

Seit einigen Jahren unterhält GNS gute Kontakte zur Fachhochschule Lausitz (FHL) in Cottbus. Manche der dort ausgebildeten Studenten bringen heute ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der numerischen Simulation als Mitarbeiter von GNS in die Bearbeitung anspruchsvoller Simulationsaufgaben ein. Dabei ist für GNS die an der FHL vermittelte Mischung aus theoretischem Wissen und Praxiskenntnissen von entscheidender Bedeutung. Auch sind durch die Zusammenarbeit zwischen GNS und der FHL in den letzten Jahren viele interessante Diplomarbeiten zu Fragestellungen der Simulationstechnik entstanden.

Seit kurzem bietet nun die FHL die Möglichkeit, den „Master of Science“ in der computergestützten Mechanik zu erwerben. Die Einrichtung dieses Aufbaustudienganges wurde von vielen CAE-Unternehmen, u.a. auch von der GNS mbH, unterstützt. Als einer der maßgeblich am Zustandekommen dieses Studienganges Beteiligten hat uns Herr Prof. Dr. Claus König vor kurzem den nachfolgenden Artikel zukommen lassen. Wir freuen uns, durch dessen Abdruck für den neu entstandenen Studiengang auch bei unseren Kunden werben zu können und hierdurch die Bemühungen der FHL, praxisorientierte Berechnungsingenieure auszubilden, weiter zu unterstützen.

Maren Stange, GNS mbH  
stange@gns-mbh.com

## **Kooperationsprojekt bündelt Kräfte**

*Zwei ostdeutsche und eine polnische Hochschule bieten gemeinsam einen Master of Science in Computational Mechanics an.*

Die Fachhochschule Lausitz öffnet gemeinsam mit der Hochschule Zittau/Görlitz (FH) und der Universität Zielona Góra neue Türen. Der Masterstudiengang Computational Mechanics bündelt nicht nur die fachlichen und sachlichen Ressourcen der beteiligten Hochschulen, sondern spricht mit seinen Inhalten eine internationale Zielgruppe an.

Die Idee verfolgte man bei der Fachhochschule Lausitz mit Sitz im Brandenburgischen Senftenberg und Cottbus (Abbildung 1) schon länger:



Abb. 1: Fachhochschule Lausitz, Campus Cottbus

„Wir wollten nicht nur unsere Erfahrungen aus der Industrie und unsere guten Industriekontakte besser in die Lehre integrieren, sondern die bis dato nur als Vertiefungsrichtung angebotene Spezialisierung auf Computational Mechanics in einem eigenständigen Studiengang anbieten“, erklärt Prof. Claus König, an der FHL Studiendekan des neuen Masterstudienganges und vor seiner Professur bei der Volkswagen AG beschäftigt.

Gemeinsam mit seinem Kollegen Prof. Hartwig Hübel, der 16 Jahre Berufserfahrung bei Siemens einbringt, entwickelte er das Konzept für einen anwendungs-

## **Beiträge**

**Kooperationsprojekt bündelt Kräfte**

**Monitoring von Linux-Clustern am Beispiel von Scali Manage und Ganglia**

**IT-Infrastrukturen für die Analyse von Fluid-Struktur-Interaktionen**

**Ermittlung von Werkzeuglasten mit INDEED**

**Tipps für Animator3\_V0.6.6.c**



orientierten und wissenschaftlich fundierten Master.

„Unsere Absolventen werden einen unschlagbaren Praxisvorteil mitbringen“, ist sich Prof. König sicher, „wir bilden anwendungsorientiert aus.“ Das bedeutet, dass die Theorie nicht vernachlässigt wird, die projektorientierte Ausbildung an den gängigen CAE-Softwares aber besonders intensiv betrachtet wird. „ANSYS, LS-DYNA, HYPERMESH, MAPLE V - nach dem Studium kennen unsere Studenten ihre Tools und können sie auch anwenden.“



Abb. 2: Hochschule Zittau/Görlitz, Campus Zittau

Ergänzt wird dies durch die Vermittlung von Management- und Qualitätssicherungsthemen. Damit setzt man darauf, dem Markt nicht nur einen interdisziplinär ausgebildeten Absolventen zur Verfügung zu stellen, sondern auch einen Mitarbeiter, der Team- und Führungsqualitäten mitbringt. Ziel der Ausbildung ist der sofort in der Praxis einsetzbare Berechnungsingenieur, der im Bauwesen ebenso gefragt ist wie in der Fahrzeugindustrie, der Luft- und Raumfahrttechnik, im Maschinenbau, der Energieversorgung, der Konsumgüterindustrie oder in der Biomechanik.

Ein anspruchsvolles Programm, für dessen Umsetzung viele Kompetenzen gebündelt werden. Deswegen ist der Studiengang als Kooperationsprojekt angelegt worden, zu dem neben der FH Lausitz auch die sächsische Hochschule Zittau/Görlitz (FH) (Abbildung 2) gehört.

