



Interreg



Kofinanziert von
der Europäischen Union
Spolufinancováno
Evropskou unií

Sachsen – Tschechien | Česko – Sasko



Tagungsband / Sborník z Konference

Doktorandensymposium der Materialwissenschaft

Doktorandské sympozium v oblasti materiálových věd

5.12. – 6.12.2024 in Dresden / Germany





Für den Inhalt und das Bildmaterial der einzelnen Beiträge tragen die Autoren die Verantwortung.

Die Veranstaltung wurde im Rahmen des Projektes MATun MATERIALWISSEN – UNIS GEMEINSAM durchgeführt.

Za obsah a obrázky jednotlivých příspěvků odpovídají autoři.

Akce byla uspořádána v rámci projektu MATUN SVĚT MATERIÁLŮ – UNIVERZITY SPOLU.

Gefördert durch/ Podporováno:



Teil der Prioritätsachse 3: Bildung, lebenslanges Lernen, Kultur und Tourismus

Část prioritní osy 3: Vzdělávání, celoživotní vzdělávání, kultura a cestovní ruch

Projektlaufzeit / Doba realizace projektu:	08.09.2023 – 31.12.2026
Projektnummer / Označení projektu:	100686706
Gesamtkosten des Projektes/ Celkové náklady projektu:	761.832,93 EUR
Fördersumme EU / Dotační prostředky EU:	609.466,34 EUR

WebSite: <http://matun.trans3net.eu>

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Všechna práva vyhrazena. Žádná část tohoto díla nesmí být reprodukována v jakékoliv formě (tisk, fotokopie nebo jiné zpracování) nebo zpracovávána, kopírována nebo šířena pomocí elektronických systémů bez písemného souhlasu vydavatele.

Inhaltsverzeichnis / Obsah

Vorwort / Předmluva

1.	Projekt MATun / Projekt MATun.....	2
1.1	Rückblick Symposium / Symposium - přehled	3
1.2	Organisationskomitee / Organizační výbor	3
2	Projektpartner und assoziierte Partner / Projektoví a přidružení partneři.....	4
2.1	Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem	4
2.1.1	Naturwissenschaftliche Fakultät / Přírodovědecká fakulta	5
2.2	Technische Universität Dresden	11
2.2.1	Institut für Werkstoffwissenschaft / Ústav pro vědu o materiálech.....	11
2.3	TRANS ³ Net	14
3	Topics of the presentations	15
3.1	Manufacturing processes	15
3.1.1	Minimum water for maximum strength in semi-dry paper production.....	15
3.1.2	Horizontal Continuous Casting: optimization of process parameters for a better billet centre quality of high alloyed stainless steels at BGH Freital steel mill – Diploma Thesis.....	16
3.1.3	Mixing polydisperse granular materials with a focus on segregation	16
3.1.4	Surface Modification of Aluminium Samples Mimicking Scallop Shell Structures and Their Hydrophobic Properties.....	16
3.1.5	Heat exchange investigations for improved utility of working fluid mixtures in waste heat recovery applications	17
3.1.6	Calorimetric measurement of the heat capacities of salt hydrates for use as phase change materials	17
3.2	Method- and Material Development.....	18
3.2.1	Multi-energy CT investigation of historic mortars	18
3.2.2	The potential of dendrochemistry and dendroecology in pollution research.....	18
3.2.3	Development, verification and parameterization of a 3D swelling model for plant leaves	19
3.2.4	A Molecular Dynamic Study on Thermal and Mechanical Properties of Elastomers.....	20
3.2.5	Ion implantation of graphene oxide and polyimide by low and medium energy gold ions	21
3.2.6	Preparation and analysis of MXenes.....	22
3.3	Topic: Environmental Technology	23
3.3.1	Electrospun Nanofibrous Textiles for Carbon Dioxide Capture	23
3.3.2	Hydrogen Evolution on 2D MoS ₂ Prepared by Liquid-Phase Exfoliation: Effects of pH Variations	23
3.3.3	Polymer Membranes for Various Applications	23
3.3.4	Development and characterization of gelatin/silica-nanofiber-based composites	24

3.3.5	Nanodiamond functionalized implant surfaces for the formation of a vital oral soft tissue composite	24
3.3.6	Solvothermal production of a piezoelectric layer on titanium implant materials.....	25
3.3.7	Hydrodynamic Optimization of Stem Cell Bioreactor with CFD Modeling and PIV experiments	29
3.3.8	The effect of primary and secondary flows on the homogenization process in a vertical bladed mixer	29

Vorwort / Předmluva

Materialwissenschaftler:innen aus Ústí nad Labem und Dresden trafen sich im Dezember 2024 zum ersten Doktorandensymposium für Materialwissenschaft im Rahmen des Interreg-Projektes MATun zu den Schwerpunkten Fertigungsprozesse, Materialcharakterisierung, Umwelt- und Biotechnologie. Ziel des Symposiums war es, den interdisziplinären Austausch zwischen tschechischen und deutschen Forschungseinrichtungen zu fördern und die internationale Zusammenarbeit entlang der sächsisch-tschechischen Grenze zu unterstützen.

Die organisierten Aktivitäten reichten von wissenschaftlichen Präsentationen aktueller Forschungsprojekte über Diskussionsrunden zu möglichen Kooperationen bis hin zu einer Come-together-Veranstaltung bei Tee und weihnachtlichen Snacks. Das Projekt MATun wird vom Programm Interreg Sachsen – Tschechien 2021-2027 finanziert. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer - Promovierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Studierende der beteiligten Institutionen - nutzten die Gelegenheit, individuelle und neue Kontakte zu knüpfen, sich über aktuelle Forschungsthemen und -methoden auszutauschen, Ansatzpunkte für zukünftige Kooperationen zwischen den verschiedenen Forschungsbereichen und Institutionen zu finden und auch die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der deutschen und der tschechischen Forschungslandschaft zu diskutieren.

In diesem Tagungsband werden sowohl die Institutionen mit ihren speziellen Themen vorgestellt sowie aktuelle Forschungsthemen und deren Ergebnisse präsentiert.

Materiáloví vědci z Ústí nad Labem a Drážďan se v prosinci 2024 sešli na prvním materiálovém sympoziu v rámci projektu Interreg MATun se zaměřením na výrobní procesy, charakterizaci materiálů, environmentální technologie a biotechnologie. Cílem sympožia bylo podpořit mezioborovou výměnu mezi českými a německými výzkumnými institucemi a podpořit nadnárodní spolupráci na mezinárodní úrovni podél sasko-české hranice.

Organizované aktivity se věnovaly jak vědeckým prezentacím aktuálních doktorských projektů a výzkumným tématům, tak i diskusím o možné spolupráci a společnému posezení u čaje s vánočním občerstvením. Konference byla financována z programu spolupráce INTERREG Česká republika – Sasko – 2021-2027. Všichni účastníci - doktorandi, vědečtí pracovníci a zaměstnanci zúčastněných institucí - využili příležitosti k navázání individuálních i nových kontaktů, k výměně názorů na aktuální výzkumná témata a metody, k nalezení východisek pro budoucí spolupráci mezi jednotlivými výzkumnými oblastmi a institucemi a také k diskusi o podobnostech a rozdílech mezi německou a českou výzkumnou krajinou.

Cílem sborníku z konference je představit jednotlivé instituce s jejich odbornými tématy a laboratořemi a prezentovat aktuální výzkumná témata vycházející z představených projektů.

1. Projekt MATun / Projekt MATun

Projekttitel / Název projektu: Materialwissen - Unis gemeinsam / Svět materiálů - Univerzity spolu

Projektkürzel / Zkrácený název projektu: MATun

Projektstatus / Stav projektu: Projekt in Umsetzung / Projekt v realizaci

EU-Förderung (EFRE) / Finanční podpora EU (EFRR): 609.466,34 €

Projektlaufzeit / Doba realizace projektu: 08.09.2023 - 31.12.2026

Kooperationspartner und Kontaktpersonen / Kooperační partneři a kontaktní osoby:

- Lead partner: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Petr Lauterbach
- Technische Universität Dresden, Ute Bergmann

Im Projekt MATun werden gemeinsame Qualifizierungsangebote ausgearbeitet, die die fachliche Breite und Qualität der studentischen Ausbildung erhöhen, und gemeinsame Forschungsarbeiten initiiert. Ziel ist die grenzübergreifende Nutzbarmachung von Synergien in diesem Feld. Die technische Ausrüstung ist auf beiden Seiten sehr gut, aber nicht gleich. Dieses Potenzial der sehr kostenintensiven Laborausstattung soll zukünftig gemeinsam genutzt werden. Es ist vorgesehen, insbesondere aktuelle Forschungsthemen und Hightech-Verfahren und -Geräte in die gemeinsame studentische Ausbildung zu integrieren. Das Projekt ist dreistufig aufgebaut: In Projektphase eins werden gemeinsam Online-Vorlesungen erarbeitet, die für deutsche und tschechische Studierende angeboten werden. Darauf aufbauend werden in der zweiten Projektphase studentische Belegarbeiten und Forschungsarbeiten zu beiderseits interessierenden Themen angeboten und gemeinsam betreut, wozu die Teilnehmenden (Doktorand:innen und Masterstudent:innen) jeweils zeitweise an der anderen Universität tätig sind. Mit dieser Phase startet die Durchführung jährlich wechselseitig auszurichtenden wissenschaftlicher Symposien, die zur Vorstellung und Diskussion laufender Forschungsarbeiten dienen. In der dritten Projektphase werden die Erfahrungen genutzt, um die Module zu verstetigen, anderen Hochschulen anzubieten und sie werden für die Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern für ein werkstoffwissenschaftliches Studium aufbereitet.

V projektu MATun jsou společně zpracovávány nabídky vzdělávání, které zvyšují kvalitu vzdělávání, připravují společné kvalifikační programy, které zvýší rozsah a kvalitu vzdělávání studentů, a zahajují se společné výzkumné projekty, které poskytují prostor pro společné výzkumné práce. Cílem projektu je přeshraniční využití synergií v této oblasti. Technické vybavení je na obou stranách velmi dobré, nikoliv však stejné. Tento potenciál investičně velmi náročného laboratorního vybavení bude využíván společně. Předpokládá se zejména začlenění aktuálních výzkumných témat a moderních přístupů a přístrojů do společného vzdělávání. Projekt je zpracován ve třech stupních: v první projektové fázi budou zpracovány společně online přednášky, které budou nabídnuty českým a německým studentům. Následně bude ve druhé projektové fázi studentům magisterského a doktorského studia nabídnuta možnost spolupráce na vědecké práci k oboustranně zajímavým tématům, která budou odborně podpořena z obou stran. Tyto aktivity studentů budou částečně probíhat i na univerzitě partnera. V této fázi začne program realizace ročních střídajících se dvoudenních vědeckých symposií, která slouží k prezentaci a následné diskusi probíhajících výzkumných prací. Ve třetí projektové fázi budou na základě získaných poznatků a zkušeností zpracovány vzdělávací moduly jak pro další univerzity, tak pro studenty středních škol pro podporu dalšího studia o materiálech.

1.1 Rückblick Symposium / Symposium - přehled

Am 5. und 6. Dezember 2024 fand im Feldschlösschen Stammhaus in Dresden das internationale Doktorandensymposium im Rahmen des Projektes MATun statt. Es bot Promovierenden, Masterstudierenden und Postdocs eine Plattform zur Präsentation ihrer Forschung und förderte den interdisziplinären sowie grenzüberschreitenden Austausch.

Am ersten Veranstaltungstag standen zentrale Fragen der industriellen Werkstoffanwendung im Mittelpunkt. Das Themenspektrum reichte von der Optimierung metallurgischer Prozesse über die Untersuchung metallischer Oberflächen bis zur Analyse von Korrosionsmechanismen. Besonders hervorgehoben wurden Beiträge zum Gießen hochlegierter rostfreier Stähle, zur hydrophoben Modifizierung von Aluminiumoberflächen sowie zur Weiterentwicklung von Umformtechnologien. Der zweite Tag widmete sich aktuellen Forschungen aus Nanotechnologie, Biomedizin und modernen Implantatmaterialien. Diskutiert wurden unter anderem die CO₂-Abscheidung mit Nanofasermembranen, die Funktionalisierung von Nanodiamanten und die Herstellung piezoelektrischer Schichten für Titanimplantate.

