

# Feuersteintagung 2024



BDH



Berufsverband Deutscher  
Hörgeschädigtenpädagogen BDH



Firma Oticon GmbH, Hamburg  
Jörg Elleser

**oticon**  
life-changing technology

# Die künstliche Intelligenz in der apparativen Versorgung von Kindern

„Das tiefe neuronale Netzwerk (DNN)“



Jörg Ellessen  
Leiter der Pädaudiologie  
(Oticon GmbH, Hamburg)

**oticon**  
life-changing technology

# Pädaudiologische Betrachtung

- Die Sprache bildet das wichtigste zwischenmenschliche Interaktions- und Kommunikationsmittel
- ohne das Erlernen einer Sprache sind besonders soziale Kontakte und die Wissensaufnahme deutlich erschwert

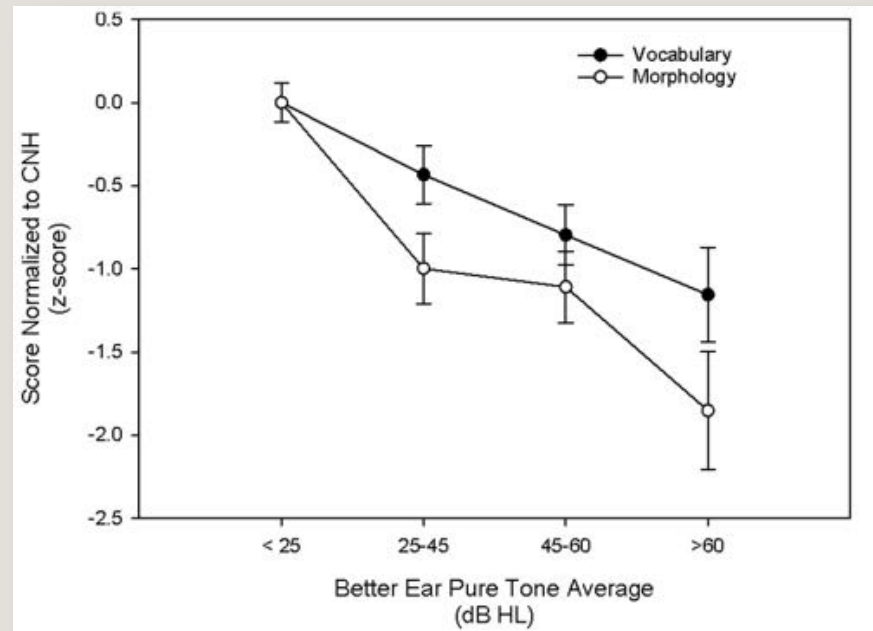
(Klinke et al. 1997)



# Kinder mit Hörverlust – Sprachentwicklung

## Sprachentwicklung je nach Hörverlust (Better Ear PTA)

- ▶ Kinder mit Hörverlust haben ein schlechteres Vokabular  
(Tomblin et al., 2015)
- ▶ Langsamere Geschwindigkeit beim Lernen und der Entwicklung von Sprache / Wörtern
- ▶ Benötigen mehr Sprach-Exposition gegenüber Lärm  
(Pittman, 2011)

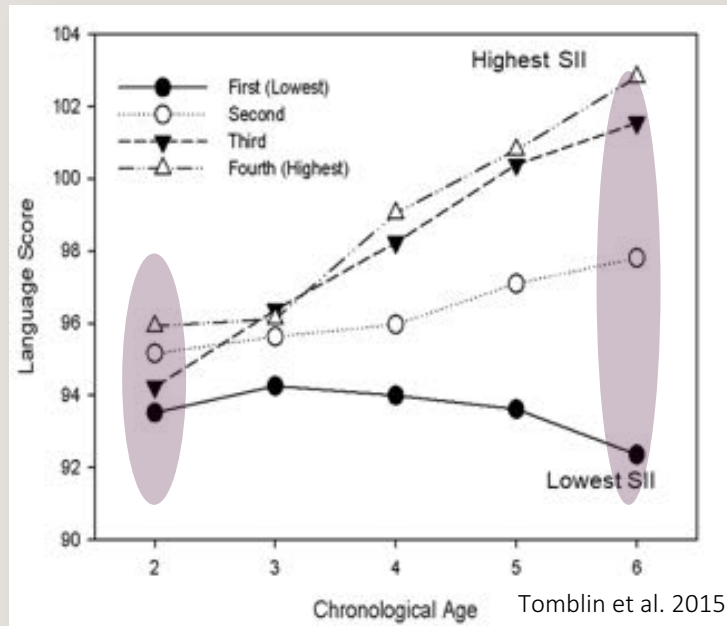


Tomblin et al. 2015

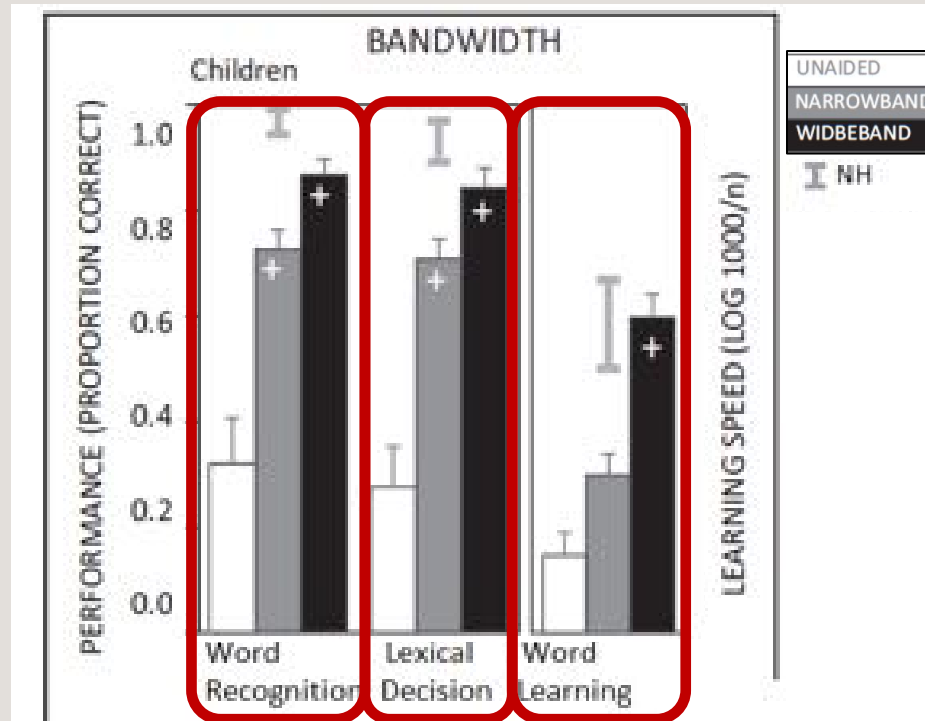
# Gut angepasst Hörsysteme und die Hör- und Sprachentwicklung

