

Editorial

Mit der vorliegenden 25. Ausgabe kommt das *Quartl* in sein siebtes Jahr. Wird es sein letzter Jahrgang sein? Manches spricht dafür, muss doch der FORTWIHR bekanntlich am 1.9.2000 zum ehemaligen Forschungsverbund mutieren, und die mit seiner rückstandsfreien Entsorgung beauftragten Abdecker stehen womöglich schon Gewehr bei Fuß. Oder wird es doch Rückstände geben? Schließlich bildet sich zumindest der im Lesen zwischen den Zeilen Geübte durchaus ein, im Namenszug KONWIHR des neuen Kompetenznetzwerks für technisch-wissenschaftliches Hochleistungsrechnen in Bayern Bekanntes zu entdecken. Gar Rückstände? Oder nur Ausdruck eines stolz-gesunden Verharrens bei fest verwurzelten Traditionen, selbstverständlich einhergehend mit beherzt-überzeugtem Galopp in die glorreiche Zukunft, gewissermaßen wie beim viel zitierten Laptop und seiner Lebensabschnittsgefährtin Lederhose? Und wie hat man sich überhaupt den Übergang von verbundener bayerischer Forschung zu vernetzter Kompetenz folgerichtig auf das neue Jahr, welches - ich weiß nicht, ob Sie's schon wussten - ja zugleich auch neues Jahrzehnt, -hundert und -tausend bedeuten wird. Auch wenn die Erinnerung an den letzten Millenniumswechsel bei den meisten Lesern nicht mehr ganz taufersch sein dürfte, so wird einem doch schlagartig bewusst, was für ein Geschenk es ist, in einer derart ereignisreichen Zeit zu leben. Arme Ritter, arme Mönche - keine Verbände, keine Netzwerke und kein *Quartl*!

Doch nutzen wir die besinnliche Vorweihnachtszeit, kehren ein (innerlich, selbstredend) und blicken zurück auf sechs Jahre *Quartl*. Es begann erstaunlicherweise mit der ersten Ausgabe, die zu einigen irritierten Anfragen an unseren seinerzeit noch stellvertretenden Sprecher führte, ob denn der FORTWIHR eigentlich eine seriöse Einrichtung und ernst zu nehmen sei. Nun, der glückliche Besitzer eines Originalexemplars schlägt nach und gelangt angesichts des retrospektiv geradezu devot und stocksteif anmutenden Inhalts eher zu dem Schluss, dass die betreffenden Anrufer schwerlich so richtig ernst genommen werden konnten (was sie übrigens auch nicht wurden). Zum nächsten Meilenstein geriet die Nachlese über die Ausstellungsreihe "Aktuelle Wissenschaft im Deutschen Museum" in der achten Ausgabe (4/1995), mit der, zunächst ganz ungewollt, unser Einstieg ins Sottisengeschäft gelang. Was war geschehen? Wir hatten unsere "Wissenschaftler zum Anfassen", die vier Monate lang Wochenende für Wochenende am FORTWIHR-Stand Flagge gezeigt hatten, lediglich gefragt, ob der Nachbarstand eines befreundeten Verbunds ebenfalls immer besetzt gewesen sei. Das eindeutige Umfrageergebnis (Null aus irgendwas) wurde daraufhin im *Quartl* mit den Worten "Zunächst wurde der Einsatz von Tarnkappen vermutet, aber als der Rechner gar nicht mehr lief und die Plakate von den Wänden fielen, war klar, dass sich die künstliche Intelligenz nicht anfassen lässt" kommentiert. Es folgten genüssliches Rezitieren, empörte Telefonate und das Zugeständnis des damaligen Sprechers, zukünftig zensorisch tätig zu sein. Es erübrigt sich wohl, über die Heftigkeit seines diesbezüglichen Tuns ein Wort zu verlieren. Soviel sei dennoch gesagt: Obwohl die Toleranzschwelle nicht zuletzt mit Unterstützung des Redaktionsmitglieds Jack Daniel nach Kräften ausgelotet wurde, kam es nur einmal zu einer Intervention - pikanterweise wieder bei einer Nachlese (3/98).

Doch noch kurz zu den Highlights der jüngsten Zeit: Im November outete sich ein weiterer Kanzler einer bayerischen Universität als begeisterter *Quartl*-Leser, aus ganz ungeahnten Richtungen werde ich immer wieder auf das *Quartl* angesprochen (was sehr anschaulich den Unterschied zwischen "Auflage" und "Reichweite" einer Zeitschrift verdeutlicht), und einer der Super-Dreadnoughts des FORTWIHR sammelte neulich mit dem Freudschen Versprecher vom "Quatschl" Pluspunkte. Trotzdem gibt es noch Steigerungsmöglichkeiten, einen Anruf aus Berlin zum Beispiel: "Wie war ich, *Quartl*?"



