

## Themenübersicht Januar 2006

- Nice to know
- Umwandeln einer Zugschraube in eine Druckschraube
- Parametrisiert arbeiten in ANSYS Workbench
- Thermischer Kontakt: Konvektion und Strahlung

- Wichtige Termine rund um CADFEM

- Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Kraftgesteuerten Kontakt robust berechnen

### In eigener Sache:

Die Zusendung dieser Informationen erfolgt ausschließlich auf Wunsch des Empfängers und kann jederzeit unter [www.cadfem.de](http://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](mailto:mvidal@cadfem.de)

## Nice to know

### ANSYS / Workbench

#### ● Rigid Target aus flexible Target

Kontakte zwischen Körpern werden als flexible-flexible Kontakt gerechnet, wenn sich unter den Targetelementen elastische Elemente befinden.

Sind die Targetelemente „in der Luft“ wird daraus ein Rigid Target.

Nutzt man Workbench als Preprozessor kann man also die von Workbench erzeugten Kontakte einfach durch Löschen der unter den Targetelementen liegenden elastischen Elementen auf Rigid umstellen.

#### ● Vernetzung und Kontaktoptionen komfortabel einstellen

In Workbench kann sowohl für den Ordner Geometrie, als auch für den Ordner Kontakt am Ende des Grafikenfensters die Arbeitsblattansicht gewählt werden.

In dieser Liste können ganz einfach die Körper oder Kontakte nach den jeweiligen Eigenschaften sortiert werden.

Der Benutzer kann dann die interessierenden Kontakte anpicken (Mehrfachselektion mit Shift oder Strg) und über eine Rechte Mausfunktion zu diesen Objekten im Baum wechseln.

Solange dies Selektion im Baum aktiv ist, werden alle Einstellungen für alle selektierten Elemente übernommen.

Name	Material	Volumen (mm³)	Masse (kg)	Knoten	Elemente	Status
Part 12	Baustahl	8197,6	6,4351e-002	8271	5197	Nicht unterdrückt
Part 15	Baustahl	1923,3	1,5098e-002	61342	37638	Nicht unterdrückt
Solid	Baustahl	2,0982e+005	1,6471	14662	2026	Nicht unterdrückt
Solid	Baustahl	1,6804e+005	1,3191	1255		



## Nice to know

### ANSYS / Workbench

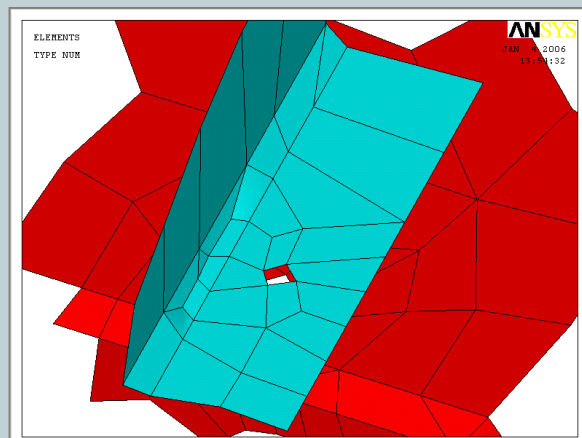
#### ● Spotwelds in ANSYS

Die Spotwelderzeugung SWGEN funktioniert im Default nur zwischen geschlossenen Oberflächen. Will man diese Funktion als Modellierung von Nieten zwischen Bohrungen verwenden, sollte man entweder die Option nutzen beide Zentralknoten (Argumente snd1 und snd2) anzugeben, oder man schließt die Flächen.

Für die richtige Funktion muss auf dem Projektionsstrahl eine Elementfläche gefunden werden.

Falls Dies nicht der Fall ist erscheint eine Warnung:

„No intersection is found between Spotweld node 12 and surface sf1“



#### ● Last-Verformungskurven in Workbench

Last-Verformungskurven sind noch nicht in Workbench verfügbar. Man kann sich aber behelfen.

Für kraftgesteuerte Berechnungen kann zum einen die Tabelle der Lastschrittsteuerung in Excel kopiert werden. Das Ergebnis von Verschiebungen eines Punktes kann über die rechte Maustaste nach Excel exportiert werden.

Für verschiebungsgesteuerte Berechnungen wird ebenfalls die Lastgeschichte aus der Tabelle der Lastgeschichte kopiert. Die Reaktionskräfte können momentan nur auf folgendem Weg erhalten werden:

Man muss im Optionenmenü die Beta Features anschalten.

Im Extras Ordner zu den Ergebnissen findet sich ein Punkt Reaktionskräfte und –momente. Darin erhält man für alle Auflager die Reaktionen als Tabelle, die ebenfalls nach Excel kopiert werden kann.

## Nice to know

### ANSYS / Workbench

- **Summe der Kräfte gleich Null in ANSYS Workbench**

Für jede Lagerung werden im Detailfenster die Reaktionen aufgelistet. Dazu werden alle an der Randbedingung beteiligten Knoten ausgewertet. Haben zwei Auflager gemeinsame Kanten oder Punkte, so werden natürlich die Reaktionskräfte dieser Knoten bei beiden Randbedingungen eingerechnet. In der Gesamtsumme tauchen diese Anteile dann doppelt auf.

