

Aktuelle Entwicklungen bei Kognitiven Systemen und im Bereich der Mensch-Maschine Interaktion

Tanja Schultz

Cognitive Systems Lab, Universität Bremen



Deutscher Ethikrat, Öffentliche Anhörung, 25.2.2021

Definition:

Ein kognitives System (KS) ist ein digitales System mit Schnittstellen zwischen der digitalen und der realen Welt (Mensch, Umwelt), das Dinge wahrnehmen und verstehen kann sowie daraus Schlüsse ziehen und lernen kann.*

- Wesentliche Kriterien Kognitiver Systeme**:
 - Interaktivität:** Interaktion mit Nutzer*innen, Systemen, Geräten, Diensten
 - Adaptivität:** Lernen von Daten, anpassen an Veränderung (Echtzeit, Unsicherheit)
 - Kontextualität:** Verstehen im Kontext (Bedeutung, Zeit, Ort, Aufgaben, ...)
 - Iterativität:** Nachfragen, Erinnern und Speichern des Status
- Die **Mensch-Maschine-Schnittstelle** der KS erfasst die realen Welt (Mensch und Umwelt) mittels **Sensoren**
 - Kamera (Bild, Video), Mikrofon (Sprache, Geräusche), Inertialsensoren (Beschleunigung, Vibration, Neigung)

* Kognitive Maschinen – Meilenstein in der Wissensarbeit – Leitfaden, BITKOM 2015

** Cognitive Computing Consortium, 2014

Mensch-Maschine Schnittstelle: Kommunikation



Apple Siri,
Google Now
Amazon Alexa



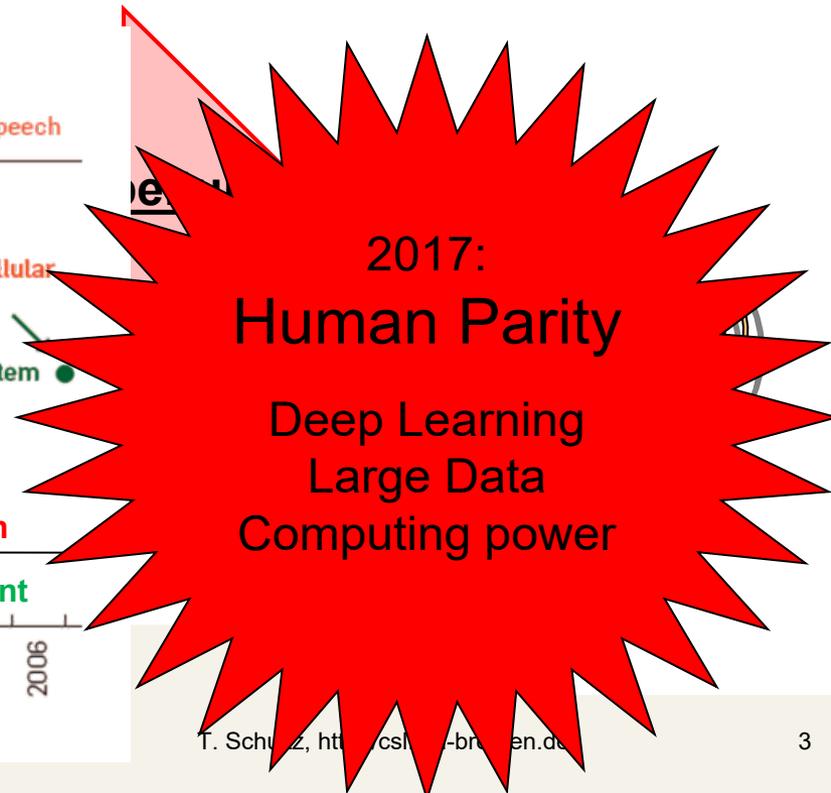
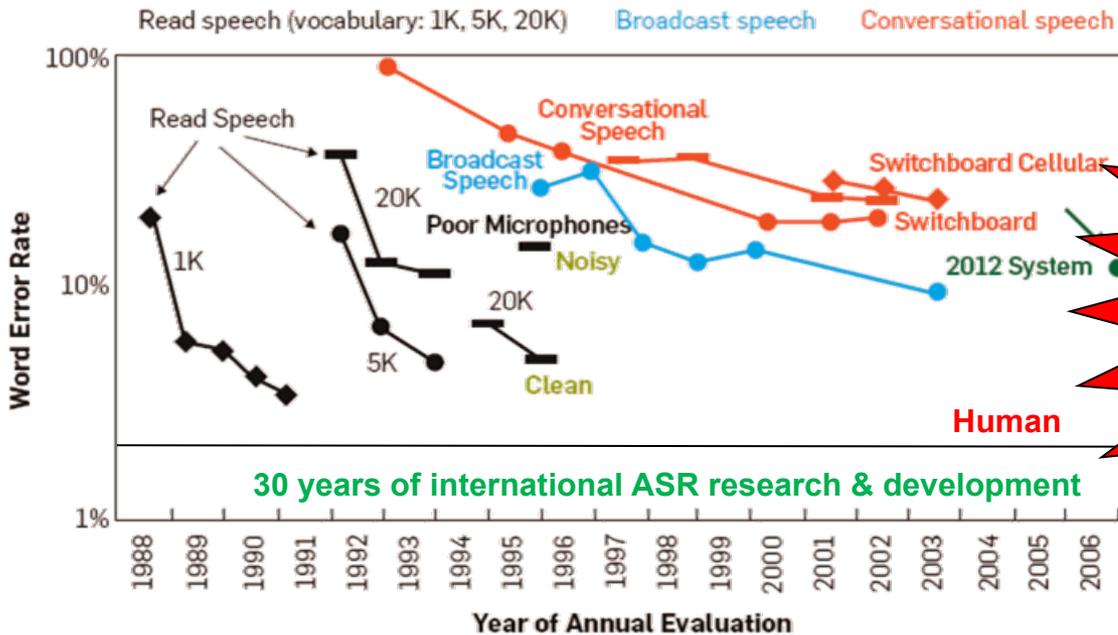
Quelle: vodafone.de