Zum Abschluss wurden herausragende Beiträge von den Teilnehmenden aus Ústí nad Labem und Dresden prämiert.

Ve dnech 5. a 6. prosince 2024 se ve Feldschlösschen Stammhaus v Drážďanech konalo mezinárodní doktorandské sympozium v rámci projektu MATun. Akce nabídla doktorandům, studentům magisterského studia a postdoktorandům platformu pro prezentaci jejich výzkumu a podpořila tak mezioborovou a přeshraniční výměnu.

První den akce byl zaměřen na centrální otázky průmyslového využití materiálů. Spektrum témat sahalo od optimalizace metalurgických procesů až po zkoumání kovových povrchů a analýzu korozních mechanismů. Zvláštní důraz byl kladen na příspěvky týkající se odlévání vysoce legovaných nerezových ocelí, hydrofobní modifikace hliníkových povrchů a dalšího vývoje technologií tváření. Druhý den byl věnován aktuálnímu výzkumu v oblasti nanotechnologií, biomedicíny a moderních materiálů pro implantáty. Mezi diskutovaná témata patřila depozice CO₂ pomocí nanovlákných membrán, funkcionizace nanodiamantů a výroba piezoelektrických vrstev pro titanové implantáty.

Na závěr byly oceněny vynikající příspěvky účastníků z Ústí nad Labem a Drážďan.

1.2 Organisationskomitee / Organizační výbor

Technische Universität Dresden

- Dr.-Ing. Ute Bergmann, Chair Biomaterials, Head of Group Corrosion and Surfaces, Institute of Material Science, TU Dresden
- Dipl.-Ing. Josephine Roth, Chair Biomaterials, Institute of Material Science, TU Dresden
- Dipl.-Ing. Gritt Ott, CIMTT, TU Dresden
- M. Sc. Carolin Böhme, CIMTT, TU Dresden

Jan Evangelista Purkyně University (UJEP) in Ústí nad Labem

- Ing. Petr Lauterbach, Fac. of Science, UJEP
- Bc. Zuzana Fridrichová, Fac. of Science, UJEP
- Lydie Kováčová, Fac. of Science, UJEP
- prof. RNDr. Pavla Čapková, DrSc., Fac. Of Science, UJEP

2 Projektpartner und assoziierte Partner / Projektová přidružení partnerů

2.1 Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem

JAN EVANGELISTA PURKYNĚ UNIVERSITY IN ÚSTÍ NAD LABEM



Die UJEP ist nach dem berühmten nordböhmischem Libochovicer Jan Evangelista Purkyně (1787-1869) benannt, der als einer der Begründer von Wissenschaften wie Biologie, Embryologie, Histologie, moderner Pharmakologie, vergleichender Anatomie und Anthropologie gilt. Außerdem zählte Purkyně zu den herausragendsten Physiologen der Welt.

So wie Purkyně zu seiner Zeit eine vielseitige Persönlichkeit war, bietet auch die Universität heute ein breites Spektrum an Studiengängen und Spezialisierungen (55 Studiengänge und 173 Spezialisierungen) an, die weite Bereiche menschlicher Aktivitäten abdecken. Mit dieser breiten Palette an Studiengängen ist die Universität für die junge Generation attraktiv geworden.

Die Universität ist ein hochmodernes wissenschaftliches, pädagogisches, kulturelles und bildungspolitisches Zentrum in der Region Ústí nad Labem.

Die Universität bildet aktuell mehr als 10 000 Studierende aus und beschäftigt rund 900 Mitarbeiter:innen.

Die Universität ist stolz auf die Stadt Ústí nad Labem und trägt wesentlich zur Entwicklung der Region bei.

Die Universität UJEP besteht seit 1991 und ist derzeit als Dach für 8 Fakultäten bekannt. Das sind die:

- Fakultät für Kunst und Design
- Philosophische Fakultät
- Fakultät für Erziehungswissenschaften
- Fakultät für Umwelt
- Fakultät für Gesundheitsstudien
- Fakultät für Maschinenbau
- Fakultät für Naturwissenschaften

- Fakultät für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften

Univerzita přijala jméno významného severočeského rodáka z Libochovic (1787-1869) Jana Evangelisty Purkyně, který je považován za jednoho ze zakladatelů věd, jako je biologie, embryologie, histologie, moderní farmakologie, srovnávací anatomie a antropologie. Kromě toho se Purkyně zařadil mezi nejvýznamnější světové fyziology.

Stejně jako byl Purkyně ve své době všestrannou osobností, nabízí i univerzita v dnešní době širokou škálu studijních programů a oborů (55 programů a 173 oborů) pokrývajících široké oblasti lidské činnosti. Díky takto široké nabídce programů se univerzita stala přitažlivou pro mladou generaci.

Univerzita je špičkovým vědeckým, pedagogickým, kulturním a vzdělávacím centrem Ústeckého kraje.

Univerzita vzdělává více než 10 000 studentů a zaměstnává přibližně 900 pracovníků.

Univerzita se hrdě hlásí k zásluhám o město Ústí nad Labem a významně přispívá k rozvoji regionu.

Vznik univerzity UJEP se datuje do roku 1991 a v současné době je známa jako zastřešující pojem pro 8 fakult. Jedná se o tyto fakulty:

- Fakulta umění a designu
- Filozofická fakulta
- Pedagogická fakulta
- Fakulta životního prostředí
- Fakulta zdravotnických studií
- Fakulta strojního inženýrství
- Přírodovědecká fakulta
- Fakulta sociálně ekonomická

Mehr Informationen / Více informací: <https://www.ujep.cz/en/about-ujep>

2.1.1 Naturwissenschaftliche Fakultät / Přírodovědecká fakulta

Die Fakultät für Naturwissenschaften an der UJEP ist die zweitjüngste Fakultät der Universität. Ihre Geschichte geht auf das Frühjahr 2005 zurück, als das Institut für Naturwissenschaften an der UJEP gegründet wurde. Am 4. November 2005 wurde das Institut in eine Fakultät umgewandelt. Seitdem hat sich die Fakultät für Naturwissenschaften fest unter den anderen Fakultäten der Wissenschaften in der Tschechischen Republik etabliert.

Die Aufgabe der Fakultät besteht darin, das Lernen zu fördern und das Wissen im Bereich der Naturwissenschaften zu entwickeln. Ihr Ziel ist es, die Wissenschafts- und Forschungsbasis der UJEP im Bereich der Naturwissenschaften zu stärken und eine bessere Integration in den europäischen Forschungsraum und das internationale Kooperationsnetz zu erreichen. Die nächste Aufgabe der naturwissenschaftlichen Fakultät besteht darin, eine Hochschulausbildung auf allen drei Ebenen (Bachelor, Master, PhD) sowohl in den Naturwissenschaften als auch in verwandten technischen Bereichen anzubieten und Lehrer für naturwissenschaftliche Fächer für die Sekundarstufe I und für weiterführende Schulen auszubilden. Die Fakultät bereitet die Absolvent:innen so vor, dass sie auf dem Arbeitsmarkt eine gute Anstellung finden können und gleichzeitig in der Lage sind, sich in der wissenschaftlichen Forschung zu engagieren.

Im Bereich Wissenschaft und Forschung konzentriert sich die Fakultät vor allem auf Computerphysik, Computermethoden und -simulationen, die Problematik der Methodik der molekularen Simulation und deren Anwendung auf Probleme der Physik, Chemie und des Chemieingenieurwesens, die Modellierung von Energieprozessen in der Sonnenatmosphäre mit Ausrichtung auf die Eruptionsphysik, ferner auf die Physik der Plasmen, die Plasmachemie, die Physik dünner Schichten und Oberflächen, die Erforschung elektrochemischer Biosensoren für die Umweltanalyse, die Mikrobiologie und die Biologie von Pflanzen und Tieren, die Anwendungsgeographie, die Umweltgeographie, die Länderökologie, die Ländersynthese, die Länderplanung und die instrumentellen Methoden der analytischen Chemie.

Přírodovědecká fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem je druhou nejmladší fakultou univerzity. Její historie sahá až do jara 2005, kdy byl na UJEP založen Přírodovědecký ústav. Dne 4. listopadu 2005 byl ústav transformován na fakultu. Od té doby se Přírodovědecká fakulta pevně zařadila mezi ostatní přírodovědecké fakulty v České republice.

Posláním Přírodovědecké fakulty je podporovat vzdělávání a rozvíjet znalosti v oblasti přírodních věd. Jejím cílem je posílit vědecko-výzkumnou základnu UJEP v oblasti přírodních věd a získat větší integraci do evropského výzkumného prostoru a sítě mezinárodní spolupráce. Dalším úkolem Přírodovědecké fakulty je poskytovat vysokoškolské vzdělání na všech třech stupních (bakalářský, magisterský, doktorský) jak v přírodovědných, tak v blízkých technických oborech, a také pro učitele přírodovědných předmětů pro druhý stupeň základních škol a pro střední školy. Fakulta připravuje absolventy tak, aby se mohli dobře uplatnit na trhu práce a zároveň byli schopni zapojit se do vědeckého výzkumu.

V oblasti vědy a výzkumu se fakulta zaměřuje především na počítačovou fyziku, počítačové metody a simulace, problematiku metodiky molekulárních simulací a jejich aplikace pro problémy fyziky, chemie a chemického inženýrství, modelování energetických procesů ve sluneční atmosféře s orientací na fyziku erupcí, dále na fyziku plazmatu, plazmochemii, fyziku tenkých vrstev a povrchů, výzkum elektrochemických biosenzorů pro analýzu životního prostředí, mikrobiologii a biologii rostlin a živočichů, aplikační geografii, environmentální geografii, ekologii země, syntézu země, plánování země a instrumentální metody v analytické chemii.

Bereiche der Fakultät / Oblasti fakulty

- Fachbereich Biologie
- Fachbereich Physik
- Fachbereich Geographie
- Fachbereich Chemie
- Fachbereich Informatik
- Fachbereich Mathematik
- Zentrum für Nanomaterialien und Biotechnologien
- Zentrum für die Förderung des wissenschaftlichen Unterrichts

Im Rahmen der Fachbereiche bietet die Fakultät über 17 Studienrichtungen und -kombinationen an, sowohl als Vollzeit- als auch als Distanzstudium.

Seit 2020 sind wir stolz auf das neue Gebäude, dass das größte Gebäude auf dem Campus ist. Es ist Sitz der Fakultät für Naturwissenschaften und der Fakultät für Umwelt und ist mit modernsten Laborgeräten ausgestattet.

- Katedra biologie
- Katedra fyziky
- Katedra geografie
- Katedra chemie
- Katedra informatiky
- Katedra matematiky
- Centrum pro nanomateriály a biotechnologie
- Centrum pro podporu přírodovědného vzdělávání

V rámci kateder nabízí fakulta více než 17 studijních oborů a kombinací ve třech stupních, a to jak v prezenční, tak v kombinované formě studia.

Od roku 2020 se můžeme pyšnit novou budovou, která je největší budovou kampusu. Sídli v ní Přírodovědecká fakulta a Fakulta životního prostředí a je vybavena nejmodernějšími přístroji.



Main faculty building – Centre for Natural Sciences and Technologies

Contact:

RNDr. Regina Herma, Ph.D.

Vice-dean for External and International Relations

Room: CPTO 8.11

Phone: +420 475 286 663

E-mail: regina.herma@ujep.cz

Ing. Petr Lauterbach

Faculty secretary

Room: CPTO 8.14

Phone: +420 475 286 665

E-mail: petr.lauterbach@ujep.cz

Mehr Informationen / Více informací: <https://prf.ujep.cz/en/>

Die Aufgabe des Fachbereichs Physik besteht darin, Studierende in Bachelor-, Master- und PhD-Studiengängen auszubilden und wissenschaftliche und Forschungsaktivitäten und Zusammenarbeit mit Unternehmen und Fachinstituten in der Tschechischen Republik und auch im Ausland zu fördern.

