

Zukunft Bau

KURZBERICHT zum Forschungsvorhaben

Titel

Ressourcenschonende Reduktion von Bewehrungsstahl in Hochbaudecken

Anlass/ Ausgangslage

Stahlbetondecken werden in realen Bauwerken oft einer kombinierten Beanspruchung aus Last und Zwang ausgesetzt. Die Überlagerung von Last- und Zwangsschnittgrößen ist komplex und kann nur mithilfe von physikalisch nichtlinearen FEM-Berechnungen wirklichkeitsnah erfasst werden. Eine voneinander unabhängige Betrachtung beider Beanspruchungsarten führt bei der Bemessung von Stahlbetonhochbaudecken häufig zu unnötig großen Bewehrungsmengen – zudem oft an falscher Stelle.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Für horizontal gezwängte Stahlbetonhochbaudecken wird sehr häufig der Nachweis zur Begrenzung der Rissbreite unter Gebrauchslasten bei der Bestimmung der erforderlichen Längsbewehrung maßgebend.

Eine realistische Vorhersage der Rissbreite ist nur mit einer sorgfältigen Ermittlung der im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu erwartenden Schnittgrößen im Zusammenhang mit einer möglichst genauen Beschreibung der Rissbildungsmechanismen möglich.

Im Rahmen des Forschungsprojektes, gefördert von der Bundesinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), wurde die Frage nach einer ressourcenschonenden Reduktion von Bewehrungsstahl in Hochbaudecken unter einer kombinierten Beanspruchung aus Last und zentrischem Zwang experimentell und theoretisch untersucht.

Zur experimentellen Erforschung des Verhaltens von einachsig gespannten Stahlbetonhochbaudecken unter einer kombinierten Beanspruchung aus Last und zentrischem Zwang wurden 39 Bauteilversuche als Kurzzeit- und als Dauerstandversuche durchgeführt.

Die aus den Bauteilversuchen gewonnenen Ergebnisse bildeten eine solide Grundlage für die Validierung der nichtlinearen Finite-Elemente-Berechnungen, die für die theoretischen Untersuchungen eingesetzt wurden. Die Nachrechnungen der Kurzzeitversuche sowie der Dauerstandversuche ergaben eine weitgehende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Bauteilversuche, was die Eignung des gewählten FEM-Rechenmodells zur realitätsnahen Abbildung des Verhaltens von einachsig gespannten Stahlbetonhochbaudecken unter kombinierter Beanspruchung aus Last und zentrischem Zwang bestätigte.

In einer umfangreichen Finite-Elemente-Parameterstudie wurden die Erkenntnisse weiter ausgeweitet. Mit der Studie wurde der Einfluss der Bewehrung, der Betonfestigkeitsklasse und des statischen Systems auf den zentrischen Zwang infolge von Schwinden des Betons untersucht. Die untergeordnete Bedeutung des Kriechens bei gerissenen Deckenplatten sowie die untergeordnete Bedeutung der Stabdurchmesser der Bewehrung für den zentrischen Zwang wurden mit Hilfe der Parameterstudie belegt. Durch die Einführung bezogener Schnittgrößen konnte die Zwangnormalkraftbeanspruchung bei einachsig gespannten Einfeldplatten in Abhängigkeit weniger Parameter – nämlich des statischen Systems und der Vertikallastbeanspruchung – dargestellt werden. Auf Grundlage eines Feder-Systems wurde ein Berechnungsansatz ausgearbeitet, der die Bestimmung des Zuwachses der Zwangnormalkraft aus den Feldern einer durchlaufenden Deckenplatte, in denen nach der ersten Vertikallastbeanspruchung keine oder erst zu einem späteren Zeitpunkt Risse im Feldbereich entstehen, mit ausreichender Genauigkeit ermöglicht.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus den Bauteilversuchen und aus der Parameterstudie wurden abgesicherte Bemessungshilfen entwickelt, die eine wirklichkeitsnahe Berechnung der Zwanglängskraft als Bemessungswert bei einachsig gespannten Stahlbetonhochbaudecken erlauben.

