

ImageHeadstart.eu

Bahnbrechende Computer
Vision-Anwendungen in
der Mikrowelt: Industry
Research Consortium 4.0

Das Projekt ImageHeadstart wird aus dem Programm der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit Interreg V-A Austria - Czech Republic für den Programmzeitraum 2014-2020 finanziert. Es ist geplant, von Januar 2020 bis Dezember 2022 zu dauern. Die Tatsache, dass die Erforschung digitaler Bildgebungsmethoden wie Lichtmikroskopie und Röntgentomographie an Partnerinstitutionen ein Stadium erreicht hat, von dem aus sich viele praktische Anwendungen entfalten können, ist die Hauptmotivation des Projekts. Ziel des Projekts ist es, die Unternehmen in der Region dabei zu unterstützen, dieses Wissen in die Technologie umzusetzen.

Die etablierte Regionalstruktur wird langfristig auch nach Projektende:

- 1) regionale Unternehmen in die Forschungsstruktur der Region einbinden,
- 2) regionale Forschungseinrichtungen anweisen, zugunsten regionaler Unternehmen zu forschen,
- 3) die Weiterentwicklung der Forschung auf dem Gebiet der Optomechanik, Bildgebung, Softwareentwicklung und anderer auf dem Gebiet der Industrie 4.0 tätiger Unternehmen unterstützen.

Zu diesem Zweck wird das Konsortium:

- 1) alle sechs Monate regelmäßige Informationsworkshops veranstalten,
- 2) ein System für die Anmeldung zu bilateralen und multilateralen Konsultationen einrichten,
- 3) alle sechs Monate regelmäßig Informationen über den technischen Fortschritt der EU veröffentlichen Konsortialmitglieder (Newsletter), zu denen regionale Unternehmen beitragen können.



Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



Donau-Universität Krems
Universität für Weiterbildung



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA
RESEARCH & DEVELOPMENT

ImageHeadstart Neuigkeit nr. 3

EINLEITENDES WORT



In den letzten zwei Jahren haben wir eine Reihe von Veränderungen erlebt, die sowohl Einzelpersonen als auch Institutionen und Unternehmen betreffen haben. Obwohl sich einige Aktivitäten verzögerten und administrative Vorschriften die Begegnung von Menschen reduzierten oder sogar verhinderten, wurden die Forschungs- und Innovationsaktivitäten fortgesetzt, da viele Aktivitäten in den On-line-Bereich verlagert werden konnten. Die Veränderungen haben jedoch ebenso die Bedeutung von Technologie und die Notwendigkeit von Innovationen für Unternehmen bestätigt, die in einem sich verändernden Umfeld wettbewerbsfähig bleiben müssen. Im Projekt ImageHeadstart unterstützen wir diese Aktivitäten, indem wir eine Reihe von Erkenntnissen und Erfindungen anbieten, insbesondere auch im Bereich der Röntgentomographie, die in diesem Newsletter behandelt wird.

Michal Vopálenký, Labor für Röntgentomographie, ITAM

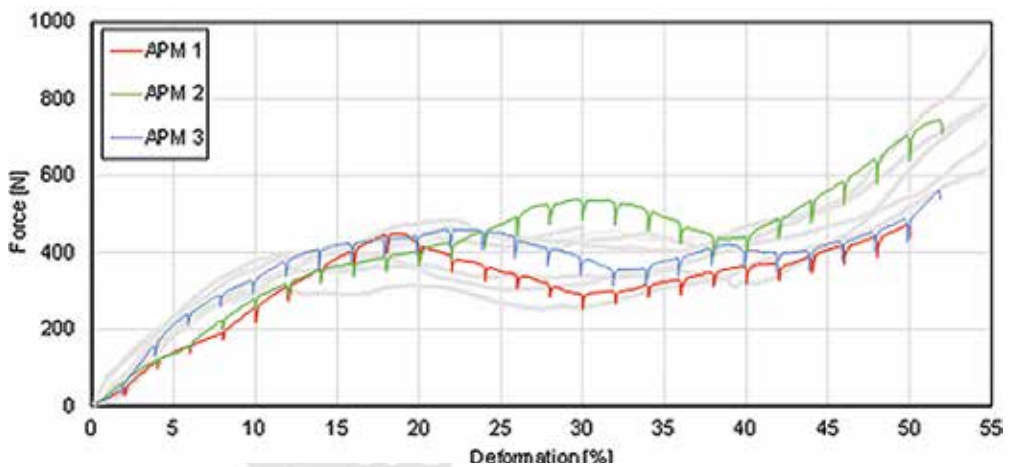
MIKROCOMPUTERTOMOGRAPHIE UND IN-SITU-KOMPRESSIONSPRÜFUNG VON ADVANCED PORE MORPHOLOGY (APM)-SCHAUMELEMENTEN

