

Themenübersicht Februar 2006

- Nice to know
- Verwendung von Feder-, Stab- und Balkenelementen in Workbench
- Strukturmechanischer Kontakt: Noch robuster bei Kraftsteuerung
- „Cast Iron“ Plastizität

- Wichtige Termine rund um CADFEM

- Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Interpretation der Ergebnisse einer Modalanalyse

In eigener Sache:

Die Zusendung dieser Informationen erfolgt ausschließlich auf Wunsch des Empfängers und kann jederzeit unter www.cadfem.de beendet werden.

Wenngleich die vorliegenden Informationen mit größter Sorgfalt erstellt worden sind, weisen wir darauf hin, dass die Verwendung dieser unter Ausschluss jeglicher Gewährleistung erfolgt.

Impressum: CAD-FEM GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München

Ansprechpartner:
Marc Vidal
mvidal@cadfem.de

Nice to know

ANSYS / Workbench

● Service Pack für Version 10

Auf dem Customer Portal von ANSYS
www1.ansys.com/customer

ist jetzt das Service Pack für die Version 10 erhältlich.

Es handelt sich dabei um eine Vollinstallation. Deshalb muss zuerst die Version 10 deinstalliert werden, bevor die Version 10SP1 installiert werden kann.

● Lizenzierung

Im Lizenzfile kann der Kommunikationsport selbst gewählt werden.

Im Default wird 1055 verwendet. (Eintrag `ansyslmd.ini`:
`SERVER=1055@Servername`).

Folgender Eintrag im Lizenzfile verwendet Port 1056:

`VENDOR ansyslmd port=1056`

● Parallel Performance

Die in ANSYS ParallelPerformance enthaltenen Solver sind:

- Distributed Memory PCG
- Distributed Memory JCG
- Distributed Sparse (Dsparse)
- Algebraic Multi-Grid (AMG)

Die Lizenz für Parallel Performance ist über `ecadfem` (Lizenz auf Abruf) verfügbar.

● Makros für Kunde verschlüsseln

Um ein Makro, das an den Kunden weitergegeben wird zu verschlüsseln kann der `/encrypt` Befehl in ANSYS genutzt werden.

Nice to know

ANSYS / Workbench

● **Komponenten in ANSYS und Workbench**

In Workbench können wir über das rechte Mausmenü Punkte, Kanten, Flächen oder Körper in Komponenten stecken. Diese Komponenten sind in dem ANSYS Modell, das Workbench im Hintergrund verwendet wieder selektierbar. Allerdings nur, wenn die Namenskonvention von ANSYS eingehalten wird:

Beginnt mit einem Buchstaben

Besteht aus Buchstaben, Zahlen und _

Keine Umlaute oder ß

Länge 32 Zeichen (ANSYS verträgt mehr, stellt aber nur 32 Zeichen im Listing dar)

● **Masse berechnen**

Im klassischen ANSYS kann mit den folgenden Zeilen die Masse auch bei richtungsabhängiger Massenverteilung ausgelesen werden:

```
/uis,msgpop,3  
irlf,-1  
psolve,elform  
psolve,elprep  
irlist
```

Nice to know

ANSYS / Workbench

- **Mehrere Ergebnisdateien in ein Resultfile zusammenfassen**

Mit dem Befehl RAPPND lassen sich Ergebnisse mehrerer Resultfiles in einer Ergebnisdatei zusammenfassen. Dies geschieht im /post1 mit Hilfe des FILE Kommandos. Es wird wie folgt vorgegangen:

Mit FILE,filename,ext wird ein Zeiger auf die Datei gesetzt, deren Ergebnisse auf eine andere Datei geschrieben werden sollen.

Mit SET,lsnr,ssnr wird das Ergebnis in den Arbeitsspeicher gelesen. Mit FILE,filename2,ext wird der Zeiger auf die Datei gesetzt, an die die Daten angehängt werden sollen.

Schließlich schreibt RAPPND die Daten die Ergebnisse aus dem Arbeitsspeicher (die von filename.ext) an das Ende der Datei filename2.ext.

So können in einem Resultfile Ergebnisse verschiedener Geometrien abgelegt werden und dann z.B. in einer Animation dargestellt werden (Animate over Results).