Unserer gesamten Leserschaft wünscht die *Quartl*-Redaktion frohe Weihnachten, wenig Ärger mit Y2K, Knallerbsensträuchern oder Maschendrahtzäunen und ein gutes Neues Jahr(tausend)!

Hans-Joachim Bungartz

Simulation von Mehrphasenströmungen in Bodenproben

Von der Mikro- zur Makroskala

Die Vorhersage des Schadstofftransports in Böden ist heute trotz ihrer offensichtlichen ökologischen und wirtschaftlichen Bedeutung noch nicht in zufriedenstellendem Maße möglich. Immer wieder kommt es daher zu einer unerwartet schnellen Verlagerung von Schadstoffen in das Grundwasser.

Der Boden, hier als dünne Grenzschicht zwischen Atmosphäre und felsigem Untergrund verstanden, wirkt u.a. auch als Filter, der den Eintrag von Schadstoffen (z.B. von in der Landwirtschaft eingesetzten Pestiziden oder Düngern) behindert. Diese Filterwirkung hängt maßgeblich von zwei Faktoren ab: der Geschwindigkeit, mit der das Transportmedium Wasser durch den Boden fließt, sowie der physiko-chemischen Wechselwirkung der Schadstoffe mit der Bodenmatrix. In diesem Beitrag wird das Transportproblem adressiert. Obwohl natürlich Kontinuumsmodelle für die Vorhersage der Transporteigenschaften von Böden in Abhängigkeit von zu messenden makroskopischen Parametern existieren, erweisen sich diese Voraussagen oft als zu konservativ, speziell in Fällen, wo sich ein Boden im sog. ungesättigten Zustand befindet, der Porenraum also zu vergleichbaren Volumenanteilen mit Wasser und Luft gefüllt ist. Dies impliziert oft ein sensibles Systemverhalten, welches sich als sogenannter "preferential flow" äußert. Wasser- und damit Schadstofftransport findet dann stark lokalisiert und zum Teil um Größenordnungen intensiver statt, als prognostiziert. Um das Verständnis für solche Makrophänomene zu verbessern, versucht man in den Bodenwissenschaften seit neuestem u.a. topologische und geometrische Eigenschaften von Böden in neue Modelle zu integrieren. Der

Wunschraum des "gläsernen Bodens" ist zwar makroskopisch kaum zu realisieren, für kleine Volumina ($O(1 \text{ cm}^3)$) lassen sich jedoch durch Röntgentomographie digitale Repräsentationen dieser ungewöhnlich komplexen Geometrien erstellen (siehe Abb. 1, Daten: P. Lehmann, ETH Zürich).

