

# MENSCH, Maschine!

Wer zeigt hier wem  
den Weg?



Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr | 2019

KÜNSTLICHE  
INTELLIGENZ

## Nutzungsrechte

Sämtliche Inhalte des Lehr- und Arbeitsmaterials zur Aktion **MENSCH, Maschine! – Wer zeigt hier wem den Weg?**

sind urheberrechtlich geschützt. Dies gilt sowohl für das in gedruckter Form vorliegende Lehr- und Arbeitsmaterial als auch für die zum Download bereitgestellten Daten auf [wissenschaftsjahr.de/jugendaktion](http://wissenschaftsjahr.de/jugendaktion). Das Lehr- und Arbeitsmaterial wird kostenfrei zur Verfügung gestellt und darf ausschließlich in nicht kommerziellen Kontexten verwendet werden. Hierzu gehören die Vervielfältigung, das Speichern, das Drucken und die Bearbeitung des Lehr- und Arbeitsmaterials.

Änderungen dürfen nur insoweit vorgenommen werden, als sie zur Ausübung des Nutzungszweckes unumgänglich sind, zum Beispiel in Form von Kürzungen. Der Aussagegehalt ist dabei unverändert beizubehalten. Inhaltliche Änderungen sind ausschließlich dann zulässig, wenn sichergestellt ist, dass die ursprünglich getroffene Aussage weder abgeändert noch verfälscht, verfremdet oder entstellt wird. Dies gilt auch für eine indirekte Beeinträchtigung des Inhalts durch Verwendung in einem anderen als dem ursprünglichen Sachzusammenhang.

Falls Elemente ganz oder teilweise in irgendeiner Form – elektronisch oder schriftlich – zu anderen als den vorher genannten Zwecken reproduziert werden, ist die ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Vorfeld einzuholen.

Das Lehr- und Arbeitsmaterial ist so konzipiert, dass Lehrerinnen und Lehrer sowie Gruppenleiterinnen und Gruppenleiter es als Kopiervorlage nutzen können. Zusätzlich stehen weiterführende Informationen, hilfreiche Links sowie die Arbeitsblätter des Lehr- und Arbeitsmaterials als PDF-Datei auf [wissenschaftsjahr.de/jugendaktion](http://wissenschaftsjahr.de/jugendaktion) bereit.



# Inhalt

Einleitung	2
Die Module im Überblick	4
<b>Modul 1 Zum Einstieg: Alltagserfahrungen mit KI</b>	<b>6</b>
Arbeitsblatt 1: Künstliche Intelligenz in meinem Leben	8
Arbeitsblatt 2: Künstliche Intelligenz: Was hat das mit mir zu tun?	12
Arbeitsblatt 3: Künstliche Intelligenz: Was ist das jetzt genau?	16
<b>Modul 2 Wie funktioniert Maschinelles Lernen?</b>	<b>18</b>
Was versteht man unter Künstlicher Intelligenz und Maschinellem Lernen?	20
Wie spielt man mit „ <b>MENSCH, Maschine!</b> “?	22
Arbeitsblatt 1: Erkenntnisse aus dem Spiel „ <b>MENSCH, Maschine!</b> “	24
Arbeitsblatt 2: „ <b>MENSCH, Maschine!</b> “ genauer auf den Zahn gefühlt	28
Exkurs für Fortgeschrittene:	30
Verfahren Maschinellen Lernens	30
Wie funktionieren künstliche neuronale Netze?	32
Was heißt eigentlich „Deep Learning“?	34
<b>Modul 3 Mensch oder Maschine: Wer ist intelligenter?</b>	<b>36</b>
Arbeitsblatt 1: Was ist Intelligenz?	38
Arbeitsblatt 2: Zeigt der Chatbot Intelligenz?	40
Wie viel Mensch steckt in der Maschine?	43
Arbeitsblatt 3: Mensch oder Maschine? Der Turing-Test hilft	45
Der Turing-Test	47
Arbeitsblatt 4: Chatbot Mitsuku auf den Zahn gefühlt	48
<b>Modul 4 Entwicklungspfade der Künstlichen Intelligenz</b>	<b>50</b>
Arbeitsblatt 1: Meilensteine der Künstlichen Intelligenz	52
Wie erstellt man einen Stop-Motion-Film?	53
Woher kommt der Begriff „Künstliche Intelligenz“?	56
Arbeitsblatt 2: Tweets an Zeitzeugen	57
Exkurs für Fortgeschrittene: Transformation der Informatik durch KI und Big Data	59
<b>Modul 5 Welche KI wollen wir in unserem Leben?</b>	<b>60</b>
Arbeitsblatt 1: Was bedeutet „autonomes Fahren“?	62
Rollenspiel: Das Trolley-Problem	66
Ablauf des Rollenspiels	67
Utilitarismus vs. Deontologie: Zwei Grundrichtungen der normativen Ethik	69
Vertiefte Diskussion: Abwandlung des Rollenspiels	70
Variation des Rollenspiels	70
Reflexion und Abschlussbefragung zu selbstfahrenden, autonomen Fahrzeugen	71
<b>Modul 6 Zukunftswerkstatt: Meine Zukunft mit KI!</b>	<b>72</b>
Einführung	74
Kritikphase	74
Arbeitsblatt 1: Kritiksammlung	75
Fantasiephase	77
Verwirklichungsphase	79
Kopievorlage: Rollenbeschreibungen	82
Literatur- und Bildnachweise	84
Impressum	85

## Zum Hintergrund: das Wissenschaftsjahr 2019 – Künstliche Intelligenz

Wir steuern Geräte per Spracherkennung, Algorithmen unterstützen uns bei der Internetrecherche und Navigationssysteme helfen uns, gut ans Ziel zu kommen: Schon heute begegnet uns Künstliche Intelligenz (KI) in vielen Bereichen unseres Alltags. Diese Entwicklung wird weitergehen, und Wissenschaft und Forschung, die Deutschland zu einem führenden KI-Standort machen können, tragen dazu bei.

Wie wir diesen Wandel gestalten, liegt in unserer Hand. Das Wissenschaftsjahr 2019 bietet vielfältige Möglichkeiten, gemeinsam über Chancen und Risiken von KI zu diskutieren und Fragen zu stellen: Wie funktioniert KI eigentlich? Wie gestalten wir in Zukunft die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine? Welche ethischen Fragen ergeben sich? Welche Auswirkungen hat KI auf unser Zusammenleben als Gesellschaft?

Die Wissenschaftsjahre sind eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit Wissenschaft im Dialog (WiD). Mit wechselnden Themen fördern sie den Austausch zwischen Öffentlichkeit und Forschung und versuchen, komplexe Sachverhalte transparent und zugänglich zu machen. Insbesondere Kinder und Jugendliche stehen im Fokus des Wissenschaftsjahrs. Ziel ist es, sie für aktuelle Themen und Projekte aus der Forschung zu begeistern.

Mit der Jugendaktion im Wissenschaftsjahr 2019 widmen wir uns deshalb in diesem Jahr spielerisch einem speziellen Teilgebiet der KI: dem Maschinenlernen. Wie eine Maschine lernt und immer besser wird, können Lehrkräfte, Gruppenleitungen und Jugendliche mit unserem Spiel „**MENSCH, Maschine!**“ verfolgen.



## Zum Material

Das vorliegende Unterrichtsmaterial ist modular aufgebaut und behandelt – ausgehend vom Simulationsspiel „**MENSCH, Maschine!**“ – verschiedene Aspekte Künstlicher Intelligenz und Maschinellen Lernens.

Alle sechs Module sind ähnlich aufgebaut. Nach einer kurzen Beschreibung, worum es in dem jeweiligen Modul geht, starten die Module direkt mit den Arbeitsblättern oder Arbeitsaufträgen. Die zum Einsatz des Arbeitsmaterials notwendigen fachlichen Inhalte und didaktischen Hinweise finden Sie direkt im Anschluss an das Arbeitsmaterial oder den Arbeitsauftrag. In diesem Bereich gibt es auch immer wieder dunkelblaue Bereiche: Hier handelt es sich um weiterführende Links oder Tipps zur Variation bzw. zum Weitermachen.

Diskussionsleitfragen oder Impulse zur Bearbeitung der Arbeitsaufträge können Sie gut an der dunkelgrünen Hinterlegung erkennen.

In einigen Modulen gibt es weiterführende Exkurse. Diese Exkurse dienen zum Weiterlesen über das eigentliche Unterrichtsmaterial hinaus, sind zur Bearbeitung der Arbeitsblätter also nicht unbedingt notwendig, für eine vertiefte Beschäftigung mit den Themen aber sicher interessant und hilfreich.

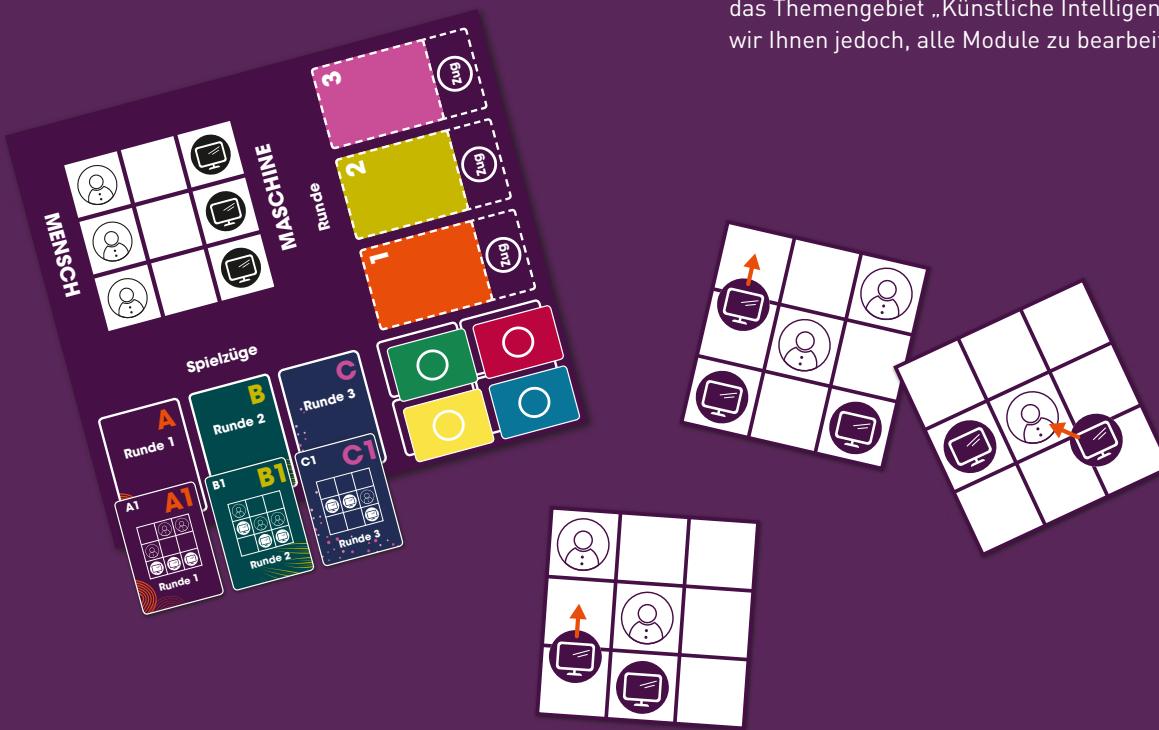
## Wie setze ich das Material ein?

Alle Module sind so konzipiert, dass die Jugendlichen an möglichst vielen Stellen selbst aktiv verschiedene Aspekte Künstlicher Intelligenz erkunden und durch daran anschließende, gelenkte Diskussionen die gemachten Erfahrungen umfassend reflektieren können.

Modul 1 sollte den Jugendlichen dabei einen ersten bewussten Kontakt mit Künstlicher Intelligenz ermöglichen, damit sie im Anschluss daran in Modul 2 mit Hilfe des Simulationsspiels „**MENSCH, Maschine!**“ spielerisch erkennen, wie Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz funktionieren. Diese beiden Module stellen zusammen eine kleine, abgeschlossene Einheit dar.

Sollten Sie mit Ihrer Lerngruppe schon an anderer Stelle das Thema „Künstliche Intelligenz“ thematisiert haben, können Sie auch das Einstiegsmodul überspringen und gleich mit Modul 2 beginnen.

Da Modul 2 zusammen mit dem Simulationsspiel „**MENSCH, Maschine!**“ den Kern des Materials darstellt, sollten Sie sich für DIESES Modul in jedem Fall genügend Zeit lassen. Die folgenden vier Module bauen auf dem Vorwissen von Modul 2 auf, sind jedoch untereinander unabhängig zu bearbeiten. Sie können also beispielsweise problemlos nach dem Einstiegsmodul und Modul 2 mit Modul 6 weitermachen und mit Modul 4 abschließen. Für einen möglichst umfassenden Blick auf das Themengebiet „Künstliche Intelligenz“ empfehlen wir Ihnen jedoch, alle Module zu bearbeiten.



# Die Module im Überblick



## Modul 1

### Zum Einstieg: Alltagserfahrungen mit KI

Dieses grundlegende Modul knüpft an den Alltagserfahrungen von Jugendlichen mit KI an. Sie entdecken anhand von Beispielen, in welchen Anwendungen KI heute schon eingesetzt wird und wie sie grundsätzlich arbeitet. Hieraus leiten sie erste Definitionen von Künstlicher Intelligenz und Maschinellem Lernen ab, um eine Grundlage für ein tiefer gehendes technisches Verständnis zu legen. Wir empfehlen, die Aufgaben dieses Moduls mit dem Einsatz des Simulationsspiels „**MENSCH, Maschine!**“ aus [▷ Modul 2] zur Vertiefung zu verknüpfen.

**► Ab Seite 6**

## Modul 2

### Wie funktioniert Maschinelles Lernen?

Dieses Modul stellt den Kern des Materials dar: Hier spielen die Jugendlichen das Simulationsspiel „**MENSCH, Maschine!**“ und erfahren so selbst, wie eine Maschine lernen kann und was Künstliche Intelligenz in heutigen Systemen bedeutet – nämlich den Einsatz Maschineller Lerner, die für genau eine Aufgabe trainiert wurden. Dieses Modul sollte jedem Fall mit den Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden, da alle weiteren Module hierauf aufbauen.

**► Ab Seite 18**



## Modul 3

### Mensch oder Maschine: Wer ist intelligenter?

Dieses Modul blickt hinter die Fassade der Maschinen und ergründet am Beispiel des Chatbots Mitsuku, wie intelligent Maschinen sind und woran man Intelligenz von Maschinen erkennen kann – und woran nicht. Hier liefert der Turing-Test Hinweise, den die Schülerinnen und Schüler auch teilweise selbst mit Mitsuku durchführen können. Dieses Modul kann gut im Anschluss an das Simulationsspiel „**MENSCH, Maschine!**“ aus [▷ Modul 2] durchgeführt werden und hilft somit, die dort erarbeiteten Begriffe und Verfahren aus einer anderen Perspektive zu betrachten.

**► Ab Seite 36**





## Modul 4

### Entwicklungsfade der Künstlichen Intelligenz

Dieses Modul blickt zurück auf die Geschichte der KI, um die Jugendlichen auf diese Weise zu befähigen, sich auch kompetent mit der Zukunft mit KI zu beschäftigen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich wichtige Momente der KI-Geschichte und setzen sie in kurze Stop-Motion-Filme um.

