



Sprachtestverfahren: der Oldenburger Satztest.
Language test: Oldenburg's "Sentence Test"
is performed.

„Forschung und noch mal Forschung“

Eisberg- oder Eisbärsalat? Das menschliche Gehör mitsamt seinen Tücken fasziniert den Oldenburger Hörforscher Birger Kollmeier. Er ist Sprecher des Exzellenzclusterantrags „Hearing4all“, über den im Juni 2012 in der Endrunde entschieden wird. Ein Gespräch mit Kollmeier über intelligente Hörgeräte, Nachwuchsförderung im projektierten Cluster und die Suche nach Mitteln, dem Phänomen der Schwerhörigkeit wissenschaftlich wie technologisch beizukommen.

EINBLICKE: Herr Kollmeier, was ist so faszinierend am menschlichen Ohr?

KOLLMEIER: Dass es an der Grenze des physikalisch Machbaren funktioniert. Wir können kleinste Auslenkungen von dem Zehnfachen eines Atomdurchmessers hören, aber auch eine millionenfach größere Schwingung noch gut verarbeiten. Wir können Zeitunterschiede zwischen beiden Ohren in der Größenordnung von zehn Mikrosekunden auflösen – zehn mal den millionsten Teil einer Sekunde können wir ausnutzen! Das ist unvorstellbar. Und dabei ist noch immer nicht ganz verstanden, wie das funktioniert – auch wenn wir mit unseren Kollegen aus der Biologie das Rätsel immer weiter entschlüsseln. Nein: Es gibt kein technisches System, das es mit dem menschlichen Ohr in seiner Vielseitigkeit aufnehmen kann.

EINBLICKE: Aber das Ohr ist anfällig für Störungen. Wie versuchen Sie, Schwerhörigkeit beizukommen?

KOLLMEIER: Schwerhörigkeit ist ja nicht nur dadurch gekennzeichnet, dass man nichts mehr hört – das ist nur das Endstadium. Die Beeinträchtigung setzt schon früher bei den Vorboten an. Wenn der Betroffene in einer Situation, in der mehrere Dinge gleichzeitig zu hören sind, nur noch Bahnhof versteht. Und genau auf dieses Problem fokussieren wir uns. Eine Fragestellung ist hier: Wie verbessern wir ein Schallsignal, so dass die Objekte für den Schwerhörigen getrennt wahrnehmbar sind?

EINBLICKE: Damit aus dem Eisbergsalat kein Eisbärsalat wird: Kann ein Hörgerät die Konzentration auf ein bestimmtes Objekt denn unterstützen und andere Geräuschquellen einfach ausblenden?

"Research, Research and more Research"

Pea soup or bee soup? Human hearing with its intricacies and imperfections is a source of fascination for hearing researcher Birger Kollmeier. Professor Kollmeier is the spokesman for the Cluster of Excellence application "Hearing4all", which has entered the final round of the Excellence Initiative, the winners of which will be selected in June 2012. An interview with Kollmeier about intelligent hearing devices, the promotion of young scientists within the projected Cluster and the search for ways to tackle the phenomenon of hearing impairment with science and technology.

EINBLICKE: Mr Kollmeier, what is it you find so fascinating about the human ear?

KOLLMEIER: That it functions on the boundaries of what is physically possible. We can hear the tiniest oscillations measuring just ten times the diameter of a single atom, but also process vibrations that are a million times larger. We can detect interaural time differences of approximately ten microseconds - taking advantage of ten times a millionth of a second! That's incredible. And yet we still haven't entirely understood how this works – even if our colleagues from the field of biology are gradually unravelling the mystery. No: there is no technical system that can compare with the human ear in terms of versatility.

EINBLICKE: But the ear is prone to disorders. How do you tackle the problem of hearing loss?

KOLLMEIER: Hearing loss is not just a question of no longer being able to hear anything at all – that's just the final stage. The impairment begins at an earlier stage, when certain symptoms start manifesting themselves. When the patient can no longer understand what another person is saying in a situation where several noises are audible at the same time. And this is precisely the problem we focus on. Questions like: How can we improve an acoustic signal so that the patient can perceive each object separately?