Die Ausbildung des Fachbereichs konzentriert sich auf die Vorbereitung künftiger Expert:innen in den Bereichen Computermodellierung und Nanotechnologien sowie auf die Vorbereitung künftiger Physiklehrer:innen. Am Fachbereich können die Studierenden einen Bachelor-Ein-Fach-Studiengang belegen, der auf Computermodellierung oder experimentelle Methoden in der Physik spezialisiert ist. Die Computermodellierung kann auch in dem kürzlich neu geschaffenen Studiengang Computermodellierung in Wissenschaft und Technik studiert werden. In einem Zwei-Fach-Bachelor-Studiengang können die Studierenden Physik in Kombination mit einem anderen Fach studieren. Der Fachbereich bietet auch eine Ausbildung im multidisziplinären Bachelor Angewandte Nanotechnologie in Zusammenarbeit mit anderen Teilen der Fakultät an. Die Studierenden können mit den M.Sc.-Programmen Applied Nanotechnology oder Computer Modelling in Science and Technology fortfahren. Sie können ihr Wissen und ihre wissenschaftlichen Fähigkeiten in PhD-Studiengängen weiter ausbauen und vertiefen. Der Studiengang Didaktik der Physik für die Sekundarstufe bereitet zukünftige Lehrer vor.

Die wissenschaftliche und kreative Tätigkeit des Fachbereichs findet in mehreren Bereichen statt. Auf dem Gebiet der Nanotechnologie konzentriert sich die Forschung auf die Entwicklung neuer Materialien und Nanomaterialien unter Anwendung von Plasmatechnologien. Im Bereich der Computermodellierung werden Computermethoden und -simulationen für ein breites Spektrum von Problemen eingesetzt, von der Entwicklung neuer Materialien, der chemischen Technik, Prozessen in der Sonnenatmosphäre bis hin zur Vorhersage von Strukturen und Eigenschaften biomolekularer Systeme. Im Bereich des Physikunterrichts konzentriert sich die Forschung auf die Evaluierung des Physikunterrichts an Grundschulen, die Entwicklung von Übungen und Tests sowie die Förderung des wissenschaftlichen Denkens der Schülerinnen und Schüler.

Úkolem katedry fyziky je výchova a vzdělávání studentů v bakalářských, magisterských a doktorských studijních programech a podpora vědecko-výzkumné činnosti a spolupráce s firmami a odbornými institucemi nejen v České republice, ale i v zahraničí.

Vzdělávání na katedře je zaměřeno na přípravu budoucích odborníků v oblasti počítačového modelování, nanotechnologií a přípravu budoucích učitelů fyziky. Na katedře mohou studenti studovat bakalářský jednooborový program specializovaný na počítačové modelování nebo experimentální metody ve fyzice. Počítačové modelování lze studovat také v nedávno inovovaném studijním programu Počítačové modelování ve vědě a technice. Ve dvouoborovém bakalářském programu mohou studenti studovat fyziku v kombinaci s dalším předmětem. Katedra také zajišťuje výuku v multidisciplinárním bakalářském programu Aplikované nanotechnologie ve spolupráci s dalšími součástmi fakulty. Studenti mohou pokračovat v magisterských programech Aplikované nanotechnologie nebo Počítačové modelování ve vědě a technice. Své znalosti a vědecké schopnosti mohou dále rozšiřovat a prohlubovat v doktorských studijních programech. Studijní program Učitelství fyziky pro střední školy připravuje budoucí učitele.

Vědecká a tvůrčí činnost katedry se realizuje v několika oblastech. V oblasti nanotechnologií se výzkum zaměřuje na vývoj nových materiálů a nanomateriálů s využitím plazmových technologií. V oblasti počítačového modelování jsou počítačové metody a simulace využívány pro širokou škálu problémů, od vývoje nových materiálů, chemického inženýrství, procesů ve sluneční atmosféře až po predikci struktury a vlastností biomolekulárních systémů. V oblasti výuky fyziky se výzkum zaměřuje na hodnocení výuky fyziky na základních školách, tvorbu cvičení a testů a rozvoj vědeckého myšlení žáků.

Die Mitarbeiter des Fachbereichs sind an einer Reihe von nationalen und internationalen Teams und Projekten beteiligt. Studierende der M.Sc.- und PhD-Programme werden ebenfalls erfolgreich in wissenschaftliche und Forschungsaktivitäten eingebunden, sie können in voll ausgestatteten Laboren unter der Aufsicht erfahrener Mitarbeiter:innen des Fachbereichs arbeiten. Der Fachbereich bietet eine breite Palette von Studien- und Arbeitsaufenthalten an, die es den Studierenden ermöglichen, Erfahrungen in Unternehmen und Forschungsinstituten nicht nur an Universitäten in Tschechien, sondern auch im Ausland zu sammeln.

Die Abteilung bietet ihre Forschungsdienste in folgenden Bereichen an:

- Nanotextilien für antibakterielle Luftfilter
- Nanoporöse Polymermembranen, die durch Elektrosponnen hergestellt werden
- Computermodellierung und Hochleistungsrechnen
- Computerdesign von Nanomaterialien
- Komplexe Dienstleistungen in Plasmatechnologien
- Polymer-Nanofasermembranen für spezifische Funktionen
- Antimikrobielle Nanofasermembranen
- Ionenstrahlcharakterisierung und Synthese von Nano- und Mikrostrukturen, Zusammenarbeit mit NPI CAS

Contact:

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.
Head of the Department
Room: CPTO 2.01
Phone: +420 475 28 6621

Mehr Informationen / Více informací: <https://www.physics.ujep.cz>

Pracovníci katedry jsou zapojeni do řady národních i mezinárodních týmů a projektů. Do vědecko-výzkumné činnosti se úspěšně zapojují i studenti magisterských a doktorských programů, kteří mohou pracovat v plně vybavených laboratořích pod vedením zkušených pracovníků katedry. Katedra nabízí širokou škálu studijních a pracovních pobytů, které studentům umožňují získávat zkušenosti ve firmách a výzkumných ústavech nejen na univerzitách v ČR, ale i v zahraničí.

Oddělení nabízí své výzkumné služby v následujících oblastech:

- Nanotextilie pro antibakteriální filtraci vzduchu
- Nanoporézní polymerní membrány připravené elektrosponningem
- Počítačové modelování a vysoce výkonná výpočetní technika
- Počítačový návrh nanomateriálů
- Komplexní služby v plazmových technologiích
- Polymerní nanovláknenné membrány pro specifické funkce
- Antimikrobiální nanovláknenné membrány
- Charakterizace iontovým svazkem a syntéza nano a mikrostruktur Spolupráce s NPI AV ČR, v. i.

Lydie Kováčová
Administrative Officer
Room: CPTO 2.04
Phone: +420 475 28 6622

2.1.1.2 Centre for Nanomaterials and Biotechnology (CENAB)

Die Aufgabe des Forschungszentrums CENAB besteht in der Durchführung von Grundlagen- und angewandter Forschung zur Herstellung und Anwendung von Nanomaterialien synthetischen und biologischen Ursprungs in den Bereichen Umweltschutz, Gesundheit und Medizin. Wir untersuchen die Wechselwirkungen von Nanomaterialien mit biologischen Modellen auf verschiedenen Komplexitätsebenen und realisieren die Entwicklung von mikrofluidischen Geräten für Anwendungen in der Biologie, Biotechnologie und medizinischen Diagnostik. Wir sind ein interdisziplinäres Team, das Expert:innen aus den Bereichen Physik, Chemie, Biologie und Computermodellierung integriert und damit eine gemeinsame interdisziplinäre Forschungsplattform der naturwissenschaftlichen Fakultät der UJEP bildet. Wir sind Mitglied eines Konsortiums der Großforschungsinfrastruktur NanoEnviCz, das Nanotechnologie-Forschungsinstitute in der Tschechischen Republik zusammenbringt, die sich mit Nanotechnologien für Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung befassen. Wir arbeiten mit Forschungseinrichtungen in Tschechien und im Ausland sowie mit Industriepartner:innen zusammen.

Die Forschung ist mit der Ausbildung durch das Studienprogramm „Angewandte Nanotechnologien“ auf allen drei Ebenen verbunden: Bachelor, Master und Promotion sowie mit dem Studienprogramm „Biologie“.

Mehr Informationen / Více informací: <https://cenab.ujep.cz/cs/>

Contact:

Mgr. Jan Malý, Ph.D.
Head of CENAB
room: CPTO 4.01
Tel.: +420 475 286 781
E-mail: jan.maly@ujep.cz

Posláním výzkumného centra je provádět základní a aplikovaný výzkum v oblasti přípravy a aplikace nanomateriálů syntetického a biologického původu v ochraně životního prostředí, zdraví a medicíně. Studujeme interakce nanomateriálů s biologickými modely na různých úrovních složitosti a realizujeme vývoj mikrofluidních zařízení pro aplikace v biologii, biotechnologiích a lékařské diagnostice. Jsme interdisciplinární tým, který integruje odborníky z oblasti fyziky, chemie, biologie a počítačového modelování, čímž vytváříme společnou mezioborovou výzkumnou platformu Přírodovědecké fakulty UJEP. Jsme členy konsorcia Velké výzkumné infrastruktury NanoEnviCz, které sdružuje nanotechnologické výzkumné ústavy v ČR zaměřené na nanotechnologie pro ochranu životního prostředí a udržitelný rozvoj. Spolupracujeme s výzkumnými institucemi v ČR i v zahraničí a průmyslovými partnery.

Výzkum je propojen se vzděláváním prostřednictvím studijního programu „Aplikované nanotechnologie“ ve všech třech stupních: bakalářském, magisterském a doktorském, a také se studijním programem „Biologie“.

prof. RNDr. Pavla Čapková, DrSc.
Deputy leader of CENAB
room: CPTO 2.07
Tel.: +420 475 286 625
E-mail: pavla.capkova@ujep.cz

Aktuelle Forschungsthemen:

- Herstellung und Charakterisierung neuer Materialien für das Tissue Engineering
- Erforschung von Nanofasermembranen für die antimikrobielle Nanofiltration
- Entwicklung von Nanokompositmembranen, die gefährlichen toxischen Schadstoffe abbauen
- Entwicklung einer neuen Generation von organischen/anorganischen Materialien für die CO₂-Detektion, Abscheidung und Nutzung
- Exosomen als natürliche Nanovesikel in der interzellulären Kommunikation und Untersuchung ihrer Verwendung für die Verabreichung von Arzneimitteln in Zellen
- Biophysikalische Untersuchungen der Wechselwirkung von Nanomaterialien mit biologischen Modellen (Liposomen, Proteine, Nukleinsäuren)
- Untersuchung der Eigenschaften des Zytoskeletts
- Entwicklung so genannter Organe auf einem Chip zur Simulation von Gewebebarrieren und 3D-Zellkulturen
- Entwicklung von mikrofluidischen Diagnosegeräten / Biosensoren für den Nachweis von Tumormarkern

Aktuální výzkumná témata:

- Příprava a charakterizace nových materiálů pro tkáňové inženýrství
- Výzkum nanovlákných membrán pro antimikrobiální nanofiltraci
- Vývoj nanokompozitních membrán degradujících nebezpečné toxické polutanty
- Vývoj nové generace organických/anorganických materiálů pro detekci CO₂, zachycování a využití
- Exosomy jako přirozené nanovesikuly v mezibuněčné komunikaci a studium jejich využití pro doručování léčiv do buněk
- Biofyzikální studie interakce nanomateriálů s biologickými modely (liposomy, proteiny, nukleové kyseliny)
- Studium vlastností cytoskeletu
- Vývoj tzv. orgánů na čipu pro simulaci tkáňových bariér a 3D buněčné kultury
- Vývoj mikrofluidních diagnostických zařízení / biosenzorů pro detekci nádorových markerů

2.2 Technische Universität Dresden



Die Technische Universität Dresden (TUD) ist eine der größten technischen Universitäten in Deutschland und eine der führenden und dynamischsten Einrichtungen des Landes. Mit 17 Fakultäten in fünf Bereichen bietet sie eine breite Palette von 124 Studiengängen an und deckt ein breites Forschungsspektrum ab. Ihre Schwerpunkte Gesundheitswissenschaften, Biomedizin & Bioengineering, Informationstechnologie & Mikroelektronik, Intelligente Materialien & Strukturen, Energie, Mobilität & Umwelt sowie Kultur & Gesellschaftlicher Wandel gelten in Deutschland und Europa als beispielhaft. Seit 2012 gehört die TUD zu den „Universities of Excellence“. Im Juli 2019 wurde die TU Dresden erneut mit dem Titel „Exzellenzuniversität“ ausgezeichnet und wird damit ab dem 1. November 2019 im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder gefördert.

