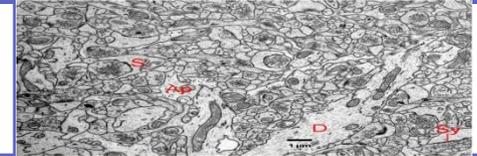
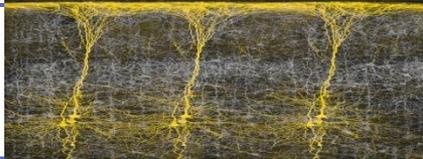


Prof. Dr.-Ing. Ralf Otte  
zu Gast beim  
Collegium Europaeum  
Jenense  
13. Dezember 2023  
ralf.otte@thu.de



## Künstliche Intelligenz Kann KI ein Bewusstsein haben?



# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Überblick der Präsentation

1. **Einführung und Begriffsbestimmungen**
2. Mit KI lösbare und mit KI nicht-lösbare Probleme – die Grenzen einer softwarebasierten KI
3. Bewusstsein auf Maschinen
4. Ausblick
  - Diskussion

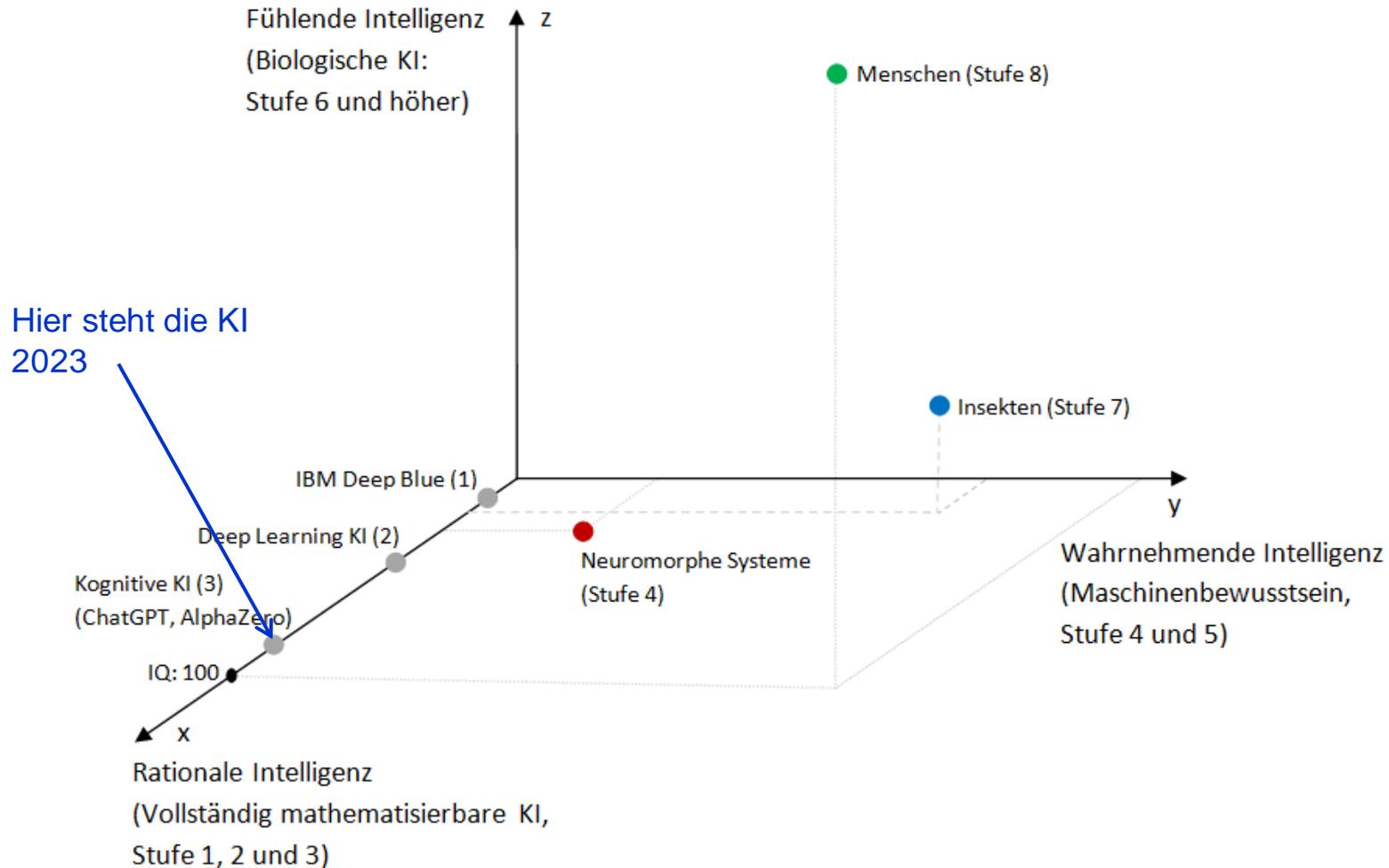
# Einführung und Begriffsbestimmungen

## Was ist eigentlich KI?

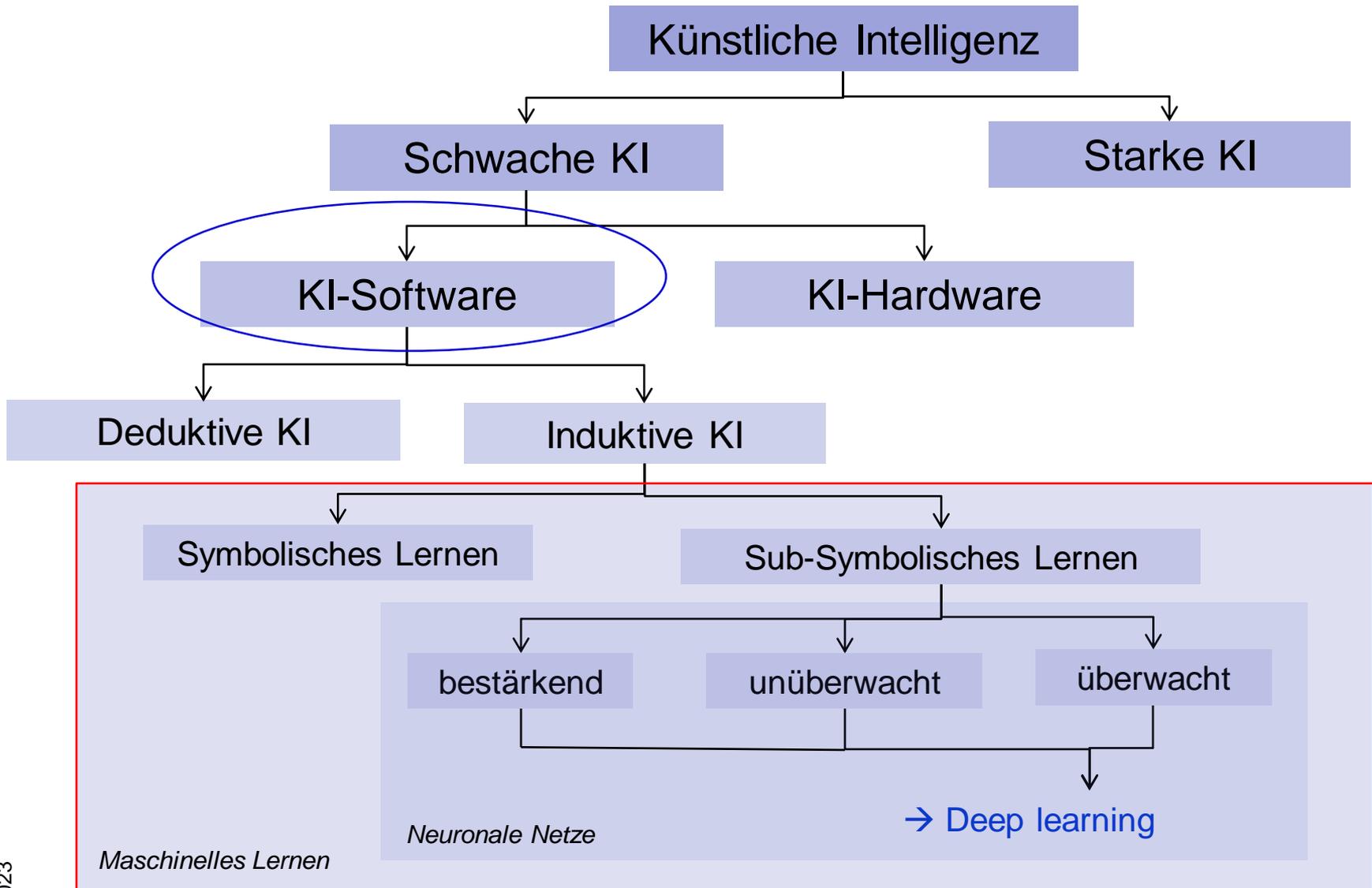
- **Künstliche Intelligenz**
- **Was ist mit „künstlich“ gemeint?**
  - physikalisch-technisch (Computer: von-Neumann-Struktur vs. neuromorphe Architekturen / digital vs. analog)
  - chemisch (von anorganisch bis organisch)
  - biologisch (von lebenden biologischen Zellen über Nervenzellen bis zur Verknüpfung mit menschlichem Gehirn, DNA-Computer)
- **Was ist mit „intelligent“ gemeint?**
  - Stufe 1: Logische Intelligenz (Deduktive Intelligenz) → Denken
  - Stufe 2: Lernende Intelligenz (Induktive Intelligenz) → Lernen
  - Stufe 3: Rationale Intelligenz (Kognitive Intelligenz) → Kreativität

