Brückenkonstruktionsproje

Mithilfe von SolidWorks und SolidWorks Simulation Tragkonstruktionen konstruieren, testen und erstellen



kt









- Voraussetzungen f
 ür dieses Projekt.
- SolidWorks Dateien lassen sich in drei elementare Typen unterteilen: Teile, Baugruppen und Zeichnungen.













Was sind Fachwerke?













Größere Spannweiten

Bei größeren Spannweite n kann die Fachwerkst ruktur mehrfach wiederholt werden.







Fachwerkstypen

 Das rechts abgebildete Warren-Fachwerk ist einer der einfachsten und preiswertesten Typen. Es kann sogar auf den Kopf gestellt werden, in diesem Fall mit zusätzlichen vertikalen Elementen.









 Das Pratt-Fachwerk (oben) und das Howe-Fachwerk (unten) sind weitere häufig verwendete Typen. Ein dem Pratt-Fachwerk ähnliches Fachwerk soll jetzt betrachtet werden.











Fachwerkwände

 Die Seitenwände des Fachwerks sind weit mehr als nur Wände, die verhindern sollen, dass Züge oder Fahrzeuge herunterfallen. Sie sollen die auf das Fachwerk aufgebrachten Lasten, wie beispielsweise von Eisenbahnwaggons, tragen und verteilen.









- Fachwerke bestehen aus Balken, die durch Schrauben, Schweißnähte oder Nieten zusammengehalten werden. Eine Stange zum Aufhängen von Kleidern in einem Kleiderschrank ist ein Beispiel für einen Balken.
- Balken haben überall denselben Querschnitt.









 Externe Lasten sind Kräfte, die auf den Balken ausgeübt werden. Das Gewicht eines Bahnwaggons stellt zum Beispiel eine Last auf einem Balken dar. Lasten verteilen sich gewöhnlich über eine Fläche des Balkens.









Eine Biegung wird durch eine Last bewirkt, die auf einen Balken aufgebracht wird. Die Last bewirkt, dass sich der Balken biegt und in Richtung der Last bewegt (bzw. verschiebt). Durch die Verformung wird beschrieben, wie weit sich Teile des Balkens von der ursprünglichen Position wegbewegen. Je größer die Last, desto stärker ist die Verformung oder Durchbiegung. Die größte Durchbiegung tritt ein, wenn sich die Last auf der Mitte des Balkens auswirkt.







Zugspannung und Druckspannung

 Beim Verbiegen des Balkens wird die Oberseite des Balkens (die Seite, auf welche die Last aufgebracht wird) einer *Druckspannung* (Enden werden zusammengedrückt) ausgesetzt. Zugleich erfährt die Unterseite eine gegenläufig wirkende *Zugspannung* (Enden werden auseinander gezogen).







- Mit der Spannung wird gemessen, was im Balken geschieht, wenn Kräfte ausgeübt werden. Spannung wird als "Kraft dividiert durch Fläche" definiert und in Einheiten wie Pascal (Pa), Megapascal (MPa) oder "Pfund pro Quadratzoll" (psi) angegeben.
- Spannungen können dazu führen, dass der Balken unter hohen Lasten zerbricht. Durch die Analyse erhält man farbkodierte Darstellungen, in denen Bereiche mit hohen und geringen Spannungen sichtbar gemacht werden.











- Wie viel kann ein Balken tragen, bevor er bricht? Die Fließgrenze definiert die Obergrenze für die Festigkeit des Balkens im Hinblick auf die Spannung.
- Sie bestimmt eigentlich den Punkt, an dem ein Balken nach der Biegung in der gebogenen Form verbleibt.
- Sowohl die Eigenschaften des Materials als auch der Balkenquerschnitt beeinflussen die Fließgrenze.





© Dassault Systèmes I Confidential Information





- Die Festigkeit wird durch die Querschnittsform beeinflusst.
- Mit einem festeren Material (Stahl anstelle von Holz) erhöht sich die Festigkeit des Balkens.









Querschnittsform

 Wenn zwei oder drei Balken wie in der Abbildung übereinandergelegt werden, lässt sich der Balken nicht so leicht biegen und er kann einer Last besser widerstehen.











Querschnittstiefe

- Je tiefer der Querschnitt (linke Abbildung), desto fester das Material. Breitere Querschnitte (rechte Abbildung) sind nur begrenzt hilfreich.
- Der Grund für die höhere Festigkeit von Balken mit tieferem Profil ist das Flächenträgheitsmoment.
 Dieses berechnet sich anhand der Breite (b) und der Höhe (h) des Querschnitts.





Flächenträgheitsmoment

- Für ein quadratisches Profil mit einer Seitenlänge von 3,175 mm (0,3175 cm oder 1/8 Zoll) beträgt das Flächenträgheitsmoment:
- 1 Balken = <u>8,47</u> Basis
- 2 Balken
 übereinander = <u>67,75</u> 8-fache Festigkeit
- 2 Balken
 nebeneinander = <u>16,94</u>
 2-fache Festigkeit



3 Balken
 übereinander =

228,64 27-fache Festigkeit





© Dassault Systèmes I Confidential Infi



- Das Material, aus dem der Balken erstellt wurde, hat einen großen Einfluss auf dessen Festigkeit. Obwohl es viele verschiedene Holzarten und Metalllegierungen gibt, ist Metall im Allgemeinen fester als Holz.
- Beachten Sie, dass bei Holz im Unterschied zu Metallen die Festigkeit aufgrund der Faserung von der Richtung abhängt.







