



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für
Technische Chemie



Vertiefungsrichtung Materialchemie

Prof. Dr. Henning Menzel

Module „Materialchemie“ Master

Die Säule Materialchemie ist noch im Aufbau und soll durch weitere Lehrveranstaltungen der neuen Kollegen in PC und TC ergänzt werden; sie enthält bislang vor allem Module aus der Polymerchemie!



Module „Materialchemie“ Master

- **CM-C-1 Grundlagen der Polymerchemie**

Vorlesung Grundlagen der Makromolekulare Chemie (2 Std. jeweils WS)

Praktikum Polymerchemie (6 SWS) ca. Feb.- März

- **CM-C-2 Analytik von Polymeren**

VL Analytik von Makromolekülen (2 SWS jeweils WS) (Menzel, Dempwolf)

VL Analytik Polymerer Materialien (2 SWS jeweils WS) (Menzel, Sostmann)

Analytische Fragenstellungen aus der Forschung (Kleingruppenprojekt)

- **CM-C-3 Polymere Materialien**

VL Thermoplastische Werkstoffe (2 SWS, jeweils SS) Prof. Menzel

VL Elastomere Werkstoffe (2 SWS, jeweils SS) Prof. Dr. Sostmann (Conti AG)

Exkursion Polymere Materialien (2 SWS)

- **CM-D-1 Katalyse**

VL Katalytische Polymersynthesen (1 SWS jeweils SS), Prof. Menzel

VL Angewandte Heterogene Katalyse (1 SWS jeweils SS), PD Prüße

VL Angewandte Homogene Katalyse (Prof. Tamm) (2 SWS jeweils SS)

Praktikum/Übung Metallkatalyse (gemeinsam mit AC, 2 SWS) im Sommer

- **CM-C-FPA Forschungspraktikum Materialchemie A**

- **CM-C-FPB Forschungspraktikum Materialchemie B**



Module „Materialchemie“ Master

- **CM-C-5 Moderne Methoden zur Aufklärung von Materialeigenschaften**
 - CM-C-5a Vorlesung Oberflächenanalytik (2 SWS) (Menzel/Dempwolf)
 - CM-C-5b Strukturaufklärung von aktiven Materialien, Katalysatoren und Elektroden (1 SWS) (Özaslan, Hasché)
 - CM-C-5c Analytische Fragenstellungen aus der Forschung (Kleingruppenprojekt) (2 SWS)
- **CM-C-4 Materialien für die Elektrokatalyse mit Labor pro**
 - CM-C-4a Elektrokatalyse Vorlesung (V)
 - CM-C-4b Elektrokatalyse Übung (Ü)
 - CM-C-4c Elektrokatalyse Labor pro (SP-kS)

Alternative Vorlesungen im Überlapp mit der Vertiefungsrichtung *Chemie der Energiekonversion*:

- CM-E-4a 1 PEM Brennstoffzellentechnologie Vorlesung (V)
- CM-E-4a 2 PEM Brennstoffzellentechnologie Übung (gS)
- CM-E-4e PEM Brennstoffzellentechnologie Praktikum (SP-kS)

- CM-E-4c1 Technologien zur Herstellung von Wasserstoff Vorlesung (V)
- CM-E-4c2 Technologien zur Herstellung von Wasserstoff Übung (gS)

→ Übersicht Module

SoSe	WiSe
CM-C-3 Polymere Werkstoffe	CM-C-1 Grundlagen der Polymerchemie
	CM-C-2 Polymeranalytik
CM-D-1 Katalyse (<i>gemeinsames Modul</i>)	CM-C-5 Moderne Methoden zur Aufklärung von Materialeigenschaften
	CM-C-4 Materialien für die Elektrokatalyse mit Labor pro
CM-C-FPA Forschungspraktikum Materialchemie A CM-C-FPB Forschungspraktikum Materialchemie B	

