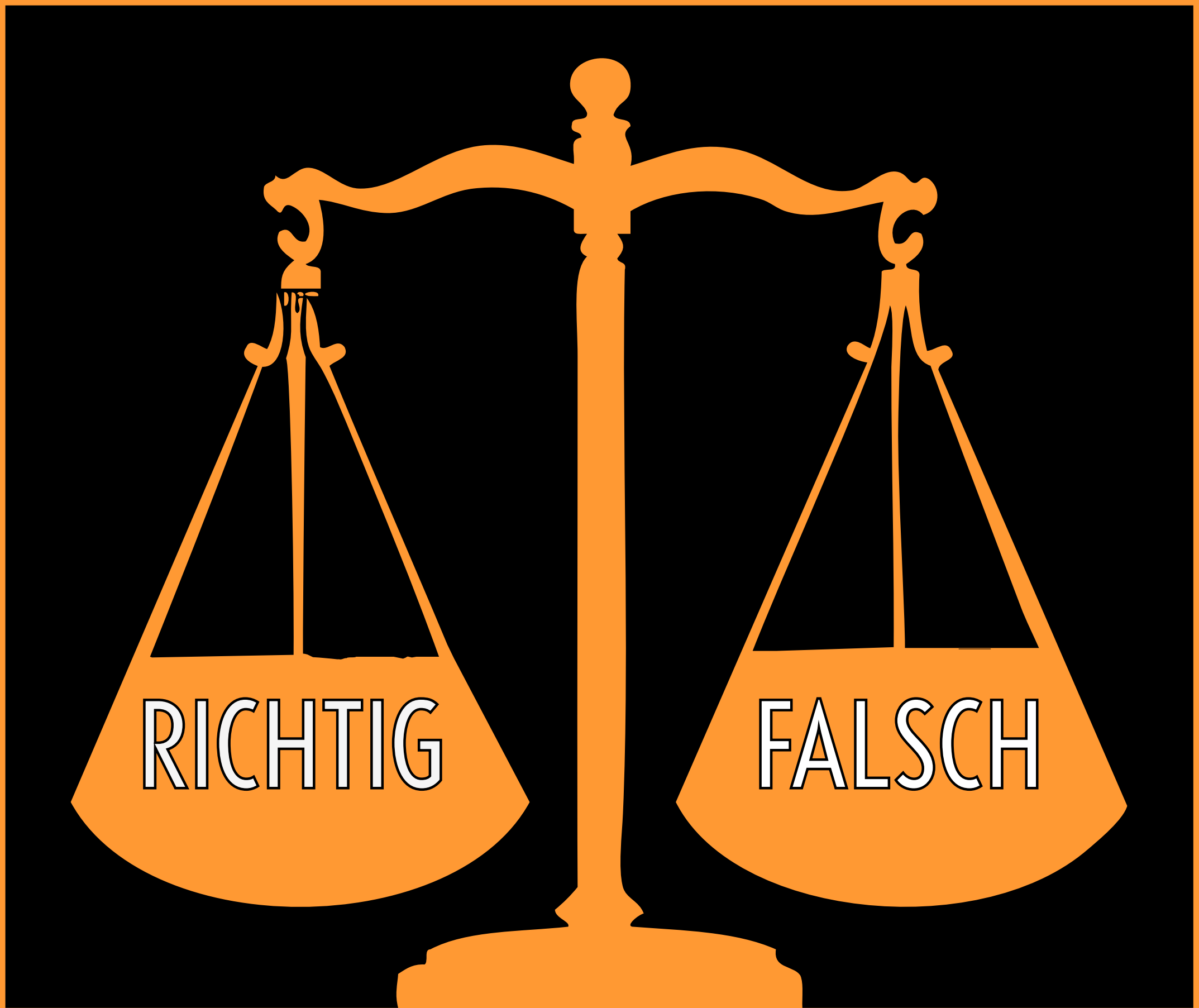


KIK14

Das Sprachrohr mit aktuellen Nachrichten aus
Welt der Künstlichen Intelligenz. Recherchiert
und geschrieben von Paulo Heitlinger

Newsletter

2. Juni
2025



Moral und KI

KIK14 News letter

In dieser Ausgabe:

Ein Lob der Wissenschaft, ein Lob der Künstlichen Intelligenz	3
KIs plaudern unter sich	4
Moral und Künstliche Intelligenz.....	6
Warum ist Recht und Gesetz wichtig für KI?	8
Die 'Moral Machine'	9
KI entziffert Keilschrift.....	11
Die Keilschrift.....	15
Eine kurze Geschichte der humanoiden Roboter.....	17
Die multifunktionale Arbeitsmaschine 'Roboter'	20
Die letzten 25 Jahre der KI-Entwicklung.....	23
Militärroboter: unbedingt gehorsam.....	27

Impressum

Die KIK-Newsletter wird von Paulo Heitlinger verlegt, geschrieben und bebildert. Diese Publikation wird in Köln produziert. Sie wird per E-Mail und über die Website www.mein-ki.de kostenlos vertrieben.

Wenn Sie diese KI-Newsletter abonnieren wollen, senden Sie eine E-Mail an info@mein-ki.de mit dem Stichwort „Abo“.

Welche Meilensteine und Durchbrüche prägten die KI-Geschichte seit 2000? In diesem Heft finden Sie eine chronologische Übersicht der wichtigsten Ereignisse und Innovationen ab 2000.

Diese KI-Newsletter richtet sich an alle Interessierten, die nützliche Informationen über KI suchen. Die hier erstellten Inhalte unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Copyright: © 2025 by Paulo Heitlinger.

Diese Newsletter ist mit Hilfe einiger KI-Chatbots getextet und mit KI-Tools bebildert worden. Diese haben mir geholfen, schneller die Übersicht zu bekommen, die Texte runder zu redigieren und klarer zu schreiben. So profitiere auch ich vom Einsatz der Künstlichen Intelligenz.

Ihr Paulo Heitlinger



Ein Lob der Wissenschaft, ein Lob der Künstlichen Intelligenz

Ein Lob der Wissenschaft, die uns das Denken lehrt. Ein Lob der KI, die von uns fordert, menschlich zu bleiben.

Möge unser Fortschritt nie Zweck an sich sein, sondern immer dem Menschen dienen.

Wissenschaft – das mutige Streben nach Wahrheit, die unermüdliche Suche nach dem „Warum“ und „Wie“.

Sie schaut über den Horizont hinaus, fragt nicht nur, was ist –sondern was sein könnte.

Sie hat Licht in das Dunkel der Unwissenheit gebracht, die Sterne vermessen, das Unsichtbare sichtbar gemacht. Sie hat uns gelehrt, zu zweifeln, zu forschen, zu denken –und nie aufzuhören zu fragen.

„Was wir wissen, ist ein Tropfen – was wir nicht wissen, ist ein Ozean.“ — Isaac Newton

Künstliche Intelligenz – ein Kind der Wissenschaft, geboren aus Algorithmen, gespeist von Daten, doch getrieben vom menschlichen Geist.

Sie erkennt Muster, wo wir nur Rauschen sehen.

Sie spricht, hört, sieht –und lernt.

Sie hilft uns, Krebszellen früher zu finden, den Klimawandel zu verstehen, Barrieren der Sprache zu überwinden.

Doch sie ist kein Zauber.

Sie ist Werkzeug – so stark, wie die Hände, die sie führen.

Sie ist Spiegel – so gerecht wie die Werte, die wir ihr mitgeben.

„KI ist keine Zukunftsmusik – sie ist Gegenwart mit Verantwortung.“

KIs plaudern unter sich

Was passiert, wenn KI-Anwendungen wie der Chatbot **ChatGPT** nicht mit Menschen reden, sondern nur miteinander? Worüber reden sie, wenn sie miteinander sind? Eine Studie zeigte: **Sie bilden eigene soziale Normen** – ohne Regeln, ohne Planung und ohne zentrale Steuerung. Ein kurzer Bericht über das grundlegende Prinzip **kollektiven KI-Verhaltens**.

Was passiert, wenn KIs soziale Konventionen entwickeln? Eine Studie der *City St. George's University of London* und der *IT University of Copenhagen* hat gezeigt, dass Gruppen von Chatbots wie **ChatGPT** spontan gemeinsame Normen entwickeln – ganz ähnlich wie Menschen in sozialen Gruppen...

Die Forscher simulierten eine Population von 24 bis 200 **LLM-Agenten**, die in Paar-Interaktionen versuchten, sich auf gemeinsame Begriffe zu einigen.

Das Naming Game

Die Aufgabe, die jeweils zwei **KI-Agenten** vorgelegt wurde: Unabhängig voneinander sollten sie denselben Namen für ein Objekt aus einer Liste wählen. Gab es Übereinstimmung, wurde dies belohnt; bei Abweichung folgte eine kleine Strafe – und die Wahl des Gegenübers wurde angezeigt.

Kein KI-Agent wusste, dass er Teil einer größeren Population war. Und dennoch entstand über viele Runden hinweg ein **Konsens**. Die KI-Agenten begannen, sich auf dieselben Begriffe zu einigen – aber nicht aufgrund zentraler Regeln, sondern durch lokale Interaktionen.

Das Experiment wurde mit vier verschiedenen Chatbots durchgeführt – darunter *Claude 3.5*

Von der KI zur KI-Gesellschaft

KI kann in Gruppen eigene soziale Normen und Konventionen entwickeln – ganz ohne menschliche Vorgaben oder zentrale Steuerung. Das zeigen aktuelle Studien, die mit großen Sprachmodellen wie **ChatGPT**, **Claude** oder **Llama** durchgeführt wurden.

Die Studien zeigten: Künstliche Intelligenz agiert nicht nur als Werkzeug, sondern auch als **soziales System**. Was ein einzelnes Modell nicht leisten kann, entsteht durch Interaktion in der Gruppe.

Diese Erkenntnis fordert auch die KI-Sicherheitsforschung heraus. Bisher lag der Fokus auf der Prüfung einzelner KI-Modelle und ihrer Trainingsdaten. Künftig müssen auch kollektive Dynamiken und emergente Effekte berücksichtigt werden!

Sonnet vom Unternehmen *Anthropic*, sowie mehrere Varianten von Meta's *Llama-3*. Die Konvergenz auf gemeinsame Begriffe trat in allen Fällen auf.

Laut den Forschern deutet diese Robustheit darauf hin, dass es sich nicht um einen Einzelfall handelt, sondern um ein grundlegendes Prinzip: **KI-Systeme, die wiederholt miteinander kommunizieren, entwickeln spontan und gemeinsam Konventionen**.

Andrea Baronchelli: „Wie bei der Entstehung des Begriffs Spam“

Der italienische Forscher Professor **Andrea Baronchelli** von der *City St. George's in London* vergleicht das Phänomen mit der **Evolution der menschlichen Sprache**. Niemand hat den Begriff

„Spam“ eingeführt, er hat sich durch Wiederholung verbreitet – so wie auch die KI-Agenten in der Simulation eine sprachliche Norm entwickelten.

Die Gruppen entwickelten auch Verzerrungen – sogenannte *Biases*. Diese entstanden nicht durch die Programmierung einzelner Modelle, sondern allein durch die Dynamik ihrer Interaktionen.

Das Team beobachtete, wie bestimmte Begriffe bevorzugt wurden, obwohl alle Optionen anfangs gleichwertig waren. Diese Präferenzen verfestigten sich durch Feedback-Schleifen – ein Effekt, der an Echokammern in sozialen Netzwerken erinnert.

Minderheiten kippen Normen

In einem weiteren Experiment konnten kleine, abweichende Untergruppen die gesamte Population zu einer neuen Konvention bewegen – sobald sie eine kritische Masse erreichten. Dieser Punkt liegt meist zwischen 10% und 40% der Gruppe.

Laut der Studie kann das sowohl als Steuerungsinstrument genutzt als auch missbraucht werden – etwa durch gezielte Einführung adversarischer Agenten. Damit wird kollektives KI-Verhalten manipulierbar.

Wird das Soziale nun zur Technikfrage?

Wenn KI-Systeme sich selbst organisieren, eine „gemeinsame Sprache“ entwickeln und eigene Normen übernehmen, entstehen gleich neue Fragen: Wer kontrolliert, was hier zur Konvention wird? Wie lassen sich unerwünschte Entwicklungen früh erkennen und verhindern?

Die Forschenden sehen darin sowohl ein Risiko als auch eine Chance. Laut Professor **Andrea Baronchelli** eröffnet sich ein neues Forschungsfeld: **das soziale Verhalten künstlicher Systeme**.

„Zu verstehen, wie sie operieren, ist der Schlüssel, um unsere Koexistenz mit KI zu lenken, anstatt ihr unterworfen zu sein“, so der Forscher laut der britischen Zeitung *Guardian*.

Die Untersuchung wurde veröffentlicht im Fachjournal *Science Advances*. Weitere Informationen liefert die Originalstudie in [Science Advances](#).

Moral und Künstliche Intelligenz

Warum ist Moral für KI wichtig?

Künstliche Intelligenz wird zunehmend in Entscheidungsprozesse eingebunden, die moralische Implikationen haben.

Beispiele sind autonome Fahrzeuge, medizinische Diagnosen und, im Kreditwesen, Entscheidungen über Kredite.

Daher ist es entscheidend, dass KI-Systeme nicht nur funktional, sondern auch moralisch verantwortungsvoll agieren – oder zumindest keinen Schaden verursachen...

Moral und Künstliche Intelligenz sind eng verbunden. KI braucht ethische Leitlinien, Transparenz und menschliche Kontrolle.

Technologie alleine löst keine ethischen Probleme – sie schafft eher neue, für die wir als Kollektiv, als Gesellschaft Verantwortung übernehmen müssen.

Drei unterschiedliche Dimensionen von Moral in der KI

- **Die technische Perspektive:** KI kann moralisches Verhalten simulieren, versteht aber keine Moral. KI kann mit moralischen Regeln programmiert werden (z. B. durch ethische Richtlinien oder logische Regeln wie in der Robotergesetzgebung nach Isaac Asimov). Doch Maschinen verstehen keine Moral, sie befolgen Algorithmen – und diese können unvollständig oder verzerrt sein, oder missbraucht werden.
- **Die philosophische Perspektive:** KI ist kein moralisches Subjekt – die Verantwortung liegt immer beim Menschen. Kann KI überhaupt moralisch sein? Ist Moral ein exklusiv menschliches Konzept? Kant, Aristoteles oder die Utilitaristen würden unterschiedliche Antworten liefern.



