



Universität Stuttgart

Vertiefungsrichtung
Materialwissenschaften
für den Bachelorstudiengang
Chemie- und Bioingenieurwesen

Universität Stuttgart
13.07.2020

Prof. Dr.-Ing.
Christian Bonten

Gliederung



Universität Stuttgart

- „Was ist Materialwissenschaft?“
- Vertiefung Materialwissenschaft – Angebotene Vorlesungen
- Materialwissenschaft – Aktuelle Forschungsgebiete

Gliederung



Universität Stuttgart

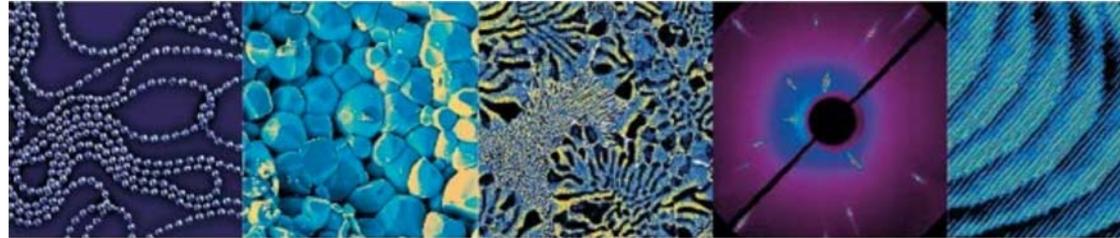
- **„Was ist Materialwissenschaft?“**
- Vertiefung Materialwissenschaft – Angebotene Vorlesungen
- Materialwissenschaft – Aktuelle Forschungsgebiete

„Was ist Materialwissenschaft?“

Ein interdisziplinäres Fachgebiet mit Zukunft



Universität Stuttgart



Materialwissenschaftliche Probleme sprengen die traditionellen Grenzen zwischen den Fachgebieten.

Quelle: Webseite ETH Zürich, Departement Materialwissenschaft, Juli 2020

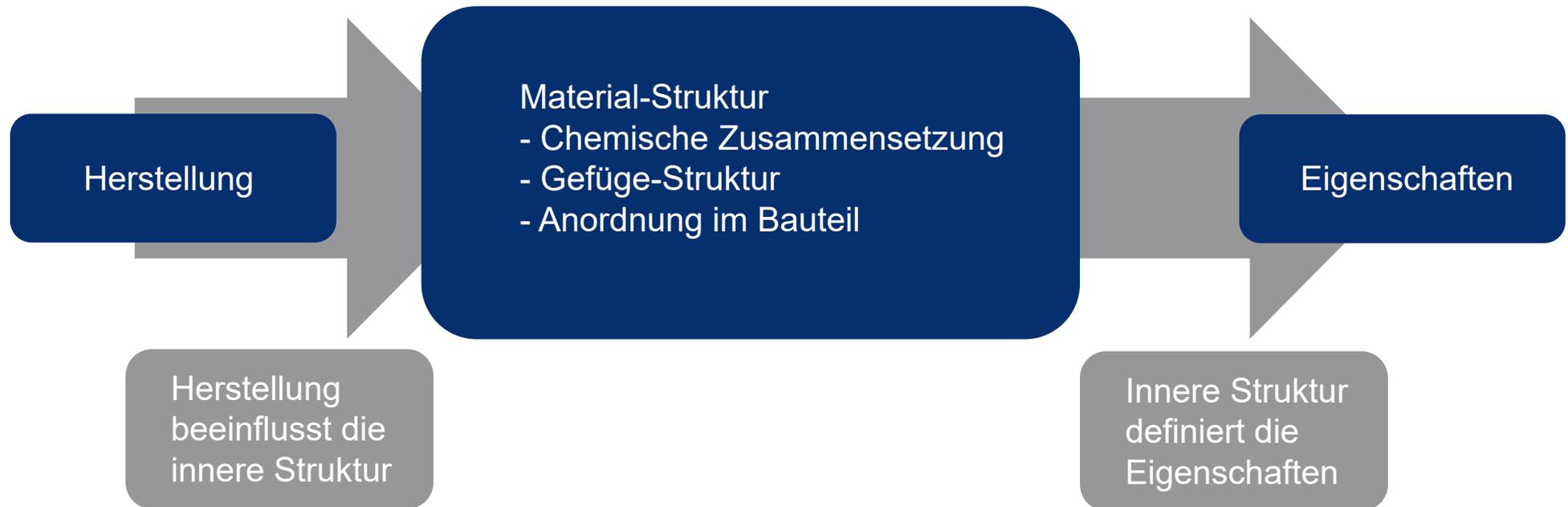
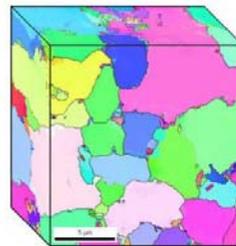
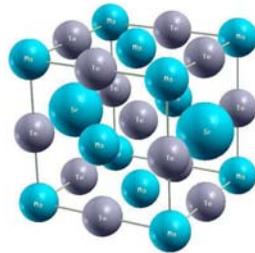