- **Piepsen am Ende der Berechnung**

Zuerst ist eine Batch Datei zu erzeugen, die einen Pieps erzeugt, z.B. in der DOS shell:

```
copy con pieps.bat
@echo ^G
^Z
```

Das ^G erhalten Sie, wenn Sie [Strg - G] drücken, entsprechend bekommen Sie ^Z, das Zeichen für das Dateiende mit [Strg - Z].

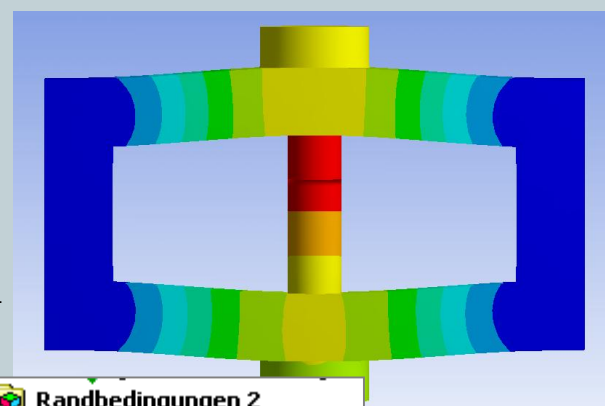
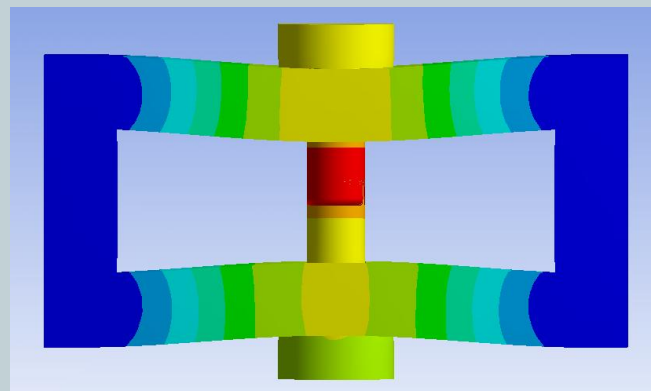
Dann in ANSYS mit /sys,pieps.bat am Ende des Inputs einfügen, und schon wird man geweckt, wenn weitergearbeitet werden muss.....

## Umwandeln einer Zugschraube in eine Druckschraube

In Workbench Simulation besteht mit der Option ‚Bolt‘ eine einfach zu handhabende Möglichkeit vorgespannte Schrauben in ein Modell zu integrieren. Diese Option bietet jedoch nur die Möglichkeit Schrauben unter Zug zu betrachten. Möchte man Schrauben unter Druck verwenden, kann man sich behelfen, in dem man über ein Kommandoobjekt die Orientierung der erzeugten Pretension-Elemente umwandelt:

```

/prep7
!Selektion der umzuwandelnden Bereiche, diese werden durch die
angegebene Kraft identifiziert
nselect,s,f,fx,100
esln
nsle
*get,e_num,elem,,count
*do,i,1,e_num
*get,e_n,elem,,num,min
*get,r_e,elem,e_n,attr,real
*get,t_e,elem,e_n,attr,type
*get,m_e,elem,e_n,attr,mat
*get,s_e,elem,e_n,attr,secn
real,r_e
type,t_e
mat,m_e
secn,s_e
*get,n_1,elem,e_n,node,1
*get,n_2,elem,e_n,node,2
!Umtauschen der ersten zwei Knoten
emod,e_n,1,n_2,n_1
esel,u,,,e_n
*enddo
alls
/solu
    
```



LT

## Parametrisiert arbeiten in Workbench

### Vorteil von Workbench:

Wenn wir von Parametern sprechen, meinen wir damit eine ganze Fülle von veränderlichen Größen in unserem Berechnungsmodell:

Wie ändert sich das Ergebnis, wenn ich mit oder ohne Aussteifung rechne?

Wie ändert sich das Ergebnis, wenn ich die Länge a und den Radius b ändere?

Wie ändert sich das Ergebnis, wenn ich die Belastung oder meine Auflager ändere?

Da Workbench sehr robust fast beliebige Geometrie importiert und ebenfalls genauso robust das Netz erstellt, bietet sich dieses Paket für Variantenstudien an, weil man sich sicher sein kann, dass trotz geometrischer Änderungen ein berechenbares Modell rauskommt.

Darüber hinaus verfügt Workbench über eine direkte und bidirektionale Schnittstelle zu den führenden CAD Systemen.

Diese PlugIn Funktion erlaubt es bei bestehenden Rechnungen die Originalgeometrie im CAD System zu ändern und in Workbench zu aktualisieren. Dabei bleiben alle Randbedingungen, Kontakteinstellungen, Lösungs- und Ergebniseinstellungen erhalten.

Die einzige Arbeit, die der Benutzer leisten muss, ist es die Geometrie zu ändern und die Aktualisierung zu starten.