Dort stand man dem Projekt sofort interessiert gegenüber. „Wir bringen langjährige Erfahrungen im Bereich Computational Mechanics mit ein“, betont Prof. Holger Theilig, der Zittauer Studiendekan des Studiengangs. „Ich bin mir sicher, dass unsere Absolventen sofort einen Arbeitsplatz finden werden.“



Abb. 3: Universität Zielona Góra (Polen)

Als dritten Partner konnte man schließlich die polnische Universität Zielona Góra (Abbildung 3) gewinnen und öffnete sich damit gleichzeitig die Tür nach Osteuropa.

„Natürlich hoffen wir auf polnische Studenten“, sagt Claus König, „wir wollen davon profitieren, dass wir nun nicht mehr an Europas Ostgrenze, sondern an der Schnittstelle zu einem neuen, größeren Europa agieren.“ Neue Horizonte also, die das ungewöhnliche Kooperationsprojekt sich damit öffnet.

Babette Weber, freie Journalistin

**Kurzinformation:**

**Titel:**  
Master of Science in  
Computational Mechanics

**Dauer:**  
vier Semester  
(einschließlich Master Thesis)

**Studiengebühren:** keine

**Studienorte:**  
alternierend Zittau und Cottbus

**Studienbeginn:**  
in Zittau, jeweils im März, Bewerbungen für 2007 werden schon entgegen-  
genommen

**Weitere Informationen und Bewerbungsunterlagen:**

Fachhochschule Lausitz,  
Fachbereich Architektur/ Bauingenieurwesen/ Versorgungstechnik,  
Dekanat, Tel. 0355/5818-601

Hochschule Zittau/Görlitz (FH),  
Fachbereich Maschinenwesen,  
Dekanat, Tel. 03583/61-1811/13  
www.master-cm.de,  
info@master-cm.de

Der Masterstudiengang Computational Mechanics bietet Studierenden der FH Lausitz, aber auch anderer Hochschulen hervorragende Möglichkeiten, nach erfolgreichem Diplom- beziehungsweise Bachelorstudium in ingenieurwissenschaftlichen Bereichen eine spezielle Qualifikation mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten anzustreben.

Über den neuen Masterstudiengang Computational Mechanics kann man sich auch auf dem 8. Lausitzer FEM-Symposium informieren, das im Rahmen der Wissenschaftstage der Fachhochschule am 24. November 2006 am Studienort Cottbus, Lipezker Straße 47, stattfindet und um 9 Uhr im großen Hörsaal des Laborgebäudes (Raum 15. V110) beginnt.

## Monitoring von Linux-Clustern am Beispiel von Scali Manage und Ganglia

Der Betrieb von Linux-Clustern erfordert im produktiven Einsatz eine ständige Überwachung der einzelnen Rechenknoten. Nur so können Fehlersituationen wie ausgefallene Systeme, unkontrolliert verbrauchte Rechenzeit, ausgefallene Lüfter oder volle Dateisysteme umgehend erkannt werden. Im Folgenden wird ein Überblick über zwei vorhandene Werkzeuge für diesen Anwendungszweck gegeben.

Das *Ganglia Cluster Toolkit* ist ein frei verfügbares System (<http://ganglia.info>), das von der University of California, Berkeley, gepflegt und weiterentwickelt wird. *Ganglia* wird heute zur Überwachung von mehreren hundert Clustern eingesetzt.

Über Daemon-Prozesse wird der Systemzustand der Knoten eines Clusters gemessen und auf einem Masterknoten zusammengefasst. Dort wird aus allen verfügbaren Informationen eine Webseite dynamisch erzeugt. Ein Beispiel ist unter <http://meta.rocksclusters.org/ganglia-rocks> (Abbildung 1) zu finden. Ein Masterknoten kann auch die Werte von mehreren Clustern auswerten und auf einer Webseite zusammenfassen.

*Ganglia* wird u.a. im Cluster-Management-System *Rocks* verwendet. *Ganglia* hat wohldefinierte Schnittstellen und ist somit einfach an spezielle Anforderungen anzupassen.

*Scali Manage* (<http://www.scali.com>) ist eines der führenden kommerziellen Systeme zum Cluster-Management. Auch in *Scali Manage* sind umfassende Monitoringfunktionen enthalten. Wie bei *Ganglia* steht eine webbasierte Schnittstelle mit zweidimensionalen Charts zur Verfügung. Die Datenerfassung erfolgt ebenfalls über Daemons. Die Art der Daten und ihre Präsentation sind in *Ganglia* und *Scali Manage* ähnlich.

