

# ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT DER HÖRGERÄTE -WAS AUS DEN PROGNOSEN VON 2018 GEWORDEN IST

Feuersteintagung 2025

Dr. Martin Kinkel, 30.09.2025



**KIND**

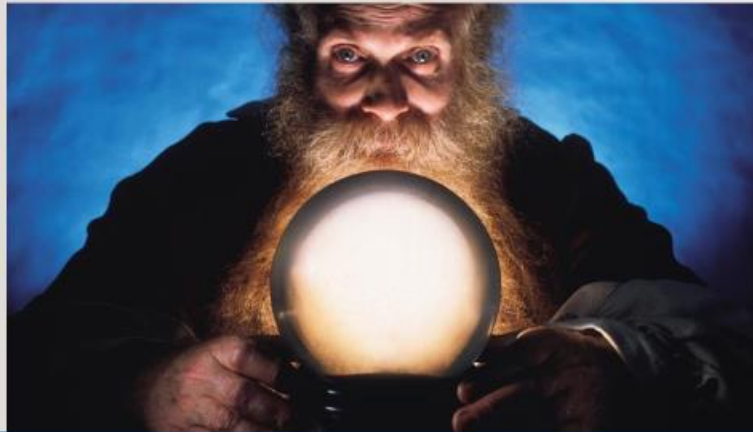
# Demant

**KIND<sup>®</sup>**

**KIND**



## Moderne Hörgeräte – wohin geht die Reise?



55. Feuersteintagung  
25.09.2018  
Dr. Martin Kinkel

**KIND**

DAS GANZE LEBEN HÖREN

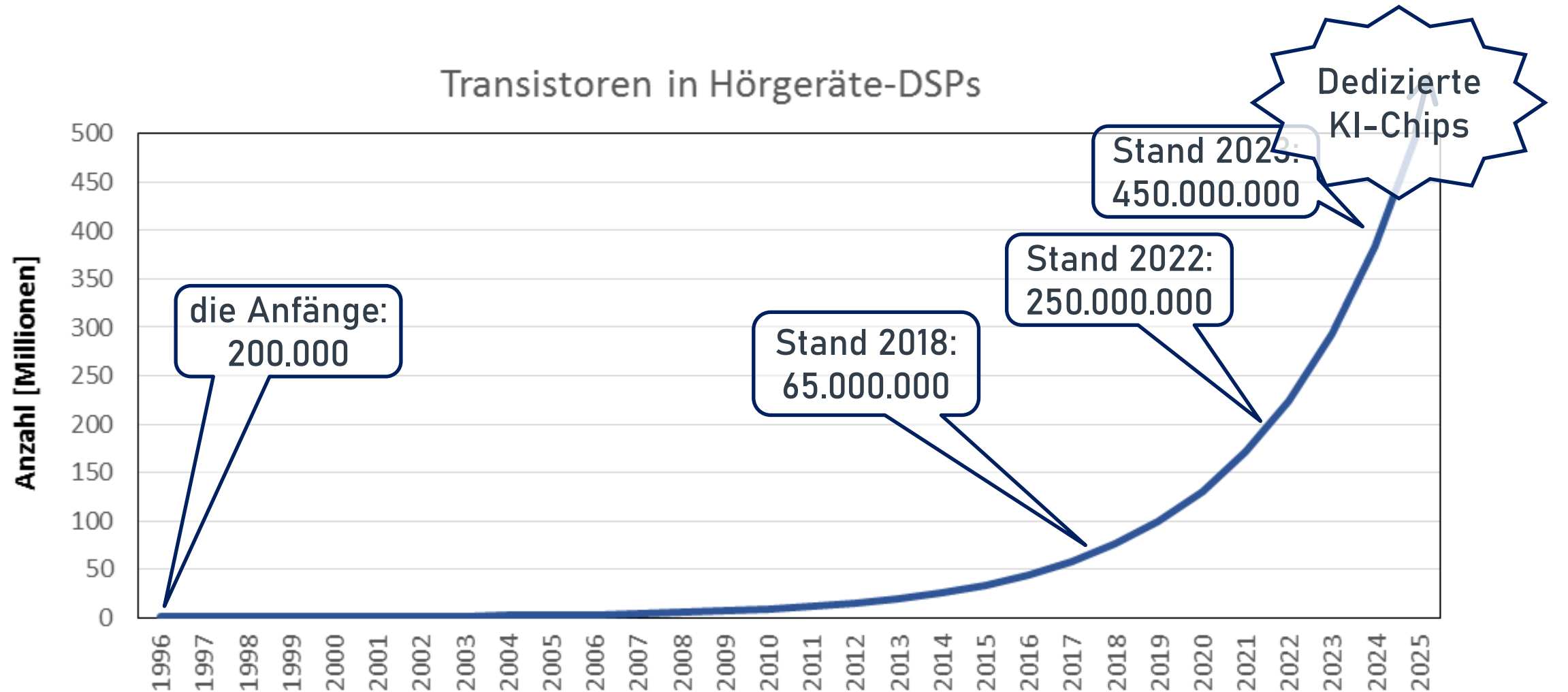
# HÖRGERÄTE-TECHNOLOGIE: WO STEHEN WIR?