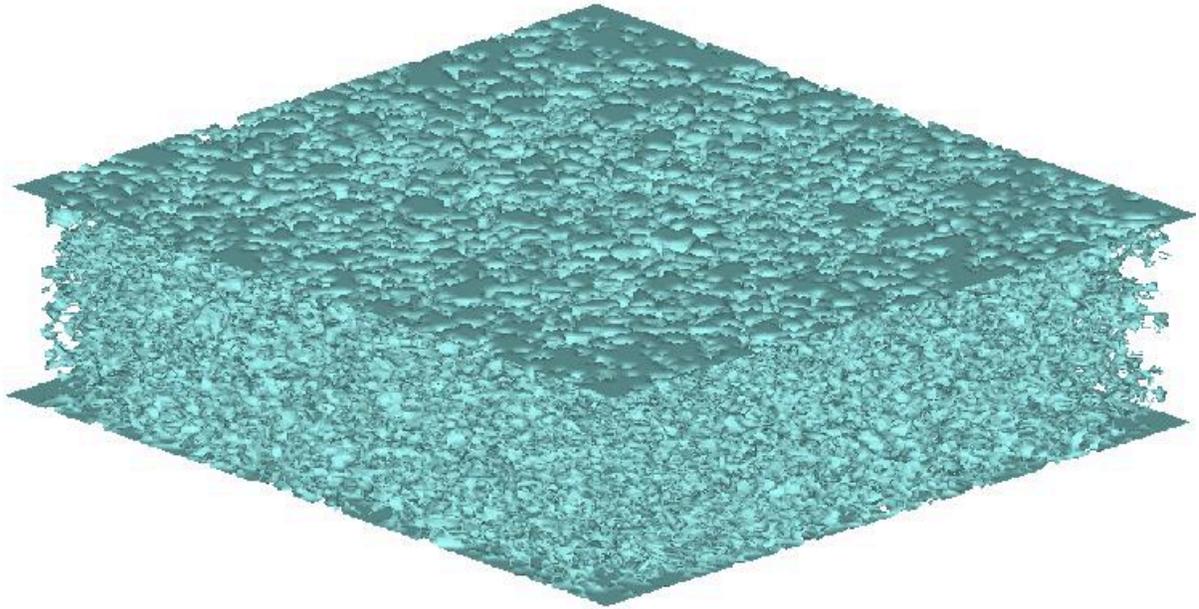


Abb. 1: Rekonstruierte Sandbodenprobe: ca. 2 cm^3 , Auflösung: $O(10^7)$ Gitterknoten

Unter Verwendung solcher "realen" Geometrien soll nun mittels Simulation versucht werden, die für das makroskopische Transportverhalten relevanten Teilprozesse im Detail zu untersuchen. Im Rahmen des neuen DFG-Projektes MUSKAT (**M**ulti-**S**KAlen-Transport in Böden) und in Zusammenarbeit mit dem Institut für terrestrische Ökologie der ETH Zürich wird nun u.a. versucht, aus der numerischen Lösung des durch die Mehrphasenproblematik stark erschwerten transienten Navier-Stokes Problems neue Ansätze für verbesserte makroskopische Modelle abzuleiten. Ein wichtiger "Fingerabdruck" einer Bodenprobe ist ihr hystereseartiges Verhalten bezüglich des stationären Wassergehaltes beim Be- und Entwässern unter Anlegen unterschiedlicher Saugspannungen (sozusagen eine Phasenraumcharakterisierung des Sättigungsverhaltens). Diese Hysterese resultiert aus den unterschiedlichen Benetzungseigenschaften von Wasser und Luft sowie einer Vielzahl von dynamischen Effekten (Blasenbildung, Kapillarphänomene und andere).

Schon die qualitative Rekonstruktion einer solchen Hysterese ist daher ein erster harter Test für den am LS Bauinformatik der TUM entwickelten Simulationskernel FLASH, der auf Lattice-Boltzmann Ansätzen basiert, welche auch im aktuellen FORTWIHR Programm gefördert werden. Diese Feuerprobe ist nun bestanden. Schon bei ersten Testsimulationen mit einer Probe von nur $3/100 \text{ cm}^3$ konnten alle charakteristischen Eigenschaften der experimentell aus einem Säulenexperiment erhaltenen Hysterese erstmals für ein Mehrphasen-Navier-Stokes Modell und eine realistische mikroskopische Geometrie reproduziert werden (Abb. 2).



Abb. 2: Experimentelle und simulierte Hystereseurve einer Mikrobodenprobe

In den Abb. 3.1 bis 3.3 sind unter Verwendung von Isoflächen die Kornverteilung der Simulationsgeometrie, die Phasenverteilung von Restluft nach spontaner Benetzung sowie die residuale Wasserverteilung nach einer Drainage dargestellt.