Darüber hinaus bietet *Scali Manage* einige weitere nützliche Funktionen. *Scali Manage* erfasst Informationen über den Hard-



Abb. 1: Ganglia-Monitoring per Web-Schnittstelle

warezustand (Temperatur und Lüftergeschwindigkeit). Über einfach zu bedienende grafische Schnittstellen werden kritische Situationen definiert, die zur Ausgabe von Warnmeldungen führen.

Kürzlich ist *Scali* in der Version 5.2 erschienen, welche eine Reihe interessanter Neuerungen im Vergleich zu den Versionen 4.x mitbringt. Insbesondere beinhaltet diese Version neue Funktionen und eine völlig überarbeitete Benutzerschnittstelle



Abb. 2: Die neue Benutzeroberfläche von Scali 5

*Scali Manage* enthält außerdem ein Programm, das eine Übersicht über den Clusterzustand in komplexen Ansichten ermöglicht. So kann der Administrator z.B. auf einen Blick erfassen, welche Knoten ausgelastet sind oder ob sich die Systemlast auf mehreren Knoten stark verändert hat. Dies ist insbesondere in großen Installationen ein wichtiges Hilfsmittel (Abbildung 2).

mit erweiterten Möglichkeiten. Außerdem wurde die Performance diverser *Scali*-Module verbessert und die Unterstützung zusätzlicher Hardwareplattformen integriert.

Christopher Woll, GNS Systems GmbH  
[christopher.woll@gns-systems.de](mailto:christopher.woll@gns-systems.de)

## IT-Infrastrukturen für die Analyse von Fluid-Struktur-Interaktionen

Gekoppelte Analysen von Fluid-Struktur-Interaktionen (FSI) unter Verwendung von ABAQUS, FLUENT und der Kopplungsbibliothek MpCCI benötigen eine Vielzahl an Hardware- und Softwarekomponenten. Die möglichen Hardwarekomponenten haben unterschiedliche Eigenschaften. Durch die richtige Auswahl kann die Leistung einzelner Anwendungen oder der gesamten FSI-Analyse optimiert werden.

Die Integration von FSI-Analysen in CAE-Anwendungsinfrastrukturen erlaubt die Automatisierung von relevanten Prozesskomponenten. Weitere Vorteile einer solchen Infrastruktur sind erhöhte Zuverlässigkeiten und eine optimale Auslastung verfügbarer Compute Server und Softwarelizenzen. Notwendige Schritte zur Automatisierung von FSI-Analysen sind die Konfiguration eines Lastverteilungssystems wie LSF (Load Sharing Facility) und die Erstellung von Batch Jobs, basierend auf dem Inhalt von MpCCI Project Files.

### Softwarekomponenten

Eine Mehrzahl verschiedener Softwarekomponenten sind im Rahmen einer FSI-Analyse beteiligt. Zu diesen Komponenten gehören z.B. ABAQUS, FLUENT, MpCCI, Ensight und einige zusätzliche Softwarewerkzeuge. MpCCI (Mesh-based parallel Code Coupling Interface) besteht aus drei Hauptmodulen: der grafischen Benutzeroberfläche für die Definition des Kopplungsprozesses, dem Coupling Server für die Kontrolle der Analyse und dem Visualizer für die Bewertung der Kopplungsregion während einer Analyse.

Folgende Softwarewerkzeuge werden zusätzlich als Basis für die Durchführung von FSI-Analysen benötigt:

- Java Runtime Environment
- Perl
- ssh (Secure Shell)
- MPI (Message Passing Interface)

Möglicherweise sind verschiedene MPI-Implementierungen notwendig, um die Anforderungen der Anwendungen zu unterstützen. Verbreitete MPI-Implementierungen sind u.a. LAM, MPICH, HP MPI und SCAMPI.

### Hardwarekomponenten

Verschiedene Hardwarekomponenten sind an der Ausführung einer gekoppelten Analyse beteiligt.

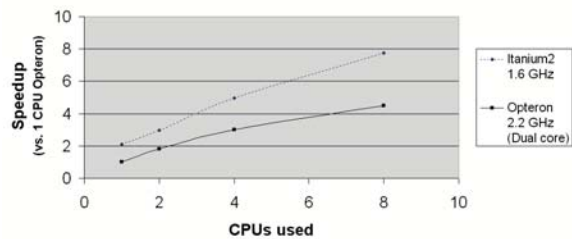


Abb.1: ABAQUS Benchmark (S7b), Standard, Direct Sparse Solver

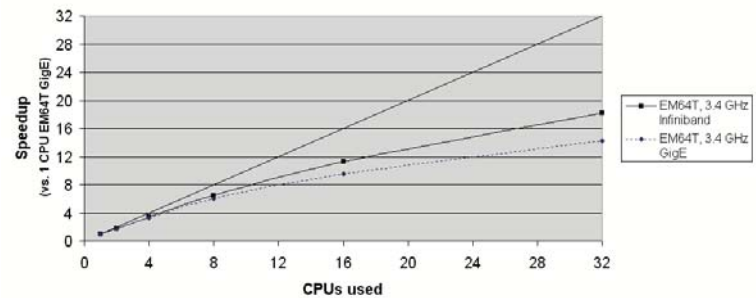


Abb.2: FLUENT Benchmark (FL5L1), Coupled Explicit

Relevante Hardwarekomponenten und die zugehörige Software:

