

## Technische Mechanik 1 - Peer-Korrektur Blatt 1



Schrägseilbrücke „Pont de Normandie“

### Informationen zum semesterübergreifenden Projekt „Pont de Normandie“

Seit dem Studienjahr 2013/14 bieten die Lehrstühle für Baumechanik und Statik zusätzlich zum bisherigen Lehrangebot ein gemeinsames semesterübergreifendes Projekt an. Mit dem Projekt „Pont de Normandie“ werden die Inhalte der Lehrveranstaltungen Technische Mechanik I und II, Statik I und Statik II sowie Technische Mechanik Ergänzungskurs aufgegriffen und anhand von Aufgaben zu einem realen Brückentragwerk vertieft.

### Informationen zum Peer-Korrektur-Verfahren im Rahmen der Lehrveranstaltung Technische Mechanik I

Im Rahmen des Peer-Korrektur-Verfahrens zur Lehrveranstaltung Technische Mechanik I werden 3 Aufgabenblätter ausgegeben, in denen folgende Themen behandelt werden:

- Querschnittswerte (Querschnittsfläche, Querschnittsschwerpunkt)
- Statische Bestimmtheit
- Raumfachwerke
- Auflagerreaktionen (mit Gleichgewichtsprinzip und Prinzip der virtuellen Verschiebung)
- Schnittgrößen (mit Gleichgewichtsprinzip und Differentialbeziehungen)
- Stabilität an starren Systemen
- Verformungen nach Theorie I. Ordnung und Theorie II. Ordnung an starren Systemen

Zusätzlich zu den 3 Aufgabenblättern ist eine Probeklausur Bestandteil des Peer-Korrektur-Verfahrens für die Lehrveranstaltung Technische Mechanik I (→ insgesamt 4 Teilleistungen).

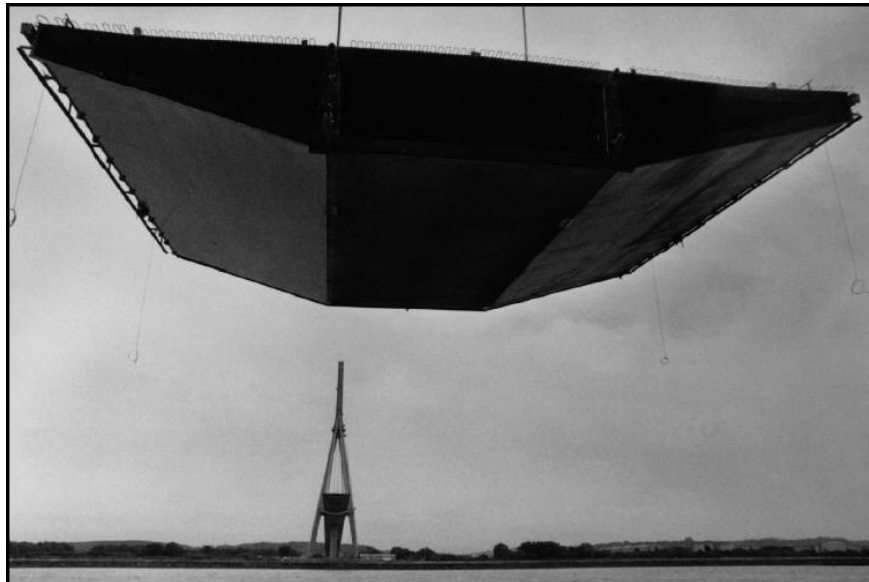
Bei erfolgreicher Teilnahme am Peer-Korrektur-Verfahren, d.h. wenn Sie insgesamt 3 der 4 Teilleistungen des Peer-Korrektur-Verfahrens bestanden haben, erhalten Sie einen Notenbonus von 0,3. Eine Teilleistung des Peer-Korrektur-Verfahrens (Aufgabenblatt oder Probeklausur) gilt dabei als bestanden, wenn diese „zufriedenstellend“ bearbeitet wurde (d.h. mindestens 50% der möglichen Punkte erzielt wurden) und die Korrektur „gewissenhaft“ erfolgt ist (Richtwert: 2 von 3 Bewertungspunkten).