Demonstration der Zeitraffer-Röntgentomographie (4D XCT) zur Untersuchung poröser Proben mit komplexer Mikrostruktur für werkstofftechnische Anwendungen. Für die experimentelle Bewertung des APM-Verformungsverhaltens wurden das ITAM-Design und der konstruierte Tomographie-Scanner zusammen mit einer speziellen Mikro-Belastungs-Vorrichtung verwendet.

Schaumelemente mit fortschrittlicher Porenmorphologie (APM) sind nahezu kugelförmige Schaumelemente mit einer geschlossenen Außenhülle und einer porösen Innenstruktur, die hauptsächlich in Anwendungen mit Druckbelastung verwendet werden. Um zu bestimmen, wie die Verformung der inneren Struktur und ihre Veränderungen während der Kompression mit ihrer mechanischen Reaktion zusammenhängt, wurden in-situ, zeitaufgelöste Röntgen-Mikro-Computertomographie - Experimente durchgeführt. Die gleichzeitige Anwendung von mechanischer Belastung und radiographischer Bildgebung ermöglichte neue Einblicke in das Verformungsverhalten der APM-Schaumproben, wobei die mechanische Reaktion mit der inneren Verformung der Proben korreliert wurde. Es wurde festgestellt, dass die höchste Steifigkeit der APM-Elemente vor dem Auftreten des ersten Scherbandes erreicht wird, gefolgt von einer Steifigkeits-Abnahme bis zu einem Punkt des Selbstkontakts zu Beginn des Verdichtungsbereichs.



Visualisierung einer verformten APM-Kugel - rekonstruiertes 3D-Bild aufgenommen bei 0 %, 25 % und 50 % der Gesamt-Stauchung.

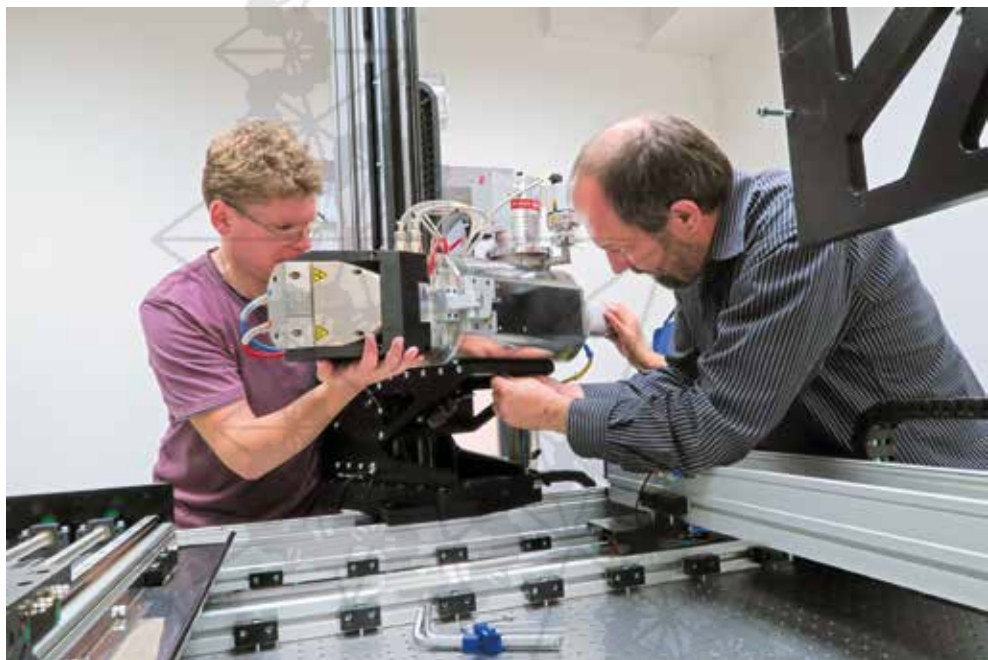


Belastungskurven der Vorversuche (hellgraue Farbe) und der drei Proben, die der Zeitraffer-XCT-Bildgebung unterzogen wurden.