Quelle: Autozeitung.de

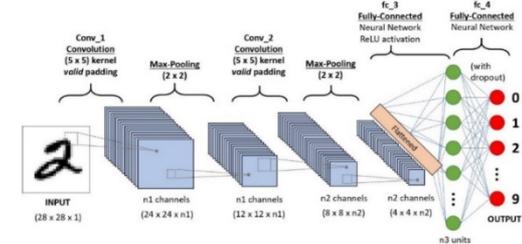


Quelle: futurezone.at



- **Maschinelles Lernen**

- Tiefe Neuronale Netze – Lernen
- Parity: Sprache, Text, Videos, Gesichter, ...
- Google trainiert mit 100.000 Stunden Sprache ≥ 20 Jahre zuhören



- **Computing Power**

- Riesige Serverfarmen / GPUs
- Digitaltechnik 2025: 7% CO₂ Ausstoß (= Autos 2020)



© Sashkin - fotolia.com: Eine Serverfarm von Intel.

- **Viele Daten, Big Data**

- Pro Mensch ca 1.7 MB/sec Daten (analytics vidya)
- 280 Mrd USD 2019-2023 für US-Datenzentren



- **Sensoren – integriert und allzeit vernetzt**

- Miniaturisierung von Sensoren (unauffällig, dünn, kompakt)
- Mobil, allzeit vernetzt und verfügbar (24/7, integriert)



- **Echo-Loop (Ring), 9/2019**
 - Via Smartphone mit Alexa verknüpft
 - 2 Mikrophone, 1 Lautsprecher
- **Echo-Frames (Brille), 12/2020**
 - Via Smartphone mit Alexa verknüpft
 - 2 Mikrophone, keine Kamera
 - Ton-Übertragung via Knochenleitung
- **Echo-Buds (inEar) 12/2019**
 - InEar Kopfhörer mit Alexa, pass through
- **Starkey Livio AI + ML 3/2020**
 - Hörgerät mit integriertem Mikrofon, Inertialsensoren, In-Ear Elektroden
 - Wellness tracker, Sprachübersetzer, Media player, Sturzdetektion, ...
 - ... ah, und Unterstützung beim Hören