Als Hilfestellung werden offene Sprechstunden angeboten, in denen Sie in der Gruppe und mit einem Tutor Lösungsansätze diskutieren können. Darüber hinaus können während den Sprechstunden Fragen zu Ihren Beurteilungspunkten und zum Bewertungsschema des Peer-Korrektur-Verfahrens geklärt werden. Die Sprechstunden finden wöchentlich jeweils Montags von 11:30 Uhr bis 13:00 Uhr, Dienstags von 09:45 Uhr bis 11:15 Uhr sowie Donnerstags von 09:45 Uhr bis 11:15 Uhr im Raum N1147 statt.

## Aufgaben

### 1.1) Gewichtskraft und Schwerpunkt des Brückenquerschnitts

Um Berechnungen am Gesamttragwerk vornehmen zu können, soll zunächst in einem ersten Schritt das Eigengewicht der Fahrbahnkonstruktion ermittelt werden (→ tatsächlich vorhandene Belastung des Brückenbauwerks ohne Verkehr).

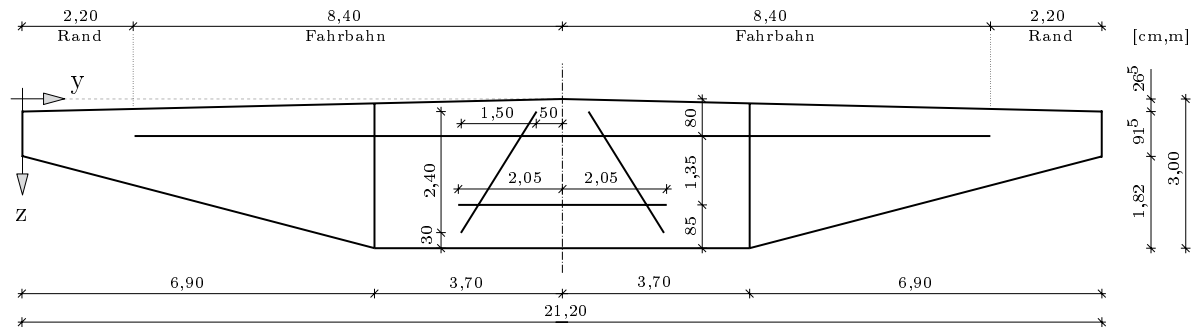


Brückenquerschnitt „Pont de Normandie“

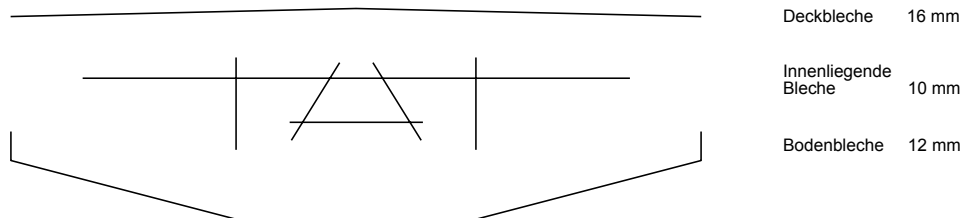
Die Abbildung zeigt den gegebenen Stahlquerschnitt der Fahrbahn im Mittelbereich zwischen den beiden Pylonen der Brücke. Für die nachfolgenden Berechnungen kann der Brückenquerschnitt vereinfacht als konstant über die gesamte Brückenlänge angesehen werden.

Die Abmessungen des Brückenquerschnitts sind in der nachfolgenden Skizze gegeben.

Abmessungen des Brückenquerschnitts (in m bzw. cm):

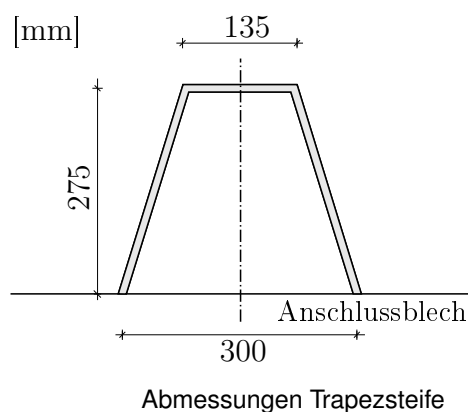


Blechkicken der einzelnen Querschnittsteile (in mm):



Der abgebildete Querschnitt kann als dünnwandiger Querschnitt aufgefasst werden (d.h. Querschnittsfläche eines Bleches  $\hat{=}$  Blechlänge  $\cdot$  Blechdicke). Die angegebenen Maße sind entsprechend Achsmaße.