„Was ist Materialwissenschaft?“

Das Erforschen der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Materialien



Universität Stuttgart





"Intelligente" Lacke schützen hochwertige Produkte

Bayer MaterialScience entwickelt Polyurethan-Dispersionen für abziehbare und selbstheilende Lacke

Quelle: www.innovations-report.de, 06.03.2013

Evonik entwickelt bioresorbierbares Pulver für 3D-gedruckte Medizinprodukte

Quelle: www.tctmagazin.de, 06.02.2020



Flexible Displays

Schatz, roll schon mal den Fernseher aus

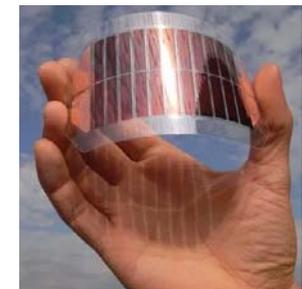
Auf der CES zeigen Hersteller die neuesten Entwicklungen in Sachen flexible Displays. Nicht nur TVs, sondern auch Smartphones und Laptops könnten bald biegsam sein.

Quelle: www.zeit.de, 10.01.2018

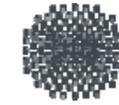
Neuer Rekord für flexible Solarzellen

Flexible Dünnschicht-Solarzelle erreicht einen Wirkungsgrad von 20,8 Prozent

Quelle: www.scinexx.de, 05.07.2019



Gliederung



Universität Stuttgart

- „Was ist Materialwissenschaft?“
- **Vertiefung Materialwissenschaft – Angebotene Vorlesungen**
- Materialwissenschaft – Aktuelle Forschungsgebiete

Vertiefung Materialwissenschaft [330]

Angebotene Grundlagen-Vorlesungen



Universität Stuttgart

- Ausgewählte Themen der Physikalischen Chemie [69110] (6 LP) 3. Semester
- Einführung Materialwissenschaft [68860] (9 LP) 3. und 4. Semester
- Physikalische Materialeigenschaften [68850] (6 LP) 5. Semester
oder
- Strukturanalyse und Materialmikroskopie [68880] (6 LP)
- Bachelorarbeit 6. Semester

3. Sem. (WiSe)

Ausgewählte Themen der Physikalischen Chemie

Prof. Frank Gießelmann

Institut für Physikalische Chemie

Lernziele:

Die Studierenden

- verstehen an ausgewählten Beispielen die Arbeitsweise und die Konzepte der Physikalischen Chemie
- können Modelle und Gesetze der Physikalischen Chemie zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen anwenden
- können physikalisch-chemische Messungen durchführen und deren Ergebnisse mit den Methoden der Physikalischen Chemie analysieren

