



HÖRENDES HANDELN HANDELNDES HÖREN

**Neurophysiologische und evolutionsbiologische
Aspekte der Wahrnehmung**

**Wilfried Gruhn
Musikhochschule Freiburg**



"Personnages à longues oreilles"



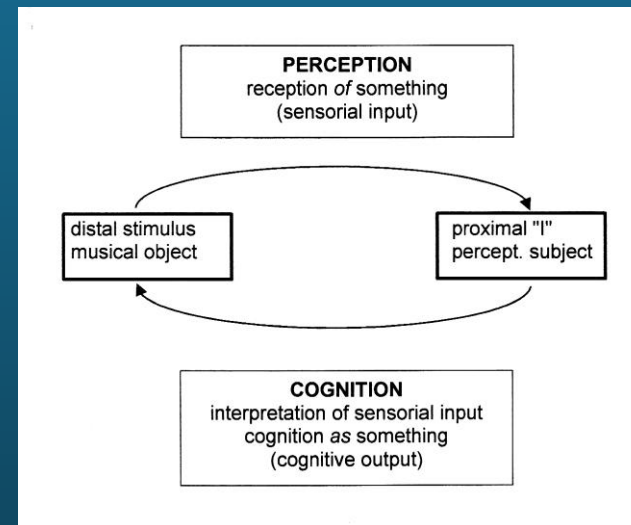
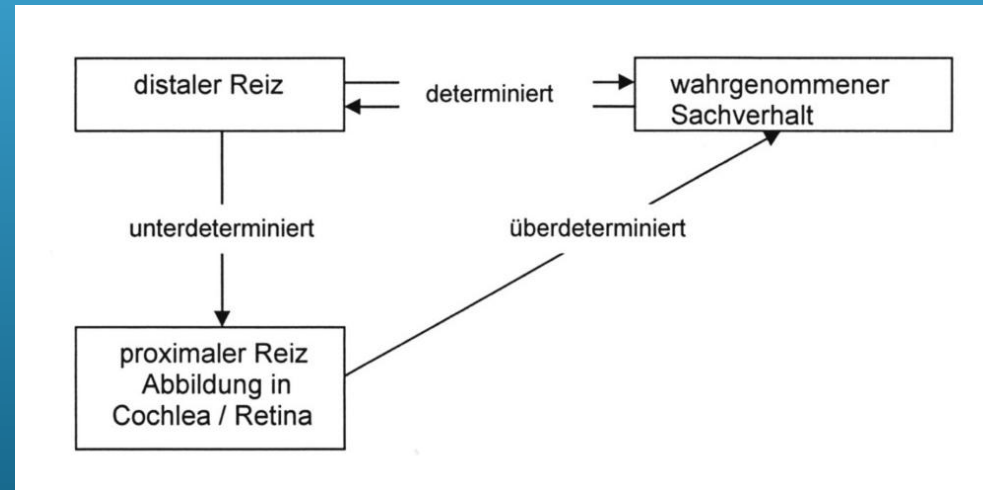
Ist die Langohrigkeit der Esel
ein Ideal für menschliches
Hören?

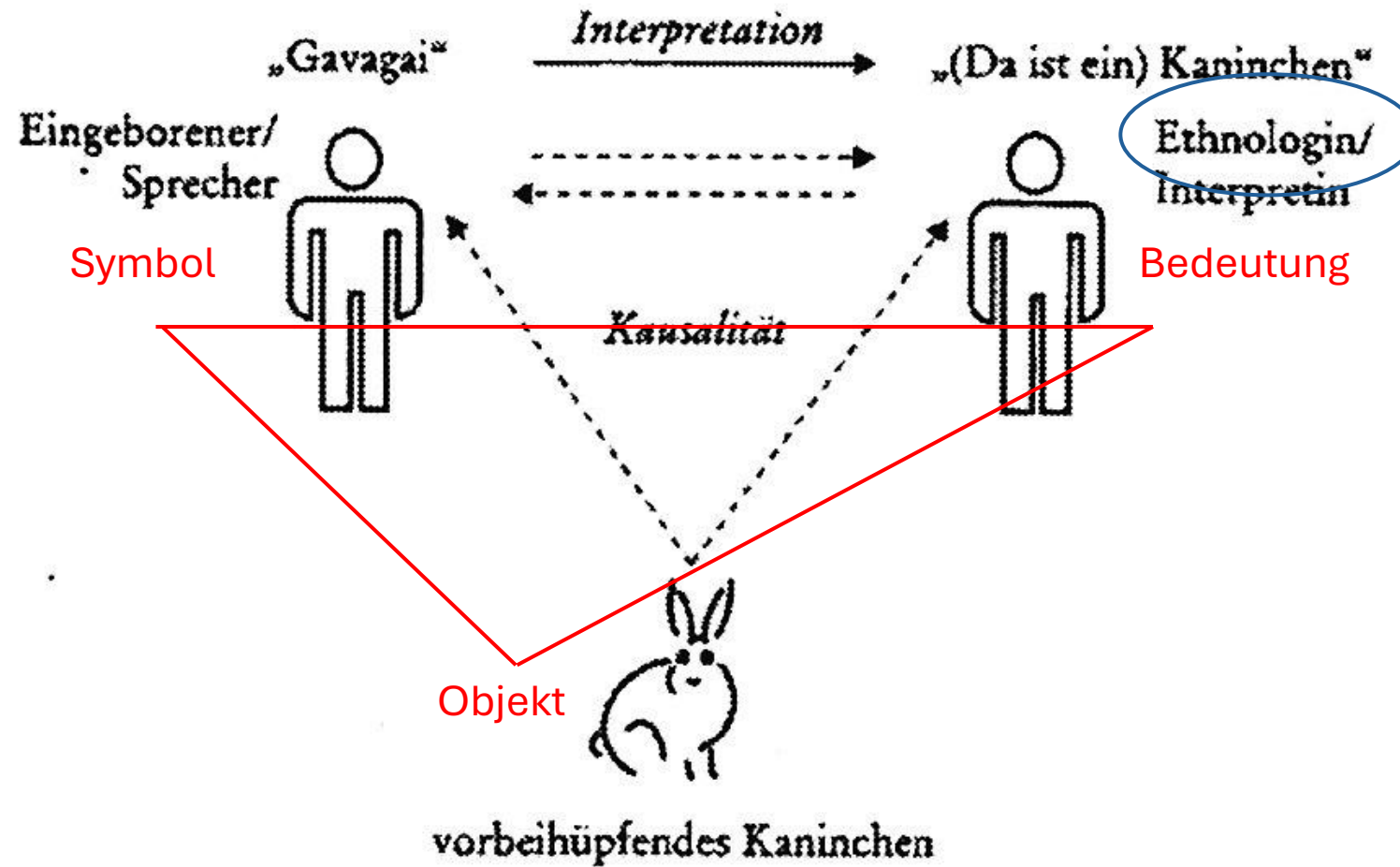
Was können Esel,
was wir nicht können?