Was ist eigentlich "Moral"?

Moral ist das System von Werten, Normen und Regeln, welches bestimmt, was in einer Gesellschaft oder Gemeinschaft als „richtig“ oder „falsch“, als „gut“ oder „schlecht“ angesehen wird.

Ein anschauliches Beispiel für einen Moral-Codex sind die **Zehn Gebote**, die für Anhänger der jüdischen und der christlichen Religion gelten. Diese Gebote bilden einen zentralen Bestandteil des jüdischen und christlichen Glaubens.

Einfach erklärt:

Moral beantwortet Fragen wie:

- Darf ich lügen, um jemanden zu schützen?
- Soll ich helfen, auch wenn es mich etwas kostet?
- Ist es richtig, sich selbst zu retten, wenn andere dabei sterben könnten?

Moral hilft uns, Entscheidungen zu treffen, die über bloße Gesetze oder persönliche Interessen hinausgehen.

Eine gängige Meinung: KI kann kein moralisches Subjekt sein, sondern ist ein **Werkzeug**. Die Verantwortung für die Benutzung dieses Werkzeuges liegt immer beim Menschen (Programmierer, Betreiber, Gesetzgeber).

- **Die soziale Perspektive: Auswirkungen auf Gerechtigkeit und Gleichheit.**

KI kann Ungerechtigkeiten verstärken – deshalb brauchen wir KI mit Fairness und Inklusion. KI-Systeme reproduzieren oft bestehende Diskriminierungen (z. B. durch *biased* Trainingsdaten). Beispiel: Gesichtserkennung funktioniert bei weißen Männern oft besser als bei People of Color.

Konkrete ethische Problemfelder

- **Autonome Fahrzeuge: Wie entscheidet ein KI-System in Gefahrensituationen?**
Dilemma-Entscheidungen („Trolley-Problem“): Wie soll ein Auto bei einem unvermeidbaren Unfall entscheiden?
Wer trägt die Verantwortung bei einem Unfall – Hersteller, Programmierer oder der Halter?
- **Medizin:** Diagnostik durch KI kann Leben retten – aber wer haftet bei einem Fehler von KI-Diagnosen?
- **Waffen und Überwachung:** Dürfen militärische Roboter und Maschinen über Leben und Tod entscheiden? Autonome Waffensysteme („Killerroboter“) werfen tiefgreifende moralische Fragen auf. Der Einsatz von KI zur Personen-Überwachung in der VR China führt zu Debatten über Menschenrechte.

Lösungsansätze und ethische Leitlinien

a) Ethics by Design: Ethische Prinzipien von Anfang an einbauen.

b) Internationale Richtlinien: z.B. die EU-Leitlinien für vertrauenswürdige KI:

digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence

c) Transparenz & Rechenschaft: Entscheidungen müssen nachvollziehbar bleiben (Explainable AI).

Der Unterschied zur Ethik:

Der Begriff und dessen Bedeutung:

Moral: Die Überzeugungen, Werte und Regeln einer Person oder einer Gesellschaft.

Ethik: Ethik ist die wissenschaftliche/reflektierende Beschäftigung mit der Moral.

Beispiele:

Wenn Du denkst, dass Stehlen falsch ist, ist das deine persönliche Moral.

Wenn Du darüber nachdenkst, warum es falsch ist (und ob es Ausnahmen geben darf), betreibst Du Ethik.

Moral: Ursprung & Entwicklung

Moral ist nicht weltweit einheitlich; sie ist kulturell geprägt: Was in einer Gesellschaft als moralisch gilt, kann in einer anderen als unmoralisch gelten.

Moral entwickelt sich über Zeit – z. B. durch Religionen, Philosophien, Bildung, soziale Erfahrungen. Beispiele für moralische Prinzipien:

- Nicht töten
- Ehrlich sein
- Anderen helfen
- Gleichheit und Gerechtigkeit achten

Warum ist Moral wichtig für KI?

Wenn künstliche Intelligenz Entscheidungen trifft (z. B. im Straßenverkehr, in der Medizin oder Justiz), muss sie manchmal moralische Abwägungen treffen.

Beispiel: Wen soll ein selbstfahrendes Auto im Notfall retten?

Maschinen brauchen deshalb ein „moralisches Grundgerüst“ – aber das ist sehr schwer zu definieren, weil Moral nicht objektiv oder einheitlich ist.

Warum ist Recht und Gesetz wichtig für KI?

Rechtsprechung ist wichtig für Künstliche Intelligenz, weil KI-Systeme in relevanten Bereichen eingesetzt werden – von der Medizin bis zur Justiz. Damit diese Systeme fair, transparent und verantwortungsvoll funktionieren, braucht es klare rechtliche Rahmenbedingungen.

Warum eine Rechtsprechung für KI unerlässlich ist:

1. Schutz der Grundrechte

Künstliche Intelligenz kann Entscheidungen über Menschen treffen – z. B. über Bewerbungen, Kredite oder das Strafmaß.

→ Ohne klare Gesetze könnten Diskriminierung, Ungleichbehandlung oder Verletzungen der Privatsphäre entstehen.

2. Verantwortung klären

Wer haftet, wenn eine Künstliche Intelligenz einen Fehler macht?

Der Hersteller? Die Nutzer? Der Programmierer?

→ Die Rechtsprechung muss Verantwortlichkeiten regeln, z. B. bei Unfällen mit autonomen Fahrzeugen.

3. Transparenz & Nachvollziehbarkeit erzwingen

Viele Künstliche Intelligenz-Systeme – besonders **Deep Learning** – gelten als Black Boxes.

→ Das Recht kann vorschreiben, dass Künstliche Intelligenz-Entscheidungen erklärbar und überprüfbar sein müssen (z. B. durch das EU-Recht auf „Erklärung automatisierter Entscheidungen“).

4. Standards und Kontrollen setzen

Gesetzliche Regelungen sorgen für:

- Technische Mindeststandards.
- Prüf- und Zertifizierungsverfahren.
- Aufsicht durch nationale oder internationale unabhängige Stellen.

5. Vertrauen stärken

Menschen akzeptieren Künstliche Intelligenz nur, wenn sie wissen: „Diese Systeme handeln nicht willkürlich – sie unterliegen Gesetzen und einer Rechtsprechung.“

Beispiel: Gesichtserkennung

In einigen Ländern ist der Einsatz staatlicher Gesichtserkennung im öffentlichen Raum verboten. In anderen, wie zum Beispiel in China, wird sie eingesetzt – auch ohne Einwilligung der Betroffenen. Die Rechtsprechung entscheidet, wie weit Künstliche Intelligenz gehen darf – und wo demokratische Grundrechte Vorrang haben.

Internationale Herausforderung

Künstliche Intelligenz kennt keine Ländergrenzen – das Recht aber schon.

→ Es braucht:

- Internationale Abkommen
- Ethik-Leitlinien
- Einheitliche Standards, z. B. auf EU-Ebene (Stichwort: AI Act)

Fazit

„Wo KI Macht hat, braucht es Recht zur Kontrolle.“ Rechtsprechung ist für KI keine Bremse, sondern eine notwendige Leitplanke – damit KI nützlich, gerecht und menschenwürdig bleibt.

Die 'Moral Machine'

Ein KI-Ethik-Experiment des MIT



Was ist die Moral Machine?

Die **Moral Machine** war ein Online-Experiment des US-amerikanischen MIT (Massachusetts Institute of Technology).

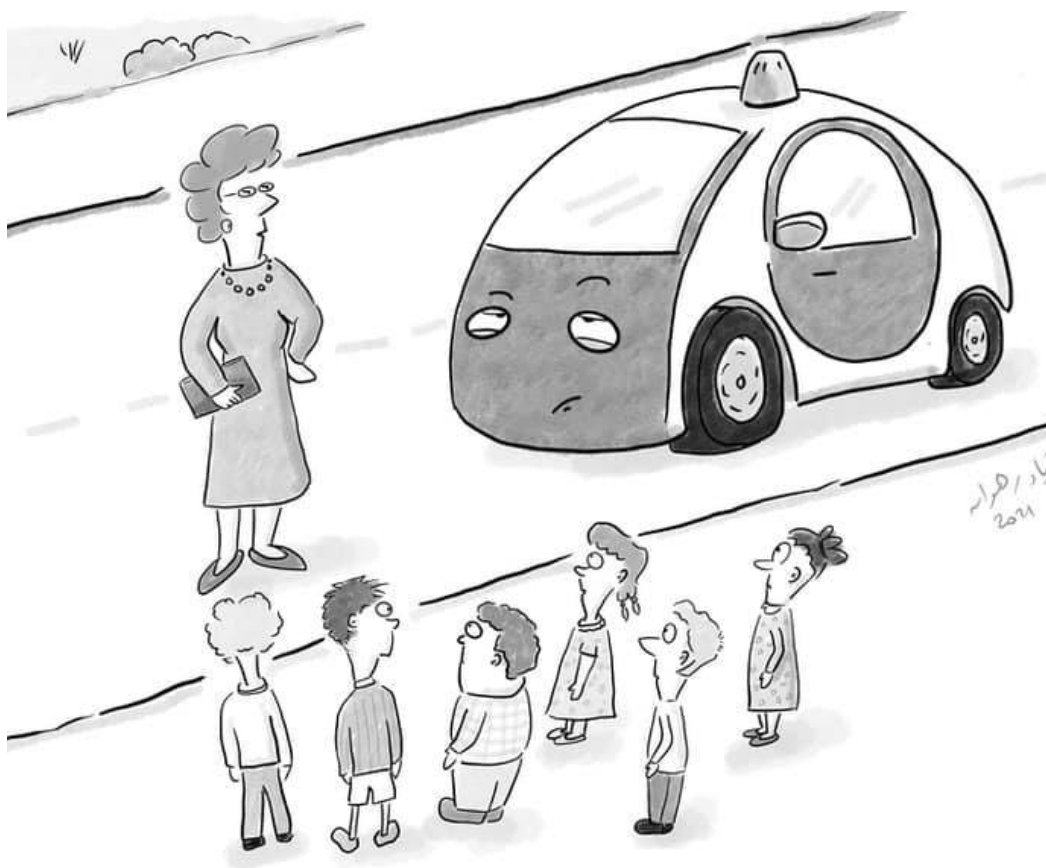
Ziel des Projekts war zu untersuchen, wie Menschen moralische Entscheidungen in Dilemmasituationen treffen, insbesondere im Kontext **autonomer Fahrzeuge**.

Die Teilnehmer mussten entscheiden, wen ein selbstfahrendes Auto im Falle eines unvermeidbaren Unfalls retten oder opfern sollte.

Die Situation: Ein autonomes Fahrzeug hat eine Bremsstörung und steht vor zwei Möglichkeiten:

- Es überfährt zwei Fußgänger, die bei Rot die Straße überqueren.
- Es fährt gegen eine Wand und tötet die eigenen Passagiere.

Was würdest Du tun? Solche Szenarien zeigen, welche Werte (z. B. Gesetzestreue, Alter, Anzahl der Leben) Menschen intuitiv priorisieren.



Mit der rasanten Entwicklung von KI sind Bedenken darüber entstanden, wie Maschinen (Computer, Roboter) moralische Entscheidungen treffen. Die große Herausforderung war gesellschaftliche Erwartungen an die ethischen Prinzipien zu quantifizieren, die das Maschinenverhalten leiten sollten.

Um dieser Herausforderung anzugehen, setzte das **MIT** die Moral Machine ein, eine Online-Experimentalplattform. Diese "Moral Machine" wurde entwickelt um die moralischen Dilemmata zu erkunden, mit denen autonome Fahrzeuge konfrontiert sind.

Diese Plattform sammelte 40 Millionen Entscheidungen in zehn Sprachen von Millionen von Menschen in 233 Ländern und Gebieten.

Hier die Ergebnisse dieses Experiments:

- Erstens fassen wir globale moralische Präferenzen zusammen.
- Zweitens dokumentieren wir individuelle Präferenzschwankungen, basierend auf der Demografie der Befragten.
- Drittens berichten wir über interkulturelle ethische Unterschiede und entdecken drei große Gruppen von Ländern.
- Viertens zeigen wir, dass diese Unterschiede mit modernen Institutionen und tiefen kulturellen Merkmalen korrelieren. Wir diskutieren, wie diese Präferenzen zur Entwicklung globaler, gesellschaftlich akzeptabler Prinzipien für die Maschinenethik beitragen können.

Weltweite Ergebnisse

Über 2 Millionen Menschen aus mehr als 200 Ländern nahmen teil. Einige Erkenntnisse:

- Westliche Länder bevorzugten häufiger das Leben jüngerer Personen.
- In ostasiatischen Ländern wurde häufiger die Gruppe mit den meisten Leben gerettet.
- Auch Geschlecht, sozialer Status, sportliches Aussehen oder Gesetzestreue beeinflussten Entscheidungen.

Warum ist das wichtig?

Wenn autonome Systeme wie selbstfahrende Autos moralische Entscheidungen treffen müssen, ist es entscheidend zu wissen:

- Wie sollen sie entscheiden?
- Nach welchen ethischen Prinzipien?
- Wer legt diese Prinzipien fest?

Die Moral Machine zeigte: Moral ist nicht universell, sondern kulturell geprägt – und das macht die Programmierung von „ethischer KI“ enorm komplex.