►► Ab Seite 50

## Modul 5

### Welche KI wollen wir in unserem Leben?

Dieses Modul beschäftigt sich am Beispiel des autonomen Fahrens mit grundsätzlichen ethischen Fragestellungen, die beim Einsatz von KI-Systemen immer präsent und relevant, aber an vielen Stellen noch nicht endgültig diskutiert sind. So stellen sich die Jugendlichen die Frage, wie viel Handlungsspielraum wir mit Künstlicher Intelligenz ausgestatteten Maschinen zugestehen möchten. In diesem Modul können die Jugendlichen unter anderem am Trolley-Problem genau diese Fragestellung bearbeiten.

►► Ab Seite 60



## Modul 6

### Zukunftswerkstatt: Meine Zukunft mit KI!

In diesem Modul machen sich die Jugendlichen im Rahmen einer Zukunftswerkstatt Gedanken dazu, in welcher KI-Umwelt sie leben wollen und wie sie diese aktiv selbst mitgestalten können. Hierzu werden verschiedene Varianten vorgestellt, wie eine derartige Zukunftswerkstatt beispielsweise im Rahmen einer Projektwoche oder eines Projekttages durchgeführt werden kann.

►► Ab Seite 72



# Modul 1

## Zum Einstieg: Alltags- *erfahrungen* mit KI



## Worum geht es in diesem Modul?

**Künstliche Intelligenz (KI)** – meist meint man heute damit Computersysteme oder Maschinen, die durch Verfahren Maschinellen Lernens scheinbar selbstständig begrenzte Aufgaben lösen können, und dies oft besser als der Mensch. Sie spielen heute schon in vielen Bereichen unseres Lebens eine wichtige Rolle, so kommen zum Beispiel Sprachassistenten oder selbst die Smartphone-Kamera heute nicht mehr ohne KI-Anteile aus.

Deshalb widmet sich dieses Modul den ganz alltäglichen Fragen rund um Künstliche Intelligenz: Was hat KI mit meinem Leben zu tun? Und was ist das eigentlich genau? Inzwischen kennen laut einer aktuellen Bitkom-Studie 85 Prozent der deutschen Bevölkerung den Begriff Künstliche Intelligenz (KI). 2 Prozent bezeichnen sich als Experten, 38 Prozent können nach eigener Aussage gut erklären, was man darunter versteht, und 30 Prozent wissen in etwa, was es bedeutet.

Nach dieser Studie sehen 62 Prozent der Befragten im Einsatz von KI eher Chancen, 35 Prozent eher Risiken. Eine Studie von YouGov kommt bei dieser Frage zu anderen Ergebnissen. Die Mehrzahl der Benutzer sieht eher die Risiken der Technologie und lehnt beispielsweise den Einsatz automatisierter Entscheidungssysteme ab. Das heißt, die vorliegenden Studien geben noch ein unklares Bild über die Sichtweisen der Deutschen auf das Thema Künstliche Intelligenz.

Dieses Einstiegsmodul soll Jugendliche dabei unterstützen, eine eigene Perspektive auf Künstliche Intelligenz zu entwickeln sowie vorhandenes Wissen zu sammeln und einzuordnen. Anhand bestehender Alltagserfahrungen sowie vorhandener Vorstellungen über KI wird zunächst ein Überblick über Einsatzmöglichkeiten, Grundbegriffe und Funktionsweisen von KI gegeben, ohne das sich sofort mit der dahinterstehenden Technologie auseinandersetzen muss.

## Das Modul im Einsatz

Das Erfassen und Diskutieren von Vorstellungen, Erfahrungen und Meinungen der Lernenden bezüglich des Themas KI erfolgt in drei Abschnitten:

**Im ersten Abschnitt „Künstliche Intelligenz in meinem Leben“** haben die Lernenden die Möglichkeit, Alltagserfahrungen aufzuarbeiten, zusammenzutragen und zu systematisieren. Für den Einstieg gibt es zwei mögliche Herangehensweisen. Während die erste Version auf Basis konkreter, bebildeter Alltagsbeispiele gestaltet ist und eher für jüngere Lerngruppen geeignet ist, ist die zweite Version offener und basiert nicht auf gegebenen Anwendungen für KI. Für diese Version können Sie idealerweise eine Onlineumfrage einsetzen. Ziel beider Varianten ist, das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu aktivieren. ([>Arbeitsblatt 1] oder Alternative)

**Im zweiten Abschnitt „Künstliche Intelligenz: Was hat das mit mir zu tun?“** explorieren die Jugendlichen ein KI-System an einem konkreten Beispiel aus ihrem Leben. Die Lernenden erhalten einen ersten Eindruck von Chancen und Risiken Künstlicher Intelligenz, um dies im Unterricht anschließend zu diskutieren. Der Arbeitsauftrag in [>Arbeitsblatt 2] dient dazu, durch gezieltes Suchen in verschiedenen Onlineshops die Effekte von Filterblasen kennenzulernen und erfahren zu können, wie bei Internetsuchen KI-Systeme die Ergebnisse beeinflussen. Damit wird trotz bisheriger heterogener Erfahrungen eine gemeinsame Basis geschaffen.

**Im letzten Abschnitt „Künstliche Intelligenz: Was ist das jetzt genau?“** sollen dann erste Arbeitsdefinitionen der Begriffe Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen erarbeitet werden. [>Arbeitsblatt 3] wird von den Schülerinnen und Schülern als Gruppenaufgabe, z. B. Puzzlemethode, bearbeitet.

### Eine Auswahl von Studien zu Ansichten über Künstliche Intelligenz:

#### ► Bitkom-Studie:

Künstliche Intelligenz: Bundesbürger sehen vor allem Chancen (2018)

[bit.ly/2E3tB84](https://bit.ly/2E3tB84)

#### ► YouGov-Studie:

Künstliche Intelligenz im Auge des Verbrauchers (2018)

[bit.ly/2zpWYgA](https://bit.ly/2zpWYgA)

#### ► Umfrage der Bertelsmann Stiftung:

Was Deutschland über Algorithmen weiß und denkt (2018)

[bit.ly/2tWpPWU](https://bit.ly/2tWpPWU)



## Modul 1 – Arbeitsblatt 1

## Künstliche Intelligenz in meinem Leben

Schaut euch die fünf Abbildungen an. Wo, denkt ihr, ist hier Künstliche Intelligenz zu erkennen? Haltet eure Ergebnisse zunächst neben den Bildern fest.



---

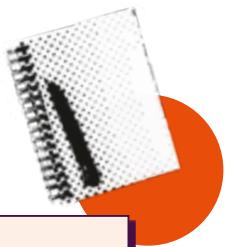
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

**Modul 1 - Arbeitsblatt 1**



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

► Fassen euch weitere Beispiele ein, wo ihr Künstliche Intelligenz finden könnt?  
Notiert hier eure Vorschläge.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Künstliche Intelligenz in meinem Leben

**Bei dieser Aufgabe werden verschiedene Alltagsbeispiele, in denen Künstliche Intelligenz eine Rolle spielt, durch Bilder präsentiert.**

Sie können das [▷Arbeitsblatt 1] dazu nutzen, die Schülerinnen und Schüler in Partner- oder Gruppenarbeit über die Bilder diskutieren zu lassen, um die Ergebnisse anschließend an der Tafel oder einem Plakat zu sammeln. Natürlich können Sie auch die Bilder als Diskussionsanlass im Plenum verwenden, oder Sie lassen die Lerngruppe zu den einzelnen Bildern in einer Puzzlemethode recherchieren, um herauszufinden, wo hier jeweils KI Anwendung findet. Ein Einstieg über Beispielanwendungen erleichtert es den Lernenden, sich zunächst in die Thematik einzufinden, ohne direkt selbst Situationen in ihrem Alltag finden zu müssen.

Abhängig vom Vorwissen der Lerngruppe können sich verschiedene Sozialformen und Methoden empfehlen – bei unseren Einsätzen des Materials zeigte sich sowohl in Think-Pair-Share-Verfahren als auch bei einer Plenumsdiskussion, dass die Bilder für die Jugendlichen sinnvolle Einstiege bieten, sich über die Verwendung von KI Gedanken zu machen. Gerade bei mündlichen Diskussionen über die präsentierten Bilder zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler häufig eine grundsätzliche Idee haben, DASS in solchen Systemen KI verwendet wird, können aber nicht präzise erklären, auf welche Weise. Diese grundsätzliche Funktion sollten Sie zusammen mit der Gruppe zumindest grundsätzlich sichern, ohne in die technischen Details zu gehen.

### Wo findet man hier „Künstliche Intelligenz“ und „Maschinelles Lernen“?

Sollten Sie sich über die Begriffe nicht ganz im Klaren sein, finden Sie auf [▷Seite 20] des Moduls 2 die entsprechenden Definitionen.

Wo ist nun in Geräten wie sprachgesteuerten Assistenten die Künstliche Intelligenz versteckt?

► **Schachcomputer** oder ähnliche Spiele-KIs lernen heute durch bestärkendes Lernen, indem sie „lernen“, erfolgreiche Züge oder Handlungen von weniger erfolgreichen zu unterscheiden (Strategielerlernen).

► Zur **Marketingoptimierung** werden ebenfalls KI-Systeme verwendet, genannt „Vorschlags-KI“ („Recommendation AI“). Derartige Systeme arbeiten mit Verfahren des unüberwachten Lernens und bilden sog. aus den Kundenmerkmalen „Cluster“, um so Kunden in verschiedene Kategorien einzuteilen und ihnen entsprechende Vorschläge z. B. zu Produkten zu unterbreiten.

► Im Bereich des **autonomen Fahrens** finden sich je nach Grad der Automatisierung verschiedene KI-basierte Systeme, insbesondere in der Umgebungserkennung. Diese Systeme arbeiten mit verschiedenen Deep Learning-Verfahren, um aus den unterschiedlichen Sensordaten die Umwelt sicher zu erkennen und zu reagieren.

► **Gesichtserkennung** erfolgt durch sogenannte tiefe künstliche neuronale Netze (Deep Learning). Hier „lernt“ das Netz – ähnlich wie bei der Spracherkennung – auf Basis von bekannten Bildern die Merkmale von Personen und kann die Menschen auf Basis dieser Merkmale unterscheiden.

► **Sprachassistenten** benutzen KI-Systeme, um menschliche Sprache zu „verstehen“. Manche Assistenten muss man zunächst auf die Aussprache des Benutzers trainieren. Hierzu werden Sie aufgefordert, bestimmte Sätze oder Wörter zu sprechen. Da das System weiß, was Sie gesprochen haben, kann durch Verfahren Maschinellen Lernens (überwachtes Lernen, siehe [▷Modul 2]) der Assistent „lernen“, Sie zu „verstehen“, ohne natürlich den Sinn der gesprochenen Laute interpretieren zu können.



## Welche KI-Systeme kennen Schülerinnen und Schüler häufig sonst noch?

Häufig werden hier als weitere Beispiele „Spiele-KIs“ (Computerspiele gegen eine KI), evtl. Bildbearbeitung am Smartphone oder das Entsperren des Smartphones durch Fingerabdruck-, Iris- oder Gesichtsscan genannt, aber auch autonomes Fahren oder Internet-suchmaschinen.



## Alternative zu Arbeitsblatt 1: Sammeln eigener Vorerfahrungen

Alternativ zu [▷Arbeitsblatt 1] steigen die Schülerinnen und Schüler direkt mit eigenen, selbstgewählten Erfahrungen aus ihrem Alltag in die Thematik ein. Sie erhalten also keine konkreten Beispiele vorgegeben.

Zur Strukturierung dieser Phase, die in der Regel nicht mehr als eine halbe Stunde Zeit beansprucht, dienen folgende Reflexionsfragen, die auch in Form einer Onlinebefragung gestellt und ausgewertet werden können:

- ▶ Wo glaubst du, dass dir im Alltag Künstliche Intelligenz begegnet?
- ▶ Was sind deiner Meinung nach Charakteristiken und Eigenschaften von Künstlicher Intelligenz?
- ▶ Nimm zur folgenden Aussage Stellung: „Ich finde, dass Künstliche Intelligenz eine sinnvolle Unterstützung in meinem Alltag ist.“



Bei den beiden offenen Fragen können die Lernenden frei Erfahrungen und ihr Vorwissen sammeln. Diese Fragen können Sie je nach Klassensituation mündlich im Plenum diskutieren oder durch Plakate oder (wie bereits angedeutet) online präsentieren und beantworten lassen.

Die dritte Aufgabe stellt eine erste Reflexion des Einsatzes von Systemen mit Künstlicher Intelligenz dar. Die Lernenden können die Aussage zunächst auf einer Skala von 1 (= stimme nicht zu) bis 6 (= stimme zu) beurteilen, um ein erstes Stimmungsbild der Lerngruppe abzubilden und auf Grundlage dieses Ergebnisses verschiedene Positionen zu diskutieren.

Anschließend können Sie dieses Stimmungsbild mit der Gruppe diskutieren. Insgesamt sollten diese Sammlung und Diskussion des Vorwissens nicht mehr als eine halbe Stunde in Anspruch nehmen.

**► TIPP:** Für eine möglichst ehrliche Rückmeldung wäre eine anonyme Beantwortung sinnvoll.

Hierfür können Sie beispielsweise ein Onlineumfrage-Tool wie **PINGO** der Universität Paderborn nutzen ([pingo.coactum.de](http://pingo.coactum.de)).

Sie können damit die Fragen im Vorfeld vorbereiten, so dass sie im Unterricht die Fragen von jedem Schüler und jeder Schülerin beantwortet werden können. **PINGO** speichert die Antworten anonymisiert und bietet eine direkte grafische Präsentation der Antworten, auch als Word-Cloud bei offenen Fragen.



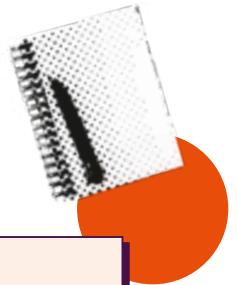
**Modul 1 – Arbeitsblatt 2**

## Künstliche Intelligenz: Was hat das mit mir zu tun?

**Arbeitsauftrag:** Ihr möchtet mit eurer Klasse in ein Zeltlager fahren. Dafür benötigt ihr noch einige Ausrüstungsgegenstände. Um diese möglichst günstig zu besorgen, sucht ihr jetzt im Internet nach passenden Angeboten.

**Recherchiert hierfür zu zweit am Computer. Eure Recherche sollt ihr nach den folgenden Punkten strukturieren und auf der nächsten Seite dokumentieren.**

**Anschließend werden eure Erfahrungen mit den anderen diskutiert.**

**Gezogene Produktkategorie:**

- 
- ▶ Öffnet im Internetbrowser eine beliebige Suchmaschine, z.B. **Google** oder **Bing**
  - ▶ Sucht erst allgemein nach Produkten eurer Kategorie. Guckt ruhig in mehrere Shops und durchsucht viele Seiten, die Produkte eurer Kategorie anbieten.
  - ▶ **TIPP:** Gebt in der Suche „**[Suchbegriff] kaufen**“ ein.

Ihr habt dafür 15 Minuten Zeit!

**Entscheidet euch jetzt für ein bestimmtes Produkt (Welches konkrete Produkt wollt ihr kaufen?):**

- 
- ▶ Versucht jetzt, auf mehreren Seiten den niedrigsten Preis zu finden. Notiert euch die Preise, die zugehörige Seite und den Zeitpunkt, wann ihr darauf zugegriffen habt. (Hierfür nutzt ihr die Tabelle auf der folgenden Seite.) Besucht die einzelnen Seiten auch mehrfach.
  - ▶ Sucht auch nach passendem Zubehör oder Ergänzungen.
  - ▶ Geht anschließend auf **ebay-kleinanzeigen.de** und sucht nach eurem Produkt oder nach etwas Ähnlichem. Tragt auch diese Suchergebnisse in die Tabelle ein.