- **Scheinbare Konvergenz bei adaptiver Vernetzung in Workbench**

Wenn man bei adaptiver Netzverfeinerung / Konvergenzkontrolle mit einem groben Netz startet, kann sich das Netz global durch die Verfeinerung so stark ändern, dass scheinbar eine Konvergenz der Ergebnisse vorliegt, obwohl lokal noch weiter verfeinert werden müsste. Deshalb sollte auf den Bereiche, die mit einer Konvergenzkontrolle versehen werden, schon am Anfang der Rechnung das Netz ausreichend fein gestaltet sein. Hier bietet es sich an, mit einer manuellen Verfeinerung (Netz->Verfeinerung) oder Vorgabe der Elementkantenlänge auf der Fläche des Modells aufzusetzen. Wenn man Modelle hat, die sich nur geringfügig unterscheiden, kann man genauso manuell schon eine Verfeinerung der Stufe einfügen, die beim Ausgangsmodell in den Verfeinerungszyklen erreicht wird. Trotzdem sollte noch eine Konvergenzkontrolle eingefügt werden, die aber meistens schon in einem Schritt konvergiert.

Verwendung von Feder-, Stab- und Balkenelementen in Workbench

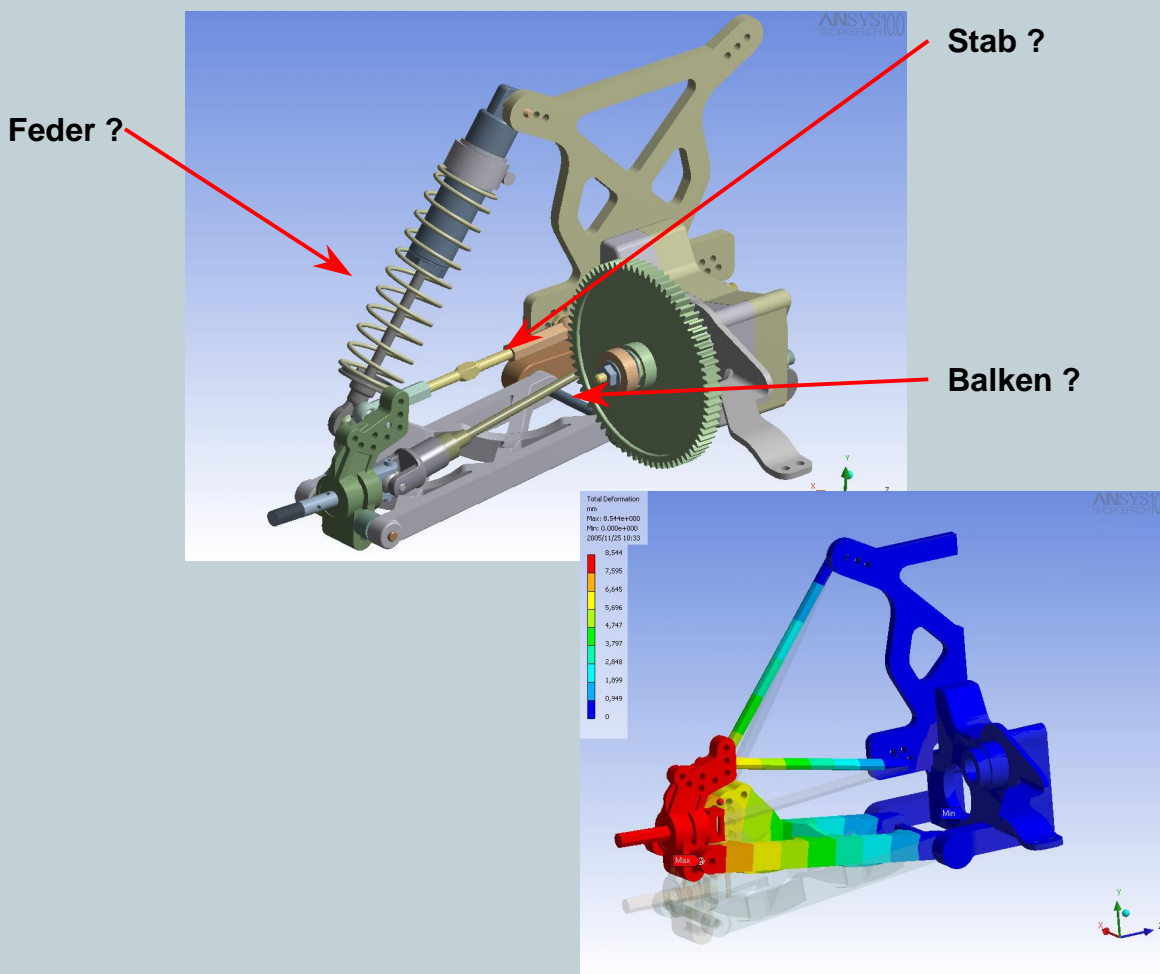
Problemstellung:

Es soll in Workbench-Simulation eine Baugruppe berechnet werden, in der Bauteile existieren, die durch Feder-, Stab- und Balkenelemente idealisiert werden können. Das Erzeugen dieser Elemente, sowie eine sinnvolle Anbindung an die Solid-Struktur ist noch nicht standardmäßig verfügbar.

Lösung:

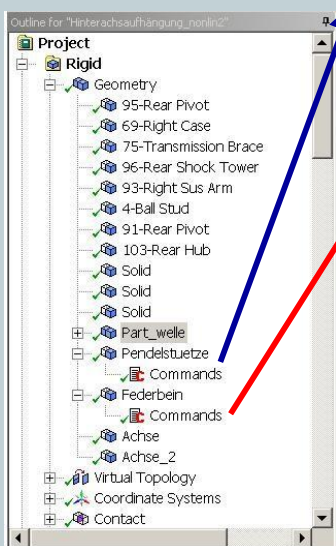
Es werden mit Hilfe des Workbench – Design Modeller Linienkörper erzeugt, die automatisch durch Balkenelemente diskretisiert werden. Diese Balkenelemente können bei Bedarf durch Einfügen entsprechender Kommandos in Feder- bzw. Stabelemente umgewandelt werden.

Zur Ankopplung dieser Elemente an die Solid-Struktur werden die Pilotknoten von externen Verschiebungen mit den Knoten der Linienelemente gekoppelt. Durch entsprechende ‚Dummy‘-Verschiebungen an den Pilotknoten gibt man an, welche Freiheitsgrade jeweils gekoppelt werden sollen.



Verwendung von Feder-, Stab- und Balkenelementen in Workbench

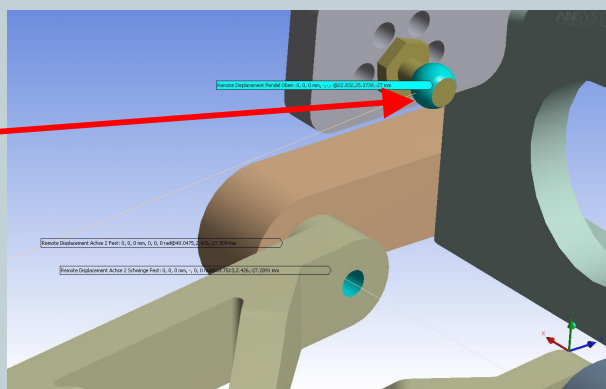
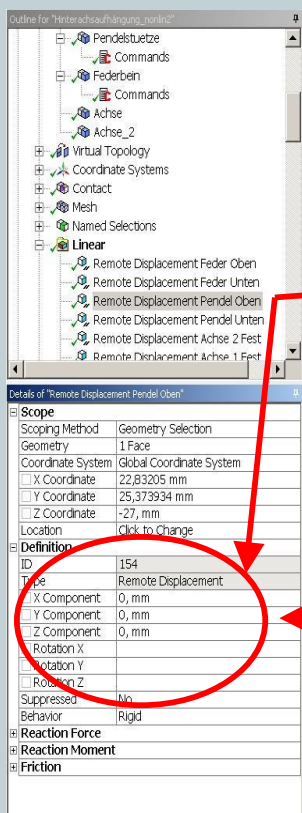
Ersetzen der Balkenelemente durch Feder- bzw. Stabelemente



et,matid,180
r,matid,12 ! Querschnittsfläche

et, matid,14
r, matid,36 !Steifigkeit

Externe Verschiebungen definieren mit dem Ursprung am Ende des Linienelementes



Zu koppelnde Freiheitsgrade eintragen

Strukturmechanischer Kontakt: Noch robuster bei Kraftsteuerung

Problemstellung:

Am Support-Telefon hören wir oft folgenden Satz:

„Ich habe eine strukturmechanische Berechnung mit Kontakt und es konvergiert nicht. Warum und was kann ich tun?“

Natürlich ist Kontaktrechnung trotz aller Automatismen eng mit einem vertieften Wissen um die technologischen Zusammenhänge verknüpft. Ein häufig auftretender Fall, der auch einfach zu lösen ist, ist Folgender:

Lösung:

Gerade bei Baugruppen, wo zwischen einzelnen Parts Spalte vorhanden sind, bewirkt eine Kraftsteuerung, dass das Verschiebungsfeld nicht sauber bestimmt wird, weil sich vorher schon eine Starrkörperbewegung einstellt.

