



## Podcast: Exzellente erklärt - Spitzenforschung für alle

### Transkript Episode 14: Zukunft des Hörens - Der Weg zum Übermorgen-Hörsystem

**Larissa Vassilian:** Hallo und herzlich willkommen zu „Exzellente erklärt – Spitzenforschung für alle“. Heute geht es um eine Volkskrankheit – nämlich um die Schwerhörigkeit. 15 Millionen Menschen sind in Deutschland davon betroffen. Und: Ab dem 70. Lebensjahr hat sogar jeder zweite Mensch in Deutschland Probleme mit dem Hören!

Das Exzellenzcluster „Hearing4All“ möchte, wie der Name schon sagt, das Hören für uns alle verbessern. Zusammengeschlossen haben sich dafür die Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg, die Medizinische Hochschule Hannover und die Leibniz Universität Hannover. Die Forscherinnen und Forscher versuchen, Lösungen für drei grundlegende Probleme zu finden. Erstmal ist da die Grundlagenforschung zum individuellen Gehör, dann geht es um bessere Technik was Hörhilfen angeht, und zum dritten suchen sie Lösungen, um den Hörverlust frühzeitig zu diagnostizieren.

Ich habe mich mit Professorin Christiane Thiel von der Universität Oldenburg unterhalten, sie ist Psychologin und sie forscht unter anderem an der Frage, inwiefern ein eingeschränktes Hörvermögen Einfluss auf das Gehirn und kognitive Leistungen haben könnte. Später hören wir dann noch Dr. Ing. Thomas Rau von der Medizinischen Hochschule Hannover, der an chirurgischen Assistenzsystemen für die Cochlea-Implantation arbeitet – das ist nochmal ein ganz spezieller Bereich, den ich auch sehr spannend fand – bleibt also bitte dran.

Wir fangen lieber mal mit den Grundlagen an. Was ist denn eigentlich schlechtes Hören?

**Prof. Christiane Thiel:** Das könnte schon ungefähr Mitte 40 anfangen, dass man es zum Beispiel abends in der Kneipe anstrengend findet, dem Gespräch zu folgen. Dann sollte man sich langfristig mal überlegen, ob vielleicht eine Hörgeräteanpassung sinnvoll ist.

**Larissa Vassilian:** Sollte man gleich etwas tun, wenn man merkt, dass das Gehör schlechter wird? Oder ist das eine normale Alterserscheinung?

**Prof. Christiane Thiel:** Den Verlust des Hörens können Sie nicht auffangen. Was Sie aber auffangen können, ist - und deswegen ist es schon wichtig, sich frühzeitig darum zu kümmern - dass Sie eine kognitive Überlast kriegen. Das bedeutet: wenn Sie schlecht hören und sich in solchen Kommunikationssituationen immer sehr konzentrieren müssen, um dem Verlauf der Kommunikation noch zu folgen, dann führt das zu einer kognitiven Überlast. Es kann dann auch zu Fatigue, also zu Müdigkeit führen. Es kann dazu führen, dass die Leute sich auch unbewusst ganz zurückziehen aus solchen Kommunikationssituationen und vereinsamen. Und es gibt einige Befunde die zeigen, dass ein Hörverlust, der nicht durch ein Hörgerät verbessert wird, das Risiko einer demenziellen Erkrankung erhöhen kann. Insofern ist es schon wichtig, nicht bis zuletzt zu warten, wo dann gar nichts mehr geht in der Kommunikation, sondern sich ab einem gewissen Zeitpunkt auch wirklich um eine Hörhilfe zu kümmern.



**Larissa Vassilian:** Gut, so ein Hörgerät ist schon was anderes als eine Brille. Eine Brille gehört mittlerweile irgendwie dazu, Kinder tragen sie, Erwachsene genauso. Und wer sie nicht will, der nimmt halt Kontaktlinsen, um gut zu sehen. Aber so ein Hörgerät ist nach wie vor mit einem Stigma behaftet. Es ist sehr oft ein Zeichen des Alterns, dass wir nicht mehr gut hören.

