

Schubfeldmodell

Querkrafttragfähigkeit bestehender Betonbrücken

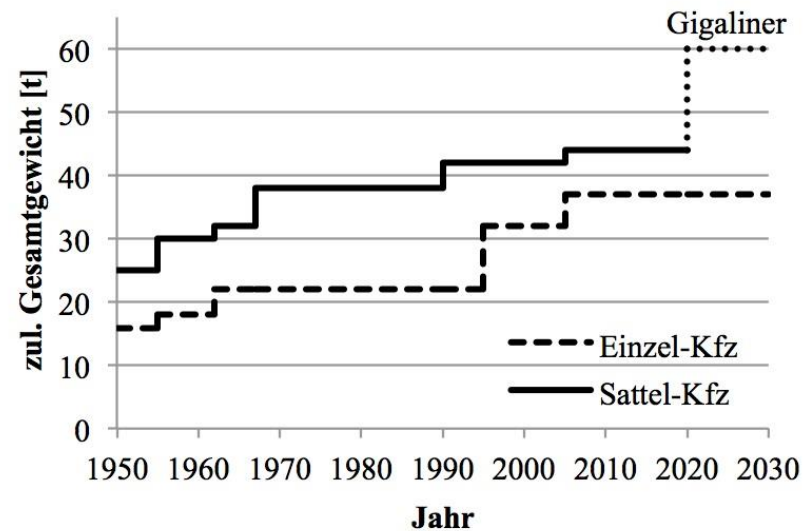
Ergebnispräsentation

Verkehrsinfrastrukturforschung 2011

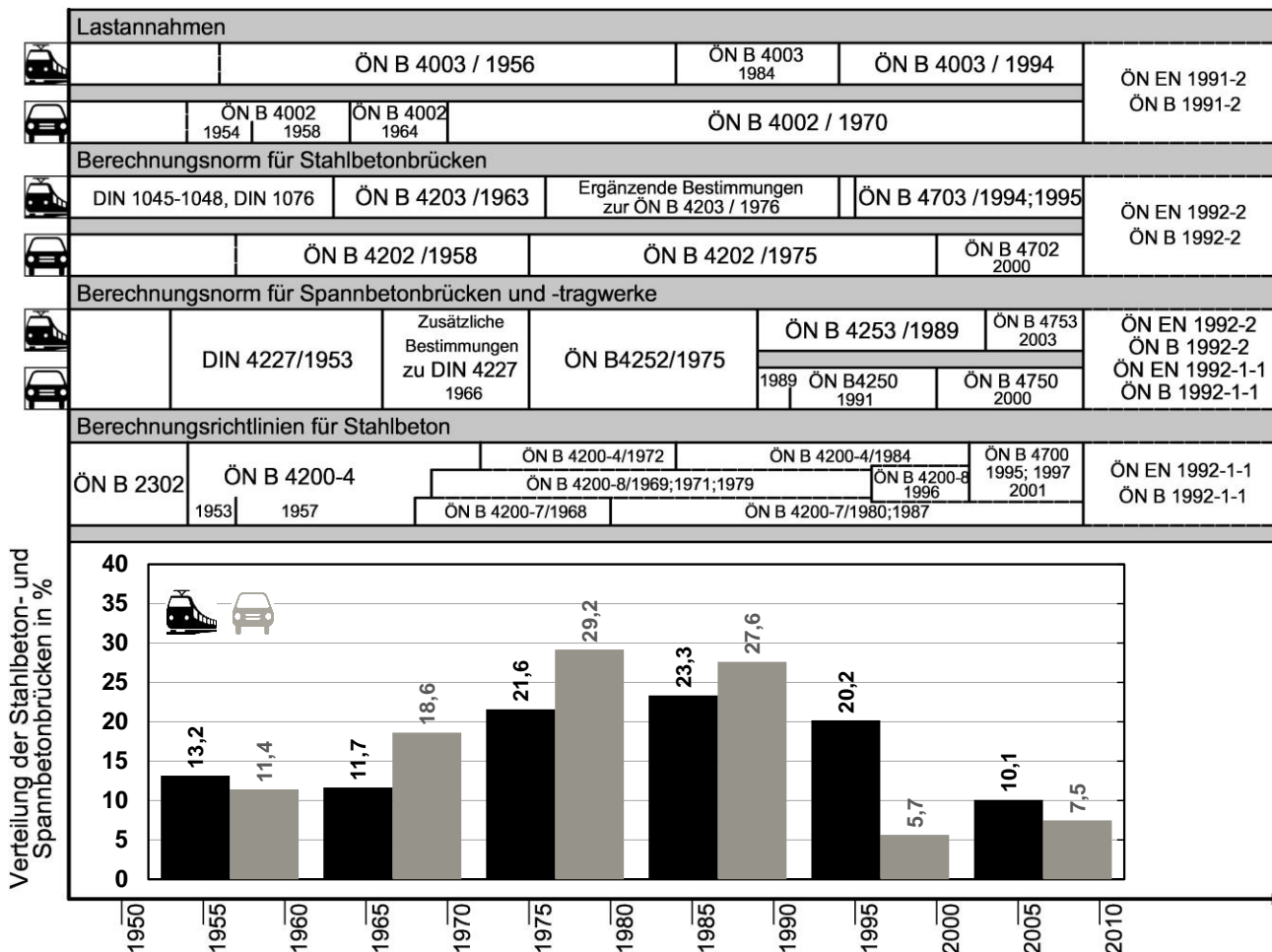
- Problemstellung
- Normenentwicklung
- Versuchsdatenbank
- Modellbildung
- Zusammenfassung



- Massiver Anstieg im Transit- und Güterverkehr in den letzten Jahrzehnten
- Erhöhung der tatsächlichen und rechnerischen Verkehrslasten
- Erhöhung der einwirkenden Querkraft V_{Ed}



- Der Großteil der Brücken ist bereits älter als 30 Jahre
- Normenentwicklung – Veränderung der Q-bemessung



Motivation

Bei Nachrechnung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken gemäß ONR 24008 gemäß Stufe 1 (Eurocode 2) kann bei gewissen Brückentypen der Nachweis der Schubtragfähigkeit nicht erfüllt werden