 Der tiefere Balken sieht wie die Stahlträger aus, die beim Bau von Fachwerken, Gebäuden, Kanälen, I-Trägern und Röhren verwendet werden.







- Durch Querverstrebungen wird das Tragwerk versteift, indem eine Drehung an den Verbindungen verhindert wird.
- Mit Strohhalmen, die an den Enden zusammengesteckt werden, lässt sich zeigen, welchen Unterschied eine Verstrebung macht.





© Dassault Syst









 Mithilfe der Trägerberechnung kann die geschätzte Verschiebung ermittelt werden. Durch diese Berechnung wird sichergestellt, dass die Analyseergebnisse den Erwartungen entsprechen.

Trägerberechnung			×
	Eingabe Achse Iokale Achse Y Iokale Achse Y Iokale Achse X Metrisch		
	Durchbiegung Elastizitätsmodul	34.988747 2000000000000	mm Pa
Unterstützt an beiden Enden, Belastung in der Mitte	Trägheitsmoment Länge	0.025405	cm^4 mm
Berechnungsart Durchbiegung Spannung 	Offset	25.4	mm.
	Träger	Fertig	Hilfe









Die einzelnen Schritte einer Konstruktionsanalyse

- Eine Konstruktionsanalyse erfolgt in folgender Reihenfolge:
- In SolidWorks:
 - Das Modell und die Geometrie werden erstellt.
- Mit SolidWorks SimulationXpress:
 - Bei der Vorverarbeitung werden Materialien, Montagevorrichtungen und Lasten hinzugefügt.
 - Bei der Analyse werden die Eingaben im Analysenmodul verarbeitet.
 - Durch die Nachbearbeitung sind die Ergebnisse zu sehen.









Konstruktionszyklus

 Im Konstruktionszyklus werden wiederholt Änderungen an der ursprünglichen Konstruktion zum Ändern des Modells vorgenommen. Durch die Konstruktionsänderungen ändern sich auch die Ergebnisse der Analyse.





Montagevorrichtungen und externe Lasten

- Durch Montagevorrichtungen wird eine Bewegung von Teilen der Struktur verhindert.
- Externe Lasten üben Kräfte auf die Struktur aus.







 Durch die Materialauswahl werden der Analyse Daten in Form numerischer Eigenschaften zugewiesen.









Verbindungen

 An den Schnittpunkten der Balkenmittellinien werden automatisch Verbindungen erstellt.











 Die Montagevorrichtungen werden durch Auswählen von Verbindungen im Modell zugewiesen.







Einspannung

 \approx

🗙 🖃

Beispiel



 Die externen Lasten werden durch Auswählen von Verbindungen im Modell zugewiesen.







Kraft/Drehmoment

Verbindung<92, 1>

Verbindung<70, 1>

Verbindung<124, 1> Verbindung<103, 1> \approx

🗙 🖃

Auswahl

-8-

Ø



Vernetzen und ausführen

 Durch die Vernetzung werden Balkenelemente und Knoten erstellt, die die Modellform repräsentieren.















 Verwenden Sie verschiedene Modelle und folgen Sie den Änderungen am Modell und den Änderungen an der Kapazität des Tragwerks.















Kollisionserkennung

 In einer Baugruppe können die Komponenten auf Kollision, Interferenz oder Konflikte überprüft werden.







 Die Bemaßungen, die die For des Modells definieren, könne auch zum Ändern der Größe des Modells verwendet werde













 Zur Zeichnung gehören eine Ansicht des Modells, eine Zuschnittsliste und Stücklistensymbole.















eDrawings

- Mit den Daten aus der Nachverarbeitung können HTML-Berichte (Webformat) erstellt werden.
- Mithilfe einer eDrawing können Daten an andere Anwender gesendet werden.





© Dassault Systèmes I Confidential Information





9 – Erstellen eines physischen Modells und Testen der Tragwerkkonstruktion







Konstruktionshilfen

 Mit den PDF-Dateien Measuring Chart (Messdiagramm) und Construction Guide (Konstruktionsanleitung) kann die Konstruktion vereinfacht werden.







© Dassault Systèmes I Conf

Physische Modellierung der Konstruktion

- Verteilen Sie 1/8 x 1/8 x 24 Zoll große Balsastäbe, Klebstoff und Schneidwerkzeuge.
- Schneiden Sie die Struktur wie angegeben zu und kleben und bauen Sie sie nach Anleitung zusammen.





Testen der Konstruktion (Aufbau)

- Stellen Sie die Sägeböcke oder Tische so auf, dass sie eine Spannweite von 350 mm darstellen.
- 2. Legen Sie die Brücke und Lastplatte quer über die Sägeböcke oder Tische.
- 3. Tragen Sie unbedingt einen Augenschutz!



🗕 350 🗕



Testen der Konstruktion (Testgewicht)

- 4. Verwenden Sie einen Zugbeutel oder einen Eimer mit Hängedraht.
- 5. Führen Sie die Schnur bzw. den Draht durch das Loch in der Lastplatte und befestigen Sie sie/ihn.
- 6. Belasten Sie den Beutel oder Eimer mit gewogenen Objekten, bis die Konstruktion bricht.