**Prof. Christiane Thiel:** Andererseits muss man auch sagen, dass die Hörgeräte mittlerweile ja auch viel kleiner geworden sind. Wir arbeiten natürlich auch an der Technologieentwicklung, also daran, wie wir diese ganzen Prozessoren immer kleiner machen können, so dass man sie letztendlich gar nicht mehr sieht. Früher haben Sie um den Bauch einen riesigen Kasten getragen, das war wirklich eine echte Einschränkung. Da überlegte man sich drei Mal, ob man ein Hörgerät tragen möchte oder nicht. Aber heutzutage sind es ja relativ kleine Teile, die gut versteckt hinterm Ohr sitzen.

**Larissa Vassilian:** Was sind Übermorgen-Hörsysteme?

**Prof. Christiane Thiel:** Es gibt verschiedenste Ansätze und ich erkläre einen davon, der eher in meinem Bereich liegt: Ein Problem bei den Hörsystemen von heute ist, dass sie nicht besonders gut sind, wenn Sie zum Beispiel in einer Kneipe sind, wo viele Menschen reden und Sie wollen einer bestimmten Person zuhören. Es ist kein Problem für ein Hörgerät, ein Sprachsignal von einem Störsignal zu unterscheiden – zum Beispiel wenn Sie an der Autobahn stehen, kann man gezielt die Sprache verstärken. Wenn Sie jetzt aber zwei Sprecher haben, dann sind das ja zwei Sprachsignale. Woher soll das Hörgerät denn wissen, welches Signal es verstärken soll und welches eben nicht? Und da wäre eben eine Vision, die wir im Cluster haben, dass wir hierzu die Hirnaktivität benutzen können. Anhand der Hirnaktivität können Sie prinzipiell ableiten, welchem Sprecher jemand gerade zuhört. Das liegt daran, dass die Hirnsignale ähnlich der Hüllkurve des Sprachsignals sind. Das heißt, wenn die beiden Sprecher genau das gleiche sagen würden, wird's nicht klappen. Aber wenn sie unterschiedliche Sachen sagen, sind eben diese Hüllkurven anders, und die passen zum Hirn-Signal. Dann könnten Sie eben herausfinden, wem der Sprecher zuhört und dann ganz gezielt dieses Signal verstärken. Da sind wir noch am Anfang, aber das wäre eine Langzeit-Vision, also Hörgeräte der Zukunft. Sie haben dann kleine Elektroden, die zum Beispiel direkt hinter dem Ohr sitzen, mit denen Sie die Hirnsignale erfassen können. Die könnten das an das Hörgerät zurückmelden und dann könnte entsprechend das Signal, auf das die Aufmerksamkeit gerichtet werden soll, verstärkt werden.

**Larissa Vassilian:** Woran liegt es, dass viele Menschen im Alter schlecht hören?

**Prof. Christiane Thiel:** Es gibt verschiedenste Gründe der Altersschwerhörigkeit. Es liegt generell an Alterserscheinungen, die den ganzen Körper betreffen. Es gibt natürlich auch spezifische Alterserscheinungen, die das Ohr betreffen - das ist zum Beispiel der Verlust von Haarsinneszellen im Ohr, die für die Reizweiterleitung zum Gehirn verantwortlich sind. Sie können auch bestimmte genetische Risikofaktoren haben, die eher dazu führen, dass Sie vielleicht einen Hörverlust erleiden. Es kann aber auch sein, dass Sie vielleicht einen Beruf hatten, wo Sie sehr starken Lärmpegeln ausgesetzt waren - dann haben Sie auch eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Sie im Alter einen Hörverlust erleiden. Es gibt auch bestimmte Medikamente, die zu Hörverlust führen, die zum Beispiel im Rahmen einer Krebstherapie verwendet werden. Die Ursachen sind vielfältig.

**Larissa Vassilian:** Schlecht zu hören kann erst einmal einfach nur nervig sein. Man muss in Gesprächen öfter nachfragen, kriegt vieles nicht mit. Je weniger man aber hört, desto größere Auswirkungen hat das auf das



eigene Leben. Man fühlt sich dann isoliert, und das kann bis hin zu Depressionen führen. Es scheint aber noch einen anderen Zusammenhang zu geben, und zwar den zwischen Schwerhörigkeit und Demenz. Christiane Thiel hat normal hörende und Menschen mit Hörschädigung des gleichen Alters verglichen, und hat sich ihr Gehirn im MRT angesehen.

