Hearing 4all

Der Exzellenzcluster im Auditory Valley

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Medizinische Hochschule Hannover

Leibniz Universität Hannover

Hearing4all

Die Zukunft des Hörens

www.hearing4all.de

© Alila Medical Media/Shutterstock.com

Hearing4all
Der Exzellenzcluster im Auditory Valley

Beinahe jeder fünfte Deutsche hat einen behandlungsbedürftigen Hörverlust – mit steigender Tendenz aufgrund des demographischen Wandels. Bei den über 65-jährigen hört sogar jeder Zweite schlecht: Der Bedarf an genaueren Diagnosemethoden und individuell angepassten Hörhilfen nimmt zu. Der Exzellenzcluster Hearing4all kombiniert Grundlagen- und angewandte Forschung und strebt einen Durchbruch in der Hörforschung und Hörrehabilitation an. Bei der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder konnte er sich mit diesem Konzept durchsetzen und wird seit 2012 umfangreich durch die DFG gefördert.

Der Cluster baut auf den komplementären Kompetenzen der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (UOL) und der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) auf, die zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen der Audiologie und Hörforschung zählen und seit langem sehr erfolgreich kooperieren: Die UOL steht für Grundlagenforschung und die Hörunterstützung für Patienten mit leichtem bis mittelgradigem Hörverlust, die üblicherweise mit konventionellen Hörgeräten versorgt werden oder von Consumer Electronic-Produkten gehörgerecht unterstützt werden sollen. Die MHH ist auf die Versorgung von Patienten spezialisiert, die unter einem mittelgradigen bis vollständigen Hörverlust leiden und die mit Cochlea-Implantaten oder anderen implantierbaren Hörsystemen behandelt werden.

© Alex Luengo/Shutterstock.com

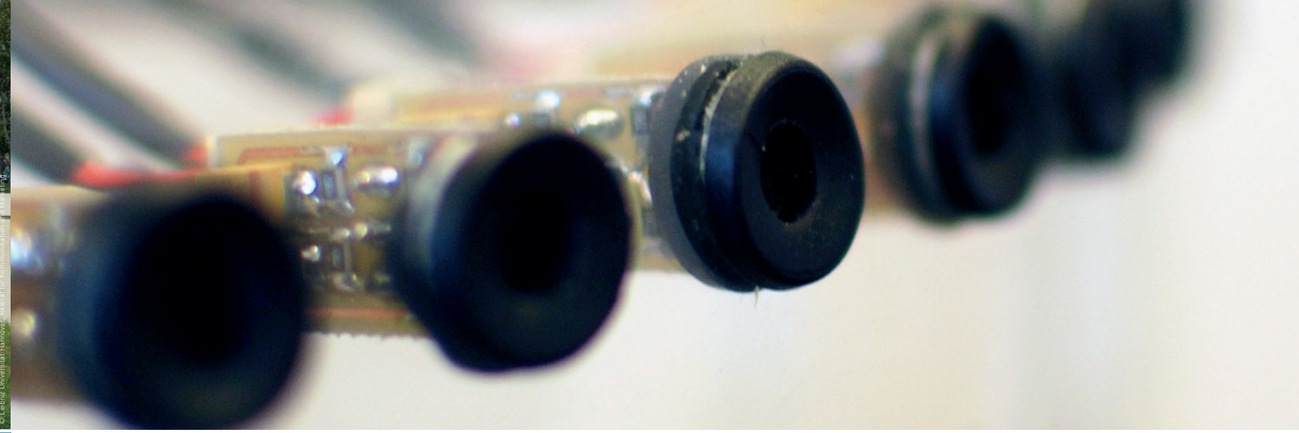
Zusammen mit der Leibniz-Universität Hannover als Partner für Ingenieurwissenschaften und Technologieentwicklung und weiteren führenden Forschungsinstitutionen und Firmen ist im Nordwesten Deutschlands eine weltweit einzigartige Forschungslandschaft rund um das Thema Hören entstanden – das „Auditory Valley". Dieses Netzwerk von öffentlichen und privaten Partnern deckt die komplette Wertschöpfungskette von Grundlagen- und klinischer Forschung bis hin zur Entwicklung von Medizinprodukten im Bereich Hörsysteme und Audiotechnologie ab.