EINBLICKE: So you don't hear "bee soup" instead of "pea soup", can a hearing device promote concentration on a



Zur Person Personal Details

Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier studierte Physik und Medizin in Göttingen. Nach der Promotion in beiden Fächern und der Habilitation in Physik wurde er 1993 als Physik-Professor und Leiter der Abteilung Medizinische Physik an die Universität Oldenburg berufen. Er ist wissenschaftlicher Leiter der Hörzentrum Oldenburg GmbH, seit 2000 Sprecher des Kompetenzzentrums HörTech und seit 2008 Leiter der Fraunhofer-Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audiotechnologie sowie Sprecher des Zentrums für Hörforschung (Oldenburg/Hannover). Er hat bisher über 40 Promotionen betreut und mehrere wissenschaftliche Preise erhalten, darunter den Forschungspreis Technische Kommunikation der Alcatel-SEL-Stiftung. Im September 2011 erhielt er den Niedersächsischen Wissenschaftspreis unter anderem für den Aufbau der Oldenburger Hörforschung, sein Engagement bei der Einrichtung der European Medical School und als Sprecher des beantragten Exzellenzclusters „Hearing4all“.

Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier studied physics and medicine in Göttingen, Germany. After earning his PhD in both subjects and his "habilitation" in physics he was appointed professor of physics at the University of Oldenburg and head of the Medical Physics group. He is the Scientific Director of the Hörzentrum Oldenburg GmbH. He became the spokesman for the HörTech competence centre in 2000 and has been the director of the Fraunhofer Project Group Hearing, Speech and Audio Technology as well as spokesman for the Centre for Hearing Research (Oldenburg/Hanover) since 2008. He has supervised more than 40 doctoral theses and received several scientific awards, including the Alcatel-SEL Foundation Research Prize for Technical Communication. In September 2011 he won the Lower Saxony Science Award for his work in establishing the Oldenburg Hearing Research Centre and his involvement in the establishment of the European Medical School and as spokesman for the Cluster of Excellence application "Hearing4all".



Birger Kollmeier: „Das Hörgerät muss die gewünschte Information herausfiltern können.“

Birger Kollmeier: "Hearing devices must be able to pick out the desired information."

KOLLMEIER: Im Labor: ja, aber bei kommerziellen Hörgeräten: noch nicht ganz. Daran arbeiten wir. Der nächste Schritt des Hörgeräts: Es muss sich anpassen an die entsprechende Situation. Es muss die gewünschte Information herausfiltern können. Und zwar so „intelligent“, dass es das Gewünschte nicht unterdrückt oder wie bei einem schlechten Fernsehprogramm zwischen den Kanälen dauernd hin- und herschaltet – und im Endeffekt ist immer Werbung.

EINBLICKE: Wie kann ein Hörgerät in Zukunft denn „erkennen“, was ich hören möchte?

KOLLMEIER: Das fängt mit einer Gestensteuerung an, also einem Zeigen, wo ich hinhören möchte oder einem Hingucken – daran arbeiten wir im Labor. Natürlich sind wir nicht soweit, dass wir Gedanken lesen können oder mit Gedanken ein Gerät steuern können. Schön wäre es! Der Idealfall wäre: Ich will jetzt aus der Menschenmenge, die mich umgibt, Person x hören, auf die ich mich konzentriere. Und das Hörgerät soll dann dazu in der Lage sein – ohne groß mit einer Fernbedienung herumspielen zu müssen.

EINBLICKE: Gibt es schon die entsprechenden Techniken?