Langohrigkeit versus
Offenohrigkeit

**Wie nehmen wir
die Außenwelt wahr?**

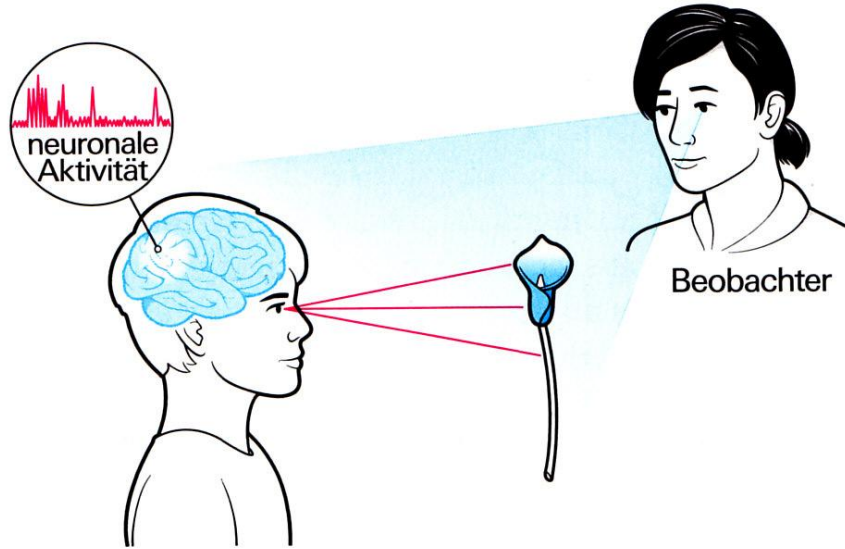
1. Neurobiologische Grundlagen





semiotisches Dreieck

OUTSIDE-IN

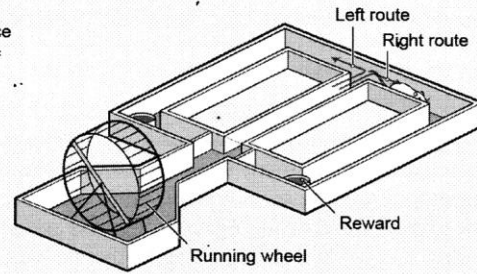


Outside-in-Modell:

Ein Reiz – das Bild einer Blume – erreicht die Augen, und das Gehirn antwortet darauf, indem es Neurone zum Feuern bringt. Diese These ist nur plausibel, wenn ein »Beobachter« in den Prozess involviert ist, der die Blume und die neuronalen Reaktionen auf sie miteinander in Beziehung setzen kann. Fehlt diese Instanz, »sehen« Nervenzellen in der Sehrinde die Blume nicht.

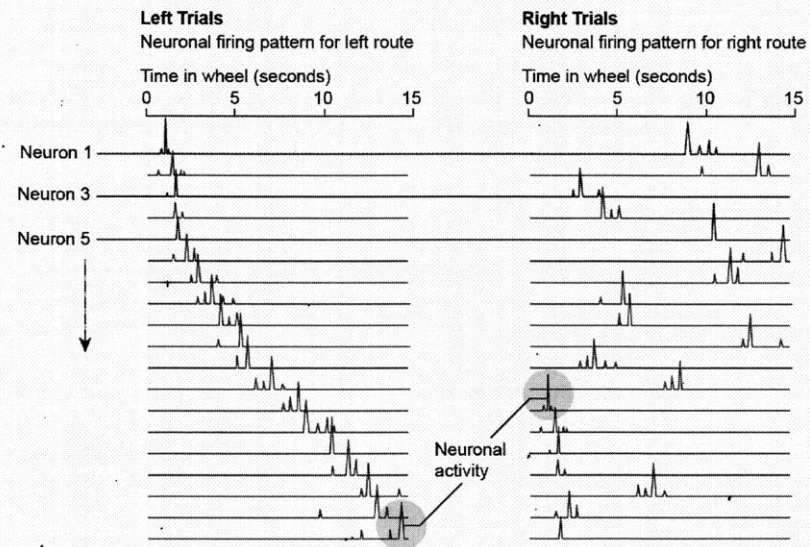
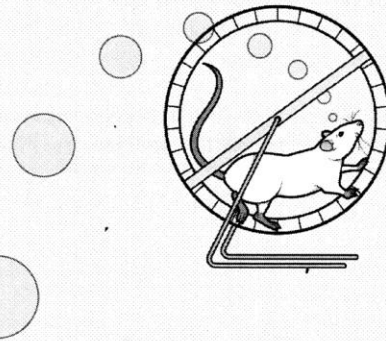
Experimental Setup

A running wheel is located at the entrance to a maze with two route options, both of which lead to a reward. The rat is free to choose a path through the maze after a 15-second run on the wheel. Neuronal firing patterns are recorded during both maze and wheel activity.