AUDITORY VALLEY
ZUKUNFT HÖREN

Das Ziel des Exzellenzclusters ist buchstäblich das Hören für alle. Das bedeutet vor allem bessere Kommunikation für jeden einzelnen – für jeden Grad der Höreinschränkung und in jeder Hörsituation. Durch eine Verbesserung der individuellen Hördiagnostik und der entsprechend angepassten Versorgung mit persönlichen Hörhilfen wollen die Wissenschaftler* die Kommunikation für die Betroffenen entscheidend verbessern - sei es bei der Arbeit, im Straßenverkehr oder zu Hause. Dazu werden innovative Konzepte für Hörgeräte und Hörimplantate ebenso entwickelt wie assistive Technologie für jedermann - also das „Hörgerät" in jedem Smartphone, Fernseher oder Autoradio.

Forschung im Exzellenzcluster Hearing4all

*Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in den Texten nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich immer mit eingeschlossen.



Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Die Universität Oldenburg steht seit mehr als 20 Jahren für Grundlagenforschung rund um das Thema Hören auf Weltniveau. Die Schwerpunkte liegen auf Hörgeräten und Hörrehabilitation. Die Brücke von der Forschung zur Industrie und Medizin schlagen das Hörzentrum Oldenburg, die HörTech gGmbH und eine Fraunhofer-Projektgruppe - mit großem Erfolg: mittlerweile enthalten 4 von 5 Hörgeräten weltweit "ein Stück Oldenburg" - u.a. gewürdigt durch den Deutschen Zukunftspreis 2012.

Medizinische Hochschule Hannover

Die MHH verfügt über eines der weltweit führenden Kompetenzzentren im Bereich der Hörimplantate mit jährlich ca. 500 CI-Implantationen in der HNO-Klinik. In enger Kooperation mit den Herstellern werden neue Implantatkonzepte und Implantationstechniken entwickelt. In enger Kooperation mit den Kliniken für Neurochirurgie, Neurologie, Nuklearmedizin und der Neuroradiologie umfasst die Hörforschung auch die zentrale Verarbeitung sowie die funktionelle bildgebende Diagnostik.

Leibniz Universität Hannover

Die Leibniz Universität Hannover entwickelt neue technische Lösungen für Hördiagnostik und Hörimplantate der Zukunft: In der Materialforschung wird die Bioverträglichkeit insbesondere von Implantatmaterialien verbessert, die Quantenoptik erforscht neue Methoden zur Laserstimulation von (Hör-)Nerven, und in der Mikroelektronik werden neue Chips für Hörgeräte und Implantate mit minimalen Raum- und elektrischen Leistungsanforderungen entwickelt.

Partner

Jade-Hochschule (Hörtechnik und Audiologie)
www.jade-hs.de

HörTech gGmbH
www.hoertech.de

Fraunhofer IDMT – Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audiotechnologie
www.idmt.fraunhofer.de

Deutsches Hörzentrum Hannover GbR
www.hoerzentrum-hannover.de

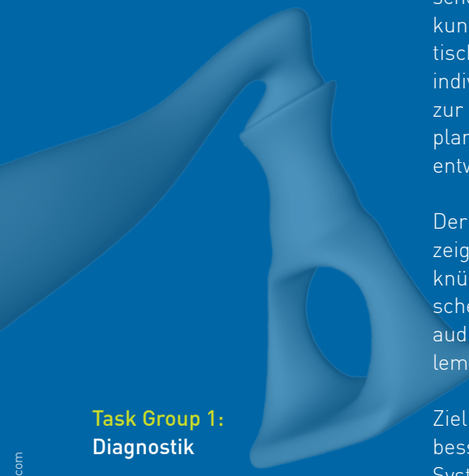
Hörzentrum Oldenburg GmbH
www.hoerzentrum-oldenburg.de

Laser Zentrum Hannover e.V.
www.lzh.de

Hanse-Wissenschaftskolleg, Institute for Advanced Study
www.h-w-k.de

Forschungsfeld A

Bessere Diagnostik für bessere individuelle Behandlung



Mit modernen Methoden technischer Hörunterstützung kann Menschen mit nahezu allen Arten von Schwerhörigkeit heute bereits wirkungsvoll geholfen werden. Allerdings erlauben die heutigen diagnostischen Methoden in vielen Fällen nicht, Ursache und Mechanismen der individuellen Hörstörungen exakt zu ermitteln. Somit sind Aussagen zur Prognose des Rehabilitationserfolges mit Hörgeräten und Hörimplantaten, Aussagen zum weiteren Verlauf der Schwerhörigkeit sowie entwicklungsspezifische Therapieformen häufig nicht möglich.

