



Lunghammer – TU Graz

Technik für die Gesundheit

Krankheiten betreffen uns alle – in unterschiedlicher Form und mit unterschiedlichen Folgen. Medizinischer Fortschritt, unterstützt von technischer Forschung, hat Diagnose und Therapie in den vergangenen Jahren wesentlich treffsicherer, schneller und erfolgreicher gemacht.

Birgit Baustädter



Adobe Stock

Schwerpunkte wie die Biomedizinische Technik an der TU Graz zeigen, welchen Stellenwert dieses Thema in der Forschung hat. Hier wird an den Grundlagen genauso geforscht wie an ganz praktischen Diagnose- und Therapiemöglichkeiten. Das Thema „Mensch“ ist ein vielfältiges und wird an der TU Graz so behandelt:

MEDIZINPRODUKTE

Prüfungen diverser Medizinprodukte bietet das Institut für Health Care Engineering bzw. die dort angesiedelte Europa-prüfstelle für Medizinprodukte an. Sie ist die einzige akkreditierte Prüfstelle Europas an einer Universität. Hier werden Tests für Zertifizierungen durchgeführt. Aber natürlich auch Point-of-Care- und Sensortechnologien entwickelt, bewertet und validiert. In der Forschung geht es um die Analyse, Modellierung und Simulation von biophysikalischen, zellbiologischen und gewebe-spezifischen Prozessen sowie neuen technischen Ansätzen in Diagnose und Therapie.

Am Institut für Health Care Engineering, das räumlich mit der Prüfstelle verwoben ist, wird an unterschiedlichen Aspekten der Medizintechnik gearbeitet. Unter anderem an einem „Labor auf einem Chip“. Das Labor ist ein kleiner Chip, und zwar ein Mikroelektroden-Array. „Wir züchten darauf Herzmuskelzellen“, erklärt **Christian Baumgartner**, Leiter des Instituts. „Dieses System ermöglicht nichtinvasive Untersuchungen der Herzaktivität.“ Die Elektroden sind direkt an der Petrischale angebracht, in der die Herzmuskelzellen wachsen. Sie können dann sowohl die Herzzellen stimulieren als auch Daten messen. Die

gezüchteten Herzmuskelzellen bilden in wenigen Tagen eine dichte Zellschicht und sogenannte Schrittmacherzellen, die Signale an ihre Umgebung aussenden. So „schlägt“ das Herz künstlich in der Petrischale und Forschende können diverse Störungen simulieren und untersuchen.

ERKRANKUNGEN DER AORTA

Ausgestattet mit einer Finanzierung aus dem TU Graz-Förderprogramm „Leadprojekte“, untersuchen Gerhard A. Holzapfel (Institut für Biomechanik), Karin Ellermann (Institut für Mechanik) und ihr Forschungsteam die „Mechanik, Modellierung und Simulation von Aortendissektionen“. Bei dieser Erkrankung unserer Hauptschlagader kommt es zu einem Einriss der Aorta. Aus dem Leadprojekt ging bereits ein Start-up hervor, in dem durch Machine-Learning-Ansätze die Diagnose von Aortendissektionen wesentlich erleichtert werden soll. Gerhard A. Holzapfel hat diesen Monat vom Europäischen Forschungsrat einen ERC Synergy Grant in der Höhe von 4,2 Millionen Euro erhalten. In diesem sechsjährigen Projekt werden experimentelle und KI-basierte Methoden entwickelt, die erstmals im Detail den Zusammenhang zwischen Transkriptomik, Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften von weichem biologischem Gewebe zeigen. Übergeordnetes Ziel ist die Entwicklung eines bildgebenden Verfahrens zur nichtinvasiven Untersuchung der Gewebemikrostruktur, was die Diagnose und Behandlung der diastolischen Herzinsuffizienz im klinischen Alltag verbessert. Näheres auf Seite 10.

Zur Arbeit im Leadprojekt

DAS GENOM

Am Institut für Biomedical Informatics wird der Bauplan unseres Körpers untersucht – das menschliche Genom. Es rückte in den vergangenen Jahren vor allem in den Fokus der medizinischen Forschung, um personalisierte Medizin und individuelle Therapien möglich zu machen. Untersucht werden dabei vor allem die



Lunghammer – TU Graz

Gernot Müller-Putz



Lunghammer – TU Graz

Christian Baumgartner

Abschnitte – Gene – , die Proteine kodieren; diese machen aber nur zwei Prozent des menschlichen Genoms aus. Der wesentlich größere Teil sind die sogenannten nicht-kodierende Sequenzen, die definieren, wie unsere Gene ausgeprägt sind. Damit haben diese nicht-codierten Sequenzen auch zentralen Einfluss auf die embryonale Entwicklung. Vor allem diesen Sequenzen widmet sich die Forschung am Institut für Biomedical Informatics, wo unter Zuhilfenahme von Methoden der künstlichen Intelligenz und Big Data am menschlichen Genom geforscht wird. Ein weiteres Forschungsfeld ist die Charakterisierung und Optimierung von Genomen von Mikroorganismen, die für die Herstellung von Biotherapeutika von großer Bedeutung sind. Dies erfolgt auch im Zusammenhang mit dem kürzlich gestarteten Leadprojekt "DigiBioTech".

