



# TRAGLASTWETTBEWERB WS 11/12

Konstruktion eines Tragwerkes mit maximaler Belastung bei vorgegebenem Eigengewicht

## 1 Aufgabenstellung

Es liegt ein räumliches, ausschließlich in der x-z-Ebene belastetes System vor. Vorgegeben sind lediglich die Systemabmessungen bezüglich der Lagerpunkte und der Lasteinleitungsstelle. Weiterhin ist ein Lichtraumprofil gegeben, das von jeglichen Konstruktionselementen freizuhalten ist.

Der 1. Schritt zur Lösung dieser Aufgabe besteht darin, sich zu überlegen, über welches statische System die Last von der Einleitungsstelle zu den Auflagern unter Beachtung des Lichtraumprofils abgetragen werden soll.

Der 2. Schritt besteht darin, in Abhängigkeit des gewählten Systems und der dann auftretenden Schnittgrößen die günstigsten Querschnitte zu wählen; d.h. solche, die evtl. kombinierten Beanspruchungen (z.B. Biegung mit Querkraft und Torsion) aufnehmen können. Einzelne Bauteile und natürlich das Gesamttragwerk sollten hinsichtlich möglicher Stabilitätsfälle (Knicken, Kippen, Beulen) ausreichend ausgesteift werden. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass bei vielen Modellen der Verlust der Stabilität und gar nicht das Materialversagen die Traglast der Konstruktion begrenzt hat.

Man sollte sich für mehrere verschieden gewählte statische Systeme die Schnittgrößenverläufe aufzeichnen, um sich einen Überblick über mögliche Beanspruchungskombinationen zu verschaffen. Zur Erfassung der Wirkung möglicher Stabilitätsfälle ist es zweckmäßig, Vorverformungen anzunehmen und die daraus entstehenden Zusatzschnittgrößen zu untersuchen.

Für den Bau eines Modells sollte sich eine Gruppe von Studenten zusammenfinden. Als Baumaterial stehen jeder Gruppe Hartfaserplatten (Dicke 3.2 mm) und Pattex (Holzleim) zur Verfügung.

Das Gewicht des Tragwerkes darf  $G = 20 \text{ N}$  nicht überschreiten, was ca. dem Gewicht einer  $0,67 \text{ m}^2$  großen Hartfaserplatte und einer Tube Pattex entspricht. Eine Gewichtsüberschreitung bis zu 5% wird toleriert, jedoch mit einem Traglastabzug von 10 % (Zwischenwerte werden linear interpoliert)!

## 2 Allgemeine Hinweise

### 2.1 Zuschnitt der Hartfaserplatte

Nach der Wahl der Querschnitte sind die Abmessungen der Einzelteile, aus denen sich die Querschnitte zusammensetzen, auf die Hartfaserplatten aufzuzeichnen, dabei ist die Schnittbreite der Säge zu beachten.

## 2.2 Leimfugen

Besondere Sorgfalt ist der Bearbeitung der Leimfugen zu widmen. Die sich auf der Tube des Klebers befindliche Gebrauchsanleitung ist unbedingt einzuhalten. Wichtig ist vor allem die Höhe des Anpressdruckes. Dieser könnte z.B. mit Schraubzwingen oder durch Gewichte aufgebracht werden.

Bei einem einachsigen Zugversuch (vgl. Abb. 1) hat sich gezeigt, dass die Schwachstelle in der Leimfuge nicht der Leim selbst ist, sondern die Hartfaserplatte, d.h., dass die oberste "Papierschicht" der Hartfaserplatte abreißt. Dabei ergab sich eine Bruchspannung in der Scherfuge von

$$\tau_{L,Bruch} = 1,3 \text{ N/mm}^2 .$$

Gegen diesen Wert sollte die Beanspruchung der Leimfuge bei der Bemessung abgesichert werden.

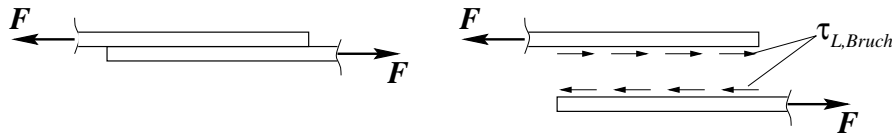


Abbildung 1: Bruchschubspannung der Leimfuge.

Leimfugen die Zugspannungen (vgl. Abb. 2) aufzunehmen haben, sollten möglichst ganz vermieden werden, da die zulässige Zugspannung erheblich unter  $\tau_{L,Bruch} = 1,3 \text{ N/mm}^2$  liegt. Auch hier ist nicht die Festigkeit des Klebers maßgebend, sondern es reißt die oberste "Papierschicht" ab. Der Kleber benötigt eine Aushärtungszeit von 12 h, d.h. nicht, dass auch der Druck 12 h lang aufgebracht werden muss. Für die Festigkeit ist praktisch nur die Höhe des Anpressdruckes maßgebend, nicht die Dauer (vgl. Gebrauchsanleitung).

