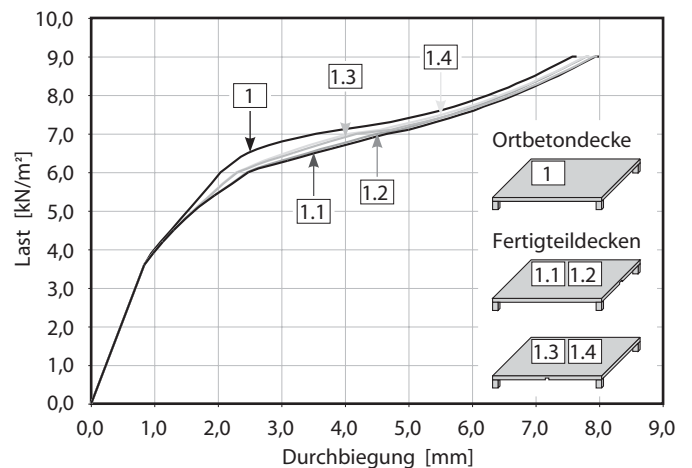


Bild 3. Kraft-Verformungskurve, Stützweite 5 m x 5 m
 Fig. 3. Load-displacement-diagram, span 5 m x 5 m

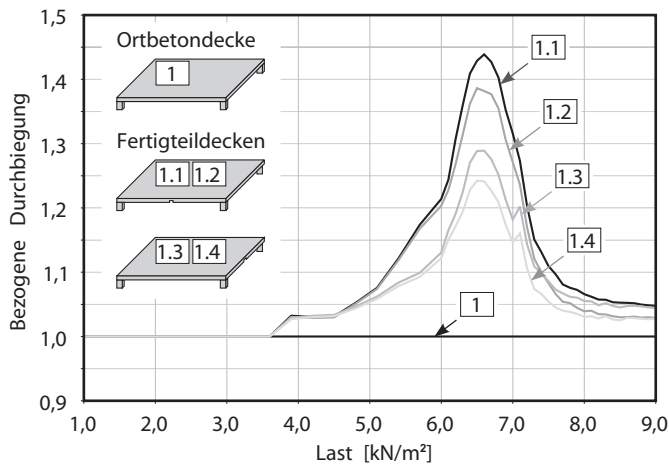


Bild 4. Durchbiegung der Flachdecken bezogen auf die Ortbetonausführung, Stützweite 5 m \times 5 m
Fig. 4. Deflection of flat slabs related to deflection of in-situ concrete slabs, span 5 m \times 5 m

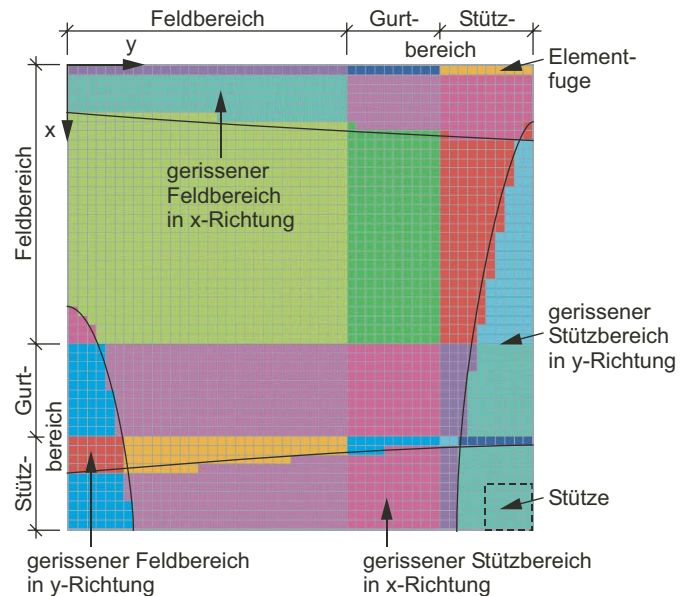


Bild 6. Rißzustand der Fertigteildecke (Fuge in x-Richtung)
Fig. 6. Crack condition of a precast slab (bond joint in x-direction)

