

"The city of Salzburg as a sketch" als Eingabe zu to **DALL-E Mini / OpenAI DALL-E**

<https://huggingface.co/spaces/dalle-mini/dalle-mini>



AI Eingangswerkstatt

Roland Kwitt, Wolfgang Trutschnig

A painting depicting a group of people, likely students, in a classroom or lecture hall. They are all looking towards the right side of the frame, possibly at a teacher or presentation. The scene is rendered in a soft, painterly style with muted colors.

**Herzlich Willkommen zum
Bachelorstudium Artificial Intelligence**

Administratives zur Lehrveranstaltung

Administratives zur Lehrveranstaltung (LV)

Lehrveranstaltungsleiter

Webex

Univ.-Prof. Dr. Roland Kwitt

Professor für Maschinelles Lernen

Vorsitzender Curricularkommision

stv . Fachbereichsleiter FB AIHI



VO Teil der Lehrveranstaltung

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Trutschnig

Professor für Statistik / Stochastik

Direktor IDA Lab Salzburg

stv . Fachbereichsleiter FB AIHI



UE Teil der Lehrveranstaltung

Administratives zur Lehrveranstaltung (LV)

Personalia (Kwitt)

Email: roland.kwitt@plus.ac.at

Web: <http://rkwitt.org> (weiter zu “Teaching”)

Büro: Raum 1.18b (Jakob-Haringer Str. 2, Itzling, 1.ter Stock)

Sprechstunden: auf Vereinbarung



Administratives zur Lehrveranstaltung (LV)

- **Abhaltung:**
 - Vorlesung (VO, 536.101): Montags **9:00 - 10:30** (Itzling)
 - Übung (UE, 536.102): Donnerstags 16:00 - 18:00 (Hellbrunnerstrasse)
- **Benotung (VO Teil):** Prüfung am Ende des Semesters
- Die VO ist Teil der **STEOP** (Studieneingangs- und orientierungsphase)
- **Unterlagen** (auch in PLUS Online, sieht QR Code): <https://github.com/rkwitt/teaching>

Die Unterlagen zur Lehrveranstaltung (VO) sind die **Slides**.



Administratives zur Lehrveranstaltung (LV)

Anmerkungen zu den Folien

Auf den Folien (Teil Kwitt) sind Referenzen/Quellen meist in der Form (Autor(en), Jahr) angegeben; dazugehörige detaillierte Referenzen finden Sie als Fußnoten. Nahezu alle Referenzen sind im Internet frei verfügbar.

Administratives zur Lehrveranstaltung

Empfohlene Literatur (Hauptlehrbuch zur LV)

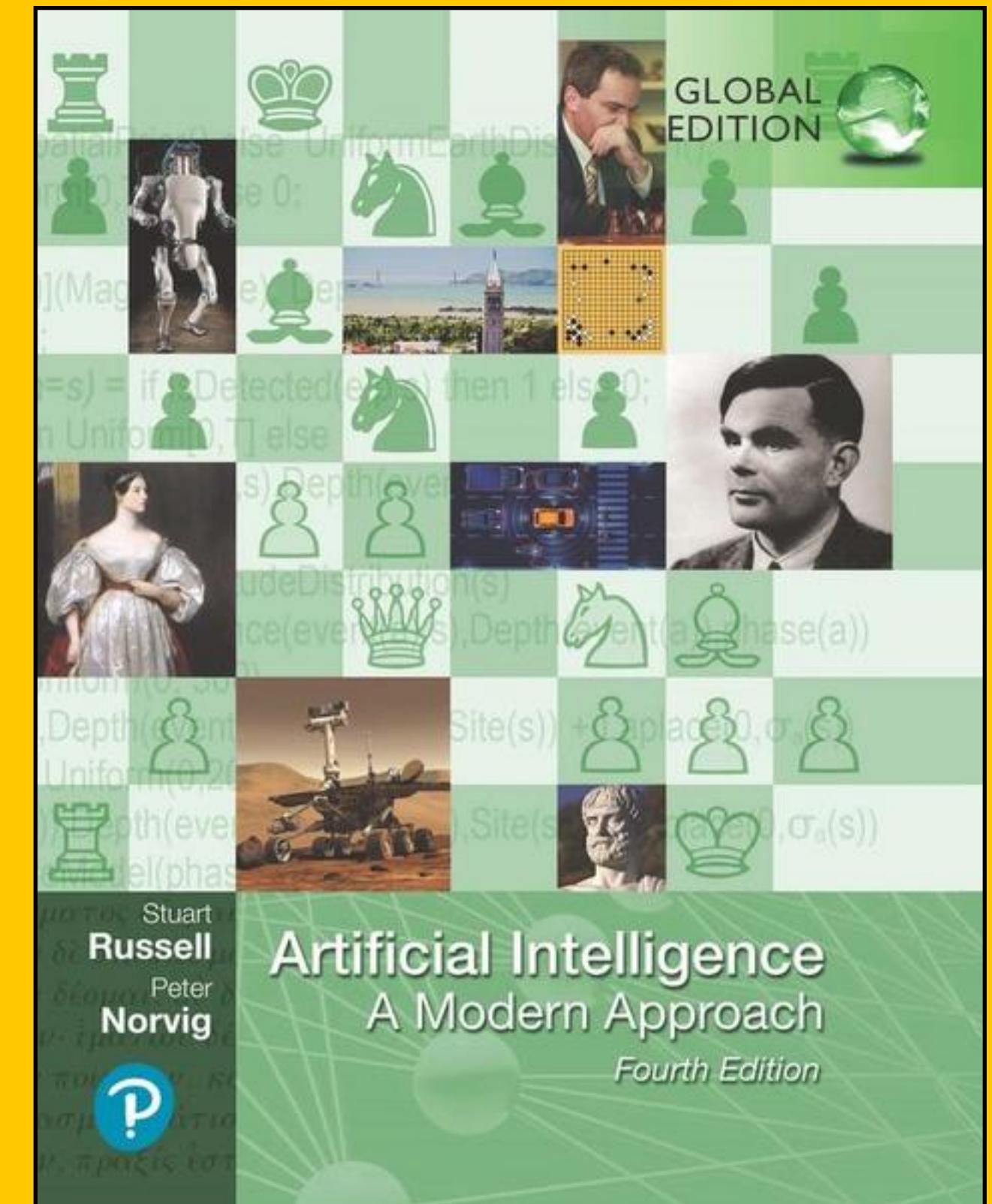
Stuart Russel & Peter Norvig

Artificial Intelligence - A Modern Approach (4th ed.)

Pearson Education Limited (2021)

es gibt auch eine Version in Deutsch, wir empfehlen
jedoch die 2021 erschienene Originalversion.

Auf den Folien als (RN) abgekürzt!



Aufbau / Ablauf des Studiums

Aufbau / Ablauf des Studiums

Einige Grunddaten

- **Bachelorstudium** (neu an der PLUS seit WS 2022/2023; Abschluss mit **BSc**)
- Studiendauer (Regelstudiendauer): **6 Semester**
- Studenausmaß: **180 ECTS**
- **Hauptinformationsquelle:** Curriculum (siehe QR Code)



Aufbau / Ablauf des Studiums

Stundenplan

Hier der aktuelle **Stundenplanvorschlag** für das **erste** Semester.

Weitere Informationen finden Sie im PLUS Online!

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
08:00 Uhr					
08:15 Uhr					
08:30 Uhr					
08:45 Uhr					
09:00 Uhr					
09:15 Uhr					
09:30 Uhr					
09:45 Uhr					
10:00 Uhr					
10:15 Uhr					
10:30 Uhr					
10:45 Uhr					
11:00 Uhr					
11:15 Uhr					
11:30 Uhr					
11:45 Uhr					
12:00 Uhr					
12:15 Uhr					
12:30 Uhr					
12:45 Uhr					
13:00 Uhr					
13:15 Uhr					
13:30 Uhr					
13:45 Uhr					
14:00 Uhr					
14:15 Uhr					
14:30 Uhr					
14:45 Uhr					
15:00 Uhr					
15:15 Uhr					
15:30 Uhr					
15:45 Uhr					
16:00 Uhr					
16:15 Uhr					
16:30 Uhr					
16:45 Uhr					
17:00 Uhr					
17:15 Uhr					
17:30 Uhr					
17:45 Uhr					
18:00 Uhr					
18:15 Uhr					
18:30 Uhr					
18:45 Uhr					
19:00 Uhr					

Aufbau / Ablauf des Studiums

STEOP

- Studieneingangs- und Orientierungsphase
- vermittelt einen Überblick über wesentliche Inhalte des Studiums
- **muss bestanden werden**, um weitere LV abschließen zu können
 - **Ausnahme**: LV im Ausmaß von 22 ECTS können vorgezogen werden (Informationen hierzu folgen noch)
- Im Bachelorstudium Artificial Intelligence besteht die STEOP* aus:
 - AI Eingangswerkstatt (VO, 2 ECTS)
 - Einführung in die Programmierung (VO, 3 ECTS)
 - Grundlagen der Mathematik (VU, 3 ECTS)

* die STEOP LV bei Studieneinstieg im Sommersemester sind unterschiedlich; siehe Curriculum

Aufbau / Ablauf des Studiums

LV Typen

- **Vorlesung (VO)**: Präsentation des Stoffs, Prüfungstermine nach Beendigung der LV
- **Übung (UE)**: Anwesenheitspflicht, Tests, Aufgaben vorführen / besprechen, Vorträge
- **Proseminar (PS)**: Anwesenheitspflicht, Tests, Aufgaben vorführen / besprechen, Vorträge
- **Übung mit Vorlesung (UV)**: Mischung aus VO+UE, Anwesenheitspflicht
- **Seminar (SE)**: Anwesenheitspflicht, eingehende Bearbeitung eines Themas mittels Vorträgen und Diskussionen

Eine genaue Beschreibung der verschiedenen LV Typen finden sie im [Curriculum](#).