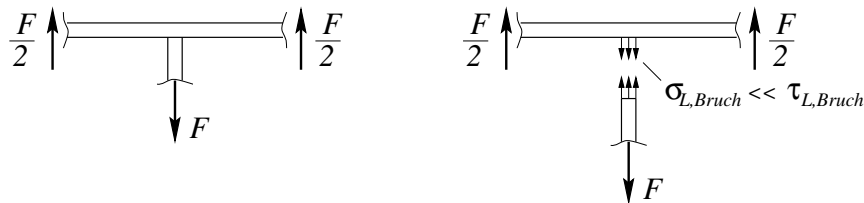


Abbildung 2: Bruchzugspannung der Leimfuge.

## 2.3 Spannungen im Hartfasermaterial

Für die Überprüfung der Hauptnormalspannungen in der Hartfaserplatte kann von einer Bruchspannung

$$|\sigma_{I,II,Bruch}| = 16 \text{ N/mm}^2$$

ausgegangen werden. Es ist sinnvoll, für die Platte nicht Einzelspannungsnachweise zu führen (d.h.: Biegenormal- und Schubspannungen getrennt nachzuweisen), sondern in den einzelnen Querschnittspunkten die Hauptnormalspannungen gegen den oben angegebenen Wert abzusichern.

## 2.4 Elastizitätsmodul der Hartfaserplatte

Es kann folgender Wert angenommen werden:

$$E_H = 3500 \text{ N/mm}^2$$

## 2.5 Lasteinleitung

Die Last  $F$  wird mit Hilfe einer Lasche angehängt (vgl. Abb. 3). Diese wird mit einem quer durchgesteckten Bolzen  $D = 19\text{mm}$  mit dem Modell verbunden. Dazu ist im Modell der in Abb. 3 dargestellte Lasteinleitungslichraum freizuhalten und Bohrungen  $D = 20\text{mm}$  für den Bolzen vorzusehen.

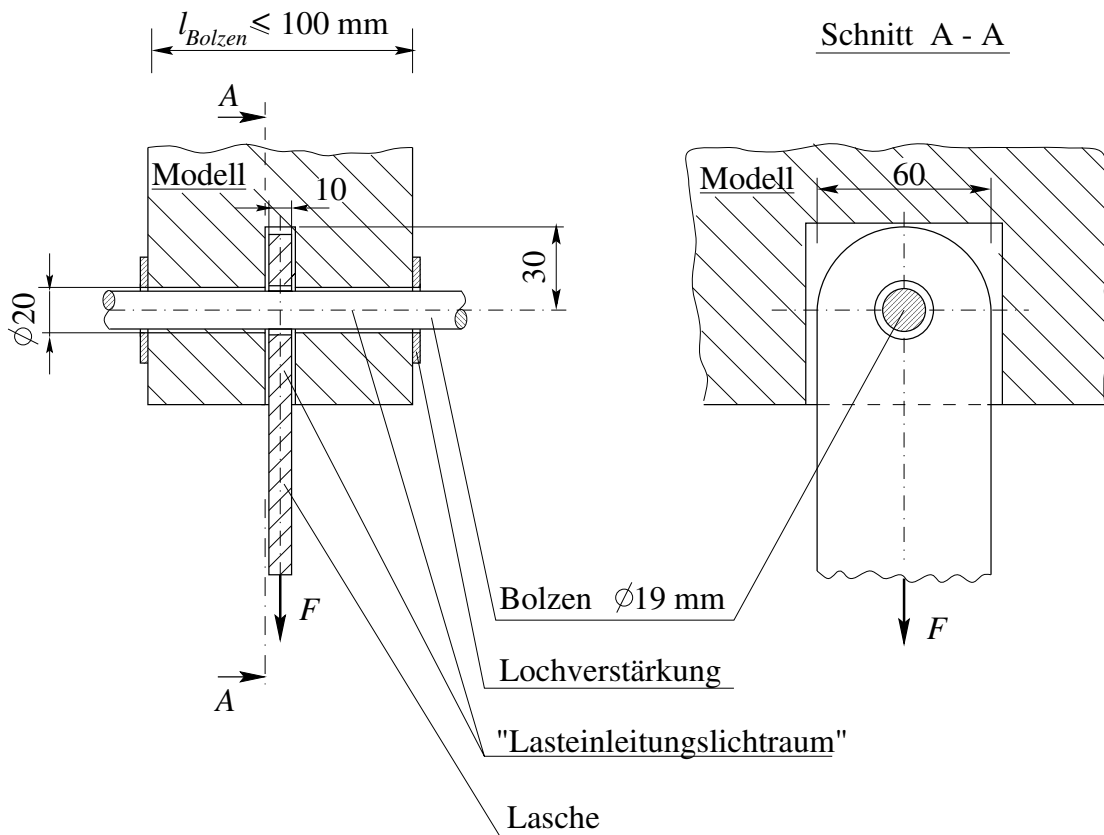


Abbildung 3: Lasteinteilung.

