

Name: .....

Matr. Nr.: .....

## A. Rechnerischer Prüfungsteil

### 1. Berechnung eines Rahmensystems

Eine Stütze [2] aus Walzprofil [HE-B 300] unter zentrischem Druck (Normalkraft  $F_1$  greift im Schwerpunkt an) und Biegemomentenbeanspruchung um die y-Achse ist Bestandteil eines Rahmensystems, gem. Skizze. Eine vertikale Einzellast  $F_2$  greift in 3,00 m Höhe über dem unteren Riegel an. Die Stütze ist auf halber Höhe (4,00 m) in Richtung der schwachen Achse horizontal (aus der Ebene) gelagert, ohne dass dort eine Drehbehinderung vorliegt, d.h. ein Verdrillen des Profils um die Längsachse ist prinzipiell möglich.

#### Gegeben:

Stahlsorte: S 275 J0  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$   $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$

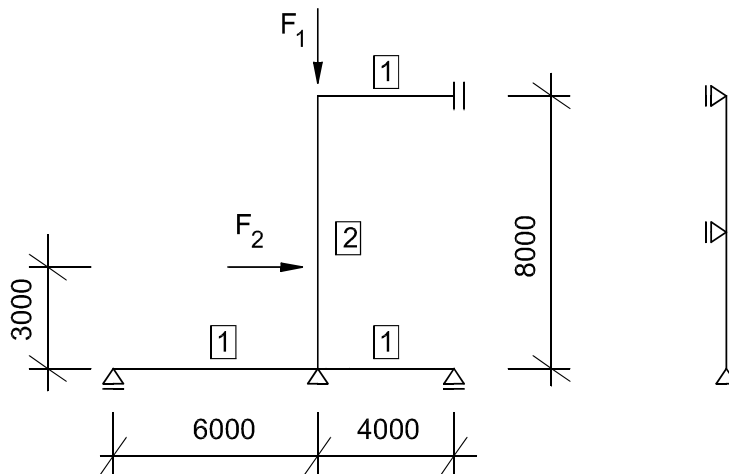
Einwirkungen:  $F_{1,d} =$   
 $F_{2,d} = 150,00 \text{ kN}$

Riegelprofil [1]: IPE 400  
Stützenprofil [2]: HE-B 300

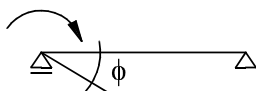
#### SYSTEM

In der Ebene:

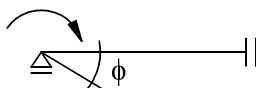
Aus der Ebene:



