



Fraunhofer Institut
Techno- und
Wirtschaftsmathematik

H. Neunzert

»Denn nichts ist für den Menschen
als Menschen etwas wert, was er
nicht mit Leidenschaft tun kann«

Vortrag anlässlich der Verleihung des Akademiepreises
des Landes Rheinland-Pfalz am 21.11.2001

© Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM 2001

ISSN 1434-9973

Bericht 29 (2001)

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche, schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren zu reproduzieren oder in eine für Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache zu übertragen. Dasselbe gilt für das Recht der öffentlichen Wiedergabe.

Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Die Veröffentlichungen in der Berichtreihe des Fraunhofer ITWM können bezogen werden über:

Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM
Gottlieb-Daimler-Straße, Geb. 49

67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 (0) 6 31/2 05-32 42

Telefax: +49 (0) 6 31/2 05-41 39

E-Mail: info@itwm.fhg.de

Internet: www.itwm.fhg.de

Vorwort

Das Tätigkeitsfeld des Fraunhofer Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM umfasst anwendungsnahe Grundlagenforschung, angewandte Forschung sowie Beratung und kundenspezifische Lösungen auf allen Gebieten, die für Techno- und Wirtschaftsmathematik bedeutsam sind.

In der Reihe »Berichte des Fraunhofer ITWM« soll die Arbeit des Instituts kontinuierlich einer interessierten Öffentlichkeit in Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft vorgestellt werden. Durch die enge Verzahnung mit dem Fachbereich Mathematik der Universität Kaiserslautern sowie durch zahlreiche Kooperationen mit internationalen Institutionen und Hochschulen in den Bereichen Ausbildung und Forschung ist ein großes Potenzial für Forschungsberichte vorhanden. In die Berichtreihe sollen sowohl hervorragende Diplom- und Projektarbeiten und Dissertationen als auch Forschungsberichte der Institutsmitarbeiter und Institutsgäste zu aktuellen Fragen der Techno- und Wirtschaftsmathematik aufgenommen werden.

Darüberhinaus bietet die Reihe ein Forum für die Berichterstattung über die zahlreichen Kooperationsprojekte des Instituts mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft.

Berichterstattung heißt hier Dokumentation darüber, wie aktuelle Ergebnisse aus mathematischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit in industrielle Anwendungen und Softwareprodukte transferiert werden, und wie umgekehrt Probleme der Praxis neue interessante mathematische Fragestellungen generieren.



Prof. Dr. Dieter Prätzel-Wolters
Institutsleiter

Kaiserslautern, im Juni 2001

»Denn nichts ist für den Menschen als Menschen etwas wert, was er nicht mit Leidenschaft tun kann«

Vortrag anlässlich der Verleihung des Akademiepreises
des Landes Rheinland-Pfalz am 21.11.2001

von H. Neunzert, Kaiserslautern

Inhalt:

Was macht einen guten Hochschullehrer aus? Auf diese Frage gibt es sicher viele verschiedene, fachbezogene Antworten, aber auch ein paar allgemeine Gesichtspunkte: es bedarf der »Leidenschaft« für die Forschung (Max Weber), aus der dann auch die Begeisterung für die Lehre erwächst. Forschung und Lehre gehören zusammen, um die Wissenschaft als lebendiges Tun vermitteln zu können. Der Vortrag gibt Beispiele dafür, wie in angewandter Mathematik Forschungsaufgaben aus praktischen Alltagsproblemstellungen erwachsen, die in die Lehre auf verschiedenen Stufen (Gymnasium bis Graduiertenkolleg) einfließen; er leitet damit auch zu einem aktuellen Forschungsgebiet, der Mehrskalenanalyse mit ihren vielfältigen Anwendungen in Bildverarbeitung, Materialentwicklung und Strömungsmechanik über, was aber nur kurz gestreift wird. Mathematik erscheint hier als eine moderne Schlüsseltechnologie, die aber auch enge Beziehungen zu den Geistes- und Sozialwissenschaften hat.

Natürlich freue ich mich über diese Auszeichnung sehr und ich bedanke mich dafür bei der Universität Kaiserslautern, dem Fraunhofer ITWM und dem Auswahlkomitee von Herzen. Ebenso natürlich zweifle ich ein wenig an der Berechtigung, meine Arbeit mit so großen Worten wie Vorbildhaftigkeit etc. zu belegen – aber ich unterwerfe mich Ihrem Urteil. Zur Beklemmung wird dieser Zweifel aber angesichts der Tatsache, dass ich jetzt, in diesem Vortrag, die Preisverleihung zu rechtfertigen habe; schließlich hatte das Preiskomitee bei seiner Entscheidung nur einen Aktenordner über mich zur Verfügung – die Materialien über mich waren offenbar mit sehr viel Sympathie und großer Effizienz zusammengestellt worden. Aber nun stehe ich leibhaftig vor Ihnen und muss das im Ordner entworfene Bild bestätigen. Eine erste Lehre will ich aber schon jetzt ziehen: Um als guter Hochschullehrer anerkannt zu werden, muss man sehr gute, zu begeisternde und begeisterte Mitarbeiter und Kollegen haben; sie haben in jeder Hinsicht einen wesentlichen Anteil an dem Erfolg, auch an diesem Preis.



Zurück zu diesem Vortrag, der zwar wissenschaftlich, aber doch kein Fachvortrag sein sollte; zu einem Vortrag auch vor den Mitgliedern einer angesehenen, geisteswissenschaftlich dominierten Akademie. Und deshalb war mein erster Gedanke, dass ich mich auch auf dieses geisteswissenschaftliche Gebiet wagen müsste; ich erinnerte mich an jene Texte, die sich auf den Beruf des Hochschullehrers bezogen, und die wir, auf etlichen unserer 25 Philosophie-Wander-Wochenenden vor mehr als zehn Jahren gelesen und diskutiert hatten: Hartmut von Hentigs »Magier oder Magister«, Max Schelers »Vorbilder und Führer«, Max Webers »Vom inneren Beruf zur Wissenschaft«; sogar meinen Lieblingsschriftsteller Lars Gustavsson, der ja Mitglied dieser Akademie ist, zog ich zu Rate.

Aber dann habe ich die Idee doch verworfen: Ich hätte Ihnen bestenfalls eine gewisse Belesenheit dokumentiert, eine à-posteriori Begründung für etwas, was ich doch weniger reflektiert, sozusagen »aus dem Bauch heraus«, mein Leben lang versuchte.

So will ich Ihnen doch lieber mit meinen Worten, in der Diktion eines Mathematikers, davon erzählen, was meine Ziele als Hochschullehrer waren und wie ich sie zu erreichen versuchte; dabei spielt die Mathematik natürlich eine wichtige Rolle, aber ich werde versuchen, sie für Nichtmathematiker verständlich darzustellen.

Alles, was von meiner Literatursuche übrig geblieben ist, ist ein Satz aus Max Webers Aufsatz zur Wissenschaft als Beruf; ich habe ihn als den Titel meines Vortrags gewählt: *»Denn nichts ist für den Menschen als Menschen etwas wert, was er nicht mit Leidenschaft tun kann.«* Max Weber bezieht sich hier auf die Leidenschaft, ein wissenschaftliches Problem lösen zu wollen. Kurz vor diesem Satz schreibt er: *»Und wer also nicht die Fähigkeit besitzt, sich einmal sozusagen Scheuklappen anzuziehen und sich hineinzusteigern in die Vorstellung, dass das Schicksal seiner Seele davon abhängt: ob er diese, gerade diese Konjektur an dieser Stelle dieser Handschrift richtig macht, der bleibe der Wissenschaft fern. Niemals wird er in sich das durchmachen, was man das 'Erlebnis' der Wissenschaft nennen kann.«*

Das gilt natürlich für die Mathematik genauso; trotzdem beziehe ich diese Leidenschaft, ohne die nichts etwa wert ist, in diesem Vortrag zunächst mehr auf das Bemühen, Menschen, insbesondere auch, aber nicht nur, junge Menschen von der Schönheit und der Nützlichkeit der Mathematik zu überzeugen.