Studienrecht

Studienrecht

Die folgenden Angaben beziehen sich auf das [Universitätsgesetz 2022](#) (kurz UG 02) und fassen einige (mMn) relevante Punkte zusammen.

Ich empfehle jedoch die entsprechend angegebenen Paragraphen zu lesen, da etwaige Nuancen aufgrund der verkürzten Darstellung möglicherweise nicht den juristisch geltenden Maßstäben entsprechen.

Studienrecht

Rechte und Pflichten der Studierenden

In **§ 59 (1)** heißt es „Den Studierenden steht nach Maßgabe der gesetzlichen Bestimmungen Lernfreiheit zu.“ Dies bedeutet unter anderem:

- Nach Maßgabe des Lehrangebotes und nach Maßgabe der Curricula kann zwischen dem Lehrpersonal ausgewählt werden.
- Facheinschlägige Lehr- und Forschungseinrichtungen und die Bibliothek an der Universität können nach Maßgabe der Benützungsordnungen benutzt werden.

Studienrecht

Rechte und Pflichten der Studierenden

Über die Pflichten gibt **§ 59 (2)** Auskunft:

- Namens- und Adressenänderungen sind unverzüglich bekanntzugeben.
- Die Fortsetzung des Studiums ist jedes Semester während der allgemeinen Zulassungsfrist (oder der Nachfrist) zu melden.
- Bei vorhersehbarer Studieninaktivität ist eine zeitgerechte Abmeldung vom Studium durchzuführen.
- Fristgerechte An- und Abmeldung zu den Prüfungen, nicht erscheinen ohne ordnungsgemäße Abmeldung: Ablegung frühestens nach 40 Kalendertagen möglich (Satzung der PLUS, § 15).

Studienrecht

Erlöschen der Zulassung

Die wesentlichen Gründe, damit die Zulassung erlischt sind (siehe **§ 68**):

- Abmeldung vom Studium
- Die Meldung der Fortsetzung des Studiums unterbleibt, ohne beurlaubt zu sein.
- Die letzte zulässige Wiederholung einer vorgeschriebenen Prüfung wird negativ beurteilt.
- Das Studium wurde durch die positive Beurteilung bei der letzten vorgeschriebenen Prüfung abgeschlossen.

Studienrecht

Feststellung des Studienerfolges (1)

Generell heißt es dazu im **§ 72**: „Der Studienerfolg ist durch die Prüfungen und die Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten (Master-, Diplomarbeiten und Dissertationen) festzustellen.“

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen ... wenn diese Form der Beurteilung bei Lehrveranstaltungsprüfungen unmöglich oder unzweckmäßig ist, hat die positive Beurteilung „mit Erfolg teilgenommen“, die negative Beurteilung „ohne Erfolg teilgenommen“ zu lauten.

Studienrecht

Feststellung des Studienerfolges (2)

Zur Ablegung einer Prüfung ist eine Anmeldung erforderlich (Internet, LV-Leiter, . . .). Die entsprechenden Zeugnisse sind bis spätestens vier Wochen nach Erbringung der zu beurteilenden Leistung auszustellen.

Studienrecht

Feststellung des Studienerfolges (3)

Prüfungen sind für **nichtig** zu erklären (**§ 73**) ...

- ... wenn die Anmeldung zur Prüfung erschlichen wurde.
- ... wenn die Beurteilung erschlichen wurde – insbesondere durch unerlaubte Hilfsmittel, unerlaubter Weise einer anderen Person bedienen, Daten/Ergebnisse erfunden/gefälscht, Plagiat).
- Die Prüfung, deren Beurteilung für nichtig erklärt wurde, ist auf die Gesamtanzahl der Wiederholungen anzurechnen.
- Prüfungen, die außerhalb des Wirkungsbereichs einer Fortsetzungsmeldung abgelegt wurden, sind absolut nichtig.

Studienrecht

Wiederholung von Prüfungen (1)

Positiv beurteilte Prüfungen können bis zwölf Monate nach der Ablegung einmal wiederholt werden. Die positiv beurteilte Prüfung wird mit dem Antreten zur Wiederholungsprüfung nichtig.

Negativ beurteilte Prüfungen können dreimal wiederholt werden. Ab der dritten Wiederholung einer Prüfung ist diese kommissionell abzuhalten, wenn die Prüfung in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt wird. Auf Antrag der Studierenden bzw. des Studierenden gilt dies auch für die zweite Wiederholung ([Satzung der PLUS](#), § 21 Absatz 1). Bei negativer Beurteilung der letzten Wiederholung der letzten Prüfung des Studiums sind die Studierenden berechtigt, diese ein weiteres Mal zu wiederholen.

Studienrecht

Wiederholung von Prüfungen (2)

Gegen die Beurteilung einer Prüfung ist kein Rechtsmittel zulässig (**§ 79**). Es kann jedoch eine **negativ beurteilte** Prüfung aufgehoben werden, wenn sie einen schweren Mangel aufweist. Ein entsprechender Antrag ist innerhalb von vier Wochen ab Bekanntgabe der Beurteilung einzubringen und der schwere Mangel glaubhaft zu machen.

Innerhalb von sechs Monaten ab Bekanntgabe der Beurteilung ist den Studierenden **Einsicht in die entsprechenden Unterlagen** zu gewähren, falls sie ihnen nicht ausgehändigt wurden.

Organisatorische Struktur der PLUS

Organisatorische Struktur der PLUS

Universitätsleitung — Rektorat

- Prof. Dr. Dr. h.c. **Hendrik Lehnert** (Rektor)
- Dr. Barbara Romauer (VR Finanzen)
- Ao.Univ.-Prof. Dr. Martin Weichbold (VR Lehre)
- Univ.-Prof. Dr. Nicola Hüsing (VR Forschung)

Organisatorische Struktur der PLUS

Fakultäten

Organisatorisch ist die PLUS in **6 Fakultäten** gegliedert:

DAS	GW	NLW	RWW	KW	KTH
Fakultät für Digitale und Analytische Wissenschaften	Gesellschaftswissenschaftliche Fakultät	Natur- und Lebenswissenschaftliche Fakultät	Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät	Kulturwissenschaftliche Fakultät	Katholisch-Theologische Fakultät

An den Fakultäten sind die **Fachbereiche (FB)** angesiedelt.

Organisatorische Struktur der PLUS

Fachbereiche an der DAS Fakultät

An der DAS Fakultät gibt es aktuell **4 Fachbereiche (FB)**:

FB Artificial Intelligence & Human Interfaces (AIHI)	FB Informatik	FB Geoinformatik	FB Mathematik
--	------------------	---------------------	------------------

Das **Bachelorstudium Artificial Intelligence** wird vom FB AIHI betreut.

Organisatorische Struktur der PLUS

Zuständigkeit Curriculum

Für das Curriculum des BA Artificial Intelligence ist die **Curricularkommission** zuständig.

Aktuell setzt sich diese folgendermaßen zusammen (Anm.: ab Okt. 2022 neu):

- Univ.-Prof. Dr. Roland Kwitt (Vorsitz)
- Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Trutschnig
- Univ.-Prof. Dr. Clemens Fuchs
- Dr. Mag. Ulrike Ruprecht
- Assoz. Prof. Dr. Ana Sokolova (stv. Vorsitzende)
- Dipl.-Ing. Bettina Sereinig
- Lea Maislinger, BSc
- Selina Milla, BSc
- Julius Sula

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

Es gibt **keine allgemein anerkannte Definition**. Folgende Definitionsansätze unterscheiden sich in ihrer jeweiligen Sichtweise (mit Überschneidungen).

orientiert am **menschlichen Denken**

[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem-solving, learning,”

(Bellman, 1978)

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

Würden wir uns an dieser Definition orientieren, müsste man unweigerlich auch menschliches Denken verstehen. Mögliche Ansätze hierzu sind

- psychologische Experimente
- Beobachtung von Denkprozessen anhand medizinischer Bildgebungsverfahren
- Selbstbeobachtung

Hätte man eine “ausreichend präzise Theorie” menschlichen Denkens, könnte man versuchen diese Theorie als Computerprogramm zu realisieren.

Beispiel: “General Problem Solver” ([Newell and Simon, 1961](#)) — Weniger am tatsächlich korrekten “Problemlösen” interessiert, als an der Sequenz von Schlussfolgerungen der Maschine im Vergleich zum Menschen.

([Newell and Simon, 1961](#)) . Newell A. and Simon, H.A. GPS, a program that simulates human thought.
In: Feigenbaum E. And Feldmann J., Computers and Thought (1995)

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

orientiert am **menschlichen Handeln**

“The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people.”

(Kurzweil, 1990)

Beispiel: Turing Test (Turing, 1950)

Gegeben eine Menge von (**geschriebenen**) **Fragestellungen** (einer Befragungsperson) mit entsprechenden (**geschriebenen**) **Antworten** einer Maschine und eines Menschen, kann die Befragungsperson zwischen Mensch und Maschine unterscheiden?

