

MATERIALWISSENSCHAFT



DIE WUNDERBARE WELT DER WERKSTOFFE

PORTRÄT
100 JAHRE HAUCHDÜNN

ab Seite 2

ANWENDUNGSBEISPIELE
LIVING IN A MATERIAL WORLD

ab Seite 5

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sind spannende Ingenieurdisziplinen mit einem riesigen Anwendungsgebiet. Ob in der IT, Medizintechnik, Mobilität, Energie oder im Umweltschutz, die Wahl und Weiterentwicklung von Materialien bilden die entscheidenden Grundlagen für innovative Entwicklungen. Neben den klassischen Werkstoffen wie Metallen und Keramik werden heute Carbon, smarte Polymere oder Nanopartikel selbst auf atomarer Ebene verändert und dem Bedarf entsprechend optimiert. Gewicht, Haptik und Design von Sneakers, Smartphones oder Elektroautos, all die tollen Eigenschaften sowie die Qualität der meisten Produkte, die wir gerne verwenden, verdanken wir also nicht zuletzt der Kreativität von Materialwissenschaftlern.

weiter auf Seite 2

Etwa 70 Prozent aller neuen Produkte, die zur Marktreife gelangen, enthalten auch neue Materialien. Diese Hightech-Materialien müssen in Zukunft weiter steigende Ansprüche erfüllen: Kleinere Produkte mit immer mehr Funktionen sollen immer höheren Belastungen standhalten. Materialwissenschaftliche oder werkstofftechnische Studiengänge bieten Jungingenieurinnen und -ingenieuren daher attraktive Zukunftschancen.

Zudem macht der direkte Anwendungsbezug die Materialwissenschaften zu einem spannenden Studienfach. Wer die Eigenschaften von Materialien im Kern und an deren Oberflächen zu analysieren und zu verbessern weiß, kann mit diesem Wissen beispielsweise Windkraftanlagen auf hoher See vor Rost schützen oder die Effizienz von Batterien und Akkus erhöhen. Materialwissenschaftler führen aber auch Schadensanalysen durch, um beispielsweise nach einem Unfall festzustellen, ob Materialerschöpfung oder eine unzureichende Verarbeitung als Ursache in Frage kommen. Und Errungenschaften wie antibakterielle Kupfertürklinken für Krankenhäuser oder winzige Nanomaterialien aus Eisen und Aktivkohle, die Schadstoffe aus Grund- und Abwasser entfernen, machen unsere Welt – dank der Materialwissenschaften – ein wenig sauberer und sicherer.

© AMSilk



Das Unternehmen AMSilk stellt künstliche Spinnenseide her, aus der zum Beispiel Sneakers produziert werden. Im medizinischen Sektor kann die Seide für chirurgische Fäden, Wundauflagen oder Implantate genutzt werden. Sie ist temperaturresistent, sauerstoffdurchlässig, feuchtigkeitssabweisend und hemmt das Wachstum von Bakterien.

Doch wie geht das eigentlich, die Eigenschaften von Materialien zu analysieren oder gar zu beeinflussen? Hierzu müssen die Materialforscher zum Beispiel per Rasterelektronenmikroskop die geheime Mikrowelt der Stoffe erforschen, um den Dingen auf der Nanoebene auf den Grund zu gehen. Wie flexibel verhält sich ein Werkstoff? Wie leicht wird er unter Belastung brechen? Wie kann die Langlebigkeit und Effizienz eines bestimmten Materials ressourcenschonend erhöht werden? Fragen wie diese fordern die Studierenden ebenso heraus wie das Zusammenspiel der verschiedenen Fachbereiche, die in das Studium der Materialwissenschaften einfließen: Chemie, Physik, Mathematik, Werkstofftechnik, Bionik, Elektrotechnik, Nanotechnologie, Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Klingt umfassend und das ist es auch. Schließlich besteht alles auf der Welt aus irgendeiner Art von Material.



100 JAHRE HAUCHDÜNN

Derzeit baut ZINQ ein aufwändiges Technikum auf. Bis dahin finden die Laborarbeiten in einem Container-Provisorium statt. Der Qualität der Analysen tut das keinen Abbruch.

Frederik Worpenberg-Theil geht auf die schweren Stahlkonstruktionen zu, an denen – wie an Kleiderstangen – weiß glänzende Metallteile hängen. Etwas weiter befinden sich vergleichbare Stücke in rostbraunem Look. Die einen frisch verzinkt, die anderen unbehandelt. Und dann betritt er die Abteilung Forschung und Entwicklung, um neue Oberflächenmaterialien zu entwickeln. Damit das Metall ihn spielend überlebt.