Inhalte der Vorlesung „Ausgewählte Themen der Physikalischen Chemie“

- **Thermodynamik von Festkörpern**

Thermodynamische Potentiale, Flüsse, Kräfte und Suszeptibilitäten, elastische, elektrische und magnetische Arbeit, thermodynamische Behandlung des elastischen Festkörpers im elektrischen Feld, Phasenumwandlungen erster und zweiter Ordnung, kritisches Verhalten, Landau-Regeln

- **Dielektrische und optische Eigenschaften**

Polarisierbarkeit und Dipolmoment, induzierte Polarisation (inneres Feld, Clausius-Mosotti-Beziehung, Debye-Gleichung), Dispersion und Absorption (quasielastisch gebundenes Elektron, Debye-Relaxation, Orientierungs-, Atom- und elektronische Polarisation, dielektrische Spektroskopie, Kramers-Kronig-Relation), spontane Polarisation (Piezo-, Pyro- und Ferroelektrika, Landau-Theorie ferroelektrischer Phasenumwandlungen)

- **Grenzflächen und Kolloide**

Thermodynamik der Grenzflächen, Oberflächenspannung, Kontaktwinkel und Benetzung, zweidimensionale Oberflächenfilme, Mizellbildung, kolloiddisperse Systeme, Adsorption an Festkörperoberflächen (Physi- und Chemisorption, Langmuir-, Freundlich- und BET-Isothermen, isostere Adsorptionseenthalpie)

3./4. Sem. (WiSe - SoSe)

Einführung Materialwissenschaft

Prof. Oliver Clemens
Dr. Ralf Schacherl

Institut für Materialwissenschaft

Lernziele:

Die Studierenden

- verstehen Konzepte des Aufbaus von Festkörpern sowie deren Eigenschaften
- beherrschen das Lesen und die Anwendung von binären Phasendiagrammen
- können Eigenschaften und Eigenschaftsänderungen in Beziehung zur Konstitution und zu Phasenumwandlungsvorgängen in behandelten Materialsystemen betrachten und beurteilen
- verstehen grundlegende Mechanismen, welche Materialeigenschaften auf mikrostruktureller und atomistischer Skala beeinflussen, auf einer phänomenologischen Basis
- Können über Grundbegriffe von Materialeigenschaften u. -herstellung kommunizieren.

Inhalte der Vorlesung „Einführung Materialwissenschaft I“ (WiSe)

- **Struktur der Materie**
Atombau, Periodensystem der Elemente und chemische Bindung
- **Kristallstruktur**
Formale Beschreibung von Kristallstrukturen, Translationsgitter/Bravaisgitter, Kristallsysteme, Ebenen + Richtungen, Kristallstrukturen von Metallen, einfacher Legierungen und Keramiken, Polymorphie und Polytypie, Kristallstruktur bestimmende Faktoren, Grundlagen von Beugungsexperimenten
- **Gitterbaufehler**
Punktdefekte, Liniendefekte (Versetzungen), Korngrenzen
- **Zustandsdiagramme**
Gibbsche Phasenregel, Hebelregel, Reaktionstypen, Gefügeentwicklung, Grundlagen der Mikroskopie.
- **Atomarer Transport**
Diffusionsmechanismen, 1. u. 2. Ficksche Gesetz

Inhalte der Vorlesung „Einführung Materialwissenschaft II“ (SoSe)

- **Atomarer Transport**
Generische Lösungen der Fick'schen Gleichungen, Ionenleitung, Elektrotransport
- **Phasenumwandlungen**
homogene Keimbildung, Erstarrungsreaktionen, Ausscheidungsreaktionen, spinodale Entmischung
- **Metallische Werkstoffe**
Fe-C Zustandsdiagramme und Mikrostruktur von Fe-C Legierungen
Snoek-Effekt; Ledeburit-, Perlitt-, Sorbit-, Trostit-Gefuege; Zwischenstufengefuege, Martensit; Isothermes ZTU Diagramm; Phasenumwandlungen in Al-Cu Legierungen
- **Hybridmaterialien**
- **Materialien in der Anwendung**