Weiterführende Links

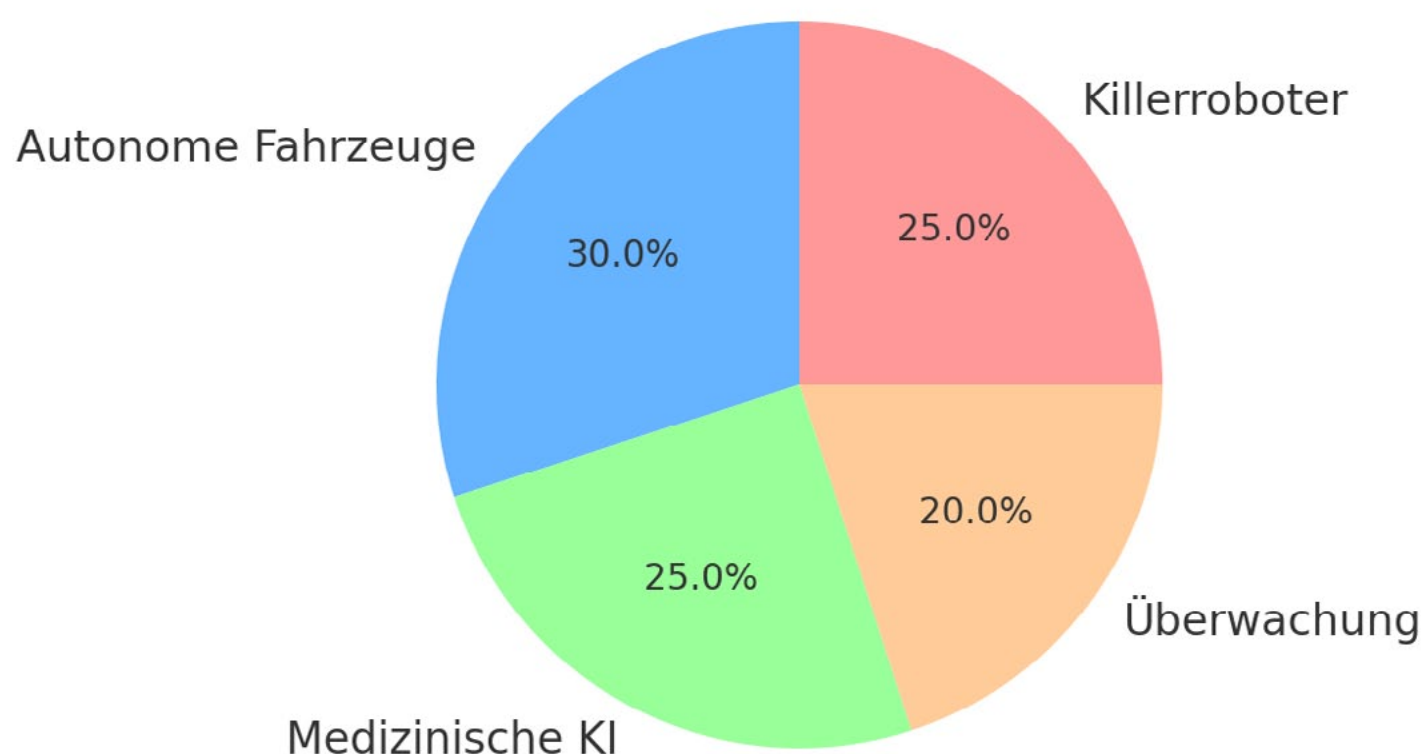
Online: <https://www.moralmachine.net>

Veröffentlichung in *Nature*, 2018: <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6>

Forschung zu Moral Machines vom MIT: <https://www.moralmachine.net/>

Auch wenn Maschinen moralische Regeln simulieren können, bleibt offen, ob sie jemals wirklich Moral 'verstehen'.

Ethische Problemfelder der KI



KI entziffert Keilschrift

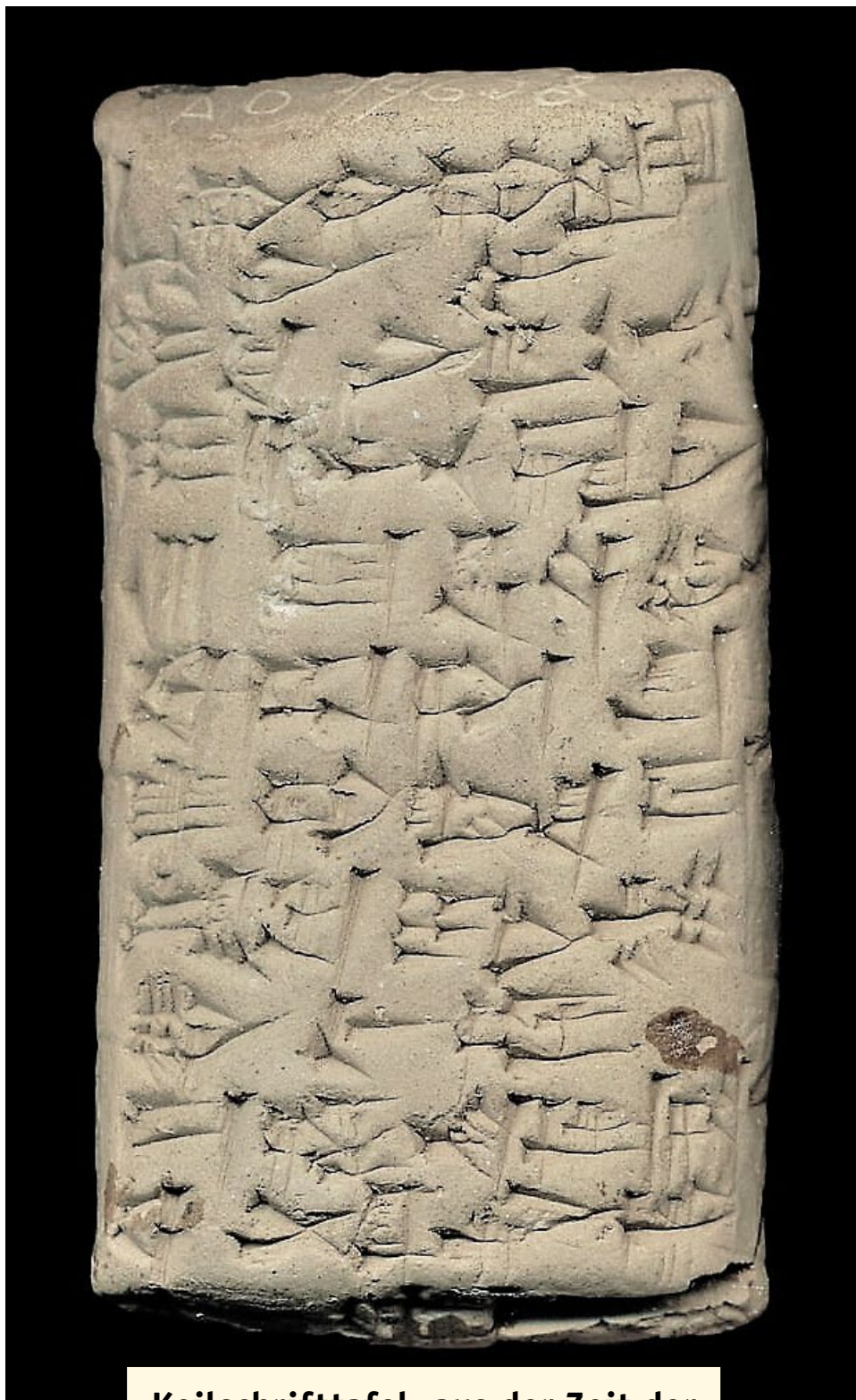


Beispiel für ein Dokument, geschrieben mit Keilschrift: Schreiben des Enna-Dagan, König von Mari, an den König von Ebla. Über 600.000 Keilschriftfragmente sind bekannt, und ständig gibt der Wüstensand weitere Tontafeln frei...

Ja, Künstliche Intelligenz kann heute Keilschrift entziffern und hat in den letzten Jahren große Fortschritte bei der automatischen Erkennung und Übersetzung dieser alten Schriftform erzielt.

Vor 5.000 Jahren, zwischen Euphrat und Tigris, haben Menschen begonnen zu schreiben. Mit einem Griffel haben sie auf feuchte Tontafeln Keile gedrückt... So entstand die **Keilschrift**. Da Ton viel haltbarer als Papier ist, haben eine erstaunliche Anzahl von beschriebenen Tontafeln mehrere Jahrtausende überdauert. Nun, wie





Keilschrifttafel, aus der Zeit der 1. Dynastie aus Babylon.

liest man die Botschaften, die auf Ton mit **Keilschrift** verewigt wurden?

Heute, mit KI kann die maschinelle Übersetzung einer Keilschrifttafel in Sekunden bis Minuten erfolgen, während eine vollständige, geprüfte und kontextuell korrekte Übersetzung – insbesondere bei schwierigen oder beschädigten Tafeln – weiterhin die Nacharbeit durch Fachleute erfordert und entsprechend länger dauern kann.

Forscherteams, unter anderem von der **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg** und der **Hochschule Mainz**, haben KI-Modelle entwickelt, die mithilfe von 3D-Scans von Keilschrifttafeln trainiert wurden.

Wie genau ist das KI-System bei der Übersetzung von Keilschrifttafeln?

Die Genauigkeit von KI-Systemen hängt von der verwendeten Technologie, der Qualität der Daten und der Komplexität der jeweiligen Keilschrift.

Moderne KI-Modelle, die mit *3D-Scans* statt mit Fotos trainiert wurden, erkennen die einzelnen Keilschriftzeichen sehr zuverlässig. Selbst bei Fotografien (ein schlechteres Ausgangsmaterial) erzielt die KI eine überdurchschnittliche Trefferquote.

Übersetzungsgenauigkeit: Ein gutes Beispiel ist das Projekt *DeepScribe*, von der University of Chicago, welches bei **elamitischer Keilschrift** eine Übersetzungsgenauigkeit von rund 80 Prozent erreicht hat (**Persepolis Fortification Archive**).

Diese Quote reicht aus, um die Analyse und Bearbeitung einfacher Standardtexte deutlich zu beschleunigen. Komplexere oder fragmentierte Texte erfordern jedoch weiterhin menschliche Expertise.

Die KI arbeitet besonders präzise bei kleineren Keilschrifttafeln. Schwächen zeigen sich vor allem an den Rändern größerer Textblöcke und bei stark fragmentierten oder beschädigten Tafeln.

Die Mehrdeutigkeit vieler Zeichen und die Vielzahl der Keilschriftsprachen (bis zu 40!) stellen zusätzliche Herausforderungen dar.

Die neuen KI-Systeme sind präziser als frühere Ansätze, die meist nur auf Fotos basierten. Die Kombination aus 3D-Scans und zusätzlichen linguistischen Informationen ermöglicht eine deutlich verbesserte Erkennung und Übersetzung.

Bisher beherrschen die besten KI-Prototypen die zuverlässige Übersetzung von zwei Keilschriftsprachen, sind aber prinzipiell auf weitere Sprachen erweiterbar.



Der Konus von Urukagina (Persien) ist mit Keilschrift beschrieben. Einer der anmutigsten Beispiele für diese alte Schreibkunst. Foto: Musée du Louvre.

Diese Systeme arbeiten in zwei Schritten:

- Zunächst erkennen sie die einzelnen Keilschriftzeichen und trennen sie voneinander,
- anschließend analysieren sie die Zeichen und übersetzen sie in lesbaren Text.

Der Ansatz ähnelt modernen OCR-Verfahren (Optical Character Recognition), ist aber speziell auf die Herausforderungen der Keilschrift angepasst, etwa die Erkennung von Zeichen auf stark verwitterten oder fragmentierten Tontafeln.

Die KI kann dabei nicht nur Zeichen identifizieren, sondern auch Fragmente von Tafeln zusammenführen und Übersetzungen für verschiedene Keilschriftsprachen liefern.

Besonders erfolgreich ist die Methode bei kleineren Tafeln und bei der Entzifferung von zwei der insgesamt zwölf bekannten Keilschriftsprachen. Das System lässt sich jedoch auf weitere Sprachen ausbauen.

Dank dieser Technologie können heute hunderttausende fragmentierte Keilschrifttafeln schneller und zuverlässiger entziffert und zusammengefügt werden. Das eröffnet der Forschung neue Möglichkeiten, Texte aus dem Alltag, der Verwaltung, Literatur und Wissenschaft der Hochkulturen Mesopotamiens zugänglich zu machen. Die KI-Technologie ist damit ein Meilenstein für die Altorientalistik und die Erforschung der Menschheitsgeschichte.

Wie lange dauert es, eine Keilschrifttafel vollständig zu übersetzen?

Die Dauer, um eine Keilschrifttafel vollständig zu übersetzen, hängt von der Methode ab. Traditionelle Übersetzung durch Experten: Früher konnte die Entzifferung und Übersetzung einer einzelnen Keilschrifttafel Wochen, Monate oder sogar Jahre dauern, insbesondere bei fragmentierten oder beschädigten Tafeln.

Die Arbeit erforderte umfassende Sprachkenntnisse, Erfahrung mit den verschiedenen Keilschriftsprachen und ein tiefes Verständnis des historischen Kontexts.

Dank aktueller KI-Modelle kann der Übersetzungsvorgang stark beschleunigt werden. Ein KI-Modell kann einen digitalisierten Keilschrifttext in wenigen Sekunden bis Minuten automatisch übersetzen, vorausgesetzt der Text ist gut erhalten, vollständig und in einer für die KI trainierten Sprache.

Die Qualität der Übersetzung ist bei kurzen bis mittellangen Sätzen besonders hoch, allerdings sind oft noch menschliche Korrekturen nötig, vor allem bei komplexeren oder fragmentierten Texten.

