

# Anhang I:

## Themenkatalog und erforderliche Leistungen für Audiologische CI-Assistenten<sup>1</sup>

### Inhalt

Inhalt .....	1
1. Präambel.....	2
2. Motivation .....	2
3. Zielsetzung .....	3
4. Weiterbildungsmodule und -inhalte .....	4
Modul 1: Medizinische Grundlagen.....	4
Modul 2: Physikalische und technische Grundlagen.....	5
Modul 3: Grundlagen der Medizintechnik, Medizinischen Informatik und Statistik.....	7
Modul 4: Audiologie .....	8
Modul 5: Hörstörungen und ihre Behandlung.....	12
Modul 6: Schallverstärkende und implantierbare Hörhilfen.....	13
Modul 7: Anpassung von schallverstärkenden und implantierbaren Hörgeräten sowie Hörassistenzsystemen .....	14
Modul 8: Aufbau und Funktion von CI-Systemen .....	15
Modul 9: Spezielle Aspekte der elektrischen Stimulation des Hörsinnes .....	17
Modul 10: Versorgungsweg.....	18
Modul 11: Anpassung und Kontrolle von CI-Systemen.....	20
Modul 12: Anpassung und Kontrolle von implantierbaren Hörsystemen (außer CI) .....	22
Modul 13: Audiopädagogische und audiotherapeutische Aspekte .....	23
Modul 14: Rechtliche Grundlagen .....	26
Modul 15: Einweisung durch Herstellerfirmen.....	27
Modul 16: Praxis an erfahrenen Zentren.....	29

<sup>1</sup> Mit der männlichen werden stets auch gleichermaßen die weibliche Form und andere Formen gemeint.

## 1. Präambel

Für Audiologische CI-Assistenten wird im vorliegenden Dokument ein Themenkatalog mit den für die Qualifizierung erforderlichen Lerninhalten vorgestellt.

Das Ziel der beschriebenen Weiterbildung ist die Qualifikation für die Ausführung aller audiologischen Maßnahmen im Rahmen der Versorgung mit Cochlea-Implantaten und anderen aktiven Hörimplantaten in Bezug auf die Mitwirkung bei den präoperativen Untersuchungen, der intraoperativen Funktionskontrolle, der Anpassung der Audio-Prozessoren an die individuellen Bedürfnisse der Patienten und bei der Erfolgskontrolle. Der Audiologische CI-Assistent arbeitet unter der Verantwortung eines CI-Audiologen. Aufgrund seiner Aus- und Weiterbildung ist er befähigt, sämtliche audiologischen Aufgaben im Rahmen der Versorgung mit implantierbaren auditorischen Prothesen einschließlich der Veränderung und Festlegung der Parameter der elektrischen Stimulation zu übernehmen.

Dieser Themenkatalog enthält 16 Module mit theoretischer und praktischer Ausrichtung. Die detaillierten Angaben der einzelnen Abschnitte umfassen die folgenden Bereiche:

- Medizinische, physikalische und technische Grundlagen
- Hörstörungen und ihre Behandlung
- Basiswissen in Medizintechnik, Medizinischer Informatik und Statistik
- Audiologie und Audiometrie
- Aufbau und Funktion von schallverstärkenden Hörgeräten (Hörsystemen)
- Evaluation einer Hörsystemanpassung mit objektiven und subjektiven audiometrischen Verfahren
- Artificielle (mechanische und elektrische) Stimulation des Hörsinnes
- Aufbau und Funktion von CI-Systemen und aktiven implantierbaren Hörsystemen
- Ablauf der CI-Versorgung (Eignungsuntersuchungen, Indikation, Operation, postoperative Versorgung)
- Anpassung und Kontrolle von CI-Systemen und aktiven implantierbaren Hörsystemen
- Hörgerichtete Förderung und Hörrehabilitation
- Implantatsysteme der einzelnen Hersteller
- Praxis an einem Zentrum mit langjähriger Erfahrung.

Im abschließenden Praxismodul sollen die Bewerber für die Fachanerkennung als Audiologischer CI-Assistent die erlernten Kenntnisse in der Praxis unter Begleitung eines von der DGA akkreditieren Weiterbildungsermächtigten (Mentors) anwenden. Die qualifizierten CI-Zentren (Weiterbildungsinstitutionen), an denen die Praxiserfahrungen erworben werden, müssen hierzu das komplette Spektrum der audiologischen Tätigkeiten bei der Indikationsstellung, der intraoperativen Messung, der Erst- und Folgeanpassung sowie der Evaluation und Kontrolle der CI-Versorgung von Erwachsenen und Kindern abdecken.

Die Zertifizierung des Audiologischen CI-Assistenten durch die DGA setzt den Nachweis der Kenntnisse gemäß der Weiterbildungsordnung voraus.

## 2. Motivation

Das Cochlea-Implantat ist ein System zur direkten elektrischen Stimulation des Hörnervs als Therapie bei primär innenohrbedingten Hörstörungen. Gemeinsam mit den aktiven Hörimplantaten gehört es zu den implantierbaren Hörhilfen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass die Hörempfindungen nicht vom physiologisch adäquaten akustischen Reiz, sondern artifizuell z.B. durch mechanische oder elektrische Stimulation des biologischen Hörsystems ausgelöst werden. Alle aktiven Hörimplantate substituieren die Funktion oder eine Teilfunktion des natürlichen Sinnesorgans.

- Für die Behandlung von Patienten, die mit konventionellen schallverstärkenden Hörhilfen nicht ausreichend versorgt werden können, ist neben der ärztlichen Kompetenz (HNO-Heilkunde oder Phoniatrie/Pädaudiologie) ein hohes Niveau an audiologischer Expertise unerlässlich. Durch seine Kenntnisse und seine Tätigkeit trägt der Audiologe wesentlich zum bestmöglichen Ausgleich der Hörbehinderung mit hochspezialisierten Hörimplantaten – insbesondere auditorischen Neuroprothesen – bei.
- Abhängig von den Eingangsvoraussetzungen und den Ansprüchen der ausgeübten Tätigkeit werden mit den Qualifikationsprofilen des Audiologischen CI-Assistenten und des CI-Audiologen zwei Ebenen unterschiedlicher Fachkompetenz und Ausbildungstiefe definiert. Gegenstand dieses Themenkatalogs ist die Weiterbildung zum Audiologischen CI-Assistenten.
- Unabhängig von der Qualifikationsebene erfordert die kompetente audiologische Arbeit mit allen Hörimplantaten profunde Kenntnisse der Akustik, Technik, Elektrophysiologie und Psychoakustik sowie der Zusammenhänge zwischen diesen Fächern.
- Die enge Verzahnung vieler Fachdisziplinen in allen Phasen der Versorgung von der Indikation bis zur Nachsorge erfordert Kenntnisse der einschlägigen Fachbegriffe, insbesondere der medizinischen Nomenklatur, zur Kommunikation mit medizinischen, pädagogischen, psychologischen und therapeutischen Fachkollegen.
- Zur Übernahme der in Abschnitt 1 genannten Aufgaben im Rahmen der Versorgung mit aktiven Hörimplantaten sind spezielle Kenntnisse in Anatomie und Physiologie des Hörsystems sowie in Akustik, Psychoakustik und Elektrophysiologie erforderlich. Nur wenige Studiengänge bieten diese multidisziplinäre Themenspannbreite an, deren praktische Anwendung ein besonders Maß an vertieftem Verständnis bedarf.
- Nur durch eine hohe Qualifikation in allen genannten Fachbereichen wird das Potential der aufwendigen Versorgung mit Hörimplantaten ausgeschöpft und die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung des Patienten minimiert. Bei unzureichenden Kenntnissen und mangelhafter Ausbildung bestehen für die von einer Schwerhörigkeit oder Taubheit betroffenen Erwachsenen und Kinder durch die Behandlung mit Hörimplantaten die folgenden erheblichen Risiken:
  - Ausbleibende oder ungenügende Hör- und Sprachentwicklung bei Kindern
  - Mangelhaftes Versorgungsergebnis
  - Minderung der Lebensqualität
  - Verlust oder ausbleibende Wiedererlangung der sozialen Integration und Teilhabe
  - Verlust oder ausbleibende Wiedererlangung der Erwerbsfähigkeit.

Die Qualifizierungsinitiative der DGA legt deshalb mit dem vorliegenden Themen- und Leistungskatalog erstmals Mindeststandards für die Kenntnisse und Fähigkeiten des mit der technischen Versorgung mit aktiven Hörimplantaten beauftragten Fachpersonals fest.

### 3. Zielsetzung

Gegenstand des hier beschriebenen Weiterbildungsspektrums ist die Qualifikation für alle audiologischen Maßnahmen im Rahmen der Versorgung mit aktiven Hörimplantaten (CI und aktive implantierbare Hörsysteme), insbesondere der intraoperativen Funktionskontrolle, der Anpassung und der Erfolgskontrolle. Der Audiologische CI-Assistent ist aufgrund seiner Aus- und Weiterbildung befähigt, unter der Leitung und Verantwortung eines CI-Audiologen, sämtliche audiologischen Aufgaben im Rahmen der Versorgung mit auditorischen Neuroprothesen einschließlich der Veränderung und Festlegung der

Parameter der elektrischen Stimulation auszuführen. Innerhalb des multidisziplinären Teams arbeiten Audiologische CI-Assistenten und CI-Audiologen intensiv mit Ärzten und Therapeuten zusammen. Der CI-Audiologe unterscheidet sich vom Audiologischen CI-Assistenten durch seine tieferen Kenntnisse insbesondere der wissenschaftlichen Hintergründe und der aktuellen Entwicklungen; er trägt die Verantwortung für die mit der prothetischen Versorgung zusammenhängenden audiologischen Belange.