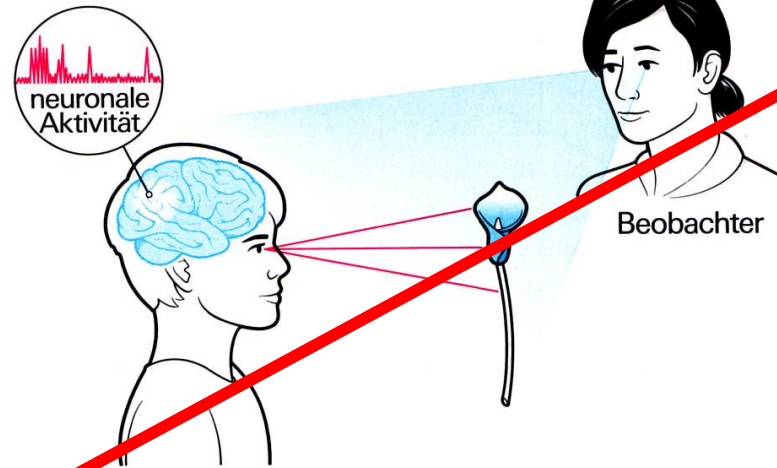
Results

Neuronal activity while the rat was running in the wheel predicted the direction it would take in the maze many seconds later, as if the animal were imagining the path to come. The "left trials" panel represents a sequence of neuronal firing that differs from the one for the right trials. When the "left" pattern occurred while the rat was in the wheel, it took the left route in the maze moments later.



Buzsáki maze-Experiment
(Sci.Am. 2023)

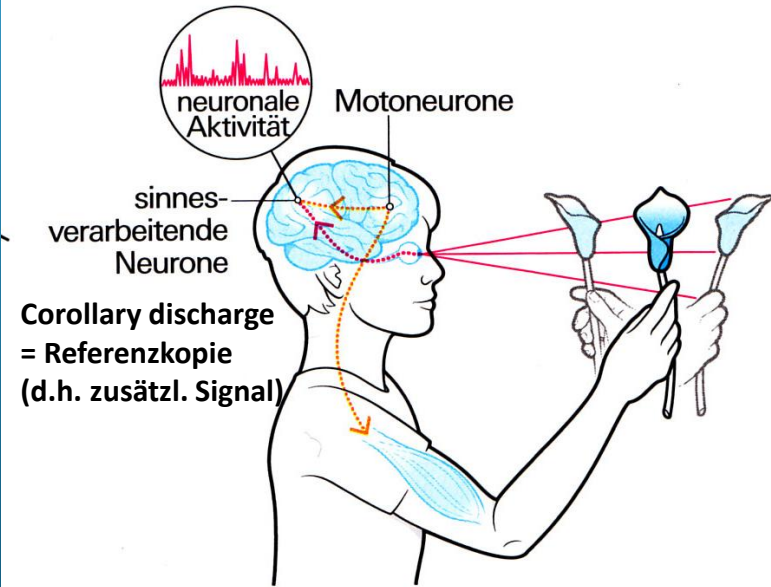
OUTSIDE-IN



Outside-in-Modell:

Ein Reiz – das Bild einer Blume – erreicht die Augen, und das Gehirn antwortet darauf, indem es Neurone zum Feuern bringt. Diese These ist nur plausibel, wenn ein »Beobachter« in den Prozess involviert ist, der die Blume und die neuronalen Reaktionen auf sie miteinander in Beziehung setzen kann. Fehlt diese Instanz, »sehen« Nervenzellen in der Sehrinde die Blume nicht.

INSIDE-OUT



Inside-out-Modell:

Der alternative Erklärungsansatz kommt ohne Beobachter aus. Er geht davon aus, dass wir die Außenwelt verstehen lernen, indem wir mit ihr interagieren. Wenn man ein Objekt, etwa eine Blume, bewegt, erfährt man mehr über sie. Um diese Aufgabe zu meistern, fließen Signale von handlungsauslösenden und sensorischen Neuronen zusammen und geben gemeinsam Aufschluss über seine Größe, Form und weitere Attribute. Ein bedeutungsvolles Bild entsteht und lässt das Gehirn in diesem Fall die Blume »sehen«.

"Perception is an action-based process."

Things and events in the world can acquire meaning only through brain-initiated actions. The critical physiological mechanism ... to make an experience is "corollary discharge": a reference copy command.

(Buzsáki 2019, 81)

"When you are studying memory, cognition, sensory processing, they are there for a reason, and that reason is action. Movement is the only way we have of interacting with the world, whether foraging for food or attracting a waiter's attention. Indeed, all communication, including speech, sign language, gestures, and writing, is mediated via the motor system.

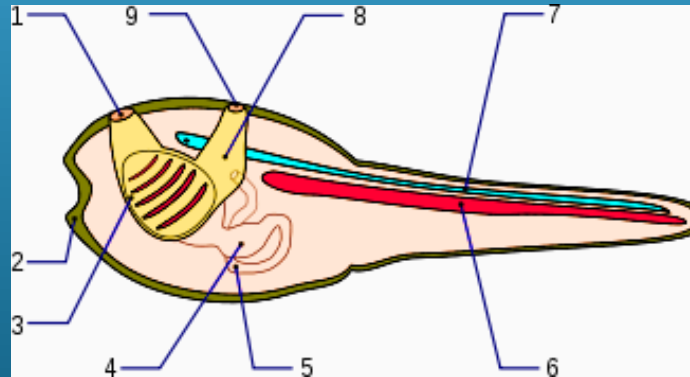
...