Diese »missionarische« Leidenschaft, diese feste Überzeugung, dass den Menschen etwas Schönes und etwas in jeder Hinsicht Nützliches entgeht, wenn sie die Mathematik nicht kennen lernen, war, so glaube ich, die Antriebskraft für mein berufliches Leben. *»Mathematik ist nicht trocken, sondern voller Phantasie, nicht langweilig, sondern voller Schönheit, logisch, aber dennoch von ungeheurer Kreativität, uralte, aber voll neuer Ideen. Mathematik ist wie das Spiel, wie die Kunst, ein Bestandteil, ja sogar ein besonders sensibler Repräsentant der Kultur und nicht zuletzt auch ein unersetzliches Hilfsmittel der Naturwissenschaften, der Technik, der Wirtschaft. Mathematik ist Werkzeug und Spiel und notwendigerweise beides. Mathematik liefert auch oft genug einen Anreiz zu philosophieren, zur rationalen Reflexion in einem irrationalen Hin und Her zwischen Fortschrittsgläubigkeit und Fortschrittsfeindlichkeit«.* Diesen Text finden Sie in dem Buch »Schlüssel zur Mathematik«, das Bernd Rosenberger und ich vor zehn Jahren publizierten. Wir müssen dies den Studenten der Mathematik vermitteln, die verstehen sollen, dass sie nicht nur einen Beruf erlernen, sondern sich auf eine Passion einlassen, den Studenten der Naturwissenschaft und Technik, die verstehen sollen, dass Mathematik kein Fach zum Rausprüfen, sondern ein entscheidendes Element ihrer Ausbildung ist, den Leuten in der Wirtschaft, die verstehen sollen, dass Mathematik heute selbst eine entscheidende Technologie darstellt, den Wissenschaftlern in Akademien, die verstehen sollen, dass mathematische Begriffe und Sätze ein Bestandteil unserer Kultur sind wie ein Roman oder eine griechische Skulptur.

Um dieses Bild der Mathematik, das wohl in der Bevölkerung nicht vorherrscht, zu erzeugen, brauchen wir nicht nur selbst die Leidenschaft für diese Wissenschaft, wir benötigen auch Leidenschaft für die Vermittlung dieses Bildes, wir benötigen mehr als pädagogischen Eros, sondern echten Pioniergeist, manchmal gar missionarischen Eifer. Begeisterung lehrt man, indem man sie hat und zeigt.

Erst vor vier Wochen fiel mir ein Buch in die Hand, das dieses Thema nochmals akzentuiert; es ist das 1997 erschienene »The Number Sense – How the Mind creates Mathematics« des französischen Mathematikers, Neurophysiologen und Psychologen Stanislas Dehaene. Dort geht es um die Frage, ob es eine biologische Prädisposition für Mathematik gibt, ob z. B. ein von Geburt an besonders gebautes Gehirn Menschen zum mathematischen Genie bestimmt. Ich will über die Ergebnisse der Untersuchungen Dehaenes, die der früher dominierenden Lehrmeinung Piagets zum Teil widersprechen, hier nicht berichten, aber einen Gesichtspunkt herausgreifen. »*Nein, es gibt z. Zt. wenige Hinweise dafür*«, dass Höchstbegabte eine bessere biologische Startbedingung haben, meint der Autor. Und: »*Wenn sie Erfolg haben, dann nur, weil sie sich lange und intensiv mit diesen Themen beschäftigten. ... Das Besondere an den Experten ist ihre außerordentliche **Leidenschaft** für Zahlen und Mathematik, die gelegentlich durch Eigenbrötelei verstärkt wird, wodurch die Beziehung dieser Menschen zu ihren Mitmenschen gestört wird. Ich bin davon überzeugt, dass Kinder mit anfangs gleichen Fähigkeiten in der Mathematik gleichermaßen hervorragende Mathematiker oder hoffnungslose Versager auf diesem Gebiet werden können, je nachdem, wie gern sie dieses Fach haben. **Leidenschaft führt zu Begabung** – und Eltern und Lehrer tragen deshalb viel Verantwortung für die Entwicklung der positiven oder negativen Einstellung ihrer Kinder zur Mathematik.*«

Wir, heißt das, sind selbst daran schuld, wenn wir oder unsere Kinder nicht gut in Mathematik, vielleicht auch nicht in anderen Fächern, sind. Wir schaffen nicht nur die Welt in unseren Köpfen selbst, wir schaffen auch unsere Begabungen.

Freilich: Man kann sich nicht für alles interessieren. Aber wenn Interesse, Begeisterung, Leidenschaft für ein Fach da ist, folgt die Fähigkeit dafür nach. In diese Richtung deuten auch die Ergebnisse eines Projekts der VW-Stiftung, das die Karriereverläufe von Mathematikerinnen und Mathematikern untersucht und das ich mit der Sozialpsychologin Abele-Brehm in Erlangen und der Historikerin Tobies in Kaiserslautern bearbeite. In diesem Projekt führen wir sowohl eine historische Analyse für den Zeitraum von 1900 bis 1940 wie auch eine gegenwartsbezogene Untersuchung durch; bei dieser haben wir ca. 1100 Absolvierende eines Mathematikstudiums des Jahres 1998 an 48 deutschen Universitäten befragt und sind gerade dabei, jetzt, nach drei Jahren, herauszubringen, in wie weit sich die Wünsche und Pläne der jungen Mathematiker realisieren ließen. Da die Fragebögen den 400 Frauen und 700 Männern auch sehr persönliche Fragen stellten – ich hätte nie gedacht, dass solche Fragen beantwortet werden, aber die Erlanger Kollegin hat mit ihrem Optimismus recht behalten – ergeben sich eine Vielzahl sehr interessanter Einsichten. Hinsichtlich des Vergleichs von Männern und Frauen, der uns dabei auch, aber nicht nur, interessiert, ist festzustellen: Die Einschätzung des Studiums und des Fachs, die Begeisterung dafür, zeigt bei Menschen verschiedenen Geschlechts, die sich nun schon mal für Mathematik entschieden haben, keine Unterschiede – und deshalb gibt es auch sehr wenige, statistisch relevante Unterschiede hinsichtlich der Noten oder auch hinsichtlich der Zukunftspläne. Diese Männer und Frauen sind gleich gut und haben selbst hinsichtlich Beruf und Familie in etwa dieselben Pläne. Wenn Leidenschaft gleichermaßen vorhanden ist, schafft sie die gleiche Begabung.

Aber warum sind trotzdem 48 % der Studienanfänger weiblich, 35 % unserer Absolventen, aber nur etwa 25 % unserer Doktoranden und nur 4 % unserer Professoren? Geht die Begeisterung verloren oder wendet sie sich anderen Objekten zu? Eine These der Psychologin will ich Ihnen dazu doch noch anbieten, obwohl sie, soweit ich sehe, noch nicht bewiesen ist: Man könnte annehmen, dass die Interessen der Männer im Mittel stärker fokussiert, die der Frauen etwas breiter gestreut sind. Hohe Interessensspitzen bei einem Gegenstand, umgeben von einer Interesselosigkeit für andere Bereiche wären dann bei Männern signifikant häufiger anzutreffen

als bei Frauen – der französische Ausdruck »idiots savant« für extreme Fälle klingt nur wenig besser als »Fachidiot« und ist wohl eher Männern als Frauen vorbehalten. Breiteres Interesse wird eher Generalisten fördern, Interessenspitzen eher Spezialisten. Ist das der Grund für die statistische Entwicklung? Vielleicht wissen wir es, wenn die neuen Fragebögen ausgewertet sind.

Auch dann bleibt die Frage, die meine Frau mit unnachgiebiger Beharrlichkeit im Vorfeld dieses Vortrags gestellt hat: Wie entstehen denn Interessen, wie entsteht Leidenschaft für Wissenschaft und Kunst? Ich habe natürlich keine befriedigende Antwort darauf. Aber eines ist klar: Begeisterung ist ansteckend! Elternhaus, Lehrer, die Gemeinschaft der anderen Jugendlichen können sie vermitteln, wenn sie sie selbst haben und zeigen. Ich glaube, dass man dies auch aus den historischen Untersuchungen unseres Projekts schließen kann. »Die Vorbilder bestimmen also den Spielraum unseres möglichen Wollens und Handelns«, schreibt Max Scheler in dem schon eingangs erwähnten Aufsatz.

Noch etwas ist aber auch klar – und darauf hat mich mein Freund und Nachfolger in der Leitung des Fraunhofer-Instituts mit norddeutscher Nüchternheit hingewiesen: Leidenschaft allein reicht nicht, Disziplin und Arbeit gehören auch dazu. Darin kann ich nur zustimmen, obwohl ich hoffe, dass Arbeitsfreude und Disziplin aus Begeisterung erwachsen.

Wir sind wieder beim Hochschullehrer und seiner Verantwortung. Vielleicht sollte man sich vor jeder Vorlesung und vor jedem Vortrag selbst in Erinnerung rufen, wie spannend und interessant das Vorzutragende wirklich ist; wenn man es selbst langweilig findet, finden es auch andere langweilig.

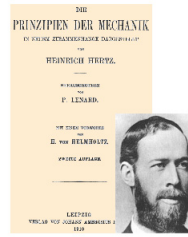
Wenn ich diesen Satz auf diesen Vortrag anwende, wird es Zeit, dass ich mich dem wichtigsten Aspekt zuwende – dem Zusammenhang zwischen Forschung und Lehre. Lehre ohne Forschung ist nur denkbar wenn man erprobte, sozusagen »abgehangene« Ware vermitteln will, wenn man sich auf ausgetrampelten Pfaden fortbewegt. Will man Mathematik als die lebendige, aktuelle Wissenschaft vermitteln, die sie ist, so muss man selbst in ihr lebendig sein. Aus der Begeisterung für die Forschung erwächst die Begeisterung für die Lehre.

