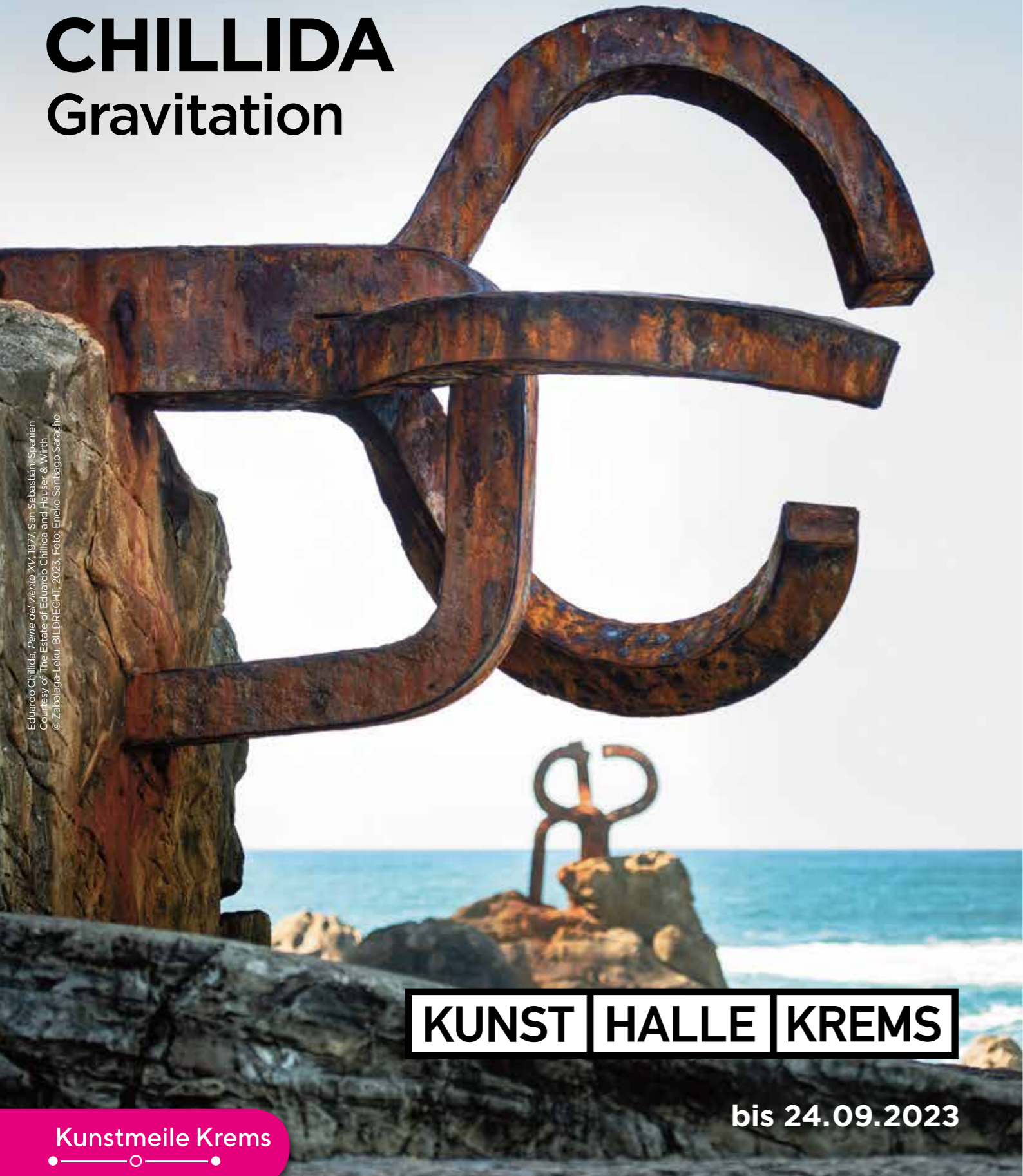


EDUARDO CHILLIDA Gravitation



Eduardo Chillida, *Peine del viento*, XV, 1977, San Sebastián, Spanien
Courtesy of The Estate of Eduardo Chillida and Heuser & Wirth
© Zabalaga-Leku, BILDRECHT, 2023, Foto: Eneko Santiago Sarecho

KUNST HALLE KREMS

bis 24.09.2023

Kunstmeile Krems

KULTUR
NIEDERÖSTERREICH



ISSN 1862-4154
Preis: € 5,-
Ausgabe 2.23



upgrade

Das Magazin für Wissen und Weiterdenken
der Universität für Weiterbildung Krems

Keep moving

SCHWERPUNKT: BEWEGUNG & GESUNDHEIT

WIE BEWEGUNG DEN KÖRPER FORDERT
UND WELCHE ANTWORTEN DIE ORTHOPÄDIE GIBT

Editorial



**MAG. FRIEDRICH
FAULHAMMER**

Rektor der Universität
für Weiterbildung Krems



MAG. STEFAN SAGL

Leiter Kommunikation und
Chefredakteur „upgrade“

Liebe Leserin, lieber Leser,

von der Medizin erwarten Menschen in der Regel Heilung. Gerade bei Erkrankungen des Bewegungsapparats, die durch die zunehmende Alterung der Bevölkerung sowie den steigenden Bewegungsmangel immer häufiger werden, sollte das Thema Prävention verstärkt in den Fokus der Aufmerksamkeit rücken. Neben der gesellschaftlichen Verantwortung der Medizin als Wissenschaft, neue, beispielsweise regenerative Therapien zu erforschen, ist es ebenso ihre Verantwortung, das Bewusstsein der Menschen für präventive Maßnahmen und einen gesunden Lebensstil zu sensibilisieren.

Die aktuelle Ausgabe mit dem Schwerpunkt „Bewegung und Gesundheit“ widmet sich insbesondere den Fortschritten der Orthopädie und beleuchtet, welche Rolle dabei regenerative medizinische Therapien spielen, welche Möglichkeiten der klinische Alltag heute bietet, Gelenksabnützungen oder neurologische Beeinträchtigungen zu behandeln. Darüber hinaus zeigt das Magazin auch, welche Folgen Bewegungsmangel in verschiedenen Altersgruppen hat, wie leicht sich diese schon mit wenig Sport vermeiden lassen und wie Künstliche Intelligenz die Forschung und die klinische Praxis unterstützt. Die aktuelle Bildstrecke von „upgrade“ mit dem Titel „in motion“, illustriert dabei die umfangreiche kulturelle Geschichte von Bewegung und Sport quer durch die Jahrtausende, mit interessanten Facetten von der Antike bis heute.

Viel Freude bei der Lektüre wünschen

Friedrich Faulhammer

Stefan Sagl

**Besuchen
Sie unsere
Website!**

Alle Ausgaben von **upgrade**
gibt es auch im Internet:
www.donau-uni.ac.at/upgrade

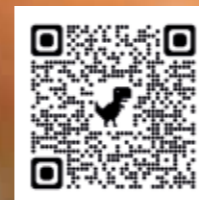
EU GREEN DEAL

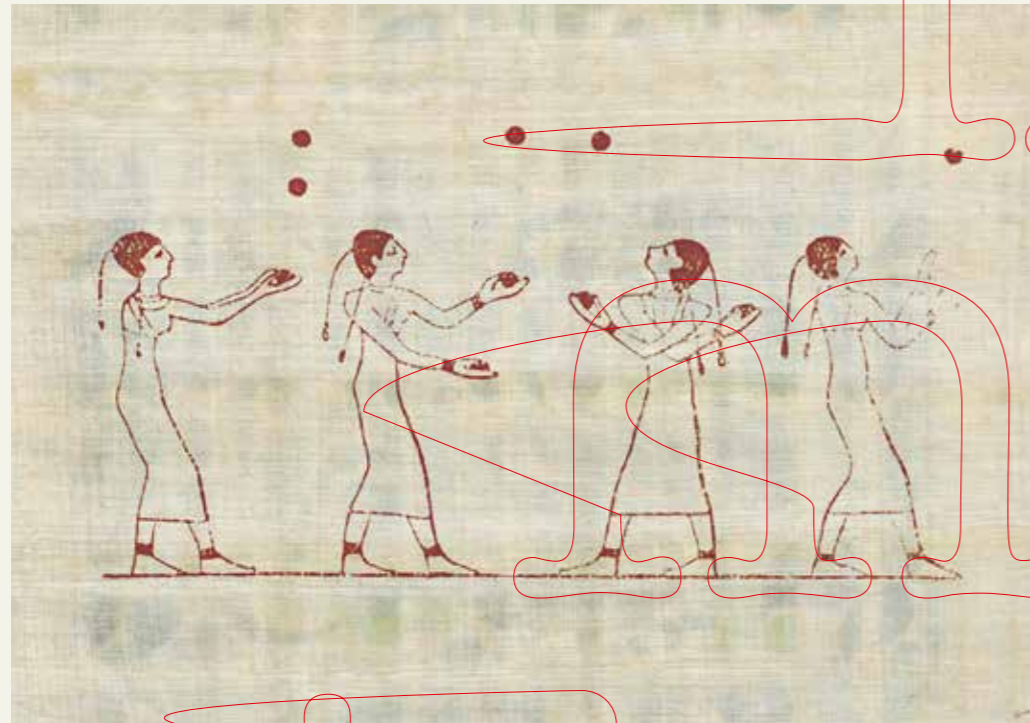
Klimaneutralität für Gebäude und Industrie

Klimaneutralität bis 2050 - die Zeit bis zum Erreichen des im Europäischen Green Deal definierten Ziels ist kurz. Diese Herausforderung hat massive Auswirkungen sowohl auf Gebäude und deren Infrastruktur als auch auf die produzierende Industrie. Siemens hat die passenden Technologien und Lösungen, um Sie dabei zu unterstützen, Ihr Unternehmen klimafit zu machen. Erfahren Sie mehr über unser Portfolio für eine klimaneutrale Zukunft:

www.siemens.at/green-deal

SIEMENS





in motion

Die Kulturgeschichte des vorchristlichen Ägyptens kennt zahlreiche bildliche Belege für sportliche Aktivitäten. Durch Pharaonen ausgeübte Disziplinen umfassten das Laufen, Bogenschießen, den Pferdesport und die Jagd. Privatleute übten sich im Lauf, Sprung, in verschiedenen Kampf- und Wassersportarten. Sportliches Vergnügen war auch das Fischerstechen. Ob die Jonglierenden am Bild (ca. 1994–1781 v. Chr.) eher sportlichen, oder doch religiösen Charakter hatten, ist nicht geklärt. Gefunden wurde es in einer antiken Grabstätte in Ägypten.

Inhalt

Schwerpunkt: Bewegung & Gesundheit

- 3 Editorial
- 18 Im Fokus
- 52 Campus Krems
- 54 Alumni-Club
- 55 Kunst & Kultur
- 56 Trends & Termine
- 57 Bücher
- 58 Vorschau/Impressum

- 7 **Was Andreas Leithner meint**
Gesundheit – ein (zu?) kostbares Gut
- 9 **Ein Fall für die Forschung**
Meniskus – Schnittpunkt von Orthopädie und Regenerativer Medizin
- 15 **Gewichtsabnahme ist ganz entscheidend**
Im Gespräch mit dem Orthopäden Stefan Nehrer
- 21 **Was Blutprodukte und Seide können**
Die Hoffnung auf ein schmerzfreies Leben rückt näher
- 25 **In Bewegung bleiben**
Menschen profitieren bis ins hohe Alter
- 29 **Kindern fehlt zunehmend die Bewegung**
Vorbeugung beginnt schon im Kindergarten
- 33 **Komplexer Hoffungsmarkt**
Uneinheitliche Regularien hemmen Medizinprodukte-Entwicklung
- 37 **KI für Knie und mehr**
Wie die Orthopädie mit Künstlicher Intelligenz gewinnt
- 41 **Unterschätztes Zusammenspiel**
Wie neurologische und orthopädische Erkrankungen verbunden sind

- 44 **Belebung der Knorpelzellen**
Der Osteoarthritis entgegenwirken
- 46 **Fasziniert vom Unbekannten**
Im Porträt: der Molekularbiologe Alexander Otahal
- 50 **Alumni-Porträt**
Harald Leemann, Sportmediziner aus Leidenschaft



Titelbild: Nach Fitness strebten schon Menschen in der Antike. Die Bildstrecke „in motion“ unternimmt eine Reise durch die Kulturgeschichte der Bewegung. Idee und Konzeption: DLE Kommunikation & Wissenschaftsredaktion der Universität für Weiterbildung Krems

Fotos: Shizhaoc; S. 5 Titelbild: Villa del Casale, Holger Uwe Schmitt



in motion

Weltbekannt ist das erst 1967 auf der griechischen Insel Santorin entdeckte Fresko der jungen Boxer (datiert ca. 1700 v. Chr.). Die Akrotiri Boxer stammen aus der Zeit der minoischen Kultur, in der Sport hohen Stellenwert besaß und in der zahlreiche Sportarten als Wettkämpfe ausgeübt wurden, wie Ringen, der Stiersprung, Akrobatik und das Boxen. Athleten begannen mit dem Training bereits in sehr jungem Alter. Die gebogenen Rücken wurden teils als Deformation des Rückgrats (Spondylolisthesis) interpretiert, was aber nicht gesichert ist.

Gesundheit – ein (zu?) kostbares Gut

Im Bereich der Orthopädie verstärkt die aktuelle Spitalskrise die Ausprägung eines parallelen Gesundheitssystems.

Ein Kommentar von Andreas Leithner

Haben Sie, liebe Leserin, lieber Leser, eine Zusatzversicherung? Wenn ja, befinden Sie sich in guter Gesellschaft. Bereits 2019 waren 3,1 Millionen Österreicher_innen Zusatzversichert. Und warum? Freie Arztwahl, Kostenübernahmen gewisser Behandlungen, vor allem aber auch schnellere Termine bzw. kürzere Wartezeiten werden in Umfragen als die wichtigsten Gründe genannt.

Wer schneller zum (Wahl-)Arzt kommt bzw. schneller einen Operationstermin in einem privaten Haus erhält, erspart sich gegebenenfalls Ungewissheit, Schmerzen und bei speziellen Erkrankungen sogar eine Lebenszeitverkürzung. Die Anzahl der Zusatzversicherten und der weiterhin bestehende Trend zum Ausbau privater Leistungen inklusive dem weiter andauernden Anstieg an Wahlärztinnen und -ärzten sind klares Indiz, dass wir uns nicht am Weg in eine Zweiklassengesellschaft befinden, sondern bereits mitten darin sind. Die Probleme dieser Entwicklung – insbesondere die Gefährdung des sozialen Friedens – sind mannigfaltig, werden aber gerne verdrängt.

Der Bereich der Orthopädie steht bei dem Boom der Privatmedizin besonders im Fokus. Zum Glück geht es hier selten um lebensbedrohliche Erkrankungen, doch die Prävalenz orthopädischer Krankheitsbilder ist enorm. Laut einer deutschen, 2007 publizierten Studie hatten 85 Prozent der Befragten zumindest einmal im Leben Kreuzschmerzen. Relevant erscheint, dass jede vierte Frau und jeder sechste Mann an-

gaben, in den letzten 12 Monaten über drei Monate an Kreuzschmerzen gelitten zu haben. Ganz ähnlich waren die Ergebnisse der Österreichischen Gesundheitsbefragung der Statistik Austria 2019 mit 1,9 Millionen Personen mit chronischen Kreuzschmerzen in den letzten zwölf Monaten.

Der Bedarf an orthopädischer Fachexpertise in Diagnose und Therapie (sowie Prävention!) ist daher enorm. Österreichweit wurde die Anzahl an entsprechenden Kassenstellen in den letzten vier Jahren laut Information der Österreichischen Ärztekammer von 252 um 19 Stellen auf 271 erhöht. Immerhin. Gleichzeitig stieg jedoch die Anzahl an Wahlarztstellen von 573 um 190 auf 763!

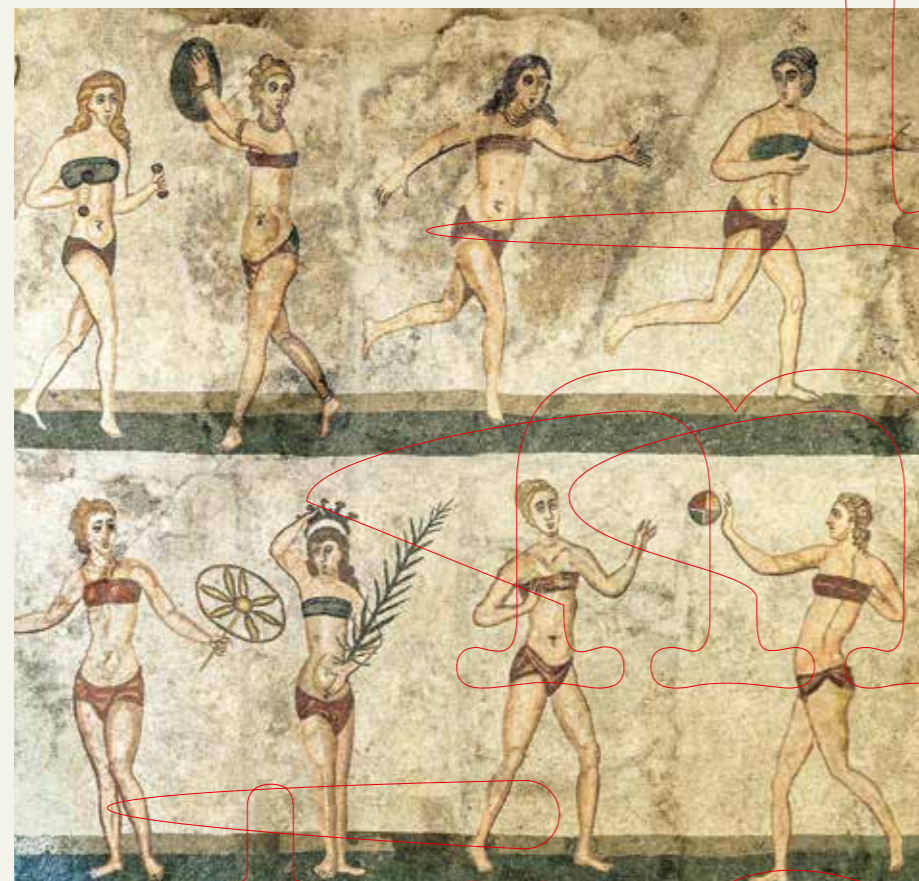
Dramatisch wird die Situation zunehmend auch im stationären Bereich – die pflege- und teilweise auch anästhesiebedingte Reduktion an Operationskapazitäten in den öffentlichen Spitälern führt im orthopädischen Bereich zu einem wahren „Run“ auf die privaten Häuser. Man liest in manchen Medien sogar von Patienten, die Kredite aufnehmen, um sich die notwendigen Operationen als „Selbstzahler“ leisten zu können. Der Unterschied zwischen privaten und öffentlichen Anbietern in der Wartezeit auf die Implantation einer Knie-totalendoprothese beträgt in manchen Bundesländern über ein Jahr!

Das österreichische Gesundheitssystem wird – gerade im orthopädischen Bereich – zunehmend sozial ungerecht. Eine fundierte, öffentliche Diskussion ist daher unbedingt erforderlich. ■



ANDREAS LEITHNER

Univ.-Prof. Dr. Andreas Leithner ist Tumorthoraxorthopäde und Klinikvorstand der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie des LKH-Univ. Klinikums Graz. Weiters ist er seit 2018 Vizerektor für Klinische Agenden der Medizinischen Universität Graz.



in motion

Die Villa del Casale auf Sizilien – UNESCO-Welterbe – ist für ihre Mosaik bekannt, darunter jenes der jungen Frauen bei sportlichen Betätigungen, u. a. dem Ballspiel. Nicht restlos geklärt ist die Bedeutung: Sind hier Fitnessübungen, Sporttraining oder doch andere Aktivitäten abgebildet? Die Villa gehörte vermutlich dem Gouverneur Siziliens, Lucius Aradius Valerius Proculus Populonium, der 320 n. Chr. die Römischen Spiele organisierte. Neben der Unterhaltung diente Sport im römischen Reich vielfach militärischer Vorbereitung, wobei viele Sportarten aus den eroberten Gebieten assimiliert wurden.

Foto: Villa del Casale, Holger Uwe Schmitt

Ein Fall für die Forschung

Der Meniskus im Knie ist verletzungsanfällig. Doch bloße Reparatur reicht nicht mehr, es geht heute darum, die Selbstheilungskräfte des Körpers zu aktivieren. Warum der Meniskus ein Schnittpunkt der Forschung im Feld der Orthopädie und der Regenerativen Medizin ist.