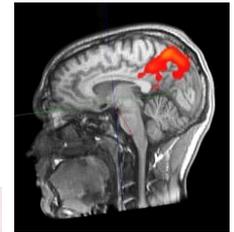
<https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Vernetztes-Wohnen-Amazon-Echo-Loop-Alexa-Ring-24206259.html>



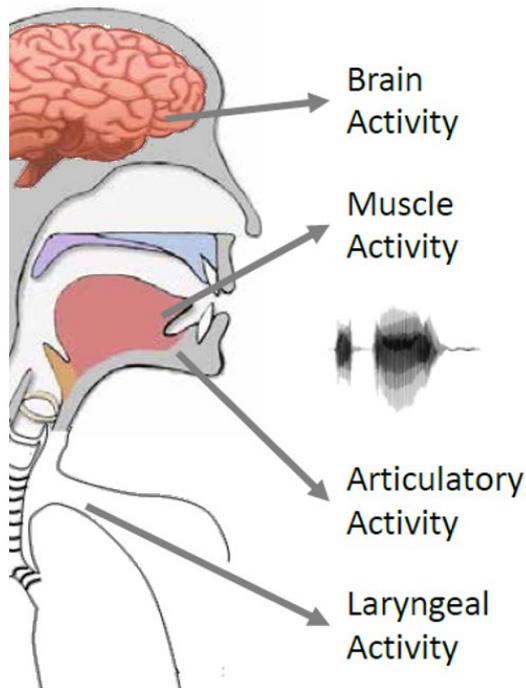
https://www.starkeypro.de/livio/livio_edge_ai

Integriert – Injiziert – Implantiert

- Integriert: Oberflächenelektroden im Hörgerät
- (Auf-)gedruckte Sensoren (Penn State, 10/2020)
- Injizierbare und Implantierbare Elektroden
 - Gehirnstimulatoren im Nanomaßstab (KIT, 1/2021)



⇒ **Alternative Biosignale für die Kommunikation**



ECoG (Herff, Cheng), microelectrodes (Brumberg), EEG (Wester, D'Zmura), fNIRS (Herff/Schultz), MEG (Wang)



EMG (Jorgensen, Schultz)

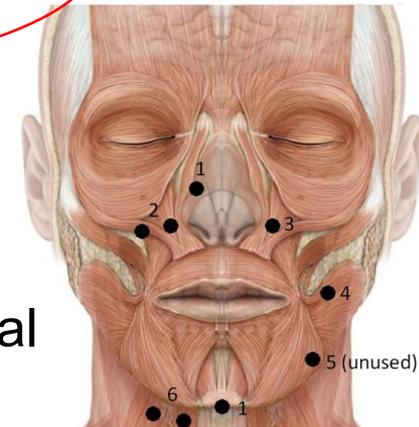
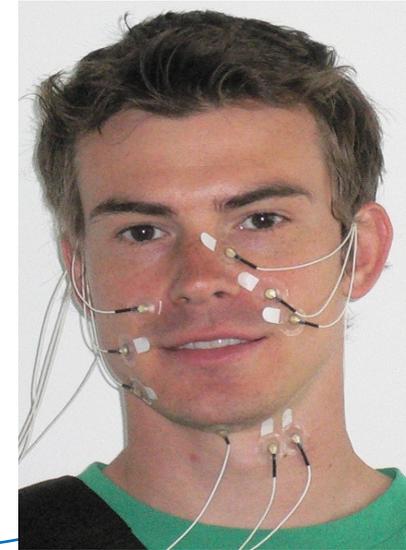
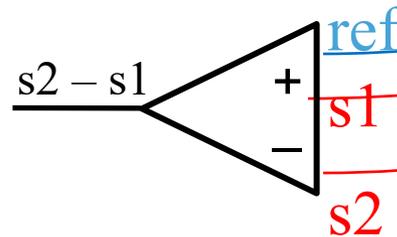
Lippenlesen (Petajan)

Oberflächen-ElektroMyoGraphy (EMG)

- Auf der Haut = Keine Nadeln
- Elektro = elektrische Aktivität
- Myo = Muskel
- Graphy = Aufzeichnung



EMG-Signal „zero zero zero“



- Sprache wird durch Muskelaktivität erzeugt
- Elektroden erfassen elektrische Potentialdifferenz
- EMG zeichnet *Muskelaktivität* auf, nicht akustisches Signal

Denby, Schultz, Honda, Hueber, Gilbert, Brumberg (2010): Silent Speech Interfaces. *Speech Communication*, Vol 52 (4).