- Anwenderworkstation
  - MpCCI-Benutzeroberfläche
  - MpCCI-Visualizer
  - Pre- und Postprozessoren
- Compute Server
  - ABAQUS
  - FLUENT
  - MpCCI-Coupling-Server
- Fileserver
- Lizenzserver
  - Lizenzserversoftware

### - Anforderungen an Compute Server

ABAQUS wurde bis vor kurzem üblicherweise auf großen Shared-Memory-Systemen genutzt, z.B. auf Basis von Itanium2-Prozessoren. Die Memoryanforderungen für bestimmte Analysen können relativ hoch sein, bis zu ungefähr 20 GB, abhängig vom Problemfall. Analysen werden üblicherweise mit 1 bis 8 Prozessoren durchgeführt. Strömungsmechanische Analysen mit FLUENT laufen oft auf Linux Clustern,

bestehend aus IA32, AMD64 oder EM64T Prozessoren. Die Memoryanforderungen liegen üblicherweise unter 4 GB pro Rechenknoten. Analysen werden meistens mit 32 bis 64 Prozessoren durchgeführt.

Ein Benchmarkergebnis für ABAQUS ist in Abbildung 1 aufgeführt. Dieses Ergebnis veranschaulicht, dass es signifikante Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Hardwareplattformen geben kann.

Ein Benchmarkergebnis für FLUENT stellt Abbildung 2 dar. Es zeigt, dass die Netzwerkarchitektur einen wesentlichen Einfluss auf die Leistung der Anwendung haben kann.

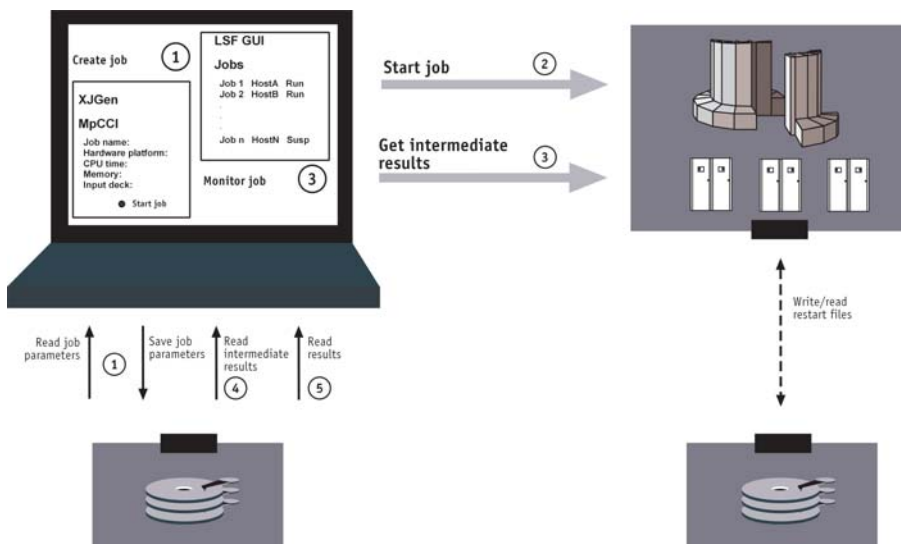


Abb. 3: CAE-Anwendungsinfrastruktur aus Anwendersicht

## Systemintegration

Um eine effiziente Ausführung zu gewährleisten, können gekoppelte ABAQUS-FLUENT-Analysen in eine Anwendungsinfrastruktur integriert werden. Eine solche Infrastruktur dient dazu, Analyseprozesse zu automatisieren, wodurch die Nutzung vereinfacht und Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz erhöht werden. Eine Anwendungsinfrastruktur sollte außerdem die Auslastung begrenzter oder teurer Ressourcen wie z.B. CPUs oder Softwarelizenzen optimieren. Sie kann auch verwendet werden, um Ressourcen flexibel zwischen Anwendern oder Anwendergruppen aufzuteilen. Eine Anwendungsinfrastruktur aus Sicht des Anwenders wird in Abbildung 3 gezeigt.

## Schnittstelle zum Lastverteilungssystem LSF

In einer gekoppelten Analyse wird die Ausführung von ABAQUS und FLUENT direkt von MpCCI gesteuert. Um die Analyse auf dedizierten Compute-Server-Systemen auszuführen, kann die Zuordnung von verfügbaren Ressourcen an die Simulation durch das Lastverteilungssystem LSF erfolgen.

