

Wieviel Mathematik braucht ein Hai? Wieviel eine zukunftsstarke Gesellschaft?

Die ersten Technomathematiker an der Universität Bayreuth
absolvierten ihr Studium

Gibt es einen Shark-Skin-Effekt beim Stokes-Fluss? So der Fachjargon von Mathematikern und Strömungsmechanikern. Verständlicher ausgedrückt: Warum schwimmt ein Hai nur so schnell? Oder einfacher ausgedrückt: Fließt ein Flüssigkeitsfilm auf einer glatten, geneigten Ebene schneller zu Tal als auf einer in spezieller Weise gewellten Fläche? In der ersten an der Universität Bayreuth beendeten Diplomarbeit des im Wintersemester 2000/2001 eingeführten Diplomstudiengangs

Technomathematik, einem interdisziplinären Studiengang basierend auf den drei Fächern Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften, kam man der Lösung dieser Frage einen deutlichen Schritt näher. Armin Rund konnte unter der Betreuung von Prof. Nuri Aksel und Privatdozent Markus Scholle vom Lehrstuhl Technische Mechanik und Strömungsmechanik sowie von Prof. Hans Josef Pesch vom Lehrstuhl Ingenieurmathematik nachweisen, dass ein Flüssigkeitsfilm in der Tat bei gewissen gewellten Bodenkonturen schneller zu Tale fließt als auf einer glatten, geneigten Ebene. Noch ist der Effekt gering, noch nur aufgrund mathematischer Gleichungen berechnet, noch unter der Voraussetzung vereinfachender Annahmen, doch man weiß nun, wie man Experimente zu entwerfen hat, um dieses Ergebnis auch experimentell nachweisen zu können. Rein experimentell hätte man solch ein Ergebnis, wenn überhaupt, nur mit viel Zeit und hohen Kosten finden können. Dieses Beispiel zeigt, warum Mathematik heutzutage als Schlüsseltechnologie bezeichnet wird.



Abbildung 1: Durch die spezielle Form seiner Haut vermag ein Hai extrem schnell zu schwimmen. Die Evolution hat den Hai über Jahrmillionen optimiert, doch mit Mathematik geht es schneller

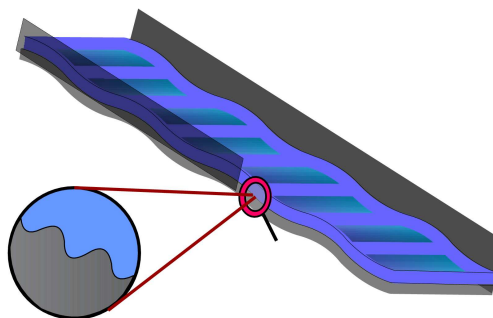


Abbildung 2: Geeignet gewellte Bodenkonturen können den Fluss eines Flüssigkeitsfilms beschleunigen

An der Nahtstelle zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften hat sich seit ca. zwei Jahrzehnten ein zukunftssträchtiges Gebiet etabliert: Das Wissenschaftliche Rechnen. Prof. Pesch: *Die Querschnittswissenschaften Mathematik und ihre mittlerweile sehr erwachsene Tochter, die Informatik, durchdringen zunehmend andere Wissensgebiete. Mathematische Me-*

thoden beschleunigen den Weg zu neuen Erkenntnissen auch in anderen Wissenschaftsdisziplinen, nicht selten durch überraschende Seiteneinstiege. Wegen seiner Relevanz für Forschung und Industrie und wegen der an der Universität Bayreuth vorhandenen Kompetenz sollte das Gebiet des Wissenschaftlichen Rechnens daher auch bei uns deutlicher herausgestellt werden. Wir sollten einen Hochschulschwerpunkt „Wissenschaftliches Rechnen/Scientific Computing“ einrichten, zumal wir hier neben der ingenieurmäßigen Komponente mit Diskreter Optimierung und innovativen Gebieten der Reinen Mathematik nicht nur die Wirtschaftswissenschaften, sondern auch Physik, Chemie, Geoökologie und für die Daten- und Kommunikationssicherheit so wichtige Gebiete wie Kryptographie und Codierungstheorie einbinden könnten. Dies wäre sogar ein Alleinstellungsmerkmal unter den diversen Zentren für „Scientific Computing“ in Deutschland.

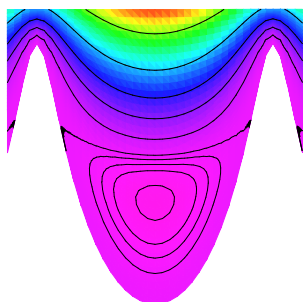


Abbildung 3: Die Flüssigkeit fließt längs der Linien (Stromlinien). Unten entsteht ein Wirbel, der vom Hauptstrom des Flüssigkeitsfilms getrennt ist (aus einer Computersimulation)

Doch kehren wir nochmals zu dem oben geschilderten „Hai-Haut-Effekt“ zurück. Es besteht die Hoffnung, dass die Mathematik bald auch eine Antwort auf die Frage gibt, welches ist die beste Bodenform überhaupt? Welche Form lässt die Flüssigkeit am schnellsten zu Tal fließen? Der technologische Nutzen, den man daraus ziehen kann, ist vielfältig: Nichtglatte Oberflächen beschleunigen den Golfball. Der Lotusblüteneffekt lässt Wasser und Schmutz schneller abperlen. Diese Forschungen um den Shark-Skin-Effekt können zudem zu besseren Beschichtungsprozessen und Gleitlagern führen, aber auch den Austausch von Schadstoffen über wasserführenden Schichten im Boden beschreiben.