KOLLMEIER: In Ansätzen. Wir nennen es Brain-Computer-Interfaces. Mit EEG-Elektroden können wir ein paar wenige Informationen aus dem Gehirn herauslesen. Es gibt zum Beispiel Brainball, wo man im Gehirn Fußballspiele steuern kann, es gibt Feedbacksysteme, bei denen man durch Konzentration oder Gedanken etwas ansteuern kann – Techniken, die wir für Hörgeräte nutzbar machen möchten. Allerdings ist das noch Zukunftsmusik. Derzeit nehmen wir mit einem Maschinen-Learning-Ansatz eine Mustererkennung vor und fragen: Welches der erkannten Objekte will der Patient hören? Da gibt es schon Ansätze in sehr vereinfachter Form. Oder wir experimentieren mit einem Gemisch von Tönen und Geräuschen, die im Zeitbereich unterschiedlich getaktet sind – und können aus dem Rhythmus der Hirnströme herausfinden, auf welche Töne sich der Patient konzentriert. Alles wie gesagt noch sehr vereinfacht, aber ausbaubar für die Realität.

EINBLICKE: Spielen solche Ansätze auch in dem Exzellenzclusterantrag „Hearing4all“ eine Rolle?

KOLLMEIER: Ja, vor allem geht es hier um Grundlagenforschung: Dass man beispielsweise überhaupt in der Lage ist, solche akustischen Mensch-Maschine-Interfaces zu unterstützen und clevere Signalverarbeitungsverfahren zu entdecken, bei denen die akustische Umwelt und das menschliche Hörvermögen als Modell gleich eingebaut sind. Dazu braucht man Forschung und noch mal Forschung: Wir wollen die grundlegenden Probleme lösen, die einem Hören für alle im Weg stehen. Dabei gibt es drei Forschungsbereiche:

Erstens wollen wir die Diagnostik von Hörstörungen voranbringen. Unser Theoriegebäude muss

„Wir wollen die grundlegenden Probleme lösen, die einem Hören für alle im Weg stehen.“

besser werden und wir wollen herausfinden: Wie genau „funktionieren“ die auftretenden Störungen, wie kann man sie möglichst quantitativ und mit möglichst wenig Aufwand beim individuellen Patienten erfassen? Zweitens versuchen wir, Hörsysteme zu verbessern, vor allem durch das Zusammenbringen von „intelligenten“ Hörgeräten und neuartigen Hör-Implantaten – da spielen unsere Kollegen von der Medizinischen Hochschule in Hannover eine wichtige Rolle. Und drittens wollen wir eine Hörunterstützung schaffen, um Personen möglichst lange im sozialen Leben und auch im Arbeitsleben zu halten. Dieser Bereich heißt „Assistive Listening Devices“. Auch das ist ein perspektivisch ungemein wichtiger Bereich: Immerhin hat bei den über 65-Jährigen jeder zweite heute einen behandlungsbedürftigen Hörverlust.

EINBLICKE: Wie bitte?

KOLLMEIER: Das grundsätzliche Problem heutzutage ist, dass viel zu spät mit einer Hörgeräteversorgung angefangen wird. Männer sind da im Schnitt zehn Jahre später dran als Frauen. Sie sind weniger gesundheitsbewusst. Dann ist es oft zu spät, und sie lernen nicht mehr, sich auf die vom



Probandin im Oldenburger Haus des Hörens.
A test person at Oldenburg's Haus des Hörens.

determined object and simply filter out other sound sources?

KOLLMEIER: In the laboratory, yes, but commercial hearing aids are not entirely able to do this yet. We're working on it. The next step with hearing devices is that they must be able to adapt to the listening situation at hand. They must be able to pick out the desired information and to do it in an "intelligent" way, so that the desired information isn't masked. In addition, there should be no need for continuously switching between channels, as happens when a television has a poor selection of available programs – and in the end all you hear is the advertising.

EINBLICKE: But how can a future hearing device "identify" what I want to listen to?

KOLLMEIER: This may start with gestural control, in other words I point to or look into the direction I want to listen to – that's what we're working on in the laboratory. Of course we haven't got as far as being able to read a person's mind or being able to control a device with our thoughts yet. That would be wonderful! The ideal case would be: I'm standing in a crowd and want to focus on what a certain person in the crowd is saying. The hearing device should be able to tune in to that person – without me having to fiddle around too much with a remote control.

EINBLICKE: Does the technology for this already exist?

