



DLR_School_Lab

TU Dortmund

Hält denn das?

Warum Werkstoffprüfung so wichtig ist

Leider sieht man in den Medien immer wieder Bilder von Katastrophen und Unfällen, die durch Materialermüdung und/oder -verschleiß verursacht wurden. Um solche Geschehnisse zu vermeiden, ist es wichtig, die Eigenschaften von Werkstoffen zu kennen.

Die Werkstoffprüfung ermittelt das Verhalten und die Werkstoffkenngrößen verschiedener Materialien, je nach Verwendungszweck sollen diese ja möglichst leicht, möglichst fest oder besonders hitzebeständig sein. Bei dem Raketentriebwerk im Bild ist es beispielsweise besonders wichtig, dass die verwendeten Materialien dem gigantischen Druck und den enorm hohen Temperaturen bei einem Start standhalten.

Werkstoffprüfung



Eine wichtige Frage für Forscher: Unter welchen Bedingungen verhält sich ein Metall plastisch? Bild: DLR

Werkstoffe

Als Werkstoffe bezeichnet man feste Stoffe, mit denen man Maschinen oder Gebäude erstellen kann. Sie finden aber auch Verwendung in Implantaten oder künstlerischen Plastiken. So unterschiedlich wie der Verwendungszweck sind auch die Werkstoffe selbst. Zu den metallischen Werkstoffen zählen reine Metalle wie Aluminium, Eisen, Kupfer oder Gold, aber auch Legierungen (z.B. Bronze, Stahl, Messing, Weißgold). Nichtmetallische Werkstoffe sind beispielsweise Keramiken oder Gläser. Polymere Werkstoffe werden in natürliche Polymere (Harze, Hölzer, Leder, etc.) und synthetische Polymere (z.B. Thermoplaste) unterteilt. Außerdem gibt es noch Verbundwerkstoffe, die durch einen Materialmix aus den oben genannten Werkstoffen bestehen.

Materialkennwerte

Bei der Werkstoffprüfung werden die mechanischen Eigenschaften von Materialien bestimmt: Wie verhalten



Ein Schüler kontrolliert den aufgebrauchten Druck während der Härteprüfung.

sie sich dauerhafter bzw. punktueller Belastung, Temperaturschwankungen oder im Kontakt mit Säuren?

Mittels verschiedener Prüfverfahren wie Härteprüfung, Zugversuch, Druckversuch, Scherversuch oder Brennprobe werden Materialkennwerte bestimmt. Diese Werte bilden die Grundlage für Qualitäts- und Fehlerprüfungen oder Schadensanalysen.

Beispiel Schraubendreher

Ein Schraubendreher soll – logisch! – Schrauben zuverlässig in und aus einem Material drehen. Wer schon mal mit einem qualitativ schlechten Werkzeug gearbeitet hat, das eher durchdreht, anstatt die Schrauben zu lösen, weiß wie wichtig das richtige Material ist. Und natürlich spielt bei der Auswahl der Materialien auch immer deren Preis eine Rolle.

Ein Schraubendreher besteht aus einem Griff, in dem der Schaft steckt, an dessen Ende sich wiederum eine Klinge befindet. Der Griff soll gut in der Hand liegen, leicht sein und bei einem Fall möglichst nicht zersplittern. Ideale Werkstoffe sind hier Holz oder Kunststoff. Der Schaft sollte hohe Kräfte übertragen, ohne sich dauerhaft zu verformen oder zu brechen. Die Klinge muss sehr hart sein, sich möglichst nicht verformen und bruchfest sein. Idealerweise sind Schaft und Klinge aus demselben Werkstoff hergestellt. Hier bietet sich ein Metall an, dabei wird der Stahllegierung der Vorzug gegenüber einem Reinmetall gegeben.



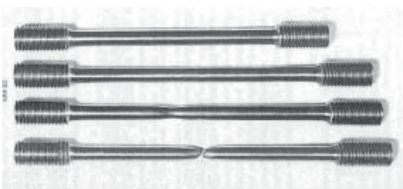
Hier müssen die Materialkennwerte und die Belastungsgrenzen bekannt sein: Die 30-Meter-Parabolantenne des Deutschen Raumfahrtkontrollzentrums in Weilheim. Bild: DLR

Das Experiment

Mit einem Werkstoffprüfgerät könnt Ihr die Belastbarkeit von Metallen und Legierungen bestimmen und miteinander vergleichen. Wie verhalten sich Aluminium, Kupfer, Messing und Stahl, wenn auseinander gezogen oder punktuell stark belastet werden?

Zugversuch

Besonders bei Konstruktionswerkstoffen für Maschinen oder Brücken bzw. Gebäuden, ist es wichtig, ihre Festigkeit und die damit verbundenen Materialeigenschaften zu kennen.



Veränderungen einer Zugprobe während des Versuchs.

Dazu führt Ihr einen genormten Zugversuch für metallische Werkstoffe (DIN 50125) durch. Hierbei wird das genormte Probestück mit beidseitigem Gewinde in die Maschine eingeschraubt. Anschließend wird die Probe langsam in Längsrichtung belastet, bis der Bruch eintritt. Durch eine PC-gestützte Messdatenerfassung werden die Messwerte aufgezeichnet und Ihr könnt die Spannungs-Dehnungsdiagramme der verschiedenen Materialien miteinander vergleichen.