Ist dies **nicht** möglich, könnte man argumentieren die Maschine besäße menschliches Denkvermögen.

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

Obwohl der (klassische) Turing Test oft kritisiert wird, würde er zumindest folgende Fähigkeiten erfordern:

- Verstehen natürlicher Sprache (NLP - **natural language processing**)
- Repräsentation von Wissen in geeigneter Art und Weise (**knowledge representation**)
- Automatisierte Schlussfolgerungen (**automated reasoning**)
- Maschinelles Lernen um sich an neue Situationen anzupassen und zu extrapolieren (**machine learning**)

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

orientiert am **rationalen Denken**

“The study of computations that make it possible to perceive, reason and act.”

(Winston, 1992)

Bereits Aristoteles versuchte “richtiges Denken” zu formalisieren anhand bestimmter Typen logischer Schlüsse (sog. **Syllogismen**). Bei gegebenen korrekten Prämissen (Vorraussetzungen), stellten diese Syllogismen quasi Muster dar anhand derer korrekte Schlüsse gezogen werden konnten.

Beispiel: Aus “Alle Menschen sind sterblich.” und “Alle Griechen sind Menschen.” folgt die Schlussfolgerung “Alle Griechen sind sterblich”.

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

Logiker des 19. ten Jahrhunderts entwickelten eine präzise Notation für Aussagen über Objekte und Beziehungen zwischen diesen Objekten.

Der **Logizismus** hat im Großgebiet der künstlichen Intelligenz eine starke Tradition, mit der Hoffnung intelligente Systeme auf dem Fundament der Logik zu erschaffen.

Konventionell gesehen würde dies jedoch (zweifelsfreies!) Wissen über die Welt erfordern, also eine Anforderung benötigen die wohl kaum jemals erfüllt werden kann. Die **Wahrscheinlichkeitstheorie** füllt diese Lücke und erlaubt Schlussfolgerungen auf Basis unsicherer Information.

Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?

orientiert am **rationalen Handeln**

“Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents.”

(Poole et al., 1998)

Führt zur Definition von **Agenten**, also im Wesentlichen autonomen Systemen die (1) handeln, (2) ihre Umgebung wahrnehmen, (2) über eine gewisse Zeit bestehen, (3) sich ihrer Umgebung anpassen und (4) gewisse Ziele verfolgen.

Rationale Agenten handeln in einer Art und Weise, um das beste Ergebnis zu erzielen, oder — in Anbetracht unsicherer Informationen — **in Erwartung** das beste Ergebnis zu erzielen.

Fundament & Teilgebiete

Fundamentale Ideen zur künstlichen Intelligenz finden sich in diversen Wissenschaftsgebieten, wie

- Philosophie
- Mathematik
- Informatik
- Wirtschaftswissenschaften (economics)
- Regelungstheorie (control theory)
- Linguistik
- Neurowissenschaften (neuroscience)
- etc.

Historie

siehe Kapitel 1.3 in (RN)

State-of-the-Art

siehe [aiindex.org](#) (Artificial Intelligence Index Report 2022)

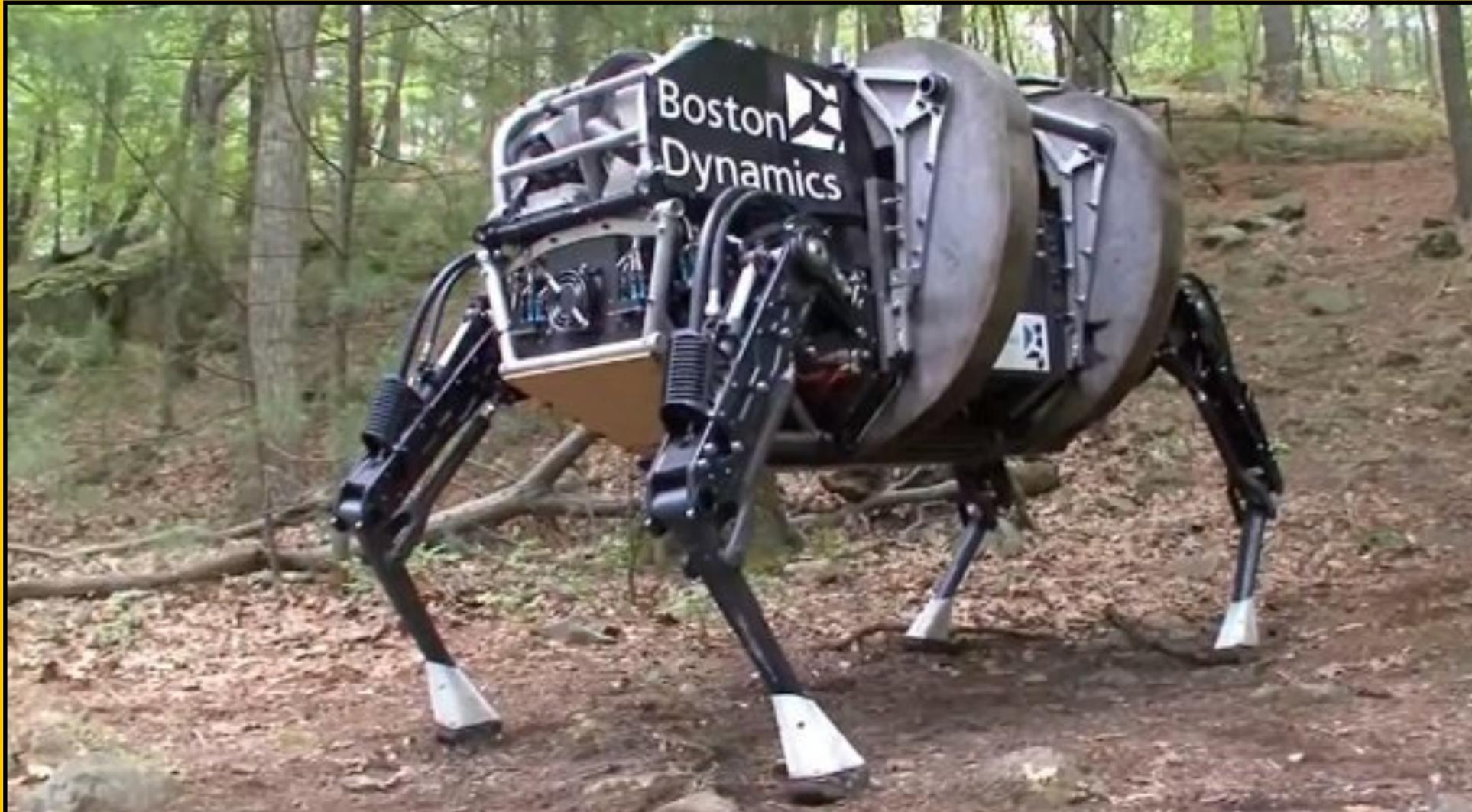
Einige **Key-Facts** (möglicherweise bereits heut schon *out-of-date* :)

- Anstieg an Publikationen (verdoppelt) im Großgebiet AI zwischen 2010 und 2021
- Enormer Anstieg an AI Startups in den USA
- “Computing Power” im Kontext von AI Systemen verdoppelt sich alle 3.4 Monate
- “Human-Level Performance” bereits im Kontext von Objekterkennungsproblemen, Go, Poker, Schach, Atari Spiele, Haut- u. Prostatakrebs Erkennung, Proteinfaltung, etc.

State-of-the-Art

Beispiele

- Fortbewegung auf Beinen (Legged Locomotion)



BigDog (Robert et al., 2008)

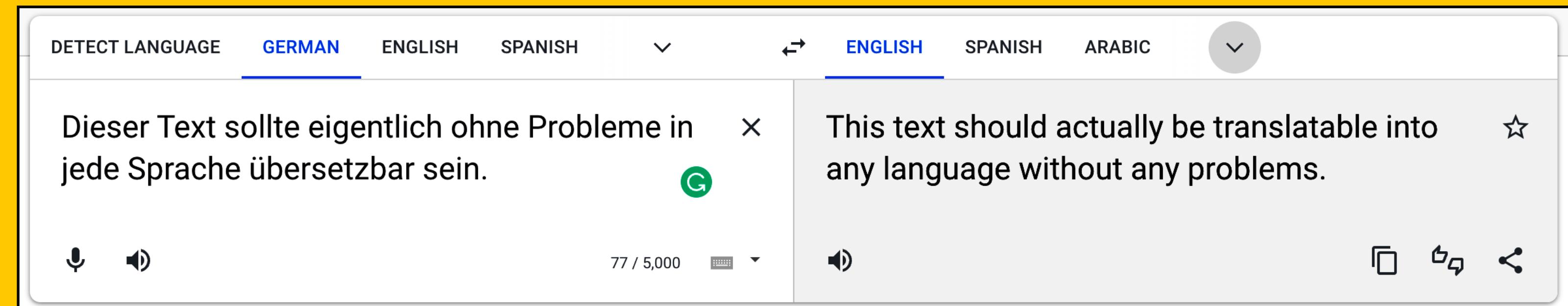


Atlas (Ackermann and Guizzo, 2016)

