

Bohrung. Eindrucks-
voll zeigen Bohrer, dass
dort, wo Reibung ist,
auch Verschleiß auftritt.
Nun wird geforscht, wie
der Bohrer länger hält.

Im Österreichischen Kompe-
tenzzentrum für Tribologie
steht die Reibung im Fokus:
Schmierstoffe, Oberflächen
und Werkstoffe werden ver-
bessert, um **VERSCHLEISS**
möglichst gering zu halten.

TEXT: VERONIKA SCHMIDT

REIBUNG

ist überall, wo
Bewegung ist



Heiß. Beim Zündholz wird Reibungswärme absichtlich eingesetzt. Kugellager (u.) verhindern hingegen hohe Temperaturen, indem sie Reibung reduzieren.



Über die schwierige Rettung der Bergleute aus 700 Meter Tiefe in Chile wird viel berichtet. Über Reibung und Verschleiß hört man dabei wenig, obwohl dies eine zentrale Frage bei der Bohrung des Rettungsschachts ist. „Die Werkzeugschneiden der Bohrköpfe sind in ständigem Kontakt mit dem Stein und bestimmen die Bohrgeschwindigkeit“, sagt Andreas Pauschitz, Geschäftsführer des Österreichischen Kompetenzzentrums für Tribologie (AC²T research GmbH): „Überall, wo zwei Körper aneinander reiben, gibt es Verschleiß. Forscher suchen daher Lösungen, wie man solche Werkzeuge anders gestalten kann, z. B. könnten die Schneiden am Bohrkopf mit Nanopulver verstärkt werden. Hauptsache, die Geräte sind länger einsetzbar.“ Kaum jemand kann mit dem Begriff „Tribologie“ etwas anfangen, dabei besitzt jeder Mensch ein intuitives Wissen über die Auswirkungen der „Reibungslehre“: Sei es das Aneinanderreiben der Hände, wenn einen friert (Reibungswärme) oder das vorsichtige Beschreiten von nassem Boden, wo Reibung und Haftung verringert sind (durch Wasser als „Schmierstoff“).

Kuli, Tinte und Fett. Im Kompetenzzentrum, das in Wiener Neustadt seinen Sitz hat, wird das Wissen um Reibung, Verschleiß und Schmierstoffe ständig erweitert und Pauschitz erklärt gern, warum das so wichtig ist. Als sich die Autorin dieser Zeilen zum Interview setzte, versagte der Kugelschreiber seinen Dienst. Pauschitz: „Wahrscheinlich ist der Kuli über eine fettige Stelle gerollt. Das Fett haftet an der Kugeloberfläche, somit

kann die Tinte nicht mehr an der Kugel haften. Das ist Tribologie live.“ Sein Tipp: Anhauchen, dann gelangen Wasserstoffatome auf die Kugel, an diesen kann die Tinte haften und wird bei Drehung der Kugel bis zum Papier transportiert. „An diesem Beispiel sehen Sie, dass man Tribologie immer erst dann bemerkt, wenn sie nicht funktioniert“, schmunzelt Pauschitz. Etwa, wenn zu viel Reibung auftritt und

Jeder Mensch hat intuitives Wissen über die Auswirkungen der Reibungslehre.

Bremsen zu heiß werden, oder zu wenig Reibung zwischen den Autoreifen und der Fahrbahn herrscht und man trotz Vollbremsung in ein Hindernis rast. „Die Arbeit von Tribologen ist es, für jede Anwendung die richtige Reibung zu finden“, sagt Pauschitz. Es sei auch ein Denkfehler, dass es pro Werkstoff eine „Reibzahl“ gebe – wie es in manchen Lehrbüchern noch zu lesen ist. „Denn Reibung ist immer vom gesamten System abhängig.“ Pauschitz belegt dies am Beispiel der Bananenschale: „Die Schuhsohle allein hat keine bestimmte Reibzahl. Auf Asphalt funktioniert die Reibung und Haftung gut, auf der Bananenschale rutscht man halt leichter aus.“ Das Kompetenzzentrum für Tribologie ist seit April eines der fünf Comet-K2-Zentren in Österreich. Unter dem K2-Schirmprojekt „XTribology“ sind die umfassenden Forschungen in vier Bereiche (Verschleißmechanismen, Schmierstoffe

