AG-ERA 2017
GREIFSWALD

17.-18.11.2017
www.ag-era.de

Programm der 39. Arbeitstagung

TAGUNGSLEITUNG
Dipl.-Ing. Oliver Dziemba

LEITER DER ARBEITSGRUPPE
Prof. Dr. rer. nat., rer. medic. habil. Torsten Rahne

Universitätsmedizin
GREIFSWALD

PROGRAMMÜBERSICHT

Freitag, 17. November 2017 **Ort: Hörsaal Nord**	
ab 12:30 Uhr	Registrierung
13:15 Uhr	Begrüßung und Eröffnung der Tagung *Oliver Dziemba, Torsten Rahne, Werner Hosemann*
Schwerpunktthema	**Erwartungswerte für elektrisch evozierte Potentiale** *Moderation: Sebastian Hoth*
13:30 Uhr	Objektive Diagnostik und Therapie einer Hörverschlechterung mehrere Jahre nach Cochlea Implantation – ein Fallbericht *Alexander Müller, Jörn Feick, Oliver Dziemba, Parwis Mir-Salim*
14:00 Uhr	Vergleichswerte für elektrisch evozierte Hirnstammpotentiale bei einliegendem Cochlea-Implantat *Oliver Dziemba, Alexander Müller, Tomas Hocke, Holger Kaftan*
14:30 Uhr	Effekte der Reizwiederholrate und der Elektrodenposition auf Amplituden- und Latenzparameter der EBERA *Thomas Steffens*
15:00 Uhr	Systematische Untersuchung von CI-Artefakten im EEG an einem humanen Schädel *Luise Wagner, A. Wagner*
15:30 Uhr	**Kaffeepause**
16:00 Uhr	Summationseffekte bei ECAP Messungen: Überlegungen für einen generellen Ansatz *Matthias Hey, Joachim Müller-Deile, Horst Hessel, Matthijs Killian*
Schwerpunktthema	**Elektrisch evozierter Stapediusreflex** *Moderation: Tobias Oberhoffner*
16:30 Uhr	Postoperative ESRT-Messung zur Sprachprozessor-Anpassung von Kindern mit bilateralen CIs *Kurt Stephan, J. Seebacher*
ab 17:00 Uhr	**Diskussionssitzung zu Zielparametern beim Einsatz von akustisch evozierten Potentialen, otoakustischen Emissionen und der Tympanometrie in klinischen Studien**
ab 19:30 Uhr	**Abendsymposium "Circa auditu"** Ort: Fischerhütte

PROGRAMMÜBERSICHT

Samstag, 18. November 2017 **Ort: Hörsaal Nord**	
Schwerpunktthema	**Objektive Diagnostik der Cochlea** *Moderation: Alexander Müller*
09:00 Uhr	Präoperative EBERA bei elektrischer Reizung am Promontorium und runden Fenster *Martin Walger, P. Sandmann, Dirk Fuerstenberg, Rainer Thie*
09:20 Uhr	Insertionsüberwachung mittels Elektrocochleographie-Messungen über das Advanced Bionics Cochlea-Implantat-System *Carolin Frohne-Büchner, Patrick Boyle, Gunnar Geissler, Kanth Koka, Volkmar Hamacher*
09:40 Uhr	Intraoperative SOE Messungen: Möglichkeiten und Grenzen der Beurteilung einer „Tip-Foldover"-Problematik *Uwe Baumann, Youssef Adel*
10:00 Uhr	Zeit, Genauigkeit und Information: Der Zusammenhang am Beispiel der AutoART Messung *Konrad E. Schwarz, Stefan Strahl, Philipp Spitzer, Angelika Dierker*
10:30 Uhr	**Kaffeepause2**
Freie Vorträge	*Moderation: Nina Zellhuber*
11:00 Uhr	Entwicklung einer CI-Sprachprozessor-Mikrofon-Testbox *Stefan Zirn, Jürgen Roth, Otmar Gerber, Thomas Wesarg, Maximilian Meisinger*
11:25 Uhr	Objektive Schwellenbestimmung bei Stimulation über den FMT: Erste Ergebnisse bei bereits implantierten VSB Patienten *Laura Fröhlich, Stefan Plontke, Torsten Rahne*
11:50 Uhr	Grenzschichtdämpfung der Wanderwellen und parametrische Verstärkung durch äußere Haarzellen *Frank Böhnke, Christian Scheunemann, Maximilian Sigloch*
12:15 Uhr	Registrierung Chirp-evozierter ASSR mit extrem hoher Frequenzauflösung *Roland Mühler*
12:40 Uhr	Freie Diskussion
13:05 Uhr	**Geschäftssitzung und Verabschiedung**
13:30 Uhr	Ende der Tagung

Samstag, 18. November 2017	
ab 14:00 Uhr	**Sonderveranstaltung** Führung durch den Block 6 des ehemaligen Kernkraftwerks Greifswald *(gesonderte Anmeldung erforderlich)* https://www.ewn-gmbh.de/information/besichtigung-kernkraftwerk-greifswald/

Sponsoren

Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung bei allen Sponsoren, ohne die die Arbeitstagung in dieser Form nicht möglich wäre.
Vielen Dank!

Abstracts

Objektive Diagnostik und Therapie einer Hörverschlechterung mehrere Jahre nach Cochlea Implantation – ein Fallbericht

Alexander Müller[1], Jörn Feick[1], Oliver Dziemba[2], Parwis Mir-Salim[1]

[1] Vivantes Klinikum im Friedrichshain, Klinik für HNO, Hörzentrum Berlin (HZB), Berlin

[2] Universitätsmedizin Greifswald, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie

Vorgeschichte: Berichtet wird über den Fall einer 65-jährigen Libanesin mit beidseitigem Hörverlust durch Schallempfindungsstörung und multiplen Vorerkrankungen, die im Alter von 40 Jahren erstmals mit einem Cochlea Implantat (CI) rechts versorgt wurde. Links habe sie zum damaligen Zeitpunkt noch gut mit einem Hörgerät verstehen können. Aufgrund einer diagnostizierten Depression in Kombination mit sprachlichen Defiziten waren die Einstellungen des Audioprozessors schwierig, mit dem Ergebnis einer Überstimulation rechts. Die Patientin entwickelte kein verwertbares Sprachverstehen. Zudem entstanden permanente offenbar stimulationskorrelierte Dauerkopfschmerzen. Auf eigenen Wunsch wurde das CI explantiert.

20 Jahre später stellte sich die Patientin in unserer Sprechstunde vor. Laut Eigenanamnese war es ihr bis vor einigen Monaten noch möglich gewesen, mit dem Hörgerät links zu kommunizieren. Die in domo präoperative Diagnostik bestätigte den Verdacht einer an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit links. Sie wünschte sich dringend eine Verbesserung ihrer Situation. Außerdem sprachen wir über die Möglichkeit des erneuten Versuchs das rechte Ohr zu (re-)implantieren. Im Alter von 62 Jahren wurde sie dann beidseits (simultan) mit Cochlea-Implantaten (CI) des Typs CI24RE(CA) versorgt.