Ihr habt hier nochmals 15 Minuten Zeit!

- ▶ Zum Abschluss geht bitte auf beliebige Internetseiten, die nicht eure Produkte anbieten, aber Werbeanzeigen beinhalten.
- ▶ **TIPP:** Besucht auch Nachrichtenseiten wie **spiegel.de** oder **focus.de** ...

▶ Notiert euch, was euch an den Werbeanzeigen, die dort auftauchen, auffällt.

Dafür habt ihr nochmals 10 Minuten Zeit.

**Modul 1 – Arbeitsblatt 2**

► Notiert euch, was ihr getan habt und was euch bei der Suche aufgefallen ist!

Gewähltes Produkt:

---

► Notiert hier, auf welchen Seiten ihr wart, welche Preise ihr dafür gefunden habt und zu welcher Zeit ihr die Seiten besucht habt. Auch solltet ihr immer mal wieder auf bereits besuchte Seiten zurückkehren.

Seite	Preis	Zeitpunkt

► **Beobachtungen:** Was ist euch bei den Werbeanzeigen auf den weiteren Seiten aufgefallen?  
Was bei den Angeboten in den **ebay-Kleinanzeigen**?

---

---

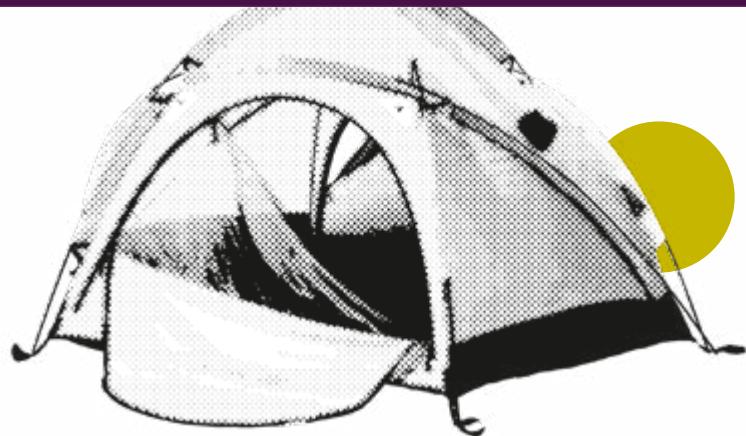
---

► **Überlegt euch:** Wie könnte hier Künstliche Intelligenz mit einwirken?

---

---

---



## Hinweise zu Arbeitsblatt 2: Künstliche Intelligenz: Was hat das mit mir zu tun?

Um zu gewährleisten, dass die Lerngruppe den gewünschten „Aha-Effekt“ erleben kann, sollten die Jugendlichen – alleine oder in Paaren – nach verschiedenen Produkten samt Preisen suchen. Hierfür ziehen die Lernenden zu Beginn einen Suchbegriff einer bestimmten Kategorie, wobei die Suchbegriffe gerne auch doppelt vergeben sein können. Es ist empfehlenswert, dass die gesamte Lerngruppe Suchbegriffe EINER Kategorie wählt.

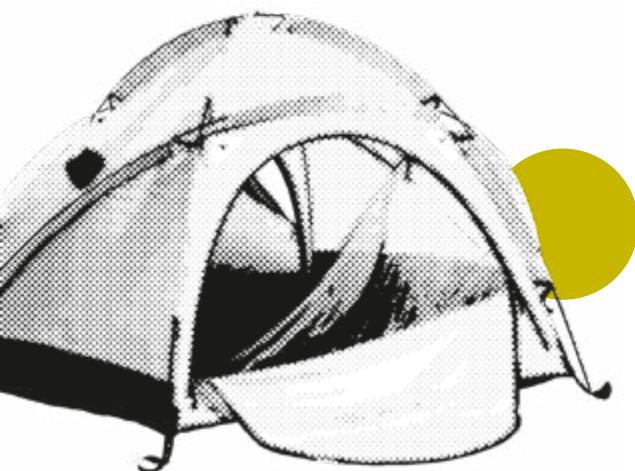
Je nach Lerngruppe kann es sinnvoll sein, das Arbeitsblatt noch zu ergänzen oder den Schülerinnen und Schülern weitere Hinweise zu geben. Wichtig sind nicht die konkreten Preise oder Produkte, sondern dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass ihre Suchaktivitäten zu unterschiedlichen Ausgaben von besuchten Websites führen – also ihre Aktivitäten als Daten erfasst und mit Hilfe von KI-Systemen ausgewertet werden.

**► TIPP:** Eine erprobte Kategorie stellt „Camping“ dar, wobei Suchbegriffe wie „Zelte für mindestens 4 Personen“, „Tische und Campingstühle“, „Schlafsäcke für den Sommer“, „Rucksack“, „Campinggeschrirr“ oder „Camping Hängematte“ sehr gute Ergebnisse erzielen.



**► HINWEIS:** Auch wenn Sie innerhalb eines größeren Netzwerkes arbeiten, können Sie diese Rechercheaufgabe durchführen. Die Mehrzahl der Websites arbeitet inzwischen mit „**Tracking Cookies**“, die auf den Rechnern gespeichert werden und zum Wiedererkennen genutzt werden; die bloße Identifikation mittels IP-Adresse, die die Einzelrechner eines Netzes nicht unterscheidbar sein lässt, wird nur noch von wenigen Anbietern durchgeführt.

Dennoch sollten Sie diesen Arbeitsauftrag in jedem Fall im verwendeten Umfeld vorher testen. Sollten kaum Filtereffekte auftreten, können Sie auch mit verschiedenen Browsern oder Suchmaschinen experimentieren (Google und Bing haben in der Standardkonfiguration den niedrigsten **Privacy Level** und funktionieren damit in der Regel am besten – auch das kann im Unterricht thematisieren). **Achten Sie darauf, dass auch Werbeblocker deaktiviert sind.**



## Mögliche Erkenntnisse aus der Internetrecherche

Durch die systematische Erkundung haben die Lernenden die Chance zu erfahren, dass KI-Systeme ihnen „passende“ Artikel vorschlagen, auch wenn sie nicht mehr explizit nach passenden Schlagwörtern suchen. Sie können erkennen, dass über ihr Verhalten Daten gesammelt werden und auf Basis dieser Daten auf ihre persönlichen Interessen geschlossen wird – um ihnen anschließend „ausgewählte“ Angebote zu machen. Es ist wichtig, dass den Schülerinnen und Schülern genügend Zeit zum Suchen zur Verfügung steht und sie dazu aufgefordert werden, während der Suche möglichst viele Klicks zu tätigen.

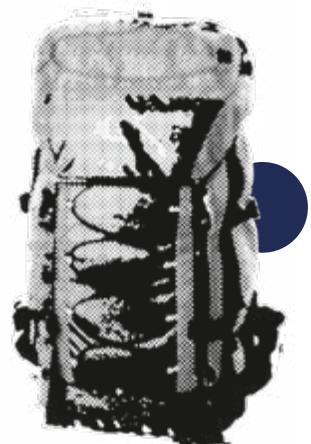
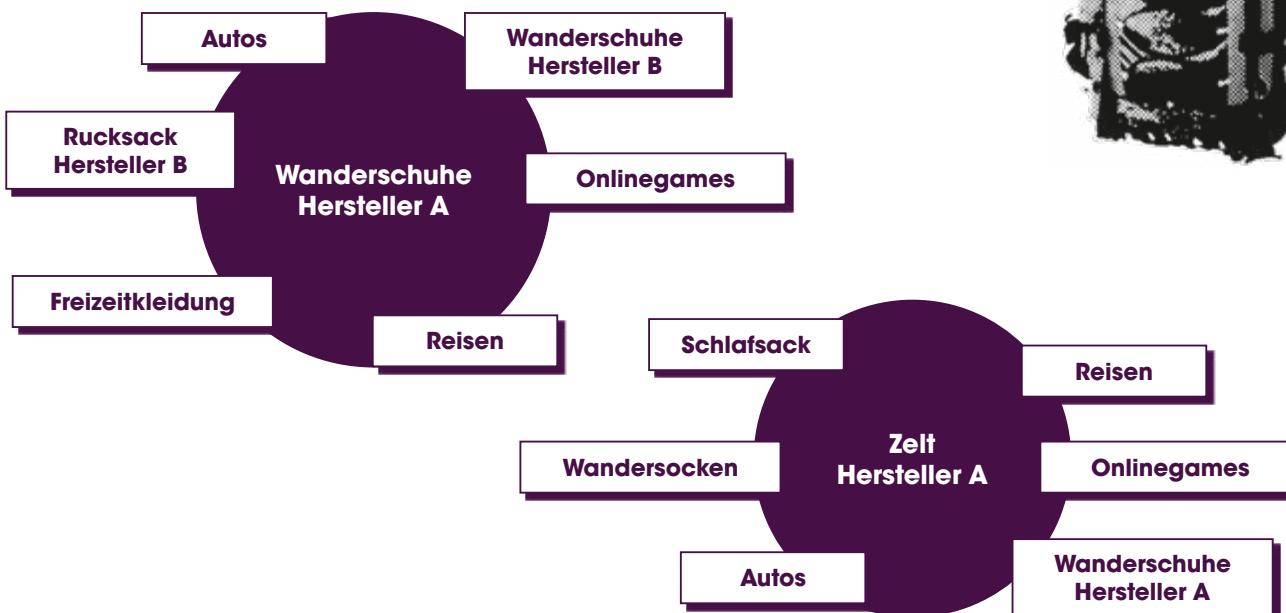
In unserem Beispiel haben wir auf Onlineshops wie ebay-Kleinanzeigen zurückgegriffen, die ohne Registrierung nutzbar sind.

Nach Abschluss dieser Recherche phase sollten Sie mit den Jugendlichen ihre Erkenntnisse diskutieren. Dies können Sie so gestalten, dass einige Paare ihre Erkenntnisse vortragen und Sie die Erkenntnisse sammeln.

### Leitfragen zur Auswertung sind:

1. Haben sich die Preise für euer Produkt innerhalb eines Shops über die Zeit geändert?
2. Welche Produkte wurden insbesondere während der letzten Phase in den Werbeanzeigen dargestellt?
3. Stehen zumindest ein Teil der angebotenen Waren mit eurem Produkt in Zusammenhang?
4. Welche Vermutungen habt ihr, wie hier KI gewirkt hat?

Wenn Sie die Inhalte der Werbeanzeigen an einer Tafel o. ä. sammeln und clustern, ist es für die Jugendlichen leichter, eine Adaption der Web- und Werbeinhalte auf das Suchverhalten zu erkennen und hieraus auch beispielsweise Rückschlüsse auf ihr eigenes Surfverhalten zu ziehen.



**Modul 1 – Arbeitsblatt 3**

## Künstliche Intelligenz: Was ist das jetzt genau?

Ihr habt jetzt schon einiges von „Künstlicher Intelligenz“ gehört.  
Aber was das genau ist, das wissen wir immer noch nicht.  
Nun wollen wir versuchen Licht in das Dunkel zu bringen.

**1.**

### Schritt 1: Gruppen bilden

►► Bildet Gruppen zu 3 bis 4 Personen!

In diesen Gruppen werdet ihr euch in Schritt 3 gemeinsam erarbeiten, was „Künstliche Intelligenz“ bedeutet und welche Aspekte für das Verständnis von KI wichtig sind.

Hierzu stehen euch vier Videos zur Verfügung, die auf unterschiedliche Weise erklären, was KI bedeutet. Jeder von euch ist für die Analyse eines der Videos zuständig. Entscheidet euch, wer welches Video ansehen und zusammenfassen möchte. Teilt nun die Videos in der Gruppe untereinander auf.

**2.**

### Schritt 2: Expertengruppen bilden

►► Bildet jetzt Expertengruppen. Jede Expertengruppe analysiert die Inhalte eines Videos.

**Arbeitsaufträge für Experten**

Unsere Quelle: \_\_\_\_\_

- Schaut euch das obenstehende Video an.
- Macht euch Notizen dazu, wie in diesem Video Künstliche Intelligenz definiert wird.
- Notiert auch alles, was ihr aus dem Video als wichtig für das Verständnis von KI seht.

Ihr habt dazu 15 Minuten Zeit.

**3.**

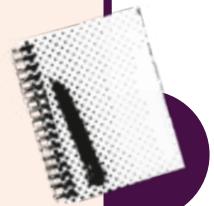
### Schritt 3: zurück in die Gruppen

►► Wechselt jetzt zurück in eure ursprünglichen Gruppen.

**Arbeitsauftrag zum Auswerten**

- Stellt euch zunächst gegenseitig eure Erkenntnisse aus euren Videos vor!
- Versucht, eine kurze Definition des Begriffs Künstliche Intelligenz zu formulieren!
- Stellt auf einem gemeinsamen Plakat alle Aspekte vor, die euch auf Basis eurer Filme wichtig erscheinen, um die Funktionsweise von Künstlicher Intelligenz zu erklären.

Hierfür habt ihr 25 Minuten Zeit.



## Hinweise zu Arbeitsblatt 3:

### Künstliche Intelligenz: Was ist das jetzt genau?

Bei dieser Gruppenaufgabe können sich die Schülerinnen und Schüler anhand kurzer Videos, die sie in Expertengruppen ansehen und auswerten, mit verschiedenen Aspekten und Begriffen aus dem Bereich KI das erste Mal vertraut machen, um anschließend in Stammgruppen die Erkenntnisse aus den verschiedenen Quellen zusammenzufassen.

Alle Quellen sind online zu finden und sind zwischen drei und acht Minuten lang, die Bearbeitung in den Stammgruppen benötigt jeweils ca. 15 bis 20 Minuten.



#### Wir empfehlen folgende Quellen:

Die Videos findet man unter den folgenden Links,

aber auch unter: [wissenschaftsjahr.de/jugendaktion/videos](http://wissenschaftsjahr.de/jugendaktion/videos)

►► **KI im Alltag (2:31 min):**

[bit.ly/30BWsyP](http://bit.ly/30BWsyP)

Schwerpunkt: Einsatz von KI-Systemen

►► **Wie intelligent ist Künstliche Intelligenz? (5:06 min):**

[bit.ly/2HQeqke](http://bit.ly/2HQeqke)

Sehr empfehlenswerter „Rundumschlag“ zu den verschiedenen Aspekten von KI

►► **Wie Künstliche Intelligenz funktioniert (7:35 min):**

[bit.ly/2PesmJH](http://bit.ly/2PesmJH)

Schwerpunkt „künstliche neuronale Netze“ als Teil von KI

►► **Wie funktioniert eigentlich Machine Learning? (8:10 min):**

[bit.ly/2HqJ9CU](http://bit.ly/2HqJ9CU)

Schwerpunkt Maschinelles Lernen, anspruchsvollere Beschreibung auch von künstlichen neuronalen Netzen

Um den Geräuschpegel erträglich zu halten, sollten Sie in jedem Fall die Videos mit Headsets ansehen. Sollte es Ihnen nicht möglich sein, mit diesen Videos zu arbeiten, können Sie auch verschiedene Texte einsetzen. Die Präsentation der Arbeitsergebnisse kann durch eine kurze Vorstellung durch die einzelnen Arbeitsgruppen oder durch einen Museumsgang durchgeführt werden.