MENSCHLICHE SPRACHE

Barbara Schuppler arbeitet mit Kindern und Jugendlichen, die aufgrund unterschiedlicher Sprachbeeinträchtigungen Probleme im Schulalltag haben. Sie untersucht mit ihrem Team am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation speziell die menschliche Sprache, ihre Besonderheiten und Strukturen, wie menschliche Dialoge funktionieren, wie sehr sich Gesprächspartner*innen aneinander anpassen und wie dieses Verhalten modelliert werden kann. So schafft sie wichtige Daten für weitere Forschung: „Wir haben die größte Datenbank Österreichs zu spontansprachlichen Dialogen geschaffen. Anhand dieser Daten können wir analysieren, welche Eigenschaften spontane Sprache hat. Etwa wann die Dialogbeteiligten wissen, wann sie reden können, wie sie Zustimmung signalisieren und wie sich die Aussprache, Intonation und Rhythmik der Sprache verändern, zum Beispiel durch Demenz.“ So schafft sie die Grundlagen für die Verbesserung von Spracherkennungssystemen, die wieder unter anderem in medizinischen Hilffsystemen eingesetzt werden.

WIEDER BEWEGEN

Je nach Lage einer Rückenmarksverletzung haben betroffene Menschen unterschiedliche Einschränkungen im Alltag zu meistern. **Gernot Müller-Putz** und sein Team am Institut für Neurotechnologie möchten diesen Menschen das Leben erleichtern und zum Teil Kommunikation überhaupt erst möglich machen. >

Bisher spezialisierten sich die Forschungsbemühungen vor allem auf nichtinvasive Messungen der Gehirnströme mittels EEG-Haube. Das EEG misst die elektrischen Impulse, die die Neuronen im Gehirn aussenden, ein Computer dekodiert sie und schickt die verstandenen Befehle an einen Roboterarm, ein Computerprogramm oder etwa ein Exoskelett. So können Proband*innen externe Prothesen bewegen, Muskeln benutzen, die über das Rückenmark nicht mehr angesteuert werden können, oder Wörter auf den Computerbildschirm „denken“. „Unsere größte Herausforderung ist es, die richtigen Potenziale in den Gehirnströmen der richtigen Bewegung zuzuordnen“, erklärt Müller-Putz. Aber auch die Proband*innen müssen sich mit der Nutzung der Maschine erst einmal vertraut machen.

Seit gut zwei Jahren geht das Team zusätzlich in Richtung implantierbarer Systeme und beteiligt sich an der Entwicklung eines völlig neuartigen Chips, der direkt ins Gehirn eingesetzt wird. „Der große Vorteil ist, dass die Signale wesentlich klarer sind als die einer EEG-Haube“, erklärt Müller-Putz. Mit dem System möchte er zum Beispiel Menschen mit einem Locked-in-Syndrom oder Personen, die im Wachkoma liegen, die Kommunikation neu ermöglichen.



Podcast mit
Gernot Müller-Putz

CYBATHLON

Im internationalen Studierendenwettbewerb Cyathlon treten Studierendenteams gegeneinander in unterschiedlichen Disziplinen rund um Brain-Computer-Interfaces an. Die Studierenden des Teams Mirage 91 der TU Graz nehmen regelmäßig daran teil, entwickeln Systeme, trainieren gemeinsam mit Pilot*innen und optimieren die Steuerung dann auf Basis des Trainings. Beim Bewerb selbst müssen die Pilot*innen – Personen mit Querschnittlähmung – via EEG-Messung ein Computerspiel schnellstmöglich durchlaufen. Die Herausforderung sei dabei vor allem, dass das System zu einem vorgegebenen Zeitpunkt auf vorgegebene Weise funktionieren muss, erklärt Gernot Müller-Putz. Aber auch die mentale Verfassung von Pilot*innen wirkt sich aus: „Diese Personen sind vor einem großen Publikum verständlicherweise aufgeregt. Das beeinflusst die Hirnsignale natürlich sehr.“