Von Karin Pollack

Es ist unheimlich viel Druck, der auf nur wenigen Quadratcentimetern zusammenkommt. Wer auf- und abspringt und sich dabei um die eigene Achse dreht, kann sich vorstellen, wie viel Kraft zwischen Oberschenkelknochen und Schienbein abgefedert werden muss. Dabei spielt der Meniskus die Hauptrolle. Es ist ein halbmondförmiges Faserknorpelgewebe jeweils innen und außen am Knie, das als Stoßdämpfer fungiert. Fantastisch daran ist die Tatsache, dass er durchschnittlich nur fünf Millimeter dick ist.

Deshalb hält das Knie zu großem Druck oft nicht stand. „Evolutionär betrachtet hat die Aufrichtung des Menschen die Belastung für den Meniskus stark erhöht“, erklärt Stefan Nehler, Facharzt für orthopädische

Chirurgie und Dekan an der Universität für Weiterbildung Krems. Mit anderen Worten: Anatomisch betrachtet ist der Meniskus eine Schwachstelle.

Knorpel retten

So kann etwa bei Sportunfällen das Kniegelenk so stark verdreht werden, dass der Meniskus reißt. Das große Problem daran: „Knochen bilden sich neu, Bänder wachsen nach, aber Knorpelgewebe nur eingeschränkt“, sagt Nehler. Zum einen müssen Meniskusscheiben in Operationen bestmöglich versorgt und oft genäht werden. „Wenn die verletzte Fläche ein bis zwei Quadratcentimeter groß ist, wissen wir, dass die Funktionalität durch Defektheilung oder Vernarbung beeinträchtigt sein kann“, >>



STEFAN NEHRER

Univ.-Prof. Dr. Stefan Nehrer, MSc hält die Professur für Tissue Engineering an der Universität für Weiterbildung Krems, wo er das Department für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung leitet. Nehrer ist Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie und Oberarzt am Universitätsklinikum Krems.



TOBIAS WINKLER

Univ.-Prof. Dr. Tobias Winkler ist Orthopäde und Unfallchirurg an der Berliner Charité, wo er als Sektionsleiter Regenerative Orthopädie und Unfallchirurgie fungiert.

sagt er. Das ist insofern schlecht, als sich durch solche Defekte Entzündungen bilden können, die sich über die Jahre zu einer Arthrose entwickeln. Das bedeutet: Der Knorpel ist weg, Knochen reiben aneinander und jeder Schritt wird zur schmerzlichen Tortur.

Patient_innen hilft dann nur mehr ein künstliches Kniegelenk. „Eine Prothese muss jedoch immer die letzte Option sein“, sagt Nehrer, denn erstens könne sie nur ein einziges Mal eingesetzt werden, sie auszuwechseln sei technisch schwierig und mit Funktionsdefiziten verbunden. Für junge Patient_innen brauche man alternative Behandlungsmethoden und sie kommen aus der Regenerativen Medizin. Sprich: Die körpereigenen Heilkräfte sollen angekurbelt werden, damit sich Gewebe neu bildet. Dabei hat das Axolotl, ein mexikanischer Lurch mit der Fähigkeit, verlorene Gliedmaßen vollständig wieder neu zu bilden, eine Vorbildwirkung.

Was moderne Orthopädie kann

Die konkreten wissenschaftlichen Projekte dafür gliedern sich in drei große Bereiche. Zum einen gilt es, das Knorpelgewebe in seinem zellulären Aufbau und seiner Funktionsweise im Knie ganzheitlich im Verbund mit dem gesamten Skelettapparat zu verstehen. Eine zweite Stoßrichtung richtet sich auf die Versorgung von akuten Verletzungen. Dabei steht die Frage im Mittelpunkt, welche körpereigenen Stoffe für den Heilungsprozess wichtig sind, und wie diese heilenden Zellen außerhalb des Körpers im Labor erzeugt werden können. Und schließlich geht es um die Bekämpfung von Arthrosen, also Gelenksabnutzung als Folge von schlecht verheilten Meniskus- und Knorpelverletzungen. Dabei spielt die Kenntnis von entzündlichen und immunologischen Prozessen eine Schlüsselrolle, weil es stets das Immunsystem ist, das mit einer Armada unterschiedlicher Zellen anrückt und fatalerweise Entzündungsprozesse vorantreibt. Um die Zerstörung von Gelenken aufzuhalten, können immunologische und regenerative Therapien sinnvoll sein. Ziel aus Sicht von Patienten und Patientinnen: Schmerzfreiheit. „Noch gelingt uns eine Degenerationsumkehr leider nicht“, so Nehrer.

Und schließlich geht es auch darum, künstliches Knorpelgewebe zu züchten. „Tissue Engineering“ ist der Fachbegriff für eine Disziplin, bei der natürliche biologische Prozesse für die Reparatur von Schäden nachgeahmt werden. Der Patient erschafft sich selbst neue Knorpel, könnte man sagen.

Doch alle drei Bereiche verbindet eine große Schwierigkeit: Die Anatomie und Funktion sowie die Heil- und Entzündungsprozesse von Knorpelgewebe verlaufen von Patient zu Patientin höchst unterschiedlich.

„Unsere Erfahrung zeigt, dass zelluläre Therapien bei frischen und gut abgegrenzten Knorpeldefekten auf der Gelenksfläche gut funktionieren können.“

Ivan Martin

„Wir sehen deshalb einen Trend in Richtung personalisierte Therapien, ähnlich wie in der Krebsmedizin“, sagt Tobias Winkler, Orthopäde und Unfallchirurg mit österreichischen Wurzeln an der Berliner Charité. Als Spezialist für Regenerative Medizin beschäftigt er sich intensiv mit Immunzellen.

Komplexe Grundlagen

Im Laufe seiner eigenen Karriere habe sich seine Sicht auf den Meniskus grundlegend verändert, sagt Nehrer. „Früher haben wir die statistische Belastbarkeit des Knies gemessen, heute erstellen wir für alle Patienten und Patientinnen individuelle Bewegungs-

analysen, weil wir nur so erfassen, welche Punkte im Meniskus tatsächlich stark beansprucht sind.“ Diverse Beinfehlstellungen werden bei Therapien heute berücksichtigt. „Unsere Sicht auf die Funktion von Knorpel in seiner Anbindung zum Knochen ist umfassender geworden“, präzisiert auch Winkler. Balance, Symmetrie der funktionellen Beinachsen sowie individuelle Gangmuster sollten Teil jeder Anamnese sein.

Darüber hinaus hat sich Stefan Nehrer hat auch intensiv mit der Oberfläche des Meniskus beschäftigt. „Die Bewegung im Knie muss buchstäblich reibungslos funktionieren“, sagt er. Im Knorpelgewebe des Meniskus selbst gibt es zudem Drucksensoren, die dazu führen, dass das Gewebe mit Nährstoffen versorgt wird. Das heißt: Gelenke bleiben gesund, wenn sie genutzt werden. „Wir beginnen gerade erst zu verstehen, welche eminent wichtige Rolle Bewegung spielt.“

Akutbehandlung verbessern

Konkret geht es in den internationalen Forschungsnetzwerken aber auch um die optimale Versorgung von akuten Verletzungen. Zur Erinnerung: Ist die verletzte Fläche im Meniskus und Knorpel zu groß, verändern

sich die Biomechanik und die Gleiteigenschaften der Gelenksoberfläche, was ein reibungsloses Funktionieren des Kniegelenks stört.

Gute Erfahrung bei Verletzungen hat man dabei mit plättchenreichem Plasma (PRP) gemacht. Wie das funktioniert? Einem verletzten Patienten wird Blut entnommen, das im Labor zentrifugiert wird. Dabei trennen sich die Blutbestandteile. Das auf diese Weise gewonnene PRP wird direkt ins Gelenk injiziert und führt dazu, dass all jene unterschiedlichen Zellverbände angelockt werden, die den kaskadenförmigen Verlauf des Heilprozesses verbessern. Den großen Durchbruch hatte diese Therapie 2010, als damit ein verletzter Football-Spieler für das Superbowl-Turnier wieder fit gemacht werden konnte. Seit damals haben sich die Herstellungsverfahren von PRP weit verbreitet und verschiedene Techniken etabliert.

Ein anderer Fokus am Zentrum für Regenerative Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems liegt auf den extrazellulären Vesikeln (EV), ebenfalls Partikel im Blut, die microRNA und Wachstumsfaktoren enthalten und bei Verletzungen vermehrt ausgeschwemmt werden. „Als Boten der Heilung“ werden EV auch aufgrund >>



LISA FORTIER

Lisa A. Fortier, DVM, PhD ist James Law Professor of Surgery, Section of Large Animal Surgery an der Cornell University, USA. Die Veterinärmedizinerin forscht dort am College Of Veterinary Medicine.

Fotos: Nehrer © Andrea Reischer; Winkler © Charite Universitätsmedizin Berlin; Fortier © Cornell University





IVAN MARTIN

Prof. Dr. Ivan Martin ist Professor für Tissue Engineering und Leiter des Departments of Biomedicine an der Universität Basel, Schweiz.

ihrer koordinierenden Wirkung zwischen den unterschiedlichen Zellpopulationen bezeichnet. Momentan erforscht das Zentrum, ob diese EV nicht nur aus dem Blut, sondern auch aus Fettgewebe oder dem Knochenmark gewonnen werden können.

„Wir interessieren uns dafür, was während und in den unmittelbaren Sekunden nach einer Verletzung des Knorpelgewebes passiert“, sagt die Veterinärmedizinerin Lisa Fortier von der Cornell University in den USA, die zusammen mit einem Team von Biophysiker_innen und -ingenieur_innen in einem Laborsetting live beobachtet, was im Knorpel auf Zellebene passiert. Konkret interessiert sie sich für die Signalwege des Kalziums und deren Verbindung zur mitochondrialen Dysfunktion im Gewebe. Ein Weg einzugreifen wären Peptide, die

„Eine Sportverletzung in der Jugend kann sich in der Lebensmitte als Arthrose bemerkbar machen.“

Tobias Winkler

diesen Prozess aufhalten könnten. Wichtiger als alles andere sei interdisziplinäres Denken, betont sie. Die Erkenntnisse aus dem Labor seien auch für den Menschen relevant. Erkenntnisse über Knorpelgewebe seien artenübergreifend, betont sie.

Arthrosen stoppen

„Unsere Erfahrung zeigt, dass zelluläre Therapien bei frischen und gut abgegrenzten Knorpeldefekten auf der Gelenksfläche gut funktionieren können“, sagt der Biomediziner Ivan Martin vom Departement Biomedizin am Universitätsspital Basel. Als Spezialist für Knorpelregeneration weiß er,

dass ab einem gewissen Degenerationsgrad spezielle Maßnahmen ergriffen werden müssen. Und Tobias Winkler präzisiert: „Eine Sportverletzung in der Jugend kann sich in der Lebensmitte als Arthrose bemerkbar machen.“ Früharthrosen stoppen: Das ist Tobias Winklers erklärtes Ziel.

Konkret beschäftigt er sich mit entzündlichen Prozessen und den Regulierungsmechanismen des menschlichen Immunsystems. Winkler will Entzündungen durch mesenchymale Stromazellen aus der Plazenta stoppen. „Diese Zellen frieren die Entzündung ein“, sagt er. Zur Erläuterung: Die Plazenta ist für die regenerative Orthopädie deshalb von Interesse, weil dieses Organ bei einer Schwangerschaft sämtliche Abstoßungs- und damit Entzündungsprozesse im weiblichen Körper außer Kraft setzt. Wäre das nicht so, würden Schwangerschaften niemals erfolgreich verlaufen. In der regenerativen Orthopädie sollen mesenchymale Stromazellen aus der Plazenta als Stopper von Entzündungen im Gelenk und damit auch im Knorpelgewebe fungieren. Das Problem daran: Studien zeigen, dass das bei manchen funktioniert, bei anderen aber nicht. Deshalb testen Winkler und seine Kolleg_innen derzeit genetische Prädispositionen ab. „Wir wollen Biomarker-Kataloge erstellen, mit denen wir im Vorhinein feststellen können, ob eine Behandlung erfolgreich sein wird.“

Ersatzknorpel züchten

Ist eine Arthrose fortgeschritten, muss auch das Knorpelgewebe auf der Gelenksfläche ersetzt werden. Biomediziner Martin kann es im Labor züchten. Für herkömmliche Therapien wird dafür eine kleine Menge von Knorpelgewebe aus wenig belasteten Bereichen des Gelenks entnommen. Die Zellen werden in Speziallabors aufbereitet, vermehrt und dann als Injektion in die geschädigten Areale eingebracht. Bei Arthrosen ist es jedoch nicht immer möglich, gesunde Zellen aus dem Gelenksknorpel zu entnehmen.

Vor zirka zehn Jahren hat Ivan Martin deshalb begonnen, Knorpelgewebe aus Zellen der Nasenscheidewand zu züchten. „Diese besitzen ähnliche Eigenschaften wie die Gelenksknorpel und lassen sich gut auf

„Wir interessieren uns dafür, was während und in den unmittelbaren Sekunden nach einer Verletzung des Knorpelgewebes passiert.“

Lisa Fortier

dreidimensionalen Gerüsten zu einem Knorpelgewebe züchten“, kann er berichten. Das Beste daran: Knorpelzellen aus der Nasenscheidewand scheinen im Labor sogar bessere Regenerationseigenschaften zu haben als jene, die direkt aus dem Gelenksknorpel von Patienten und Patientinnen kommen. Sie sind auch widerstandsfähiger gegenüber einer entzündlichen Umgebung, so wie es bei Arthrosen der Fall ist. Bislang wurden über 100 Patient_innen mit isolierten Knorpeldefekten im Rahmen von klinischen Studien erfolgreich behandelt. Einige Pilotpatient_innen, die unter Arthrose leiden, zeigen ebenfalls vielver-

Foto: Martin © Universität Basel

sprechende klinische Ergebnisse, die jedoch erst in kontrolliert-randomisierten Studien mit größerer Patient_innen-Zahl überprüft werden müssen.

Blick in die Zukunft

Über die großen Fragen in der Regenerativen Medizin sind sich Stefan Nehrer, Lisa Fortier, Tobias Winkler und Ivan Martin einig. Abgesehen von der Weiterentwicklung bestehender Verfahren geht es darum, eine Systematik zu entwickeln, welche Verletzungen mit welchen Therapien behandelt werden. Dabei sind anatomische Kriterien im Kniegelenk, die Schwere von Verletzung bzw. Degeneration, aber auch das Alter und die Grundkonstellation von Patient_innen mit ins Kalkül zu ziehen.

Einstweilen sind biomedizinische Verfahren noch kostspielig. Bis zum Tag, an dem Patient_innen nach Meniskusverletzungen standardmäßig heilungsfördernde Injektionen bekommen können, wird es noch dauern. Doch auch gezielte Bewegungstherapien sind Teil der neuen Regenerativen Medizin, in Deutschland werden spezielle Bewegungs-Apps bereits von der Krankenkasse bezahlt. Denn Gymnastik hat sich evidenzbasiert als schmerzlindernd erwiesen. Und damit kann das Knie dem Druck wieder standhalten. ■

Karin Pollack ist Mitglied der Redaktion beim Magazin Pragmaticus.

ANZEIGE

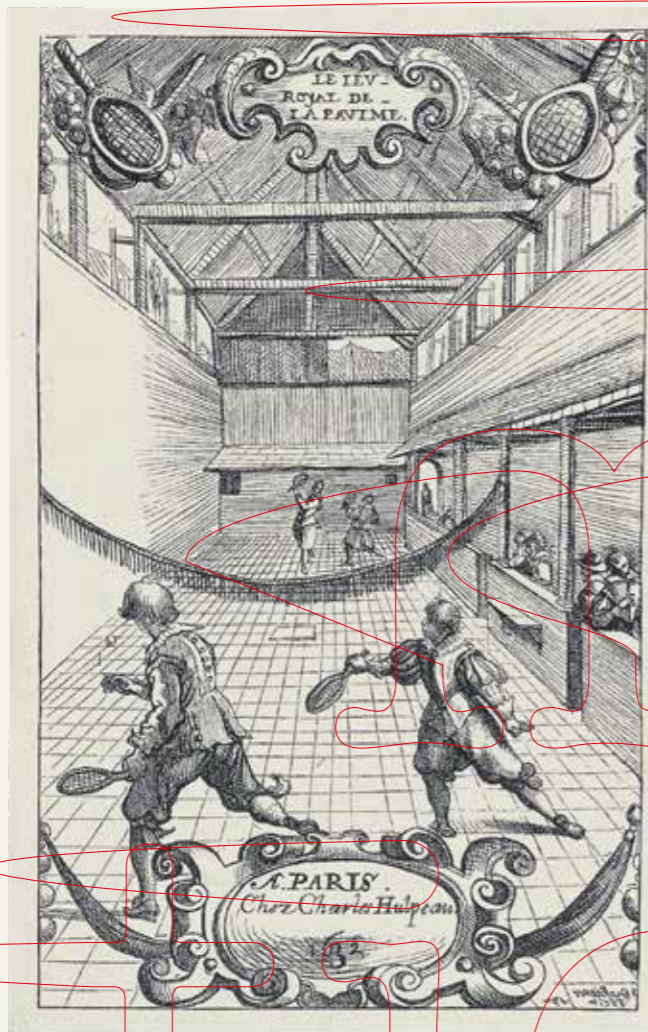
Wir leben Immobilien.

Vielfältiges Angebot. Individuelle Lösungen.

EHL bietet Ihnen eine umfassende Leistungspalette für Mieter, Vermieter, Entwickler und Investoren. Wir beraten Sie gerne bei der Umsetzung Ihrer individuellen Immobilienstrategie:

- Vermietung
- Verkauf
- Verwaltung
- Bewertung
- Investment
- Market Research
- Facility Management
- Baumanagement
- Asset Management
- Center Management

ehl.at 



in motion

Jeu de Paume (französisch für „Spiel mit der Handinnenfläche“) als Vorläufer des Tennis wurde bereits im Mittelalter in Kreuzgängen gespielt. Ausgeübt zunächst nur mit den Handflächen, wurden ab Ende des 15. Jahrhunderts Schläger verwendet.

Die Abbildung aus dem 17. Jahrhundert, Blütezeit des Jeu de Paume, zeigt ein Spiel in einem Pariser Ballhaus. Dort weist heute noch die 1861 erbaute Jeu-de-Paume-Halle auf den Sport hin, der bis 1908 olympische Disziplin war und gerne an königlichen Höfen und auch an Universitäten ausgeübt wurde.

Foto: aus dem Buch „Le Jeu royal de la paume“ von Charles Huppeau

Gewichtsabnahme ist entscheidend

Wo die Grenzen der Regeneration liegen, was die Orthopädie gegen Gelenksbeschwerden tun kann und was nicht und welche gesundheitspolitischen Maßnahmen bereits im Kindesalter ansetzen müssten, erörtert der international anerkannte Orthopäde **Stefan Nehrer**.

Interview: Andreas Aichinger

upgrade: Betroffene von Gelenksarthrosen stehen häufig vor einem Dilemma: Befund und Befindlichkeit, also die bildgebende Diagnostik und das subjektive Schmerzempfinden, klaffen auseinander. Warum ist das eigentlich so?

Stefan Nehrer: Die drei bestimmenden Faktoren des Krankheitsbildes Arthrose sind die Alterung, die Degeneration und die Entzündung, die für die Schmerzen verantwortlich ist. Alterungsprozesse haben einen genetischen Hintergrund, die Degeneration verläuft nicht linear, und vor allem die Entzündungszustände schwanken sehr stark. Die individuelle Ausprägung einer Arthrose ist daher bei jedem Patienten sehr unterschiedlich und auch nicht wirklich prognostizierbar. Wir haben derzeit keine Biomarker dafür, sondern sind für eine Vorausschau auf die diagnostische Bildgebung angewiesen. Besonders vielversprechend ist dabei der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI). Eine aktuelle Publikation aus meiner Arbeitsgruppe konnte jetzt belegen, dass die KI-assistierte Radiografie-Diagnostik von Kniearthrosen die Korrelation zwischen Bildgebung und Symptomatik verbessert.

Welche Vorteile hat so eine KI-assistierte Diagnostik für Patient_innen?

Arthrose-Scores (Anm: Einteilung des Schweregrads) nach Kellgren-Lawrence beispielsweise lassen sich mit Hilfe der von uns verwendeten KI-Software exakter, schneller und objektiver erfassen. Wir können damit auch Verlaufsprognosen besser und zu einem sehr frühen Zeitpunkt abschätzen. Da aber die Patient_innen-Compliance auch von der Genauigkeit der Prognose abhängig ist, fällt in der Folge die Motivation für erste Therapieschritte leichter. Es gibt nämlich in der Regel einen Zeitpunkt, an dem ein Gelenk samt Entzündungsparametern „kippt“. Mit Hilfe der KI können wir diesen Punkt früher vorhersehen und gegensteuern.