## 2026: 30 Jahre digitale Hörgeräte

- Erweiterte Bandbreite
- Erweiterter Dynamikbereich
- Dramatische Erweiterung der Rechenleistung (>100fach)
- Anzahl der Transistoren auf dem Chip von 200.000 auf >60.000.000
- Bis 2025 mindestens weitere Verzehnfachung der Rechenleistung



# EXPONENTIELLES WACHSTUM



# WAS WIRD KOMMEN BIS 2025?

Weltbevölkerung ist auf über 8 Mrd. Menschen angewachsen



Stand 09.25: 8,2 Mrd.

Mobilfunkstandard 5G hat sich etabliert (ab 2020)



- Internet of Things: 100 Milliarden Sensoren mit dem Internet verbunden



Schätzung 2025: 75 Mrd.

Künstliche Intelligenz („Verlängerung des Gehirns“) im Alltag



- Maschinelles Lernen, Spracherkennung, Bildererkennung

Autonomes Fahren



lokal bzw. Level 3 (von 5)

Organe aus dem 3D-Drucker



Gewebe ja, Organe nein

Hörgeräte werden mit dieser (Kommunikations-)Umgebung verschmelzen



Technologie kann bei der Inklusion helfen



# ALLTAGSBEISPIELE FÜR NEURONALE NETZE

Wettervorhersage

Bilderkennung

Bildverbesserung in Kameras

Medizinische Analysen

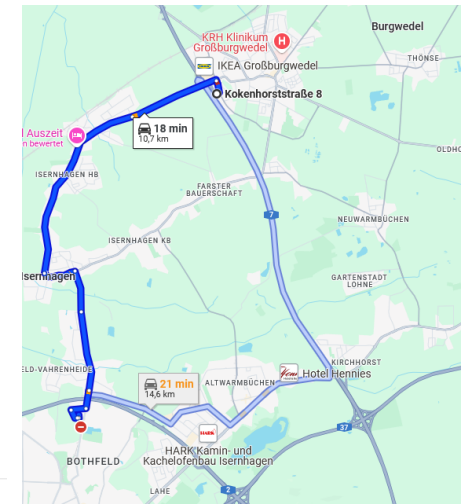
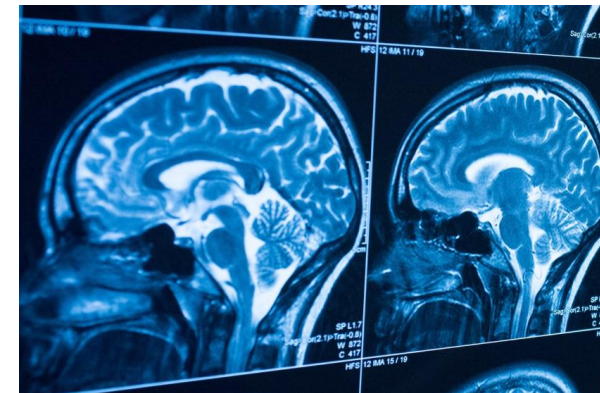
Navigations-Systeme

Autonomes Fahren

Internet-Suche

Automatische Übersetzung

ChatGPT



Google Übersetzer

Text Bilder Dokumente Websites

Sprache erkennen Deutsch Englisch Französisch

Deutsch Englisch Französisch

KIND Hörgeräte sind die besten

KIND hearing aids are the best

30 / 5.000

Feedback geben

**KIND**

# WIEVIEL RECHENLEISTUNG BRAUCHT MAN FÜR KI?

## Menschliches Gehirn:

- 100 Milliarden Neurone ( $10^{11}$ )\*1000 Verbindungen\*200 Operationen („instructions“) pro Sekunde =  $2 * 10^{16}$  IPS =  $2*10^{10}$  MIPS =  $2*10^4$  TeraIPS = 20 PetaIPS (@ 20 W)

## Schnellster Computer der Welt (Juni 2025, top500.org):

- „El Capitan“ am Lawrence Livermore National Laboratory (USA): 1,742 ExaFlop/s (@ 29,6 MW)