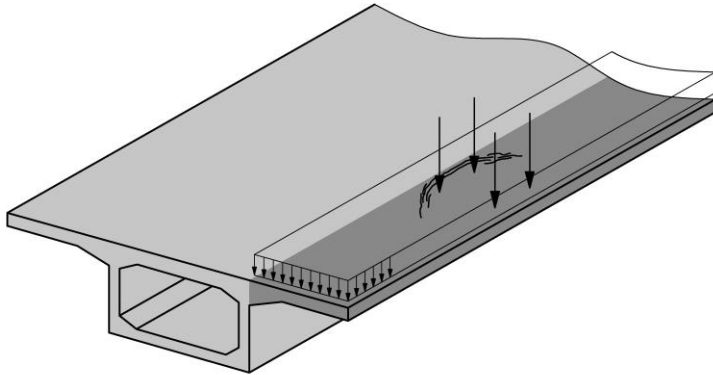
$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

Zielsetzung

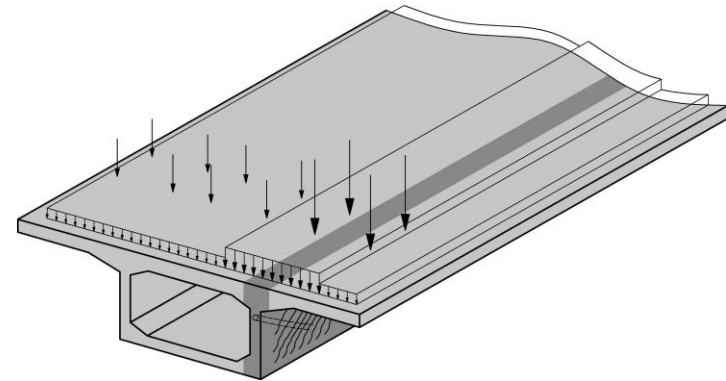
- Nutzung von Tragreserven für die Nachrechnung
- Erstellung eines realitätsnahen und abgesicherten Berechnungsmodells für Bauteile ohne und mit geringer Schubbewehrung
- Verhinderung von unnötigen Sanierungen

Querkraftgefährdung: Nachrechnung Stufe 1 - ONR 24008

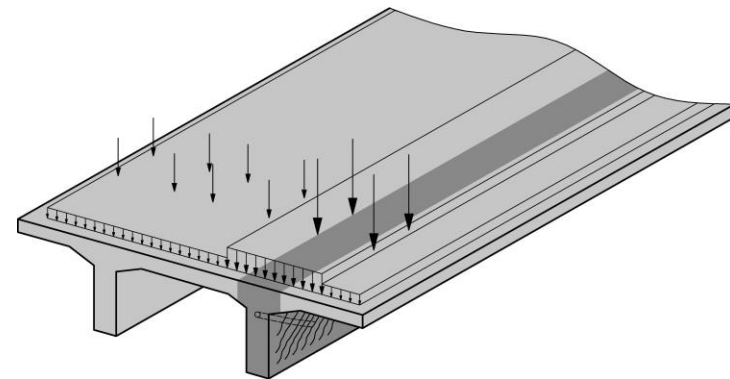
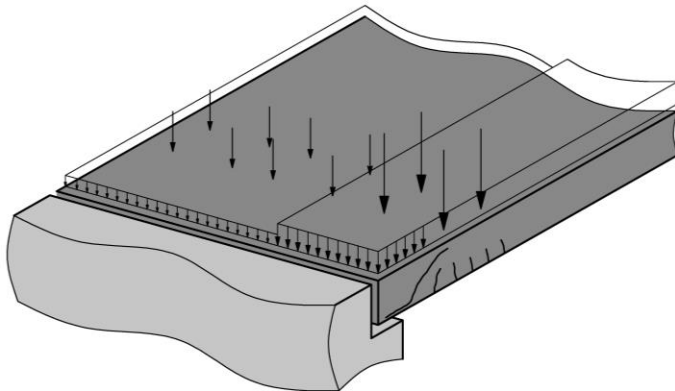
Bauteile ohne Q-bewehrung Spannbeton mit geringer Q-bewehrung