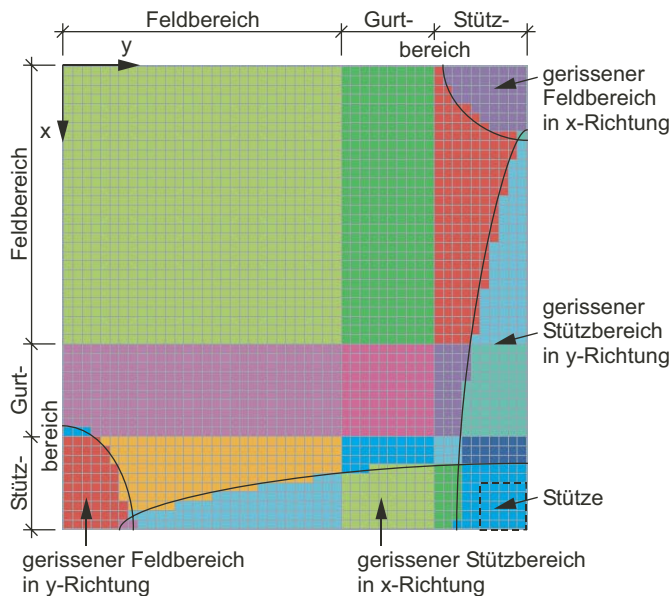


Bild 5. Rißzustand der Ortbetondecke bei 6,6 kN/m²
Fig. 5. Crack condition of an in-situ concrete slab with a load of 6.6 kN/m²

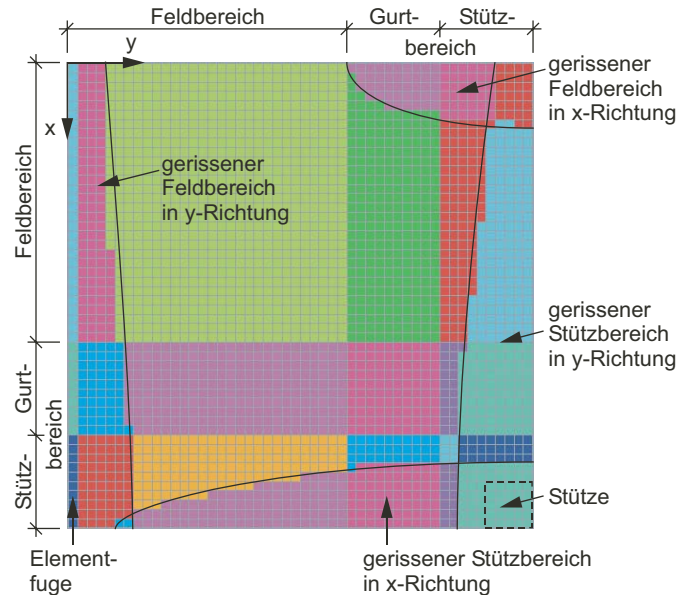


Bild 7. Rißzustand der Fertigteildecke (Fuge in y-Richtung)
Fig. 7. Crack condition of a precast slab (bond joint in y-direction)

bildung, als es bei einer reinen Ortbetondecke der Fall ist. Die größere Ausdehnung der gerissenen Deckenbereiche verstärkt den Einfluß der Elementfuge (vergleiche Bild 5 mit Bild 6 bzw. Bild 7). Der Verformungsunterschied zwischen Ortbeton- und Fertigteildecken wächst.

Der Einfluß der Elementfugen ist belastungsabhängig.

Dieser Trend ändert sich jedoch mit dem Beginn der Rißbildung im Feldbereich der Ortbetondecke. Der Anstieg der Verformungskurven wird flacher und kehrt sich schließlich um (Bild 4). Eine weitere Laststeigerung führt zur Annäherung der Rißbilder von Ortbeton- und Fertigteildecken. Der Verformungsunterschied wird zunehmend geringer und damit auch der Einfluß der Elementfuge. Auf Gebrauchslastniveau sind die Durchbiegungen der Fertigteildecken maximal 5% größer als die der Ortbetondecke.

