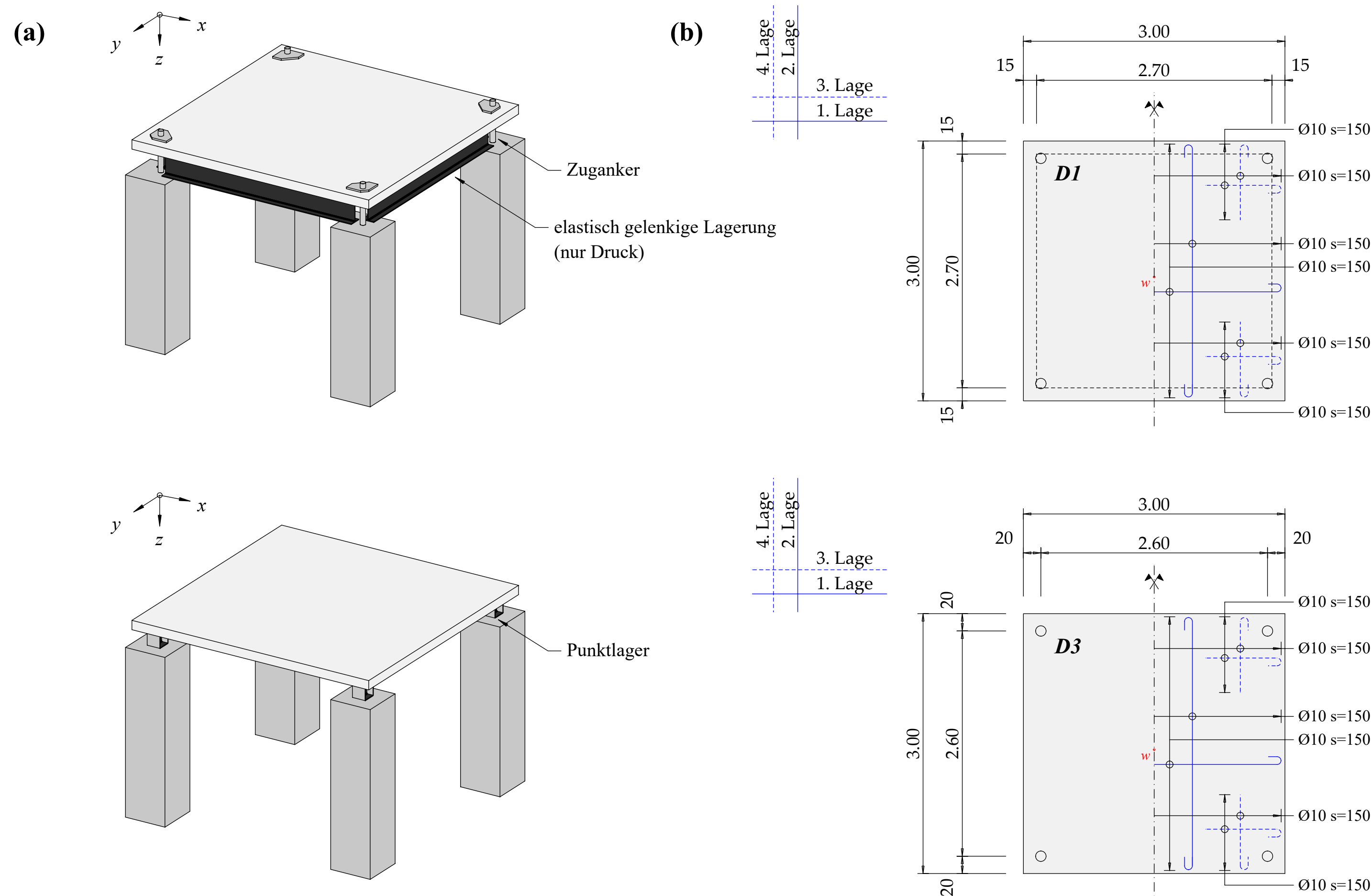