## 4. Weiterbildungsmodule und -inhalte

Die unter den Modulen angegebene Anzahl von Leistungspunkten gibt die Mindestzahl der Leistungspunkte an, die bei der Beantragung der Fachanerkennung als Audiologischer CI-Assistent zu diesem Modul im Rahmen des Kenntniserwerbs zu belegen sind.

### Modul 1: Medizinische Grundlagen

9 Leistungspunkte (LP)

Die Absolventen kennen die Anatomie des peripheren Hörorgans und der zentralen Hörbahnen so weit, dass sie diese beschreiben und ihre Kenntnisse auf den konkreten Einzelfall anwenden können. Auf der Grundlage der Anatomie sind auch die Physiologie und Neurophysiologie des Hörorgans bekannt, Einzelheiten können erklärt und zugeordnet werden. Die Funktion des Außen-, Mittel- und Innenohres sowie der zentralen Hörverarbeitung kann erfasst, umschrieben und auf den konkreten Einzelfall angewendet werden. Auch die Hör- und Sprachentwicklung kann erläutert werden, Störungen können erklärt und zugeordnet werden.

Inhalte:

- Anatomie von Außen-, Mittel- und Innenohr
- Grundzüge von Aufbau und Funktion des Vestibularorgans
- Funktion und Verlauf des Nervus facialis und der Chorda tympani
- Aufbau und Feinstruktur der Cochlea, insbes. Corti-Organ
- Hydrodynamik, Skalen und Ionenverteilung (Ruhe- und gradierte Potentiale)
- Grundlagen der Sinnesphysiologie:
  - Reizleitender Apparat
  - Rezeptoren
  - Reiz-Erregungs-Transformation
- Anatomie und Physiologie der Hörbahn und des Hörkortex
- Afferente und efferente Bahnen
- Aufbau und Funktion eines Neurons; Neuronentypen
- Antwortverhalten eines Neurons
  - Generatorpotentiale
  - Aktionspotentiale, „Alles-oder-Nichts-Gesetz“
  - Zeitliche und räumliche Summation
  - Saltatorische Erregungsleitung, Nervenleitgeschwindigkeit

- Aufbau und Funktion des Hör- und Gleichgewichts nervs
- Spontanaktivität
- Physiologie des normalen Hörens
- Periphere und zentrale Tonotopie
- Dynamikkompression / Recruitment
- Mustererkennung im auditorischen System
- Grundprinzip neuronale Plastizität (Hirnstamm vs. Cortex)
- Hör- und Sprachentwicklung
  - Hörbahnreifung
  - Sensible Phasen
  - Normale und gestörte Sprachentwicklung
- Grundlagen der Hygiene

## Modul 2: Physikalische und technische Grundlagen

13 LP

Die Absolventen sind mit den Prinzipien der physikalischen Akustik vertraut, sie kennen alle im Zusammenhang mit Hörprüfungen und Hörprothetik relevanten akustischen Gesetze für die Erzeugung, die Ausbreitung und den Nachweis von Schall. Sie sind in der Lage, auch komplexe akustische Alltagssituationen selbständig zu beurteilen, auf die wesentlichen Parameter zu reduzieren und daraus qualifizierte Folgerungen abzuleiten und in Bezug auf das Hören konkret umzusetzen. Profunde Kenntnisse der grundlegenden akustischen Gesetze und Phänomene sind für die Arbeit mit Prothesen, die akustische Signale als Nachbildung des menschlichen Ohres verarbeiten sollen, unerlässlich. Die Vertrautheit mit den Gesetzen für die Ausbreitung von Schall in offenen und geschlossenen Räumen sowie für die Beeinflussung der Ausbreitung durch Hindernisse ermöglicht den Absolventen eine qualifizierte audiologische Diagnostik. Gründliche Kenntnisse der technischen Möglichkeiten zur Erzeugung, Detektion und Verarbeitung von Schall sowie der relevanten Messgrößen befähigen die Absolventen, Hörprüfungen zu gestalten und ihre Ergebnisse kompetent zu interpretieren. Die akustischen Eigenschaften von Sprachsignalen müssen bekannt sein, um die Prozessoreinheiten von Hörprothesen einstellen und gezielt optimieren zu können.

Inhalte:

### *Akustik*

- Bewegungsgleichung für kontinuierliche Medien und ihre Lösungen (Longitudinalwelle)
- Schallschnelle, Schalldruck, Schallgeschwindigkeit, Impedanz
- Einfluss von Temperatur, Druck und Luftfeuchtigkeit
- Schallausbreitung: Punktquellen, Zylinderquellen, Abstandsgesetze
- Frequenzabhängigkeit der Übertragung in Luft, Dämpfung
- Frequenzspektren
- Logarithmisches Verhältnismaß Dezibel

- Pegelmessung und Frequenzbewertung
- Sound pressure level (SPL) und hearing level (HL)
- Ausbreitung von Schall in flüssigen und festen Medien

#### *Raumakustik*

- Ausbreitung, Reflexion und Dämmung von Schall
- Direktschall ( $1/r$ -Gesetz) und Diffusfeld (homogen und isotrop), Hallradius
- Akustische Resonanz
- Nachhallzeit
- Räumlichkeit im Hören

#### *Sprachakustik*

- Stimmlippenschwingung (Glottis)
- Vokaltrakt und Artikulationsorgane
- Stimme: Grundfrequenz und Obertöne
- Vokale und Formanten
- Phoneme
- Konsonanten, klassifiziert nach Artikulationsorten und Artikulationsarten
- Transienten, Koartikulation
- Sprachspektrum
- Sprachmodulation (Silbenfrequenz)
- Prosodie
- Sprachschallpegel

#### *Elektro-akustische und akustisch-elektrische Wandler*

- Wandlerprinzipien
- Druck- und Druckgradienten-Empfänger
- Richtcharakteristik im Polardiagramm
- Kopfhörer, Freifeldentzerrung
- Ohrkanalhörer (Einsteckhörer)
- Knochenhörer und Kraftpegel
- Lautsprecher; Freifeld

#### *Verstärkung*

- Lineare Verstärkung

- Dynamikkennlinie
- Begrenzung und Regelung (automatic gain control AGC)
- Kompression, Kniepunkt / Einsatzpunkt
- Wide dynamic range compression (WDRC)
- Frequenzgang und Wiedergabekurve
- Zeitverhalten, Ein- und Ausschwingvorgänge

#### *A/D-Umsetzer*

- Funktionsprinzip
- Abtastung von Signalen
- Abtastrate (sampling rate)
- Abtasttheorem (Nyquist)
- Aliasing
- Auflösung, Dynamik, Digitalisierungsrauschen

#### *Digitale Signalverarbeitung*

- Prozessoren und Algorithmen
- Signal-Transformation in den Frequenzbereich
- Filterung
- Beam forming

### Modul 3: Grundlagen der Medizintechnik, Medizinischen Informatik und Statistik

8 LP

Die Absolventen sollen die Definitionen der verschiedenen Sicherheitsklassen der aktuellen Medizinproduktegesetzgebung) und entsprechende Regeln der Einordnung beherrschen. An ausgewählten Beispielen sollen Grundlagen der Funktion, des Aufbaus, der Entwicklung sowie des Einsatzes medizintechnischer Geräte und Instrumente für Diagnose, Therapie und Rehabilitation erläutert werden können. Den Absolventen ist deren gerätetechnische Umsetzung unter Beachtung der besonderen Sicherheitsaspekte bei der Wechselwirkung technischer Systeme mit dem menschlichen Körper bekannt. Der Inhalt des Moduls soll einen Überblick über die Zulassung und Entwicklung von Medizinprodukten geben und die klinische Bewertung von Produkten der Elektrophysiologie und Elektrodiagnostik ermöglichen.

Weiterhin sollen Medizinprodukte zur funktionellen Elektrostimulation und Hilfsmittel zur Rehabilitation kennengelernt werden.

Im Bereich der medizinischen Bildgebung sollen Kenntnisse über radiologische sowie kernspintomografische Verfahren erlangt werden. Hierzu gehören konventionelles Röntgen, Computertomografie (CT), digitale Volumetomografie (DVT) und Magnetresonanztomografie (MRT) sowie Fluoreszenzspektroskopie. Im Besonderen sollen spezielle Kenntnisse zur Darstellung der Strukturen des Hörorgans und des Hörnervs sowie der Lage von aktiven Hörimplantaten mit diesen Verfahren erlangt werden. Weiterhin sollen Grundlagen über die Strahlenbelastung der verschiedenen röntgentechnischen Verfahren erlernt werden.

Die Absolventen sollen Informationen über mögliche Interaktionen der Implantate mit anderen Medizinprodukten (MRT, Elektrokoagulation, Neuromonitoring, Ultraschall, Röntgen, ...) kennen.

Im Bereich der Medizinelektronik sollen die Absolventen über Sicherheitsaspekte in der medizinischen Elektronik, Eigenschaften und Ableitung bioelektrischer Signale, Verstärkertechnik, Störeinflüsse und Gegenmaßnahmen und Aspekte der Qualitätssicherung informiert sein.