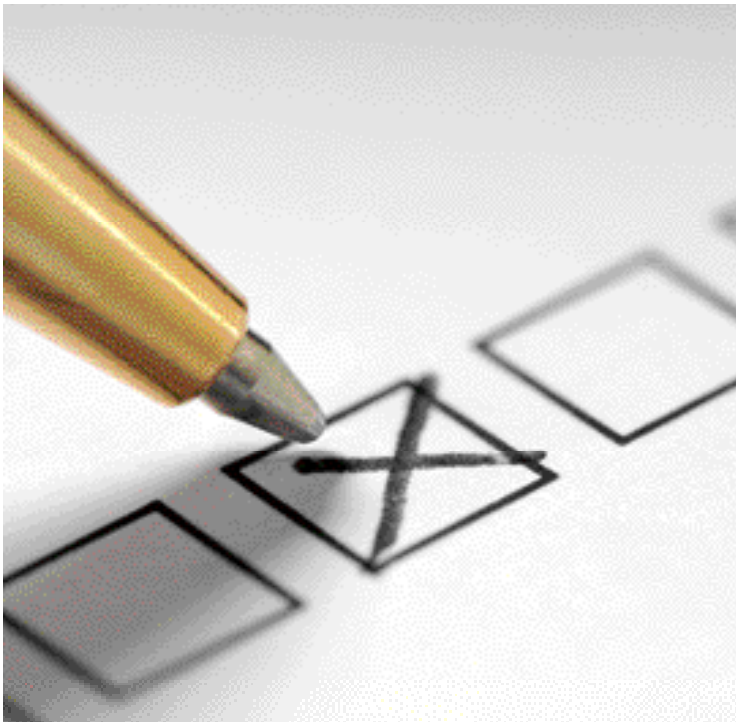
und Oberflächen, Tribodiagnose und -design, Numerische Tribologie) gegliedert. „Die Tribologie ist ein stark interdisziplinäres Fachgebiet“, so Pauschitz. Materialwissenschaftler, Chemiker, Physiker, Maschinenbauer, Elektrotechniker und Informatiker tragen zur Lösung von „Problemen“ bei. „Nehmen Sie das Beispiel Geschirrspülen: Die Bürste und der Teller sind Werkstoffoberflächen. Das Spülmittel ist die Chemie dazwischen. Die Oberfläche des zu reinigenden Geschirrs sollte nun so gemacht sein, dass Schmutz nicht kleben bleibt, sondern sich ablöst, ohne durch Kratzen die Oberflächen zu verschleifen.“

Abnutzung. Im Forschungsbereich „Verschleißmechanismen“ stehen verschiedenste Arten von Oberflächenabtrag im Fokus. Jetzt im Herbst kann man bei der Ernte angewandte Verschleißminimierung beobachten: „Werkzeuge, die in der Land-

EXZELLENZZENTRUM

AC²T. Das Österreichische Kompetenzzentrum für Tribologie (Austrian Center of Competence for Tribology) ist seit April 2010 eines der fünf Comet-K2-Exzellenzzentren, die sich der anwendungsorientierten Grundlagenforschung auf höchstem (internationalem) Niveau verpflichtet haben. Sitz des „Exzellenzzentrum für Tribologie“ ist weiterhin im Technologie- und Forschungszentrum TFZ Wiener Neustadt, wo bereits seit 2002 die Infrastruktur – im Rahmen des vorangegangenen Kplus-Zentrums – aufgebaut wurde.

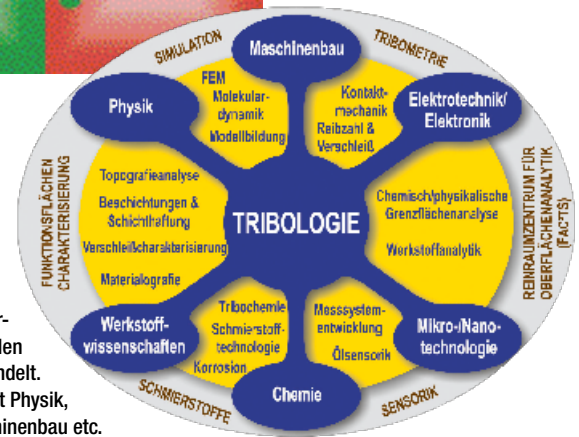
DERZEIT sind im Zentrum für Tribologie zirka 80 Forscher beschäftigt, bis 2012 sollen es bis zu 150 werden. Einen Einblick in die Tätigkeiten des großen Forschungszentrums gibt es u. a. am 5. November in der Langen Nacht der Forschung.



Kuli. Ob die Kugel im Kugelschreiber die Tinte auf das Papier befördern kann, ist auch Forschungsgebiet der Tribologen.