Kontrollinformationen über die Analyse werden vom Anwender mittels der MpCCI-Benutzeroberfläche angegeben. Wie in Abbildung 4 gezeigt, werden diese Informationen in einem XML-formatierten Project File gespeichert, welches optional in

ein Block-Format umgewandelt werden kann. Software innerhalb der Anwendungsinfrastruktur kann die relevanten Informationen aus diesen Dateien lesen, sie umwandeln und erweitern und sie an das Lastverteilungssystem einreichen.

LSF kann komplexe Anfragen nach Systemressourcen stellen. Z.B. können unterschiedliche Prozessortypen in beliebiger Anzahl angefordert werden. LSF kann außerdem verwendet werden, um Softwarelizenzen zu verwalten, so dass Analysen nur gestartet werden, wenn Lizenzen auch tatsächlich verfügbar sind. Folgende Lizenztypen sind für eine gekoppelte ABAQUS-FLUENT-Analyse erforderlich:

- MpCCI: Sitzung, Code Adapter, Applikationsprozesse
- CAE-Anwendungen: ABAQUS, FLUENT

Sobald LSF die geforderten Prozessoren bereitgestellt und die notwendigen Steuerungskripte gestartet hat, müssen relevante Daten im Project File vor einem Start des MpCCI angepasst werden. Die zu aktualisierenden Daten beinhalten u.a. die Namen der Rechnersysteme, auf denen die Solver und der MpCCI-Coupling-Server tatsächlich laufen werden. Directorynamen müssen ebenfalls aktualisiert werden, um die Directorystrukturen auf den ausführenden Rechnern abzubilden. Die MpCCI-Kontrollskripte, die die Ausführung von ABAQUS und FLUENT steuern, sind in Perl geschrieben. Bei Bedarf können diese an spezifische Kundenkonfigurationen angepasst werden.

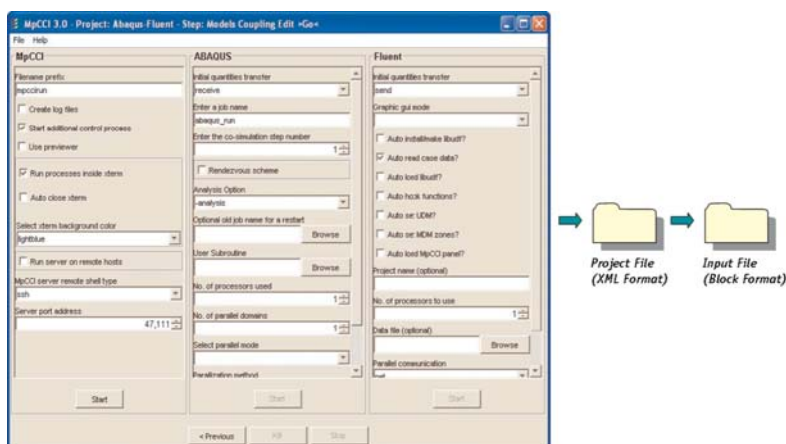


Abb. 4: MpCCI-Benutzeroberfläche und dazugehörige Datenformate

Jan Martini, GNS Systems GmbH  
jan.martini@gns-systems.de

Die Durchführung von FSI-Analysen mit ABAQUS, FLUENT und MpCCI benötigt eine zuverlässige Hard- und Softwareinfrastruktur. Dedizierte Compute-Server-Systeme sollten aufgrund der Forderungen der verwendeten Anwendungen ausgewählt werden. Anwendungsinfrastrukturen können auf Basis des Lastverteilungssystems LSF entwickelt werden, um komplette FSI-Analysen effizient zu automatisieren.

## Ermittlung von Werkzeuglasten mit INDEED

Steigende Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe kennzeichnen die neuesten Entwicklungen im Karosseriebau. So führt das Streben nach Leichtbau bei gleichzeitiger Erhöhung der Crashesicherheit zu Stahlwerkstoffen mit stetig steigenden Festigkeiten. Allerdings werden die derzeit existierenden Verarbeitungskonzepte auf diese neuen Blechwerkstoffe kaum abgestimmt. Der erhöhte abrasive und adhäsive Verschleiß und die um ein Vielfaches höheren Prozesskräfte führen jedoch in Prozessbereichen, die mit den konventionellen Werkzeugsystemen kaum noch beherrschbar sind.