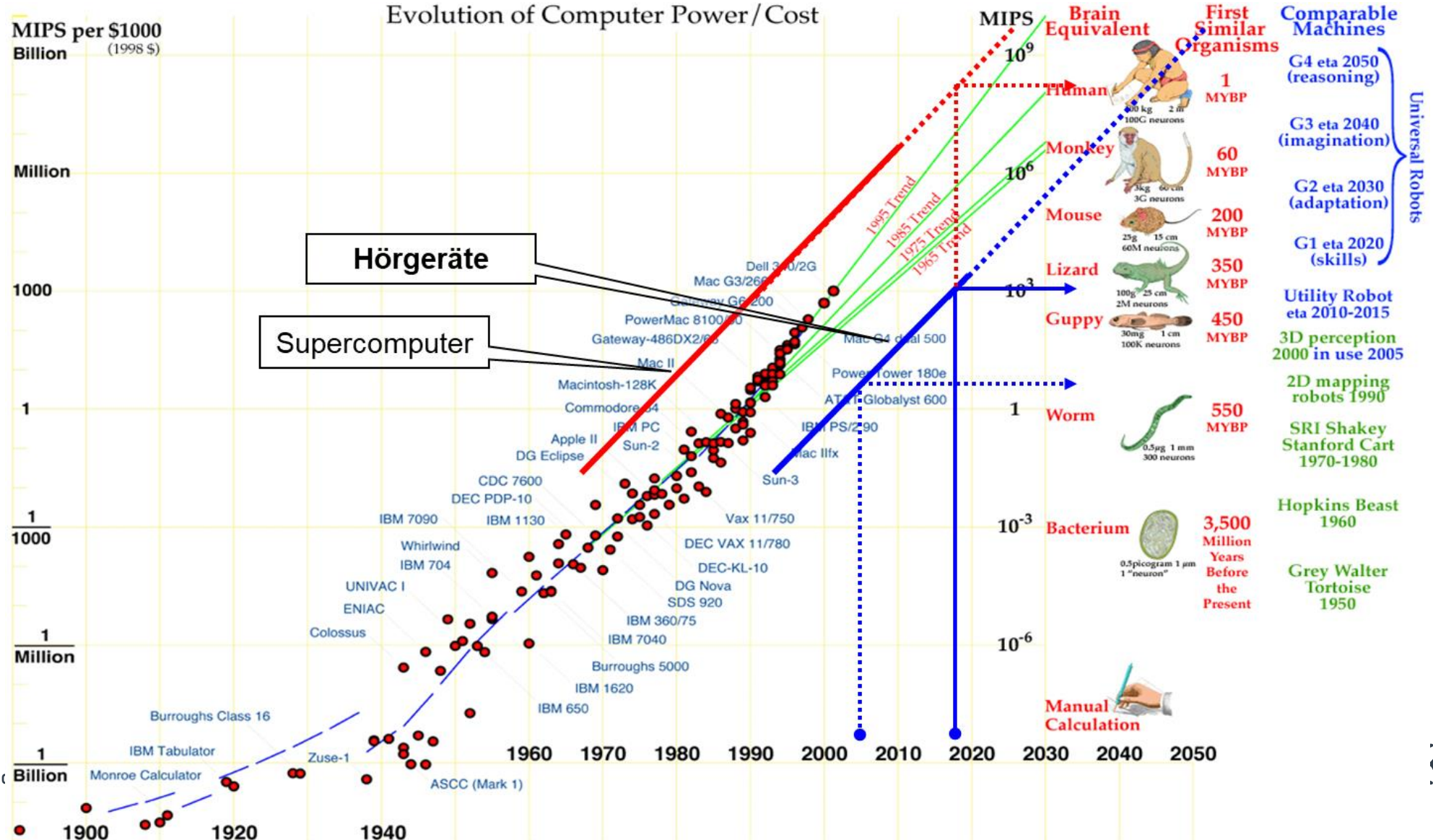
## Schnellster Computer in Deutschland (Juni 2025, top500.org):

- „JUPITER Booster“ am Forschungszentrum Jülich: 793,4 PetaFlop/s, (@ 1,3 MW, Platz 4)



**KIND**

# DAS MOORE'SCHE GESETZ



# DAS MOORE'SCHE GESETZ

Evolution of Computer Power/Cost

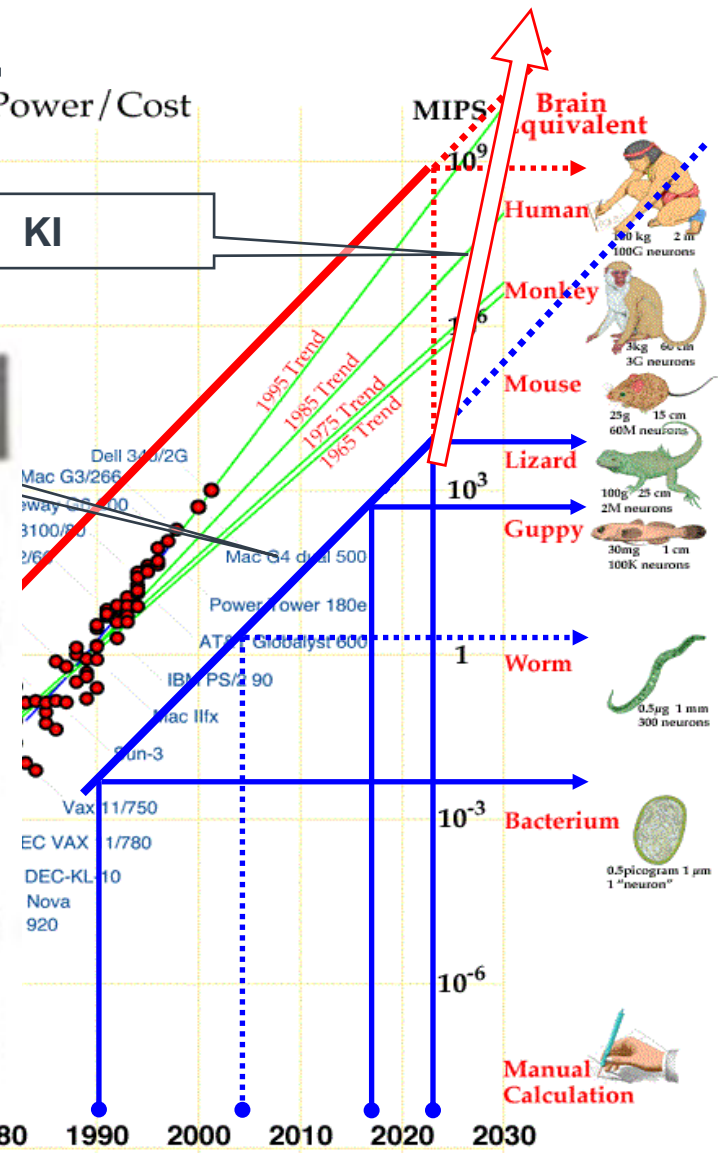
MIPS per \$1000  
Billion (1998 \$)  
Million