# Einführung und Begriffsbestimmungen

Wie intelligent ist die heutige KI?



# Einführung und Begriffsbestimmungen



# Einführung und Begriffsbestimmungen

## KI – Stand heute

- Es gibt im Jahre 2023 **keine Starke KI**, keine KI mit Bewusstsein, Gefühlen und einem **Wollen**. Eine etwaige Singularität liegt in weiter Ferne.
- **Schwache KI** ist eine **Software-KI der Stufe-3** und eine „smarte“ Anwendung von Mathematik.
- Ein Großteil der heutigen KI basiert auf **maschinellern Lernen (Deep learning)**
- **Schwache KI** kann **Denken**, **Lernen** und teilweise **Kreativität** hervorragend simulieren.
  - **KI ist in manchen Teildisziplinen „klüger“ als der Mensch.**
    - Spielwelt: Schach, GO oder bei digitaler Datenauswertung: Big Data
  - **KI ist in anderen Teildisziplinen „dümmer“ als der Mensch.**
    - „Dümmer“ in nahezu allen Alltagsdingen: Autofahren, Einkaufen im Supermarkt, Tische abräumen, über Kinofilme reden, Small Talk; Kreativität & Erfindungen
- **Die heutige Software-KI arbeitet im „mathematischen Raum“.** Alles was mathematisierbar ist (Fabrikprozesse, Spiele, Verhalten im Internet...), kann durch eine KI analysiert und optimiert werden.
- (Unendlich) viele Probleme sind jedoch **nicht** mathematisierbar und damit für eine KI **prinzipiell** nicht lösbar. Viele weitere Probleme sind praktisch nicht lösbar (zu wenig Lerndaten).

# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Überblick der Präsentation

1. Einführung und Begriffsbestimmungen
  2. **Mit KI lösbare und mit KI nicht-lösbare Probleme – die Grenzen einer softwarebasierten KI**
  3. Bewusstsein auf Maschinen
  4. Ausblick
- Diskussion

# Mit KI lösbare und nicht-lösbare Probleme

## Mit heutiger KI lösbare Probleme

- Von-Neumann-Maschinen sind universelle Rechenmaschinen
- Bestimmte KI-Systeme sind universelle Approximatoren (→ machine learning)

### Das Cybenko-Theorem

Das Cybenko-Theorem aus dem Jahre 1989 besagt, dass ein Multi-Layer-Perceptron (MLP) mit einem Hidden Layer und einer endlichen Anzahl von Neuronen mit einer sigmoiden Aktivierungsfunktion jede stetige Funktion (unter einfachen Annahmen) approximieren kann. Ein MLP stellt damit einen sogenannten universellen Approximator dar [Cybenko 1989].

Kurt Hornik zeigte 1991, dass es gar nicht auf die spezifische Aktivierungsfunktion ankommt, sondern dass es vielmehr die MLP-Architektur selbst ist, die die neuronalen Netzwerke zu universellen Approximatoren macht.