Die numerische Simulation kann die fehlenden Erfahrungen im Umgang mit hoch- und ultrahochfesten Stählen kompensieren und die Prozessauslegung somit beschleunigen. Hierbei ist die genaue Vorhersage der Pressenkräfte und Werkzeugbelastungen von großer Bedeutung. Um zufriedenstellende Aussagen zu erhalten, müssen möglichst viele der physikalischen Einflussgrößen präzise erfasst werden. Dies führt zu einer ständig steigenden Komplexität von Materialmodellen, Elementformulierungen sowie von Kontakt- und Reibmodellen. Als Finite-Element-Solver im High-End-Bereich der Umformsimulation spielt für INDEED die Ergebnisqualität die herausragende Rolle. Dies wird auch gerade bei der Berechnung von Pressenkräften deutlich. Wesentliche, die Ergebnisqualität von INDEED bestimmende Faktoren sind

- die Wahl eines impliziten Zeitintegrationsverfahrens
- die Verwendung „hochgenauer“ Schalelementformulierungen
- der Einsatz von Materialmodellen zur Beschreibung komplexer Verfestigungsmechanismen
- die präzise Abbildung von Kontaktbedingungen

In der Finite-Element-Simulation wird der kontinuierliche, nichtlineare Umformprozess inkrementell, d.h. in diskreten Schritten, „nachgefahren“. Dabei kommen entweder explizite oder implizite Zeitintegrations-

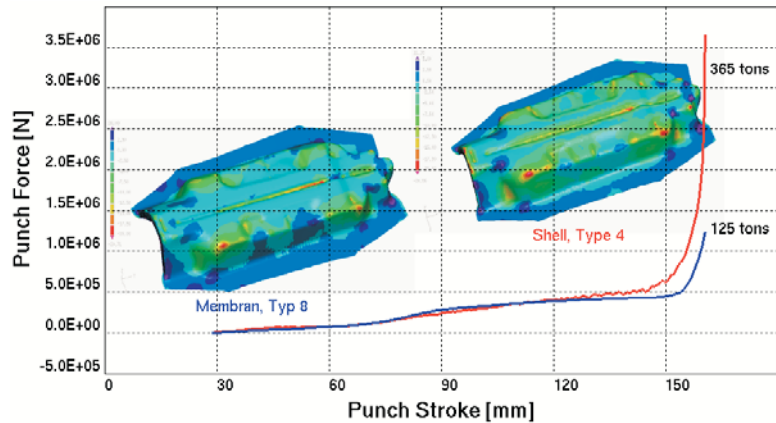


Abb. 1: Vergleich der Pressenkräfte bei Verwendung von Membran- (Typ 8) und Schalelementen (Typ 4)

verfahren zum Einsatz. Man unterscheidet daher zwischen so genannten expliziten und impliziten FE-Programmen. Erstere eignen sich besonders für die Berechnung kurzzeitdynamischer Vorgänge (z.B. Fahrzeugcrash). Die meisten technischen Umformprozesse können jedoch nicht als kurzzeitdynamische Vorgänge angesehen werden. Die Wirtschaftlichkeit expliziter FE-Programme steht und fällt bei der Simulation solcher Prozesse mit der Größe des so genannten kritischen Zeitschritts. Wird dieser überschritten, so wird die numerische Integration instabil: die Lösung „explodiert“. Um wirtschaftliche Rechenzeiten zu erreichen, muss z.B. bei Tiefziehsimulationen der i.d.R. sehr kleine kritische Zeitschritt zumeist durch eine

schaften des Systems zu verändern. Hierdurch entstehen unter Umständen beträchtliche unphysikalische dynamische Effekte, welche die erhaltene Lösung unbrauchbar machen. Für Umformsimulationen mit expliziten FE-Programmen sind daher meist Berechnungsexperten notwendig. Aus diesem Grunde verwendet INDEED ein implizites Integrationsverfahren. Die Integrations-schrittweite beträgt hierbei in der Regel das Hundert- bis Tausendfache des kritischen Integrations-schrittes eines expliziten Verfahrens und muss daher nicht mithilfe numerischer „Tricks“ skaliert werden.

Die Verwendung eines impliziten Integrationsverfahrens bringt aber noch weitere

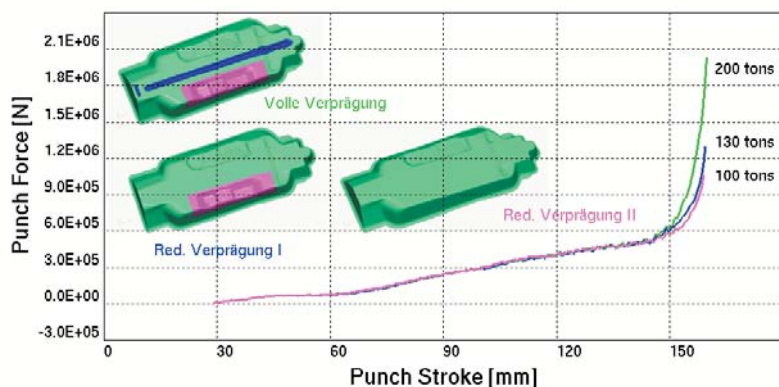


Abb. 2: Abhängigkeit der Pressenkräfte vom Verprägungsgrad

Veränderung der Dichte des Blechwerkstoffes „künstlich“ vergrößert werden. Dies ist natürlich nicht möglich, ohne auch gleichzeitig die physikalischen Eigen-