#### HILFSFORMEL



$$k = \frac{3E \cdot A_{zz}}{L}$$



$$k = \frac{1E \cdot A_{zz}}{L}$$

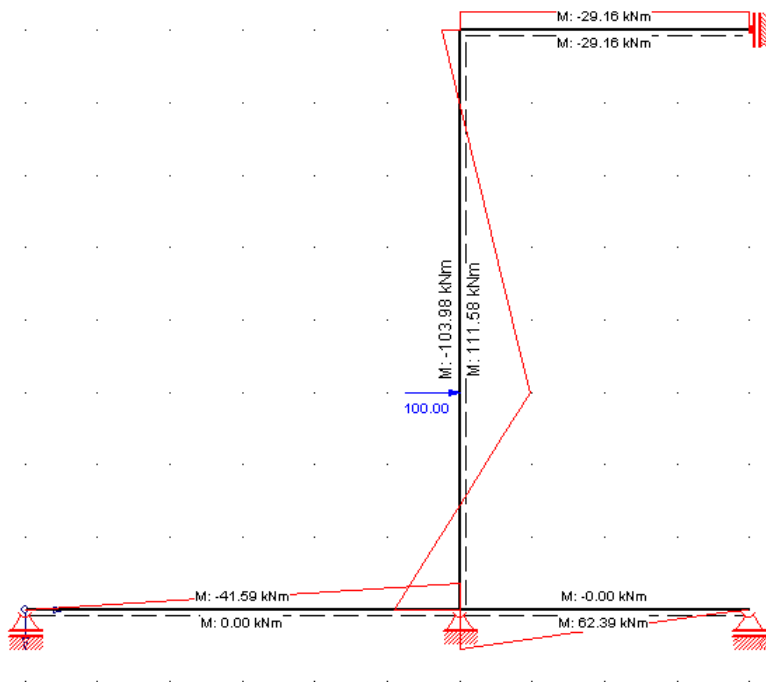
**Gesucht:**

1. Ermitteln Sie die Knicklänge der Stütze [HE-B 300] in und aus der Ebene
2. Führen Sie die erforderlichen Stabilitätsnachweise und ermitteln Sie daraus die max. mögliche Vertikalkraft  $F_{1,d}$

Hinweise:

- Die Stütze [HE-B 300] kann oben und unten als gabelgelagert betrachtet werden
- Die Stütze ist auf halber Höhe in Richtung der schwachen Achse (aus der Ebene) horizontal gelagert, ohne dass dort eine Drehbehinderung vorliegt, d.h. ein Verdrillen des Profils um die Längsachse ist prinzipiell möglich
- Die Biegemomentenbeanspruchung infolge einer vertikalen Einzellast  $F_{2,d} = 100$  kN kann aus der untenstehenden Skizze entnommen werden
- Die Tafeln 5.1 bis 5.4 zur Ermittlung der Knicklänge aus "Statik und Stabilität der Baukonstruktionen" von Petersen sind dem Anhang zu entnehmen
- Bei der Ermittlung der Knicklänge aus der Ebene darf die Federsteifigkeit infolge von Verdrillung der Riegelprofile unberücksichtigt bleiben

Schnittgröße  $M_y$  für  $F_{2,d} = 100$  kN



Bemessung gem. EN 1993-1

Schriftliche Prüfung	Stahlbau 1	Datum: 21.10.2008	Seite: 3/11
----------------------	------------	----------------------	----------------

## 2. Berechnung eines Gitterstabes mit Aussteifungsverband

Die Stützen einer unverschieblichen Rahmenkonstruktion, die in beiden Richtungen als gelenkig gelagert angenommen werden können, sind als Gitterstäbe ausgebildet.

Die Stützlänge des Rahmens beträgt 8,00 m, die Rahmenhöhe beträgt 6,00 m, der Binderabstand in Längsrichtung beträgt 5,50 m; in jedem vierten Feld ist ein Aussteifungsverband angeordnet.

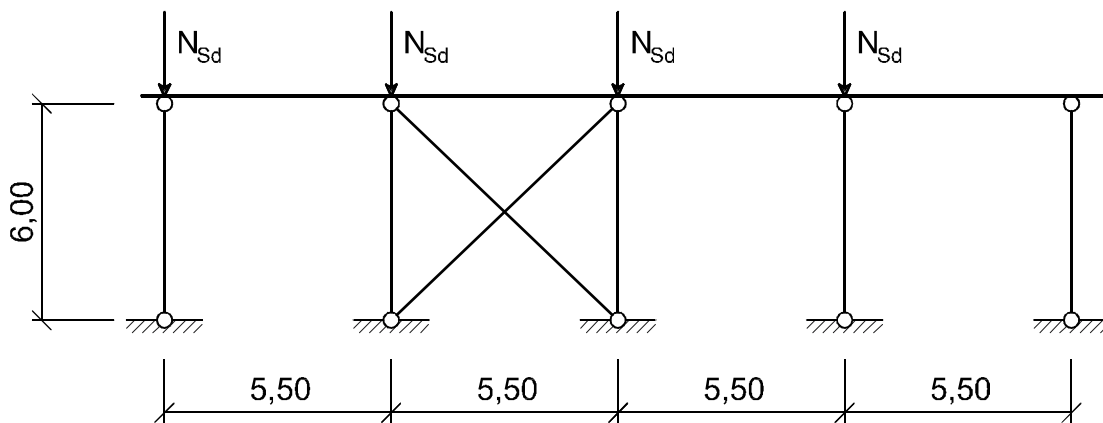
### Gegeben:

Stahlsorte: S235 J0  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$   $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

Einwirkung:  $N_{Sd} = 2.000 \text{ kN}$

Stützenprofil: Gitterstab gemäß Skizze auf der nächsten Seite

Riegelprofil: HE-B 600



### Gesucht:

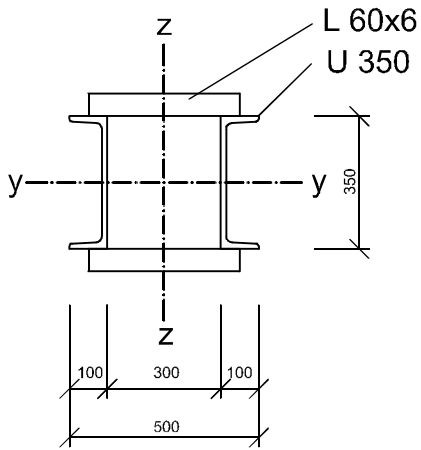
1. Für die Diagonalstäbe des Aussteifungsverbandes ist die Dimensionierung vorzunehmen.
2. Für den maßgebenden Gitterstab sind die Tragsicherheitsnachweise der Gurtstäbe [UPN 350] sowie der Füllstäbe [Winkel L 60×6] zu führen.

### Hinweise:

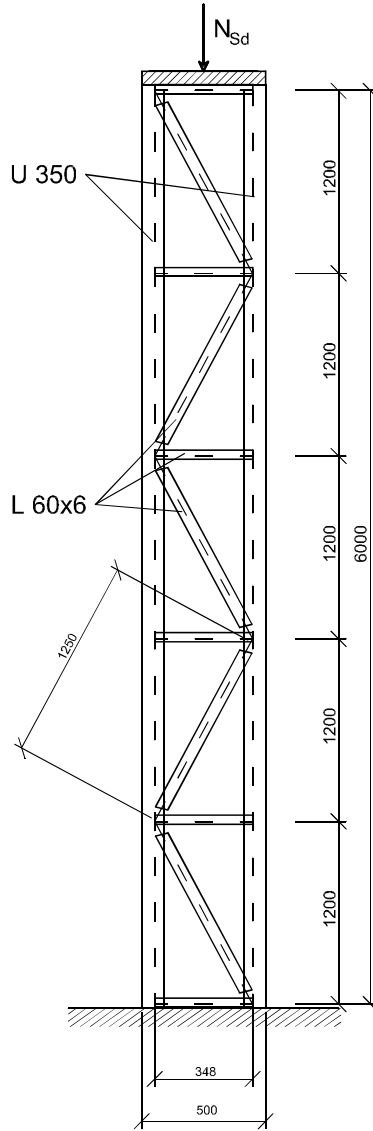
- Das statische System des mehrteiligen Gitterstabes ist eine in beiden Richtungen gelenkig gelagerte Stütze
- Es ist eine ausreichend steife Lasteinleitungsstruktur vorhanden, um eine zentrische Lasteinleitung von  $N_{Sd}$  sicherzustellen

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

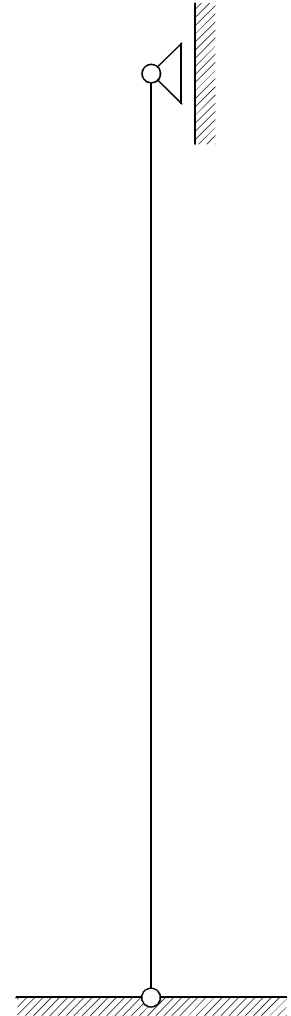
SCHNITT A-A



ANSICHT



Stat. System  
(in und aus der Ebene)