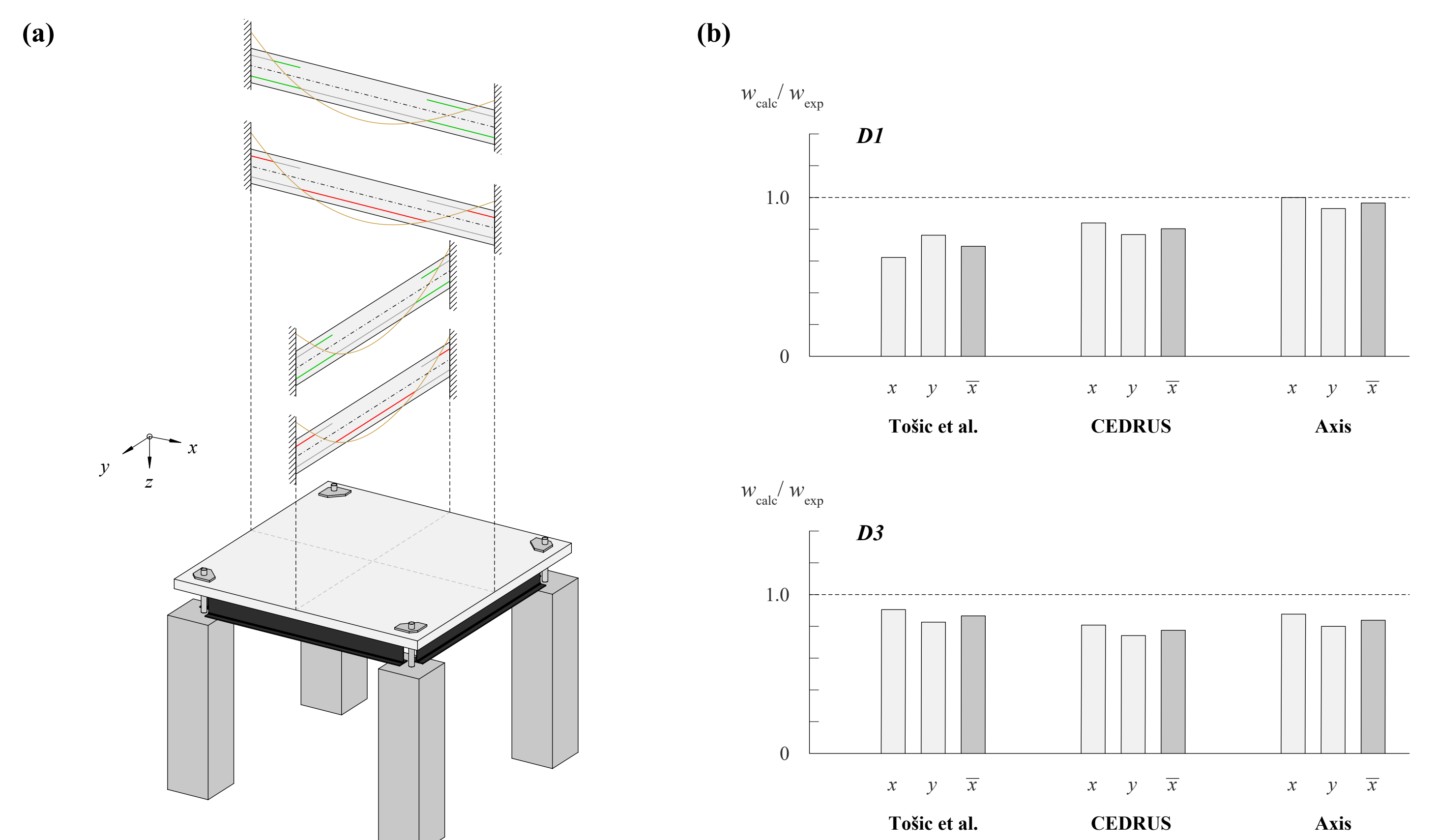


Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

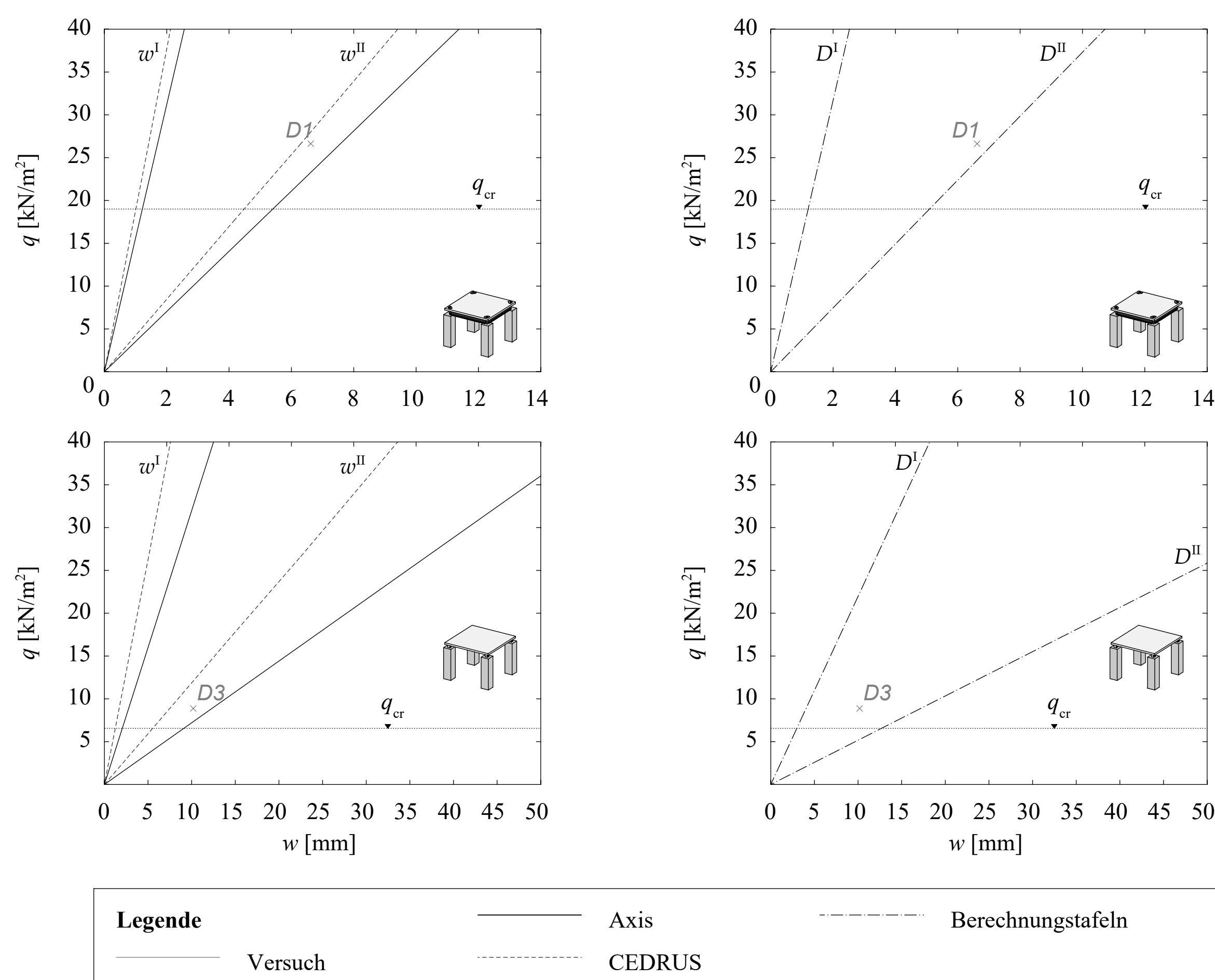
# Ansätze zur Verformungsberechnung von Stahlbetonplatten