EMG zeichnet Bewegung auf, nicht akustisches Signal \Rightarrow Lautlose Sprache
(für das „lautlos Sprechen“ werden Sprecher*innen instruiert, ihre Artikulationsmuskeln so zu bewegen, als würden sie normale Sprache produzieren)

- Lärmentlastigung: Lautlos kommunizieren (Zug, Kino, ...)
- Privatsphäre: vertrauliche Informationen bleiben geheim
- Robustheit: Keine Probleme in lauten Umgebungen
- Hilfe für Menschen ohne Stimme (Unfall, Krankheit, ...)



Lautlos Telefonieren, https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/lautlos_telefonieren.php5



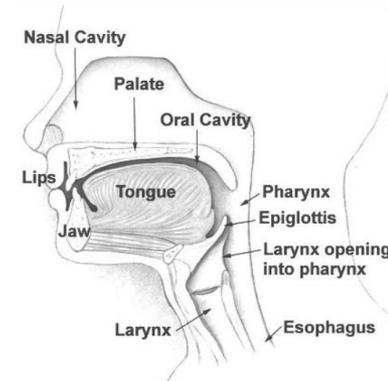
Akustische Sprache

- Hörbare Sprache produziert durch Sprachapparat
- ⇒ **Traditionelle Spracherkennung: „Speech-to-Text“**



Lautlose Sprache

- Lautlose Spracherzeugung gemessen durch Elektromyographie (EMG)
- Aktivität der Artikulationsmuskeln
- ⇒ **„EMG-to-Text“**