Bemessung gem. EN 1993-1

### 3. Berechnung eines biegesteifen Rahmenecks

Ein biegesteifes Rahmeneck aus einem Profil HL 1100 R, gem. Skizze, wird mit einer außenliegenden Lasche in der Zugzone und zwei Steifen in der Druckzone konstruiert.

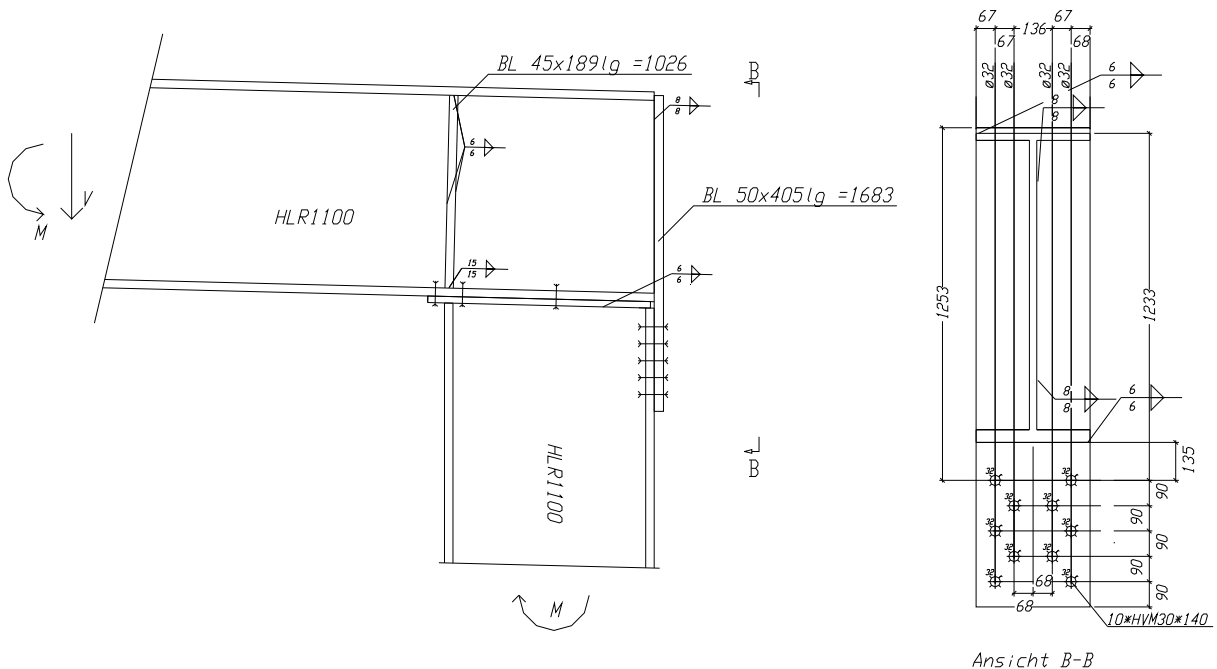
Die Zugkraft in der Lasche wird am Riegelsteg mittels einer Schweißverbindung  $a = 8 \text{ mm}$  und am Stützenflansch mittels einer gleitfest vorgespannten Schraubverbindung der Kategorie C, d.h. "gleitfest im Grenzzustand der Tragfähigkeit" übertragen.

#### Gegeben:

Stahlsorte: S235 J0 G2;  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ ;  $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$ ; (für  $t \leq 40 \text{ mm}$  !!!)