VERBESSERUNGEN DES TORATOM-TOMOGRAPHEN IM LABOR FÜR RÖNTGENTOMOGRAPHIE TELČ VEREINFACHEN DIE TOMOGRAPHIE HOHER OBJEKTE

Am TORATOM-Tomographen im Röntgentomographie-Labor in Telč wurden neue Röntgenquellen-Manipulatoren installiert, die an der Abteilung für Biomechanik entwickelt wurden. Der Tomograph TORATOM zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass seine Geometrie in einem weiten Bereich einstellbar ist. Dadurch ist es möglich, die Auflösung der Tomographie deutlich zu verändern sowie genügend Platz für die Untersuchung relativ großer Objekte zu schaffen, was beispielsweise bei der Röntgenuntersuchung von Gemälden sinnvoll ist.

Eine große Einschränkung war bis vor kurzem der zu lange und robuste Linearmanipulator beider Röntgenquellen – der Hub betrug weniger als 200 mm. Dieses Problem wurde jedoch durch die Installation neuer Manipulatoren mit einem Hub von fast 1000 mm gelöst, die von ihrem Designer Tomáš Fíla von der Abteilung für Biomechanik des ITAM CAS ToraLift genannt wurden. Mit dieser Verbesserung ist es jetzt viel einfacher, Scans von flachen Objekten durchzuführen und eine Tomographie von hohen Objekten zu erstellen. Auch die ersten Tests der sogenannten Spiral- oder Helix-Tomographie wurden bereits durchgeführt. Die spiralförmige Tomographie-Trajektorie vereinfacht die Untersuchung großer Objekte weiter, da es nicht mehr erforderlich ist, mehrere virtuelle Objekte, die als einzelne Tomogramme in unterschiedlichen Höhen erstellt wurden, zu einem einzigen endgültigen Modell zu stapeln.



Installation des ToraLift-Manipulators am Toratom-Tomographen.

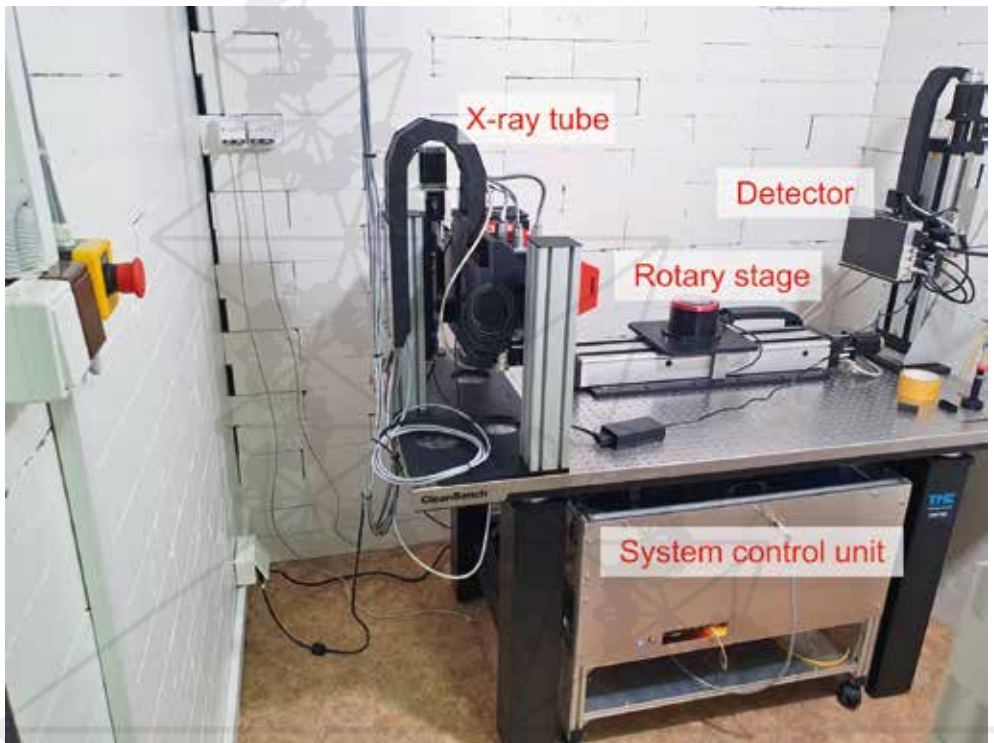


Einer der beiden ToraLift-Manipulatoren.