5. Sem. (WiSe)

Strukturanalyse und Materialmikroskopie

Prof. Dr. Guido Schmitz

Institut für Materialwissenschaft

Lernziele:

Die Studierenden

- können Phasendiagramme physikalisch begründen
- können Leitfähigkeit und Magnetismus mittels Kontinuums-Modellen beschreiben
- können Aspekte mechanischen Verhaltens voneinander abgrenzen und erklären
- können strukturelle Ursachen makroskopischer Verformung erklären
- verstehen die grundlegenden Strategien zur Härtung von Materialien.
- kennen Fragestellungen aktueller wissenschaftlicher Forschung in der Mechanik nanoskalierter Materialien

Inhalte der Vorlesung „Strukturanalyse und Materialmikroskopie“

- Thermodynamik und physikalische Ableitung von binären Phasendiagrammen, Theorie des mittleren Feldes und reguläre Lösungsmodelle
- Wärmeleitungsgleichung und Ficksche Gleichungen, ihre mathematischen Lösungsverfahren und typische Lösungen, Statistische Deutung der Diffusion
- Drude Modell der elektronischen Leitung, Einführung in die Bändervorstellung
- Dia, Para- und Ferromagnetismus, Grundzüge ihrer physikalischen Beschreibung, Magnetisierungskurven, Hysterese, Koerzitivfeldstärke
- Phänomenologie mechanischer Eigenschaften: Elastizität, Anelastizität, Pseudoelastizität, Viskosität, Plastizität, Härte, Zähigkeit, Ermüdung, Bruch
- Mechanische Prüfverfahren
- Elastizitätstheorie: Spannung, Verzerrung, Elastische Moduli, Tensorformalismus
- Messung elastischer Moduli
- Energie- und Entropie-Elastizität
- Plastische Verformung und Versetzungen
- Grundzüge der Versetzungstheorie
- Prinzipien des mechanischen Materialdesigns
- Materialversagen durch Bruch, Fraktographie
- Materialermüdung unter Wechselbelastung
- Mechanische Eigenschaften Nanostrukturierter Materialien
- Prinzipien der Materialauswahl

5. Sem. (WiSe)

Physikalische Materialeigenschaften

Prof. Dr. Guido Schmitz

Institut für Materialwissenschaft

Lernziele:

Die Studierenden

- kennen Methoden zur Bestimmung der Mikrostruktur von Materialien
- verstehen den Aufbau und die Funktionsweise eines Lichtmikroskops
- können die Grundzüge der Wellenoptik und gängige Beugungsverfahren erläutern
- können einfache Diffraktogramme interpretieren
- kennen den Aufbau eines Raster- und Transmissions-Elektronenmikroskops
- können die Funktionsprinzipien der Atomsondentomographie und der Rastersondenmikroskopie erklären

Inhalte der Vorlesung „Physikalische Materialeigenschaften“

- Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung
- Quantitative Metallographie
- Grundzüge der Strahlenoptik, Linsen und Linsenfehler
- Aufbau eines Lichtmikroskops, Prinzip des Phasenkontrasts und der konfokalen Mikroskopie
- Grundzüge der Wellenoptik, Beugung und Abbildung
- Verfahren und Kontraste der Röntgen und Neutronenbeugung
- Symmetrie von Kristallen, Punktgruppensymmetrie (Hermann-Mauguin-Symbolik), Translationsymmetrie/Bravaisgitter, Raumgruppen, Kristallklassen, Reziproker Raum, Laue-Klassen
- Umgang mit Kristallstrukturinformationen, Datenbanken
- Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie, Grundlegende Kontrastverfahren der Transmissionsmikroskopie und Interpretation der Abbildungen
- Analytische Elektronenmikroskopie
- Atomsondentomographie
- Rastersondenmikroskopien