Technická univerzita v Drážďanech (TUD) je jednou z největších technických univerzit v Německu a jednou z předních a nejdynamičtějších institucí v zemi. Se 17 fakultami v pěti odvětvích nabízí širokou škálu 124 studijních oborů a pokrývá široké spektrum výzkumu. Její zaměření zdravotnické vědy, biomedicína a bioinženýrství, informační technologie a mikroelektronika, inteligentní materiály a struktury, Energie, mobilita a životní prostředí a kultura a společenské změny jsou v Německu i v celé Evropě považovány za příkladné. Od roku 2012 je TUD jednou z „univerzit excellence“. V červenci 2019 byla TU Drážďany označen za „univerzitu excellence“, a to jí od 1. listopadu 2019 umožňuje podporu v rámci strategie excellence německé spolkové vlády a vlád jednotlivých spolkových zemí.

2.2.1 Institut für Werkstoffwissenschaft / Ústav pro vědu o materiálech



Das Institut für Werkstoffwissenschaft besteht aus neun Lehrstühlen, sechs davon entstanden als gemeinsame Berufungen mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Rahmen von DRESDEN-concept. Das Institut bietet den Bachelorstudiengang und den Diplomstudiengang „Werkstoffwissenschaft“ an. Ein Masterstudiengang ist in Vorbereitung.

Ústav materiálových věd se skládá z devíti kateder, z nichž šest bylo vytvořeno v rámci společných jmenování s neuniverzitními výzkumnými institucemi v rámci iniciativy „DRESDEN-concept“. Ústav nabízí bakalářský studijní program a diplomový program „Materiálová věda“. Magisterský program je v přípravě.

Weitere Informationen finden Sie unter: <https://tu-dresden.de/ifww>

Více informací naleznete na: <https://tu-dresden.de/ifww>

2.2.1.1 Professur für Biomaterialien / Profesura pro biomateriály

Der Lehrstuhl für Biomaterialien ist Teil des Instituts für Werkstoffwissenschaft, das der Fakultät für Maschinenwesen der TU Dresden angegliedert ist. Die Forschungsschwerpunkte der Professur sind Biomaterialsynthese für die Geweberegeneration, biomimetische und bioresponsive Materialien im Kontakt mit Zellen sowie deren materialwissenschaftliche und biologische Analyse. Darüber hinaus werden Oberflächenmodifikation und Korrosionsprozesse untersucht. Daher ist der Lehrstuhl in verschiedenen Bereichen tätig, die in den folgenden Forschungsgruppen vertreten sind.

Katedra biomateriálů je součástí Ústavu materiálových věd při Fakultě strojních věd a inženýrství Technické univerzity v Drážďanech. Hlavními výzkumnými tématy katedry jsou syntéza biomateriálů pro regeneraci tkání, biomimetické a bioreaktivní materiály ve styku s buňkami a jejich materiálově vědecká a biologická analýza. Dále je zkoumána modifikace povrchu a korozní procesy. Katedra proto působí v různých oblastech, které jsou zastoupeny v následujících výzkumných skupinách.

Head of chair: Prof. Dr. Hans-Peter Wiesmann

E-mail: Hans-Peter.Wiesmann@tu-dresden.de

Secretariat: Marita.Keil@tu-dresden.de

Website: <https://tu-dresden.de/ifww>

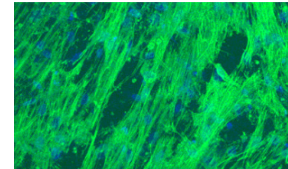


Bioresponsive material systems and bioinspired composites

Die Forschungsgruppe befasst sich mit der biomimetischen Mineralbildung zur Synthese von Verbundwerkstoffen für den Knochenersatz. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Abbau von Biomaterialien, wobei die Freisetzung biologisch aktiver Komponenten zur Stimulierung der Knochenregeneration genutzt wird. Der Schwerpunkt liegt auf der Interaktion von knochenbildenden und knochenabbauenden Zellen und wie diese durch Biomaterialien beeinflusst wird. Kompakte Materialien und poröse Gerüste werden in verschiedenen Projekten hinsichtlich ihrer mechanischen und biologischen Eigenschaften sowie in speziellen Kammern unter Flüssigkeitsdurchflussbedingungen untersucht.

Výzkumná skupina se zabývá biomimetickou tvorbou minerálů pro syntézu kompozitů pro kostní náhrady. Zvláštní pozornost je věnována

degradaci biomateriálů s využitím uvolňování biologicky aktivních složek ke stimulaci regenerace kostí. Důraz je kladen na interakci buněk budujících a odbourávajících kost a na to, jak je tato interakce ovlivňována biomateriály. Kompaktní materiály a porézní scaffoldy jsou studovány v různých projektech s ohledem na jejich mechanické a biologické vlastnosti, jakož i ve speciálních komorách za podmínek proudění tekutin.



Osteoblasts on organically modified Calcium/ Strontium Phosphate

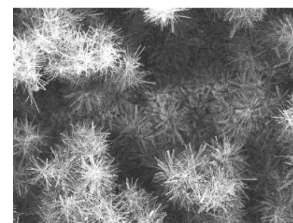
Contact: Head of Group, Dr. Benjamin Kruppke, Benjamin.Kruppke@tu-dresden.de

Corrosion and Surfaces

Die Gruppe befasst sich mit der Funktionalisierung technischer Oberflächen und konzentriert sich insbesondere auf umfangreiche Untersuchungen von oberflächlichen Eisanhaftungen sowie die Wechselwirkung von ferroelektrischen Schichten mit flüssigen Elektrolyten. Die Herstellung von Nanostrukturen durch solvothermische Verfahren sowie die physikalische Charakterisierung der resultierenden Eigenschaften durch verschiedene Methoden gehören daher zum Aufgabenbereich der Gruppe. Darüber hinaus betreibt die Gruppe ein Labor für Elektrochemie und bearbeitet Aufträge zur Korrosionsschadensfallanalyse.

Skupina se zabývá funkcionalizací technických povrchů a zaměřuje se zejména na rozsáhlé studie povrchových vrstev přilnavých k ledu. V současné době tým

zkoumá interakci ferroelektrických povlaků s tekutými elektrolyty. Proto je v působnosti týmu vytváření nanostruktur solvotermálními metodami i fyzikální charakterizace výsledných vlastností různými metodami. Kromě toho skupina provozuje laboratoř elektrochemie a zabývá se případy korozního poškození.



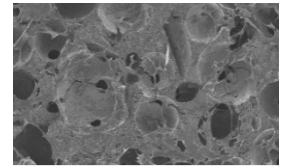
Piezoelectric barium titanate on titanium plates

Contact: Head of Group, Dr. Ute Bergmann, Ute.Bergmann@tu-dresden.de

Functional Biomaterials

Die Forschungsgruppe arbeitet an der Entwicklung von 2D- und 3D-künstlichen extrazellulären Matrizen (aECM) auf der Grundlage natürlicher Biopolymere wie Kollagen und Glykosaminoglykanen, einschließlich ihrer Bindung und Freisetzung von biologischen Mediatorproteinen. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Design definierter, multiparametrischer zellulärer Mikroumgebungen zur Abstimmung zellulärer Reaktionen, die die Geweberegeneration in Haut und Knochen fördern, sowie auf der Aufklärung der zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. (Bio-)Materialien werden im Hinblick auf ihre mechanischen, biochemischen und biophysikalischen Eigenschaften sowie die Reaktion von Haut- und Knochenzellen analysiert.

Výzkumná skupina se zabývá inženýrstvím 2D a 3D umělých extracelulárních matic (aECM) na bázi přírodních biopolymerů, jako jsou kolagen a glykosaminoglykany, včetně jejich vazby a uvolňování biologických mediátorových proteinů. Hlavní důraz je kladen na návrh definovaných, multiparametrických buněčných mikroprostředí pro vyladění buněčných reakcí podporujících regeneraci tkání v kůži a kostech a na objasnění základních molekulárních mechanismů. (Bio)materiály jsou analyzovány s ohledem na jejich mechanické, biochemické a biofyzikální vlastnosti, jakož i na reakce buněk souvisejících s kůží a kostmi.



Human mesenchymal stem cells on aECM-coated scaffolds (REM)

Contact: Head of Group, PD Dr. Vera Hintze, Vera.Hintze@tu-dresden.de

2.3 TRANS³Net

Das Netzwerk von Transferakteuren (TRANS³Net) fördert die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Region Deutschland-Tschechien-Polen. Ziel sind Aufbau und Pflege eines nachhaltigen Innovationssystems durch stabile Netzwerke und effektiven Technologietransfer.

Konkret unterstützt TRANS³Net:

- den Wissenstransfer aus der Forschung in die Praxis,
- die Anbahnung von Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen,
- sowie die Verbreitung transferrelevanter Informationen über die Plattform trans3net.eu.

Initiator ist das CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation an der TU Dresden, das seit 1990 Transferprozesse wissenschaftlich begleitet und praktisch umsetzt. Mit seinen Erfahrungen und Kontakten im Transferbereich sowie Forschungsschwerpunkten im Innovationsmanagement, der Produktionsorganisation und Digitalisierung trägt das CIMTT wesentlich zur Umsetzung der TRANS³Net-Ziele bei.

Durch Information und Vernetzung stärkt TRANS³Net die Innovationskraft im Dreiländereck – praxisnah, international und anwendungsorientiert.



Transnational Technology Transfer Network

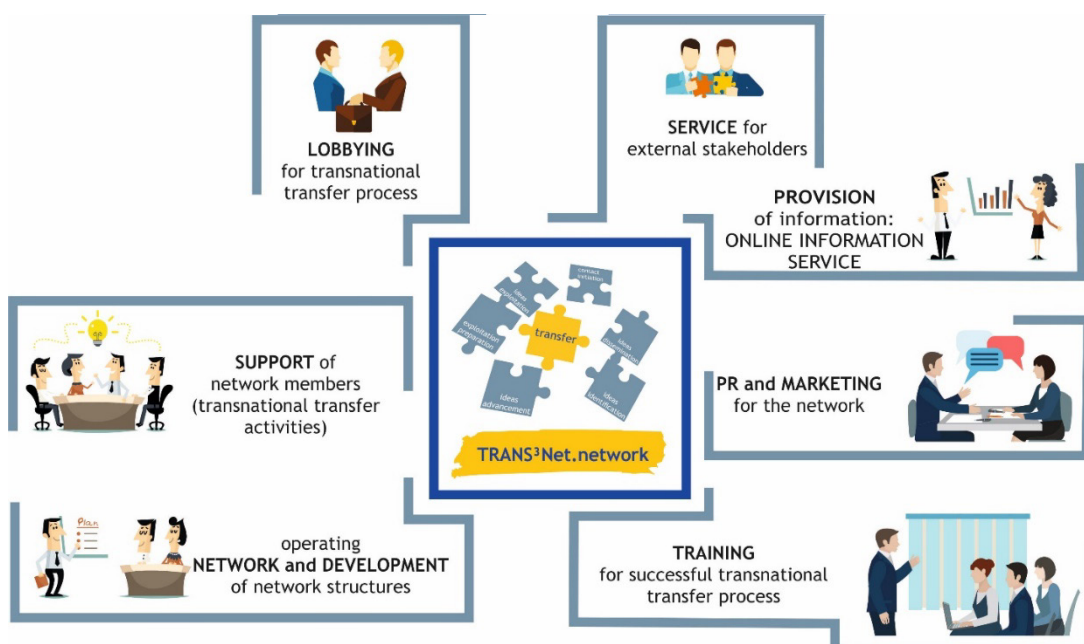
(TRANS³Net) podporuje přeshraniční spolupráci mezi vědou a podniky v regionu Německo–Česko–Polsko. Cílem je vybudování udržitelného inovačního systému prostřednictvím stabilních sítí a efektivního transferu technologií.