►► **TIPP:**

Die Schülerinnen und Schüler werden natürlich unterschiedliche Definitionen zu den Begriffen finden. Eine gute Orientierung für die ersten Definitionen finden Sie unter:  
[bit.ly/2zmboyk](http://bit.ly/2zmboyk)



# Modul 2

## Wie funktioniert Maschinelles *Lernen?*



## Worum geht es in diesem Modul?

**Ob beim Entsperrn unseres Smartphones per Gesichtserkennung, beim Sprechen mit Chatbots oder beim Navigieren im Straßenverkehr: Künstliche Intelligenz (KI) ist schon heute vielfach Bestandteil unseres Lebens.** Aber wie funktionieren KI und Maschinelles Lernen überhaupt? Maschinen sind ja nicht von sich aus intelligent, sie können lediglich durch Maschinelles Lernen dafür trainiert werden, einzelne Aufgaben besonders gut zu erledigen. Dies „lernt“ der Computer, indem er Muster und Gesetzmäßigkeiten in großen Datenmengen erkennt und daraus Regeln für Entscheidungen ableitet.

Auch wenn sich das kompliziert anhört, können selbst jüngere Kinder und Jugendliche auf einfacherem Weg verstehen und erklären, was grundsätzlich hinter „Künstlicher Intelligenz“ und „Maschinellem Lernen“ steckt.

Hierfür haben wir das analoge Simulationsspiel „MENSCH, Maschine!“ entwickelt, das es Jugendlichen ermöglicht, spielerisch nachzuvollziehen, wie die Maschine lernt – und damit die Grundprinzipien von Maschinellem Lernen (ML) zu verstehen.

## Wie funktioniert das?

Angelehnt an das Spiel „Bauernschach“, das bereits 1962 von Martin Gardner als lernender Streichholzschachcomputer („Matchbox Computer“) [▷ Modul 4] vorgestellt wurde, tritt bei „**MENSCH, Maschine!**“ ein menschlicher Spieler gegen eine Maschine an, die durch mehrere Mitspieler simuliert wird. Während des Spieles erleben die Spielerinnen und Spieler, dass Maschinelles Lernen ein algorithmischer und regelgeleiteter Prozess ist und wie die Maschine im Laufe der Spielrunden dazulernt.

Gespielt wird das simple Spiel Bauernschach in mehreren Runden. Immer wenn die Maschine verliert, wird der letzte Zug der Maschine aus dem Spiel gestrichen. Je besser der menschliche Spieler gegen die Maschine spielt, desto schneller lernt die Maschine und verbessert ihre Gewinnchancen. Wie das Spiel genau funktioniert und worauf Sie als Lehrkraft oder Betreuer bzw. Betreuerin achten müssen, finden Sie in der [▷ Spielanleitung], die den Spielen beiliegt, und dem [▷ Begleitheft für Lehrkräfte] zum Spiel, das als Download verfügbar ist.

Dieses Modul stellt den Kern des Materials dar und sollte daher in jedem Fall mit den Kindern und Jugendlichen bearbeitet werden. Es bildet die Grundlage für eine tiefergehende pädagogische Auseinandersetzung mit KI und ML.



## Wie geht es danach weiter?

► Wer sich in die Idee der **Matchbox Computer** etwas vertiefen möchte, kann sich hier **MENACE** ansehen, einen wesentlich komplexeren Matchbox Computer für Tic-Tac-Toe (Englisch): [ybit.ly/2AMhxU3](http://ybit.ly/2AMhxU3)

► Außerdem gibt es eine Simulation des **MENACE**, bei dem sein Lernprozess gut zu verfolgen ist: [bit.ly/30BUyYr](http://bit.ly/30BUyYr)

Auf Basis der Erfahrungen mit dem Lernspiel werden in [▷ Modul 3] Unterschiede zwischen menschlicher und Künstlicher Intelligenz herausgearbeitet, in [▷ Modul 5] werden ethische Fragen und Problemstellungen im Umgang mit und in der Nutzung von KI-Systemen behandelt und in [▷ Modul 6] wird als Zukunftswerkstatt diskutiert, wie das zukünftige Zusammenleben zwischen Menschen und Maschinen (im Sinn von KI-Systemen) aussehen kann. Sie können alle Module nacheinander einsetzen oder auch nur die Themen entnehmen, die für Sie passen – sie bauen alle auf diesem Modul auf.

**Ein bisschen Fachliches zu Beginn muss sein ...**

# Was versteht man unter Künstlicher Intelligenz und Maschinellem Lernen?

Gar nicht so einfach zu beantworten, die Frage – denn so eindeutig sind die Begriffe nicht definiert.

- „Der Begriff künstliche Intelligenz bezeichnet das Verhalten einer Maschine, das, wenn sich ein Mensch genauso verhält, als intelligent angesehen wird.“

Diese Definition für Künstliche Intelligenz von Simmons und Chappell aus dem Jahr 1988 kann erst einmal als Orientierung gelten. Aber – was ist intelligentes Verhalten?

Schon die zugrunde liegenden Begriffe wie „Intelligenz“ und „Lernen“ selbst sind nicht ganz exakt und eindeutig definiert. Das macht es schwierig, eine einfache Erklärung und Definition für Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen zu formulieren. Daher gibt es eine Menge ähnlich klingender, aber doch im Detail unterschiedlicher Definitionen – welche man im Einzelfall verwendet, muss nur klar kommuniziert werden. In diesem Lehrmaterial verwenden wir für KI die Definition von Simmons und Chappell.

Zur Begriffsdefinition gibt es eine Menge Vorschläge. Wir orientieren uns in der Regel an den Aussagen, die in den folgenden Quellen zu finden sind:

- Glossar der Plattform Lernende Systeme:  
[bit.ly/2Le18xt](http://bit.ly/2Le18xt)

- BaFin-Studie 2018:  
[bit.ly/2KXnBjx](http://bit.ly/2KXnBjx)



## Was ist dann „Maschinelles Lernen“?

Liest man insbesondere populärwissenschaftliche Berichte, werden Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz oft synonym verwendet. Dies stellt jedoch eine fachliche Verkürzung dar, da Maschinelles Lernen ein stark vertretenes Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz ist. Eine einfache und hilfreiche Definition für Maschinelles Lernen kann einem Bericht der BaFin-Studie 2018 entnommen werden:

- „Maschinelles Lernen bezeichnet, sehr allgemein formuliert, die Idee, Computern durch geeignete Algorithmen die Fähigkeit zu verleihen, aus Daten und Erfahrungen zu lernen. Computer können damit ein Modell ihrer Welt aufbauen und die ihnen zugesetzten Aufgaben besser lösen.“

Das heißt, es werden große Datenmengen erzeugt, die durch geschicktes Auswerten der Daten verwendet werden, um sogenannte Modelle zu trainieren. Diese Modelle stellen – vereinfacht gesagt – Regelsätze dar, nach denen der Computer entscheiden oder Daten klassifizieren kann. Ein derartiges Modell samt der enthaltenen Regelsätze nennt man auch einen „Maschinelle Lerner“.

Ein einfaches Modell lernen die Jugendlichen im Simulationsspiel „**MENSCH, Maschine**“ direkt kennen. Indem sie mit der und gegen die Maschine spielen, trainieren sie das Modell, das durch die verfügbaren Züge der Maschine dargestellt wird.

Dank steigender verfügbarer Rechenleistung in Forschung und Wirtschaft, aber auch im Privatbereich, können mit mehr und besseren Daten zunehmend komplexere Modelle trainiert werden. Somit finden sich KI-Systeme, die Maschinelles Lernen verwenden, in immer mehr alltäglichen Anwendungen, wie zum Beispiel im Smartphone oder verschiedenen Assistenzsystemen. Wie leistungsfähig derartige Systeme inzwischen sind, zeigen Computerprogramme wie **AlphaZero**, die selbst menschliche Profis beim Go-, Shogi- und Schachspielen schlagen.

Wer wissen möchte, wie maschinelle Lernverfahren genau funktionieren, kann sich in den Exkurs am Ende des Moduls vertiefen. Der Unterricht kann aber sehr gut ohne Wissen um die dort beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

**AlphaZero** = KI-System der Firma DeepMind, das mehrere Brettspiele durch Spielen gegen sich selbst erlernte, was man auch „bestärkendes Lernen“ nennt. Auf [Wikipedia](#) wird dieses Computersystem sehr gut beschrieben.

## Was unterscheidet nun „klassische“ IT-Systeme von KI-Systemen mit Maschinellen Lernern?

Es wird häufig angeführt, dass Systeme mit Maschinellen Lernern eine andere Herangehensweise an das Problemlösen erfordern. Was ändert sich aber jetzt, wenn man Aufgaben durch KI-Systeme mit Maschinellen Lernern lösen lässt? Bei „klassischen“ Systemen werden bei der Entwicklung von Software das oder die zugrunde liegenden Probleme analysiert, danach Lösungsalgorithmen entwickelt und programmiert.

► Das hieße für unser Spiel, dass man nach der Problemanalyse einen Algorithmus entwickeln müsste, der in jeder Spielsituation sofort eine passende Lösung hat. Alle möglichen Wege zur Lösung – also zum Spielende – müssen also von Anfang an bekannt und auch hinsichtlich der Chance, damit das Spiel zu gewinnen, bewertet sein. Dies mag bei einem einfachen Spiel wie Bauernschach noch gut umsetzbar sein, bei einem komplexeren Spiel mit vielen Hunderten von Spielsituationen wird das Ganze schon sehr schwer handhabbar. Außerdem: Übersieht man bei der Entwicklung des Algorithmus eine Spielsituation oder Handlungsalternative, wird sofort das ganze Programm nicht mehr richtig funktionieren.

Hingegen werden beim Maschinellen Lernen zunächst möglichst viele Daten analysiert und anschließend dazu verwendet, ein Modell zu trainieren, welches das Problem möglichst gut löst.

► Auf „**MENSCH, Maschine!**“ bezogen heißt das, dass man zunächst ein untrainiertes Modell mit allen verfügbaren Zügen der Maschine in den unterschiedlichen Spielsituationen aufbaut. Diese Züge sind alle gleichwertig und nicht nach sinnvollen oder schlechten Zügen sortiert. Das Trainieren geschieht jetzt beim Spielen: Wenn die Maschine verliert, wird jener Zug, der zum Verlust geführt hat, gestrichen. Damit verändert sich bei jedem Verlieren das Modell, bis am Ende alle Züge gestrichen sind, die die Maschine verlieren lassen. Dann ist das Modell optimal trainiert.

Das heißt, KI-Systeme, die Verfahren Maschinellen Lernens verwenden, sind genauso wie klassische Problemlösealgorithmen domänen spezifisch. Sie stellen ein optimiertes Verfahren für eine Aufgabenstellung oder bestenfalls eine Gruppe von Aufgabenstellungen dar. Wenn Sie mehr über die verschiedenen Verfahren des Maschinellen Lernens erfahren wollen, können Sie zum Beispiel zum [►Exkurs] am Ende des Moduls blättern.



Häufig findet man bei all diesen Definitionen noch die Begriffe „schwache KI“ und „harte KI“.

► **Schwache KI** meint damit das, was im aktuellen gesellschaftlichen Diskurs meist unter KI verstanden wird: KI-Systeme, die für eine bestimmte Aufgabe optimiert wurden und kein der menschlichen Intelligenz ähnliches Verhalten zeigen.

► **Harte KI** dagegen meint eine „richtige“, generelle Intelligenz auf menschlichem Level. Von vielen wird auch der Turing-Test als Prüfung für den Nachweis von harter KI angesehen [►Modul 3].



## „MENSCH, Maschine!” im Einsatz

# Wie spielt man mit „MENSCH, Maschine!”?

Wie ein KI-System lernen kann, wird mit dem Lernspiel „MENSCH, Maschine!” für Jugendliche erfahrbar gemacht. Es empfiehlt sich, vor Unterrichtsbeginn die Spiele an entsprechenden Gruppentischen aufzubauen – nach Möglichkeit sollten jeweils 5 Jugendliche ein Spiel zur Verfügung haben. Das Spiel kann jedoch von jeweils 3 bis 6 Personen gespielt werden.

Hinweise, wie das Spiel mit verschiedenen Personenzahlen optimal gespielt werden kann, und weitere Möglichkeiten, das Spiel zu variieren, finden Sie im [▷ Begleitheft] zum Spiel auf der Website.



### Bitte planen Sie ausreichend Zeit ein

Von der Erklärung bis zum Ende der Durchführung zwischen 45 und 60 Minuten, für die anschließende Reflexion weitere 15 bis 30 Minuten.

Um den Kindern und Jugendlichen das Spiel zu erklären, steht Ihnen bei Bedarf eine [▷ Präsentation] zur Verfügung. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, nach einer einführenden Erklärung der Spielregeln und der Verteilung der Rollen auf die Schülerinnen und Schüler hat, die erste Spielrunde schrittweise unter Verwendung des gedruckten, dem Spiel beiliegenden Spielablaufs durchzuführen.

Da in der Regel schon diese Spielrunde in den Gruppen unterschiedlich verläuft, können die Jugendlichen leicht nachvollziehen, was beim Gewinnen oder Verlieren der Maschine passieren soll. Zudem können durch den hierdurch entstehenden Austausch zwischen den Gruppen schon verschiedene Erkenntnisse gewonnen werden.

Danach sollten die Kinder und Jugendlichen mindestens 10 Runden spielen und ihre Ergebnisse notieren. Spielt man weniger Runden, wird in der Regel der Lernprozess der Maschine nicht erkennbar.

Sollte eine Gruppe schneller fertig sein, kann sie auch einige Runden mehr spielen. Solch eine Gruppe kann für die gemeinsame Reflexion interessant sein, da ihre Maschine mehr Spiele zum Trainieren hatte und – einen guten menschlichen Spieler vorausgesetzt – vermutlich auch ein besser trainiertes Modell mit mehr entfernten Zügen hat.

### ► WICHTIGER HINWEIS

Die Maschine bestimmt anhand des Abgleichs der Eingabedaten mit dem Modell, welchen Zug sie durchführen muss. Nach jeder Niederlage wird dann anhand des gewählten Zuges das Modell adaptiert, indem der nicht erfolgreiche Zug gestrichen wird. Sollte die Maschine gewinnen, bleibt das Modell unverändert.

**Bitte achten Sie darauf, dass der menschliche Spieler immer versucht, das Spiel zu gewinnen, da nur so eine Verbesserung des Modells möglich wird!**

Der Einfluss der Spielstärke des menschlichen Spielers kann auch gut im Rahmen der Reflexion des Spieles diskutiert werden!