re Vorteile mit sich, die z.B. bei der Berechnung von Pressenkräften und Werkzeugbelastungen eine maßgebende Rolle spielen. Während die expliziten Program-

me aufgrund der großen Anzahl an Integrationschritten die Anzahl der numerischen Operationen innerhalb eines Zeitschrittes möglichst gering halten müssen, spielt dies in impliziten FE-Programmen nur eine untergeordnete Rolle. D.h., die Komplexität von Materialmodellen und Elementformulierungen oder auch Kontaktalgorithmen kann weiter gesteigert werden, ohne dass dies die Rechenzeiten wesentlich erhöht. So verfügt INDEED im Gegensatz zu den meisten expliziten Codes über Schalenelemente mit folgenden Eigenschaften:

- Berücksichtigung der Dickenänderung als eigenständigen Freiheitsgrad
- Berücksichtigung des Abweichens der materiellen von der geometrischen Elementmittelfläche über einen weiteren zusätzlichen Freiheitsgrad
- Berücksichtigung eines beidseitigen Kontakts
- Berücksichtigung vollständiger 3-dimensionaler Materialmodelle

Mit den o.g. Eigenschaften liefern die in INDEED implementierten Schalenelemente äußerst präzise Ergebnisse, ohne dass hierbei der Modellierungsaufwand für den Anwender steigt.

Mit der Version V8.0 bietet INDEED jetzt auch die Möglichkeit, die Oberflächen der facettierten Werkzeuge lokal zu glätten, so dass sie im Bereich des Kontaktes mit dem umzuformenden Blechwerkstück C1-stetig werden. Dies führt aus den genannten Gründen nur zu einer unerheblichen Erhöhung des Rechenaufwandes, hat aber z.T. eine beträchtliche Steigerung der Ergebnisgenauigkeit zur Folge. Dies gilt insbesondere auch für die Vorhersage von Pressenkräften.

Im Folgenden werden einige Beispiele für die Berechnung von Pressenkräften mit INDEED gegeben. Leider ist deren zuverlässige Angabe in der industriellen Praxis meist äußerst schwierig. Dies liegt daran, dass die nominal aufgebrachte Pressenkraft durch verschiedene Übertragungsfehler verfälscht werden kann. Solche Übertragungsfehler haben unterschiedliche Ursachen wie z.B. die Verkippung des Stempels, die elastische Verformung des Gestells

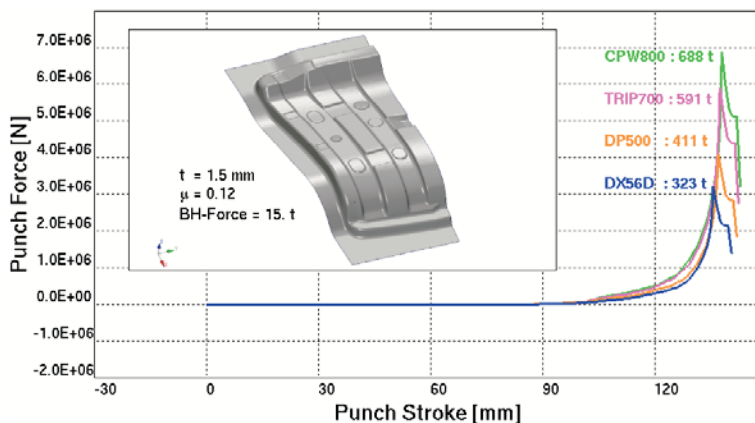


Abb. 3: Abhängigkeit der Pressenkräfte von der Werkstofffestigkeit

oder die Reibung in den Führungen und Lagern der Presse. Auch die eindeutige Festlegung des Stempelschließweges, also des so genannten „unteren Totpunktes (UT)“, scheint in vielen Fällen mehr ein von den aktuellen Randbedingungen an der Presse abhängiger Erfahrungswert zu sein. Die hier aufgeführten Beispiele beschränken sich daher auf eine Sensitivitätsanalyse der Pressenkraftberechnung mit INDEED. Abbildung 1 zeigt den Unterschied zwischen einer Berechnung mit Membranelementen (Typ 8 der INDEED-Elementbibliothek) und den oben beschriebenen Schalenelementen (Typ 4). Man erkennt deutlich, dass bei der Berechnung mit Membranelementen die ermittelte Pressenkraft wesentlich geringer ausfällt. Für eine zuverlässige Pressenkraftberechnung ist ihre Verwendung daher unzulässig. Abbildung 2 veranschaulicht den Einfluss des Verprägungsgrades eines Bauteils auf die Größe der Pressenkraft. Bemerkenswert ist der durch die Verprägungen hervorgerufene deutliche Unterschied der Pressenkräfte. Hierbei zeigt sich die Stärke der in INDEED verwendeten Schalenelemente sowie die Qualität der implementierten Kontaktalgorithmen. Abbildung 3 zeigt schließlich die Abhängigkeit der errechneten Pressenkräfte von der Werkstofffestigkeit.