Konkrétně se TRANS³Net zaměřuje na:

- přenos znalostí z výzkumu do praxe,
- navazování spolupráce mezi firmami a vysokými školami,
- šíření informací o transferech prostřednictvím platformy trans3net.eu.

Důležitým partnerem je **CIMTT – Centrum pro výrobní techniku a organizaci** při Technické univerzitě v Drážďanech, které se od roku 1990 věnuje vědeckému doprovodu a realizaci transferových procesů. Se svým zaměřením na inovační management, organizaci výroby a digitalizaci významně přispívá k naplňování cílů sítě TRANS³Net.

Společnými akcemi, poradenstvím a propojováním aktérů posilují oba partneři inovační potenciál trojzemí – prakticky, mezinárodně a cíleně.



3 Topics of the presentations

3.1 Manufacturing processes

3.1.1 Minimum water for maximum strength in semi-dry paper production

Maximilian Loist

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Natural Materials Technology, Chair of Wood and Fibre Material Technology

In conventional papermaking, drying still accounts for the largest share of energy consumption, so research and implementation of disruptive processes in this area can be of considerable relevance. For this reason, the Paper Technology Group at the TU Dresden is currently researching semi-dry paper production in cooperation with the TU Darmstadt, PTS Heidenau, RWTH Aachen and FH Aachen within the framework of the "Modellfabrik Papier" research cluster. In this context, webs are formed from dry fibers using airlaid technology and then conditioned to different moisture contents (MC). These conditioned webs are consolidated in a press at elevated temperatures and varying press pressures. The prospect of upscaling this process from laboratory to industrial scale offers significant potential for water savings and thus energy savings in drying. The starting material for this process is dry fibers obtained by dry pulping in a turbulent air flow mill, a technology that has been intensively researched by the Paper Technology Group for some time. The Tensile Index (TI) of semi-dry produced papers shows a local maximum at an initial web MC of 40%, as observed in previous preliminary tests. This MC value has already been documented in the literature, but it remains unclear which factors contribute to this maximum. Water plays several roles in the papermaking process, particularly in strength development. Swelling in water makes the fibers flexible, allowing them to lie closer together during sheet formation, thus providing a larger surface area for bonding. Hydrogen bonds can then form between the fiber surfaces, which requires an aqueous environment. During drying, the relative bonded area is further increased by the surface tension of the evaporating water, which pulls the fibers closer together through Laplace pressure, increasing the apparent sheet density of the paper, the so-called Campbell effect. This increases the molecular contact area. The cellulose molecules on each fiber surface come even closer together, allowing van der Waals forces to form between them. However, the question remains as to how much water is actually required to achieve optimal strength formation of the paper. The aim of our research is to identify the specific properties of dry fibers that are responsible for the maximum TI at a certain MC. Different types of fibers are investigated. The morphology of these dry fibers is influenced by the treatment of dry pulping. Laboratory sheets are made from different fibers, before and after dry pulping. The mechanical properties of these sheets are compared. Then semi-dry made papers are formed from dry fibers and their mechanical properties are tested and compared with the laboratory sheets. The results of our research should provide information on the minimum amount of water to be used in semi-dry papermaking and how the fiber properties should be adjusted to achieve optimum paper strength.

Formation of a microenvironment for directed differentiation of stem cells in a perfusion bioreactor

3.1.2 Horizontal Continuous Casting: optimization of process parameters for a better billet centre quality of high alloyed stainless steels at BGH Freital steel mill – Diploma Thesis

Jonas Uhlig

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science, student

This project investigates the optimization of key parameters in the horizontal continuous casting of stainless steels, with a primary focus on adjusting the frequency and current of the electromagnetic stirrer. Other parameters under consideration include casting temperature, casting speed, cooling rates, and the use of mechanical soft reduction. Enhancing the billet centre quality is crucial for minimizing the production of substandard semi-finished products and boosting overall efficiency. These semi-finished products are later processed into custom steel components such as rods and wires. To meet the diverse quality demands of different industries (e.g., transportation, turbine steels, medical equipment), modern reshaping techniques, like four-axis forging, are applied. Standard methods, such as metallographic analysis and chemical testing, are used to evaluate the effectiveness of these optimizations.

3.1.3 Mixing polydisperse granular materials with a focus on segregation

František Vondráček

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Department of physics

Segregation during the mixing of granular materials is a significant problem in many industries, as it leads to inhomogeneous mixtures, which can adversely affect the quality of the final product. Our study focuses on the mixing of polydisperse granular materials and investigates the conditions under which segregation occurs, i.e., the separation of particles due to differences in their size. For the experiments, we use a vertical cylindrical mixer with two opposing flat blades and an FT4 rheometer to obtain a comprehensive view of the behavior of mixtures in different mixing regimes. We also use Discrete Element Method (DEM) simulations, which allow us to observe particle dynamics and segregation in detail. We evaluate the key factors influencing segregation and propose methods to mitigate its effects. The results provide valuable insights into efficient mixing and the optimization of industrial processes to achieve more homogeneous mixtures.

3.1.4 Surface Modification of Aluminium Samples Mimicking Scallop Shell Structures and Their Hydrophobic Properties

Chenglin Li

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science, Chair of Biomaterials

In this study, we initially measured the surface characteristics of untreated aluminum samples, including surface energy, ice adhesion, static and dynamic contact angle. These preliminary results provided a baseline for comparisons. Following this, we used laser processing technology to replicate the ridged structures of scallop shells on the aluminum surface and subsequently performed the same tests on the laser-treated aluminum samples. Results showed that, the static contact angle of aluminum samples after laser treatment significantly increased, indicating greatly enhanced hydrophobicity. Additionally, the slight increase in dynamic contact angle hysteresis with the increase of the cycle number suggested that water droplets move more easily on the surface. We also performed detailed observations using scanning electron microscopy (SEM). Our results revealed that the laser-treated aluminum surfaces possess regular ridged structures, nearly resembling the surfaces of scallop shells. Additionally, the number and size of the cavities within these ridges are closely related to the ice adhesion force.

3.1.5 Heat exchange investigations for improved utility of working fluid mixtures in waste heat recovery applications

Erik Mickoleit

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Power Engineering, Chair of Thermodynamics

Climate change necessitates strategies to mitigate the carbon footprint of industries. One approach is waste heat recovery to lower the energy required for heat-intensive processes. Heat pumps can harness waste heat by reducing exhaust flow temperatures. This temperature glide can be efficiently matched with working fluid mixtures during phase change, minimizing exergetic losses. However, working fluid mixtures can diminish heat exchange, necessitating larger surfaces due to an insulating film formed by components with higher boiling point temperatures. Surface roughness influences film condensation, with various methods like mechanical abrasion or lubricant infusion affecting outcomes. Despite numerous techniques, systematic analyses on optimal improvements in heat exchange for different pure fluids and mixtures across heat exchanger designs remain lacking. Exploring the relationship between surface modifications and heat exchanger performance is crucial for developing efficient and sustainable industrial processes.

3.1.6 Calorimetric measurement of the heat capacities of salt hydrates for use as phase change materials

Sebastian Pinnau

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Power Engineering, Chair of Thermodynamics

Thermal energy storages are important for the system integration of renewable energies. Latent heat storages provide high storage densities by using solid-liquid phase changes. As the availability of pure materials with suitable melting temperatures is limited, eutectic mixtures are of particular interest as phase change materials. For theoretical prediction of eutectic compositions, thermophysical properties of the components need to be known. There are large data gaps in literature, especially for heat capacities of salt hydrates. In this work, the melting temperature, enthalpy of fusion and heat capacities in solid and liquid state were experimentally investigated for various hydrates of metal salts using a Calvet calorimeter. Thermogravimetric analysis was used to determine the water content and decomposition temperatures. The applicability of Kopp-Neumann law is also examined for the measured hydrates, as literature data is available for anhydrous salts.

3.2 Method- and Material Development

3.2.1 Multi-energy CT investigation of historic mortars

Mirko Heckert-Schuleri, Stefan Enghardt

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science

Multi-energy computed tomography (ME-CT) combines multiple X-ray CT measurements of various tube voltages. This can significantly enhance the material contrast compared to conventional CT. One important application is the investigation of cultural heritage artifacts where the destruction of samples is unacceptable. In this field, the ME-CT method can yield information that were previously only attainable by destructive methods. For historic mortars, conventional CT often shows no useful contrast between binder and aggregates. ME-CT can generate pseudo colored 3D-data that allows for the separation of the different components. Virtual cross sections can be generated that are in many aspects comparable to classical thin section micrographs. Our current research is focused on the extraction of quantitative information, concerning the grain types, sizes and quantities.

3.2.2 The potential of dendrochemistry and dendroecology in pollution research

Jakub Neumann

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Department of physics

Nuclear forensic analyses are an important part of the toolset of Nuclear Safeguards. Their aim is to identify nuclear material in terms of its origin and history. To do that it focuses on determining its characteristic signatures, be it activity, size, shape, colour, texture, or composition (chemical, isotopic), etc. The higher the number of signatures that can be determined, the more precise and reliable the identification. One signature that is of interest is the age of the material (time elapsed since the last purification). For bulk materials it can be determined by the means of secondary ion mass spectrometry (SIMS), for example by uranium-thorium age-dating (radiochronometry). However, this approach proves to be difficult for a material in the form of microparticles, as the signal of thorium isotope within a single microparticle might not reach the detection threshold, simply due to the small amount of material analysed. On the other hand, microparticles are the typical form of nuclear material gathered during Nuclear Safeguards inspections and - compared to bulk - contain undistorted information about composition of the material they originated from. To compensate for the low signal of a single particle, more particles of the same origin can be brought together and analysed during a single ion beam measurement session, effectively multiplying the signal by the number of particles aggregated. For this reason, our work focuses on the development and application of micromanipulation method of particles ranging in size from several micrometres down to a single micron or smaller. The method is based on previous approaches of electrostatic manipulation of microparticles of larger sizes, but it has been modified for an upright optical microscope and simplified with the use of DC voltage. It works by applying a small voltage between a flat sample and a manipulator needle. The resulting charge accumulated on the particle together with the electric field allow the particle to jump from the sample onto the needle and vice versa. In its current iteration the method is relatively reliable, although it does depend on several conditions like particle size, shape, orientation, and electrical conductivity, needle tip shape, distance of the needle from the particle (sample), and relative humidity - not all of which can be easily controlled. Despite that the method has been used to successfully aggregate 2-7 μm uranium oxide particles into arrays of 9-10 particles spaced about 10 μm apart. The aggregations were done with a relatively small amount of transfer time (less than 10 minutes per particle) and decent transfer success rate (worst case scenario still above 50%). Further optimization of the method is still needed, however it already shows promise in its application in nuclear material microparticle age-dating and potentially other applications as well.