Erfassungssoftware für das Labor-Röntgentomographie-Setup

Es wurde eine maßgeschneiderte Akquisitionsssoftware entwickelt, die auf das im eigenen Haus entwickelte Röntgentomographie-Setup zugeschnitten ist.

Die hochauflösende Computertomographie ist ein komplexes experimentelles Verfahren. Es erfordert eine hochpräzise Positionierung, Röntgenröhren-Steuerung, Detektoradaption, Auslesen von Bilddaten usw. Für den Betrieb des selbst entwickelten experimentellen Röntgensystem-Aufbaus wurde eine kunden-spezifische Steuerungssoftware mit allen notwendigen Funktionen entwickelt. Es ermöglicht die Erfassung von Projektionsreihen, die später für die CT-Rekonstruktion verwendet werden, sowie die Erfassung von Korrekturdaten wie Dunkelbild, Weißbild, Karte mit schlechten Pixeln, Einstellung der Belichtungszeit, Anzahl der Belichtungen, Mittelwertbildung der Projektionen, Live-View mit Histogramm-Ansicht enthalten usw. Das Hauptkonzept der Erfassungssoftware besteht darin, modular und einfach an verschiedenen Detektoren und anderer Hardware angepasst zu werden können, um den spezifischen Anforderungen bestimmter experimenteller Messungen, einschließlich der Abbildung von quasistatischen und dynamischen Belastungs-Phänomenen oder der Abbildung von biologischen Materialien mit niedriger Abschwächung.



Röntgentomographie-Aufbau im Labor.

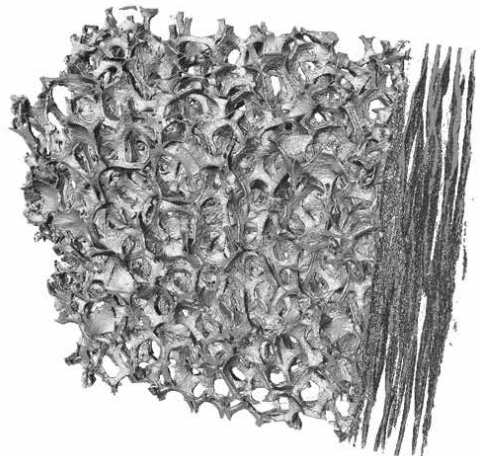
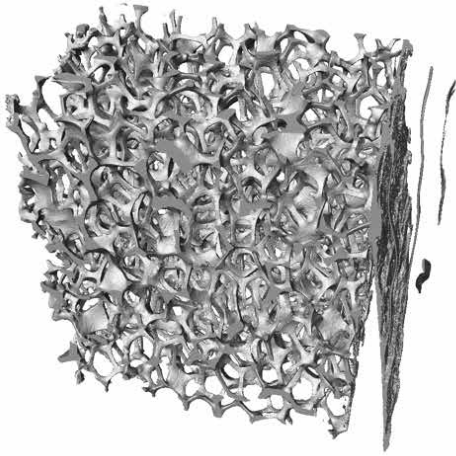
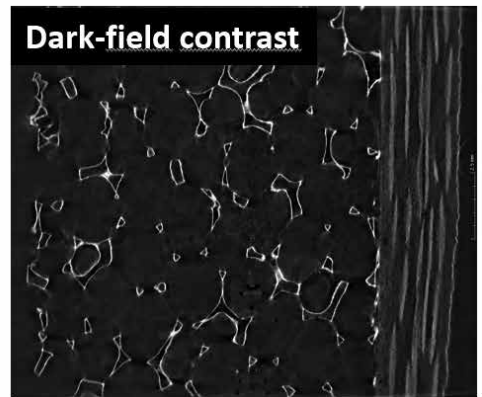
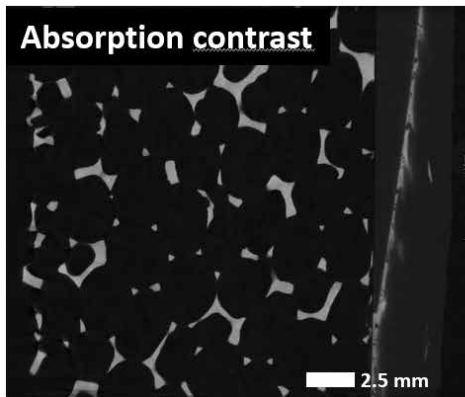


Die Aufnahmesoftware des Röntgenaufbaus.