State-of-the-Art

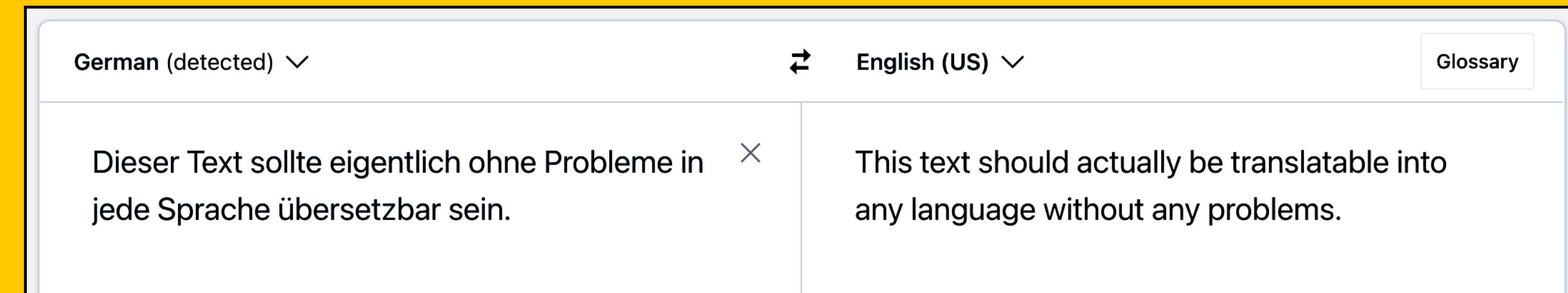
Beispiele

- Übersetzung (Machine Translation, Natural-Language Processing)



The screenshot shows the Google Translate web interface. At the top, there are language selection dropdowns for "DETECT LANGUAGE" (set to GERMAN), "GERMAN" (selected), "ENGLISH", "SPANISH", and "ARABIC". Below this is another row with "ENGLISH" (selected), "SPANISH", and "ARABIC". The main area contains a German sentence: "Dieser Text sollte eigentlich ohne Probleme in jede Sprache übersetzbar sein." To its right is the English translation: "This text should actually be translatable into any language without any problems." There are also icons for microphone, speaker, and sharing.

Quelle: translate.google.com (Sep. 2022)



The screenshot shows the DeepL web interface. At the top, it says "German (detected)" and "English (US)". In the center is a bidirectional arrow icon. To the right is a "Glossary" button. The main area contains the same German sentence as the previous screenshot: "Dieser Text sollte eigentlich ohne Probleme in jede Sprache übersetzbar sein." To its right is the English translation: "This text should actually be translatable into any language without any problems."

Quelle: deepl.com (Sep. 2022)

State-of-the-Art

Beispiele

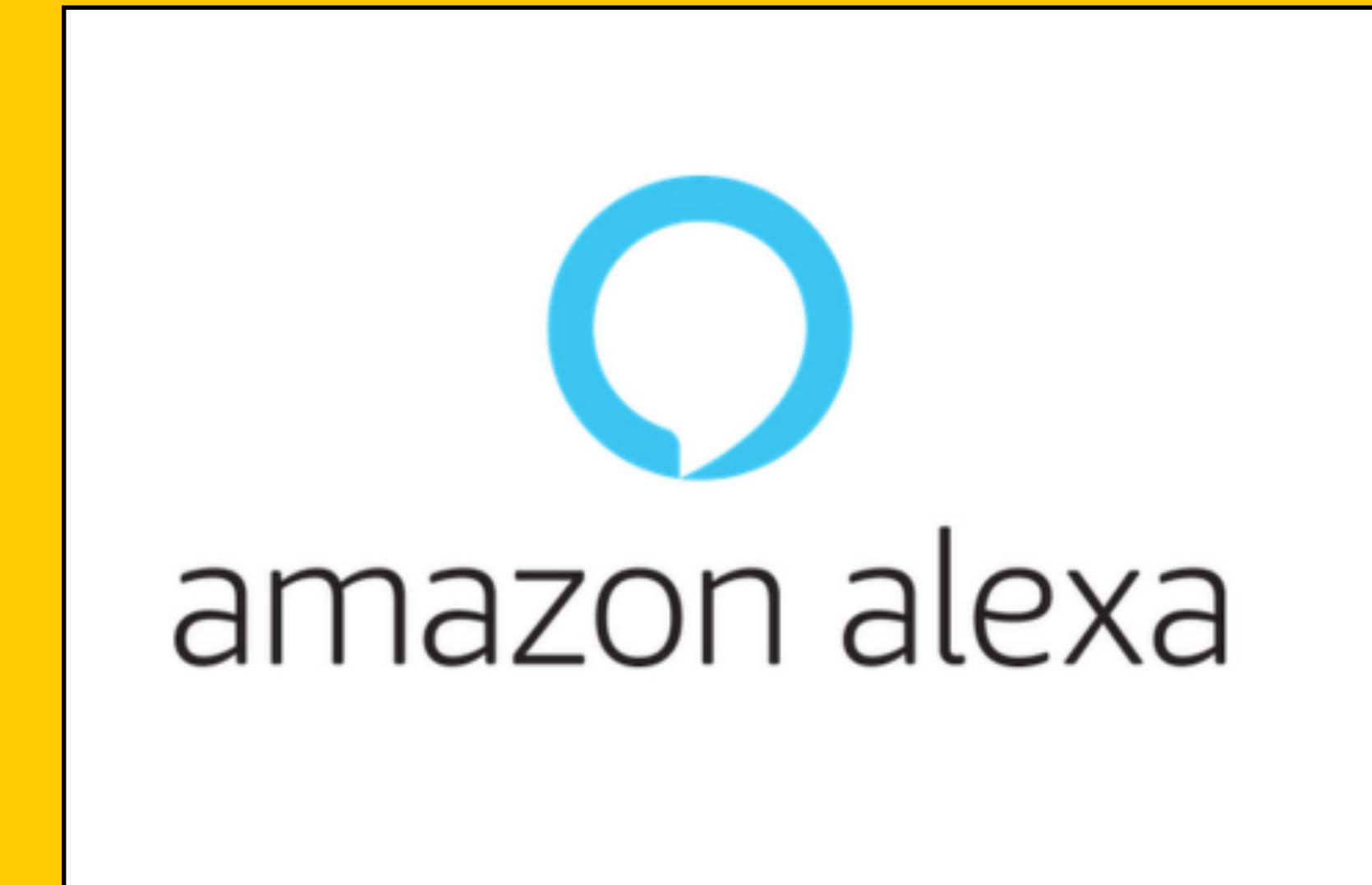
- Spracherkennung (Speech Recognition)

Apple's Siri



Quelle: osxdaily.com

Amazon Alexa



Quelle: developer.amazon.com

State-of-the-Art

Beispiele

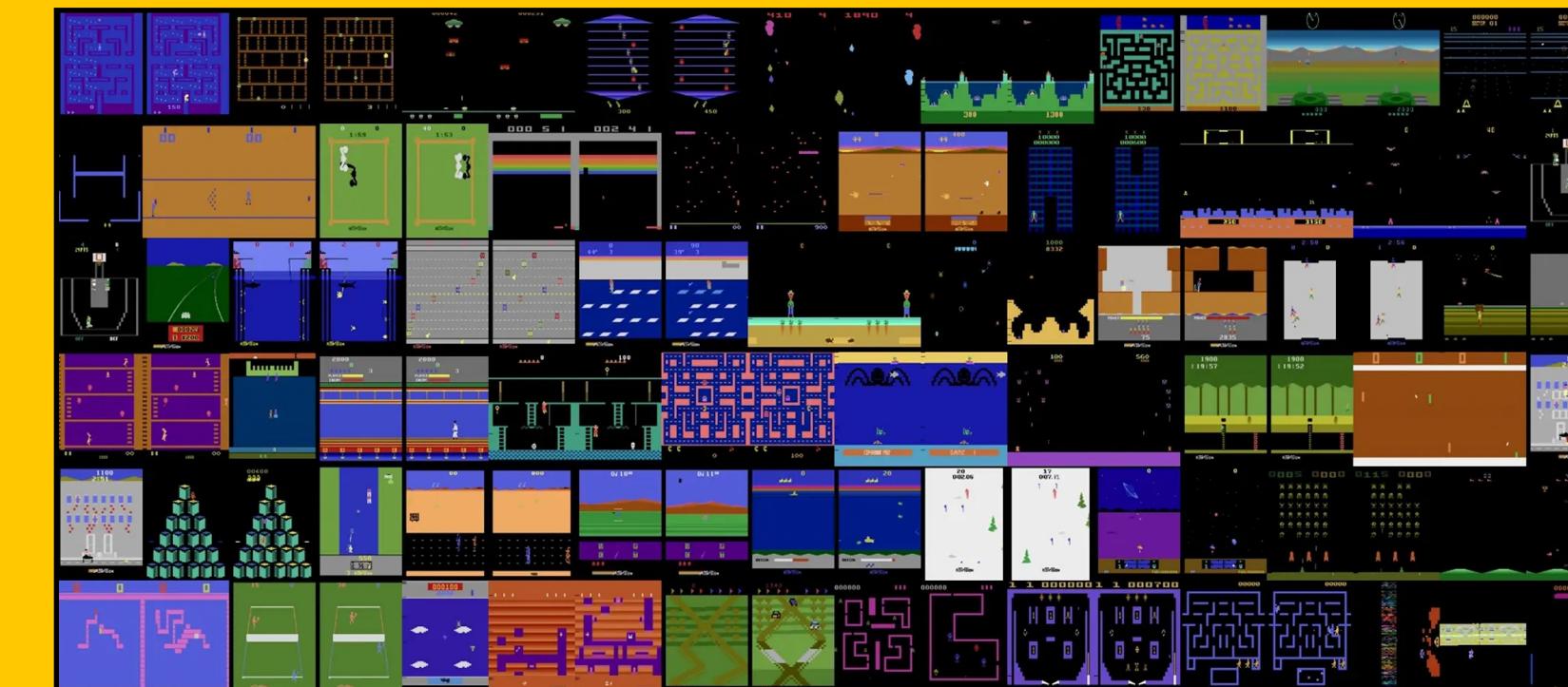
- “Spielen” (Game Playing)

Go



Quelle: Wikipedia

Alle 57 Atari Spiele



Quelle: deepmind.com

Schach



Quelle: Wikipedia

Jeopardy!