KOLLMEIER: In its early stages, yes. We call it Brain-Computer-Interfaces. By using EEG electrodes we can read a few bits of information from the brain. There's Brainball, for instance, where the players' brainwaves control the ball in a game of table football; there are feedback systems in which a person can steer something by concentrating on it or thinking about it. These are techniques that we would like to apply to hearing devices. However that's all still a long way in the future. At present we use a machine-learning approach for pattern recognition and ask: Which of the identified objects does the patient want to listen to? First attempts have been made here, but in a very simplified form. Or we experiment with a combination of sounds and

noises that are modulated at different modulation rates – and can deduce from the rhythm of the brainwaves which sounds the patient is concentrating on. All this, as I say, is still at a very elementary level, but it can be built on and adapted for reality.

EINBLICKE: Do such methods play a role in the Cluster of Excellence application "Hearing4all"?

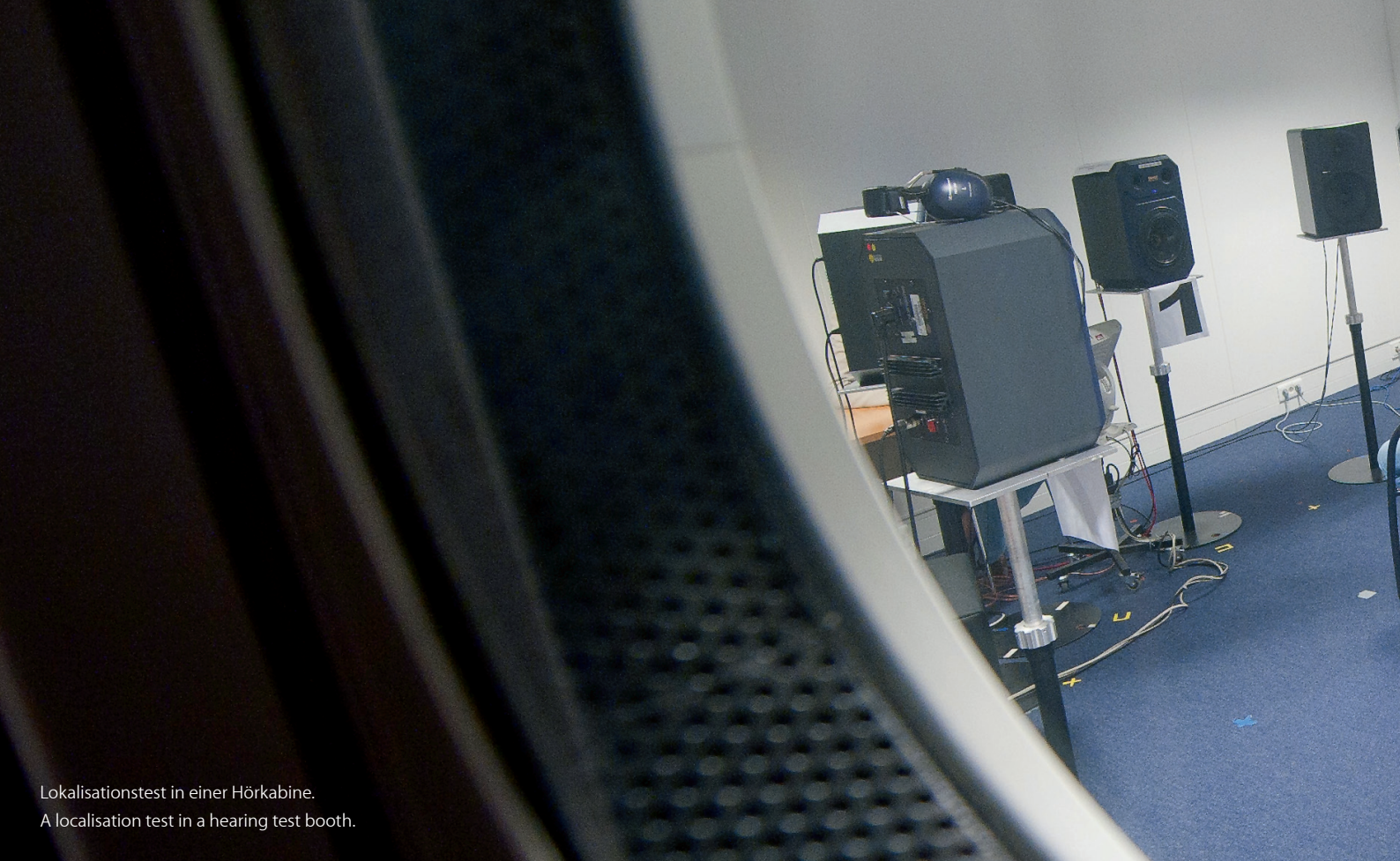
KOLLMEIER: Yes, it's primarily a matter of basic research here: for example that we are at all able to develop such acoustic man-machine interfaces and discover clever signal processing procedures that integrate models both of the acoustic setting and human hearing. This requires research, research and more research. We want to solve the basic problems that stand in the way of good hearing for everyone. This involves three areas of research: First, we want to develop the diagnostics for hearing disorders. Our modelling framework needs to be improved and we need to find out precisely how the disorders "function", and how to quantify them as precisely and efficiently as possible in individual patients. Secondly, we are