ÖN B 4200-4:1957
ÖN B 4202:1958



DIN 4227:1953
ÖN B 4252:1975



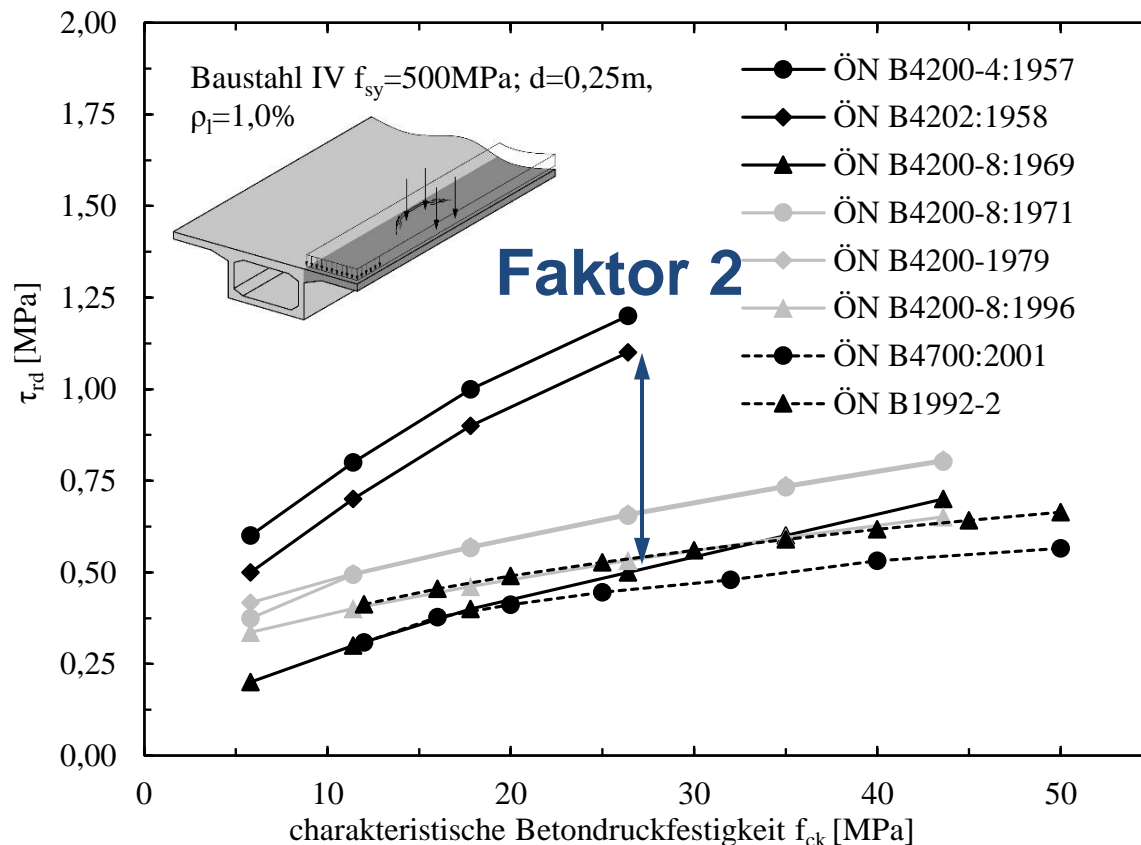
Bauteile ohne Querkraftbewehrung

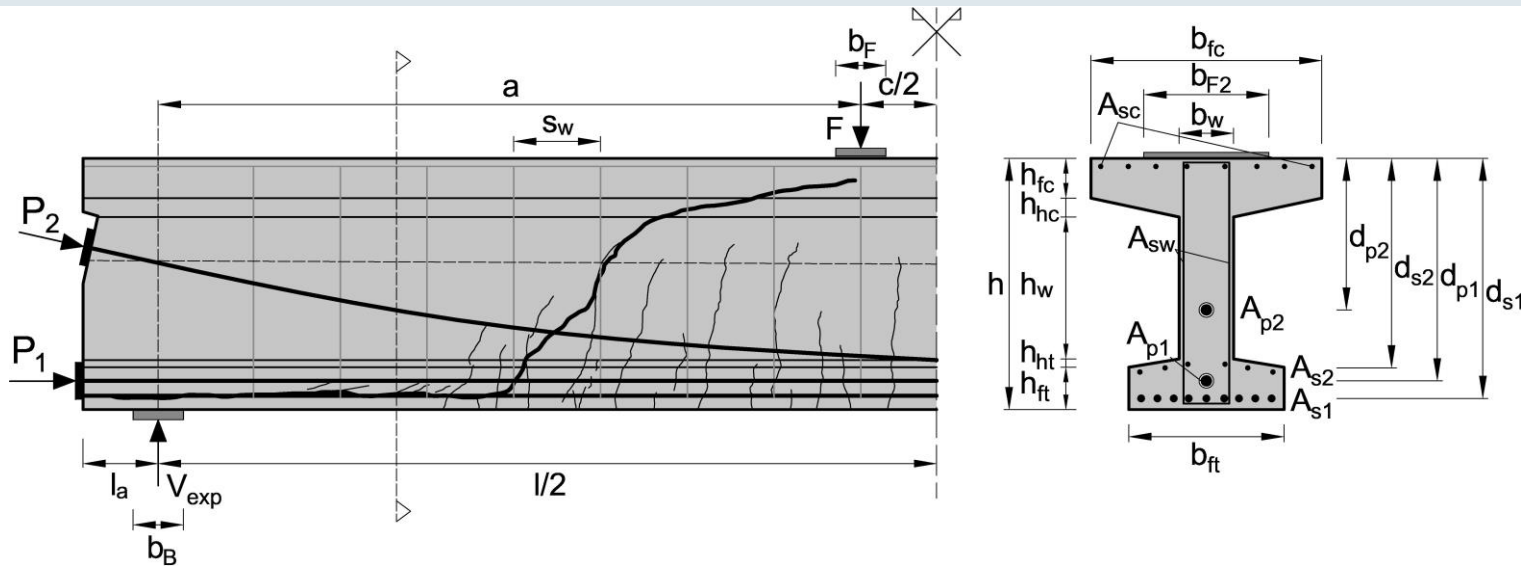
Eurocode 2
(2011)

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,18 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \\ \gamma_c \\ 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \end{array} \right.$$

ÖN B 4200-4
(1957)

$$\tau_0 \leq \tau_{zul}$$





- Sammlung von **800** Versuchsdaten aus der Literatur
- Erkenntnisse:
 - Schlechte Dokumentation bei Großteil der Versuche
 - In gewissen Bereichen wenig bis gar keine Versuche (z.B.: Spannbeton mit Q-bew.)
 - Erheblicher experimenteller Forschungsbedarf
- Datenbanken stellt Basis für die Modellentwicklung dar

Vergleich des Bemessungsmodells gemäß Eurocode 2 mit Versuchsdaten – Stahlbetonträger mit geringer Schubbew.:

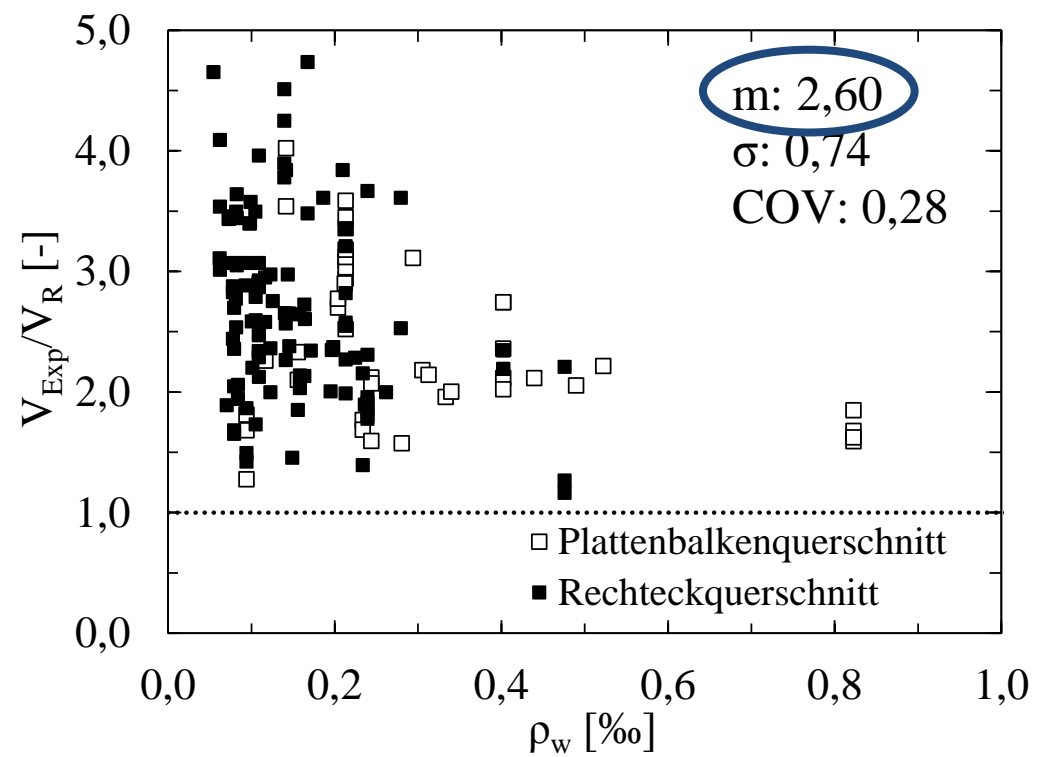
- Modell unterschätzt experimentell ermittelte Tragfähigkeiten

$$V_{Exp} > V_R$$

- Vernachlässigung von Tragreserven

- Beton einen Abtrag von Querkräften zutrauen?