Was kann in diesem Zusammenhang die Regenerative Medizin leisten, Sie sind ja auch Leiter des gleichnamigen Zentrums an der Universität?

Blieben wir beim Beispiel der Arthrose, wo sich oftmals schmerzreiche mit schmerzarmen Phasen abwechseln. Es gibt also offenbar Mechanismen im Gelenk, die es wieder ins Gleichgewicht bringen, in eine Homöostase. Die Frage ist, wie wir >>

diesen Zustand aktiv auslösen und beschleunigen können. Und genau hier kann die Anwendung von Blutprodukten Sinn machen, um einen chronischen Entzündungsprozess disruptiv zu verändern und in ein Gleichgewicht überzuführen. Ich bringe also beispielsweise plättchenreiches Plasma (PRP), das aus Eigenblut gewonnen wird, in das dynamische biologische System ein. Und das beruhigt dann den Inflammationsprozess, genau das ist der Ansatz der Regenerativen Medizin.

„Prävention muss also eine Bewegungsprävention sein, und die nützt gleichermaßen dem Bewegungsapparat wie dem Herz-Kreislauf-System.“

Stefan Nehrer

Bei Knorpelschäden – also etwa Meniskusverletzungen – ist die Sache aber gar nicht so einfach, oder?

Stimmt, es gibt keine Heilungsmechanismen, die Knorpelgewebe auf normalem Weg wiederherstellen können. Man kann aber Knorpelzellen anreichern und einbringen, um den Heilungsprozess bestmöglich zu unterstützen und eine Regeneration zu ermöglichen. Das berühmte Beispiel des Schwanzlurchs Axolotl – der Gliedmaßen und sogar Teile seines Rückenmarks nachwachsen lassen kann – zeigt, wie weit Regeneration prinzipiell gehen kann. Beim Menschen sind allerdings viele der Zellen mit diesem Potenzial in das Nerven- und Immunsystem abgewandert. Wir können aber mesenchymale Stammzellen kultivieren und in großer Menge einbringen, um den

Heilungsprozess zu unterstützen. Im Gegensatz zur Vorstellung vor 20 Jahren orchestriert eine Stammzelle die Heilung, aber sie kann sie nicht selbst leisten.

Im Forschungsprojekt Stemsicles geben Sie ja der Frage nach, ob und wie der Körper die Abnutzung von Gelenken tatsächlich selbst beheilen kann. Und zwar mit Hilfe von sogenannten extrazellulären Vesikeln.

Ja, genau. Wir isolieren diese extrazellulären Vesikel (EV) aus den „Stammzellisolat“ eines Fettpolsters im Kniegelenk, das Fernziel wäre eine EV-basierte Therapie zur Knorpelregeneration. Für uns sind diese extrazellulären Vesikel Boten der Heilung. Im Heilungsprozess „sagen“ sie einer anderen Zelle, was diese tun muss, ja sie können sogar die Genexpression der angesprochenen Zelle nachhaltig ändern. Und das erklärt wahrscheinlich, warum Blutprodukte über Jahre hindurch Wirksamkeit zeigen. Wenn ein Gelenk durch eine PRP-Therapie wieder ins Gleichgewicht kommt, kann das oft über Jahre aufrecht bleiben. Wir erforschen, welche Vesikel hier entscheidend sind und wie man sie therapeutisch einsetzen könnte.

Jenseits dieser Zukunftsmusik – welche konservativen Behandlungsoptionen setzen Sie schon heute klinisch ein?

Uns steht eine Kaskade an Behandlungsmethoden zur Verfügung. Die Basis bildet der Lebensstil, vor allem eine Gewichtsreduktion, danach kommen Nahrungsergänzungen und diätische Maßnahmen. Auf der nächsten Ebene gibt es eine gezielte Bewegungstherapie, gefolgt von einer physikalischen Therapie im klassischen Sinn. Die nächste Stufe sind Injektionstherapien mit Hyaluronsäure und Blutprodukten wie eben dem plättchenreichen Plasma (PRP). Wenn die Entzündung ganz schlimm wird, hilft schließlich auch Kortison, allerdings nur für vier bis sechs Wochen. Dabei empfehlen wird, dringend, Kortison mit Hyaluronsäure zu kombinieren und nicht mit Lokalanästhetika, weil das eine ziemlich toxische Kombination ist.

Stichwort Prävention: Welche Art der Bewegung empfehlen Sie mit Blick auf die Knorpelerhaltung?



Zunächst ist die Gewichtsabnahme ganz entscheidend, dieser Aspekt wird wirklich unterschätzt, jedes Kilo zu viel wirkt sich negativ aus. Zu den frühen Therapieformen gehören spezielle Arthrosetherapie-Übungen, die ganz gezielt die entsprechende Muskulatur kräftigen. Als allgemeines Training sind zyklische Bewegungen mit geringen Belastungsspitzen – also etwa Radfahren, Nordic Walking und Schwimmen – sehr gut geeignet. Beim Laufen gibt es im unteren Schrittbereich von maximal fünf Stunden pro Woche auch keinen Arthrose-Zusammenhang, wobei das Gelände allerdings eher flach sein sollte. Zudem sind der richtige Schuh inklusive Fersendämpfung und die richtige Lauftechnik wichtig, viele Überlastungen sind auf Technikfehler zurückzuführen. Wer bereits eine Arthrose hat, soll seine Gelenke trotzdem bewegen, aber natürlich auf gelenkschonende Bewegungen und die Impact-Dämpfung achten. Dämpfungseinlagen oder -schuhe sind oft sehr erfolgreich darin, eine Gelenkserkrankung schmerzarm oder sogar schmerzfrei zu halten.

Vielfach ist ja von einer „Epidemie der Bewegungslosigkeit“ die Rede. Ihre Botschaft?

Generell gibt es keine untere Schwelle für die Wirksamkeit von Präventionsmaßnahmen, weshalb wir eher zu mehr „Bewegung“ motivieren und nicht immer von „Sport“ sprechen sollten. Prävention muss

also eine Bewegungsprävention sein, und die nützt gleichermaßen dem Bewegungsapparat wie dem Herz-Kreislauf-System. Wir sprechen hier immerhin von der Hardware des Lebens: Wer sich zwischen zwei und fünf Stunden pro Woche bewegt, wird mit einer deutlich verringerten Sterblichkeit belohnt.

Sie sind ja auch Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention. Wenn Sie eine gesundheitspolitische Maßnahme umsetzen könnten ...

... wäre das auf jeden Fall die tägliche Turnstunde! Gerade in den Volksschulen brauchen wir die unbedingt. Ich würde aber auch dafür sorgen, dass Vereine Zugang zu verfügbaren Sportstätten – etwa nachmittags in Schulen – bekommen. Gleichzeitig müssen die Vereine selbst zugänglicher werden und auch Nichtmitgliedern Sportmöglichkeiten bieten. Eine weitere Forderung von mir wäre, die Gesundenuntersuchung auch mit einer Sportberatung inklusive Sport tauglichkeits-Check zu verbinden. Als Fachgesellschaft ist unser Ziel eine ganzheitliche Bewegungs-Gesundenuntersuchung. Wir haben in Österreich an die 1.000 Sportärztinnen und -ärzte, sobald die Rahmenbedingungen geschaffen sind, könnte die Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention das schon morgen ausrollen. ■

Univ.-Prof. Dr. **Stefan Nehrer**, MSc (rechts im Bild) ist Dekan der Fakultät für Gesundheit und Medizin sowie Leiter des Departments für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung der Universität für Weiterbildung Krams. Als Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie ist er ein international anerkannter Experte für die Behandlung von Knorpeldefekten und Arthrosen. Zudem leitet er das Zentrum für Regenerative Medizin und ist Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention.



Im Fokus:
Das Department für
Gesundheitswissenschaften,
Medizin und Forschung

Gesund und beweglich bleiben

„Lehre und Forschung in ärztlichen Fachdisziplinen mit modernen Technologien und medizinischen Entwicklungsbereichen zu verknüpfen, ist eine große Herausforderung und spannende Aufgabe. Das Department nimmt sich medizinischer Probleme an und leistet durch Forschung und Weiterbildung einen Beitrag zur Gesundheitsentwicklung unserer Gesellschaft“, so Univ.-Prof. Dr. Stefan Nehrer, Leiter des Departments für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung. Das Department bietet für Ärztinnen und Ärzte und Professionalist_innen im Gesundheitsbereich daher Aus-, Weiter- und Fortbildung in den Feldern Medizinisch-technische Spezialisierungen, Pflegewissenschaften sowie Ernährungsmedizin und Grundlagen der klinischen Forschung. In die Lehre fließen aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich des Bewegungsapparates, der Regenerativen Medizin sowie neuer Therapieansätze mit ein.

www.donau-uni.ac.at



ZENTRUM FÜR REGENERATIVE MEDIZIN

>>> Schwerpunkt

Etablierung neuer Behandlungen gegen Arthrose

ZENTRUM FÜR GESUNDHEITSWISSENSCHAFTEN UND MEDIZIN

>>> Schwerpunkt

Entwicklung und Durchführung von Universitätslehrgängen und Fortbildungsaktivitäten zur Weiterbildung von Ärzt_innen und Medizinisch-technischer Dienste sowie im Bereich Ernährung, Bewegung und Gesundheitsförderung

Bewegung und Gesundheitsförderung

Um Ergebnisse aus der Forschung rasch in den klinischen Alltag zu integrieren, hat das Department die Universitätsprofessur für Sport und Bewegungsmedizin (Univ.-Prof. Dr. Thore Zantop) eingerichtet und unterhält Kooperationen mit Unternehmen, Spitälern und Hochschulen: u. a. mit der niederösterreichischen Landesgesundheitsagentur und dem Klinikum Baden-Mödling, der Karl Landsteiner Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften, der Fachhochschule St. Pölten, der Medizinischen Universität Wien, dem FH-Technikum Wien und der IMC Fachhochschule Krems sowie Industrie-Kooperationen mit KARL STORZ SE & Co. KG, Johnson & Johnson GmbH und Plasmaconcept AG.

Beteiligung an zahlreichen medizinischen Gesellschaften, u. a. Österreichische Gesellschaft für Orthopädie (ÖGO); European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFFORT); Österreichische Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (ÖGOuT); Österreichische Gesellschaft für Sportmedizin (ÖGSMP), (2023 Präsidentschaft Univ.-Prof. Dr. Stefan Nehrer), u. v. m.

Forschung

Aktuelle Schwerpunkte

- Orthopädie
- Traumatologie
- Sportmedizin
- Physiotherapie
- Ergotherapie
- Logopädie
- Pflegemanagement und Ernährung
- Osteopathie und Chiropraktik

Lehre

Das Department führt derzeit 27 Universitätslehrgänge durch und ist am PhD-Studium Regenerative Medizin beteiligt.



in motion

Das Pell Mell oder auch Pall Mall genannte Spiel kam von Frankreich über Schottland nach England und erfreute sich im 16. und 17. Jahrhundert in diesen Ländern und auch in Italien großer Beliebtheit. Hervorgegangen aus dem französischen Jeu de Mail, einer Form des Bodenbillards, war Pell Mell vorwiegend ein Spiel von Monarchen und der gesellschaftlichen Oberschicht. Anfang des 20. Jahrhunderts verschwand das Spiel, als Vorläufer des heute noch beliebten Croquet blieb es jedoch erhalten als Vergnügen, bei dem mit Holzschlägern ein Ball entlang einer langen Bahn durch Metallreifen ins Ziel geschlagen werden muss.

Was Blutprodukte und Seide können

Die Hoffnung auf ein schmerzfreies Leben rückt dank modernen interdisziplinären Ansätzen zur Gewebsregeneration und Implantologie immer näher. Noch muss die Forschung einige Hürden nehmen.

Von Michaela Endemann

Zu den weltweit häufigsten Gelenkerkrankungen zählt die Arthrose, sie nimmt im Alter zu, kann aber auch in jungen Jahren nach Verletzungen auftreten. Im Frühstadium verliert der Knorpel an Regenerationsfähigkeit, im Spätstadium kommt es zum Abbau. Heilung gibt es keine. Arthrose zu verlangsamen und Sportverletzungen schneller zu heilen, ist daher Ziel zahlreicher innovativer regenerativer Therapieansätze rund um Biomaterialien. Die Tribologie, die Lehre von Reibung und Verschleiß, hilft dabei, die Eigenschaften neuartiger biogener Produkte zu testen, aber auch dann, wenn ein Gelenkersatz unvermeidbar ist.

Bevor ein Gelenkersatz nötig ist, versucht die Medizin in der Regel, das Fortschreiten der Erkrankung zu verlangsamen und den noch vorhandenen Knorpel zur Regeneration anzuregen, beispielsweise mit plättchenreichem Plasma. Plasma ist der flüssige Anteil des Vollbluts der durch Zentrifugation gewonnen wird. Es enthält gelöste Substanzen wie Wachstumsfaktoren und ist Ausgangspunkt vieler Blutprodukte wie

Gerinnungssubstanzen bei Hämophilie oder dem Fibrinkleber für Operationen ohne Naht. Bei der PRP-Therapie – PRP steht für plättchenreiches Plasma – wird patienteneigenes Blut aufbereitet und als Injektion in das Gelenk ambulant verabreicht. Das Verständnis der Wirkmechanismen von PRP ist allerdings noch lange nicht abgeschlossen. Zudem gibt es vielfältige Herstellungsverfahren und Produkte am Markt.

Alexander Otahal ist Wissenschaftler am Zentrum für Regenerative Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems: „Wir versuchen, zelluläre Veränderungen von Knorpelzellen zu erforschen, um Behandlungsstrategien zu entwickeln, aber auch den Einfluss des Gewebes rund um die Gelenke. Dort gibt es möglicherweise Faktoren, die die Regeneration von geschädigtem Knorpel positiv beeinflussen könnten“, so Otahal. Die Forschung zu Wirkmechanismen von Arthrosebehandlungen auf Basis von Eigenblutprodukten wie PRP hat sich in der Vergangenheit auf Wachstumsfaktoren fokussiert. „Doch es scheinen extrazelluläre Vesikel (EV), die als Signalshuttles für eine Reihe bioaktiver Moleküle dienen kön- >>

Foto: Adriaen van de Venne



LAURA DE GIROLAMO

Dr. Laura de Girolamo, studierte Biologie und ist derzeit Leiterin des Labors für Biotechnologie in der Orthopädie und des RE.GA.IN (Regeneratives Galeazzi-Institut) am IRCCS Galeazzi Hospital – Sant’Ambrogio. Ihr Interesse gilt der regenerativen Medizin für Gewebe des Bewegungsapparats.



HEINZ REDL

Univ.-Prof. Dr. Heinz Redl hat technische Biochemie an der Technischen Universität Wien studiert. Er leitete das Ludwig Boltzmann Institut für experimentelle und klinische Traumatologie (LBI Trauma) im AUVA Forschungszentrum seit 1998 und gründete für Industriekooperationen das Unternehmen Trauma Care Consult.

nen, wesentlich an therapeutischen Effekten beteiligt zu sein.“ „EV“ ist ein Sammelbegriff für biogene Membranpartikel mit etwa 30–1.000 Nanometer Größe. Otahal und sein Team extrahieren diese EV aus Blutprodukten und aus mesenchymalen Stammzellen, die aus dem Fettgewebe unterhalb der Patellasehne entnommen werden. „Im In-vitro-Modell wurde ein Co-Kultursystem entwickelt, um ein Gelenk zu modellieren, bei dem die Auswirkungen von EV auf die geweberegulierenden Funktionen beobachtet werden können.“ Ein Vorteil gegenüber kurzlebigen Wachstumsfaktoren könnte die langanhaltende Wirkung von EV-assoziierten microRNAs sein.

Heterogenitäten

Laura de Girolamo ist Biologin und Leiterin des Labors für Biotechnologie in der Orthopädie und des RE.GA.IN (Regeneratives Galeazzi-Institut) am IRCCS Galeazzi Hospital – Sant’Ambrogio in Italien. „Ich arbeite schon seit über 15 Jahren mit PRP, um biologische Lösungen zur Förderung der Knorpel-, Sehnen- und Knochenregeneration, insbesondere bei Sportverletzungen und Arthrose zu finden.“ Hauptaugenmerk legt sie auf die Analyse der am Markt angebotenen Verfahren zur Gewinnung und Anwendung von PRPs. „Die Ergebnisse dieser Behandlungen sind nicht vergleichbar“, so de Girolamo. Das zu ändern hat sie sich gemeinsam mit der Europäischen Gesellschaft für Sporttraumatologie, Kniechirurgie und Arthroskopie (ESSKA) zur Aufgabe gemacht. Mit dem „ESSKA ORBIT Consensus“ setzt sich die wissenschaftliche Community dafür ein, die Herstellungsverfahren zu standardisieren. Dies sei im Sinne eines guten Versorgungsstandards längst überfällig. „Unsere Guidelines sollen jetzt schon als Hilfestellung für Orthopäden dienen, sich im Dschungel der Anbieter zurechtzufinden“, so de Girolamo.

Real World Data

Etwa 20–30 Prozent der Patient_innen bleiben Non-Responder, sprechen also nicht auf die Therapie an. „Eindeutige Biomarker und das Wissen um Faktoren, die die Wirksamkeit beeinflussen, fehlen“, so Otahal.

Zudem ist die evidenzbasierte Betrachtung der Anwendung von Blutderivaten kontrovers, Studienergebnisse widersprechen sich häufig. Das liege teils an der natürlichen Heterogenität der Patient_innen,

„Wir versuchen, zelluläre Veränderungen von Knorpelzellen zu erforschen, aber auch den Einfluss des Gewebes rund um die Gelenke. Dort gibt es möglicherweise Faktoren, die die Regeneration von geschädigtem Knorpel positiv beeinflussen könnten.“

Alexander Otahal

andererseits aber auch an der hohen Variabilität des Krankheitsverlaufs per se und an der Placebowirksamkeit. Otahal, wie auch de Girolamo vermissen die Miteinbeziehung patient_innenspezifischer Faktoren wie Arthrosegrad, BMI, Lebensgewohnheiten, Ernährung, Sport, Belastungs- und Schmerzanamnese und Krankheitsdauer in diesen Studien. Laura de Girolamo ist für die Koordinierung klinischer Versuche zustän-

dig und hat die Möglichkeit, Real-World-Daten zu sammeln: „In Zukunft sollen datenbasierte Modelle auch Vorhersagen zulassen, welche Therapien bei welchen Patient_innen wirken“, so ihre Vision.

Wenn Ersatz nötig ist

Zu den häufigsten Sportverletzungen zählen Meniskusschäden oder Kreuzbandrisse. Da ist dann oft nur mehr der Ersatz möglich. An der Universität für Weiterbildung Krems wird daher an einem Meniskus aus dem 3D-Drucker geforscht. Dabei wird Seide als Scaffold, also als Gerüst, verwendet, das die Knorpelzellen in die gewünschte Form bringt und Halt bieten soll. Seide wird aus den Fäden der Seidenspinnerraupe gewonnen und hat Eigenschaften, wie hohe Festigkeit und Elastizität. Heinz Redl, der frühere Leiter des Ludwig-Boltzmann-Instituts für Traumatologie, forscht am Rohstoff Seide. Sie besteht aus zwei Komponenten, Fibroin und Sericin. „Wir haben eine Methode entwickelt, bei der Rohseide als Naturfaser in Textilmaschinen verarbeitet wird und erst danach das Sericin entfernt wird. Das ist neu und anders als herkömmliche Methoden. Dadurch erhalten wir die gewünschten mechanischen Eigenschaften.“ In einem Spin-off-Unternehmen wird nun das erste Produkt für einen Kreuzbandersatz und Kreuzbandunterstützung an Großtieren getestet.

Orthopädie trifft auf Tribologie

Auch von der Tribologie erhofft sich die Orthopädie Fortschritte. Friedrich Franek, Professor für Maschinenbau: „Die Tribologie untersucht Materialeigenschaften und deren Wechselwirkung zwischen Oberflächen unter gegenseitiger Kraftentwicklung.“ Der Weg zur Orthopädie und damit zur „Biotribologie“ ist nicht weit. „Auch in den Gelenken passiert durch Bewegung Reibung und Verschleiß. Insbesondere bei Implantaten kann die Tribologie die Wechselwirkung zwischen Metall, Polymeren und Keramik aufzeigen und so zur weiteren Entwicklung von Implantaten beitragen.“ In eigens entwickelten „Tribosystemen“ können die Umgebungsbedingungen eines Gelenks simuliert werden. „Metallische Gelenke, aber

auch Kombinationen mit Polymeren führen zu Biotribokorrosion, da die Stoffe nicht inert sind und der Fremdkörper Implantat vom Körper angegriffen wird.“ Ein bekanntes Phänomen dabei: das Lockerwerden eines Implantats. „Treiber der Zusammenarbeit waren die Chirurgen, die Ursachenforschung betreiben mussten, wenn ein Austausch des Implantats notwendig wurde. Diese sehr stabile Kooperation mit der Universität Krems über bisher geschätzte acht Projekte hat unsere Arbeitsgebiete im AC2T research nachhaltig erweitert“, so Franek. Ein aktuelles Projekt ist das CeraKnee, 3D-gedruckte Teilimplantate auf Keramikbasis. „Nebeneffekte“ der Tests: „Die tribologischen Tests zeigen Problemstellen und Gefahrenpotenziale auf, die vorher nicht bekannt waren.“ So seien die Unterschiede von 3D-gedruckten Implantaten zu herkömmlich industriell gefrästen Implantaten erkennbar. Dies könne langfristig zur Verbesserung von Produkten führen.