Im Rahmen von Facharbeitskreisen und Projekten werden derzeit weitere Untersuchungen zur Berechnung von Werkzeuglasten durchgeführt. Dabei sollen nicht nur die Einflüsse von Elementformulierungen, Material- oder Kontaktmodellen sondern z.B. auch der Einfluss der

Werkzeugverformungen auf die Genauigkeit der Pressenkraftberechnung betrachtet werden. Damit die numerischen Untersuchungen zielgerichtet erfolgen können, müssen sie natürlich durch genau definierte Benchmarks und zuverlässige Versuchsergebnisse aus der Praxis flankiert werden. Wir werden hierüber in kommenden Ausgaben von GeNius weiter berichten.

Koutaiba Kassem-Manthey, GNS mbH  
indeed@gns-mbh.com



## Termine

### VDI-Tagung

(GNS mbH + GNS Systems GmbH)

Berechnung & Simulation im Fahrzeugbau 2006

27.-28. September 2006

Veranstaltungsort: Würzburg

Veranstalter: VDI Wissensforum IWB GmbH

### 5. LS-DYNA Forum

(GNS mbH + GNS Systems GmbH)

12.-13. Oktober 2006

Veranstaltungsort: Ulm

Veranstalter: DYNAMore GmbH

Weitere Termine und kurzfristige Änderungen finden Sie auf unseren Webseiten.



### GNS mbH

Am Gaußberg 2

38114 Braunschweig

Telefon: 05 31-8 01 12 0

Fax: 05 31-8 01 12 79

www.gns-mbh.com



### GNS Systems GmbH

Am Gaußberg 2

38114 Braunschweig

Telefon: 05 31-12387 0 (neu!)

Fax: 05 31-12387 11 (neu!)

Alte Nummern sind noch gültig!

www.gns-systems.de

### Impressum

Ausgabe 2/2006

Erscheinungstermin: Juni 2006

Herausgeber: GNS Systems GmbH

Verantwortlich: Jan Martini

Redaktion: Anette Tröger

Layout: Anette Tröger

Alle Rechte vorbehalten.  
Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

## Tipps für Animator3\_V0.6.6.c

### Schrift hintergrund

Titel, Farbindex bei Fringeplots, Texte und Objektbezeichnungen können mit und ohne weißen Hintergrund dargestellt werden.

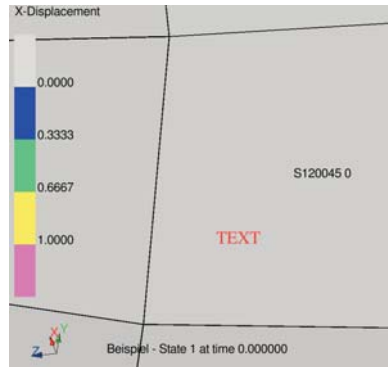


Abb. 1: transparency=0

Befehl Hintergrundtransparenz:  
`col ttb <transparency>`  
(transparency[0-1])

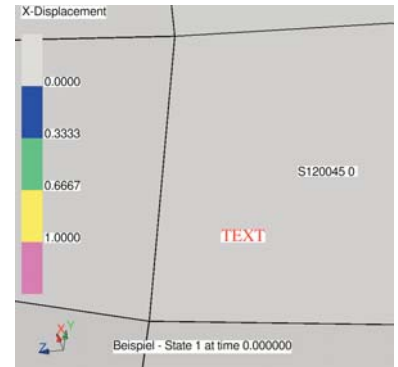


Abb. 2: transparency=1

### Schriftgröße und Transparenz

Es ist möglich, die Größe und die Transparenz der verschiedenen Schriften zu ändern. Dies kann über die Befehlseingabe erfolgen oder über das Menü:

"Options:Switches&Values->Values"

Befehle Schriftgröße:  
`opt fs1 <size>` ; `opt fs2 <size>`

Befehle Transparenz:  
`col tt1 <transparency>`  
`col tt2 <transparency>`

fs1; tt1 Titel, Index, Bezeichnungen  
fs2; tt2 Text

### Isolinien-Darstellung

Funktions- und Verschiebungswerte können mit Isolinien dargestellt werden. Die Liniestärke ist wählbar.

Befehl Isolinien-Darstellung:  
`fun ili on / off`

Befehl Änderung der Liniendicke:  
`opt lwi <width>`



Abb. 3: Isolinien-Plot

Maren Stange, GNS mbH  
animator@gns-mbh.com