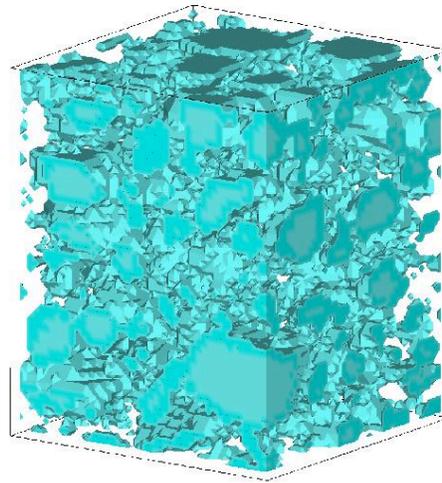


Abb. 3.1: Simulationsgeometrie

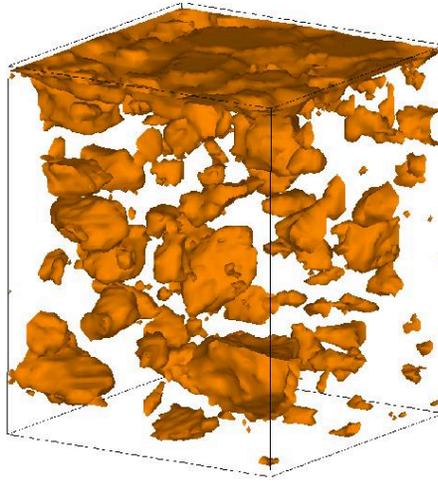


Abb. 3.2: Restluft nach spontaner Benetzung

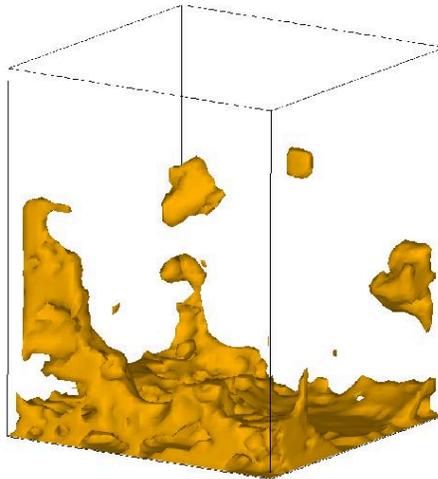


Abb. 3.3: Restwasser nach Drainage

Natürlich ist es von hier noch ein weiter Weg bis zur erhofften quantitativen Übereinstimmung mit dem Experiment, nicht zuletzt aufgrund von physikalischen Wissenslücken bezüglich der Kontaktwinkelproblematik. Dennoch sind wir optimistisch, durch algorithmische Optimierungen und die zur Zeit erfolgende Portierung des parallelen FLASH Prototyps auf die VPP 700 am LRZ ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, welches helfen kann, auf dem Weg zum "gläsernen Boden" ein gutes Stück voranzukommen.

M. Krafczyk, LS Bauinformatik, TUM

Modellierung von metallurgischen Erstarrungsprozessen

Ein Drei-Skalen-Modell

Beim Gießen von Metallen werden die Materialeigenschaften des fertigen Werkstoffes entscheidend von der kristallinen Mikrostruktur des Materials beeinflusst. Diese hängt ihrerseits vom Wärmetransport und von den Strömungsverhältnissen während des Gießprozesses ab.

Um in diesem komplexen Prozess Vorhersagen über charakteristische mikro- und mesoskopische Eigenschaften zu treffen ist ein Drei-Skalen-Modell entwickelt worden (Abb. 1).