KI

Hörgeräteakustik

## Ein neues Zeitalter beginnt: Intelligente Hörgeräte

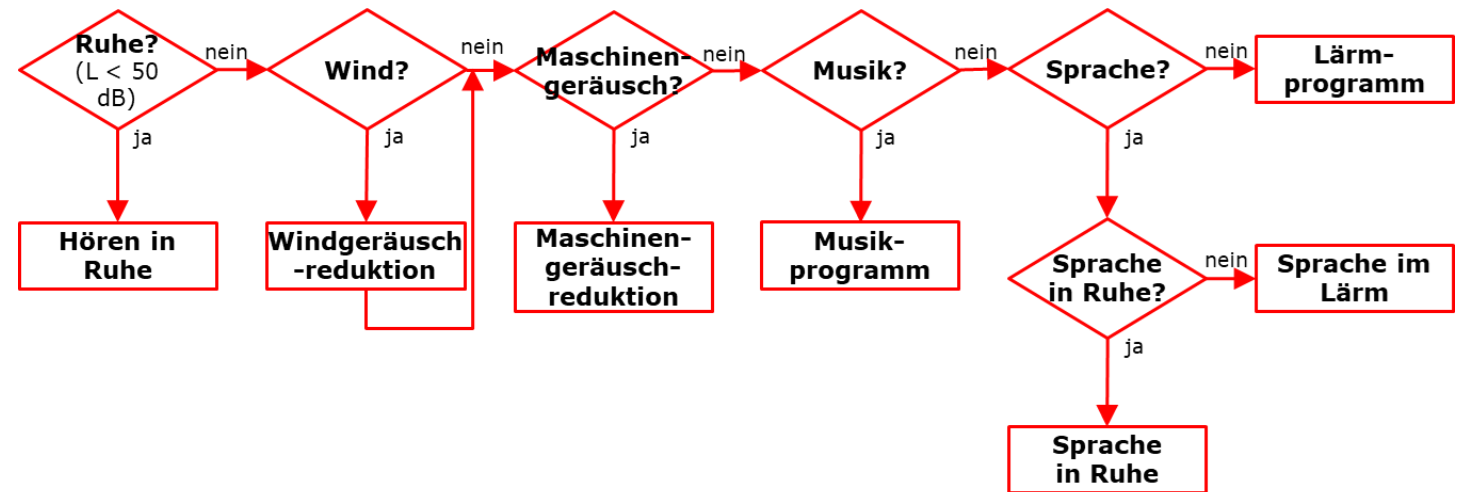
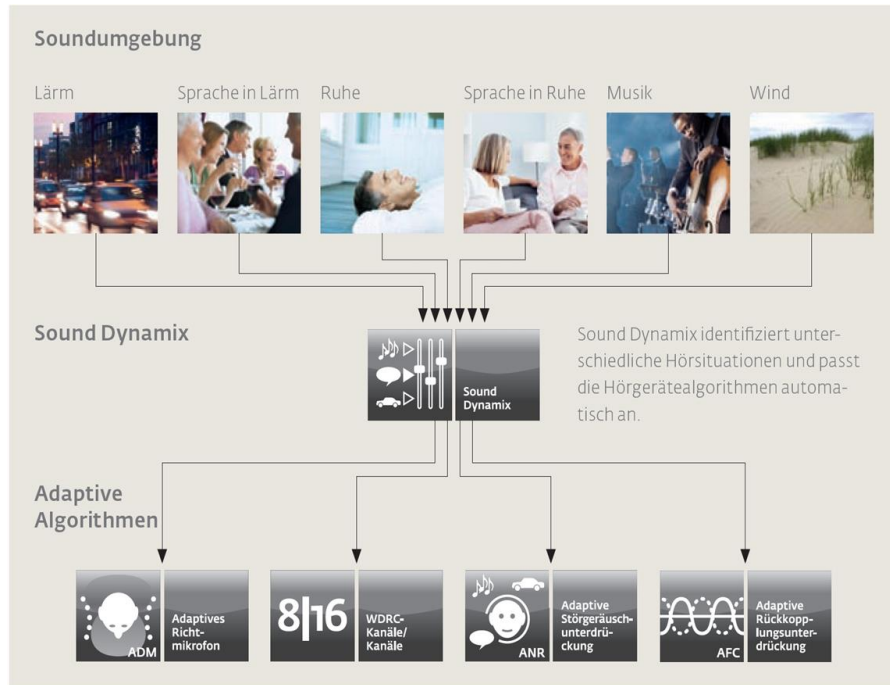
Am 3. Juni 1991 beginnt ein neues Zeitalter für die Hörgeräteversorgung: In Berlin wird erstmalig in Deutschland ein intelligentes Hörgerät vorgestellt. Das **MemoryMate** bringt für den Hörbehinderten Vorteile, auf die er bisher verzichten mußte. Revolutionär ist dabei die Fähigkeit des MemoryMate, die Häufigkeit verschiedener Hörsituationen zu speichern. Dadurch ist es den Akustikern möglich, das Hörgerät lebensnah den individuellen Bedürfnissen des Hörbehinderten entsprechend anzupassen.