Die beschriebenen Effekte sind für die Elementfugen in beiden Tragrichtungen gleichermaßen zu beobachten. Trotzdem unterscheiden sich die Durchbiegungen der Flachdecken erheblich (Bild 4). Offensichtlich sind die Fugen senkrecht zur x-Richtung (Fertigteildecken 1.1 bzw. 1.2) ungünstiger als die Fugen senkrecht zur y-Richtung (Fertigteildecken 1.3 bzw. 1.4). Da die Stützweite in beiden Tragrichtungen gleich groß ist, resultiert die Abweichung in der Durchbiegung lediglich aus der unterschiedlichen Nutzhöhe der Stützbewehrung. In Richtung der kleineren Nutzhöhe (x-Richtung) ist die Biegesteifigkeit in den gerissenen Stütz-bereichen geringer. Die Belastung muß stärker umgelagert werden als in Richtung der größeren Nutzhöhe (y-Richtung). Die Ausdehnung der gerissenen Stütz- und Feldbereiche wächst (Bild 6 und Bild 7)

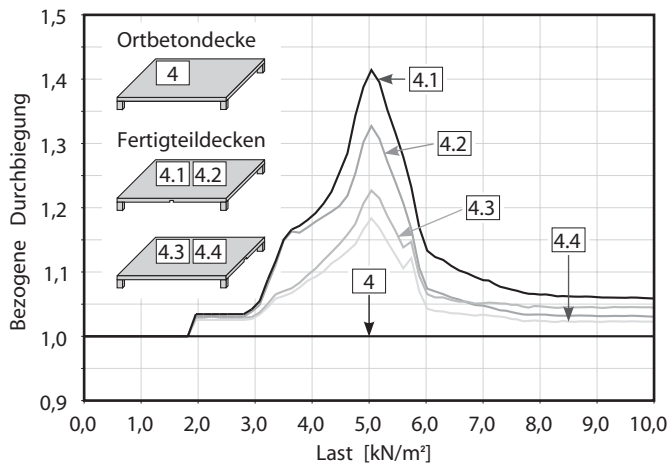


Bild 8. Durchbiegung der Flachdecken bezogen auf die Ortbetonausführung, Stützweite 7,5 m / 7,5 m
 Fig. 8. Deflection of flat slabs related to deflection of in-situ concrete slabs, span 7,5 m / 7,5 m

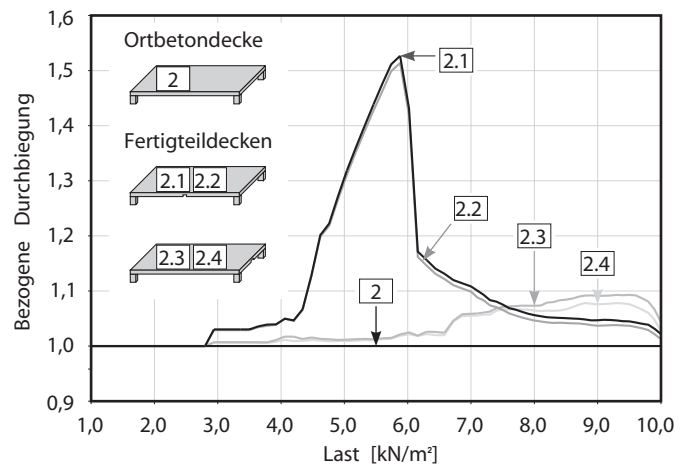


Bild 9. Durchbiegung der Flachdecken bezogen auf die Ortbetonausführung, Stützweite 5 m / 7,5 m
 Fig. 9. Deflection of flat slabs related to deflection of in-situ concrete slabs, span 5 m / 7,5 m

und mit ihr auch die Durchbiegung der Flachdecken. Es ist also günstiger, die Elementfugen bei gleicher Stützweite senkrecht zur Tragrichtung mit der größeren Nutzhöhe der Stützbewehrung anzuordnen.