Fazit

Das im Rahmen dieses Forschungsprojektes ausgearbeitete Näherungsverfahren orientiert sich an dem in den Normen [(DIN EN 1992-1-1), (DIN EN 1992-1-1/NA) und (DIN EN 1992-1-1/NA/A1)] implementierten risskraftbasierenden Berechnungsansatz und ermöglicht mit ausreichender Genauigkeit die Bestimmung der Zwangbeanspruchung infolge einer behinderten Schwindverkürzung für einachsige gespannte Stahlbetondeckenplatten mit feldweise beliebigen Stützweiten unter einer kombinierten Beanspruchung. Die Ermittlung des im GZG zu erwartenden zentrischen Zwangs im Zusammenhang mit der Deckenaufkast ermöglicht eine präzise Dimensionierung des Stahlquerschnittes zur Begrenzung der Rissbreite, sodass unnötig große Bewehrungsmengen vermieden werden.

Eckdaten

Kurztitel: Ressourcenschonende Hochbaudecken

Forscher / Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell
Prof. Dr.-Ing. Andrej Albert
Andreas Dridiger (M.Sc.)

Gesamtkosten: 269.000,00€

Anteil Bundeszuschuss: 167.830,00€

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

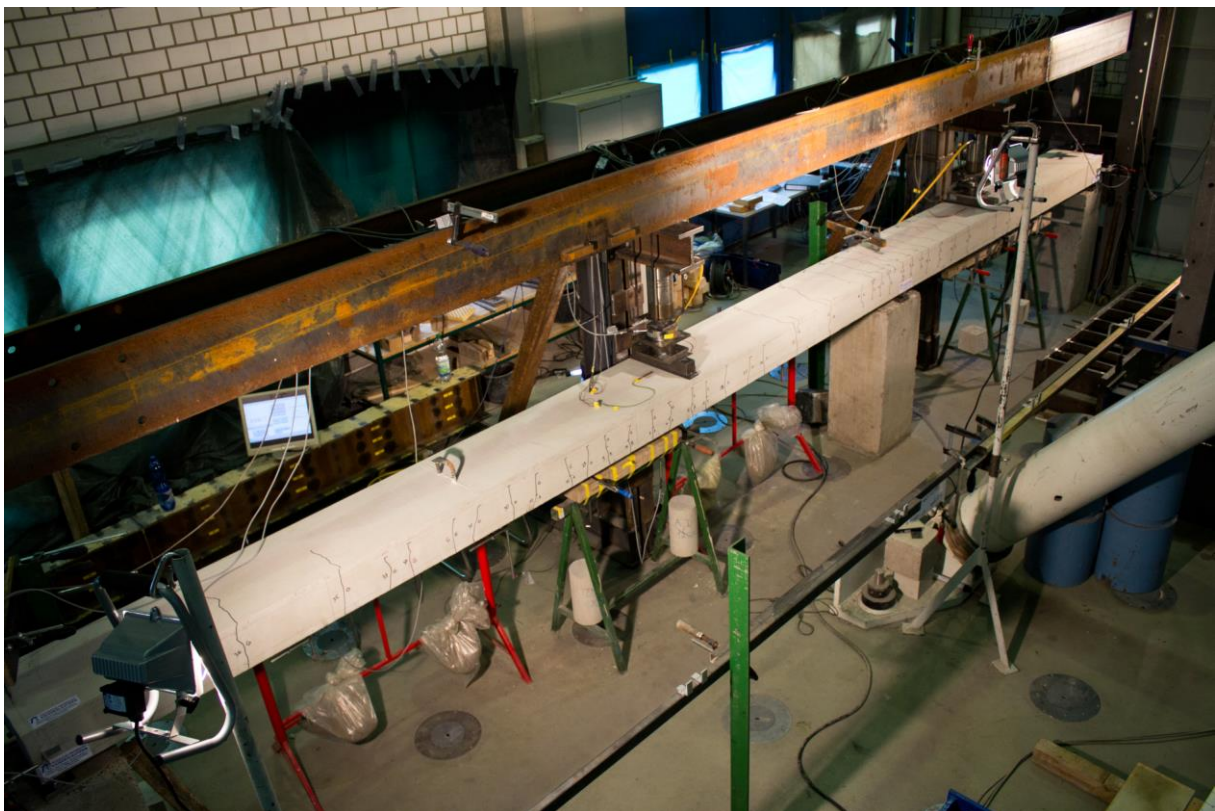


Bild 1: Kurzzeitversuch.bmp
Übersicht des Kurzzeitversuches

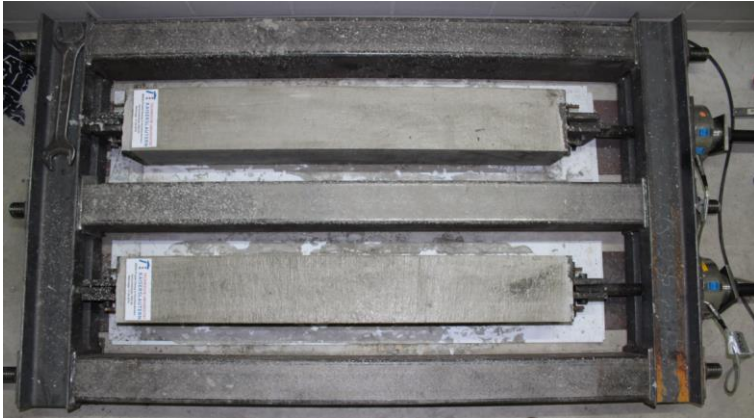


Bild 2: Dauerstandversuch.bmp
Versuchsrahmen zur Messung der Zwangkräfte

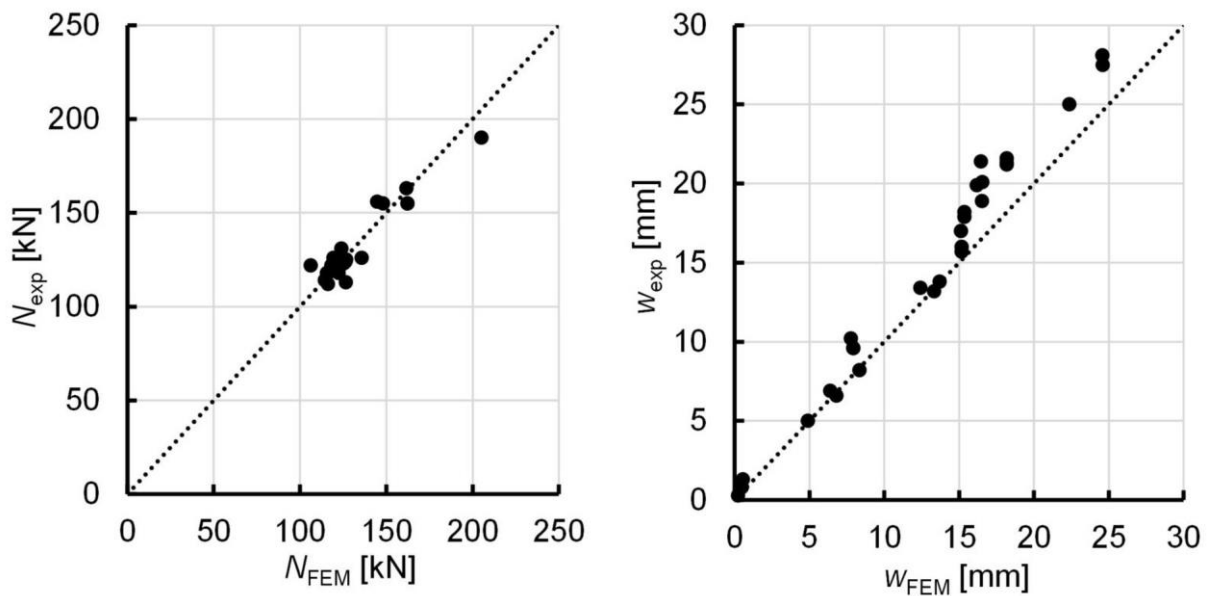


Bild 3: Nachrechnung der Kurzzeitversuche.bmp
Gegenüberstellung der numerisch berechneten und der im Bauteilversuch gemessenen Normalzugkräfte (links) und der Durchbiegungen in Feldmitte (Feld mit der größten Spannweite) (rechts) unter einer kombinierten Beanspruchung aus Vertikalbelastung (quasi-ständige Einwirkungskombination) und Zugkraftbeanspruchung ($\varepsilon_L = 0,485 \text{ ‰}$ bzw. $0,437 \text{ ‰}$)