Grafik: H. Moravec

KIND

# AUTOMATISCHE PROGRAMMWAHL



# DER „NEUESTE SCHREI“: APPS

Von **allen** Herstellern erhältlich

**Bei den meisten** Hörgeräten Direktverbindung in das Hörgerät

- Derzeit noch proprietäres Bluetooth-Protokoll
- wird zukünftig veröffentlicht werden
- Löst mittelfristig vermutlich Induktion ab



BioAid ist immer noch erhältlich, wird aber schon länger nicht mehr weiterentwickelt oder unterstützt

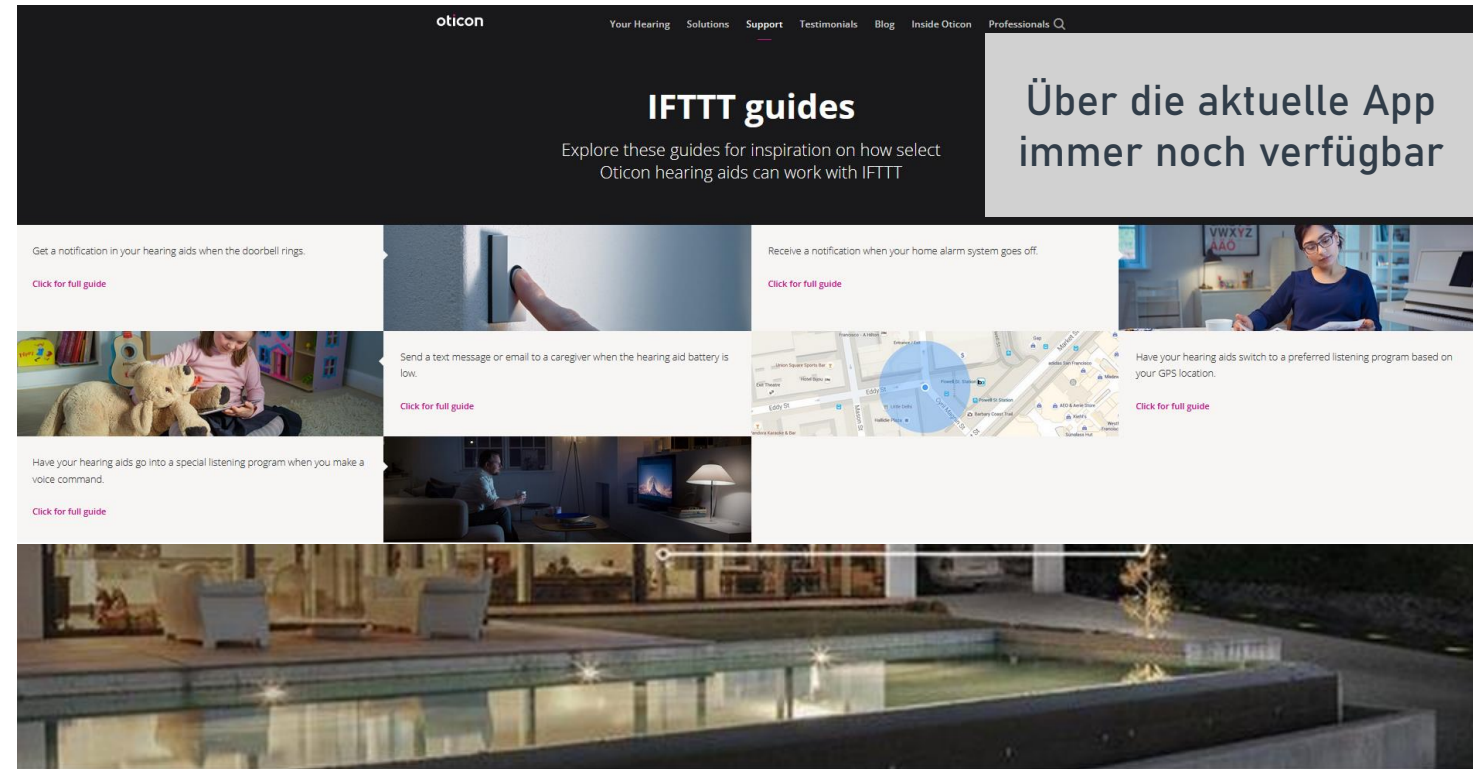


# VERNETZTE HÖRGERÄTE

App eines Herstellers kooperiert mit der Plattform IFTTT („If this then that“)

Ein Hersteller kooperiert mit einem Hausgeräte-Hersteller

War als Smart Home-  
Pilotprojekt geplant, wurde  
nicht fortgesetzt



The screenshot shows the Oticon website's 'IFTTT guides' section. The page features a dark header with the Oticon logo and navigation links. Below the header, there's a main heading 'IFTTT guides' and a sub-heading 'Explore these guides for inspiration on how select Oticon hearing aids can work with IFTTT'. A large grey box on the right contains the text 'Über die aktuelle App immer noch verfügbar'. The main content area is a grid of six guide cards, each with a title, a brief description, and a 'Click for full guide' link. The cards illustrate various smart home integrations: doorbell notifications, home alarm system notifications, low battery alerts, location-based listening programs, and voice command listening programs. The bottom of the page shows a blurred image of a modern living room with a pool.

oticon Your Hearing Solutions Support Testimonials Blog Inside Oticon Professionals Q

## IFTTT guides

Explore these guides for inspiration on how select Oticon hearing aids can work with IFTTT

