# Themenübersicht Juli 2004



Ausgabe: 07 / 2004

- Nice to know
- Massentransport per fluid116 in AWE
- Remote Solve f
  ür Workbench
- Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics
- Wichtige Termine rund um CADFEM

#### • Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Einführung in die Mechanik Teil 2: Kinematik (2) Definieren von Lagersteifigkeiten in ANSYS Workbench

#### 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. Mü<u>nchen</u> Ansprechpartner: Marc Vidal mvidal@cadfem.de



Nice to know

Ausgabe: 07 / 2004

### **ANSYS und Workbench**

#### Service Packs 8.1

Auf der Customer Seite von ANSYS www1.ansys.com/customer können die Service Packs zur Version 8.1 heruntergeladen werden.

#### Hinweis zum SP1 bzgl DesignModeler

Der Service Pack1 enthielt zu Beginn einen Fehler in der deutschen Version, der sich im DesignModeler bemerkbar machte. Das Einführen einer Verrundung führte zu einem Absturz. Der Fehler lässt sich sehr einfach beheben:

C:\Program Files\ANSYS Inc\v81\AISOL\AGP\AGPages\language\de\xml Das File agstringtable.xml muss in der Zeile 1416 modifiziert werden: <string id="Name\_FBlend">FR-Verrundung</string> wird zu <string id="Name\_FBlend">FRVerrundung</string>

In den aktuellen Versionen des Service Packs ist der Fehler korrigiert!

#### Schriftgrad in Workbench über Internetexplorer ändern

Die Workbench greift bei der Darstellun von html Seiten auf die Einstellungen des Internet Explorers zurück. Um die Schriftgröße in der Workbench zu verändern, muss daher die Schriftgröße im Internet Explorer unter dem Punkt Ansicht/Schriftgrad geändert werden.

### Nice to know



usgabe: 07 / 2004

### **ANSYS und Workbench**

#### Geschwindigkeit und Beschleunigung plotten

In ANSYS kann man ab v8.1 auch Geschwindigkeit und Beschleunigung im /post1 darstellen. Die Befehle dazu lauten u.a.: plns,v und plns,a. Dies funktioniert aber nur dann, wenn man vorher die Lösung auch angefordert hat mit outres,v,1 und outres,a,1.

#### Remote Solve aus Workbench

Seit der Version 8.1 ist es möglich direkt aus der Oberfläche von Workbench den Berechnungsjob auf eine andere Maschine zu schicken. Dabei gilt es zu beachten, dass man den Masterrechner während der Lösung auf dem Client nicht herunterfahren darf. Es ist allerdings möglich Workbench auf dem Masterrechner zu beenden. Nach dem erneuten Aufruf wird automatisch überprüft, ob auf dem Clientrechner die Berechnung bereits fertig ist. Beachten Sie bitte auch den Artikel "Remote Solve für Workbench" in dieser Ausgabe des Newsletters

#### Kontaktsuchradius einstellen

Der Suchradius für die Kontaktpaare definiert sich über die Größe der eingeladenen Baugruppe. In einer großen Baugruppe mit schmalen Bauteilen kann dies zu Toleranzproblemen bei der Kontaktsuche führen.

Besser ist es den Kontaktradius per Hand zu definieren:

Zunächst löscht man alle automatisch gefundenen Kontakte.

Im Kontaktordner setzt man den Suchbereich von Slider (oder

Schieberegler) auf Value (oder Wert) und gibt dann einen Suchradius in mm vor.

Danach Rechte Maustaste: Automatische Kontaktgenerierung starten.

### Nice to know



Ausgabe: 07 / 2004

#### vfopt,none Radiosity Methode f ür Strahlung

Im Newsletter 03/2004 haben wir die beiden Berechnungsmethoden für surface-to-surface Strahlung verglichen, die Leistungsfähigkeit des radiosity solvers jedoch noch nicht ausgereizt. Das soll nun hier (und weiterhin) geschehen, beschränkt sich zunächst aber auf Windows.

Die Zeiten ergaben sich auf einem Dell-M60 notebook bei 1 GB RAM.

Mit 30'000 – 40'000 faces ist eine Berechnung von umschlossenen Motorteilen o. ä. bereits in das Feld der Möglichkeiten gerückt.