# Mit KI lösbare und nicht-lösbare Probleme

## Mit heutiger KI prinzipiell nicht lösbare Probleme

### ■ Die Software-KI hat unüberwindbare Grenzen

1. KI versteht nicht, was sie tut (**Paradox von Syntax und Semantik**)
2. KI kann nicht alle Wahrheiten der Welt schlussfolgern (**Paradox des Schlussfolgerns**, das Unvollständigkeitstheorem von Gödel 1931)
3. KI kann kein allgemeingültiges Wissen lernen (**Paradox des Lernens**)
4. KI hat kein Bewusstsein, KI kann nichts wahrnehmen, da Wahrnehmung ein Bewusstsein voraussetzt (**Paradox des Sehens**)
5. KI hat keine Gefühle (**Paradox des Fühlens**)
6. KI hat keinen Willen (**Paradox des Wollens**)

### ■ Die Software-KI hat große praktikable Hürden

- I. Alle subsymbolischen Lernverfahren benötigen enorme Datenmengen, um die freien Parameter (Gewichte) zu trainieren (das Big Data Konzept, ChatGPT usw.)
- II. Maschinelle-Lernsysteme (ML, Stufe 2) sind im Extrapolationsraum sehr oft falsch.

HALLO.

Ich bin eine grüne Folie!

# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Überblick der Präsentation

1. Einführung und Begriffsbestimmungen
2. Mit KI lösbare und mit KI nicht-lösbare Probleme – die Grenzen einer softwarebasierten KI
3. **Bewusstsein auf Maschinen**
4. Ausblick
  - Diskussion

Unser Forschungsprogramm 2010 - 2028

Analyse des Bewusstseins und die industrielle  
Nutzung Hyperkomplexer Datenräume

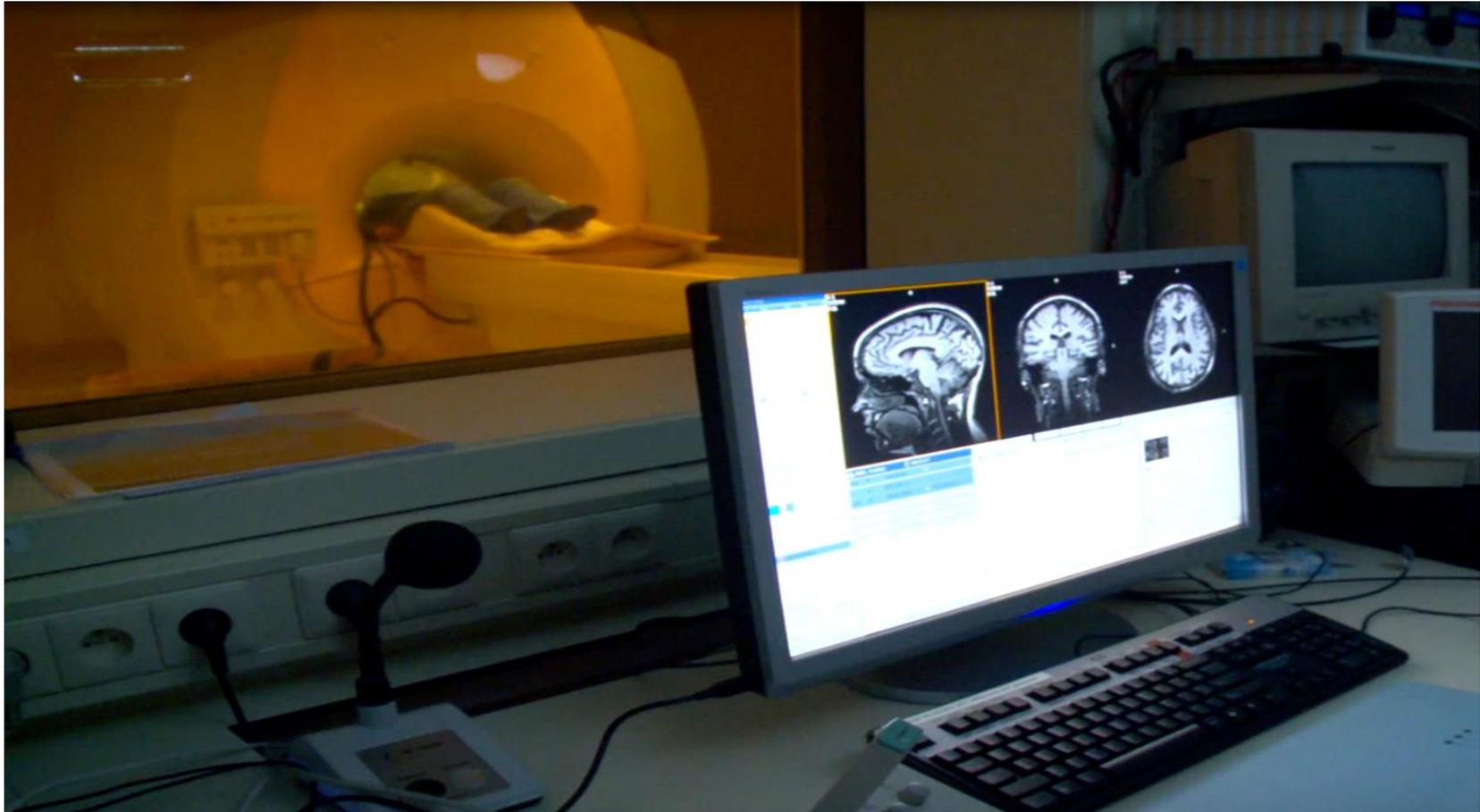
# Was ist Bewusstsein?