Über die aktuelle App immer noch verfügbar

- Get a notification in your hearing aids when the doorbell rings.  
[Click for full guide](#)
- Receive a notification when your home alarm system goes off.  
[Click for full guide](#)
- Send a text message or email to a caregiver when the hearing aid battery is low.  
[Click for full guide](#)
- Have your hearing aids switch to a preferred listening program based on your GPS location.  
[Click for full guide](#)
- Have your hearing aids go into a special listening program when you make a voice command.  
[Click for full guide](#)

# ENERGIEVERSORGUNG

Akku-Technologie setzt sich kurzfristig durch  
Hörgeräte werden unabhängig von Batterie-Infrastruktur  
Wegfall des Batteriefachs ermöglicht neue Design-Optionen



Derzeit ca. 70 % Marktanteil  
(außer im Basissegment)



**KIND**

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN HÖRGERÄTEN

Erste Hörgeräte bieten Telemedizin- und Wellness-Funktionen über integrierte Sensoren

- Übersetzungsfunktion
- Fall-Erkennung
- „Healthable Hearing Technology“



über ein Smartphone



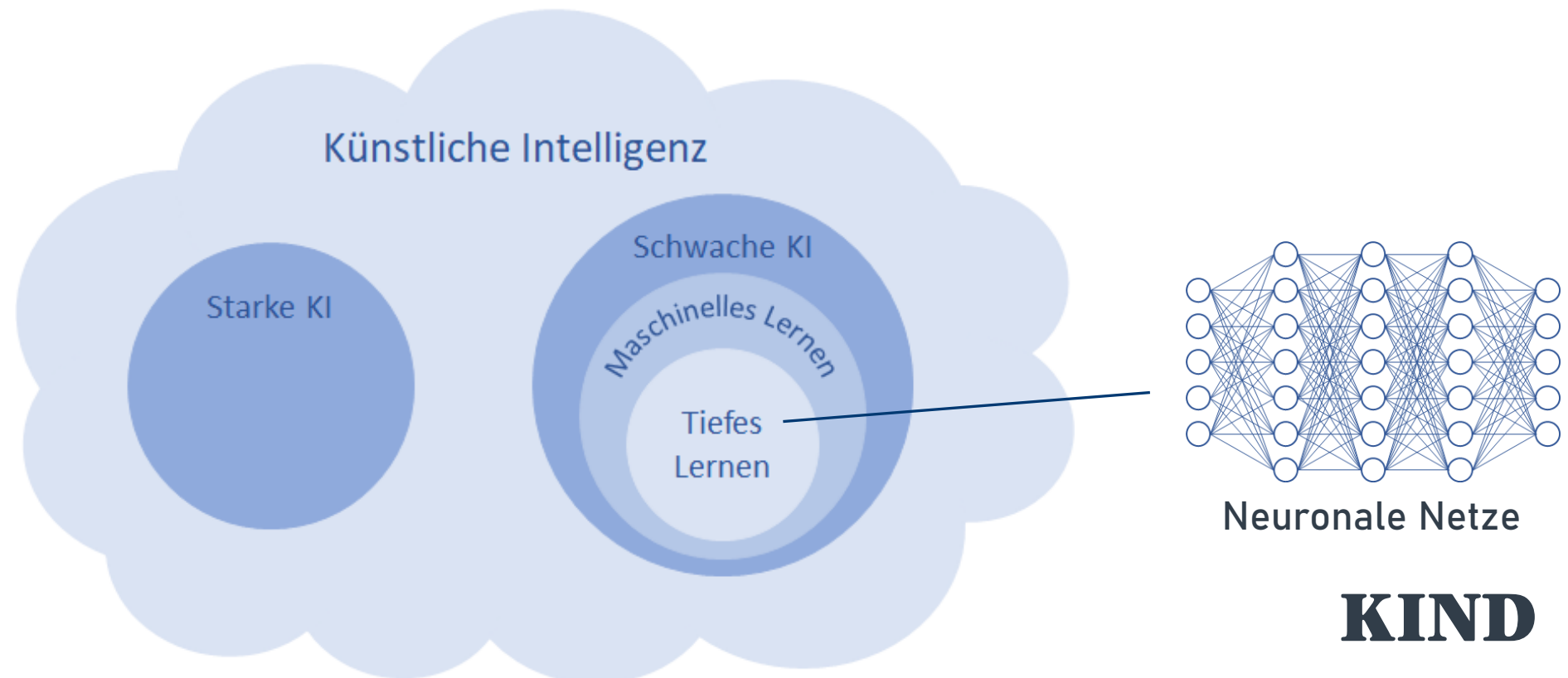
# DIE ZUKUNFT?