#### Schnell, auch bei großen Modellen

		cp time	vf Time	faces	elements
		6	1	448	1344
7.5GB *.vt-file		15488	2774	32256	96768
in-core	->	27288	4894	43008	129024

Die Option **vfopt,none** erlaubt eine in-core-Rechnung, bei der die Daten komprimiert vorliegen.

#### Genau, auch bei groben Modellen

eps1	eps2	T1	T2	Т3	<b>T</b> 4	T5
0.8	0.2	1000	944.6	895	228.8	200
0.8	0.2	1000	944.5	894	229.1	200



q1	q12	q23	q34	dev
278'583	274'359	279'059	275'163	0.015
279'086	279'337	277'802	278'030	0.005

Testfall und Bezeichnungen: siehe Newsletter 03/2004.



### Massentransport per fluid116 in AWE

usgabe: 07 / 2004

#### **Problemstellung:**

CFD-Berechnungen stellen nach wie vor hohe Anforderungen an die Zeit- und Hardware-Ressourcen des Berechners. Dennoch ist die Genauigkeit oftmals schwer einzuschätzen, der Nutzen des hohen Aufwands in Frage gestellt.

Die Verwendung des Stromfadenelements 116 zur Abbildung des Massentransports einer laminaren oder turbulenten Strömung in einer Temperaturfeldanalyse erfreut sich daher für einige einfache Strömungskanalformen großer Beliebtheit. Bedingung für den Einsatz dieser Technik ist die Existenz einer empirischen Korrelation für den Wärmeübergang.

Mit vertretbarem Aufwand in der CAD-Modellierung des Kühlmittels kann das hier angegebene Skript in AWE eingebunden werden, ohne das ANSYS classic aufgerufen werden muß.

#### Erläuterung:

Die Kühlschlange (oder Heizspirale) wird im CAD-System so erstellt, daß die Mittellinie in Design-Simulation selektierbar wird (Komponente *fluid116*)



Zwischen Kühlmittel und Solid wird Kontakt mit sehr geringer Leitfähigkeit definiert (0 ist unzulässig, 1e-9 sinnvoll). Die Schlange selbst wird als single part abgebildet (diese Funktionalität ist nur im DesignModeler verfügbar und entspricht dem aus ANSYS bekannten VGLUE, sodass ein durchgehendes Netz entsteht).

Die Komponente *fluid* dient der Darstellung des Ergebnisses und als Selektionsbasis für das folgende Makro. Gerechnet wird mit neu erzeugten fluid116-Elementen, die mit dem Extraknoten neu erzeugter surf152 verknüpft werden.

### Massentransport per fluid116 in AWE



#### Allgemein verwendbares Makro (preprocessing commands):

/prep7 !Verknuepfung !Parameter, Teil 1 f116 = 100s152 = 101nsle breite=0.0113 cmsel,s,fluid hoehe=0.0083 nsle,u **!hydraulischer Durchmesser:** cm,fsin n,node dh=4\*(breite\*hoehe)/2/(breite+hoehe)**!Fluid-Definition** et,s152,152 et,f116,116 keyopt, s152, 5, 1 keyopt,f116,1,1 keyopt,s152,6,1 keyopt,f116,2,1 keyopt,s152,8,4 mp,kxx,f116,0.6 type,s152 mp,dens,f116,1000 real,s152 mp,visc,f116,0.001 mat.s152 mp,c,f116,4200 alls r,f116,dh,breite\*hoehe cmsel,all type,f116 real,f116 mat,f116 !Parameter, Teil 2 fl rate=0.01 !Einlaß nsel,s,d,temp,20 re=5000 \*get,Inode,node,,num,min pr=6cmsel,s,fluid116 \*get,non,node,,count \*do,i,1,non-1 alpha=nu\*0.6/dh xpos=nx(Inode) lallg. 1 ypos=ny(Inode) esel, s, type, , s152 zpos=nz(Inode) nsel,u,,,Inode nnode=node(xpos,ypos,zpos) cmsel,s,fluid116e nsel,a,,,Inode e,Inode,nnode nsel,u,,,Inode !immer: Inode=nnode alls \*enddo /solu esel, s, ename, ,116 cm,fluid116e,elem