3.2.3 Development, verification and parameterization of a 3D swelling model for plant leaves

Oleg Barteld

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Natural Materials Technology, Scientists processing machines and processing technology

The presence of leafy vegetables in both the food industry and households is a common occurrence, given their role in human nutrition. The inevitable residue that results from their presence can cause persistent and tenacious soiling. Therefore, the cleaning of soiled leaf particles remains a challenge, as the swelling behaviour and cleaning properties of plant-based and complex particulate soils such as leaves have yet to be sufficiently analysed. This is, however, a necessary preliminary step for the development of energy- and time-optimised cleaning regimes and procedures, since such regimes are often oversized for cleaning time and operating parameters in order to ensure sufficient cleaning. It is therefore essential to gain an understanding of the nature of the soil and its interaction with the cleaning processes, specifically the cleaning-relevant properties, in order to optimise such processes. It is widely accepted that the swelling behaviour of a soil has a decisive influence on the binding forces between the soiling and the substrate. Given the lack of a timely and spatially resolved means of measuring the liquid content of the soil, the swelling behaviour is examined on the basis of the expansion caused by the absorption of liquid. The objective of this study was to develop and parameterise a three-dimensional model for the swelling behaviour of plant leaf tissue. Previous studies on plant and vegetable tissues have primarily focused on drying, modelling 2-dimensional cases, or solely relying on empirical observations. Frozen and finely chopped leaf samples were applied to a substrate and then dried. Imaging and MATLAB analysis were employed for the categorisation of particle types and the analysis of their geometric dimensions. A particle size distribution was subsequently created based on the data obtained. The height increase of particles in pure water was measured at a temperature of 25 °C in a flow-calmed environment. The course of the height increase was analysed and a maximum water uptake capacity was derived. Fick's second law was employed within a finite element model to simulate the diffusion and absorption processes occurring in the leaf particles. The model simplified the geometry of the particles to a cuboid and considered the plant tissue as a homogeneous and isotropic medium. The substrate and the cleaning fluid surrounding the particle are defined as boundary conditions. The cleaning liquid is defined as an infinite water source, with the maximum water content defined as the value of the nodes on the side and top of the particle (Dirichlet boundary condition). The substrate is implemented via a Neumann boundary condition, whereby the mass transfer on the underside of the particle is defined as zero. The resulting system of equations was solved using the MATLAB solver ode45. The height gain is calculated in a post-processing step, thus enabling the model to be parameterised using the data from the swelling experiments. The functionality of the swelling model was validated through verification with a known analytical solution for a diffusion problem involving a sphere. Subsequently, the model was parameterised for the measured height gain of the leaf particles using a selection of approaches for the effective diffusion coefficient. Subsequently, the approaches and subsequent fits were compared to the experimental data, and a favoured approach was selected for the purpose of deriving a reduced empirical model for the water content at the contact surface of the leaf particle and the substrate.

3.2.4 A Molecular Dynamic Study on Thermal and Mechanical Properties of Elastomers

Tannaz Alamfard¹, Cornelia Breitzkopf²

^{1,2} TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Power Engineering, Chair of Thermodynamics

Cis-polyisoprene (CPI), which is usually referred to as natural rubber (NR), is a widely recognized elastomer due to its broad range of applications in the industrial and automotive industries. The amorphous substance CPI has been shown to crystallize during both the stretching and cooling procedures. Natural rubber is a well-known biopolymer that has been around for about eight centuries. Polyisoprene rubber (IR) can be produced in various structures, which include cis-1,4-, trans-1,4-, trans-1,2-, and trans-3,4-, as well as controlled stereoregularities of isotactic, syndiotactic, and atactic. The most produced and developed type of IR is cis-1,4-polyisoprene (>98%), due to its elastomeric properties such as high resilience and abrasion resistance, which may be applied to a wide range of applications. It is well known that many properties of IR and NR are almost identical, with the exception of a little difference in stereoregularity. Whereas almost 100% of NR is made consisting of cis-1,4-PI, IR typically is made up 95–98% of it. The distinction between NR and IR, particularly the mechanical properties, originally was believed to be the result of this comparatively "small" variation in stereoregularity [1].

Since the last several decades, polymers have been used extensively in the industrial, medicinal, electronics, and energy sectors. Nonetheless, the intrinsic low thermally conductive coefficient and inadequate thermal stability of polymeric matrix constrained its wider application in industries where high heat dissipation and low thermal expansion are essential [2]. Thermal conductivities and glass transition temperatures of polybutadiene crosslinked with dispersed sulfur chains having different lengths from mono-sulfur (S1) to octa-sulfur (S8) were studied [3]. In this work, thermal conductivity of polymeric structures as a function of the heat flux autocorrelation function, applying an equilibrium molecular dynamic (EMD) simulation and the Green–Kubo method throughout a broad temperature range will be investigated. Moreover, the glass transition temperature (T_g) by obtaining density of the material in a broad range of temperature is investigated.

Studies concerning the mechanical properties of polymer materials have attracted a lot of attention in the last few years. Understanding the mechanical characteristics in relation to molecular interactions is crucial since polymeric materials have a more complicated molecular structure than other materials. The mechanical characteristics of polymeric materials are influenced by a variety of parameters, including temperature, length of time the polymer is subjected to a load, degree of crystallinity, and molecular weight (MW). The temperature and

strain rate dependency can be interconnected to the viscoelastic nature of polymer compounds having features of both a viscous liquid as well as an elastic solid [4].

As mentioned, one significant factor that has an insignificant impact on the elasticity modulus is temperature. In the context of high-density polyethylene that has been toughened using elastomers, the relationship between temperature and Young's modulus was examined. By doing Dynamic Mechanical Analysis (DMA) and measuring the modulus of the matrix polymer and elastomers at various temperatures, the study provides insights into how the modulus of the materials varies with temperature [5].

Additionally, studies on the mechanical properties of crosslinked polymers, such isoprene rubber (IR) and natural rubber (NR), have demonstrated that strain rate variations significantly affect the Young's modulus [6].

The current work is to investigate how temperature of the polymeric structure, and force fields affect the mechanical properties including strength and elasticity modulus of polymeric structure by applying a uniaxial tensile deformation using LAMMPS. The deformation simulation is carried out by molecular dynamic simulation, which relates microstructure to macroscopic characteristics. Using completely atomistic computer simulations, we examine the thermal conductivity of the material at different temperatures. This would enable us to understand the structure and property connections of this system at the atomic level. Next, we will study the effects of density on the glass transition at constant pressure, temperature, and number of particles (NPT).

- [1] Yuko Ikeda, Atsushi Kato, Shinzo Kohjiya, and Yukio Nakajima, "Rubber Science: A Modern Approach | SpringerLink." Accessed: Aug. 16, 2024. [Online]. Available: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-2938-7>
 - [2] N. Saba and M. Jawaid, "A review on thermomechanical properties of polymers and fibers reinforced polymer composites," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 67, pp. 1–11, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.jiec.2018.06.018.
 - [3] T. Alamfard, T. Lorenz, and C. Breitenkopf, "Glass Transition Temperatures and Thermal Conductivities of Polybutadiene Crosslinked with Randomly Distributed Sulfur Chains Using Molecular Dynamic Simulation," *Polymers*, vol. 16, no. 3, Art. no. 3, Jan. 2024, doi: 10.3390/polym16030384.
 - [4] K. Deshmukh, T. Kovářík, A. Muzaffar, M. Basheer Ahamed, and S. K. Khadheer Pasha, "Chapter 4 - Mechanical analysis of polymers," in *Polymer Science and Innovative Applications*, M. A. A. AlMaadeed, D. Ponnammam, and M. A. Carignano, Eds., Elsevier, 2020, pp. 117–152. doi: 10.1016/B978-0-12-816808-0.00004-4.
 - [5] J. Yang et al., "Brittle-ductile transition of elastomer toughened HDPE: effect of elastomer modulus," *Journal of Polymer Research*, vol. 29, no. 5, pp. 1–15, May 2022, doi: 10.1007/s10965-022-03027-0.
 - [6] N. Candau, L. Chazeau, J.-M. Chenal, C. Gauthier, and E. Munch, "A comparison of the abilities of natural rubber (NR) and synthetic polyisoprene cis-1,4 rubber (IR) to crystallize under strain at high strain rates," *Phys Chem Chem Phys*, vol. 18, no. 5, pp. 3472–3481, Feb. 2016, doi: 10.1039/c5cp0638
- Increasing demands of modern technology and the development of electronic devices, there is an increased demand for new materials that can replace traditional conductive materials such as metals. Metallic conductors, although reliable and proven, often face limitations in terms

3.2.5 Ion implantation of graphene oxide and polyimide by low and medium energy gold ions

Josef Novák

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Department of physics

Increasing demands of modern technology and the development of electronic devices, there is an increased demand for new materials that can replace traditional conductive materials such as metals. Metallic conductors, although reliable and proven, often face limitations in terms of mechanical flexibility, environmental impact and manufacturing costs. Finding alternative materials that can meet these requirements is becoming a priority in many areas, including electronics and sensor applications. In this context, polymers such as polyimide (PI) and graphene-based carbon materials, in particular graphene oxide (GO), are coming to the front due to their promising physical and chemical properties. Polymers and graphene derivatives provide a unique combination of lightness, flexibility and environmental sustainability, making them attractive candidates for the development of new conductive and functional materials. Their properties can be further enhanced by methods such as ion implantation. Particular attention is paid to gold ions, which can significantly affect their physical properties when implanted into polymers or graph oxide. Ion implantation of Au⁺, allows controlled modification of materials at the microscopic level, resulting in changes in electronic structure, increasing charge carrier density and the formation of electrically conductive pathways. This process fundamentally modifies the physical properties of materials but also represents a greener and more efficient alternative to traditional methods of material modification. In our experiment, we focused on the modification of organic non-conducting materials, namely graphene oxide (GO) and polyimide (PI), by implantation of gold ions (Au⁺). Low-energy ion implants (20 keV) and medium-energy ion implants (1.5 MeV) were performed. The ion implantation was performed with three different ion fluences. The lowest ion fluence was $3.75 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$, which leads to the formation of carbon clusters [5]. At intermediate fluence ($3.75 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$), there is an increase in carbon clusters that begin to join to form a network of conjugated carbon structures. At the highest ion ($3.75 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$) fluence we expect nanoparticle formation to occur.

3.2.6 Preparation and analysis of MXenes

Marek Běloušek

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Department of physics

The presentation will mainly focus on two-dimensional nanomaterials called MXenes and possibilities of their preparation by bottom-up technique called magnetron sputtering. Letter „M" in word „MXene" symbolizes transition metal elements (scandium, titanium, zirconium...), letter „X" symbolizes carbon and nitrogen. 2-D materials gained increased attention in material sciences for their unique properties, arising from the reduction of dimensionality to nanoscale. The most common (and the most explored) method of preparation of MXenes is top-down technique called etching. Bottom-up approach of synthesis of MXenes is still not well explored. However, this approach can lead us to different structures of prepared MXenes, and, as we know from solid-state physics, different structures lead to different properties. This approach of synthesis can expand our knowledge about these materials and broaden the possibilities of implementing the preparation of MXenes in industry.

3.3 Topic: Environmental Technology

3.3.1 Electrospun Nanofibrous Textiles for Carbon Dioxide Capture

Michal Syrový

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Centre for Nanomaterials and Biotechnology

Nanofibrous materials prepared by electrospinning provide a wide range of applications from biomedical applications to filtration and separation media to catalytic membranes. A key problem in the preparation of nanofiber materials for specific functions is the chemical modification of nanofibers' surfaces. In this work, we will focus on electrospun polymer (cellulose acetate and polyacrylonitrile) nanofibrous membranes modified with different types of amines and zeolites for CO₂ capture. Electrospinning technology can be used in different variations and in this case we will deal with two main technologies for the preparation of 2D nanofibrous membranes: needle spinning and wire spinning. It turns out that the arrangement of the spinning device has a significant effect on the structure, properties and functionality of the membranes. We will also discuss two approaches to the chemical modification of nanofibrous surfaces: (1) one-step technology, i.e. adding a modifying substance directly into the polymer solution and (2) postspinning modification - subsequent deposition of the modifying substance on the nanofibrous membrane, possibly with a previous plasma or with UV activation of the polymer surface. The effect of all these technological variations will be demonstrated on sorption capacity of prepared materials.

3.3.2 Hydrogen Evolution on 2D MoS₂ Prepared by Liquid-Phase Exfoliation: Effects of pH Variations

Jaroslava Jarolímková

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Centre for Nanomaterials and Biotechnology

In this study, exfoliated MoS₂ structures were successfully prepared from bulk powder by liquid-phase exfoliation (LPE), leading to a significant improvement in the electrochemical properties of the material, especially for the hydrogen evolution reaction (HER). Two solvent systems, acetone/water and butanol/ethanol, were compared to assess their effect on exfoliation efficiency and catalytic performance. The acetone/water system produced more uniform and well-exfoliated MoS₂ flakes, resulting in increased catalytic activity, especially in acidic media. While the butanol/ethanol system was less efficient overall, it produced MoS₂ with a slight improvement over the bulk material. This study highlights the potential of MoS₂ as a catalyst for hydrogen production, especially under acidic conditions, and suggests that further optimization of solvent ratios and exfoliation parameters could increase the catalytic efficiency of 2D MoS₂ for energy-related applications.