Hörbarkeit macht einen Unterschied: SII-Index vs. Sprachentwicklung & Alter

- 2 Jahre alt: Keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf das Hören (SII)
- 6 Jahre alt: Signifikante Unterschiede
  - Die Hörbarkeit (höchster SII) zeigt eine bessere Sprachentwicklung
- Bestmögliches Ziel-Matching sorgt für eine optimale Hörentwicklung & (Re)Organisation im Gehirn

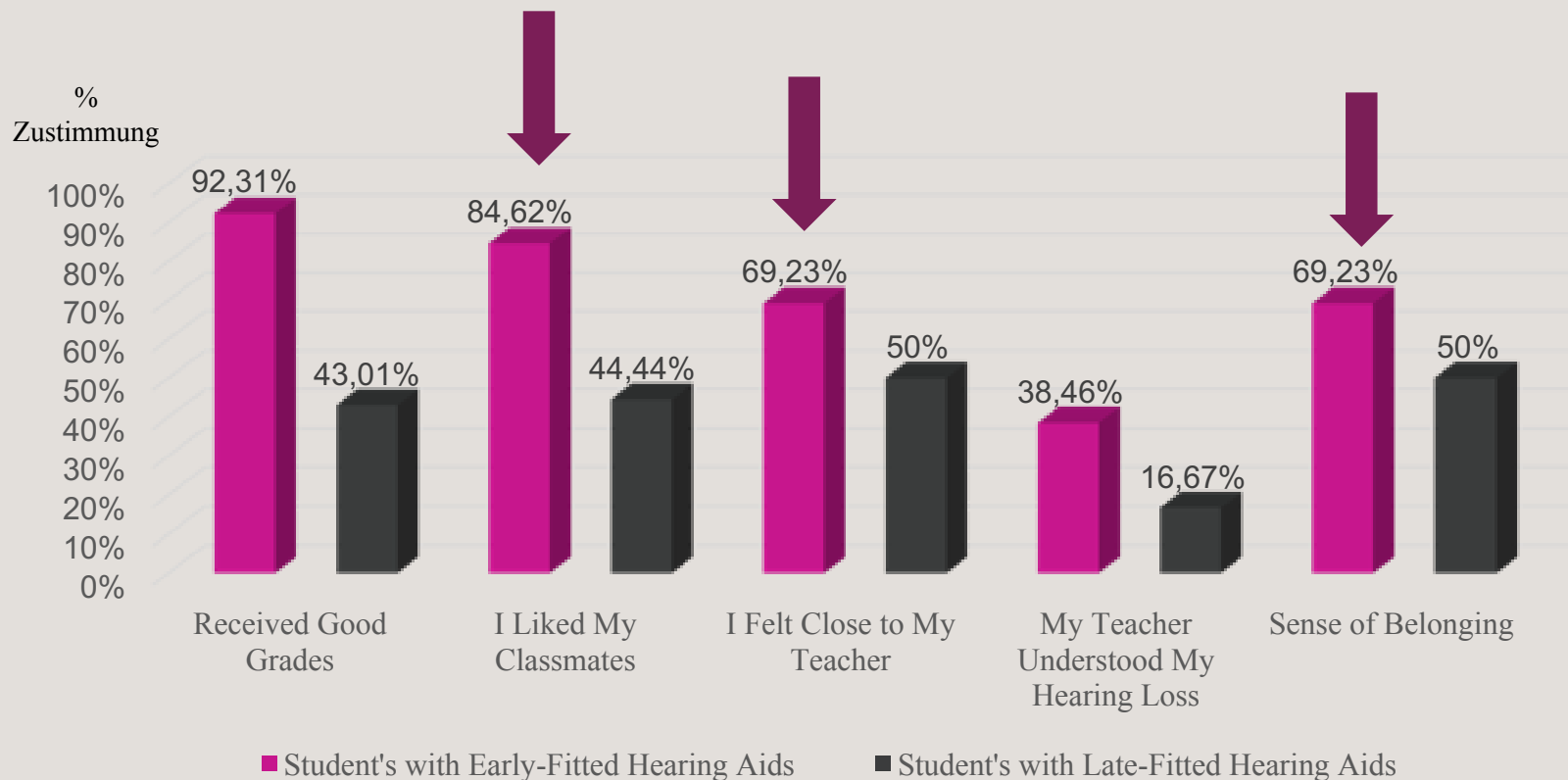


# Ein optimales Sprachsignal verbessert die Sprachkompetenz



Pittman et al. 2017

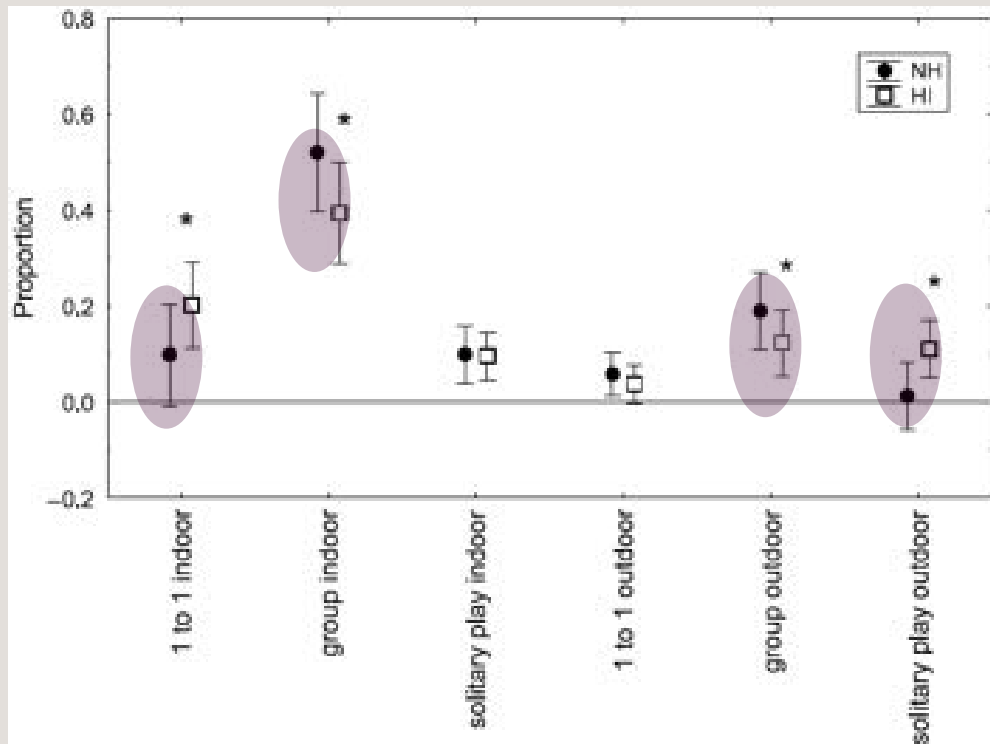
# Frühe und (zu) späte Versorgung mit Hörsystemen



Gordey, et al. 2018

# Tägliche Aktivitäten von Kindern zwischen 1 – 6.5 Jahren

“Berichtet von Eltern und Pädagogen”



- Die Interaktion schwerhöriger Kinder zwischen Aktivität und Hörstatus ist signifikant
- Kinder mit Hörverlust haben mehr 1:1 Kontakt in Ruhe und geräuschvoller Umgebung

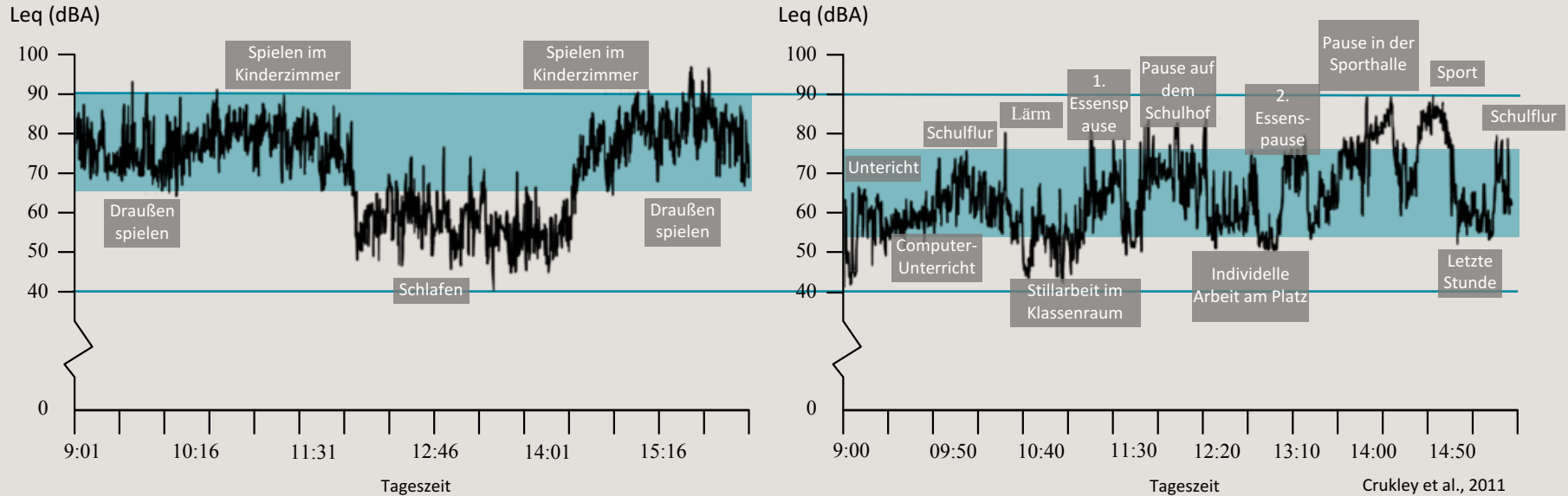
Ching et al., 2009

# Herausforderung: Die geräuschvolle Umgebung



# Hörsystem-Versorgung bei Kindern

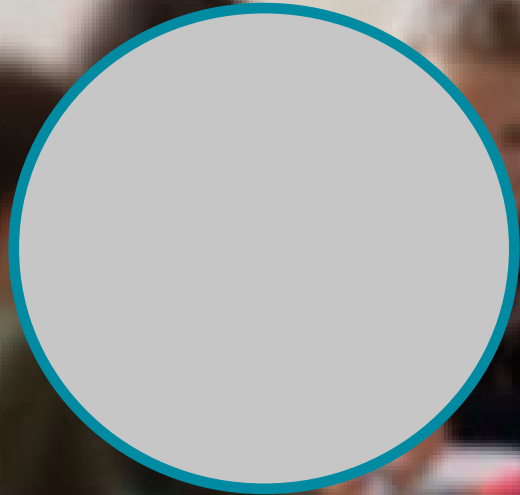
Kinder verbringen viel Zeit in lärmigen Umgebungen (80%)



Wie kann man das  
**Gehirn beim Hören in  
komplexen Umgebungen  
unterstützen?**

# ”Viel ist viel” Omnidirektionalität der Mikrofone

## ”Gold-Standard” in der apparativen Versorgung schwerhöriger Kinder



Zugang zu allen Klängen



Erschwertes Hören in lärmiger Umgebung



Akustische Überforderung

„Weniger ist mehr“

## Die adaptive Direktionalität isoliert von der Gesamtkulisse

... und schränkt die Möglichkeit zum Lernen ein



Besseres Sprachverstehen in Lärm

Hörbarkeit von Sprachsignalen außerhalb des Fokus

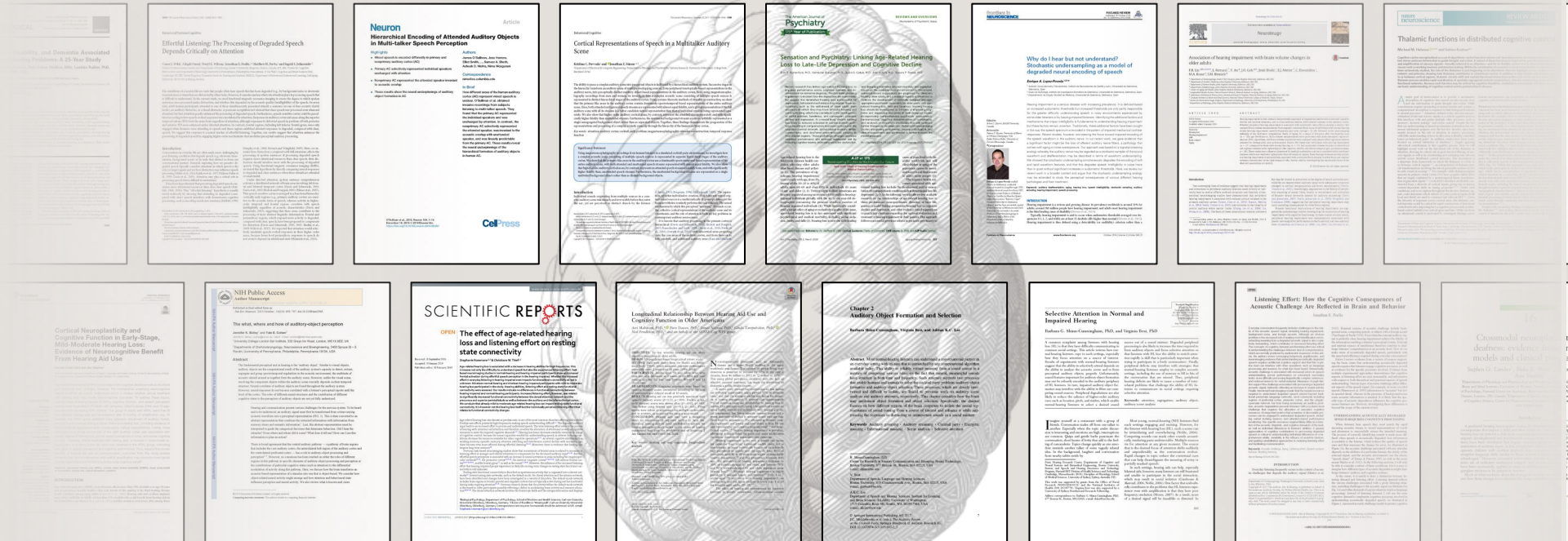
Mithören und informelles Lernen Umgebungswahrnehmung

# Audiologische und technische Wissenschaft



# Hören geschieht im Gehirn

Jahrzehntelange Forschung dokumentiert, dass Hören ein kognitiver Prozess ist



# Orientierung und Bildung auditorischer Objekte



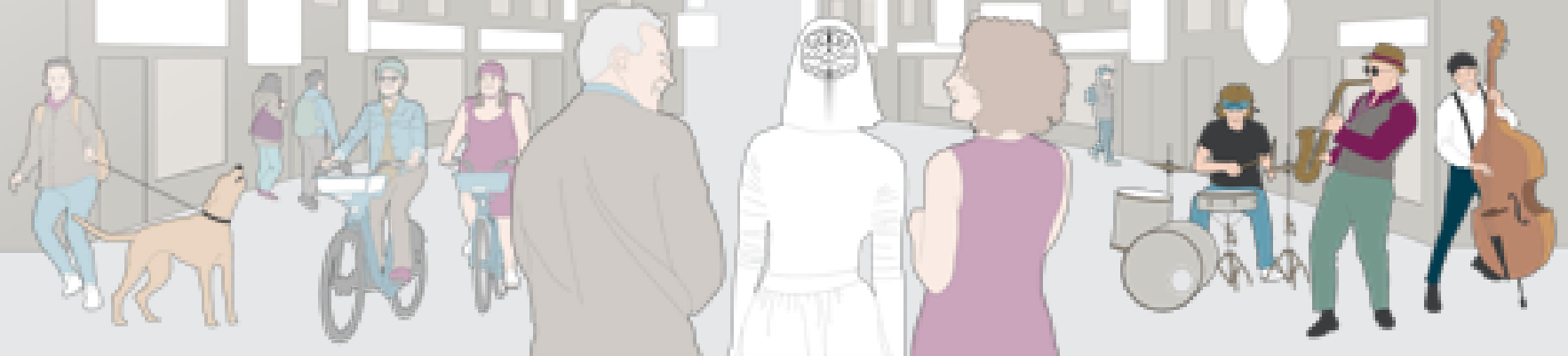
Schritt 1: Orientierung



# Fokus auf den Klang von Interesse mittels selektiver Aufmerksamkeit



Schritt 2: Fokus



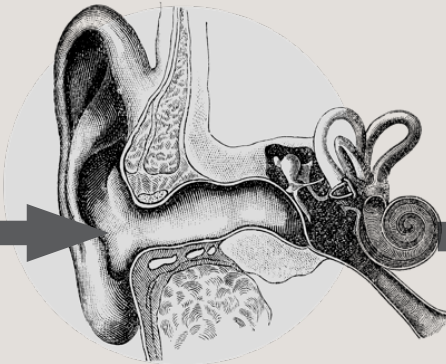
# Neue pädaudiologische Perspektive

1  **Orientierung** (unbewusst)

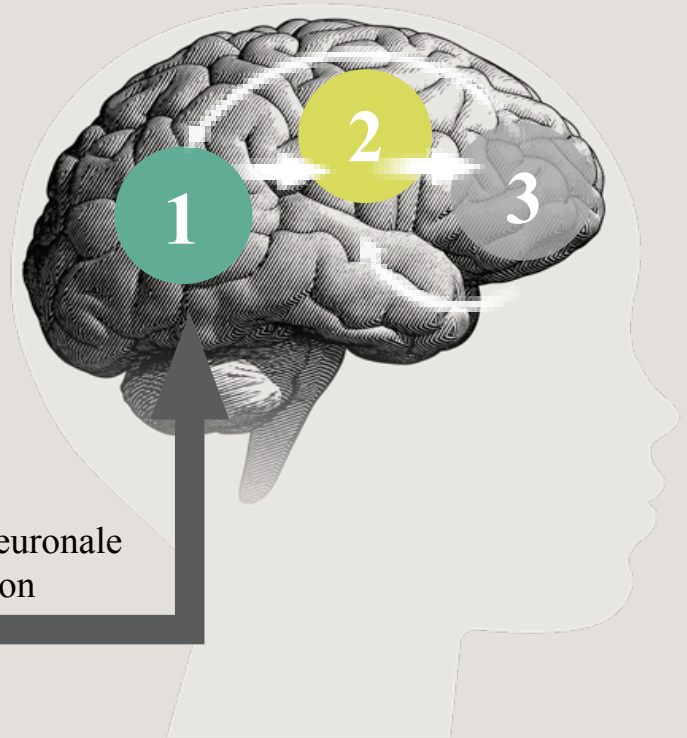
2  **Fokussierung** (bewusst)

3  **Ausführung und Reaktion**

Gesamte  
Klangumgebung



Vollständige, neuronale  
Information




O'Sullivan et al., 2019, Puvvada & Simon, 2017

Gutes und natürliches Hören bedeutet ...

... wenn das **Gehirn**  
so arbeiten kann  
wie es von der Natur  
vorgesehen ist

# ”Mehr ist mehr” Die selektive 360° Klangverarbeitung in geräuschvoller Umgebung

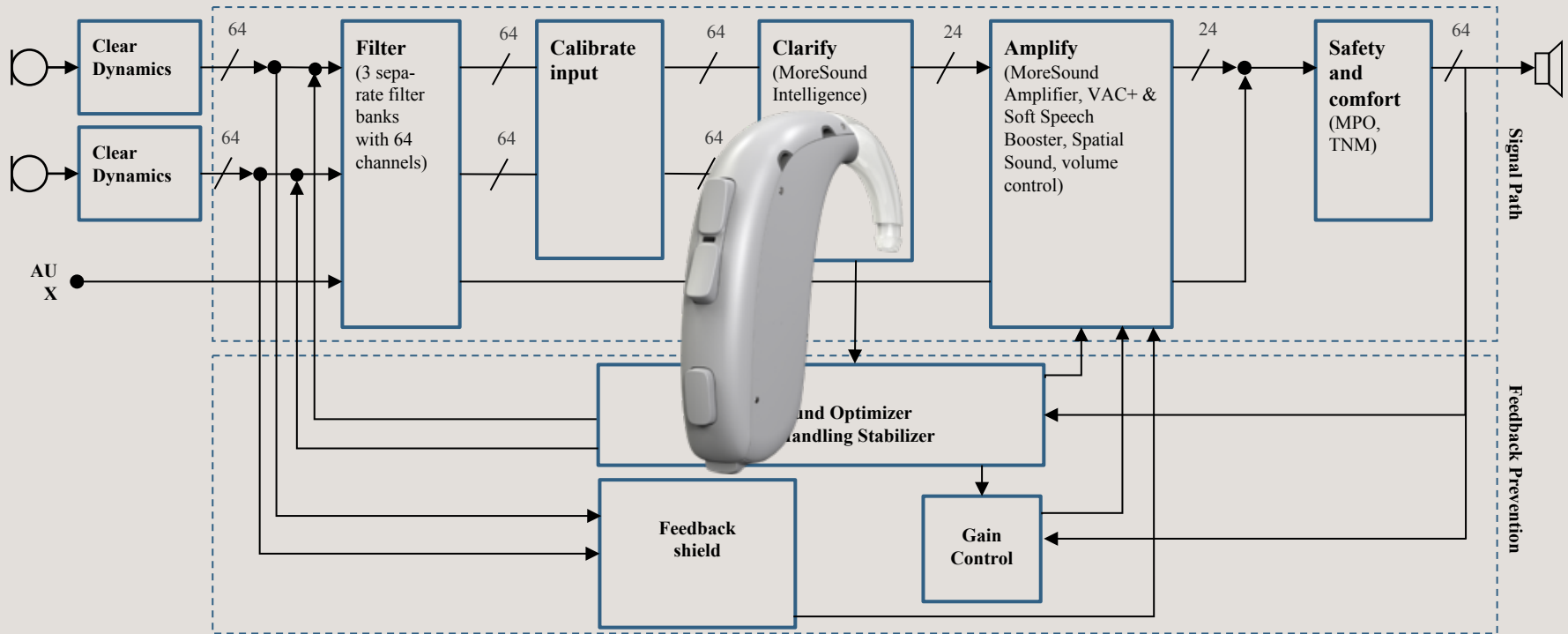
- 
- 😊 Zugang zu allen Klängen
  - 😊 Kontrastierung der Sprache vom Hintergrund
  - 😊 Informelles lernen wird gefördert
  - 😊 Positiver Einfluss auf Sprachverstehen und
  - 😊 Reduktion der Höranstrengung

Können wir mit der künstlichen  
Intelligenz in Hörsystemen die  
Effektivität der  
Klangverarbeitung verbessern?

# Die künstliche Intelligenz und das DNN (Deep Neural Network) in Hörsystemen



# Funktionsschaltbild eines Hörgerätes



# Über 12 Mio. Klang-Szenen (DNN) aus dem realen Leben

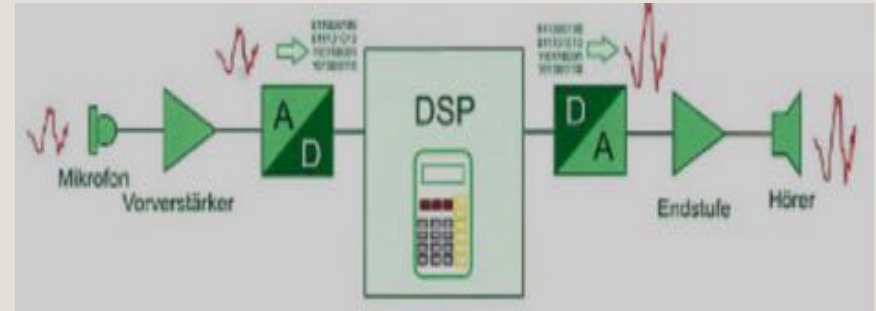


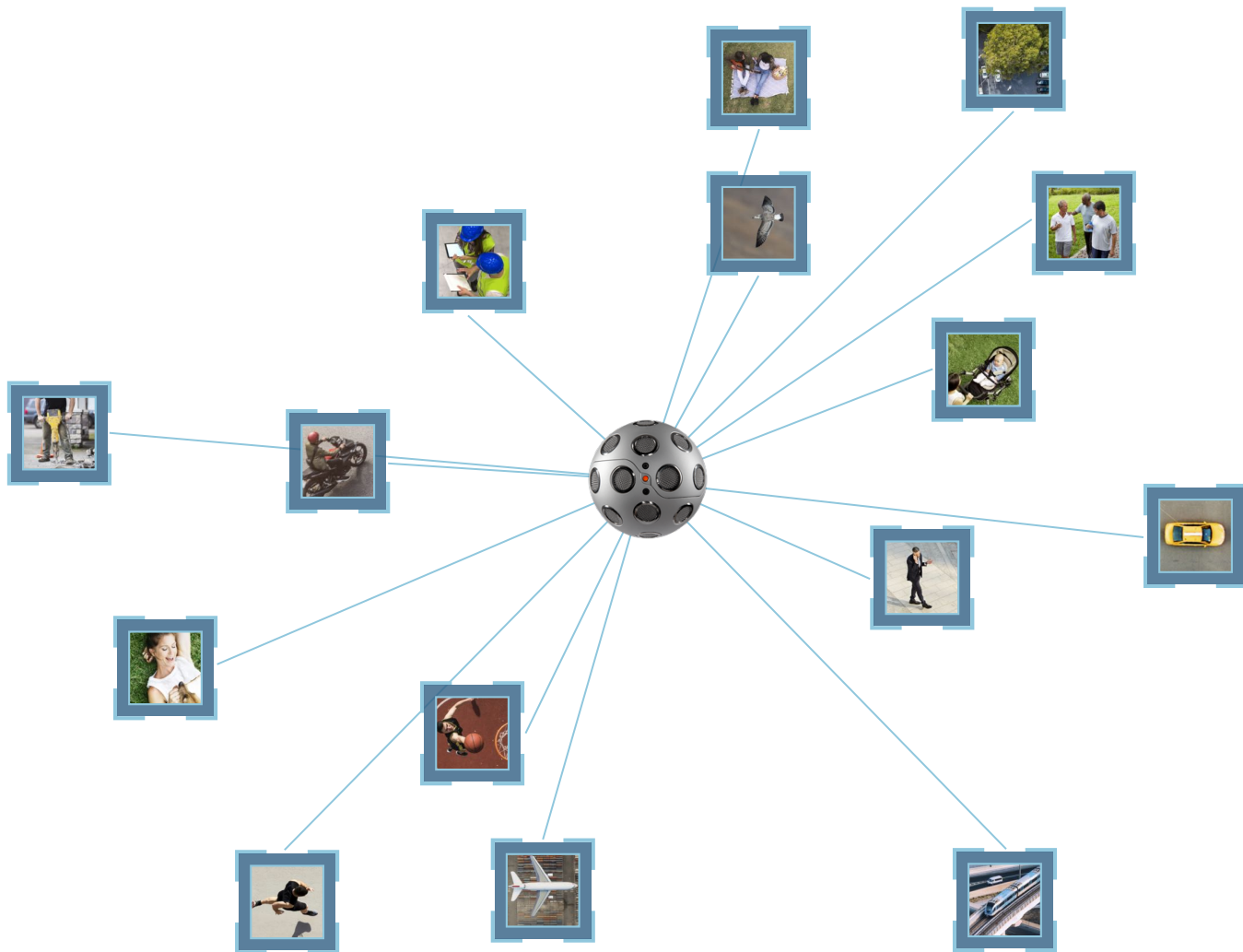
# (Tiefe) Neuronale Netzwerke (DNN) in der Natur

## Neuronen im Gehirn zum Lernen

(Biologisch inspiriert)

- Neuronen bilden Netzwerke
- Reize aktivieren Synapsen (Plastizität)
- Information von Nervenzelle zu Nervenzelle weitergeben
- Je mehr Synapsen und Neuronen aktiviert, um so tiefere Verankerung der Information
- Je mehr Sinne (also auch Neuronen) angesprochen, um so besser verankert
  - Sehen, Hören, Fühlen, Riechen ...
- Wiederholen beim Lernen: Synapsen werden regelmäßig neu aktiviert
  - Kontakte zwischen den Neuronen verstärkt/verklebt („Sticky Ends“)
  - Ein Netzwerk hat sich gebildet

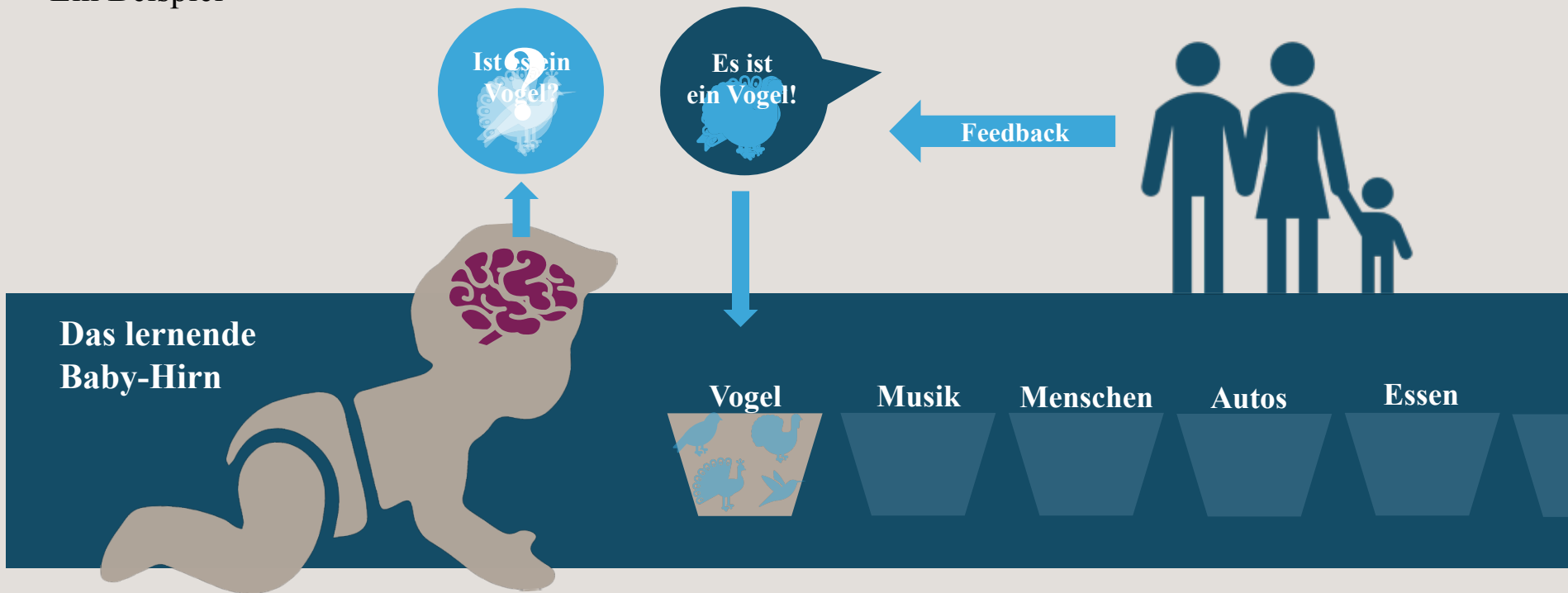






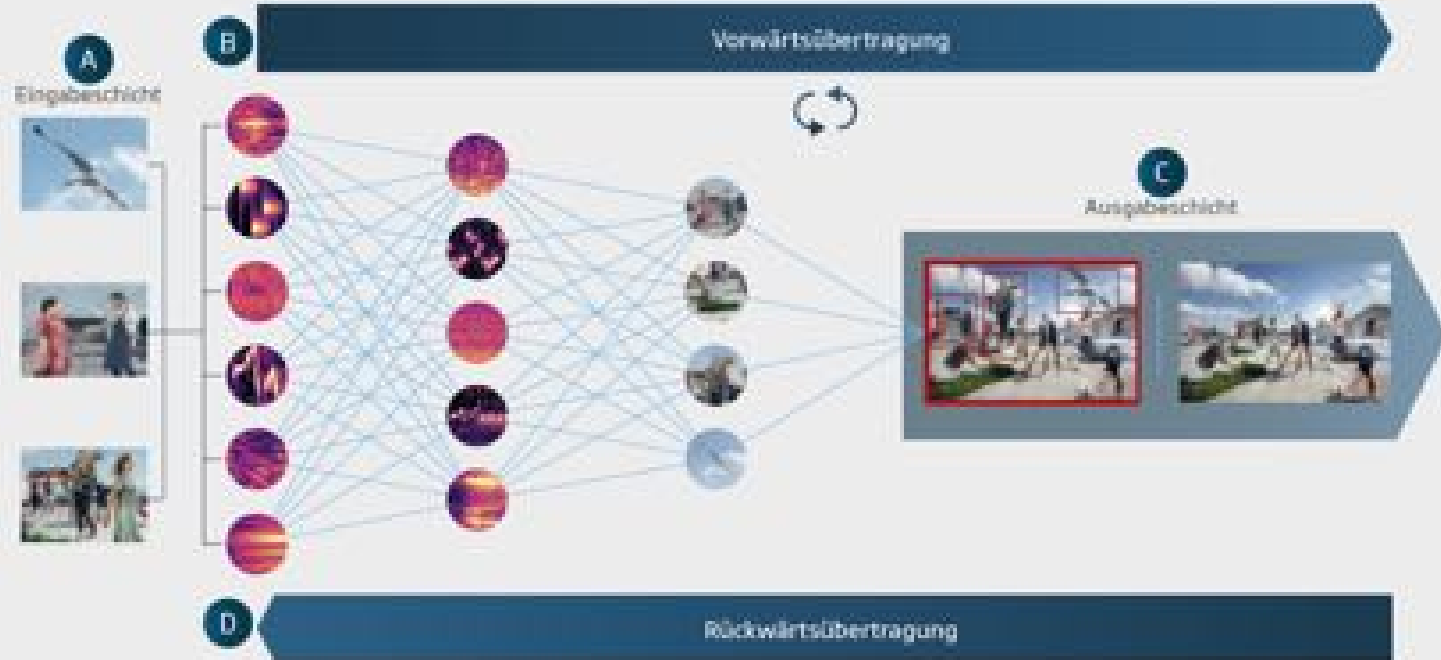
# Unser Gehirn lernt von Millionen Klang-Szenen aus dem realen Leben

Ein Beispiel



# (Tiefe) Neuronale Netzwerke – in der Technik

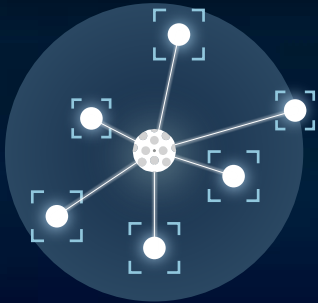
Anwendung, Trainieren, Lernen und Test



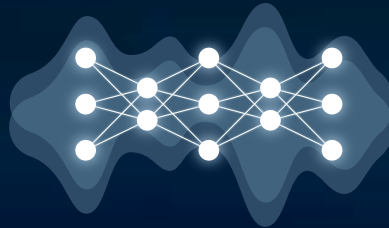
# Klangverarbeitung grundlegend neu gedacht

Ein Sprung in die Zukunft

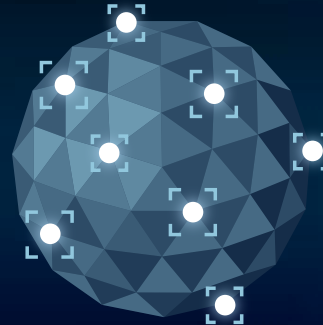
## 1 Aufnahme von Klängen



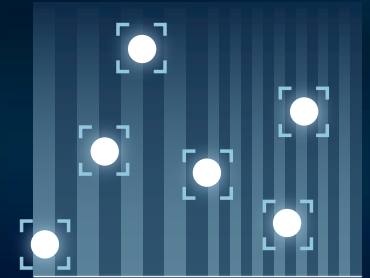
## 2 Training eines DNN



## 3 Analyse und Balancierung



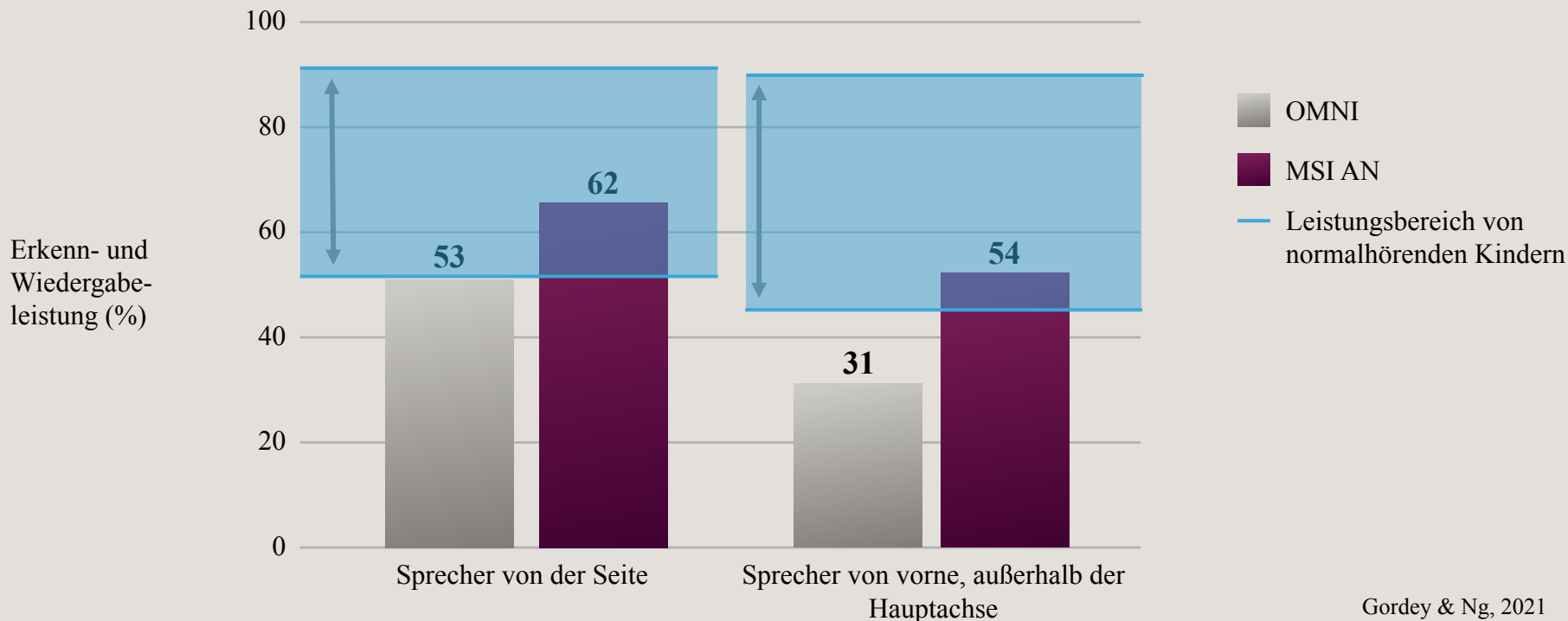
## 4 Hochauflösende Verstärkungsregelung





# Mehr Zugang zu Sprache mit MoreSound Intelligence™

## Erkennung und Wiedergabe von Sprache in Lärm



Gordey & Ng, 2021

# Voice emotion recognition Test

## Auswahl:

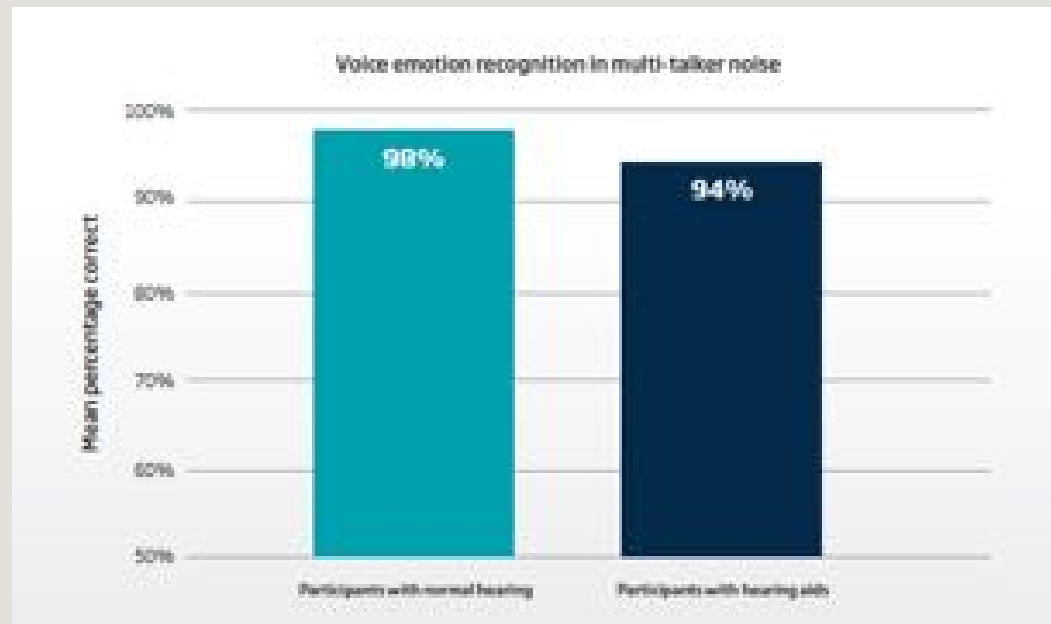
10 Kinder (8-18 Jahre) mittel-bis  
hochgradigen, binauralen Hörverlust  
10 normalhörende Kinder HV <20 dB

## Test-Setting:

Toronto Emotional Speech Test (TESS)  
Zielsprecher (Audio) 70dB SPL  
Störsprecher (180/270°) 67 dB SPL  
25 Wörter

## Ziel:

1. Sprachverständlichkeit
2. Emotionale Wahrnehmung **Zuordnung:**  
Ärger, Traurigkeit, Freude, Furcht



# Pädakustische Hörgeräte-Versorgung mit 360° Verarbeitung und künstlicher Intelligenz

## Zugang zu allen Klängen



# Fazit

Die künstliche Intelligenz in der apparativen Versorgung von schwerhörigen Kindern

1. 360° Hörverarbeitung in komplexen Hörsituationen ermöglicht dem schwerhörigen Kind einen vollständigen Zugang zu allen relevanten auditorischen Klangelementen
2. Durch die künstliche Intelligenz (DNN) als Bestandteil der Signalverarbeitung wird der Zugang zur Klangumgebung, zur Sprache und die Lokalisationsfähigkeit in komplexen Hörsituationen verbessert und die Höranstrengung deutlich reduziert



# Ausblick

Welche audiologischen und technischen Ideen treiben die Wissenschaft an:

1. Auf Basis neuer wissenschaftlicher Aspekte noch komplexere Verarbeitungsstrategien zu implementieren.
2. Die künstliche Intelligenz (DNN) als „selbstlernendes“ System weiterzuentwickeln.
3. Die Vision eines gehirngesteuertem Hörsystems durch EEG (Biofeedback-Verfahren) umzusetzen.

# oticon

life-changing **technology**