## Nach dem Spiel

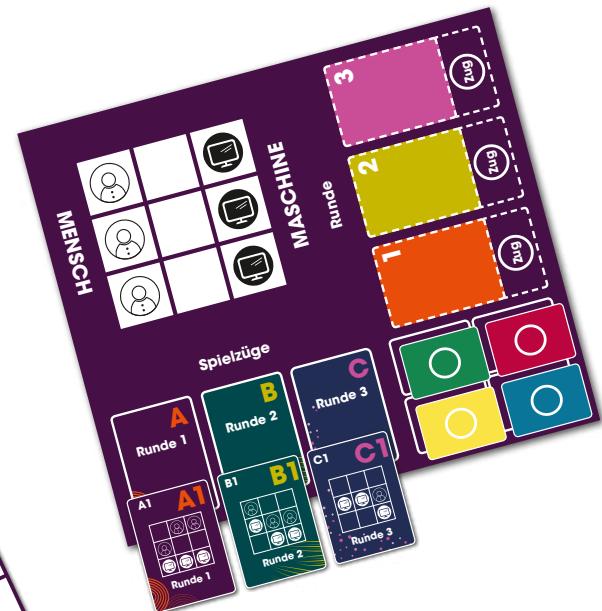
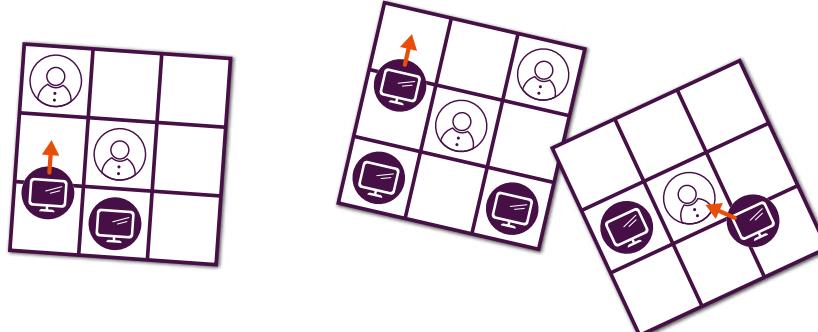
Anschließend an das Spielen von „**MENSCH, Maschine!**“ folgt mit der Reflexion und Sicherung die wichtigste Phase des Moduls. Die Gruppen werden beim Spielen verschiedene Erfahrungen machen und zu unterschiedlichen Schlüssen kommen. Daher ist es sehr wichtig, hierüber einen Austausch zu initiieren, um weiterführende Erkenntnisse zu gewinnen. Um das Ganze strukturiert und vollständig durchzuführen, können Sie das [▷Arbeitsblatt 1] verwenden.

## Warum?

Das Entfernen von Zügen ist das Ändern der Wahrscheinlichkeit, dass eine Zugmöglichkeit zufällig gewählt wird. Ein falsches Anpassen – Verstärken oder Abschwächen – dieser Wahrscheinlichkeiten durch Streichen der falschen Züge bringt die Maschine dazu, eine „falsche Strategie“ zu lernen. Dies zu erkennen ist ein entscheidender Schritt hin zum Verständnis, wie ein KI-System lernt und trainiert wird.

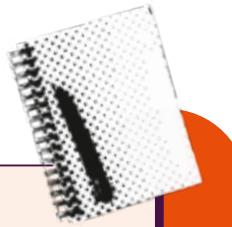
## Stolperfallen und weitere Lernanlässe

Es kann vorkommen, dass die Jugendlichen aus Versehen einen erfolgreichen Spielzug der Maschine entfernen, so dass in der Folge die Maschine immer verliert. Dies fällt in der Regel während der Auswertung im Plenum auf und kann eine zusätzliche Lernerkenntnis mit sich bringen: Die Maschine lernt durch das Entfernen verlorener Züge, entfernt man aber erfolgreiche Züge, beeinträchtigt das ihre Funktionsweise. Sie geht „kaputt“.



**Modul 2 – Arbeitsblatt 1****Erkenntnisse aus dem Spiel „Mensch, Maschine!“**

Ihr habt jetzt gemeinsam zehn Spiele Bauernschach zwischen einem Menschen und einer simulierten Maschine gespielt und euch die Ergebnisse notiert. Nun ist es an der Zeit, zusammen herauszufinden, was dieses Spiel mit Künstlicher Intelligenz und Maschinellem Lernen zu tun hat!

**1. Mein Spielergebnis bei dem Spiel „MENSCH, Maschine!“**

Hat der Computer nach und nach besser gespielt?

- Ja       Nein

Begründe bitte deine Antwort!

---

---

---

**2. „MENSCH, Maschine!“ lernt**

Beschreibe, wie die Maschine gelernt hat!

---

---

Kann „Mensch, Maschine!“ auch zum Spielen von Tic-Tac-Toe oder Schach eingesetzt werden?

Begründe bitte deine Antwort!

---

---

---

**3. „MENSCH, Maschine!“ und Künstliche Intelligenz**

Du weißt jetzt, wie „Mensch, Maschine“ funktioniert und lernen kann. Versuche, daran zu erklären, was für dich Maschinelles Lernen ist!

---

---

Was ist dann Künstliche Intelligenz?

---

---

---

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Erkenntnisse aus dem Spiel „MENSCH, Maschine!“

**Die Jugendlichen können schon gegen Ende des Spielens beginnen, das Blatt selbstständig auszufüllen. Wichtig ist, die Erkenntnisse anschließend zusammen im Plenum zu diskutieren.**

Die Frage, ob die Maschine im Laufe der Spiele besser spielt, wird in der Regel, abhängig vom Spielverlauf der jeweiligen Gruppen, unterschiedlich beantwortet und begründet werden.

In den ersten zehn Runden gewinnen Mensch und Maschine häufig ähnlich oft – aus statistischer Perspektive ist damit tatsächlich noch keine Änderung im Gewinnverhalten zu erkennen. Hier kann man in den Gruppen, in denen mit „Nein“ geantwortet wurde, nachfragen, ob es denn für den menschlichen Spieler im Laufe des Spieles schwieriger wurde, gegen die Maschine zu gewinnen.

Nach unserer Erfahrung bestätigen diese Spieler häufig, dass es schwieriger wurde, da einzelne Züge, die schnell zu einer Niederlage der Maschine führten, nicht mehr im Spiel sind.

Auch von den Gruppen, die angeben, dass ihre Maschine im Laufe der Spiele besser spielt, wird häufig als Begründung genannt, dass die Maschine ja besser werden müsse, da die schlechten Züge eliminiert seien. Diese Erkenntnis der Schülerinnen und Schüler kann gut dazu genutzt werden, um der Frage nachzugehen, wie die Maschine jetzt gelernt hat.

## Einordnung des Lernverfahrens.

### Lernen durch positive Verstärkung

Die Maschine im Spiel „MENSCH, Maschine!“ ist ein sogenannter Maschineller Lerner. Das maschinelle Lernverfahren wird in der Fachsprache „bestärkendes Lernen“ („Reinforcement Learning“) genannt. Dieses Verfahren wird typischerweise für das Lernen von Strategien eingesetzt.

### Was heißt „bestärkendes Lernen“?

Im Allgemeinen heißt das, dass Handlungen, die zu gewünschten Ergebnissen führen, bestärkt werden, während Handlungen, die zu unerwünschten Resultaten führen, abgeschwächt werden. Die Maschine im Spiel „MENSCH, Maschine!“ verwendet hier eine sehr einfache Form: Erfolgslose Züge werden stark abgeschwächt, indem sie herausgenommen werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie in Zukunft nochmals gezogen werden, liegt dann bei 0 Prozent. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, einen der auf der Situationskarte verbliebenen Züge zu wählen. Eine Bestärkung erfolgreicher Handlungen und damit eine aktive Erhöhung der Wahrscheinlichkeit, erfolgversprechende Züge zu ziehen, findet in diesem Spiel nicht statt. Auf diese Weise wird die Maschine recht schnell „perfekt“ spielen, da schnell alle erfolglosen Züge eliminiert sein werden.

### ► HINWEIS:

Möchten Sie die Veränderung des Modells durch das Streichen der schlechten Züge, also den Prozess des „Lernens“, oder weitergehende Aspekte Maschinellen Lernens in den Vordergrund stellen, sollten Sie die Gruppen konsequent dazu anhalten, entfernte Züge auch aus der **Zugübersicht** zu streichen.

Denn obwohl eine Verbesserung im Spiel statistisch meist nicht feststellbar ist, ändert sich jedoch mit jedem gestrichenen Zug die Strategie zur Zugauswahl der Maschine. Diesen jeweiligen Zustand des Entscheidungsmodells der Maschine können Sie sehr gut in der Zugübersicht sehen und zwischen den Gruppen vergleichen.

## **Der zweite Bereich des Arbeitsblattes dient der gemeinsamen Erarbeitung des Lernverfahrens.**

Die Fragen können daher zur gemeinsamen Diskussion und Zusammenfassung genutzt werden. Die Antwort auf die Frage, wie die Maschine gelernt hat, entsteht in der Regel aus dem Unterrichtsgespräch. Die Komplexität der Verschriftlichung hängt von der Lerngruppe ab, wichtige Erkenntnisse für die Kinder und Jugendlichen sollten in jedem Fall sein:

### **Wodurch lernt die Maschine?**

Die Maschine lernt durch Verlieren/Fehler beim Spielen; mögliche Ergänzung für starke oder ältere Lerngruppen: Es handelt sich um bestärkendes Lernen. Das Spielen stellt das Training des Modells dar, wobei die Spiele die Daten, die zum Training benötigt werden, liefern. Um bei den Kindern und Jugendlichen keine fehlerhaften Vorstellungen zu fördern, sollten Sie während der Diskussion darauf hinweisen, dass das bei „**MENSCH, Maschine!**“ verwendete Lernen nur durch negative Verstärkung eher eine Ausnahme darstellt und die meisten Maschinellen Lerner auch mit positiver Verstärkung arbeiten.

### **Wie lernt die Maschine?**

Sie lernt, indem nicht erfolgreiche Züge entfernt werden; mögliche Ergänzung für starke oder ältere Lerngruppen: Durch das Entfernen der Züge werden die Wahrscheinlichkeiten, diese Züge nochmals zu machen, auf 0 gesetzt.

Sie können an dieser Stelle auch thematisieren, wie Sie denn den Trainingsprozess optimieren könnten (siehe „Variation durch Anpassen des Spielsystems“ im Begleitheft auf der Website). Dies kann bei einigen Lerngruppen – insbesondere, wenn Wahrscheinlichkeiten schon bekannt sind – zu spannenden Diskussionen führen. Sollten Sie mehr über die verschiedenen Verfahren Maschinellen Lernens erfahren wollen, empfehlen wir Ihnen den [►Exkurs] am Ende des Moduls.

Nachdem die Kinder und Jugendlichen verstanden haben, wie dieses Spiel lernt, ist es wichtig zu thematisieren, dass die Maschine nur Bauernschach spielen kann. Sie ist also für eine Aufgabe trainiert und optimiert und das Lernverfahren ist an diese Aufgabe angepasst. Allerdings bietet sich mit dieser Frage ein Startpunkt für interessante Diskussionen, zum Beispiel über die Universalität von verschiedenen, im Alltag schon anzutreffenden KI-Anwendungen. Denn obwohl durch die heute immer größer werdenden Mengen an Daten und Rechenleistung „Maschinelle Lerner“ die Leistung von Menschen in einigen Bereichen übertreffen (z. B. AlphaGo beim Go-Spiel oder OpenAI beim Spiel Dota), sind diese Lerner dennoch in der Regel speziell für ihre Aufgabe entwickelt. Die Entwicklung einer generellen KI für beliebige Aufgabenfelder, einer sogenannten harten KI, dagegen ist bisher nicht abzusehen.

## **Der dritte Abschnitt des Arbeitsblattes, der die Frage nach Begriffsdefinitionen enthält, dient dazu, die bisher speziell für „**MENSCH, Maschine!**“ erworbenen Erkenntnisse zu generalisieren und zu festigen und eventuelle Fehlvorstellungen frühzeitig zu korrigieren.**

Die Schülerinnen und Schüler sind – insbesondere, wenn sie Raum zum Diskutieren haben – häufig in der Lage, erste Definitionen zu formulieren, die im Wesentlichen die Änderung des Modells durch Daten oder die Wegnahme von Zügen beschreiben.

Sollten Sie sich entscheiden, das [►Arbeitsblatt 1] nicht zu bearbeiten, sollten Sie hier mit den Kindern und Jugendlichen die Frage diskutieren, was an den einzelnen Rollen der Spielerinnen und Spieler intelligent im menschlichen Sinne ist und was an der Maschine intelligent erscheint. Auf diese Weise können die Jugendlichen grundlegend erkennen, was menschliche von Künstlicher Intelligenz unterscheidet.

Eine wichtige Erkenntnis ist, dass dazu seitens der Maschine kein Verständnis des Problembereichs, hier des Spiels, notwendig ist und auch nicht entwickelt wird. Das bedeutet, dass hier durch den Algorithmus nicht im direkten Sinne das Spiel gelernt wird, sondern nur die Eingaben (= Züge und Situationen) analysiert werden und hierauf im Sinne des gelernten Modells reagiert wird.

## Hinweise zu Arbeitsblatt 2: „MENSCH, Maschine!“ genauer auf den Zahn gefühlt

Dieses Arbeitsblatt schließt an die Reflexion des Spiels aus Arbeitsblatt 1 an.

**Ziel der hier enthaltenen Aufgabenstellungen ist zu erkennen, dass die Rollen der Maschine nicht intelligent sind – und auch die Maschine nicht intelligent ist.**

Dennoch zeigt die Maschine scheinbar intelligentes Verhalten – denn das Design der Maschine und der Mensch als Ganzes sind intelligent. Dies kann man mit dem Gedankenexperiment des „chinesischen Zimmers“ von John Searle vergleichen.

Dieses Arbeitsblatt können Sie als Gruppenpuzzle durchführen, bei dem die Spieler der einzelnen Rollen die Expertengruppen bilden. Die Arbeitsanweisung für die abschließende Spielgruppenphase ist bewusst sehr offen formuliert, um Ihnen alle möglichen Methoden zur Sicherung offenzuhalten. Denkbar sind eine Diskussion in den Gruppen, eine Auswertung im Plenum oder die Erstellung gemeinsamer Plakate.



语言

### Gedankenexperiment des chinesischen Zimmers

Eine gut verständliche Erklärung findet sich auf [Wikipedia](#).

Eine kurze, prägnante Erklärung samt kurzem Film (Englisch):  
[bit.ly/2ZsbaAj](https://bit.ly/2ZsbaAj)

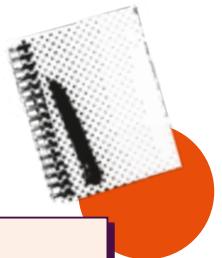
Eine kurze deutschsprachige Erklärung, die von der Uni Frankfurt veröffentlicht wurde und zudem zur Diskussion über die Möglichkeit, harte KI zu entwickeln, anregt:  
[bit.ly/2Lagbsb](https://bit.ly/2Lagbsb)

房间

**Modul 2 – Arbeitsblatt 2****„MENSCH, Maschine!“ genauer auf den Zahn gefühlt**

Wir wollen nun genauer verstehen, was die Maschine ausmacht.

1. Bildet nun Gruppen entsprechend euren Rollen, die ihr beim Spiel hattet.
2. Solltet ihr mehrere Rollen innegehabt haben, wählt eure Rolle, die ihr für die wichtigste haltet.
3. Bearbeitet danach zusammen die Fragen!

**„Was bin ich?“**

Welche Aufgabe erfüllt eure Rolle? Beschreibt kurz eure Aufgabe mit eigenen Worten!

---

---

---

Welche möglichen Bezeichnungen fallen euch für eure Rolle noch ein? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

**Intelligent oder nicht?**

Was ist an eurer Rolle „intelligent“? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Was ist an der Maschine „intelligent“? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

► Geht jetzt in eure Spielgruppen zurück und tauscht dort eure Ergebnisse aus.