Kernmodule

Module aus anderen Vertiefungen

→Vorschlag 1 Studienplan

Studienstart WiSe	WiSe	SoSe	WiSe	SoSe
	CM-P-3 Instrumentelle Analytik	CM-P-1 Molekülspektroskopie		Masterarbeit
	CM-P-4 Organometallchemie	CM-P-2 Reaktionsmechanismen	CM-C5- Moderne Analysemethoden	
	CM-C-1 Grundlagen der Polymerchemie	CM-C-3 Polymere Werkstoffe oder CM-D-1 Katalyse	CM-C-2 Polymeranalytik	
	CM-E-2 Elektrochemie	Forschungspraktikum A	Forschungspraktikum B	
	Professionalisierung			

Kernmodule (mind. zwei)
Module aus anderen Vertiefungen



→Vorschlag 2 Studienplan

	SoSe	WiSe	SoSe	WiSe
Studienstart SoSe	CM-P-1 Molekülspektroskopie	CM-P-3 Instrumentelle Analytik		Masterarbeit
	CM-P-2 Reaktionsmechanismen	CM-P-4 Organometallchemie		
	CM-C-3 Polymere Werkstoffe	CM-C-1 Grundlagen der Polymerchemie	Forschungspraktikum A	
	CM-D-1 Katalyse	CM-C-2 Polymeranalytik	Forschungspraktikum B	
	Professionalisierung			

Kernmodule (mind. zwei)
Module aus anderen Vertiefungen



Lehrende: Menzel, Dempwolf

Inhalt:

Vorlesung: Grundlagen der Polymerchemie

- Grundlegende Definitionen und Begriffe;
- Mechanismen und Kinetik von Stufen- und Kettenreaktionen (Polykondensation, radikalische Polymerisation),
- industrielle Polymere (Polyester, Polyamide, Polyaramide, Polyurethane),
- Polymerisationstechniken (Lösungs-, Gasphasen-, Suspensions-, und Emulsions-Polymerisation)
- Copolymerisation,
- Block- und Pfropfcopolymere, polymeranaloge Reaktionen,
- Mechanismen der stereospezifischen und der ringöffnenden Polymerisation.
- Physikalische Chemie von Polymerlösungen, experimentelle Methoden zur Bestimmung von Molmassen und Molmassenverteilungen
- Eigenschaften von Polymeren im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation, Schmelzen).

▪ **Praktikum**

- Kinetik der Polykondensation;
- Einsatz von Überträger in einer radikalischen Polymerisation incl. GPC
- Emulsionspolymerisation
- Copolymerisation
- Thermische Eigenschaften von Polymeren

Grundlagen der Polymerchemie (V) | Menzel
LV 1414020

Grundpraktikum Polymerchemie I (P) | Menzel /Dempwolf
LV 1414032



V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationenpraktikum
(experimentelle Übung)

Lehrende: Menzel, Dempwolf, Sostmann

Inhalt:

▪ **Analytik von Makromolekülen (in Lösung)**

Methoden zur:

- Bestimmung der chemischen Struktur (u.a. NMR),
- der Molmasse (u.a. Membranosmose, Lichtstreuung, Viskosimetrie), und der Molmassenverteilung.
- Fraktionierungsmethoden mit und ohne stationäre Phase (u.a. GPC, Feld-Fluss Fraktionierung) und deren Kopplung

Eigenschaften von Polymeren in der Schmelze (Rheologie)

▪ **Analytik von polymeren Materialien (Festkörper):**

- Begriffe und Definitionen der Polymerphysik
- Grundlagen der Viskoelastizität von Polymeren und deren Vernetzung (Gummielastizität)
- Methoden zur Bestimmung
 - der thermischen,
 - mechanischen und dynamisch-mechanischen Eigenschaften,
 - elektrischen Eigenschaften (dielektrische Spektroskopie)
 - zur Alterung vorgestellt.

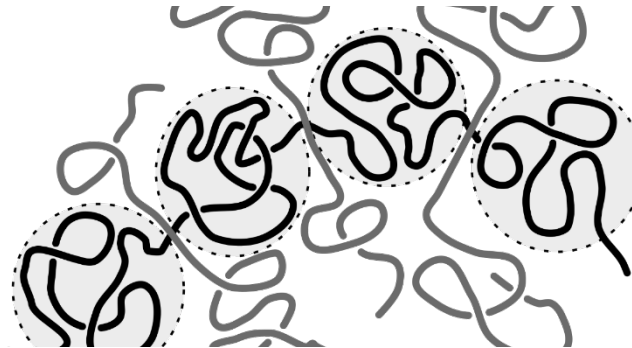
▪ **Seminar:**

In individuellen Projektaufgaben sind Lösungsansätze zu analytischen Herausforderungen zu entwickeln und vorzustellen.