Man muss lehren, Mathematik zu machen, zu erschaffen – nicht nur, Mathematik zu verstehen. Wir versuchen dies vor allem durch Modellierungsseminare, die wir für alle Ausbildungsstufen, vom Gymnasiasten bis zum Doktoranden veranstalten. Ihre Themen stammen aus der Forschung, hauptsächlich aus der Forschung unseres Fraunhofer-Instituts ITWM, die aber natürlich auf das betreffende Ausbildungsniveau »abgespeckt« werden muss.

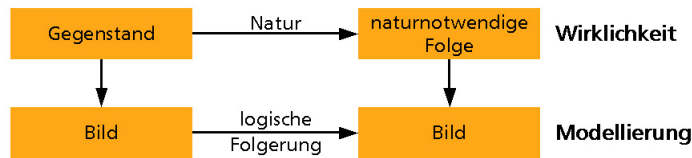
Ich will Ihnen dazu einige Beispiele vorführen; sie sind einfach, denn ich will sie auch Nicht-mathematikern verständlich machen.

Lassen Sie mich zuerst erklären, was wir unter »Modellieren« verstehen – das Wort wird recht unterschiedlich benutzt. Um es kurz zu sagen: Modellieren bedeutet die Übersetzung von realen Problemstellungen in Mathematik : Aus einem naturwissenschaftlichen, technischen, ökonomischen Problem wird – indem man alles für die Aufgabenstellung Unwichtige weglässt – ein mathematisches Problem. Die Lösung dieser Aufgabe, rückübersetzt in die Realität, sollte dann eine Antwort auf die ursprüngliche Frage geben, wenn: ja wenn die Übersetzung vernünftig und die mathematische Lösung richtig ist. Beides – Übersetzen und Lösen, Modellieren und Berechnen – sind genuin mathematische Aufgaben. Präziser drückt dies der berühmte Physiker Heinrich Hertz aus:

»Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie uns von solcher Art, daß die denknotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände.«



H. Hertz in "Prinzipien der Mechanik" Einleitung (1896)



Fraunhofer Institut Techno- und Wirtschaftsmathematik

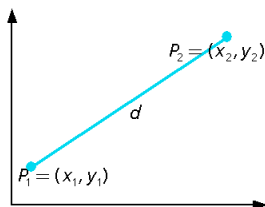
Das Material, aus dem diese Scheinbilder gemacht sind, ist Mathematik, die Symbole sind mathematischer Natur, die »denknotwendigen Folgen der Bilder« sind die Konsequenzen, die man – heute oft mit Hilfe des Rechners – aus den mathematischen Beschreibungen zieht. Mathematik, so kann man auch sagen, ist der Rohstoff der Modelle – Computer heute die wesentlichen Hilfsmittel zur Auswertung dieser Modelle.

Ich denke, dass es höchste Zeit ist, Ihnen die angekündigten Beispiele zu zeigen. Ich habe ein relativ einfaches Feld herausgesucht, das mir in der Praxis besonders oft begegnet. Es passiert immer wieder, dass wir einen Begriff des Abstands zwischen zwei Objekten finden müssen, der uns z. B. sagt, welche Objekte näher beieinander liegen als andere. Den klassischen Abstand zweier Punkte in der Ebene kennen Sie von der Schule. Wollen Sie allerdings von einem Punkt zum anderen mit den Auto fahren, so wird der Abstand der beiden Punkte vom Straßennetz abhängen.

Abstände

(1) Zweier Punkte

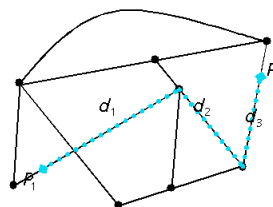
$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$



Nur sinnvoll, wenn man den direkten Weg benutzen kann.

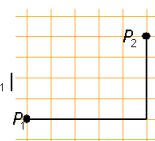
(2) Zweier Positionen in einem Wegenetz

$$d(P_1, P_2) = d_1 + d_2 + d_3$$



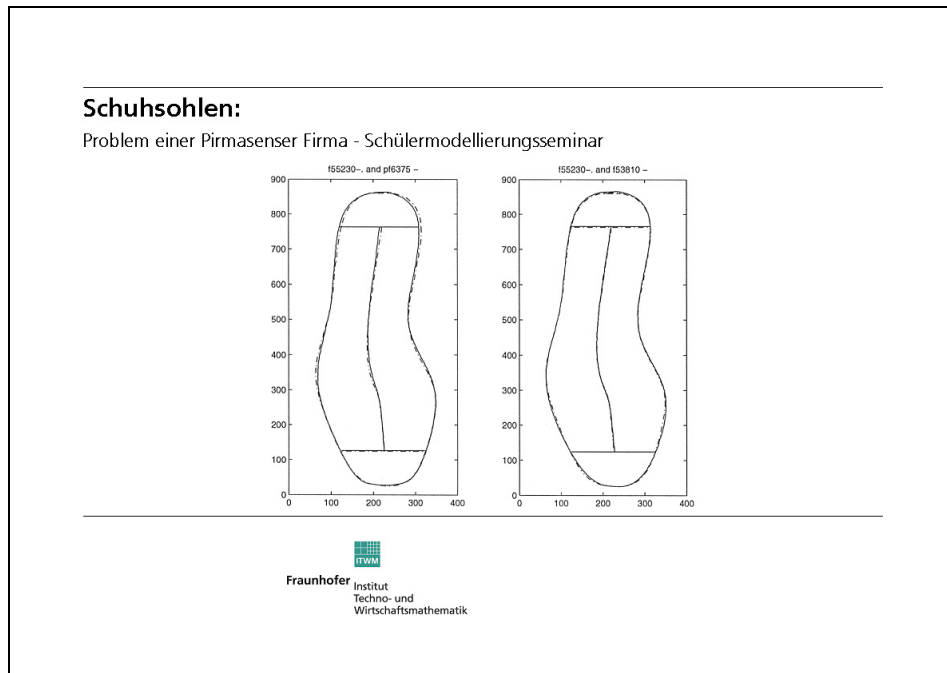
z.B. Mannheimer Taxifahrer-Abstand

$$d(P_1, P_2) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$$

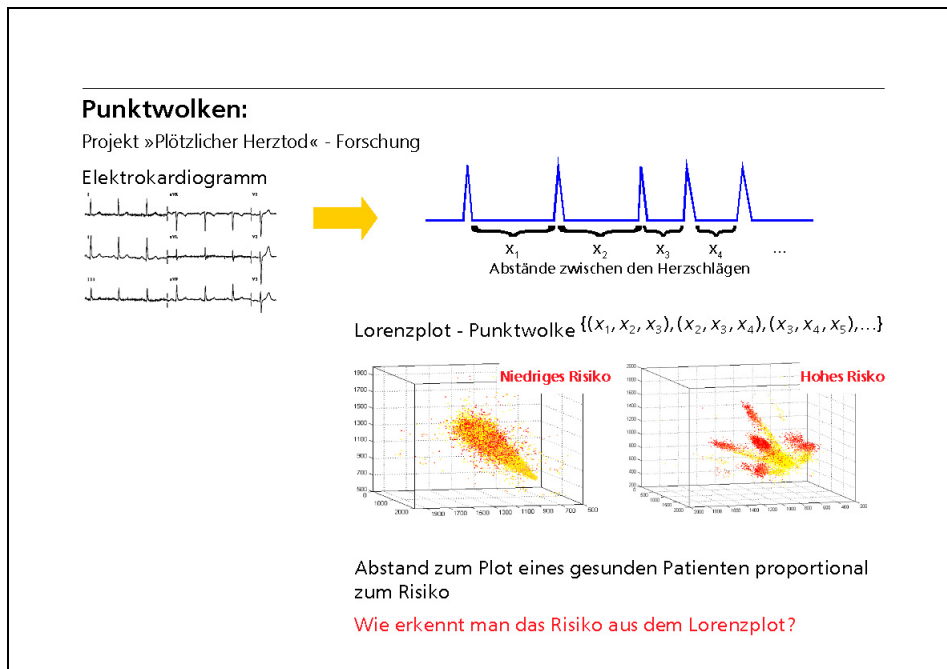


In der Praxis wurden wir aber schon nach Abständen ganz anderer Objekte gefragt, z. B.