Profil: HL 1100 R – Querschnittswerte gemäß Datenblatt in der Anlage

HV-Schrauben: 10 M30x140mm, Güte 8.8, Kategorie C  
M30:  $A = 7,07 \text{ cm}^2$ ;  $A_s = 5,61 \text{ cm}^2$ ;  $d_0 = 32 \text{ mm}$



#### Gesucht:

1. Berechnen Sie die (negative) Momententragfähigkeit dieses biegesteifen Rahmenecks.
2. Untersuchen Sie, ob eine steifenlose Kräfteinleitung in der Druckzone die Momententragfähigkeit vermindern würde.

#### Hinweis:

- die GV-Schraubverbindung ist von der Güteklasse "B" ( $\mu = 0,40$ ) und hat "normales Lochspiel" ( $k_s = 1,0$ )

Bemessung gem. EN 1993-1

Schriftliche Prüfung	Stahlbau 1	Datum: 21.10.2008	Seite: 6/11
-------------------------	------------	----------------------	----------------

An Hilfsmittel dürfen ausschließlich die Norm EN 1993-1 verwendet werden.

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

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

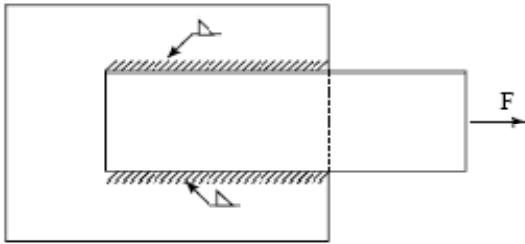
Name: .....

Matr. Nr.: .....

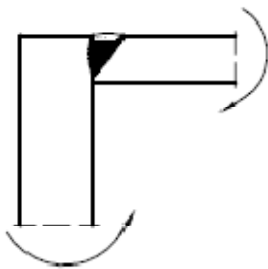
### B. Theoretischer Prüfungsteil

#### 1. Schweißverbindungen:

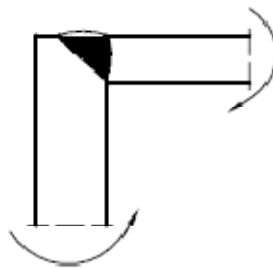
- a. skizzieren Sie qualitativ den tatsächlichen Verlauf der Schubspannungen  $\tau_{II}$  entlang folgender Flankenkehlnaht und begründen Sie daraus, warum EN 1993-8 die Nahtlänge bei überlappenden Stößen (ohne Abminderung der Tragfähigkeit) auf  $150 \cdot a$  begrenzt!



- b. welches Schweißnahtdetail würden Sie bei der dargestellten Momentenbeanspruchung vorziehen? begründen Sie zudem, aufgrund welchen Phänomens sie sich für Ihre Antwort entschieden haben!



Detail a)

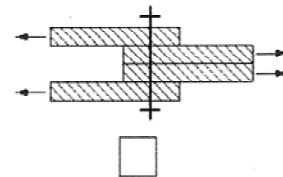
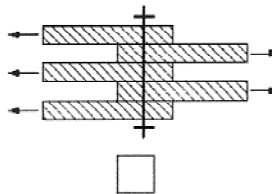
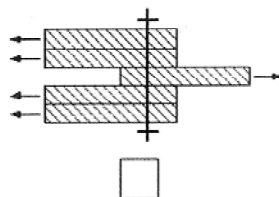
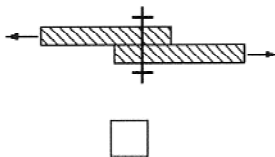


Detail b)

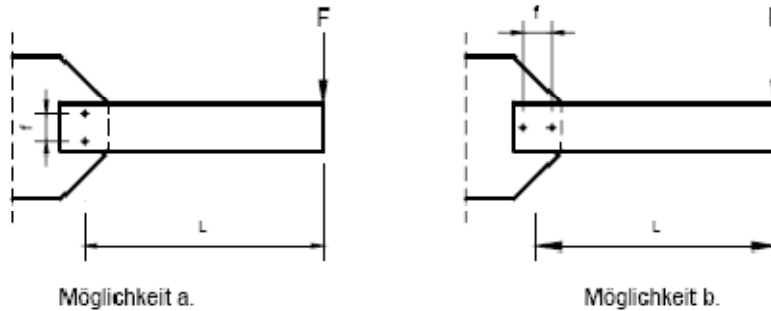
- c. welche Problematik kann bei einer Schutzgasschweißung unter "freiem Himmel" auf der Baustelle auftreten?