Im Verlauf der ambulanten Rehabilitation konnte mit dem linken CI rasch ein situatives Sprachverstehen (arabisch) erreicht werden. Rechts blieb der Hörerfolg leider aus. Die Patientin hat den Prozessor dann später vollständig abgelegt und nicht mehr getragen. Begleitend wurden in regelmäßigen Abständen telemetrische Messungen (Elektrodenwiderstände und ECAPs) durchgeführt. Drei Jahre nach der Operation klagte die Patientin in einer ambulanten Nachsorgeuntersuchung nun über kurz anhaltende Schwindelbeschwerden ohne Spontannystagmus, Otalgie links sowie einer seit vier Wochen zunehmenden Hörminderung links.

Im Vortrag werden klinische Befunde sowie diagnostische Verfahren vorgestellt und diskutiert. Die Diagnose wird genannt, Therapie und Verlauf werden beschrieben.

In unserem Fall findet die klinische Symptomatik elektrophysiologische Korrelate. Die Messungen der Elektrodenwiderstände sowie Prüfungen der Funktion des Hörnervens und der Hörbahnen im Hirnstamm mittels elektrisch evozierter Potenziale (ECAP, eBERA) dokumentieren den Krankheits- und Behandlungsverlauf. Prinzipiell geben sie somit eine Entscheidungshilfe, ob die Therapie abgebrochen oder fortgeführt werden sollte.

MÜLLER, A.; FEICK J.; DZIEMBA OC; MIR-SALIM, P.: Objective diagnostics and therapie of hearing loss several years after Cochlear Implant. Laryngo-Rhino-Otol 2016, 95(9):634-635

Vergleichswerte für elektrisch evozierte Hirnstammpotentiale bei einliegendem Cochlea-Implantat

Oliver Dziemba[1], Alexander Müller[2], Tomas Hocke[3], Holger Kaftan[1]

[1] Universitätsmedizin Greifswald, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie

[2] Vivantes Klinikum im Friedrichshain, Klinik für HNO, Hörzentrum Berlin (HZB), Berlin

[3] Cochlear Deutschland GmbH & Co. KG, Hannover

Das Cochlea-Implantat-System (CI) stellt eine etablierte Versorgungsmöglichkeit einer Taubheit oder an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit dar. In einigen Fällen wird das erwünschte Ergebnis einer CI-Versorgung nur zum Teil oder nicht erreicht. Außerdem kann sich im Verlauf einer CI-Versorgung ein anfänglich guter Hörgewinn trotz anscheinend regelrechter Funktion des Implantats verschlechtern. In diesen Fällen kann eine retrocochleäre Störung vorliegen, deren Nachweis mit bildgebenden Verfahren jedoch schwierig ist. Die Kombination von elektrisch evozierten Summenaktionspotentialen (TECAP) und Hirnstammpotentialen (EBERA) nach [1] kann den Nachweis einer retrocochleären Störung bei Patienten mit CI verbessern.

Ein optimierter bipolarer Stimulus nach [2] wird zur Stimulation bei der ECAP-Messung und bei der EBERA-Messung verwendet. Messungen an CI-Patienten mit erreichtem Therapieziel sollen ausgewertet uns so Vergleichswerte erstellt werden. Die Vergleichswerte sollen im Vortrag vorgestellt und diskutiert werden.

[1] Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV: An evoked potential study of the developmental time course of the auditory nerve and brainstem in children using cochlear implants, Audiol Neurootol. 2006;11(1):7-23

[2] Dziemba OC, Hocke T, Müller A, Kaftan H (2017) Excitation characteristic of a bipolar stimulus for broadband stimulation in measurements of electrically evoked auditory potentials; Z Med Phys, DOI 10.1016/j.zemedi.2017.09.008

Effekte der Reizwiederholrate und der Elektrodenposition auf Amplituden- und Latenzparameter der EBERA

Thomas Steffens
Universitätsklinikum Regensburg

Die intraoperative EBERA-Messung ermöglicht gegenüber einer ECAP-Messung einen erheblichen Informationsgewinn, weil nicht nur das Nervenaktionspotential des Hörnerven sondern auch dessen Weiterverarbeitung auf der Hörbahn im Hirnstamm untersucht werden können. Damit stehen die diagnostischen Vorteile der klassischen Hirnstammaudiometrie auch für CI-Patienten zur Verfügung. Bei Kindern steht hier in erster Linie die Frage der Hirnstammreifung und bei Erwachsenen die Fragen der Deprivation und möglicher retrocochleärer Pathologien wie z. B. eine Audit. Neuropathie im Vordergrund. Es können aber auch Potenzialschwellen für Einzelelektroden gemessen werde.

Die Grundlage des diagnostischen Einsatzes der EBERA bilden Normal- bzw. Erwartungswerte der qualitativen Potentialmorphologie und quantitative Amplituden- und Latenzwerte. Um die normalerweise knappe intra-operativ zur Verfügung stehende Messzeit effizient auszunutzen, kann durch die Verwendung hoher Reizwiederholraten von >50 Reize/s die Messzeit pro Ableitung in den Bereich von nur noch einigen Sekunden reduziert werden. Von den akustischen BERA-Messungen ist eine Abhängigkeit der Potentialamplituden und Latenzen sowohl von der Reizwiederholrate, als auch von der Reizfrequenz bzw. dem Frequenzort auf der Basilarmembran bekannt. Bei der EBERA treten einerseits ähnliche Effekte der Reizwiederholraten auf, die für diagnostische Aussagen von Bedeutung sind. Andererseits ist eine relevante Abhängigkeit zumindest der EBERA-Amplitude von der Stimulationselektrode, also vom intracochleären Ort der Stimulation erkennbar.

In diesem Vortrag werden die Einflüsse der Reizwiederholrate und der Stimulationselektrode auf die Amplituden- und Latenz-Parameter der EBERA-Potentiale gezeigt.

Der Vergleich erfolgt zwischen einer langsamen Reizwiederholrate von 20-27/s und einer hohen Reizwiederholrate von 81-88/s und 5 Elektrodenpositionen, die der Elektrodennummerierung von Cochlear angeglichen sind: E 20, 15, 10, 5 und 1. Intraoperative Messungen erfolgten bei 15 Patienten sowohl mit Modiolus-nahen Elektrodenpositionen von Cochlear (CI24RE(CA), CI512), als auch von Advanced Bionics (hires Ultra Midscala) CIs.

Mit den niedrigen Reizwiederholraten (20-27/s) vergrößerten sich die Amplituden der Wellen J3 und J5 sowohl gegenüber den hohen Raten (81-88/s), als auch relativ zur Elektrodenposition von basal nach apikal um die in Tab. 1 aufgeführten Faktoren (Mittelwerte). Die Verkürzung der Latenzen bei niedrigen Reizwiederholraten ist unabhängig von der Lage der Stimulationselektrode.

Tabelle 1: Mittelwert der Faktoren der Amplitudenerhöhung und Latenzverkürzung durch niedrige Reizwiederholraten in Relation zu hohen Raten (81-88/s) bei unterschiedlichen Elektroden

20-27/s	E 20	E 15	E 10	E 5	E 1
A J3	1,31	1,40	1,60	1,71	1,78
A J5	1,09	1,16	1,26	1,40	1,46
L J3	0,91	0,91	0,89	0,91	0,91
L J5	0,93	0,94	0,92	0,92	0,92
IPL 3-5	0,95	0,96	0,95	0,92	0,94

Bei konstanter Reizwiederholrate zeigen sich erhebliche Effekte der Amplitudenverkleinerung und Latenzverlängerung von apikal nach basal, die sich bei hohen Reizwiederholraten noch vergrößern (Tab. 2).