# WAS IST „KÜNSTLICHE INTELLIGENZ“?

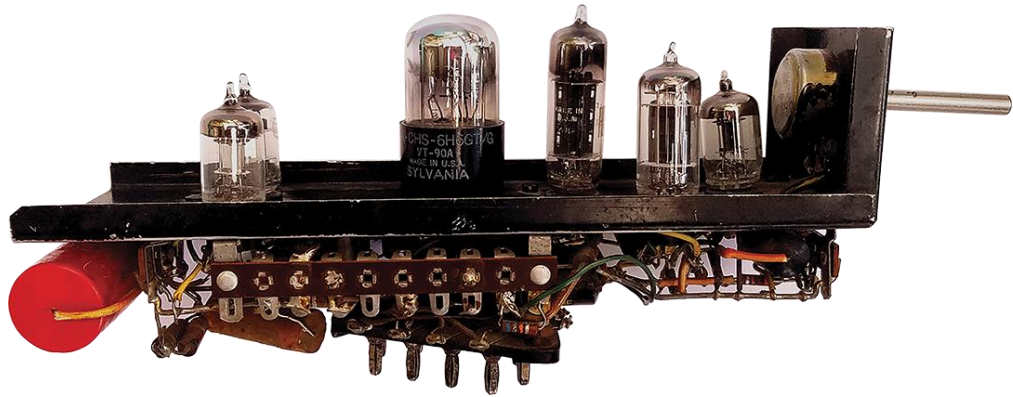
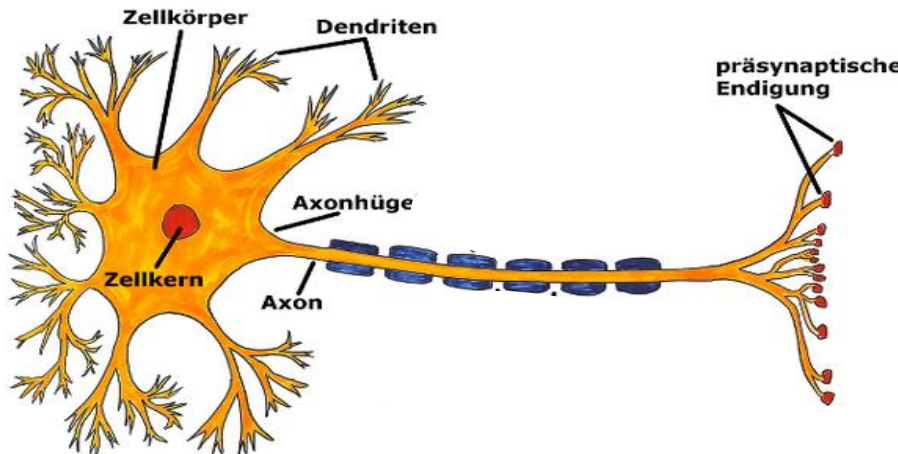
Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Sammelbegriff für Verfahren, die es Computern erlauben, Aufgaben zu erfüllen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern

(Wehkamp K et al. : Qualität und Nutzen künstlicher Intelligenz in der Patientenversorgung, Dtsch Arztebl 120, 463-469, DOI: 10.3238/arztebl.m2023.0124)

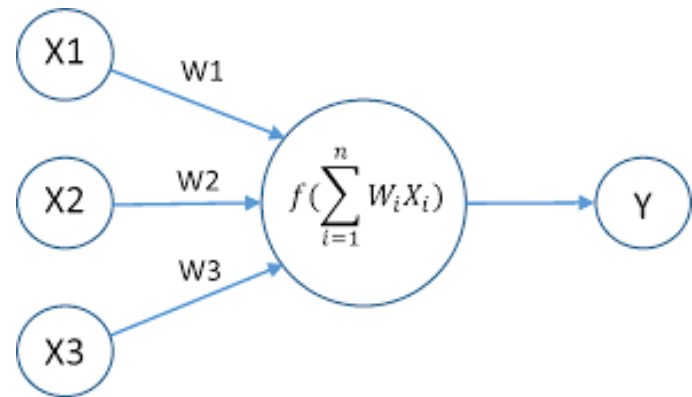
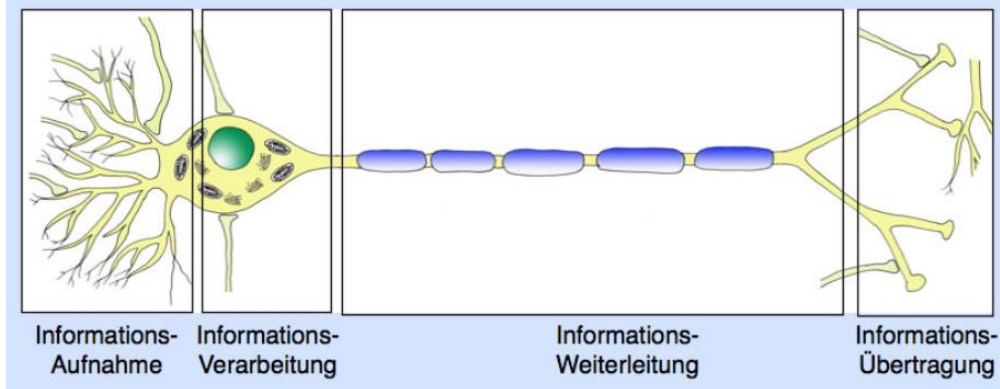


# NEURONALE NETZE

Versuchen, das Verhalten von natürlichen Neuronen zu simulieren



erster Neuronaler Computer: SNARC (Marvin Minsky, Dean Edmonds 1951)



# TRAINING VON NEURONALEN NETZEN

(Tiefe) neuronale Netze können sehr viele Parameter haben (z.B. ChatGPT 4: ~1,8 Billionen)

Die Parameter müssen für die gewünschte Aufgabe trainiert werden

- Bei großen Neuronalen Netzen benötigt das Training riesige Datenmengen und Rechenleistung („für jede Unbekannte eine Gleichung“)
- Physik-Nobelpreis 2024 an Geoffrey Hinton (Toronto) und John Hopfield (Princeton) für ihre Arbeiten zu KI und Lernen