Analytik von Makromolekülen I (V) | Menzel / Dempwolf
LV 1414053

Analytik von polymeren Materialien I (V) | Sostmann / Menzel
LV 1414048

Materialanalytische Herausforderungen aus der Forschungspraxis Seminar I (SP-kS)
LV 1414084



<https://www.winopal.com/labbedarf/produkte/kapillaviskosimetrie.html>

V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationenpraktikum
(experimentelle Übung)

Lehrende: Menzel, Sostmann

Inhalt:

▪ **Thermoplastische Werkstoffe**

Einführung in die Grundlagen der Polymersynthese, Rohstoffbasis, Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Polyolefinen, Polystyrol, und PVC als Massenkunststoffe, Acrylate und Methacrylate als Materialien für besondere Anwendungen, Polyester und Polyacrylnitril für die Faserherstellung, Polyamide, Polyaramide und andere Hochleistungswerkstoffe, Polymerrecycling

▪ **Elastomere Werkstoffe**

Grundlagen der Chemie und Technologie kautschukartiger Werkstoffe, Verfahrens- und Produktionstechnik der Kautschukverarbeitung), Herstellungsverfahren und Konstruktionsgrundlagen für typische Produkte aus dem Werkstoff "Gummi" Eigenschaften von Elastomer-Produkten, spezielle Aspekte der Analytik von Elastomeren.

▪ **Exkursion/Seminar:**

Besuch in Betrieben die thermoplastische bzw. elastische Werkstoffe herstellen oder verarbeiten. Die Exkursion wird durch ein Seminar vorbereitet.

Thermoplastische Werkstoffe (V) Menzel
LV 1414007

Elastomere Werkstoffe (V) Sostmann
LV 1414004

Exkursion Polymere Werkstoffe (Ex) Sostmann / Menzel
LV 1414006



V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationenpraktikum
(experimentelle Übung)

Lehrende: Tamm, Prüße, Menzel,

Inhalt:

▪ **Angewandte homogene Katalyse:**

- metallorganische Grundlagen der Katalyse, Elementarreaktionen, Katalysezyklen,
- industrielle Anwendungen (Wacker-Prozess, Essigsäure-Darstellung, Hydroformylierung, Hydrocyanierung, Hydrierung, ...),
- aktuelle Entwicklungen (C-C-Kreuzkupplungen, ..., Alkan-, Olefin- und Alkinmetathese),
- Beiträge der homogenen Katalyse zur nachhaltigen und ressourcenschonenden Entwicklung der Chemie, Aufklärung von Reaktionsmechanismen

▪ **Angewandte Heterogene Katalyse und katalytische Polymersynthesen**

Grundlagen der Heterogenen Katalyse, Adsorption und Kinetik, Theoretische Konzepte,

- Herstellung und Charakterisierung von Katalysatoren, Desaktivierung, Stofftransport,
- Reaktoren für Katalysatoren, Industrielle Katalyse, Polymerisation mit Übergangsmetallkomplexen, Ziegler-Natta-Polymerisation, Phillips-Katalysatoren,
- Metallocen- und Post-Metallocen-Katalysatoren, Metathesepolymerisationen

• **Praktikum:**

- Synthese, Charakterisierung und Einsatz eines Katalysators in der homogenen Katalyse;
- Synthese eines Polymers durch Metallkatalyse