Der Exzellenzcluster Hearing4all setzt genau dort an, um die aufgezeigten Lücken in Diagnostik und Therapie zu schließen. Durch Verknüpfung von Grundlagenforschung auf biologischer und psychologischer Seite mit der Entwicklung geeigneter technischer Tools und der audiologischen Forschung auf der klinischen Seite können die Problemstellungen auf verschiedenen Ebenen angegangen werden.

Task Group 1:
Diagnostik

Ziel der Task Group 1 ist die Entwicklung neuer Diagnosemethoden zur besseren Erfassung der Pathophysiologie des peripheren auditorischen Systems. Hierzu werden Tiermodelle mit invasiver und nicht invasiver Hördiagnostik am Menschen kombiniert und spezielle Diagnosetools entwickelt: Spektroskopische, biochemische und elektrophysiologische Tests des Innenohrs sowie psychoakustische und kognitive Tests.

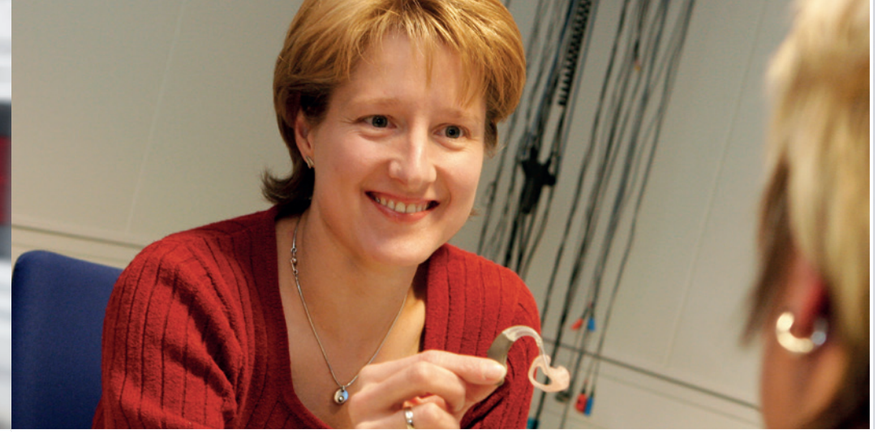
Task Group 2:
Audioneurotechnologie und Theragnostik

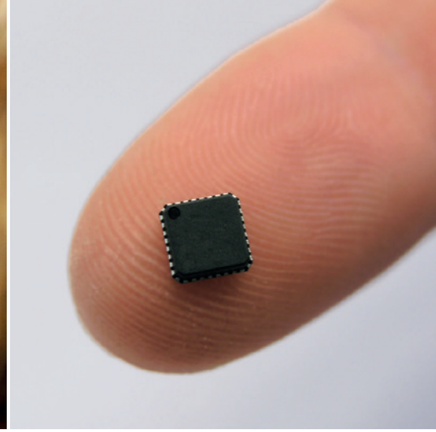
Ziel von Task Group 2 ist die Entwicklung verbesserter Hörimplantate zur optimierten mechanischen, elektrischen und optischen Stimulation des Innenohres. Durch Integration sensorischer Elemente können die Aktuatoren auch als Sensoren Verwendung finden („theragnostische Implantate"). Sie ermöglichen eine genaue funktionelle Charakterisierung des peripheren auditorischen Systems und erlauben eine fortlaufende Anpassung der Stimulationsstrategien an Veränderungen des Hörvermögens.

Task Group 3:
Funktionelle Charakterisierung des Individuums

Task Group 3 entwickelt ein Individuelles Patientenprofil: durch die Verbindung der diagnostischen Ergebnisse auf der Ebene des peripheren auditorischen Systems mit zusätzlichen Parametern des zentralen auditorischen Systems wird ein Vorhersagemodell entwickelt, das eine genaue Prognose des Nutzens der Hörhilfenversorgung erlaubt, die individuelle Anpassung der ausgewählten Hörhilfe ermöglicht sowie eine Prognose zum Verlauf von Hörverlust und seiner Kompensation ermöglicht.