Gliederung



Universität Stuttgart

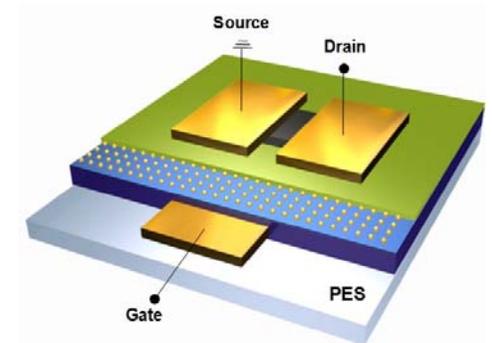
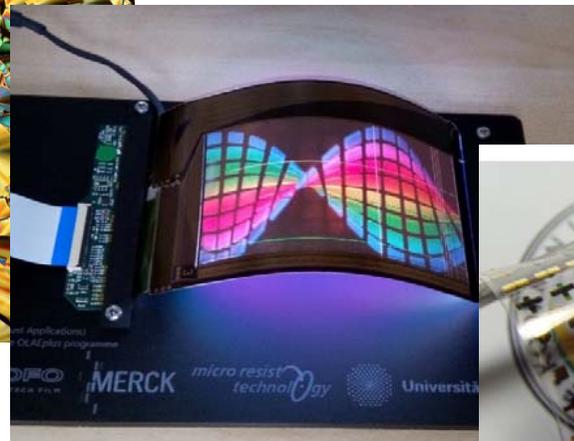
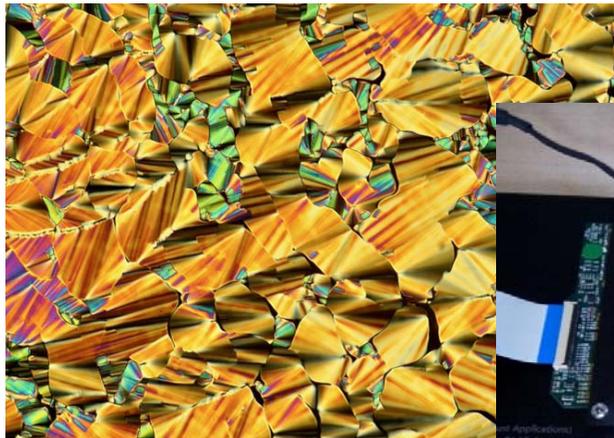
- „Was ist Materialwissenschaft?“
- Vertiefung Materialwissenschaft – Angebotene Vorlesungen
- **Materialwissenschaft – Aktuelle Forschungsgebiete**

Materialwissenschaft – Forschungsgebiet Funktionswerkstoffe

Einige Beispiele – Flüssigkristalle und Transistoren



- Materialforschung für elektronische Anwendungen



➔ Forschung auf dem Gebiet der Flüssigkristallbildschirme und Transistoren z. B.:

IGM der Uni Stuttgart

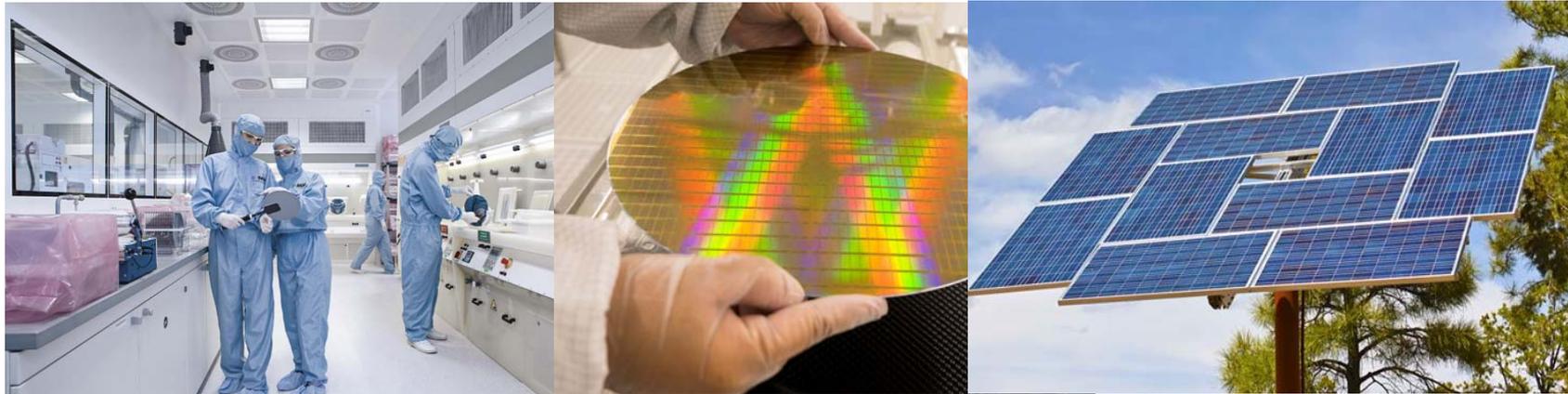
MPI für Festkörperforschung

Universität Stuttgart
Institut für Großflächige Mikroelektronik





- Halbleiterforschung für Solarzellen und Photovoltaik-Module



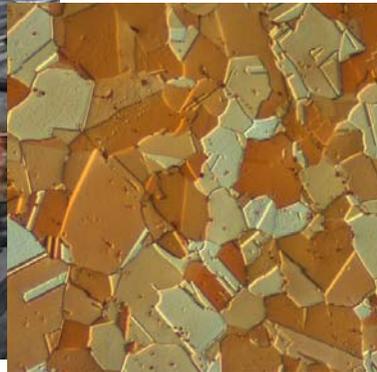
➔ Forschung auf dem Gebiet der Photovoltaik und Halbleiterprozesse z. B.:
ipv der Uni Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Photovoltaik





- Forschung in den Bereichen Werkstoffprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre



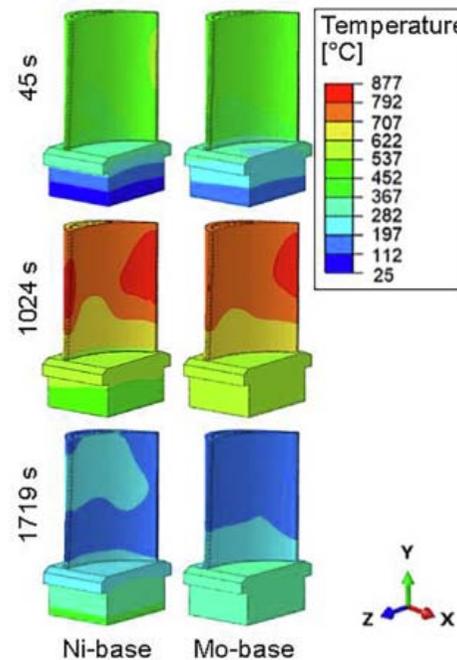
➔ Forschung auf dem Gebiet der
Werkstoffprüfung und Simulation z. B.:
IMWF der Uni Stuttgart
MPA an der Uni Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und
Festigkeitslehre (IMWF)

MPA
STUTT GART
Materialprüfungsanstalt
Universität Stuttgart



- Entwicklung komplexer Legierungen für Hochtemperatur-Anwendungen (z. B. Turbinenschaufeln)