Quelle: NYTimes

AlphaGo

Agent57

DeepBlue

IBM Watson

State-of-the-Art

Beispiele

- **Maschinelles Sehen (Computer Vision)**

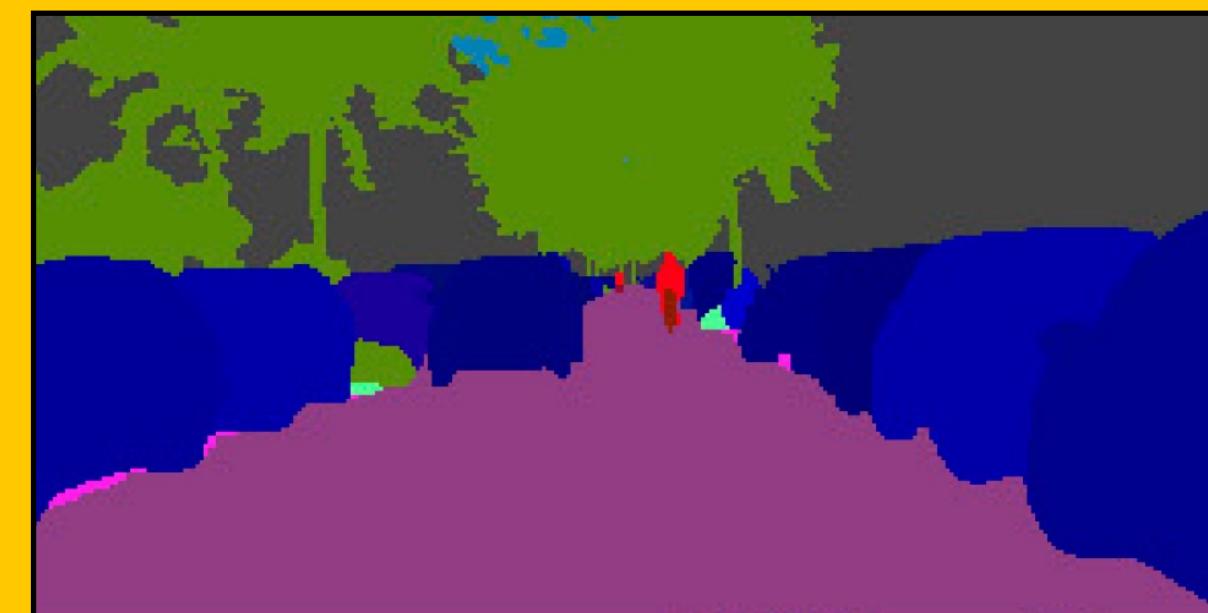
Text2Image



"A cat sweating while weightlifting in the gym"

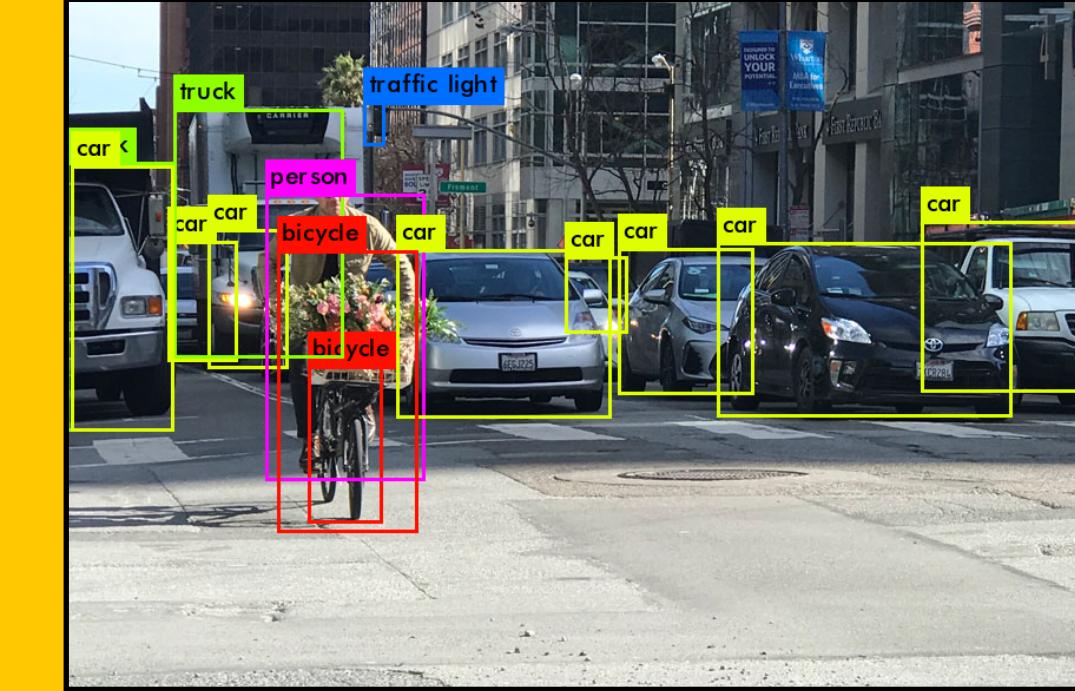
Quelle: OpenAI DALL-E

Segmentation



Quelle: Panoptic-DeepLab (Cheng et al., 2020)

Object Detection



Novel View Synthesis



Quelle: NERF

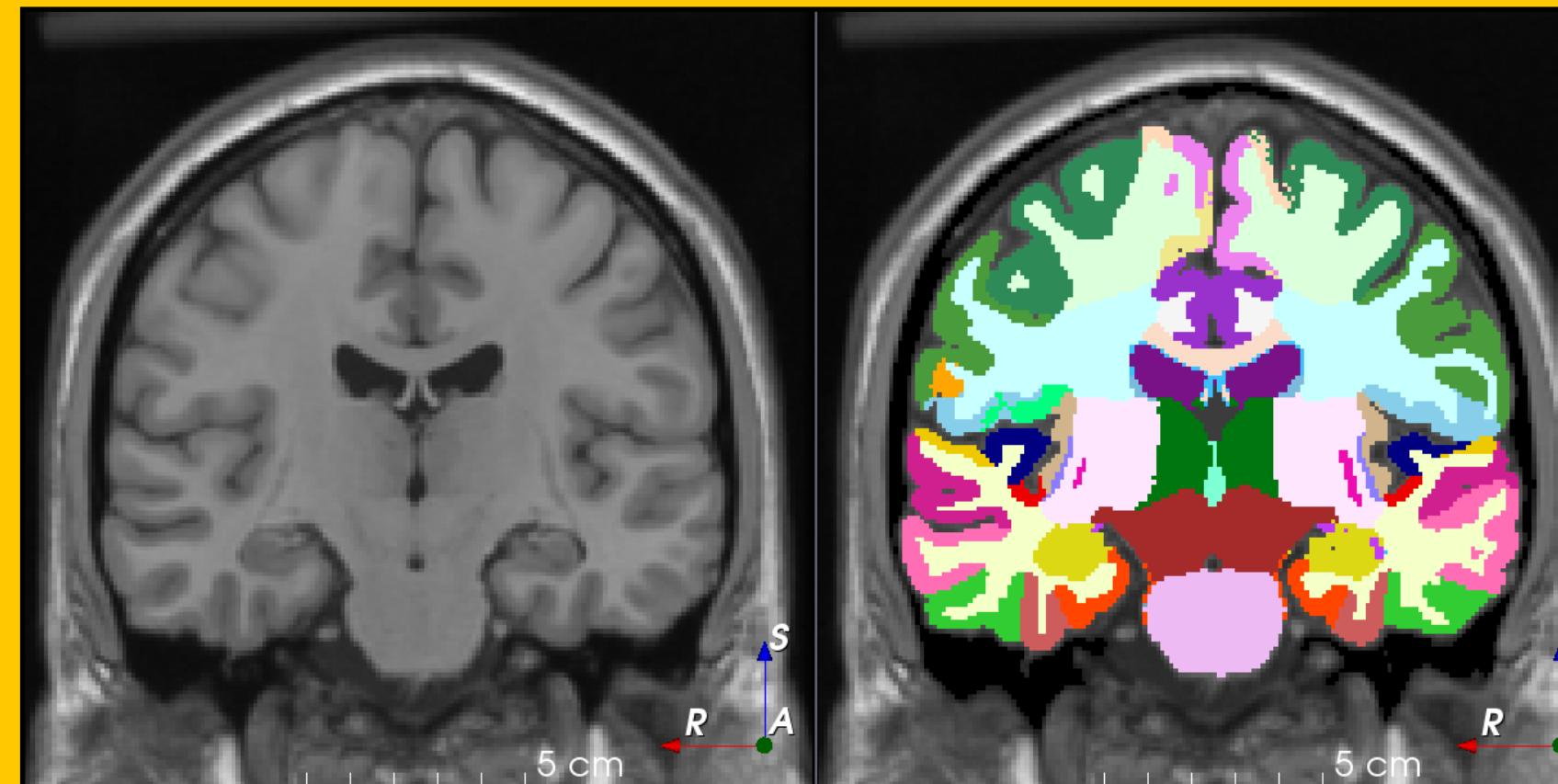
(Mildenhall et al., 2020)