Diese kann mittels FEM nicht gerechnet werden. Man bekommt einen entsprechenden ANSYS Error, der in etwa lautet:

Eine Lösungsgröße (die Verschiebung) hat einen sehr großen Wert überschritten. Oft konvergiert die Rechnung schon vorher nicht.

Nun gibt es mehrere Methoden diesem Problem der Starrkörperbewegung zu begegnen. Da wir hier kein Kontaktseminar geben *wollen*, sondern Sie eher motivieren möchten, doch einmal vorbeizuschauen, erwähnen wir immerhin eine Möglichkeit die man zur Lösung des Problems hat:

Man lagert die Bauteile mit weichen Federn, die die Systemsteifigkeit nicht nennenswert beeinflussen. Die Idee ist einfach und Workbench bietet mit den WEAK SPRINGS ein schönes automatisiertes Feature dazu an. Im Detailsfenster zur Lösung findet man:

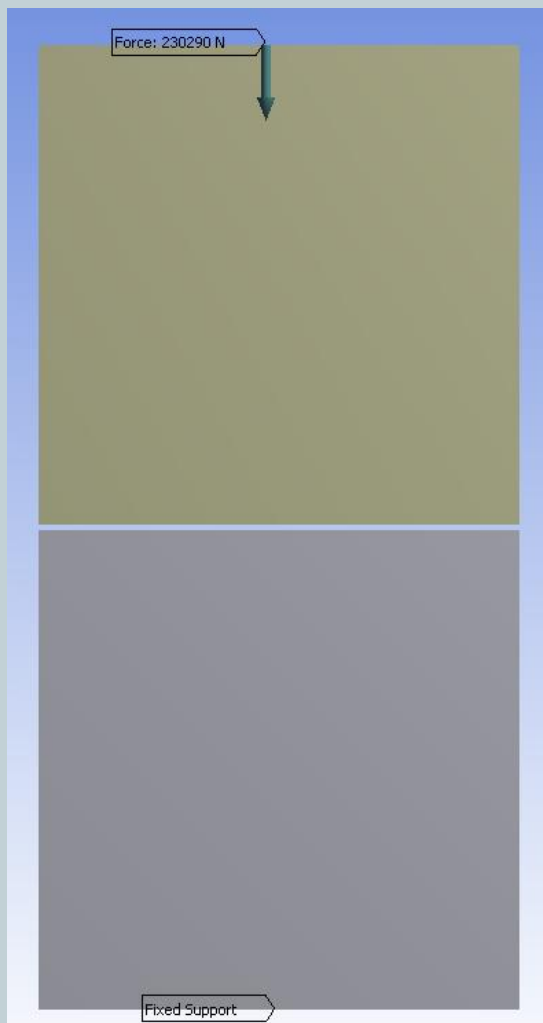
Weak Springs	On
Spring Stiffness	Program Controlled
Large Deflection	Program Controlled
Auto Time Stepping	Factor
	Manual

Strukturmechanischer Kontakt: Noch robuster bei Kraftsteuerung

Neu in der Workbench Version 10 ist dabei, dass man die Federsteifigkeit dieser weichen Federn direkt eingeben kann. Das hat einen entscheidenden Vorteil denn:

Aus dem Zusammenspiel von Pinball, Substep-Setting und den weichen Federn kann man sich im Grunde eine Einstellung überlegen, die die Starrkörperbewegung garantiert verhindern kann.

Es ist logisch, wenn man weiß, wie der Algorithmus arbeitet: Nehmen wir einmal folgendes Prinzipbeispiel zur Hand:



Zwei Blöcke sollen mittels einer Kraft $F=230290$ N aufeinander gedrückt werden, zwischen den Blöcken ist ein Spalt.