Tabelle 2: Mittelwert der Faktoren der Amplitudenerhöhung und Latenzverkürzung von basal nach apikal getrennt für beide Reizwiederholraten relativ zu E 20

		E 20	E 15	E 10	E 5	E 1
20-27/s	A J3	1	0,91	0,77	0,65	0,47
	A J5	1	0,93	0,80	0,72	0,48
	L J3	1	1,02	1,03	1,05	1,09
	L J5	1	1,01	1,03	1,06	1,09
	IPL 3-5	1	1,00	1,03	1,07	1,10
81-88/s	A J3	1	0,83	0,63	0,51	0,34
	A J5	1	0,87	0,69	0,62	0,39
	L J3	1	1,01	1,03	1,04	1,09
	L J5	1	0,99	1,03	1,07	1,13
	IPL 3-5	1	0,97	1,03	1,10	1,17

Zusammenfassung

Niedrige Reizwiederholraten (20-27/s) vergrößern in Relation zu hohen Reizraten (81-88/s) die Potentialamplituden A3 und A5 graduell ansteigend von apikal nach basal. Aus dem hier verwendeten Datensatz lassen sich keine elektrodenabhängige Einflüsse auf die Latenzverkürzung durch niedrige Reizwiederholraten erkennen.

Bei konstanter Reizrate zeigen sich erheblich größere Effekte der elektrodenabhängigen Amplitudenverringerung von apikal nach basal.

Systematische Untersuchung von CI-Artefakten im EEG an einem humanen Schädel

Luise Wagner[1], *A. Wagner*[2]
[1] *Universitätsklinikum Halle (Saale)*
[2] *Universitair Medisch Centrum Groningen*

EEG-Studien mit Cochlea-Implantat-Trägern werden durch elektromagnetische Artefakte, welche durch das CI verursacht werden, gestört. Insbesondere bei der Präsentation längerer und komplexer Stimuli z.B. von Sprachstimuli ist die Auswertung der EEGs stark erschwert. Die Artefaktausprägung wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Um diese Faktoren genauer untersuchen zu können, ist eine isolierte Betrachtung von CI- und Hirnaktivität hilfreich. Es wurden bereits von Li et al. (2010) systematisch Nucleus Freedom Implantate an einem Hühnerkadaver untersucht. Hierbei wurden Zusammenhänge mit Pulsweiten und C-Leveln gefunden.

Artefakt Untersuchungen wurden unter anderem bisher auch an Melonen sowie passiven Patientensimulatoren durchgeführt. Um die geometrischen Gegebenheiten der EEG-Messung zu berücksichtigen, wurde für dieses Experiment ein humaner Schädel genutzt. Dieser war mit verschiedenen Schichten einer Agar-Salz-Masse, die den Leitfähigkeiten der Hirnmasse, sowie der zerebralen Flüssigkeit entsprechen, befüllt. Implantate und zugehörige Sprachprozessoren von 3 Firmen (Advanced Bionics, Cochlear und MedEl) wurden vermessen. Über Freifeld erfolgte die Präsentation von Stimuli verschiedener Komplexität (Sinus, Iterated rippled noise und Sprache). Die EEG Ableitungen wurden an 29 Elektroden aufgezeichnet. Ausgewertet wurden die Amplituden sowie die zeitlichen Verläufe der Einhüllenden im Vergleich zum Stimulus.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse eine große Variabilität innerhalb der individuellen Einstellungen. Für verschiedene Hersteller sind unterschiedliche Parameter der Einstellung entscheidend für die Form des auftretenden Artefaktes. Die Stimuluskomplexität hat einen großen Einfluss auf die Artefaktausprägung. Somit ist für die Auswertung von CI-EEG- Messungen der gewählte Stimulus zu beachten sowie die genauen Parameter der CI-Einstellung zu überprüfen. Die vorgestellte Messanordnung zeigt Potential für weitere systematische Artefaktuntersuchungen.

Wagner L, Maurits N, Maat B, Baskent D, Wagner AE (submitted). The cochlear implant EEG artifact recorded from an artificial brain for complex acoustic stimuli.

IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, under review

Summationseffekte bei ECAP Messungen – Überlegungen für einen generellen Ansatz

Matthias Hey[1], Joachim Müller-Deile[2], Horst Hessel[3], Matthijs Killian[4]
[1] Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Universitätsklinikum SchleswigHolstein (UKSH), Campus Kiel, Kiel, Deutschland
[2] Audiology Consultant Kiel, Deutschland
[3] Cochlear Deutschland, Hannover, Deutschland
[4] Cochlear Technology Center, Mechelen, Belgien

In dieser Studie untersuchten wir die Einflüsse von Summation und Refraktärverhalten bei sehr kurzen Pulsabständen. Messungen des Refraktärverhaltens von elektrisch evozierten Summenaktions¬potentialen (ECAP) des Hörnervens bei Cochlea Implantat (CI) Patienten für kurze Masker-Probe Intervalle sind durch Summation und Maskierung geprägt. ECAPs wurden unter Verwendung von Maskerpulsen in einem weiten Bereich der Stimulationspegel, für drei überschwellige Probepegel und für Masker-Probe Intervalle von 13 bis 200 µs gemessen.

Diese evozierten Potentiale wurden bei 21 CI-Patienten unter Verwendung des „Masked Response Extraction“ - Artefaktunter¬drückungs¬verfahrens aufgezeichnet. Für die Analyse der Messungen wurde der Stimulationsstrom nicht als absoluter Wert betrachtet, sondern in Bezug zur individuellen ECAP-Schwelle des Patienten. Dies ermöglichte einen allgemeineren Ansatz, um den Summationseffekt als ein von der Amplitude des Probestimulus unabhängigen Effekt zu beschreiben.

Die maximale Summation wurde bei allen getesteten Masker-Probe Intervallen für Maskerpegel im Bereich der individuellen ECAP-Schwelle des Patienten nachgewiesen. Für kurze Masker-Probe Intervalle wurde eine erhöhte N1P1-Amplitude für Maskerpegel bis zu 120 CL unter der individuellen ECAP-Schwelle des Patienten nachgewiesen.
ECAPs mit Masker-Probe Intervallen von bis zu 200 µs werden durch Summations- und Maskierungsverhalten beeinflusst. Summationseffekte sind am stärksten ausgeprägt für Maskerpegel im Bereich der individuellen ECAP Schwelle. Dahingegen nimmt das Maskierungsverhalten mit Maskerpegeln oberhalb der ECAP-Schwelle zu.
Das lokale Maximum der ECAP-Amplitude für Maskerpegel im Bereich der ECAP-Schwelle kann durch den wechselseitigen Einfluss von maximaler Summation und minimaler Maskierung erklärt werden.

Postoperative ESRT-Messung zur Sprachprozessor-Anpassung von Kindern mit bilateralen CIs

Kurt Stephan, J. Seebacher
Klinik Medizinische Universität Innsbruck Univ.-Klinik für Hör-, Stimm- und Sprachstörungen; Medizinische Universität Innsbruck, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, Österreich

Die postoperative Messung von elektrisch evozierten Stapediusreflexschwellen (ESRT) ist eine effiziente Methode zur objektiven Anpassung von Cochlea Implantaten bei Kindern, die in manchen Zentren auch routinemäßig eingesetzt wird. Der Nachweis des Reflexes erfolgt dabei durch simultane Registrierung der Änderung der akustischen Impedanz des Ohres bei Reflexauslösung über das Implantat. An der Innsbrucker Klinik hat sich dazu ein zum elektrischen Stimulus synchronisiertes Monitoring der akustischen Impedanz bewährt.