State-of-the-Art

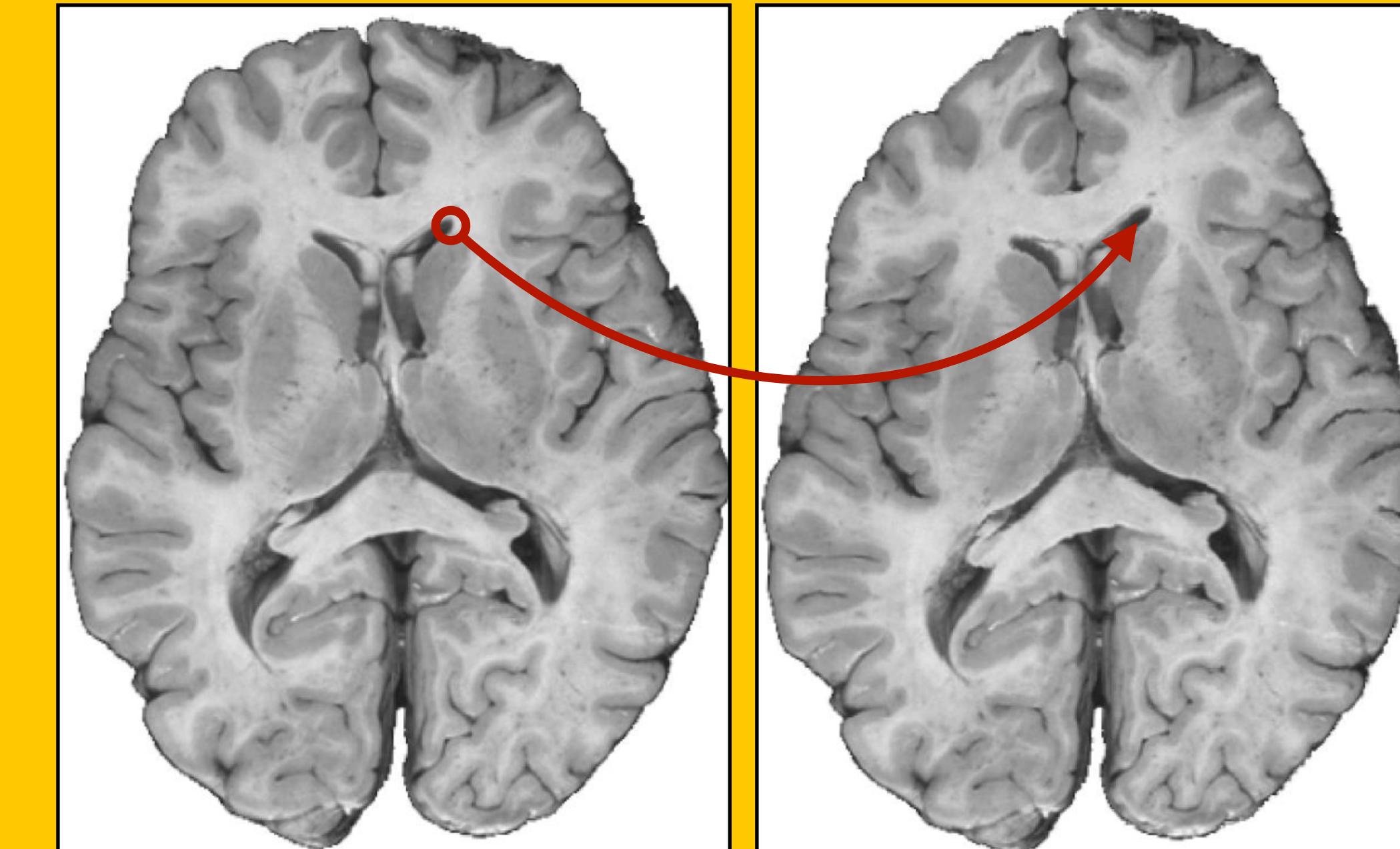
Beispiele

- **Medizinische Bildverarbeitung**

Segmentierung



Registrierung



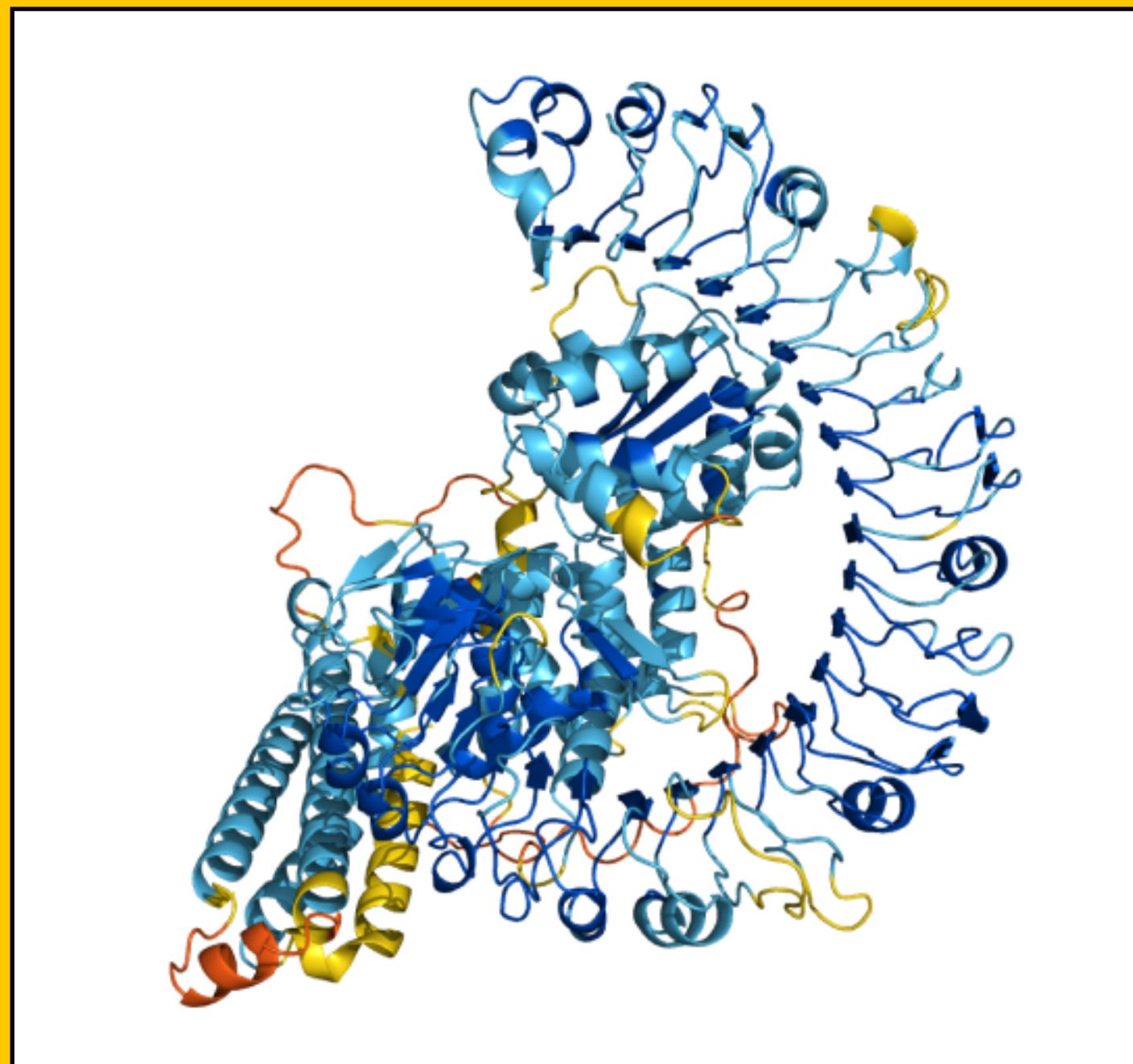
Quelle: Marc Niethammer

State-of-the-Art

Beispiele

- **Biologie**

3D Modelle von Protein Strukturen (auf Basis der Sequenz von Aminosäuren)