esel, s, ename, , 169, 174 **!solid-Kontaktseite** 

Ifluid116-surf152-Kopplung ndsurf,'fsin\_n','fluid116e',3

> **!**Massenstrom !Reynoldszahl **!Prandtlzahl**

**!Dittus-Boelter-Korrelation** nu=0.023\*re\*\*0.8\*pr\*\*0.4 sfe,all,1,conv,1,alpha

sfe,all,,hflux,,fl\_rate !Massenstrom

**!alles selektieren** !zurück in /solu

### Massentransport per fluid116 in AWE



usgabe: 07 / 2004

#### Was passiert "im Hintergrund"?



Regelmäßiges Netz ist vorteilhaft, aber meist zu aufwendig -ggf. contact-Sizing verwenden.



#### Ergebnisansicht

"Expansion" vom Stromfadenelement auf das Fluidgebiet:

- kein Gradient normal zur Strömung
- aber Visualisierung der Konvektions-Randbedingung



### **Remote Solve für Workbench**



Ausgabe: 07 / 2004

#### **Motivation:**

Mit der Verbreitung von Workbench wird die Simulation zunehmend direkt vom lokalen Arbeitsplatzrechner durchgeführt. Das aber führt gerade bei größeren Modellen zu einer gelegentlichen "Blockade" des Rechners, der ggf. auch für anderer Aufgaben eingesetzt wird.

Da die eigentliche Analyse in diesem Fall meist ohne unmittelbaren Eingriff des Anwenders erfolgt, ist es sicher geeigneter diesen Teil der numerischen Simulation auf einem möglichst leistungsfähigen anderen Rechner abzuarbeiten.

#### **Erläuterung:**

Nachdem Workbench zur Berechnung ein ASCII – Script an den ANSYS Solver zur Batch-Lösung übergibt, ist die Berechnung auf einem alternativen Rechner relativ leicht realisierbar. Im Bedarfsfall kann der Anwender das Script (ANSYS Eingabefile) aus Workbench herausschreiben, dieses z.b. per FTP auf einen anderen Rechner übertragen und dort die Berechnung von der Kommandozeile starten. Dies ist mittels rsh natürlich auch ohne direkten Zugriff auf den gewünschten Rechner machbar. Problematisch hierbei aber ist neben der manuellen Durchführung dieser Schritte vor allem der Rücktransfer zu Workbench (sofern die Auswertung dort erfolgen soll).



### **Remote Solve für Workbench**



Ausgabe: 07 / 2004

#### **Erläuterung:**

Seit Version 8.1 übernimmt nun Workbench diese Aufgaben und auch das Zurücklesen der Daten klappt hiermit automatisch. Zur Aktivierung stehen dem Anwender im Solution-Details Fenster verschiedene Option zur Verfügung:

- Local Machine führt die Berechnung lokal durch
- UNIX Server führt die Berechnung remote auf einem UNIX / LINUX Rechner durch
- LSF Cluster übergibt die Berechnung an eine separat zu betreibende Load-Sharing Software weiter (z.b. von Platform Computing)



Die mit der Aktivierung von BETA Optionen sichtbare, weitere Möglichkeit WB-Cluster, zeigt die in Entwicklung befindliche Funktion eines in Workbench integrierten Load-Sharings als Alternative zum externen LSF.

Die weiteren Angaben dienen der Konfiguration des Lösungsprozesses und spezifizieren somit z.b den Anwendernamen für das remote login, dessen Passwort, das Arbeitsverzeichnis und die zu vernwendende Lizenz der Berechnung. Im Falle von LSF wird hier die zu verwendende Queue angegeben. Sollen mehrere Umgebungen schnell bearbeitet werden, kann für jede eine andere Einstellung getroffen werden. Entsprechend ist für jede Aufgabe ein anderer Rechner wählbar.

Da Workbench während der Berechnung selbst weiterhin geöffnet bleibt, ist zumindest temporär eine weitere Lizenz bereitzustellen. Entsprechend mehr Lizenzen werden für die gleichzeitige Berechnung mehrerer Aufgaben notwendig. (gut geeignet hierfür sind spezielle Batch Lizenzen wie Mechanical Batch –meba).

### Remote Solve für Workbench



Ausgabe: 07 / 2004

#### Erläuterung (Fortsetzung):

Damit die einmal getroffen Einstellungen für weitere Projekte nicht stets neu vorgenommen werden müssen, können diese in den Umgebungseinstellungen (Extras-Optionen) im Bereich Simulation vordefiniert werden.