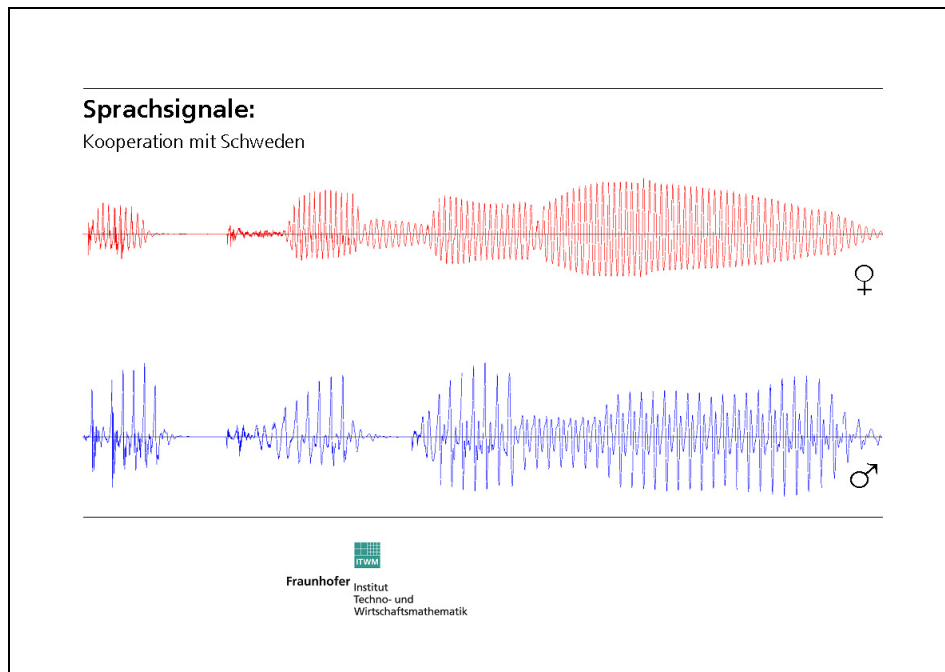
- nach dem Abstand von Schuhsohlenformen: Eine Schuhfabrik hat eine Wunschvorstellung, der eine der 1400 Formen des Sohlenfabrikanten möglichst nahe (!) kommen soll;



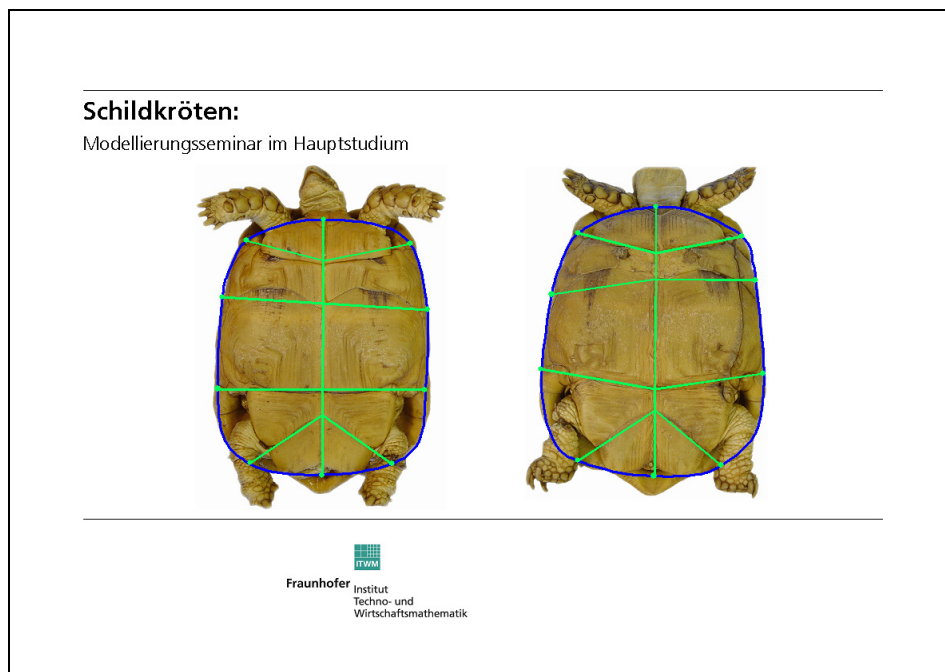
- nach dem Abstand von Punktwolken, die Langzeit-EKGs verschiedener Patienten widerspiegeln: Man kann so vielleicht den Gesundheitszustand der Patienten messen;



- nach dem Abstand zweier Funktionen, die Schallbilder sind des Wortes »Akademie«, gesprochen von zwei Personen: Man kann solche Abstände zur Klassifikation der Bilder nach den Worten nutzen;

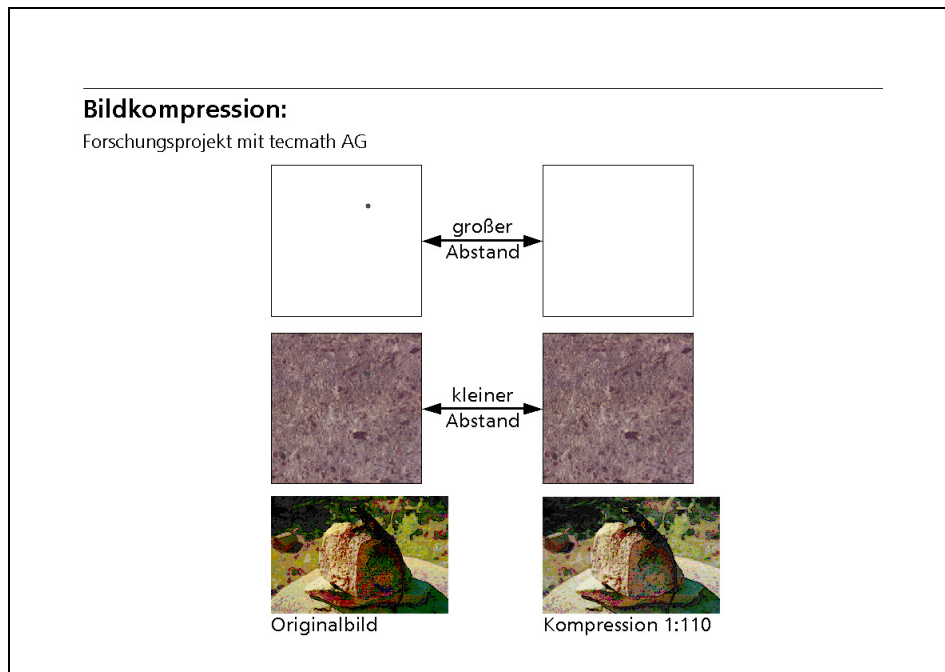


- nach dem Abstand der Muster verschiedener Schildkrötenpanzer: Man möchte einen »Finger print« der Schildkröten haben, der diese unabhängig vom Alter identifiziert.

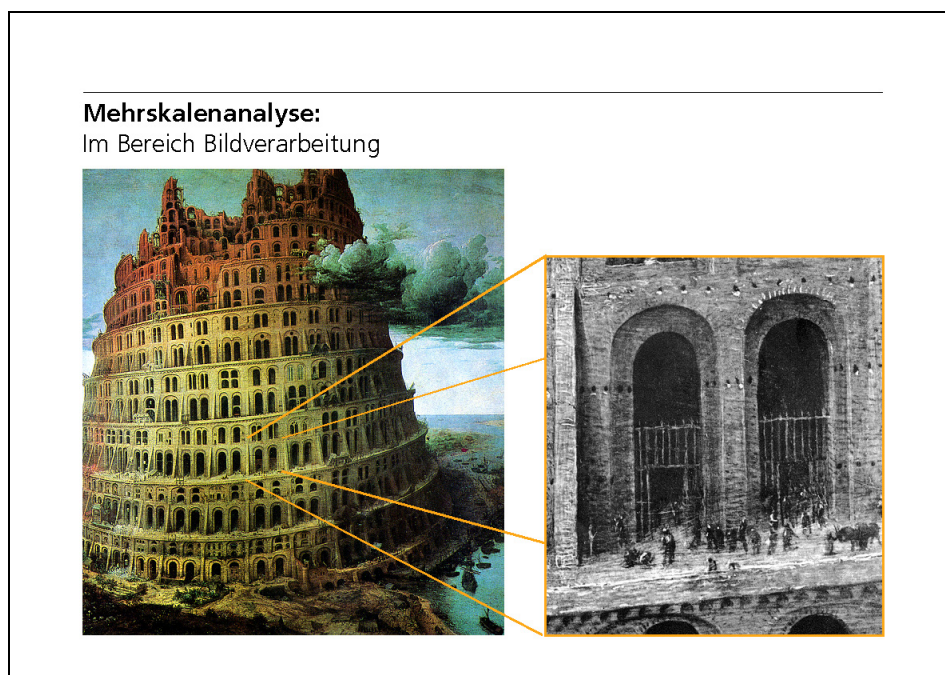


- nach dem Abstand von Urlaubswünschen: Wie findet man den nächsten (!) erfüllbaren Urlaubswunsch eines Kunden, wenn sein ursprünglicher vergriffen ist (eine Fragestellung des »case-based reasoning«, das Expertensystemen zugrunde liegt).

- nach dem Abstand zweier Bilder, von denen das zweite durch Weglassen »unwesentlicher« Informationen mit weniger als einem Prozent der Daten auskommt, ohne zu weit (!) vom Original abzuweichen.