PlugIn Funktion ist verfügbar für:

ProEngineer

Unigraphics

Solid Works

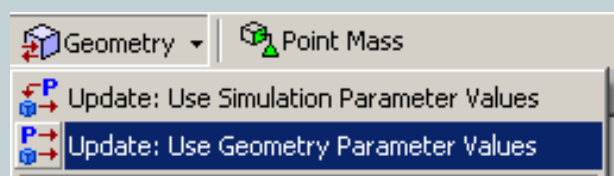
Solid Edge

Mechanical Desktop

Autodesk Inventor

One Space Designer

CATIA V5 (gesonderte Lizenzvereinbarung)



## Parametrisiert arbeiten in Workbench

### Variantenstudien anlegen:

Im Strukturbaum der Simulation kann über die rechte Maustaste das Modell dupliziert werden. Im duplizierten Modell kann dann einfach die Aktualisierung genutzt werden um eine geometrische Variante zu rechnen.

Vorteil dieses Vorgehens ist, dass für alle Varianten alle Ergebnisse auch nach der Berechnung verfügbar sind.

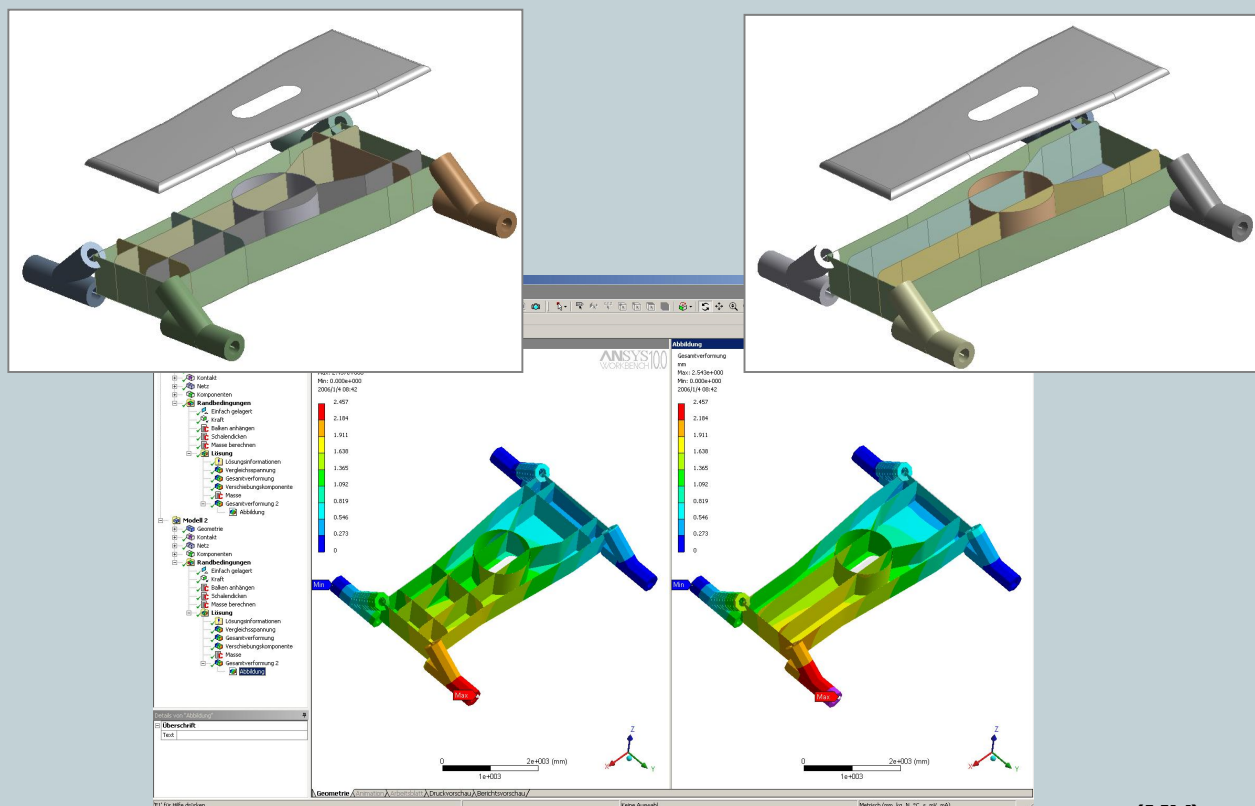
Der Nachteil besteht darin, dass man keine graphische Auswertung der Beziehungen zwischen der geometrischen Änderung und der Änderung der Ergebnisse darstellen kann.

Bei diesem Vorgehen ist der Automatisierungsgrad sehr gering.

Verformungsberechnung Rahmengestell  
Schalen und Balkenbaugruppe erzeugt in DesignModeler  
Variante mit und ohne Querträger:

Modell in Simulation dupliziert und aktualisiert.