Um diese Frage aber beantworten zu können, muss man tief in eines der derzeit aktuellsten Forschungsgebiete der Mathematik eindringen: Der Optimierung bei partiellen Differentialgleichungen, einem Gebiet auf dem deutschsprachige Forscher weltweit tonangebend sind und auf dem die Optimierungsgruppe innerhalb der Bayreuther Mathematik zusammen mit Erlanger und Würzburger Kollegen ein Internationales Doktorandenkolleg im Elitenetzwerk Bayern eingeworben hat. Sein Titel: Identifikation, Optimierung und Steuerung für technische Anwendungen.

Im Rahmen dieses Kollegs werden in Kürze Kerstin Brandes, wie auch Armin Rund, die Arbeit an ihren Dissertationen beginnen. Kerstin Brandes hat bereits im Rahmen ihrer Diplomarbeit im Diplomstudiengang Mathematik mit dem Nebenfach Ingenieurwissenschaften auf diesem Gebiet gearbeitet. Auch sie nimmt eine Vorreiterrolle ein, ist sie doch die erste Absolventin der Universität Bayreuth mit der Fächerkombination Mathematik/Ingenieurwissenschaften. Informatik hat sie zudem nebenbei studiert. Ihre Diplomarbeit wurde am Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics (RICAM) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Linz von Dr. Roland Griesse, einem ehemaligen Doktoranden des Lehrstuhls Ingenieurmathematik betreut. — Ohne Johann Radons mathematische Forschungen gäbe es heute übrigens keine Computertomographie. — Radon wäre stolz, wenn er heute das moderne, bestens ausgestattete, ganz der Angewandten Mathematik gewidmete Forschungsinstitut in Linz sähe. Spitzenforschung auf höchstem Niveau, ganz frei ohne politische und nahezu frei ohne finanzielle Zwänge. Bürokratismus ist dort ein Fremdwort. Die Kosten des Aufenthaltes von Kerstin Brandes finanzierte selbstverständlich das RICAM. Prof. Pesch: *Seit meinem Besuch in Linz bei meinem „verlorenen Sohn“, meinem ehemaligen Doktoranden, verstehe ich, warum Österreich mittlerweile das bessere Deutschland genannt wird.*

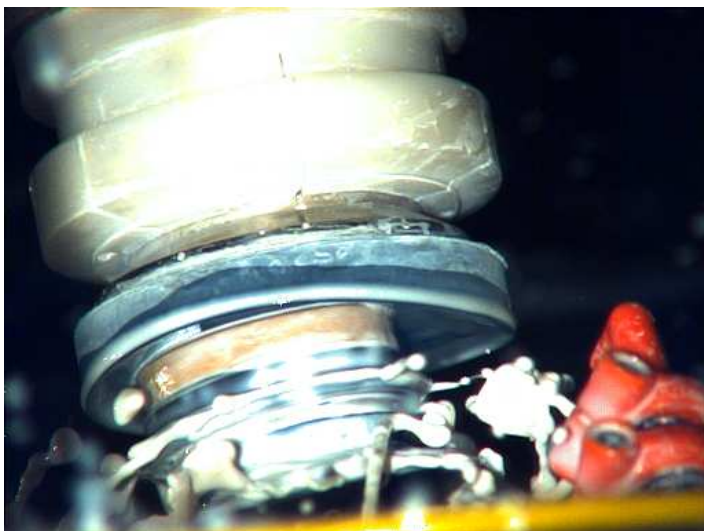


Abbildung 4: Ein an einer frei beweglichen Pinole befestigtes rotierendes Polierpad muss über dem ebenfalls rotierenden Träger, auf dem das Gleitsichtbrillenglas befestigt ist, so gesteuert werden, dass ein gleichmäßiger Abtrag entsteht, durch den das Brillenglas erst durchsichtig wird



Abbildung 5: Die beim Blick durch die Zeisslampe sichtbar werdenden Schatten deuten auf einen nicht gleichmäßigen Abtrag hin. Der Polierprozess muss fortgesetzt werden. Die Mathematik kann helfen, an dieser Stelle den Produktionsprozess zu verkürzen

Und der dritte im Bunde, Christian Reinl, hat in seiner Diplomarbeit eine Problemstellung aus der Industrie untersucht, den finalen Polierprozess bei der Herstellung von Gleitsicht-Brillengläsern, bei dem namhaften Brillenhersteller Rodenstock im niederbayerischen Regen. Mit computerorientierten Methoden der Mathematik lässt sich jetzt der Abrieb beim Polierprozess berechnen. In Zukunft soll er so optimiert werden, dass die abgetragene Schicht möglichst gleichmäßig ist. Doch bis dahin sind noch etliche mathematische Nüsse zu knacken.