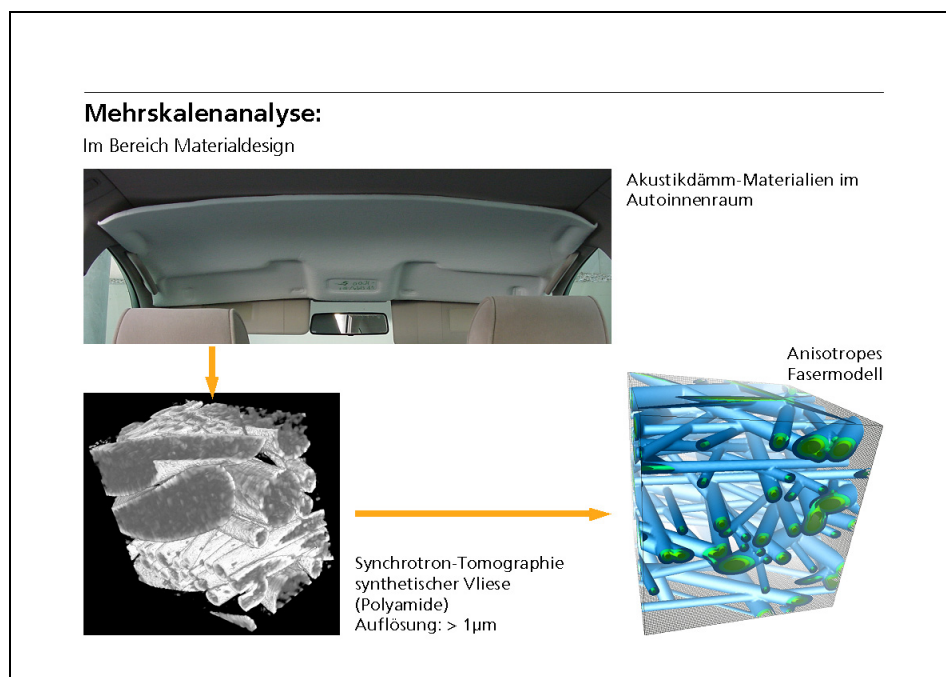
Das letzte Beispiel der Bildkompression erlaubt mir noch einen Ausflug in eine sehr wichtige Grundlagenproblematik der modernen Mathematik, die auch meine eigene Hauptforschungsrichtung bestimmt: Die sog. Mehrskalenanalyse. Man kann ein Bild ja ganz aus der Nähe ansehen oder aus großer Distanz; zunächst sieht man die Details, die Mikrostruktur, verliert aber das Ganze aus dem Blick (man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht) – aus der Ferne verschwimmen die Details, aber die Makrostrukturen werden deutlich. Natürlich beeinflussen die Mikrostrukturen das große Ganze, auch wenn man sie nicht wahrnimmt –



Jedes Bildelement oder Pixel trägt zu dem Gesamteindruck bei. Man kann die Details nicht einfach weglassen, ohne das Gesamtbild zu zerstören – aber offenbar muss man sie auch nicht vollständig mit erfassen. Wie also kann man die Mikrostruktur vereinfachen, wie kann man die Detail wegfiltern, ohne die Makrostruktur zu verändern? Das ist das Geheimnis der Bildkompression: Welche Einzelheiten kann man wie vereinfachen und so die Daten komprimieren, ohne wesentliche Bildinformationen zu verlieren?

Das Zusammenspiel von Mikro- und Makroskalen – und es gibt oftmals noch Zwischenstufen, sog. Mezzoskalen – mathematisch zu erfassen und so besser zu verstehen, ist Ziel der Mehrskalenganalyse.

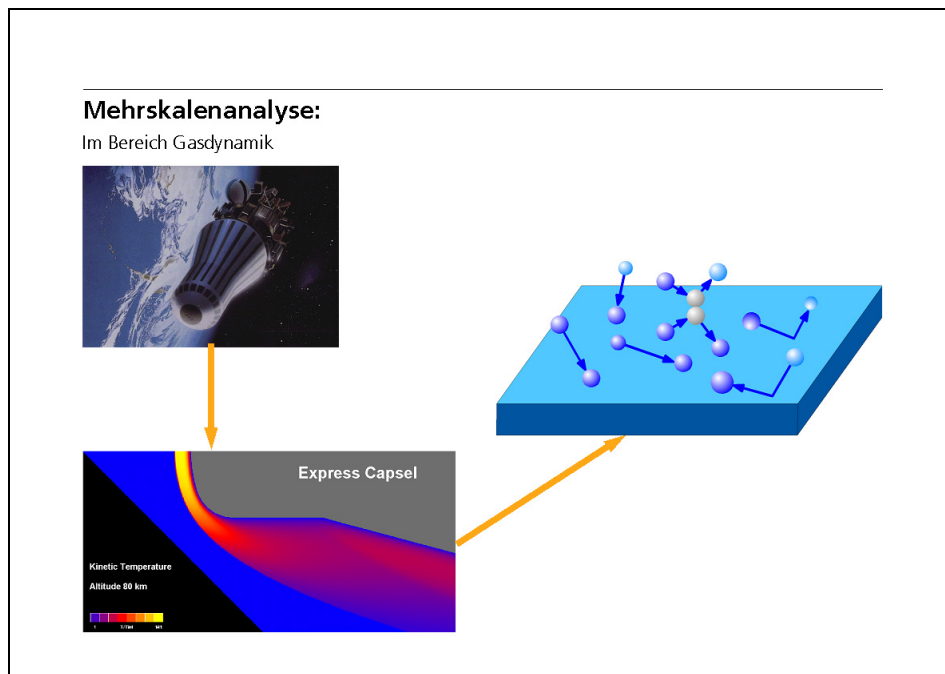
Sie kommt nicht nur bei der Bildkompression vor. Man kann z. B. auch auf Werkstoffe, etwa Textilien mit verschiedenen starken Mikroskopen schauen. So gibt es eine Skala, auf der die Polymermoleküle, aus denen die Fasern aufgebaut sind, sichtbar werden; es gibt eine zweite Skala, auf der die Fasern des Gewebes sichtbar werden – und es gibt schließlich eine makroskopische Skala, die das Gewebe als Ganzes zeigt.



Aus welchen Molekülen sollten Fasern aufgebaut werden und wie sollten diese Fasern miteinander verbunden, verwoben werden, um optimale Eigenschaften der Textur zu erreichen?

Fragen dieser Art werden heute dadurch beantwortet, dass man mathematische Modelle der verschiedenen Skalen macht, die aus einander durch Grenzprozesse hervorgehen, und dann Computersimulationen des Verhaltens durchführt; in der virtuellen Welt des Rechners sind Veränderungen und Optimierungen viel leichter als in der Realität. (Die Mitglieder dieser Akademie wissen dies sehr genau, da es ja eine Kommission für Modellierung, Simulation und Visualisierung in ihr gibt.). Eine Gruppe unseres Instituts bekam dafür gerade den Josef-von-Fraunhofer-Preis. Der Verbund »Werkstoffe« mehrerer Institute der Fraunhofer-Gesellschaft hat gerade beschlossen, solche Mehrskalenganalysen im ganzen Werkstoffbereich durchzuführen; und gestern haben wir in Vorbereitung eines SFBs in Kaiserslautern darüber beraten, wie man solche Mehrskalenganalysen in die Informatik abbildet.

Ein letztes Beispiel, das ich nur noch kurz streifen will, war für viele Jahre mein Hauptarbeitsgebiet. Auch die Strömung der Luft, den Wind, können Sie aus unterschiedlichen Entfernungen betrachten: Sie können die Luftmoleküle einzeln betrachten; Sie können größere Ensembles solcher Moleküle ansehen und ihr statistisches Verhalten beschreiben; Sie können auf einer größeren Skala die einzelnen Wirbel der Strömung sichtbar machen und studieren und Sie können letztendlich den Wind als Phänomen, wie wir ihn fühlen, beschreiben.



Vier Skalen mit jeweils vielen Zehnerpotenzen Unterschied, wo jede Skala die andere beeinflusst; die einzelnen Probleme auf den verschiedenen Skalen sind von vergleichbarer Komplexität – Molekulardynamik, kinetische Theorie und Boltzmannndynamik, Wirbelinteraktionen und schließlich Strömungssimulation; man muss daher versuchen, einfachere Prozesse auf den kleinen Skalen zu erfinden, die auf den großen Skalen die richtigen Ergebnisse liefern. Das habe ich und viele meiner Schüler viele Jahre lang versucht – und wir tun es immer noch: Bei der Bildkompression, im Material- und Werkstoffdesign und in der Strömungssimulation.

Zu Boltzmanns Zeit, als diese Betrachtung in der Thermo- und Strömungsdynamik aufkam, so um die Jahrhundertwende in Wien, war die Wechselwirkung zwischen Geistes- und Naturwissenschaften noch sehr aktiv. Boltzmann, Mach, Wittgenstein, Musil, Freud und viele andere kommunizierten intensiv, wenn auch nicht immer freundlich. Ein Beleg dafür, wie Boltzmanns Ideen der zwei Skalen – jene der individuellen Teilchen und jene der statistischen Betrachtung von Teilchenensembles, also der kinetischen Theorie – in die Literatur einging, findet sich in meinem Lieblingsroman »Der Mann ohne Eigenschaften« von Robert Musil auf S. 494:

»Nehmen wir an, dass es im Moralischen genau so zugehe wie in der kinetischen Gastheorie: alles fliegt regellos durcheinander, jedes macht, was es will, aber wenn man berechnet, was sozusagen keinen Grund hat, daraus zu entstehen, so ist es gerade das, was wirklich entsteht! Es gibt merkwürdige Übereinstimmungen!