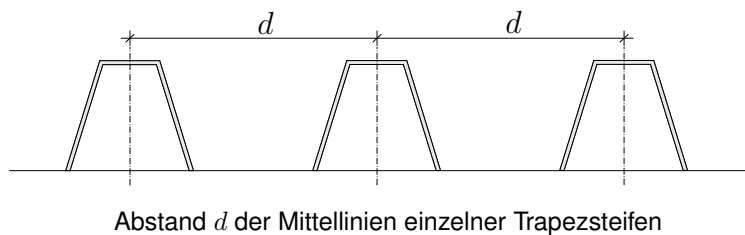
Um ein Beulen der dünnwandigen Bleche zu vermeiden, werden an den Deck- und Bodenblechen Trapezsteifen montiert. Nachfolgend sind die Abmessungen einer Trapezsteife (in mm) gegeben sowie eine beispielhafte Anordnung der Steifen im Brückenquerschnitt. Die Blechstärke der Trapezsteifen beträgt 8 mm.



Beispielhafte Anordnung von Trapezsteifen am Deckblech

**Hinweis:** Der Querschnitt der Trapezsteifen ist über die gesamte Brückenlänge konstant.

Die Steifenabstände variieren in den einzelnen Bereichen des Brückenquerschnitts. Die Abstände  $d$  der Mittellinien der einzelnen Trapezsteifen innerhalb der verschiedenen Bereiche sind wie folgt gegeben:



- Deckblech Fahrbahn:  $d_F = 600\text{mm}$
- Deckblech Rand:  $d_R = 750\text{mm}$
- Bodenblech:  $d_B = 900\text{mm}$

**Hinweis:** Mindestabstände von Steifen zu Bereichsrändern bzw. zu Bereichsübergängen sind bei der Ermittlung der Steifenanzahl am Deckblech Fahrbahnplatte, am Deckblech Randbereich und am Bodenblech nicht zu berücksichtigen.

Folgende Kennwerte sind zu ermitteln:

- a) Querschnittsfläche  $A$  des Brückenquerschnitts (inkl. Trapezsteifen) in  $\text{cm}^2$
- b) Lage des Schwerpunkts  $S (y_S, z_S)$  bezogen auf das gegebene  $(y, z)$ -Koordinatensystem in cm. Geben Sie zudem an, warum die Information über die Lage des Schwerpunktes benötigt wird.

**Hinweis:** Für die Ermittlung des Schwerpunktes dürfen die Trapezsteifen vernachlässigt werden, da vereinfacht angenommen werden kann, dass der Schwerpunkt aller am Brückenquerschnitt angeordneten Trapezsteifen mit dem Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts übereinstimmt.

- c) Gewichtskraft  $g$  des Brückenquerschnitts aus Stahl pro 1 m Länge (in  $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ ). Hierbei ist ein Zuschlag von 15 % zur Berücksichtigung des Gewichts zusätzlicher Bleche, Quersteifen, Verbindungsmittel, etc. anzusetzen.

**Hinweis:** Wichte Stahl:  $78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

**Hinweis:** Beachten Sie bei Ihren Berechnungen die Neigung der Deckbleche.

## 1.2) Vorbauwagen

Bei Schrägseilbrücken wird der Fahrbahnträger häufig im „abgespannten Freivorbau“ errichtet. Hierzu wird der Fahrbahnträger abschnittsweise an Land vorgefertigt, eingeschwommen und mittels eines Vorbauwagens in Position gehoben. Der Vorbauwagen ist hierbei am jeweils auskragenden Ende des entstehenden Fahrbahnträgers montiert.