Es ist so dünn wie ein menschliches Haar. Oder auch zehnmal dünner. Und trotzdem sorgt es dafür, dass Metallbrücken 100 Jahre alt werden und Autos nicht mehr rosten: Zink. Das sogenannte Übergangsmetall schenkt im hauchdünnen Überzug leicht rostendem Stahl ein langes Leben und ist damit auch ein erheblicher Wirtschaftsfaktor – schließlich ist es immer viel günstiger, etwas zu bauen, das lange hält. Wegwerfen ist in jeder Hinsicht teurer. Also schützt das Feu-

Frederik Worpenberg-Theil im Gespräch mit einem Kollegen am Zinkbad



© Michael Bokelmann



© Michael Bokelmann

erverzinken pro Jahr rund 1,9 Millionen Tonnen Stahl gegen Korrosion. Straßenlaternen, Parkhäuser mit Metallkonstruktion, Metallbrücken, zahllose Autoteile und vieles mehr. Verzinkte Bauteile finden sich in allen möglichen Produkten des täglichen Lebens wieder und sind doch dank ihres mattgrauen Outfits eher unscheinbar. Von Schönheit wollen wir gar nicht sprechen.

ES BEGANN VOR 250 JAHREN

Frederik Worpenberg-Theil (26) arbeitet als Materialwissenschaftler in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung des Unternehmens Voigt & Schweitzer. Das Unternehmen hat sich vor einigen Jahren in gewisser Weise neu erfunden und im selben Atemzug einen kürzeren, griffigen Namen gesucht, der seine alte Technologie jünger verpackt und der zudem eingängiger ist. So wurde aus Voigt & Schweitzer das weltweit tätige Unternehmen ZINQ. Mit einem Q für Qualität. Wie passend. Tatsächlich beschäftigt das Unternehmen weltweit rund 1.700 Mitarbeiter. Einer ist Frederik Worpenberg-Theil. Er sah als Kind seinem Vater bereits in dessen Schreinerwerkstatt auf die Finger und erkannte, dass Holz nicht gleich Holz ist und dass unterschiedliche Holzbehandlungen die Einsatzgebiete des Rohstoffs maximal erweitern. Ein Materialforscher in spe. Über Ausbildung und Studium gelangte er schließlich zu ZINQ und entwickelt hier weiter, was in seinen Ursprüngen bereits über 250 Jahre alt ist. Das Feuerverzinken. Stellt sich die Frage: Was kann man hier noch erfinden? „Wir entwickeln immer wieder neue Schmelzen und testen so die Effekte neuer Bestandteile am konkreten Bauteil aus, damit wir am Ende für jeden Stahl den optimalen Korrosionsschutz für die unterschiedlichsten Anwendungen bekommen.“

KERZENZIEHEN FÜR PROFIS

ZINQ besitzt riesige Becken, in denen das 450 Grad heiße Zinkgemisch auf seinen vorbehandelten Stahl wartet. Beispielsweise schwere Träger, die irgendwo auf der Welt eingesetzt werden. Aber auch kleinere Teile, die als langlebige Bauteile die Lenkung im Auto absichern. Und dann: Es stinkt nach Chemie und brennt in der Nase, es dampft und brodelnd, wenn der braungrau angelaufene Stahl vorbehandelt wird. Anschließend hängt er nach mehreren Tauchbädern in unterschiedlichen Substanzen vor dem eigentlichen Verzinkungsbad am Haken. Das Verfahren ist dann vergleichsweise einfach und erinnert ans weihnachtliche Kerzenziehen, bei dem man einen Docht in flüssiges Wachs taucht. Bei jedem Herausziehen bleibt eine Schicht Wachs am Docht kleben. Fünfzig Mal getaucht und die Kerze ist fertig. ZINQ taucht den Stahl nur einmal – aber richtig. Es zischt und raucht, wenn die schmucklosen, vorbehandelten Teile eintauchen. Wenig später fährt der Kran wieder hoch und zieht beinahe weiß schimmernde Metallteile aus dem glänzenden Bad. Fast könnte man von echter Ästhetik sprechen, wie die Bauteile da parallel am Haken hängen und für einen Augenblick Kunst formen.