"We want to solve the basic problems that stand in the way of good hearing for everyone."

trying to optimise hearing systems, above all by combining knowledge from "intelligent" hearing devices and new auditory implants – this is where our colleagues at the Medical University of Hanover play an important role. And thirdly we want to develop assistive listening technologies in order to enable individuals to participate in social and working life for as long as possible. This area is called "Assistive Listening Devices". This, too, is an extremely important area: after all, every second person over the age of 65 has a hearing impairment that requires treatment.

EINBLICKE: That many?

KOLLMEIER: The fundamental problem nowadays is that too much time is allowed to pass before people start using a hearing device. Men start ten years later than women on average. They are less



Lokalisationstest in einer Hörkabine.
A localisation test in a hearing test booth.

Hörgerät wiedergegebene „schrille Umwelt“ richtig umzustellen. Deswegen ist es wichtig, hier so früh wie möglich zu intervenieren. In jedem Telefon oder jedem Fernseher, in jeder Stereoanlage und in jedem Raum muss die akustische Präsentation so sein, dass Schwerhörigkeit als eine mögliche Option gleich einbezogen ist. Wenn in jedem iPod auch ganz selbstverständlich ein Hörgerät integriert ist – dann sind wir erst am Ziel.

EINBLICKE: Inwiefern muss das Hörgerät dafür auf bestimmte Weise programmiert sein?

KOLLMEIER: Wir haben hier in Oldenburg das sogenannte Master Hearing Aid entwickelt. Das ist eine Art Linux für Hörgeräte. Es ermöglicht dem Forscher, mit Standardhardware und Betriebssystemen die gewünschten Hörgerätefunktionen so zu implementieren, dass man gleich einen Realitätstest machen kann. Also ein Baukastensystem mit großem Potenzial.

„Wir möchten die Grundlagenforschung mit der Anwendung und der Industrie verbinden.“

Wir arbeiten eng zusammen mit Forschern der Leibniz Universität Hannover, die sehr gut solche Systeme minia-

turisieren und massive Parallelverarbeitungen einbauen können – diese von uns gefertigte Software läuft dann auf einem möglichst kleinen und kompakten Prototypsystem. So stellen wir tragbare Geräte her, die leistungsfähig genug sind, unsere Konzepte des modellbasierten Hörsystems zu implementieren. Das Ganze ist im Cluster stark grundlagenorientiert. Dort geht es nicht um ein kommerzielles Hörgerät, sondern um die auf breiter Basis beruhende Algorithmik, die von Konzepten aus Biologie, Psychologie und Physik beeinflusst wird. Wir suchen

also grundlegende wissenschaftliche und technologische Lösungen für das „Schwerhörigkeitsproblem“.

EINBLICKE: Soll das projektierte Cluster auch Nachwuchswissenschaftlern eine Perspektive bieten?