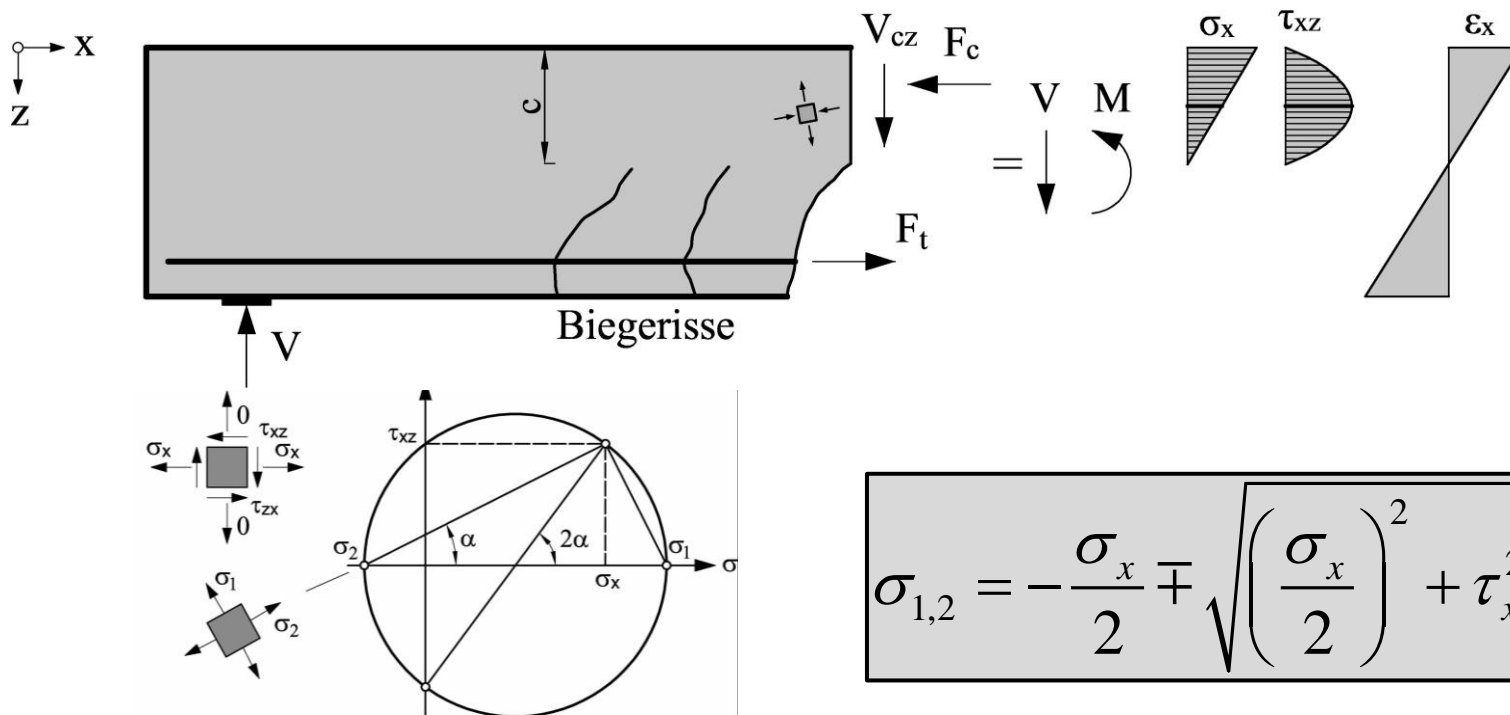
$$V_c ?$$



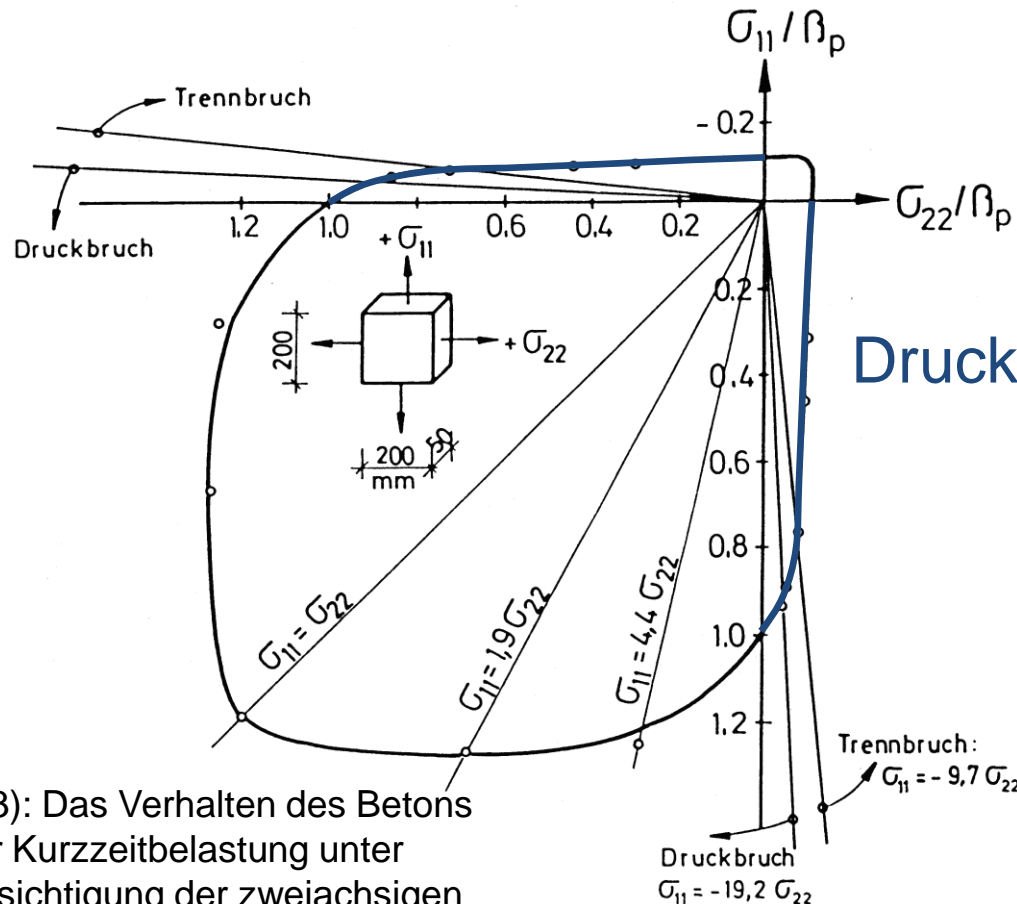
SCHUBFELDMODELL

Bauteile ohne
Querkraftbewehrung

$$\frac{V_R}{b \cdot c} = f_{ct,bi}ax$$



$$f_{ct} \propto \sigma_1 \wedge \sigma_2$$

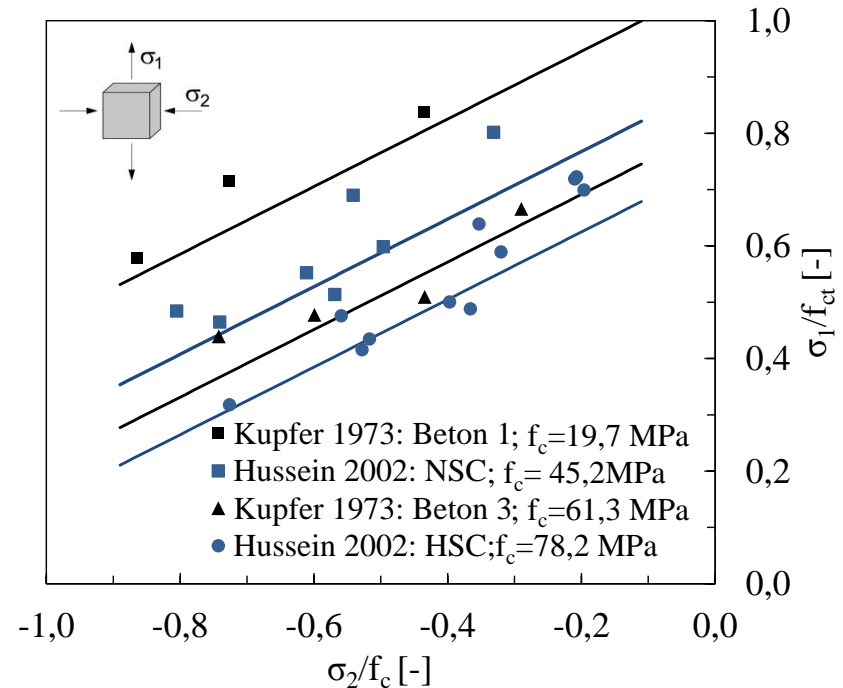
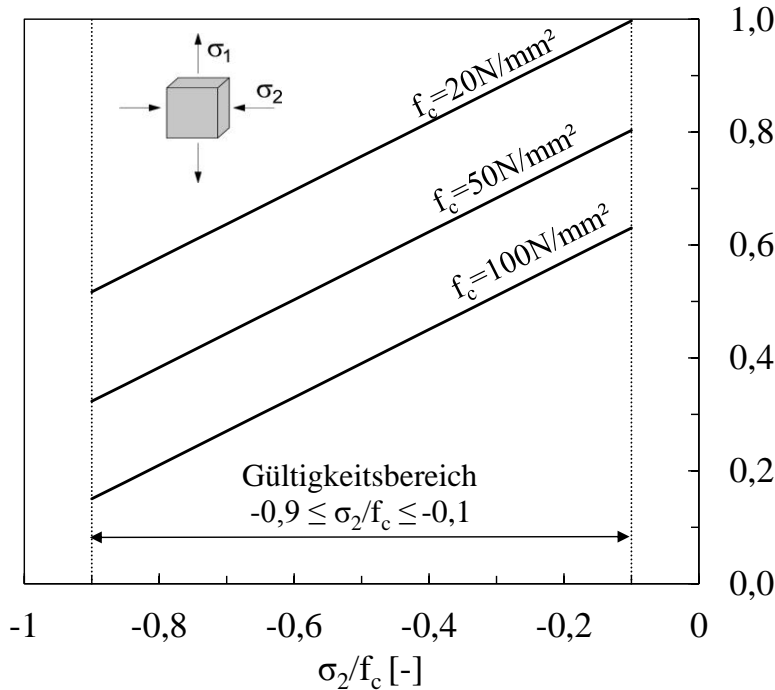