Contact	Dun Colum Bracaste on	LINTY Camer
Convergence	Kun solver modess on	UNEX Server
A Engineering D	Default Process Settings - Local Ma	schine
Crighteening D	Solver Working Directory	Use System Directory
a Caller	E Default Process Settings - UNIX Se	rver
- W Fatigue	Machine Name	ares
- % Frequency	User Name	ajw
- & Graphics	User Password	*******
- 🖉 Meshing	Solve Command	ansys81
Miscellaneous	Working Directory	~/
12 Deport	Default Process Settings - LSF Clus	ster
a neput	Queue Name	priority
- Solution	Default Process Settings - WB Clus	ter (BETA)
Startup	Machine Name	localhost
- Visibility	Queue Name	Workbench 8.1
THE OWNER OF TAXABLE PARTY.		

Während der Berechnung wird der Anwender (bei geöffnetem Workbench im Job-Status Tab) regelmäßig über den Programmfortschritt informiert.

ctive lobs									
Rame	Server	Status	Progress	Owner	Queset	Submitte	ed .		an a
Missel Strengt and Stabilities	localicat	Ferding Submover	295	Caloren	Local .	Thursday	Petroary 05,	2004:6:	54-25 PM
Model-servicement 2-selution	localiset	Running	24%	Unknown	t neal	Thursday	February 65,	2004:6:	54:25 PM
Model Scrwronment 4 Solution	w2mmet1204	Summing	42%	Unknown	Workbench D. L	Thursday	February 05,	2004:6:	54:20 PM
Madel-servicement-solution	WZDODOCL201	- Inishes	200%	Unknown	workbanch & L	Inurscay	HOSHIDAY 05.	2001161	54125.34
1.0	11 C	- Fi	d of Jobs	5					
ola Program									
wheating page to									
						-	÷		

Nach einer erfolgreichen Berechnung müssen die Ergebnisse wieder zurückgelesen werden. Diese interne Aufbereitung verbirgt sich hinter der Funktion auf der rechen Maustaste – Get Results.

Grüne Pfeile neben den Ergebnissen zeigen den Erfolg der Berechnung an – rote Pfeile (wie in der nebenstehenden Abbildung) weisen auf Probleme hin.

Mögliche Ursachen finden Sie wie gewohnt in der Lösungsinformation von Workbench.





### **Remote Solve für Workbench**

Ausgabe: 07 / 2004

#### Voraussetzungen:

Zur Verwendung der beschriebenen Funktionen muss zunächst Clientseitig AWE 8.1 installiert sein

(WINDOWS, HP UX or SUN verfügbar). Für den Betrieb mit einer Remote UNIX oder LINUX Maschine ist darüber hinaus der ANSYS Solver auf dem System zu installieren. Eine funktionieren Netzwerkanbindung beider Systeme (Client und Remote-Server) ist eine grundlegene Bedingung für die Funktion. Da für den Betrieb ein FTP Protokoll zum Datentransfer benötigt wird, muss dieses von UNIX / LINUX System bereitgestellt werden. Die Kommunikation selbst erfolgt mittesl rexec-Funktionalität. Somit müssen auf dem UNIX/ LINUX System die Zugriffe für den "Windows"-Anwender erlaubt werden (Einstellung z.b.der Datei .rhosts).

Bitte kontrollieren Sie die korrekte Einrichtung z.b wie folgt: rexec HOST –I user Is –al

Als Ergebnis erhalten Sie ein Listing des Stammverzeichnisses des Anwenders. Im Fehlerfall kontaktieren Sie bitte Ihrem **SYSTEM-ADMINISTRATOR.** 

#### Weitere Hinweise:

Bitte beachten Sie daß zum Datentransport mit FTP ein offenes Protokoll verwendet wird – einem Einsatz in Ihrem Firmennetz ist aber sicher weitgehend unkritisch.

Zu besseren Performance vermeiden Sie bitte auch die Verwendung von NFS gemounteten Stamm-verzeichnissen des gewählten Logins (lokaler User bzw. alternatives Verzeichnis angeben).