Tribologie auch für Biomaterialien

Biochemiker Heinz Redl kann der Tribologie einiges abgewinnen. „Das Biophysikalische ist unser zweiter großer Schwerpunkt.“ So fließen in zahlreichen Forschungsprojekten Festigkeitstests und andere mechanische Eigenschaften beim Kreuzbandersatz mit ein. „Ich könnte mir auch gut vorstellen, dass es Potenzial gibt, Weichteilgewebe, wie Faszien, die ja für das Gleiten im Körper zuständig sind und z. B. Nervenstränge umgeben, aus tribologischer Sicht zu analysieren. Was passiert bei Verklebung usw.?“

Dass derart ausgefeilte Forschung nur gemeinsam geht, darüber sind sich die Wissenschaftler_innen einig. „Im Cluster für Geweberegeneration sind inzwischen 32 Gruppen aus ganz Österreich, elf Universitäten und sogar aus Cluster-Zusammenarbeit heraus gegründete Unternehmen vertreten“, so Redl. Ziel ist, ein besseres Verständnis der Regeneration von Weichteilen, Knorpeln, Sehnen, Bändern, Knochen und Nerven und damit verbesserte Behandlungsmethoden zu entwickeln. So sollen beispielsweise Biomaterialien mit ihrem biologischen Original auch in der Funktion, Festigkeit und anderen Eigenschaften durch tribologische Testverfahren vergleichbar werden. ■



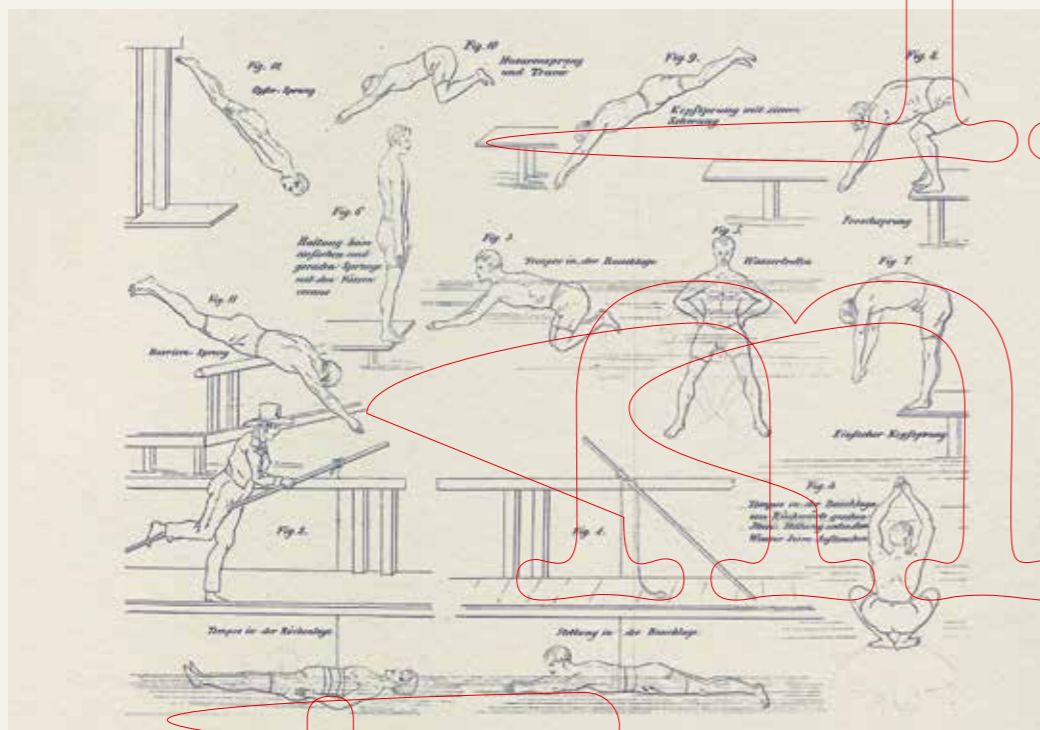
FRIEDRICH FRANEK

Univ.-Prof. Dr. Friedrich Franek ist Mitglied der Geschäftsführung und Key Researcher am Österreichischen Kompetenzzentrum für Tribologie (AC2T research GmbH) in Wiener Neustadt. Franek, der Allgemeinen Maschinenbau studierte, war lange an der TU Wien tätig und baute ab 2002 maßgeblich die AC2T research GmbH auf.



ALEXANDER OTAHAL

Alexander Otahal, PhD MSc ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Regenerative Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems, wo er am Department für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung tätig ist.



In Bewegung bleiben

Regelmäßige Bewegung und ausgewogene Ernährung beugen Krankheiten vor. Auch noch ältere und alte Menschen profitieren, wenn sie Bewegung in ihren Alltag einbauen und darauf achten, sich gesund und ausgewogen zu ernähren.

Von Sabine Fisch

Regelmäßige Bewegung, wie spazieren gehen, Rad fahren oder schwimmen hilft dabei, gesund und beweglich zu bleiben. Was erst einmal banal klingt, ist durch eine große Anzahl Studien wissenschaftlich abgesichert. Wer sich regelmäßig bewegt, schützt sich damit vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wie Herzinfarkt und Schlaganfall, hält seinen Blutdruck konstant oder kann ihn, wenn zu hoch, senken. Muskeln und Gelenke, Knochen und Bänder bleiben geschmeidig und schützen vor allem ältere Menschen vor Stürzen. „Und wir wissen heute auch, dass regelmäßige Bewegung bei Krebserkrankungen die Therapie massiv unterstützt“, weiß Stefan Nehrer von der Universität für Weiterbildung Krems.

Trotz der Vorteile sieht die Praxis der Bewegung allerdings ganz anders aus – und dies gilt insbesondere für Personen zwischen 40 und 55. Denn die Österreicher_innen dieser Altersgruppe sind salopp formuliert Bewegungsmuffel. Eine Eurobarometer-Umfrage¹ aus dem Jahr 2022 belegt das eindrucksvoll: „Deutlich mehr als 70 Prozent der Österreicher_innen über 55 Jahre in dieser Umfrage gaben an, sich selten oder nie zu bewegen“, erläutert Nehrer die Ergebnisse der Umfrage. Insgesamt, so die Ergebnisse des Global Observatory for Physical Activity, erfüllen lediglich 48 Prozent der Männer und 45 Prozent der Frauen über alle Altersklassen hinweg die ausdauerbezogenen Mindestempfehlungen für körperliche Aktivität. >>

in motion

Schwimmen als heute beliebte, weit verbreitete und sehr gesunde Freizeitsportart ist ein relativ junges Phänomen. Erst im 19. Jahrhundert wurde Schwimmen zunächst beim Militär systematisch gelehrt, davor konnte in Europa kaum jemand schwimmen, selbst Küstenbewohner_innen nicht. Das Schwimmlehrbuch „Der philanthropische (!) Schwimmmeister“ von 1841 des Beamten, Schwimmpioniers und Inhabers einer Schwimmschule, Carl Csillagh, ist Beleg für den zivilen Zugang zum Thema. Csillagh wollte damit Interessierten Kunstgriffe des Schwimmens vermitteln.

Quelle: Der philanthropische (!) Schwimmmeister oder: gründlicher theoretisch-praktischer Unterricht in der edlen Schwimmkunst. Wienbibliothek, Druckschriftensammlung, A-323256; Foto: Wienbibliothek im Rathaus



OLIVER NEUBAUER

Privatdozent Mag. Dr. Oliver Neubauer ist Dozent für Sporternährung und physiologische Auswirkungen an der Universität Wien und der Universität für Weiterbildung Krets, wo er am Zentrum für Gesundheitswissenschaften und Medizin tätig ist.

„Rund ein Drittel aller Todesfälle unter 70 Jahren entfällt auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Wir können dieses Risiko maßgeblich positiv beeinflussen, wenn wir uns regelmäßig bewegen.“

Oliver Neubauer

Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit älterer Menschen. Denn, wer sich nicht oder nur ganz wenig bewegt, riskiert Muskelschwund, schmerzende Gelenke bis hin zur Arthrose (Gelenk-abnutzung), Knochenschwund (Osteoporo-se), aber auch Bluthochdruck, Fettstoff-

wechselstörungen und damit eine massive Erhöhung des Risikos für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Herzinfarkt und Schlag-anfall. Damit einher gehen Behinderungen und letztlich Pflegebedürftigkeit.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat für den Zeitraum 2018 bis 2030 deshalb den „Global Action Plan for Physical Activity“ ausgerufen, der zu mehr täglicher Bewegung und damit zu einer besseren Gesundheit aller Menschen beitragen soll. 150 Minuten Sport in der Woche gelten laut diesem Plan als optimal zur Prävention von Gesundheitsschäden. Wer sich also rund 2,5 Stunden pro Woche moderat bewegt, etwa an fünf Tagen pro Woche eine halbe Stunde spazieren geht, Rad fährt oder schwimmt, sorgt schon sehr gut für seine Gesundheit.

Risiko für Herzinfarkt sinkt

Und das gilt keineswegs nur für ältere Menschen ohne gesundheitliche Probleme. „Denn auch wenn bereits Erkrankungen wie etwa ein Herzinfarkt, Typ-2-Diabetes oder eine Fettstoffwechselstörung vorliegen, kann regelmäßige Bewegung massiv zu einer Verbesserung der körperlichen Verfassung beitragen“, weiß Andrea Podolsky, Leiterin des Instituts für Präventiv- und

Angewandte Sportmedizin (IPAS) am Uni-versitätsklinikum Krets. Am IPAS erklärt sie mit ihrem Team Patient_innen, wie und warum es beispielsweise zu einem Herz-infarkt kommen kann – und was jeder und jede tun kann, um ein weiteres solches Er-ignis zu verhindern.

Ganze sechs Wochen verbringen Reha-Patient_innen am Institut, um zu lernen, wie Bewegung in den Alltag integriert und ausgewogene Ernährung gestaltet werden können. „Gerade Bewegung ist ein Angst-gegner für viele Menschen, gerade dann, wenn sie bereits ein Herz-Kreislauf-Ereignis hinter sich haben“, erklärt Podolsky. „Bei uns lernen sie, dass es dafür keinen Grund gibt, sondern, dass regelmäßige Bewegung nur positive Auswirkungen sowohl auf ihr Krankheitsgeschehen als auch für die Prävention weiterer Ereignisse aufweist.“

Arthrose erhöht Sterblichkeitsrisiko

Vordergründig weniger einschneidende Ge-sundheitsprobleme als Herzinfarkt oder Schlaganfall haben ebenfalls massive Aus-wirkungen auf das Krankheitsrisiko und die Sterblichkeit Betroffener. Dies zeigt sich etwa am Beispiel Arthrose. Laut der Osteo-arthritis Society International (OARSI) sind weltweit zwischen 240 und 320 Millionen Menschen über 40 von dieser Gelenkser-krankung betroffen, doppelt so viele Frauen wie Männer.

„Arthrose schränkt das Leben massiv ein“, berichtet Oliver Neubauer, Experte für Sporternährung. „Die Betroffenen sind

massiv in ihrer Bewegung eingeschränkt, was langfristig das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes und Blut-hochdruck mit allen damit einhergehen-den Folgeschäden erhöht.“ In einer Studie untersucht Neubauer, der u. a. an der Uni-versität für Weiterbildung Krets forscht, mit Kolleg_innen derzeit die Auswirkun-gen von ausgewogener Ernährung und regelmäßiger Bewegung bei Arthrose-Patient_innen. Dabei stehen zwei Frage-stellungen im Mittelpunkt: Wie wirkt sich ein Ernährungsprogramm in Kombination mit einem evidenzbasierten Trainingspro-gramm auf die Lebensqualität von Patient_innen mit leichter bis mittelschwerer Knie-Osteoarthrose aus; sowie zweitens, wie wirken sich diese Maßnahmen auf Symptome, Entzündungsstatus und Gelenk-funktionen aus?

„Rund ein Drittel aller Todesfälle unter 70 Jahren entfällt auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen“, sagt Neubauer. „Wir können aber dieses Risiko maßgeblich positiv beeinflussen, wenn wir uns regelmäßig bewegen.“ Und nicht nur das: „Für viele Menschen relativiert es den zeitlichen Aufwand für Gesundheitstraining, wenn sie wissen, dass dies eine sehr wirksame ‚Investition‘ für mehr gesündere Lebens-jahre und eine höhere Lebenserwartung ist.“ ■

¹ Spezial Eurobarometer 525
„Sport und körperliche Betätigung“



ANDREA PODOLSKY

Assoc.-Prof. Prim. Dr. Andrea Podolsky ist Fach-ärztin für Innere Medizin. Sie leitet das Klinische Institut für Präventiv- und Angewandte Sport-medicin am Universitäts-klinikumKrets.



STEFAN NEHERER

Univ.-Prof. Dr. Stefan Neherer ist Facharzt für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und derzeit Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention.

Wissenswertes


Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt als Vorsorge:

150 Minuten Sport pro Woche

Wer sich also rund 2,5 Stunden pro Woche moderat bewegt, etwa an fünf Tagen pro Woche eine halbe Stunde spazieren geht, Rad fährt oder schwimmt, sorgt schon sehr gut für seine Gesundheit.



Quelle: „Global Action Plan for Physical Activity“ (WHO)

Fotos: Neherer/Neubauer © Andrea Reischer; Podolsky © Niederösterreichische Landesgesundheitsagentur



Das 1x1 der Immobilienbesteuerung
auf optimal genutzten 0,021 m².

Jetzt kostenlos die Broschüre bestellen und profitieren:
www.tpa-group.at/immo



in motion

Turnen in der Gruppe entwickelte sich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts als gesellschaftliches Phänomen bürgerlicher Emanzipation. Bekannt geworden ist u. a. der deutsche Turnerbund, gegründet unter Anwesenheit Friedrich Ludwig Jahns zu Beginn der Deutschen Revolution von 1848/49. Turnen als Sammelbezeichnung für sämtliche Arten körperlicher Ertüchtigung und ursprünglich in Konkurrenz zum Sport wurde bis in die 1940er Jahre zum Massenphänomen, vielfach missbraucht durch totalitäre Ideologien. Frauen boten Turnvereine Raum, sportliche Bewegung überhaupt ausüben zu können.

Kindern fehlt zunehmend die Bewegung

Springen, laufen, hüpfen, klettern – Kinder haben in der Regel einen ausgeprägten Bewegungsdrang. Wenn dieser durch Übergewicht bis hin zur Adipositas eingeschränkt wird, hat das fast immer langfristig negative Folgen.

Von Sabine Fisch

Es ist eine gefährliche Trias, die bei Kindern mit Übergewicht oder Adipositas zu beobachten ist und den Bewegungsmangel weiter fördert. „Es kommt aufgrund des hohen Gewichts gehäuft zu ausgeprägten und schmerzhaften Plattfüßen“, erklärt Catharina Chiari, Fachärztin für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie mit Schwerpunkt Kinderorthopädie. „Als Folge der Belastung, der Knochen und Gelenke ausgesetzt sind, können Beinachsenfehlstellungen dazukommen.“ Nicht zuletzt schränken dicke Oberschenkel die Beweglichkeit des Kindes ein. „Wer unter solchen Beschwerden leidet, hat verständlicherweise wenig Lust, sich ausgiebig zu bewegen“, so Chiari weiter.

Innerhalb der EU sind laut Childhood Obesity Surveillance Initiative 2020 25,2 Prozent der Mädchen und 32,3 Prozent der Knaben im Alter zwischen sieben und neun Jahren übergewichtig. Zwischen 1975 und 2016 erhöhte sich laut einer wissenschaftlichen Studie der Anteil an Kindern und Jugendlichen zwischen fünf und 19 Jahren mit Übergewicht und Adipositas um ein Drittel bei den Knaben und verdoppelte sich bei den Mädchen. Übergewicht und Bewegungsmangel gehen dabei meist Hand in Hand und können bereits im Kindesalter erhebliche körperliche und kognitive Konsequenzen haben. „Der Aufbau und die Kraft von Muskeln, Gelenken, aber auch der Knochen verringert sich, wenn Kinder sich zu wenig bewegen“, berichtet die >>



CATHARINA CHIARI

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Catharina Chiari, MSc ist Fachärztin für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Orthopädie und Traumatologie, sowie Sportorthopädin. Die Gastprofessorin an der Universität für Weiterbildung Krems hat mit Beginn Juli die Leitung der Abteilung für Kinderorthopädie und Fußchirurgie am Orthopädischen Spital Speising in Wien übernommen.

Physiotherapeutin, Gesundheitswissenschaftlerin und Leiterin des Instituts für Gesundheitswissenschaften an der FH St. Pölten, Barbara Wondrasch. „Auch die Gehirnentwicklung im Verlauf von Kindheit und Jugend verläuft bei Bewegungsmangel nicht adäquat.“

Knochen und Gelenke nehmen Schaden

Übergewicht und Adipositas im Kindesalter können zudem bereits zu erheblichen Schäden an Knochen, Muskeln und Gelenken führen: „Wir sehen Kinder, die bereits arthrotische Schäden etwa an den Kniegelenken aufweisen“, erläutert Wondrasch. Arthrose, also die Abnutzung des Gelenksknorpels, tritt in der Regel erst in höherem Lebensalter auf, wenn der Knorpel im Kniegelenk schlechter versorgt wird und sich – etwa aufgrund von Übergewicht und Bewegungsmangel – sich die jahrzehntelange Überbelastung des Kniegelenks in Form von Arthrose manifestiert. Und Chiari ergänzt: „Häufiger sehen wir bei übergewichtigen Kindern die sogenannte Epiphysiolyse des

Hüftkopfes, die nur durch eine umfangreiche und sehr komplizierte Operation saniert werden kann. „Dabei löst sich die Wachstumsfuge vom Hüftgelenkskopf“, erklärt Chiari. „Dies kann zwar chirurgisch behoben werden, Folgeschäden aber bleiben.“

Nicht zuletzt die Coronapandemie hat das Problem übergewichtiger Kinder und Jugendlicher mit Bewegungsmangel verschärft. „Es gab keine Turnstunden in den Schulen, die Kinder konnten zu Hause oft nur noch allein herumsitzen“, hält Chiari weiter fest. Das führte nicht nur zu Problemen wie etwa dem sogenannten „Handynacken“, der entsteht, wenn der Kopf stundenlang über das Mobiltelefon gebeugt ist, oder zu Haltungsschäden, weil die Rumpfmuskulatur nicht gestärkt wurde, sondern auch zu einer Vereinsamung der Kinder und Jugendlichen, die nicht selten durch erhöhten Genuss hochkalorischer Lebensmittel zu kompensieren versucht wurde. Denn auch die Ernährungssituation vieler Kinder und Jugendlicher in Österreich ist suboptimal und sollte in den Blickpunkt der Öffentlichkeit rücken.

Gratis-Bewegungs-Apps für Kinder und Eltern

Kitu-App

Mit dieser App können Kinder zu Hause lustige Übungen und Challenges absolvieren, die der ganzen Familie Spaß machen. Die App ist für jedes Alter geeignet und steht im Playstore gratis zur Verfügung.

FitKids 4–7 und 10–13

Gratis-App mit vielen verschiedenen Möglichkeiten zur täglichen Bewegung.

Ballschule-App

Hier stehen Ballspiele im Vordergrund. Mit vielen Übungen und unterschiedlichen Ballspielen können Kinder und Jugendliche ihre Fitness verbessern.

Die deutsche Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung bietet auf einer ihrer Websites zudem eine ganze Reihe von einfach nachzustellenden Übungen und Spielen für Kinder und Jugendliche an, die der Entwicklung von Übergewicht vorbeugen www.uebergewicht-vorbeugen.de

Toolbox für Eltern und Kinder zu gesunder Ernährung

<https://kinderessengesund.at>

„Bereits im Kindergarten sollten Ernährungsbildung und Bewegungslehre auf dem Plan stehen“, zeigt sich Petra Rust, Ernährungswissenschaftlerin an der Universität Wien, überzeugt. Im Rahmen des „MOGI“-Projekts zur Steigerung des Milch-, Obst- und Gemüsekonsums wurden Materialien für Kindergartenpädagog_innen entwickelt und evaluiert, welche Pädagog_innen in der Ernährungserziehung, die immer stärker in die Bildungseinrichtung wandert, unterstützen können. Qualitätsstandards für die Verpflegung im Kindergarten unterstützen bei der Gestaltung und Umsetzung einer ausgewogenen Ernährung. Derzeit sind diese Qualitätsstandards nur Empfehlungen, die unterschiedlich gut umgesetzt werden.