➔ Weiterführende Master-Vorlesung zu Superalloys z. B.: *IMW der Uni Stuttgart*

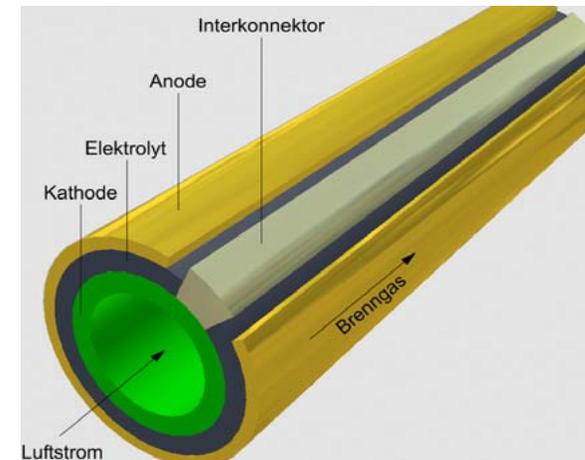
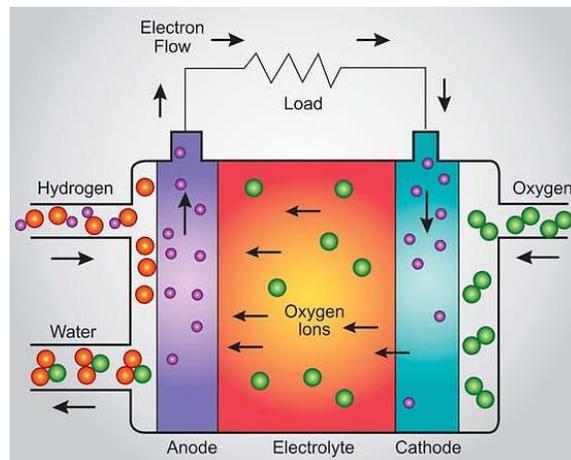
Universität Stuttgart

Institut für Materialwissenschaft



- Festoxidbrennstoffzelle

Hochtemperatur-Brennstoffzelle, deren Elektrolyt aus einer sauerstoffionenleitenden Keramik besteht



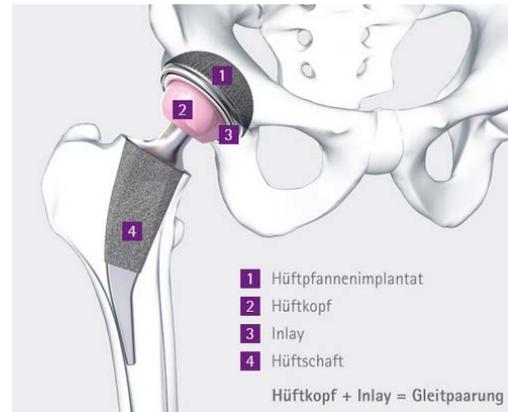
➔ Forschung auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Brennstoffzelle z. B.:
DLR Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart



Materialwissenschaft – Forschungsgebiet keramische Werkstoffe

Einige Beispiele – Keramiken in der Medizintechnik

■ Prothesen und Hüftgelenke



■ Transluzente Orthodontalbrackets und Dentalimplantate



➔ Forschung auf dem Gebiet der Hochleistungskeramiken z. B.:
IFKB der Uni Stuttgart

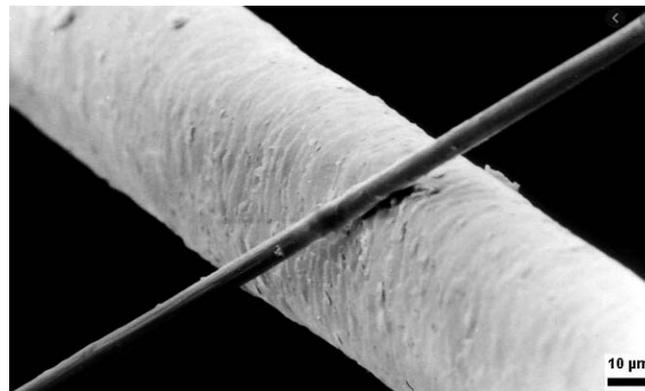
Universität Stuttgart

Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile



- Hochleistungsfasern

Synthese und Entwicklung von Hochleistungsfasern wie Aramide („Kevlar“) oder Carbonfasern