Da Workbench während der Lösung auf dem Server ein temporäres Verzeichnis anlegt (indem gearbeitet wird) müssen Sie dieses im Falle eines Abbruches der Berechnung manuell entfernen. Bitte beachten Sie auch, dass der ANSYS Batch-Job im Server auch weiter arbeitet, wenn Workbench (oder der Windows-Client) runtergefahren sind.

### Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics



Ausgabe: 07 / 2004

#### **Problem:**

Nichtlineare Berechnungen werden in der Praxis immer häufiger verwendet, um möglichst realitätsgetreue Ergebnisse im Rahmen der FEM zu erzeugen. Nichtlinearitäten treten in Form von

- Geometrischen Nichtlinearitäten (Grosse Verformungen,...)
- Material-Nichtlinearitäten (Plastizität, Kriechen, Gummi,...)
- Status-Nichtlinearitäten (Kontaktberechnungen,...)

auf und machen eine FE-Berechnung immer numerisch aufwendiger, da eine konvergente Lösung nicht immer von Beginn an gewährleistet werden kann.

Das liegt daran, dass die Konvergenz der Ungleichgewichtskräfte nicht immer von Beginn an gelingt, dass heißt, es verbleibt ein Ungleichgewicht im System. Man spricht von einem Konvergenzproblem.

Liegt ein Konvergenzproblem vor, so muss der Berechnungsingenieur diesem auf die Spur gehen und versuchen es mit einigen Ansätzen und Ideen zu lösen.

Dabei ist das Feature "Nonlinear Diagnostics" äußerst hilfreich.

#### Erläuterung:

Nehmen wir einmal an, es liegt ein Konvergenzproblem vor. Dieses kann für gewöhnlich an dem folgenden Konvergenzdiagramm erkannt werden:



### Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics



\usgabe: 07 / 2004

#### Erläuterung:

Die NORM DES UNGLEICHGEWICHTS-KRAFT-VEKTORS wird nicht kleiner.

Bislang konnte aber keinerlei Aussage darüber getroffen werden, wo nun in der Struktur dieses Ungleichgewicht eigentlich vorliegt.

Genau hier setzt "Nonlinear Diagnostics" an, denn damit kann die Ungleichgewichts-Kraft-Verteilung mittels Konturplot angezeigt werden und der Berechnungsingenieur bekommt eine Idee, an welcher Stelle in seinem Modell Korrekturen nötig werden könnten.

Das Feature "Nonlinear Diagnostics" ist sowohl in Workbench, als auch in ANSYS verfügbar. In ANSYS steuert man es mit dem Kommando NLDIAG. Wir werden in diesem Newsletter das Vorgehen in Workbench demonstrieren. Der ANSYS Anwender möge in der Hilfe zu NLDIAG entsprechend nachlesen.

#### **Prinzip-Beispiel:**

Das folgende Systemverhalten soll berechnet werden, wir nehmen das Ergebnis hier vorweg. Die Führungsschiene ist links eingespannt, der Stift wird an seiner rechten unteren Kante vertikal nach unten verschoben. Um ein Ausweichen normal zur Zeichenebene zu vermeiden, wurden entsprechende Randbedingungen gesetzt (Reibungsfreie Lagerung).



Die einzige Nichtlinearität sind die beiden Kontaktbereiche in diesem Beispiel, welches hier nur prinzipiell die Vorgehensweise demonstrieren soll.

Die Kontakte verhalten sich "Reibungsfrei", die Kontaktsteifigkeit soll in jeder Gleichgewichtsiteration aktualisiert werden.

### Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics



Ausgabe: 07 / 2004

#### **Prinzip-Beispiel:**

Um mit "Nonlinear Diagnostics" in Workbench arbeiten zu können, MÜSSEN Sie VOR DER BERECHNUNG Folgendes in den Strukturbaum aufnehmen:

Solution     Solution Information     Formation     F					
Details of "Solution Information	1"				
Solution Information					
Solution Output	Force Convergence				
Newton-Raphson Residuals	10				
Update Interval	1, S				

Wenn Sie die "Solution Information" eingefügt haben, ist unbedingt darauf zu achten, dass Sie (hier 10) Newton-Raphson-Residuals während der Rechnung herausschreiben. In diesem Beispiel würden von den letzten 10 Iterationen die Ungleichgewichts-Kraft-Verteilungen herausgeschrieben werden. Und zwar NUR im Falle einer Nichtkonvergenz oder wenn der Benutzer die Rechnung von Hand abbricht.