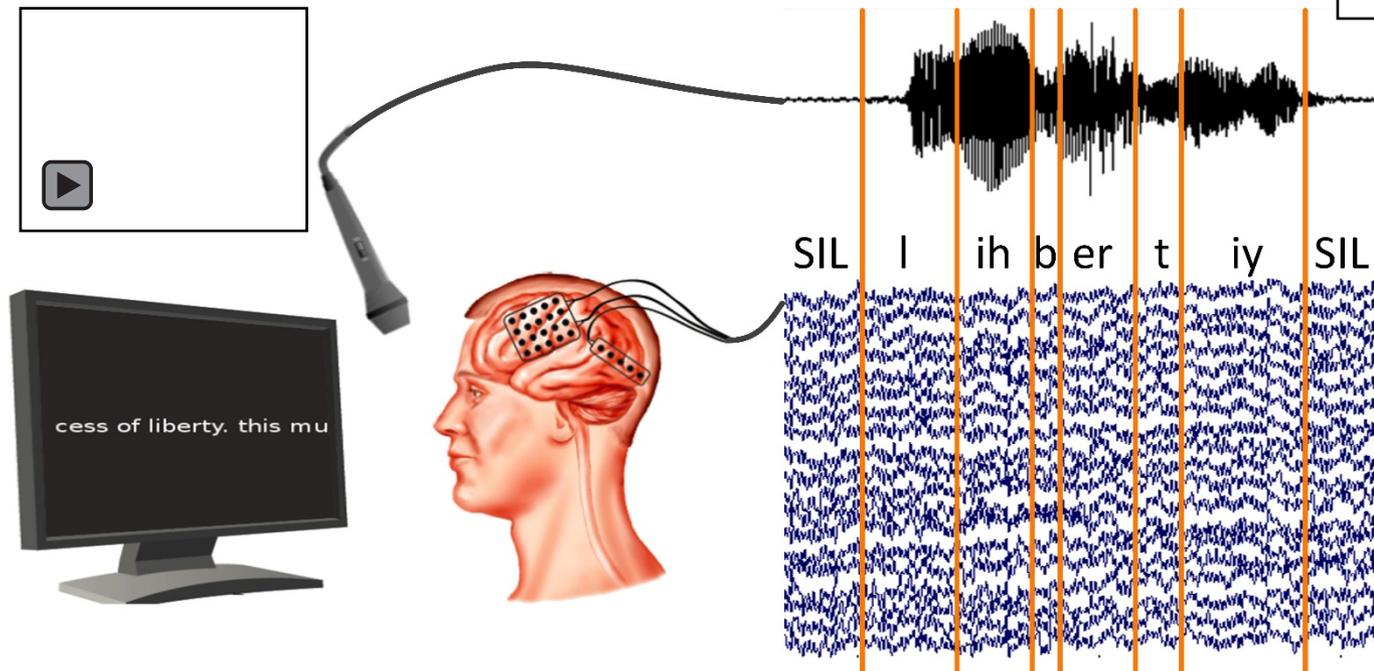


Vorgestellte Sprache

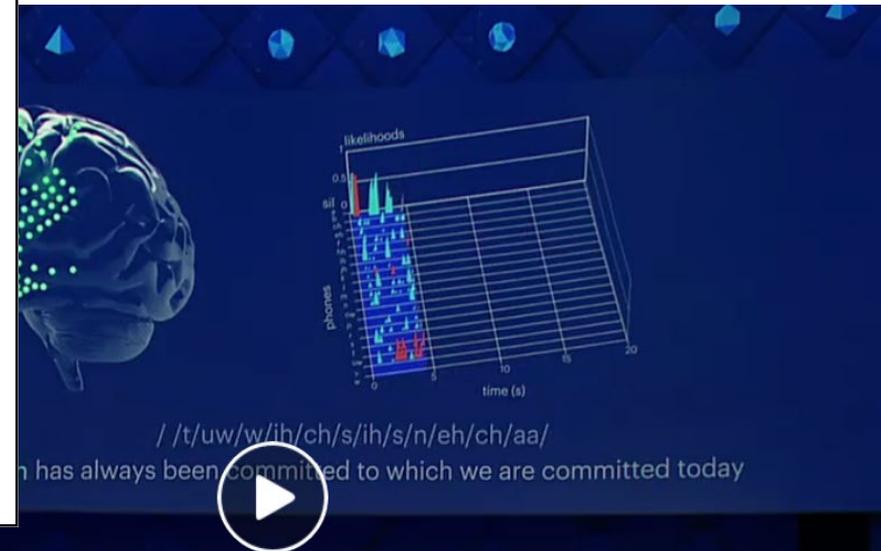
- Sich gedanklich vorstellen zu sprechen
- Muskel-Innervierung startet im Gehirn
- ⇒ **„Brain-to-Text“**



- Epilepsie-Patienten mit implantierten Elektroden
- Freiwillige lesen Text vom Bildschirm ab
- Hirnaktivität (ECoG) & hörbare Sprache wird simultan aufgezeichnet

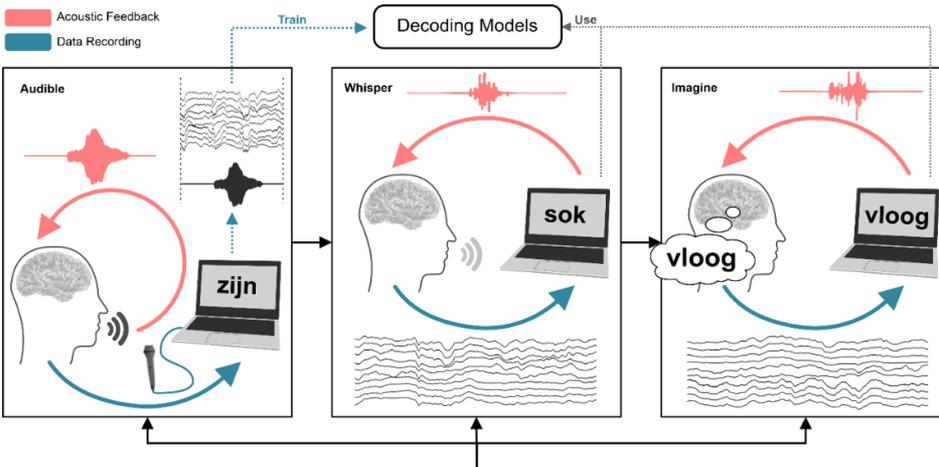


C Herff, D Heger, A de Pesters, D Telaar, P Brunner, G Schalk and Tanja Schultz Brain-to-text: decoding spoken phrases from phone representations in the brain. *Front. Neurosci.*, 12 June 2015 | <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2015.00217>