**Prof. Christiane Thiel:** Generell weiß man, wenn Sie eine Sinnesdeprivation haben, also zum Beispiel wenn Sie taub sind oder wenn Sie blind sind, dass sich dann auch die Areale im Gehirn, die für die Verarbeitung dieser Reize zuständig sind, verändern. Und da hatten wir gedacht, dass das theoretisch vielleicht auch schon bei einer Altersschwerhörigkeit auftreten könnte.

Wir haben verschiedene Studien gemacht, auch mit größeren Stichproben, und festgestellt: so riesig sind die Unterschiede nicht. In der Literatur waren wir davon ausgegangen, dass sie größer sind. Wir haben sie nicht ganz in der Größenordnung gesehen, die wir uns vorgestellt hätten und sie waren auch gar nicht mal so offensichtlich in den Regionen, die wir vermutet hätten, also im auditorischen Cortex, sondern wenn wir sie gefunden haben, dann waren sie eher im Frontal-Cortex und hatten auch gar nichts mit dem Hörverlust zu tun, sondern mit der Anstrengung. Und da kommen wir auch wieder zu diesem Thema: Je nachdem, wie anstrengend es für Sie ist, wenn Sie sich in solchen Hör-Situationen bewegen, desto größer ist eben auch dieses Risiko der kognitiven Überlastung. Und bei diesen Personen haben wir eben Veränderungen am vorderen Hirnbereich gesehen, das ist eigentlich die Quintessenz der Befunde, die wir hatten.

**Larissa Vassilian:** Ist es nicht schwierig, dabei Ursache und Wirkung auseinanderzuhalten?

**Prof. Christiane Thiel:** Ja, das ist extrem schwierig. Genau daran wird auch aktuell geforscht. Generell auch an diesem Zusammenhang, dass Menschen mit einer Hörschädigung eher an einer Demenz erkranken. Wenn man wirklich Ursache-Wirkung herausfinden möchte, kann man das zum einen im Tier-Experiment machen. Das heißt, dass man eben einer Gruppe von Tieren im Alter eine Hörschädigung zufügt, der anderen Gruppe nicht, und dann sieht, welche eine Lernstörung oder Demenz entwickelt. Oder aber - und da laufen jetzt gerade die ersten Studien - man sagt: Wenn es denn so ist, dass solche Veränderungen ursächlich auf dem Hören beruhen, dann sollten wir in der Lage sein, Unterschiede zwischen Schwerhörenden und Normalhörenden durch ein Hörgerät wieder rückgängig zu machen. Und das wäre auch wieder so ein Ursache-Wirkungs-Zusammenhang, aber Sie müssen in irgendeiner Art und Weise eine Manipulation durchführen, um eben Ursache und Wirkung herauszufinden.

**Larissa Vassilian:** Sind diese Studien erst am Anfang oder hat man da schon handfeste Ergebnisse?

**Prof. Christiane Thiel:** Die sind schon einigermaßen handfest und zwar sind es longitudinale Studien. Man hat die Leute untersucht, nachgesehen ob sie einen Hörverlust haben, und sie dann Jahre später untersucht und festgehalten, wer eine Demenz hat oder nicht. Man hat meines Wissens auch möglichst versucht, Komorbiditäten, also zusätzliche Erkrankungen, auszuschließen. Denn es kann natürlich auch einfach sein, dass die, die hörgeschädigt sind, auch noch Diabetes oder sonst irgendwas haben, was dann möglicherweise auch ein Demenz-Risiko darstellt. Aber wie gesagt: dieser Ursache-Wirkungs-Zusammenhang kann nur festgemacht werden, indem wir Studien haben, wo man zum Beispiel bei einem Menschen ein Hörgerät anpasst und dann beobachtet, ob man dadurch etwas verändern kann. Das alles natürlich mit randomisiertem kontrolliertem Ansatz: ein Teil der Leute bekommt ein Hörgerät, der andere Teil bekommt kein Hörgerät.