© Michael Bokelmann

In mehreren Stufen werden die rohen Metallteile mittels Säuren, Laugen und Zwischenbädern vorbehandelt, bevor der eigentliche Zinküberzug auf das Metallbauteil trifft

SCHLEIFEN, SCHNEIDEN, POLIEREN

Wenn man sich einen Moment damit beschäftigt, klingt es einleuchtend: Der Gabelstapler im deutschen Chemieunternehmen ist anderen Bedingungen ausgesetzt als sein Pendant im Straßenbau. Und auf einen kalifornischen Brückenpfeiler wirken andere Effekte ein als auf den vergleichbaren Träger am Schiffsanleger von Dover. Luft, Wind, Sonne, Temperaturen, Säuren, Laugen, mechanische Belastungen jedweder Art – sie sorgen dafür, dass aus einem x-beliebigen Bauteil ein sehr spezielles mit besonderen Materialeigenschaften werden muss. Und diese Spezifikationen berücksichtigt eben der junge Materialwissenschaftler. „Dazu arbeiten wir viel in und mit unseren Laboren, manchmal auch mit externen Laboren. Wir gehen hier wirklich ins Detail, machen Schliffprüfungen und sehen uns unter dem Mikroskop an, wie unsere Materialtests funktionieren.“ Schleifen, schneiden, polieren, messen, zerstören und nicht zerstören. Materialwissenschaftler schauen genau hin und tes-



Langsam zieht der Kran die schweren Träger aus dem 450 Grad heißen Zinkbad

ten genau aus. Manchmal brachial mit Hammer und Säge im Maßstab XXL, manchmal mit feinsten chemischen Substanzen im Labormaßstab. Auch das ein Spagat, den die Materialwissenschaftler ständig ausführen müssen, denn was im Kleinen funktioniert, muss noch lange nicht im hochskalierten Industriemaßstab funktionieren.

EIN LEBEN OHNE ROST

Frederik Worpenberg-Theil hat Nanowissenschaften studiert und dann – als junger Bachelorabsolvent bereits bei ZINQ angestellt – noch den berufsbegleitenden Master im Bereich Korrosionsschutz und Oberflächentechnik begonnen. Im Frühjahr 2019 wird er seinen Master abschließen. Im Arbeitsleben ist er längst angekommen. Routiniert begutachtet er die noch warmen Ergebnisse und analysiert wenig später im Labor die neue Beschaffenheit. Materialwissenschaften, das klingt so fein und so ausnahmslos sauber. Um dem Stahl ein Leben ohne Rost zu ermöglichen, geht es jedoch rau und ruppig zu. Schwerindustrie im leichtesten Sinne und mit dem besonderen Moment des kunstvollen Glanzes. Wer sagt denn, dass Wissenschaft nicht auch einfach mal schön sein darf ... ?



Die Mitarbeiter in der Produktion reinigen das Bad immer wieder von den auf der Oberfläche schwimmenden Schlackeresten



WISSENSCHAFT TRIFFT PRAXIS

Dr. Thomas Pinger studierte in Kaiserlautern Bauingenieurwesen und promovierte anschließend an der RWTH Aachen, wo er sich am ansässigen Stahlbaulehrstuhl mit Schadensfällen an verzinkten Bauteilen beschäftigte. Später wechselte er in die Industrie und verantwortet heute beim weltweit tätigen Verzinkungsunternehmen ZINQ den Bereich Forschung und Entwicklung.

WOMIT BESCHÄFTIGT SICH DIE MATERIALWISSENSCHAFT?

Mit allen Materialien, die uns im täglichen Leben begegnen. Für uns bei ZINQ sind das vor allem Stahl, Eisen und natürlich Zink. Aber auch Kunststoff, Keramik, Holz, Beton, Glas, Aluminium oder Legierungen können für Materialwissenschaftler interessant sein. Dabei geht es sowohl um die Entwicklung neuer Materialien, wie Dünnschichtgläser beim Handy, aber auch um das Thema Recycling. Was macht man zum Beispiel mit den einzelnen Teilen einer alten Kaffeemaschine? Auch das sind Fragen, die in den Materialwissenschaften in den Grundlagen untersucht werden.

IST DANN NICHT FAST JEDER INGENIEUR AUCH EIN BISSCHEN MATERIALWISSENSCHAFTLER?