Kombinierte Biege / Torsionsbelastung



## Parametrisiert arbeiten in Workbench

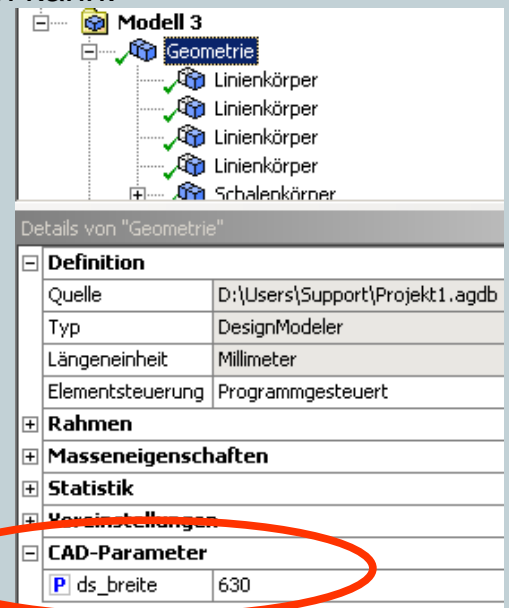
### Automatische Variantenstudie (Szenarienmatrix):

Innerhalb der Simulation gibt es den sogenannten Parametermanager. Dieser erlaubt es dem Benutzer für von ihm gewählte Parameter mögliche Varianten vorzugeben, die dann der Reihe nach gerechnet werden.

Am Ende erhält der Benutzer eine Liste mit den dazugehörigen Ergebnissen.

Parameter sind alle numerischen Werte in der Simulation, für die in dem vorangestellten Kästchen ein P angeklickt werden kann.

Werden im CAD System Geometrieparameter mit einem Namen beginnend oder endend mit DS belegt, wird dieser Parameter genauso unter dem Punkt Geometrie im Baum bereitgestellt.



Vorteil Parametermanager: Man erhält eine Liste, die man nach Excel exportieren kann (rechte Maustaste). In Excel lassen sich sehr gut Flächenplots der Ergebnisse erzeugen, sodass man die Zusammenhänge visualisieren kann.

Nachteil: In der Liste sind als Ergebnisse nur einzelne numerische Werte (z.B. Maximum an einer best. Stelle) abgelegt. Wenn man sich für eine bestimmte Konfiguration interessiert oder Ergebnisplots benötigt, muss die Variante komplett neu berechnet werden.

Ausblick: Dieser Parametermanager wird in Zukunft abgelöst durch einen auf dem DesignXplorer basierenden Variantenwerkzeug, das ohne zusätzliche Lizenz verfügbar sein wird.

## Parametrisiert arbeiten in Workbench

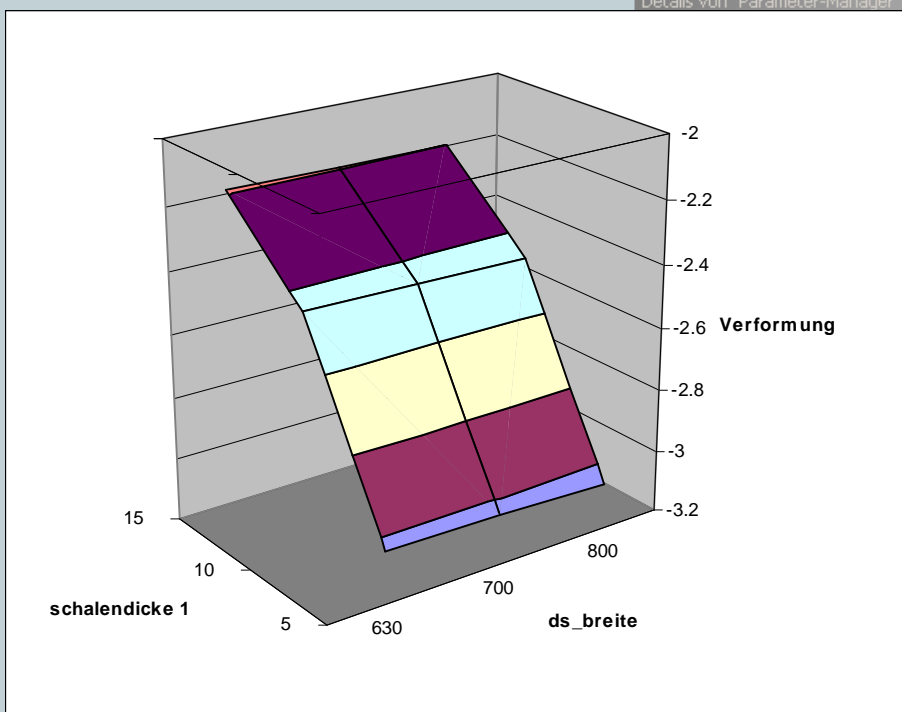
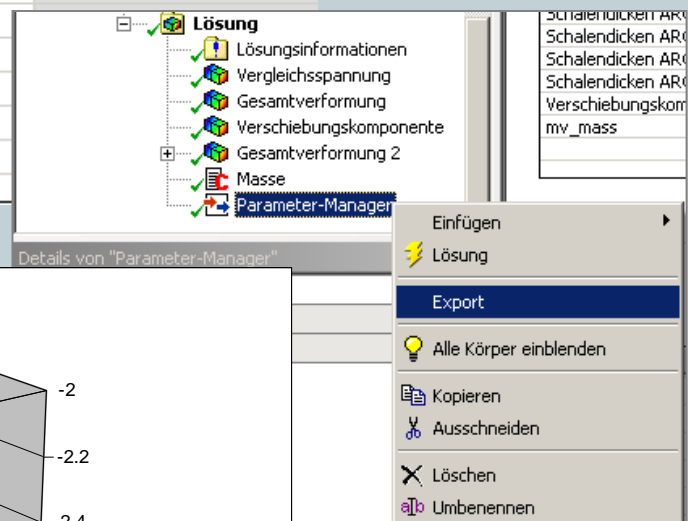
### Automatische Variantenstudie (Szenarienmatrix):

Szenarienmatrix im Parametermanager und Export nach Excel.