**Larissa Vassilian:** Wo liegt der Zusammenhang zwischen Demenz und Hören?



**Prof. Christiane Thiel:** Es gibt verschiedene Theorien. Eine Theorie ist, dass es vielleicht einfach eine gemeinsame Ursache gibt, also einen Alterungsprozess, der sowohl das Hören als auch das Gehirn und kognitive Fähigkeiten betrifft. Eine andere Theorie ist, dass diese Überanstrengung, die Sie haben, zu einer zusätzlichen Last für das Gehirn wird und das den im Alter ablaufenden kognitiven Abbau beschleunigen kann. Und die dritte Theorie ist, dass es durch diese sensorische Deprivation einfach zu einem Abbau von Gehirn-Substanz kommt. Diese drei Theorien existieren aktuell nebeneinander, und da muss man natürlich noch sehen, welche der Theorien zutrifft.

**Larissa Vassilian:** Sobald hier Ergebnisse vorliegen, kann das natürlich dann auch Auswirkungen auf eine Therapie haben. Wenn zum Beispiel rauskommt, dass ein Risikofaktor für die Demenz der mangelnde sensorische Input ist, also dieses schwer hören, dann wäre es sehr sinnvoll, möglichst früh Hörgeräte anzupassen. Dann könnten Hörgeräte sogar das Demenzrisiko senken.

Kommen wir mal zu den Möglichkeiten, die es in Sachen Hörhilfen schon gibt. Bei mittelgradigem Hörverlust kommen in der Regel normale Hörgeräte zum Einsatz. Die kennen wir alle – kleine Geräte, die hinter dem Ohr oder im Ohr sitzen. Diese Geräte nehmen mit einem Mikrophon auf, was es gerade zu hören gibt. Dann wird das Signal verstärkt und per Mini-Lautsprecher in mein Ohr gesendet. Es ist also eine Verstärkung von Geräuschen in meiner Umgebung – sehr vereinfacht gesagt. Die große Kunst ist dabei die Dynamikkompression, also dass nur die Signale verstärkt werden, die sonst zu leise wären.

Bei hochgradiger Schwerhörigkeit und völliger Taubheit helfen diese Hilfsmittel leider nicht mehr. Dann braucht man andere Hilfen, zum Beispiel Hörimplantate. Hier müssen wir nochmal kurz zurück zum Grundkurs Hören. Also: Unsere Ohrmuschel fängt wie ein Trichter Schallwellen auf. Die werden dann weitergeleitet in den Gehörgang. Am Ende des Gehörgangs sitzt das Trommelfell, das in Schwingung versetzt wird. Das Mittelohr verstärkt die Schwingungen mittels der kleinsten Knochen im Körper - Hammer, Amboss und Steigbügel. Dann geht's damit weiter in das Innenohr, und dort werden die Schallschwingungen in elektrische Impulse umgewandelt. Diese Impulse gelangen dann durch den Gehörnerv ins Gehirn, und das lässt uns dann hören. Also ein hoch komplexer Vorgang. Und je nachdem wo dieser Vorgang gestört ist, brauchen wir also auch andere Werkzeuge, um wieder hören zu können.

Wenn zum Beispiel der Hörnerv an sich nicht mehr funktioniert, kann ein Hirnstamm-Implantat helfen. Diese Implantate sind so etwas wie eine Brücke: Wenn der Hörnerv nicht funktioniert, gibt es keine Verbindung zwischen Hörschnecke und Gehirn, also auch kein Hören. Diese Verbindung kann durch ein Implantat künstlich wieder hergestellt werden.

Und was kann man tun, wenn der Hörnerv zwar noch funktioniert, aber keine Signale aus dem Mittelohr mehr erhält? Wir schauen uns jetzt mal das Cochlea-Implantat an. Die Cochlea ist die Hörschnecke. Sie ist ein Teil des Innenohrs. Nun kann man also ein Implantat in die Hörschnecke einbringen, das von dort den Hörnerv elektrisch stimuliert. So bekommt das Gehirn also Signale – und der Mensch kann hören. Sogar Kinder, die taub geboren wurden, können durch so ein Implantat lernen, zu hören und zu sprechen. Über 700.000 Menschen weltweit wurden bislang operiert, ihnen hilft ein Cochlea-Implantat, kurz CI genannt.