MERKMALE EXTRAKTION IN CFK-VERBUNDWERKSTOFFEN DURCH ERWEITERTE MIKRO-COMPUTERTOMOGRAPHIE

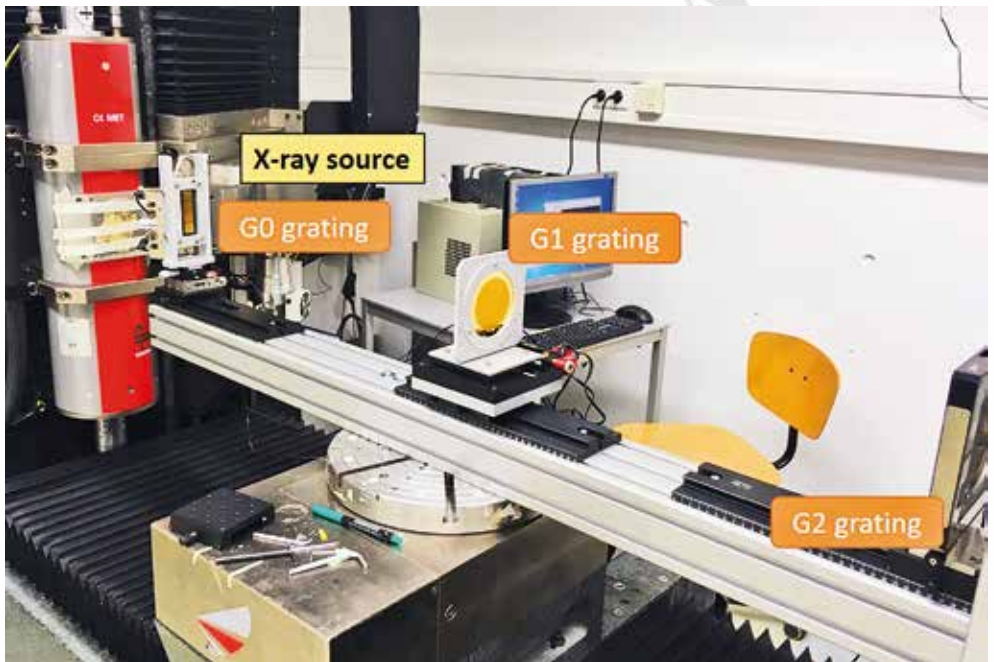
Die FH OÖ beherbergt ein Talbot-Lau-Gitter-Interferometer (TLGI) Röntgen-Computertomographie (XCT)-System (SkyScan1294, Bruker). Der Phasenkontrast-XCT-Scanner verwendet eine Mikrofokus-Röntgenquelle, einen 11-MP-Detektor und drei speziell entwickelte Röntgengitter, um gleichzeitig Informationen über Absorption, Brechung und Streuung zu extrahieren. Im Gegensatz zur konventionellen XCT bietet die TLGI-XCT drei komplementäre Eigenschaften in einem einzigen Scan der Probe: a) den Absorptionskontrast (AC), b) den differentiellen Phasenkontrast (DPC) und c) den Dunkelfeldkontrast (DFC). Mit zwei unterschiedlichen TLGI-Systemen visualisieren wir im Projekt ImageHeadstart verschiedene Proben, darunter CFK-Lamine, die in Leichtbauanwendungen, z.B. in Kombination mit Aluminium-Schaumkernen, Anwendung finden. Die Anwendung solcher Leichtbau-Sandwichpaneel-Strukturen aus mehreren Materialien kann die strukturelle Effizienz und die Stoßenergieabsorption von Bauteilen erhöhen. Mit konventioneller XCT ist es jedoch nicht möglich, feine Strukturen, z.B. einzelne Streben und Wände im Schaumstoff und gleichzeitig das Webmuster im CFK-Laminat zu visualisieren.