Für feinere Abstufungen (im vorliegenden Fall nur 3x3) sind sehr viele Berechnungen nötig.

Aber man erkennt bereits sehr gut eine deutlich stärkere Beeinflussung des Ergebnisses durch die Schalendicke 1 (Dicke des Deckblechs) als durch den Parameter ds\_breite (Abstand der innenliegenden Längsträger)

	Ausführen	Geometrie	ds_breite	Schalendicken ARG1	Verschiebungskomponente
<input type="checkbox"/>	1	630.	5.	5.	-3.0324
<input type="checkbox"/>	2	700.	5.	5.	-3.0366
<input type="checkbox"/>	3	800.	5.	5.	-3.0552
<input type="checkbox"/>	4	630.	10.	10.	-2.4428
<input type="checkbox"/>	5	700.	10.	10.	-2.4478
<input type="checkbox"/>	6	800.	10.	10.	
<input type="checkbox"/>	7	630.	15.	15.	
<input type="checkbox"/>	8	700.	15.	15.	
<input type="checkbox"/>	9	<b>800.</b>	<b>15.</b>		

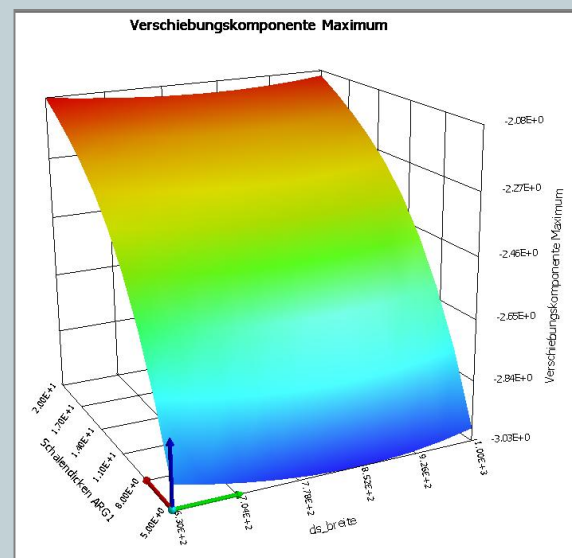
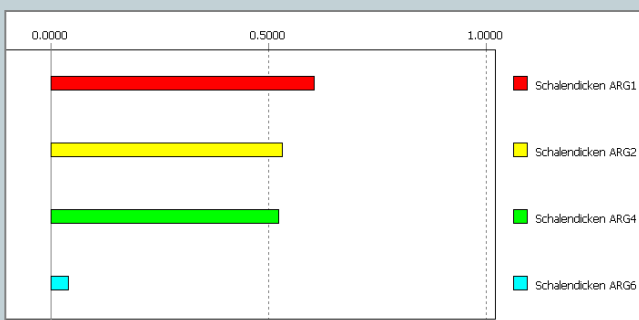


## Parametrisiert arbeiten in Workbench

### DesignXplorer – Variantenraum studieren

Der DesignXplorer bietet fast alles rund um Variantenstudien in automatisierter Form an.

- Schnelle Variantenstudie (Vergleichbar der Variantenstudie im Parametermanager, nur schneller und mit allen Zwischenergebnissen)
- Sensitivitätsanalyse (welcher Parameter beeinflusst das Ergebnis stärker, welcher schwächer?)
- Optimierung (welche Variante bietet die besten Eigenschaften?)
- Zuverlässigkeitsanalyse (Wie wirken sich statistische Schwankungen von Parametern auf das Ergebnis aus?)
- Robust Design (welche Variante bietet trotz statistischer Streuungen zuverlässigere Ergebnisse?)



Die Blechdicken von Deckel, Boden und des äußeren Kastens beeinflussen die Verformung maßgeblich

Die Blechdicken der inneren Bauteile sowie der Abstand der inneren Längsträger beeinflussen die Verformung nur untergeordnet.

Der Zusammenhang zwischen Deckelblechdicke, Abstand Längsträger und Verformung stellt sich genauso wie in Excel dar.

Welche Blechstärken sind zu wählen, um die größte Gewichtersparnis zu erreichen und dabei eine Verformung von weniger als 3cm einzuhalten?

## Parametrisiert arbeiten in Workbench

### DesignXplorer – z.B. optimale Varianten finden

Welche Blechstärken sind zu wählen, um die größte Gewichtersparnis zu erreichen und dabei eine Verformung von weniger als 3cm einzuhalten?

Die Blechdicke des Deckels wäre ein günstiger Parameter, um die Verformung klein zu halten. Allerdings hat das Deckblech auf grund seiner Größe auch maßgeblichen Anteil an der Masse.

Ein Optimierungslauf auf Basis der für die Varianten und Sensitivitätsstudie erstellten Antwortfläche liefert einen Vorschlag:

Parameter	Candidate A	
Schalendicken ARG1	5.2317	—
Schalendicken ARG2	8.9166	—
Schalendicken ARG3	7.2882	—
Schalendicken ARG4	11.075	—
Schalendicken ARG5	7.4972	—
Schalendicken ARG6	6.5256	—
ds_breite	662.63	—
Verschiebungskomponente Maximum	-2.9874 mm	—
mv_mass	8.9591	★★

Die davon abgeleitete Variante liefert:

### Design Comparison

This table provides a comparison of your designs.