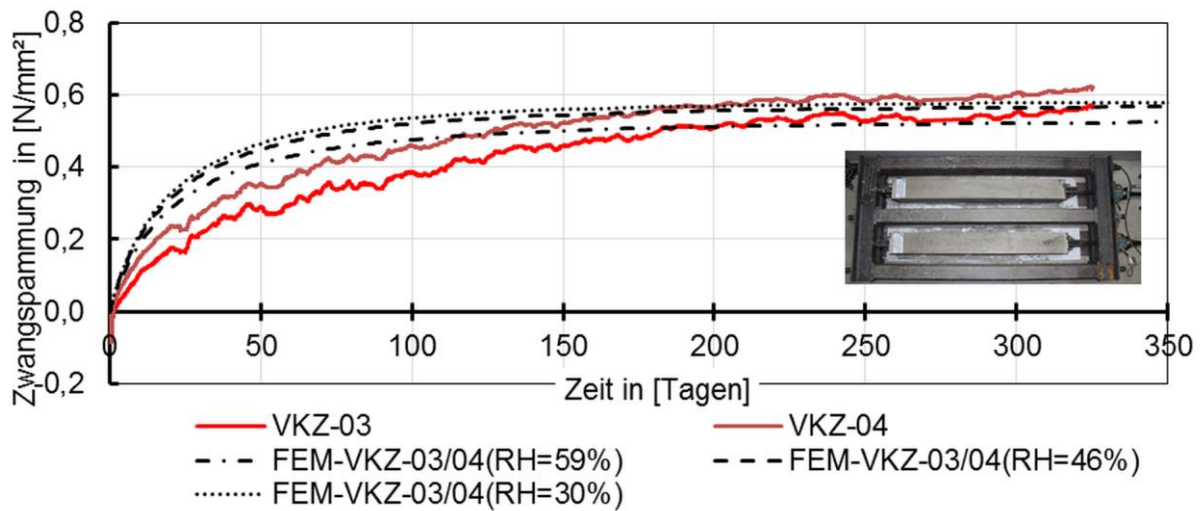


Bild 4: Nachrechnung des Dauerstandversuches.bmp
 Experimentelle und rechnerische Bestimmung der Zwangskraft

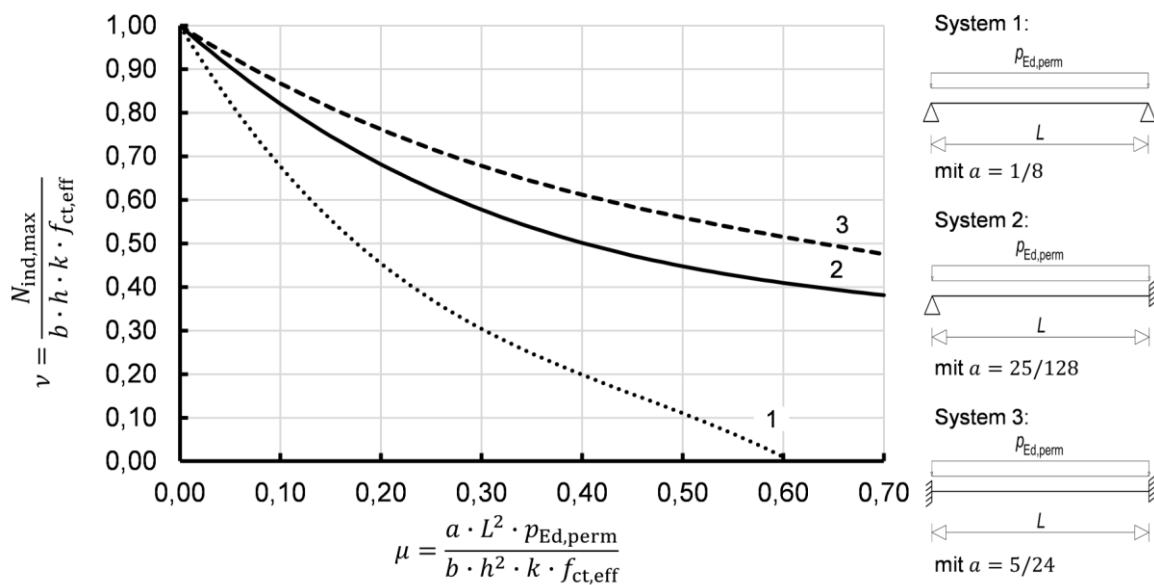


Bild 5: Interaktionsdiagramm.bmp
 Dimensionsloses Interaktionsdiagramm zur Bestimmung der Normalkraft-beanspruchung infolge späten Zwangs (Schwinden)