You may reason that we have [a brain] to perceive the world or to think, and that's completely wrong. [...] We have a brain for one reason and **one reason only, and that's to produce adaptable and complex movements."**

(Daniel Wolpert: TED Talk, 2011)

2. Evolutionsbiologische Aspekte

Sea squirt (Ascidiacea; tunicates)



1 = opening for ingestion, 3 = tractus respiratorius (gills), 4 = stomach, 5 = colon, 6 = chorda dorsalis, 7 = neural tube, 8 = peribranchial space, 9 = anus, and is *equipped with a brain-like ganglion*.

The primitive nervous system receives sensory information from the surrounding environment to navigate in the shallow water of the shelf sea in search of a stable ground for a sessile position.

"The evolutionary development of a nervous system is an exclusive property of actively moving creatures."

(Llinás 2001, 17)

Rodolfo Llinás: Theory of Oscillations

Neural activity in the cells become manifest in the oscillations across the cell membrane. Larger electrical events occur as the basis of interneural communication. The simultaneity of neuronal activity (i.e. the synchronous interconnectivity of cells and cell assemblies) is the foundation of cognition.

"The ability to think [...] arises from the internalization of movement. [...] The issue is that thinking ultimately represents movement, not just of body parts or of objects in the external world, but of perceptions and complex ideas as well."

(Rodolfo Llinás, 2001, 62)

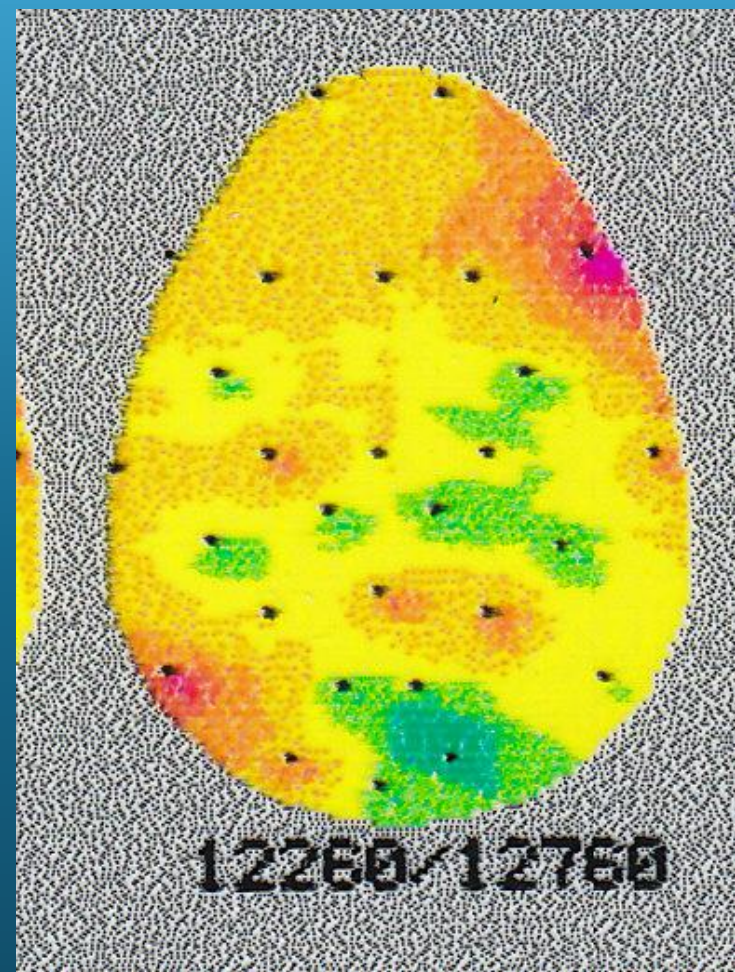
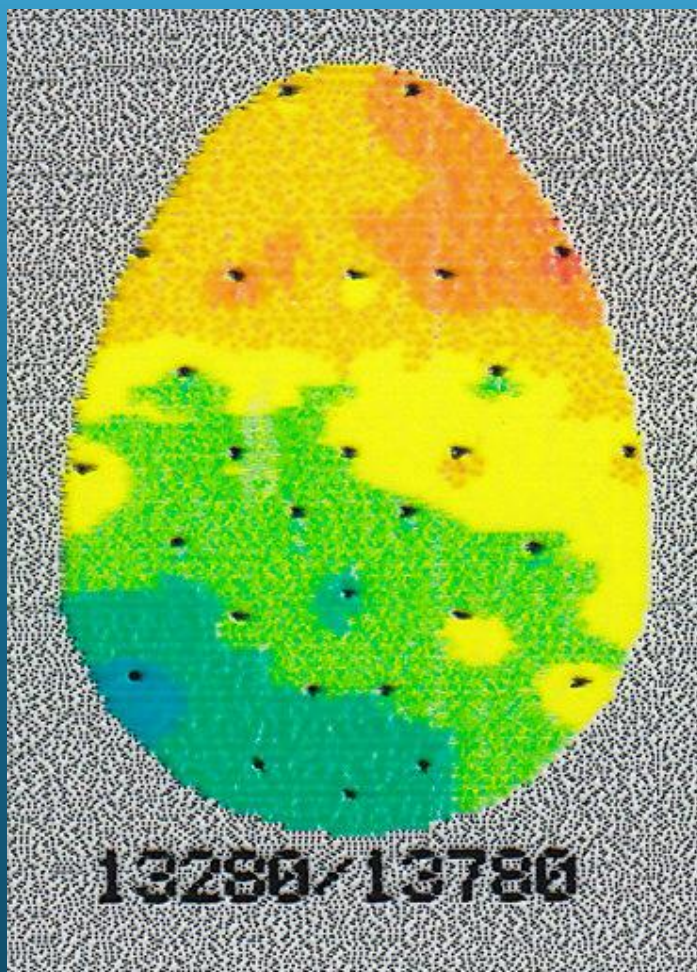
"No perception without action!"