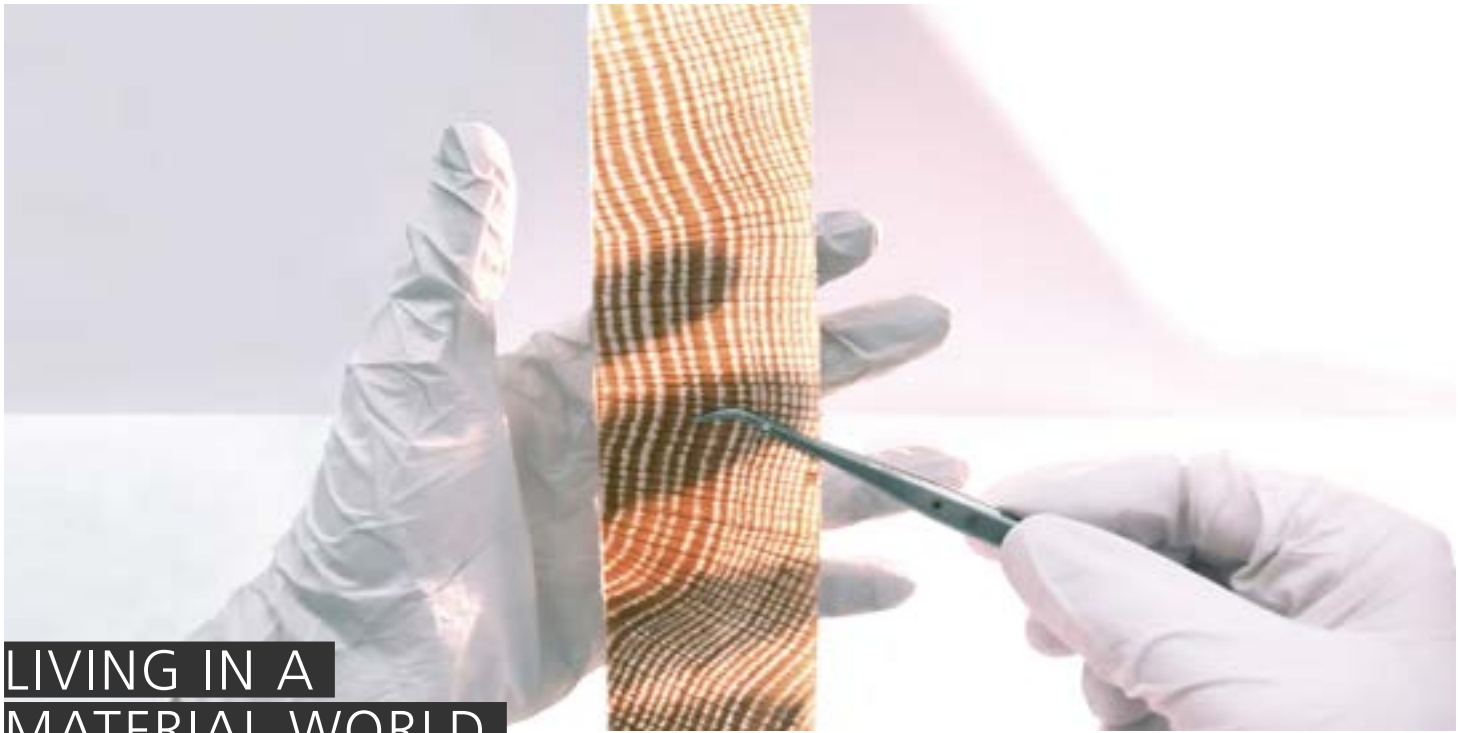
Es stimmt, dass jeder Ingenieur Materialien anwenden muss, aber die bekommt er für gewöhnlich zur Verfügung gestellt. Der Kraftwerksingenieur wird sich zum Beispiel nicht um das Material der Turbine kümmern. Ein Materialwissenschaftler hingegen sieht hier genau hin und weiß, dass Turbinen einem großen Verschleiß unterliegen. Diese Spezialisten entwickeln dann ein verschleißbeständiges Material, was dem Kraftwerksingenieur dann zugutekommt. Es ist nie Selbstzweck, neue Materialien zu entwickeln, sondern immer auf ein Ziel ausgelegt.

SIND DIE MATERIALWISSENSCHAFTEN EIN WACHSTUMSBEREICH?

Der Bereich wächst sogar sehr stark. Das liegt daran, dass die Aufgabenstellungen komplexer werden und das Effizienzstreben steigt. Nimmt man zum Beispiel das Auto, wurde lange mit Stahl und dann mit Aluminium gearbeitet. Jetzt rücken die Themen Verbundwerkstoffe und Multimaterialkombinationen immer stärker in den Fokus. Einfach, um effizienter mit Materialeinsatz und Baukosten umgehen zu können. Auch in Feldern, in denen das Althergebrachte gut funktioniert, kann immer noch etwas verbessert werden. Das schlägt sich dann natürlich in den Forschungsthemen nieder.