Die Teilnehmer sollen Kenntnisse über Krankenhausinformationssysteme (KIS) erwerben und über Grundsätze der Krankenhaus-Verwaltung informiert werden (DRG Fallpauschalen-System, OPS procedure codes). Grundsätze des Datenaustauschs innerhalb klinischer Datennetzwerke sollen erlernt werden.

Die Absolventen sollen deskriptive Verfahren der Statistik anwenden können sowie die Durchführung von statistischen Testverfahren zur Datenanalyse beherrschen.

Inhalte:

- Prinzipien der Medizinischen Bildgebung (Röntgen, CT, DVT, MRT)
- Bildbeurteilung (Lage von aktiven Hörimplantaten)
- Darstellung der Cochlea, der Skalen und des N. acusticus etc.
- Strahlenbelastung
- Interaktion der CI-Systeme mit anderen Geräten in der Medizin (MRT, Elektrokoagulation, Neuromonitoring, Ultraschall, ...)
- Produkthaftungsgesetz, Medizinproduktegesetz
- Medizinprodukte – Definition und Klassen
- Risiko-Sicherheitsklassen von Medizinprodukten
- Medizinische Datenbanken
- Grundlagen der Statistik
  - Deskriptive Statistik
  - Statistische Testverfahren.

## Modul 4: Audiologie

23 LP

Die Absolventen kennen die grundlegenden Methoden der Psychoakustik und die mit ihnen gewonnenen Erkenntnisse über die Empfindung von Schall und die Leistungen des Hörsystems bei deren weiterer Verarbeitung. Sie sind mit den Konzepten der Wahrnehmungsschwellen, der Diskrimination, Auflösung und Unterscheidung von Reizen und den Phänomenen der Maskierung vertraut. Sie sind in der Lage, die Ansätze der klinischen und praktischen audiologischen Diagnostik auf die Gesetze der Psychoakustik zurückzuführen und können kompetent und selbstständig beurteilen, welche Aussagen aus einem gegebenen „subjektiven Hörtest“ abgeleitet werden dürfen. Die Kombination der aus der Psychoakustik bekannten Leistungen des intakten Hörsystems mit den Eigenheiten der jeweiligen Hörprothese ermöglicht ihnen, realistische Ziele für die Versorgung zu definieren und anzustreben. Die Absolventen kennen zudem alle gängigen Verfahren der Sprachaudiometrie einschließlich ihrer Einsatzbereiche, Stärken und Grenzen. Die Schwierigkeiten der Untersuchung der Hörleistungen von Kindern in verschiedenen Alters-



stufen und Entwicklungsstadien sind ihnen so weit bekannt, dass sie die adäquate Anwendung der Verfahren selbstständig und situationsbezogen auswählen und die aus den Ergebnissen gezogenen Schlussfolgerungen kompetent beurteilen können.

Die Absolventen kennen alle in der Praxis angewendeten Methoden der objektiven Audiometrie (Impedanzaudiometrie, Otoakustische Emissionen, Elektrische Reaktionsaudiometrie) und können sie beschreiben und selbstständig durchführen. Sie vermögen die Messergebnisse zu analysieren, zu einer spezifischen Funktion des Hörsystems in Beziehung zu setzen, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Tests zu erkennen und Widersprüche aufzudecken.

Inhalte:

### *Psychoakustik*

- Reiz- und Empfindungsgrößen
- Hörfeld des menschlichen Ohres
- Lautstärkepegel (phon), Lautheit (sone), kategoriale Lautheit (KU)
- Tonheit und Tonhöhenwahrnehmung (mel)
- Mechanismen der Tonhöhenwahrnehmung
  - Periodizitätsanalyse
  - Missing fundamental
  - Frequenzunterscheidungsvermögen
- Tonhöhenwahrnehmung bei komplexen Signalen (Pitch)
- Unterschiedsschwellen (just noticeable differences JND)
- Auditorische Filter
  - Messung der auditorischen Filter
  - Anzahl und Form bzw. Bandbreite auditorischer Filter
  - Effekte der auditorischen Filter
- Modelle der auditorischen Verarbeitung (Hörmodelle)
- Maskierung (Verdeckung)
- Weber'sches Gesetz, Weber-Fechner'sches Gesetz, Stevens'sche Potenzfunktion
- Vergleichende und direkte Skalierung

### *Subjektive Audiometrie*

- Statistische Definition des Schwellenbegriffes
- Hörschwelle, Reintonaudiometrie
- Luft- und Knochenleitung
- Überhören und Vertäubung
- Unbehaglichkeitsschwelle, Dynamikbereich, Hyperakusis

- Überschwellige Tests: Fowler, SISI, Lüscher, Langenbeck
- Lautheitsskalierung
- Richtungshörtest
- Tinnitus Matching und Verdeckung, Tinnitus-Fragebogen
- Sprachaudiometrie:
  - Zielsetzungen
  - Freiburger Sprachverständlichkeitstest
  - Sprachverstehen im Störgeräusch
  - CCITT, Oldenburger Rauschen, sprachsimulierendes Rauschen
  - HSM-Test
  - Matrixtest, Oldenburger Satztest (OLSA)
  - Göttinger Satztest (GöSa)
  - Einsilber-Reimtest (WaKo)
  - Logatomtests
  - Zentrale Hördiagnostik, dichotisches Hören (Feldmann, Rübsamen, Uttenweiler)

#### *Objektive Audiometrie*

- Impedanzaudiometrie
  - Einfluss von Druck und Sondentonfrequenz
  - Tympanometrie Messverfahren
  - Tympanogramm
  - Stapediusreflex, akustisch und elektrisch evoziert
    - Ipsi- und kontralateraler Reflex
    - Reflexschwelle: Einfluss einer Hörminderung, Metz-Recruitment
    - Reflexermüdung
  - Tubenfunktionsprüfung
- Otoakustische Emissionen OAE
  - Intrameatale Reizgebung und Registriertechnik
  - Transitorisch evozierte OAE (TEOAE)
    - Click-evozierte Antworten
    - Eliminierung linearer Antwortkomponenten
    - Amplituden von Restrauschen (Qualitätsmaß) und Antwort
    - Reproduzierbarkeit

- Einfluss von Hörminderungen
- Otoakustische Distorsionsprodukte (DPOAE)
  - Primärtöne  $f_1$  und  $f_2$
  - Distorsionsprodukt  $2f_1-f_2$
  - Amplituden von Restrauschen (Qualitätsmaß) und Antwort
  - Signal/Rausch-Verhältnis
  - Einfluss von Hörminderungen
- Frequenzspezifität von TEOAE und DPOAE
- Akustisch evozierte Potentiale (AEP) und elektrische Reaktionsaudiometrie (ERA)
  - Für die elektrophysiologische Exploration des Hörsystems geeignete akustische Reize
  - Analoge und digitale Verarbeitung des EEG-Signals
  - Systematik der Potentiale gemäß ihrer Latenzzeit von peripher nach zentral
  - Zuordnung der einzelnen Komponenten der Reizantwort zu den generierenden anatomischen Strukturen
  - Sehr frühe akustisch evozierte Potentiale
    - Cochlear microphonics (CM)
    - Summationspotential (SP)
    - Summenaktionspotential (SAP oder CAP = compound action potential)
    - Elektrocochleographie (ECochG)
    - Transtympanale Ableitung
  - Frühe akustisch evozierte Potentiale (BERA)
    - Click-, Tonpuls- und Chirp-BERA
    - Reize, Latenzzeiten und Latenzdifferenzen, Kennlinien, Seitendifferenzen, Differentialdiagnostik
    - Reststörung und Messqualität
  - Auditory steady-state responses (ASSR)
  - Frequenzspezifische objektive Hörschwelle auch im Kindesalter
  - Kortikale Potentiale (CERA), frequenzspezifische objektive Hörschwelle bei Erwachsenen
  - Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP bzw. Event Related Potentials ERP), wie MMN, P300 und N400

### *Pädaudiologie*

- Neugeborenen-Hörscreening
- Verhaltensbeobachtung (Reflex- und Reaktionsaudiometrie)

- Moro- und Auropalpebral-Reflex, Konditionierung, Visual Reinforcement Audiometry (VRA)
- Spielaudiometrie
- Sprachaudiometrie im Kindesalter (Mainzer, Göttinger, OLKI, OLKISA)
- Stellenwert der objektiven Hörprüfungen
- Bewertung der Testergebnisse in Beziehung zum Entwicklungsalter.

## Modul 5: Hörstörungen und ihre Behandlung

6 LP

Die Absolventen kennen die Pathophysiologie des peripheren Hörorgans und der zentralen Hörverarbeitung und sind in der Lage, Krankheiten, Symptome und Probleme anhand der Anamnese und der Befundlage zu erkennen, Widersprüche aufzudecken, Zusammenhänge zu erkennen und konkrete Folgerungen hinsichtlich einer CI-Versorgung abzuleiten.

Hörstörungen aller Art können erkannt werden, verschiedene Informationen aus der Differentialdiagnostik können beurteilt, miteinander verknüpft und Widersprüche erkannt werden. Insbesondere können Schalleitungsstörungen, Schallempfindungsstörungen und kombinierte Hörstörungen sicher differenziert und die im Einzelfall erforderlichen weiteren diagnostischen Schritte umgesetzt werden. Aus den vorliegenden Befunden können Hypothesen entwickelt und Konsequenzen für die weitere Diagnostik und Therapie abgeleitet werden.