Angewandte Homogene Katalyse (V) Tamm

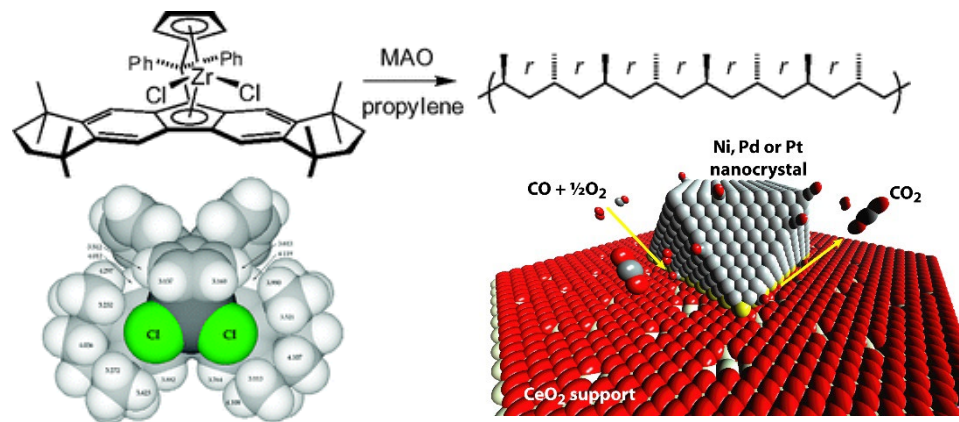
LV 14140XX

Angewandte Heterogene Katalyse und katalytische Polymersynthesen (V) Prüße / Menzel

LV 1414066

Praktikum Metallkatalyse (P) Tamm / Menzel

LV 1414067



V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationspraktikum
(experimentelle Übung)

Lehrende: Özasan

Inhalt:

▪ **Vorlesung/ Übung**

- Kinetik und Adsorptionsprozesse an Elektrodenoberflächen, Butler-Volmer-Gleichung,
- heterogener Elektronentransfer, elementare Prozesse an der Grenzfläche zwischen Elektrode und Elektrolyt,
- Analyse von Polarisationskurven, Einkristall- und Nanopartikeluntersuchungen,
- Untersuchung von Dünnschichten bis zu porösen Elektrodensystemen,
- D-Band-Modell in der Elektrokatalyse,
- verschiedene Methoden zur elektrochemisch aktiven Oberflächen-Bestimmung, Beschreibung von Überspannungen aufgrund von Ladungs- und Stofftransportprozessen.
- Folgende elektrochemische Reaktionen werden behandelt: Oxidation/Evolution von Wasserstoff und Sauerstoff (HOR/HER und ORR/OER), Oxidation von Alkoholen und elektrochemische Reduktion von CO_2 und N_2 .

▪ **Praktikum**

Versuchsplanung, elektrochemische Charakterisierung von Elektrokatalysatoren, Messdatenauswertung, Interpretation und Aufklärung von Reaktionsmechanismen.

Elektrokatalyse I (V) | Özasan

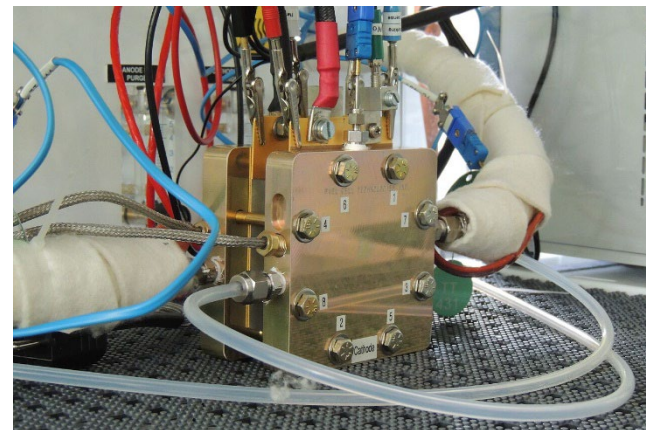
LV 14140XX

Elektrokatalyse (Ü) | Özasan

LV 1414XX

Elektrokatalyse Labor pro I (SP-kS)

LV 14140XX



V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationspraktikum
(experimentelle Übung)

Lehrende: Menzel, Dempwolf, Özasan

Inhalt:

▪ **Strukturaufklärung von aktiven Materialien, Katalysatoren & Elektroden:**

Struktureigenschaften von aktiven Materialien (wie z.B. Batterie-, Elektrolyse- und Brennstoffzellenmaterialien), Katalysatoren für heterogene Reaktionen sowie Elektrodenmaterialien