Klingt alles wunderbar – aber als ich dann gelesen habe, wie so ein Implantat eingesetzt wird, wurde mir ganz anders. Bei der Operation muss eine zwei bis drei Zentimeter tiefe Öffnung in den Schädelknochen gefräst werden. Hinter dem Ohr. In die Cochlea muss dann ein winziges Gerät eingesetzt werden, das aus Stimulationselektroden besteht, die dann den künstlichen Höreindruck erzeugen. Und hier kommt nun mein



zweiter Gesprächspartner ins Spiel, Thomas Rau. Er möchte diese große OP zu einer kleineren OP machen, durch minimalinvasive Techniken.

Herr Rau, Sie sind kein Chirurg, oder?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Nein, ich bin kein Chirurg, ich bin von meinem Hintergrund her Ingenieur. Ich habe Mechatronik mit der Vertiefung Biomechatronik an der Technischen Universität in Ilmenau studiert, bevor ich dann hier in Hannover meinen ersten Job angetreten habe und dem mit Begeisterung seitdem treu bin.

**Larissa Vassilian:** Ein Vorteil der heutigen Zeit ist sicherlich, dass die Technik, also Mikrofone und so weiter, kleiner geworden sind...

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Ja, natürlich ist das ein Vorteil! Wenn man sich historische Bilder ansieht, waren die ersten Sprachprozessoren ein ganzer Schrank, der in einem Raum stand. Die ersten Patienten waren zwar mit einem Cochlea-Implantat versorgt, aber sie konnten nur lokal gebunden an diesen Computerschrank davon profitieren. Und sie profitierten auch nur ganz rudimentär. An ein Sprachverstehen, wie das heute Standard ist, war da noch gar nicht zu denken. Später gab es Geräte, die am Gürtel getragen werden mussten. Bis man eben heute den Standard hat, dass es so ein kleines schickes Teil ist, das recht unauffällig hinter dem Ohr getragen werden kann. Und auch da geht natürlich der Trend immer weiter zur Miniaturisierung. Es gibt mittlerweile einen Trend, das ist allerdings noch Forschung und Entwicklung, hin zum voll implantierbaren Cochlea-Implantat, wo es also gar keine externe Komponente mehr gibt. Das alles unter dem Gesichtspunkt, dass die Alltagstauglichkeit gesteigert wird, also dass man es beim Sport, beim Schwimmen, in jeder Lebenssituation tragen kann, ohne dass es einen störenden Teil gibt, der dann eventuell runterfällt. Das ist gerade bei Kindern wichtig, die noch sehr bewegungsaktiv sind. Aber es geht auch um den Aspekt der Stigmatisierung, dass man dem Patienten das einfach gar nicht mehr ansehen soll und das auch nicht mehr wahrnehmen soll. Dass die Geräte quasi so gut funktionieren, dass man kommunizieren und interagieren kann mit seinen Mitmenschen, als hätte man diese Beeinträchtigung gar nicht. Dass es also eine mehr oder weniger vollständige Kompensation gibt durch das Implantat, durch dieses technische Device.

**Larissa Vassilian:** Wir haben viel über die Grundlagen gesprochen, jetzt geht es um Ihre Forschung. Worum geht es genau?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Also in meiner Forschung habe ich im Grunde genommen zwei Schwerpunkte, die aber beide sehr eng miteinander verbunden sind. Der gemeinsame Ankerpunkt ist die Frage: Wie können wir die Implantate noch schonender und noch sicherer an Ort und Stelle bekommen, also in das Innenohr implantieren? Ein Aspekt ist die Frage des Zugangsweges, der Operation als solche. Am Schädelknochen hinter dem Ohr muss relativ viel Knochen abgetragen werden in einer doch auch zeitaufwendigen und in einer gewissen Weise auch immer noch risikobehafteten Operation. Die Frage ist also, wie kann man das in Zukunft optimieren? Wir denken da auch an solche Sachen, die in anderen Bereichen der Chirurgie schon Standard sind, nämlich minimalinvasive Zugänge. Das ist ja sicherlich vielen Leuten ein Begriff, die Schlüsselloch-Technologie, die man bei Bauchoperationen durchaus schon einsetzt. Das gibt es noch nicht in der klinischen Routine für Cochlea-Implantate. Es wäre aber natürlich sehr wünschenswert, denn das Implantat selber ist sehr klein. Es ist ein kleines, fadenförmiges Implantat, mit einem Außendurchmesser von ca. 1 mm. Also würde im Grunde genommen eine Bohrung mit 2-3 mm im Durchmesser völlig ausreichen, um das zu implantieren, wenn es denn technologisch möglich ist. Und das zweite ist dann das Einführen des Implantats in das Innenohr. Wir sprechen dabei von der Insertion.