3.3.3 Polymer Membranes for Various Applications

Kateřina Hamalová

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Centre for Nanomaterials and Biotechnology

Due to their versatility and adaptation, polymer membranes are attractive for many applications. The presentation shows the application of SBS, SIS, PEBAX, and PVC in CO₂ capture, antibacterial films, and microbial fuel cells. Modifying PEBAX membranes in CO₂ capture can enhance gas permeability and selectivity, potentially facilitating gas separation. Antimicrobial compounds like chlorhexidine in SBS and SIS matrices improve antibacterial films' microbial growth inhibition, making them acceptable for healthcare applications. Adding deep eutectic solvents (DES) to PVC membranes makes them better at conducting ions and keeping chemicals stable in MFCs. They also separate the anode and cathode chambers. Synergistic DES usage in PVC membranes improves proton exchange and microbial activity, increasing bioelectricity. These examples demonstrate the use of SBS, SIS, and PVC in the creation of environmental and bioengineered polymer membranes.

3.3.4 Development and characterization of gelatin/silica-nanofiber-based composites

Jiaming Li

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science, Chair of Biomaterials

Delayed or non-healing of bone defects and fractures in an aging population is a serious burden for patients and for the health care system. Current bone replacement materials, such as autografts, are limited by restricted availability and donor site morbidity. Artificial bone graft substitutes from hydrogels and electrospun nanofibers (NFs) are alternatives, providing bone cells with a hydrophilic environment and with mechanical and nanotopographical cues. Still, research on electrospun NF/hydrogel composites is at a preliminary stage. The objective of this project is to establish and characterize novel composite materials based on photo-crosslinking methacrylated gelatin with different concentrations of segmented electrospun silica NFs. Their physico-chemical characterization will be presented including swelling, elasticity, surface morphology and spatial distribution of NFs. The ultimate goal are cell-instructive composites as potent functional bone substitute materials.

3.3.5 Nanodiamond functionalized implant surfaces for the formation of a vital oral soft tissue composite

Kedar Mehta

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science, Chair of Biomaterials

Biofilms form on all surfaces exposed to the oral cavity. They can eventually lead to peri-implant diseases, if left undisturbed. It is possible to develop wide range of different surface properties by partially integrating specifically functionalized nanodiamonds (NDs) of variable size into titanium oxide layers. This allows us to systematically investigate the influence of the parameters namely topography, surface energy, and surface chemistry on the interaction with oral cells and the formation of biofilm. Commercially available nanodiamonds were functionalized with hydroxyl (-OH) groups, carboxy (-COOH) groups or 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES). By sequential centrifugation of these differently functionalized NDs, ND fractions of various sizes were obtained for each type. Nanodiamond fractions in the size range of approximately 200 nm (big clusters), 100 nm and 50 nm (small clusters) has been used to achieve different surface roughness. Quantitative and qualitative (immunostaining) adhesion of human gingival fibroblasts was studied under static and dynamic conditions. ND particles carrying positive net charge were obtained for APTES and hydroxyl (-OH) modification, while raw NDs and carboxy (-COOH) functionalized NDs were negatively charged. Stable fixation of the NDs was achieved by electrochemical anodization at 10 VSCE up to 90 VSCE. All ND coated surfaces resulted in a decrease of water contact angles to ~35-50° compared to that of titanium references showing ~50-60°. Roughness (Mean roughness, Ra) could be adjusted within range of 25-80 nm. All surfaces displayed very good cell adhesion, however, the surfaces with the highest roughness showed improved cell adhesion at early time points (1 h). Considering surface chemistry, higher cell numbers were observed on APTES-NDs and hydroxyl-NDs, and the lowest values were found for carboxy-NDs. After 24 hours, there were no differences in cell number with respect to roughness; only on carboxy-NDs still lower values were determined. Cell adhesion on polished, anodized and raw ND specimens was also investigated under dynamic conditions, with increased cell spreading and filopodia formation observed on raw ND specimens compared to the controls. The differences in cell adhesion indicate that the altered surface topography can lead to a stronger soft tissue attachment. Biofilm formation and its removal is currently tested and further modification of ND surface chemistry is under investigation.

3.3.6 Solvothermal production of a piezoelectric layer on titanium implant materials

Josephine Roth, Ute Bergmann

TU Dresden, Faculty of Mechanical Science and Engineering, Institute of Materials Science, Chair of Biomaterials

Objective:

Demographic shifts and advancements in technology have led to an increased demand for surgical procedures and the widespread use of implants, particularly in dental and orthopedic applications, where titanium remains the material of choice. Despite its numerous advantages, postoperative complications such as implant loosening and inflammatory responses continue to pose significant challenges. To mitigate these issues, surface modifications are essential to enhance critical properties such as osseointegration and the suppression of inflammatory reactions. Biomimetic design approaches, including the interaction of biological tissues with piezoelectric surfaces, hold considerable promise in this regard. [1]

This study focuses on the development of a piezoelectric coating composed of barium titanate (BaTiO_3) on titanium implants. Barium titanate exhibits various crystalline phases depending on temperature, with only the tetragonal phase possessing piezoelectric properties. Compared to other piezoelectric materials, barium titanate demonstrates a relatively high piezoelectric charge constant of 200 pC/N, enabling the generation of bioelectrical signals under mechanical stimulation. These signals play a crucial role in promoting metabolic activity, facilitating structural remodeling, and supporting tissue growth. [2]

The present study builds upon the work of Koka et al., which serves as a foundation for the synthesis of the piezoelectric coating. Their approach involves the formation of titanium oxide through thermal oxidation, followed by a two-step solvothermal synthesis: initially forming sodium titanate, which subsequently converts into barium titanate (Fig. 1). According to Koka et al., thermal oxidation is typically conducted at 750°C for 8 hours. [3] However, this process can alter the surface morphology and texture of pre-fabricated implants. Therefore, this study explores the feasibility of producing an anodically oxidized titanium oxide layer as an alternative approach.

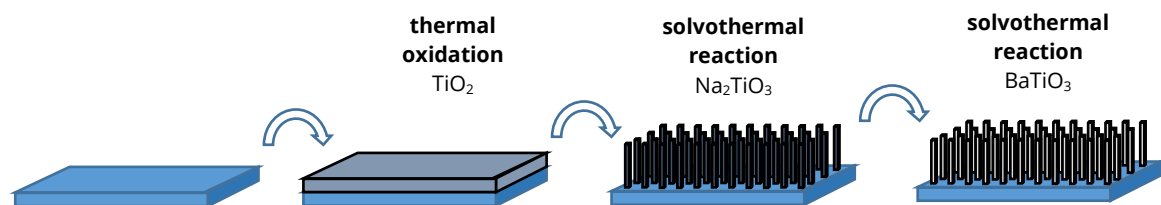


Figure 1: Production of a BaTiO_3 coating on titanium according to Koka et. al [3]

Procedure:

Sample preparation

For all experiments, commercially available Grade 2 titanium was used, industrially produced in bar form with a diameter of 10 mm. Disc-shaped samples with a thickness of 2 mm and a diameter of 10 mm were fabricated via mechanical turning. To achieve a smooth and homogeneous surface, electropolishing was performed using a Lectropol 5 from Struers at 32 V for 20 s.

Anodic Oxidation

Anodic oxidation was conducted using a voltage supply unit from EA Elektro-Automatik. The samples were secured in a custom-built anodization cell, allowing direct electrolyte filling. A platinum electrode, positioned above the sample, served as the cathode. The influence of different electrolytes, voltages, and anodization times was systematically investigated. The used electrolytes included sulfuric acid, sodium sulfate, Sørensen's phosphate buffer (pH 6), and ammonium tetrafluoroborate.

The applied voltage ranged from 20 V to 100 V at a fixed current density of 20 mA/cm², while the anodization time varied between 5 min, 1 h, and 3 h.

Solvothermal Syntheses

The solvothermal syntheses were performed in a 100 or 160 ml autoclave (Parr Instruments). Temperature control was ensured using an insulated heating sleeve and a TLR750 laboratory controller (Juchheim). The samples were positioned inside the autoclave with the oxidized surface facing upward and submerged in 12 M NaOH for the first solvothermal step or 0.05 M Ba(OH)₂ for the second step (filling factor: 0.6). To prevent carbonate formation, the autoclave was flushed with argon before heating. The first solvothermal step was conducted at 220°C for 8 hours, while the second step was performed at 210°C for 12 hours.

Analyses

The oxide layer thickness was estimated based on its reflective properties and corresponding coloration. The titanium oxide phase composition was analyzed using X-ray diffraction (XRD), while the surface morphology of the coatings was characterized via scanning electron microscopy (SEM).

Results and Discussion:

Initial experiments were conducted using 1 M sulfuric acid for 1 hour at applied voltages of 30, 40, 50, and 60 V. Among these conditions, the thickest oxide layer (120 – 150 nm) was achieved at a constant voltage of 50 V. Based on these optimized parameters, both solvothermal synthesis steps were performed in an autoclave, and the resulting samples were analyzed using X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM).

Quantitative XRD analysis revealed that the obtained coating consisted of 20% barium titanate (BaTiO₃) and 80% barium carbonate (BaCO₃). The low yield of BaTiO₃ formation is likely due to an insufficient amount of pre-existing titanium oxide. Comparing the anodically grown oxide layer (maximum thickness of 150 nm) with the thermally grown oxide layer (about 3 µm) obtained using the method of Koka et al., it becomes evident that the anodic oxide layer represents only 5 % of the thickness of its thermally grown counterpart. Consequently, the limited availability of titanium oxide may hinder the formation of barium titanate during solvothermal synthesis.

To address this limitation, further investigations will focus on optimizing the anodic oxidation process to produce a titanium oxide layer with increased thickness and reactivity, thereby enhancing BaTiO₃ formation in subsequent solvothermal synthesis steps.

Voltage	Color	Layer thickness
31 V		50 – 80 nm
40 V		80 – 120 nm
50 V		120 – 150 nm
60 V		150 – 180 nm

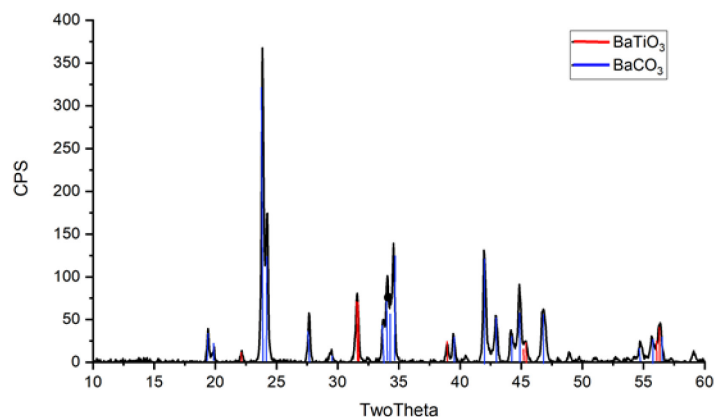


Figure 2: a) Table of the anodic oxidations carried out with 1M sulphuric acid and their estimated oxide layer thicknesses according to Diamanti et al. b) XRD result of a titanium grade 2 sample after both solvothermal steps and anodic oxidation at 50 V for 1 hour in 1 M sulphuric acid

The structure and thickness of the oxide layer are influenced by several parameters, including electrolyte composition, applied voltage, and anodization time. Figures 3 to 5 show a comparison of the oxide structures formed using different electrolytes under varying voltages and oxidation durations.

In general, the phosphatbuffer, sulfuric acid and sodium sulphate produced comparable oxide morphologies. At low voltages (20 V) and short anodization times (5 min), relatively uniform layers with fine crystal-like or cauliflower-like structures were observed. As voltage increased (up to 80 V) and oxidation time was extended (up to 3 h), these structures became more pronounced and grew in size. However, at voltages exceeding 100 V, a reduction in cauliflower-like formations was noted across all electrolytes.

The formation mechanism of these structures remains a subject of debate. It is unclear whether they result from oxide layer growth, where the expanding layer ruptures through the initially uniform film, or if they are caused by oxygen entrapment and subsequent gas release from the oxide layer. [4] Further investigation is required to clarify this process.

