



**B7 – Stahlbrückenbau**  
**Schriftliche Prüfung 1271140 am 30.01.2009**  
**Musterlösung**

Erreichbare Punktzahl: 114 (entspr. 127 %);

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer: .....

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: alle, außer elektronischen Kommunikationsmitteln

Geben die alle Ergebnisse in folgenden Einheiten an: Kräfte [kN], Momente [kNm], Spannungen [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ], Querschnittswerte [ $\text{cm}^x$ ], Längen [mm], Flächenlasten [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ];

Geben Sie alle Ergebnisse mit (mindestens) 3 Ziffern Genauigkeit an.

1. Skizzieren Sie 5 unterschiedliche statische Systeme für Brücken (10 P)
2. Vergleichen Sie für eine Fußgänger und Radwegebrücke ein begehbares Blechdeck mit zwei von Ihnen gewählten Belägen. Müssen besondere Maßnahmen ergriffen werden, um diese Beläge begehbar zu machen? Geben Sie stichwortartig (Tabellenform) Vor- und Nachteile an. (12 P)

Lösung:

Blechdeck V: bei Stahlbrücken konstruktiv einfach

Blechdeck N: Korrosionsschutz erforderlich; besonders erforderlich, z.B. in Epoxidharz

Holzbohlen V: bei geeigneter Holzwahl lange witterungsbeständig, leicht austauschbar

Holzbohlen N: Anschluss konstruktiv schwierig, kann in feuchtem Zustand glatt werden, Einfräsen von Rillen empfehlenswert; Verschrauben von unten erforderlich

Asphalt V: ohne weitere Maßnahmen als Belag geeignet

Asphalt N: hohes Eigengewicht

3. Skizzieren Sie ein Regeldetail für eine Fußgänger und Radwegbrücke mit ca. 20 m Spannweite in insgesamt 2 Ansichten und/oder Schnitten: (20 P)  
Längsträger – Querträger – Geländer – Belag  
Die Brücke soll auf dem Vormontageplatz in Kranreichweite vom späteren Standort aus Einzelteilen montiert und dann eingehoben werden.
4. Bei einem Modell-Brückenwettbewerb an der HSA sind als Baumaterial Aluminium-Profile vorgegeben.
- Welche Teile der Konstruktion werden erwartungsgemäß kritisch für das Tragverhalten? (2 P)
  - Welches statische System ist für die Brücke empfehlenswert? (stichwortartige Begründung) (2 P)
  - Wodurch kann man die unter a) aufgeführten Schwachstellen konstruktiv verbessern? (4 P)
  - Welches Versagen ist bei einigen Brücken (unerwartet) aufgetreten? (Beschreiben Sie stichwortartig unter Verwendung von Fachbegriffen) (4 P)
  - Wie hätte man die unter d) beschriebene Versagensart durch konstruktive Maßnahmen ausschließen können? (Beschreiben Sie, skizzieren Sie; beachten Sie, dass ein Durchfahrtsquerschnitt vorhanden sein muss) (10 P)

Lösung:

- die Anschlüsse – Schrauben oder Niete
  - überspannter Träger, dann tragen die Hauptstreben auf Druckkontakt
  - durch Vorspannen oder zusätzliches Kleben
  - seitliches Ausweichen, Biegedrillknicken der Druckstreben, plastisches Verdrehen in den Anschlüssen;
  - Profile, die drillsteif sind; um die schwache Achse höhere Festigkeit haben, kürzere Knicklänge durch Einführen von Kopfbändern an den Portalen
5. Beschreiben Sie unterschiedliche Bemessungszustände für Einwirkungen aus Fußgängern. Die Brücke ist 60 m lang und hat eine Belagsbreite von 3 m. Stellen Sie dabei folgende Situationen gegenüber:
- eine Gruppe von 5 Personen (5 P)
  - eine Gruppe von 200 Personen (5 P)
  - alle Personen, die rechnerisch auf der Brücke stehen können (6 P)
- Lösung:
- mutwilliges Aufschaukeln (Vandalismus) ist denkbar
  - die effektive anregende Masse beim versehentlichen Aufschaukeln entspricht höchstens 50 Personen (unbeabsichtigtes Synchronisieren)

c) Es befinden sich ca.  $60 \text{ m} * 3 \text{ m} * 4 \text{ Personen/m}^2 = 720 \text{ Personen}$  auf der Brücke; unbeabsichtigtes Synchronisieren wie unter b) angegeben, der statische Lastfall wird maßgebend;