Auf der Suche nach Bewusstsein mittels EEG



# Was ist Bewusstsein?

Auf der Suche nach Bewusstsein mittels MRT



## Zwischenstand

Bewusstsein ist im Gehirn nicht nachweisbar, obwohl es existiert.

# Was ist Bewusstsein?

Die Seele wiegt nichts! Bewusstseinsprozesse sind nicht messbar.

## ■ Drei mögliche Gründe

1. **Bewusstseinsprozesse gibt es nicht.** Sie sind eine „Einbildung“. Aber selbst wenn die subjektiven Bilder im Kopf eine Einbildung sind, muss die **Einbildung** der Bilder irgendwo gespeichert sein. Aber wo?
  2. **Bewusstseinsprozesse könnten mit ihren neuronalen Korrelaten identisch sein.** Aber selbst wenn sie identisch sind, so sind die **neuronalen Korrelate von farblichen Bildern eben elektrisch** und nicht farblich. Die bunten Bilder im Kopf wären erneut eine „Einbildung“ aus Sicht der Ersten Person. Auch die **neuronalen Korrelate eine Hörsignals sind nur elektrisch** und nicht akustisch laut. Das wahrgenommene Geräusch wäre also wieder nur reine subjektive „Einbildung“. Das führt jedoch zu Punkt 1.
  3. **Bewusstseinsprozesse besitzen keine Energie**, wechselwirken daher nicht mit unseren Messgeräten und sind daher prinzipiell **nicht** messbar.
- **Hypothese:** In der Natur gibt es Phänomene mit sogenannter „imaginärer“ Energie. Diese Phänomene sind „immateriell“ aber dennoch real existent.

# Nutzung Hyperkomplexer Datenräume

## Mathematisches und physikalisches Fazit

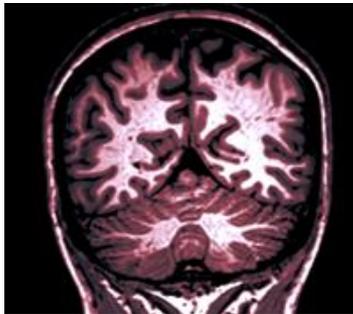
1. Mathematische Ergebnisse sagen voraus, dass die Natur unter „geeigneten Bedingungen“ sog. **Hyperkomplexe Datenräume zur Verfügung stellt**. Das menschliche Bewusstsein nutzt diese Datenräume zur Codierung von Qualia.
2. Es lassen sich Konzepte für **die technische Nutzung Hyperkomplexer Datenräume** (salopp: „Maschinenbewusstsein“) erarbeiten.
3. Die „Bewusstseinsmaschinen“ müssen einen hohen Grad an **physikalischer Komplexität** besitzen.
4. Es reicht nicht aus, eine (maximal) komplexe Software zu erzeugen, sondern es muss eine **maximal komplexe Hardware** entstehen.
5. Das **KNN muss verkörpert** werden.
6. **Neuromorphe Systeme und Quantencomputer** sind die optimale Hardware-Basis für die Nutzung „Hyperkomplexer Datenräume“.