## 2.6 Auflagerpunkte

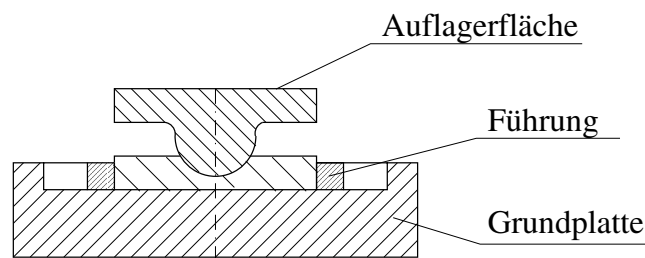
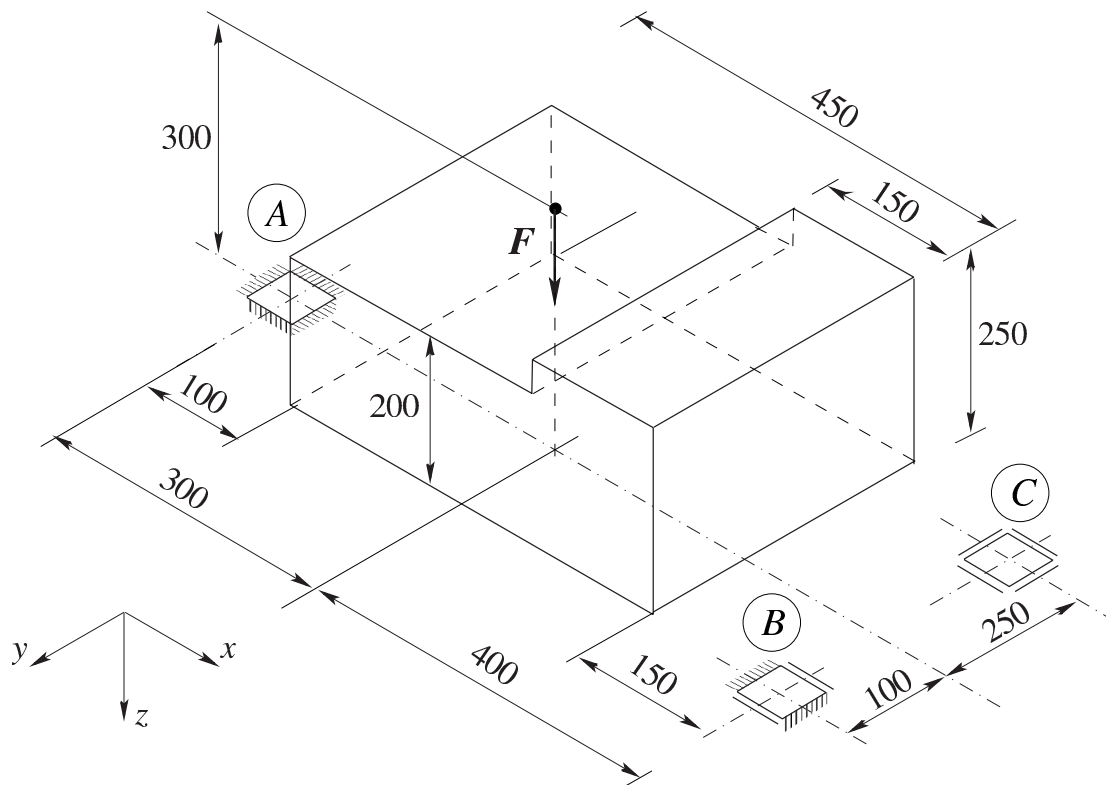


Abbildung 4: Auflager.

Für jedes Auflager steht eine Fläche von  $70 \times 70\text{ mm}$  zur Verfügung. Die Verschieblichkeit und Verdrehbarkeit dieser Auflagerfläche ist durch die in Abb. 4 dargestellte Konstruktion gesichert. Wichtig ist, dass die Grundrisslagerabstände möglichst exakt eingehalten werden.

### 3 Systemabmessungen



Randbedingungen:

$A_x$ : unverschieblich;	$A_y$ : unverschieblich;	$A_z$ : unverschieblich;
$B_x$ : verschieblich;	$B_y$ : unverschieblich;	$B_z$ : unverschieblich;
$C_x$ : verschieblich;	$C_y$ : verschieblich;	$C_z$ : unverschieblich.

### 4 Wettbewerbsregeln

Sieger im Wettbewerb ist die Gruppe, deren System bei quasi statischer Belastung die größte Traglast erreicht. Zum Wettbewerb sind nur Systeme zugelassen, die der in Abschnitt 1 erläuterten Gewichtsbeschränkungen genügen (strenge Gewichtskontrolle beim Wettbewerb!).

### 5 Organisatorisches

Der Wettbewerb findet am 08.12.2011 in Hörsaal H9 um 17.45 Uhr statt. Zugelassen werden Gruppen mit bis zu vier Teilnehmern. Das Material (eine Hartfaserplatte sowie eine Tube Klebstoff) wird gestellt. Anmeldung bitte bis zum 05.12.2011 bei Dr. Duc Khoi Vu (Raum 0.046 am LTM, Egerlandstr. 5) oder falls nicht anwesend im Sekretariat.

Wir wünschen allen Teilnehmern viel Erfolg beim Bau des optimalen Systems und freuen uns auf die gemeinsame Durchführung des Traglastwettbewerbs. Mast- und Schotbruch!