## Dieses Arbeitsblatt besteht aus zwei Teilen:

**Der erste Teil „Was bin ich?“** soll die Lerngruppe dazu anregen, sich mit ihren Aufgaben im Simulationsspiel auseinanderzusetzen. Die Beschreibung der Aufgabe schafft bei den Jugendlichen eine Klarheit über ihre jeweiligen Rollen innerhalb des Spiels und bereitet die zweite Frage vor. Die Diskussion über die gefundenen alternativen Rollenbeschreibungen soll im Anschluss dabei helfen, den gesamten Mechanismus des Spiels über das reine „Es werden schlechte Züge entfernt“ hinaus zu verstehen.

Im Folgenden werden einige Beispiele aufgelistet, die im Rahmen von Erprobungen am Lehrstuhl für Informatikdidaktik der Universität Paderborn genannt wurden. Wenn sich Jugendliche schwer dabei tun, passende Begriffe zu finden, weil irgendein Aspekt der Rolle nicht abgedeckt wird, kann dies ein weiterer Anlass zur Diskussion sein.

### „Was bin ich?“

#### Mensch

##### Lehrer

- Die Maschine unterrichten/belehren.

##### Trainer

- Die Maschine trainieren.

##### Versuchskaninchen

- (Unbewusste) Hilfe für Maschine.

##### Sparringspartner

- Die Maschine als Trainingspartner/Gegner trainieren.

##### Situationsbewerter (Maschine)

##### Spielzugüberprüfer

- Prüfung: Hat der Mensch bereits gewonnen?

##### Situationskarten-sucher

- Wo stehen die verschiedenen Spielsteine?

##### Schiedsrichter

- Entscheidet nach Prüfung, ob der Mensch gewonnen hat.

#### Zuganbieter

##### Aufbereiter

- Wegstreichen von fehlerhaften Zügen.

##### Anbieten von Optionen.

##### Kartenmischer

- Ermöglicht das zufällige Ziehen.

#### Zugauswähler

##### Zufallszieher

- Zieht zufällig eine Farbe und führt den Zug aus.

#### Situationsbewerter (Mensch)

##### Abschließender Verwerter

- Prüfung: Hat die Maschine gewonnen?

##### Schiedsrichter

- Entscheidet nach Prüfung, ob die Maschine gewonnen hat.

#### Der zweite Teil „Intelligent oder nicht?“

soll die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen zu erkennen, dass die Rollen der Maschine und die Anweisungen, die sie ausgeführt haben, nicht intelligent sind (siehe auch abschließende Anmerkungen zu [▷Arbeitsblatt 1]).

Die Ausnahme bildet hier der Mensch. Er spielt das Spiel nur anhand der erklärten Regeln. Dafür bildet er sich eine Strategie, die er auch auf den Computer anpasst und die damit als intelligent anzusehen ist.

Fragt man die Schülerinnen und Schüler, was an ihren Handlungen als Maschine intelligent war, erkennen viele Lernende, dass die einzelnen Anweisungen bzw. Aufgaben der Maschine nicht intelligent sind, die Funktionsweise der Maschine aber etwas Intelligentes hat.

Das Verhalten der Maschine bedeutet aber kein Verständnis für das, was sie macht bzw. welche Aufgabe sie erfüllt. Sie ist für ihre Problemstellung, das Spiel Bauernschach zu gewinnen, ein wohldefinierter „Maschineller Lerner“.

Manche Jugendlichen verwechseln die von außen sichtbare „Intelligenz“ der Maschine mit dem Ausführen der eigenen Züge, was an sich keine intelligente Handlung darstellt. Hier ist es immens wichtig, mit den Lernenden herauszuarbeiten, dass nicht das Handeln der Maschine bzw. der einzelnen Rollen intelligent ist, sondern dass alle Handlungen auf Algorithmen, also Regeln, basieren und diese nur für den Betrachter intelligent wirken können.

Es kann helfen, die durch menschliche Intelligenz geprägte Handlungsstrategie des Menschen der „Strategie“ der Maschine gegenüberzustellen: „Was unterscheidet den menschlichen vom maschinellen Gegner?“ Während das Handeln des Menschen von Intentionalität geprägt ist, reagiert die Maschine in allen Rollen auf Anweisungen, ohne dabei zu verstehen, was sie tut, und handelt somit doch nicht durch Intelligenz geprägt.

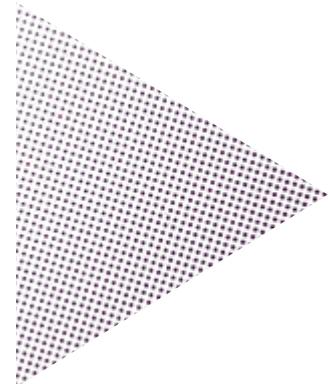
► **Möchten Sie sich genauer mit den Unterschieden von menschlicher und Künstlicher Intelligenz beschäftigen, sollten Sie im Weiteren [▷Modul 3] bearbeiten.**



**Modul 2 – Exkurs für Fortgeschrittene**

# Exkurs für Fortgeschrittene

Sie möchten besser verstehen, wie **Maschinelles Lernen und KI-Systeme funktionieren**. Großartig! Dann sind Sie in diesem Exkurs genau richtig. Die hier aufbereiteten Informationen benötigen Sie nicht zum Durchführen der verschiedenen Module und Arbeitsblätter, sondern dienen Ihnen und vielleicht auch interessierten Schülerinnen und Schülern als Hintergrundwissen.



## Überwachtes Lernen (Supervised Learning)

**Bei überwachtem Lernen wird ein Modell zur Vorhersage eines Merkmals anhand erklärender Merkmale trainiert.** Die Daten, die zum Trainieren verwendet werden, sind mit dem vorherzusagenden Merkmal beschriftet („gelabelt“). Einsatzzweck des gelernten Modells ist in der Regel die Vorhersage von neuen Daten – typischerweise zur Klassifizierung des vorherzusagenden Merkmals.

► Dies kann zum Beispiel bei Qualitätskontrollen verwendet werden, wenn sie entweder für den Menschen gefährlich oder nur schwer in hoher Qualität dauerhaft durchführbar sind. Dem Modell werden Bilder, Klangprofile oder Ähnliches als Trainingsdaten von „guten“ Produkten präsentiert, außerdem Daten von verschiedenen „schlechten“. Diese Einstufung als „gut“ oder auf verschiedene Arten „schlecht“ wird als Label den Daten hinzugefügt, außerdem wird festgelegt, woran man „gut“ und die verschiedenen Arten von „schlecht“ erkennen kann. Damit kann der Maschinelle Lerner sein Modell, wie ein gutes Produkt beschaffen sein soll, immer mehr verbessern.

Nach dieser Trainingsphase (in der Regel versucht man den Lerner so gut zu trainieren, dass er weit weniger als 1 Prozent Fehler macht) kann der Lerner in einem automatisierten KI-System zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden und sollte auch zuverlässig die neu gefertigten Produkte klassifizieren können.

Wichtig ist, dass das trainierte Modell eine möglichst gute Verallgemeinerung aus den Trainingsdaten erreicht, damit die Vorhersage beziehungsweise die Anwendung des Modells auf neue, unbekannte Daten möglichst genau ist.

► Bei obigem Beispiel heißt das, dass der Lerner auch dann ein Produkt als „schlecht“ erkennt, wenn zum Beispiel eine andere Ecke als bei den bisher gelernten Produkten beschädigt ist oder mehrere Schäden gleichzeitig auftreten – was bei den Trainingsdaten vielleicht nie in dieser Kombination vorkam. Zu den überwachten Lernverfahren gehören neben verschiedenen Regressionsverfahren insbesondere auch [▷ künstliche neuronale Netze (KNN)].

# Verfahren Maschinellen Lernens

Durch das Simulationsspiel „MENSCH, Maschine!“ haben Sie ein Verfahren Maschinellen Lernens kennengelernt, das „bestärkendes Lernen“ heißt. Es gibt aber viele weitere Methoden, Modelle zu trainieren.

## Bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning) als Sonderform des überwachten Lernens

Bei bestärkendem Lernen, das auch in unserem Simulationsspiel „MENSCH, Maschine!“ verwendet wird, wird durch gelegentliches Feedback eine Nutzenfunktion optimiert. Hierbei ist das Endergebnis noch nicht bestimmbar, wohl aber kann aus jedem Handlungsschritt des lernenden Systems ein Trend zu Erfolg (gewonnenes Spiel) oder Misserfolg (verlorenes Spiel) abgeleitet werden. Dies führt zu Rückmeldungen an das System, welche dazu verwendet werden, eine Nutzenfunktion für die Aufgabe des Systems zu optimieren (bei unserem Spiel: Die Rückmeldung, dass die Maschine verloren hat, führt zur Optimierung der Strategie durch die Verringerung der in Zukunft zur Verfügung stehenden Züge).

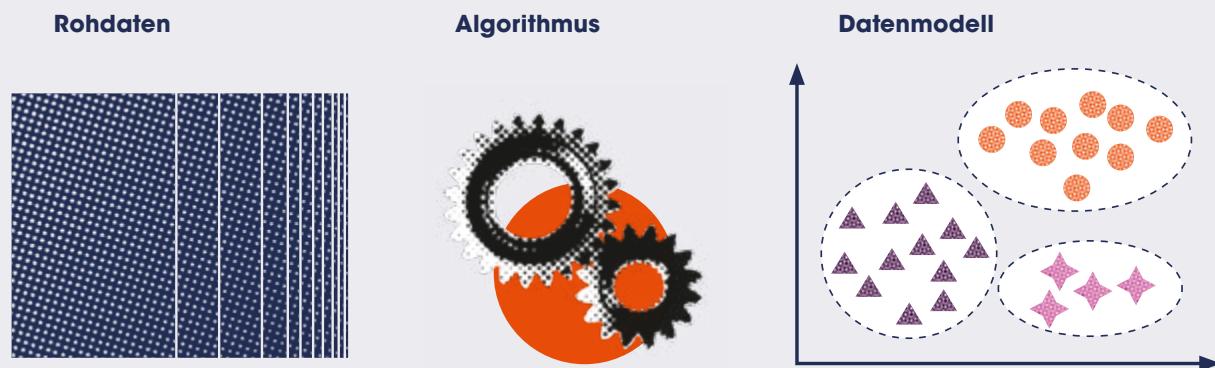
Diese Variante des Maschinellen Lernens ist gut geeignet zum Erlernen von Strategien, beispielsweise bei unterschiedlichen Spielen. Daher werden hier immer wieder neue Erfolge gefeiert (jeweils die ersten Siege gegen die jeweils amtierenden menschlichen Weltmeister):

- ▶ Schach – Deep Blue 1997
- ▶ Go – AlphaGo 2016
- ▶ Schach, Go, Shogi – AlphaZero 2017
- ▶ Dota 2 – OpenAi Five 2019

## Unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning)

Anders als beim überwachten Lernen gibt es kein vorherzusagendes Merkmal mit für dieses Merkmal bereits beschrifteten Trainingsdaten. **Unüberwachtes Lernen wird stattdessen für das Finden von Mustern in Daten verwendet**, z.B. wird in einem Datensatz nach verschiedenen Gruppen an Daten gesucht, wobei die Daten innerhalb der Gruppen sehr

ähnlich sind – dies bezeichnet man als „Clustering“, also Gruppieren. Ein weiteres Einsatzgebiet, das sich daraus ergibt, ist die Anomalieerkennung – denn wenn ähnliche Daten erkannt werden, können auch Daten erkannt werden, die aus dem Datensatz herausstechen.

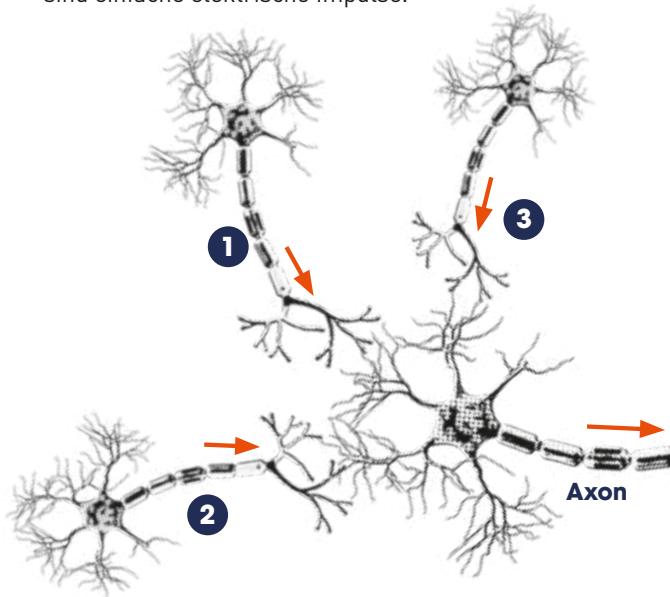


**Modul 2 – Exkurs für Fortgeschrittene**

# Wie funktionieren künstliche neuronale Netze?

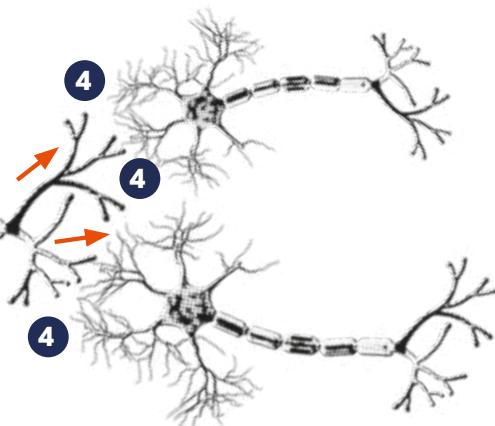
**Das menschliche Gehirn ist sehr komplex und noch sind bei weitem nicht alle seiner Geheimnisse und Funktionen gelüftet.**

Wir wissen jedoch, dass in allen Lebewesen verschiedene Nervenzellen (Neuronen) miteinander kommunizieren, indem sie Nachrichten durch die Nervenfortsätze (Axone) schicken – diese Nachrichten sind einfache elektrische Impulse.



**Jedes Neuron funktioniert nach einer einfachen Regel:**

Alle mit einem Neuron verbundenen weiteren Neuronen senden ihm Nachrichten (siehe ① und ② in folgender Abbildung). Sobald genügend Nachrichten eingetroffen sind (d.h. ein Schwellenwert erreicht wurde) ③, **feuert** das Neuron: Es schickt seinerseits Nachrichten an die mit ihm durch sein Axon verbundenen Neuronen (④). Jedes Neuron besitzt dabei einen eigenen Schwellenwert, ab dem es feuert und damit seine Nachrichten an die nächsten Neuronen weitergibt.