Charta „Kinder essen gesund“

2020 wurde die Charta „Kinder essen gesund“ verabschiedet, die der Fonds Gesundes Österreich gemeinsam mit der Österreichischen Agentur für Ernährungssicherheit erarbeitet hat. Sechs Prinzipien der Ernährung für Kinder wurden darin niedergelegt:

1. Gesundes Essen und Trinken mit Genuss fördern!
2. Ernährungskompetenz stärken, richtige Entscheidungen treffen!
3. Gemeinschaftsverpflegung zum Wohl der Kinder verbessern!
4. Nachhaltige, regionale und saisonale Lebensmittel bevorzugen!
5. Alle Kinder haben ein Recht auf hochwertige Lebensmittel im Sinne gesundheitlicher Chancengerechtigkeit!
6. Qualität der Maßnahmen sichern!

„Kinder erfahren Ernährung über den Geruch, den Geschmack und die Haptik“, sagt Rust. „Durch gemeinsames Vorbereiten, Kochen und Verkosten bzw. Essen sowie das Kennenlernen unterschiedlicher Esskulturen und Tischmanieren lässt sich Ernährungserziehung im Alltag integrieren.“ Zu stark verarbeitet sollten die Lebensmittel dabei nicht sein. Im Gegenteil: „Kinder sollen den Geschmack einzelner Nahrungsmittel erfahren.“ Werden Kindergartenkinder spielerisch an eine ausgewogene Ernährung herangeführt, so behalten sie diese in der

Regel auch in ihrer weiteren Entwicklung bei, sodass es gar nicht erst zu Übergewicht kommt und dem Bewegungsdrang keine Grenzen gesetzt sind. Demnach ist es wesentlich, die Ernährungskompetenz frühzeitig zu steigern, um einer ungenügenden ernährungsbezogenen Gesundheitskompetenz im Erwachsenenalter – wie jüngst im Bericht „Ernährungskompetenz in Österreich“ publiziert – entgegenzuwirken.

„Bereits im Kindergarten sollten Ernährungsbildung und Bewegungslehre auf dem Plan stehen.“

Petra Rust

Und auch wenn Kinder bereits übergewichtig sind und Probleme entwickelt haben, kann noch viel getan werden, um langfristige Schäden zu verhindern und die Freude an der Bewegung wieder zu fördern. „Ich empfehle zu Beginn immer eine angeleitete Physiotherapie“, sagt Catharina Chiari. „Dabei werden nicht nur Haltungfehler korrigiert, sondern auch gezielt die Beweglichkeit der betroffenen Kinder verbessert.“ Am besten sollte dies übrigens erfolgen, solange die Kinder noch nicht in der Pubertät sind. „Ist der präpubertäre Wachstumsschub vorbei, können manche Schäden zwar noch behandelt, aber nicht mehr vollkommen geheilt werden.“

Auch Barbara Wondrasch plädiert nicht nur für die gezielte Förderung des Bewegungsdrangs bei Kindern. „Vielmehr sollte bei auftretenden Problemen so rasch wie möglich Hilfe gesucht werden, um betroffenen Kindern weiterhin eine ungestörte Entwicklung zu gewährleisten.“ ■



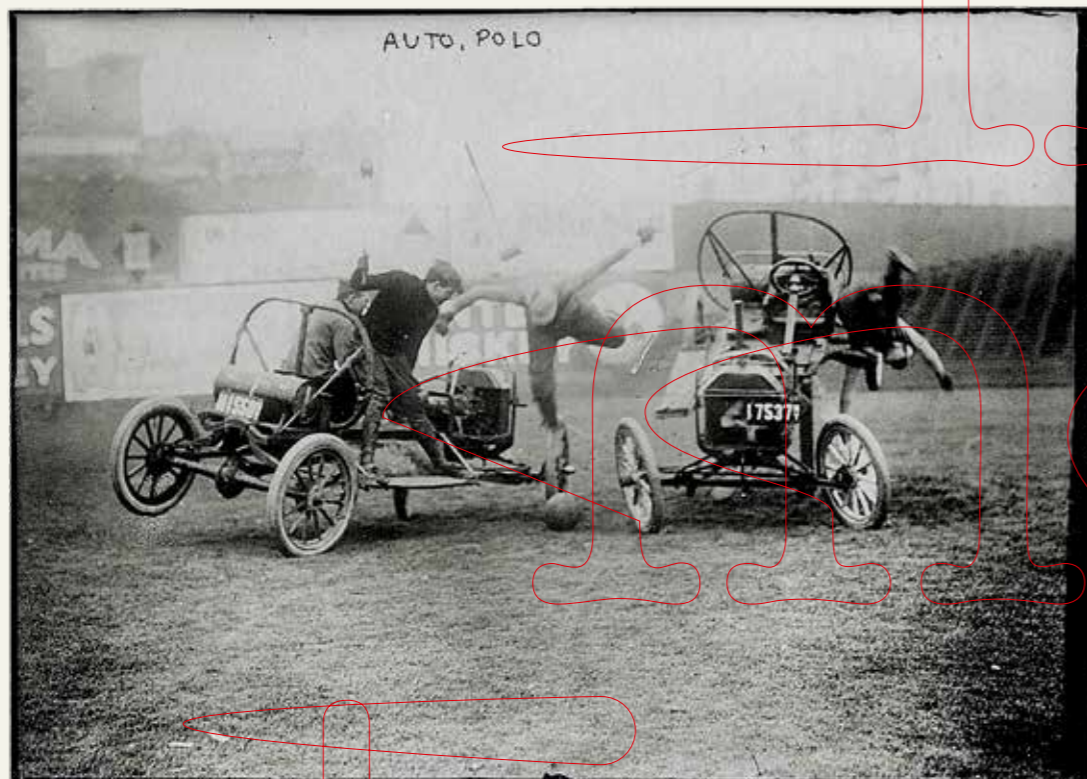
PETRA RUST

Ass.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Petra Rust ist Ernährungswissenschaftlerin und Studienprogrammleiterin Ernährungswissenschaften am Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien.



BARBARA WONDRASCH

FH-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Barbara Wondrasch ist Physiotherapeutin und Gesundheitswissenschaftlerin. Sie lehrt und forscht an der FH St. Pölten.



in motion

Mit der Verbreitung des Sports als Massenphänomen Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden auch skurrile Ausformungen. Eine davon: Auto-Polo. Wie das Bild – ein Auto-Polo-Match in den 1910er Jahren im Hilltop-Park in New York – erkennen lässt, eine höchst lebensgefährliche Motorsportart. Erfunden wurde Auto-Polo 1912 in den USA von einem Autohändler, doch bereits in den 1920er Jahren verschwand diese Art halsbrecherischer Bewegung wieder, mit kurzem Aufflackern nach dem Zweiten Weltkrieg. Einer der Gründe: die hohen Kosten der stark beschädigten Fahrzeuge.

Foto: The Library of Congress

Komplexer Hoffungsmarkt

Firmen und Mediziner_innen erwarten sich von der Regenerativen Medizin lukrative Produkte, Betroffene erhoffen sich den Erhalt der Lebensqualität. Uneinheitliche Regularien hemmen die Entwicklung in Europa.

Von Jochen Stadler

Es ist definitiv ein Hoffungsmarkt“, sagt Lukas Moser vom Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems. Für Firmen, die moderne Therapieprodukte entwickeln, und Mediziner_innen sowie Patient_innen, um Gesundheit und Lebensqualität wiederherzustellen. „Vor allem im Hinblick auf die zunehmende Überalterung unserer Bevölkerung und damit einhergehende gesundheitliche Auswirkungen für die Patient_innen steckt viel Hoffnung in der Regenerativen Medizin“, erklärt er: „Das spiegelt sich in der intensiven Forschung wider.“ Als Beispiel nennt er Arthrose: „Die Abnutzung der Gelenksknorpel kann man mittlerweile als Volkskrankheit bezeichnen.“ Weltweit sind zwei Drittel aller Menschen über 65 Jahre betroffen, neben Leid und Lebensqualitäts-Einschränkungen hat sie enorme ökonomische Auswirkungen als eine Hauptursache für Arbeitsunfähigkeit. „Über regenerative Therapien erhoffen wir, dass man das Fortschreiten der Arthrose hinauszögern oder sogar eine Neubildung der Gelenksknorpel ermöglichen kann“, so der Forscher und Mediziner. Dies könnten etwa Wachstumsfaktoren bewerkstelligen, die Regeneration fördern.

Durchhaltevermögen

Der Markt für fortschrittliche Medizinterapieprodukte (Advanced Therapy Medicine Products) ist ein besonderer, erklärt Emanuele Gatti, Gastprofessor für den Universitätslehrgang „Professional MBA Biotech, Pharma & MedTech Management“. Der Markt ist zur Sicherheit der Patient_innen stark reguliert. „Wir produzieren kein Spielzeug, sondern Produkte, die das Leben und die Lebensqualität der Patient_innen und ihrer Angehörigen beeinflussen“, so Gatti. Langwierige Forschung und minutiöse Tests stellen allerdings Disziplin und >>



EMANUELE GATTI

Dr. Emanuele Gatti studierte Bioengineering an der TU Mailand, arbeitete als Forscher und in der Medizinindustrie unter anderem als Regional CEO von Fresenius Medical Care. Er ist Gastprofessor für „Biotech, Pharma & MedTech Management“ an der Universität für Weiterbildung Krems.



GERALD STEINER

Univ.-Prof. Dr. Gerald Steiner ist System- und Komplexitätswissenschaftler an der Universität für Weiterbildung Krems. Er forscht zu Multilevel-Innovationssystemen sowie zu Kommunikations- und Kollaborationsprozessen für nachhaltige Transition komplexer, gekoppelter Mensch-Umwelt-Systeme.

„Weiterbildung, wie sie an der Universität für Weiterbildung Krems praktiziert wird, ist deshalb kein Luxus, sondern eine Notwendigkeit zum Schutz der Patient_innen.“

Emanuele Gatti

Durchhaltevermögen der beteiligten Wissenschaftler_innen, Manager_innen und Firmen auf die Probe. „In der Wirtschaft gibt es den Begriff ‚Tal des Todes‘ für die Kluft, die Produkte und Therapien zwischen Wissenschaft und Anwendung überwinden müssen“, sagt Moser: „Manche davon kommen leider nicht darüber hinweg und auf den Markt, obwohl die Wirksamkeit bewiesen ist und sie den Patient_innen helfen könnten.“ „Die Arbeiten für ein Produkt sind nicht fertig, wenn die klinischen Studien beginnen, wenn es eine Zulassung erhält oder auf den Markt kommt“, erklärt Gatti. Denn laut EU-Regularien und für das Wohl der Patient_innen müssen Wissen, Ersatzteile und Betreuung mehrere Jahre länger gewährleistet sein, als Therapieprodukte angeboten werden.

Unregulierte Regularien

Regularien sind für den Schutz der Patienten und Patientinnen unumgänglich, sollten aber einheitlich sein. „In der Europäischen Union (EU) gibt es 27 Staaten und über 40 Behörden, die das Ganze sehr komplex gestalten“, erklärt Salma Michor von Michor Consulting in Wien. So sind etwa die Vorschriften für

Tissue-Engineering-Ansätze in Österreich anders als in Deutschland, ebenso für die Forschung und Anwendung von Stammzellen. Hierzulande ist es etwa verboten, embryonale Stammzellen zu gewinnen, während dies in anderen Ländern erlaubt ist. „Adulte“ Stammzellen (von erwachsenen Menschen) sind ethisch unproblematischer und können zum Beispiel aus dem Fettgewebe entnommen und umprogrammiert werden, um Knorpel zu regenerieren, sagt Moser. Weil die Regularien so divers sind, bedeutet die Zulassung in einem europäischen Land noch lange nicht, dass eine Anwendung auch in anderen Staaten erlaubt wäre. „Es ist sehr schwierig, wenn man europaweit ein Produkt oder eine Therapie auf den Markt bringen will“, so Michor. Auch die Rückerstattung durch die Gesundheitskassen ist uneinheitlich. „Kassenrückerstattung ist ein wichtiges Kriterium, dass ein zugelassenes Arzneimittel lukrativ auf den Markt gebracht werden kann“, berichtet sie. Das Regularien-Wirrwarr verkompliziert und verteuert den europäischen Markt für kleine und große Firmen. Patient_innen kommen dadurch teils später oder gar nicht an potenziell lebensverbessernde und -erhaltende Therapien.

Mühsal Medizinprodukteverordnung

Zusätzlich beschert die 2017 in Kraft getretene EU-Medizinprodukteverordnung (MDR) den Forschenden und Entwickler_innen erhöhten bürokratischen Aufwand, berichtet Moser: Sie führte sogar zu Engpässen in den Zertifizierungsstellen. „In den EU-Ländern wie Österreich ist dadurch alles noch viel komplizierter und aufwendiger für die Unternehmen geworden“, sagt er: „Europa droht deshalb als Forschungs- und Produktionsstandort hinter die USA zurückzufallen.“ Unternehmen würden sich vermehrt überlegen, ob sie die aufwendigen Verfahren in Europa abwickeln sollen, wo sie doch in Übersee viel einfacher laufen. „In der Schweiz, die bekanntlich nicht zur EU gehört, diskutiert man aktuell, ob man den Markt auch für in Amerika durch die Arzneimittelbehörde FDA zugelassene Produkte öffnen soll“, so der Mediziner: „Es ist ein schmaler Grat: Regulationen sind wichtig, um Patient_innen zu schützen, anderer-

seits hemmen sie oft die Entwicklung von Therapien für die Menschen.“ Manchmal fördern sie aber Innovationen, sagt Gerald Steiner von der Fakultät für Wirtschaft und Globalisierung der Universität für Weiterbildung Krems: „Einschränkungen können dazu führen, dass Innovationskräfte geschürt werden, denn wo es wehtut, ist man in der Regel stark motiviert, Taten zu setzen.“ Propere Antworten kann man heutzutage auch nicht „von ‚Daniel Düsentrieben‘ und mithilfe einzelner Innovationsgeheimnisse erwarten“, sagt Steiner: „Das ist eine

„Es ist ein schmaler Grat: Regulationen sind wichtig, um Patient_innen zu schützen, andererseits hemmen sie oft die Entwicklung von Therapien für die Menschen.“

Lukas Moser

fehleitende Illusion.“ Dazu müsste man das ganze Netzwerk von Betroffenen sowie potenziellen Barrieren erkennen und durchdringen. Außerdem brauche es die Orchestrierung aller Beteiligten und innovationsfördernde Umweltbedingungen.

Technologien verstehen

„Auf keinen Fall sollte man Technologien verbieten, wie dies aktuell bei Automotoren durchgepeitscht wird“, meint Gatti. Ähnli-

ches habe er bei Therapieprodukten für die Dialyse erlebt. „Damit verhindert man effektiv jegliche Weiterentwicklung.“ Er plädiert für positive Zielvorgaben anstatt methodischer Einschränkungen. Die Abneigung gegen gewisse Techniken komme nicht selten von Unwissenheit. „Natürlich ist alles, was die Forschung neu entwickelt, für die Prüfer neu und unbekannt“, erklärt er. Deshalb brauche es zusätzliche Ausbildungen für die Regulator_innen. „Sie müssen keine Techniker_innen werden, aber sie müssen die Techniken verstehen“, so Gatti. Dies gälte freilich auch für das Gesundheitspersonal. Die besten Therapiemöglichkeiten brächten nicht viel, wenn nicht genügend geschulte Anwender_innen zur Verfügung stünden. „Teils liegt es auch am fehlenden Verständnis der Bedürfnisse potenzieller Nutzer, dass Technologien nicht erfolgreich sind“, ergänzt Steiner. „Weiterbildung, wie sie an der Universität für Weiterbildung Krems praktiziert wird, ist deshalb kein Luxus, sondern eine Notwendigkeit zum Schutz der Patient_innen“, meint Gatti.

Impulse aus der Praxis

Von wem kommen dann die Innovationen in diesem Markt angesichts seiner Herausforderungen und Unwägbarkeiten? Von großen multinationalen Konzernen bis zu jungen Kleinunternehmen leisteten unterschiedliche Akteure und Akteurinnen einen Beitrag zu den Innovationen, erklärt Moser. Spin-offs (Ableger) und kleine Start-up-Unternehmen entwickeln oft Ideen und erste Ergebnisse der akademischen Grundlagenforschung weiter, so Moser. Weil sie jedoch nicht über die finanzielle und administrative Ausstattung für klinische Studien verfügen, zielten sie oft darauf ab, von „Big Playern“ gekauft zu werden. So erreichen sie, dass ihre Produkte schließlich auf den Markt und zu den Patient_innen kommen. Der Impuls komme dabei aus der Praxis, die Forschung sei sehr an der klinischen Anwendung orientiert. Nicht wie oft behauptet, würden zufällig entdeckte Konzepte von der Laborbank später im Krankenzimmer genutzt – Prinzip „bench to bedside“ – , sondern umgekehrt: „Die Fragestellungen kommen zuallermeist aus der Klinik.“ ■



SALMA MICHOR

Dr.ⁱⁿ Salma Michor studierte an der BOKU Wien und der Universität London Biotechnologie und hält einen Master of Business Administration der britischen Open University Business School. Sie ist Managing Director von ObD Austria und Lehrende an der Universität für Weiterbildung Krems.



LUKAS MOSER

Dr. Lukas Moser, PhD studierte Humanmedizin an der MedUni Wien und absolvierte das PhD-Studium Regenerative Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems. Er ist Arzt an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie am Uniklinikum Krems mit Forschungsschwerpunkten Knorpelregeneration und translationale Medizin.



in motion

Beeinträchtigungen des Bewegungsapparats oder Amputationen von Gliedmaßen sind dank der Entwicklung von Prothesen und Orthesen kein Hindernis mehr für sportliche Bewegung. Eine durch die Leichtathletik bekannt gewordene Anwendung ist die Unterschenkel-Prothese bei Läufer_innen, wie das Bild zeigt. Während Orthesen Gliedmaßen stützen bzw. das neuromuskuläre und skelettale System beeinflussen, ersetzen Prothesen Gliedmaßen.

Foto: Stefan Stegerwald / AP / picturedesk.com

KI für Knie und mehr

Bildgebende Verfahren sind vielversprechende Einsatzgebiete von Künstlicher Intelligenz in der Medizin. Gerade in der Orthopädie und speziell bei der Diagnose und Behandlung von Gelenksarthrosen tun sich neue Möglichkeiten auf.

Von Andreas Aichinger

Künstliche Intelligenz (KI) ist in aller Munde, ChatGPT dominiert dabei die Schlagzeilen. Jenseits des medialen Hypes und der vielen dazu formulierten Dystopien lässt sich zweifelsfrei sagen: Künstliche Intelligenz als wichtiges Teilgebiet der Informatik ist gekommen, um zu bleiben – auch in der Medizin. Und das Potenzial ist insbesondere im Teilgebiet Machine Learning enorm: Dabei erkennen IT-Systeme automatisch Muster und Zusammenhänge in bereits erfassten digitalen Daten, konkret kann es sich dabei beispielsweise um kardiologische Signaldaten aus einem EKG oder um Bilddaten einer CT oder MRT handeln.

Derzeit ist bei bildgebenden Verfahren die manuelle Interpretation durch geschulte Expert_innen die Norm, wobei allerdings die Ergebnisse nachweislich von individuellen Kompetenzen sowie von äußeren Einflussfaktoren abhängig sind. Ein Befund-Bild, aber drei durchaus abweichende Diagnosen nach drei Arztbesuchen – diese weitverbreitete Anekdote hat einen wahren Kern.

Dazu kommt, dass die Auswertungen in Krankenhäusern und Praxen von Ärztinnen und Ärzten viel Zeit und somit auch finanzielle Ressourcen binden. Und hier kommen die Maschinen ins Spiel: Im Idealfall dient eine medizinische KI-Software primär der verbesserten klinischen Entscheidungsfindung auf Basis einer möglichst exakten Auswertung der vorhandenen Daten. Da die letzte Entscheidung sehr wohl bei einem Menschen liegt, wird in diesem Zusammenhang von einem KI-basierten Entscheidungs-Unterstützungs-System gesprochen.