Härteprüfung

Eine weitere wichtige Materialeigenschaft ist die Härte. Mit dem Werkstoffprüfgerät im Schülerlabor lässt sich die so genannte Brinellhärte bestimmen, die von dem schwedischen Ingenieur Johan August Brinell im Jahre 1900 entwickelt wurde. Dabei drückt Ihr eine genormte Stahlkugel über einen definierten Zeitraum mit einer

definierten Kraft in das Probestück. Ihr messt den im Metall hinterlassenen Eindruck und berechnet daraus die Brinellhärte für das Probestück.

Die Vorteile dieses Prüfverfahrens sind der geringe Zeitaufwand und die Tatsache, dass die Probe nicht zerstört wird. Daher wird dieser Test häufig zur Wareneingangsprüfung durchgeführt. Der Nachteil der Härteprüfung liegt darin, dass die Werte nur relative Kennzahlen angeben, nicht aber die Festigkeit des Stoffes selbst. Daher muss man zum ermittelten Wert immer das Prüfverfahren angeben.

Fazit

Für die Konstruktion von Bauteilen müssen immer mehrere Materialeigenschaften berücksichtigt werden. Ein hartes, sprödes Bauteil würde bei einer Belastungsspitze zu leicht brechen, während ein weiches (zäheres) Material die Belastung mit geringen Folgen übersteht. Dieses nutzt sich aber auch sehr schnell ab. Daher wird der Kern eines Bauteils oft aus einem zähen Werkstoff gefertigt und mit einer sehr harten Oberflächenschicht ummantelt. Die Vorteile dieses Verfahrens sind zum einen eine größere Beständigkeit gegen Abnutzung und eine Verteilung der Lasten auf den Innenbereich.



Eine Schülerin misst den Durchmesser des Kugelabdrucks in einem Kupferstück.

Glossar

DIN-Normen

Bei den DIN-Normen handelt es sich um freiwillige Standards aus unterschiedlichen Bereichen des wirtschaftlichen und öffentlichen Lebens. DIN-Normen basieren meist auf gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung. Ihre Anwendung wird empfohlen, ist aber nicht verpflichtend. Das Papierformat wird beispielsweise in DIN 476 festgelegt und in fast allen Ländern gilt ein DIN A4-Blatt als Standard.

Härte

Der Widerstand eines Körpers, den er dem Eindringen eines anderen Körpers entgegensetzt. Es existieren verschiedene Härteskalen: die Mohs'sche Skala wird in der Mineralogie genutzt, bei der Beurteilung weicher und mittelharter Metalle verwendet man die Brinellhärte.

Implantat

Ein im Körper eingepflanztes künstliches Material, das dauerhaft oder für einen längeren Zeitraum dort verbleiben soll. Man unterscheidet häufig drei Typen: 1) medizinische Implantate wie Herzschrittmacher oder Gelenkersatz, 2) plastische Implantate, wie sie beispielsweise zur Brustvergrößerung verwendet werden und 3) funktionelle Implantate – Identifikationschips, die in der Logistik oder Tier-Identifikation zum Einsatz kommen.

Polymer

Ein Polymer ist ein sehr großes Molekül (Makromolekül), das aus kleineren gleichen oder gleichartigen Einheiten (Monomeren) aufgebaut ist. Natürliche Polymere sind Vielfachzucker wie Stärke oder Cellulose, aber auch einige Eiweiße. Den Vorgang künstlich Polymere aus vielen Monomeren herzustellen nennt man Polymerisation.

Thermoplaste

Eine besondere Gruppe von Kunststoffen, die sich in einem bestimmten Temperaturbereich verformen lassen. Das Resultat der Verformung kann durch Abkühlung und Wiedererwärmung jederzeit rückgängig gemacht bzw. verändert werden.

Verbundwerkstoff

Ein Werkstoff, der aus zwei oder mehr Materialien mit unterschiedlichen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften besteht. Der Verbundwerkstoff vereinigt diese Materialeigenschaften so, dass ein neuer Werkstoff mit positiven Eigenschaften entsteht. In der Luftfahrt werden beispielsweise kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe in den Seitenleitwerken des Airbus A380 verbaut. Die Hitzekacheln der Spaceshuttles bestehen aus faserverstärkten keramischen Werkstoffen.

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den dreizehn Standorten Köln (Sitz des Vorstandes), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Die TU Dortmund

Natur zu erforschen, Menschen zu bilden, technische Herausforderungen anzunehmen und den damit verbundenen kulturellen und gesellschaftlichen Wandel unserer Gesellschaft mitzugestalten, dies sind die Kernaufgaben der Technischen Universität Dortmund.

An den 16 Fakultäten der TU Dortmund studieren über 22.000 Menschen. Schwerpunkte liegen hier in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie in der Lehrerbildung.



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

DLR_School_Lab TU Dortmund
Gebäude BCI, Raum F1-U01
Emil-Figge-Straße 66
44221 Dortmund

Leitung Dr. Sylvia Rückheim
Telefon 0231 755-6356
Telefax 0231 755-3187
E-Mail schoollab-tudortmund@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab/tu-dortmund