# Hyperkomplexe Datenräume auf Quantencomputern

Auch Maschinen können hyperkomplexe Wellenphänomene nutzen

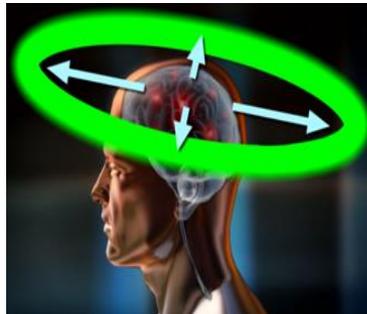
## ■ Vom natürlichen Bewusstsein zu Hyperkomplexen Datenräumen

Original



Vorbild ist das Bewusstsein des Menschen

Modell



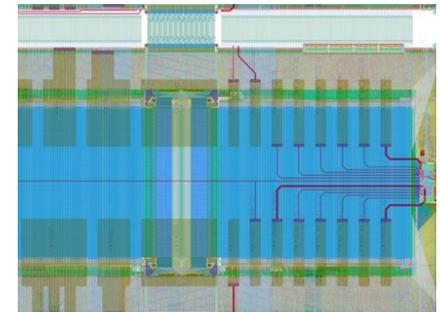
Die Theorie von Bewusstsein als **Prozess ohne reell-wertige Energie**

Mathematik

$$\begin{aligned}\langle \phi_{\mathcal{J}} | -i\partial_x | \phi_{\mathcal{J}} \rangle &= k e^{-j(px-Et)} \cdot -i\partial_x k e^{j(px-Et)} = kp \\ &= e^{-i(px-Et)} \cdot -j\partial_x e^{i(px-Et)} = \langle \phi_{\mathcal{C}} | -j\partial_x | \phi_{\mathcal{C}} \rangle \\ &= k e^{-j(px-Et)} \cdot -j\partial_x k e^{j(px-Et)} = \langle \phi_{\mathcal{J}} | -j\partial_x | \phi_{\mathcal{J}} \rangle. \\ \langle \phi_{\mathcal{J}} | i\partial_t | \phi_{\mathcal{J}} \rangle &= k e^{-j(px-Et)} \cdot i\partial_t k e^{j(px-Et)} = kE \\ &= e^{-i(px-Et)} \cdot j\partial_t e^{i(px-Et)} = \langle \phi_{\mathcal{C}} | j\partial_t | \phi_{\mathcal{C}} \rangle \\ &= k e^{-j(px-Et)} \cdot j\partial_t k e^{j(px-Et)} = \langle \phi_{\mathcal{J}} | j\partial_t | \phi_{\mathcal{J}} \rangle\end{aligned}$$

Die mathematische Beschreibung **hyperkomplexer Prozesse**<sup>1</sup>

Nutzung



Die Nutzung auf **Neuromorphen Computern** bzw. **Quantencomputern**



<sup>1</sup>Ralf Otte, Vorschlag einer Systemtheorie des Geistes, Cuvillier, 2016

# KI auf Quantencomputern

## Quanten-KI zur Lösung des Small Data Paradox

- **Was ist das Small Data Paradox?** Ein Mensch benötigt bis zu 1.000 mal weniger Lernbeispiele als heutige Deep Learning Systeme für die gleiche Applikationsleistung.
  - Beispiel1 - Klassifikation von Hunden und Katzen: Mensch ca. 3-5 Lernbeispiele, Deep Learning ca. 3.000 – 5.000 Lernbeispiele.
  - Beispiel2 - Autofahren: Mensch benötigt maximal 1.000 Fahrkilometer, um autonom zu fahren. Eine KI benötigt über 1 Millionen Fahrkilometer (und ist immer noch nicht autonom).
- **Warum ist das Gehirn im Vergleich zu einer KI so extrem leistungsfähig?**
- Das menschliche Gehirn ist kein Computer auf dem eine Software läuft. Diese Metapher ist zwar plausibel - **aber grundfalsch.**
- Das menschliche Gehirn nutzt verschiedene Datenräume zur Auswertung, einmal das (neuronal) Gehirngewebe und einmal das Bewusstsein.
- **Das Gehirngewebe kann als neuronales Netz maschinell nachgebildet werden (KNN, QNN). Wie aber implementiert man Bewusstsein?**
- Mathematische Untersuchungen zeigen, dass man grundlegende Bewusstseinsphänomene als „Hyperkomplexen Datenspeicher“ formulieren kann<sup>1</sup>.