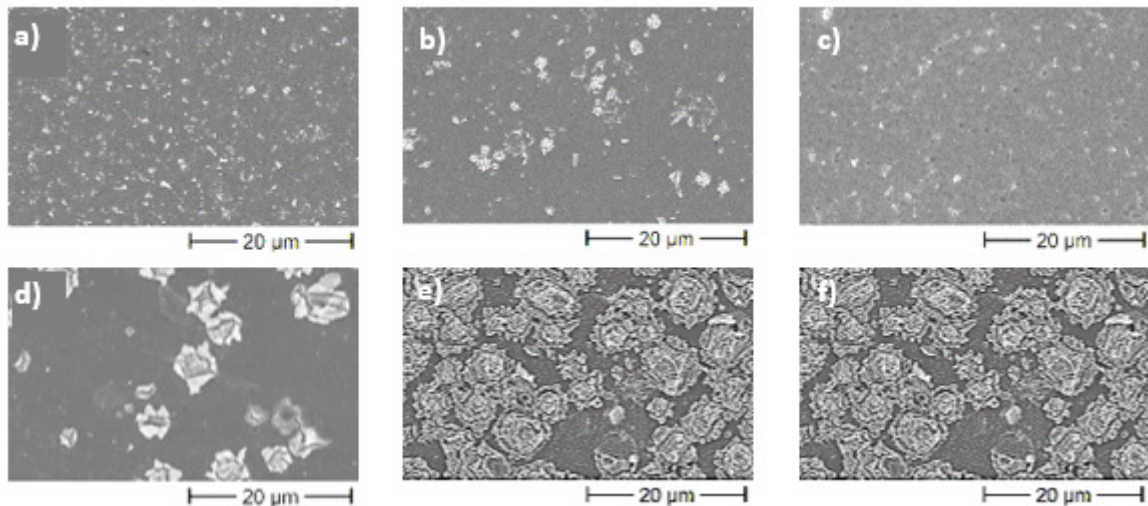


Figure 3: SEM picture of anodic oxidized samples at 20 V for 1 hour in a) phosphatbuffer (pH 6) b) sulfuric acid c) sodium sulphate and at 80 V for 1 hour d) phosphatbuffer (pH 6) e) sulfuric acid f) sodium

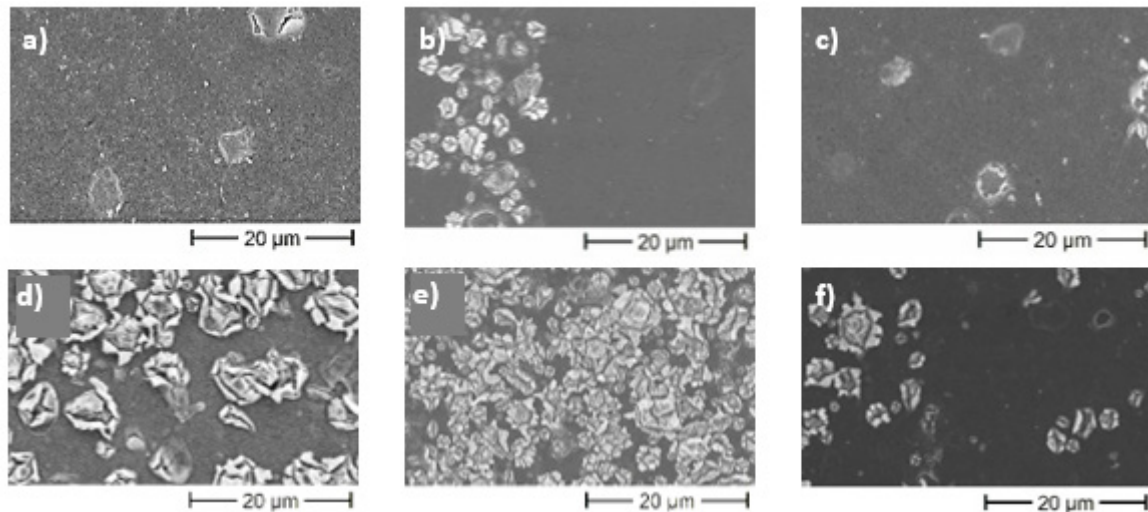


Figure 4: SEM picture of Ti grade 2 anodic oxidized samples at 80 V for 5 minutes in a) phosphatbuffer (pH 6) b) sulfuric acid c) sodium sulphate and 1 hour d) phosphatbuffer (pH 6) e) sulfuric acid f) sodium

The use of ammonium tetrafluoroborate as an electrolyte resulted in the formation of structures that differed significantly from those obtained with other electrolytes. The anodization process led to the development of both tubular and crystalline morphologies, with increasing voltage and processing time promoting the growth of larger crystalline formations. The formation of thick oxide layers was visually apparent, indicating substantial material deposition. However, as layer thickness increased, a reduction in adhesion was observed, suggesting the existence of a critical threshold beyond which mechanical stability is compromised.

To determine the phase composition of the titanium dioxide layers, all samples were analyzed using X-ray diffraction (XRD). Despite variations in structural morphology, anatase TiO_2 was predominantly detected across most samples. This finding is consistent with previous studies indicating that anatase is the kinetically favored phase under typical anodization conditions. However, one exception was observed: the sample anodized in Na_2SO_4 at 100 V for 1 h exhibited rutile TiO_2 instead.

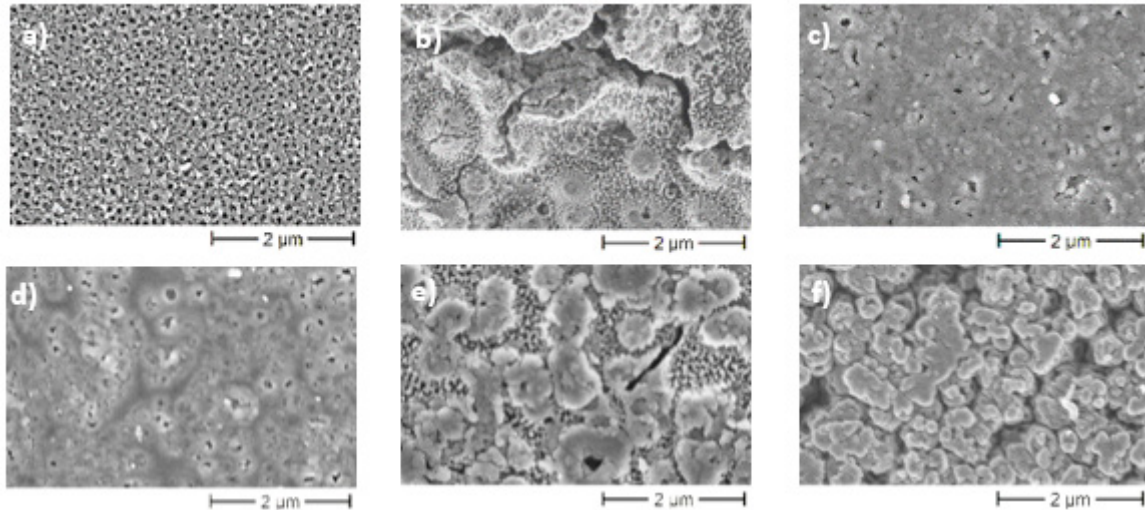


Figure 5: SEM picture of Ti Grade 2 anodic oxidized samples in ammonium tetrafluoroborate for 1 hour at a) 20 V b) 60 V c) 100 V and at 80 V for d) 5 minutes e) 1 hour f) 3 hours

Conclusion:

This study investigated the anodic oxidation and solvothermal synthesis of piezoelectric barium titanate coatings on titanium implants. Since BaTiO_3 formation requires a pre-existing titanium oxide layer, anodic oxidation was used to generate this layer under controlled conditions. The results showed that electrolyte composition, voltage, and oxidation time significantly influenced oxide layer thickness and morphology. Anodization in 1 M sulfuric acid at 50 V for 1 h produced the thickest oxide layer (120–150 nm), which was still much thinner than the $\sim 3 \mu\text{m}$ layer formed by thermal oxidation. This limited oxide thickness likely contributed to the low BaTiO_3 yield, as XRD analysis revealed 20% BaTiO_3 and 80% BaCO_3 in the final coating.

All tested electrolytes—sulfuric acid, sodium sulfate, Sorensen's phosphate buffer (pH 6), and ammonium tetrafluoroborate—produced similar oxide structures at lower voltages (20 V) and shorter oxidation times (5 min), forming homogeneous layers with fine crystal-like or cauliflower-like features. Increasing the voltage up to 80 V and extending the oxidation time to 3 h led to more pronounced cauliflower-like structures, while voltages above 100 V reduced these formations. Anodization in ammonium tetrafluoroborate resulted in distinct tubular and crystalline morphologies. However, excessive oxide thickness reduced adhesion, suggesting a mechanical stability threshold. XRD analysis confirmed anatase TiO_2 as the predominant phase, except for a sample anodized in sodium sulfate at 100 V for 1 h, which formed rutile TiO_2 .

To enhance BaTiO_3 formation, future work should optimize anodic oxidation parameters for thicker, more reactive titanium oxide layers and refine solvothermal synthesis to minimize BaCO_3 formation. These findings contribute to the development of piezoelectric coatings for biomedical applications, potentially improving implant performance and longevity.

References:

- [1] Stich, T., et al.: Implant-bone-interface: Reviewing the impact of titanium surface modifications on osteogenic processes in vitro and in vivo, 2021, Bioeng Transl Med., DOI: 10.1002/btm2.10239.
- [2] Kamel, N.: Bio-piezoelectricity: fundamentals and applications in tissue engineering and regenerative medicine, 2022, Biophys Rev., DOI: 10.1007/s12551-022-00969-z
- [3] Koka, A., et al.: Controlled synthesis of ultra-long vertically aligned BaTiO₃ nanowire arrays for sensing and energy harvesting applications, 2014, Nanotechnology 25 375603, DOI: 10.1088/0957-4484/25/37/375603
- [4] Mazzarolo, A., et al.: Anodic growth of titanium oxide: Electrochemical behaviour and morphological evolution, 2012, Elsevier Ltd, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2012.04.114>

3.3.7 Hydrodynamic Optimization of Stem Cell Bioreactor with CFD Modeling and PIV experiments

Anna Paříková

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Centre for Nanomaterials and Biotechnology

Stem cells offer promising treatments for diseases like cancer and heart disease, but their limited availability from tissues hinders new therapies. It has been shown through research that mixed-suspension bioreactors exceed yield of traditional 2D cultures. The aim of this study is to optimize bioreactor cultivation by ensuring a homogeneous suspension and a cell-friendly environment, while avoiding prolonged high shear stress. Fluid mixing dynamics in a stirred bioreactor are simulated using CFD modeling with OpenFOAM and Ansys CFX software. Methods such as the Moving Reference Frame and Arbitrary Mesh Interface are used to accurately model velocity components. CFD data are validated by Particle Image Velocimetry (PIV), and velocity profiles are evaluated using MATLAB. The effects of stirrer rotational speed, length, and diameter on bioreactor performance are examined in a parametric study, providing insights for optimizing bioreactor designs to improve cell yield and viability.

3.3.8 The effect of primary and secondary flows on the homogenization process in a vertical bladed mixer

Vojtěch Trnka

Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Science, Centre for Nanomaterials and Biotechnology

Blood-tissue barriers are one of the biggest limiting factors in cancer research and treatment, as they strictly control the transport of molecules and particles present in the bloodstream [1]. The focus of my work is to fabricate a tissue-on-a-chip device [2] capable of forming a functional blood-brain barrier model under laboratory conditions, and to study the transport mechanisms of selected molecules, particles, or vesicles [3]. In this presentation, I would like to showcase our approach to microfluidic system fabrication, present our current results, and discuss upcoming plans and challenges.

Contact

TU Dresden
Faculty of Mechanical Engineering
01062 Dresden

Editors:

Dr.-Ing. Ute Bergmann, Ute.Bergmann@tu-dresden.de;
Josephine Roth, Josephine.Roth@tu-dresden.de

Administration:

Gritt Ott, Gritt.Ott@tu-dresden.de;
Carolin Böhme, Carolin.Boehme@tu-dresden.de

To get more information to this event please follow the link:

https://trans3net.webspace.tu-dresden.de/?page_id=4112

To cite this document:

<https://doi.org/10.25368/2025.141>

Licence note

