



MEDIZINISCHE  
FAKULTÄT

# Forschungsbericht 2017

Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde

# UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENHEILKUNDE

Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 13800, Fax +49 (0)391 67 13806  
christoph.arens@med.ovgu.de

## 1. Leitung

Prof. Dr. med. Christoph Arens

## 2. Fachbereiche

Arbeitsbereich Phoniatrie und Pädaudiologie

## 3. Forschungsprofil

- Diagnose von Dysphonien mittels Stimmanalyse
- Endoskopische bildgebende Verfahren bei Dysplasien und Karzinomen im oberen Aerodigestivtrakt
- Stellenwert der Manuellen Medizin in der Behandlung postoperativer Schmerzen
- Sprecherunterscheidung und Musikwahrnehmung bei Kindern mit Cochlear Implant
- Komplikationen und Heilungsverlauf nach Provoxprotheseneinlage nach Laryngektomie
- Stereolithografische Modellrealisierung von Felsenbeinfaksimiles zum OP-Training
- Zur Inzidenz und Behandlung von Kindern mit persistierenden Schallleitungsstörungen im Neugeborenen-Screening Sachsen-Anhalt
- Zur Korrelation der Felsenbeinbildung vor und nach der Cochlear-Implantation im Vergleich zu elektrischen Anpassparametern postoperativ
- Entwicklung innovativer Strategien zur Optimierung der Signalverarbeitung beim Einsatz evozierter Potenziale in der audiologischen Diagnostik, insbesondere zum Einsatz stationärer auditorisch evozierter Potenziale (ASSR) beim frequenzspezifischen Follow-up nach dem universellen Neugeborenen-Hörscreening
- Musikwahrnehmung bei Patienten mit Cochlear Implant
- Registrierung evozierter Potenziale des auditorischen Systems bei Stimulation mit elektronischen Hörprothesen (Cochlear Implants, Aktive Mittelohrimplantate)
- Implantate bei bilateraler Recurrensparese
- 3D-Visualisierung im oberen Aerodigestivtrakt
- Endoskopentwicklung zur optimierten Darstellung intraoperativer Befunde
- Vergleichende Studien zur diagnostischen Aussagekraft verschiedener larynxendoskopischer Verfahren
- Evaluierung phonochirurgischer Verfahren

## 4. Serviceangebot

- Stimmtauglichkeitsuntersuchungen für sprechintensive Berufe
- Gutachten zu allen HNO-relevanten Erkrankungen
- Beratung und Diagnostik bei ein- bzw. beidseitigen Cochlear-Implantation und knochenverankerten Hörgeräten
- Endoskopisch bildgebende Verfahren (OCT, Autofluoreszenz, Narrow Band Imaging, Kontaktendoskopie, Hochgeschwindigkeitsglottografie, Stroboskopie)
- Stimmfeldmessung, Stimmbelastungstest
- Larynx-EMG

- Diagnostik und Therapie von beidseitigen Recurrensparesen

## 5. Methoden und Ausrüstung

### Methoden

- Cochlea-Implantation, knochenverankerte Hörgeräte
- Funktionsdiagnostik (BERA, OAE, Tympanogramm etc.)
- Stimmfunktionsdiagnostik (Stimmfeldmessung, DSI, Stimmbelastungstest, Lungenfunktionstest etc.)
- Sämtliche phonochirurgische Verfahren
- Larynx-EMG
- Neuromonitoring
- Glottiserweiternde Operationen bei beidseitiger Rekurrensparese  
Manualtherapeutische Verfahren (Chirotherapie, manuelle Stimmtherapie, manuelle Faszilitation)

### Ausrüstungen

- CO<sub>2</sub>-Laser
- Dioden-Laser

## 6. Kooperationen

- AG Ultraschall der Deutschen HNO-Gesellschaft
- AudioMed Akademie Braunschweig
- Fehlbildungsmonitoring Sachsen-Anhalt
- Kompetenzzentrum "frühkindliches Hören"
- "Kroschke Stiftung für Kinder"
- Landesbildungszentrum für Hörgeschädigte Halberstadt
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg - Prof. Dr. Lutz Christian Anders
- Ministerium für Gesundheit und Soziales
- Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr
- Verein "Sachsen-Anhalt hört früher e.V." mit seiner Initiative "Sachsen-Anhalt hört auf seine Kinder"

## 7. Forschungsprojekte

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr. Voigt-Zimmermann, Susanne

**Förderer:** Haushalt; 01.11.2015 - 28.10.2020

### **Anwendung der 4K-Technologie zur Untersuchung des oberen Aerodigestivtraktes**

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die Einsatzmöglichkeiten und der Nutzen der 4K-Technologie bei der Endoskopie des oberen Aerodigestivtraktes untersucht. Dabei wird auch die spezifische prädiktorische Aussagekraft der Technologie in Kombination mit weiteren endoskopischen Verfahren getestet (WL, NBI, AF, Kontaktendoskopie).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr. phil. Susanne Voigt-Zimmermann, Cand. med. Lucas Schöninger

**Förderer:** Haushalt; 01.11.2013 - 28.10.2018

**Die Kombination von Weißlicht-, Narrow Band Imaging und Kontaktendoskopie zur Detektion präkanzeröser und kanzeröser Läsionen der Stimmlippen**

Zur Detektion präkanzeröser und kanzeröser Veränderungen der Stimmlippen zählt die Weißlichtendoskopie im Rahmen der HNO-ärztlichen Untersuchung zum Standard. Zusätzlich bietet das Narrow Band Imaging als ein modernes Verfahren die Möglichkeit ein weiteres Untersuchungstools zur genaueren Einschätzung der Ausprägung der Veränderungen. Intraoperativ kommt zudem die Kontaktendoskopie zum Einsatz. Ziel der vorliegenden Studie ist eine Aussage zur Spezifität und Sensitivität der genannten Verfahren im Vergleich zum Goldstandard Histologie.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Prof. Maïke Vollmer, Andrew Curran

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.12.2016 - 28.11.2021

**Elektrophysiologische Grundlagenforschung zur zentral-neuronalen Verarbeitung akustischer und elektrischer Stimulation der Hörbahn**

Elektrophysiologische Grundlagenforschung zur zentral-neuronalen Verarbeitung akustischer und elektrischer Stimulation der Hörbahn

Untersucht wird der Einfluss von Ertaubung und elektrischer Stimulation auf die neuronale Verarbeitung interauraler Zeitdifferenzen im Tiermodell.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr. phil. Susanne Voigt-Zimmermann, Cand. med. Aileen Schossee

**Förderer:** Haushalt; 01.09.2012 - 30.08.2017

**Evaluierung eines Klassifikationsmodells von Stimmlippengefäßveränderungen**

Es handelt sich um eine prospektive, randomisiert kontrollierte Studie zur Evaluierung eines Stimmlippengefäßklassifikationsmodells. Eine weitere Frage betrifft die Aussagekraft larynxendoskopischer Verfahren. Zum Vergleich kommen Weißlichtaufnahmen von Stimmlippen sowie Aufnahmen, die mittels Narrow Band Imaging gemacht wurden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr. phil. Susanne Voigt-Zimmermann

**Förderer:** Haushalt; 01.12.2014 - 28.11.2018

**Flexible transorale posteriore Rhinoskopie**

Bisher ist die flexible Rhinoskopie von anterior Standard in der HNO-ärztlichen Diagnostik. Die Erfahrungen mit verbesserten flexiblen Endoskopen zeigen jedoch einerseits eine erhöhte Compliance der Patienten für die posteriore Untersuchung und andererseits eine bessere Beurteilbarkeit von rhinopathologischen Prozessen. Ziel der Studie ist eine prospektive angelegte Evaluation der flexiblen posterioren Rhinoskopie hinsichtlich Durchführbarkeit, Patientenzufriedenheit und diagnostischer Aussagekraft.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Nikolaos Davaris, Prof. Dr. med. Christoph Arens, Dr. Susanne Voigt-Zimmermann

**Förderer:** Haushalt; 01.11.2013 - 28.10.2018

**Larynxendoskopische Verfahren im Vergleich zur Detektion präkanzeröser und kanzeröser Läsionen der Stimmlippen**

Zur Detektion präkanzeröser und kanzeröser Veränderungen der Stimmlippen zählt die Weißlichtendoskopie im Rahmen der HNO-ärztlichen Untersuchung zum Standard. Sowohl die Autofluoreszenz als auch das Narrow Band Imaging bieten als moderne Verfahren die Möglichkeit der zusätzlichen Untersuchungstools zur genaueren Einschätzung der Ausprägung der Veränderungen. Ziel der vorliegenden Studie ist eine Aussage zur Spezifität und Sensitivität aller drei Verfahren im Vergleich zum Goldstandard Histologie. Es handelt sich um eine randomisiert kontrollierte prospektive Studie. Untersucht werden Patienten, die im Rahmen einer Mikrolaryngoskopie eine phonochirurgische Operation oder Biopsie erhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr.med. Jens Schumacher

**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.11.2013 - 28.10.2018

**Multizentrische Anwendungsbeobachtung zur Evaluation der diagnostischen Aussagekraft der Sonografie bei Patienten mit chronischer Rhinosinuitis**

Im Rahmen einer prospektiven Anwendungsbeobachtung sollen folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- Nachweis von Schleimhautschwellungen oder Sekretretentionen in den Sinus maxillaris und/oder Sinus frontalis mittels A- und B-Mode-Sonographie
  - Vergleich der erhobenen Ultraschallbefunde mit den Ergebnissen der CT
  - Vergleich der Sonographie- und CT-Befunde mit den intraoperativ in den NNH vorgefundenen Schleimhautveränderungen
  - Ermittlung der Sensitivität, Spezifität und diagnostischen Treffsicherheit der einzelnen Untersuchungsmethoden.
- 

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Dr. Voigt-Zimmermann, Susanne, Cand. med. Judith Hilger

**Förderer:** Haushalt; 01.11.2015 - 28.10.2020

**Prädiktorische Aussagekraft von Narrow Band Imaging und Autofluoreszenz bei potentiellen Tumorerkrankungen des Kehlkopfes**

Tumoren des Kehlkopfes und insbesondere der Stimmlippen imponieren durch eine Merkmalstrias von epithelialer, bindegewebiger und vaskulärer Veränderungen.

Die Kombination der Merkmale gibt jeweils Aufschluss über die Art der Tumorerkrankung, über das Stadium, die Infiltrationstiefe und somit die Prognose.

Mittels neuester endoskopischer Verfahren können diese Merkmale erfasst werden.

Ziel des hier vorgestellten Projektes ist die Bestimmung der differentialdiagnostischen Aussagekraft von Autofluoreszenz und Narrow Band Imaging bei möglichen Tumorerkrankungen des Kehlkopfes anhand der beschriebenen Merkmale.

Der Goldstandard stellt die Histologie dar.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Förderer:** Haushalt; 01.11.2015 - 28.10.2020

**Quantifizierung vaskulärer Strukturen bei gutartigen vaskulären Veränderungen der Stimmlippen**

Im Rahmen der Studie wird ein objektives Verfahren zur Quantifizierung vaskulärer Strukturen hinsichtlich ihres differentialdiagnostischen Wertes bei (gutartigen) vaskulären Veränderungen der Stimmlippen getestet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. med. Christoph Arens, Dr. phil. Susanne Voigt-Zimmermann

**Förderer:** Haushalt; 01.12.2014 - 30.11.2019

**Retro - und prospektive Untersuchung der Ergebnisse nach Glottisrekonstruktion bei Glottisinsuffizienzen**

Ziel: Effektivitätsnachweis der Larynxrekonstruktion durch Nasenknorpelimplantation bei Patienten mit Stimmlippennarben nach Chordektomien (totale und partielle), stumpfen Traumata, Entzündungen, Verätzungen usw.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Christoph Arens

**Förderer:** Haushalt; 01.12.2016 - 28.11.2021

**Strömungssimulation im Larynx**

Im Rahmen der Forschungszusammenarbeit der HNO-Klinik Magdeburg und dem Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik der OvGU Magdeburg wird die Luftströmung im menschlichen Kehlkopf mit Methoden der numerischen Strömungsmechanik untersucht. Im Fokus steht zunächst eine detaillierte Beschreibung der Turbulenz im gesunden Kehlkopf sowie bei vorliegenden Pathologien. Das anschließende Ziel ist, ein tieferes Verständnis der vorliegenden Mechanismen zu erlangen und die Wechselwirkungen zwischen Strömungsphysiologie und Stimmqualität darzustellen.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Haushalt; 01.01.2015 - 01.01.2017

**Bestimmung biomechanischer Eigenschaften von AFM des Os temporale**

Die Herstellung anatomischer Faksimile-Modelle mittels Stereolithografie ermöglicht die Bereitstellung von Operationsmodellen für den Ohrchirurgen. Dabei sind die biomechanischen Eigenschaften relevant, um hier die gleichen haptischen Eigenschaften wie am Ohrknochen zu erreichen. Die Bestimmung der biomechanischen Eigenschaften dieser Faksimile-Modelle im Vergleich zum anatomischen Präparat ist Inhalt des Projektes.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.01.2016 - 01.01.2020

**Die Erfassung von Hörstörungen von Kindern in MD zum Zeitpunkt der Einschulung im Vergleich zu Referenzdaten des Neugeborenenhörscreening Sachsen-Anhalt und ggf. Einleitung einer Therapieoptimierung**

Untersucht werden sollen alle eingeschulten Kinder des Jahres 2008/2009 mittels Hörscreening und Hörprüfung und die Daten sollen mit den Referenzdaten des Neugeborenen-Hörscreenings abgeglichen werden und es soll eine Handlungsanweisung für eine Therapieoptimierung abgeleitet werden.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.01.2017 - 01.01.2020

**Entwicklung neuer Trachealkanülen und entsprechend Zubehörs mittels innovativer Technologien**

Mittels innovativer Technologien (Rapid Prototyping) sollen neue Formen von Trachealkanülen entwickelt werden und entsprechendes Zubehör dazu projektiert werden. Dazu ist die Erarbeitung von Patenten vorgesehen.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Haushalt; 01.10.2015 - 01.01.2017

**Neugeborenen-Hörscreening und Tracking Sachsen-Anhalt (Projekt gemeinsam mit dem Fehlbildungsmonitoring Sachsen-Anhalt)**

Seit 01.01.2009 wurde in Deutschland das universelle Neugeborenen-Hörscreening eingeführt. Es besteht jedoch keine einheitliche Gesetzgebung zur Nachuntersuchung auffälliger Hörbefunde. Ohne dieses sogenannte Tracking führen die Screeninguntersuchungen jedoch nicht zu einer rechtzeitigen Diagnose einer Schwerhörigkeit. In Sachsen-Anhalt wurde in Zusammenarbeit mit dem Stoffwechselmonitoring und Fehlbildungsmonitoring ein Trackingsystem aufgebaut. Das Projekt befasst sich mit der Evaluierung der Daten entsprechend der Kinderrichtlinie.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2015 - 31.12.2017

**"Sachsen-Anhalt hört auf seine Kinder" - Ein Projekt zur Erfassung, Inklusion und Integration hörgeschädigter Kinder als Reaktion auf den demografischen Wandel in Sachsen-Anhalt**

Sicheres und umfassendes Erfassen von Kindern mit Hörstörungen bereits im Neugeborenenalter (Schulung des Neugeborenen-Screening-Personals in den Geburtskliniken Sachsen-Anhalt) sowie Durchsetzung einer hörgerichteten Frühförderung für die betroffenen Kinder und Umsetzung eines Ausbildungsplans für das Frühförderpersonal.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Ulrich Vorwerk

**Förderer:** Industrie; 01.10.2015 - 01.10.2017

**Stereolithografische Modellrealisierung von Felsenbeinfaksimiles zum OP-Training**

Die Verfügung von humanen Felsenbeinpräparaten zum OP-Training ist unter heutigen juristischen Bedingungen deutlich eingeschränkt. Aus diesem Grunde soll über eine technische Realisierung von Felsenbeinfaksimiles zum OP-Training eine Ausbildungsoption erreicht werden. Dazu sind umfangreiche technische Realisierung erforderlich, die im Rahmen dieses Projektes realisiert werden sollen.

**8. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

- Moderne endoskopische Verfahren in der Diagnostik und Therapie von Erkrankungen des oberen Aerodigestivtraktes, 05.05.2017 + 06.05.2017, Universitätsklinik Magdeburg, Workshopleiter: Prof. Dr. med. Ch. Arens (Klinikdirektor)
- Symposium "25 Jahre Cochlea-Implantationen Magdeburg", 11.11.2017, Maritim Hotel Magdeburg, Prof. Dr. med.

Ch. Arens (Klinikdirektor) und Prof. Dr. rer. nat. J. Verhey (Leiter der Abteilung Experimentelle Audiologie)

## 9. Veröffentlichungen

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Arens, Christoph; Betz, Christian Stephan; Kraft, Marcel; Zimmermann, Susanne**

Narrow band imaging for early diagnosis of epithelial dysplasia and microinvasive tumors in the upper aerodigestive tract

In: HNO - Berlin: Springer, Band 65.2017, Supplement 1, Seite 5-12; <http://dx.doi.org/10.1007/s00106-016-0284-x>  
[Imp.fact.: 0,723]

**Boese, Axel; Johnson, Fredrick; Ebert, Till; Mahmoud-Pashazadeh, Ali; Arens, Christoph; Friebe, Michael**

Trans-oral miniature X-ray radiation delivery system with endoscopic optical feedback

In: International journal of computer assisted radiology and surgery: a journal for interdisciplinary research, development and applications of image guided diagnosis and therapy - Berlin: Springer, Bd. 12.2017, 11, S. 1995-2002  
[Imp.fact.: 1,863]

**Davaris, Nikolaos; Zimmermann, Susanne; Roessner, Albert; Arens, Christoph**

"Narrow band imaging" zur Beurteilung laryngealer Schleimhautläsionen

In: HNO - Berlin: Springer, Bd. 65.2017, 6, S. 527-542  
[Imp.fact.: 0,723]

**Franck, Caspar; Vorwerk, Wilma; Köhn, Andrea; Reißmann, Anke; Vorwerk, Ulrich**

Prävalenz, Risikofaktoren und Diagnostik von Hörstörungen bei Frühgeborenen

In: Laryngo-Rhino-Otologie - Stuttgart [u.a.]: Thieme, Bd. 96.2017, 6, S. 354-360  
[Imp.fact.: 0,732]

**Hülse, Roland; Hülse, Manfred; Hörmann, Karl; Hölzl, Matthias; Birk, Richard; Wenzel, Angela**

Isoliert hochfrequente vestibuläre Läsion bei Patienten mit chronischen Schwindelbeschwerden

In: Laryngo-Rhino-Otologie - Stuttgart [u.a.]: Thieme, Bd. 96.2017, 7, S. 461-466  
[Imp.fact.: 0,732]

**Loderstedt, Marja; Vorwerk, Wilma; Arens, Christoph; Vorwerk, Ulrich**

Neugeborenen-Hörscreening, Tracking und hörgerechtere Frühförderung

In: Laryngo-Rhino-Otologie - Stuttgart [u.a.]: Thieme, Bd. 96.2017, 8, S. 555-569  
[Imp.fact.: 0,732]

**Papaioannou, Vasiliki-Anna; Lux, Anke; Zimmermann, Susanne; Arens, Christoph**

Behandlungsergebnisse bei rezidivierender respiratorischer Papillomatose - retrospektive Analyse juveniler und adulter Fälle

In: HNO - Berlin: Springer, Bd. 65.2017, 11, S. 923-932  
[Imp.fact.: 0,723]

**Remacle, Marc; Arens, Christoph; Eldin, Mostafa Badr; Campos, Guillermo; Estomba, Carlos Chiesa; Dulguerov, Pavel; Fiz, Ivana; Hantzakos, Anastasios; Kechian, Jérôme; Mora, Francesco; Matar, Nayla; Peretti, Giorgio; Piazza, Cesare; Postma, Gregory N.; Prasad, Vyas; Sjogren, Elisabeth; Dikkers, Frederik G.**

Laser-assisted surgery of the upper aero-digestive tract - a clarification of nomenclature: a consensus statement of the European Laryngological Society

In: European archives of oto-rhino-laryngology and head & neck: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS): official journal of the European Laryngological Society - Berlin: Springer, Bd. 274.2017, 10, S. 3723-3727  
[Imp.fact.: 1,660]

**Rostalski, Dorothea; Dlugaiczyk, Julia**

BAHA-Implantation - weniger Hautkomplikationen durch lineare Inzision statt Flap. Referiert und Diskutiert  
In: Laryngo-Rhino-Otologie - Stuttgart [u.a.]: Thieme, Bd. 96.2017, 1, S. 6-7  
[Imp.fact.: 0,732]

**Scheffner, Evgenia; Vorwerk, Wilma; Vorwerk, Ulrich**

Musikalische Fähigkeiten bei Kindern mit auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung  
In: Laryngo-Rhino-Otologie - Stuttgart [u.a.]: Thieme, Bd. 96.2017, 8, S. 528-535  
[Imp.fact.: 0,732]

**Begutachtete Buchbeiträge**

**Poudel, Prabal; Illanes, Alfredo; Arens, Christoph; Hansen, Christian; Friebe, Michael**

Active contours extension and similarity indicators for improved 3D segmentation of thyroid ultrasound images  
In: Proceedings of SPIE - Bellingham, Wash: SPIE, Bd. 10138.2017, insges. 3 S.  
[Kongress: Medical Imaging 2017, Orlando, 11. February, 2017]

**Vorwerk, Ulrich**

Operationsmodelle des menschlichen Ohres durch Rapid-Prototyping  
In: Schweißtechnische Fachtagung: Vorträge der gleichnamigen Fachtagung in Magdeburg am 11. Mai 2017  
- Magdeburg: Verlag Otto von-Guericke-Universität Magdeburg, 2017, insgesamt 7 Seiten  
[Konferenz: 27. Schweißtechnische Fachtagung 2017 in Magdeburg]

**Wunderling, T.; Golla, B.; Poudel, Prabal; Arens, Christoph; Friebe, Michael; Hansen, Christian**

Comparison of thyroid segmentation techniques for 3D ultrasound  
In: Proceedings of SPIE - Bellingham, Wash: SPIE, Bd. 10133.2017, insges. 17 S.  
[Kongress: Medical Imaging 2017, Orlando, 11. February, 2017]

**Zimmermann, Susanne**

Auswirkungen der heiseren Stimme von Pädagogen auf die Leistungen von Kindern  
In: Die Stimme im pädagogischen Alltag - Berlin: Logos Berlin, S. 37-47, 2017

**Abstracts**

**Arens, Christoph**

Visions of transoral endoscopic surgery of the upper aerodigestive tract  
In: International Healthcare Vision 2037: new technologies, educational goals and entrepreneurial challenges;  
proceedings + summary of the 5th BME-IDEA EU Conference; 11 - 13 June 2017, Magdeburg, Germany - Magdeburg:  
Universitätsbibliothek, S. 29

**Granowski, Dennis; Meyer, Frank; Udelnow, Andrej A.; Arens, Christoph; Halloul, Zuhir**

Vascular reconstruction of the internal carotid artery by Hybrid Vascular Graft prosthesis after radical excision of a very rare malignant glomus-caroticum paraganglioma  
In: Abstract volume: 47th World Congress of Surgery: Basel, Switzerland, 13-17 August 2017, 2017, PE045, insges. 1 Seite

**Richter, Antonia Helen; Arens, Christoph; Zimmermann, Susanne; Böckelmann, Irina**

Körperliche und psychische Beschwerden von Chorsängern und Musicaldarstellern im Kontext beruflicher Tätigkeit  
In: Forum Arbeitsphysiologie: 21. Symposium Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft für Nachwuchswissenschaftler:  
17.11.2017 - 19.11.2017 in Bad Mündersberg - Wuppertal: Inst. ASER, 2017, Poster 7, S. 32

**Dissertationen**

**Hahne, Cornelia; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]; Zahnert, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**

Vergleich der biomechanischen Eigenschaften von humanem Felsenbein und anatomischen Faksimile. - Magdeburg



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2017, 3 ungezählte Blätter, 84 Blätter, Illustrationen, Diagramme

**Schossee, Aileen; Vorwerk, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]; Bartel-Friedrich, Sylva [AkademischeR BetreuerIn]**  
Erprobung eines Klassifikationsmodells sichtbarer Blutgefäße der Stimmlippen. - Magdeburg Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2017, VIII, 73 Blätter, Illustrationen, Diagramme

# ABTEILUNG FÜR EXPERIMENTELLE AUDIOLOGIE

Leipziger Straße 44  
39120 Magdeburg

## 1. Leitung

Prof. Dr. rer. nat. Jesko L. Verhey

## 2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr. rer. nat. Jesko L. Verhey

PD Dr. rer. nat. Roland Mühler

## 3. Forschungsprofil

- Psychoakustik
- Modellierung des Gehörs
- Schallempfindungsgrößen
- Schallbewertung
- Akustisch evozierte Potenziale
- Otoakustische Emissionen
- Audiologie
- Cochlear Implant

## 4. Serviceangebot

- Psychoakustische Messungen
- Psychoakustische Modellvorhersagen
- Schallpegelmessungen

## 5. Methoden und Ausrüstung

- Reflexionsarmer Raum mit psychoakustischem Messplatz
- Doppelwandige Hörkabine
- 31-Lautsprecher Halbkreis zur akustischen Raumwahrnehmung
- EEG-Labor mit 40-Kanal-EEG-Verstärker
- Klinischer Messplatz für akustisch evozierte Potentiale (ERA, ASSR)
- Schallpegelmesser B&K 2250 für Messungen nach DIN
- Ohrsimulator B&K 4157 und künstliches Ohr B&K 4152/53 zur Kalibrierung von Audiometrie Hörern
- Kunstkopf

## 6. Kooperationen

- Dr. habil. Daniel Oberfeld-Twistel, Allgemeine Experimentelle Psychologie, Johannes Gutenberg-Universität, 55122 Mainz
- Dr Ian Winter, CNBH, University of Cambridge, UK: Frequenzübergreifende Verarbeitung auf der Ebene des Nucleus cochlearis
- Dr. Ifat Yasin, Ear Institute, UCL, London, UK: Korrelate der Wahrnehmung von verdeckten Tönen im EEG
- Dr. Roland Schaette, Ear Institute, UCL, London, UK: Wahrnehmung der Intensität im pathologischen Gehör
- Dr. Susann Deike, Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg, Auditorische Szenenanalyse
- Dr. Thomas Fedtke, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig, Arbeitsgruppe "Hörschall": Kalibrierung akustischer Reize für die objektive Audiometrie
- PD Dr. Peter Heil, Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg: Physiologisch motivierte Modellierung
- Prof. Steven van de Par, Acoustics group, Oldenburg: Off-frequency BMLD

## 7. Forschungsprojekte

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey

**Projektbearbeitung:** Hots, Dr. Jan

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.12.2016 - 30.11.2019

### **Entwicklung eines dynamischen Lautheitsmodells mit perceptiven Gewichten**

Die Lautheit als wahrgenommene Intensität des Schalls ist eine wichtige Größe beim Hören. Sie spielt insbesondere bei der Bewertung von Umweltlärm eine fundamentale Rolle. Eine Reihe von Normen beschreibt schon erfolgreich einige Aspekte dieser Wahrnehmungsgröße. Die Normen beziehen sich auf Lautheitsmodelle, die auf Basis von Wahrnehmungsexperimenten mit vergleichsweise einfachen Schallen entwickelt wurden. Jedoch zeigen sich bei einigen komplexen Umweltschallen noch deutliche Unterschiede von Wahrnehmung und Vorhersage, insbesondere bei Schallen mit ausgeprägten zeitlichen Variationen. Dieses könnte daran liegen, dass nicht alle Aspekte der Lautheitswahrnehmung in bisherigen Ansätzen berücksichtigt wurden. So zeigen Grundlagenexperimente, dass Hörer verschiedene zeitliche und spektrale Signalanteile unterschiedlich gewichten. Zum Beispiel ist der Anfang eines Signals wichtiger für die Lautheitsbewertung als spätere Anteile. Ob die Position der Schallquelle in Relation zum Hörer (z.B. oberhalb oder vorne) eine Rolle bei der Lautheitsbewertung spielt, ist noch gänzlich unklar. Das Ziel des Projektes ist zum einen, die genauere empirische Untersuchung der vom Menschen vorgenommenen Wichtung einzelner Signalanteile. Zum anderen ist das Ziel die Entwicklung eines neuen Lautheitsmodells auf Basis bestehender und der neu zu erhebenden Daten. Im Gegensatz zu bestehende Lautheitsmodelle enthält das neue Modell spezielle Wichtungen von verschiedenen Signalanteilen bei der Berechnung der Lautheit.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey

**Kooperationen:** Dr.-Ing. Thomas Fedtke, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2017 - 30.09.2019

### **Infraschall und seine Bedeutung für den Hörschall**

Die Zahl der Menschen, die akustischen Expositionen durch Infraschall ausgesetzt sind, wächst. Es ist bekannt, dass einzelne Personen besonders empfindlich reagieren und dass ihre Lebensqualität durch eine Reihe von Beschwerden (Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Unruhe, Migräne) erheblich eingeschränkt ist. Wie der Infraschall vom Menschen verarbeitet wird, ist jedoch weitestgehend ungeklärt. Das Ziel des Projektes ist es, die Mechanismen der Wahrnehmung von Infraschall und tieffrequentem Schall zu erforschen, damit zukünftig Mediziner und Psychologen die Auswirkungen auf den Menschen besser untersuchen können. Eine Hypothese, wie Infraschall gehört wird, ist, dass das Gehör nichtlineare Verzerrungen erzeugt, deren Frequenzen im Hörschallbereich liegen. Um das zu untersuchen, muss zunächst sichergestellt werden, dass die Verzerrungen nicht durch das Wiedergabesystem für die Infraschallstimuli selbst erzeugt werden. Daher steht am Anfang des Projekts die Entwicklung verzerrungsfreier Infraschall-Wiedergabetechnik sowie empfindlicher Gehörgangsmesstechnik. Diese wird im lebenden Ohr eingesetzt, um die gehörspezifischen nichtlinearen Verzerrungen zu quantifizieren. In Hörversuchen wird dann untersucht, inwieweit diese Verzerrungen für die Infraschallwahrnehmung mit und ohne externen Hörschall eine Rolle spielen. Eine alternative Hypothese zur Infraschallwahrnehmung besteht darin, dass der Hörschall durch den Infraschall moduliert und letzterer dadurch wahrnehmbar wird. Diese beiden Hypothesen werden anhand von Hörversuchen kritisch getestet.

Auf Grundlage der Ergebnisse sowohl der Hörversuche als auch der technischen Messungen im Gehörgang werden Modelle zur Infraschallwahrnehmung entwickelt. Das langfristige Ziel besteht darin, die Erkenntnisse des Projektes für die Entwicklung eines Regelwerks zum Schutz vor gesundheitlichen Schäden durch Infraschall und die adäquate Beschreibung der Emissionsparameter von Infraschallquellen zu nutzen. Die Erkenntnisse werden damit sowohl für den Gesundheitsschutz (Schutz vor schädlicher Infraschallimmission) als auch für die wirtschaftliche Entwicklung (Infraschallemission, z. B. Hersteller und Betreiber von Windkraftanlagen) von Bedeutung sein.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey  
**Projektbearbeitung:** Doleschal, MSc Florian  
**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.04.2017 - 31.03.2019

#### **Motorgeräusche im Innenraum**

Das Projekt "Motorstörgeräusche im Innenraum" befasst sich mit der automatisierten Bestimmung und Wahrnehmung einzelner wahrnehmbarer Störgeräuschanteile im Fahrzeuginnenraum, deren Zuordnung zu verursachenden Motorbauteilen sowie der psychoakustischen Beurteilung der hervorgerufenen Lästigkeitsempfindung.

Das Forschungsvorhaben gliedert sich dabei in zwei Teile: Die Geräuschtrennung und -zuordnung wird durch den Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen der RWTH Aachen durchgeführt. Die Abteilung für experimentelle Audiologie Magdeburg befasst sich mit der Entwicklung einer Metrik zur automatisierten Bestimmung der Einflussfaktoren auf die empfundene Lästigkeit.

Die Trennung eines im Fahrzeuginnenraum gemessenen Gesamtgeräusches in einzelnen wahrnehmbare Geräuschanteile stellt eine wichtige Grundlage des angestrebten Forschungsvorhabens dar. Es ist davon auszugehen, dass eine Adaption sowie Weiterentwicklung der Methodiken aus den Vorläufervorhaben aufgrund des geringen Signal-Rausch-Verhältnisses zwingend notwendig sein wird. Im Anschluss an die Geräuschtrennung ist zunächst eine Gruppierung der ggf. abstrakten Geräuschfragmente zu zusammengehörigen Geräuscheffekten notwendig. Diese werden im Folgenden verursachenden Motorkomponenten zugeordnet. Sowohl der Schritt der Gruppierung als auch der der Zuordnung erfordert eine vorherige Charakterisierung der Geräuschanteile.

Die empfundene Lästigkeit von realen Fahrzeuggeräuschen wird im Rahmen des Projekts durch Hörversuche ermittelt. Die Schwierigkeit des Projektes gestaltet sich in der komplexen Bewertung additiver Geräuschmischungen durch den Menschen. Dabei müssen Verdeckungseffekte betrachtet werden, wodurch lästige Teilgeräusche durch angenehmere Anteile verdeckt werden. Die Entfernung einzelner Geräuscheffekte, z.B. durch akustische Dämpfungsmaßnahmen, kann somit selbst bei geringerem Gesamtpegel zu einer erhöhten Lästigkeit führen.

Die Ergebnisse beider Teilprojekte werden als Softwaretool implementiert, das von industriellen Anwendern zur Ableitung von akustischen Optimierungsmaßnahmen genutzt werden soll.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey  
**Projektbearbeitung:** Kordus, Dr. Monika  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2017 - 31.01.2020

#### **Optimale klinische Registrierparameter Chirp-evozierter Auditorischer Stationärer Potenziale (ASSR)**

Im Methodeninventar der klinischen Audiometrie nehmen Verfahren zur zuverlässigen Bestimmung der Hörschwelle einen zentralen Platz ein. Bei kooperativen Patienten werden hierfür Sinustöne und Sprachreize verwendet. Bei nicht kooperativen Patienten und besonders bei kleinen Kindern muss die Hörschwelle aus physiologischen Antworten des Hörsystems, den akustisch evozierten Potenzialen (AEP) und otoakustischen Emissionen (OAE) geschätzt werden. Besonders die aus dem Elektroenzephalogramm (EEG) extrahierten AEP erlauben dabei eine objektive und robuste Bestimmung der Hörschwelle.

Während die Registrierung von Klick-evozierten Hirnstammpotenzialen seit über 40 Jahren eine Abschätzung der mittleren Hörschwelle über einen größeren Frequenzbereich ermöglicht, stößt die Verwendung von Klickreizen bei einer frequenzspezifische Vorhersage an seine Grenzen. Das international etablierte Verfahren, durch Tonpulse ausgelöste Potenziale zur Abschätzung der frequenzspezifischen Hörschwelle zu benutzen ist für einen robusten klinischen Einsatz nur bedingt geeignet.

Die Nutzung stationärer Potenziale des auditorischen Systems (Auditory steady state response, ASSR) verspricht, einige dieser Probleme zu lösen. So können ASSR im Spektrum der physiologischen Antwort mit leistungsfähigen statistischen Tests nachgewiesen werden. Klinisch besonders interessant ist die Möglichkeit, ASSR für bis zu vier Frequenzen und an beiden Ohren simultan zu registrieren. Kommerzielle Implementationen des Verfahrens werden seit einigen Jahren erfolgreich in der Klinik eingesetzt, wobei sie derzeit noch einen erheblichen Zeitaufwand beinhalten der durch optimale Wahl von Reiz- und Registrierparametern überwunden werden könnte.

Diese Studie verfolgt das Ziel, der Einfluss verschiedener Reiz- und Registrierparameter auf die ASSR für den speziellen, klinisch sehr bedeutsamen Reiztyp Chirp in multi-frequenten Reizparadigmen zu untersuchen. Chirpreize kompensieren die Laufzeit der Wanderwelle in der Cochlea und ermöglichen dadurch die Registrierung von AEP mit besonders großen Amplituden. Obwohl Chirp-ASSR bereits klinisch genutzt werden, sind Daten über den Einfluss grundlegender Reiz- und Registrierparameter in der Literatur nicht verfügbar. Es ist zu erwarten, dass durch eine systematische Optimierung der Reiz- und Registrierparameter die klinische Akzeptanz dieser Methode entscheidend verbessert werden kann. Durch die systematische Erfassung grundlegender Eigenschaften der Chirp-ASSR an erwachsenen Normalhörenden und Probanden mit einer sensorineuralen Hörminderung soll im Rahmen dieser Studie eine Optimierung klinischer Reiz- und Registrierparameter erreicht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2013 - 30.06.2017

#### **Psychoakustische Modellierung der menschlichen Hörwahrnehmung**

In complex acoustical environments we constantly have to deal with a mixture of sounds from different sources. The normal auditory system is able to subdivide this mixture of sounds into different auditory objects in order to distinguish important sounds from other sounds. The aim of this project is to investigate the underlying object binding mechanisms using psychoacoustics in humans in combination with modelling, taking into account physiological results with stimuli comparable to those used in psychoacoustics. The long-term goal is the development of a model with a realistic internal representation of auditory objects in complex acoustical environments. To this end, the previous funding period focussed on different object binding cues and their relative importance in the formation of auditory objects. Among the important cues are coherent envelope fluctuations across frequency which are a common quality of natural sounds, and the spatial location of the sound source as reflected in binaural information. The underlying mechanisms were, so far, mainly investigated close to threshold and thus models were primarily designed to predict perception at threshold. In the forthcoming funding period, the investigation will be extended towards supra-threshold perception in conditions of release from masking due to object binding cues. This suprathreshold perception will be characterised by means of discrimination thresholds and by asking for sensations. For example, it will be investigated how perception of modulation depth (roughness, fluctuation strength) changes when a signal is added to the masker. The results are an important test for the hypothesis that modulation cues are used for the detection of signals disrupting the envelope coherence across-frequency.

Normal hearing subjects as well as subjects with a hearing loss and cochlear implant users will participate in the experiments to disentangle peripheral (cochlear) from higher processes and to investigate if the cues comodulation and interaural disparities are reduced in their effectiveness for the latter two groups of subjects. In addition to psychoacoustics and modelling, EEG measurements will be used to compare the results with the psychoacoustical results and model predictions with a special focus on the perception at supra-threshold levels.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey

**Projektbearbeitung:** Hauser, Andreas

**Förderer:** Haushalt; 01.09.2016 - 01.09.2019

#### **Simulation elektromagnetischer Felder bei Stimulation eines Cochlea-Implantats.**

Für die Simulation der Ausbreitung elektromagnetischer Felder bei der Stimulation über ein Cochlea-Implantat (CI) werden in der Literatur bereits diverse Ansätze mit Annahmen von Näherungen beschrieben. Das Ziel dieses Projektes besteht darin, die vollständige Elektrodynamik auf diese Fragestellung anzuwenden.

Aufgrund einer vergleichsweise komplizierten geometrischen Struktur, verbunden mit Materialien unterschiedlichster elektrischer und magnetischer Eigenschaften, ist eine hohe Auflösung der betreffenden Strukturen notwendig. Die aus technischen Gründen damit verbundene Menge an benötigtem Arbeitsspeicher und zudem anfallender Rechenzeit erlaubt es gegenwärtig nicht, die bekannten Standard-Verfahren, wie die der Finiten Elemente, im befriedigendem Umfang anzuwenden.

Deshalb wird auf Grundlage der "Lattice Boltzmann Methode" - ein in der Fluid-Dynamik bereits gut etablierten

Verfahrens zur Simulation von Strömungen - ein Modell konzipiert, dass die Elektrodynamik, beschrieben über die Maxwell Gleichungen, erfüllt und damit den o.g. Anforderungen besser entspricht.

Die Simulationen sollen einen detaillierteren Aufschluss über die Evolution der Felder und der damit verbundenen Größen, wie die der elektrischen Ladung, geben. Diese Prozesse sind gegenwärtig nur grob verstanden, sodass Weiterentwicklungen dieses Implantat-Systems auf empirische Erkenntnisse zurückgehen. Da experimentelle Messungen ethischen wie technischen Einschränkungen unterliegen, ist deshalb die Möglichkeit theoretischer Aussagen von großem Wert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jesko Verhey  
**Projektbearbeitung:** Gottschalk, Dipl.-Phys. Martin  
**Förderer:** Haushalt; 15.06.2017 - 15.06.2020

#### **Wahrnehmung von tiefen Frequenzen**

Die Wahrnehmung tiefer Frequenzen erfolgt einerseits durch auditive Wahrnehmung von Schall, andererseits durch die taktile Wahrnehmung von Vibrationen. Die Wahrnehmung und Verarbeitung mit beiden Sinnen und ihre gegenseitige Beeinflussung sind Gegenstand dieses Forschungsprojektes. Eine Messapparatur, die Vibration und akustische Reize gleichzeitig erzeugen kann, wird aufgebaut. Mit dieser werden anschließend psychophysikalische Probandenstudien durchgeführt.

---

**Projektleitung:** Dr. Martin Böckmann-Barthel  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2013 - 30.06.2017

#### **Prädiktive Mechanismen aktiver Stream-Segregation - Kooperation mit SFB-TRR 31, TP A04**

Dieses Projekt wird in Kooperation mit dem Teilprojekt A04 des SFB-TRR 31 "The Active Auditory System" durchgeführt. Vorhersagbarkeit von Geräuschen ist eine Schlüsselstrategie des aktiven Gehörs. In den bisherigen Förderperioden wurden in diesem Teilprojekt unter anderem Mechanismen untersucht, die die Analyse der auditorischen Szene beeinflussen. In der Kooperation werden nunmehr die Auswirkungen von Hörschädigungen untersucht.

---

**Projektleitung:** Dr. Martin Böckmann-Barthel  
**Förderer:** Haushalt; 01.10.2017 - 30.04.2018

#### **Wahrnehmung musikalischer Harmonie bei einseitig implantierten CI-Nutzern mit kontralateralem Hörvermögen**

Nutzer eines Cochlea-Implantat (CI) können Aspekte musikalischer Harmonie nur eingeschränkt wahrnehmen. Postlingual ertaubte CI-Nutzer empfinden Dur, Moll und dissonante Akkorde zwar unterschiedlich angenehm empfinden, haben jedoch große Schwierigkeiten mit dem Erkennen einer Kadenz, d.h. eines typischen harmonischen Abschlusses einer Phrase haben. Ähnliche Befunde ergeben sich bei prälingual ertaubten Kindern. Um den Einfluss der Hörerfahrung und den der Signalverarbeitung des CI zu separieren, eignen sich einseitig implantierte mit kontralateral weitgehend normalem Gehör. Solche Probanden sollen das Testmaterial sowohl mit dem CI als auch mit ihrem akustischen Gehör beurteilen. Es wird die Diskrimination einzelner Akkorde und die Bewertung typischer Kadenz untersucht.

## **8. Veröffentlichungen**

### **Begutachtete Zeitschriftenaufsätze**

**Diepenbrock, Jan-Philipp; Jeschke, Marcus; Ohl, Frank W.; Verhey, Jesko L.**

Comodulation masking release in the inferior colliculus by combined signal enhancement and masker reduction  
In: Journal of neurophysiology - Bethesda, Md: Soc, Bd. 117.2017, 2, S. 853-867  
[Imp.fact.: 2,396]

**Mühler, Roland; Ziese, Michael; Verhey, Jesko L.**

Sprecherunterscheidung mit Cochlea-Implantaten  
In: HNO - Berlin: Springer, Bd. 65.2017, 3, S. 243-250  
[Imp.fact.: 0,723]

**Nitschmann, Marc; Yasin, Ifat; Henning, G. Bruce; Verhey, Jesko L.**

Modeling off-frequency binaural masking for short- and long-duration signals

In: The journal of the Acoustical Society of America: JASA-O - Melville, NY: AIP Publ, Bd. 142.2017, 2, Seite EL205-EL210  
[Imp.fact.: 1,547]

**Oetjen, Arne; Verhey, Jesko L.**

Characteristics of spectro-temporal modulation frequency selectivity in humans

In: The journal of the Acoustical Society of America: JASA-O - Melville, NY: AIP Publ, Bd. 141.2017, 3, S. 1887-1895  
[Imp.fact.: 1,547]

**Schmidt, Heinz-Jürgen; Hauser, Andreas; Lohmann, Andre; Richter, Johannes**

Interpolation between low and high temperatures of the specific heat for spin systems

In: Physical review - Woodbury, NY: Inst, Bd. 95.2017, 4, Art. 042110, insges. 12 S.  
[Imp.fact.: 2,366]

**Verhey, Jesko L.; Kordus, Monika; Drga, Vit; Yasin, Ifat**

Effect of efferent activation on binaural frequency selectivity

In: Hearing research - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 350.2017, S. 152-159  
[Imp.fact.: 2,906]

**Verhey, Jesko L.; Mauermann, Manfred; Epp, Bastian**

A nonlinear transmission line model of the cochlea with temporal integration accounts for duration effects in threshold fine structure

In: Acta acustica united with acustica: the journal of the European Acoustics Association (EAA); international journal on acoustics - Stuttgart: Hirzel, Bd. 103.2017, 5, S. 721-724  
[Imp.fact.: 1,119]

**Verhey, Jesko L.; Yasin, Ifat**

Effect of duration and gating of the signal on the binaural masking level difference for narrowband and broadband maskers

In: The journal of the Acoustical Society of America: JASA-O - Melville, NY: AIP Publ, Bd. 142.2017, 3, Seite EL258-EL263  
[Imp.fact.: 1,547]

Arbeitsfassung 2017  
ohne redaktionelle Freigabe