

Schriftliche Prüfung	Stahl- und Verbundhochbau	Datum: 20.01.2001	Seite: 1/3
----------------------	---------------------------	----------------------	---------------

Name: .....

Matr. Nr.: .....

## 1 Einfluss der Rissbildung im Betongurt

Die Aufteilung eines Biegemomentes in die Anteile  $M_a$  und  $N_s$  wird durch die Biegesteifigkeit des Stahlträgers sowie durch die Dehnsteifigkeiten des Stahlbetongurtes und des Stahlträgers bestimmt. Wird unter negativer Momentenbeanspruchung die Betonzugfestigkeit im Stahlbetongurt überschritten, so ist die Dehnsteifigkeit des Stahlbetongurtes stark vom Grad der Rissbildung abhängig.

- charakterisieren Sie die drei Bereiche des Stahlbetongurtes eines Verbundquerschnittes unter negativer Momentenbeanspruchung, die bei näherungsweise Idealisierung des Stahlbetongurtes als zentrisch belasteter Stab unterschieden werden können
- zeigen Sie anhand der Normalkraft-Dehnungsbeziehung eines Stahlbetonzugstabes, wie man sich die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen, den so genannten "tension-stiffening-effect" bildlich vorstellen kann
- beschreiben Sie, unter Berücksichtigung der Unterschiede zwischen ULS und SLS, welche Vorteile eine Berechnung unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen gegenüber einer Berechnung am reinen Zustand-II-Querschnitt mit sich bringt
- Bonusfrage: – welche Steifigkeitsverteilung kann daraus abgeleitet werden und für die näherungsweise Berechnung der Schnittgrößen in statisch unbestimmten Systemen unter Berücksichtigung der abgeschlossenen Rissbildung im Bereich von Innenstützen angewandt werden

## 2 Verbundmittel – Verbundsicherung

Die Schubkräfte in der Verbundfuge können aus der Änderung der Normalkraft im Stahl- bzw. im Betonquerschnitt ermittelt werden. Demzufolge ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen, dass zwischen den sog. "kritischen Schnitten" eines Verbundträgers eine ausreichende Anzahl von Verbundmitteln zur Übertragung der Längsschubkräfte  $V_L$  zwischen Stahlträger und Betongurt vorhanden ist;

- skizzieren Sie einen mehrfeldrigen Verbundträger und kennzeichnen Sie an diesem Ihnen bekannte kritische Schnitte im Hinblick auf die Übertragung der Längsschubkräfte  $V_L$   
Hinweis: Führen Sie bitte nur die für diese Fragestellung relevanten kritischen Schnitte an

Das Tragverhalten eines Verbundträgers wird entscheidend durch die Ausbildung der Verdübelung zwischen Stahlträger und Betongurt beeinflusst;

- welche Verbundmittel kennen Sie und welche dieser Verbundmittel können gemäß EC4 als duktil eingestuft werden
- welches Verformungsverhalten muss ein Verbundmittel aufweisen, um gemäß EC4 als duktiles Verbundmittel klassifiziert zu werden
- wie wirkt sich die Duktilität der Verbundmittel auf deren Verteilung in Trägerlängsrichtung aus

Da nur bei duktilen Verbundmitteln die Schubkräfte in erheblichem Maße umgelagert werden können, sind diese besonders für eine sog. äquidistante Verteilung der Verbundmittel in Trägerlängsrichtung geeignet. Dennoch kann die äquidistante Verteilung der Verbundmittel zu einer markanten Auswirkung bez. das Tragverhalten eines Verbundträgers führen;

- welche ist diese markante Auswirkung und wodurch kann sie verhindert werden

Fakultät für Bauingenieur- und Umweltwissenschaften	Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften	Arbeitsbereich für Stahlbau und Mischbautechnologie
---	--	---

Schriftliche Prüfung	Stahl- und Verbundhochbau	Datum: 20.01.2001	Seite: 2/3
----------------------	---------------------------	----------------------	---------------

- f. daraus abgeleitet erlaubt der EC4 die äquidistante Verdübelung eines Verbundträgers nur unter einer ganz bestimmten Bedingung – welcher

### 3 Tragfähigkeitsnachweis einer Verbunddecke

Das zentrale Problem bei der Bemessung von Verbunddecken ist eine zuverlässige Ermittlung der Größe der übertragbaren Verbundspannungen zwischen dem Profilblech und dem Beton. Diese grundsätzliche Problematik kann anhand von drei Berechnungsmodellen veranschaulicht werden.

- a. stellen Sie diese drei Modelle mit der jeweiligen Analogie zur Stahlbetonbauweise an einem Einfeldträger dar

Weitere Bemessungsmethoden beruhen entweder auf empirischen Bemessungsverfahren oder auf mechanischen Berechnungsmodellen.

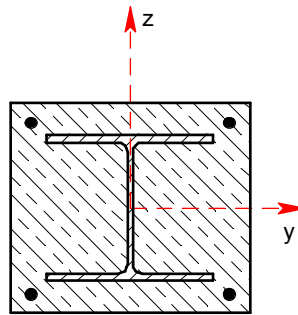
- b. welche Rechengröße wird zur Beschreibung der Verbundfestigkeit zwischen dem Profilblech und dem Beton eingeführt und worauf bezieht sich diese
- c. stellen Sie das Teilverbund-Verfahren anhand des Teilverbund-Diagramms mit allen wichtigsten zum Verständnis erforderlichen Erläuterungen dar
- d. geben Sie einen Algorithmus zur Berechnung eines Punktes auf der Teilverbund-Kurve an
- e. Bonusfrage: – stellen sie die Transformation des Teilverbund-Diagramms in eine Momentendeckungslinie mit allen zum Verständnis erforderlichen Erläuterungen dar und zeigen sie wie die Momententragfähigkeit in diesem Diagramm dargestellt werden kann

### 4 Interaktionskurve einer Verbundstütze

Der Nachweis für Verbundstützen bei Druck- und einachsiger Biegebeanspruchung setzt die Kenntnis der Interaktionskurven für die Querschnittstragfähigkeit bei Normalkraft- und Momenteneinwirkung voraus.

- a. erläutern Sie mit Hilfe des qualitativen Verlaufes der Interaktionskurve für eine Verbundstütze unter zentrischer Druck- und einachsiger Biegebeanspruchung um die y-Achse die vereinfachte Berechnungsmethode gemäß EN 1994-1
- b. worüber gibt der Reduktionsfaktor  $\chi_n$  Auskunft; wovon ist er abhängig und zwischen welchen beiden Grenzwerten liegt dieser
- c. wie sähe der idealisiert betrachtet lineare Reduktion des Imperfektionsmomentes bei Stabilitätsversagen bzw. bei Querschnittsversagen genau aus
- d. beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Berechnung der polygonzugartigen Näherung der Interaktionskurve mit ihren maßgebenden Punkten und der dazugehörigen Berechnung der Schnittgrößen (Verteilung der Spannungsblöcke)

Fakultät für Bauingenieur- und Umweltwissenschaften	Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften	Arbeitsbereich für Stahlbau und Mischbautechnologie
---	--	---



Der Arbeitsbereich für Stahlbau und Mischbautechnologie wünscht Ihnen gutes Gelingen und viel Erfolg.  
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. Henrik Wahlberg