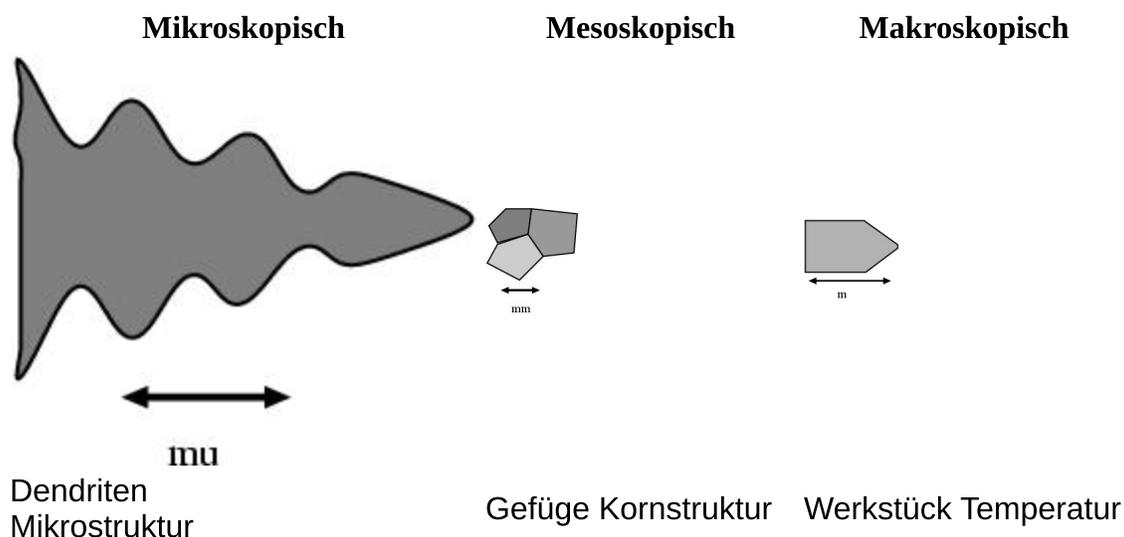


Abb. 1: Drei-Skalen-Modell

Auf der makroskopischen Skala in Größenordnung des Werkstückes werden gemittelte Transportgleichungen zur Berechnung des makroskopischen Wärme- und Stofftransportes verwendet. Auf der mesoskopischen Skala wird das Kornwachstum simuliert. Auf der mikroskopischen Skala wird schließlich das Wachstum einzelner Kristalle näherungsweise berechnet und somit Aussagen über Dendritenabstände, Wachstumsgeschwindigkeiten der Dendriten, Mikrosegregation und volumetrischen Feststoffanteil gewonnen. Alle drei Skalen sind miteinander gekoppelt. So gehen die volumetrischen Feststoffanteile aus der Mikro- und Mesoskala über die freigesetzte latente Wärme in das makroskopische Transportproblem ein, auf der anderen Seite werden die makroskopischen Temperaturdaten als Randbedingungen für das meso- und das mikroskopische Problem benötigt.

Die Makroskala: Das einfachste makroskopische Modell für die Verfestigung eines reinen Stoffes ist ein Mischungsmodell, bei dem mikroskopische Temperaturschwankungen vernachlässigt werden,

$$\partial_t h - \nabla \cdot (K \nabla T) = q \text{ mit } q : \text{Wärmequelle}$$

Die Enthalpie und der effektive Wärmeleitkoeffizient können in nullter Näherung approximiert werden durch

$$h = h(T, \varepsilon) = \varepsilon h_s(T) + (1 - \varepsilon) h_\ell(T)$$

$$K = K(\varepsilon, T) = \varepsilon K_s(T) + (1 - \varepsilon) K_\ell(T)$$

wobei ε den Feststoffanteil bezeichnet. Alternativ dazu kann man die effektive Wärmeleitfähigkeit aus mikroskopischen Betrachtungen bestimmen; man erhält dann mit mehr Aufwand eine genauere Approximation.

Die Mesoskala: Peritektische Keime bilden eine dendritische Struktur aus, die die Symmetrie des Kristalles widerspiegelt. Für eine vierzählige Symmetrie ist ein zweidimensionaler Keim durch vier Primärdendriten gekennzeichnet. Diese Primärdendriten wachsen in $[1,0]$, $[0,1]$, $[-1,0]$ und $[0,-1]$ Richtung (Abb. 2).

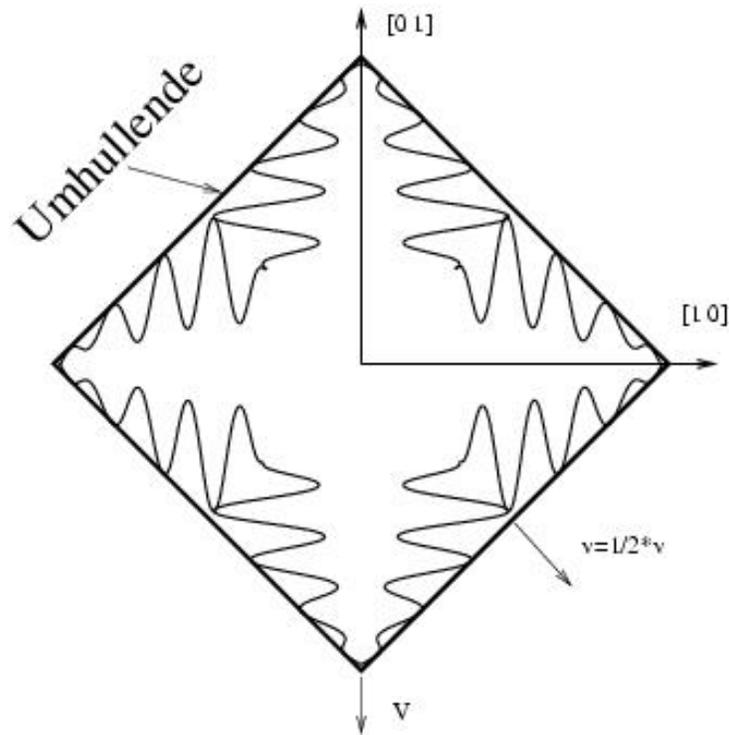


Abb. 2: Mesoskopische Beschreibung eines Korns

Zwischen ihnen bildet sich ein feineres Netzwerk aus sekundären und tertiären Dendriten aus. Die Wachstumsgeschwindigkeit bestimmt sich als Funktion der lokalen Unterkühlung der Dendritenspitzen oder aus dem mikroskopischen Modell. Um die Wechselwirkung sehr vieler Körner zu untersuchen, muss die Modellierung eines Korns stark vereinfacht werden. Die innere dendritische Struktur wird vernachlässigt, und das Wachstum des Korns wird bestimmt durch das Wachstum seiner Umhüllenden. Die Umhüllende selbst wird in guter Näherung als Rechteck beschrieben. Korngrenzen entstehen dann an den Berührungspunkten der Umhüllenden verschiedener Körner (Abb. 2).

