

Bahnrekord für einen Tag

Ein ganz alltägliches Phänomen und doch weitgehend unerforscht ist das Gleiten auf Eis. Am Zentralinstitut für Medizintechnik (ZIMT) der TUM (Prof. Erich Wintermantel) wird dieses Thema derzeit in Kooperation mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der TUM (Prof. Michael Zäh) und dem Bayerischen Bob- und Schlittensportverband im Projekt BOBMAT bearbeitet. Die theoretischen Untersuchungen haben letztlich zum



Ziel, neue Kufen für die zukünftige Teilnahme bayerischer Bobteams an Weltcups und bei Olympia 2006 in Turin zu entwickeln - mit bereits beachtlichem Erfolg: Die erste am ZIMT gebaute Kufe hielt einen Tag lang den inoffiziellen Bahnrekord der Bobbahn am Königssee.

Die geläufige Erklärung, dass die Erhöhung des Drucks durch einen Gleitkörper das Eis schmelzen lässt und damit die Bildung eines Wasserfilms bewirkt, ist im Allgemeinen nicht richtig. Das Gewicht eines Menschen auf Skiern würde lediglich ausreichen, um Schnee oder Eis bei einer Temperatur von $-0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu schmelzen - weit entfernt von den Bereichen tieferer Temperatur, bei denen Gleiten auf Eis noch immer möglich ist. Zwar existiert bislang noch keine umfassende wissenschaftliche Beschreibung des Phänomens, doch gibt es Hinweise, dass die Reibwärme, die molekulare Beschaffenheit der Oberfläche und die elektrostatische Aufladung des Eises wichtige Rollen spielen.

Am ZIMT wurde innerhalb der Arbeitsgruppe Materialtribologie ein Versuchsstand aufgebaut, der die Untersuchung der Tribologie des Eises ermöglicht (Tribologie ist die Lehre der Reibung). Auf einer motorgetriebenen Aluminiumdrehmaschine mit einem Durchmesser von 2,5 m wird eine zwischen 10 und 100 mm dicke Eisbahn aufgefroren und eine Werkstoffprobe oder eine skalierte Bobkufe auf die Eisoberfläche gesetzt. Die Probe wird radial wie eine Schallplatte »abgespielt«, so dass immer auf frischem Eis gemessen wird. Unter Variation der Geschwindigkeit, der Tempera-



Das BOBMAT-Projektteam mit Prof. Erich Wintermantel (3.v.l.) und Prof. Michael Zäh (4.v.r.) präsentiert die ersten, rekordverdächtigen Bobkufen.
Foto: Michael Stöver

ture und der Normalkraft lässt sich der Reibkoeffizient ermitteln. Die gesamte Anlage ist in einer Kühlzelle untergebracht, in der sich die Umgebungstemperatur zwischen $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ einstellen lässt. Die Eistemperatur liegt zwischen $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ und dem Gefrierpunkt. Erste Ergebnisse der Versuchsanlage sind viel versprechend; in Zukunft soll das Versuchsdesign auf die Simula-

tion verschiedener Wetterlagen wie Regen, Schnee, Sonne und Raureif erweitert werden.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird im Projekt BOBMAT zusammen mit dem Bayerischen Bob- und Schlittensportverband eine neue Bobkufe für die Teilnahme bayerischer Bobteams an Olympia 2006 und an Weltcups entwickelt. In Finite-Elemente-Simulationen wird die strukturmechanische Wechselwirkung von Eis und Kufe simuliert und das Verformungsverhalten der Kufen optimiert. Entscheidend ist dabei, zwischen der Belastung in Geraden und der Belastung in Kurven zu unterscheiden, die an sich zwei grundsätzlich unterschiedliche Kufendesigns erfordern würden. Ziel der Studien ist es, die Vorteile der beiden Bauweisen in einem Kufenkonzept zusammenzuführen und dieses spannungsanalytisch zu bewerten.

Gemeinsam mit dem iwB wurde seit September 2003 an der Herstellung des ersten Satzes von TUM-Bobkufen gearbeitet. Die Fertigung dieses Prototyps erforderte den Bau einer eigenen Vorrichtung, um den Kufenrohrkörper zur Minimierung des Bauteilverzugs beim Fräsen einzuspannen. Da nach bisherigen Erkenntnissen Eigenspannungen des Materials negativ auf das Gleitverhalten auf Eis wirken, wurden die Frässtrategie und die Werkzeuge so gewählt, dass nur möglichst geringe zusätzliche Spannungen in den Werkstoff eingebracht werden.