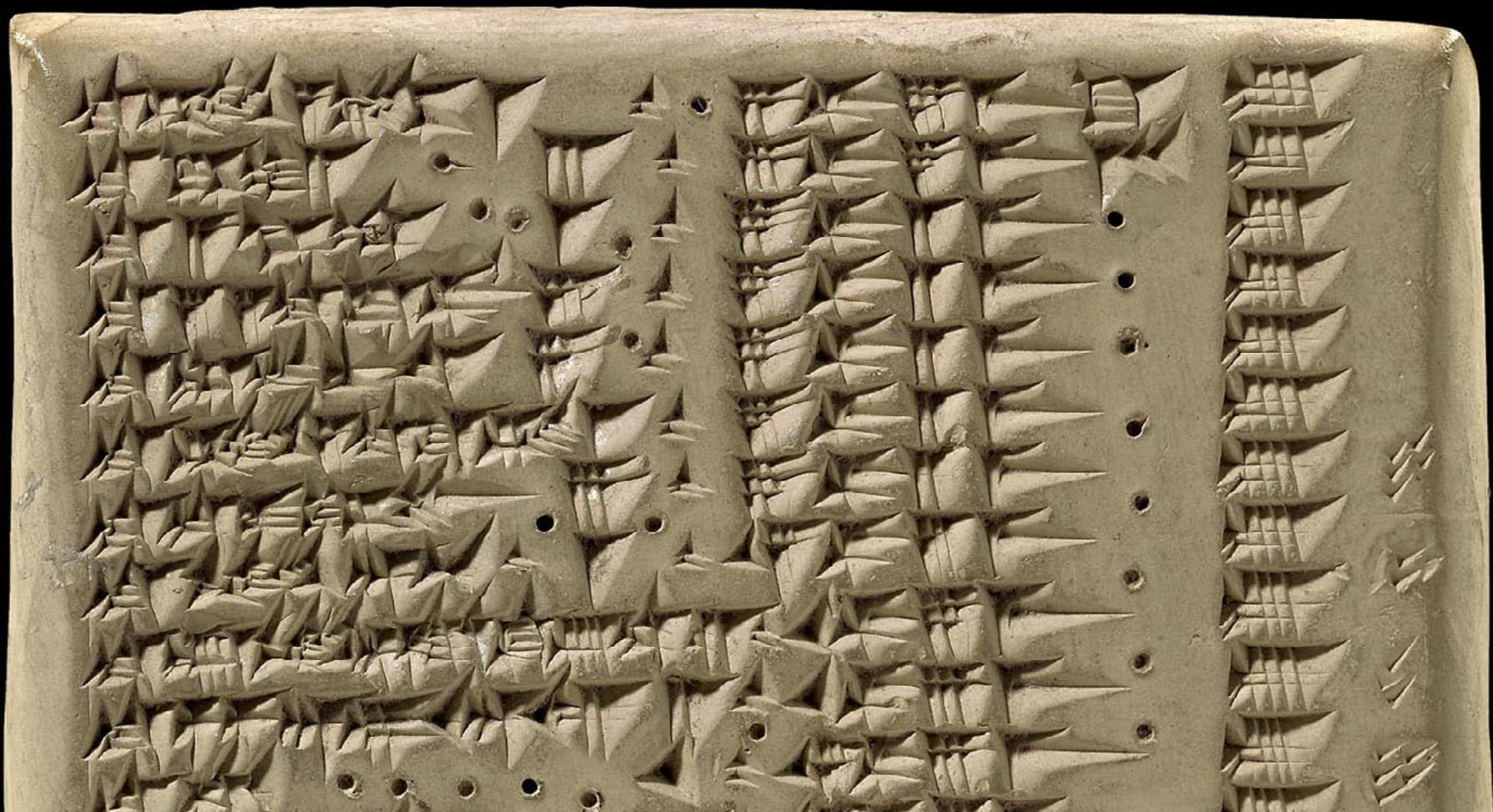
KI-Systeme erreichen bei der Übersetzung von Keilschrifttafeln eine Genauigkeit von bis zu 80 Prozent, insbesondere bei gut erhalte-



Tausende solcher Artefakte zeugen noch heute von 7.000 Jahren Zivilisation in Mesopotamien.

nen und standardisierten Texten. Die Systeme sind bereits zuverlässiger als frühere Methoden, stoßen aber bei komplexen, fragmentierten oder mehrdeutigen Texten sowie bei seltenen Sprachen noch an ihre Grenzen. Die Künstliche Intelligenz ist damit ein wertvolles Werkzeug, ersetzt aber menschliche Fachkenntnis nicht vollständig. ●●●

Unten: Bei dieser sehr gut erhaltenen Tontafel handelt es sich um einen astronomischen Text, der u.a. Sternkonstellationen benennt und einzelne Distanzen zwischen Sternen auflistet.





Persepolis (Iran).
Inscription mit Keilschrift.
VI.-V. Jahrhundert v.u.Z.

Unten, Tontafel mit
Keilschrift.

Die Keilschrift

Als **Keilschrift** bezeichnet man ein vom 4. Jahrtausend v.u.Z. bis ins 1. Jahrhundert u.Z. benutztes Schriftsystem, das im Vorderen Orient zum Schreiben mehrerer Sprachen hintereinander verwendet wurde.

Die Bezeichnung beruht auf den Elementen der *Keilschrift*: waagrecht, senkrecht und schrägen *Keilen*. Typische Träger dieser Keilschrift sind Tontafeln (siehe Bild rechts), die durch das Eindringen eines Schreibgriffels in den weichen Ton beschrieben wurden.

Die Keilschrift machte eine wesentliche Transformation durch; sie war zunächst eine *Bilderschrift*. Dann entwickelte sie sich zu einer *Silbenschrift*, aus der auch eine phonetische Konsonantenschrift (die ugaritische Schrift) hervorging.

Die *Keilschrift* wurde von den **Sumerern** erfunden und später von den Medern und anderen verwendet: von den Akkadern, Babyloniern, Assyriern, Hethitern und Persern.



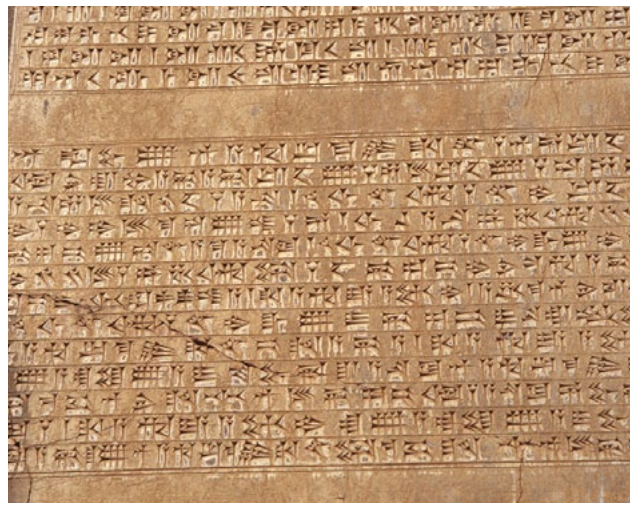
Die Sumerische Keilschrift

Die sumerische *Keilschrift* ist die älteste bekannte Schrift. Sie entstand um 3.300 v.u.Z. in Mesopotamien und konnte ihre Vormachtstellung bis etwa 1.800 v.u.Z. halten. Zunächst begann die sumerische *Keilschrift* als *Bilderschrift*, bestehend aus rund 900 Piktogrammen und Ideogrammen, die in Ton geritzt wurden.

In Kiš wurden Kalksteintäfelchen mit den ältesten Zeichen gefunden. Es waren vereinfachte Darstellungen eines Kopfes, eines Dreschhammers, eines Pfeiles, eines Kruges, eines Fußes. Drei Berggipfel standen für „Gebirge“. Andere Zeichen stammten von Zählsteinen und waren von Anfang an abstrakt, wie etwa das Kreuz für „Schaf“.

Rekonstruktion der Entwicklung des Schreibens (beginnend vor 3.300 v.u.Z. bis 1.000 v.u.Z.). Viele Wörter entstanden – ähnlich

wie heute noch bei den chinesischen Schriftzeichen – durch einfaches Zusammenschreiben solcher Piktogramme. „Weinen“ wurde mit den Zeichen „Auge“ und „Wasser“ ausgedrückt, „Fürstin“ ergab sich aus den Zeichnungen für „Frau“ und „Schmuck“.



Diese Piktogrammschrift blieb aber nicht bei den Zeichenbedeutungen stehen. Das Piktogramm eines Flusses stand für „Wasser“ – sumerisch „a“ –, das aber als Laut „a“ auch „in“ bedeutete. Statt hier ein neues Zeichen für „in“ zu erfinden, verwendeten die Sumerer das Piktogramm „Fluss“ in seiner *Lautbedeutung* „a“ gleich „in“. Da dieses Verfahren immer öfter verwendet wurde, überwog schließlich die *Lautbedeutung der Zeichen*.

Ihre Form erhielt diese Schriftart um 2.700 v.u.Z., als die altsumerischen Machtzentren Uruk, Ur und Lagaš enorm anwuchsen und ihre Tempelbürokratie mehr Schriftstücke produzierte, was eine Rationalisierung des Schreibprozesses hervorrief. Nun wurden Keile mit einem stumpfen Schreibgriffel in weichen Ton gedrückt, der anschließend getrocknet wurde.

Akkadisches Reich

Um das Jahr 2350 v.u.Z. drang das semitische Volk der Akkader nach Sumer vor und übernahm die Herrschaft über die sumerischen Stadtstaaten –und auch deren Schrift und Kultur.

Unter der akkadischen Herrscherdynastie Sargons von Akkad breiteten sich deren Herrschaftsgebiet und damit auch Sprache, Kultur und Schrift weiter aus. Etwa zur selben Zeit gelangte die Kenntnis der *Keilschrift* bis nach Syrien in das Reich Ebla, wo sie für die einheimische semitische Sprache, das Eblaitische, verwendet wurde.

Ab 2500 v.u.Z. wurde im benachbarten Königreich Elam (heute: Iran) die dort verwendete proto-

elamitische Strichschrift von der *Keilschrift* abgelöst.

Hethitische und weitere Adaptationen

Auch die **Hethiter**, deren indogermanische Sprache sich vom semitischstämmigen Akkadisch grundlegend unter-

schied, adaptierten die *Keilschrift* und benutzten sie neben den hethitischen Hieroglyphen.

Dabei verlief die Verbreitung der *Keilschrift* im Norden bis nach Urartu (Nordosttürkei und Armenien) mit Urartäisch als Landessprache und im Süden bis nach Palästina mit Kanaanäisch als vorherrschender Sprache.

Die weiterentwickelte Form der *Keilschrift* war so anpassungsfähig beim Gebrauch der Symbole als Lautzeichen, dass die Schrift in gleicher Weise für die Sprachen der **Akkader**, **Babylonier** und **Assyrer** verwendet werden konnte.

Babylonische Ära

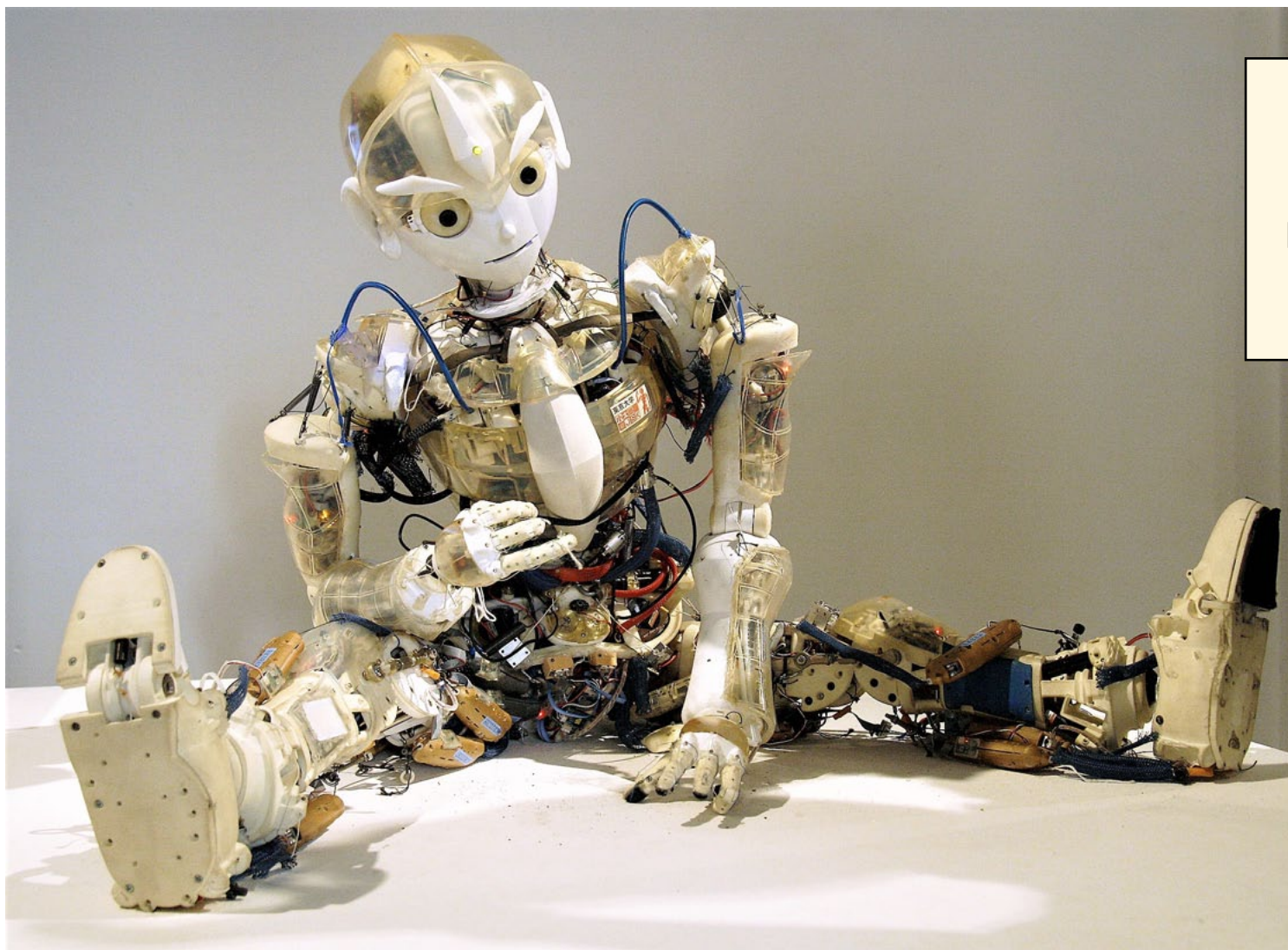
Als Hammurabi 1792 v.u.Z. den babylonischen Thron bestieg, bestand Mesopotamien lediglich aus einer Reihe rivalisierender Stadtstaaten. Ihm gelang es jedoch aufgrund seiner Feldzüge, das Herrschaftsgebiet Babylons auf ganz Mesopotamien auszudehnen und weit über die Landesgrenzen hinaus die Sprache und Kultur seines Reiches zu verbreiten.