#### 2. Schraubverbindungen:

- a. welche Schnittigkeit besitzen nachfolgende Laschenverbindungen? tragen Sie die Zahl in das jeweilige Kästchen unter den Skizzen ein!

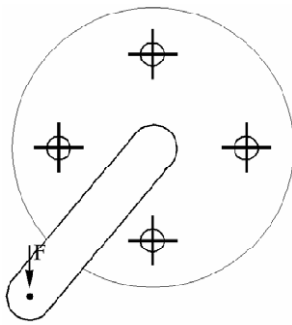


- b. ein Kragarm soll über zwei Schrauben angeschlossen werden; hierbei bestehen zwei Möglichkeiten, die Schrauben anzuordnen (Möglichkeit a oder b); die Schrauben und Bauteilabmessungen sind identisch; die Schraubenabstände (vom Rand oder untereinander) sind nicht maßgebend;



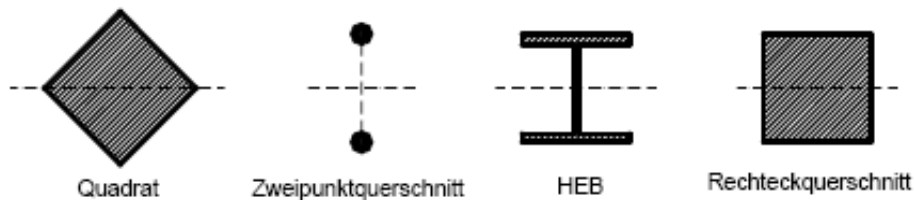
welcher Anschluss (Möglichkeit a oder b) trägt mehr, wenn Schraubenversagen maßgebend wird? begründen Sie Ihre Antwort indem Sie die Skizzen ergänzen!

- c. die dargestellte Scheibe (ist zweidimensional zu betrachten und) wird durch eine exzentrisch an einem Hebelarm angreifende Kraft  $F$  beansprucht; kennzeichnen Sie (indem Sie die Skizze ergänzen) die für den Nachweis maßgebende Schraube und nennen Sie die für die Schraube zu führenden Nachweise!



3. Definieren Sie den Begriff "plastischer Formbeiwert".

- a. ordnen Sie nachstehende Querschnitte nach ihrem "plastischen Formbeiwert", beginnen Sie mit dem kleinsten  $\alpha_{pl}$ ; alle Querschnitte sind Vollquerschnitte,



kleinstes  $\alpha_{pl}$

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....



4. Welches Maß (abgesehen vom Ausrundungsradius) ist bei den Trägern der Reihen HEA 300, HEB 300 und HEM 300 aus Gründen der Fertigung (Walzvorgang) immer gleich? begründen Sie Ihre Antwort mit einer klaren Beschreibung mit Skizze!
5. In der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung stehen Ihnen u.a. nachstehende Verfahren zur Verfügung. Ordnen Sie bitte die genannten Verfahren den untenstehenden Fehlern so zu, dass diese mit dem zugeordneten Verfahren eindeutig erkannt werden.