Ein besonderer Anwendungsbereich der auf ESRT basierenden Programmierung von maximal als angenehm laut wahrgenommenen Stimulationswerten (MCL) ist die Anpassung von bilateral implantierten Kindern, die oft große Unterschiede im Stimulationsbedarf der implantierten Ohren aufweisen. Eine Gruppe von 20 bilateral mit CI implantierten Kindern, die über Jahre mittels ESRT-Messung angepasst waren, wurde hinsichtlich Akzeptanz der Anpassung und Seitenpräferenz evaluiert. Zusätzlich wurden Messungen von Hörschwellen mit CI und Sprachtests durchgeführt.

Ergebnisse der Tests sowie Vorgangsweise und Voraussetzungen für die erfolgreiche Anwendung von ESRT-Messungen zur Anpassung von CIs bei Kindern werden diskutiert.

Präoperative EBERA bei elektrischer Reizung am Promontorium und runden Fenster

Martin Walger[1], P. Sandmann[1], Dirk Fürstenberg[1], Rainer Thie[2]
[1] HNO Universitätsklinik Köln, Audiologie und Pädaudiologie, Cochlear Implant Centrum, Köln
[2] Pilot Blankenfelde GmbH, Blankenfelde

Mit Hilfe der präoperativen E-BERA kann die Funktionsfähigkeit des Hörnerven und zentraler Hörbahnabschnitte auf Hirnstammebene vor einer möglichen CI- oder auch ABI-Versorgung evaluiert werden. Im Rahmen einer Pilotstudie wurden dazu die bereits präsentierten Reiz- und Ableitbedingungen bei Verwendung der frei programmierbaren Reizstromquelle ISIS (Firma inomed) und dem elektrophysiologischen Messsystem CORONA (Firma Pilot, Blankenfelde) evaluiert. Die beste Nachweisbarkeit der FEEP gelingt bei alternierender elektrischer Reizung in der Nähe des runden Fensters, breiter Filtereinstellung des Mess-systems (0,5 – 3000 Hz) und contralateraler Ableitung.

Im Rahmen des Vortrages werden ausgewählte klinische Fälle, wie z.B. bei Malformationen des Innenohres, unklare Anlage des Hörnerven, Z.n. Acusticus-Neurinom OP oder auditorische Synaptopathie/Neuropathie (AS/AN) vorgestellt.

Die präoperative E-BERA kann insbesondere bei unsicherer Indikationsstellung sinnvoll eingesetzt werden. Auch könnte sie wertvolle prognostische Faktoren bezüglich des Rehabilitationserfolgs einer CI-Versorgung liefern.

Insertionsüberwachung mittels Elektrocochleographie-Messungen über das Advanced Bionics Cochlea-Implantat-System

Carolin Frohne-Büchner[1], Patrick Boyle[1], Gunnar Geissler[1], Kanth Koka[2], Volkmar Hamacher[1]
[1] Advanced Bionics GmbH, European Research Center, Hannover, Deutschland
[2] Advanced Bionics LLC, USA

Die Arbeitsgruppe um Oliver Adunka in North Carolina hat gezeigt, dass Elektrocochleographie (ECochG)-Messungen auch bei Cochlea-Implantat-Patienten mit entsprechendem Restgehör möglich sind. Obwohl das Telemetrie-System des Advanced Bionics Cochlea-Implantat-Systems zur Messung von Elektrodenkontakt-Impedanzen sowie der Hörnerven-Antwort auf elektrische Stimuli entwickelt wurde, ermöglicht es ECochG-Messungen über das Implantat. Das Implantat wird dazu von einer Forschungssoftware angesteuert. Der akustische Stimulus wird über einen Einsteckhörer dargeboten. Die Messung kann intra-operativ bereits während des Insertionsprozesses durchgeführt werden, so dass Änderungen in der Amplitude der ECochG-Antworten verfolgt werden können. Diese Daten können helfen, die Vorgänge während der Insertion und ihre Konsequenz auf Restgehör besser zu verstehen.

Sieben europäische Kliniken sind derzeit in der Vorbereitung, das ECochG-Messsystem in klinischen Studien einzusetzen, oder haben bereits mit einer Studie begonnen. Typischerweise wird ein akustischer Burst von 50ms Länge bei 500Hz in alternierender Polarität durchgeführt. Nach vollständiger Insertion werden Messungen bei 125, 250 und 500Hz durchgeführt. Durch Subtraktion der Sog- und Druck-Messungen werden die Cochlea-Microphonics bestimmt. Erste Ergebnisse zeigen eine signifikante Korrelation zwischen der Reintonhörschwelle und der aus den zeitnah gemessenen Cochlea-Microphonics bestimmten Hörschwelle. Die Universitätsklinik in Oslo verbindet zudem die ECochG-Messung während der Elektrodeninsertion mit Fluoroskopie; diese Verbindung aus funktionellem und bildgebendem Verfahren trägt zu einem besseren Verständnis der Vorgänge bei, die während der Insertion das Hörvermögen beeinträchtigen.

E-Mail: Carolin.Frohne@advancedbionics.com

Intraoperative SOE Messungen: Möglichkeiten und Grenzen der Beurteilung einer „Tip-Foldover“-Problematik

Uwe Baumann, Youssef Adel
Schwerpunkt Audiologische Akustik/HNO-Klinik, Universitätsklinikum Frankfurt a.M.

Bei der Einführung des Elektrodenträgers in die Cochlea können verschiedene Komplikationen auftreten. Partielle Ossifikation der Cochlea oder Bindegewebe in der Skala Tympani können zu einer unvollständigen Insertion führen. Komplikationen dieser Art werden in der Regel bereits während der Operation beobachtet. Anders verhält es sich mit dem Umklappen der Spitze des Elektrodenträgers (Tip-Foldover, TF). Die retrograde Bewegung der Spitze der Elektrode zurück in Richtung der Einführungsbewegung verläuft in der Regel unbemerkt. Erst die intra- oder postoperative Bildgebung kann bei ausreichender Qualität der Abbildung eine regelhafte Einführung des Elektrodenträgers sichern. Stellt sich als Ergebnis dieser Lagekontrolle der Reizelektrode eine TF-Problematik heraus, wird an der HNO-Universitätsklinik Frankfurt dem CI-Patienten eine unmittelbare Revision mit Austausch des Stimulators angeboten.

Seit einigen Jahren existiert mit der Einführung der Messung der Spread-of-Exitation (SOE) eine Möglichkeit zur Bestimmung der Verteilung des elektrischen Feldes über den CI-Simulator. Hierbei wird das Verfahren zur Messung elektrisch evozierter Compound Action Potenziale (ECAP) eingesetzt und die Feldverteilung durch Variation einer als Maskier fungierenden Elektrode im Verhältnis zu einer ortsfesten Prüfelektrode (Probe) bestimmt. Da bisher keine automatisierten Verfahren zur Anwendung der Messung der SOE realisiert wurden und zudem die Gefahr des TF aufgrund der scheinbar geringen Vorkommnisrate unterschätzt wird, erfolgt eine Anwendung dieses Verfahrens im Rahmen der intraoperativen Qualitätskontrolle bisher nur in wenigen Zentren.