© Creations/Shutterstock.com





Forschungsfeld B
Bessere Hörhilfen

Die Arbeiten in diesem Forschungsfeld zielen darauf ab, die in der Grundlagenforschung gewonnenen Erkenntnisse in neue technische Lösungen zur Verbesserung der Hörunterstützung bei schwerhörigen Patienten umzusetzen. Dies erfordert ein enges Zusammenspiel von Naturwissenschaftlern, Ingenieuren und Klinikern. Die Umsetzung von diagnostischen Erkenntnissen in eine bessere, individuelle Behandlung eines Patienten wird erst durch das Zusammenspiel von Diagnostik, Signalverarbeitung, technischer Algorithmenentwicklung und Psychoakustik möglich.

Mit Hilfe der in der Diagnostik entwickelten quantitativen Analyse des geschädigten Gehörs werden nun im Bereich Hörgeräte und CI die Signalverarbeitungsalgorithmen weiterentwickelt und verbessert. Dies geschieht auf verschiedenen Ebenen: „Upgrades" vorhandener Verarbeitungsschemata durch Implementierung neu entwickelter Modelle, verbesserte Anpassung der vorhandenen Algorithmen aufgrund verbesserter individueller Charakterisierung des Patienten sowie Entwicklung neuer Hardware, die die hochkomplexen Algorithmen in Echtzeit und mit minimaler elektrischer Leistung umsetzen können.

© Alex Luengo/Shutterstock.com

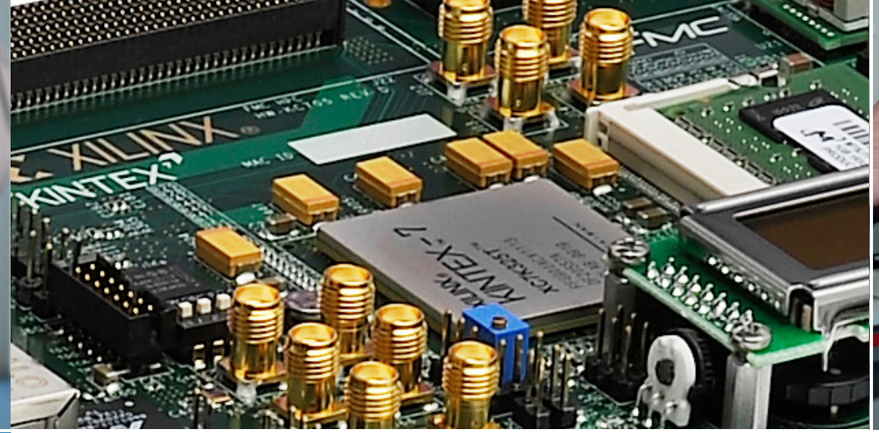
Task Group 4: Algorithmen für Hörhilfen

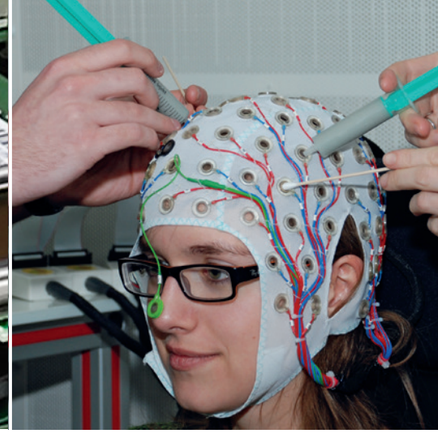
In Task Group 4 werden zukunftsweisende Signalverarbeitungsmethoden entwickelt, die den rehabilitativen Nutzen von Hörhilfen verbessern. Konkret werden ein- und mehrkanalige Verfahren zur Störgeräuschunterdrückung, zur Feedback-Kontrolle sowie zur Dynamikkompression untersucht, insbesondere auch Verfahren der zweiohrigen (binauralen) Signalverarbeitung. Die Signalverarbeitungsstrategien werden für die spezifischen Anwendungsbereiche (Hörgerät, persönliches Hörsystem, Cochlea-Implantat, zentralauditorisches Implantat) optimiert, sowohl auf herkömmlicher als auch auf dedizierter Signalprozessor-Hardware implementiert und mit schwerhörenden Probanden evaluiert.