Nachdem in der Vergangenheit der KI-Einsatz etwa in der Diagnostik von Hautkrebs oder auch von Netzhauterkrankungen für Schlagzeilen gesorgt hat, liegen orthopädische Anwendungen eigentlich auf der Hand. Kenneth Chen, Wissenschaftler am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems, hat sich als Erstautor einer Literaturstudie mit dem Status quo der Künstlichen Intelligenz in der orthopädischen Röntgendiagnostik beschäftigt. Sein Fazit: „Zurzeit steckt der KI-Einsatz auf diesem Gebiet noch in >>



KENNETH CHEN

Dr. Kenneth Chen ist Wissenschaftler und PhD-Student am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems und arbeitet als Arzt in der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie am Landeskrankenhaus Thermenregion Mödling.



CHRISTOPH STOTTER

Dr. Christoph Stotter, PhD ist Oberarzt an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie am Landeskrankenhaus Baden-Mödling. Der Knie- und Knorpelspezialist war zuvor wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems.

den ‚Babyschuhen‘.“ Obwohl bisherige Ergebnisse „sehr vielversprechend“ seien, gebe es in der Orthopädie noch keine Anwendungsgebiete, in denen KI routinemäßig eingesetzt werde.

Christoph Stotter beschäftigt sich sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis mit dem KI-Thema. Als Principal Investigator eines aktuellen, von der Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich geförderten Forschungsprojekts („Künstliche Intelligenz in der orthopädischen Röntgendiagnostik“) untersucht er KI-Anwendungen zur automatisierten Analyse von Röntgenbildern. „Unsere Forschungsergebnisse zeigen, dass die KI-Anwendungen bei diesen einfachen Aufgaben nach entsprechendem ‚Training‘ sehr genaue und reproduzierbare Ergebnisse liefern“, gibt Stotter einen ersten Einblick. Doch auch in

„Zurzeit steckt der KI-Einsatz in der orthopädischen Röntgendiagnostik noch in den ‚Babyschuhen‘.“

Kenneth Chen

seiner ärztlichen Tätigkeit als Oberarzt an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie am Landeskrankenhaus Baden-Mödling spiele das Thema KI bereits „eine große Rolle“. Dazu Christoph Stotter: „Einzelne KI-Anwendungen kommen im klinischen Alltag bereits zum Einsatz. So erfolgt die Analyse von ausgewählten Röntgenbildern bereits durch eine KI-Software, die relevante Vermessungen vollautomatisch durchführt, wobei die Ergebnisse im Anschluss vom behandelnden Arzt noch überprüft und bestätigt werden.“ Als Kniespezialist nutzt Stotter die Anwendung auch selbst zur Vermessung der Beinachse und zur Analyse

von Kniegelenksarthrosen. Beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz sieht Stotter generell „viele Vorteile“: „Ich erwarte mir, dass wir in Zukunft KI-unterstützt die Erfolgchancen von einzelnen Therapien besser abschätzen und so auch die Patient_innen-Versorgung weiter verbessern können.“ Selbst bei der Implantation von Knie-Endoprothesen könnten KI-basierte Systeme die Indikationsstellung und Operationsplanung unterstützen. Der Vorteil: „Sie erhöhen die Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit der chirurgischen Eingriffe.“

KI aus Österreich

Das Wiener Start-up-Unternehmen Image-Biopsy Lab (IB Lab) hat sich seit seiner Gründung im Jahr 2016 zu einem führenden Anbieter von KI-gestützter Bildgebungsintelligenz mit Fokus auf muskuloskeletale Erkrankungen entwickelt. Das Produktportfolio „Zoo“ enthält einzelne Module, die jeweils für bestimmte Knochen- und Gelenksanatomien – etwa Knie, Hüfte oder Wirbelsäule – optimiert sind. Die auf das Knie spezialisierte und bereits FDA-zertifizierte Software „Koala“ beispielsweise wird seit einigen Monaten unter anderem in den Krankenhäusern Mödling, Baden und Krems verwendet. Christoph Salzlechner, Clinical Research Partner-Manager bei IB Lab, beschreibt die Stärken so: „KI-Software ist ein Hightech-Werkzeug, das sich durch sehr hohe Präzision auszeichnet. Patienten und Patientinnen bekommen ihre Diagnosen relativ schnell. Studien zeigen zudem, dass Kliniker_innen eher zu übereinstimmenden Diagnosen kommen, wenn eine KI-Anwendung den Bericht vorfertigt. Last, but not least haben wir damit einen Radiologen zur Verfügung, der nie müde wird.“

Auch beim eingangs erwähnten Forschungsprojekt fungiert IB Lab als Industriepartner. Kenneth Chen: „Unser Ziel ist es, die Software weiterzuentwickeln beziehungsweise neue Anwendungsgebiete zu finden und diese für den klinischen Gebrauch einsatztauglich zu machen.“ Eine Arbeit über die automatische Vermessung des Hüftgelenks etwa hätte bereits „gute bis sehr gute Ergebnisse“ gezeigt. Christoph Salzlechner sieht zwar nach wie vor einen „sehr großen technologischen Aufholbe-

darf“, aber naturgemäß auch viele Chancen: „Wir arbeiten schon jetzt daran, dass die KI Erkrankungen sehr viel früher erkennen kann. Kniearthrosen sind aus meiner Sicht ein sehr großes Thema, auch weil die Software die Ursache eines Schmerzes – die am Röntgenbild vielleicht noch gar nicht erkennbar ist – schon identifizieren kann.“ Auch die Unterstützung der personalisierten Medizin bei der Versorgung mit Implantaten sei ein weiteres Zukunftsthema, so der IB-Lab-Experte. Salzlechner: „Unser Ziel ist, entsprechende Module für die Analyse sämtlicher Skelett-Teile anbieten zu können.“

Herausforderung Zusammenspiel

Neben Problemfeldern wie der Qualität und Verfügbarkeit der verwendeten Daten sowie der datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen bleibt als zentrale Herausforderung noch das Zusammenwirken von Mensch und Maschine. Die Weltgesundheitsorganisation WHO forderte im Mai einen verantwortungsvollen Umgang mit KI-Technologien ein, um Datenmissbrauch und Behandlungsfehler hintanzuhalten. „Man muss davor keine Angst haben, die KI kann ja nicht selbst denken und wird auch definitiv keinen Radiologen ersetzen“, beruhigt indes Christoph Salzlechner. Denn: „Die Diagnose macht immer noch der Mensch.“

Kenneth Chen wiederum ist zuversichtlich, dass die KI künftig Ärzte und Ärztin-

„Die Diagnose macht immer noch der Mensch.“

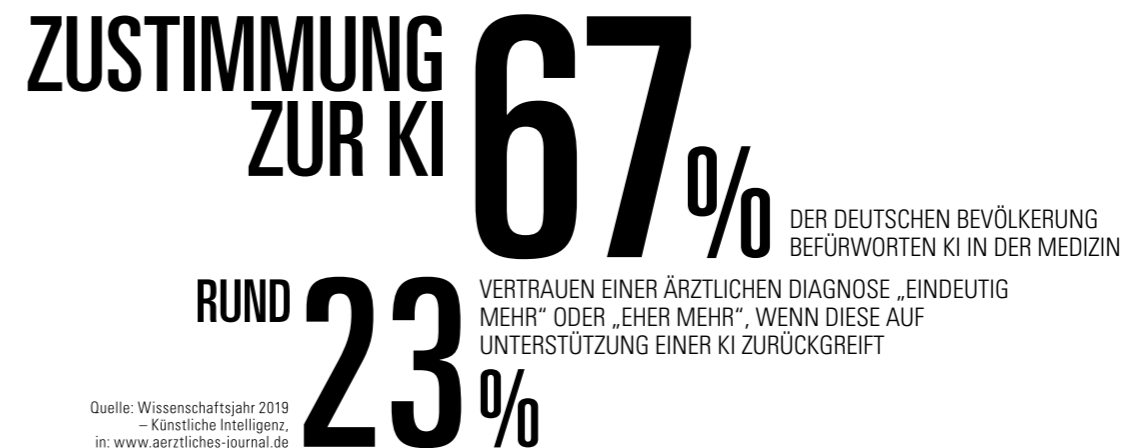
Christoph Salzlechner

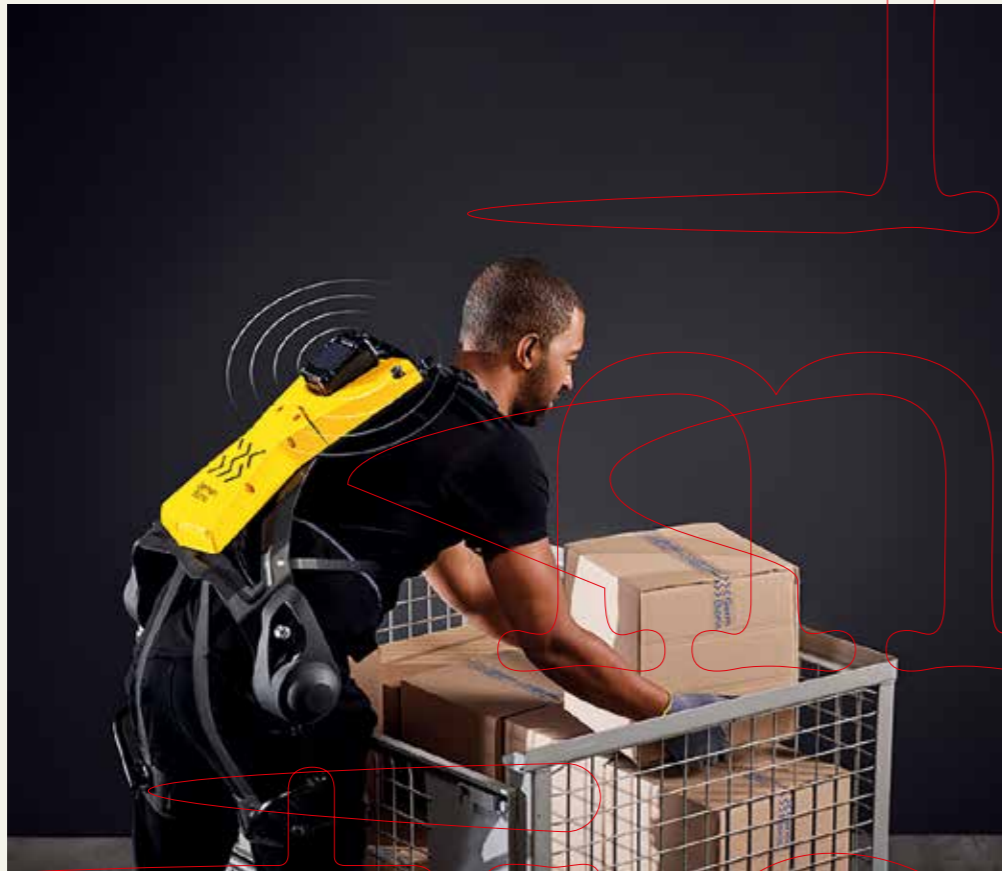
nen zeitlich entlasten könne, sodass diese sich mehr auf die zwischenmenschlich-emotionale Ebene konzentrieren könnten. In der Anwendung seien allerdings Einschränkungen unverzichtbar. Chen: „Wir werden diese Limitationen selbst bestimmen müssen, um die Kontrolle nicht abzugeben.“ Und auch Christoph Stotter lässt keinen Zweifel, dass die KI-Nutzung in der Medizin „jedenfalls einen verantwortungsvollen Umgang erfordert“. Gleichzeitig verspricht gerade Stotter Optimismus: „Ich blicke der Zukunft und den Veränderungen, die durch die Anwendung von Künstlicher Intelligenz zu erwarten sind, grundsätzlich positiv entgegen.“ Längst würden sich „in der Medizin und in der Orthopädie viele Anwendungsgebiete“ abzeichnen, in denen die KI Vorteile bieten könne. Logische Schlussfolgerung: „Ich bin überzeugt, dass die KI und die daraus resultierenden Innovationen die Medizin verändern werden.“ ■



CHRISTOPH SALZLECHNER

Dr. Christoph Salzlechner, MSc ist Clinical Research Partner-Manager und Postdoctoral Scientist in Regenerative Medicine beim Wiener Start-up-Unternehmen Image-Biopsy Lab, das gemeinsam mit der Universität für Weiterbildung Krems am KI-Einsatz forscht.





in motion

Immer noch sind zahlreiche Berufe mit intensivem Korpereinsatz verbunden, was häufig zur verfrühten Abnützung des Bewegungsapparats führen kann. Exoskelette stellen hier eine entscheidende Erleichterung dar und sind orthopädisch und arbeitsmedizinisch von großer Bedeutung. Diese Hilfen unterstützen menschliche Muskelkraft beim Heben, Tragen oder anderen anstrengenden Bewegungen durch eine am Körper getragene Stützstruktur. Der Mann im Bild kann mithilfe des Exoskeletts mühelos ein 30-Kilogramm-Paket heben.

Foto: German Bionic Systems / AP / picturedesk.com

Unterschätztes Zusammenspiel

Neurologische und orthopädische Erkrankungen hängen eng miteinander zusammen. Viele Schädigungen des Bewegungsapparates wären vermeidbar und Operationen erfolgreicher, würde man sie frühzeitig gezielt therapieren.

Von Cathren Landsgeßell

Der als *Homo Verminosus* – in etwa Schädling – geschmähte Arzt Nicolas Andry, der sich hauptsächlich mit Parasiten beschäftigt hatte, hinterließ der Medizin den Begriff der Orthopädie: Sein Buch „Orthopädie, oder die Kunst, bey den Kindern die Ungestalttheit des Leibes zu verhüten und zu verbessern“ erschien 1741 in Paris. Andry war überzeugt, dass Phänomene seiner Zeit, etwa Buckel, Krummbeinigkeit oder Hinken, durch frühzeitiges Schienentragen hätten verhindert werden können, „ebenso wie man es bei einem jungen Baum macht“.

„Das Interessante an Andry ist, dass durch sein Buch die Orthopädie damit das erste medizinische Fach wurde, das sich als ein vorbeugendes Fach verstand“, sagt Walter Strobl vom Zentrum für Gesundheitswissenschaften und Medizin der Uni-

versität für Weiterbildung Krems fast 300 Jahre später. Strobl leitet in Krems den Lehrgang für Neuroorthopädie – den einzigen, den es im deutschsprachigen Raum gibt. Der Gedanke der Prävention spielt in der Neuroorthopädie eine besonders wichtige Rolle: Viele Schädigungen des Bewegungsapparates gehen auf neurologische Erkrankungen zurück und verfestigen sich ohne orthopädische Physiotherapie, Orthetik oder Operationen. „Es gibt viele gesetzmäßige Wechselwirkungen zwischen dem Gehirn, den Nerven und dem gesamten Bewegungssystem von Muskeln, Knochen, Gelenken und Gewebe“, so Strobl.

Gesamthafte Wirkung

Alle Nervenerkrankungen wirken sich auf die gesamte Biomechanik des Körpers aus, das gilt für sich langsam entwickelnde >>



WALTER MICHAEL STROBL

Dr. Walter Michael Strobl, MBA leitet den Lehrgang für Neuroorthopädie am Zentrum für Gesundheitswissenschaften und Medizin der Universität für Weiterbildung Krems.



KAVEH ASADI

Kaveh Asadi, MD, PhD, FAANS ist Neurochirurg am Paley Orthopedic and Spine Institute in Palm Beach, Florida und auf pädiatrische Neurochirurgie spezialisiert.



FRAN GUARDO

Dr.ⁱⁿ Fran Guardo ist Sportwissenschaftlerin und Physiotherapeutin. Sie leitet die Rehabilitationsabteilung des Paley Orthopedic and Spine Institute in Palm Beach, Florida und bildet Therapeut_innen und Chirurg_innen in Rehabilitationstechniken aus.

Erkrankungen wie Multiple Sklerose oder Parkinson ebenso wie für Entwicklungsstörungen des Gehirns im frühen Kindesalter. „Das liegt vor allem daran, dass jede neuronale Erkrankung einen Effekt auf die Muskeln hat“, sagt Kaveh Asadi, Neurochirurg am Paley Institute in den USA. „Die neuronale Schädigung führt zu einer Imbalance, die dann dauerhafte orthopädische Schäden nach sich zieht, etwa Skoliose, weil die Muskeln unterschiedlich

„Der Plan des motorischen Ablaufs jeder willkürlichen Bewegung wird im Netzwerk des Gehirns konzipiert.“

Michaela M. Pinter

stark belastet werden.“ Von der orthopädischen Chirurgie und Rehabilitation kommend, setzt das Paley Institute heute einen Schwerpunkt im Bereich Neurologie. „Der Zusammenhang zwischen neurologischen und orthopädischen Erkrankungen ist so stark, dass beides nur gemeinsam interdisziplinär behandelt werden kann“, so Asadi.

Die Nervenfasern, die Gehirn und Muskeln verbinden, gehören, sehr grob gesprochen, zu zwei Kategorien: Motorische Nervenfasern regen die Muskeln zu Kontraktion und Relaxation an und ermöglichen Bewegung; sensible Nervenfasern leiten sensorische Informationen von einer unendlichen Vielzahl von Rezeptoren über das Rückenmark an das Gehirn. Nur so ist es möglich, Bewegungen angemessen und präzise auszuführen, also ein Ei nicht zu

zerbrechen, sondern den Griff rechtzeitig zu lockern. Beide Fasertypen kommen in allen Nerven vor.

Nerven und Bewegung

Bei einem Gehirntrauma werden die Informationsflüsse gestört bzw. etablieren sich erst gar nicht in einer funktional richtigen Weise. Muskeln kontrahieren unwillkürlich, wie es etwa bei Spastiken der Fall ist, oder sind permanent verkrampft. Wenn von den Nervenfasern keine Impulse zur Relaxation ausgehen, kann die Muskelspannung so stark sein, dass Knochen deformiert werden: „Ein sehr verspannter Muskel kann auch ein so starkes Gelenk wie die Hüfte aushebeln“, sagt die Orthopädin und Physiotherapeutin Fran Guardo, die die Rehabilitation am Paley Institute leitet.

Etwas Ähnliches geschieht häufig infolge einer Zerebralparese, einer frühkindlichen Gehirnschädigung, die eine Wahrnehmungsstörung bedingt. In der Folge wird die Haltemuskulatur geschwächt, was die Bewegungsmuskulatur auszugleichen versucht. Die Überaktivität führt dann dazu, dass Gelenke sich nicht richtig bilden können, etwa bei Hüftluxationen, bei denen der Gelenkkopf nicht mehr in der Hüftpfanne liegt. Weil verschiedene Muskelgruppen durch die Hirnschädigung nicht gleichmäßig angesteuert werden, entstehen – ohne Therapie – dauerhafte Fehlstellungen der Füße und Beine. Viele Kinder mit Zerebralparese können nicht richtig gehen, stehen oder sitzen, erlernen dies aber bei entsprechender früher Intervention.

Neujustierung

Zerebralparesen und ihre Folgen können operativ behandelt werden: „In einigen Fällen – nicht in allen – lohnt es sich zu prüfen, ob eine Operation der sensiblen Nervenfasern sinnvoll ist“, sagt Asadi. Bei dieser Operation, selektive dorsale Rhizotomie (SDR) genannt, werden einige dieser Nervenfasern dort gekürzt, wo sie das Rückenmark verlassen. So sollen die falschen Signale, die an das Gehirn zurückgemeldet werden, unterbunden werden, um so die Ursache von Spastiken zu lösen. Ob diese Neurochirurgie sinnvoll ist oder nicht,

wird am Paley Institute jeweils individuell beurteilt. „Es hängt vom jeweiligen konkreten Gesamtbild ab, vom Zustand der Gelenke, der Bänder, vom Muskeltonus usw.“, erklärt Guardo. Die Operation führt dazu, dass sich das Zusammenspiel von Gehirn, Nerven und Muskeln neu justiert: „Der Feedback-Mechanismus baut sich, vereinfacht gesagt, wieder auf. Damit das Ergebnis dann tatsächlich ein Erfolg wird, ist eine anschließende Physiotherapie unabdingbar“, so Asadi.

Am Institut in den USA wird innerhalb von wenigen Tagen nach der Operation mit der Physiotherapie begonnen, die in der Regel sechs Monate in Anspruch nimmt. Die angewandten Techniken reichen von Dehn- und Kräftigungsübungen bis zu Orthesen und Elektrostimulation. „Es ist sehr intensiv und individuell angepasst“, so Guardo.