Druck-Zug Bereich

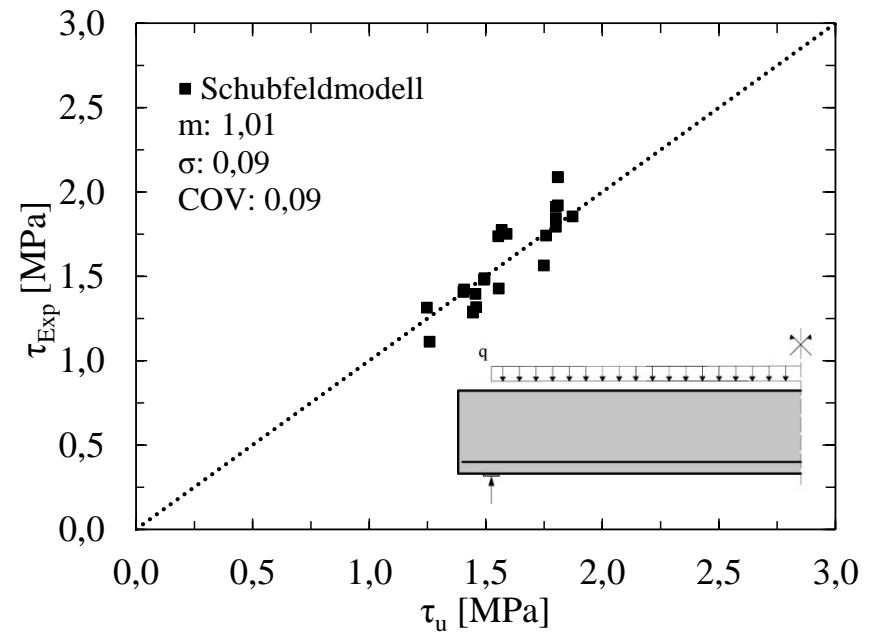
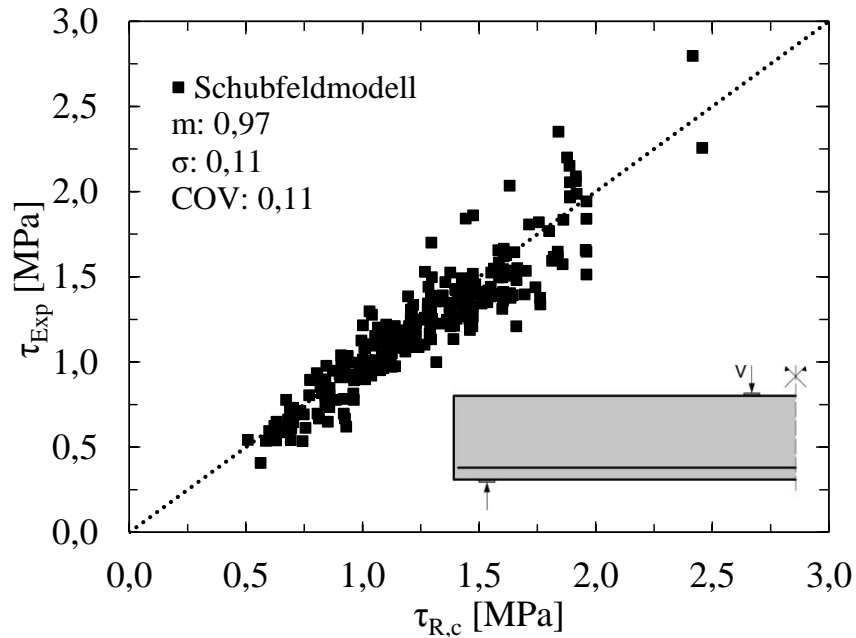
Kupfer, H., B. (1973): Das Verhalten des Betons unter mehrachsiger Kurzzeitbelastung unter besonderer Berücksichtigung der zweiachsigen Beanspruchung, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 229, Berlin.