Vier Bereiche. Das „Cross“ in „XTribo-logy“ steht für die Querverbindung der Teilbereiche, die im Exzellenzzentrum für Tribologie forschen.



Viele Disziplinen. Reibung und Verschleiß werden in vielen Wissenschaften behandelt. Die Tribologie vereint Physik, Chemie, Maschinenbau etc.

» wirtschaft eingesetzt werden, haben mit starker Abnutzung zu kämpfen“, so Pauschitz: „Die Schneidmesser bei der Maisernte müssen so lang wie möglich scharfkantig bleiben, obwohl sie ständig mit Steinen und Sand in Kontakt kommen.“ Dazu wurden Werkstoffe mit harten Nanopartikeln entwickelt, die in der Schneidkante die mechanische Abnutzung verringern.

Quietschende Bremsen. Oder in allen Arten von Bremsen, bei denen ein Bremswerkstoff gegen eine Scheibenbremse läuft. Wer kennt nicht das Quietschen, wenn der Zug in die Station einfährt? Nicht nur, dass Werkstoffe dabei hohe Temperaturen aushalten müssen, die Forschung versucht hier auch den Verschleiß so zu lenken, dass die Abnutzung auf leicht austauschbaren Teilen geschieht. „Es nützt nichts, wenn sie einen günstigen Bremswerkstoff entwickeln, der ewig hält, aber dafür die teure Brems Scheibe immer dünner wird.“ Die Forschung ermöglicht immer modernere Werkstoffe, die immer länger funktionieren. „Aber wollen wir das als Kunden auch?“, fragt Pauschitz: „Wenn bei Schuhen die Sohle abgetragen ist, freut man sich vielleicht, bald neue Schuhe zu kaufen.“ Genauso könnten Fahrzeugteile mit Lebensdauerhaltbarkeit geliefert werden. „Automo-

Schmierstoffe in geschlossenen Systemen müssen die ganze Lebensdauer halten.

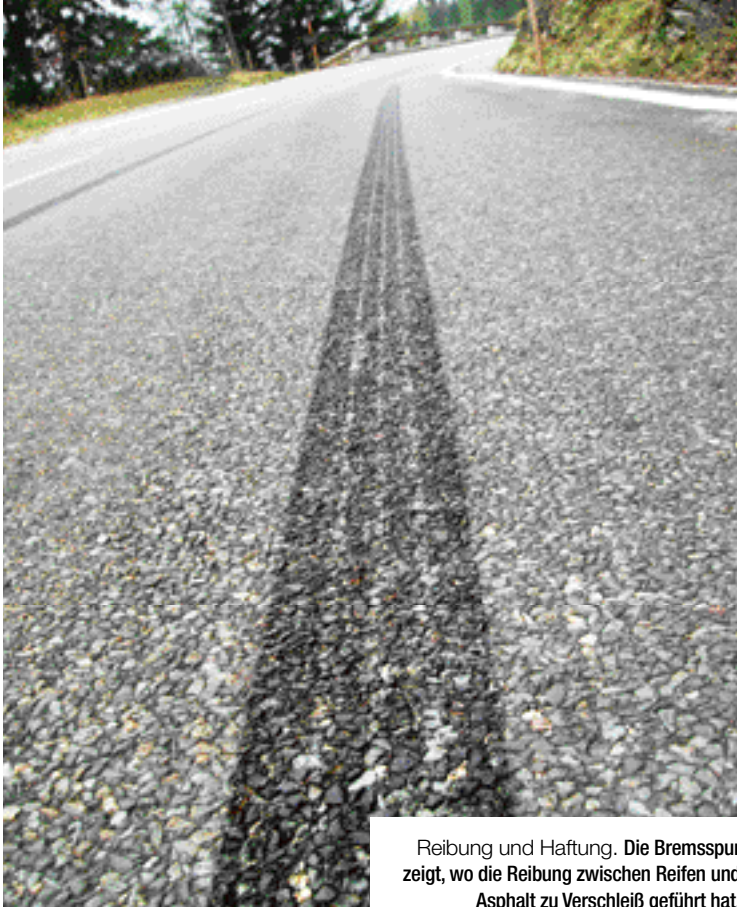
toren werden heute auf zirka 250.000 Kilometer Reichweite ausgelegt. Aber welcher Kunde möchte so lange mit seinem Auto fahren?“ In einer Wegwerfgesellschaft müssen auch Reibungs- und Verschleißsysteme möglichst günstig und so gestaltet sein, dass „irgendetwas anderes am Gerät früher kaputtgeht“. In Systemen mit Reibung sind meist Schmierstoffe im Einsatz – der Fokus des Forschungsbereichs „Schmierstoffe und Oberflächen“. Bekanntestes Beispiel ist wohl das Motoröl, das die Reibung zwischen Kolbenring und Zylinder verringert. „Wir haben gemeinsam mit dem ÖAMTC einen Flottentest gemacht, bei dem wir an 25 verschiedenen Fahrzeugen getestet haben, wie das Öl im Motor wirkt und sich verändert“, erzählt Pauschitz. Dabei zeigte sich, dass die Preisunterschiede der Motoröle doch ihre Berechtigung haben. Denn durch hochqualitative Motoröle konnte die Verwendungsdauer deutlich gesteigert, aber auch der Treibstoffverbrauch der Autos verringert werden.