Nerven trainieren

„Der Plan des motorischen Ablaufs jeder willkürlichen Bewegung wird im Netzwerk des Gehirns konzipiert“, erklärt die Neurologin Michaela M. Pinter von der Universität für Weiterbildung Krems. „Bei der Motorik spielen vernetzte Hirnregionen eine besondere Rolle, wie unter anderem das Frontalhirn, die Basalganglien und das Kleinhirn. Diese stehen in Verbindung mit den absteigenden Bahnen des Rückenmarks und den peripheren Nerven, welche die einzelnen Muskeln innervieren. Stimuliert man einen peripheren Nerv, aktiviert man über das Rückenmark auch die entsprechende Region im Gehirn.“ In ihrer Forschung konnte Pinter bereits mehrmals zeigen, dass die sogenannte funktionelle elektrische Stimulation des Nervus peroneus in der Lage ist, die Mobilität zu verbessern. Um eine Schwäche der Vorfußhebung – eine neurologisch bedingte motorische Störung, die oft nach Schlaganfall auftritt – zu therapieren, werden Elektroden oberflächlich über dem Wadenbeinköpfchen am Nervus peroneus und den Muskel zur Vorfußhebung angebracht. Bei Einleiten der Schwungphase unterstützt die funktionelle elektrische Stimulation die Vorfußhebung. „Nach sechs Monaten kontinuierlicher funktioneller elektrischer Stimulation können wir einen Trainings-

effekt feststellen und nachweisen, dass es zu einer quasi Stärkung der zum Gehirn aufsteigenden Nervenbahnen kommt“, fasst Pinter zusammen.

Indirekte Steuerung

An der Medizinischen Universität Wien arbeitet der Chirurg Oskar Aszmann an bionischen Prothesen – mit einer revolutionären Methode: Ein Titanimplantat wird direkt im Knochen verankert und über dieses werden Impulse an die Nervenfasern der Patient_innen weitergeleitet. Die darauf aufsetzende Prothese kann dann mittels Gedanken von den Träger_innen gesteuert werden. Gut ein Jahr nach der Operation sind die Patient_innen in der Lage, die Prothese in etwa so zu nutzen wie ihre eigenen Gliedmaßen. Damit dies gelingt, arbeitet das Team um Aszmann ebenfalls mit diversen physiotherapeutischen Methoden, zunächst unterstützt durch einen Computer. Das wichtigste Ziel ist das Training der Gedankensteuerung: „Der Physiotherapeut oder die Therapeutin muss mit den Patient_innen detailliert die Funktionsebenen wie etwa Hand öffnen oder schließen durchgehen und erklären, woran sie denken müssen. Die Gedankensteuerung muss man üben, es ist eine kognitive Leistung wie Klavierspielen oder Fahrradfahren“, erklärt Aszmann.

Die Kontrolle der Bewegung beruht bei den bionischen Prothesen auf indirekten Informationen wie etwa den Vibrationen des Elektromotors beim Greifen, eine sogenannte sekundäre Afferenz. „Die Sensitivität der Prothese ist indirekt, da wir ja an der Prothese selbst keine Rezeptoren haben und der Patient an der Prothese nichts spürt“, sagt Aszmann. „Die Patient_innen entwickeln mit der Zeit ein ganz ein feines Sensorium dafür, in welchem Bewegungszustand die Prothese ist. Das ist so, wie man anhand des Motorengeräuschs im Auto weiß, dass man einen Gang hoch- oder runterschalten muss.“

Andry waren diese Zusammenhänge 1741 noch gänzlich unbekannt. Hätte er aber nicht mit dem Begriff Orthopädie auch die Idee der Vorbeugung in die Welt gesetzt, wäre diese Verbindung vielleicht erst viel später relevant geworden. ■



OSKAR ASZMANN

Univ.-Prof. Dr. Oskar C. Aszmann ist Professor für Bionische Rekonstruktion an der Medizinischen Universität Wien, wo er das klinische Labor für Wiederherstellung von Extremitätenfunktionen leitet. Im Frühjahr 2020 gelang dort die Entwicklung der weltweit ersten voll integrierten bionischen Arm-Prothese.



MICHAELA M. PINTER

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Michaela M. Pinter, MAS ist Professorin für Neurologie und Psychiatrie an der Universität für Weiterbildung Krems und leitet dort das Department für Klinische Neurowissenschaften und Präventionsmedizin.

Belebung der Knorpelzellen

Das translationale Forschungsprojekt „Minced Cartilage in Regenerative Medicine“ strebt die Optimierung der Zerstückelungstechnik des Knorpels an, um Knorpelschäden im Kniegelenk zu reparieren und eine schnelle Regeneration zu erzielen. Dadurch soll einer möglichen Osteoarthritis-Entwicklung entgegengewirkt werden.

Von Christian Scherl

Minced Cartilage bedeutet wörtlich übersetzt „gehackter Knorpel“. Bei einer Minced-Cartilage-Implantation wird ein Knorpel zerkleinert, mit Plasmaprodukten versehen und in einen defekten Knorpel eingebracht, um die Regeneration voranzutreiben. Zukünftig soll das auch eine therapeutische Option für die Behandlung von degenerativen Gelenkserkrankungen werden, wie etwa Osteoarthritis. Am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems werden in dem von Univ.-Prof. Stefan Nehrer geleiteten Projekt „Minced Cartilage in Regenerative Medicine“ verschiedene Methoden zur Knorpelzerkleinerung getestet. Die Thematik, einen zerkleinerten Knorpel in ein Biomaterial einzubetten, fanden die Zentrumsmitarbeiter Christoph Bauer und Lukas Moser, welcher auch am Universitätsklinikum Krems als Assistenzarzt tätig ist, bereits im Vorfeld

dieser Studie als spannendes Forschungsthema. Das Projekt war dann die perfekte Möglichkeit, hier weiterzuforschen.

Entnahmetechnik optimieren

In der Klinik kommt Minced Cartilage bereits zur Anwendung, obwohl es noch viele Parameter gibt, die nicht standardisiert sind. Gerade deshalb ist es Christoph Bauer ein Anliegen, die Technik der Knorpelzerkleinerung zu optimieren. Es gilt, Fragen zu klären wie etwa die ideale Geschwindigkeit der Messerrotation oder ob es andere, bessere Biomaterialien gibt, mit welchen das zerkleinerte Knorpelgewebe in den Defekt eingebracht werden könnte. Das Unternehmen Karl Storz aus Tuttlingen in Deutschland zählt zu den führenden Herstellern in der Endoskopie und stellt für das Projekt den „Powershaver SL“ zur Verfügung. An diesem Gerät wird ein Handstück mit einer „Shaver Blade“ befestigt. Dieses Zerkleinerungs-

gerät gleicht einem Röhrchen in der Dicke eines Strohhalmes mit innenliegendem Messer. Rotation und Klingengröße lassen sich variieren. „In einer bereits an der Universität für Weiterbildung Krems durchgeführten Studie kamen Messer mit Stärken von 2,5 Millimeter, 3,5 und 4,2 Millimeter zum Einsatz“, erklärt Bauer. „Man drückt das Röhrchen auf den Knorpel, der vom rotierenden Messer zerteilt und anschließend in einen Filter gesaugt wird.“ Dieses Material wird nun mit Plasmaprodukten vermischt und dient als Basis für die eigentliche Operationstechnik zur Behandlung von kleinen Knorpelläsionen in der Größe von rund ein bis vier Quadratzentimetern.

Aktivierung der Chondrozyten

Hauptziel der Behandlungstechnik ist die Aktivierung der sogenannten Chondrozyten in den implantierten Knorpelstücken. Bei Chondrozyten handelt es sich um Knorpelzellen, die gemeinsam mit anderen Bestandteilen das menschliche Knorpelgewebe bilden. Aus den Knorpelstücken sollen die Zellen dann in das umliegende Plasmaprodukt auswandern und dadurch den Knorpel wieder beleben. „Ein Vorteil gegenüber beispielsweise anderen Operationstechniken wie der ‚Autologen Chondrozyten Transplantation‘ ist, dass bei der Minced-Cartilage-Technik nur ein Operationseingriff notwendig ist, in dem das Material in den Defekt eingebracht und verteilt wird“, so Biotechnologe Bauer. Die Plasmaprodukte halten die Knorpelstückchen zusammen und integrieren sich gut ins Gewebe. Es unterstützt die Regeneration und reduziert gleichzeitig mögliche Entzündungen. Zum Einsatz kommen hier vor allem plättchenreiches Plasma (PRP) und Fibrinkleber – beides Substanzen mit Wachstumsfaktoren, mit denen Knorpel aufgebaut werden können. „Wobei PRP in Studien bessere Ergebnisse lieferte“, verrät Bauer. Beim Fibrinkleber hat man den Nachteil, dass er mechanisch nicht so stabil ist. In zukünftigen Studien an der Universität für Weiterbildung Krems soll untersucht werden, inwiefern die Füllhöhe des Plasmaproduktes eine Rolle spielt – etwa auf mechanische oder tribologische (Stichwort Reibung) Eigenschaften hin. Im Laufe des Projekts sollen zudem Anwendungen mit Hydrogelen

und/oder synthetischen Materialien integriert werden. Für mechanische Untersuchungen wird mit Gewebe aus Rinderknien experimentiert. „Ein Rinderknorpel unterscheidet sich zwar geringfügig hinsichtlich Dicke und mechanischer Eigenschaften vom menschlichen Knorpel, dafür bietet die Größe den Vorteil, dass man mehr Knorpelfläche zur Verfügung hat und dadurch verschiedene Bedingungen an einem Knie testen kann“, erklärt der Wissenschaftler.

Aufs Messer kommt es an

Zurück zur Zerkleinerung: Erstmals wurde die Minced-Cartilage-Technik in der Medizin Mitte der 1980er Jahre beschrieben. Aus den Aufzeichnungen geht allerdings nicht hervor, wie die Knorpel seinerzeit zerkleinert wurden. Bei der Entnahme von Knorpel für die Minced-Cartilage-Technik ist der Rand des Knorpeldefekts gegenüber dem nicht belasteten Bereich eines Kniegelenks zu bevorzugen. Nun sollen nach einer ersten Studie mit unterschiedlichen Messerstärken weitere Untersuchungen durchgeführt werden, inwiefern die Rotationsgeschwindigkeit eine Rolle spielt. Hauptaugenmerk liegt aber auf der Zerkleinerungstechnik. „Es macht einen Unterschied, wie groß die einzelnen Knorpelstücke sind. Als optimal hat sich eine Art Knorpelpaste etabliert, bei der die einzelnen Stücke kleiner als 0,3 Millimeter sind.“ Entscheidend ist die Schärfe der Klinge. Ein Skalpell hat bisher bessere Ergebnisse erzielt als etwa ein Bohrer, weil die Zellen im Umfeld unbeschadet und vital bleiben. Eine wichtige Erkenntnis auf dem Weg zur optimalen Behandlung. ■

Das Projekt

Minced Cartilage in Regenerative Medicine

Projektlaufzeit
2021–2024

Fördergeber
KARL STORZ SE & Co. KG



CHRISTOPH BAUER

Dipl.-Ing. Christoph Bauer, PhD BSc BA ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems. Bauer forscht neben dem Projekt Minced Cartilage u. a. zum Einsatz 3D-gedruckter Hydrogele und Implantate in der Orthopädie.

Fasziniert vom Unbekannten

*Inwieweit die Zugabe von extrazellulären Vesikeln eine Regeneration von Knorpelgewebe ermöglichen kann und wie jene am effektivsten isoliert und angereichert werden können, ist Forschungsfeld von **Alexander Otabal**, PostDoc an der Universität für Weiterbildung Krams.*

Von Romana Hödl



Osteoarthrose, eine auch als Arthrose oder umgangssprachlich unter der Bezeichnung „Gelenkverschleiß“ bekannte Erkrankung von Knorpelgewebe, kann in jedem beweglichen Gelenk des Körpers auftreten und führt

in den betroffenen Arealen zu Schmerzen bzw. Bewegungseinschränkungen. Eine ursächliche Behandlung ist bis dato nicht möglich. Rund zwei Drittel der Weltbevölkerung werden im Laufe ihres Lebens von Arthrose betroffen sein. Ihnen stehen bisher lediglich Schmerztherapien oder operative Eingriffe als Behandlungsoptionen zur Verfügung. Dies möchte Alexander Otahal, PostDoc an der Universität für Weiterbildung Krems, mit seiner Forschungsarbeit ändern.

„Wenn man Vesikeltherapien entwickelt, um Arthrose zu behandeln, könnte man vielleicht eine Gelenkersatzoperation vermeiden. Eine Behandlung, welche nicht nur das Gesundheitssystem mit hohen direkten und indirekten Kosten belastet, sondern auch einen schweren Eingriff für den Patienten darstellt“, so Otahal, der sich bereits im Rahmen seines PhD-Studiums der Regenerativen Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems mit dem Potenzial von extrazellulären Vesikeln (EV) – nanometergroße Partikel, die als Signaltransporter für die Kommunikation zwischen Zellen von zentraler Bedeutung sind – beschäftigte.

PhD-Studium: Zeit für Pionierarbeit

Durch einen Newsletter erreichte den damaligen Studenten der Molekularbiologie die Information zum PhD-Programm des Zentrums für Regenerative Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems. Es bot sich die Möglichkeit, die Rolle der extrazellulären Vesikel in verschiedenen plasma- und serumbasierten Blutprodukten genauer zu untersuchen und herauszufinden, welchen Beitrag sie für einen therapeutischen Erfolg in orthopädischen Kliniken leisten könnten. Eine Chance, die Alexander Otahal ergriff. Seine Aufgabe: die EV von den anderen Bestandteilen des Bluts wie

den in etwa gleich großen Lipoproteinen zu isolieren und zu untersuchen, welche Signalmoleküle mit den Vesikeln transportiert werden, wobei hierbei besonders kurze RNA-Moleküle (microRNA) im Fokus standen.

Nach drei Jahren intensiver Arbeit schloss Otahal 2021 sein durch den „tecnnet accent Innovation Award“ ausgezeichnetes PhD-Projekt „Charakterisierung von extrazellulären Vesikeln in verschiedenen Blutprodukten und zytoprotektive Effekte in arthrotischen Chondrozyten“ erfolgreich ab. Das enorme Potenzial zur praktischen Verwertbarkeit dieses Projekts wurde dadurch gewürdigt und vom damaligen PhD-Studenten bei zahlreichen Konferenzen, wie beispielsweise der Jahresversammlung der Internationalen Gesellschaft für Extrazelluläre Vesikel 2019 in Japan, dem

„Zahlreiche von Gelenksarthrose betroffene Personen könnten künftig von einem EV-basierten Therapieverfahren profitieren.“

Alexander Otahal

Fachpublikum präsentiert. „Der Besuch internationaler Konferenzen und die internationale Vernetzung werden von der Universität sehr gefördert. Während meiner PhD-Zeit präsentierte ich Poster, mittlerweile werde ich zu Talks eingeladen. Das Team ist toll, meine Fachmeinung wird geschätzt und man wird sehr unterstützt“, betonte

Alexander Otahal, der seine Erkenntnisse bereits auf Konferenzen der Fachgesellschaften ASEV, ISEV oder des Austrian Cluster for Tissue Engineering präsentierte.

Was Blut und Fettzellen vereint

In einem aktuellen Forschungsprojekt am Zentrum für Regenerative Medizin der Universität für Weiterbildung Krems, an dem Otahal mitarbeitet, dreht sich weiterhin alles um extrazelluläre Vesikel und deren Potenzial zur Knorpelgewebsregeneration. Allerdings wird für die Gewinnung von EV nicht mehr Blut wie in seinem PhD-Projekt verwendet, sondern eine andere Quelle ins Auge gefasst. Aus Fettstammzellen (MSC – Mesenchymale Stammzellen bzw. Stromazellen) sollen die EV nun isoliert und angereichert werden. „Stromazellen schütten viele extrazelluläre Vesikel aus, wirken immunmodulierend, sind entzündungshemmend und könnten dazu beitragen eine Gelenkshomöostase einzuleiten, d. h., den Knorpelabbau zu hemmen“, erläutert Alexander Otahal. Außerdem fallen Fettstammzellen beispielsweise bei Kniegelenkersatz-Operationen als Abfallprodukt an und stehen somit im Gegensatz zu Blut, welches vom Patienten selbst gespendet werden müsste, einfacher und in größeren Mengen zur Isolation der EV zur Verfügung. Ziel ist, einheitliches biologisches Ausgangsmaterial bereitzustellen, welches möglichst spenderunabhängig ist. Die Vergleichbarkeit von Studien könnte dadurch verbessert werden und therapeutische Effekte könnten besser auf die eingesetzten Konzentrationen der EV zurückgeführt werden.

Für diese Art von Forschungsarbeit sind die Bioreaktoren, welche auf Anregung von Otahal angeschafft wurden und in dreifacher Ausführung an der Universität für Weiterbildung Krems zur Verfügung stehen, nicht mehr wegzudenken. Davor gab es die Herausforderung, dass nur sehr wenige extrazelluläre Vesikel isoliert werden konnten. „Die aktuell betriebene Forschung wäre ohne Bioreaktoren nur sehr teuer und aufwendig möglich“, so Otahal.



Grenzen ausreizen

Zu viel Bewegung kommt Alexander Otahal im Labor bei der Arbeit an den Bioreaktoren zwar nicht, aber dafür genießt er die intellektuelle Herausforderung, welcher er immer wieder gegenübersteht. Als Grundlagenforscher arbeitet er stetig daran, die Grenzen des vorhandenen Wissens zu erweitern. Im Privaten reizt er gerne seine körperlichen Grenzen bei sogenannten „Dirt Runs“ – Extremhindernisläufen auf Naturstrecken – aus. Aber auch der eine oder andere Berg wird als Ausgleich vom Hobby-Mineralogen erklommen.

Die Faszination für das Unbekannte zeigte sich beim heutigen Wissenschaftler bereits in der Schulzeit. Seine Biologielehrerin erkannte dies und ermöglichte ihm eine Teilnahme an einem vom Land Niederösterreich geförderten Leistungskurs für besonders interessierte Schüler_innen. Heute ist er Teil des Begabten-Förderungsvereins, steht als Workshopleiter in Göttweig und Semmering an der Seite seiner ehemaligen Lehrerin und inspiriert dort hoffentlich weitere helle Köpfe, sich der Rätsel dieser Welt mit Neugierde und Durchhaltevermögen anzunehmen. ■

Alexander Otahal,
PhD MSc studierte Molekulare Biologie an der Universität Wien und schloss 2021 sein mit dem „tecnnet accent Innovation Award“ ausgezeichnetes PhD-Studium der Regenerativen Medizin an der Universität für Weiterbildung Krems ab. Seither ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Regenerative Medizin tätig.

Sportmediziner aus Leidenschaft

Die medizinische Betreuung von Sportler_innen ist seine Berufung. So betreut er als Teamarzt das Schweizer Tennisonationalteam. Für seine Spitzenathlet_innen steht **Harald Leemann** sogar rund um die Uhr zur Verfügung.

Von Ilse Königstetter

Sportlich ist Harald Leemann schon seit frühester Jugend. Dass ihn auch die Medizin interessierte, verdankt er seinem Vater Karlheinz, einem Chirurgen, dem er auch bereits in jungen Jahren gelegentlich bei Operationen über die Schulter schauen durfte. „Eine Zeit lang schwankte ich bei der Studienwahl zwischen Sport und Medizin“, erzählt Harald Leemann. Wobei ihn vor allem die Unfallchirurgie faszinierte. Schließlich fiel seine Wahl auf die Medizin. Seine Vorliebe für den Sport setzte sich logisch fort in einer Facharztausbildung für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie des Bewegungsapparates sowie diversen speziellen Ausbildungen zum Sportmediziner. Aktuell ist Harald Leemann Leiter der Sportmedizin am Zuger Kantons-

spital in Baar/Schweiz. Das Zuger Kantonsspital wurde mit 1. Jänner 2023 erneut als „Sport Medical Base approved by Swiss Olympic“ anerkannt und bietet Sportler_innen ein breites sportmedizinisches Angebot. Besonders am Herzen liegen dem Mediziner die Schweizer Leistungssportler_innen. Als Teamarzt steht er Spitzenathlet_innen der Damen-Tennisonationalmannschaft (Securitas Team Schweiz), als Verbandsarzt der Swiss Ski Freestyle Nationalmannschaft und zwei Teams der ersten Bundesliga im Unihockey (Zug United) und Handball (LK Zug) zur Verfügung. Dass die Schweizer Tennis-Damen im November des Vorjahres mit einem außerordentlichen Finalsieg am Billie Jean King Cup einen Weltmeistertitel heimholen konnten, hat Leemann und sein gesamtes Team besonders gefreut.



Voller Einsatz

Die Betreuung von Spitzenathlet_innen ist aufwendig und hat ihren Preis. Wenn ein Problem auftritt oder sich jemand verletzt, muss der Arzt verfügbar sein. „Für meine Spitzensportlerinnen und -sportler bin ich 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr erreichbar“, berichtet Leemann. Sein Handy ist mehr oder weniger rund um die Uhr eingeschaltet. Darüber hinaus führen der Mediziner und sein Team auch die jährlich vorgeschriebene sportärztliche Untersuchung der Athletinnen und Athleten durch. Medizinisch kümmert sich der Facharzt vorrangig um Muskel-, Sehnen- und Gelenkprobleme. Mit den Operationen hat er vor etwa einem Jahr aufgehört, die sonstige medizinische Arbeit ist aufwendig genug.