Mit dem Niedergang des babylonischen und dem Aufstieg des assyrischen Reiches verbreitete sich die Schrift und die Kultur des Zweistromlandes bis in das 7. Jahrhundert v.u.Z. von Babylonien und Assyrien über Palästina bis nach Ägypten.

Ab dem 8. Jahrhundert v.u.Z. drangen neue Schriftsysteme, wie das Phönizische oder das Griechische, langsam nach Kleinasien vor. Nach und nach verdrängten sie die *Keilschrift*. ●●●

Quellen: Musée du Louvre / Deutschlandfunk / Wikipedia / Perplexity.AI /

Eine kurze Geschichte der humanoiden Roboter



Der an der Universität Tokyo entwickelte humanoide Roboter Kotaro (2008).

Äußerlich betrachtet ist ein humanoider Roboter eine Maschine dessen Konstruktion der menschlichen Gestalt nachempfunden ist. Häufig sind die Positionen der Gelenke und die Bewegungen eines humanoiden Roboters von den menschlichen Bewegungsabläufen inspiriert.

Unter anderem läuft ein *humanoider Roboter* auf zwei Beinen. Ein hundeähnlicher Roboter ist ein *Quadruped-Roboter* (Quadruped bedeutet "Vierbeiner").

Eine dem Menschen in seinem Aussehen und Verhalten besonders ähnliche Form des humanoiden Roboters ist der *Androide*.

Der Begriff „*Humanoid*“ kann grundsätzlich auf alles angewendet werden, was einem Menschen ähnelt, aber keiner ist. Solange ein Kopf, ein Torso,

zwei Arme und zwei Beine sowie ein aufrechter Gang im Umfang enthalten sind, ist die Bezeichnung *Humanoid* zutreffend...

Frühe humanoide Roboter

Die Idee, einen künstlichen Menschen zu bauen ist ziemlich alt. Die griechische Mythologie berichtet, dass der Schmiedegott **Hephaistos** menschenähnliche Maschinenwesen gebaut habe.

1495 skizzierte **Leonardo da Vinci** einen simplen Automaten, der wie ein Soldat in Rüstung aussieht.

1738 baute **Jacques de Vaucanson** einen mechanischen Flötenspieler. (Bis zu diesem Zeitpunkt bezeichnet man solche mechanischen, menschenähnlichen Maschinen als *Automaten*.)

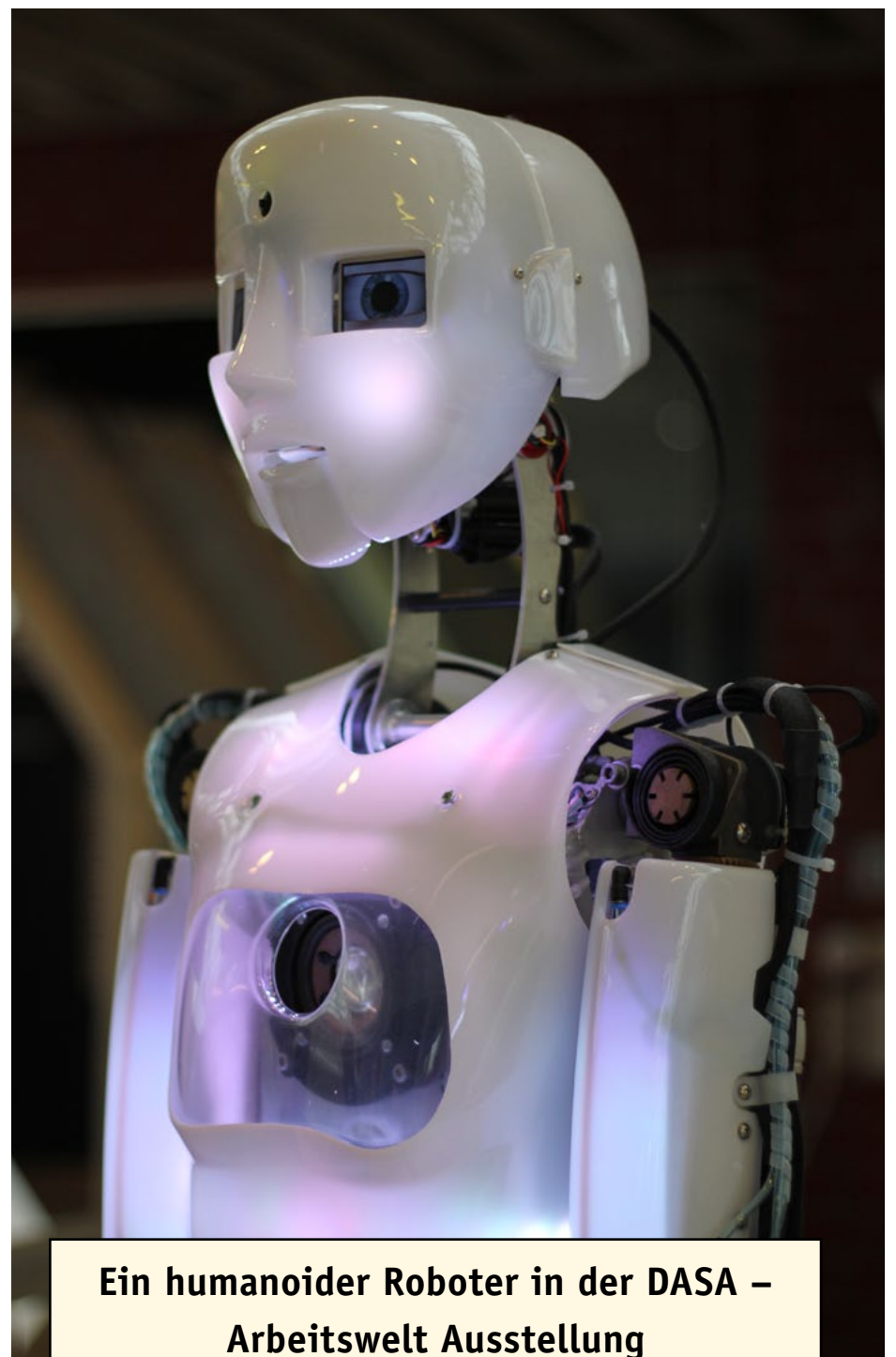
Den Begriff *Roboter* prägte 1921 der tschechische Schriftsteller Karel Capek in seinem Theaterstück *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*, das über künstliche Menschen handelt. Abgeleitet ist der Begriff *Roboter* dabei vom slawischen Wort *rabota*, das Arbeit bedeutet.



Im Jahr 1927 schuf Fritz Lang in seinem expressionistischen Film *Metropolis* einen weiblichen Maschinenmenschen, der im Verlauf des Films die Gestalt eines menschenähnlichen *Androiden* verliehen bekam.

Der humanoide Roboter *Elektro* stellte 1939 die Firma Westinghouse auf der Weltausstellung in New York vor.

1962 konstruierte der Wiener **Claus Scholz** einen humanoiden Roboter, den *MM 7*, der bereits sehr komplexe Bewegungsabläufe umsetzen konnte (Türen öffnen, Boden fegen oder Getränke aus einer Flasche in ein Glas einschenken).



Ein humanoider Roboter in der DASA – Arbeitswelt Ausstellung

MM 7 arbeitete nicht völlig autonom; er war sowohl für Stromversorgung als auch für Steuerbefehle von einer externen Einheit abhängig, mit der er über Kabel verbunden war.

Der *MM 7* ist erhalten und im Technischen Museum Wien untergebracht. Eines der größten Probleme, mit denen Scholz zu kämpfen hatte, war die Fortbewegung, die bei *MM 7* und dessen Nachfolgemodell *MM 9* nicht befriedigend gelöst werden konnte...

Im Jahr 1970 schlug **Miomir Vukobratovic** das *Zero-Moment-Point-Prinzip* vor. Mit Hilfe dieses Prinzips konnten die Bedingungen für statisch stabiles Laufen erfüllt werden.

1973 baute die Universität Waseda den Roboter *Wabot-1* und begann dann ein langjähriges Forschungsprogramm.



Den humanoiden Roboter Elektro stellte 1939 die Firma Westinghouse auf der Weltausstellung in New York vor.

Im Jahr 1980 wurde das *MIT Leg Lab* (Legged Robots Laboratory) gegründet.

Im Jahr 1984 spielte der *Wabot-2* auf einer elektrischen Orgel.

Seit 1986 arbeitete das Unternehmen Honda an der *E-Serie*, aus der später die *P-Serie* und *ASIMO* hervorging. Parallel dazu werden seit 1990 passiv dynamische Läufer entwickelt, bei denen ein neuerer Ansatz für das Laufen verwendet wurde. Seit circa 2004 laufen, gehen und rennen Roboter schneller und flexibler.

Künstliche Intelligenz

Heute gehen viele Wissenschaftler davon aus, dass die Konstruktion eines funktionellen humanoiden Roboters die Grundlage für die Erschaffung einer menschenähnlichen Künstlichen Intelligenz ist.

Nach dieser Auffassung kann KI nicht einfach programmiert werden, sondern resultiert aus einem Lernprozess. Also: Dafür müsste ein selbstlernender Algorithmus in das Gerät implementiert werden...

Diesem Standpunkt liegen Beobachtungen aus der Lernpsychologie zugrunde. Der Roboter mit Künstlicher Intelligenz soll aktiv am sozialen Leben des Menschen teilnehmen und durch Beobachtung, Interaktion und Kommunikation lernen.

Grundlage der Kommunikation ist dann eine zugrundeliegende Motivation auf beiden Seiten, die zumindest anfänglich der in der Eltern-Kind-Beziehung ähnelt.

Die Künstliche Intelligenz des Roboters kann sich nur dann optimal entwickeln, wenn er bereits in seinem Mindestfunktionsumfang als gleichwertiges Wesen anerkannt wird. Dazu muss er über eine menschliche Gestalt, Mobilität und Sensorik verfügen.

Das derzeitige Ziel der Roboter-Forschung ist eine möglichst hochwertige technische Kopie menschlicher Physiologie. Diese besondere technologische Herausforderung führt dazu, dass es für komplexe Teilaspekte separate Forschungsgruppen gibt, die einander zuarbeiten.

Beispiele sind am Massachusetts Institute of Technology zu finden:

- das Leg Laboratory,
- das Humanoider-Roboter-Projekt COG
- und das KI-Projekt Kismet.

Die multifunktionale Arbeitsmaschine 'Roboter'



Kostenintensive kommerzielle oder staatliche geförderte Humanoide-Roboter-Projekte beweisen eine hohe Erwartungshaltung an die Wirtschaftlichkeit solcher Systeme. Eine in Serie gefertigte Anzahl lernfähiger multifunktionaler humanoider Roboter erübrigt die Produktion und die Unterhaltung vieler Spezialroboter. Besonders Tätigkeiten, die aus mehreren komplizierten Arbeitsgängen bestehen, ließen sich einfach erledigen...

Dem Menschen soll demnächst ein multifunktionaler Helfer zur Seite stehen, der ihm in seinem Umfeld Arbeit oder Zeit erspart – oder für Unterhaltung sorgt...

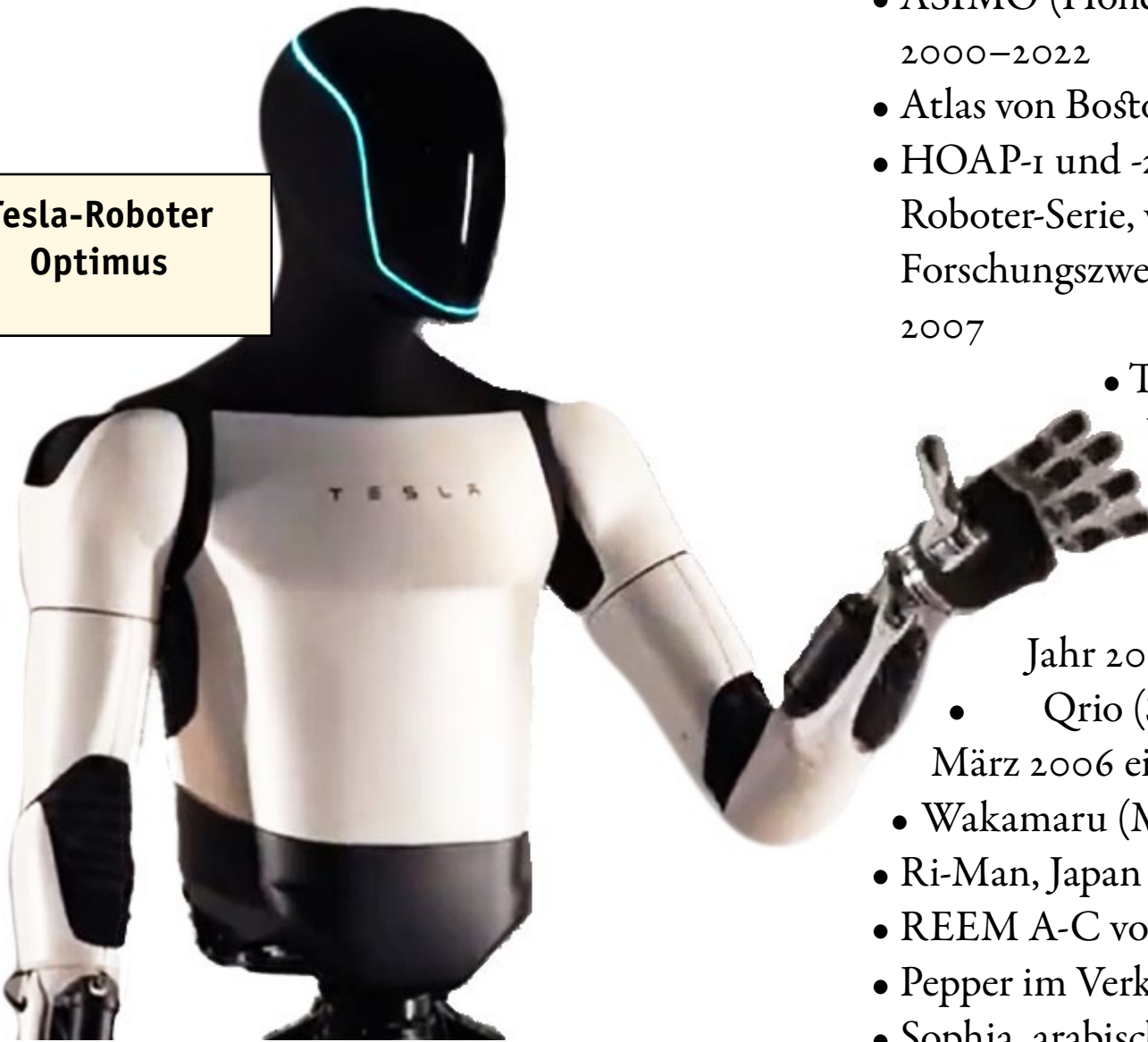
Japan hat –wie Deutschland– eine starke Alterung der Bevölkerung. Man hofft, durch den Einsatz von diesen Roboter-Alleskönnern Senioren im Alltag zu unterstützen oder Pflegepersonal zu entlasten.