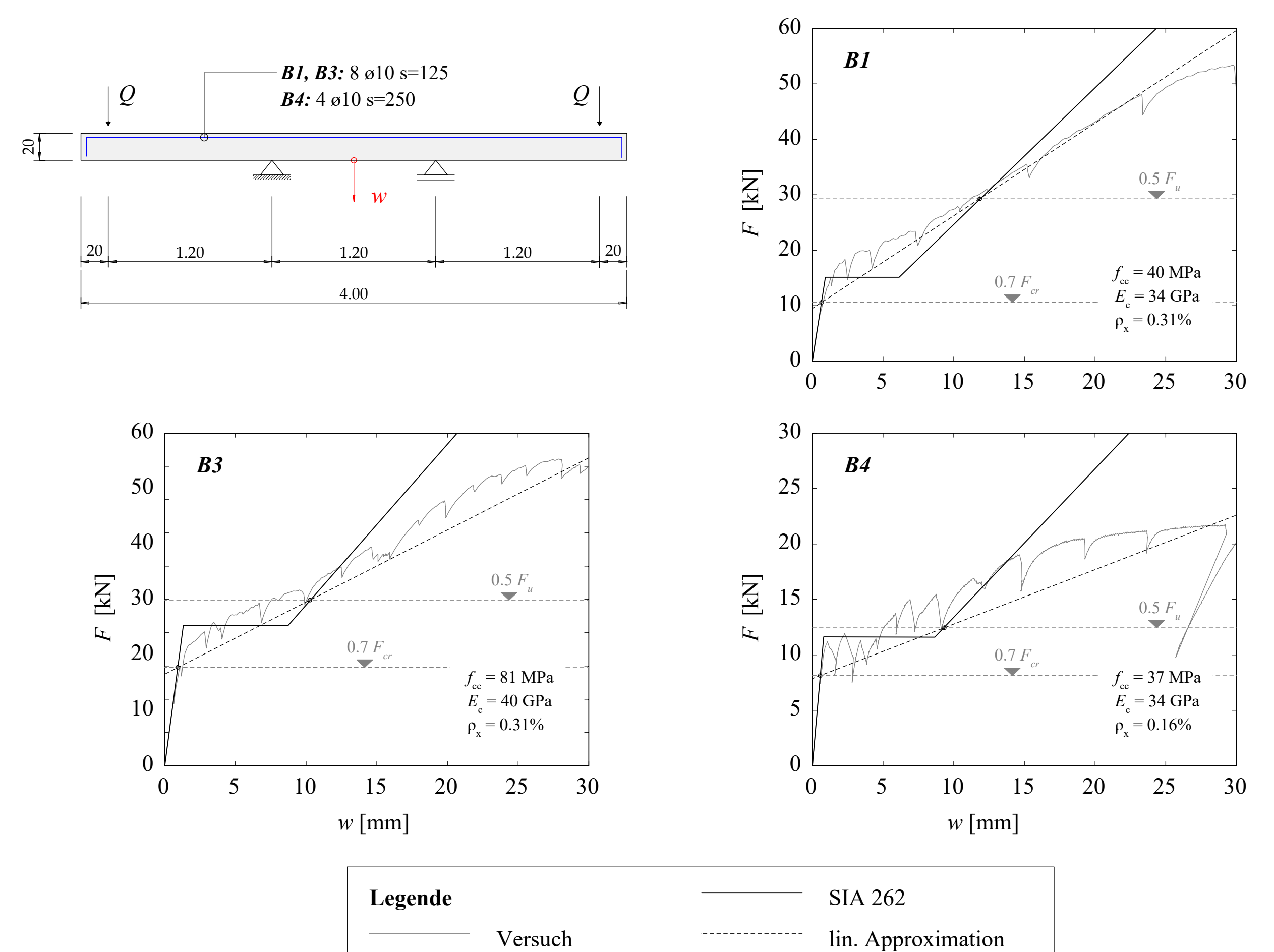
**Bild 1:** Versuchsserie *D* von Tellenbach (Versuche *D1* und *D3*): (a) Isometrie und (b) System und Bewehrung. (aus Tellenbach, A., *Déformation a long terme des dalles en béton a l'état fissuré*, EPFL)



