



B7 – Stahlbrückenbau
Schriftliche Prüfung 1271140 am 03.07.2009
Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 107 (entspr. 119 %);

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 [N/mm^2], Querschnittswerte [cm^x], Längen [mm], Flächenlasten [kN/m^2];

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

1. Skizzieren Sie 5 unterschiedliche statische Systeme für Brücken (10 P)
2. Gegeben ist eine Fußgänger und Radwegbrücke mit ca. 20 m Spannweite und einer Fahrbahnbreite von 5 m.
 - a) Zählen Sie alle Lasten auf, die bei der Bemessung dieser Brücke anzusetzen sind. Geben Sie – sofern sinnvoll – zu jeder Last einen charakteristischen Zahlenwert an, z.B. eine Flächenlast in kN/m^2 . (16 P)
Lösung:
EG, Verkehr (Fußgänger) 5, Dienstfahrzeug, Wind, Erdbeben, Anprall, Bauzustände, Temperaturdifferenz zwischen Ober- und Unterseite;
 - b) Zählen Sie Lasten auf, die nur bei bestimmten Konstruktionsformen einer Brücke zu berücksichtigen sind. Erläutern Sie. (1P)
Lösung:
konstante Temperaturänderungen (Längsdehnung), erzeugt Zwang bei Bogenbrücken.
 - c) Zählen Sie Lasten auf, die im Industriebau wichtig sind, bei Brücken jedoch i.d.R. vernachlässigt werden dürfen. Erläutern Sie. (1P)

Lösung:

Schnee, wird gegenüber den Verkehrslasten nicht maßgebend; bei Bemessungsschnee auf der Brücke ist die volle Verkehrslast nicht mehr möglich.

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. Skizzieren Sie 5 Querschnittstypen für Stahlbrücken. (10 P)
5. Für eine einfeldrige Fußgängerbrücke sind beim Nachweis eines einzelnen Querträgers z.B. $5,0 \text{ kN/m}^2$ Verkehrslast anzusetzen. Warum darf man deutlich weniger Verkehrslast ansetzen, wenn man das globale Biegemoment der ganzen Brücke ermittelt? (Stichwortartige Begründung – 5 P)
6. Beschreiben Sie unterschiedliche Bemessungszustände für Einwirkungen aus Fußgängern. Die Brücke ist 40 m lang und hat eine Belagsbreite von 5 m. Stellen Sie dabei folgende Situationen gegenüber:
 - a) eine Gruppe von 5 Personen (2 P)
 - b) eine Gruppe von 200 Personen (2 P)
 - c) alle Personen, die rechnerisch auf der Brücke stehen können (3 P)

Lösung:

- a) mutwilliges Aufschaukeln (Vandalismus) ist denkbar
- b) die effektive anregende Masse beim versehentlichen Aufschaukeln entspricht höchstens 50 Personen (unbeabsichtigtes Synchronisieren)
- c) Es befinden sich ca. $40 \text{ m} * 5 \text{ m} * 4 \text{ Personen/m}^2 = 800$ Personen auf der Brücke; unbeabsichtigtes Synchronisieren wie unter b) angegeben, der statische Lastfall wird maßgebend;

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

8. Ermitteln Sie Zahlenwerte für die maximalen Auslenkungen in Aufgabe 6. Nehmen Sie an, dass ein einzelner, ruhig in Brückenmitte stehender Fußgänger eine Durchbiegung von 0,12 mm hervorruft. Begründen Sie die von Ihnen gewählte Dämpfungsziffer. Empfehlen Sie den Einbau eines Schwingungsdämpfers?. (1+3*3+2 P)

Lösung:

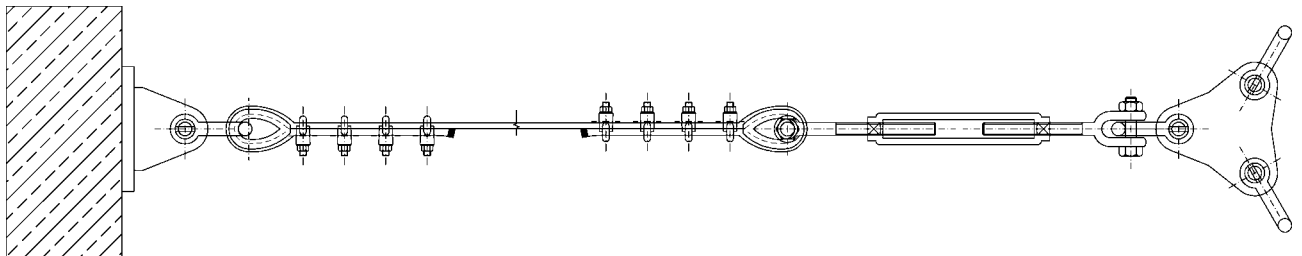
Dämpfungsziffer: für „nackten Stahlbau“ beträgt das logarithmische Dekrement $\delta = 0,015$; durch Belag, Geländer, Lager erhöht sich die Dämpfung, es wird mit einem Wert von 0,020 gerechnet;

a) 5 Personen, ideal synchronisiert: $w = 5 * 0,12 \text{ mm} * \pi/\delta = 94,2 \text{ mm}$

b) effektiv 50 Personen ideal synchronisiert: $w = 94,2 \text{ mm} * 10 = 942 \text{ mm}$

c) Durchbiegung unter statischer Volllast: $800 * 0,12 \text{ mm} = 96 \text{ mm}$ (stark auf der sicheren Seite, da nicht alle 800 Personen in Brückenmitte stehen)

Ein Schwingungsdämpfer ist wegen b) erforderlich.



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

9. a) Welche der in der obigen Skizze dargestellten Bauteile sind für eine Anwendung im Bauwesen nicht zulässig? Begründen Sie. (2 P)

Lösung:

die linken Seilklemmen sitzen falsch; Anzahl ist OK, statt Kauschen sind Vollkauschen zu verwenden;

b) Das Seilgeschirr in der obigen Skizze ist für relativ dünne Seile bewährt, bei Seilen mit einem Durchmesser von z.B. 60 mm lassen sich verschiedene der dargestellten Teile nicht mehr sinnvoll einsetzen. Nennen Sie diese, begründen Sie, skizzieren Sie Alternativen (15 P).

10. Welche Bemessungslast kann durch das Seil – einschließlich seiner Endverankerung in der obigen Skizze aufgenommen werden. Der Nenndurchmesser beträgt 16 mm, die Drahtfestigkeit beträgt $f_{u,k} = 1720 \text{ N/mm}^2$, Aufbau: offenes Spiralseil mit 3 um den Kern angeordneten Drahtlagen; (6 P)

Lösung:



Füllfaktor: 0,75; metallischer Querschnitt $A_m = 0,75 * \pi * 16^2 \text{ mm}^2 / 4 = 151 \text{ mm}^2$
Verseilfaktor $k_s = 0,87$; Verlustfaktor $k_e = 0,85$; rechnerische Bruchkraft $F_{t,R,k} = 151 \text{ mm}^2 * 1720 \text{ N/mm}^2 * 0,87 * 0,85 = 192 \text{ kN}$; Grenzzugkraft $F_{t,R,d} = 192 \text{ kN} / (1,5 * 1,1) = 116 \text{ kN}$