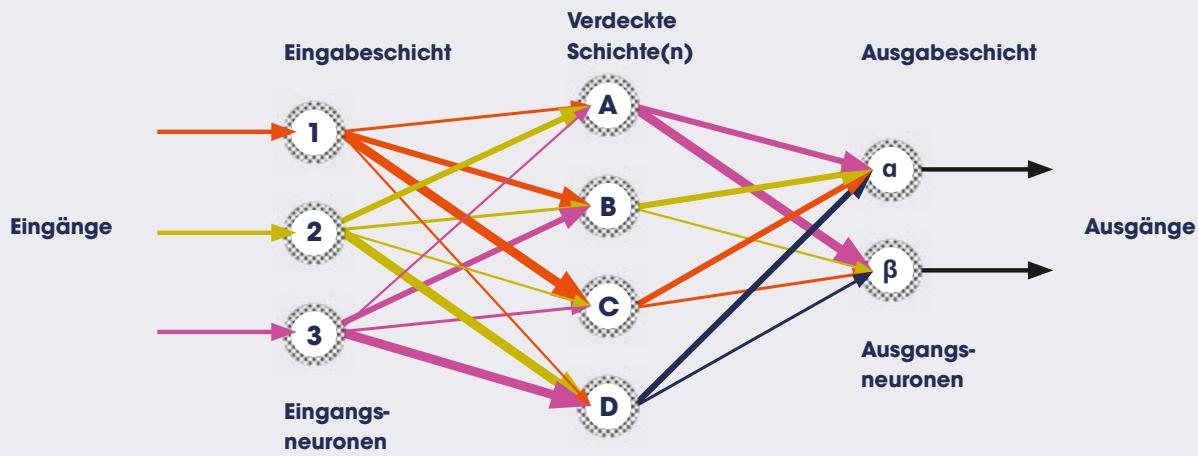
## Warum erklären wir das an dieser Stelle?

Nun – künstliche neuronale Netze sind diesem Aufbau nachempfunden.

Auch sie bestehen aus Neuronen, die miteinander verbunden sind.

Die folgende Abbildung zeigt die schematische Darstellung eines einfachen künstlichen neuronalen Netzes.

### Künstliches neuronale Netz



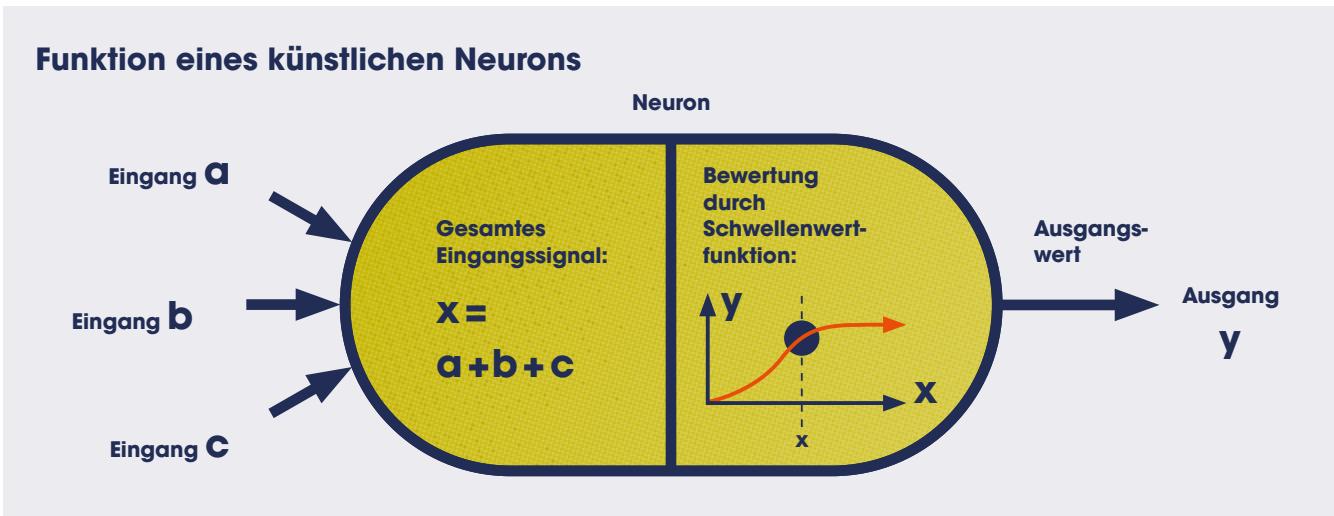
Daten werden als Zahlenwerte an die Eingangsneuronen übergeben. Die Eingangsneuronen bilden die Eingangsschicht (Input Layer). Sie sind mit den Neuronen der nächsten Schicht, der ersten der sogenannten verdeckten Schichten (Hidden Layer) vernetzt. Die Neuronen dieser Schichten sind wieder untereinander vernetzt – bis man die Ausgangsschicht (Output Layer) erreicht, die das Ergebnis der Berechnung des künstlichen neuronalen Netzes ausgibt.

Die Stärke der Verbindungslinien symbolisiert sogenannte Kantengewichte, die eine starke oder schwache Gewichtung der Daten der vorherigen Schicht darstellen. Diese Kantengewichte sind für die Berechnung des künstlichen neuronalen Netzes entscheidend.

Daten mit einem hohen Gewicht werden als wichtig erachtet und haben daher einen größeren Einfluss auf das Ergebnis als Daten mit einem geringeren Gewicht. Wie wird jetzt aber entschieden, wie der Ausgangswert eines Neurons berechnet wird, wann es also „feuert“? Sämtliche Eingangswerte, also die gewichteten Werte der vorherigen Neuronen, werden in einem Neuron addiert (vgl. folgende Abbildung). Anschließend wird durch eine Schwellenwertfunktion der Ausgangswert berechnet, das Neuron feuert also mehr oder weniger stark – wie stark, hängt auch von der verwendeten Funktion für den Schwellenwert ab.

Soll nun der Ausgangswert  $y$  in der nächsten Schicht wieder als Eingangswert verwendet werden, muss dieser Wert zunächst wieder gewichtet werden, das heißt mit dem Kantengewicht verrechnet werden.

## Funktion eines künstlichen Neurons



Beim Trainieren eines künstlichen neuronalen Netzes werden die Kantengewichte so lange schrittweise angepasst, bis die Ergebnisse möglichst genau sind, also zum Beispiel bei einer Klassifizierung mit Trainingsdaten möglichst wenige Fehlklassifizierungen vorkommen.

► Sollten Sie ergänzend Ihrer Lerngruppe erklären wollen, wie ein (künstliches) neuronales Netz funktioniert, können Sie dies durch eine Unplugged-Aktivität einführen, das „**Brain in a Bag**“, das im Rahmen des Projekts „Computer Science for Fun“ (CS4FN, [cs4fn.org](http://cs4fn.org)) an der Queen Mary University (London) entwickelt wurde. **Sie finden alle Ressourcen hierzu unter:** [bit.ly/30CNTx0](http://bit.ly/30CNTx0)

► Um die Funktion von künstlichen neuronalen Netzen selbst (oder mit Ihrer Lerngruppe) zu erkunden, sollten Sie unbedingt mit der Simulation [playground.tensorflow.org](http://playground.tensorflow.org) experimentieren! Hier können Sie das Netz selbst gestalten und anschließend beobachten, wie sich die Kantengewichte nach und nach anpassen, bis die zugrunde liegenden Strukturen gut erkannt werden.

**Modul 2 – Exkurs für Fortgeschrittene**

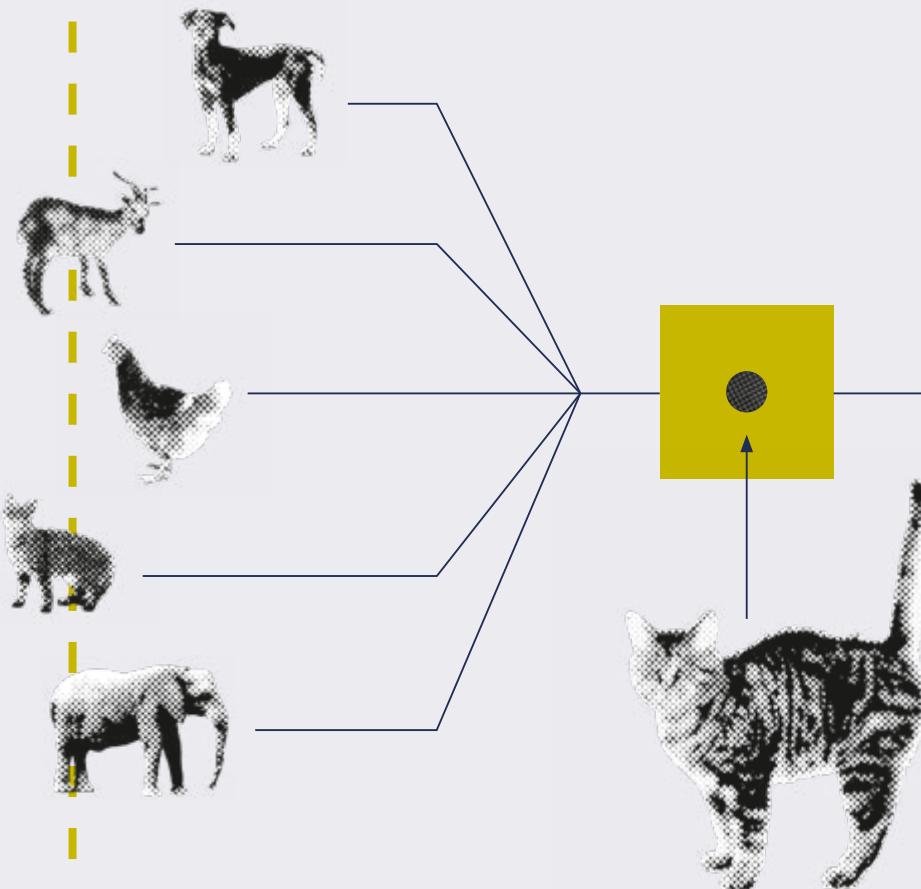
# Zu guter Letzt: Was heißt eigentlich „Deep Learning“?

Deep Learning hat nichts mit „tiefem Verstehen“ oder Ähnlichem zu tun – es meint lediglich, dass hier „tiefe“ Netze, also Netze mit vielen verdeckten Schichten, die zudem viele Neuronen pro Schicht haben können, verwendet werden.

Während die bisher hier skizzierten Netze nur eine oder zwei verdeckte Schichten aufwiesen, können Netze für Deep Learning gerne mal viele tausend Schichten und in jeder Schicht tausende von Neuronen beinhalten.

Dieses Verfahren wird zum Beispiel im Bereich der Bild- oder Spracherkennung eingesetzt, wo sehr komplexe Daten verarbeitet und Muster erkannt werden müssen.

## Wie künstliche neuronale Netze Katzen erkennen



### Training

Während der Trainingsphase lernt das Netz mit Hilfe tausender Bilder, verschiedene Tierarten zu klassifizieren.

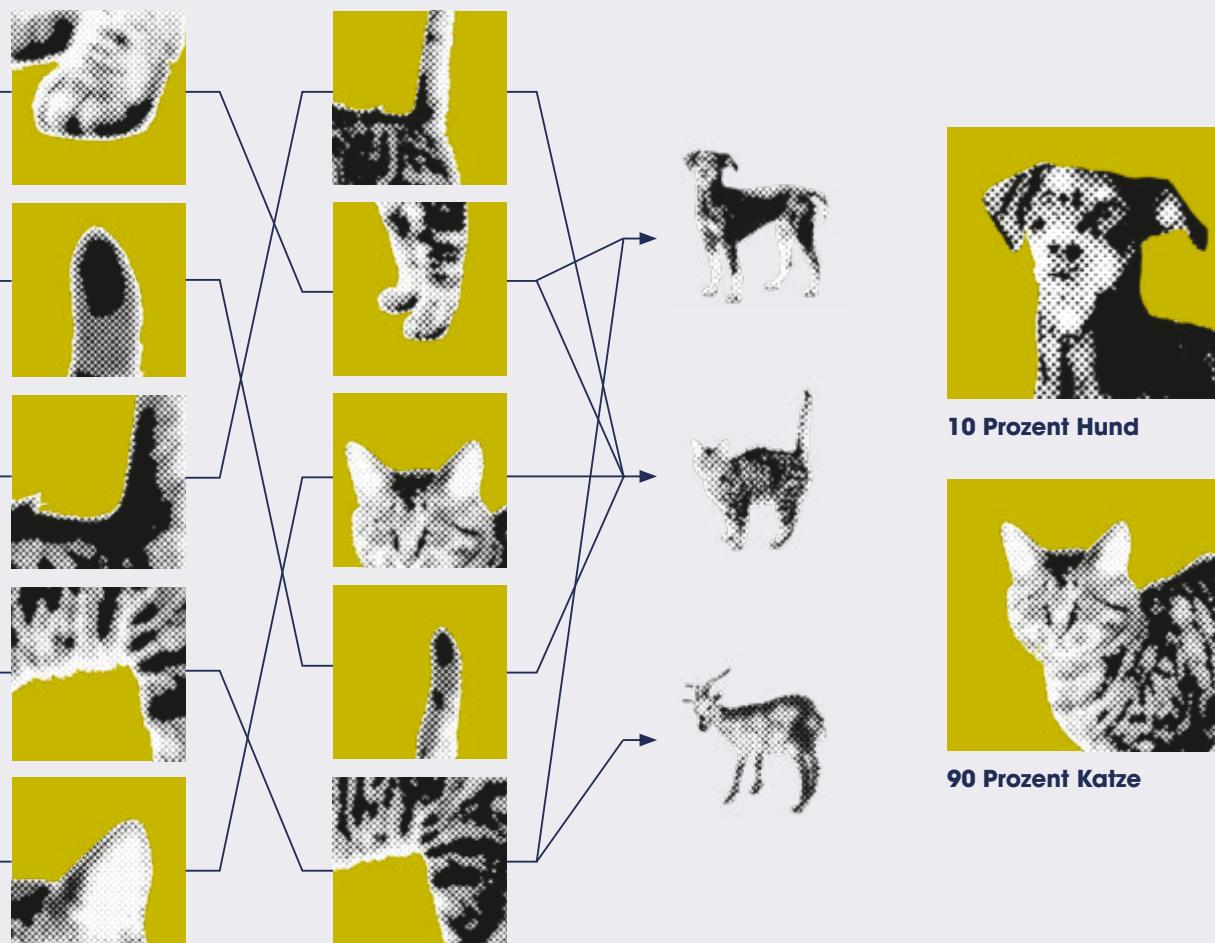
### Input

Der Algorithmus erhält nun ein unbekanntes Bild mit einer Katze.

►► Die **Funktion von künstlichen neuronalen Netzen**, insbesondere als Deep-Learning-Verfahren, wird auch sehr gut in der Sendung **Leschs Kosmos** vom 28. Mai 2019, die bei Youtube ([bit.ly/1oVndUm](https://bit.ly/1oVndUm)) und der zdf Mediathek ([bit.ly/2JXqLo6](https://bit.ly/2JXqLo6)) online verfügbar ist, ab Minute 10 erklärt.

Um beispielsweise auf Bildern Katzen und Hunde unterscheiden zu können, kann man hierfür komplexe künstliche neuronale Netze (KNN) trainieren (vgl. untenstehende Abbildung). Das Netz wird mit tausenden von Bildern von Katzen und Hunden sowie anderen Tieren trainiert. Es handelt sich hier um ein überwachtes Lernverfahren, da dem KNN mitgeteilt wird, was auf dem Bild zu sehen ist, so dass das Klassifikationsergebnis mit dem tatsächlichen Bildinhalt abgeglichen werden kann.

Während des Trainings adaptieren sich die Gewichte der einzelnen Verbindungen der Neuronen so, dass damit zunächst einfache Strukturen erkannt werden. Die erkannten Strukturen werden von Schicht zu Schicht komplexer, so dass am Ende eine relativ sichere Aussage darüber getroffen werden kann, ob es sich bei dem abgebildeten Objekt um eine Katze, einen Hund oder etwas anderes handelt.



#### Untere Schichten

Die künstlichen Neuronen identifizieren einfache Formen wie Kanten und Ecken.

#### Zwischenschichten

Das Netz erkennt komplexe Strukturen wie Beine, Gesicht oder Schwanz.