Die Mikroskala: Auf der Mikroskala wird das Wachstum eines einzelnen Dendriten bestimmt. Das Kristallwachstum wird dann durch das Stefan-Problem mit Gibbs-Thomson-Unterkühlung beschrieben. Die exakte Berechnung des Kristallwachstums ist jedoch immer noch viel zu aufwendig, da im Idealfall für jeden Gitterpunkt eines Netzes des makroskopischen Problems das Wachstum des Dendriten berechnet werden muß. Daher verwenden wir hier eine vergleichsweise grobe Approximation des Kristalles mit wenigen Parametern, wie z. B. in Abb. 3 für einen Dendritenarm eines equiaxialen Kristalles skizziert. Aus dieser Approximation lassen sich bereits wesentliche Parameter der Mikrostruktur ablesen.



Abb. 3: Approximation der Mikrostruktur

Die Berechnung dieses Kristallwachstums beruht auf der Minimierung eines Energiefunktionals. Dieses ordnet jedem "zulässigen" Feststoffgebiet Ω im Gebiet eine reelle Zahl zu und ist gegeben durch

$$\Phi_T(\Omega) = \int_{\partial\Omega} \sigma ds_x + \int_{\Omega} \frac{L}{2T_M} (T - T_M) dx - \int_{Y \setminus \Omega} \frac{L}{2T_M} (T - T_M) dx.$$

Der erste Term beschreibt die Oberflächenenergie mit der Oberflächenspannung σ . Der zweite und dritte Term bestrafen Temperaturen oberhalb des Schmelzpunktes T_M in der Feststoffphase bzw. Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes in der Flüssigphase. Die Euler-Lagrange-Gleichungen dieses Optimierungsproblems liefern für eine feste Funktion gerade die Gibbs-Thomson Bedingung.

Die Kopplung dieser drei Modelle soll es ermöglichen, mikroskopische und mesoskopische Eigenschaften von Gussstücken vorherzusagen und Aussagen über optimale Prozessbedingungen zu erhalten. Es ist noch viel zu tun, wir arbeiten daran.

Rainer Backofen, Christof Eck, FAU Erlangen



Ferienakademie im Sarntal: zu den besonderen Attraktionen in diesem Jahr zählte sicherlich der Gesprächsabend "im Doppelpack" mit TU-Präsident Prof. W. A. Herrmann und Ltd. MR H. Kopplinger von der Bayerischen Forschungsstiftung.

Süddeutscher Visualisierungstag

Südschienen-Visualisierer trafen sich am 3.12. in Garching

In der Ausgabe 1/1999 hatte es sich bereits abgezeichnet, im Advent 1999 wurde es nun wahr: Eine schwäbische Tradition fortführend, luden am 3.12.1999 der FORTWIHR und der SFB 438 *Mathematische Modellierung, Simulation und Verifikation in materialorientierten Prozessen und intelligenten Systemen* zum diesjährigen Süddeutschen Visualisierungstag an die TU München. Die Rolle des lokalen Gastgebers

übernahm dankenswerterweise der Lehrstuhl für Flugmechanik und Flugregelung der TUM (Prof. Sachs).

Der Einladung folgten der Lehrstuhl für Theoretische Astrophysik der Universität Tübingen, der Lehrstuhl für Graphisch-Interaktive Systeme der Universität Tübingen, die Abteilung Visualisierung und Interaktive Systeme am Institut für Informatik der Universität Stuttgart, der SFB 382 *Verfahren und Algorithmen zur Simulation physikalischer Prozesse auf Hochleistungsrechnern* (Tübingen und Stuttgart), das Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart, der Lehrstuhl für Informatik 9 der FAU Erlangen sowie der SFB 603 *Modellbasierte Analyse und Visualisierung komplexer Szenen und Sensordaten* (Erlangen). Die gastgebenden Institutionen waren vertreten durch die TUM-Lehrstühle für Höhere und Numerische Mathematik (Prof. Bulirsch), Bauinformatik (Prof. Rank), Flugmechanik und Flugregelung (Prof. Sachs) und Informatik V (Prof. Zenger) sowie durch den Lehrstuhl für Strömungsmechanik der FAU Erlangen-Nürnberg (Prof. Durst).