Nehmen wir also auch an, eine bestimmte Menge von Ideen fliegt in der Gegenwart durcheinander; sie ergibt irgendeinen wahrscheinlichsten Mittelwert; der verschiebt sich ganz langsam und automatisch, und das ist der sogenannte Fortschritt oder der geschichtliche Zustand; das Wichtigste aber ist, dass es dabei auf unsere persönliche, einzelne Bewegung gar nicht ankommt, wir können rechts oder links, hoch oder tief denken und handeln, neu oder alt, unberechenbar oder überlegt: es ist für den Mittelwert ganz gleichgültig, und Gott und die Welt kommt es nur auf ihn an, nicht auf uns!«

Die Relevanz solcher Betrachtungen erkennen Sie an jedem Wahlabend, wenn unglaublich kleine Stichproben schon sehr exakte Mittelwerte, auf die es zumindest »die Welt nur ankommt«, ergeben.

Ich will schließen. Der Austausch von Ideen zwischen den Wissenschaften, der ja sicher auch eine Aufgabe der Akademien ist, trägt zur Begeisterung, zur Leidenschaft für diese Wissenschaften und für ihre Lehre bei. Sie machen das Leben eines Hochschullehrers reicher, wie es auch die Begegnung mit den jungen Menschen tut. Deshalb ist der Beruf des Hochschullehrers ein ganz phantastischer Beruf und wahrhaft wert, dass man ihn mit Leidenschaft tut.

Bisher erschienene Berichte des Fraunhofer ITWM

Die PDF-Files der folgenden Berichte
finden Sie unter:
www.itwm.fhg.de/zentral/berichte.html

1. D. Hietel, K. Steiner, J. Struckmeier

A Finite - Volume Particle Method for Compressible Flows

We derive a new class of particle methods for conservation laws, which are based on numerical flux functions to model the interactions between moving particles. The derivation is similar to that of classical Finite-Volume methods; except that the fixed grid structure in the Finite-Volume method is substituted by so-called mass packets of particles. We give some numerical results on a shock wave solution for Burgers equation as well as the well-known one-dimensional shock tube problem. (19 S., 1998)

2. M. Feldmann, S. Seibold

Damage Diagnosis of Rotors: Application of Hilbert Transform and Multi-Hypothesis Testing

In this paper, a combined approach to damage diagnosis of rotors is proposed. The intention is to employ signal-based as well as model-based procedures for an improved detection of size and location of the damage. In a first step, Hilbert transform signal processing techniques allow for a computation of the signal envelope and the instantaneous frequency, so that various types of non-linearities due to a damage may be identified and classified based on measured response data. In a second step, a multi-hypothesis bank of Kalman Filters is employed for the detection of the size and location of the damage based on the information of the type of damage provided by the results of the Hilbert transform.

Keywords:

Hilbert transform, damage diagnosis, Kalman filtering, non-linear dynamics
(23 S., 1998)

3. Y. Ben-Haim, S. Seibold

Robust Reliability of Diagnostic Multi-Hypothesis Algorithms: Application to Rotating Machinery

Damage diagnosis based on a bank of Kalman filters, each one conditioned on a specific hypothesized system condition, is a well recognized and powerful diagnostic tool. This multi-hypothesis approach can be applied to a wide range of damage conditions. In this paper, we will focus on the diagnosis of cracks in rotating machinery. The question we address is: how to optimize the multi-hypothesis algorithm with respect to the uncertainty of the spatial form and location of cracks and their resulting dynamic effects. First, we formulate a measure of the reliability of the diagnostic algorithm, and then we discuss modifications of the diagnostic algorithm for the maximization of the reliability. The reliability of a diagnostic algorithm is measured by the amount of uncertainty consistent with no-failure of the diagnosis. Uncertainty is quantitatively represented with convex models.

Keywords:

Robust reliability, convex models, Kalman filtering, multi-hypothesis diagnosis, rotating machinery, crack diagnosis
(24 S., 1998)

4. F.-Th. Lentz, N. Siedow

Three-dimensional Radiative Heat Transfer in Glass Cooling Processes

For the numerical simulation of 3D radiative heat transfer in glasses and glass melts, practically applicable mathematical methods are needed to handle such problems optimal using workstation class computers. Since the exact solution would require super-computer capabilities we concentrate on approximate solutions with a high degree of accuracy. The following approaches are studied: 3D diffusion approximations and 3D ray-tracing methods. (23 S., 1998)

5. A. Klar, R. Wegener

A hierarchy of models for multilane vehicular traffic Part I: Modeling

In the present paper multilane models for vehicular traffic are considered. A microscopic multilane model based on reaction thresholds is developed. Based on this model an Enskog like kinetic model is developed. In particular, care is taken to incorporate the correlations between the vehicles. From the kinetic model a fluid dynamic model is derived. The macroscopic coefficients are deduced from the underlying kinetic model. Numerical simulations are presented for all three levels of description in [10]. Moreover, a comparison of the results is given there. (23 S., 1998)

Part II: Numerical and stochastic investigations

In this paper the work presented in [6] is continued. The present paper contains detailed numerical investigations of the models developed there. A numerical method to treat the kinetic equations obtained in [6] are presented and results of the simulations are shown. Moreover, the stochastic correlation model used in [6] is described and investigated in more detail. (17 S., 1998)

6. A. Klar, N. Siedow

Boundary Layers and Domain Decomposition for Radiative Heat Transfer and Diffusion Equations: Applications to Glass Manufacturing Processes

In this paper domain decomposition methods for radiative transfer problems including conductive heat transfer are treated. The paper focuses on semi-transparent materials, like glass, and the associated conditions at the interface between the materials. Using asymptotic analysis we derive conditions for the coupling of the radiative transfer equations and a diffusion approximation. Several test cases are treated and a problem appearing in glass manufacturing processes is computed. The results clearly show the advantages of a domain decomposition approach. Accuracy equivalent to the solution of the global radiative transfer solution is achieved, whereas computation time is strongly reduced. (24 S., 1998)

7. I. Choquet

Heterogeneous catalysis modelling and numerical simulation in rarified gas flows Part I: Coverage locally at equilibrium

A new approach is proposed to model and simulate numerically heterogeneous catalysis in rarefied gas flows. It is developed to satisfy all together the following points: 1) describe the gas phase at the microscopic scale, as required in rarefied flows, 2) describe the wall at the macroscopic scale, to avoid prohibitive computational costs and consider not only crystalline but also amorphous surfaces, 3) reproduce on average macroscopic laws correlated with experimental results and 4) derive analytic models in a systematic and exact way. The problem is stated in the general framework of a non static flow in the vicinity of a catalytic and non porous surface (without aging). It is shown that the exact and systematic resolution method based on the Laplace transform, introduced previously by the author to model collisions in the gas phase, can be extended to the present problem. The proposed approach is applied to the modelling of the Eley-Rideal and Langmuir-Hinshelwood recombinations, assuming that the coverage is locally at equilibrium. The models are developed considering one atomic species and extended to the general case of several atomic species. Numerical calculations show that the models derived in this way reproduce with accuracy behaviors observed experimentally. (24 S., 1998)

8. J. Ohser, B. Steinbach, C. Lang

Efficient Texture Analysis of Binary Images

A new method of determining some characteristics of binary images is proposed based on a special linear filtering. This technique enables the estimation of the area fraction, the specific line length, and the specific integral of curvature. Furthermore, the specific length of the total projection is obtained, which gives detailed information about the texture of the image. The influence of lateral and directional resolution depending on the size of the applied filter mask is discussed in detail. The technique includes a method of increasing directional resolution for texture analysis while keeping lateral resolution as high as possible. (17 S., 1998)

9. J. Orlik

Homogenization for viscoelasticity of the integral type with aging and shrinkage

A multi-phase composite with periodic distributed inclusions with a smooth boundary is considered in this contribution. The composite component materials are supposed to be linear viscoelastic and aging (of the non-convolution integral type, for which the Laplace transform with respect to time is not effectively applicable) and are subjected to isotropic shrinkage. The free shrinkage deformation can be considered as a fictitious temperature deformation in the behavior law. The procedure presented in this paper proposes a way to determine average (effective homogenized) viscoelastic and shrinkage (temperature) composite properties and the homogenized stress-field from known properties of the

components. This is done by the extension of the asymptotic homogenization technique known for pure elastic non-homogeneous bodies to the non-homogeneous thermo-viscoelasticity of the integral non-convolution type. Up to now, the homogenization theory has not covered viscoelasticity of the integral type. Sanchez-Palencia (1980), Francfort & Suquet (1987) (see [2], [9]) have considered homogenization for viscoelasticity of the differential form and only up to the first derivative order. The integral-modeled viscoelasticity is more general than the differential one and includes almost all known differential models. The homogenization procedure is based on the construction of an asymptotic solution with respect to a period of the composite structure. This reduces the original problem to some auxiliary boundary value problems of elasticity and viscoelasticity on the unit periodic cell, of the same type as the original non-homogeneous problem. The existence and uniqueness results for such problems were obtained for kernels satisfying some constraint conditions. This is done by the extension of the Volterra integral operator theory to the Volterra operators with respect to the time, whose kernels are space linear operators for any fixed time variables. Some ideas of such an approach were proposed in [11] and [12], where the Volterra operators with kernels depending additionally on parameters were considered. This manuscript delivers results of the same nature for the case of the space-operator kernels. (20 S., 1998)