Regina Dugan, Facebook F8 5/2017
<https://www.youtube.com/watch?v=kCDWKdmwhUI>

Sprachprothesen (Brain-to-Speech, 2020)



Angrick M, Ottenhoff M, Diener L, Ivucic D, Ivucic G, Goulis S, Saal S, Colon J, Wagner L, Krusienski D, Kubben P, Schultz T, Herff C: (2020). *Real-time Synthesis of Imagined Speech Processes from Minimally Invasive Recordings of Neural Activity*. bioRxiv.

Brain-scanning in Chinese factories probably doesn't work — if it's happening at all

It's all too easy to pick up false positives

By Angela Chen | @zhongola | May 1, 2018, 5:25pm EDT

f t e SHARE



Sensor nets used for EEG at a center in England. According to the SCMP article, Chinese companies using sensors inside hats to monitor their employees. | Photo by Oli Scarff/Getty Images

This week, the [South China Morning Post](#) reported that Chinese companies are "mining data directly from workers' brains" using wireless sensors in hats. The article is full of exciting quotes about employers using technology to monitor their workers' emotions, but the reality is that these hats probably don't work very well.

The report is low on details, so the claims should be taken with a grain of salt. Allegedly, workers wear safety hats or uniform hats that have wireless sensors inside. These sensors

The Verge: <https://www.theverge.com/2018/5/1/17306604/china-brain-surveillance-workers-hats-what-eeg-neuroscience>

THE WALL STREET JOURNAL

China's Efforts to Lead the Way in AI Start in Its Classrooms

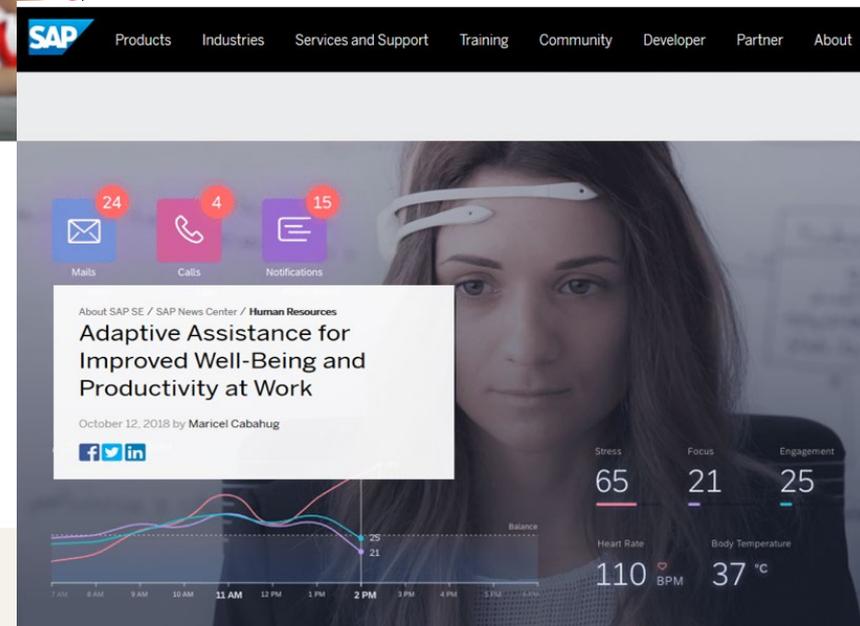
A fast-spreading use of artificial intelligence in schools from kindergartens to universities provides the country with an unrivaled database



Blue means you're distracted.