Rechnet man an, so folgt:

ANSYS – Error:

An internal solution magnitude limit was exceeded....

Strukturmechanischer Kontakt: Noch robuster bei Kraftsteuerung

Lösung:

Ein folgender Ansatz könnte nun wie folgt aussehen:

Details of "Solution"	
Adaptive Convergence	
Max Refinement Loops	1,
Refinement Depth	2,
Options	
Save ANSYS db	No
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	On
Spring Stiffness	Manual
Spring Stiffness Value	1, N/mm
Large Deflection	Off
Auto Time Stepping	Off
Number Of Substeps	10

Wir rechnen mit WEAK SPRINGS und einer Steifigkeit von 1 N/mm. Außerdem wurden exakt 10 Substeps gewünscht. Nun kann man rechnen:

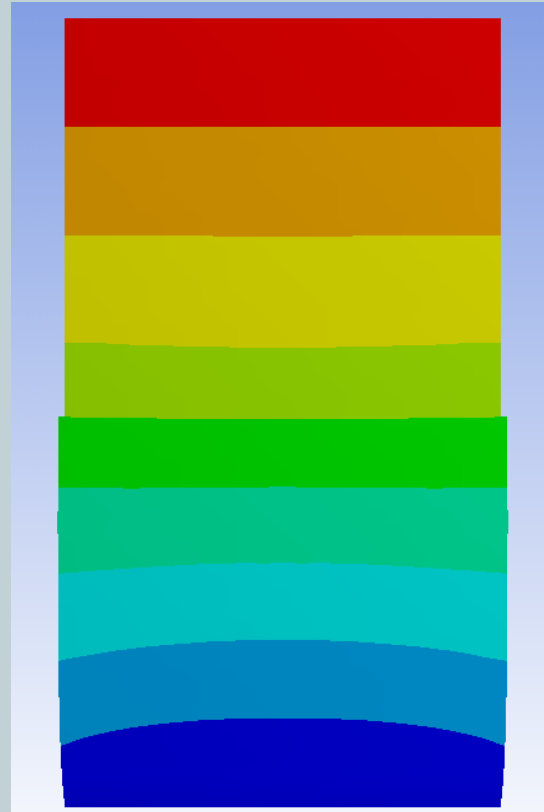
Bei einer Kraft von $F=230290$ und einer Federsteifigkeit von 1 N/mm ergibt sich im ersten Substep eine Verschiebung von 23029 mm, eben $1/10$ der Kraft. Wenn nun der Pinball kleiner ist als 23029 mm „sehen“ sich CONTACT und TARGET nicht mehr, die sehr große Durchdringung würde bleiben, was natürlich völlig unsinnig wäre. Wenn aber der Pinball größer ist, zum Beispiel 24000 mm, kann der Kontaktalgorithmus noch arbeiten:

Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Never
Thermal Conductance	Program Controlled
Pinball Region	Radius
Pinball Radius	24000 mm

Strukturmechanischer Kontakt: Noch robuster bei Kraftsteuerung

Tatsächlich erhalten wir damit:

Offensichtlich war unser
Gedankengang nicht falsch.



Für diesen Workflow erweist sich wiederum Workbench als vorteilhaft, da hier die WEAK SPRINGS per Mausklick hinzugefügt werden. Der ANSYS Anwender müsste mit COMBIN14-Elementen diese „zu Fuß“ generieren, was aber im Prinzip keine Schwierigkeit darstellt.

Als absolutes Allheilmittel, möchten wir diese Methode aber nicht zwingend positionieren. Jedes Kontaktproblem ist im Grunde individuell und so gibt es auch Systeme, bei denen man den Pinball nicht willkürlich groß setzen darf.