Entwicklung eines eigenen Bruchkriteriums

$$\frac{\sigma_1}{f_{ct}} = 1,6 - 0,2 \cdot f_c^{\frac{1}{3}} + 0,6 \cdot \frac{\sigma_2}{f_c}$$

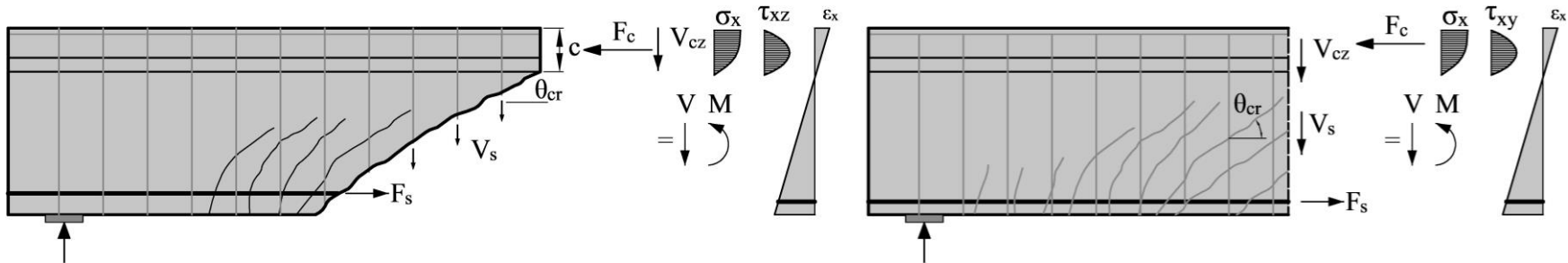


Anwendung des Schubfeldmodells auf Bauteile ohne Q-bewehrung



- Gute Übereinstimmung des Schubfeldmodells mit Versuchsergebnissen

Stahlbetonbauteile mit Querkraftbewehrung



$$V_R = V_{R,s} + V_{R,c}$$

Traganteil der Q-bew.:

$$V_{R,s} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot (d - c_{mod}) \cdot f_{yw} \cdot \cot \theta_{cr}$$

$$\theta_{cr} = f(\varepsilon_s)$$

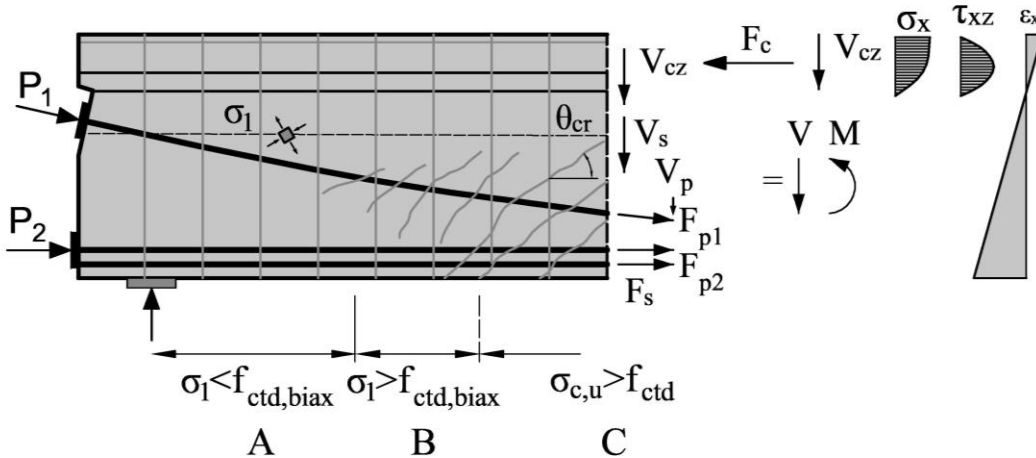
Betontraganteil

$$V_{R,c} = \frac{2}{3} \cdot b_{V,eff} \cdot c_{mod} \cdot \tau_{xz,max}$$

$$c_{mod} = \beta_c \cdot c$$

$$\beta_c = f(\varepsilon_s)$$

Spannbeetonbauteile mit Querkraftbewehrung



Bachmann, H. und Thürlimann, B. (1966):
Schubbemessung von Balken und Platten
aus Stahlbeton mit Spannzulagen und
Spannbeeton, Schweizerische Bauzeitung,
84 (33), S. 583-591 und 84 (34), s. 599-
606.