Der Kufensatz wurde nach einer Wärmebehandlung auf dem Fräszentrum Hermle C 40U am ZIMT gefertigt und erlebte seine Jungfernfahrt am 20. Februar 2004 mit einem der Spurschlitten im Vorfeld der Weltmeisterschaft 2004. Spurschlitten werden vor den Wertungsläufen eingesetzt, um auf der frisch präparierten Bahn für alle Sportler einheitliche Bedingungen zu schaffen. Der TUM-Kufensatz startete als vierter von fünf Spurbobs und brach prompt den Bahnrekord für Zweier-Bobs der Bahn am Königssee - zumindest inoffiziell, denn Spurbobfahrten gelten als Trainingsfahrten. Zwar wurde dieser Rekord bei den Weltmeisterschaftsläufen der Herren im Zweier-Bob am nächsten Tag übertroffen, doch bleibt den Beteiligten das gute Gefühl, für einen Tag absolute Spitze gewesen zu sein. Die nächsten Kufenkonzepte werden ja bereits in die Praxis umgesetzt...

Christian Hainzmaier

Forschungsverbund FORBIAS

Natürliches Vorbild für Technische Assistenz

Die Natur als Vorbild - Prinzipien biologischer Systeme, die sich über Jahrmillionen entwickelt und bewährt haben, können neue Wege aufzeigen, die Führung technischer Systeme zu realisieren und zu optimieren. Mit dem »Sensor Auge« befasst sich schwerpunktmäßig der neue »Forschungsverbund Bioanaloge Sensomotorische Assistenz« (FORBIAS). Die Bayerische Forschungsförderung (BFS) fördert den Verbund in den nächsten drei Jahren mit insgesamt zwei Millionen Euro, Sprecher ist Prof. Georg Färber, Ordinarius für Realzeit-Computersysteme der TUM.

Das Auge erreicht seine herausragenden Leistungen durch das enge Zusammenwirken mit weiteren Sensoren, vor allem dem Gleichgewichtssinn, und der Augenmotorik. Die Kopplung erfolgt durch die Informationsverarbeitung im Gehirn. FORBIAS leitet nun aus der genauen Analyse des biologischen Systems Auge neue Prinzipien für technische Anwendungen ab. Ein Schwerpunkt ist dabei die Realisierung einer blickgesteuerten Kopfkamera.

Hierfür entwickeln die Wissenschaftler ein mobiles Messgerät zur Video-Okulographie, das menschliche Augenbewegungen erfasst. Ziel ist es, die Blickrichtung einer am Kopf montierten Kamera zu steuern und zu stabilisieren: In der gemessenen Augenstellung ist die menschliche Eigenbewegung bereits kompensiert, so dass die Kamera ein ebenso stabiles Bild aufnehmen kann wie das menschliche Auge. Eine Kopfkamera, die exakt das aufnimmt, was die Augen sehen, ermöglicht eine sehr spontane Art der Berichterstattung, könnte aber auch der Dokumentation für Lehrzwecke dienen, zum Beispiel bei chirurgischen Eingriffen. Der psychologischen Forschung gibt eine exakte Messung der willkürlichen und unwillkürlichen Augenbewegung neue Erkenntnisse, etwa zur ergonomischen Gestaltung oder zur Werbewirksamkeit optischer Reize. Denkbar ist auch eine »Weckfunktion« für übermüdete Fahrer, wenn die Kamera laufend die Augenbewegung kontrolliert und Alarm schlägt, sobald der Fahrer in Sekundenschlaf fällt.

Ein weiterer thematischer Schwerpunkt von FORBIAS ist die Realisierung einer bioanalogen Fahrzeugkamera. Ein technischer Gleichgewichtssensor sorgt für den stabilen Blick: Er erfasst die Fahrzeugbewegung und übernimmt funktionell die Aufgabe seines biologischen Äquivalents, des menschlichen Gleichgewichtsorgans. Eine bioanaloge Fahrzeugkamera steigert die Robustheit von Fahrassistenzsystemen, wie etwa der automatischen Abstandshaltung. Dadurch lassen sich deren Einsatzbereiche erweitern und neue Funktionalitäten erschließen mit dem Ziel, ein Plus an

Sicherheit und Komfort in künftigen Automobilen zu ermöglichen.

An der TUM arbeiten die Wissenschaftler des Lehrstuhls für Realzeit-Computersysteme an der Umsetzung der bioanalogen Fahrzeugkamera und der darauf aufbauenden visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten. Ziel ist eine robuste Bildverarbeitung, die die zur Fahrassistenz nötigen Umgebungsinformationen bereitstellt. Der hierzu erforderliche technische Gleichgewichtssensor entsteht am



Blick der Fahrzeugkamera aus dem Auto. Per Bildverarbeitung werden Fahrbahnbegrenzungen detektiert und die Fahrspur erkannt.

Foto: FORBIAS



Bei der Video-Okulographie wird das Auge mit Infrarotlicht beleuchtet und über einen halbdurchlässigen Spiegel auf eine Videokamera abgebildet. Aus den Bildern werden die Augenbewegungen berechnet.

Foto: A.D.C.

Lehrstuhl für angewandte Mechanik der TUM in Garching (Prof. Heinz Ulbrich), wo außerdem die Aktorik