Das Phänomen des Recruitment kann erfasst, bewertet und in das Gesamtbild integriert werden. Zusätzliche Symptome wie Tinnitus, Hyperakusis und Diplakusis können in den Gesamtzusammenhang eingeordnet und gewichtet werden, um daraus diagnostische und therapeutische Folgerungen abzuleiten. Die Möglichkeiten zur Diagnostik und Behandlung des chronischen Tinnitus sollen bekannt sein, so dass im Zusammenspiel mit den Ärzten eine leitliniengerechte Beratung des Patienten erfolgen kann.

Auch syndromale Hörstörungen sollen bekannt sein und im Zusammenhang mit weiteren Krankheitsmanifestationen gewichtet und das weitere audiologische Vorgehen geplant werden können. Genetisch bedingte Hörstörungen, sowohl syndromale als auch nicht-syndromale, können erkannt werden, so dass das weitere audiologische Vorgehen im Zusammenhang mit anderen Krankheitsmanifestationen geplant werden kann.

Die Möglichkeiten der Mittelohrchirurgie sind bekannt.

Inhalte:

### *Pathophysiologie*

- Außenohr: Fehlbildungen, Gehörgangsexostosen etc.
- Mittelohr: Cholesteatom, Otosklerose, Vernarbungen nach chronischen Otitiden, Kettenruptur, Tumore etc.
- Innenohr: z.B. Fehlbildungen etc.
- Syndrom-assoziierte Hörstörungen (Usher-Syndrom, Cogan-Syndrom etc.)
- Funktionelle Hörstörungen
- Angeborene (genetisch, prä-, peri- und postnatal) Hörstörungen
- Erworbene Hörstörungen (toxische Schädigung, Traumata, Hörsturz, Lärm, Presbyakusis etc.)

- Auditorische Synaptopathie / Auditorische Neuropathie (AS / AN)
- Neurale und zentrale Hörstörungen
- Vestibularisschwannome und weitere Tumore der zentralen Hörbahn
- M. Menière
- Charakteristik von Hörstörungen
- Recruitment
- Hyperakusis, Diplakusis, Dysakusis
- Tinnitus
- Gleichgewichtsstörungen
- Sprachentwicklungsverzögerung und -störung
- Grundlagen der Mittelohrchirurgie
  - Tympanoplastik verschiedene Typen
  - Aktive / passive Mittelohrimplantate
  - Radikalhöhle

## Modul 6: Schallverstärkende und implantierbare Hörhilfen

16 LP

Hörgeräte bzw. Hörsysteme sind technische akustische Hilfsmittel, mit denen angeborene oder erworbene Hörminderungen, die einer kausalen Therapie nicht zugänglich sind, möglichst weitgehend ausgleichen. Nicht zu den Hörhilfen im Sinne dieser Definition gehören Neuroprothesen oder damit verbundene Hybride mit schallverstärkender Komponente.

In diesem Modul werden der Aufbau und die Anwendung von schallverstärkenden Hörhilfen und implantierbaren Hörsystemen wie z.B. aktive Mittelohrimplantate angesprochen. Zudem werden der Aufbau und die Verwendung von Hörassistenzsystemen thematisiert, die für einen barrierefreien Zugang im beruflichen und privaten Höralltag notwendig sind.

Die Absolventen sollen:

- schallverstärkende und implantierbare Hörsysteme nach Bauformen, Schallübertragung, Signalverarbeitung sowie Handhabungsmöglichkeiten kennen und unterscheiden können
- entsprechend den audiologischen Gegebenheiten und den Anforderungen des Patienten die Anwendung der technischen Eigenschaften kennen
- Kenntnisse über verschiedene Arten von Otoplastiken unter Einbeziehung von audiologischen Gesichtspunkten erwerben
- den Einsatz von aktiven implantierbaren Hörsystemen bewerten können
- die Möglichkeiten des Einsatzes von Hörassistenzsystemen kennen und die technischen Eigenschaften im Hinblick auf die Versorgung bewerten können.

Inhalte:

- Bauformen und deren elektroakustische Besonderheiten
- Interpretation von Datenblättern (Anpassbereiche etc.)
- Überblick über implantierbare Hörsysteme
- Digitaltechnik und Signalverarbeitung in Hörsystemen
- Übersicht über die Entwicklung der Technologien in Hörsystemen
- Handhabungsmöglichkeiten
- Schnittstellen für Hörassistenzsysteme
- Überblick über Funktion und Anwendung von Hörassistenzsystemen
- Aufgabe und Arten der Otoplastik
- Energieversorgungssysteme.

## Modul 7: Anpassung von schallverstärkenden und implantierbaren Hörgeräten sowie Hörassistenzsystemen

13 LP

Für die Evaluation einer Hörsystemanpassung sind Kenntnisse der objektiven und subjektiven Verfahren notwendig. Die objektiven Verfahren zur Verifikation von schallverstärkenden Hörsystemen sind im Wesentlichen akustische Messungen an einem Kuppler bzw. *in-situ* im individuellen Gehörgang, während die subjektiven Verfahren auf psychoakustischen Messungen wie Ermittlung einer Hörschwelle, Messung der Sprachdiskrimination in Ruhe und im Störgeräusch oder Erhebungen mittels Frageinventaren basieren.

Die Absolventen sollen:

- computergestützte Messtechnik zur Ermittlung der Übertragungskurven von Hörsystemen einschließlich deren Funktionselemente anwenden können
- Einflüsse des individuellen Gehörganges berücksichtigen können
- die Wirkungsweise von Hörassistenzsystemen beschreiben können
- subjektive Messverfahren zur Validierung auswählen und anwenden können.

Inhalte:

- Zielkurvenverfahren wie z.B. DSL, NAL
- Auswirkung verschiedener Messsignale auf das Messergebnis bei Kupplermessungen
- Einfluss des Außenohres auf die akustische Übertragung (In-Situ-Messung, REIG, REUG, REAG, RECD etc.)
- Perzentilanalyse
- Überprüfung der Funktion von Hörassistenzeinrichtungen
- Ermittlung der Hörschwelle mit Versorgung (functional gain)
- Bedeutung der Lautheitsskalierung

- Einsatz von Sprachtestverfahren
- Übersicht zu Frageninventaren (APHAB etc.).

## Modul 8: Aufbau und Funktion von CI-Systemen

22 LP

Die Absolventen sollen vertiefte und anwendungsrelevante Kenntnisse über den prinzipiellen Aufbau und die Funktionsweise von CI-Systemen besitzen.

Sie sollen ein Verständnis für die technischen Rahmenbedingungen und für die unterschiedlichen Ansätze und bei der Realisierung der einzelnen Komponenten eines CI-Systems entwickeln.

Die Absolventen sollen befähigt werden, Kandidaten für aktive Hörimplantate und CI-Träger kompetent über die prinzipiellen technischen Eigenschaften von CI-Systemen und insbesondere über die im Alltag einzuhaltenden Sicherheitsvorschriften zu beraten.

Inhalte:

- Historischer Abriss
- Prinzipieller Aufbau eines CI-Systems (Blockschaltbild)
- Externe Komponenten
  - Bauformen
  - Energieversorgung
  - Elektronik (DSP)
  - Signalvorverarbeitung
    - Prinzipien der aktuell verfügbaren Technologien
    - Input Dynamic Range (IDR)
    - Frequenzbereich
  - Signalverarbeitung (Klassifikation von Kodierungsstrategien)
    - Spektrale Einhüllende
    - Zeitliche Einhüllende
    - Spektrale Feinstruktur
    - Zeitliche Feinstruktur
    - Diskontinuität der Signalverarbeitung (FFT Zeitfenster, Unterschiede Sampling rate, Update rate, Stimulationsrate)
    - Embedded Protocol, Power-up-Pulse
  - RF-Transmitter
    - Trägerfrequenz
    - Übertragungsprotokoll (Energie und Daten)
  - Zuverlässigkeit des Audioprozessors

- Interne Komponenten
  - Bauformen und Materialien
  - Digitaler Signalprozessor (DSP)
  - Programmierbare Stromquellen
  - Serielle / parallele Stimulation
  - Max. Stimulationsrate
  - Elektrodenmaterial und Elektrodendesign
  - Kanalzahl und Kanalinteraktion
  - Insertionstiefe und Insertionstrauma
  - Spezialelektroden (EAS, Hybrid-Versorgung)
- Kodierungsstrategien
  - Historischer Abriss
  - Realisierung in den aktuell eingesetzten Produkten
- Telemetrie
  - Messung der elektrischen Impedanz
  - ECAP-Messung (Schwellen, spread of excitation (SOE), recovery functions, Adaptation, Refraktärzeiten, Ermüdung)
  - Messung des elektrischen Feldes
- Sicherheitsrelevante Aspekte
  - Implementierte Sicherheitsmechanismen
  - Ausgangskondensatoren
  - Ladungsbegrenzung, etc.
  - Biokompatibilität
  - Implantatzuverlässigkeit
    - Fehlerarten (technisches Versagen, medizinische, chirurgische, unfallbedingte Vorfälle)
    - Fehlerdiagnostik
    - Wechselwirkung Implantat – Medizinische Diagnostik / andere Technologien
    - Alltagsrelevante Sicherheitshinweise.
- Programmiersoftware
  - Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise.