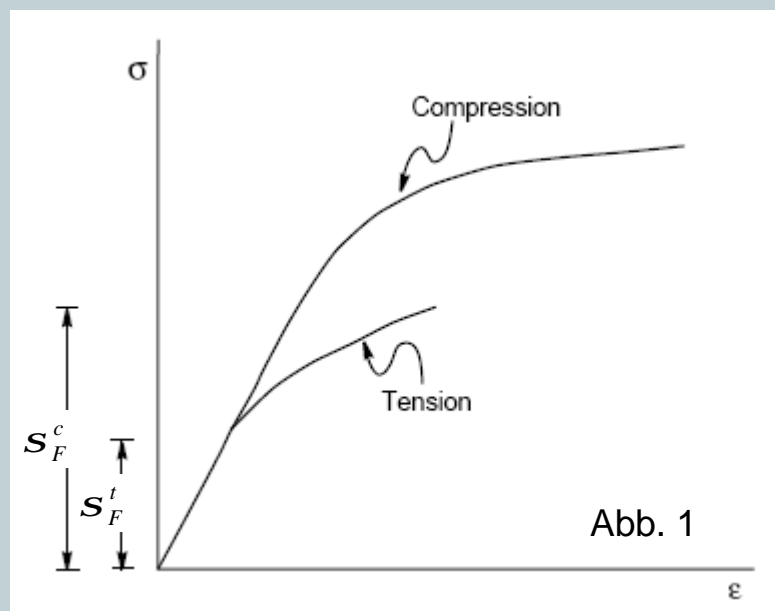
Vielleicht konnten wir Sie ja durch diesen kleinen Beitrag dazu motivieren, sich mehr Wissen zu dieser Thematik bei uns anzueignen.

„Cast Iron“ Plastizität

Für das Materialgesetz „Cast Iron Plasticity“ müssen 2 Kurven definiert werden: Die Verfestigungskurven im Zug- und Druckbereich (tb,uniaxial,,tension bzw. compression). Diese liegen, wie untenstehende Abbildung zeigt, übereinander. D.h. die Druckverfestigungskurve liegt über der Zugverfestigungskurve.

Was passiert nun, wenn man dies genau umgekehrt definiert, also Zugverfestigung > Druckverfestigung? Das Ergebnis ist durchaus überraschend: Im uniaxialen Zugversuch erhält man die Kompressionskurve und **nicht** die Zugverfestigungskurve!

Dieses Verhalten soll nachfolgend erläutert werden.



Die Bezeichnungen sind der Referenz für „Cast Iron Plasticity“ entnommen:

Chen, W. F. and Han, D. J., "Plasticity for Structural Engineers", SpringerVerlag, New York (1988).

Im einzelnen bedeuten sie:

s_F^t = Fließspannung im Zugbereich

s_F^c = Fließspannung im Druckbereich

d = Länge des Spannungsvektors in der Deviatorenebene

x = Längeneinheit auf der hydrostatischen Achse mit

$x = \sqrt{3} p$ dem hydrostatischen Druck p

„Cast Iron“ Plastizität

In Abbildung 4 ist dieser Fall für eine Druck- bzw. Zugfließspannung von

$$\sqrt{\frac{2}{3}} S_F^c = \sqrt{\frac{3}{2}} S_F^t \Leftrightarrow S_F^c = \frac{3}{2} S_F^t$$

dargestellt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang wo der Spannungspunkt im uniaxialen Fall die zusammengesetzte Fließfläche durchstößt. Hierzu eingezeichnet ist die σ_1 -Achse (Punkt B). Wie man in diesem Fall erkennt, liegt dieser Punkt auf der *Rankine* Fließfläche. Dieser zugeordnet ist die Zugverfestigungskurve. Die Berechnung erfolgt wie erwartet.

Reduziert man nun z.B. die Druckfließspannung wandert Punkt A in Richtung Punkt B. Den Grenzfall erhält man für (Punkt A und B koinzident)

$$S_F^c = S_F^t$$

Reduziert man die Druckfließspannung weiter erhält man den in Abbildung 5 dargestellten Zustand. Hier für den Fall

$$S_F^c = \frac{S_F^t}{\sqrt{2}}$$

Entscheidend ist hier, dass der Durchstoßpunkt B nun auf der **von Mises** Fließfläche liegt, der die Druckverfestigungskurve zugeordnet ist. D.h. obwohl reiner Zug vorliegt, wird mit der Kurve für den Druckbereich gerechnet! In Sinne einer konsistenten Fließfläche ist dies völlig korrekt und erklärt das beobachtete Verhalten.