Im Beitrag sollen die Messmethode dargestellt und die Ergebnisse der SOE-Bestimmung im Hinblick auf das Vorliegen einer TF-Problematik diskutiert werden. Da die Validität der Ergebnisse von verschiedenen individuellen Randbedingungen abhängt, werden die Grenzen der Möglichkeit der Beurteilung mithilfe von verschiedenen Fallbeispielen dargestellt.

Fazit: Die intraoperative Bestimmung der SOE kann einen wertvollen Beitrag zur Qualitätssicherung der CI-Versorgung leisten. Allerdings ist zum Erreichen einer ausreichenden Validität der Messung die Erfahrung des CI-Audiologen in der Durchführung der Messung und der Interpretation der Messergebnisse von entscheidender Bedeutung. Eine Automatisation des Messvorgangs sowie die Einführung von Messparametern zur Beurteilung der Qualität der Messungen sind angezeigt, um den Einsatz und die Verbreitung der Methode zu fördern.

Zeit, Genauigkeit und Information: Der Zusammenhang am Beispiel der AutoART Messung

Konrad E. Schwarz, Stefan Strahl, Philipp Spitzer, Angelika Dierker
MED-EL Medical Electronics, Innsbruck

Elektrophysiolgische Messungen sind entsprechend der verwendeten Messtechnik bzw. der vorhandenen Störquellen mit einer gewissen Schwankung behaftet. Typischerweise wird diese Schwankung mit Messwiederholungen verringert bis eine annehmbare Genauigkeit erreicht ist.

Um eine hinreichend genaue Messung am auditorischen Nerv zu erhalten, werden je nach verbautem Aufnahme-Modul der Cochlear Implantate (CI) mindestens 30 einzelne Messungen benötigt um durch Mittelung den Rauschteppich zu senken bzw. systematische Störungen zu bestimmen [1,2] (vgl. Abbildung 1). Die Messung besteht im gewählten Beispiel in der Verrechnung der Nervenantwort folgend auf biphasische, rechteckige elektrische Stimuli die durch die Amplitude und Phasendauer charakterisiert sind. Eine höhere Anzahl an Wiederholungen als auch Modifikationen der Messung wie zum Beispiel verschiedene Aufnahmekontakte oder Stimulus-Amplituden verlängern die Messzeit. Neben der eigentlichen Messzeit einer einzelnen Messung (<2ms) ist bei neuronalen Antworten des Hörnervs ebenso die zeitliche Beeinflussung der neuralen Struktur zu berücksichtigen (Refraktärzeit [3]). Will man den gleichen Zustand bei jeder einzelnen Messung sicherstellen, ergibt sich eine physiologisch begrenzte Wiederholungsrate von ca. 100 Hz (<200Hz [3]).

Für eine Sequenz von Pulsen mit quasi-kontinuierlich ansteigender Amplitude (wie im Beispiel gewählt, vgl. [4]) ergibt sich somit eine Messdauer die abhängig ist von der Wiederholungsrate der Messungen, der Anzahl der Messkontakte sowie der Schrittgröße der Amplitudenerhöhung. Dies kann als Optimierungsproblem bezüglich der erforderlichen Messzeit und der notwendigen Messgenauigkeit verstanden werden. Eine verkürzte Messdauer führt im Beispiel (bei unveränderter Amplitudenerhöhung) zu einem schnelleren Anstieg der Amplitude. Dies wird von CI Trägern als schnellerer Anstieg der Lautheit wahrgenommen und kann Unbehagen auslösen.

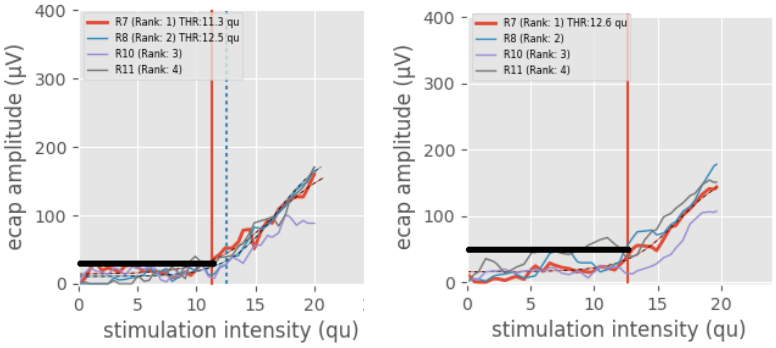


Abbildung 1: Beispiel einer wiederholten Messung. Links eine 13.3 Sekunden dauernde Messung mit 1.5 qu/s und 40 Hz, rechts eine 20 Sekunden dauernde Messung mit 1.0 qu/s und 60 Hz. Die Auswirkungen der Messparameter auf den Rauschteppich sind gut ersichtlich (illustriert mit schwarzem Balken).

[1] Evaluating the Noise in Electrically Evoked Compound Action Potential Measurements in Cochlear Implants. Undurraga, J; Carlyon, R; Wouters, J; van WA; IEEE Trans Biomed Eng, 2012 Apr

[2] In-vitro characterization of a cochlear implant system for recording of evoked compound action potentials; Neustetter, C; Zangerl, M; Spitzer, P; Zierhofer, C; Biomed Eng Online, 11:22., 2012 Apr, p. 22

[3] Site of cochlear stimulation and its effect on electrically evoked compound action potentials using the MED-EL standard electrode array. Brill, S; Muller, J; Hagen, R; Moltner, A; Brockmeier, SJ; Stark, T; Helbig, S; Maurer, J; Zahnert, T; Zierhofer, C; Nopp, P; Anderson, I; Strahl, S. Biomed Eng Online, 8(1), 2009 Dec, p. 40

[4] A novel ECAP recording paradigm to acquire fine-grain growth functions. Gärtner, L; Lenarz, T; Büchner, A. 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies, Munich, Germany 2014

Entwicklung einer CI-Sprachprozessor-Mikrofon-Testbox

Stefan Zirn[1], Jürgen Roth[2], Otmar Gerber[2], Thomas Wesarg[3], Maximilian Meisinger[1,2,3]
[1] Fakultät Elektrotechnik & Informationstechnik, Hochschule Offenburg
[2] hörwelt Freiburg GmbH
[3] Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Universitätsklinikum Freiburg

Die drei großen Hersteller von Cochlea-Implantat (CI)-Systemen ermöglichen es klinischen Audiologen, die Mikrofoneigenschaften der meisten CI-Sprachprozessoren zu prüfen. Dazu können bei diesen Sprachprozessoren Monitorkopfhörer angeschlossen und das/die Mikrofon(e) inklusive eines Teils der Signalvorverarbeitung abgehört werden. Präzise Angaben dazu, mit welchen Stimuli, bei welchem Pegel und nach welchem Kriterium diese Prüfung stattfinden soll, machen die CI-Hersteller nicht. Auf Basis dieser Prüfung soll der Audiologe dann über die Funktion der Mikrofone und damit darüber entscheiden, ob der betreffende Sprachprozessor an den Hersteller eingeschickt wird oder nicht.