## Modul 9: Spezielle Aspekte der elektrischen Stimulation des Hörsinnes

9 LP

Die Absolventen sollen in der Lage sein, die Funktionsprinzipien der Hörimplantate zu erklären und sie sollen die Indikationskriterien kennen. Sie müssen ebenfalls verstehen und erklären können, wie elektrischer Strom und elektrische Spannung auf Neuronen, insbesondere den Hörnerv, wirken. Sie sollen die Unterschiede zwischen dem normalen Hören bei akustischer Stimulation und dem Hören bei elektrischer Stimulation kennen. Darüber hinaus sollen sie mögliche Nebenwirkungen der elektrischen Stimulation kennen. Sie sollen in der Lage sein, die Erwartung der Betroffenen mit den Erfolgsaussichten der Versorgung auf der Grundlage faktenbasierten Wissens zu diskutieren.

Inhalte:

- Funktionsweise eines CIs und Unterschiede zum akustischen Hören
- Physik der Reize elektrisch vs. akustisch
- Indikation: Notwendigkeit einer intakten Hörbahn
- Elektrische Reizung von Neuronen / Nerven; Folgen der Überstimulation
- Adäquater vs. inadäquater Reiz
- Anodischer / kathodischer Reiz; biphasische / mehrphasische ladungsneutrale Pulse
- Effekt von Gleichspannungsanteilen auf das Gewebe
- Limitation des Gesamtstromes zur Vermeidung von Läsionen
- Elektrisches Feld in der Cochlea; Effekt von unterschiedlichen Stimulationsmodi
- Effekt der Elektrodenoberfläche auf die Feldstärke
- Physiologische Wirkung: Dosisseffekt
- Einfluss des Abstandes (perimodiolar vs. laterale Wand)
- Elektrische Impedanzen (Elektroden in und außerhalb der Cochlea)
- Einordnung des CI ins Portfolio der Hörhilfen / Hörimplantate
- Elektroakustische Stimulation / Hybrid
- Wegfallen des reizleitenden Apparates
- Reduktion der Anzahl von „Rezeptoren“ und stimulierbaren Nervenzellen im Bereich des Hörnervs und der zentralen Hörbahn
- Auswirkung von ototoxischen Substanzen und auditorischer Deprivation auf das „elektrische Hören“
- Prinzip der Frequenzkodierung (Tonotopie, Frequenzlimitation bis 8 kHz, Frequenz-Elektroden-Zuordnung; Frequenzunterscheidungsvermögen CI vs. NH)
- Kanalinteraktion (perimodiolar vs. lateral)

- Intensitätskodierung (Amplitude, Pulsweite, Inter-Phase-Gap, Stimulationsrate, Lautheitswachstumsfunktionen, Einfluss der Vorverarbeitung auf die Lautheit, Anzahl der Maxima; Intensitätsunterscheidungsvermögen CI vs. NH; eingeschränkter Dynamikbereich) Elektrische Summation, Summation bei der Anpassung der MAP; binaurale Summation bei bilateraler Versorgung
- Konstantratige Stimulation vs. Intervallkodierung
- Wegfall der Spontanaktivität
- Schrittweite der Intensitätskodierung  $\mu\text{A}$ ; Dynamikbereich; Intensitätsauflösung auch abhängig von der neuronalen Degeneration
- Andere elektrische Hörimplantate (Auditory Brainstem Implant ABI und Auditory Midbrain Implant AMI)
- Binaurales Hören: monaurale Mechanismen, binaurale Mechanismen (interaurale Differenzen von Intensität, Phase, Frequenzspektrum und Pegel)
- Gewöhnungseffekte (Stromtoleranz, High Pitch nach Erstanpassung, bilaterale CI-Versorgung)
- CI-Simulationen: Prinzip, Aussagekraft und Grenzen.

## Modul 10: Versorgungsweg

36 LP

Die Studierenden erwerben in diesem Modul eingehende Kenntnisse über den Ablauf der Versorgung und die wesentlichen Untersuchungen vor der CI-Indikation. Sie sollen die Bedeutung auffälliger Röntgen- und CT-Befunde kennen. Den Absolventen soll die Theorie und Durchführung der intraoperativen Messungen bekannt sein. Hierzu sollten die Grundlagen der Abläufe im Operationssaal, insbesondere die Hygieneregeln und -vorschriften bekannt sein. CI-spezifische Besonderheiten während der Operation sollen korrekt eingeordnet und der Chirurg über die technischen Aspekte beraten werden können. Die Konsequenzen für die postoperative CI-Nachsorge sollen eingeschätzt werden können. Während der Nachsorge ist es von großer Bedeutung, physiologische und medizinische Auffälligkeiten rasch einzuordnen, die eigenen Grenzen zu erkennen und Ärzte, Therapeuten etc. heranzuziehen.

Inhalte:

- Indikation und Kontraindikation
  - Audiologische Indikationen der CI-Versorgung
  - Einflüsse auf den CI-Erfolg: Ätiologie, Taubheitsdauer, Alter, etc.
  - Hören in unterschiedlichen Kommunikationssituationen
  - Konventionelle Hörgeräte: Indikation und Grenzen
  - Indikation von implantierbaren Hörsystemen
  - Abgrenzung CI zu alternativen Versorgungsformen (implantierbare Hörsysteme, „konventionelle“ Hörsysteme etc.)
  - Einseitige Taubheit (Single-Sided Deafness SSD)
  - Tinnitus
- Audiologische Beratung:

- Bedarfsprofil
- Beurteilung der privaten und beruflichen Höranforderungen
- Rehabilitation und Langzeitnachsorge
- CI-spezifische Voruntersuchungen:
  - Vestibularisprüfung
  - Subjektiver und objektiver Promontorialtest
- Kriterien für die Auswahl eines CI-Systems:
  - Restgehörerhalt
  - Tiefe der Insertion
  - Anzahl unabhängiger Kanäle
  - Praktische Handhabung im Alltag (bspw. bei Sehbehinderung oder eingeschränkter Feinmotorik)
  - Hörgerät kontralateral?
- Bimodale Versorgung
- kombinierte elektrisch / akustische Stimulation
- CI-Versorgung bei einseitiger Taubheit (Single-Sided Deafness SSD)
- Frühzeitige Diagnose und CI-Versorgung (monaural, bilateral, einzeitig vs. zweizeitig, prä-, peri- und postlingual)
- Probleme der individuellen Prognose durch Individualität des Menschen (Hörerfahrung, Ätiologie, psychologische Parameter, ...)
- Notwendigkeit der (Re-)Habilitation
- Operation:
  - Intraoperative technische Messungen
  - Elektrisch ausgelöster Stapediusreflex und visuell bestimmte Reflexschwellen
  - Elektrisch ausgelöste Summenaktionspotentiale
    - ECAP-Nachweisbarkeitsschwellen
    - Spread of excitation (SOE)
    - Refraktärmessungen (recovery functions)
  - Prognostischer Wert der intraoperativen Messungen für Anpassung und das Hören mit CI
- Nachsorge:
  - Grundlagen der medizinischen Nachsorge (Wundkontrolle, Schmerzen, Gleichgewichts- und Schmeckstörungen, ...)
  - Strategien für die Anpassung bei Erwachsenen und Kindern sowie bei Mehrfachbehinderung
  - Hörtraining

- Einsatz von Zusatztechnik / Assistenzsystemen
- Audiologische Messungen (angelehnt an DGA-Empfehlung für Audiologische Messungen im Rahmen der CI-Versorgung)
- Besonderes Vorgehen bei Mehrfachbehinderung
- Komplikationsmanagement:
  - Übersicht über die häufigsten postoperativen Komplikationen
  - Erkennen medizinischer Probleme und im Team kommunizieren
  - Dysplasieformen der Cochlea (z.B. Mondini)
  - Partielle Insertionen
  - Tip foldover
  - Atypische Hörempfindungen
  - Fluktuierende oder nachlassende Hörleistungen
  - Schwindel und Gleichgewichtsstörungen
  - Sensorische Missempfindungen (z.B. Schmeckstörungen, Taubheitsgefühl)
  - Fazialis-Miterregung
  - Elektrische Stimulationsartefakte
  - Missempfindungen bei elektrischer Stimulation
  - Schmerz
  - Tullio-Phänomen
  - Meningitis
  - Unbehaglichkeitsreaktionen
  - Überstimulation
  - Vorgehen bei Revision / Reimplantation

## Modul 11: Anpassung und Kontrolle von CI-Systemen

30 LP

Die Absolventen sollen die aktuellen Kodierungsstrategien kennen und die Auswirkungen von Änderungen der darin enthaltenen Parameter (z.B. Rate, Pulsweite, T- und M-Werte, Gain, Map Law, Q-Wert etc.) beherrschen. Sie können selbständig, sowohl basierend auf psychoakustischen Untersuchungen als auch auf der Grundlage objektiver Messungen wie z.B. der Bestimmung der Schwellen der elektrisch evozierten Summenaktionspotentiale (ECAP) oder der elektrisch ausgelösten Stapediusreflexe, CI-Prozessorprogramme (Maps) erstellen. Sie können die subjektiven und objektiven audiologischen Verfahren zur Kontrolle des Anpassungserfolges anwenden und deren Ergebnisse im Hinblick auf die Optimierung der Einstellungen im Rahmen der Feinanpassung der Maps beurteilen.