Spitzenattest für Krems

Dass sich Harald Leemann bei dem Arbeitsaufwand für einen Lehrgang an der Universität für Weiterbildung in Krems entschlossen und ihn auch durchgezogen hat, war eine logistische Meisterleistung. Der Grund für seine Wahl war, dass es sich um „den einzigen Lehrgang für Sportmedizin im

Rahmen eines Masterstudienganges weit und breit handelte“. Erschwerend kam der Start mitten in der Covid-19-Pandemie hinzu, sodass der Unterricht anfänglich nur online möglich war. „Das war zwar einerseits eine Erleichterung, weil mir damit die lange Anreise nach Krems erspart blieb, hatte aber auch den Nachteil, dass man die Kommiliton_innen und die Vortragenden zunächst nicht persönlich kennenlernen konnte“, erinnert sich der Sportmediziner. Erst später war es dann möglich, einander auch persönlich zu treffen. Die meisten der rund 20 Teilnehmenden kamen aus Österreich, alles Ärzte bzw. Ärztinnen, Leemann war der einzige Schweizer. Die Erwartungen des Facharztes an den Lehrgang, einen vertieften wissenschaftlichen Einblick in die Sportmedizin zu bekommen, wurden zu seiner vollen Zufriedenheit erfüllt. „Die verschiedensten Sportarten, Krankheitsbilder und Verletzungsmuster wurden angeschaut und diskutiert“, erörtert er. Vor allem für Leistungssportler_innen gilt, oft Kompromisse in der Therapie machen zu müssen, weil sie ja so schnell wie möglich wieder in ihre sportliche Disziplin zurückkehren und dort Spitzenleistungen erbringen wollen. Auch den Vortragenden stellt Leemann sehr gute Zeugnisse aus. Seinen Abschluss machte der Mediziner mit einer Masterthese zum Thema „Injury Situations in Snowboard Cross and Ski Cross“ im Frühjahr dieses Jahres.

Sport und Familie

Den Ausgleich zu seinem aufwendigen Arbeitsalltag findet Harald Leemann – wie könnte es anders sein – in erster Linie beim Sport. Bereits während seiner Gymnasialzeit absolvierte er eine Ausbildung zum Tennislehrer und finanzierte sich damit sein Studium. Die Tennisleidenschaft begleitet ihn nach wie vor, genauso wie seine Begeisterung für die Berge – im Sommer beim Wandern, im Winter beim Skilaufen. Gerne entspannt sich Leemann auch bei einer Golfrunde. Angenehme Gesellschaft und sozialen Austausch findet er in der Familie und einem großen Freundeskreis. Besonders am Herzen liegt ihm seine vierjährige Tochter Lia, mit der er in seiner Freizeit so viel wie möglich unternimmt. ■

Dr. Harald Leemann, MSc, geboren in Winterthur/Schweiz, promovierte 2009 zum Dr. med. und fungiert seit 2023 als Leiter der Sportmedizin am Zuger Kantonsspital in Baar/Schweiz. Sein Weiterbildungsstudium an der Universität für Weiterbildung Krems schloss Leemann im Frühjahr 2023 mit einer Masterthese zum Thema „Injury Situations in Snowboard Cross and Ski Cross“ ab.

Campus Krems

Biodiversität und Wasser

Neuer Hub gegründet

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung hat zur besseren Koordinierung der österreichischen Aktivitäten zum Erhalt der Biodiversität Mittel zur Verfügung gestellt, um das bestehende Netzwerk Biodiversität Österreich mit der Austrian Joint Water Initiative (AJWI) zu verknüpfen. Der so entstandene National Hub für Biodiversität und Wasser, angesiedelt an der Universität für Weiterbildung Krems, soll die Mitwirkung am europäischen Forschungsrahmenprogramm Europe Horizon koordinieren.



Forschung

Research Report 22/23 vorgelegt

Am 29. Juni präsentierte die Vizerektorin für Forschung und nachhaltige Entwicklung der Universität für Weiterbildung Krems, Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ *Viktoria Weber*, den neuen Forschungsbericht. Gegenüber dem Vorgängerbericht konnte die Universität die Zahl wissenschaftlicher Publikationen sowie die eingeworbenen Drittmittel steigern. Die eingeschlagene Internationalisierung, so Weber, werde weiter fortgesetzt. Weiterer Fokus: die Förderung des Forscher_innennachwuchses sowie weitere PhD-Programme.



Neue Weiterbildungsmöglichkeiten

Erste Bachelorprogramme starten

Ab dem Wintersemester 2023/2024 führt die Universität für Weiterbildung Krems erstmals berufsbegleitende Bachelorprogramme der Weiterbildung durch. Diese neue Ebene der universitären Weiterbildung wurde durch die Novelle des österreichischen Universitätsgesetzes möglich. Darüber hinaus erweitert die Universität ihre Studienmodelle, die auch weiterhin auf die Bedürfnisse berufserfahrener Studierender gerichtet sind, durch Flexibilisierung, Kurzprogramme und innovative digital gestützte Lehr- und Lernformate.



Antrittsvorlesungen

Kulturerbe, Ökosysteme

Bei seiner Antrittsvorlesung im Mai widmete sich Univ.-Prof. Mag. Mag. Dr. Dr. *Peter Strasser*, LL.M den unterschiedlichen Perspektiven auf das kulturelle Erbe der Menschheit und wie dieses geschützt werden kann. In seinem historischen Abriss illustrierte der Kulturgüterschutzexperte, wie die Idee des „gemeinsamen Erbes“ zwischen einer Perspektive auf die gesamte Menschheit und einer nationalen Erzählung oszillierte. Univ.-Prof. Priv.-Doz. Dr. *Martin Kainz* fokussierte seine Antrittsvorlesung, ebenfalls im Mai, auf die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen in der Forschung aquatischer Ökosysteme. Rasch steigende Temperaturen von Gewässern sowie die Abnahme der Biodiversität bedrohen diese und damit schlussendlich auch den Menschen.



Universitätsrat

Martina Höllbacher erneut Vorsitzende

Der Universitätsrat der Universität für Weiterbildung Krems hat sich im Frühjahr 2023 neu für fünf Jahre konstituiert. Neu im Universitätsrat vertreten sind Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ *Sabine Theresia Köszegi*, Technische Universität Wien, sowie Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Gernot Kubin*, Technische Universität Graz. Weiterhin vertreten sind die bisherigen Mitglieder Mag.^a *Michaela Roitner*, Geschäftsführerin der Industriellenvereinigung Niederösterreich, sowie die erneut zur Vorsitzenden gewählte Mag.^a *Martina Höllbacher*, Leiterin der Abteilung Wissenschaft und Forschung des Landes Niederösterreich. Als fünftes Mitglied wurde vom Universitätsrat Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ *Gabriele Moser* von der Medizinischen Universität Wien in das Gremium gewählt.

Alumni-Club

„Blue Hour“-Podiumsdiskussion

Future Skills for Disruptive Times?

Welche neuen Fähigkeiten und Denkweisen sind in Zeiten des technologischen Wandels, insbesondere im Hinblick auf aktuelle disruptive Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz erforderlich?

Welche Rolle nimmt wissenschaftliche Weiterbildung in diesem Kontext ein? Diese und weitere Fragen wurden am 31. Mai im Museum für angewandte Kunst Wien im Rahmen einer Podiumsdiskussion zwischen Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Stefan Oppl*, MBA, Professor für technologiegestütztes Lernen am Department für Weiterbildungsforschung und Bildungstechnologien an der Universität für Weiterbildung Krems, Dr.ⁱⁿ *Birgit Feldbusen*, Leiterin des Zentrums für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an der Universität für Weiterbildung Krems | Kompetenzbereich „Future Organizations“, Mag.^a (FH) *Monika Fuchs*, MSc, Head of Human Resources bei Merkur Versicherung, und Dr. *Henning Koch*, Bildungswissenschaftler und Programmmanager im Stifterverband mit Schwerpunkt Datenkompetenzen und Data Literacy Education, unter Moderation von Mag.^a *Maggie Childs*, Medienmacherin und Vorstandsmitglied von AustrianStartups, erörtert und gemeinsam Wege einer fruchtbaren Verbindung von Vergangenheit und Zukunft ergründet.



Termine

21.09.2023
Regionaltreffen Berlin
13.09.2023
Regionaltreffen Salzburg
19.10.2023
Regionaltreffen Klagenfurt
25.10.2023
Regionaltreffen Frankfurt
www.donau-uni.ac.at/alumni

Save the Date

Alumni-Tag
Der Alumni-Tag 2023 am 13. Oktober bildet den Rahmen für die Ehrung der Absolvent_innen der Jahrgänge 1998, 2003, und 2013.



Rückblick Alumni-Visit

Digitale Zukunft gestalten

Am 26. April hatten in Wien Alumni-Club-Mitglieder die Möglichkeit, Einblicke in die Arbeitsweisen der Kreativagentur Digitalwerk zu nehmen. Mit Fokus auf die Gestaltung einer digitalen Zukunft lud diese zum Workshop „Agenturen in 2038“ ein. Gemeinsam mit dem Agenturteam wagten die Teilnehmer_innen einen Blick in die Zukunft von KI, Virtual Reality oder auch Urheberrecht.

Kunst und Kultur

Tanz

Festspielhaus St. Pölten

Hofesh Shechter



Contemporary Dance & Sharon Eyal. SAABA

Tanz, rhythmisch, wild und hypnotisierend schön: Mit ihren markanten Handschriften zählen *Hofesh Shechter* und *Sharon Eyal* zu den gefragtesten Choreograf_innen unserer Zeit. Die GöteborgsOperans Danskompani präsentiert nun zwei (bild-)starke Arbeiten der beiden einstigen Batsheva-Tänzer_innen als energiegeladenen Doppelabend.

Österreich-Premiere, 23. September 2023, 19.30 Uhr
www.festspielhaus.at

Fotos: S. 54 Blue Hour © Skokanitsch Fotografie, Wecht: ndu.ac.at; S. 55 Rachid Ouramdane © Pascale Cholette; Frenzi Rigling © Alois Mosbacher



Ausstellung

Kunsthalle Krems

Damir Očko Bird's milk and other spirits

Eigens für die Dominikanerkirche Krems hat der Kroatier *Damir Očko* eine Pavillon-Architektur konzipiert. Im Zentrum der Schau steht sein neuer Film *The Dawn Chorus*. Teil der Ausstellung ist außerdem die opulente Installation „Spirits“.

Dominikanerkirche Krems
1. Juli bis 29. Oktober 2023



Festival

Krems

Glatt & Verkehrt

Die 27. Ausgabe des Kremser Festivals für spannende Musikideen aus allen Erdteilen ohne Stil-Grenzen steht diesen Sommer unter dem Motto: Das Lied bleibt.
14. bis 30. Juli 2023, www.glattundverkehrt.at

Konzert/Film

Kino im Kesselhaus

5/8erl in Ehr'n

Konzert
6. Oktober 2023, 20.30 Uhr

Friedrich Cerha

Film und Buchpräsentation
Archiv der Zeitgenossen
12. Oktober 2023, 18.30 Uhr

www.kinoimkesselhaus.at

Haus der Regionen



Irish Fiddler – Eoghan Neff & Joe Love feat. Irish Fire

14. Oktober 2023,
19.30 Uhr
www.volkskulturmoee.at

Trends und Termine

Tagung

Harbacher Orthopädiertage 2023

Diese traditionsreiche Tagung für Orthopädie, Sport- und orthopädische Rehabilitation lädt 2023 zum Wissensaustausch zum Thema „Der Fuß von A-Z“. Die Agenda umfasst dabei sowohl anatomische Grundlagen des Fußes als auch konservative Therapien und Präventionskonzepte. Auch die regenerative versus operative Therapie an der Achillessehne und der optimale Laufschuh werden thematisiert.

22.–23. September 2023, Moorbath Harbach, Österreich
moorheilbad-harbach.at/orthopaedietage

Congress

ESB2023

The 33rd Annual Conference of the European Society for Biomaterials will offer an exciting stage to share the latest solutions and discoveries to treat injured and aging tissues and organs. It aims to promote interactions and collaborations between researchers, educators, clinicians and industry representatives who are interested in biomaterials.

September 4–8, 2023, Davos, Switzerland
esb2023.org

22. Krems Konferenz

Aktuelles in der Neurorehabilitation

Die multimodale und multiprofessionelle Therapie der Fazialisparese (Gesichtslähmung) steht im Fokus der Konferenz. Sie gibt umfassenden und aktuellen Einblick in deren Genese und die Möglichkeiten operativer und konservativer Therapieverfahren zur Rekonstruktion und Behandlung der mimischen Muskulatur. Interaktive Workshops diskutieren das theoretische Wissen und bieten Erfahrungsaustausch.

5. September 2023, Universität für Weiterbildung Krems, Österreich

Ausstellung

Von Genen und Menschen

Diese aktuelle Sonderausstellung des Deutschen Hygiene-Museums Dresden beleuchtet Erkenntnisse der Genforschung aus der Perspektive der Sozial- und Kulturwissenschaften. Wie kritisch müssen wir mit den Errungenschaften der Genforschung und ihren möglichen Konsequenzen umgehen? Ist das technisch Machbare auch das ethisch Vertretbare? Deutsches Hygiene-Museum, Dresden, Deutschland

11. Februar – 10. September 2023

Studie

Schlaganfälle: KI-Tool besser als Notruf

Die auf der Konferenz der Europäischen Schlaganfall-Organisation (ESOC2023) vorgestellte retrospektive Studie stützt sich auf das dänische Schlaganfallregister der Kopenhagener Notfall-Rettungsdienste zwischen 2015 und 2020, darunter mehr als 7.000 Anrufe im Zusammenhang mit Schlaganfällen. Das KI-System erreichte einen Recall (Sensitivität) von 63,0 Prozent und eine Präzision (positiver prädiktiver Wert) von 24,9 Prozent. Im Gegensatz dazu hatten die Notrufabwickler einen Recall von 52,7 Prozent und eine Präzision von 17,1 Prozent.

24. Mai 2023

Bücher



Mobilisation

Wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass zu viel sitzen zur Entstehung einer Vielzahl von Erkrankungen beitragen kann – von Fettleibigkeit und Diabetes über Krebs und Depressionen bis hin zu Erkrankungen am Muskel- und Bewegungsapparat. Sitzen am Arbeitsplatz birgt somit Berufsrisiken. Leser_innen lernen, schädliche Körperhaltungen ausfindig zu machen und zu korrigieren, Rücken-, Nacken- und Schulterschmerzen zu eliminieren und dauerhaft Wirbelsäule und Rumpf korrekt auszurichten. 14 Mobilisationspläne informieren zudem über Grundlagen-Körperarbeit.

Kelly Starrett, Glen Cordoza, Juliet Starrett
Sitzen ist das neue Rauchen
Riva Verlag, 2016



Erstversorgung

Dieses Sachbuch liefert alles Wesentliche für die Erstversorgung von Verletzungen an Muskeln, Sehnen und Bändern in Sport, Freizeit, Training und Physiotherapie. Die in der Ersten Hilfe allseits bekannte PECH-Regel empfiehlt die Schonung, Kühlung, Komprimierung und Hochlagerung von verletztem Gewebe. Die FIT-Regel (Funktion – Information – Therapie) hingegen unterstützt und nutzt die physiologischen Heilungsprozesse des Körpers, statt sie zu unterdrücken. Die Autoren erklären, weshalb wir den physiologischen Reaktionen unseres Körpers vertrauen.

Henk Brils, Jens Brils
Erste Hilfe bei Sportverletzungen
Springer, 2023



Würde

„Achtung, statt Ächtung“, nach diesem Motto kann Personen mit Schizophrenie das Stigma der Ausgrenzung genommen werden. Basis dafür ist – ganz in der Tradition von Viktor Frankl – eine „höhenpsychologische“ Schau ihrer Person. So schwer die Erkrankung ihre Psychophysik auch betrifft, ist ihre dem Logos (Sinn) entsprechende Würde – sogar durch eine Psychose – doch stets unantastbar und unzerstörbar. Am Beispiel des therapeutischen Dialogs mit einem an Schizophrenie Erkrankten wird der Fokus u. a. darauf gelegt, wie aus einer Begegnung zwischenmenschliche Beziehung erwächst.

Thomas Walter Köhler
Ana-Logos
nap, Edition les.arten, 2021

EXZELLENT ABSCHLUSSARBEITEN

EVs und Osteoarthritis

Welche Rolle spielen extrazelluläre Vesikel in autologen Blutprodukten? Die Antwort eröffnet neue Wege in der operativen Behandlung von Osteoarthritis, einer degenerativen Gelenkerkrankung, die nicht nur durch Abnutzung, sondern auch bei Jüngeren nach Sportverletzungen oder Knorpeltraumata auftritt.

Alexander Otahal
Characterisation of Extracellular Vesicles in Differential Blood Products and Cytoprotective Effects in Osteoarthritic Chondrocytes (Dissertation)
Universität für Weiterbildung Krems, 2020

Bewegung und Ernährung

Die Beeinflussung von Entzündungen, Immunfunktionen und molekularen Aspekten der Anpassung bzw. des Umbaus der Skelettmuskulatur sind wichtige Mechanismen, über die Ernährung und Bewegung ihre systemischen Wirkungen und gesundheitlichen Vorteile entfalten.

Oliver Neubauer
Modulating Molecular Networks, Physiological Processes, and Health through Exercise and Nutrition: from Athletes to Older Age Groups (Habilitationsschrift) 2021

Vorschau 3.23

Schwerpunkt: Weiterbildung & Zukunft

Rasanter Wandel, neue Chancen

Die Zukunftsszenarien der Arbeit hüllen die Bilder von Berufen immer öfter in den Nebel des Ungewissen. Wird es den angestrebten Beruf infolge rasanter technologischer Entwicklungen in zehn Jahren noch geben? Machen denn angesichts dieser Unsicherheit bestimmte Ausbildungen noch Sinn? Welchen Stellenwert hat das Lernen, wenn Künstliche Intelligenz bereits alles zu wissen scheint? Warum lebensbegleitende wissenschaftliche Weiterbildung gerade jetzt wichtig ist, wie Weiterbildungskonzepte und Bildungstechnologien Entwicklungen nützen, wie wir in Zukunft lernen und unsere Kompetenzen erweitern werden und wie die Universität für Weiterbildung Krems die Reform der universitären Weiterbildung für eine Weiterentwicklung des Life Long Learnings nützt, erfahren Sie in der kommenden Ausgabe von „upgrade“.



Impressum

upgrade:

Das Magazin für Wissen und Weiterbildung der Universität für Weiterbildung Krems (ISSN 1862-4154)

Herausgeber:

Rektorat der Universität für Weiterbildung Krems

Medieninhaber:

Universität für Weiterbildung Krems
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30, A-3500 Krems
Chefredakteur: Mag. Stefan Sagl
Universität für Weiterbildung Krems
E-Mail: stefan.sagl@donau-uni.ac.at

Verantwortlicher Redakteur:

Dr. Roman Tronner
E-Mail: roman.tronner@donau-uni.ac.at

Autorinnen & Autoren dieser Ausgabe:

Andreas Aichinger, Michaela Endemann, Sabine Fisch, Romana Hödl, Ilse Königstetter, Cathren Landsessel, Karin Pollack, Andreas Leithner, Christian Scherl, Jochen Stadler, Roman Tronner (-rt-)

Layoutkonzept:

ki 36, Sabine Krohberger

Grafik:

buero8, Thomas Kussin

Schlusslektorat:

Josef Weilguni

Fotostrecke:

Idee und Konzept
DLE Kommunikation und Wissenschaftsredaktion
Telefon: +43 (0)2732 893-2599
E-Mail: upgrade@donau-uni.ac.at

Herstellung:

sandlerprint&more
Johann Sandler GesmbH & Co KG,
A-3671 Marbach

Auflage:

17.500

Erscheinungsweise:

vierteljährlich
Ausgabe 3.23 erscheint im Herbst 2023

Disclaimer: Für die Richtigkeit der wiedergegebenen Inhalte und Standpunkte wird keine Gewähr übernommen.



weiterbilden
weiterdenken
weiterwissen
weiterkommen

Die Universität für Weiterbildung Krems ist die führende öffentliche Universität für Weiterbildung in Europa. Mit innovativen Studienprogrammen begleiten wir unsere Studierenden auf ihrem individuellen Karriereweg. 85% unserer Absolvent_innen würden die Universität weiterempfehlen.*

* Quelle: AbsolventInnen-Befragung 2021

info@donau-uni.ac.at | www.donau-uni.ac.at

Universität für
Weiterbildung
Krems