Zur Objektivierung der CI-Sprachprozessor-Mikrofon-Prüfung haben wir eine Testbox entwickelt, mit der alle abhörbaren aktuellen CI-Sprachprozessoren der drei großen Hersteller geprüft werden können. Die Box wurde im 3D-Druck-Verfahren hergestellt. Der zu prüfende Sprachprozessor wird in die Messbox eingehängt und über einen darin verbauten Lautsprecher mit definierten Prüfsignalen (Sinustöne unterschiedlicher Frequenz) beschallt. Das Mikrofonsignal wird über das Kabel der Monitorkopfhörer herausgeführt und mit einer Shifting- and Scaling-Schaltung in einen Spannungsbereich transformiert, der für die AD-Wandlung mit einem Mikrokontroller (ATmega1280 verbaut auf einem Arduino Mega) geeignet ist. Derselbe Mikrokontroller übernimmt über einen eigens gebauten DA-Wandler die Ausgabe der Sinustöne über den Lautsprecher. Signalaufnahme und –wiedergabe erfolgen mit jeweils 38,5 kHz Samplingrate. Der für jede Frequenz über mehrere Perioden des Prüfsignals ermittelte Effektivwert wird mit dem Effektivwert, der mit einem neuwertigen Referenzprozessor für diese Frequenz gemessen wurde, verglichen. Die Messergebnisse werden graphisch auf einem Display ausgegeben.

Derzeit läuft eine erste Datenerhebung mit in der Klinik subjektiv auffällig gewordenen CI-Sprachprozessoren, die anschließend in der Messbox untersucht werden. So sollen realistische Schwellen für kritische Abweichungen von den Referenz-Effektivwerten ermittelt werden. Im weiteren Verlauf sollen dann Hit und False Alarm-Raten der subjektiven Prüfung bestimmt werden.

Anschrift des Erstautors:
Hochschule Offenburg
Fakultät Elektrotechnik & Informationstechnik
Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. +49 781 / 205 – 4628
Fax +49 781 / 205 - 45 4628
stefan.zirn@hs-offenburg.de

Objektive Schwellenbestimmung bei Stimulation über den FMT: Erste Ergebnisse bei bereits implantierten VSB Patienten

Laura Fröhlich, Stefan Plontke, Torsten Rahne
Universitätsklinikum Halle (Saale), Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Einleitung

Bei der Vibrant Soundbridge (VSB) (MED-EL, Österreich) als aktives Mittelohrimplantatsystem ist die Ankopplungsqualität des Floating Mass Transducers (FMT) entscheidend für das postoperativ erreichte Hörergebnis. Um diese Ankopplungsqualität bereits intraoperativ bestimmen zu können, ist eine objektive und frequenzspezifische Bestimmung der Hörschwellen bei Stimulation über das Implantat notwendig. Im ersten Teil einer prospektiven experimentellen Studie wurden daher zur Erfassung normativer Daten sowie zur Ermittlung der Relation zwischen Vibrogram-Schwellen und über das Implantat objektiv gemessenen Hörschwellen Messungen bei bereits implantierten Patienten durchgeführt.

Methoden

Die Hörschwellen bei Stimulation über das Implantat wurden mittels ASSR gemessen (FMT-ASSR-Schwellen). Dazu wurde das ASSR-Modul des Eclipse Systems (Interacoustics, A/S, Dänemark) verwendet und schmalbandige Chirps mit den Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000 Hz simultan präsentiert (MASTER-Verfahren). Zur Übertragung der Stimuli wurden eine miniTek (Siemens, Deutschland) und ein Samba Audioprozessor (MED-EL, Österreich) genutzt. Zusätzlich wurden auch die subjektiven Schwellen bei Stimulation über die VSB in dem beschriebenen Setup, d.h. über die miniTek und für Chirp-Stimuli, erfragt sowie die Knochenleitungshörschwellen objektiv über ASSR (BC-ASSR-Schwellen) und psychometrisch (BC-Schwellen) bestimmt. Das Vibrogram der Patienten wurde mit der Connexx-Software (Siemens, Deutschland) aufgezeichnet. Die ermittelten Hörschwellen wurden durch t-Tests für verbundene Stichproben miteinander verglichen. Weiterhin wurden Artefaktuntersuchungen zur Knochenleitungs-ASSR durchgeführt und das experimentelle Setup mit Eclipse und miniTek näher untersucht.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung der objektiven FMT-ASSR-Schwellen mit den in diesem Setup auch subjektiv bestimmten Schwellen. Zudem gibt es eine gute Relation zwischen den FMT-ASSR-Schwellen und den Vibrogram-Schwellen mit einem Offset von ca. 30 dB über alle Frequenzen. Signifikante Unterschiede konnten allerdings zwischen den BC- und BC-ASSR-Schwellen gefunden werden.

Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen liefern mit der Relation zwischen den verschiedenen ermittelten Schwellen die Kalibrierfaktoren für weitere Untersuchungen. Zukünftig sollen mit dem verwendeten Setup auch intraoperative Messungen durchgeführt werden, um die Methode weiter zu evaluieren. Daneben sind auch Artefaktuntersuchungen zur FMT-ASSR geplant.

Grenzschichtdämpfung der Wanderwellen und parametrische Verstärkung durch äußere Haarzellen

Frank Böhnke, Christian Scheunemann, Maximilian Sigloch
HNO-Klinik, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, Germany

Die Cochlea ist der wichtigste Teil des Hörsystems da sie den Schall, zunächst durch Luft geführt, über Knochen und Lymphe auf das Corti-Organ mit seinen sensorischen Transduktoren (innere und äußere Haarzellen) leitet. Diese wandeln das mechanische Signal in Aktions-potentiale auf den Hörnervenfasern, die im Gehirn zum Höreindruck verarbeitet werden.

Der Beitrag stellt zunächst die Schallausbreitung in luft- und wassergefüllten Kanälen mit starren Wänden unter Berücksichtigung der viskosen Grenzschichtdämpfung dar. Daraufhin wird ein Kastenmodell der humanen Cochlea mit den flüssigkeitsgefüllten Kanälen (Scala vestibuli und Scala tympani), getrennt durch eine getaperte orthotrope elastische Wand (Basilarmembran, bm), betrachtet und mit der Methode der Finiten Elemente ausgewertet.

Die berechneten Wanderwellen entsprechen bei geeigneter Wahl einer Vielzahl von Parametern den wenigen Messungen an menschlichen Felsenbeinpräparaten. Der Fortschritt gegenüber früheren Cochlea-Modellen besteht in der Berücksichtigung der Grenzschichtdämpfung, die den Verzicht auf die physikalisch unbegründete Rayleigh Dämpfung ermöglicht [1]. Diese wird häufig und unzulässig zur Stabilisierung der bm Auslenkung im apikalen Bereich der Cochlea angewandt. Bei Stimulation des Cochlea Modells mit 37 dB(SPL) an der Steigbügelfußplatte (f = 2 kHz) ergibt sich nur aufgrund der Grenzschichtdämpfung an allen Fluid-Struktur Grenz-flächen im Bereich der maximalen Wanderwellenauslenkungen eine Verlustleistung von 33 nW. Eine aktuelle Arbeit anderer Autoren, die zusätzlich die Energieerzeugung äußerer Haarzellen (der Maus) betrachten, kommt allerdings zu wesentlich geringeren Verlusten [2].