Die Absolventen sind in der Lage, Fehlfunktionen der CI-Systeme zu erkennen, entsprechende Diagnoseverfahren einzusetzen und adäquat auf deren Resultate zu reagieren. Sie können Langzeit-Veränderungen der patientenbezogenen Messergebnisse selbständig erkennen und darauf basierend Empfehlungen für die weitere Therapie geben bzw. individuelle Parameter in den Maps ändern.

Die Absolventen sollen die Verfahren der technischen Kontrollen des gesamten CI-Systems inklusive Nachweis der funktionellen Integrität des Implantates kennen. Sie kennen die Kodierungsstrategien und den Einfluss der wählbaren Parameter auf das Hören und Verstehen.

Inhalte:

*CI-Prozessoranpassung:*

- Elektrophysiologische Untersuchungen zur Unterstützung der Parameterwahl
  - Elektrisch evozierte Summenaktionspotentiale (ECAP)
    - ECAP-Telemetrie
    - Implantierte Elektroden als Reiz- und Messsonden
    - Masker-Probe-Paradigma
    - ECAP-Schwelle
    - Zusammenhang mit psychometrischen Größen; Anwendung in der Prozessoranpassung
    - Spread of Excitation (SOE)
    - Recovery Functions
  - ESRT
- Interaktive CI-Prozessoreinstellung
  - Psychoakustische Messung der T- und C-Werte
  - Lautheitsmessung und -abgleich, auch bilateral
  - Tonhöhenmessung und -abgleich, auch bilateral
- Audiometrische Untersuchungen und Einfluss der Ergebnisse auf die Feinanpassung
  - Detektion und Diskrimination
  - Hörfeld-, Hörschwellen- und Unbehaglichkeitsschwellenmessung im Freifeld
  - Lateralisation und Lokalisation
  - Sprachaudiometrie in Ruhe und im Störschall
  - Messung von Stapediusreflexen im Freifeld (FFMOR)
- Einfluss der Vorverarbeitung des Signals auf das Sprachverstehen
- Vorgehen zur Vermeidung von Fehlstimulationen

*Kontrollen*

- Ziele der Kontrollen

- Überprüfung der technischen Integrität und Klassifizierung des Funktionszustands aller Systemkomponenten
- Überprüfung der optimalen Anpassung der CI-Prozessoren an die individuellen Bedürfnisse der Patienten
- Kontrolle und Optimierung von Prozessorsitz, Spulensitz und Magnetstärke
- Kontrollverfahren
  - Technische Kontrollen z.B.
    - Impedanz- und Spannungsverteilungen
    - Oberflächenpotentiale (AEV)
  - Objektive Kontrollen z.B.
    - ESRT bei direkter Stimulation einzelner Elektroden
    - ESRT bei Freifeldstimulation mit der im Prozessor aktivierten Map (FFMOR)
    - ECAP
    - E-BERA
  - Subjektive Kontrollen z.B.
    - Reaktionsschwellen
    - Lautheitsskalierung
    - Sprachaudiometrische Untersuchungen in Ruhe
    - Sprachaudiometrische Untersuchungen im Störgeräusch
  - Erhebung der subjektiven Zufriedenheit, Evaluation mittels Fragebögen.

## Modul 12: Anpassung und Kontrolle von implantierbaren Hörsystemen (außer CI)

26 LP

Dieses Modul bezieht sich auf knochenverankerte Hörsysteme und aktive Mittelohrimplantate. Die Anpassung und Kontrolle von aktiven implantierbaren Hörsystemen setzt die Kenntnis der Funktionsweise dieser Systeme, Kenntnisse der Anatomie sowie der Physiologie und Pathophysiologie des Gehörs voraus. Die Absolventen kennen die Prinzipien der Anpassung und Kontrolle von aktiven implantierbaren Hörsystemen. Sie können die Versorgungen mit implantierbaren Hörsystemen kompetent bewerten und im Vergleich zu alternativen Versorgungsmöglichkeiten beurteilen.

Inhalte:

*Funktionsprinzipien und Individualisierung:*

- Ankopplungsmöglichkeiten Knochenschall
  - Transkutane und perkutane Signalübertragung
  - Elektromagnetische und mechanische Signalübertragung
- Ankopplungsmöglichkeiten im Mittel- und Innenohr

- Ankopplung an der Ossikelkette (Ambossschenkel, Stapes etc.)
- Rundfensterankopplungen
- Hydromechanische Ankopplung
- Anpassverfahren für konventionelle Hörgeräte und Umsetzung auf implantierbare Systeme
- Vibrationsschwellen
- Versorgungsweg
  - Erprobungsmöglichkeiten vor Implantation
  - Anpassung der Hörsysteme
  - Nachsorge
  - Mögliche Komplikationen

*Kontrolle von aktiven implantierbaren Hörsystemen:*

- Objektive Kontrollmöglichkeiten
- Überprüfung der technischen Integrität aller Systemkomponenten
- Systemeigene Kontrollmöglichkeiten
- Kontrolle der externen Teile (Mikrofon, Prozessorsitz, Spulensitz, Magnetstärke, ...)
- Fehlfunktionen und deren Erkennung
- Überprüfung der optimalen Anpassung der Audioprozessoren an die individuellen Bedürfnisse der Patienten
- Audiometrische Untersuchungen und Einfluss der Ergebnisse auf die Anpassung.

## Modul 13: Audiopädagogische und auditherapeutische Aspekte

13 LP

Die Absolventen sollen Kenntnis über die verschiedenen Angebote der ambulanten sowie (teil-)stationären Rehabilitation und deren Inhalte nach CI-Versorgung haben. Somit sollen sie in der Lage sein, den Bedarf der Patienten an einer Rehabilitationsmaßnahme abzuschätzen und entsprechende Empfehlungen auszusprechen.

Dabei müssen die Absolventen mit den speziellen Kommunikationsregeln und -taktiken (Lautsprache, LBG, DGS) im Umgang mit hörgeschädigten Menschen vertraut sein und deren Einsatz in ihrer täglichen Arbeit beurteilen können, so dass der hörgeschädigte Mensch in die Lage versetzt wird, Inhalte, Ablauf, Arbeitsweisen und Hinweise zu verstehen. Die Bedeutung der Zusammenarbeit des Audiologen mit den betreuenden Therapeuten sowie Eltern und Angehörigen ist dabei zu berücksichtigen.

Des Weiteren sollen die Absolventen die Auswirkungen einer Hörschädigung auf Hörentwicklung und Spracherwerb kennen und daraus Handlungsweisen zur Kommunikation ableiten können.

Die Absolventen sollen aus ihren Kenntnissen in Bezug auf die Auswirkungen von Mehrfachbehinderungen bei hörgeschädigten Kindern und Erwachsenen auf die individuelle Hör- und Sprachentwicklung soziale Handlungskompetenzen und Verhaltensweisen für die Zusammenarbeit mit den jeweiligen Patienten und deren Bezugspersonen ableiten können. Sie sollen entscheiden können, welche Arbeitsweise mit den Betroffenen, angepasst an deren individuelle Fähigkeiten, zielführend ist.

Die Absolventen sollen die Besonderheiten des bilingualen Spracherwerbs bei hörgeschädigten Kindern sowie die besondere Situation hörgeschädigter Kinder mit gehörlosen Eltern oder mit Mehrfachbehinderung kennen, sowie daraus resultierende Reaktionsweisen der Betroffenen einordnen können.

Außerdem sollen die Absolventen Kenntnisse über die verschiedenen Unterstützungsangebote für Menschen mit Hörschädigung haben und die Betroffenen je nach individueller Fragestellung an die zuständigen Einrichtungen verweisen können.

Inhalte:

#### *Aspekte der Erwachsenenversorgung*

- CI-Rehabilitations-Konzepte
  - Ambulant
  - Teilstationär
  - Stationär
- Hörentwicklung mit CI (unter Berücksichtigung von Ursache und Dauer der Hörschädigung)
- Hörtherapeutische Maßnahmen
  - Hörtherapie (hierarchisch strukturiert)
  - Sprachverstehen in Ruhe
  - Sprachverstehen im Störgeräusch
  - Telefontraining
  - Richtungshören
  - Musiktraining
  - Hörstrategie und -taktik
  - Kommunikationstraining
  - Absehen vom Mund
  - Hörtraining bei SSD
  - Auf die Lebens- und Berufssituation bezogene Therapie
  - Stimmtherapie, Sprechpflege
  - Nutzung von Zubehörtechnik / Assistenzsystemen
- Beratung von Betroffenen und deren Angehörigen
- CI und Mehrfachbehinderung (kognitive Einschränkungen, motorische Einschränkungen, Sehbehinderung, Syndrome) und bei Komorbiditäten (z.B. neurologische, psychische oder psychiatrische Erkrankungen)

#### *Aspekte der Kinderversorgung*

- CI-Rehabilitations-Konzepte
  - Ambulant



- Teilstationär
- Stationär
- Hörentwicklung
  - Beim normal hörenden Kind
  - Beim hörgeschädigten Kind
- Sprachentwicklung
  - Beim normal hörenden Kind
  - Beim hörgeschädigten Kind
  - Bei Mehrsprachigkeit (Gebärdensprache oder andere Lautsprache)
  - Bei Kindern gehörloser Eltern (CODA = children of deaf adults)
- CI und Mehrfachbehinderung (kognitive Einschränkungen, motorische Einschränkungen, Sehbehinderung, Syndrome)
- Hörgerichtete Förderung
  - Akzeptanztraining
  - Diagnostik der Hör- und Sprachentwicklung
  - Förderung der Hörentwicklung
  - Förderung der Sprachentwicklung
  - Förderung binauraler Prozesse
  - Hörtraining bei SSD
  - Nutzung von Zubehörtechnik / Assistenzsystemen
  - Elternberatung
- Besondere Aspekte der Kinderaudiometrie
  - Hörreaktionen
  - Kindersprachverständlichkeitstests und deren Interpretation
  - Modifizierte Settings z.B. bei Mehrfachbehinderung
  - Messung bei SSD
- Besondere Aspekte der Kinderanpassung
  - Zusammenarbeit von Audiologe und Therapeut
  - Berücksichtigung der elterlichen Rückmeldungen
  - Anpassung als therapeutischer Prozess
- Weitere Aspekte
  - Kommunikation und Umgang mit hörgeschädigten Menschen

- Mimik, Gestik, Körpersprache, LBG, DGS
- Besonderheiten der lautsprachlichen Kommunikation
- Weitere Fördersysteme (z.B. Gebärden, unterstützte Kommunikation)
- Frühförderung / Frühfördersysteme
- Betreuende Einrichtungen (KiTa, Schule, Ausbildungsstätte, Werkstatt für Behinderte, Heim)
- Selbsthilfegruppen
- Versorgungsamt
- Integrationsfachdienst
- Integrationsamt
- Sozialamt
- Rechtliche Grundlagen (SGB, Hilfsmittel-Richtlinie)
- Schwerbehindertenrecht, Merkzeichen.

## Modul 14: Rechtliche Grundlagen

2 LP

Die Absolventen dieses Moduls lernen die rechtlichen Grundlagen des Einsatzes von Medizinprodukten zur Rehabilitation kennen. Den Teilnehmern sollen die Begriffe Heilmittel und Hilfsmittel, die für Medizinprodukte geltende Gesetzgebung, das Hilfsmittelverzeichnis, die Anforderungen an Hilfsmittel und die Sicherheit von Hilfsmitteln vermittelt werden.

Insbesondere sollen die Absolventen die für den Umgang mit aktiven Implantaten relevanten aktuell gültigen europäischen Bestimmungen (Medical Device Regulation MDR) und nationalen Ausführungsverordnungen kennen. Weiterhin soll die Anwendung von Meldesystemen für Vorkommnisse erlernt werden.

Zur sozialrechtlichen Stellung der CI-Versorgung sollen die entsprechenden Abschnitte des Sozialgesetzbuchs SGB V und SGB IX bekannt sein, wobei Aspekte des Ersatzes einer Körperfunktion und des direkten Behinderungsausgleichs dargelegt werden sollen. Weiterhin sollen die Verfahren der Sachleistungsträger zur Prüfung der Gewährung von Leistungen kennengelernt werden und hierbei die Aufgabe und Rolle des medizinischen Dienstes (MD) der Krankenkassen dargelegt werden.

Inhalte:

- Medizinprodukte-Gesetzgebung
- Fehlerberichterstattung (BfArM etc.)
- Sozialgesetzgebung
  - Relevante Abschnitte des Sozialgesetzbuchs SGB V
  - Relevante Abschnitte des Sozialgesetzbuchs SGB IX
  - Verordnungsfähigkeit von CI und Hörgeräten
  - Verordnungsfähigkeit von Zusatzkomponenten und Zubehör

- Kostenübernahme von Umrüstungen
- Strukturen des Gesundheitssystems
  - Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA)
  - Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI)
  - Aufgaben der gesetzlichen und privaten Krankenversicherungen
  - Medizinischer Dienst (MD)
  - Haftung und Produkthaftung.

## Modul 15: Einweisung durch Herstellerfirmen

30 LP

Die Absolventen sollten die Produkte und deren Handhabung von mindestens drei führenden Implantatherstellern kennen. Außerdem sollen sie einen CI-Kandidaten zu den Alleinstellungsmerkmalen des jeweiligen Implantatsystems informieren können. Sie müssen in der Lage sein, die herstellereinspezifischen Einstellparameter in der Programmiersoftware in richtiger Weise einzusetzen und die Auswirkungen von Maßnahmen einzuschätzen. Die umfangreichen Einstellmöglichkeiten in der Mess- und Anpasssoftware sollten bekannt sein und je nach Anforderungen verwendet werden können. Sie können die Software installieren, bedienen und Probleme sowohl im Stand-Alone als auch im Netzwerkbetrieb (EDV) erkennen. Im Problemfall bei Verdacht auf einen Gerätedefekt (Prozessor oder Implantat) sollte die technische Diagnose sichergestellt und die entsprechenden Maßnahmen ergriffen werden können.

Inhalte:

*Alle Hersteller betreffend:*

- Vorstellung des Herstellers
  - Firmenpräsentation
  - Herstellerspezifischer Kundenservice
  - Vorstellung der Alleinstellungsmerkmale des jeweiligen Herstellers
- Vorstellung der Implantate der jeweiligen Hersteller
  - Technische Spezifikationen
  - Verfügbare Implantate und deren Elektrodensysteme
  - Kompatibilität mit anderen medizinischen Untersuchungs- und Therapieverfahren wie MRT, Reizstromanwendung u. ä.
  - Spezifisches OP-Instrumentarium
- Einweisung in die Bedienung und Nutzung vorhandener Hardware inkl. Vermittlung technischer Hintergründe in Theorie und Praxis
  - Bedienung der CI-Prozessorsysteme des jeweiligen Herstellers (inkl. Fernbedienungen, Anknüpfung von Zusatzgeräten, Messsysteme u.ä.)
  - Technische Details zu CI-Prozessoren
    - Signalfluss (Theorie)

- Signalverarbeitung (Theorie)
- Signalvorverarbeitung (Richtmikrophone, Störgeräuschunterdrückung, AGC)
- Konnektivität zu anderen Audiogeräten (wireless connectivity, FM, Induktion etc.)
- Unterschiede zwischen den SP-Generationen
- Einsatz von herstellereigenem Zubehör
  - Troubleshooting CI-Prozessorsysteme
- Vorstellen der Software des Herstellers
  - Programmiersoftware
  - Messsoftware (z.B. für ECAP etc.)
  - Installation der Software (Stand-Alone und Netzwerk)
  - Betrieb und Wartung der Software
- Einweisung in die Programmierung des jeweiligen Herstellers
  - Programmierphilosophie (ECAP-basierte Anpassverfahren, ESRT-basierte Anpassverfahren etc.)
  - Bedienung der Software (Theorie und Praxis)
  - Einsatz von Parametern (Empfehlungen des Herstellers)
  - Spezielle Aspekte der bimodalen Anpassung, bilateralen Anpassung, Hybrid / EAS-Anpassung
  - Tipps und Tricks bei der Programmierung bei Tip Foldover, Skalendurchbruch, Fazialis-Miterregung etc.
  - Durchführen von technischen Upgrades
  - Einweisung in weitere technische Hilfsmittel zur Verbesserung der Kommunikation wie z.B. FM-Anlagen, Bluetooth-Konnektivität etc.
- Einweisung in die Messsoftware (z.B. Impedanzen, ECAP, Transimpedance etc.) des jeweiligen Herstellers
  - Bedienung der Software
  - Einsatz von Parametern (Empfehlungen des Herstellers)
  - Umgang mit Complaints
    - Geräteüberprüfung
    - Performance-Probleme
    - Verdacht auf Implantat-Ausfall
  - Patientenberatung (Counseling)
  - Einweisung Customer Service (Bestellung, Reparaturen)
  - Übergabe der aktuellen Handbücher des Herstellers an den Absolventen

- Ausstellung eines Zertifikates für die Geräteeinweisung ggf. Absolvierung einer separaten Prüfung beim Hersteller notwendig.

## Modul 16: Praxis an erfahrenen Zentren

Ein Jahr ganztägig

Dieses Modul befähigt die Studierenden, die erlernten Kenntnisse in der Praxis umzusetzen. Innerhalb des Praktikums soll die Handlungs- und Anwendungskompetenz erworben und gefestigt werden. Das Zentrum, an dem die Praxiserfahrung erworben wird, muss hierzu das komplette Spektrum der audiologischen Tätigkeiten bei der Indikationsstellung, der intraoperativen Interventionen sowie der Erst- und Folgeanpassung sowie jährlichen audiologisch-technischen Kontrollen im Rahmen der Nachsorge von Erwachsenen und Kindern abdecken.

### *Voruntersuchungen:*

Teilnehmer an der Weiterbildung kennen die Verfahren, die als Voruntersuchungen bei Implantationen erforderlich sind. Sie sind in der Lage, ihre Bedeutung abzuschätzen und können ihre Aussagekraft hinsichtlich einer Entscheidung zur Implantation beurteilen.

### *Intraoperative Maßnahmen:*

Die Absolventen sind mit den systemspezifischen intraoperativen Testmethoden vertraut und können diese am Patienten in Kooperation mit dem OP-Team anwenden. Sie kennen die für einen Operationssaal typischen Verhaltensweisen und wissen über die sicherheitstechnischen und Hygiene-Anforderungen Bescheid. Sie sind in der Lage, Ergebnisse aus den intraoperativen Verfahren zu bewerten und Schlüsse für die weitere Vorgangsweise zu ziehen. Sie können bei intraoperativ durchgeführten Messungen eventuell auftretende Widersprüche erkennen und im Team diskutieren. Sie sind in der Lage zu entscheiden, welche Tests zu wiederholen sind und welche Prioritäten bei der Auswahl der Testverfahren zu setzen sind.

### *CI-Prozessoranpassung bei Erwachsenen:*

Die Absolventen verfügen über ein umfangreiches Detailwissen über die Systemkomponenten eines CI und sind in der Lage, einem hörbeeinträchtigten Patienten die Funktion und Arbeitsweise der einzelnen Komponenten anschaulich zu vermitteln. Sie sind mit der Vorgangsweise bei der Erstanpassung bei Erwachsenen und mit der Bedienung der Software zur Anpassung von Cochlea-Implantaten vertraut. Sie planen den Ablauf der erforderlichen CI-Systemtests und der Anpassung. Sie sind in der Lage, dem Patienten während des Vorganges der Anpassung die wesentlichen Anforderungen verständlich darzulegen und Rückmeldungen über Höreindrücke entsprechend zu bewerten. Sie beherrschen die Umsetzung der verbal geäußerten Beurteilung der Wahrnehmung in technische Maßnahmen für die weitere Vorgangsweise bei der Anpassung. Sie sind in der Lage, eventuell bei der elektrischen Stimulation auftretende technische Probleme zu erkennen und deren Bedeutung zu bewerten. Sie erkennen die Grenzen der Belastung des Patienten und optimieren das Arbeitstempo anhand der Fähigkeiten des Patienten. Sie sind in der Lage, den Fortschritt der Anpassung zu bewerten und zu entscheiden, wann ein entsprechender Sollzustand erreicht wird. Sie können die Notwendigkeit von weiteren Folgesitzungen zur Anpassung einschätzen und planen.

### *CI-Prozessoranpassung bei Kindern:*

Die Lernenden verfügen über ein umfangreiches Detailwissen über die für Kinder relevanten Systemkomponenten von Cochlea-Implantaten und sind in der Lage, deren Funktion und Handhabung den Eltern von Kindern und ggf. den Kindern selber anschaulich zu vermitteln. Sie verfügen über allgemeine Kompetenzen im Umgang mit Kindern entsprechend ihrem Alter und Entwicklungsstand. Sie kennen

alle Möglichkeiten der Anpassverfahren von Cochlea-Implantaten bei Kindern und beherrschen die Bedienung der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Anpass-Software. Sie planen den Ablauf der erforderlichen CI-Systemtests und der Anpassung. Sie bewerten die Zweckmäßigkeit und Anwendbarkeit von Verfahren und entscheiden evidenzbasiert über die Durchführung der Anpassung bei Kindern. Sie bewerten die Reaktionen von Kindern während der Stimulation über CI und treffen Entscheidungen hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise. Sie sind in der Lage, eventuell bei der Anpassung auftretende technische Probleme zu erkennen und zu beheben. Sie sind in der Lage, die Belastbarkeit von Kindern ggf. gemeinsam im Team einzuschätzen, um die weitere Vorgangsweise zu planen. Sie beurteilen den Fortschritt der Anpassung und entscheiden über das Prozedere bei den Folgesitzungen. Sie vermitteln den Eltern das erforderliche Wissen über die Handhabung der Systeme im Alltag.

Die Absolventen analysieren den aktuellen Stand des Anpassungserfolges aufgrund von audiologischen Tests und den Berichten des Patienten (bzw. der Eltern von CI-versorgten Kindern) und entscheiden über die weitere Vorgehensweise bei der Anpassung. Sie wissen Bescheid über übliche Hörentwicklungen, die nach einer längeren Verwendungsdauer der Implantate eintreten und ziehen Schlüsse hinsichtlich eines weiteren Anpassbedarfs. Sie überprüfen das Gesamtsystem im Hinblick auf seine Funktion, um eine problemlose Folgeanpassung zu gewährleisten. Sie optimieren die Anpassung des CI-Prozessors unter Einbeziehung der Patientenberichte über die Eignung des CIs im Alltag. Sie vergleichen das Erreichte mit den Erwartungen des Patienten und adaptieren bei Bedarf die Anpassung für besondere Hörsituationen. Sie planen auf der Grundlage von weiteren audiologischen Tests nach der Nachanpassung in Zusammenarbeit mit einem interdisziplinären Team die weiteren Folgeanpassungen.

#### *Systemkontrollen:*

Die Absolventen wissen über die herstellereinspezifischen Möglichkeiten der Überprüfung von CI-Systemen (Implantat und Prozessor) Bescheid. Sie sind in der Lage, die zur Systemkontrolle vorhandenen Werkzeuge mit anderen audiologischen Tests (z.B. E-BERA) zu kombinieren. Sie wissen über die Aussagekraft der einzelnen Verfahren Bescheid und können die Verfahren am Patienten anwenden. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse aus unterschiedlichen Tests zu kombinieren und entsprechende Schlüsse für die weitere Vorgangsweise (wie z.B. Prozessortausch, Empfehlung einer Reimplantation etc.) zu ziehen. Sie sind in der Lage, einfache Probleme auf Grund ihres Fachwissens zu beheben und die Patienten und deren Bezugspersonen entsprechend zu instruieren. Sie wissen die Ergebnisse aus den durchgeführten Kontrollen in anschaulicher und adäquater Form dem Patienten bzw. dessen Bezugsperson mitzuteilen.

#### *Troubleshooting Programmierung anhand der gemachten Erfahrung:*

Die Absolventen kennen die herstellereinspezifischen Eigenschaften der Programmierung. Sie sind in der Lage, die aktuelle Situation des aufgetretenen Problems zu beurteilen und eine Zuordnung der Ursache des Problems (interne oder externe Systemkomponente) vorzunehmen. Sie sind mit der Anwendung der von den Herstellern gelieferten Hilfsmittel zur Problemanalyse und Problembeseitigung vertraut und treffen gemäß der Testergebnisse Entscheidungen über die weitere Vorgehensweise. Sie treffen auf Basis ihres Wissens die Entscheidung, ob sie das Problem selbst beheben können oder ein Experte des Herstellers herangezogen werden muss.

Inhalte:

#### *Voruntersuchungen:*

- Audiologische Messverfahren vor Indikationsstellung zur Implantation
- Bedeutung der einzelnen Verfahren für die Indikationsstellung

#### *Intraoperative Maßnahmen:*

- Intraoperative Testmethoden zur Verifikation der Implantatfunktion und Stimulierbarkeit des auditorischen Systems (T-CAP, ESRT, EBERA)
- Anwendung der Testmethoden in Zusammenarbeit mit dem OP-Team
- Interpretation von Messergebnissen der intraoperativ angewandten Testmethoden
- Korrektes Verhalten im OP (Sicherheitstechnik, Hygiene)
- Troubleshooting bei Problemen mit intraoperativen Messungen

#### *CI-Prozessoranpassung bei Erwachsenen:*

- Vermittlung von Wissen über Funktion und Arbeitsweise der CI-Komponenten an hörbeeinträchtigte Menschen zur Verwendung des CIs im Alltag
- Erklärung und Durchführung der CI-Erstanpassung
- Interpretation der Rückmeldung von Patienten über deren Wahrnehmung mit CI und Konsequenzen für die Optimierung der Anpassung
- Erkennen von technischen Problemen bei der Anpassung
- Anwendung von objektiven Anpassmethoden bei Erwachsenen
- Planung von Folgeanpassungen

#### *CI-Prozessoranpassung bei Kindern:*

- Vermittlung von Wissen über Systemkomponenten, die für die Verwendung von CIs bei Kindern von Bedeutung sind
- Adäquater Umgang mit Kindern
- Anwendung von Anpassverfahren für Kinder, insbesondere objektive Methoden
- Wertung und Einbeziehung subjektiver elterlicher Beobachtungen in den Anpassprozess
- Instruieren der Eltern über notwendige Maßnahmen zur Verwendung von CIs im Alltag
- Erkennen von technischen Problemen bei der Anpassung von Kindern
- Planung von Folgeanpassungen

#### *Systemkontrollen:*

- Herstellerspezifische Möglichkeiten zur Überprüfung von CI-Systemen (Implantat und Prozessor)
- Kombination von CI und audiologischen Testmethoden (z.B. E-BERA)
- Aussagekraft der einzelnen Testmethoden
- Behebung von einfachen technischen Problemen von CI-Prozessoren
- Mitteilung der Testergebnisse an Patienten in adäquater und anschaulicher Form
- Troubleshooting bei Problemen mit der Programmierung

- Beurteilung der Ursache von Fehlfunktionen und Einschätzung der Möglichkeit zur Behebung des Problems (selbst oder durch Firmensupport)

*Klinisches Umfeld:*

- Datenbanken und PC-Netzwerke
- Klinik-Informationen-Systeme (KIS)
- Subjektive Audiometrie
- Objektive Audiometrie
- Pädaudiologische Verfahren.

*Erforderliche Anzahl der einzelnen unter Supervision erbrachten praktischen Leistungen:*

- Jeweils 10 intraoperative Messungen des ESRT-Schwellenprofils, des ECAP-Schwellenprofils und der SOE
- Jeweils 50 interaktive (psychoakustische) Anpassungen bei Erwachsenen und bei Kindern unter Einbeziehung von ESRT- und ECAP-Messung, davon 10 % Erstanpassungen
- Fehlereingrenzung bei Funktionsstörungen (mindestens 10 Fälle)
- Durchführung der audiometrischen Erfolgskontrolle (mindestens 30 Fälle).