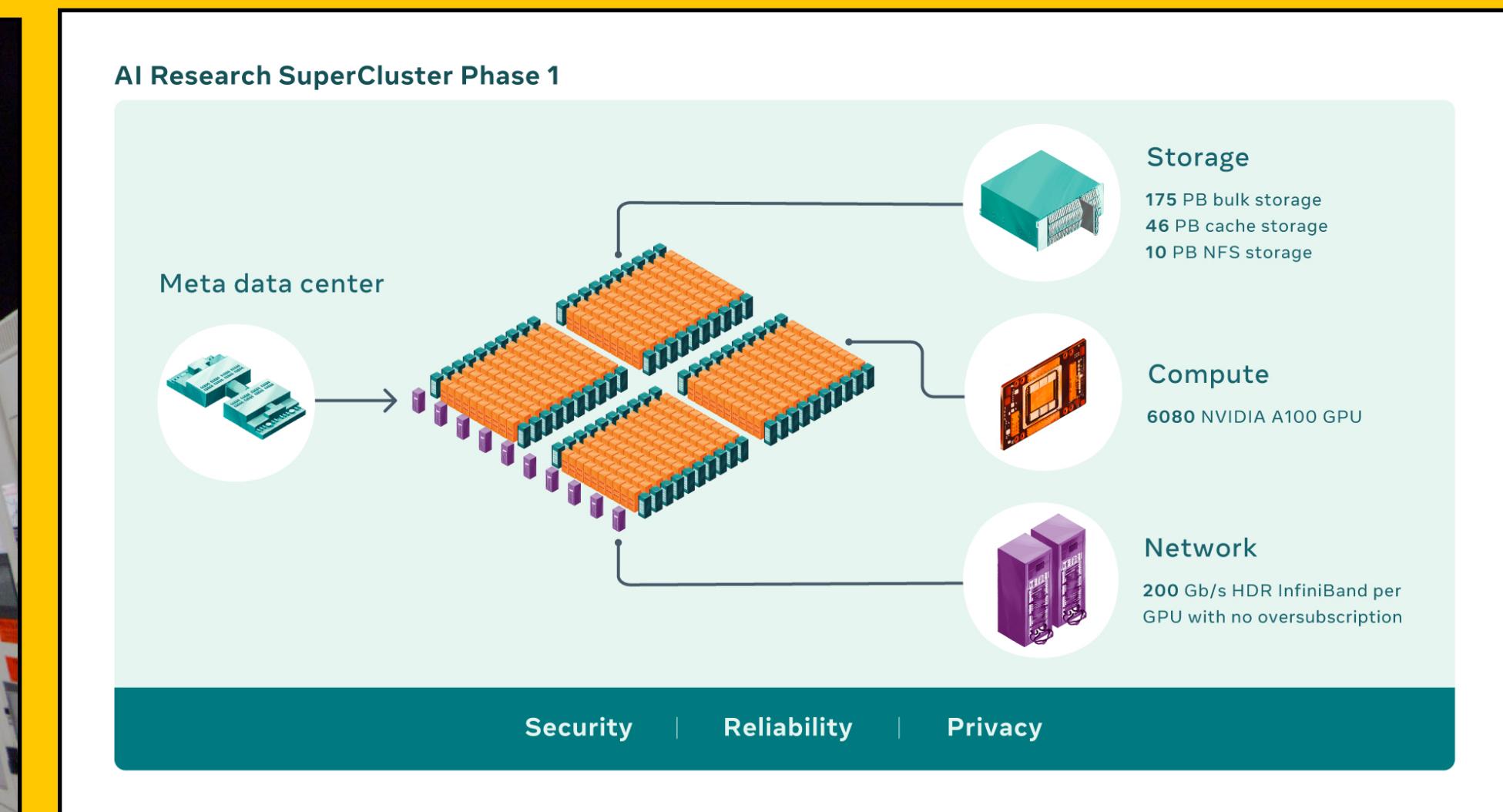
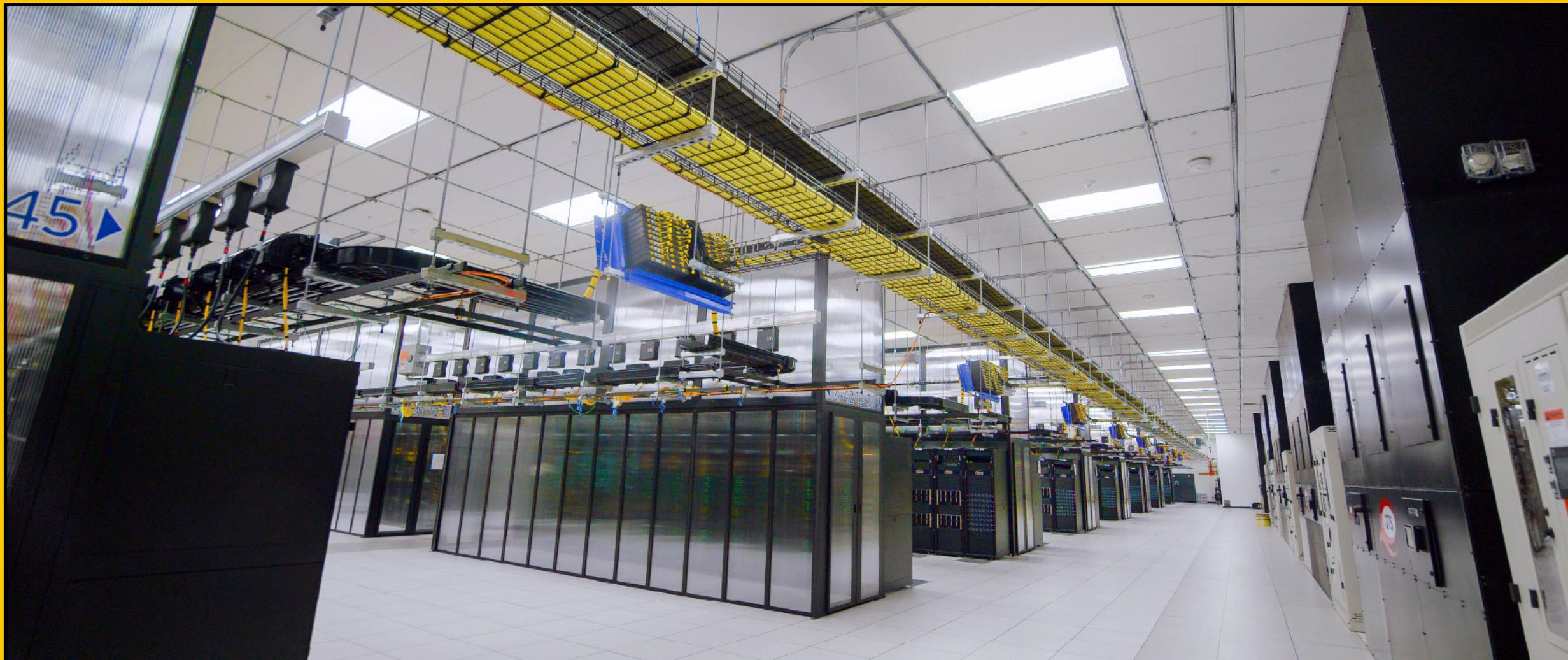


AlphaFold

State-of-the-Art

Hardware spielt eine essentielle Rolle

Meta AI **Research SuperCluster** (RSC)



Quelle: ai.facebook.com

Intelligente Agenten

Kapitel 2 ([RN](#))

Agenten & Umgebungen

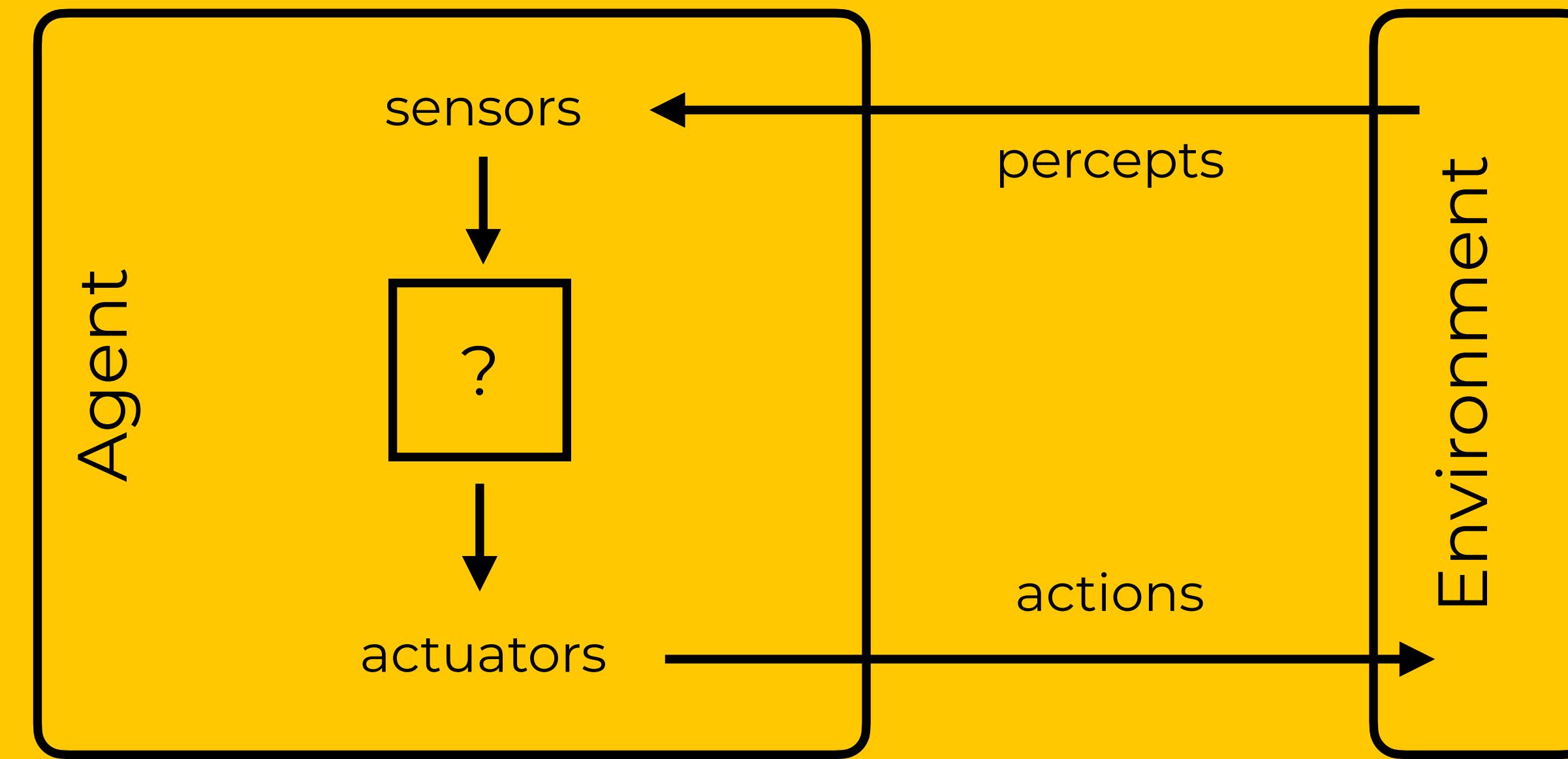
Ein **Agent** nimmt seine Umgebung (environment) über Sensoren wahr und agiert in dieser Umgebung über sogenannte **Aktuatoren**.