10. J. Mohring

Helmholtz Resonators with Large Aperture

The lowest resonant frequency of a cavity resonator is usually approximated by the classical Helmholtz formula. However, if the opening is rather large and the front wall is narrow this formula is no longer valid. Here we present a correction which is of third order in the ratio of the diameters of aperture and cavity. In addition to the high accuracy it allows to estimate the damping due to radiation. The result is found by applying the method of matched asymptotic expansions. The correction contains form factors describing the shapes of opening and cavity. They are computed for a number of standard geometries. Results are compared with numerical computations. (21 S., 1998)

11. H. W. Hamacher, A. Schöbel

On Center Cycles in Grid Graphs

Finding "good" cycles in graphs is a problem of great interest in graph theory as well as in locational analysis. We show that the center and median problems are NP hard in general graphs. This result holds both for the variable cardinality case (i.e. all cycles of the graph are considered) and the fixed cardinality case (i.e. only cycles with a given cardinality p are feasible). Hence it is of interest to investigate special cases where the problem is solvable in polynomial time. In grid graphs, the variable cardinality case is, for instance, trivially solvable if the shape of the cycle can be chosen freely. If the shape is fixed to be a rectangle one can analyze rectangles in grid graphs with, in sequence, fixed dimension, fixed cardinality, and variable cardinality. In all cases a complete characterization of the optimal cycles and closed form expressions of the optimal objective values are given, yielding polynomial time algorithms for all cases of center rectangle problems. Finally, it is shown that center cycles can be chosen as

rectangles for small cardinalities such that the center cycle problem in grid graphs is in these cases completely solved. (15 S., 1998)

12. H. W. Hamacher, K.-H. Küfer

Inverse radiation therapy planning - a multiple objective optimisation approach

For some decades radiation therapy has been proved successful in cancer treatment. It is the major task of clinical radiation treatment planning to realize on the one hand a high level dose of radiation in the cancer tissue in order to obtain maximum tumor control. On the other hand it is obvious that it is absolutely necessary to keep in the tissue outside the tumor, particularly in organs at risk, the unavoidable radiation as low as possible. No doubt, these two objectives of treatment planning - high level dose in the tumor, low radiation outside the tumor - have a basically contradictory nature. Therefore, it is no surprise that inverse mathematical models with dose distribution bounds tend to be infeasible in most cases. Thus, there is need for approximations compromising between overdosing the organs at risk and underdosing the target volume.

Differing from the currently used time consuming iterative approach, which measures deviation from an ideal (non-achievable) treatment plan using recursively trial-and-error weights for the organs of interest, we go a new way trying to avoid a priori weight choices and consider the treatment planning problem as a multiple objective linear programming problem: with each organ of interest, target tissue as well as organs at risk, we associate an objective function measuring the maximal deviation from the prescribed doses.

We build up a data base of relatively few efficient solutions representing and approximating the variety of Pareto solutions of the multiple objective linear programming problem. This data base can be easily scanned by physicians looking for an adequate treatment plan with the aid of an appropriate online tool. (14 S., 1999)

13. C. Lang, J. Ohser, R. Hilfer

On the Analysis of Spatial Binary Images

This paper deals with the characterization of microscopically heterogeneous, but macroscopically homogeneous spatial structures. A new method is presented which is strictly based on integral-geometric formulae such as Crofton's intersection formulae and Hadwiger's recursive definition of the Euler number. The corresponding algorithms have clear advantages over other techniques. As an example of application we consider the analysis of spatial digital images produced by means of Computer Assisted Tomography. (20 S., 1999)

14. M. Junk

On the Construction of Discrete Equilibrium Distributions for Kinetic Schemes

A general approach to the construction of discrete equilibrium distributions is presented. Such distribution functions can be used to set up Kinetic Schemes as well as Lattice Boltzmann methods. The general principles are also applied to the construction of Chapman-Enskog distributions which are used in Kinetic Schemes for com-

pressible Navier-Stokes equations. (24 S., 1999)

15. M. Junk, S. V. Raghurame Rao

A new discrete velocity method for Navier-Stokes equations

The relation between the Lattice Boltzmann Method, which has recently become popular, and the Kinetic Schemes, which are routinely used in Computational Fluid Dynamics, is explored. A new discrete velocity model for the numerical solution of Navier-Stokes equations for incompressible fluid flow is presented by combining both the approaches. The new scheme can be interpreted as a pseudo-compressibility method and, for a particular choice of parameters, this interpretation carries over to the Lattice Boltzmann Method. (20 S., 1999)

16. H. Neunzert

Mathematics as a Key to Key Technologies

The main part of this paper will consist of examples, how mathematics really helps to solve industrial problems; these examples are taken from our Institute for Industrial Mathematics, from research in the Technomathematics group at my university, but also from ECMI groups and a company called TecMath, which originated 10 years ago from my university group and has already a very successful history. (39 S. (vier PDF-Files), 1999)

17. J. Ohser, K. Sandau

Considerations about the Estimation of the Size Distribution in Wickell's Corpuscle Problem

Wickell's corpuscle problem deals with the estimation of the size distribution of a population of particles, all having the same shape, using a lower dimensional sampling probe. This problem was originally formulated for particle systems occurring in life sciences but its solution is of actual and increasing interest in materials science. From a mathematical point of view, Wickell's problem is an inverse problem where the interesting size distribution is the unknown part of a Volterra equation. The problem is often regarded ill-posed, because the structure of the integrand implies unstable numerical solutions. The accuracy of the numerical solutions is considered here using the condition number, which allows to compare different numerical methods with different (equidistant) class sizes and which indicates, as one result, that a finite section thickness of the probe reduces the numerical problems. Furthermore, the relative error of estimation is computed which can be split into two parts. One part consists of the relative discretization error that increases for increasing class size, and the second part is related to the relative statistical error which increases with decreasing class size. For both parts, upper bounds can be given and the sum of them indicates an optimal class width depending on some specific constants. (18 S., 1999)

18. E. Carrizosa, H. W. Hamacher, R. Klein, S. Nickel

Solving nonconvex planar location problems by finite dominating sets

It is well-known that some of the classical location problems with polyhedral gauges can be solved in polynomial time by finding a finite dominating set, i. e. a finite set of candidates guaranteed to contain at least one optimal location.

In this paper it is first established that this result holds for a much larger class of problems than currently considered in the literature. The model for which this result can be proven includes, for instance, location problems with attraction and repulsion, and location-allocation problems. Next, it is shown that the approximation of general gauges by polyhedral ones in the objective function of our general model can be analyzed with regard to the subsequent error in the optimal objective value. For the approximation problem two different approaches are described, the sandwich procedure and the greedy algorithm. Both of these approaches lead - for fixed epsilon - to polynomial approximation algorithms with accuracy epsilon for solving the general model considered in this paper.

Keywords:

Continuous Location, Polyhedral Gauges, Finite Dominating Sets, Approximation, Sandwich Algorithm, Greedy Algorithm
(19 S., 2000)

19. A. Becker

A Review on Image Distortion Measures

Within this paper we review image distortion measures. A distortion measure is a criterion that assigns a "quality number" to an image. We distinguish between mathematical distortion measures and those distortion measures in-cooperating a priori knowledge about the imaging devices (e. g. satellite images), image processing algorithms or the human physiology. We will consider representative examples of different kinds of distortion measures and are going to discuss them.

Keywords:

Distortion measure, human visual system
(26 S., 2000)

20. H. W. Hamacher, M. Labbé, S. Nickel, T. Sonneborn

Polyhedral Properties of the Uncapacitated Multiple Allocation Hub Location Problem

We examine the feasibility polyhedron of the uncapacitated hub location problem (UHL) with multiple allocation, which has applications in the fields of air passenger and cargo transportation, telecommunication and postal delivery services. In particular we determine the dimension and derive some classes of facets of this polyhedron. We develop some general rules about lifting facets from the uncapacitated facility location (UFL) for UHL and projecting facets from UHL to UFL. By applying these rules we get a new class of facets for UHL which dominates the inequalities in the original formulation. Thus we get a new formulation of UHL whose constraints are all facet-defining. We show its superior computational performance by benchmarking it on a well known data set.