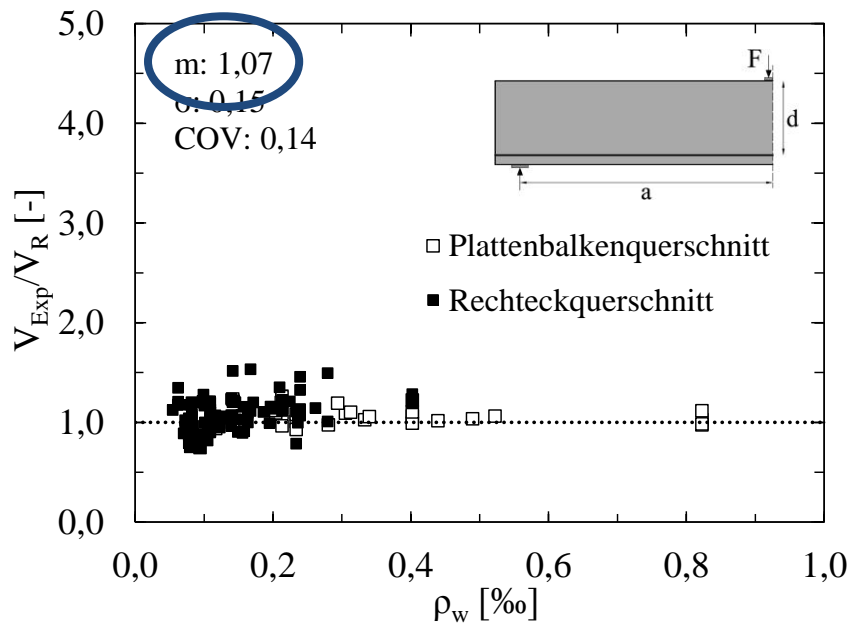
- Vorgeschlagerener Ansatz: In Zonen unterteilte Nachweisführung bei vorgespannten Tragwerken:

- Zone A: keine Querkraftgefährdung
- Zone B: Querkraftabtrag über Q.-bewehrung und geneigte Gurtkraft in der Druckzone $\sigma_{c1} > f_{ctd,bi-ax}$

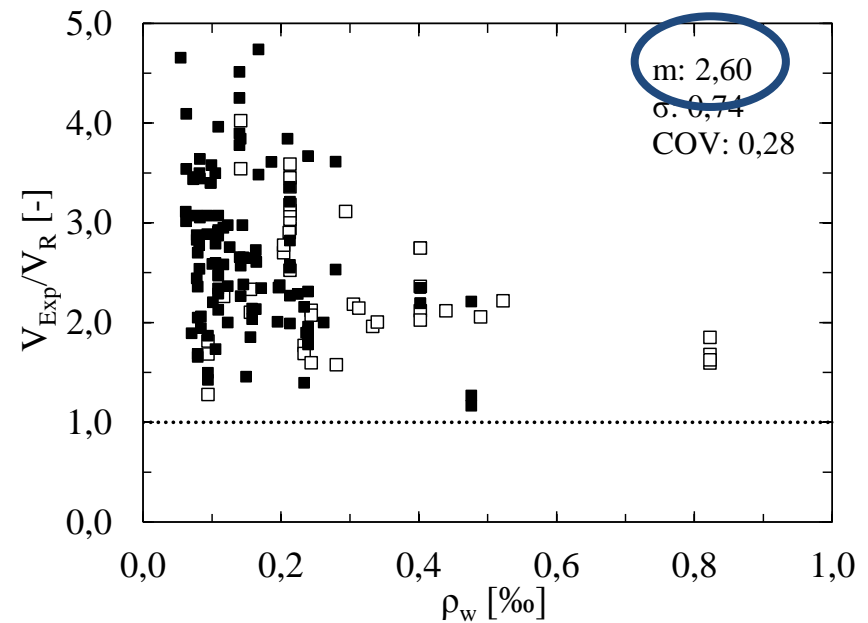
- Zone C: Schubfeldmodell $\sigma_{cx,u} > f_{ctd}$ u. $\sigma_{c1} < f_{ctd,bi-ax}$

Stahlbetonbauteile mit Querkraftbewehrung

Schubfeldmodell



Eurocode 2

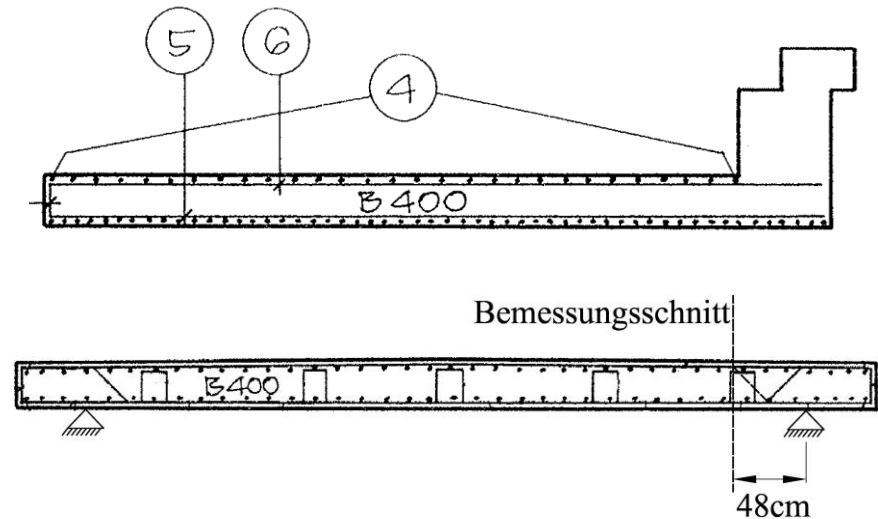
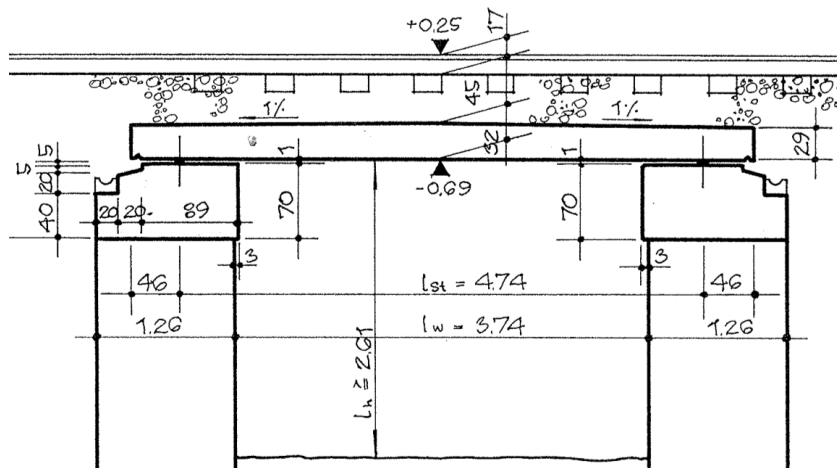