By Yifan Wang, [Shen Hong](#) and [Crystal Tai](#)
Updated Oct. 24, 2019 7:03 pm ET

<https://www.wsj.com/articles/chinas-efforts-to-lead-the-way-in-ai-start-in-its-classrooms-11571958181>



SAP Products Industries Services and Support Training Community Developer Partner About

Mails 24 Calls 4 Notifications 15

About SAP SE / SAP News Center / Human Resources
Adaptive Assistance for Improved Well-Being and Productivity at Work
October 12, 2018 by Maricel Cabahug
f t in

Stress 65 Focus 21 Engagement 25

Heart Rate 110 BPM Body Temperature 37 °C

Balance

7 AM 8 AM 9 AM 10 AM 11 AM 12 PM 1 PM 2 PM 3 PM 4 PM 5 PM 6 PM

Künstliche Intelligenz (KI) wird in **schwache** und **starke** KI unterteilt

- Schwache KI: Lösung **konkreter Anwendungsprobleme** auf Basis der Methoden aus der Mathematik und Informatik (heute meist ML), anhand derer sich Systeme selbst optimieren, Nachbildung bzw. formale Beschreibung einzelner Aspekte menschlicher Intelligenz
- Starke KI: soll die **gleichen intellektuellen Fertigkeiten wie der Mensch** haben oder ihn darin sogar übertreffen können.
- **Die genannte Systeme fallen unter die Kategorie der schwachen KI**
 - Konkrete Teilbereiche bzw. Anwendungsprobleme wie Expertensysteme, Empfehlungssysteme, Navigation
 - Systeme optimieren sich selbst auf der Basis von Methoden der Mathematik und Informatik (Machine Learning)
 - Einzelne Aspekte menschlicher Intelligenz werden nachgebildet bzw. formal beschrieben (z.B. Vokabular, Ontologie, „Alexa Skills“)
 - Human Parity: Schwache KI so gut wie / besser als der Menschen bereits in Spracherkennung, Übersetzung, Zeichenerkennung, Bilderkennung,

- **Starke KI** soll die **gleichen intellektuellen Fertigkeiten wie der Mensch** haben oder ihn darin sogar übertreffen können. 15
 - Eigenschaften starker KI:
 - (1) Logisches Denkvermögen,
 - (2) Entscheidungsfähigkeit auch bei Unsicherheit,
 - (3) Planungs- und Lernfähigkeit,
 - (4) Fähigkeit zur Kommunikation in natürlicher Sprache,
 - (5) Kombinieren aller Fähigkeiten zur Erreichung eines übergeordneten Ziels
 - Diskussionen und Spekulationen
 - KI mit eigenem Bewusstsein? Welche Rolle spielen dabei Empathie, Selbsterkenntnis, Gedächtnis und Weisheit? Simulation von Empathie, um Ziele besser zu erreichen?
- Bisher ist es noch nicht gelungen, starke KI zu entwickeln
- OB: vermutlich JA (weitgehende Einigkeit unter Wissenschaftlern)
 - WANN: realistische Zeitspanne 20-40 Jahre
 - Aktuelle Strategien orientieren sich an schwacher KI (z.B. KI-Strategie Bund)

Vielen Dank!

CSL PhD students involved:

Miguel Angrick, Lorenz Diener, Dominic Heger (now Zalando), Christian Herff (now Maastricht Uni), Matthias Janke (now Schaeffler), Szu-Chen Jou (now Synopsys), Dominic Telaar (now Apple)

CSL-Visitors:

Keigo Nakamura (NAIST),
Kishore Prahallad (IIT Hyderabad),
Arthur Toth (CMU)

CSL-Collaborators:

Alan W Black, Carnegie Mellon, Pittsburgh, PA,
Andrea Bottin, OT Bioelettronica, Italy
Jonathan Brumberg, University Kansas, KS
Jose A. Gonzalez, University of Malaga, Spain
Thomas Hueber, CNRS/GIPSA, France
Dean J. Krusienski, Virginia Commonwealth U, Richmond, VA
Gerwin Schalk, P. Brunner, Wadsworth Center, Albany, NY
Jerry Shih, Epilepsy Center, UC San Diego Health, CA
Marc W Slutzky, Northwestern University, Chicago, IL
Michael Wand and Jürgen Schmidhuber, IDSIA, Switzerland