Parameter	Reference Design Point 3	Reference Design Point 4
Schalendicken ARG1	5. —	10. —
Schalendicken ARG2	9. —	10. —
Schalendicken ARG3	7. —	10. —
Schalendicken ARG4	11. —	10. —
Schalendicken ARG5	7.5 —	10. —
Schalendicken ARG6	6.5 —	10. —
ds_breite	660. —	630. —
Verschiebungskomponente Maximum	-3.1101 —	-2.4428 ★
mv_mass	8.927 ★★	9.5852 ★

Das bedeutet eine Gewichtersparnis von über 600kg gegenüber dem ursprünglichen Design (rechts).

## Parametrisiert arbeiten in Workbench

### Infotag:

### Bauteile effektiv und optimal gestalten – Optimierung und Robust Design in ANSYS Workbench

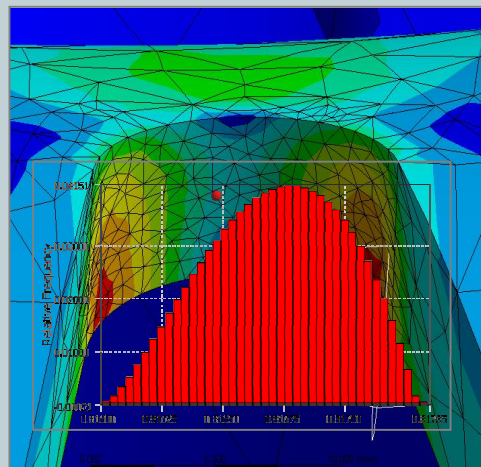
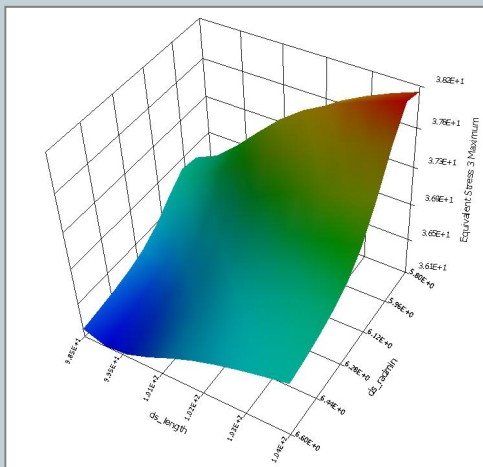
Wir laden Sie herzlich ein zu unserem Infotag über die Möglichkeiten in ANSYS Workbench mit Varianten und Parametern zu arbeiten.

Hier erhalten sie einen Überblick über folgende Funktionen:

- Parameter verwenden in CAD und in der Simulation
- Variantenstudie und Sensitivitätsanalyse mit ANSYS Workbench
- Simulationsmodelle optimieren
- Statistische Streuungen berücksichtigen
- Robust Design

### Termine:

13. Februar	Grafring bei München
8. Mai	Leinfelden-Echterdingen
12. Mai	Wien (A)
7. Juli	Aardorf (CH)
18. Juli	Burgdorf bei Hannover
30. Oktober	Grafring bei München



## Thermischer Kontakt: Konvektion und Strahlung

### Problemstellung:

Liegen Bauteile nah aneinander, berühren sich aber nicht, findet der Energieaustausch zwischen beiden über das dazwischenliegende (strömende?) Medium und (oder nur) durch Strahlung statt.

### Lösung:

Verschiedene geometrische Fälle erfordern angepasste Vorgehensweisen:

#### A) gleicher Abstand, keine/geringe Strömung

Hier kann mit der (auch in Workbench einbaubaren) Kontaktleitfähigkeit (TCC) gearbeitet werden. Diese hat die Dimension eines Wärmeübergangskoeffizienten und kann entsprechend der Widerstandsanalogien aus der Leitfähigkeit des Mediums und der Spaltdicke berechnet werden:  
 $TCC=k/x$ .

#### B) gleicher Abstand, Strömungskanal

Nun liegt die Lösung nicht mehr in einem Kontaktproblem sondern in der Abbildung des Massentransports, wenn möglich durch das Stromfadenelement 116, andernfalls durch eine CFD-Simulation. Wie ersteres umgesetzt werden kann, wurde bereits in Newsletter 07/04 dargestellt.