Aufgrund der Tatsache, dass DFC morphologische Informationen im Subpixel-Bereich in Abhängigkeit von der lokalen Streuleistung liefert, können durch die Dunkelfeld-Bildgebung Informationen extrahiert werden, die sonst mit konventioneller XCT nicht zugänglich wären. Mit einem Talbot-Lau XCT zeigten wir im Projekt, dass Dunkelfeldaufnahmen einen hohen Kontrast und ein starkes Signal an Grenzflächen liefern, insbesondere für die Schaum-Mikrostruktur und die Kohlefaser-Faserbündel in CFK-Platten. Die unten gezeigte Probe wurde mit einer isometrischen Voxelgröße von $22,8\text{ }\mu\text{m}$ gescannt.

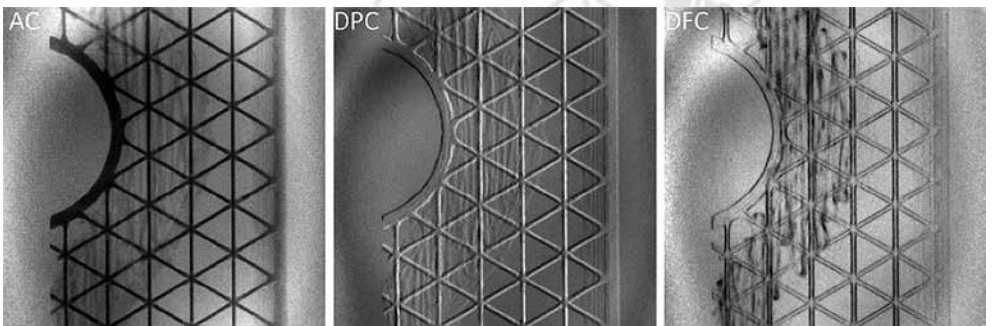


Multimodale Bildgebung einer Kohlefaser-Deckschicht mit einem Aluminium-Schaumkern, gescannt mit einem Skyscan 1294-Phasenkontrast-CT-System (Voxelgröße: 22,8 μm).

Um TLGI-Inspektionen an größeren Proben durchführen zu können, wurde im Projekt ein Gitterinterferometer-Aufbau von Microworks (Deutschland) in den RayScan 250E XCT Scanner der FH OÖ eingebaut. Der Aufbau besteht aus drei Gittern, die zur Nanopositionierung auf hochauflösende Piezo-Aktoren montiert sind. Dieser Aufbau ermöglicht einen schnellen Ein- und Ausbau des gesamten Interferometer-Systems, mit dem Röntgenaufnahmen einschließlich Absorption, Phasen- und Dunkelfeld-Kontrast erstellt werden können.



Aufbau eines TalInt Gitterinterferometers im RayScan 250E System der FH OÖ. Von links nach rechts sind Röntgenquelle, G0, G1 und G2 sichtbar.



TLGI-Röntgenaufnahmen einer CFK-Probe, die am TalInt-Gitterinterferometer-Aufbau untersucht wurde. Kohlefaser-Faserbündel sind im DFC-Bild gut sichtbar.

Beschreibung des Unternehmens

Nationales Gewebe- und Zellzentrum <https://natic.cz/>

ARBEITSPLATZ BRNO (BRÜNN)

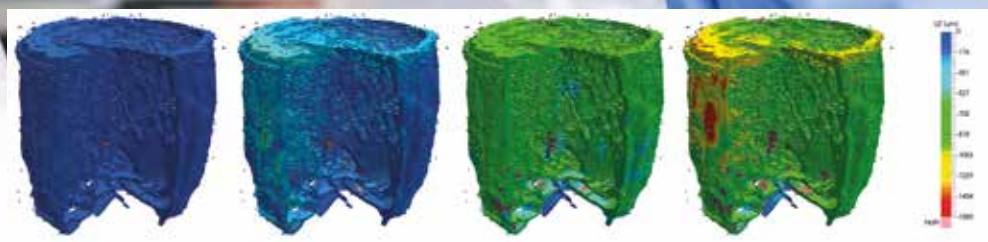
Das Nationale Gewebe- und Zell-Zentrum befasst sich mit der Entwicklung und Herstellung von Arzneimitteln aus menschlichen Geweben und Zellen für eine hoch personalisierte und effektive Behandlung in Fällen, in denen Patienten nicht mit konventionellen Medikamenten oder anderen konventionellen Methoden behandelt werden können oder wenn eine humane Gewebe- und Zelltherapie effizienter ist.



