



<b>Projekt:</b>	<b>Cochlea-Implantat für die optogenetische Stimulation des Hörnervs mit Mikro-LEDs (Optical CI)</b>
Koordinator:	Dr.-Ing. Thilo Krüger inomed Medizintechnik GmbH Im Hausgrün 29, 79312 Emmendingen Tel.: +49 (0) 76 41 / 94 14 - 56 e-Mail: <a href="mailto:t.krueger@inomed.com">t.krueger@inomed.com</a>
Projektvolumen:	2,057 T€ (73 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.10.2015 bis 31.12.2018
Projektpartner:	➤ inomed Medizintechnik GmbH, Emmendingen ➤ Universität Freiburg ➤ Universitätsmedizin der Universität Göttingen ➤ assoziierter Partner: MED-EL, Innsbruck, Österreich

### **Mikro-Leuchtdioden für die Stimulation des Hörnervs in Cochlea-Implantaten**

Das Cochlea-Implantat (CI) kann schwersthörigen Menschen ein ausreichendes Hörvermögen wiederherstellen, um ihnen zu einer deutlichen Verbesserung ihrer Lebensqualität zu verhelfen. Konventionelle, mit elektrischer Stimulation arbeitende CI werden weltweit von mehr als 400.000 Menschen genutzt. Damit ist das CI die erfolgreichste Neuroprothese. Die Hörqualität mit CI ist letztlich durch die maximale Anzahl von etwa zehn Frequenzkanälen deutlich eingeschränkt. Sprache hört sich damit verzerrt und für einige Patienten stark verzerrt an, eine Verständigung bei Hintergrundgeräuschen ist für viele Nutzer erschwert.

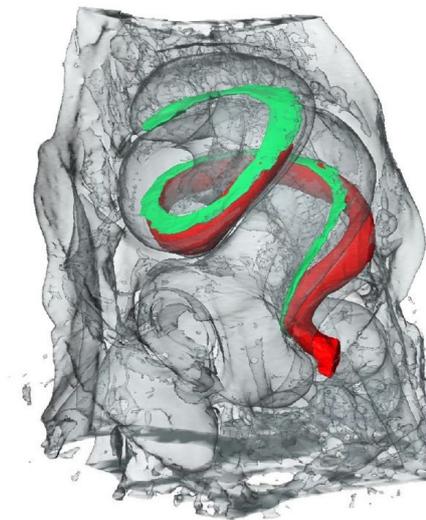
Über eine optische Anregung der Nervenzellen im Innenohr könnte die Anzahl der Stimulationskanäle verzehnfacht werden, was eine dramatische Verbesserung der Klangqualität verspricht. Für diese optische Stimulation werden im Projekt miniaturisierte, flexible Ketten von einzeln ansteuerbaren Mikro-Leuchtdioden ( $\mu$ LEDs) entwickelt. Analog zum konventionellen CI wird dieses Band von  $\mu$ LEDs in die Hörschnecke (Cochlea) eingeführt und stimuliert Nervenzellen entlang der Basilarmembran. Je nach Ort der Anregung entsteht im Hirn der Eindruck unterschiedlicher Tonhöhen. Die Nervenzellen im Innenohr werden dabei mit Methoden der Optogenetik für Licht sensibilisiert.

Das optische CI eignet sich gut als Anwendungsfall für die Entwicklung eines Implantats mit optischer Wirkungsweise. Weitere mögliche Anwendungen der Technologie im humanen Bereich sind Retina-Implantate, optische Herzschrittmacher, Tiefenhirnstimulatoren und Mensch-Maschinen-Schnittstellen. Im Projekt soll auch die Eignung der optischen Anregung von Nervenzellen zur intraoperativen Lokalisierung und Kontrolle von Nervenbahnen untersucht werden.

## Integration von Mikro-Leuchtdioden ( $\mu$ LEDs) in flexible Polymer-Träger

Die Geometrie des Implantats ist durch die Hörschnecke vorgegeben: Analog zum konventionellen Cochlea-Implantat müssen auf einem hochflexiblem Band von etwa 20 mm Länge und einem Durchmesser von einem halben Millimeter mindestens hundert einzeln ansteuerbare Lichtquellen untergebracht werden. Die optische Stimulation der Nervenzellen erfolgt mit der Methode der Optogenetik, der eingesetzte schnelle lichtgeschaltete Ionenkanal „Chronos“ hat das Maximum der Sensitivität bei der Wellenlänge  $\lambda = 470$  nm im blauen Spektralbereich. Die geeignete Lichtquelle sind hocheffiziente anorganische (Al,In)GaN Leuchtdioden, die als Dünnschicht-LEDs direkt in einen Polymer-Träger integriert werden – eine Technologie, deren prinzipielle Machbarkeit im wissenschaftlichen Vorprojekt „Lichthören“ demonstriert wurde. In diesem technologieübergreifenden Ansatz werden Methoden der Mikrosystemtechnik auf die Integration optoelektronischer Bauelemente erweitert. Ziel ist die Erforschung der wesentlichen Komponenten für ein Implantat zum Einsatz für die optogenetische Stimulation in präklinischen Studien und die Beurteilung der Eignung dieser für den längerfristigen klinischen Einsatz.

Das Projekt ist interdisziplinär aufgestellt, um diese Bandbreite der Aufgaben von der Entwicklung der optischen Technologie über die Evaluation in optogenetischen Experimenten zur Vorbereitung klinischer Tests zu bewältigen. Durch die Einbindung des Instituts für Auditorische Neurowissenschaften in Göttingen ist die wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse in den Neurowissenschaften, speziell auf dem Gebiet der Optogenetik, sichergestellt. Die mögliche Umsetzung für Produkte im humanmedizinischen Bereich wird von den beiden Industriepartnern inomed und MED-EL bei entsprechenden Ergebnissen angestrebt. Über die medizinischen Anwendungen hinaus ist die heterogene Integration von  $\mu$ LEDs in eine flexible Polymer-Matrix auch als Technologieplattform für flexible Displays und tragbare Optoelektronik interessant.



Links: Lineares Array von blauen  $\mu$ LEDs aus wissenschaftlichem Vorprojekt „Lichthören“ (Quellen: IMTEK, Uni Freiburg). Rechts: Mikro-Röntgentomographie der Cochlea einer Ratte mit eingebrachtem optischen Cochlea-Implantat (rot) und Basilarmembran (grün), entlang der die Hörnerven enden. (Quelle: Institut für Auditorische Neurowissenschaften, Universitätsmedizin Göttingen)