Keywords:

integer programming, hub location, facility location, valid inequalities, facets, branch and cut
(21 S., 2000)

21. H. W. Hamacher, A. Schöbel

Design of Zone Tariff Systems in Public Transportation

Given a public transportation system represented by its stops and direct connections between stops, we consider two problems dealing with the prices for the customers: The fare problem in which subsets of stops are already aggregated to zones and "good" tariffs have to be found in the existing zone system. Closed form solutions for the fare problem are presented for three objective functions. In the zone problem the design of the zones is part of the problem. This problem is NP hard and we therefore propose three heuristics which prove to be very successful in the redesign of one of Germany's transportation systems.

(30 S., 2001)

22. D. Hietel, M. Junk, R. Keck, D. Teleaga:

The Finite-Volume-Particle Method for Conservation Laws

In the Finite-Volume-Particle Method (FVPM), the weak formulation of a hyperbolic conservation law is discretized by restricting it to a discrete set of test functions. In contrast to the usual Finite-Volume approach, the test functions are not taken as characteristic functions of the control volumes in a spatial grid, but are chosen from a partition of unity with smooth and overlapping partition functions (the particles), which can even move along prescribed velocity fields. The information exchange between particles is based on standard numerical flux functions. Geometrical information, similar to the surface area of the cell faces in the Finite-Volume Method and the corresponding normal directions are given as integral quantities of the partition functions.

After a brief derivation of the Finite-Volume-Particle Method, this work focuses on the role of the geometric coefficients in the scheme.

(16 S., 2001)

23. T. Bender, H. Hennes, J. Kalcsics, M. T. Melo, S. Nickel

Location Software and Interface with GIS and Supply Chain Management

The objective of this paper is to bridge the gap between location theory and practice. To meet this objective focus is given to the development of software capable of addressing the different needs of a wide group of users. There is a very active community on location theory encompassing many research fields such as operations research, computer science, mathematics, engineering, geography, economics and marketing. As a result, people working on facility location problems have a very diverse background and also different needs regarding the software to solve these problems. For those interested in non-commercial applications (e. g. students and researchers), the library of location algorithms (LoLA) can be of considerable assistance. LoLA contains a collection of efficient algorithms for solving planar, network and discrete facility location problems. In this paper, a detailed description of the functionality of LoLA is presented. In the fields of geography and marketing, for instance, solving facility location problems requires using large amounts of demographic data. Hence, members of these groups (e. g. urban planners and sales managers) often work with geographical information too. To address the specific needs of these users, LoLA was linked to a geo-

graphical information system (GIS) and the details of the combined functionality are described in the paper. Finally, there is a wide group of practitioners who need to solve large problems and require special purpose software with a good data interface. Many of such users can be found, for example, in the area of supply chain management (SCM). Logistics activities involved in strategic SCM include, among others, facility location planning. In this paper, the development of a commercial location software tool is also described. The tool is embedded in the Advanced Planner and Optimizer SCM software developed by SAP AG, Walldorf, Germany. The paper ends with some conclusions and an outlook to future activities.

Keywords:

facility location, software development, geographical information systems, supply chain management.
(48 S., 2001)

24. H. W. Hamacher, S. A. Tjandra

Mathematical Modelling of Evacuation Problems: A State of Art

This paper details models and algorithms which can be applied to evacuation problems. While it concentrates on building evacuation many of the results are applicable also to regional evacuation. All models consider the time as main parameter, where the travel time between components of the building is part of the input and the overall evacuation time is the output. The paper distinguishes between macroscopic and microscopic evacuation models both of which are able to capture the evacuees' movement over time.

Macroscopic models are mainly used to produce good lower bounds for the evacuation time and do not consider any individual behavior during the emergency situation. These bounds can be used to analyze existing buildings or help in the design phase of planning a building. Macroscopic approaches which are based on dynamic network flow models (minimum cost dynamic flow, maximum dynamic flow, universal maximum flow, quickest path and quickest flow) are described. A special feature of the presented approach is the fact, that travel times of evacuees are not restricted to be constant, but may be density dependent. Using multicriteria optimization priority regions and blockage due to fire or smoke may be considered. It is shown how the modelling can be done using time parameter either as discrete or continuous parameter.

Microscopic models are able to model the individual evacuee's characteristics and the interaction among evacuees which influence their movement. Due to the corresponding huge amount of data one uses simulation approaches. Some probabilistic laws for individual evacuee's movement are presented. Moreover ideas to model the evacuee's movement using cellular automata (CA) and resulting software are presented.

In this paper we will focus on macroscopic models and only summarize some of the results of the microscopic approach. While most of the results are applicable to general evacuation situations, we concentrate on building evacuation.

(44 S., 2001)

25. J. Kuhnert, S. Tiwari

Grid free method for solving the Poisson equation

A Grid free method for solving the Poisson equation is presented. This is an iterative method. The method is based on the weighted least squares approximation in which the Poisson equation is enforced to be satisfied in every iterations. The boundary conditions can also be enforced in the iteration process. This is a local approximation procedure. The Dirichlet, Neumann and mixed boundary value problems on a unit square are presented and the analytical solutions are compared with the exact solutions. Both solutions matched perfectly.

Keywords:

Poisson equation, Least squares method, Grid free method (19 S., 2001)

26. T. Götz, H. Rave, D. Reinel-Bitzer, K. Steiner, H. Tiemeier

Simulation of the fiber spinning process

To simulate the influence of process parameters to the melt spinning process a fiber model is used and coupled with CFD calculations of the quench air flow. In the fiber model energy, momentum and mass balance are solved for the polymer mass flow. To calculate the quench air the Lattice Boltzmann method is used. Simulations and experiments for different process parameters and hole configurations are compared and show a good agreement.

Keywords:

Melt spinning, fiber model, Lattice Boltzmann, CFD (19 S., 2001)

27. A. Zemitis

On interaction of a liquid film with an obstacle

In this paper mathematical models for liquid films generated by impinging jets are discussed. Attention is stressed to the interaction of the liquid film with some obstacle. S. G. Taylor [Proc. R. Soc. London Ser. A 253, 313 (1959)] found that the liquid film generated by impinging jets is very sensitive to properties of the wire which was used as an obstacle. The aim of this presentation is to propose a modification of the Taylor's model, which allows to simulate the film shape in cases, when the angle between jets is different from 180°. Numerical results obtained by discussed models give two different shapes of the liquid film similar as in Taylors experiments. These two shapes depend on the regime: either droplets are produced close to the obstacle or not. The difference between two regimes becomes larger if the angle between jets decreases. Existence of such two regimes can be very essential for some applications of impinging jets, if the generated liquid film can have a contact with obstacles.

Keywords:

impinging jets, liquid film, models, numerical solution, shape (22 S., 2001)

28. I. Ginzburg, K. Steiner

Free surface lattice-Boltzmann method to model the filling of expanding cavities by Bingham Fluids

The filling process of viscoplastic metal alloys and plastics in expanding cavities is modelled using the lattice Boltzmann method in two and three dimensions. These models combine the regularized Bingham model for viscoplastic with a free-interface algorithm. The latter is based on a modified immiscible lattice Boltzmann model in which one species is the fluid and the other one is considered as vacuum. The boundary conditions at the curved liquid-vacuum interface are met without any geometrical front reconstruction from a first-order Chapman-Enskog expansion. The numerical results obtained with these models are found in good agreement with available theoretical and numerical analysis.

Keywords:

Generalized LBE, free-surface phenomena, interface boundary conditions, filling processes, Bingham viscoplastic model, regularized models (22 S., 2001)

29. H. Neunzert

»Denn nichts ist für den Menschen als Menschen etwas wert, was er nicht mit Leidenschaft tun kann«

Vortrag anlässlich der Verleihung des Akademiepreises des Landes Rheinland-Pfalz am 21.11.2001

Was macht einen guten Hochschullehrer aus? Auf diese Frage gibt es sicher viele verschiedene, fachbezogene Antworten, aber auch ein paar allgemeine Gesichtspunkte: es bedarf der »Leidenschaft« für die Forschung (Max Weber), aus der dann auch die Begeisterung für die Lehre erwächst. Forschung und Lehre gehören zusammen, um die Wissenschaft als lebendiges Tun vermitteln zu können. Der Vortrag gibt Beispiele dafür, wie in angewandter Mathematik Forschungsaufgaben aus praktischen Alltagsproblemstellungen erwachsen, die in die Lehre auf verschiedenen Stufen (Gymnasium bis Graduiertenkolleg) einfließen; er leitet damit auch zu einem aktuellen Forschungsgebiet, der Mehrskalanalyse mit ihren vielfältigen Anwendungen in Bildverarbeitung, Materialentwicklung und Strömungsmechanik über, was aber nur kurz gestreift wird. Mathematik erscheint hier als eine moderne Schlüsseltechnologie, die aber auch enge Beziehungen zu den Geistes- und Sozialwissenschaften hat.

Keywords:

Lehre, Forschung, angewandte Mathematik, Mehrskalanalyse, Strömungsmechanik (18 S., 2001)