Auch da ist die Frage, wie kann man das möglichst schonend machen, sodass beim Einführen des Implantates in das Innenohr keine der sogenannten intra-cochleären Strukturen beschädigt werden? Der Trend - und das ist natürlich dem technologischen Fortschritt geschuldet - geht immer mehr dahin, dass Patienten versorgt werden, die nicht mehr vollständig taub sind, sondern noch über ein erhaltenswertes Resthörvermögen verfügen. Und das setzt natürlich voraus, dass das vorhandene Rest-Hörvermögen auch erhalten bleibt, wir also keine funktionellen Strukturen im Innenohr durch die Implantation beschädigen. An beiden Aspekten forschen wir hier, wir haben entsprechende Forschungsprojekte und versuchen eine Weiterentwicklung voranzutreiben.

**Larissa Vassilian:** Was sind denn die Haupthindernisse, warum das mit der minimalinvasiven OP noch nicht funktioniert oder noch nicht flächenmäßig gemacht wird?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Die Haupt-Herausforderung ist die hohe Genauigkeitsanforderung, die wir da haben. Der Zugang zum Innenohr geht durch den sogenannten *Recessus facialis*, das ist eine Struktur im Schädel, die durch zwei Nerven gebildet wird: den Gesichtsnerv und den Geschmacksnerv. Und der Zugangsweg geht quasi dazwischen hindurch. Im Mittel liegen diese beiden Nerven 2,5-3 Millimeter voneinander entfernt. Und wenn wir uns jetzt überlegen, dass wir dort ein ca. 2 Millimeter durchmessendes Loch hindurchbohren wollen, dann bleibt nicht viel Sicherheitsabstand links und rechts übrig. Das heißt, die Bohrungen müssen mit sehr hoher Genauigkeit angelegt werden, wir reden da von ein oder zwei Zehntel-Millimetern, die man sich nur an Ungenauigkeit leisten kann. Und dazu ist das ganze natürlich patientenindividuell, also der Zielpunkt Innenohr liegt bei jedem Patienten nicht exakt an der gleichen Stelle. Das heißt wir brauchen entsprechend hochauflösende bildgebende Systeme, um individuell überhaupt den Zugang zu planen und die Anatomie zu erfassen. Und dann brauchen wir im Operationssaal natürlich eine Art von Assistenzsystem, damit die Bohrungen auch entlang dieser vorab geplanten Trajektorie, also dieses Bohrpfad, durchgeführt werden können. Und das können Sie nicht mehr manuell machen. Man kann dem Chirurgen oder der Chirurgin nicht einfach einen Bohrer in die Hand geben und sagen: „So, jetzt bohrt mal das Loch zum Innenohr!“ Ich vergleiche das mal ein wenig mit dem Handwerk: Wenn Sie einen Nagel in die Wand schlagen oder ein Loch in die Wand bohren wollen und wissen, da gehen irgendwo elektrische Leitungen unter der Wand entlang, dann haben Sie die Herausforderung, diese möglichst nicht zu treffen. Und hier ist eben umgekehrt die Herausforderung, genau einen definierten Zielpunkt zu treffen, aber eben mit sehr hohen Genauigkeitsanforderungen

**Larissa Vassilian:** Das erinnert mich an die erste Folge von Exzellente erklärt, da ging es um das taktile Internet und da hat eben auch ein Roboter bei Operationen geholfen, um eben sehr präzise zu arbeiten. Das heißt, es wird in die Richtung gehen, dass man einen Roboterarm hat, der das präziser schafft als ein Mensch?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Ja, das ist ein technologischer Ansatzpunkt. Also es gibt im Grunde genommen momentan zwei technologische Lösungswege, die in der Pipeline sind und erforscht werden. Der eine geht tatsächlich über einen Roboter, das kann man sich durchaus vorstellen wie einen Roboterarm, den man vielleicht aus dem Fernsehen von irgendwelchen industriellen Anwendungen kennt. Wobei da die Schwierigkeit ist, dass der Roboterarm selber gar nicht weiß, wo er sich im Raum befindet. Das heißt, man muss dem Roboter erstmal sagen, wo sich der Patient befindet, wo sich der Roboter selber befindet, wie die relative Lagebeziehung zwischen beiden ist. Und das machen in solchen Fällen dann typischerweise sogenannte chirurgische Navigationssysteme. Das kann man sich so vorstellen wie das GPS-System im Auto, das hilft, auf der Landkarte zu navigieren. Aber eben mit hoher Präzision und sehr lokalisiert auf das