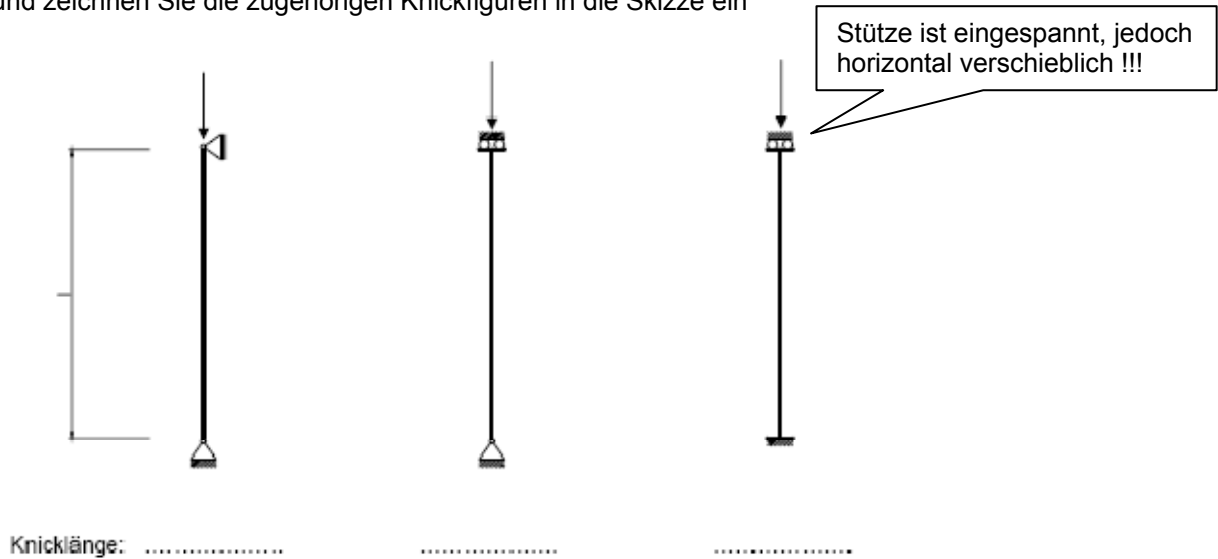
Verfahren:

- Röntgen
- Farbeindringverfahren
- Ultraschall

Fehler:

- Volumenhafte Fehler (Pore): .....
- Dopplung nicht mit der Oberfläche verbunden: .....
- Anriss an der Werkstückoberfläche: .....

6. Geben Sie für die nachstehenden Systeme die zugehörige Knicklänge an =>  $l_k = \beta \cdot l$  und zeichnen Sie die zugehörigen Knickfiguren in die Skizze ein



7. Ihre Meinung ist gefragt:

- a. Im Rahmen eines Gebrauchstauglichkeitsnachweises wurde die Durchbiegung für einen Stahlträger aus S235 nachgerechnet. Der Prüflingenieur stellt eine Überschreitung der Grenzdurchbiegung um 25% fest.  
Um die Forderung der Grenzdurchbiegung einzuhalten, schlägt der Statiker vor, anstatt des S235 einen S355 zur Reduzierung der Durchbiegung zu verwenden, da dieser Werkstoff eine rund 50% höhere Streckgrenze besitzt. Nehmen Sie dazu Stellung und begründen Sie Ihre Antwort!
- b. Ein Lebensmittelproduzent beauftragt Sie mit der Aufstellung einer statischen Berechnung für eine Regallagerkonstruktion. Sie verwenden in Ihrer Statik als Werkstoff einen S235. Als Sie die Statik abgeben, macht Sie der Bauherr des Unternehmens darauf aufmerksam, dass aus Gründen der Hygiene ein CrNi-Stahl zu verwenden ist. Sie wählen einen CrNi-Stahl ( $E=170.000 \text{ N/mm}^2$ ) mit identischer Streckgrenze und Zugfestigkeit als Ersatz aus, sonstige Änderungen an der Konstruktion werden nicht vorgenommen.