Task Group 5: Personalisierte Hörhilfen

Das Ziel von Task Group 5 ist die optimale, individuelle Versorgung mit einer Hörhilfe, die exakt angepasst ist an die Bedürfnisse des Benutzers und ihm optimale Hörunterstützung bietet. Dies umfasst einerseits die Auswahl der besten Art der Versorgung (Hörgerät, CI, usw.) und andererseits die individuelle Anpassung der Signalverarbeitung an die spezifischen Eigenschaften des Benutzers. Ein konkretes Beispiel ist die patientenspezifische Anpassung der elektrischen Stimulationsmuster von Cochlea-Implantaten an die elektrische Stromausbreitung in der Cochlea, die von Patient zu Patient unterschiedlich ist. Mittels dieser Personalisierung der Signalverarbeitung kann das Hörvermögen der Benutzer entscheidend verbessert werden.

© Fraunhofer IDMT





Forschungsfeld C
Grundlagenforschung für Assistive Audiotechnologie

Der Exzellenzcluster Hearing4all richtet sich neben der mittelgradig bis schwerhörenden Bevölkerung auch an leichtgradig schwerhörende und normalhörende Menschen. Dazu entwickeln wir die Grundlagen neuer assistiver Technologien, die es gehörgeschädigten und normalhörenden Personen ermöglichen, insbesondere in sehr komplexen akustischen Situationen gut und richtig zu hören.

Um das „Hören für alle" Wirklichkeit werden zu lassen, wird hier besonders der Teil der Bevölkerung berücksichtigt, der einen altersentsprechend zunehmenden Hörverlust hat, der aber noch nicht diagnostiziert ist (die sogenannte subklinische Gruppe der Betroffenen). Ein möglicherweise beginnender Hörverlust kann frühzeitig aufgefangen werden, indem die Technologie, die ursprünglich im Bereich technischer Hörhilfen entwickelt wurde, in konventionelle Unterhaltungselektronik (Mobiltelefone, Videokonferenzsysteme, Fernsehgeräte) eingebaut wird. Dadurch wird den Betroffenen bereits ein gewisses Maß an akustischer Behandlung zuteil, bevor die peripheren Hörstörungen auf die zentrale auditorische Verarbeitung übergreifen können. Da hier meist keine klinischen Daten vorliegen, müssen andere Ansätze wie zum Beispiel ein persönlicher Präferenzkatalog verfolgt werden, um auch hier die bestmögliche individuelle Anpassung an die Bedürfnisse und Wünsche des Benutzers sicherzustellen.

© Alex Luengo/Shutterstock.com

Task Group 6: Hörunterstützung für die subklinische Bevölkerung

Das Ziel von Task Group 6 ist es, Hörunterstützung für den Teil der Bevölkerung zu entwickeln, der noch keinen medizinisch diagnostizierten Hörverlust hat, aber bereits stark von Hörunterstützung in alltäglichen Situationen profitieren könnte, z.B. bei Telefongesprächen in lautem Straßenverkehr, Kommunikation im fahrenden Auto, Multimedia-Darbietungen oder beim Fernsehen. Dazu werden in dieser Task Group sowohl neuartige Verfahren zur akustischen Szenenanalyse und Störgeräuschreduktion als auch deren personalisierte Anpassung und Echtzeitimplementierung auf Hardware-Plattformen erforscht.

Task Group 7: Brain-Computer Interface für Hörhilfen

Das Ziel dieser Task Group ist die Entwicklung eines akustischen Brain-Computer-Interface (BCI) zur Steuerung von Hörhilfen. Dazu ist es notwendig, die nichtinvasive Ableitung hirnelektrischer Aktivität mit der Elektroenzephalographie (EEG) zu miniaturisieren und soweit zu entwickeln, dass dies robust und nahezu unsichtbar in Alltagssituationen möglich ist. Erste Entwicklungen unserer Forschung erlauben es bereits, die EEG-Aktivität außerhalb des Labors mithilfe von Smartphones und kabelloser Übertragung aufzuzeichnen. Ein weiteres Ziel ist es, die hirnelektrischen Korrelate der Höranstrengung zu identifizieren, so dass diese Information der Hörhilfe im Sinne eines closed-loop-Systems zurückgemeldet werden kann.

Nachwuchsförderung
Joint Research Academy

Die „Joint Research Academy in Biomedical Engineering and Science of Hearing and Sensory Systems" (JRA) begleitet Nachwuchswissenschaftler auf ihrem gesamten Karriereweg vom ersten akademischen Abschluss bis hin zur Professur oder zur Industrieanstellung. Sie vereinigt die an den beteiligten Universitäten angebotenen Graduiertenprogramme und bietet den Studenten die Möglichkeit, einen Doktortitel in den Naturwissenschaften, den Ingenieurwissenschaften oder einen kombinierten medizinisch-naturwissenschaftlichen Doktortitel anzustreben.