- Raman/Infrarot-Spektroskopie,
- Rasterkraftmikroskopie (AFM),
- Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS),
- Mikro-Röntgenfluoreszenz-spektroskopie (μ -XRF),
- Differential electrochemical mass spectroscopy (DEMS)

• **Oberflächenanalytik:** Oberflächen- im Gegensatz zu Volumeneigenschaften eines Methoden u. a.:

- Raman/Infrarot-Spektroskopie,
- Rasterkraftmikroskopie (AFM),
- Elektronenmikroskopie,
- Elektronenspektroskopie (z.B. XPS)
- Ionenspektroskopie (SIMS)
- Untersuchung von Schichtdicken

• **Seminar:**

In individuellen Projektaufgaben sind Lösungsansätze zu analytischen Herausforderungen zu entwickeln und vorzustellen.

Oberflächenanalytik I (V) | Menzel

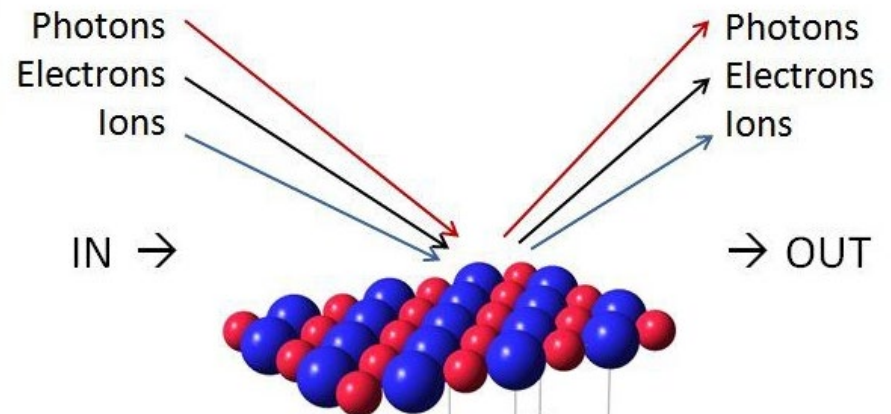
LV 1414010

Strukturaufklärung von aktiven Materialien, Katalysatoren & Elektroden I (V) | Özasan

LV 1414XX

Materialanalytische Herausforderungen aus der Forschungspraxis Seminar I (SP-kS)

LV 1414050

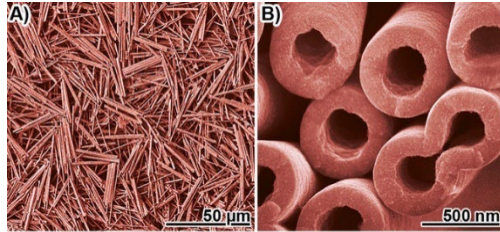


V = Vorlesung
P = Praktikum
Ü = Übung

kS / gS = kleines / großes Seminar
SP-kS = Saal- oder Stationenpraktikum
(experimentelle Übung)