Martin Uecker



MRT VERBESSERN

Martin Uecker und sein Team am Institut für Biomedical Imaging untersuchen, wie Aufnahmen und Messungen von Magnetresonanztomografen optimiert werden können. MRT-Untersuchungen dauern aufgrund ihrer Bildgebungsweise verhältnismäßig lange, kommen aber im Gegensatz etwa zur Computertomografie, die wesentlich schneller Bilder liefert, ohne ionisierte Strahlung aus. Die Länge der Untersuchung in einer relativ engen Röhre kann für manche Menschen unangenehm sein, ist aber notwendig, da bei einer MRT-Untersuchung viele einzelne Messungen vorgenommen werden, aus denen anschließend ein sehr genaues Gesamtbild zusammengesetzt wird.

Eine Möglichkeit, diese Untersuchungen zu verbessern, sind neue numerische Algorithmen für die Bildrekonstruktion. Sie können aus wesentlich weniger Daten – also wesentlich weniger einzelnen Messungen – akkurate Bilder erstellen. Einige aktuelle Ansätze beruhen auf maschinellem Lernen und brauchen daher für das Training perfekte MRT-Bilder. „Perfekte Daten sind aber schwer zu bekommen“, beschreibt Martin Uecker. „Insbesondere von bewegten Organen, wie dem schlagenden Herzen.“ Am Institut erforscht man nun Möglichkeiten, die für die Algorithmen benötigten neuronalen Netzwerke aus den Daten selber und ohne perfekte Bilder zu trainieren.

Daneben ist das Institut sehr vielfältig in der Verbesserung von MRT-Untersuchungen engagiert. Etwa an der Entwicklung von quantitativen Bildgebungsbiomarkern, wie zum Beispiel auf Basis des Chemical Exchange Saturation Transfer (CEST) Effekts, oder an der Niedrigfeld-MRT.

A portable, small
open-source MRI scanner





Christian Adams

GESUNDHEIT UND LÄRM

Christian Adams wiederum hat sich am Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik auf unsere Ohren spezialisiert, genauer gesagt auf die Wahrnehmung von Lärm und dessen Auswirkungen auf unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden. Lärm kann nämlich Krankheiten auslösen. Ausgestattet mit einer BMK-Stiftungsprofessur zur Lärmwirkungsforschung ist der Forscher in Kooperation mit Unternehmen dabei, eine Kompetenzstelle für Verkehrslärm und Gesundheit aufzubauen, die nicht nur eine intelligente Lärmkarte entwickeln, sondern auch technische Lösungen erforschen soll, die Lärm überhaupt verhindern. „Wichtigster Schritt ist es nämlich, den Lärm direkt an der Quelle zu beherrschen. Das muss unser erstes Ziel sein“, erklärt Adams. „In einem zweiten Schritt müssen wir den Lärm, der sich nicht verhindern lässt, an seiner Ausbreitung hindern. Etwa durch Lärmschutzmaßnahmen, die wir entweder verbessern wollen oder gänzlich neu entwickeln.“

MEDIKAMENTE

Ein wichtiger Teil der Behandlung von Krankheiten ist die Gabe von Medikamenten. TU Graz-Chemiker Rolf Breinbauer und sein Team engagieren sich in diesem Bereich. Sie entwickeln unter anderem Wirkstoffe, die den Fettsäurespiegel im Blut reduzieren. Dieser ist nämlich unter anderem für Typ-II-Diabetes mitverantwortlich, die nichtalkoholische Fettleber und einige Herzerkrankungen. Zentral ist dabei das Enzym ATGL (Adipozyten-Triglycerid-Lipase), das Fettsäuren im Blut freisetzt. Gemeinsam mit Forschenden der Uni Graz hat Breinbauer den Wirkstoff Atglistatin entwickelt, der das Enzym blockiert, aber keine anderen Vorgänge im Körper stört.

RCPE

Das an der TU Graz angesiedelte Kompetenzzentrum RCPE (Research Center Pharmaceutical Engineering) entwickelt gemeinsam mit dem eng verwobenen Institut für Prozess- und Partikeltechnik und in einer eigenen Pilotfabrik neue Methoden der Medikamentenerzeugung.

[Link
zum RCPE](#)

NEUE PROJEKTE

Ansprechpersonen und an der Forschung rund um die biomedizinische Technik engagierte Personen finden Sie auf der Website des Field of Expertise „Human & Biotechnology“ der TU Graz. ■

[Human & Biotechnology
an der TU Graz](#)



Alle Bilder von: Lunghammer – TU Graz