6. Eine einfeldrige Brücke biegt sich unter Eigengewicht 150 mm durch, sonstige Angaben zu Spannweite, Steifigkeit, Massenverteilung usw. sind nicht bekannt. Geben Sie nach Rayleigh/Morleigh eine Näherung für die Eigenfrequenz an. (2 P)  
Lösung:

$$a) f = 1/(2\pi) * \sqrt{(g / y, \max)} = 1/(2\pi) * \sqrt{(9,81 \text{ m/s}^2 / 0,150 \text{ m})} = 1,29 \text{ Hz}$$

7. Ermitteln Sie Zahlenwerte für die maximalen Auslenkungen in Aufgabe 5. Nehmen Sie an, dass ein einzelner, ruhig in Brückenmitte stehender Fußgänger eine Durchbiegung von 0,20 mm hervorruft. Begründen Sie die von Ihnen gewählte Dämpfungsziffer. Empfehlen Sie den Einbau eines Schwingungsdämpfers?. (2+3\*3+3 P)  
Lösung:

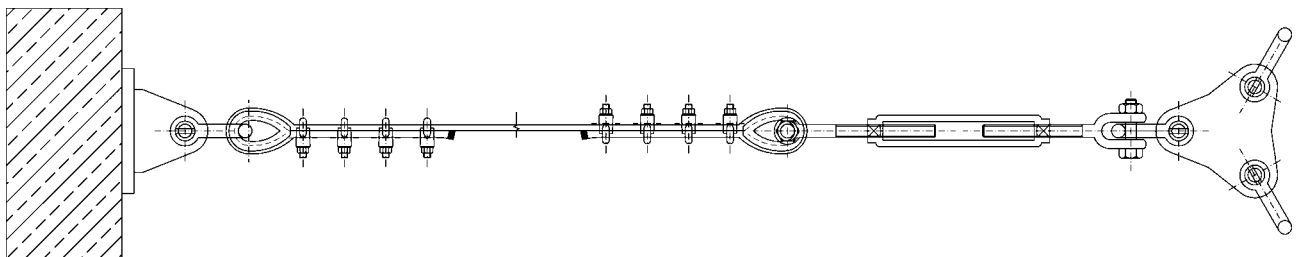
Dämpfungsziffer: für „nackten Stahlbau“ beträgt das logarithmische Dekrement  $\delta = 0,015$ ; durch Belag, Geländer, Lager erhöht sich die Dämpfung, es wird mit einem Wert von 0,020 gerechnet;

$$a) 5 \text{ Personen, ideal synchronisiert: } w = 5 * 0,2 \text{ mm} * \pi/\delta = 157 \text{ mm}$$

$$b) \text{ effektiv 50 Personen ideal synchronisiert: } w = 157 \text{ mm} * 10 = 1570 \text{ mm}$$

$$c) \text{ Durchbiegung unter statischer Vollast: } 720 * 0,2 \text{ mm} = 144 \text{ mm} \text{ (stark auf der sicheren Seite, da nicht alle 720 Personen in Brückenmitte stehen)}$$

Ein Schwingungsdämpfer ist wegen b) erforderlich.



(Quelle: Dinort, www.if-group.de, 2009)

8. a) Schreiben Sie an alle dargestellten Teile Positionsnummern und benennen Sie die Teile (Symmetrie ausnutzen). (12\*0,5 P)  
b) Das dargestellte Seil spannt ein Zeltdach (Bauwerk) ab. Welche Teile sind so nicht zulässig, was muss an der Konstruktion geändert werden? Begründen Sie. (6 P)

Lösung:

Betonwand, Stirnplatte, Augenblech, Schäkel, Kausche, Seilklemmen, Seil ... Gabel, Spansschloss, Gabel, Schäkel, Augenblech

b) die linken Seilklemmen sitzen falsch; Anzahl ist OK, für einen Schornstein bräuchte man je 5; statt Kauschen sind Vollkauschen zu verwenden;

9. Welche Bemessungslast kann durch das Seil – einschließlich seiner Endverankerung in der obigen Skizze aufgenommen werden. Der Nenndurchmesser beträgt 12 mm, die Drahtfestigkeit beträgt  $f_{u,k} = 1500 \text{ N/mm}^2$ , Aufbau: offenes Spiralseil mit 3 um den Kern angeordneten Drahtlagen; (6 P)

Lösung:

Füllfaktor: 0,75; metallischer Querschnitt  $A_m = 0,75 \cdot \pi \cdot 12^2 \text{ mm}^2 / 4 = 84,8 \text{ mm}^2$   
Verseilfaktor  $k_s = 0,87$ ; Verlustfaktor  $k_e = 0,85$ ; rechnerische Bruchkraft  $cal_{Z,B,k} = 84,8 \text{ mm}^2 \cdot 1500 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,87 \cdot 0,85 = 94,1 \text{ kN}$ ; Grenzzugkraft  $Z_{R,d} = 94,1 \text{ kN} / (1,5 \cdot 1,1) = 57,0 \text{ kN}$