- Zusätzlicher Betontraganteil des Schubfeldmodells verbessert die Übereinstimmung mit Versuchsergebnissen

Brückennachrechnung

Nachrechnung gemäß Stufe 1 ONR 24008

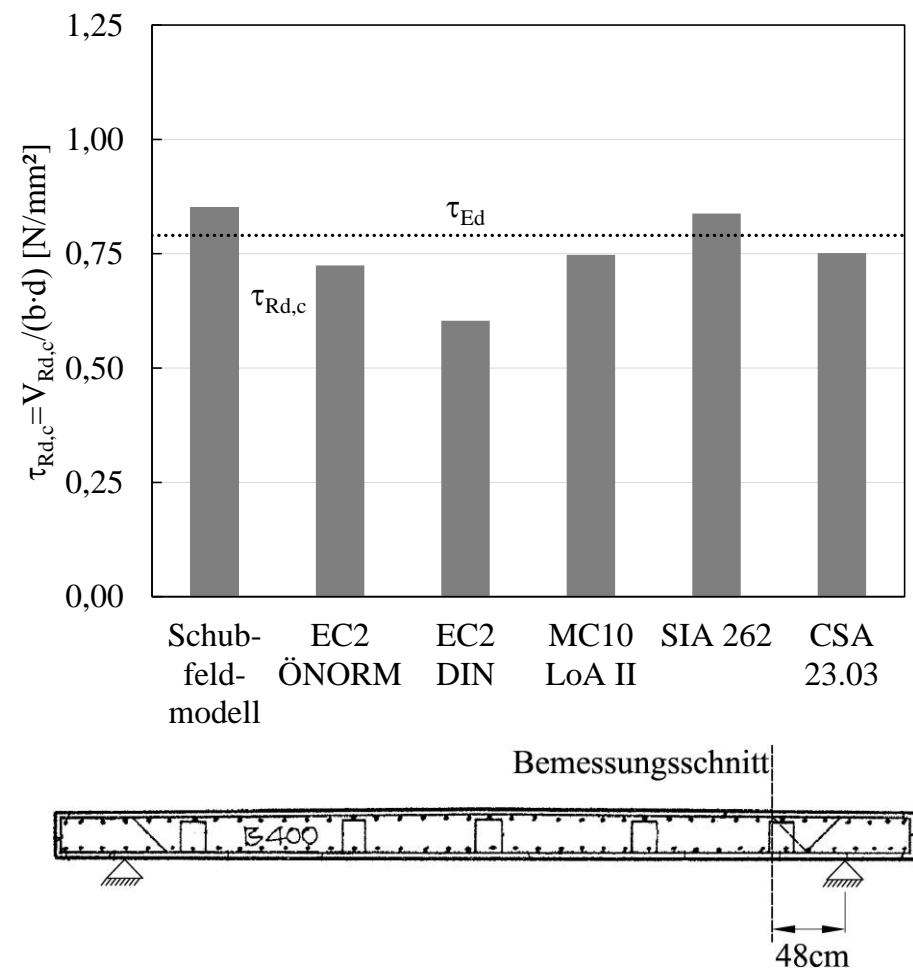
- Durchlass Seekirchen, km 300.238



B400, $d=0,27m$ $\rho_l = 1,3\%$

Brückennachrechnung

Durchlass Seekirchen, km 300.238



- Die Bewertung von bestehenden Brückentragwerken gewinnt immer mehr an Bedeutung
- Die rechnerische Querkrafttragfähigkeit spielt dabei für bestimmte Brückentypen eine wesentliche Rolle
- Konservative Ansätze in aktuellen Normen sowie eine Erhöhung der Verkehrslasten haben bei Anwendung des aktuellen Normenstandes zu einem rechnerischen Defizit geführt
- Experimentelle Untersuchungen zeigen jedoch zum Teil erhebliche Tragreserven

- Beanspruchung der Druckzone bestimmt das Querkrafttragverhalten wesentlich
- Schubfeldmodell: Versagen der Druckzone ist maßgebend für Querkrafttragfähigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteile
- In Zonen unterteilte Nachweisführung bei vorgespannten Bauteilen
- Gewählter Ansatz zeigt gute Übereinstimmung mit Versuchsergebnissen
- Noch erheblicher Forschungsbedarf: z.B.: Spannbeton, Zweifeldsysteme, Lastverteilung bei Platten usw.

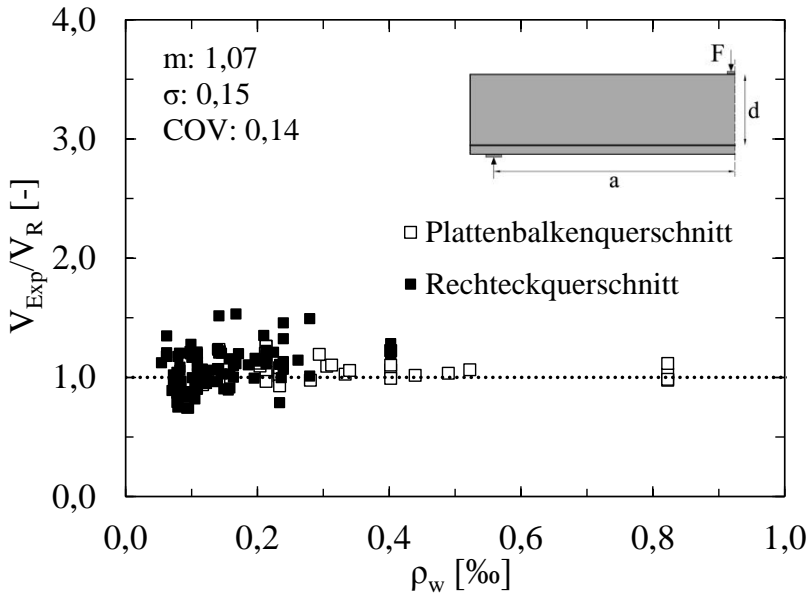
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Patrick Huber

Technische Universität Wien
Institut für Tragkonstruktionen – Betonbau
Univ.-Prof. Dr. Ing. Johann Kollegger
Karlsplatz 13
1040 Wien

Telefon: +01 58801 21255
E-Mail: patrick.huber@tuwien.ac.at
URL: www.betonbau.tuwien.ac.at

Schubfeldmodell



fib Model Code 2010 LoA III