KANN MAN MATERIALWISSENSCHAFTEN DIREKT STUDIEREN ODER IST DAS EINE KOMPETENZ, DIE MAN SICH MIT DER ZEIT ERARBEITET?

Es gibt die Studiengänge Werkstoffwissenschaften oder Materialwissenschaften. Die kann man zum Beispiel in Aachen, Darmstadt oder Clausthal studieren. Das gibt es natürlich noch spezifischer aufgeteilt. In Aachen gibt es zum Beispiel das Institut für Eisenhüttenkunde, in der man sich vor allem mit den Werkstoffen Eisen und Stahl befasst. Die Darmstädter Materialwissenschaft befasst sich dagegen mit der Erforschung und Weiterentwicklung von Konstruktions- und Funktionsmaterialien und bildet so eine Brücke zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften.



LIVING IN A MATERIAL WORLD

AUF NEUEN HOLZWEGEN

Holz zählt zu den ältesten Baumaterialien überhaupt und inspirierte Konstrukteure und Ingenieure über Jahrhunderte zu baulichen Höchstleistungen. Das Pariser Start-up-Unternehmen Woodoo um den Materialforscher Timothée Boitouzet hat sich ebenfalls inspirieren lassen und präsentiert neue Einsatzmöglichkeiten für den bewährten Naturwerkstoff. Holz besteht zu 60 bis 90 Prozent aus Luft. Dass man trotz dieser Porosität nicht hindurchblicken kann, liegt größtenteils an dem lichtundurchlässigen Bestandteil Lignin, der Zwischenräume in der Mikrostruktur des Holzes füllt. Boitouzet und seinen Kolleginnen und Kollegen ist es gelungen, eine innovative, preisgekrönte Methode zu entwickeln, um das Lignin aus der Holzstruktur zu entfernen und durch einen biobasierten, durchsichtigen Kunststoff zu ersetzen. Der Kunststoff nimmt nicht nur den Platz des Lignins ein, sondern auch den der zuvor luftgefüllten Zwischenräume und verändert so das Aussehen, die Härte sowie die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegenüber Wasser und Feuer. Durch diese Modifizierungen wird das Holz zu Woodoo und damit ganz ohne Zauberei in Zukunft zweifellos zu einem ernsthaften Konkurrenten für andere Werkstoffe.

FLIPPER, DER FREUND ALLER MATERIALWISSENSCHAFTLER

Delfine können mit bis zu 60 Stundenkilometern durchs Wasser jagen. Eine ziemlich beeindruckende Schwimmleistung, die nicht nur auf ihre Körperform, sondern auch auf die elastischen Eigenschaften ihrer Haut zurückzuführen ist. Die dünne Delfinhaut und die



Als Bugbeschichtung verringert künstliche Delfinhaut den Strömungswiderstand im Wasser

Dank Werkstofftechnik verwandelt Woodoo Holz in ein wesentlich strapazierfähigeres Material. Die innovative Verarbeitungsmethode verändert auch das Aussehen des Holzes.

darunterliegende Fettschicht schwächen wellenartige Schwankungen in der Strömung ab und verringern so den Widerstand im Wasser. Forschern des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung (IFAM) ist es gelungen, diese Oberflächeneigenschaften nachzuempfinden und eine Rumpfbeschichtung für Schiffe zu entwickeln, die die Strömung ähnlich positiv beeinflusst. Entstanden ist ein gelartiges, elastisches Material, das schichtweise auf die Bugoberfläche aufgetragen und von einer dünnen, stabilen Folie – die die Delfinhaut imitiert – abgeschlossen wird. Durch den verringerten Widerstand im Wasser könnten Turbulenzen minimiert und der Kraftstoffverbrauch der Schiffe deutlich reduziert werden. Nach erfolgreichem Proof of Concept im Wasserkanal wird nun daran gearbeitet, die Technologie industriell nutzbar zu machen.