Neben einem bunt gemischten Vortragsprogramm (siehe Kasten), bereichert und aufgelockert durch zahlreiche Vorführungen am Rechner, bot der Visualisierungstag vor allem Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch sowie zur Besichtigung des Flugsimulators am Lehrstuhl für Flugmechanik und Flugregelung. Zu einem weiteren Höhepunkt geriet die Vorführung eines Lern- und Spielprogramms für angehende Piloten von Modellflugzeugen: Prof. Ruders "billigste Doktoranden" präsentierten ihr eifrig vermarktetes, überaus eindrucksvolles Produkt.

| Dies gab's zu hören und sehen: | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|--|
| 11.00 | Siegfried Kühner | Bauinformatik, TU | <i>Visualisierung von Windströmungen in und um Bauwerke</i> |
| 11.20 | Martin Vögel | Mathematik, TUM | <i>Dynamik von Robotern und Kraftfahrzeugen: Simulation und 3D Animation</i> |
| 11.40 | Frank Schäfer | LSTM, FAU | <i>Integrated Particle Tracing within a Multiblock Flow Simulation Program: Validation and Application</i> |
| 12.00 | Matthias Hopf | Informatik, Uni S | <i>Hardwarebeschleunigte Volumenfilterung</i> |
| 14.00 | Flugsimulator | Flugmechanik, TUM | Besichtigung, Vorführung, Flugversuche |
| 14.40 | Christof Rezk-Salama | Informatik, FAU | <i>Interaktive Visualisierung von feinen Gefäßstrukturen in MR Daten</i> |
| 15.00 | Daniel Weiskopf | Astrophysik, Uni Tübingen | <i>Texturbasiertes Rendering zur Visualisierung der speziellen Relativitätstheorie</i> |
| 16.00 | Ulrich Hoffmann | Informatik, Uni Tübingen | <i>Klassifizierung und Beleuchtungsberechnung für 3D-Textur basiertes Volume Rendering</i> |
| 16.20 | Peter Breitling | Informatik, TUM | <i>Visualisierung hierarchisch adaptiver Datenstrukturen</i> |
| 16.40 | Hans-Joachim Bungartz | Informatik, TUM | <i>Das Praktikum "Anwendungen der Computergraphik"</i> |

Schließlich war es für einige unserer Gäste auch der erste Besuch in den kargen neuen Räumlichkeiten der Fakultät für Maschinenwesen der TUM - da fühlte sich manch einer an klösterliche Askese erinnert.

Quartl-b

Kurzlehrgang NUMET 2000

Nach dem großen Erfolg von 1998 wird der Kurzlehrgang NUMET (Numerische Methoden zur Berechnung von Strömungs- und Wärmeübertragungsproblemen) auch im neuen Millennium wieder in Erlangen stattfinden. Der FORTWIHR, vertreten durch den Lehrstuhl für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg, führt diesen Kurs unter Mitwirkung aktiver und ehemaliger

FORTWIHR-Mitarbeiter nun bereits zum achten Mal durch. Auch für NUMET 2000 konnten international anerkannte Experten auf dem Gebiet der Numerischen Strömungsmechanik für die Vorlesungen gewonnen werden. Die Vortragenden besitzen Erfahrung sowohl in der Grundlagenforschung zur Entwicklung von Berechnungsverfahren als auch in der Erstellung und Anwendung von Software für die industrielle Praxis.

Der Kurzlehrgang gibt eine Einführung in die numerische Lösung von Strömungs- und Wärmeübertragungsproblemen. In 20 einstündigen Einzelvorlesungen und zusätzlichen Computerdemonstrationen werden die Grundlagen der Finite-Volumen-, der Finite-Differenzen- und der Finite-Elemente-Berechnungsverfahren vermittelt und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt.

In den Vorträgen werden alle Schritte von der Diskretisierung über den Einbau der Randbedingungen bis zur gekoppelten Lösung der Erhaltungsgleichungen behandelt. Neben den zugrundeliegenden Ideen werden die gebräuchlichen Approximationsmethoden und Diskretisierungsschemata im Detail beschrieben. Ergänzend zur Erläuterung der Grundgleichungen der Strömungsmechanik wird die Modellierung und numerische Implementierung typischer Phänomene wie Turbulenz oder Wärme- und Stoffübertragung dargestellt.