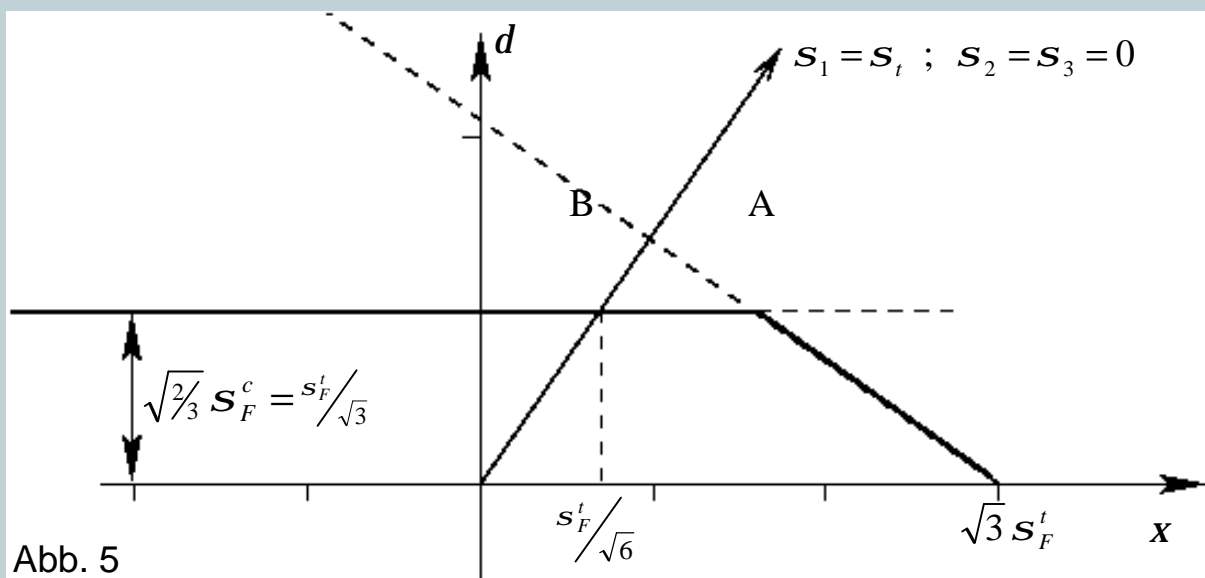


Abb. 5

Termine rund um CADFEM

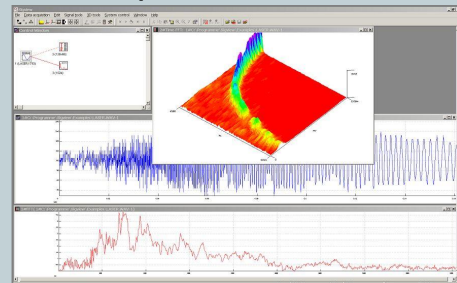
Seminartermine

- **Sonderthemen der Dynamik - Advanced topics in dynamic analysis**
ANSYS bietet auch bei nicht alltäglichen Fragestellungen viele Möglichkeiten der Analyse an, die jedoch im Rahmen eines Einführungsseminars nicht behandelt werden können. Dieses Seminar stellt eine Ergänzung zu den Standardseminar "Strukturdynamische Berechnung mit ANSYS" dar. Das Seminar widmet sich speziellen Problemen der Dynamik, wie z.B. der Simulation von Bremsenquietschen oder der Modalanalyse rotierender Strukturen. Der theoretische Hintergrund dieser Verfahren wird erläutert und die praktische Anwendung wird an Beispielen geübt.

23.02-24.02.06 in Grafing bei München

Zur Online Anmeldung:

[http://www.cadfem.de/Strukturmechanik.5305.0.html?&tx_semcf_pi1\[single\]=3220&cHash=1408377f95](http://www.cadfem.de/Strukturmechanik.5305.0.html?&tx_semcf_pi1[single]=3220&cHash=1408377f95)



- **DesignSpace:**
Vertiefungsseminar Konstruktionsbegleitende Berechnung
Das Aufbau-seminar richtet sich speziell an die Absolventen des Einführungsseminars, die anschließend schon etwas Praxiserfahrung gesammelt haben und die Berechnungsmöglichkeiten der konstruktionsbegleitende Berechnung mit ANSYS DesignSpace voll ausschöpfen wollen. Neben einer vertieften Aufbereitung wichtiger Grundlagen wird ein Tag als Projekttag genutzt. Die Kursteilnehmer bringen eigene Aufgabenstellungen mit, die dann unter Anleitung bearbeitet werden.

23.02-24.02.06 in Grafing bei München

Zur Online Anmeldung:

http://www.cadfem.de/Multiphysics_EMAG.5307.0.html?