(Buzsáki, 2006, 302)

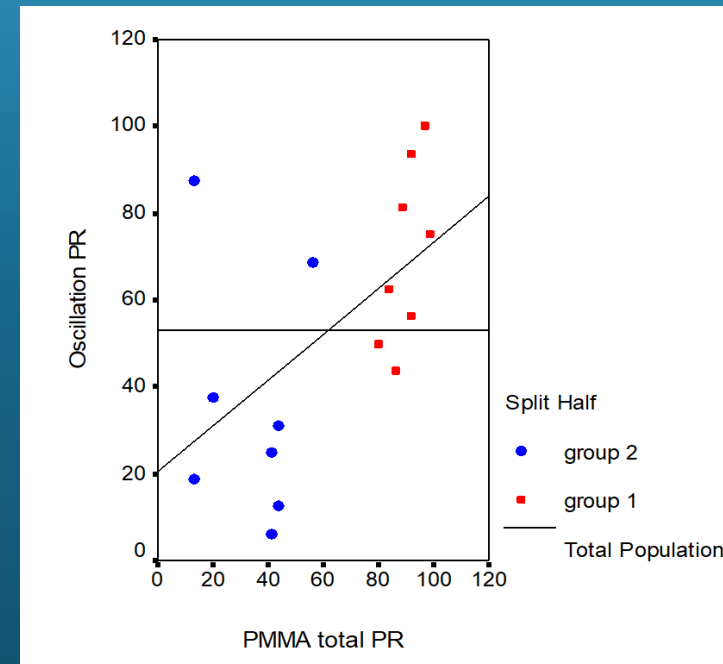
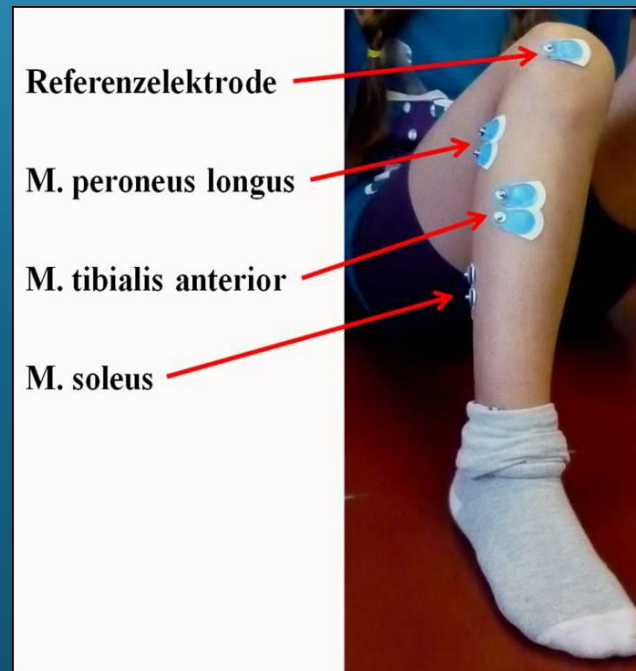
Wahrnehmen ist Bewegen:

- Sehen → Augenbewegung
- Fühlen → Abtasten
- Hören → Singen, Spielen
- Schmecken → Zungenbewegung

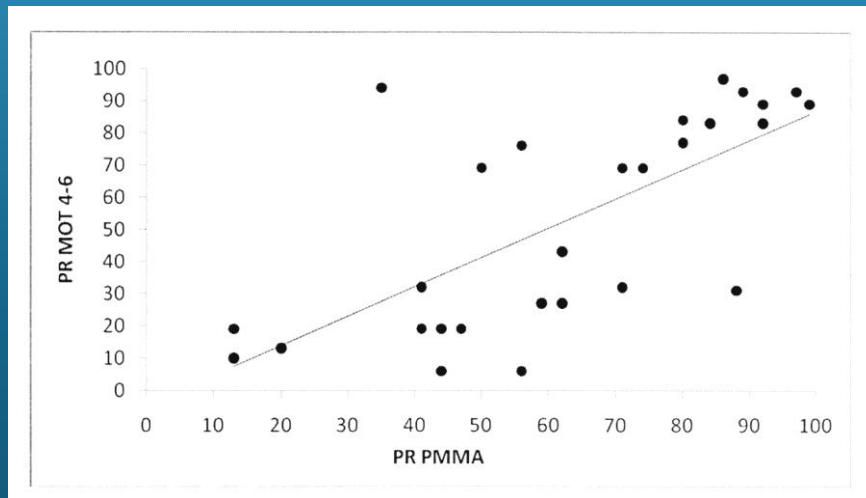
3. Interaktion neurophysiologischer Bedingungen mit der Entwicklung motorischer Fähigkeiten



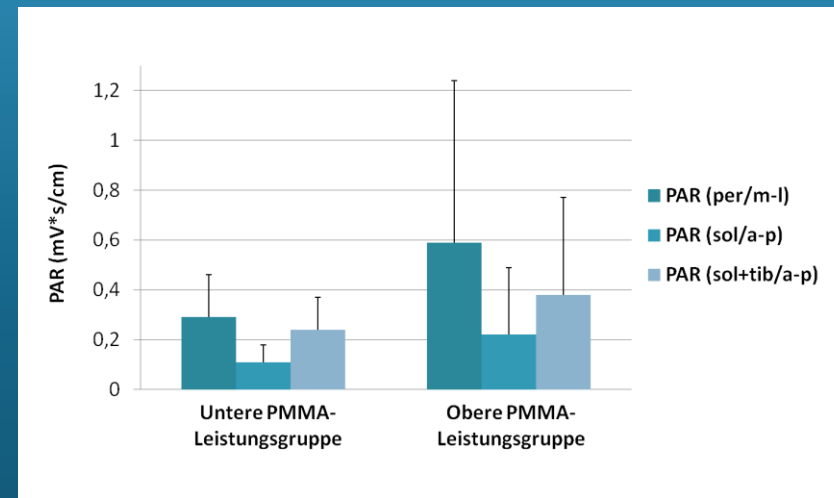
Freiburg EMG study on music aptitude and motion (2011)



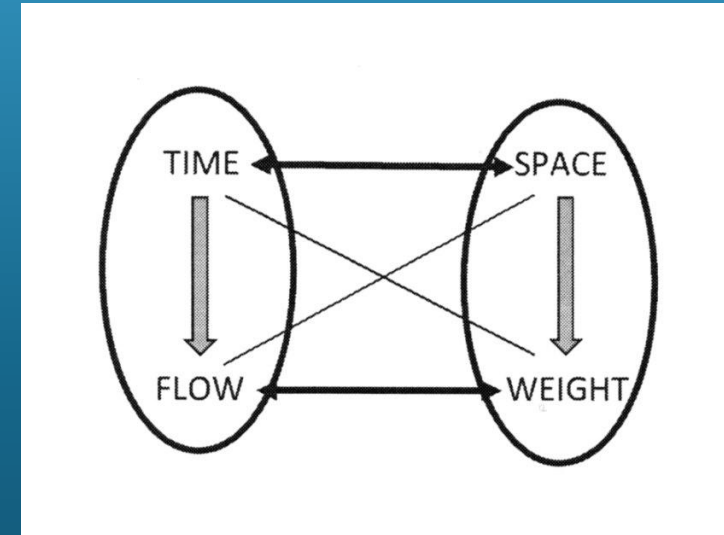
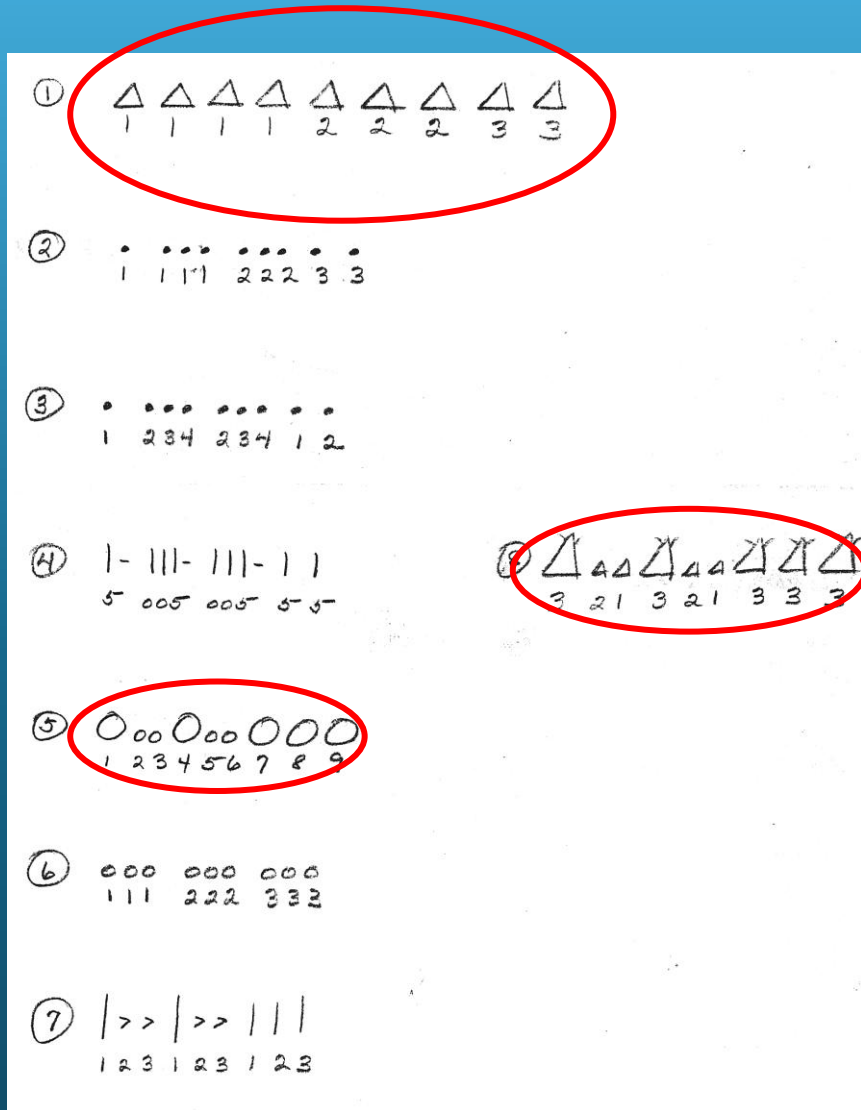
Correlation between motor sensitivity and music aptitude



Gruhn, Haussmann et al. (2012). Arts BioMechanics 1(2)

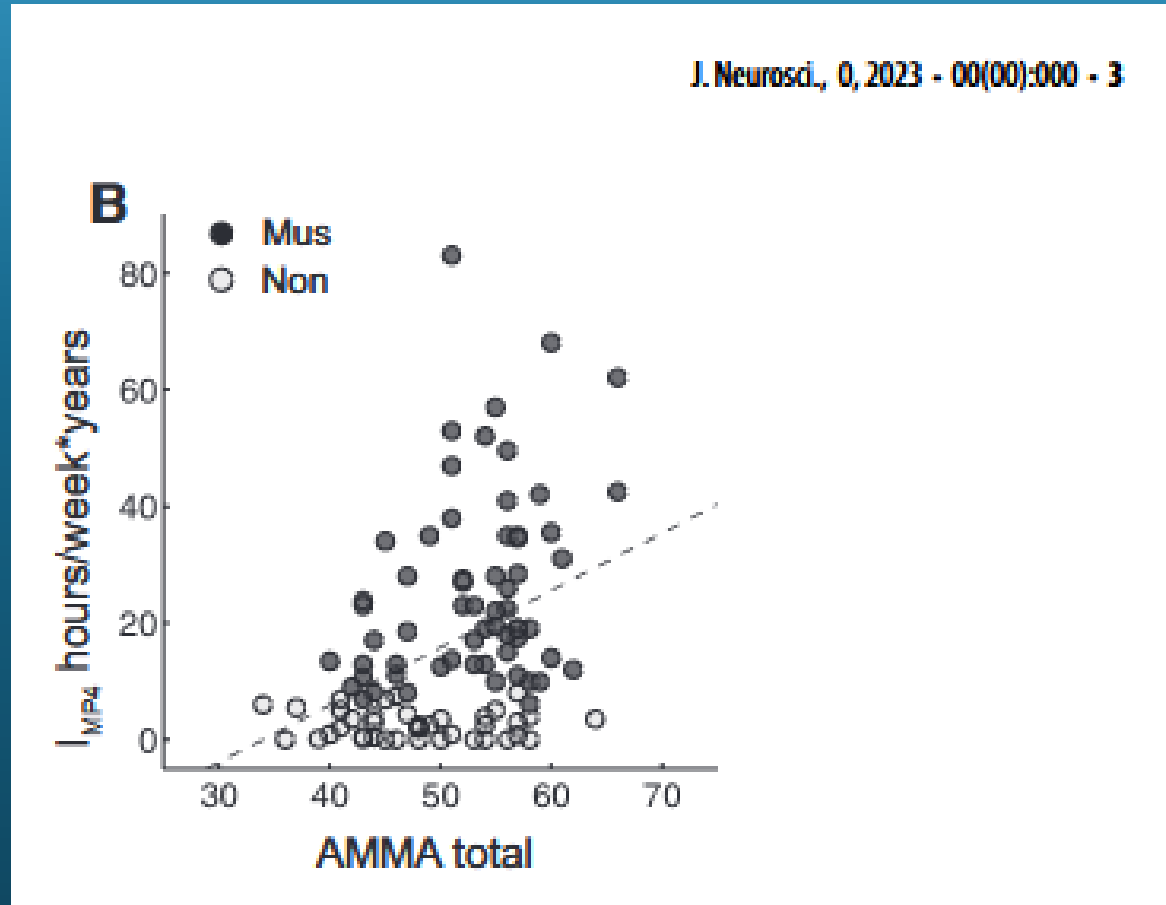


Proprioceptive Amplification Ratio (PAR)
for mean deviance medial – lateral and
anterior – posterior for peroneus,
soleus and tibialis

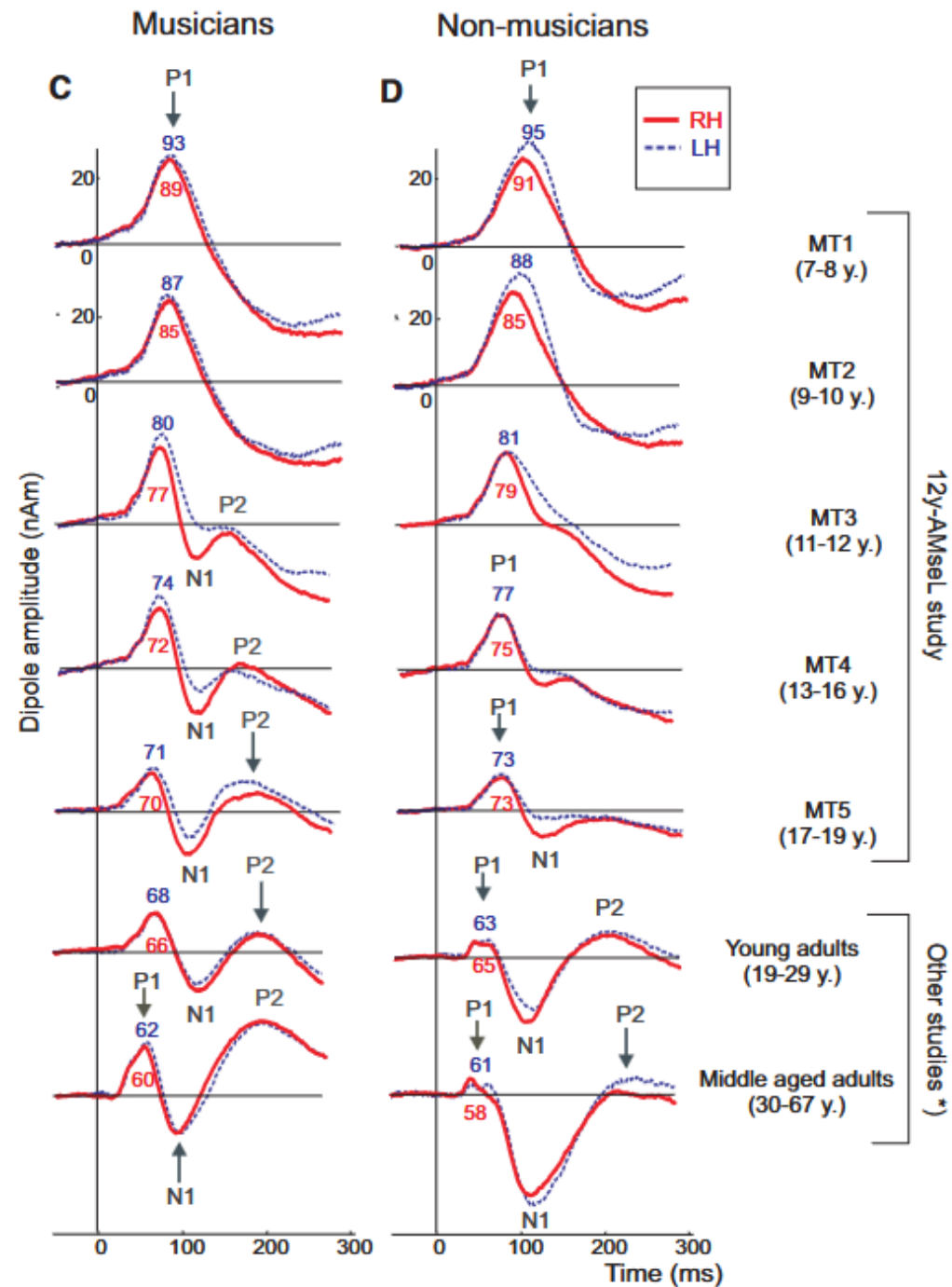


according to Rudolf von Laban: Choreutik

Training induced plasticity of the human auditory system. The longitudinal 12-Year Study of AMseL



P. Schneider, D. Engelmann
et al. , JNS, 2023



P. Schneider, D. Engelmann
et al. , JNS, 2023

4. Relevanz für die Musikerziehung
oder

**Welchen Einfluss müsste diese
Kenntnis auf das Musiklehren und
Musiklernen haben?**

"Imagine that the brain and the body would mature separately in a laboratory, and only several years later we would connect them. This newly united brain-body child would not be able to walk, talk, or even scratch her nose. Local stimulation of her hand or foot would trigger generalized startle reactions, as is the case in premature babies [...]. The reason is that the **motor or sensory relations generated in the brain grown in isolation would not match**. In case of such mismatch, the concept of sensation and perception will acquire no meaning."

(Buzsáki, 2006, 220).

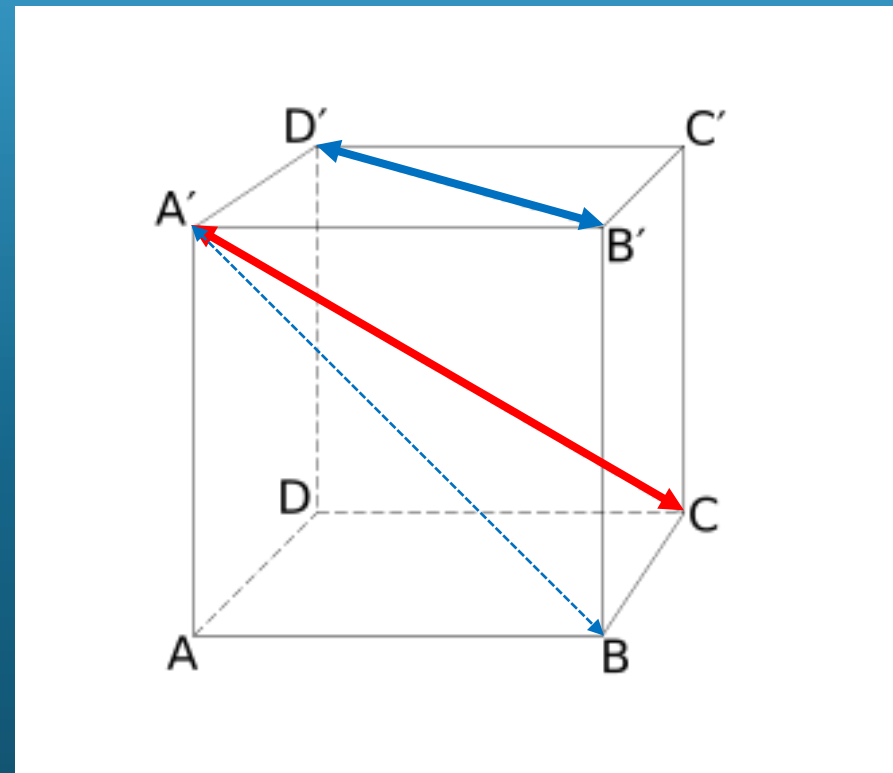
Dazu brauchen wir:

Ein erweitertes Bewegungsrepertoire, das nicht nur musikalische Aktivitäten **begleitet**, emotional **verstärkt** oder einen (Lied)Text inhaltlich **darstellt**, sondern das als genuiner Eigenwert des Hörens selber in Erscheinung tritt.

Die Akzentrhythmik, rhythmische Werte und melodische Verläufe erschließen sich durch den **Bewegungsfluss** und die Erfahrung des **Körpergewichts**. In diesen Dimensionen bilden sich die Kategorien RAUM und ZEIT ab.

Bewegungen lassen sich dazu auf drei Achsen unterscheiden:

- Bewegungen auf *einer* Achse = **Vertikale**: oben – unten;
Horizontale: links – rechts; Sagittale: vorne – hinten
- Bewegungen auf *zwei* Achsen = **Fläche**: Tür: links-rechts; oben-unten;
Tisch: links-rechts – vorne-hinten; Rad: oben-unten
- Bewegungen auf *drei* Achsen = **Raum**: vier Diagonalen, vier Diametralen



So bekommt Pestalozzis Prinzip vom Zusammenwirken von **HIRN (Kopf) – HERZ und HAND** eine ganz aktuelle Bedeutung und findet zugleich seine neurophysiologische Bestätigung.