[http://www.cadfem.de/fileadmin/files/9\\_service\\_newsletter/2004/0407/fluid116.pdf](http://www.cadfem.de/fileadmin/files/9_service_newsletter/2004/0407/fluid116.pdf)

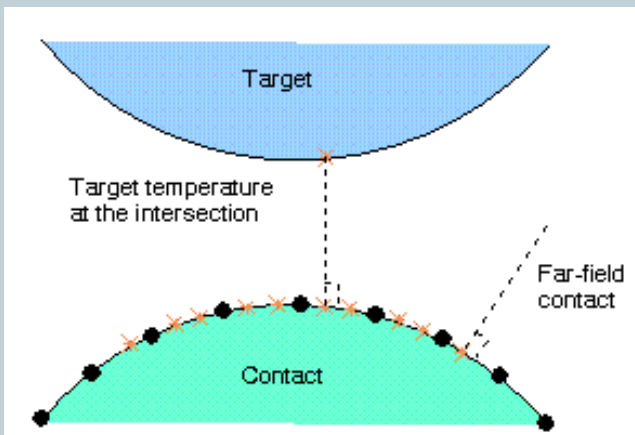
#### C) variabler Abstand, keine/geringe Strömung in den Nahbereichen

Geht man von der Überlegung aus, daß bis zu einer Abstandsgrenze der Energieaustausch zwischen den Bauteilen überwiegt, läßt sich oftmals mit ausreichender Genauigkeit zumindest die Energiebilanz erfüllen.

Die Abstandsgrenze wird durch den Pinball-Radius eingestellt. Die Konvektions- bzw. Strahlungsrandbedingungen müssen auf die Kontaktelemente (i.d.R. symmetrischer Kontakt, Umsetzung in Workbench mangels Kontrollmöglichkeiten und fehlender Auswertung nicht sinnvoll) aufgebracht werden.

Das Beispiel auf den folgenden Seiten arbeitet zur Veranschaulichung mit asymmetrischem Kontakt und angepassten Randbedingungen.

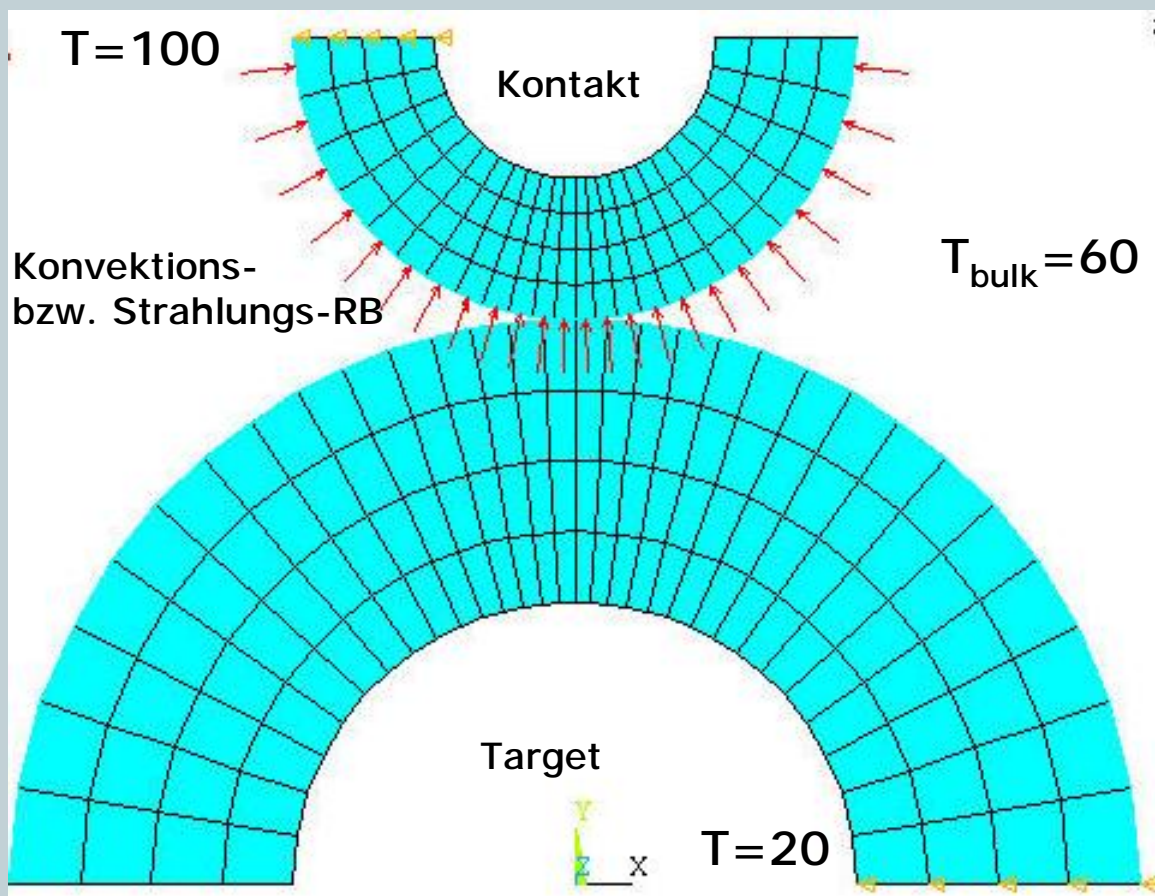
## Thermischer Kontakt: Konvektion und Strahlung