**Bild 2:** Nachrechnung der Versuchsserie *D* anhand der erweiterten  $\zeta$ -Methode nach Tošić et al.: (a) Modellbildung für die Bestimmung des gewichteten Bewehrungsgehalts; (b) Restultate der Nachrechnung.



**Bild 3:** Nachrechnung der Versuchsserie *D* mit Hilfe von Berechnungstafeln.



**Bild 4:** Nachrechnung der Plattenstreifen von Kenel & Marti mit einer linearen Approximation. (aus Kenel & Marti, *Faseroptische Dehnungsmessungen an einbetonierten Bewehrungsstäbe*, ETHZ)

## Problemstellung

Die Abschätzung der Verformungen von Stahlbetonkonstruktionen ist bis heute eine der anspruchsvollsten Aspekte im konstruktiven Ingenieurbau und im Rahmen des normativen Nachweises der Gebrauchstauglichkeit ein zu erfüllendes Kriterium. Um den hohen Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit gerecht zu werden, sind zuverlässig Abschätzungen von zentraler Bedeutung, um einer Überdimensionierung infolge der teils hohen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von Massivbauwerken entgegen zu wirken.

Der Ansatz der aktuell gültigen Norm SIA 262:2013 erfordert einen geometrischen Bewehrungsgehalt für die Abschätzung der Verformungen für gerissene Stahlbetonbauteile. Platten verfügen meistens über mehr als eine Bewehrungslage, und die erforderlichen Parameterwerte aus Bewehrung und

statischer Höhe variieren von Lage zu Lage.

## Lösungskonzept

Anhand publizierter Methoden zur Berechnung der Verformungen und unter Einsatz linearer Finite-Element-Analysen (LFEA), sollen vorhandene und neue Ansätze analysiert und mit Plattenversuchen plausibilisiert werden. Nebst den Ansätzen aus der schweizerischen Norm SIA werden auch Berechnungen mit einem effektiven Trägheitsmoment (effective moment of inertia) durchgeführt, was im englischsprachigen Raum weit verbreitet ist. Zudem werden Berechnungstafeln, der CEP-FIP Model Code 1990, der *fib*-Model Code 2010 und eine erweiterte  $\zeta$ -Methode zur Verformungsberechnung von zweiachsig gespannten Platten angewendet, um unterschiedliche Plattenversuche zu plausibilisieren. Inhalt der Nachrechnungen bilden einerseits unterschiedliche Versuche an Plattenstreifen,

welche an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) geprüft wurden und Versuche an Stahlbetonplatten, die an der École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) und der Hochschule Luzern (HSLU) durchgeführt wurden.

Der Lösungsansatz für den erforderlichen geometrischen Bewehrungsgehalt für die Berechnung mit der SIA-Formel ist ein gewichteter geometrischer Bewehrungsgehalt, der für jede Lage und unter Berücksichtigung der gerissenen Bereiche der Stahlbetonplatte ermittelt wird. Bei der linearen Approximationsmethode entsteht durch Division der Bruchlast mit dem Faktor zwei ein neues Niveau. Durch ein weiteres Niveau bei 70% der berechneten Risslast resultieren zwei Punkte. Anhand dieser zwei Punkte kann eine Gerade gebildet werden, welche den Verformungsverlauf mit einer guten Übereinstimmung wiedergibt.

## Gian-Luca Stecher

Advisor:  
Prof. Dr. Karel Thoma

Co-Advisor:  
Prof. Dr. Albin Kenel

Experte:  
Dr. Marius Weber