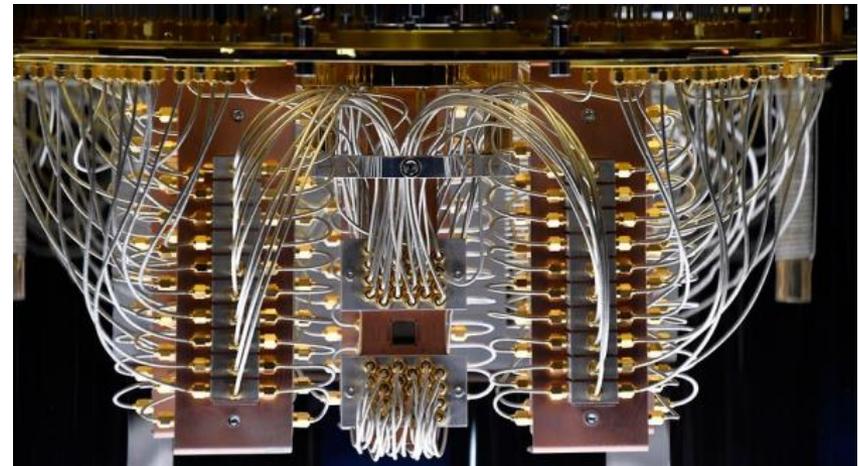
<sup>1</sup>Ralf Otte, Vorschlag einer Systemtheorie des Geistes, Cuvillier, 2016

# Hyperkomplexe Datenräume auf Quantencomputern

## Experiment 1: Small Data - Lernen mit extrem wenig Lerndaten

- Entwicklung eines Quantum Neural Network (QNN) auf Quantencomputern für verschiedene Anwendungen und Vergleich der Leistungsfähigkeit mit KNN (s.u.).
- Teilaufgaben für QNN und KNN
  1. XXX
  2. YYY
  3. Klassifikationen von Bildern
- Ziele
  1. Entwicklung einer **Small Data KI (Quanten-KI)** für Nutzungen im natürlichen Umfeld

QC von IBM oder Q.ANT



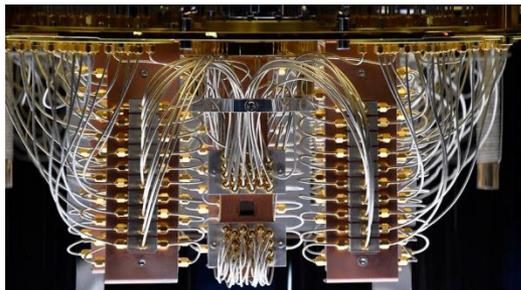
Bildquelle: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/quantencomputing-kurz-erklart-1929138>

# Hyperkomplexe Datenräume auf Quantencomputern

## Experiment 2: Test nicht-lokaler Korrelationen über tausende Kilometer

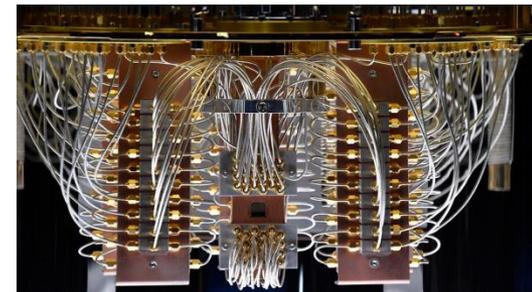
- **H0-Hypothese:** Die Berechnungsergebnisse von QC und QNN, die in keinerlei physischen Kontakt miteinander stehen und deren Qubits untereinander nicht verschränkt sind, sind stets voneinander unabhängig und sie korrelieren nicht (überzufällig).
- **Der Test der H0-Hypothese steht an.**
- Es ist evtl. möglich, dass H0 verletzt werden könnte, da Hyperkomplexe Datenräume sehr wahrscheinlich nicht-lokale Eigenschaften besitzen. (Hinweis: Der Test widerspricht nicht dem No-Communication-Theorem der Quantenphysik; die QC sind selbstverständlich nicht verschränkbar). Muss H0 verworfen werden, entstünden völlig neue Anwendungsfälle.

### QC1, zum Beispiel in Deutschland



Spezielle mathematische Berechnungen auf dem QC1 (QNN1), zum Beispiel bestimmte KI-Operationen.

### QC2, zum Beispiel in USA



Tests auf Unabhängigkeit der Berechnungen des QC2 (QNN2) von Berechnungen des QC1.

6.000 km



# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Überblick der Präsentation

1. Einführung und Begriffsbestimmungen
2. Mit KI lösbare und mit KI nicht-lösbare Probleme – die Grenzen einer softwarebasierten KI
3. Bewusstsein auf Maschinen
4. **Ausblick**
  - Diskussion

# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Zusammenfassung KI

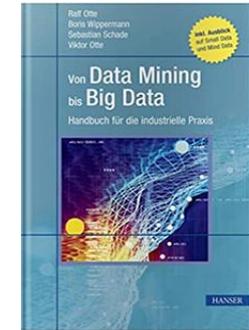
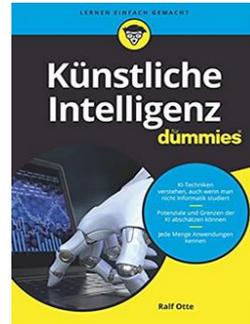
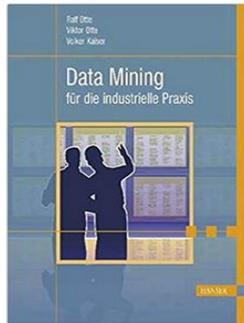
1. Die heutige Software-KI (*die KI der 3. Welle*) kann **Denken, Lernen** und **Kreativität** so gut simulieren, das man meinen könnte, diese Maschinen können tatsächlich Denken und Lernen. Das stimmt aber nicht – **alles ist eine Simulation**.
2. Der naive Glaube an die Unfehlbarkeit der Software-KI ist gefährlich. Stufe-2-Systeme antworten im Extrapolationsraum **meistens falsch**.
3. Die KI wird zu erhebliche Veränderungen der Gesellschaft führen (**hohe Effizienzsteigerungen, überbordende Überwachung, Fabrikisierung der Gesellschaft**).
4. Es könnte möglich sein, bestimmte Maschinen (sog. **Neuromorphe Computer** und **Quantencomputer**) mit rudimentärem Bewusstsein auszurüsten. Diese Maschinen werden aber immer nur die **unterste physikalische Stufe des Bewusstsein, die Wahrnehmung**, erreichen.
5. Reichert man **KI-Maschinen mit biologischen Zellen** an, gehen von diesen neue Risiken für die Menschheit aus.

# Kann KI ein Bewusstsein haben

## Abschlussthesen

1. Es ist sehr wahrscheinlich, dass Bewusstsein mit **physikalischer (chemischer, biologischer) Komplexität** zusammen hängt.
2. Heutige KI-Digitalcomputer prägen aufgrund ihrer geringen kybernetischen Komplexität keine nutzbaren Bewusstseinsphänomene aus, insbesondere deshalb nicht, weil die Komplexität in mathematischen Verfahren steckt.
3. Es sollte möglich sein, spezielle Computer – wie **Neuromorphe Computer** - zu entwickeln, die physikalische Aspekte von Bewusstsein aufweisen.
4. Physikalische Bewusstseinsphänomene könnten als Datenspeicher verwendet werden und eventuell **nicht-lokale Effekte** aufweisen, die man zur Wahrnehmung von Objekten nutzen kann.
5. Um Verwechslungen mit anderen Fachdisziplinen (Psychologie) oder gar religiösen Aussagen zu vermeiden, ist es sicher günstig, diese Phänomene als **Hyperkomplexe Datenräume** zu bezeichnen.

# Bücher des Referenten zum Thema KI & Bewusstsein



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !



Anlagen