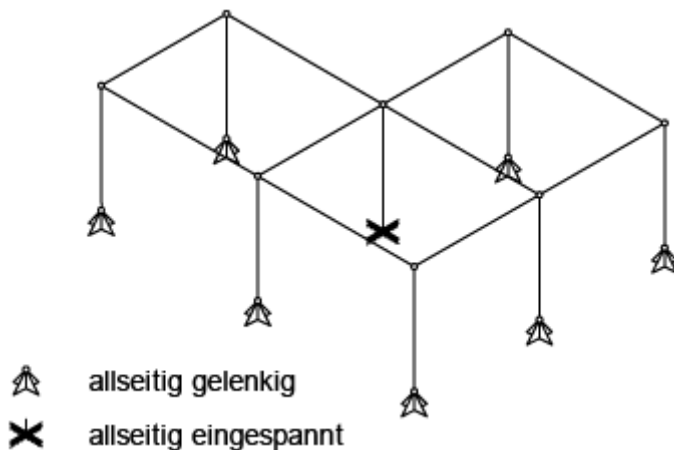
- müssen Sie den Gebrauchstauglichkeitsnachweis neu führen? – Begründung!
- müssen Sie einen Spannungsnachweis nach Theorie 1. Ordnung neu führen? – Begründung!
- müssen Sie den Stabilitätsnachweis neu führen? – Begründung!

c. Sie kommen auf eine Baustelle. Der Bauleiter sagt Ihnen, dass statt der vorgesehenen Schrauben M16 der Güteklasse 4.8, versehentlich M16 Schrauben der Güteklasse 5.6 angeliefert wurden. Er weist Sie darauf hin, dass die Schrauben mit der Güteklasse 5 ohnehin eine höhere Festigkeit besitzen als die mit der Güteklasse 4. Daher fragt er Sie, ob diese Schrauben eingebaut werden dürfen. Nehmen Sie dazu Stellung und begründen Sie Ihre Antwort!

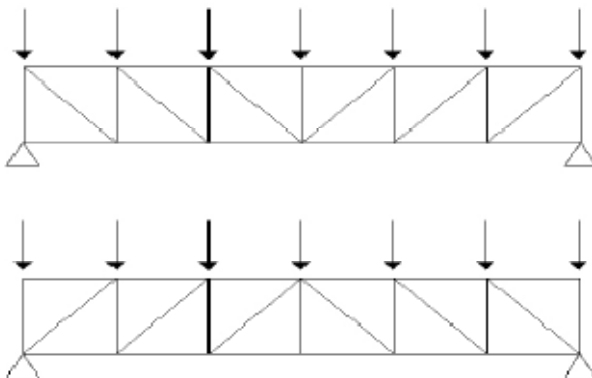
8. Von welchen Faktoren hängt der Elastizitätsmodul von Baustahl ab? (falsche Nennungen ergeben Abzug!)

- |                          |                             |                               |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Stahlsorte (S235 / S355) | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Streckgrenze             | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Zugfestigkeit            | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Temperatur               | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Einbauort                | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |

9. Das dargestellte System ist durch die statisch minimal notwendige Anzahl an druckschlaffen Verbandsstäben auszusteifen – wie lautet Ihre Lösung?



10. Welche Ausbildung der unten gezeigten Stahlfachwerke lässt sich wirtschaftlicher bemessen? Begründen Sie Ihre Antwort!



Schriftliche Prüfung	Stahlbau 1	Datum: 21.10.2008	Seite: 11/11
-------------------------	------------	----------------------	-----------------

11. Skizzieren Sie einen gelenkig gelagerten Stützenfuß mit Schubknagge und erläutern Sie, wozu die Schubknagge genutzt wird!

Hinweise:

Versuchen Sie bitte, die Fragen so kurz und prägnant als möglich zu beantworten und gehen Sie dabei auch bitte möglichst konkret auf die genaue Fragestellung ein.

Bei der Beurteilung des theoretischen Prüfungsteiles werden die 10 Antworten mit der höchsten Bewertung berücksichtigt, Sie haben also eine "Jokerfrage", die Sie unbeantwortet lassen können. Sollten Sie alle Fragen beantworten, wird immer die Antwort mit der niedrigsten Bewertung bei der Benotung des theoretischen Prüfungsteiles außer Acht gelassen.

Es dürfen keinerlei Hilfsmittel verwendet werden.

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

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