DNN in Hörgeräten haben derzeit einige Millionen Parameter

- Training mit einigen 10 Millionen Klangbeispielen (z.B. Oticon More: 12 Millionen, Starkey Edge AI: 18 Millionen)



# INFERENZ

Inferenz bezeichnet die Phase, bei dem ein trainiertes DNN angewendet wird, um Schlussfolgerungen aus neuen, aktuellen Daten zu ziehen

- Bearbeiten einer neuen Suchanfrage, Erstellen eines neuen Texts
- Erkennung einer neuen Hörsituation

Ein trainiertes DNN kann mit deutlich weniger Rechenleistung laufen

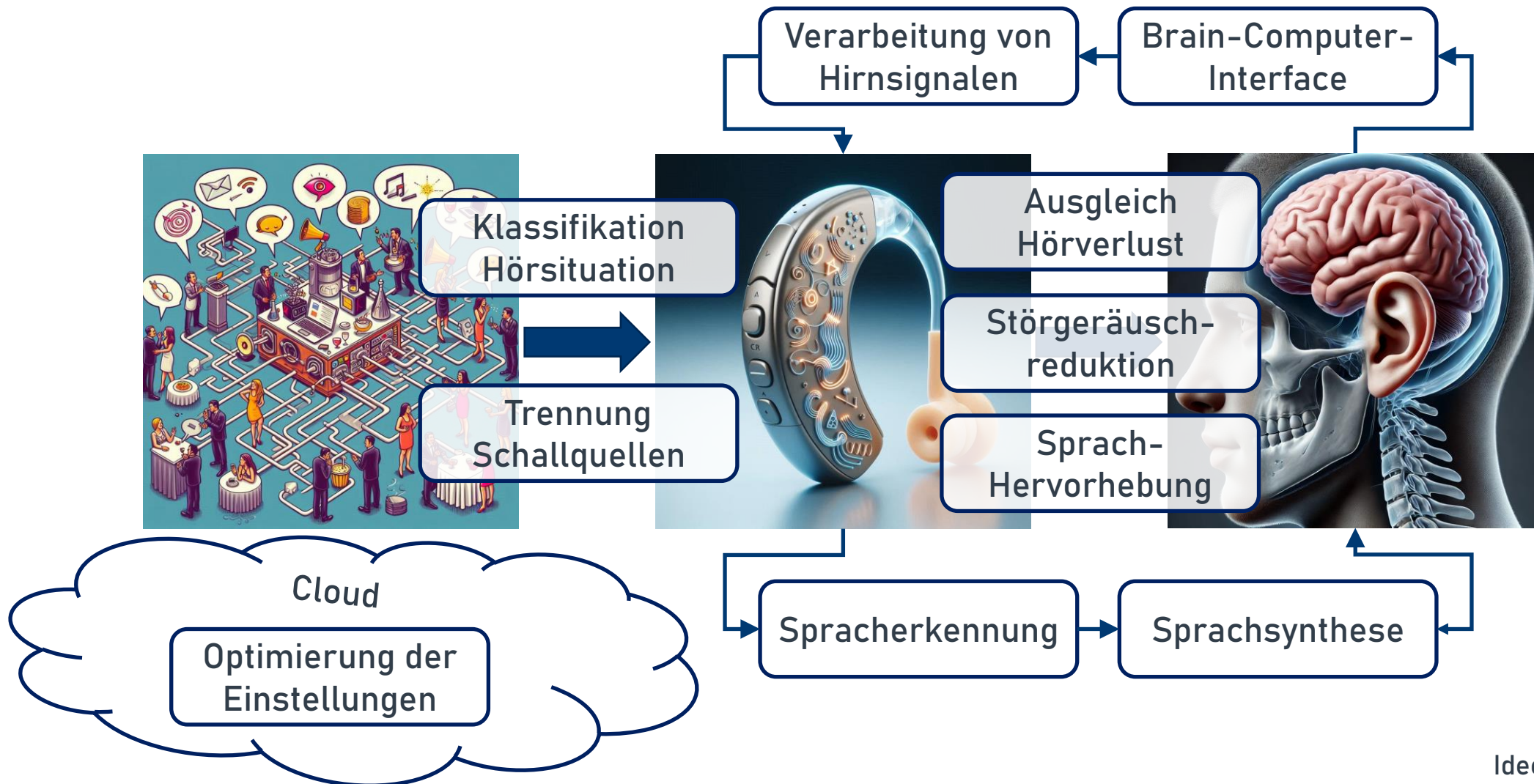
- Bei Hörgeräten entweder im DSP integriert oder als eigener Ko-Prozessor

Bei der Übertragung „in die Praxis“ werden DNNs erneut stark bearbeitet

- Verkleinern (Pruning): hierbei wird versucht, das DNN zu verkleinern, z.B. einzelne Schichten zu entfernen
- Quantisierung: hierbei werden die Parameter mit geringerer Genauigkeit berechnet, vergleichbar z.B. mit der Speicherung von Bildern als jpg-Datei oder von Musik als mp3-Datei



# WO KANN KI BEI HÖRGERÄTEN EINGESETZT WERDEN?



**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT  
NOCH FRAGEN?**

[martin.kinkel@kind.com](mailto:martin.kinkel@kind.com)

**KIND**

KOKENHORSTSTR. 08

EMPFANG

**KIND**