Zielgebiet. Das ist die eine technologische Anwendung. Die andere, die wir hier in Hannover stärker verfolgen, sind sogenannte patienten-individuell gefertigte Bohrschablonen. Die werden am Schädel des Patienten verankert, werden patienten-individuell gefertigt, und geben dann die Bohrrichtung eindeutig vor, indem das Instrument eben über diese Bohrschablone geführt wird. Der Chirurg hat dabei noch stärker den Prozess selber in der Hand, weil er typischerweise den Bohrer noch führt, aber nichts mehr falsch machen kann, weil die Bohrrichtung entlang dieser Trajektorie eindeutig vorgegeben ist. Dazu gibt es einen Tiefenanschlag, der dafür sorgt, dass an der richtigen Stelle gestoppt wird. Das sind im Grunde genommen zwei Varianten, wie man versucht, sich technologisch dieser Herausforderung zu nähern.

**Larissa Vassilian:** Wie nah ist die Wissenschaft schon dran an dieser minimalinvasiven CI-OP?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Das ist eine spannende Frage. Ich würde mal sagen, wir sind gefühlt am Durchbruch. Zumindest hoffe ich, dass man in ein paar Jahren rückblickend sagen kann, dass die 20er-Jahre dieses Jahrhunderts das Zeitalter waren, in denen sich die minimal-invasive CI-Chirurgie etabliert hat. Es gibt den ersten Roboter für diese minimalinvasive Cochlea-Implantation, der auf dem Markt verfügbar ist. Das heißt, es gibt jetzt wirklich die ersten Ansätze, bei denen die Entwicklungen das Labor verlassen und in die Klinik transferiert werden und klinische Anwendung finden. Natürlich ist es momentan, das muss man auch ganz ehrlich sagen, immer noch in einem gewissen Maße spekulativ. Wir Forscher oder Wissenschaftler sind von dieser Thematik begeistert, wir wollen das gern vorantreiben, wir forschen seit... ich persönlich seit 15 Jahren an diesem Thema. Ich möchte das natürlich gerne sehen und verspreche mir viel davon, auch als Nutzen für die Patienten. Ob das am Ende dann tatsächlich so kommt, ob das die Standard-CI-OP wirklich ablösen wird, ob in 10 oder 20 Jahren keiner mehr konventionell operiert, das ist die große Frage. Das kann ich jetzt auch nicht so hundertprozentig voraussagen, weil das natürlich auch nicht nur eine Frage ist, ob wir das technologisch hinbekommen - und davon bin ich überzeugt, das wurde jetzt gezeigt, dass das geht. Da gibt es dann immer noch vieles, was man optimieren und weiter entwickeln kann, das ist ganz klar, aber es ist am Ende ja auch eine Frage, was man so unter dem großen Stichpunkt Akzeptanz zusammenfassen kann: Wollen das wirklich alle Chirurgen? Wollen das wirklich die Patienten? Wollen das am Ende die Kostenträger im Gesundheitssystem? Am Ende muss es bezahlt werden, so ein Roboter ist natürlich teuer. Rechnet sich das am Ende? Also wird es auch unter kommerziellen Gesichtspunkten am Ende funktionieren? Das ist momentan finde ich noch schwierig absehbar.

**Larissa Vassilian:** Wie fühlt sich das an wenn Sie sagen, Sie forschen seit 15 Jahren daran und jetzt steht der Durchbruch bevor - das ist doch toll, oder?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Ja, es ist auf jeden Fall eine spannende Zeit und ein Grund, dranzubleiben.