Darüber hinaus werden neue PhD- und Postdoc-Programme entwickelt, die den Anforderungen dieses vielschichtigen, interdisziplinären Forschungsfeldes gerecht werden. Einmal im Jahr richtet die JRA eine Hearing4all-Sommerschule aus, die sich an alle Nachwuchswissenschaftler im Exzellenzcluster und in dessen Umfeld richtet. Auf der Sommerschule haben diese Wissenschaftler Gelegenheit, ihre eigenen Projekte vorzustellen, andere Projekte kennenzulernen und Kontakte zu knüpfen.

Kurse mit international ausgewiesenen externen Gästen bieten die Chance, Wissen zu vertiefen und über den eigenen Tellerrand hinauszuschauen. Ebenso wird dem Nachwuchs die Möglichkeit geboten, eigene Wünsche und Ansprüche an das Programm zu äußern und aktiv an der Gestaltung der Kurse teilzuhaben.

Ein weiteres besonderes Element der Nachwuchsförderung ist die Unterstützung der Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Stellvertretend seien hier nur Beteiligungen an Kinderkrippenplätzen und ein speziell zugeschnittenes Frauen-Mentoring-Programm genannt. Bei der Rekrutierung von exzellenten Nachwuchskräften im Cluster wurde ein spezieller Fokus auf Gleichstellung gelegt. So ist der Frauenanteil in allen Nachwuchsgruppen bei ca. 50% .

© Neyro/Shutterstock.com

Trapp/ Fraunhofer IDMT

Brücke zur Industrie
Translational Research Centre

Das Translational Research Center (TRC) koordiniert die Vermarktung der Forschungsergebnisse und Erkenntnisse in die Industrie mit dem Ziel, diese in neue Produkte und Dienstleistungen einfließen zu lassen. Es unterstützt die Wissenschaftler bei der Identifizierung schutzrechtswürdiger Ergebnisse, vermittelt zwischen den verschiedenen Stakeholdern (Wissenschaftler, Gremien und Transferstellen der Universitäten) und unterstützt diese bei der Vertragsgestaltung mit der Industrie. Das TRC entwickelt Strukturen, die den Umgang mit IP und Patenten innerhalb des Exzellenzclusters regeln. Dies beinhaltet Patentforschung und die eigentliche Patentierung. Hierbei wird besondere Rücksicht auf die Gegebenheiten an den jeweiligen Standorten genommen.

Ferner initiiert das TRC industriefinanzierte Auftragsforschungsprojekte, die an die im Exzellenzcluster gewonnenen Ergebnisse anknüpfen, um diese produktspezifisch weiterzuentwickeln.

© Denphumi/Shutterstock.com

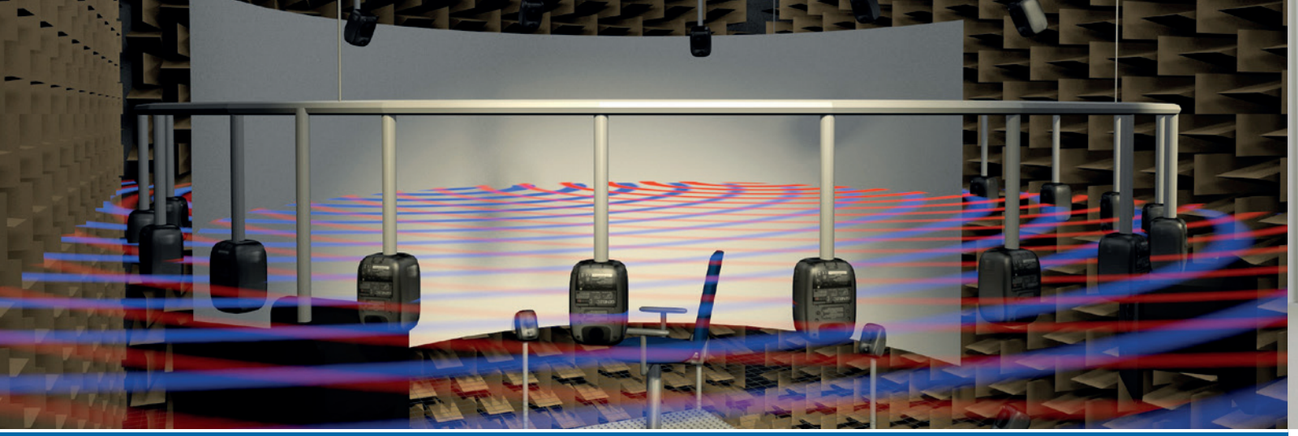
Außenwirkung

Im Rahmen des Corporate Design stellt das TRC Instrumente bereit, die einen einheitlichen Auftritt ermöglichen und einen hohen Wiedererkennungswert des Exzellenzclusters unterstützen. Das TRC organisiert auch die Teilnahme an nationalen und internationalen Kongressen. So präsentiert sich Hearing4all wiederholt bei der Hannover Messe, bei der EFAS, der EUHA sowie der SfN und DGA. Weiterhin haben wir uns an der „Wissenswerte beteiligt. 2014 trat Hearing4all als Ko-Ausrichter der DGA, DAGA sowie der BMT auf.

Auditory Valley

Translation ist auch ein zentraler Grundgedanke der drei Foren des Auditory Valleys. Die Foren Business, Versorgung und Partner & Friends bieten sowohl Fachleuten als auch der interessierten Öffentlichkeit einen Zugang zum Wissenstransfer.

In Zusammenarbeit mit dem Auditory Valley wurde der Newsletter „Click" etabliert, der halbjährlich über Aktivitäten im und um den Exzellenzcluster berichtet und einen großen Verteilerkreis aus Politik, Wirtschaft und allgemeiner Öffentlichkeit bedient.



© Trapp/ Fraunhofer IDMT

© Li Wa/Shutterstock.com

Zahlen, Daten, Fakten

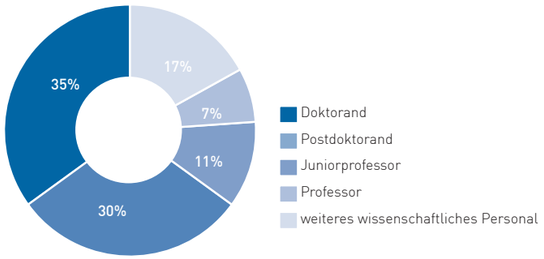
Central Management

Der Exzellenzcluster Hearing4all wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit insgesamt 28 Mio. Euro über fünf Jahre gefördert. Unter anderem wurden vier neue W2-Professuren neu eingerichtet, deren Ausrichtung gezielt auf die Belange des Exzellenzclusters zugeschnitten ist. In Oldenburg sind dies je eine Professur zu den Themen Kommunikationsakustik und Machine Learning, in Hannover je eine Professur zu den Themen Biomaterial Engineering und Experimentelle Audiologische Diagnostik. Zusätzlich wurden zehn W1-Nachwuchsgruppen eingerichtet, deren thematische Bandbreite den gesamten Exzellenzcluster abdeckt.

Weiterhin werden mehrere technische Großgeräte und Labors im Rahmen des Exzellenzclusters neu eingerichtet, u.a. ein MRT, ein 3D-Virtual-Reality-Raum und ein GPU-Rechencluster an der Universität Oldenburg; ein NIRS, ein StED-Mikroskop am Standort Hannover sowie mehrere EEG-Labore an beiden Standorten. Diese hochmoderne Ausstattung erweitert die vorhandenen Kapazitäten deutlich, so dass vorhandene Methoden und Techniken ausgebaut, aber auch vollkommen neue Verfahren der Diagnostik eingesetzt werden können.

Die Anzahl der direkt geförderten Mitglieder des Clusters ist seit dem Beginn auf über 60 angestiegen, darüber hinaus sind weitere 110 Wissenschaftler beteiligt - ein Erfolg, der die Strahlkraft des Clusters über die Grenzen der Kernprojekte hinweg dokumentiert. Diese Ausstrahlung zeigt sich auch auf den alljährlichen Hearing4all-Herbstsymposien, die wechselseitig an beiden Standorten ausgerichtet werden und dabei über 200 Wissenschaftler aus aller Welt anziehen.

Ein detaillierter Blick auf die Mitgliederzahlen zeigt außerdem, dass die Gruppen der Doktoranden und der Postdocs jeweils ca. ein Drittel ausmachen. Auch hier wird einmal mehr deutlich: die Nachwuchsförderung liegt uns am Herzen.



© David Arts/Shutterstock.com

Beteiligte Personen / Institute

Clustersprecher

Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier

stellv. Sprecher

Prof. Prof. h.c. Dr. Thomas Lenarz

Forschungsfeld A: Bessere Diagnostik für bessere individuelle Behandlung
Prof. Prof. h.c. Dr. Thomas Lenarz, Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier
TG 1: Diagnostik
Prof. Dr. Georg Klump, Prof. Prof. h.c. Dr. Thomas Lenarz
TG 2: Audioneurotechnologie and Theragnostik
Prof. Dr. Andrej Kral, Prof. Dr. Jochem Rieger
TG 3: Funktionelle Charakterisierung des Individuums
Prof. Dr. Christiane Thiel, Prof. Dr. Reinhard Dengler

Forschungsfeld B: Bessere Hörhilfen
Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier, Prof. Dr. Wolfgang Ertmer
TG 4: Algorithmen für Hörhilfen
Prof. Dr. Volker Hohmann, Prof. Dr. Andreas Büchner
TG 5: Personalisierte Hörhilfen
Prof. Dr. Andreas Büchner, Prof. Dr. Esther Ruigendijk

Forschungsfeld C: Grundlagenforschung für assistive Audiotechnologie
Prof. Dr. Simon Doclo, Prof. Dr. Andreas Büchner
TG 6: Hörunterstützung für die subklinische Bevölkerung
Prof. Dr. Simon Doclo, Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier
TG 7: Brain-Computer-Interface für Hörhilfen
Prof. Dr. Stefan Debener, Prof. Dr. Reinhard Dengler

Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg

Department für Medizinische Physik und Akustik
Prof. Dr. Simon Doclo
Prof. Dr. Volker Hohmann
Jun.-Prof. Dr. Tim Jürgens
Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier
Prof. Dr. Jörg Lücke
Prof. Dr. Steven van de Par
Jun.-Prof. Dr. Sarah Verhulst
Dr. Bernd Meyer

Department für Neurowissenschaften
Jun.-Prof. Dr. Jannis Hildebrandt
Prof. Dr. Georg Klump
Prof. Dr. Christine Köppl
Prof. Dr. Jutta Kretzberg
Prof. Dr. Hans-Gerd Nothwang

Institut für Niederlandistik
Prof. Dr. Esther Ruigendijk

Department für Psychologie
Jun.-Prof. Dr. Alexandra Bendixen
Prof. Dr. Hans Colonius
Prof. Dr. Stefan Debener
Prof. Dr. Christoph Herrmann
Prof. Dr. Christiane Thiel
Prof. Dr. Jochem Rieger

Medizinische Hochschule Hannover

Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Prof. Dr. Andreas Büchner
Prof. Dr. Theodor Doll
Prof. Dr. Dr. Andrej Kral
Jun.-Prof. Dr. Simone Kurt
Prof. Prof. h.c. Dr. Thomas Lenarz
Prof. Dr. Hannes Maier
PD Dr. Omid Majdani
Jun.-Prof. Dr. Waldo Nogueira
PD Dr. Athanasia Warnecke

Klinik für Neurochirurgie
Prof. Dr. Joachim K. Krauss

Klinik für Neurologie
Prof. Dr. Reinhard Dengler
Jun.-Prof. Dr. Pascale Sandmann

Klinik für Nuklearmedizin
Prof. Dr. Georg Berding

Leibniz-Universität Hannover

Institut für Anorganische Chemie
Prof. Dr. Peter Behrens

Institut für Mikroelektronik
Prof. Dr. Holger Blume
Jun.-Prof. Dr. Guillermo Payá Vayá

Institut für Quantenoptik
Prof. Dr. Uwe Morgner
Prof. Dr. Wolfgang Ertmer

Hearing 4all

Kontakt:

Exzellenzcluster Hearing4all
Geschäftsstelle
c/o Universität Oldenburg
D-26111 Oldenburg
+49 (0)441 798-3252
gst@hearing4all.de

www.hearing4all.de

published by
HörTech gGmbH
Marie-Curie-Str. 2
D-26129 Oldenburg
Germany

www.hoertech.de

© Alila Medical Media/Shutterstock.com