Die Querbewehrung der Fertigteile begrenzt die Rißbreiten und damit die Verformungen.

Die Querbewehrung der Fertigteile wird i. d. R. als konstruktive Mindestbewehrung mit einem Bewehrungsgrad 20% konzipiert. Beim Nachweis der Biegetragfähigkeit bleibt die Querbewehrung jedoch unberücksichtigt, da sie über den Elementfugen nicht kraftschlüssig gestoßen wird. Für die Durchbiegung ist sie aber aufgrund der Rißbreitenbegrenzung von Bedeutung. Die Zugspannungen in der Feldbewehrung der Ortbetoner-gänzung werden durch die parallel verlaufende Querbewehrung reduziert. Je höher der Querbewehrungsgrad ist, desto kleiner werden die Rißbreiten und folglich auch die Durchbiegung der Fertigteildecken (Bild 4). Vor allem der maximale Verformungsunterschied von Ortbeton- und Fertigteildecken wird durch die Querbewehrung reduziert. Der Einfluß der Elementfuge ist weniger ausgeprägt, hängt aber von der Stützweite der Decke ab. Mit zunehmender Stützweite werden die Feldmomente und die Ausdehnung der gerissenen Feldbereiche bei gleicher Flächenlast größer. Der Beginn der Rißbildung im Feldbereich der Ortbetondecke ist gegenüber der Fertigteildecke weniger stark verzögert. Der maximale Verformungsunterschied zwischen Ortbeton- und Fertigteildecke bleibt geringer. Gleichzeitig gewinnt die Querbewehrung durch die größere Ausdehnung der gerissenen Feldbereiche an Bedeutung. Die maximale bezogene Durchbiegung wird stärker reduziert (vgl. Bild 4 mit Bild 8).

Bei Decken mit ungleicher Stützweite in beiden Tragrichtungen wird die Belastung vorwiegend über die größere Stützweite abgetragen. Eine Unterbrechung der Haupttragrichtung durch die Elementfugen erscheint des-

wegen besonders ungünstig. Die rechnerische Durchbiegung bestätigt zunächst diese Theorie. Die Rißbildung im Feld der Haupttragrichtung beginnt aufgrund der Querschnittsschwächung schon bei geringen Flächenlasten. Die Fertigteildecke mit der Elementfuge in der Nebentragrichtung bzw. die Ortbetondecke sind bei gleicher Belastung im Feld kaum bzw. nicht gerissen. Der Unterschied in den Rißzuständen spiegelt sich in der bezogenen Durchbiegung wider. Während die Fertigteildecke mit der Elementfuge in der Nebentragrichtung noch annähernd die gleichen Verformungen aufweist wie die reine Ortbetondecke, sind die Verformungen der Fertigteildecke mit der Elementfuge in der Haupttragrichtung bedeutend größer.

Mit dem Beginn der Rißbildung im Feld der Ortbetondecke reduziert sich aber auch hier der Verformungsunterschied. Die gerissenen Plattenbereiche in der Haupttragrichtung der Ortbeton- und Fertigteildecken werden in ihrer Ausdehnung mit steigender Belastung immer ähnlicher. In der Nebentragrichtung hingegen zeigen die gerissenen Plattenbereiche der Fertigteildecken noch deutliche Unterschiede. Die Decken mit der Elementfuge in der Nebentragrichtung sind sowohl im Feld als auch über der Stütze in wesentlich größeren Bereichen gerissen als die vergleichbare Fertigteildecke mit der Elementfuge in der Haupttragrichtung. Es kommt zur Umkehrung der Verhältnisse. Die Durchbiegung der Flachdecken mit der Elementfuge in der Nebentragrichtung wird größer als die Durchbiegung der Flachdecke mit der Elementfuge in der Haupttragrichtung (Bild 9).

Bis zum Erreichen des Gebrauchslastniveaus nähern sich aber auch in der Nebentragrichtung die gerissenen Bereiche der Fertigteildecken allmählich an. Auch der Unterschied gegenüber der Ortbetondecke wird zunehmend geringer, wie am abfallenden Verlauf der bezogenen Durchbiegung in der Nähe des Gebrauchslastniveaus gut zu erkennen ist (Bild 9).