Materialien für die Elektrokatalyse / Brennstoffzellen

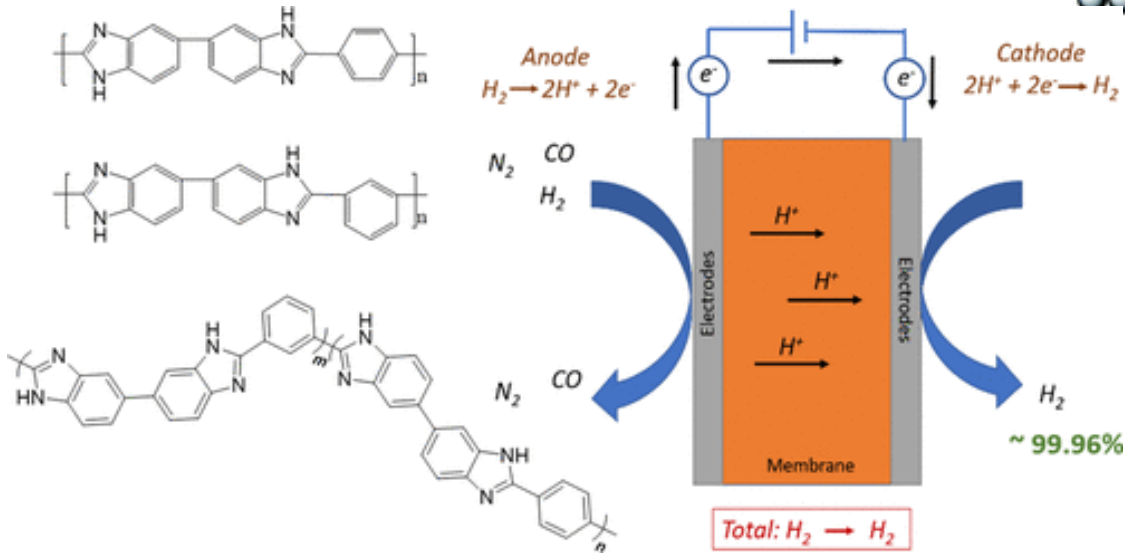
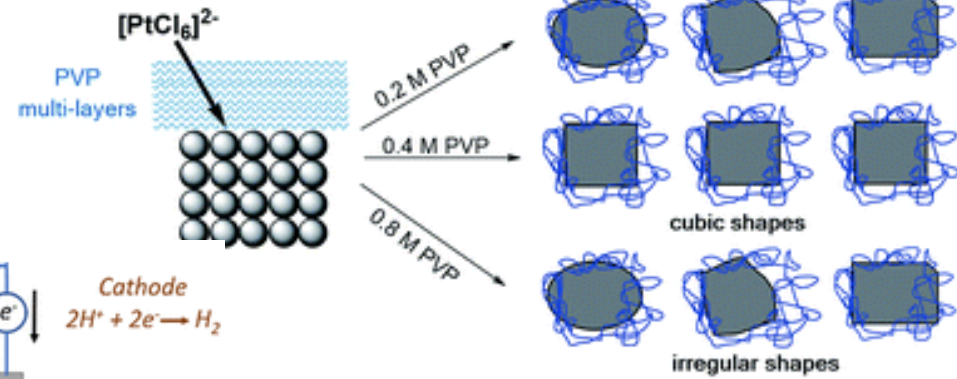
Tunable Platinum Copper Alloy Nanostructures



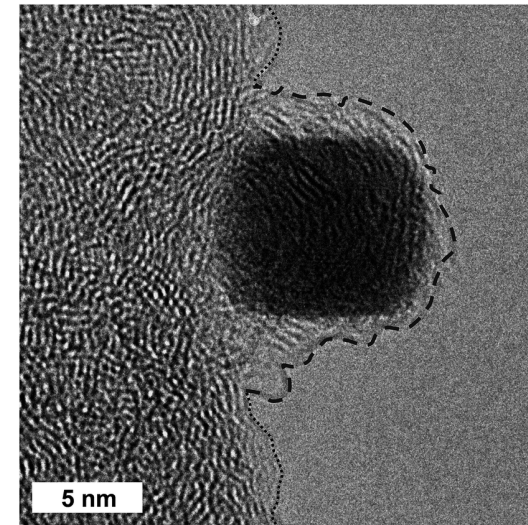
Chemistry – A European Journal, 26, 3030-3033 (2020)
 First published: 16 January 2020, DOI: (10.1002/chem.202000158)

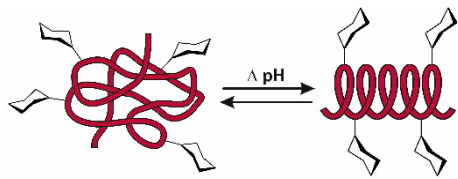
The role of polyvinylpyrrolidone (PVP) as a capping and structure-directing agent in the formation of Pt nanocubes

I.A. Safo, M. Werheid, C. Dosche, M. Oezaslan*
 Nanoscale Advances, 1 (2019) p. 3095-3106.