Um die Akzeptanz von Robotern in der Gesellschaft zu steigern, forscht das *Socially Intelligent Machines Lab* des Georgia Institute of Technology an den sozialen Kompetenzen von humanoiden Robotern.

Aktueller Entwicklungsstand

Bisher hat kaum eine Entwicklung Marktreife erreicht, es handelt sich eher um Studien und Mittel des Marketings. Zu den aktuellen Fähigkeiten gehören unter anderem:

**Tesla-Roboter
Optimus**



- gehen, rennen, auf einem Bein hüpfen, tanzen, bewegte Hindernisse umlaufen, Treppen steigen, in unwegsamem Gelände laufen,
- Tür öffnen, heftige Stöße von außen ausbalancieren, nach Hinfallen wieder aufstehen,
- Tablettwagen schieben, Tablett entgegennehmen, transportieren, übergeben, servieren
- Gebärdensprache
- Trompete spielen, Geige spielen, in Band Musik spielen
- Rad fahren
- Ball fangen und werfen
- Getränke einschenken
- Spülmaschine ein- und ausräumen,
- Tätigkeiten im Haushalt wie z. B. Kochen,
- Fenster wischen und den Boden kehren,
- Lasten tragen, Kisten aufheben und einräumen

Kommerzielle Projekte humanoider Roboter

- Humanoider Roboter von Toyota 2005

- ASIMO (Honda) – in Vermietung 2000–2022
- Atlas von Boston Dynamics
- HOAP-1 und -2 (Fujitsu) – eine humanoide Roboter-Serie, welche auch kommerziell zu Forschungszwecken vertrieben wird, etwa 2007
- Toyota-Roboter (Toyota) – Unterhaltungsroboter 2007, Weiterentwicklung T-HR3 2017, CUE3 spielt Basketball (2020 Freiwürfe), CUE4 im Jahr 2020
- Qrio (Sony) – Weiterentwicklung im März 2006 eingestellt
- Wakamaru (Mitsubishi) – im Verkauf
- Ri-Man, Japan 2006
- REEM A-C von Pal Technology ab 2006
- Pepper im Verkauf 2015–2021
- Sophia, arabischer sozialer humanoider Roboter aus dem Jahr 2016
- PETMAN von Boston Dynamics[26] Prototyp eines Humanoiden Roboters, eingesetzt beim Testen von Schutzanzügen des US-amerikanischen Militärs
- Nao, Spielzeugroboter von Aldebaran Robotics etwa 2013
- Alpha 1S von UBTECH
- Tesla Bot: zwei Prototypen 2022

Projekte humanoider Roboter in der KI-Forschung

- Cronos, Labor für künstliche Intelligenz Universität Zürich im Rahmen des ECCE-Robot Projekt der EU
- RobotCub, italienisch/britisches universitäres Konsortium
- COG, Kismet, Massachusetts Institute of Technology
- ERATO Synergistic Robotics, Universität Osaka



Tesla-Roboter
Optimus

- HUBO Labs am KAIST in Südkorea bauen und forschen an lebensgroßen humanoiden Robotern

In Deutschland forschen unter anderem folgende – meist universitäre – Einrichtungen mit humanoiden Robotern:

- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (NimbRo)
- Freie Universität Berlin (FUManoIDs)
- Berliner Hochschule für Technik (BHT) (Forschungslabor Neurorobotik, Roboter Myon)
- Technische Universität Berlin (DAI Labor)
- Technische Universität Darmstadt (Darmstadt Dribblers)
- Universität Bremen (B-Human)
- HTWK Leipzig (HTWK Robots)
- Technische Universität Dortmund (DoH!Bots)
- Universität der Bundeswehr München (HERMES)
- Karlsruher Institut für Technologie (ARMAR III)

- Technische Universität München (Johnnie, Lola)
- Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (Rollin' Justin[27], TORO[28])

Studiengänge

Die Berliner Hochschule für Technik (BHT) bietet den bisher bundesweit einzigen Studiengang zu humanoider Robotik an.

Daneben lässt sich das Thema in übergeordneten Studiengängen wie der Robotik, Automation und Regelungstechnik verschiedener Einrichtungen vertiefen.

Im internationalen Kontext bietet beispielsweise das Imperial College London einen entsprechenden Master-Studiengang an.

Militärroboter: unbedingt gehorsam...

Militärroboter (oft auch “Kampfro-
boter” genannt), sind präzise unbe-
mannte militärische Systeme
oder **Robotic Combat Systems**.
Das sind autonome, semi-auto-
nome oder ferngelenkte Systeme, entwi-
ckelt für den militärischen Einsatz.

Dazu gehören unter anderem Beobachtung,
Aufklärung, Spionage, Minenräumung,
Wachaufgaben und Zielbekämpfung. *Lethal Autonomous Robot* (LAR) oder *Lethal Autonomous Weapon System* (LAWS) sind Bezeichnungen für ausdrücklich offensive Systeme.

Die Ziele der militärischen Roboterentwicklung wurden realitätsnäher formuliert. Der 2003 von der US-Army für 2025 geplante „Tactical Autonomous Combatant“ ist somit inzwischen unbemannten Systemen gewichen.

Bereits in Kampfeinsätzen eingesetzt werden Kampfdrohnen, sogenannte *Unmanned Aerial Vehicles*, die Aufklärungsbilder machen und gezielt Raketen auf Bodenziele abschießen.

Im letzten Jahrzehnt war die militärische Roboterentwicklung einerseits vor allem darauf beschränkt, umzusetzen, was machbar war, ohne näher auf die ethischen und rechtlichen Implikationen einzugehen.

Andererseits existierte eine visionäre Vorstellung über vollautonome Roboter, die sich an den Theorien der technologischen Singularität orientierte und von einem menschenähnlichen Bewusstsein von Robotern ausging.

Letzteres scheint in weiter Ferne zu liegen, die Integration von Robotern in die Streitkräfte ist jedoch bereits Realität. In den letzten Jahren wurde vom US-Militär erkannt, dass es keine Regelungen



Die meisten Armeen erwarten sich von der Robotik neben den Fortschritten in der Waffentechnologie vor allem große Einsparungspotentiale bei den Kosten. Die Kosten für die Herstellung und den Betrieb unbemannter Systeme liegen weit unter denen bemannter Systeme.

Als weiterer Versuch Einsparungen im Budget vorzunehmen, konnte in den letzten Jahren das Anmieten von Robotern von Privat Military Contractors (PMC) beobachtet werden (z. B. von den US-Marines und der US-Navy).

und Rahmenbedingungen geschaffen hatte und eigentlich von der Entwicklung überrollt worden war. Derzeit wird versucht die Entwicklung wieder einzuholen und es wurden mehrere Studien

in Auftrag gegeben, die sowohl die rechtlichen als auch die ethischen Aspekte des Robotereinsatzes abklären sollen.

Dabei ist die Problematik zu beobachten, dass die USA in der Roboterintegration eigentlich kaum mehr hinter den Status quo zurückgehen können, da die neue Armeestruktur, die *Future Combat Systems*, bereits umgesetzt werden und ohne autonome Systeme nicht bzw. nicht im gewünschten Maße funktionieren werden. Weiter ist die Entwicklung in der militärischen Roboterentwicklung weltweit angestoßen worden und scheint auch nicht mehr aufhaltbar.

Die Kritik an der Verwendung von Robotern in militärischen Kontexten kann generell in zwei Gruppen eingeteilt werden. Auf der einen Seite ist dies die vor allem in den Medien vorgebrachte zumeist undifferenzierte und sich von Vorstellungen aus der Science-Fiction ableitende Kritik, die Roboter als „stone cold killers“ sieht.

Auf der anderen Seite steht die Kritik von Philosophen wie z. B. Robert Sparrow, Vincent C. Müller oder Peter Asaro und Roboterwissenschaftlern wie z. B. Noel Sharkey, die dezidiert ethische Fragestellungen problematisieren.

Im Gegensatz zu anderen Militärtechniken, kann die Herstellung einfacher unbemannter Systeme ohne besonderen Aufwand mit frei und relativ günstig verfügbaren Komponenten erfolgen.

Systeme die durch Autonomie oder Fernsteuerung nicht auf aufwändige netzwerktechnische Infrastruktur angewiesen sind und vornehmlich im taktischen Bereich eingesetzt werden, werden in der asymmetrischen Kriegsführung eine zunehmende Rolle spielen.

Unbestritten ist, dass der zunehmende Einsatz von unbemannten Systemen, künstlicher Intelligenz und neuer Waffensystemen die Art der Kriegsführung beeinflussen wird.



Geschichtliche Entwicklung

Als Vorläufer der militärischen Roboter gelten **ferngelenkte Waffen**. Einer der ersten Einsätze einer ferngelenkten Waffe fand im August 1849 bei der Bombardierung Venedigs durch die österreichische Armee statt.

Es handelte sich dabei um unbemannte, mit Sprengstoff beladene Ballons, wobei man auf eine günstige Windrichtung vertrauen musste, da sie keinerlei Steuerung besaßen. Gezündet wurden diese Ballons entweder durch Zeitzünder oder durch einen Fernauslöser per Kupferdraht.

1898 stellte Nikola Tesla auf der Electrical Exhibition in New York City's Madison Square Garden ein funkgesteuertes Torpedo vor und stieß damit die Entwicklung zu ferngelenkten Waffen an.

In den kommenden Jahren wurden die Entwicklungen auf diesem Gebiet vorangetrieben und von Gustave Gabbet und Paul Aubriot unter anderen 1915 ein „torpille terrestre électrique“, also ein Landtorpedo entwickelt.

Zur gleichen Zeit wurde unter dem Decknamen „Aerial Target“ von Archibald Low für die britische Armee eine ferngesteuerte Bombe mit einem Sprengkopf entwickelt. Weiterentwickelt wurden diese Ideen 1925 und in weiterer Folge von Deutschland mit dem Fieseler Fi 103 (wurde als V1 allgemein bekannt). In den folgenden Jahrzehnten wurden aufbauend auf diesen Konzepten die modernen **Cruise Missiles** entwickelt.

Komplizierter erwiesen sich Entwicklungen für Landfahrzeuge. Jedoch konnten hier ebenso in den späten 1930er Jahren erste Durchbrüche erzielt werden. Die von der Sowjetunion entwickelten Teletank-Modelle, also zur Funksteuerung umgebaute Panzer, und von Deutschland bereits in einer großen Stückzahl (über 7.500) hergestellten Sd.Kfz. 302 („Goliath“), per Kabel gesteuerte mobile Sprengladungen, galten jedoch im militärischen Einsatz nicht als Erfolg.

Ferngesteuerte Flugzeuge waren ab den 1930er Jahren im Einsatz. Das bekannteste war wohl die *Fairey IIIF floatplane* der britischen Armee. Sie hatten ihre Bedeutung vor allem in der Flugabwehrausbildung.

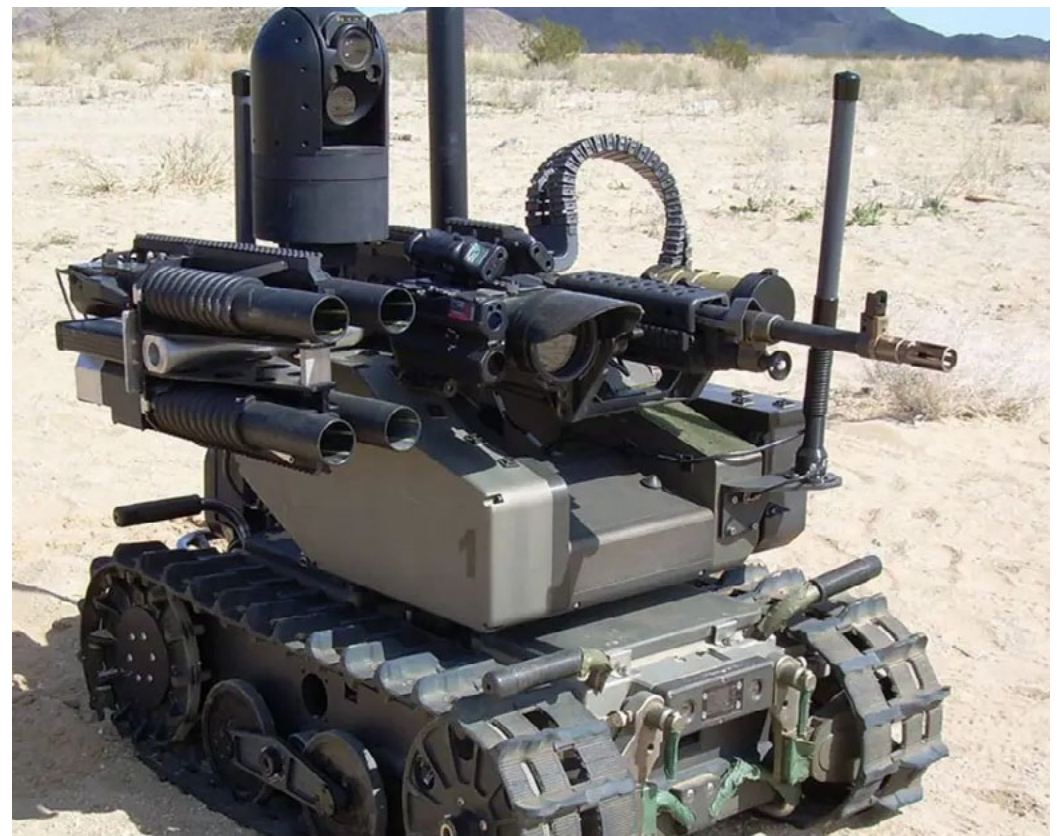
Die USA begannen bereits während des II. Weltkrieges mit der Massenproduktion von ferngesteuerten Flugzeugen, von der Radioplane OQ-2 wurden beispielsweise allein im II. Weltkrieg über 15.000 Stück produziert.