Wichtig ist auch der Zustand des Motoröls: Die Tribologen konnten für Biogasmotoren ein Sensorsystem entwickeln, das den Zustand und somit die Lebensdauer des Öls erkennt. Je nach verwendetem Gas wird das Öl unterschiedlich stark „abgenutzt“: Deponiegas ist z. B. deutlich aggressiver für das Öl als sauberes Erdgas. Das mit dem Innovationspreis des Landes Niederösterreich in der Kategorie Forschung ausgezeichnete Sensorsystem ermöglicht nun, online festzustellen, wann der optimale Zeitpunkt ist, das Öl im Gasmotor zu wechseln. „Dadurch verbessert sich die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit des Motors und man verwendet die optimale Menge an Öl“, so Pauschitz. In geschlossenen Systemen – etwa beim Antriebsstrang von Fahrzeugen – müssen Schmierstoffe aber so beschaffen sein, dass sie sich über die gesamte Lebensdauer funktionsgerecht verhalten. Ganz privat erzählt Pauschitz, dass zwar der Schmierstoff perfekt sein kann, aber der Verschleiß einer Dichtung bei seiner Waschmaschine kürzlich dazu führte, dass

AUSBAU

IN WIENER NEUSTADT wurde Mitte September die dritte Ausbaustufe des Technologie- und Forschungszentrums (TFZ) eröffnet. Das Land Niederösterreich hat in den L-förmigen Zubau mit rund 4000 Quadratmetern Labor- und Bürofläche 16 Mio. Euro investiert. Wr. Neustadt ist eines der drei „Technopole“ in NÖ, in denen Wissenschaft und Wirtschaft eng zusammenarbeiten.

VERSTÄRKT wird auch die enge Zusammenarbeit mit dem Austrian Institute of Technology (AIT): Der Geschäftsbereich AAC (Aerospace & Advanced Composites) wurde kürzlich in ein eigenes Unternehmen ausgegründet, an dem auch AC²T beteiligt ist. Betroffen davon sind rund 30 ehemalige AIT-Mitarbeiter, die mittelfristig zum Teil nach Wr. Neustadt übersiedeln könnten. AIT sieht, wie berichtet, die Materialforschung nicht mehr als Kernbereich an, daher werden die erfolgreichen Aktivitäten sukzessive in eigenständige Firmen ausgegliedert.



Reibung und Haftung. Die Bremsspur zeigt, wo die Reibung zwischen Reifen und Asphalt zu Verschleiß geführt hat.

Wasser und Lauge zum Lager der Waschtrommel durchdringen konnten. „Das dadurch nach kurzer Zeit verrostete Lager hat dazu geführt, dass um mehrere hundert Euro eine neue Waschmaschine hermusste, obwohl bloß eine Dichtung, die wenige Euro kostet, kaputt war.“ Fachlich gesprochen geht es Tribologen darum, Reibung und Verschleiß aller Teile eines Systems zu optimieren, um die Funktion der Geräte zu erhalten.

Kleiner und leichter. Der Bereich der Systemoptimierung nennt sich „Tribodiagnose und -design“. Hierbei werden Auswirkungen auf das gesamte System analysiert: Pauschitz erklärt z. B. die Wirkung eines „Reib“-Durchmessers auf die Reibung: „Nehmen Sie den Kugelschreiber und drehen Sie ihn auf einer glatten oder einer rauen Oberfläche. Bei dem kleinen Reibdurchmesser der Kugel verändert sich das erforderliche Drehmoment (*Anm. Kraft der Drehung*) kaum. Machen Sie das Gleiche mit dem Kaffeehägerl und Sie werden spüren, wie die Reibung auf dem glatten Tisch im Gegensatz zum rauen Tischtuch verringert ist.“ Ähnliches muss man bei allen Systemen bedenken, bei denen der Radius einer Gleitbewegung eine Rolle spielt. „Heute muss immer alles kleiner und leichter gebaut werden, aber dieselbe oder sogar mehr Energie übertragen

werden. Dabei entsteht immer mehr Reibungswärme, die die neuen Werkstoffe aushalten müssen.“