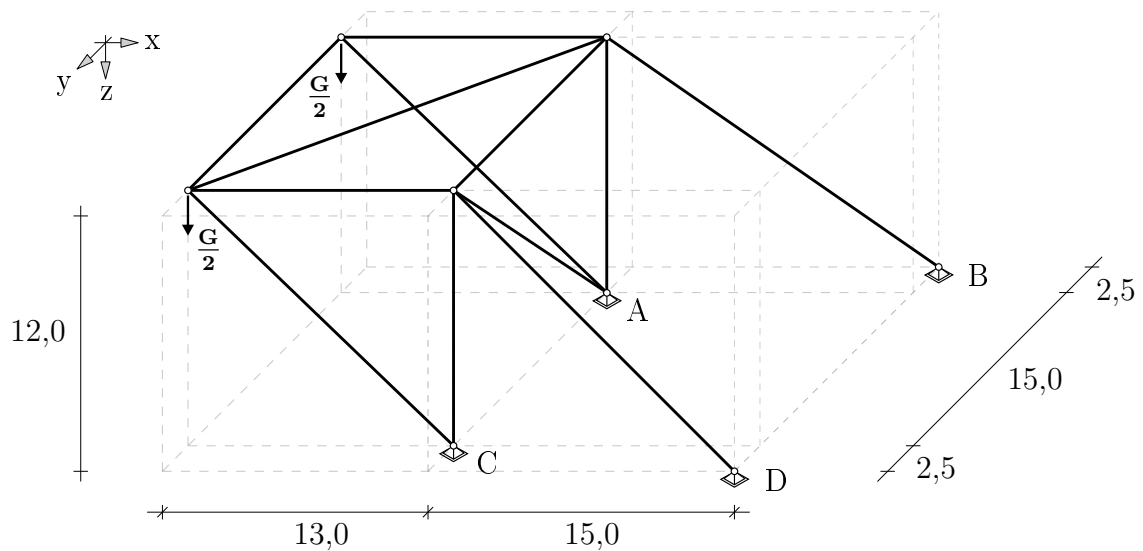


Vorbauwagen

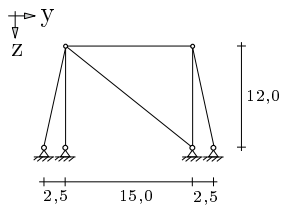
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das statische System für einen solchen Vorbauwagen, idealisiert als räumliches Fachwerk. Am vorderen, auskragenden Teil des Vorbauwagens befindet sich eine Hubeinrichtung mit der die Fahrbahnträgerabschnitte hochgezogen und in Position gebracht werden können. Nach hinten ist der Vorbauwagen über Seile in den bereits montierten Fahrbahnträger rückverankert.

Abmessungen des Vorbauwagens (in m):

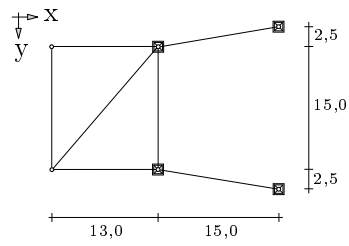
Räumliche Darstellung



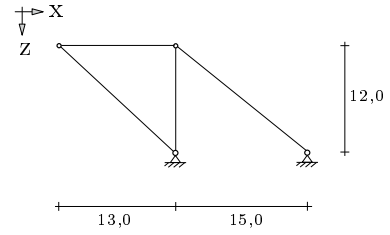
Frontansicht



Draufsicht



Seitenansicht



Die einzelnen Fahrbahnträgerabschnitte, die mit dem Vorbauwagen hochgezogen werden, haben eine maximale Länge von 20 m.

Folgende Aufgaben sind zu bearbeiten:

- a) Ermitteln Sie die maximale Hublast  $G$  (in kN) des Vorbauwagens.

**Hinweis:** Die Hublast ergibt sich aus dem Eigengewicht eines Fahrbahnträgerabschnitts (vgl. Aufgabe 1.1 c).

- b) Weisen Sie die statische Bestimmtheit des dargestellten räumlichen Fachwerks nach.

- c) Ermitteln Sie alle Stabkräfte des statisch bestimmten Systems und identifizieren Sie den Stab/die Stäbe mit der höchsten Druck- bzw. Zugkraft.