Schließlich arbeitet der vierte Technomathematiker des Startjahrgangs, Jörg Klätte, im fernen Indiana, USA, an der Berechnung von Strömungen, die unter Schwerelosigkeit fließen. Solche Untersuchungen sind wichtig, um in Raumfahrzeugen und Raumstationen z. B. Wärme und Treibstoffe effizient und mit möglichst wenig gewichtsverursachenden Komponenten transportieren zu können. Über das Zentrum für

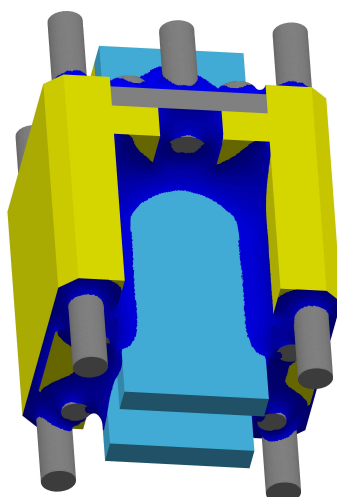


Abbildung 6: Flüssigkeitsbenetzung einer Apparatur bei Flüssigkeitsaustritt unter Schwerelosigkeitsbedingungen. Die Flüssigkeit (dunkelblau) „kriecht“ in alle Ecken und Kanten der Apparatur (Computersimulation)

Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen, wo Jörg Klätte sein Technomathematik-Praktikum absolvierte, führte ihn sein Weg zur School

of Aeronautics and Astronautics der Purdue University in West Lafayette, Indiana, und bald weiter nach Portland, Oregon, USA, zur Thermal and Fluid Science Group der Portland State University. International führende Wissenschaftler sind dabei seine Betreuer, großzügig finanziert vom ZARM.

Auch Christian Reinl und Jörg Klatte werden der Wissenschaft erhalten bleiben. Christian Reinl wird an der Technischen Universität Darmstadt auf dem Gebiet der Optimierung von Robotern die Arbeit an seiner Dissertation beginnen, in einer Gruppe, die bereits mehrfach die Fussballweltmeisterschaft für Roboter gewinnen konnte. Prof. von Stryk, der Leiter dieser Gruppe, ist zur Hälfte „Doktorsohn“ und „Doktorbruder“ von Prof. Pesch. — Man sieht: In der Wissenschaft ist (fast) nichts unmöglich!

Prof. Aksel: *Es ist jammerschade. Mein Kollege Prof. Pesch und ich haben so viele Projekte, die wir alleine mit unseren Mitarbeitern nicht bearbeiten können, aber wir finden nicht hinreichend viele Studentinnen und Studenten. Gerade im Studiengang Technomathematik, der neben der Mathematik an der Fakultät 1 und den Ingenieurwissenschaften an der Fakultät 6 praktisch kostenfrei mitlaufen kann, schreiben sich leider nur sehr wenige Studierende ein.* Prof. Pesch, derzeit Dekan der Fakultät für Mathematik und Physik: *Ich vermute, es ist eine Kombination mehrerer Gründe. Mathematik und dann noch in Kombination mit Informatik und Ingenieurwissenschaften gilt als schwer. Mathematik selbst zudem hat ein Imageproblem. Konnte doch der ehemalige Bundeskanzler Gerhard Schröder ohne Ansehensverlust von sich behaupten, ‚In Mathematik war ich durchschnittlich unterdurchschnittlich‘. Kaum einer kann sich vorstellen, wozu Mathematik nütze ist. Was kann man denn da noch erforschen? Leider wissen auch viele Mathematiklehrer und -lehrerinnen nicht, dass Mathematik als Schlüsseltechnologie gilt, dass Mathematikerinnen und Mathematiker branchen- und nahezu konjunkturunabhängig exzellente Berufschancen haben und mit die besten Anfangsgehälter bekommen. Und dann raten da sogar manche Lehrer und Arbeitsämter von einem Mathematikstudium ab. Mittlerweile haben alle Hochschullehrer der Mathematik erkannt, dass wir massiv Werbung für unser Fach machen müssen. Mit der Einführung der neuen Bachelor-Masterstudiengänge werden wir eine Aufklärungskampagne starten. Um die Anfängerzahlen in den mathematischen Studiengängen jedoch langfristig zu ändern, müsste sich auch die Ausbildung der Gymnasiallehrer verändern. Leider werden die Chancen, die sich mit der Umstellung der Studiengänge bieten, vom verantwortlichen Bayerischen Staatsministerium torpediert.*

Doch das soll junge Menschen nicht abhalten, zu uns zu kommen. Mein Kollege Herr Aksel und ich möchten sehen, dass im nächsten Wintersemester die Plätze in unserem Besprechungsraum nicht ausreichen, wenn wir die Erstsemester im Studiengang Technomathematik zu unserem ersten traditionellen Cappuccino-Treff einladen.

Prof. Dr. Hans Josef Pesch
Lehrstuhl für Ingenieurmathematik
Universität Bayreuth