Beispiel: Mensch (Sensoren=Augen, Ohren, ...; Aktuatoren=Beine, Hände, ...)

Als **Wahrnehmungsobject** (percept) bezeichnet man den Inhalt, den der Agent über seine Sensoren wahrnimmt. Als eine **Sequenz von Wahrnehmungsobjekten** (percept sequence) bezeichnet man die gesamte Historie die der Agent jemals wahrgenommen hat.

Agenten & Umgebungen

Das Verhalten eines Agenten wird über die **Agentenfunktion** (agent function) beschrieben, die jede Sequenz an Wahrnehmungsobjekten in eine Aktion abbildet.



Technisch gesehen, realisiert ein **Agentenprogramm** (agent program) diese Abbildung (die man theoretisch auch tabellarisch aufschreiben könnte).

Agenten & Umgebungen

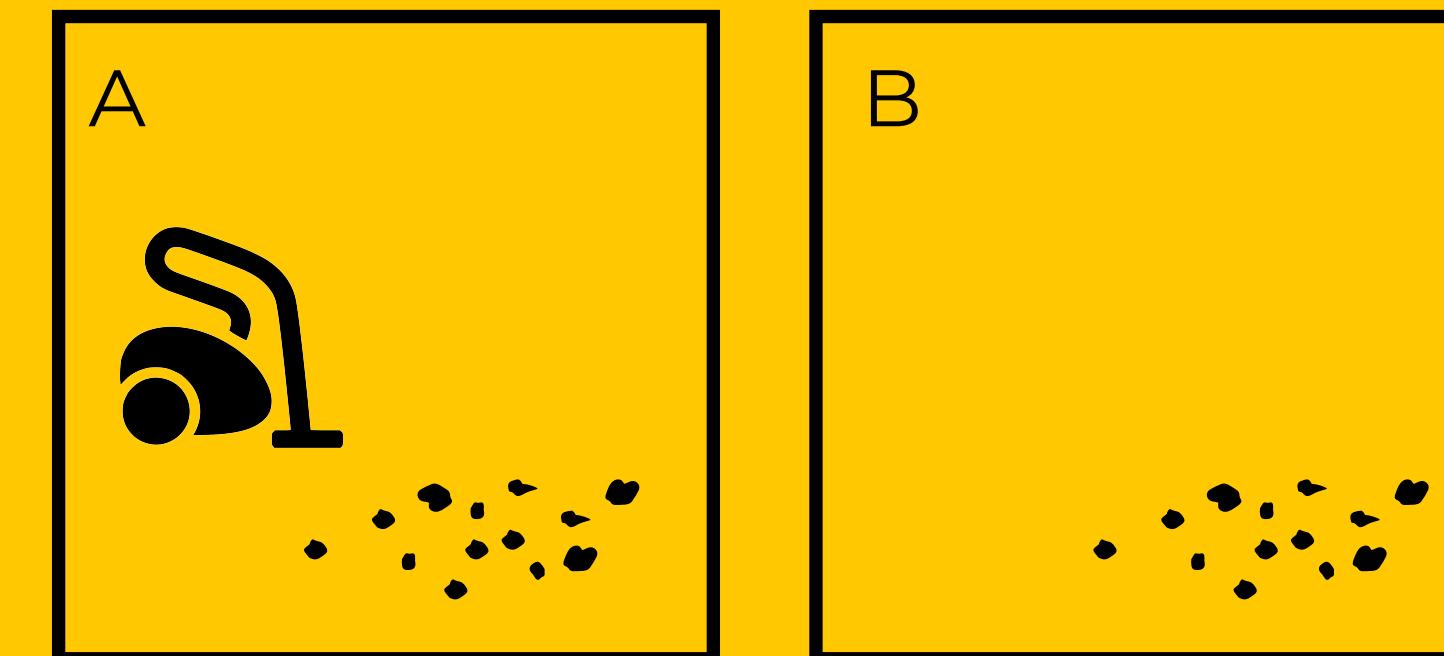
Beispiel: “Staubsauger Welt”

Die “Welt” dieses Agenten besteht aus Kacheln (im Beispiel A & B) die entweder schmutzig oder sauber sind. Der Agent nimmt wahr in welchem Quadrat er ist und ob sich darin Schmutz befindet oder nicht. Der Agent reinigt die Kachel (saugt also) wenn Schmutz vorhanden ist, und bewegt sich dann zur nächsten Kachel.

Verfügbare Aktionen:

- “bewege nach rechts”
- “bewege nach links”
- “saugen”
- “Nichts tun”

Agenten & Umgebungen



Beispiel: Umgebung mit 2 Kacheln

[A, Sauber]	bewege nach rechts
[A, Schmutzig]	saugen
[B, sauber]	bewege nach links
[B, schmutzig]	saugen
[A, sauber], [A sauber]	bewege nach rechts
[A, sauber], [A schmutzig]	saugen
...	

Ausschnitt aus der Tabelle einer einfachen Agentenfunktion für die "Staubsauger Welt"

Rationalität

Ein **rationaler Agent** handelt richtig.

Um “richtig handeln” zu quantifizieren benötigen wir ein **Performanzmaß**. Im Kontext von AI, beurteilen wir das Verhalten eines Agenten (zumeist) anhand der entstandenen Konsequenzen (consequentialism).

D.h. ein Agent generiert eine Sequenz an Aktionen als Resultat einer Sequenz von Wahrnehmungsobjekten. Dies ändert den Zustand der Umgebung. Die Frage ist nun ob der Zustand nach einer Sequenz an Aktionen wünschenswert ist. Ein Performanzmaß quantifiziert den Zustand der Umgebung (z.B. wünschenswert oder eben nicht).

Rationalität

Als allgemeine Regel kann man formulieren, dass man sich bei dem Design des Performanzmaßes daran orientieren sollte, ob das gewünschte Ziel erreicht wird und weniger daran wie man glaubt das sich der Agent verhalten sollte.

Was tatsächlich zu einem gegebenen Zeitpunkt rational ist, hängt von folgenden vier Punkten ab:

1. dem Performanzmaß, welches uns angibt ob ein Ziel erreicht wurde
2. dem Vorwissen (prior knowledge) des Agenten über die Umgebung
3. den Aktionen die ein Agent durchführen kann
4. der Sequenz an Wahrnehmungsobjekten bis zum gegebenen Zeitpunkt

Rationalität

Definition (rationaler Agent): Für jede mögliche Sequenz an Wahrnehmungsobjekten sollte ein rationaler Agent jene Aktion wählen von der zu erwarten ist das es das gewählte Performanzmaß maximiert, gegeben der Evidenz durch die Sequenz an Wahrnehmungsobjekten und des vorliegenden Wissens über die Umgebung.

Rationalität

zurück zum “Staubsauger Welt” Beispiel!

Nehmen wir folgendes an:

- das Performanzmaß vergibt, zu jedem Zeitpunkt”, **einen Punkt für eine saubere Kachel**, über eines Lebensdauer von 1000 Zeitpunkten
- wir kennen die Geometrie der Umgebung (also die Kacheln in dem Beispiel), nicht aber die Verteilung des Schmutzes oder die Startposition des Staubsaugers
- Saubere Kachel bleiben sauber
- “saugen” reinigt die aktuelle Kachel
- die einzigen Aktionen sind “saugen”, “bewege nach rechts / links”
- Der Agent nimmt seine Position wahr und ob Schmutz vorhanden ist od. nicht

Rationalität

Der Staubsauger Agent handelt also **rational**.

Sind alle Kachel sauber, würde der Agent jedoch zwischen den Kacheln hin und her oszillieren. Unter einem anderen Performanzmaß (beispielsweise bei Vergabe von “Minus” Punkten bei jeder Bewegung), würde er jedoch recht schlecht abschneiden.

Rationalität ist jedoch nicht gleich Perfektion. Ein rationaler Agent maximiert den erwarteten Erfolg, ein “perfekter” Agent den tatsächliche Erfolg.