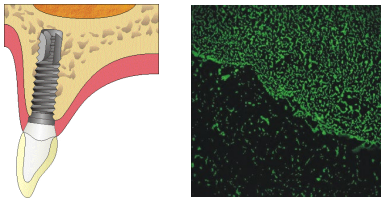
Electrochemical Hydrogen Separation from Reformat Using High-Temperature Polybenzimidazole (PBI) Membranes: The Role of Chemistry
 DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b07037





Glycopolyptides

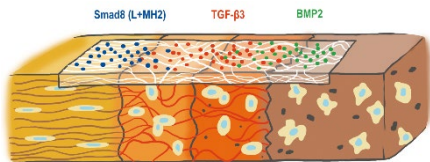
R. Mildner et al. Hydrophobic Spacers Enhance the Helicity and Lectin Binding of Synthetic, pH-Responsive Glycopolyptides *Biomacromolecules* **15**, 4528-4533 (2014).



Antibacterial coatings

M. Waßmann et al. „Influence of the quarternization of ammonium on antibacterial activity and cytocompatibility of thin copolymer layers on titanium“ *J. Biomater. Sci. Polym. Ed.* **27**, 1507-1519 (2016).

H. Menzel et al. Patent "Verfahren zur Herstellung einer antibakteriellen Beschichtungszusammensetzung für Implantate" (2017)



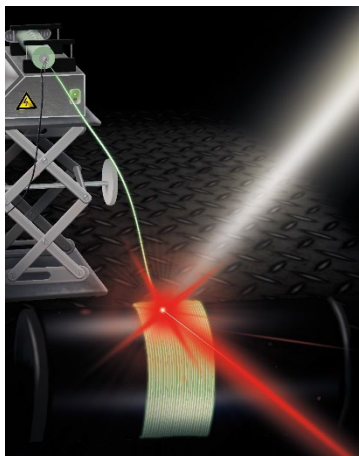
Immobilisation of growth factors on implants / Graded Implants

N. Poth, et al. "Biodegradable Chitosan Nanoparticle Coatings on Titanium for the Delivery of BMP-2" *Biomolecules* **5**, 3-19 (2015)

D. DeCassan, et al. „Attachment of nanoparticle drug-release systems on Poly(ε-Caprolactone) nanofibers modified with a chitosan graft polymer“ *Colloids Surf. B Biointerfaces* **163**, 309-320 (2018)

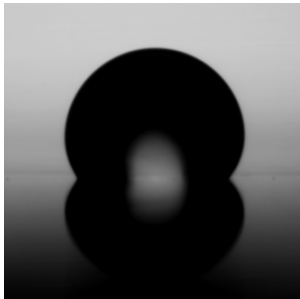
Polymers for optoelectrical applications

H.-A. Christ, P. Ang, F. Li, W. Kowalsky, H.-H. Johannes, H. Menzel, Production of highly aligned microfibr bundles from Polymethyl methacrylate via stable jet electrospinning for organic solid-state lasers *J. Polym. Sci.* **60**, 715 (2022)

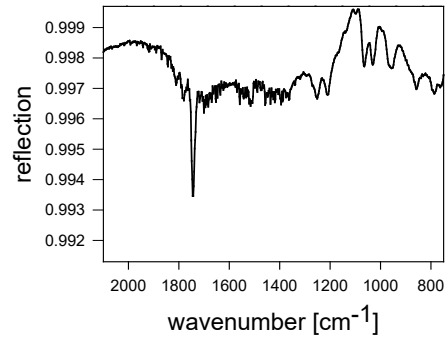


Analysis of ultrathin layers

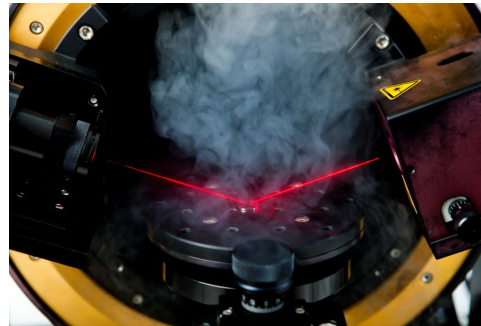
contact angle



grazing incidence FTIR



ellipsometry



surface potential



X-ray Photoelectron Spectroscopy XPS

Großgerät ~900 k€ in Betrieb
Mitgliedschaft im

LENA Laboratory
for Emerging
Nanometrology