Ziel des Unternehmens ist es, mit menschlichen Zellen und Geweben allen Menschen zu ermöglichen, ihre Lebensqualität und ihre Gesundheit zu steigern oder bei sehr schweren Erkrankungen sogar ihr Leben zu retten. Das Unternehmen ist an der Entwicklung einer Reihe von Arzneimitteln für Anwendungen in den Bereichen Orthopädie, Traumatologie, Hämatologie, Immunologie, regenerative Medizin und Behandlung ischämischer Erkrankungen beteiligt. Andere Produkte zielen auf die Behandlung von Hautdefekten und die Wundheilung ab. Die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen auf regionaler, nationaler und transnationaler Ebene ist ein wesentlicher Bestandteil der kontinuierlichen Entwicklung des Unternehmens. Mit seiner Ausstattung und seinem Leistungsangebot gehört es zu den führenden und besten Arbeitsplätzen seiner Art in Europa.

Einer der grundlegenden Faktoren für die klinische Verwendung von Geweben ist die zeitliche Stabilität der biomechanischen Eigenschaften. Das Unternehmen ist an der Entwicklung von Verfahren für Stabilitätsuntersuchungen mit Röntgenverfahren zur Überwachung des Verformungsverhaltens auf Belastung beteiligt. Das 4D-MikroCT-Verfahren und die digitale Volumenkorrelation ermöglichen es, das gesamte Verschiebungsfeld der Mikrostruktur des untersuchten Gewebes zu erhalten.





ImageHeadstart.eu

Dalibor Štys

Labor für Experimentelle Komplexe Systeme
Institut für Komplexe Systeme
Fakultät für Fischerei und Wasserschutz
Universität Südböhmen in České Budějovice
Zámek 136
373 33 Nové Hradky
Tschechische Republik
stys@jcu.cz
skype: dalistys
+420 777 729 581

Michal Vopálenský

Zentrum Telč, Institut
der theoretischen und angewandten
Mechanik der Akademie
der Wissenschaften
Tschechische Republik, (CET)
Batelovská 485
588 56 Telč
Tschechische Republik
vopalensky@itam.cas.cz
skype: michal_vopalensky
+420 567 225 343

Sascha Senck

Fachhochschule Oberösterreich
Fakultät für Technik und Angewandte
Naturwissenschaften
Forschungsgruppe Computertomographie
Stelzhamerstraße 23
4600 Wels
Österreich
sascha.senck@fh-wels.at
+43 (0)50804 44426

Jiří Koleček

MEVPIS
Fakultät für Fischerei
und Wasserschutz
Universität Südböhmen
in České Budějovice
Na Valše 207
389 01, Vodňany
Tschechische Republik
jkolec@frov.jcu.cz
skype: jirikolec
+420 606 050 576

Interreg 
EUROPEAN UNION
Austria-Czech Republic
European Regional Development Fund

Michael B. Fischer

Department für Biomedizinische
Forschung
Fakultät für Gesundheit und Medizin
Donau Universität Krems
Dr. Karl-Dorrek Straße 30
3500 Krems an der Donau
Österreich
Michael.fischer@donau-uni.ac.at
+ 43 2732 893 2685

Jaroslav Jacak

Fachhochschule Oberösterreich
Fakultät für Medizintechnik
Gruppe für optische Mikroskopie
Garnisonstr. 21
4030 Linz
Österreich
Jaroslav.jacak@fh-linz.at
skype: jarekjacak
+ 43 0804 52130

ISBN 978-80-7514-172-9

ISBN 978-80-7514-170-5 (Tschechische Ausgabe)

ISBN 978-80-7514-171-2 (Englische Ausgabe)

Veröffentlicht: Die Südböhmische Universität in České Budějovice, Fakultät für Fischerei und Gewässerschutz

1. Ausgabe, veröffentlicht 2022 in Vodňany, Tschechische Republik

Gedruckt 55 Stk