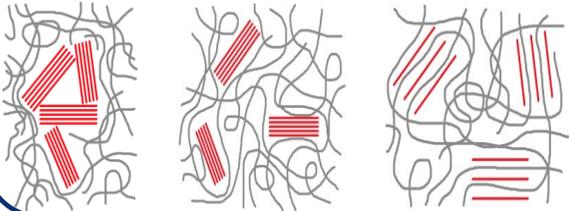


➔ Forschung auf dem Gebiet der Hochleistungsfasern z. B.:
IPOC der Uni Stuttgart
ITFT der Uni Stuttgart
DITF Denkendorf

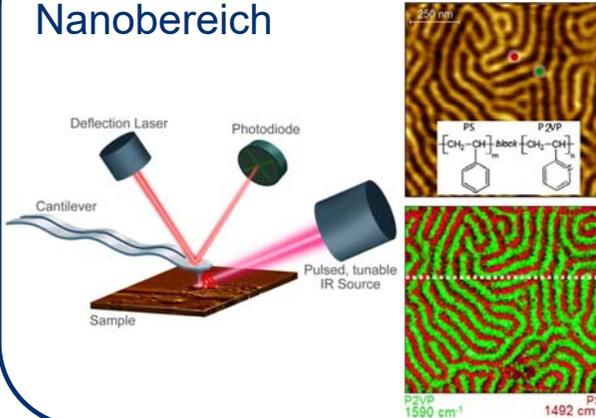
Universität Stuttgart
Institut für Polymerchemie



Nanoskalige Polyamid 6 Verbundwerkstoffe



AFM-IR-Spektroskopie im Nanobereich



Materialeffizienz bei wärmeleitfähigen Kunststoffen



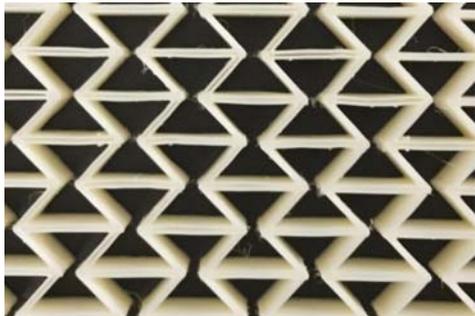
Luftultraschallprüfung von Faserkunststoffverbunden



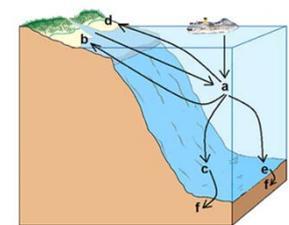
3D-Druck: Biologisch abbaubare, wasserlösliche Stützstrukturen



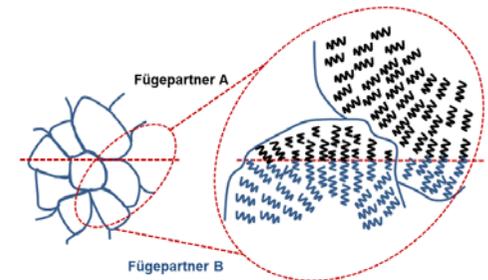
Erzeugung auxetischer Strukturen mittels 3D-Druck



Abbauverhalten von Biokunststoffen in mariner Umgebung



Schweißen amorpher und teilkristalliner Biokunststoff-Partikelschäume





Universität Stuttgart

Vertiefungsrichtung
Materialwissenschaften
für den Bachelorstudiengang
Chemie- und Bioingenieurwesen

Universität Stuttgart
13.07.2020

Prof. Dr.-Ing.
Christian Bonten