In den 1950er Jahren wurden diese nun nicht mehr nur zu Trainingszwecken verwendet, sondern auch als Täuschziele bei Bombardements eingesetzt. Nur wenig später entdeckte man das Potential für Spionage- und Aufklärungsflüge und setzte diese sogenannten Aufklärungsplattformen im Vietnamkrieg auch mit Erfolg ein.

Bereits 1971 gab es die ersten erfolgreichen Versuche der Verwendung von Drohnen als Waffenplattformen, jedoch dauerte es bis 2001 zum ersten tatsächlichen Kampfeinsatz einer Drohne in Afghanistan. Damit war im Wesentlichen auch die Trennung zwischen gelenkter Munition einerseits und unbemannten Fluggeräten andererseits abgeschlossen.

In modernen Armeen haben **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)** vielfältige Aufgaben, die in folgende Kategorien eingeteilt werden: Sie dienen

- als Trainingsziel und als Täuschkörper
- zur Aufklärung
- zur Logistischen Unterstützung der Streitkräfte
- und zur Bekämpfung gegnerischer Ziele



Seit 2001 werden bewaffnete Predator UAVs zu gezielten Tötungen in Afghanistan und Pakistan verwendet. Zum ersten Mal außerhalb Afghanistans wurde ein *Predator UAV* am 3. November 2002 im Jemen zur Tötung von Qaed Salim Sinan al-Harethi, der als Hauptverantwortlicher für den Anschlag auf die Cole im Jahr 2000 gilt, eingesetzt.

Indien verkündete 2013 Kampfroboter zu entwickeln, die den herkömmlichen Frontsoldaten in vielen Bereichen ersetzen sollen. Die Maschinen sollen selbstständig Freund und Feind erkennen, teilte der Chef von Indiens Forschungs- und Rüstungsinstitut mit, man sei jedoch noch ein Jahrzehnt von der Einführung entfernt.

Systematik

Es wird nun eine kurze Übersicht über einige in der US-Armee in Verwendung befindlichen unbemannten Fahrzeuge gegeben. Dabei ist in folgende Gruppen zu unterscheiden.

- Unmanned Aerial Vehicles
- Unmanned Ground Vehicles
- Unmanned Surface Vehicles

Die meisten frühen UAVs waren nicht mehr als durch Menschen ferngesteuerte Flugzeuge, manchmal um einfache Systeme zur Flugunterstützung, wie automatische Stabilisierung, Geschwindigkeitskontrolle und ähnliches, ergänzt.

Von Autonomie kann somit nicht gesprochen werden. Generell muss festgehalten werden, dass im Gegensatz zur Technik im Bereich der Flugzeuge die Technik im Bereich der Autonomie erst am Anfang der Entwicklung steht.

Innnerhalb der amerikanischen Streitkräfte ist auch noch keineswegs klar wie weit die Autonomie der UAVs überhaupt reichen soll, da man Probleme befürchtet, wenn sich immer mehr bemannte und unbemannte Flugzeuge den Luftraum teilen müssen.

Erschwert wird dies noch dadurch, dass sowohl Army, Navy, Marines und Air Force eigene bemannte und unbemannte Flugzeuge im Einsatz haben und diese nicht zentral koordiniert sind.

Die Bandbreite von eingesetzten UAVs reicht von großen Aufklärungsflugzeugen wie dem Global Hawk in 20 km Einsatzhöhe bis zu kleinen sogenannten Miniature UAVs die in wenigen hundert Metern Höhe von einzelnen Einheiten zur Aufklärung eingesetzt werden.

Die Einstellung der Soldaten beim Grad der Autonomie von Robotern wurde von einem Techniker mit dem Satz „Make them dumber“ zusammengefasst.

Bereits 2001 hatte die US-Armee einen autonomen Roboter zur Sprengsatzsuche bei Fahrzeugen in Dienst gestellt, der automatisch die Unterseite eines Fahrzeuges absuchte und im Falle eines Fundes Alarm gab (Omni-Directional Inspection System – „Odis“). In der Praxis zeigte sich, dass dies von den Soldaten nicht akzeptiert wurde und der eigentlich als autonomes System gedachte Roboter jetzt von den Soldaten ferngesteuert wird.

Die US Air Force prognostiziert Stand 2013 derartige Fortschritte bei der Entwicklung autonomer Waffensysteme, dass etwa im Jahr 2030 der Mensch nur noch ein Störfaktor wäre.

Vor allem im Bereich der intelligenten Munition haben sich die Forschungen in der Sensortechnik und der KI niedergeschlagen. Von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt sind halbautonome Systeme wie Präzisionsmunition und autonome



Systeme wie z. B. das „Quick Kill“ Active Protection System in vielen Armeen bereits im Einsatz.

Konzepte zur automatischen Zielsuche werden ebenso in modernen Cluster Bombs realisiert bzw. sind gerade in Entwicklung.

Unbemannte Luftfahrzeuge

Honeywell RQ-16A

Das Honeywell Micro Unmanned Air Vehicle (auch genannt Hawk) ist ein „Vertical Take-Off and Landing Vehicle“, d. h., es kann sich wie ein Hubschrauber fortbewegen. Es wird auf Zugsebene zur Aufklärung eingesetzt. Oft fliegt es auch zur Suche nach IEDs (unkonventionellen Sprengvorrichtungen) vor einem Konvoi.

Wasp III BATMAV

Das Battlefield Air Targeting Micro Air Vehicle wird zur Zielidentifikation und Zielbeobachtung eingesetzt. Es kreist automatisch über dem designierten Ziel und sendet Videosignale.

RQ-11 Raven

Der Raven ist derzeit mit über 8.000 Stück das verbreitetste Micro UAV und wird neben der amerikanischen auch von mehreren europäischen Armeen genutzt. Es kann ferngesteuert werden oder autonom über GPS-Koordinaten ein Gebiet überwachen.

RQ-7 Shadow

Der Shadow ist ein sogenanntes Battlefield System und besteht aus vier Flugzeugen und Kontrollstation sowie Bodenpersonal.

Seine Rolle liegt in der ausdauernden Aufklärung und Überwachung eines Gebiets. Im Irak und in Afghanistan brachte es das System in den letzten drei Jahren auf über 37.000 Einsatzflüge.

MQ-8 Fire Scout

Der Fire Scout ist ein aus einem normalen Hubschrauber entwickeltes autonome Aufklärungs-, Überwachungs- und Zielmarkierungs-UAV. Im Endstadium soll der Firescout 72 Stunden durchgehend in der Luft operieren können. Mit seiner Fähigkeit zur Zielmarkierung ist er ein wesentlicher Bestandteil der Non Line of Sight Systems der FCS. Eine bewaffnete Variante existiert, sie wird aber derzeit von den Militärs nicht forciert entwickelt.

Predator und Reaper

Der RQ-1A/B Predator und seine Weiterentwicklung der MQ-9 Reaper wird ebenfalls nicht als Einzelflugzeug, sondern als System eingesetzt und umfasst vier Flugzeuge, eine Bodenstation, eine Satellitenverbindung und 55 Personen. Das System ist für den Dauereinsatz konzipiert, d. h., es ist auf 24 Stunden pro Tag ausgelegt.

Gesteuert wird der Predator von einem Piloten und zwei Copiloten, die für die Sensoren zuständig sind. Das Aufgabenspektrum des Predator umfasst Aufklärung, Überwachung und Zielerfassung sowie in seiner bewaffneten Version auch

Kampfeinsätze. Mit einer Bewaffnung von 450 Kilogramm kann ein Reaper 42 Stunden in der Luft operieren. Reaper werden auch in den USA zur Grenzkontrolle eingesetzt.

Global Hawk

Die Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk ist ein hochfliegender Langstreckenaufklärer. Die von der Bundeswehr geplante Einführung wurde im Mai 2013 vom Bundesverteidigungsministerium gestoppt, da die Drohne im europäischen Luftraum keine Zulassung bekommen würde.

Ukrainische Kamikazedrohen

Um russische Störaktionen wie erzwungene Änderungen der GPS-Daten oder Störsender unwirksam zu machen, hat die ukrainische Rüstungsindustrie mittels künstlicher Intelligenz autonome Kamikazedrohen entwickelt und hergestellt.

Unbemannte Bodenfahrzeuge

XM1219 Armed Robotic Vehicle-Assault-Light (ARV-A-L)

Der Foster-Miller Talon ist ein ferngesteuertes Robotersystem. Es kann Sprengstoffe entschärfen und je nach Ausrüstung auch aufklären und kämpfen. Der Roboter wiegt je nach Ausstattung zwischen 27 und 45 kg und wurde bereits am Ground Zero eingesetzt.

Talon Swords

Das SWORDS (Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System) gilt als das erste am Boden eingesetzte ferngesteuerte bewaffnete Robotersystem. Als Bewaffnung sind entweder automatische Waffen oder Raketen (z. B. M202A1 FLASH (Flame Assault Shoulder Weapon)) vorgesehen.

MAARS

Das Modular Advanced Armed Robotic System ist eine Weiterentwicklung des Talon SWORDS.

Packbot

Der Packbot wurde im Irak und in Afghanistan vor allem zur Entschärfung von Sprengstoffen eingesetzt. Ausgestattet mit einem „Fido Explosives Detector“ erreichte er im Aufspüren von Sprengstoffen die gleiche Erfolgsquote wie die bestmöglich ausgebildeten Hunde. Neue Packbotmodelle können mit einem Gamecontrollern nachempfunden Steuerungsgerät gelenkt werden.

Dragon Runner

Der Dragon Runner ist ein Roboter für den Einsatz im städtischen Gebiet. Er wiegt nur vier Kilogramm und ist so konstruiert, dass man ihn durch Fenster, aus einem fahrenden Auto oder ein Treppenhaus hinunterwerfen kann. Durch eine Kamera und Bewegungssensoren vermittelt er dann den Soldaten ein Bild der taktischen Situation.

BigDog

BigDog ist ein vierbeiniger Transportroboter, der unter anderen in Zusammenarbeit von Boston Dynamics und der Harvard-Universität entwickelt wurde. Seine Vorstellung wurde in der Öffentlichkeit mit Interesse zur Kenntnis genommen. BigDog gilt als ein Referenzprojekt für die Umsetzung vierbeiniger Bewegung.

Bear

Der „Battlefield Extraction Assist Robot“ ist ein etwa zwei Meter großer humanoider Roboter für den Transport von Verwundeten aus dem Gefechtsbereich. Er kann bis zu 135 Kilogramm tragen und auch für das Verladen und den Transport von schweren Gütern verwendet werden. Das an einen Teddybären erinnernde ‘Gesicht’ des Roboters soll verwundete Soldaten beruhigen.

Crusher

Crusher ist der offizielle Name für diese 6,5 Tonnen schwere autonome geländegängige UGV. Entwickelt wurde es an der Carnegie Mellon Univer-

sität, einem der bedeutendsten Zentren für Roboterentwicklung in den USA.

Mule und ARV

Das Multifunctional Utility/Logistics and Equipment Vehicle (Mule) bzw. das Armed Robotic Vehicle (ARV) ist als Unterstützungssystem für Infanterie ausgelegt. Es besteht aus Transportsystemen, Aufklärungssystemen und bewaffneten Systemen.

Die Systeme sind mit einem autonomen Navigationssystem ausgerüstet und in der Lage, einem Führungsfahrzeug oder Soldaten zu folgen oder zu einem bestimmten Punkt im Gelände autonom zu fahren bzw. die Soldaten im Kampf zu unterstützen.

Guardium

Das israelische Militär testet seit 2008 den Guardium etwa an der Grenze zum Gaza-Streifen. Er war bis zu 80 km/h schnell und konnte auch bewaffnet werden.

Unbemannte Unterwasserfahrzeuge

Spartan Scout und Bluefin

Unmanned Surface Vehicles (unbemannte Oberflächenfahrzeuge) oder auch *Autonomous Underwater Vehicles* sind autonome Unterwasserfahrzeuge. Diese Fahrzeugtypen sind erst in den letzten Jahren wiederentdeckt worden und wurden in Afghanistan eingesetzt. Neben ferngesteuerten oder autonomen Systemen sind bereits Systeme verbreitet, die zwar nicht als Roboter bezeichnet werden, ihnen jedoch ähnlich sind.

Ethische Probleme Autonomer Waffensysteme

Generell lassen sich zwei Bereiche der Ausübung von tödlicher Gewalt durch einen Roboter unterscheiden: Einerseits in Roboter, die keinerlei Autonomie besitzen und als maschinelle Erweiterung

des Soldaten (*extension of the warfighter*) gelten. Auch ferngesteuerte Systeme können bereits ethische Fragen aufwerfen, z. B. wie weit die technologische Asymmetrie gehen kann, ohne dass die ausgeübte Gewalt unverhältnismäßig wird. Dies sind auch die überwiegende Mehrzahl der derzeit eingesetzten Systeme.

Andererseits in Roboter als zumindest teilweise autonome Agenten. In diesem Fall handelt der Roboter autonom entweder zur Unterstützung einer militärischen Operation oder zur Selbstverteidigung. Für diesen Fall muss eine Künstliche Intelligenz entwickelt werden, die in bewaffneten Konflikten Entscheidungen über Ziele treffen kann.

Derzeit besteht keine Übereinkunft, ob es einerseits überhaupt möglich ist eine derart komplexe Künstliche Intelligenz zu schaffen, andererseits ob es anstrebenswert sei, dass eine Künstliche Intelligenz Entscheidungen dieser Art trifft.