Beim Thema „neue Werkstoffe“ geht der Bereich über in die „Numerische Tribologie“: Mittels Modellierung und Simulation versucht man „zu beobachten“, wie Verschleißprozesse ablaufen. Dabei nutzen Tribologen Computersimulationen, um die Vorgänge im Nanometerbereich (und darunter) zu verstehen. In die Berechnungen fließen physikalische und chemische Grundgesetze ein, die die Wechselwirkungen von Molekülen untereinander darstellen. „Wir konnten ein Berechnungstool für Verschleißprozesse entwickeln, das nun bei Bauteilauslegungen verwendet werden kann“, sagt Pauschitz. Aus den Berechnungen im Nanometerbereich wird hochgerechnet auf die Abnutzung, die erst im Millimeterbereich für uns sichtbar wird.

Methoden, die jedoch alle Wechselwirkungen in verschiedenen Systemen vorausberechnen, sind noch Zukunftsmusik. Was bei der Entwicklung solcher Methoden aber nie fehlen darf, ist das enge Zusammenspiel von Simulation und experimentellem Nachweis.

Und dazu ist das Kompetenzzentrum für Tribologie mit seinen etwa 1000 Quadratmetern Bürofläche und 800 Quadratmetern Laborfläche gut ausgerüstet. ■

Nachwuchs für die Reibungslehre

Viel Platz. Das Technologie- und Forschungszentrum (TFZ) in Wiener Neustadt bietet Platz für Forschung und Lehre.



NEUE AUSBILDUNGEN

INTERDISZIPLINÄR ausgebildetes Personal sei schwer zu bekommen, sagt Andreas Pauschitz vom Österreichischen Kompetenzzentrum für Tribologie, da die Tribologieausbildung in Österreich nicht gut situiert sei. Zwar behandeln die Fächer Physik, Chemie, Maschinenbau und Materialwissenschaften Themen wie Reibungslehre und Schmierstoffe, aber Professuren für Tribologie gibt es hierzulande bisher keine. „In Großbritannien gibt es 13 Professuren für Tribologie an Fakultäten für Maschinenwesen“, sagt Pauschitz. „Die Engländer haben auch 1966 diesen Begriff erstmals definiert, als sie in einer Studie belegten, dass man mit mehr Forschungsanstrengungen bei Reibung, Verschleiß und Schmierung der Wirtschaft des Landes massiv helfen kann.“

MIT FINANZIELLER UNTERSTÜTZUNG des Landes Niederösterreich und der Technischen Universität Wien wird nun erstmals eine Stiftungsprofessur „Tribologie“ realisiert. Die Ausschreibung dafür lief bis 10. September. Dienstantritt am Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik (Fakultät für Maschinenwesen, TU Wien) soll der 1. März 2011 sein. „Durch diese Stiftungsprofessur wird die Reibungslehre in Österreich völlig neu wahrgenommen werden und wir erwarten uns einen großen Aufschwung des Themas Tribologie“, so Pauschitz. Ziel ist eine Win-win-Situation, bei der die Universität gut ausgebildete Absolventen für Wirtschaft und Forschung liefert und das Kompetenzzentrum für Tribologie die moderne Infrastruktur für die Lehre zur Verfügung stellt.

AUCH DIE FH IN WIENER NEUSTADT, in direkter Nähe des Kompetenzzentrums für Tribologie, bietet heuer erstmals (für Österreich einzigartig) einen berufsbegleitenden Mechatronik-Masterstudiengang mit der Vertiefung „Surface-Engineering & Tribologie“ an. „Dieser Studiengang wird in der FH-Ausbildung die Tribologie gut verankern, wir wirken dabei gern mit und übernehmen auch für einen Teil der Studenten die Studiengebühr“, sagt Pauschitz. Entwickelt wurde die vier Semester dauernde Ausbildung, bei der Materialien, Oberflächen und ihre Wechselwirkung betrachtet werden, in enger Abstimmung mit weiteren Forschungsinstituten im TFZ Wiener Neustadt und mit der Wirtschaft. Genaue Infos (und Anmeldungen) unter: www.fhwn.ac.at.