In Vorbereitung auf ein nichtlineares Modell der Schallwellenausbreitung in der Cochlea, in dem die Nichtlinearität durch die nichtlineare Steife (N/m) äußerer Haarzellen berücksichtigt ist, wird die parametrische Verstärkung durch zeitabhängige schnelle Modulation der Steife diskutiert. Die Zeitabhängigkeit des Steife Terms ist zwar in der mathematischen Literatur bereits durch Lösungen von gewöhnlichen MATHIEUschen Differentialgleichungen behandelt, die allerdings fast immer nur ein Masse-Steife-Dämpfer Systeme beschreiben, was den etwa 12000 längs der Cochlea verteilten äußeren Haarzellen und ihrem Einfluss auf die Wanderwellenausbreitung nicht gerecht werden kann.

Es wird ein Ausblick auf die parametrische Wanderwellenverstärkung gegeben [3] um eine Erklärung für die hohe Empfindlichkeit des Hörorgans und den otoakustischen Emissionen zu versuchen.

References

[1] Böhnke F, Semmelbauer S (2017) Acoustic boundary layer attenuation in ducts with rigid and elastic walls applied to cochlear mechanics. J. Fluids Eng 139(10), ASME, 101202-1-6, October, doi:0.1115/1.4036674
[2] Wang Y, Steele CR, Puria S (2016) Cochlear Outer-Hair-Cell Power Generation and Viscous Fluid Loss. Scientific Reports, 6:19475, doi: 10.1038/srep19475:1-14
[3] Cullen A.L. (1959) Theory of the travelling-wave parametric amplifier, The Institution of Electrical Engineers Paper No. 2991 E, August: 101-107.

Registrierung Chirp-evozierter ASSR mit extrem hoher Frequenzauflösung

Roland Mühler

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abteilung für Experimentelle Audiologie

Im Gegensatz zu transienten Potenzialen des auditorischen Systems werden stationäre Potenziale (ASSR) im Frequenzbereich dargestellt und analysiert. Enthält das Zeitfenster der Frequenztransformation eine ganze Zahl von Perioden der Reizwiederholrate, so wird die elektrophysiologische Antwort durch genau eine Spektrallinie repräsentiert und die Frequenzauflösung ⍰f ist gleich dem Kehrwert der Fensterbreite.

Vor 17 Jahren zeigten Pethe et al. für sinusförmig amplitudenmodulierte Reize (AMFR), dass diese Konzentration der Antwortenergie auf eine einzige Spektrallinie auch bei sehr hoher Frequenzauflösung (310 µHz) erhalten bleibt. Ziel dieser Arbeit war es, die Experimente von Pethe et al. für Chirp-evozierte ASSR zu wiederholen und zusätzliche Aussagen zur Genauigkeit solcher Messungen zu erlangen.

In einem modularen Setup wurde zur Reizerzeugung und zur Digitalisierung des EEG eine USB-Soundkarte (Fireface UC) verwendet. Für eine Sample-genaue Synchronisation von Reizerzeugung und Digitalisierung wurde SoundMexPro (HörTech) unter Matlab verwendet. Die EEG-Registrierung erfolgte mit einem 2-Kanal-Biosignalverstärker (g.BSamp) mit nachgeschaltetem Bandpassfilter (BenchMaster8). Die Stabilität der Abtastfrequenz der USB-Soundkarte wurde mit einem hochgenauen Frequenzzähler (Keysight 53220A) gemessen. Die Schwankungsbreite der Abtastrate über eine Messzeit von 2000s betrug weniger als 200µHz. Für Messzeiten von 1000s und 2000s konnten die Ergebnisse von Pethe et al. bestätigt werden.

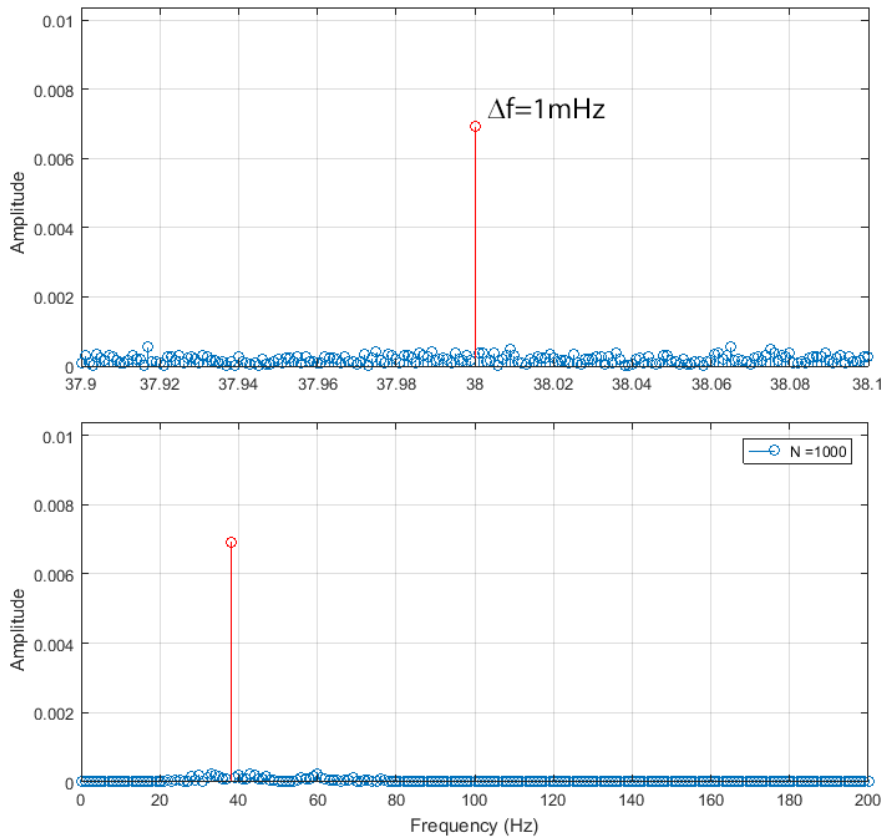
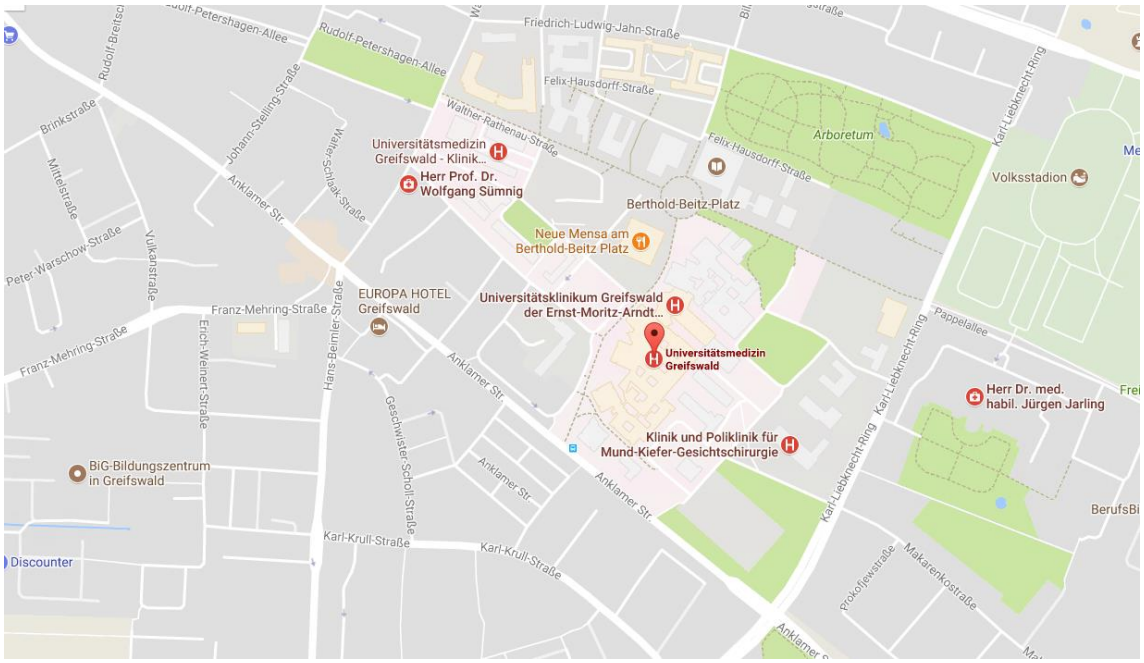