**Larissa Vassilian:** Man muss das Hören mit so einem Implantat erst wieder lernen, denn Hören findet nicht nur im Ohr statt, sondern im Gehirn, oder?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Ja, das ist richtig. Die Tatsache, dass Cochlea-Implantate funktionieren, ist gar nicht so sehr dem technologischen Fortschritt geschuldet, sondern das haben wir tatsächlich der Plastizität des Gehirns zu verdanken, das so flexibel ist und so lernfähig ist, dass es mit diesen völlig unnatürlichen, künstlichen Reizen über eine elektrische Stimulation letztlich wieder etwas anfangen kann und das teilweise in kürzester Zeit oder in sehr kurzer Zeit. Gerade wenn man vorher ganz normal sprechen und hören gelernt hat und dann vielleicht in Folge eines Traumas oder eines Unfalls ertaubt ist, kann sich das Gehirn in erstaunlichster Weise wieder anpassen. Als Techniker sieht man natürlich gerne den technischen Fortschritt,



aber wenn man sich das mal überlegt, dass wir in das Innenohr zwölf bis maximal 22 Platin-Kontakte einbringen, über die einzeln stimuliert wird, im natürlichen Hören aber 3000 bis 5000 innere Haarzellen das gesamte Frequenzspektrum abdecken, das ist ja schon ein gewaltiger Unterschied. Effektiv sind es 8 bis 10 Kanäle, die tatsächlich von diesen einzelnen Kontakt-Elektroden überhaupt genutzt werden können. Dass es damit überhaupt möglich ist, Sprache zu übertragen bis hin zu Musikverstehen, dass Leute wieder Piano spielen können damit und so weiter, das ist faszinierend und das ist für mich immer ein kleines Wunder.

**Larissa Vassilian:** Das ist eigentlich schon ein schönes Schlusswort, wir sind nämlich schon am Ende dieser Folge angekommen. Ich habe mich aber noch gefragt, wie man selber mit dem Hören umgeht, wenn das der Hauptaspekt der eigenen Forschung ist...

Hören Sie selber anders, seit Sie sich so extrem mit diesem Thema beschäftigen?

**Prof. Christiane Thiel:** Wenn man sich mit dem Hören beschäftigt, guckt man schon mal öfters in der eigenen Familie, ob vielleicht irgendein älteres Familienmitglied mal zum Ohrenarzt geschickt werden sollte. Ja, man achtet glaube ich schon drauf.

**Larissa Vassilian:** Und Sie, Herr Rau?

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Ich selber? Also ich denke nicht, dass ich anders höre, mal abgesehen von vielleicht jetzt so langsam einsetzender Altersschwerhörigkeit, die schleichend beginnt und die man sich selber tatsächlich ja gar nicht so richtig bewusst macht. Ich glaube ich bin anders sensibilisiert für das Thema Hörerhalt und Hörschutz. Als ich vor ein paar Jahren mein Haus renoviert habe, war Gehörschutz tragen für mich oder auch insbesondere für meine kleinen Kinder eine Selbstverständlichkeit, ich lege da sehr viel Wert drauf. Auch wenn meine Kinder in der Werkstatt arbeiten und so weiter. Das gehört einfach dazu, das denke ich schon. Das hat die Tätigkeit mit sich gebracht, die Beschäftigung mit dieser Thematik des Hörverlustes in verschiedensten Formen.

**Larissa Vassilian:** Es geht auch darum, das Gehör zu schützen, bevor es schlecht wird.

**Dr. Ing. Thomas Rau:** Auf jeden Fall, ja. Weil natürlich, das muss man sich im Klaren sein, jegliche Form von Hörschädigung nicht reversibel ist. Typischerweise werden ja innere Haarzellen in der Hörschnecke, der Cochlea, beschädigt, und die regenerieren sich nicht wieder, Was da einmal weg ist, einmal zerstört ist, das bleibt für immer verloren.

**Larissa Vassilian:** Also: Ohropax und Kopfhörer besorgen, bevor Ihr zum nächsten Open Air Konzert saust. Ich mach es auf jeden Fall. So viel für heute – ich hoffe Ihr seid nächstes Mal wieder mit dabei, wenn ich ein anderes Exzellenzcluster besuche! Ich würde mich freuen, wenn Ihr den Podcast abonniert oder uns Kommentare und Sternchenbewertungen dalasst. Und vor allem: Bleibt neugierig. Bis zum nächsten Mal! Eure Larissa Vassilian