Kriterium für Wärmeübergang:  
Kontaktstatus

geschl.: Wärmeleitung  
 nah: Konvektion, Strahlung  
 offen: RB wirken „normal“

## Testbeispiel

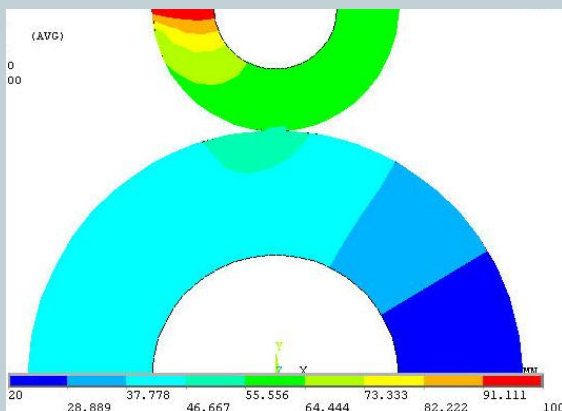


## Thermischer Kontakt: Konvektion und Strahlung

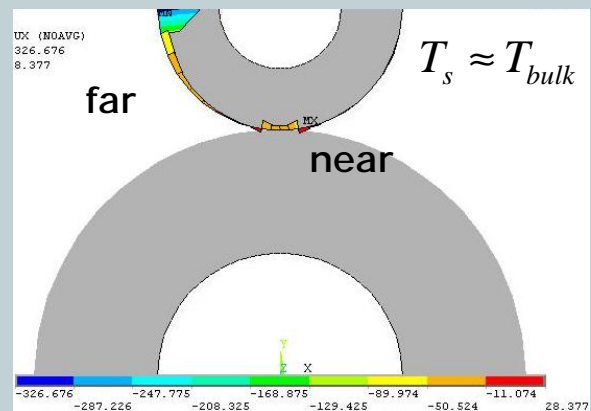
$$\dot{Q} = a(T) \cdot (T_{T\text{arget}} - T_{K\text{ontakt}})$$

→ Randbedingung → far:  $T_{\text{bulk}}$

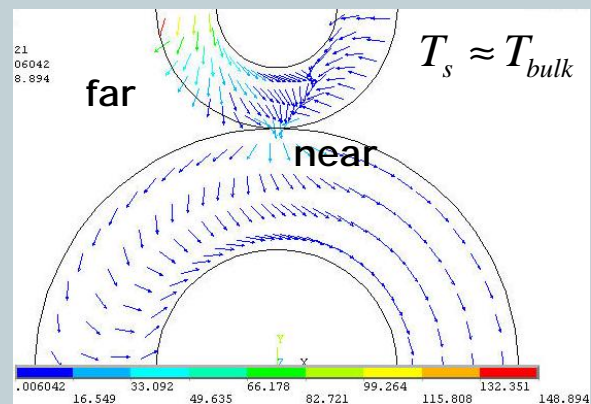
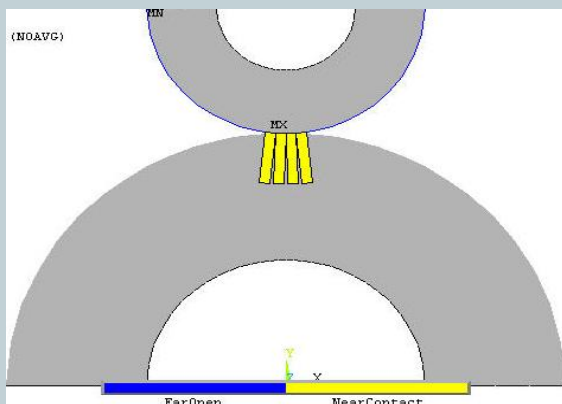
### Temperatur



### Wärmeströme



### Kontaktstatus





## Termine rund um CADFEM

### Seminartermine

- **Einführung in die Simulation mit ANSYS Workbench - Strukturmechanik und Temperaturfeld**

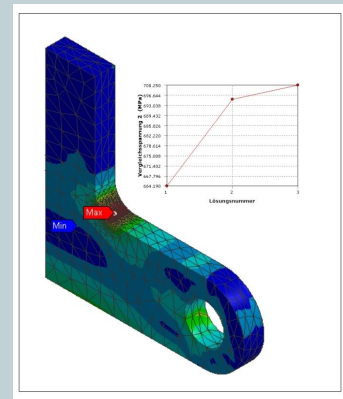
ANSYS Workbench ist einfach in der Handhabung und mächtig in der Funktion.

Der Kurs vermittelt alle Handgriffe, die notwendig sind, um mit ANSYS Workbench erfolgreich Simulationsaufgaben aus der Strukturmechanik und der Temperaturfeldanalyse zu lösen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses für die Hintergründe der numerischen Berechnung.

24.01.-27.01.06 in Burgdorf bei Hannover

Zur Online Anmeldung:

<http://www.cadfem.de/Strukturmechanik.5305.0.html?&ftu=9addf841a5>



- **Magnetische Feldberechnungen**

Numerische Feldberechnungen dienen der genauen Charakterisierung Ihres Designs - doch Sie wollen mehr als nur Standardaufgaben (z.B. Drehmoment-Drehwinkel-Verhalten) bewältigen und suchen ein Werkzeug mit vielfältigen Kontroll- und Analysemöglichkeiten - dieses Seminar vermittelt Ihnen die notwendigen Kenntnisse.

26.01.-27.01.06 in Leinfelden-Echterdingen

Zur Online Anmeldung:

[http://www.cadfem.de/Multiphysics\\_EMAG.5307.0.html?](http://www.cadfem.de/Multiphysics_EMAG.5307.0.html?)