Um aufzuzeigen, wie die Effizienz der zum Teil sehr aufwendigen Strömungsberechnungen erhöht werden kann, wird die Mehrgittertechnik vorgestellt und eine Einführung in die Diskretisierung mittels dünner Gitter gegeben. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Portierung von Strömungsprogrammen auf Hochleistungsrechner (Vektor-, Parallel- und Vektor-Parallelrechner) zu, die aus diesem Grund in einer eigenen Vorlesung behandelt wird. Das Technisch-Wissenschaftliche Hochleistungsrechnen wird vielfach als Voraussetzung dafür angegeben, komplexe dreidimensionale Strömungssimulationen in Rechenzeiten durchzuführen, die für die industrielle Praxis akzeptabel sind. Die Weiterentwicklung und Etablierung dieser Disziplin wird an der Universität Erlangen-Nürnberg von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen verfolgt, um Anwendern aus Forschung und Industrie geeignete Hilfsmittel zur Verfügung stellen zu können. Die aus diesen Arbeiten resultierenden Ergebnisse und der aktuelle Wissensstand über die Eigenschaften und die Einsetzbarkeit verschiedener Rechnerarchitekturen werden u.a. Thema der im Rahmen des Lehrgangs stattfindenden Computerdemonstrationen sein.

Der Kurzlehrgang wendet sich an all diejenigen, die selbst Rechenprogramme für Strömungssimulationen entwickeln oder aber kommerzielle Softwarepakete anwenden. Programmentwickler finden durch die detaillierte Behandlung aller Einzelschritte, die zur Programmerstellung notwendig sind, wertvolle Unterstützung. Anwender haben die Gelegenheit, die wesentlichen Bestandteile eines kompletten Berechnungsverfahrens und dessen Funktionsweise kennenzulernen; dies ist sowohl für die Anwendung als auch für die kritische Interpretation der Ergebnisse von Softwarepaketen unverzichtbar. Besonders nützlich und reizvoll für alle Teilnehmer sollte nicht zuletzt die Möglichkeit sein, durch Diskussionen mit den Vortragenden Informationen über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Numerischen Strömungsmechanik aus erster Hand zu bekommen. Weitere Infos und Anmeldeformulare finden Sie auf der unten angegebenen WEB-Page.

LSTM-Breuer

| | |
|-----------|---|
| Termin | 27.-30. März 2000 |
| Ort | LSTM Erlangen |
| Anmeldung | ab sofort (bis 1.2.2000 Preisnachlass) |
| Leitung | Dr.-Ing. M. Breuer |
| | Dipl.-Phys. Frank Schäfer |
| | Dipl.-Ing. René Volkert |
| Email | numet2000@lstm.uni-erlangen.de |
| URL | http://www.lstm.uni-erlangen.de/numet2000/ |

FORTWIHR Gäste

in München:

- 15.11.99, **Dr. Barbara Wohlmuth** (Universität Augsburg): Mehrgitterverfahren basierend auf Gebietszerlegungstechniken.
- 22.11.99, **Dr. Miroslav Tuma** (Universität Prag): New Developments in Sparse Factorized Approximate Inverse Preconditioning.
- 29.11.99, **Dr. Alexander Burenkov** (Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen Erlangen): Optimierung von Sub-0,25 μ -CMOS Transistoren.
- 29.11.99, **Thomas Heinze** (Universität Bonn, Angewandte Mathematik): FEMmE - Ein neues Konzept zur Lösung der Flachwassergleichungen auf der Kugel.
- 6.12.99, **Dr. Uwe Dobrindt** (Universität Bremerhaven): Ein Inversmodell für die Zirkulation des Ozeans mit der Methode der finiten Elemente.
- 6.12.99, **Dr. Jan Mehner** (Technische Universität Chemnitz): Simulation und Modellierung von Mikro-Elektromechanischen Systemen (MEMS).
- 9.12.99, **Carmen M. Müller-Karger** (Simon-Bolivar-Universität Caracas, Venezuela): Three Dimensional BEM and FEM Stress Analysis of the Human Tibia under Normal and Pathological Conditions.
- 13.12.99, **Dr. Andreas P. Friedrich** (Sensitec GmbH Lahnau): Mikrosysteme für mechanische und magnetische Größen.
- 13.12.99, **Peter Nettesheim** (Universität Berlin): Mittelnde Integratoren für fast-adiabatische Dynamik.
- 16.12.99, **Dr. Christian Wieners** (Universität Stuttgart): Mehrgitterverfahren für nichtlineare Probleme der Strukturmechanik.

Bitte notieren:

- Die Abschlussstagung des FORTWIHR wird vom **4. bis 6. Oktober 2000** in Erlangen stattfinden.
-