Weiterführende Informationen zu der Vergleichsstudie sind im Abschlußbericht des Forschungsvorhabens enthalten [6].

5 Fazit

Der Einfluß der Elementfugen auf das Verformungsverhalten der Flachdecken konnte anhand der nicht-linearen Berechnungen eindeutig nachgewiesen werden. Bis zum Gebrauchslastniveau sind die Durchbiegungen der Fertigteildecken größer als die der Ortbetondecke. Der relative Unterschied ist aber geringer als erwartet. Am Kraft-Verformungsverlauf der bezogenen Durchbiegungen konnte gezeigt werden, daß der relative Verformungsunterschied gegenüber der Ortbetondecke belastungsabhängig ist.

Die Fertigteildecken sind im ungerissenen Zustand aufgrund der Querschnittsschwächung im Bereich der Elementfuge weicher als eine Ortbetondecke. Es kommt zur Umlagerung der Belastung in die Feld- und Stützbereiche der betroffenen Tragrichtung und damit zu einer früheren Rißbildung. Die Verformung der Fertigteildecken steigt gegenüber der Ortbetondecken deutlich an.

Mit zunehmender Belastung wird der Unterschied in den Durchbiegungen jedoch maßgeblich reduziert, da auch die Ortbetondecke vermehrt in den Zustand II übergeht. Auf Gebrauchslastniveau verbleibt ein Verformungsunterschied von etwa 5%. Dieser ist zum einen auf die geringere Biegesteifigkeit der Elementfuge und zum anderen auf die geringere Nutzhöhe der Feldbewehrung in der Ortbetonergänzung zurückzuführen.

Die Querbewehrung der Fertigteile ist für die Durchbiegung aufgrund der Rißbreitenbegrenzung von Bedeutung. Abhängig vom Bewehrungsgrad dämpft sie so den Einfluß der Elementfuge und reduziert die Auswirkungen des großen Randabstandes der Feldbewehrung in der Ortbetonergänzung.

Dank

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung der Studie durch die Forschungsvereinigung der Deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V.

Literatur

- [1] *Furche, J.*: Elementdecken im Durchstanzbereich von Flachdecken. In: *Betonwerk + Fertigteiltechnik* 63 (1997), Heft 6, S. 96–104.
- [2] *Goldberg, G., Schmitz, M. und Land, H.*: Zweiachsige Lastabtragung bei Elementdecken. In: *Betonwerk + Fertigteiltechnik* 59 (1993), Heft 7, S. 86–89.

- [3] *Bechert, H. und Furche, J.*: Bemessung von Elementdecken mit der Methode der Finiten Elemente. In: *Betonwerk + Fertigteiltechnik* 59 (1993), Heft 5, S. 47–51.
- [4] *Land, H.*: Teilfertigdecken – Besondere Punkte der Schnittgrößenermittlung, Bemessung und Konstruktion. In: *Betonwerk + Fertigteiltechnik* 60 (1994), Heft 5, S. 93–95, Heft 6, S. 108–118.
- [5] *Herzog, M.*: Vereinfachte Bemessung punktgestützter Platten nach der Plastizitätstheorie. In: *Bautechnik* 77 (2000), Heft 7, S. 945–950.
- [6] *Curbach, M. und Brückner, A.*: FEM-Studie über Durchbiegung und Tragverhalten von Flachdecken aus Elementplatten. Abschlußbericht, Institut für Massivbau, TU Dresden, Juli 2004.
- [7] *Grasser, E. et al.*: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken. Heft 240 der Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Berlin: Beuth, 1991.
- [8] *Rombach, G.*: Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau – Fehlerquellen und ihre Vermeidung. Berlin: Ernst & Sohn, 2000.



Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach
Manfred.Curbach@mailbox.tu-dresden.de



Dipl.-Ing. Anett Brückner
Anett.Brueckner@mailbox.tu-dresden.de

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Massivbau
01062 Dresden