Dieses Beispiel konvergiert nicht, man bekommt in etwa den oben gezeigten Konvergenzverlauf. Wir schauen uns eine Ungleichgewichts-Kraft-Verteilung an.



Die letzten 6 Verteilungen zeigen alle an, dass das größte Ungleichgewicht am oberen Kontakt passiert. Also ist hier einzugreifen. Wir setzen den Skalierungsfaktor der Kontaktsteifigkeit manuell auf 0.01.

### Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics



usgabe: 07 / 2004

#### **Prinzip-Beispiel:**

Noch immer gelingt damit keine konvergente Rechnung. Wir schauen uns erneut die Ungleichgewichts-Kraft-Verteilung an, welche übrigens immer am unverformten System dargestellt wird:



Jetzt ist der untere Kontakt noch verbesserungswürdig, denn alle 10 Verteilungen der Ungleichgewichts-Kräfte haben ihr Maximum am unteren Kontakt. Wir setzen auch hier den Skalierungsfaktor für die Kontaktsteifigkeit manuell auf 0.01. Damit schließlich konvergiert die Rechnung:



### Workbench/ANSYS: Nonlinear Diagnostics



usgabe: 07 / 2004-

#### Weitere Erläuterungen

1.)

Für das Handling sollte man bei jeder nichtlinearen Berechnung in Workbench die "Solution Information" einfügen und etwa 10 Newton-Raphson-Residuals anfordern. Leider steht hier in Workbench 8.1 eine NULL als Voreinstellung. Damit stünde nach einer nicht konvergierten Rechnung gar kein Plot der Ungleichgewichts-Kraft-Verteilung bereit, man müsste neu rechnen.

Diese Voreinstellung wird möglicherweise schon in der Version 9.0 geändert.

10 Newton-Raphson-Residuals sollten reichen. Es stehen immer die Plots der LETZTEN 10 GLEICHGEWICHTSITERATIONEN bereit, vorangegangene werden überschrieben.

#### 2.)

Auch in ANSYS müssen Sie VOR DER RECHNUNG in die Lösungsphase, also im /SOLU das entsprechende Kommando absetzen, etwa NLDIAG,MAXF,10 und dann noch NLDIAG,NRRE,ON. In Postprocessor /POST1 kann man sich dann die Verteilungen ansehen, etwa PLNSOL,NRRES,FX,0,,8. Man möge hier selber in der Hilfe nachsehen für weitere Details.

#### 3.)

Das hier vorgeführte Prinzip-Beispiel zeigte eindeutig, wo das Konvergenzproblem begründet lag. Liegt ein Konvergenzproblem nicht im Kontakt begründet, so sind oft fehlerhafte Randbedingungen die Ursache, schlechte Elementformen, Singularitäten, etc.

#### 4.)

Wir sind der Meinung, dass jede nichtlineare Berechnung mittels der "Nonlinear Diagnostics" begleitet werden sollte. Damit weiß man deutlich mehr über den Grund der Nichtkonvergenz. Dieses Feature ist in ANSYS schon seit der Version 8.0 verfügbar.

### **Termine rund um CADFEM**



Ausgabe: 07 / 2004

### Seminartermine

Einführung in ANSYS CFX-Flo

Nachdem nun allen ANSYS/FLOTRAN-Anwendern die Möglichkeit zum Umstieg auf CFX Flo gegeben wird, bieten ein 2-tägiges Seminar zu CFX Flo an. In diesem Iernen Sie die Berechnungsmöglichkeiten von CFX Flo, die Handhabung und auch die numerischen Grundlagen kennen. In Übungen wird das Wissen vertieft.

20.07. – 21.07.04 Grafing 18.10. – 19.10.04 Leinfelden-E. 23.11. – 24.11.04 Burgdorf

#### Umsteigerseminar ANSYS Workbench

Dieses Seminar richtet sich an Anwender, die bislang mit der klassischen ANSYS Oberfläche gearbeitet haben und die vielfältigen Berechnungsmöglichkeiten von ANSYS und die technologischen Vorteile der neuen Oberfläche effizient nutzen wollen.

28. - 29.07.04 Leinfelden-E