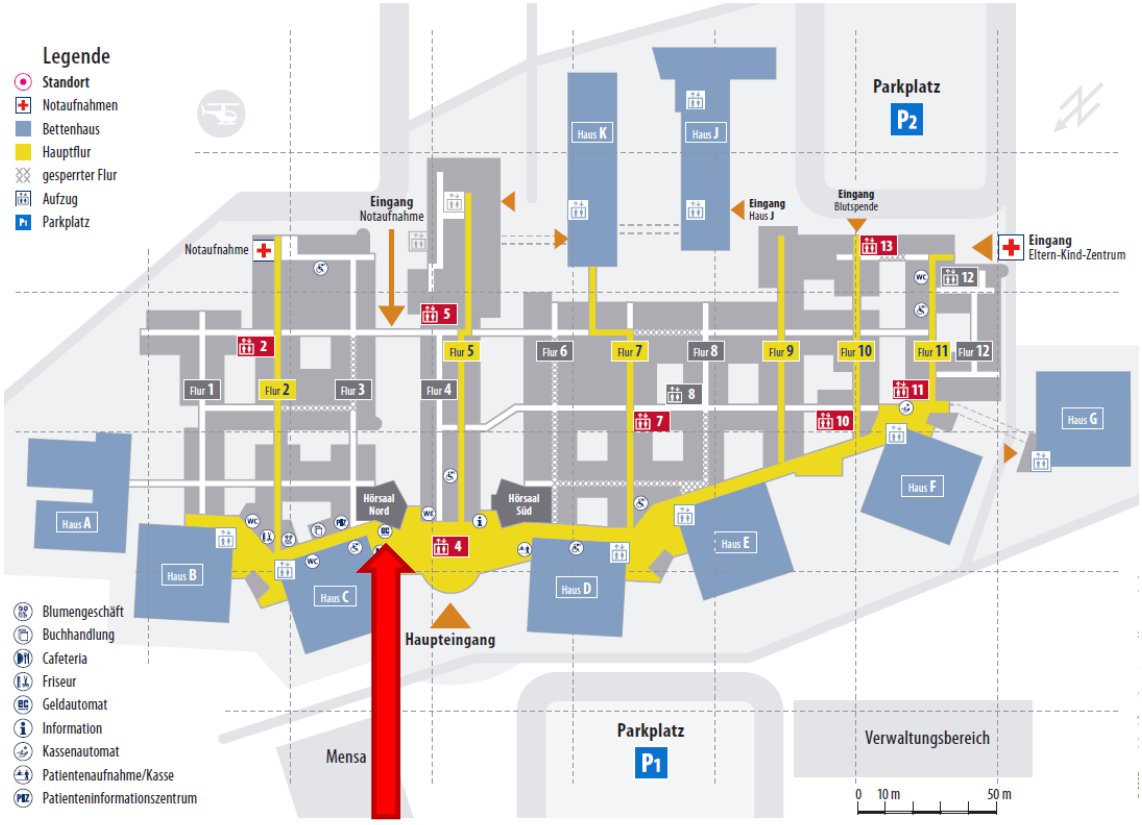
Abbildung 1: Durch einen CE-Chirp (38 Hz, 40 dB nHL) ausgelöste ASSR für ein 1000s langes Zeitfenster.

Anreise zum Tagungsort

Tagungsort

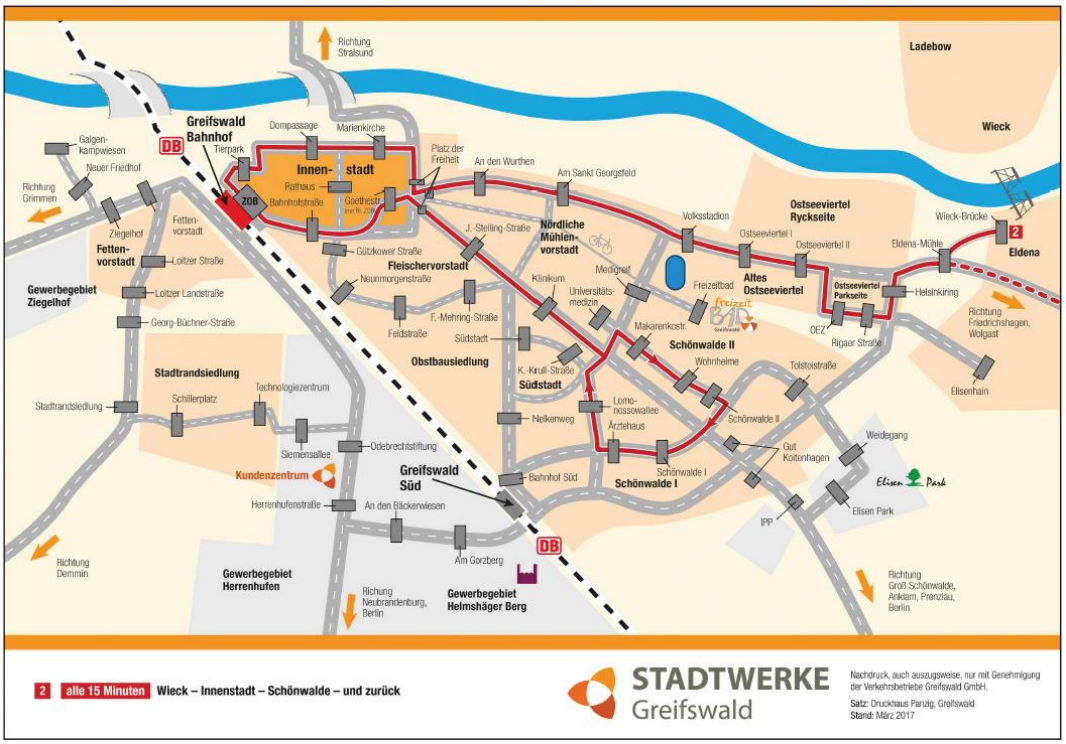
Hörsaal Nord
Universitätsmedizin Greifswald
Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Werner Hosemann





Wegbeschreibung zum Abendsymposium

Das Abendsymposium findet in der „Fischerhütte“ statt. (www.fischer-heutte.de)

Adresse:
An der Mühle 12
17493 Greifswald

Mit dem Bus:
von Haltestelle „Greifswald Klinikum“ Bus Line 2 in Richtung Greifswald Wieck, Brücke
bis Haltestelle „Greifswald Wieck, Brücke“
Abfahrtzeiten ab „Greifswald Klinikum“ 18:36 Uhr oder 19:06 Uhr