EINE SAUGSTARKE LÖSUNG

Schwarze Strände, ölverschmierte Meeresvögel – die Bilder von Ölkatastrophen wie bei der Explosion der Deep Water Horizon im Jahr 2010 brennen sich tief in das kollektive Gedächtnis ein und verdeutlichen die gravierenden Auswirkungen auf die Ökosysteme an Land und im Wasser. Bisherige Reinigungsmethoden waren sehr teuer, nur geeignet, das Öl auf der Wasseroberfläche zu extrahieren, und gingen teilweise mit zusätzlichen Umweltbelastungen durch den Einsatz von Chemikalien einher. Wenn es nach dem US-Chemiker Jeff Elam und seinen Forscherkollegen des Argonne National Laboratory in Lemont geht, soll sich das mit der Einführung des sogenannten Oleo Sponge langfristig ändern. Der wiederverwendbare Öl-Schwamm ist in der Lage, auch unter der Wasseroberfläche Öl aus dem Wasser aufzusaugen. Er besteht aus herkömmlichem Schaumstoff, der durch eine spezielle Technik mit ölanziehenden Silanen kombiniert wird. So kann der Schwamm das 90-fache seines Eigengewichts an Öl aufnehmen, ohne sich gleichzeitig mit Wasser vollzusaugen. Durch einfaches Auswringen gibt der Schwamm das Öl wieder



Durch einfaches Auswringen gibt der Oleo Sponge das aufgesogene Öl wieder ab und kann somit vielfach wiederverwendet werden

ab. Nach einer Aufbereitung könnte das Öl anschließend sogar weiterverwertet werden. Der Oleo Sponge ist wiederverwendbar und zeigt auch nach hundert Einsätzen keine Einbußen seiner Performance. Nachhaltiger geht es nicht. Bei wirklich großen Verschmutzungen wie der oben erwähnten Katastrophe kann der Schwamm jedoch noch nicht wirklich eingesetzt werden, weil die riesigen Mengen, die an Material benötigt würden, schlicht nicht zur Verfügung stehen. Hafengebieten von Öl und Diesel zu befreien, ist eher die Größenordnung, die aktuell zu bewältigen wäre. Ein guter Anfang.



POLYMERE GESTALTWANDLER

Werkstoffe, die ihre Gestalt wandeln können? Das klingt ein bisschen nach Science-Fiction, es gibt sie aber schon eine Weile. Die vom Helmholtz-Zentrum für Material- und Küstenforschung in Teltow entwickelten Hightech-Polymere sind dennoch etwas Besonderes. Bei Triggerreizen wie Temperaturveränderungen konnten sich herkömmliche Polymere bislang beispielsweise zusammenziehen (Schrumpffolie) und waren dann irreversibel verformt. Die Teltower Polymere können aber so programmiert werden, dass sie über ein Formgedächtnis verfügen. So können sie die Gestaltwandlung nicht nur in eine Richtung vollziehen, sondern ihre Metamorphose bei wiederholten Triggerreizen auch wieder rückgängig machen und in

Um das gewünschte Material zu erhalten, werden zwei Kunststoffe miteinander gemischt und in einem Extruder zu einem sogenannten Blend in Form eines Stranges verschmolzen

den Ursprungszustand zurückkehren. Der Werkstoff kann sich also je nach Anwendungsbedarf immer wieder zusammenziehen und ausdehnen – wie ein Muskel, der kontrahiert und wieder entspannt. Ein mögliches Anwendungsfeld dieser Polymere ist daher tatsächlich auch die Entwicklung künstlicher Muskeln für Roboter. Als zusätzliches Plus können diese Polymere reprogrammiert werden, sodass ein und dasselbe Polymer für verschiedene Formen verwandt werden kann. Ein echter polymorpher Alleskönner.

PASSENDE STUDIENGÄNGE

Man kann Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie mit unterschiedlichen Zusätzen und Schwerpunkten unter anderem hier studieren:

WERKSTOFFWISSENSCHAFT UND WERKSTOFFTECHNOLOGIE

Diplom an der TU Bergakademie Freiberg
s.think-ing.de/werkstoff-freiberg

MATERIALWISSENSCHAFT UND WERKSTOFFTECHNIK (MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING)

Master an der TU Clausthal in Clausthal-Zellerfeld
s.think-ing.de/material-clausthal

MATERIALWISSENSCHAFT UND WERKSTOFFKUNDE

Master am KIT (Karlsruher Institut für Technologie)
s.think-ing.de/material-kit

Finde weitere Studiengänge, die deinen Interessen, Stärken und Zielen entsprechen, mit dem think ING. Finder unter s.think-ing.de/finder

IMPRESSUM

Herausgeber

GESAMTMETALL

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.
 Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Verantwortliche Leitung

Wolfgang Gollub

Redaktion und Gestaltung

concedra GmbH, Bochum

Druck

color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.

GESAMTMETALL

Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie