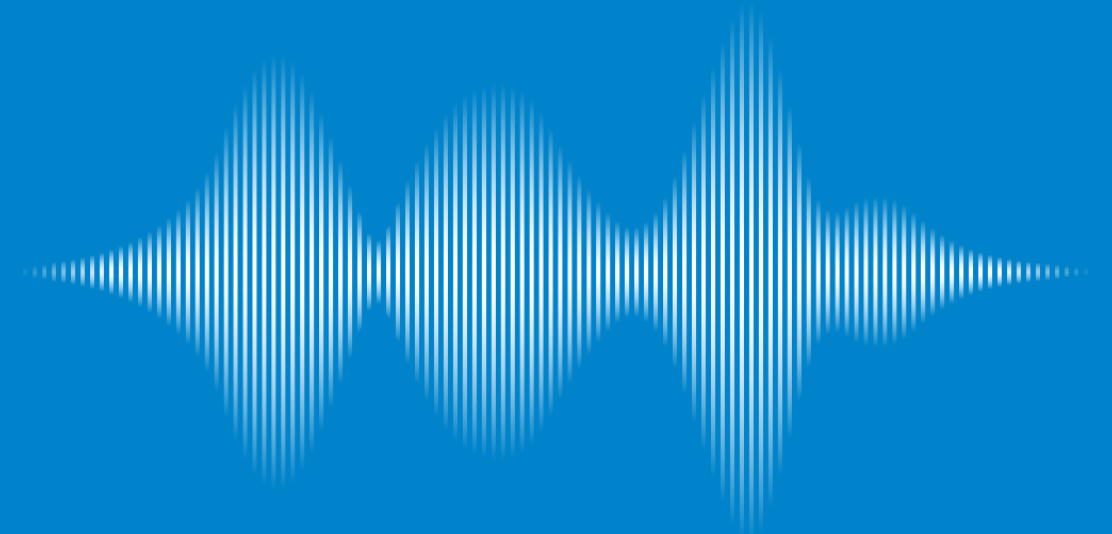


# Auralisation bei der Evaluierung von Hörgeräten

Simon Canales & Hannes Wüthrich, Sonova AG



01

Einleitung

02

Hörgeräte Aufnahmen

03

HOA SSR Datenbank

04

Evaluationsmethoden

05

Schlussfolgerung

# About Sonova

- Weltweit führend bei innovativen Lösungen für die Hörversorgung
- Sitz in Stäfa, ZH
- Über 18.100 Mitarbeiter weltweit



**PHONAK**  
life is on

**unitron**

 **SENNHEISER**

AudioNova 

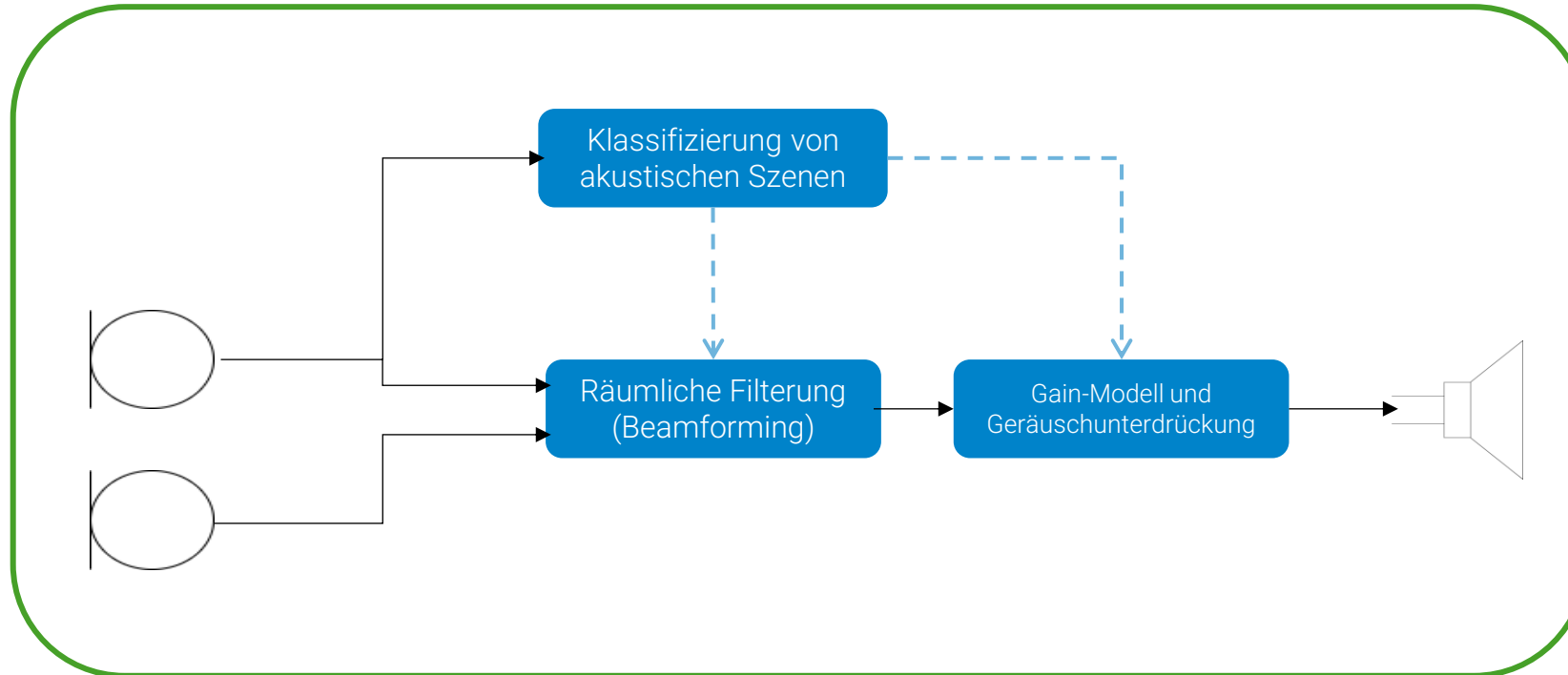
 **ADVANCED  
BIONICS**  
POWERFUL CONNECTIONS

1

Einleitung

# Background

## Hearing device overview

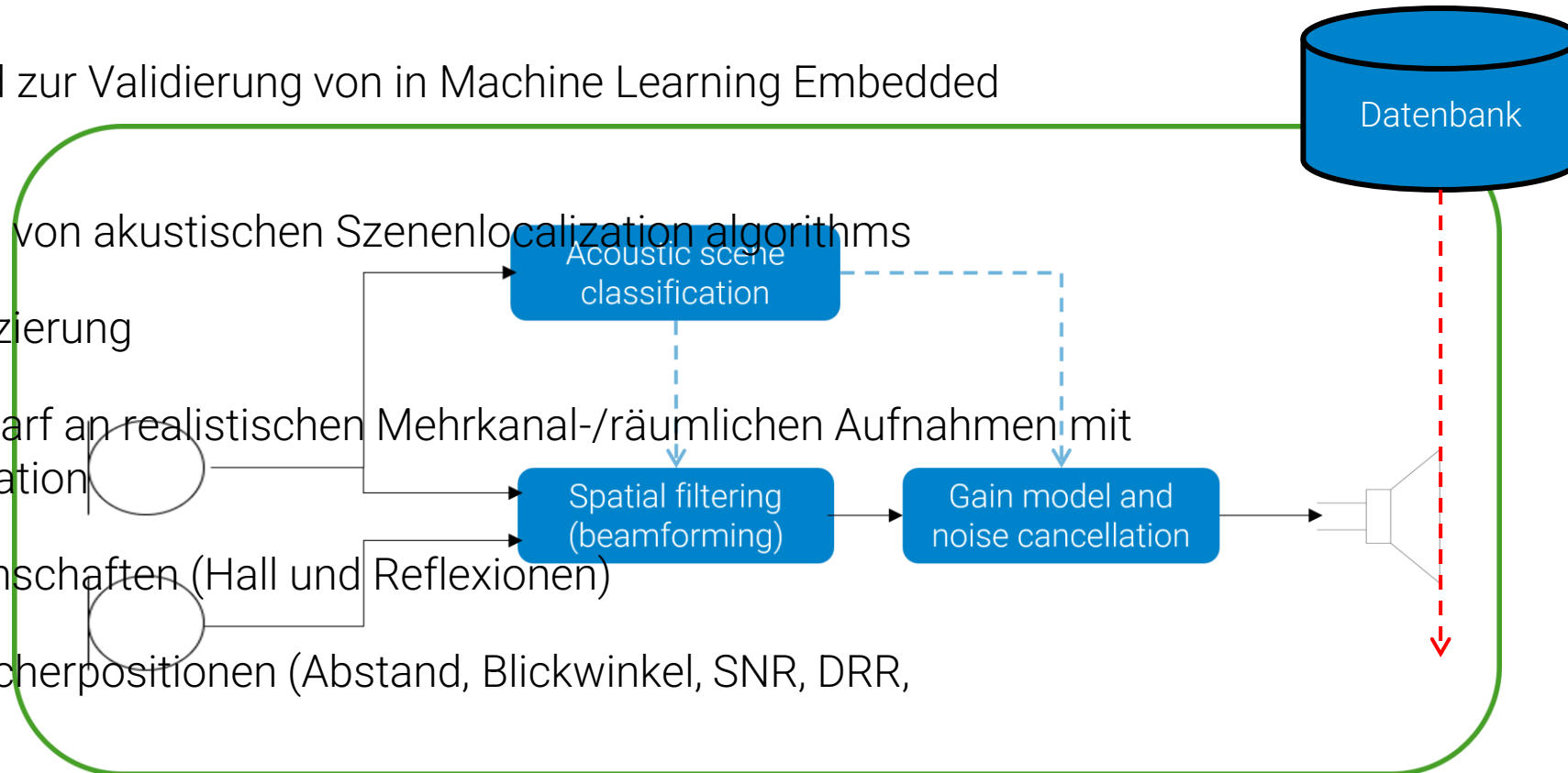


# Hintergrund

Warum brauchen wir Daten?

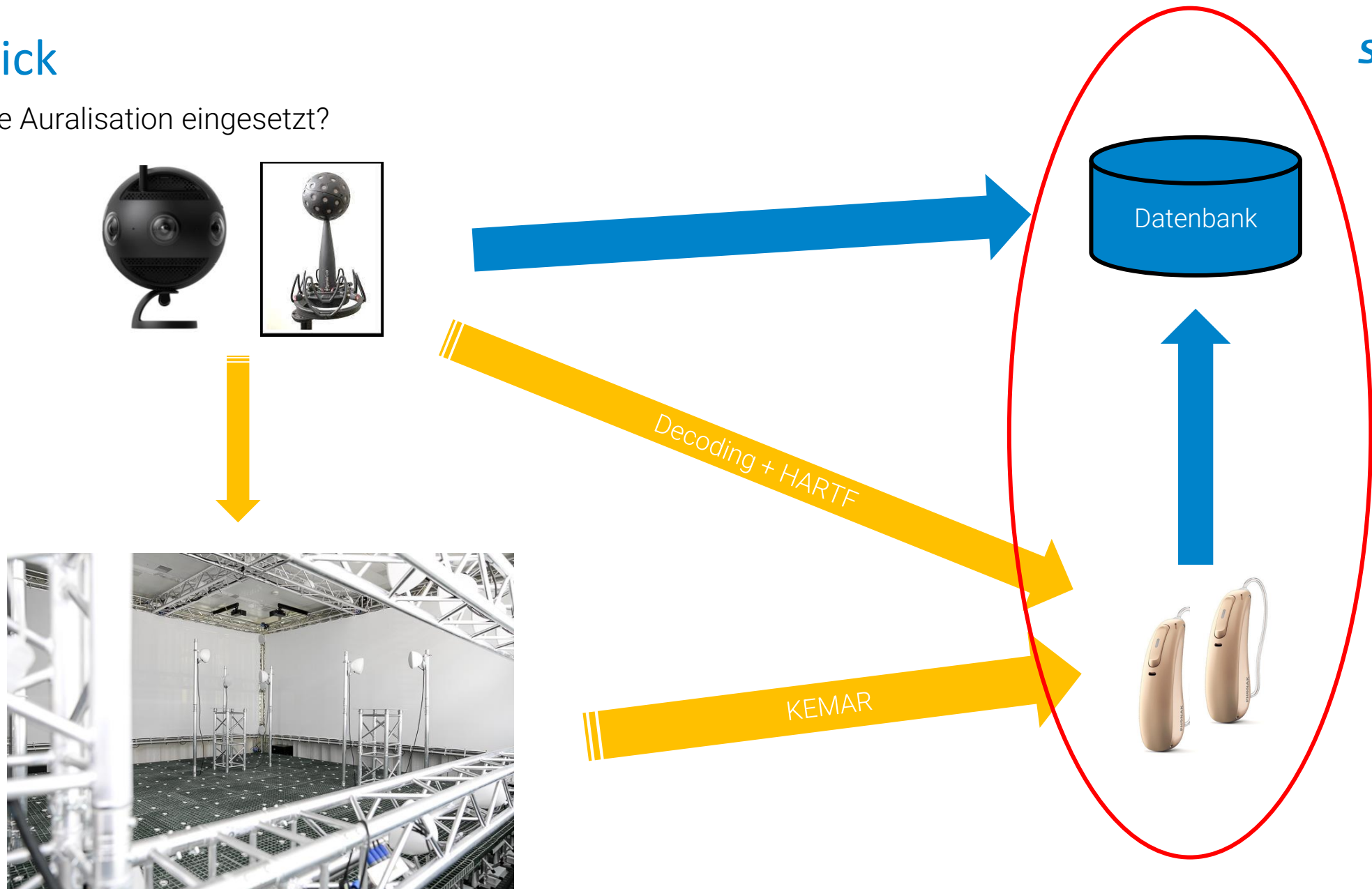
Zum Training und zur Validierung von in Machine Learning Embedded Algorithmen, z.B.,

- Klassifizierung von akustischen Szenenlocalization algorithms
- Geräuschreduzierung
- ... besteht ein Bedarf an realistischen Mehrkanal-/räumlichen Aufnahmen mit einer großen Variation
- der Raumeigenschaften (Hall und Reflexionen)
- in Hörer-/Sprecherpositionen (Abstand, Blickwinkel, SNR, DRR, ILDs/ITDs,...)
- in realistischer Art von Hintergrundgeräuschen (Gebrabbel, Strasse, Musik,...)



# Überblick

Wo wird die Auralisation eingesetzt?



# 2

## Aufnahmen von Hörgeräten

Von realen bis hin zu automatisierten RIR-Aufnahmen

# Media Database

Datenbank, in der wir Audioaufnahmen speichern und labeln:

- Hunderte von Stunden an Hörgeräte-Aufnahmen
- Metadaten über den Formfaktor des Hörgeräts, die Person, die es trägt, zusätzliche Audio- und Videogeräte...
- Kann zu Automatisierungszwecken mit einer Python-API aufgerufen werden

The screenshot displays the Sonova Media Database interface. On the left, there is a sidebar with a search icon, a filter section showing '1 selected' and 'Source Project', and a 'Technical labels' section. The main area shows a list of audio packages with the following details:

Package ID	Owner	Status	Created	Modified	Duration	Extracts	Progress
MediaDB1 Package 528	11scanales	LABELLED	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:09:20	3 Extracts	9.29%
MediaDB1 Package 662	11scanales	IN LABELING	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:21:45	1 Extract	0.54%
MediaDB1 Package 713	11scanales	IN LABELING	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:03:19	1 Extract	4.02%

At the bottom of the sidebar, there are 'CLEAR' and 'APPLY' buttons. The main interface also includes a 'Sort by: Creation date' dropdown, '5 of 5 hits', and a 'LOAD MORE' button.

# Aufnahmen von Hörgeräten

Ansätze

## Messung mit echten Hörgeräten

Bester Realismus und beste Qualität, aber..

- sehr zeitaufwändig, wenn wir viele Zuhörer-/Sprecherpositionen haben möchten
- Keine Trennung von Zielsprache und Hintergrundgeräuschen
- Keine direkte Kontrolle von SNR, Position, ...



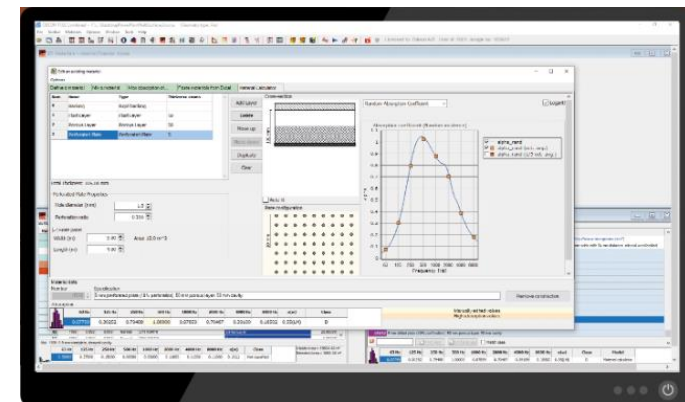
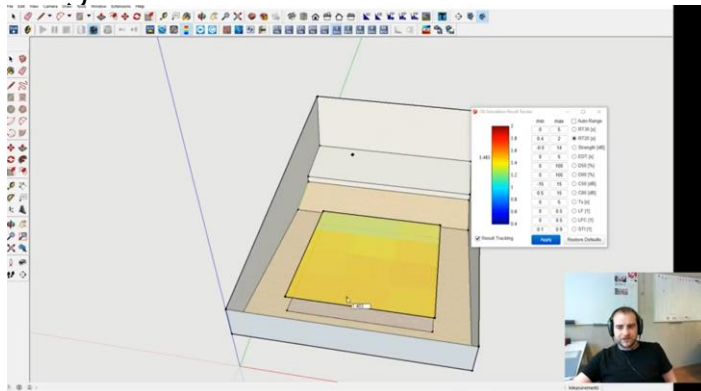
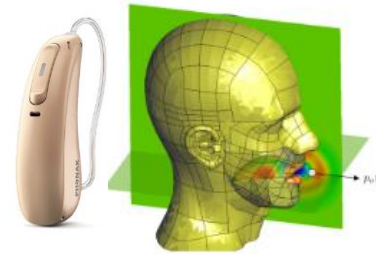
# Aufnahmen von Hörgeräten

Ansätze

Simulation von akustischen Umgebungen in raumakustischer Simulationssoftware

z.B. Raven, Odeon, Comsol

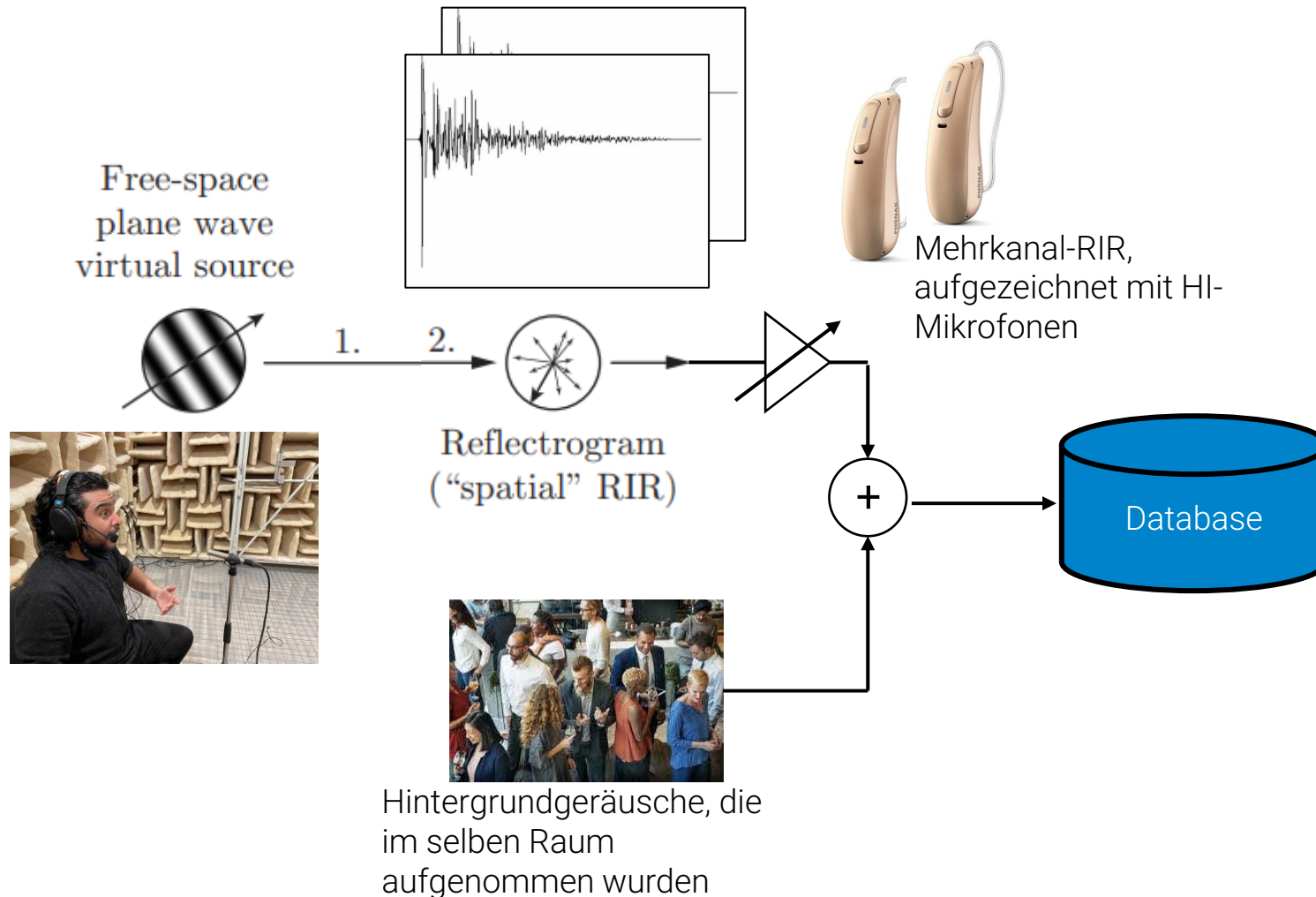
- Am besten für die Kontrolle von Eigenschaften, gute Wiederholgenauigkeit, aber.. Realismus?
  - Die Akustik des Kopfes ist möglicherweise nicht genau genug
  - Keine echte Aufnahme von Hintergrundgeräuschen möglich, es müssen "künstliche" Hintergrundgeräuschquellen hinzugefügt werden



# Aufnahmen von Hörgeräten

Ansätze

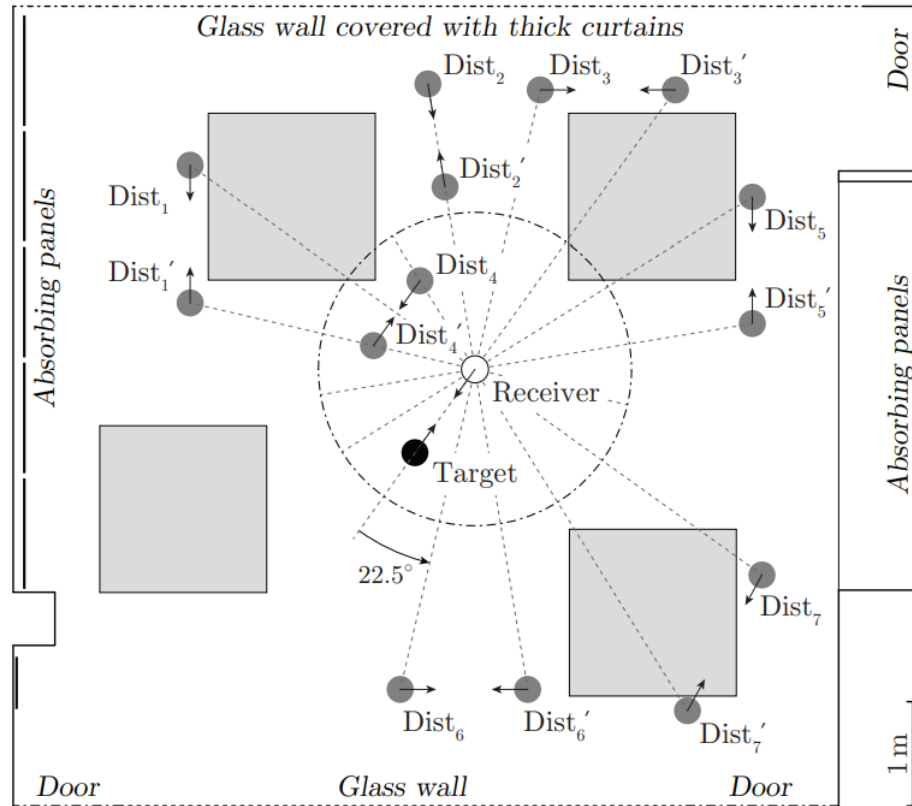
Auf mittlerem Weg: Verwendung von Raumimpulsantworten (RIR) + Hintergrundgeräuschen



Szenen können "gemischt" werden, verschiedene SNRs, Lautsprecher-/Hörerpositionen #Anzahl Sprecher,...

# Aufnahmen von Hörgeräten

## Ansätze



Oreinos, 2015, Virtual Acoustic Environments for the Evaluation of Hearing Devices, PhD Thesis

# Aufnahmen von Hörgeräten

Hardware

RME M-1610 Pro audio interface

- Bis zu 16 Eingangskanäle: 2 Paar Hörgeräte-Satelliten (z.B. ITE + BTE)
- MADI-Stream (Eigenmike HOA-Mikrofon)
- G.R.A.S. KEMAR 45 BC Artificial head: ear and mouth simulator

Coupling box

- Um die Hörgerätemikrofone aufzunehmen

Synchronisation durch "Lockit" - Timecode- und Syncgenerator





Institut für Elektrotechnik IET  
Studiengang Elektrotechnik  
und Informationstechnologie

# Path Planner – Feste Entfernung

The screenshot displays the Sonova RIR - DAGA Path Planner software interface. The main window shows a 2D environment with a robot and a path. The 'Fixed Distance' settings are visible on the right, including IR Direction, Master Robot, Distance (1500 mm), Intermediate Angle (15 degrees), Amount (15), and heading/offset angles for two robots.

**Path Planner**

Manually Fixed Distance

Matrix Spline

Fixed Distance 1

- Situation 1
- Situation 2
- Situation 3
- Situation 4
- Situation 5
- Situation 6
- Situation 7
- Situation 8
- Situation 9
- Situation 10
- Situation 11
- Situation 12
- Situation 13

Situations 15  
Estimated time 00:05:00

Robot 1

X 3.691 [mm]  
Y -716 [mm]  
φ 300 [deg]

IR Direction Robot 1 → Robot 2

Master Robot

Visible

Distance 1500 mm

Intermediate Angle 15 °

Amount 15

Heading Robot 1

Facing

Offset Angle 0

Heading Robot 2

Facing

Offset Angle 0

Project Explorer Properties

Ready

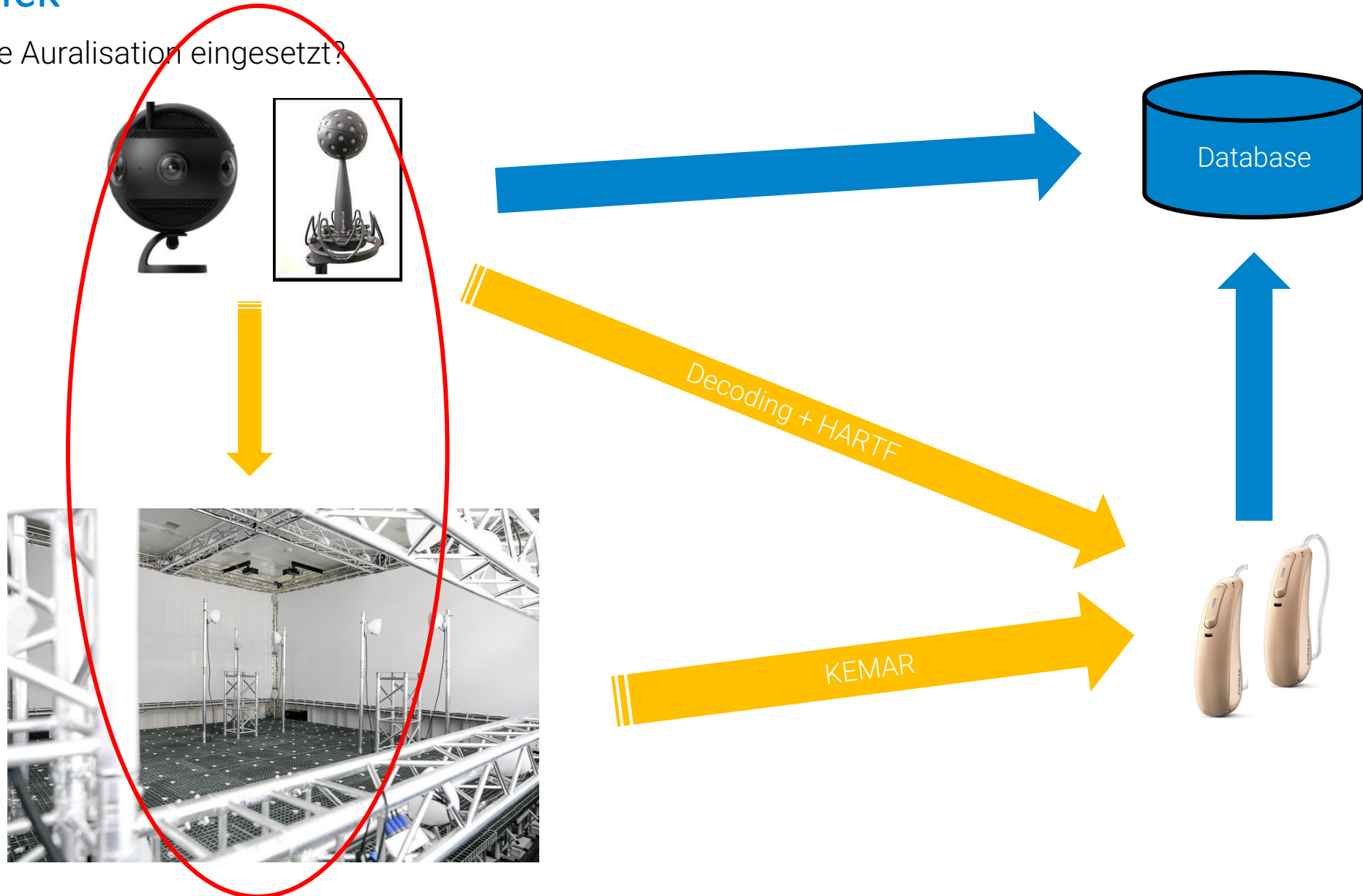
# 3

## HOA SSR database

Recreating real life scenarios in the lab

# Überblick

Wo wird die Auralisation eingesetzt?



**sonova**  
HEAR THE WORLD

Office\_Medium-Meeting\_C-04  
HOA

NEW APPROVE CONTENT

AV Camera

Metadata

- Description -
- Owner: 11scanales
- Created: Mar 4, 2025
- Modified by: 11scanales
- Modified: Mar 4, 2025
- Location: Zurich
- Duration: 00:01:00
- Audio Sampling Rate -
- DRR: 0.911
- Date: Mar 4, 2025

Info

0:04 / 1:00

Information

Serial number -

DEVICES TECHNICAL FILES ACCESS

- Additional Sources
  - Eigenmike EM32
    - 25\_Audio\_Channel: Office\_Medium-Meeting\_C-04\_EM32...
  - AV Camera
    - AV Channel: Office\_Medium-Meeting\_C-04\_TV-2D.mp4

# HOA SSR Project

Gemeinsame Entwicklung eines audiovisuellen Sound Scene Repository (SSR)

- Diese Datenbank besteht aus vielen verschiedenen Klangszenen (~100), die häufig von Benutzern von Hörgeräten, Hearables, Kopfhörern und anderen Audiogeräten angetroffen werden.
- Die Datenbank ist vor allem für den Einsatz bei der Entwicklung und Evaluierung von Technologie gedacht
- Partner
  - Huawei
  - WSAudiology/Widex)
  - GNAudio/JABRA
  - Sonova/Phonak
  - GNHearing
  - Demant/Oticon
  - Sennheiser Communication
  - Bang& Olufssen
  - FORCE Technology – SenseLab

# HOA SSR Project

## Hardware

- Ambisonic (HOA) Audioaufnahme höherer Ordnung mit einem MH Acoustics, Eigenmic EM32
- 8K 360° monoskopische Videoaufzeichnung
- Kalibrierte Aufnahme für Audio und Video



360 Camera



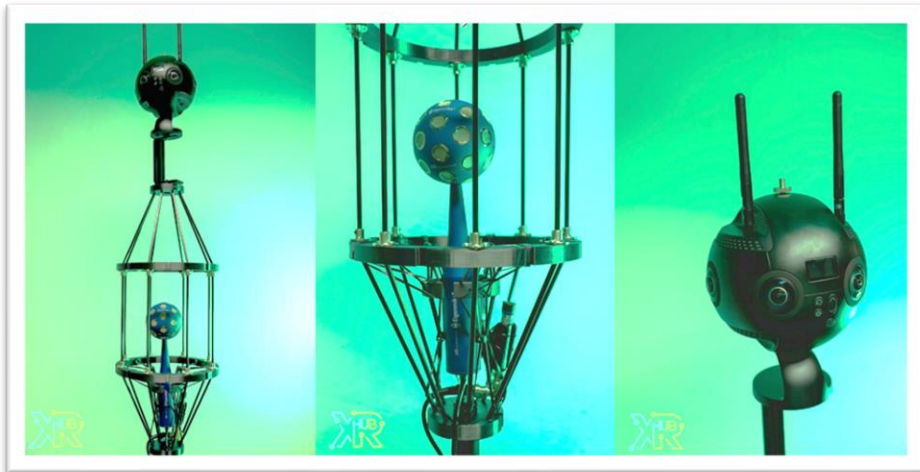
Eigenmike

# HOA SSR Project

## Inhalt

Erstellung einer Datenbank mit realen AV-Aufnahmen (mit anderen Unternehmen der Audiobranche)

~100 reale AV-Szenen (560 Clips)



# HOA SSR Project

Projekt RAAMBO: Realistische audiovisuelle Bewertungsmethoden und Verhaltensbeobachtung

Ziel: Realistischere Laborbedingungen zum Testen von Hörgeräten kontrolliert und reproduzierbar

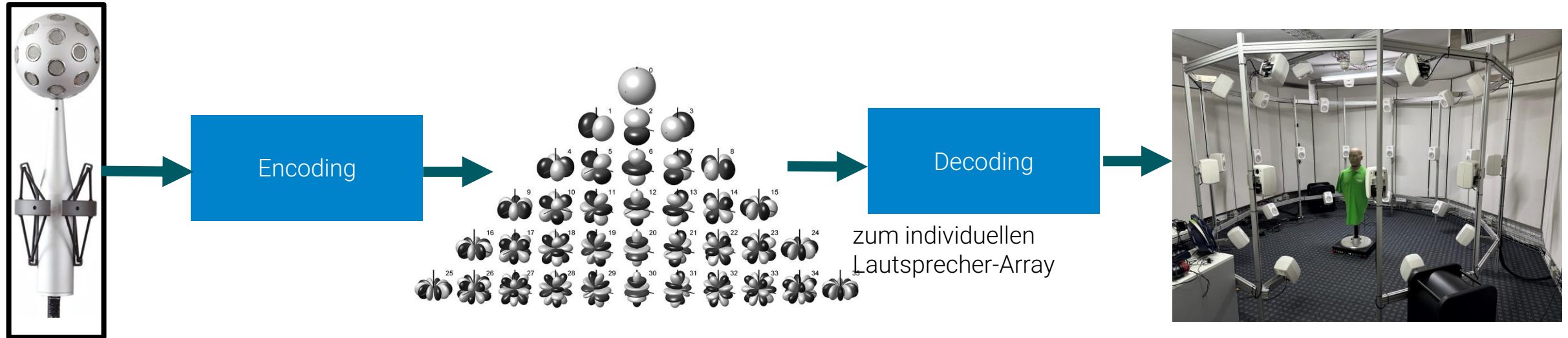
- Ambisonics (HOA)-Aufnahmen höherer Ordnung mit Eigenmike
- Reproduziert über Lautsprecher Array
- 360 Grad hochauflösende Videos



Einrichtung der Audiowiedergabe

# Higher Order Ambisonics

Prinzip



HOA mic, (e.g. EM32,  
32channels, 40A)

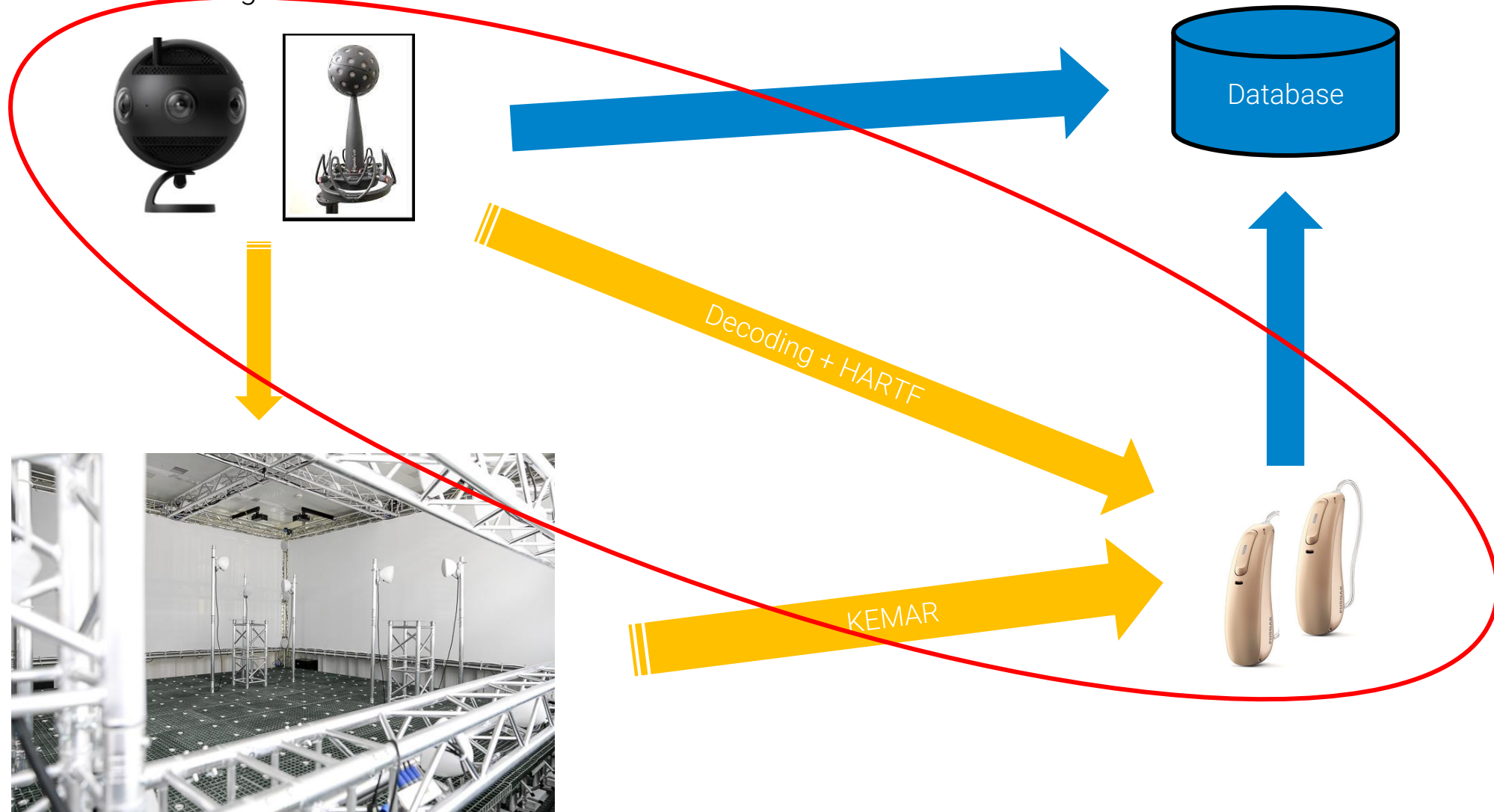
HOA, Sphärische Harmonische

zum individuellen  
Lautsprecher-Array

Speaker Array  
Die maximale Anzahl der  
Lautsprecher hängt von der  
Ordnung ab (hier 32)

# Überblick

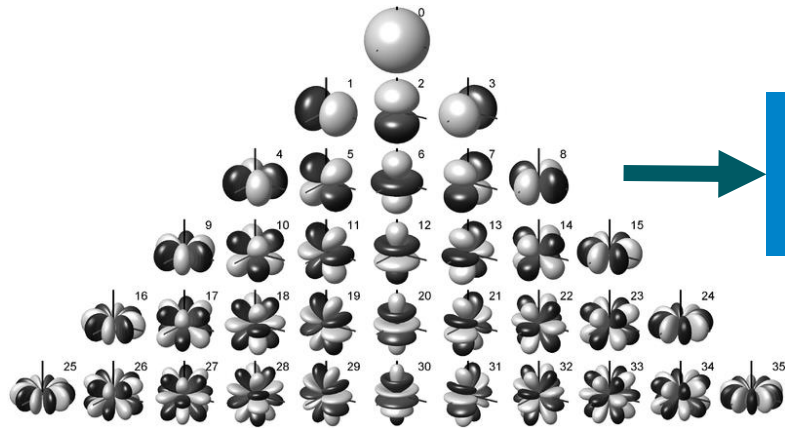
Wo wird die Auralisation eingesetzt?



# Higher Order Ambisonics

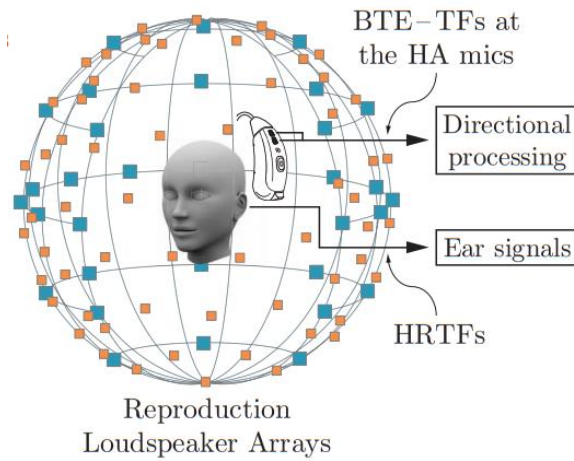
Rendering auf Hörgerätesatelliten

## HOA Decoding



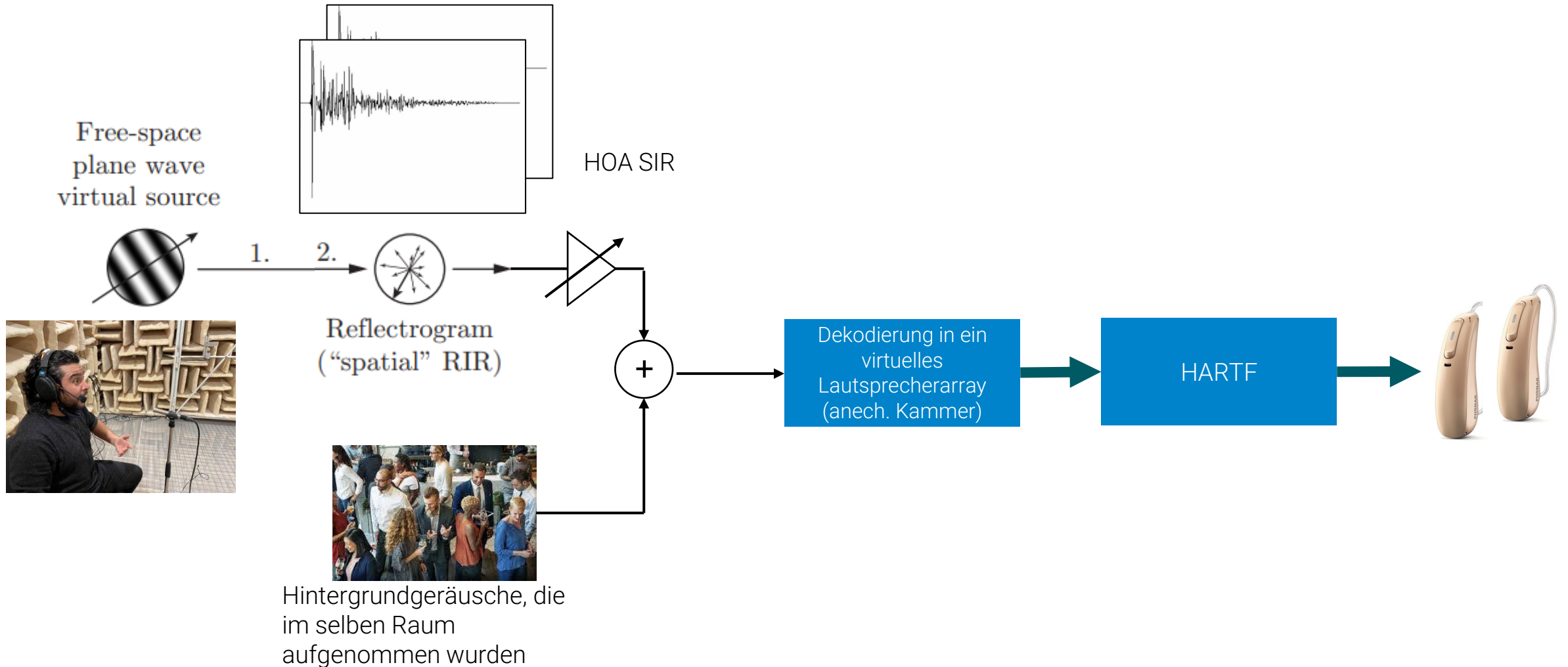
Dekodierung in ein  
virtuelles  
Lautsprecherarray  
(anech. Kammer)

HARTF



# Higher Order Ambisonics

Generierung von Beispieldatenbanken mit realen Aufnahmen und RIRs

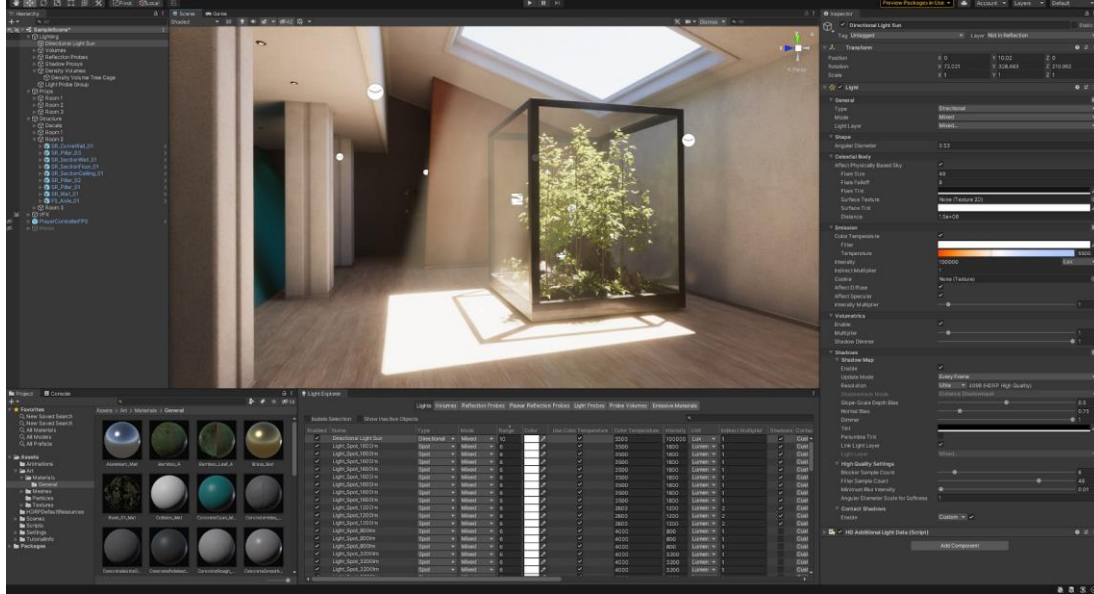


# 4

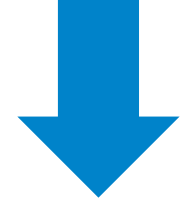
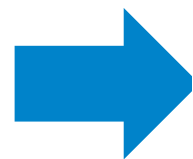
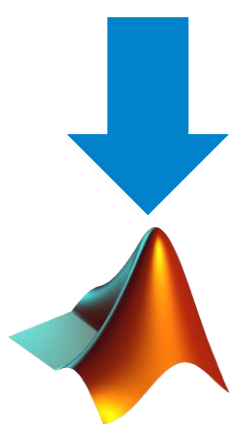
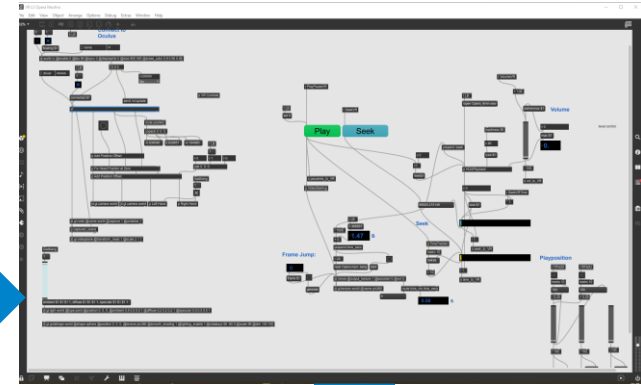
## Evaluation methods

# VR MUSHRA Hörtest

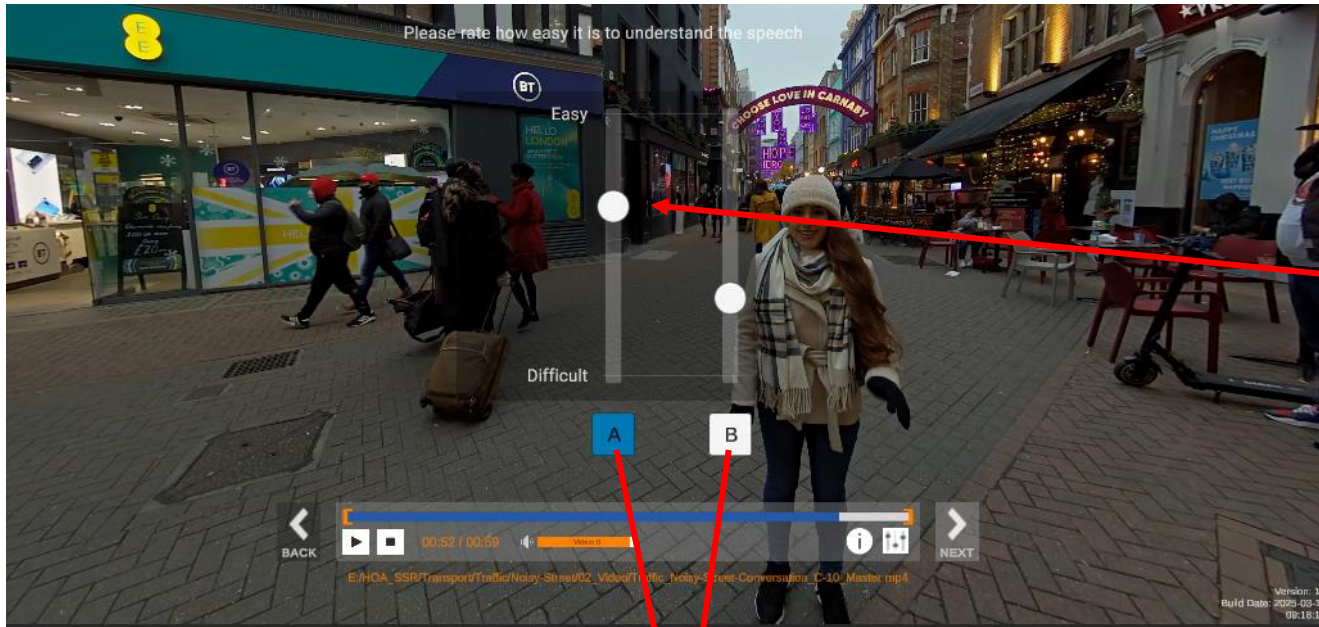
Unity for 360 Video and Controls



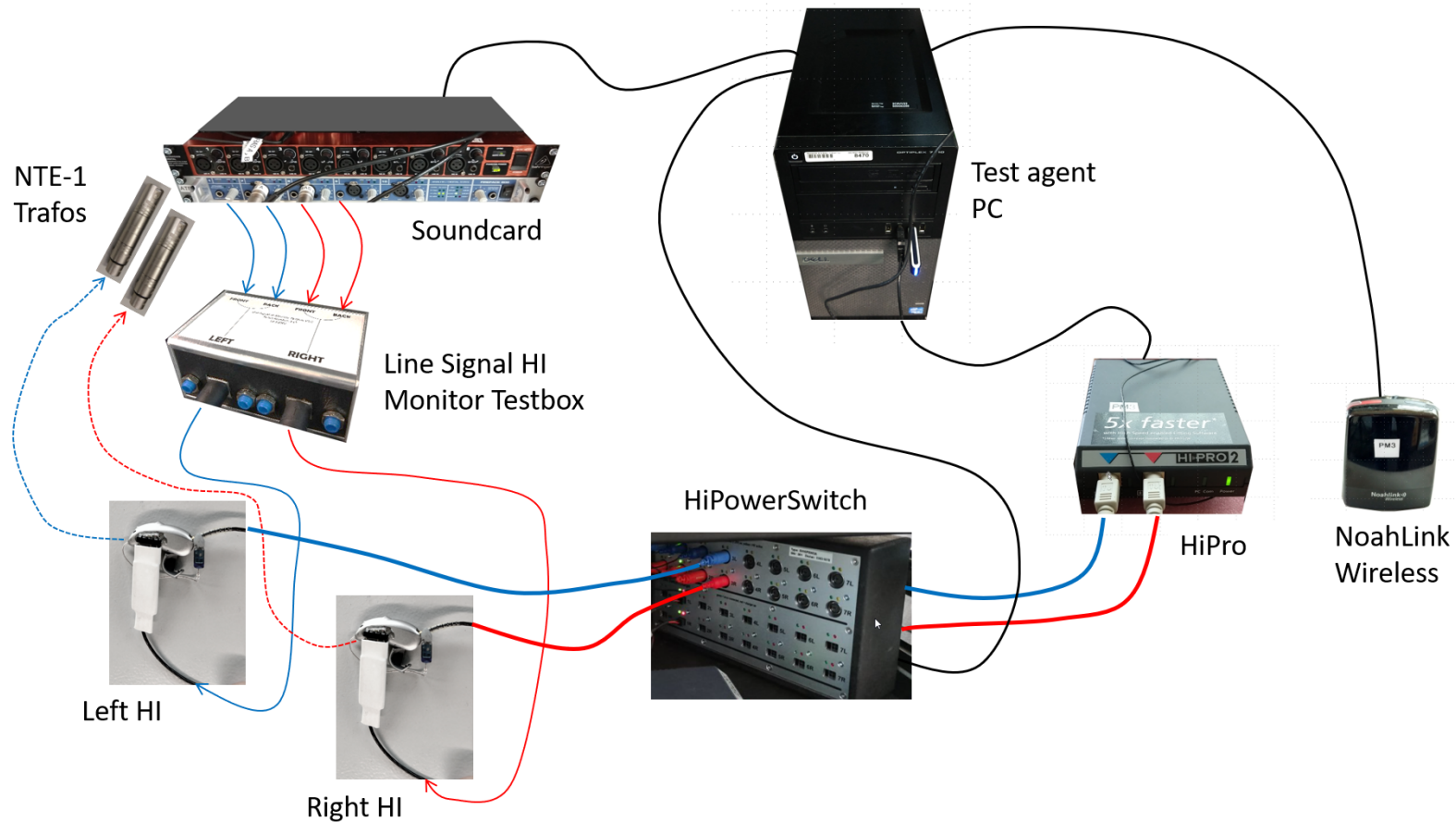
Max/MSP für Audio-Dekodierung auf Lautsprecher oder Kopfhörer



# VR MUSHRA Hörtest

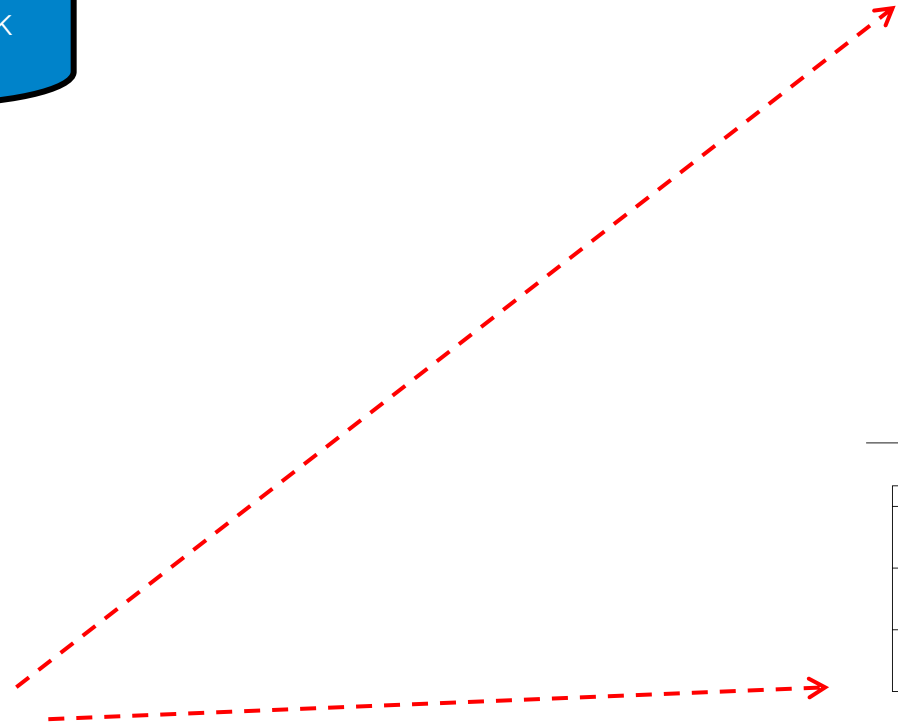
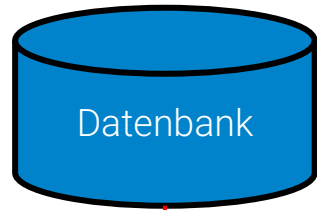


# Elektrische Satelliten zur Produktverifizierung

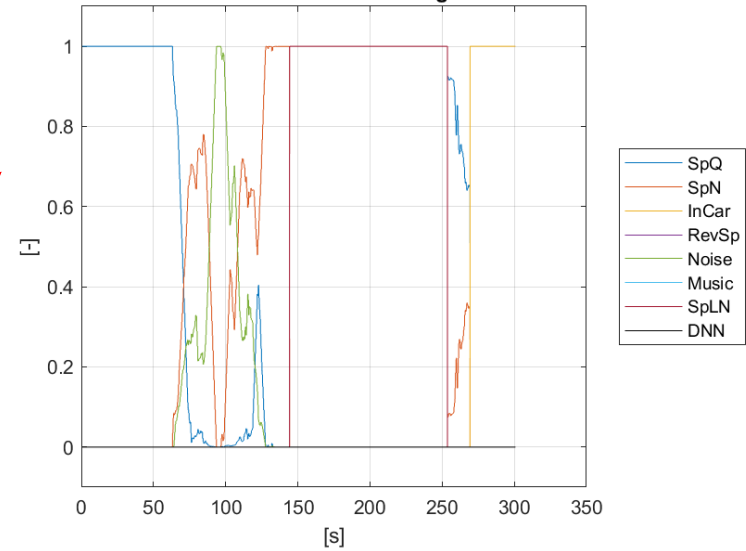


# Elektrische Satelliten zur Produktverifizierung

Beispiel für Ergebnisse



SpQ\_N\_SpLN\_InCar\_VeryFast proportionsFinal  
14-Mar-2025 16:55:30 Right.



SsgtTestAutosense

GENERAL INFORMATIONS	
Git Path	git.sonova.com/PCSW-Infra/Verification.git
Test Git info:	git.sonova.com/PCSW-Infra/Verification.git
Common Git info:	git.sonova.com/PCSW-Infra/Common.git
Git Revision	8cf949ae2364551bd469b7504293140de7c380d1
Test Git info:	8cf949ae2364551bd469b7504293140de7c380d1
Common Git info:	fbce84dff4d466efd4dda38a7a78eebbe1296fa3
Tester:	sh53mate2
Execution date:	15-Mar-2025
PC Name:	CA03WW210187

	HI	
	LEFT	RIGHT
HI Family:	PrinceIte23	PrinceIte23
HI HW formfactor:	PrinceIte23 90 ITE R	PrinceIte23 90 ITE R
Image type and version:	068-1500;1.0.13.0	068-1500;1.0.13.0
Serial number(s):	W035HOKOW	W035H0JM7
Fitted receiver or tubing:	n/a	n/a

# 5

## Schlussfolgerung

- Für das Training und die Validierung von eingebetteten Algorithmen für maschinelles Lernen besteht ein Bedarf an realistischen Mehrkanal-/räumlichen Klangbeispielen mit einer großen Variation
- Diese Klangproben sollten mit dem Eingang des Hörgeräts übereinstimmen, d. h. dem Signal, das von den Mikrofonen des Hörgeräts erfasst wird
- Mit Hilfe von Auralisationstechniken können wir reale Hintergrundgeräusaufnahmen und virtuelle Quellen konvertieren und kombinieren, um in unseren akustischen Forschungslabors oder in unseren Testagenten eine realitätsnahe Umgebung nachzubilden
- Diese Methode hat jedoch einige Einschränkungen (Aliasing-Artefakte bei beamformten Signalen), so dass in einigen Fällen weiterhin Aufnahmen in realen Situationen erforderlich sind

Vielen Dank!