KOLLMEIER: Unbedingt. Dafür planen wir die Joint Research Academy quer über alle beteiligten Disziplinen und Hochschulen hinweg. Wir integrieren Nachwuchsausbildung und meinen damit nicht nur die klassische Promotionsförderung, sondern die Phase vom Status des Postdoktoranden bis zur Berufungsfähigkeit auf eine Professur. Die Oldenburger Hörforschung ist schon jetzt bekannt dafür, dass sie Absolventen exzellente Entwicklungschancen in Wissenschaft und Industrie bietet. Einer von ihnen ist Entwicklungschef eines Weltmarktführers, andere sind Professoren, die weltweit führend sind auf ihrem Gebiet. Das wollen wir weiter unterstützen und zusammen mit den Kollegen aus Hannover ausbauen.

EINBLICKE: Wo sehen Sie die Chancen des projektierten Clusters?

KOLLMEIER: Neben der inhaltlichen gibt es auch eine wichtige strukturelle Komponente. Das Cluster ist das wissenschaftliche Rückgrat für das Auditory Valley – hier kann man alles unter einem Dach finden. Wir möchten die ganze Grundlagenforschung mit der Anwendung und der Industrie verbinden. Auch da haben wir schon sehr gute Erfolge in Oldenburg, primär bei Hörgeräten und der Audiotechnologie. Das Cluster würde die Möglichkeit bieten, unser weltweit einmaliges Forschungsprofil weiter auszubauen und auch international deutlich sichtbarer zu werden.

Matthias Echterhagen



health-conscious. So by the time they start it's often too late and they can no longer learn to adjust properly to the "loud world" their hearing device relays to them. This is why it's so important to

"We want more connections across basic research, applications and industry."

intervene as soon as possible. Every telephone, television, stereo system and room should have the potential to present acoustic information in a way that caters to people with hearing impairment. When we get to the point where a hearing device is automatically integrated into every iPod – then we will have achieved our goal.

EINBLICKE: And to what extent must the hearing device be programmed in a particular way?

KOLLMEIER: Here in Oldenburg we have developed the so-called Master Hearing Aid. This is a sort of Linux for hearing devices. It enables researchers to implement the desired hearing device functions with standard hardware and operating systems, so that a reality test can be performed immediately. So this is a modular system with huge potential. We cooperate closely with the researchers at the Leibniz University Hanover, who are very good at miniaturising such systems and integrating massive parallel processing capacities in a single chip. This will eventually mean that the software we have developed can run on a prototype system that is as small and compact as possible. In this way we produce portable devices that are powerful enough to implement our concepts of a model-based hearing system. In the Cluster, the whole project is very oriented towards basic research. It's not about developing a commercial device here but about interdisciplinary research-based algorithms that are

influenced by concepts from the fields of biology, psychology and physics. We are looking for basic scientific and technological solutions for "the problem of hearing impairment".

EINBLICKE: Is the projected Cluster also intended to offer young scientists career perspectives?

KOLLMEIER: Absolutely. To this end we are planning the Joint Research Academy, which will incorporate all the different disciplines and universities involved in the project. We integrate the training of young scientists, and by that we don't just mean the classic preparation for obtaining a doctorate but also for the phase between obtaining a doctorate and qualifying for a professorship. The Oldenburg Centre for Hearing Research is already well known for offering graduates excellent career opportunities in both the academic world and industry. One of our graduates is the head of development at a leading global company; others are professors who are international authorities in their field. We want to continue promoting this and building on it together with our colleagues from Hanover.

EINBLICKE: Where do you see the opportunities for the projected cluster?

KOLLMEIER: In addition to the research contents there is also an important structural component. The Cluster forms the scientific backbone for the Auditory Valley – everything can be found under the same common roof here. We want more connections across basic research, applications and industry. In this area we have already been successful here at Oldenburg, primarily with hearing devices and audio technology. The Cluster provides the opportunity to consolidate our globally unique research profile and enhance our visibility on an international level. Matthias Echterhagen