Zur Lösung der Problematik unbemannter Waffensysteme haben sich drei Ansätze herausgebildet:

- Die Forderung nach einem generellen Verbot von autonomen Waffensystemen.
- Die Forderung, unbemannte Waffensysteme mit einem „Ethik-Modul“ auszustatten, das es dem Waffensystem ermöglicht, aufgrund der Situation eine legale und ethische vertretbare Entscheidung zu treffen.
- Die Forderung, dass unbemannte Systeme feindliche Waffensysteme als Ziel haben sollen und nicht feindliche Soldaten.

Kritik

Gegen autonome Kampfroboter, die selbst entscheiden, ob auf einen Menschen geschossen wird oder nicht (*lethal autonomous weapons*), regt sich Widerstand. Die britische Initiative Landmine Action, die für eine Ächtung von Landminen und Streubomben eintritt, möchte nun auch, dass autonome Kampfroboter international geächtet werden, da die Entscheidung in einer Kampfhandlung über die Tötung eines Menschen

niemals von einer Maschine automatisiert getroffen werden sollte.

Am 30. September 2009 wurde unter der Leitung von Noel Sharkey das *International Committee for Robot Arms Control* (ICRAC) gegründet, das sich für eine Begrenzung der militärischen Nutzung von Robotern einsetzt.

Über 1.000 internationale Wissenschaftler und Unternehmer forderten 2015 in einem offenen Brief ein Verbot von Killerrobotern. Unter ihnen der Physiker Stephen Hawking, der Apple-Mitbegründer Steve Wozniak und der CEO und Investor Elon Musk (Tesla, PayPal).

Sie warnen vor einem neuen Wettrüsten und der Gefahr unkontrollierter Waffenverbreitung an Warlords, Diktatoren und Terroristen. Ähnlich hatte sich 2014 Angela Kane geäußert, die Hohe Repräsentantin der UNO für Abrüstungsfragen.

Die Nichtregierungsorganisation Human Rights Watch koordiniert die *Campaign to Stop Killer Robots*, der 64 Organisationen in 28 Ländern angehören.

Die deutsche Abteilung, angesiedelt bei Facing Finance, berichtet von der Aufnahme formaler Gespräche im Rahmen der CCW-Verhandlungen der Vereinten Nationen (CCW = Übereinkommen über das Verbot oder die Beschränkung des Einsatzes bestimmter konventioneller Waffen, die übermäßige Leiden verursachen oder unterschiedslos wirken können).

Die United Nations installieren seit September 2016 in Den Haag das UNICRI Centre for Artificial Intelligence and Robotics, um die Herausforderungen, Chancen und Risiken durch künstliche Intelligenz zu untersuchen. Die Vereinten Nationen fürchten, die Welt könne durch Entwicklungen auf diesem Gebiet „destabilisiert“ werden.

Bei den Vereinten Nationen in Genf wird über die rechtlichen, ethischen und sicherheitspolitischen Fragen des potenzielle Einsatz dieser Waffensysteme diskutiert.

Die letzten 25 Jahre der KI-Entwicklung

Die letzten 25 Jahre der KI-Entwicklung sind geprägt von bahnbrechenden Fortschritten, neuen Paradigmen und der Integration von KI-Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft. Im Folgenden ein Überblick, der zentrale Protagonisten, wichtige Software und Meilensteine chronologisch auflistet.

Frühe 2000^{er} bis 2010: Grundlagen und erste Durchbrüche

Big Data und Maschinelles Lernen: Mit der Verbreitung des Internets und der Explosion digitaler Daten seit etwa 2007 (z.B. durch das iPhone und soziale Netzwerke) begann eine neue Ära für die KI.

Die große Datenmengen im Internet ermöglichten das **Training** komplexer KI-Modelle, insbesondere im Bereich des **Maschinellen Lernens** und der Sprachverarbeitung.

Deep Learning: Ab etwa 2010 setzte sich **Deep Learning** durch, eine Technik, die auf künstlichen **Neuronalen Netzen** basiert und wesentlich leistungsfähigere Modelle ermöglichte.

Dies führte zu Fortschritten in der Bild- und Spracherkennung, in der maschinellen Übersetzung und in anderen Bereichen.

2004–2010: Robotik, autonome Systeme und frühe KI-Anwendungen

2004: NASA-Roboter „Spirit“ und „Opportunity“ navigieren autonom auf der Marsoberfläche. Dies war ein bedeutender Fortschritt in der autonomen Robotik und KI-gesteuerten Navigation im Weltraum.

Urheber von KI-Software

Unternehmen und Organisationen

- **OpenAI:** Gegründet 2015, Entwickler der GPT-Modelle (GPT-3, GPT-4) und ChatGPT. OpenAI hat die KI-Landschaft mit seinen Sprachmodellen revolutioniert und arbeitet an verantwortungsvoller KI.
- **Google DeepMind:** Pionier im **Reinforcement Learning** und Neuronalen Netzen. Bekannt für AlphaGo und weitere KI-Innovationen.
- **Anthropic,** ein US-Unternehmen, das mit **Claude AI** eine auf Sicherheit und Verantwortlichkeit fokussierte KI entwickelt.
- **Aleph Alpha,** ein deutsches Unternehmen, das sich auf erklärbare KI und Large Language Models spezialisiert hat.
- **Mostly AI:** Österreichisches Unternehmen, spezialisiert auf synthetische Daten zur Wahrung der Privatsphäre.
- **Starmind:** Schweizer Firma, die KI für Wissensmanagement anbietet.

Wichtige Werkzeuge u. Technologien

- **GPT (Generative Pre-trained Transformer):** Sprachmodelle, die menschliche Sprache verstehen und generieren können.
- **Reinforcement Learning:** Lernmethode, bei der KI durch Belohnungssysteme trainiert wird, z.B. bei AlphaGo.
- **Deep Learning Frameworks:** TensorFlow (Google), PyTorch (Facebook/Meta) sind die wichtigsten Plattformen für die Entwicklung Neuroner Netze.

2005: Start von „Blue Brain“, ein Pionierprojekt zur computergestützten Simulation des menschlichen Gehirns. Es gilt als Vorläufer des Human Brain Projects.

2009: Google entwickelt erste Prototypen selbstfahrender Autos, die KI zur autonomen Fahrzeugsteuerung nutzen.

2002–2009: Kommerzielle Roboter wie der Staubsaugerroboter „Roomba“ (iRobot, 2002) und der Haushund „AIBO“ (Sony, 1999) zeigen erste KI-Anwendungen im Alltag.

2010–2020: Kommerzialisierung und Durchbruch der Sprachmodelle

Google und DeepMind: Google investierte stark in KI-Forschung, etwa mit der Übernahme von DeepMind (im Jahr 2014).

DeepMind erzielte Erfolge im Reinforcement Learning, etwa mit AlphaGo, das 2016 den Weltmeister im Go-Spiel besiegte – ein Meilenstein für KI.

2010 – 2015: Durchbruch von Deep Learning und Sprachassistenten

2011: IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy!“, indem es komplexe Fragen in natürlicher Sprache versteht und beantwortet. Watson demonstrierte damit die Leistungsfähigkeit von KI in Sprachverarbeitung und Wissensmanagement.

2011: Apple bringt *Siri* auf den Markt, den ersten weitverbreiteten intelligenten Sprachassistenten für Smartphones.

2012: DeepMind entwickelt ein tiefes Neuronales Netzwerk, das Katzen in YouTube-Videos erkennen kann.

Google übernimmt DeepMind 2014 für 500 Millionen Dollar.

2014: Ian Goodfellow stellt *Generative Adversarial Networks* (GANs) vor, die KI-Systeme befähigen, realistische Bilder und Videos zu erzeugen. GANs revolutionieren kreative Anwendungen der KI. (Siehe: www.mein-ki.de/kunst)

2014: Amazon bringt *Alexa* auf den Markt, eine Sprachassistentin, die Haushalts- und Einkaufsaufgaben übernimmt.

- KI-gestützte Produktivitätstools: Microsoft Copilot, Notion AI, diverse Chatbots und Automatisierungstools, die KI in den Arbeitsalltag bringen.
- Synthetische Daten: Tools wie von Mostly AI generieren realistische, aber datenschutzfreundliche Datensätze für Trainingszwecke.

OpenAI und GPT-Modelle

OpenAI wird 2015 gegründet und entwickelt die GPT-Serie (Generative Pre-trained Transformer).

GPT-3 (2020) war ein großer Fortschritt in der Verarbeitung natürlicher Sprache und wurde Grundlage für viele Anwendungen.

Im November 2022 veröffentlichte OpenAI ChatGPT, ein KI-basierter Sprachassistent, der breite öffentliche Aufmerksamkeit erlangte und die KI-Entwicklung stark beschleunigte.

Im Jahr 2023 folgte GPT-4, ein noch leistungsfähigeres Modell mit deutlich mehr Parametern.

2014: Microsoft veröffentlicht *Cortana*, einen weiteren Sprachassistenten.

2014: Der Chatbot *Eugene Goostman* besteht den Turing-Test, indem ein Drittel der Richter ihn für einen Menschen hält.

2015–2020: Fortschritte in Bild- und Spracherkennung, KI im Alltag

2015: KI-Systeme erreichen bei der ImageNet-Challenge eine Genauigkeit von 97,3% bei der Objekterkennung – besser als Menschen[2].

2016: DeepMind entwickelt *AlphaGo*, das den Weltmeister im Go-Spiel besiegt – ein Meilenstein im Reinforcement Learning und strategischen Denken der KI.

2017–2019: Die Transformer-Architektur wird eingeführt, die Sprachmodelle wie BERT und GPT ermöglicht und die Verarbeitung natürlicher Sprache revolutioniert.

Ab 2020, bis heute

2020–2025: Explosion *Generativer KI* und *Large Language Models* (LLMs)

2020: OpenAI veröffentlicht *GPT-3*, ein Large Language Model mit 175 Milliarden Parametern, das Texte in sehr guter – menschlicher – Qualität generieren kann.

2022: *ChatGPT* wird veröffentlicht und erlangt breite öffentliche Aufmerksamkeit als KI-basierter Chatbot.

2023–2024: Weiterentwicklung von LLMs wie *GPT-4*, *Llama 3* (Meta) und *Mixtral* (von Mistral.ai), welche die KI-Branche prägen.

2024: Fortschritte bei Text-to-Image-Modellen wie *Flux* von Black Forest Labs ermöglichen realistische Bildgenerierung aus Text.

KI in Unternehmen

KI-Software wurde zunehmend in Bereichen wie Marketing, Vertrieb und E-Commerce eingesetzt, um Prozesse zu optimieren und datengetriebene Entscheidungen zu ermöglichen.

Vielfältige KI-Unternehmen: Neben OpenAI sind Unternehmen wie Anthropic (Claude AI), Google DeepMind, Aleph Alpha (Deutschland), Mostly AI (Österreich) und StarMind (Schweiz) führend in der KI-Entwicklung.

Sie spezialisieren sich auf verschiedene Bereiche wie erklärbare KI, synthetische Daten und Wissensmanagement.

Integration von KI in bestehende Produkte

KI wird in vielen Produkten und Dienstleistungen eingesetzt, z.B. Microsoft Copilot, Notion AI oder KI-generierte Audio-Inhalte von Suno AI.

Gesellschaftliche und ethische Fragen

Mit der Verbreitung von KI wachsen auch Bedenken bezüglich Datenschutz, Arbeitsplatzverlust und ethischer Verantwortung. Regierungen weltweit arbeiten an Regelungsrahmen.

Schlüsselpersonen

John McCarthy prägte 1956 den Begriff „künstliche Intelligenz“ und entwickelte frühe KI-Programme wie „Logic Theorist“.

Alan Turing: Legte mit dem Turing-Test und der Turingmaschine die theoretische Grundlage für KI.

Forscher bei OpenAI: Personen wie **Sam Altman** (CEO) und **Ilya Sutskever** (Chief Scientist) sind maßgeblich an der Entwicklung der **GPT**-Modelle beteiligt.

Demis Hassabis: Gründer von DeepMind, führend in der Entwicklung von AlphaGo und weiteren KI-Systemen.

Gesellschaftliche Bedeutung und Ausblick

KI ist heute allgegenwärtig, von Sprachassistenten (Siri, Alexa) bis hin zu komplexen Anwendungen in Medizin, Finanzen und Industrie. Die Investitionen in die KI-Forschung steigen weltweit, etwa durch EU-Programme mit Milliardenförderung.

Prognosen gehen davon aus, dass transformative KI, die menschliche Gehirnleistung erreicht oder übertrifft, möglicherweise bis 2040 entwickelt wird.

Die Herausforderungen liegen in ethischer KINutzung, Regulierung und dem Umgang mit sozialen Auswirkungen.

Weiterführende Online-Links (Auswahl)

- Geschichte der KI und wichtige Meilensteine:
<https://mebis.bycs.de/beitrag/ki-geschichte-der-ki>
- <https://www.alphabots.de/Blog-14>
- https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_künstlichen_Intelligenz
- Führende KI-Unternehmen und Software:
<https://mobilunity.ch/blog/ki-entwickler-finden/>
- <https://www.pipedrive.com/de/blog/ki-software>

Zukunft und gesellschaftliche Auswirkungen der KI:

- <https://makronom.de/das-zeitalter-der-kuenstlichen-intelligenz-43252>
- <https://vinciworks.com/blog/die-welt-im-wandel-kunstliche-intelligenz-damals-und-heute/>
- <https://wissensmonster.info/ki-entwicklung-im-laufe-der-letzten-jahre/>
- <https://vinciworks.com/blog/die-welt-im-wandel-kunstliche-intelligenz-damals-und-heute/>
- <https://mobilunity.ch/blog/ki-entwickler-finden/>
- https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_kuenstlichen_Intelligenz
- <https://www.pipedrive.com/de/blog/ki-software>
- <https://www.alphabots.de/Blog-14>
- <https://www.welytics.ai/blog/2019-09-15-geschichte-ki-teil2/>
- <https://makronom.de/das-zeitalter-der-kuenstlichen-intelligenz-43252>