#### Obere Schichten

Die Neuronen registrieren abstrakte Konzepte wie verschiedene Tierarten.

#### Output

Das neuronale Netz schätzt, um welches Tier es sich handelt.

# Modul 3

## Mensch oder Maschine: Wer ist *intelligenter?*



## Worum geht es in diesem Modul?

**Sind Künstliche Intelligenzen wirklich intelligent? Eignet sich dieser Begriff grundsätzlich, der einer Maschine menschliche Eigenschaften zuspricht? Oder sollte er möglicherweise lieber vermieden werden? Auf diese Fragen gibt es keine eindeutigen Antworten. Um dennoch darüber diskutieren zu können, ist die Einigung auf eine gemeinsame Grundlage nötig. Was ist Intelligenz überhaupt? Wie wird Intelligenz grundsätzlich definiert?**

Diesen Fragen spürt dieses Modul nach und blickt deshalb etwas tiefer ins Innere der Maschinen, um

ihr „intelligentes“ Verhalten zu ergründen. Ist es am Ende doch mehr Schein als Sein, wie sich ein „Chatbot“ im „Gespräch“ mit einem Menschen „verhält“? Und inwiefern unterscheidet sich eine Künstliche Intelligenz (KI) von der menschlichen?

Am Beispiel von „Chatbots“ (textbasierte Dialogsysteme), die als Ersatz für menschliche Gesprächspartner bereits im Kundenservice und Techniksupport eingesetzt werden, befasst sich dieses Modul anschaulich mit diesen abstrakten Fragen.

## Das Modul im Einsatz

Die Untersuchung, wie man Mensch und Maschine, menschliche und Künstliche Intelligenz definieren und unterscheiden kann, wird in drei Abschnitten durchgeführt:

**Im ersten Abschnitt „Was ist Intelligenz?“** wird der eigentliche Begriff genauer betrachtet. Es werden verschiedene Aspekte eingeführt, die hilfreich sind bei der Unterscheidung von menschlicher und Künstlicher Intelligenz [▷Arbeitsblatt 1].

**Im zweiten Abschnitt „Zeigt der Chatbot Intelligenz?“** wird das Verhalten eines Chatbots betrachtet, um die Intelligenzaspekte nachvollziehen zu können. Es geht darum, was Künstliche Intelligenz leisten kann und was vor allem die Maschine vom Menschen unterscheidet [▷Arbeitsblatt 2].

**Im dritten Abschnitt „Wie viel Mensch steckt in der Maschine?“** wird mit Hilfe des Turing-Tests deutlich, welche Möglichkeiten es gibt, Künstliche Intelligenz von menschlicher Intelligenz zu unterscheiden [▷Arbeitsblätter 3 und 4].



### Was genau ist ein Chatbot?

Eine gute Definition findet man im Glossar auf der Wissenschaftsjahr-Webseite: [bit.ly/2Zn7yEH](http://bit.ly/2Zn7yEH):

► „Chatbots sind **virtuelle Dialogsysteme**, die zunehmend im Kundenservice und für Benutzerschnittstellen im Allgemeinen eingesetzt werden. Über eine Textein- und ausgabemaske (z. B. ein Dialogfenster auf einer Website) kommunizieren sie in natürlicher Sprache mit dem Menschen. Durch Methoden des Maschinellen Lernens können Chatbots aus Eingaben ständig dazulernen – um etwa die Stimmlage des Menschen zu interpretieren oder personalisierte Antworten zu geben.“

## Modul 3 – Arbeitsblatt 1

## Was ist Intelligenz?

## ► INFO

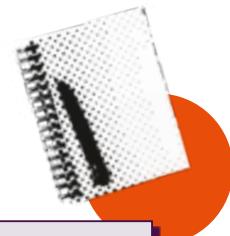
Der Begriff „Intelligenz“ wird sehr unterschiedlich definiert. Ein Grund dafür ist, dass Intelligenz nicht vollständig objektiv erkennbar ist. Oft wird Intelligenz aber in die folgenden Bereiche unterteilt:

- ▶ logisch-mathematische Intelligenz
- ▶ visuell-räumliche Intelligenz
- ▶ sprachliche Intelligenz
- ▶ körperliche Intelligenz
- ▶ emotionale Intelligenz
- ▶ soziale Intelligenz
- ▶ musikalisch-rhythmische Intelligenz
- ▶ naturalistische Intelligenz

**Beispiel:** Um eine mathematische Gleichung lösen zu können, benötigt man logisch-mathematische Intelligenz. Eine emotionale Intelligenz hingegen wird für die Lösung dieser Aufgabe nicht benötigt.

**Aufgabe:**

Ordne die Tätigkeiten auf der rechten Seite den verschiedenen Intelligenzbereichen auf der linken Seite zu, indem du zusammengehörige Aussagen miteinander verbindest. ACHTUNG: Es sind mehrfache Verbindungen möglich.



Logisch-mathematische Intelligenz

Einen spanischen Text ins Englische übersetzen

Visuell-räumliche Intelligenz

Zu verstehen, warum man gerade traurig ist

Sprachliche Intelligenz

Entscheiden, ob man mit seinem Auto in eine Parklücke passt oder nicht

Körperliche Intelligenz

Jemanden trösten, der gerade weint

Emotionale Intelligenz

Entscheiden, ob man einen Regenschirm mit nach draußen nimmt, wenn dunkle Wolken am Himmel sind

Soziale Intelligenz

Beim Musikhören im Takt auf den Tisch klopfen

Musikalisch-rhythmische Intelligenz

Die Wahrscheinlichkeit ausrechnen, dass man den Lotto-Jackpot gewinnt

Naturalistische Intelligenz

Einen Ball zum Mitspieler werfen, so dass dieser ihn fangen kann

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Was ist Intelligenz?

Die Jugendlichen beschäftigen sich zunächst damit, auf Basis der Theorie der multiplen Intelligenz verschiedenen Intelligenzfacetten passende Handlungen zuzuordnen. Die Jugendlichen erhalten ein grundlegendes Verständnis für verschiedene Bereiche intelligenten Handelns. Es wird deutlich, dass Intelligenz nicht nur Kognition ist, sondern dass es sich bei der Informationsverarbeitung um ein komplexes Zusammenspiel von verschiedenen Fähigkeiten handelt:

Wissen aus verschiedenen Quellen wird zusammengebracht, aber auch individuelle Wahrnehmung und eigene Erfahrung spielen eine Rolle. Die Sicherung der Arbeitsergebnisse können Sie mündlich oder schriftlich durchführen. Allerdings sollten Sie darauf achten, dass die Jugendlichen korrekte Zuordnungen haben, da diese Beispiele beim [▷Arbeitsblatt 2] als „Spickzettel“ dienen können. Die Bearbeitung dieses Arbeitsblattes dauert zwischen 10 und 30 Minuten.

## Was sagt die Psychologie zu Intelligenz?

Der Begriff Intelligenz beschreibt die Fähigkeit, sich in neuen Situationen und Aufgabenstellungen auf Basis von Einsicht und verschiedenen Denkprozessen zurechtzufinden. Es gibt unterschiedliche Ausprägungen der geistigen, emotionalen und sozialen Leistungsfähigkeit der Menschen – eine allgemeingültige Definition dieses nicht direkt beobachtbaren Konstruktus gibt es aber nicht. Nur einige der Definitionen des Begriffs eignen sich zur Bewertung intelligenter Maschinen. So unterscheidet das Intelligenzmodell nach Cattell zwischen der fluiden und kristallinen Intelligenz. Fluide Intelligenz ist die Fähigkeit, abstrakte und unbekannte Probleme durch schlussfolgerndes Denken zu lösen, während kristalline Intelligenz auf Lernerfahrungen und auf die Ansammlung von Kompetenzen zurückgeht. Ein auf Künstlicher Intelligenz basierendes System kann nur bedingt für unbekannte Probleme eingesetzt werden (siehe auch [→ Modul 2 – Verfahren maschinellen Lernens]).

Aktuell ist es noch strittig, ob eine KI überhaupt im menschlichen Sinn „Erfahrungen machen“ oder „Schlussfolgerungen treffen“ kann. Daher ist eine Definition wie die von Cattell, die sich auf einen generellen Intelligenzfaktor bezieht, zur Untersuchung Künstlicher Intelligenz nicht gut geeignet. Stattdessen kann das Intelligenzmodell nach Howard Gardner (Theorie der multiplen Intelligenzen, 1983) genutzt werden, das Intelligenz in die nebenstehenden Bereiche unterteilt.

Auch wenn das Modell in der Psychologie wegen einiger Aspekte umstritten ist, eignet es sich sehr gut dazu, zu einem Gesamturteil von durch eine Maschine abgedeckten Intelligenzaspekten zu kommen. Die meisten Maschinen überzeugen nur in manchen der Intelligenzbereiche – vor allem im logisch-mathematischen (Schach-Computer) oder sprachlichen (Sprachassistenten) Bereich.

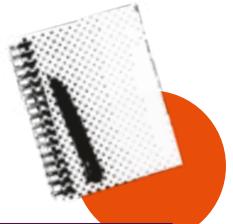
- ▶ **Logisch-mathematisch:** Fähigkeit zum logisch-deduktiven Denken, zum Entdecken und Verstehen komplexer mathematischer Zusammenhänge und zum (natur-)wissenschaftlichen Arbeiten.
- ▶ **Visuell-räumlich:** Kompetenz zur realen und gedanklichen Orientierung in großen und kleinen Räumen und zur Imagination räumlicher Gegebenheiten.
- ▶ **Sprachlich (linguistisch):** Sensibilität für sprachliche Phänomene, Sprachlernbegabung, Befähigung zum flexiblen und gewandt-kompetenten Umgang mit gesprochener und geschriebener Sprache.
- ▶ **Körperlich:** Befähigung zum koordiniert-flexiblen Umgang mit dem eigenen Körper und die Kompetenz, ihn bzw. einzelne seiner Teile effektiv einzusetzen.
- ▶ **Sozial-intrapersonal (emotional):** Kompetenz zur Selbsterkenntnis, zum Verstehen des eigenen Körpers und der eigenen Person: eigene Wünsche, Hoffnungen, Befürchtungen, Motivationen und Fähigkeiten sowie dazu adäquats Verhalten und adäquate Lebensplanung.
- ▶ **Sozial-interpersonal (sozial):** Fähigkeit, sich in andere Personen, in ihre Gefühle, Wünsche, Motivationen und Befürchtungen, hineinzuversetzen und mit anderen Menschen effektiv zu kooperieren.
- ▶ **Musikalisch-rhythmisches:** produktive und rezeptive musikalische und rhythmische Befähigung.
- ▶ **Naturalistisch:** Fähigkeit, Naturphänomene von einander zu unterscheiden und zu kategorisieren sowie die Gesetze der Natur zu erkennen und gedanklich zu durchdringen.

## Modul 3 – Arbeitsblatt 2

## Zeigt der Chatbot Intelligenz?

Ihr wollt wissen, wie intelligent der Chatbot ist, und stellt ihm dazu gezielt Fragen.

- Überlege dir zusammen mit deinem Nachbarn, wie ihr prüfen könnt, ob der Chatbot die verschiedenen Intelligenzaspekte zeigt.  
Schreibt diese Fragen in die Tabelle und notiert auch, welche Antwort ihr vom Chatbot erwartet.



Intelligenz-aspekt	Frage	Erwartete „intelligente“ Antwort	Erhaltene Antwort	<input checked="" type="checkbox"/>
Naturalistisch				
Visuell-räumlich				
Sprachlich				
Körperlich				
Emotional				
Sozial				
Musikalisch-rhythmisches				
Logisch-mathematisch				

► Nun stellen wir dem Chatbot eure Fragen.

- Notiert euch die Antworten des Chatbots!
- Markiert auch, zu welchen Aspekten er im Wesentlichen die erwarteten Antworten gab!
- Überlegt, welche Intelligenzaspekte er anhand seiner Antworten zeigt, und markiert die zutreffenden Zeilen in der letzten Spalte der Tabelle.

## Hinweise zu Arbeitsblatt 2: Zeigt der Chatbot Intelligenz?

Die Intelligenzdefinition nach Gardner wird hier auf ein konkretes Beispiel angewendet. Die Lernenden formulieren Fragen zu den verschiedenen Intelligenzbereichen und notieren sich die von ihnen erwarteten Antworten. Je nach Altersstufe der Lernenden können Bots auf Deutsch oder Englisch genutzt werden. Zur Begleitung des Gespräches mit dem Chatbot wird das [▷Arbeitsblatt 2] bearbeitet.



### Welchen Chatbot kann ich nutzen?

► Der führende Chatbot, der in den vergangenen Jahren den Loebner-Preis [▷Arbeitsblatt 3] gewonnen hat und sich somit als besonders authentisch antwortender Chatbot qualifiziert hat, heißt „**Mitsuku**“. Steve Worswick hat diesen Chatbot entwickelt, er stellt eine 18-jährige Engländerin dar. Da er aus dem englischen Sprachraum stammt, sind die Antworten von „**Mitsuku**“ auf Englisch überzeugender als in der deutschen Variante. Der Chatbot beantwortet eine Frage auf Englisch deutlich „intelligenter“ als auf Deutsch. Daher sollten Sie „**Mitsuku**“ möglichst auf Englisch befragen.  
[pandorabots.com/mitsuku](http://pandorabots.com/mitsuku)

► Ein weiterer geeigneter Chatbot ist der schon etwas ältere „**cleverbot**“. Im Gespräch mit diesem Bot wird deutlich, dass er für seine Antworten aus den früheren Gesprächen mit anderen menschlichen Nutzern lernt. Dies sieht man an den Inhalten der Antworten und dem Schreibstil, insbesondere an den Tipp- und Rechtschreibfehlern.  
[cleverbot.com](http://cleverbot.com)

### Vorbereitung

Vor dem Bearbeiten des Arbeitsblattes sollten Sie den Chatbot einmal kurz vorstellen. Zeigen Sie den Jugendlichen anhand einfacher Testfragen die Funktion des Chatbots. Anschließend bitten Sie die Schülerinnen und Schüler darum, sich in Partnerarbeit passende Fragen und „intelligente“ Antworten zu den unterschiedlichen Intelligenzbereichen zu notieren. Zur Unterstützung bei der Formulierung können Sie das [▷Arbeitsblatt 1] verwenden. Der Chatbot kann entweder gemeinsam im Plenum beobachtet werden, indem Sie dem Chatbot die Fragen der Jugendlichen stellen und diese das Geschehen mittels eines Beamers beobachten. Oder Sie lassen die Aufgabe in Partnerarbeit durchführen, so dass die Partner ihre Fragen an den Chatbot stellen und die Antworten notieren.

### Englisch oder Deutsch?

Die Chatbots geben üblicherweise bessere Antworten auf englische Fragen. Falls die Jugendlichen die Voraussetzungen mitbringen, Fragen und Antworten auf Englisch zu formulieren und zu verstehen, ist es empfehlenswert, einen englischsprachigen Chatbot zu verwenden. Sind Sie nicht sicher, ob die Lernenden diese sprachliche Barriere meistern, verwenden Sie einen deutschsprachigen Chatbot. Oder Sie übersetzen gegebenenfalls die auf Deutsch formulierten Fragen und Antworten der Schülerinnen und Schüler. Auch wenn die englischen Fragen Vorteile haben, können ausreichende Erkenntnisse aus der Nutzung eines deutschsprachigen Systems gewonnen werden.

## Durchführung

Sobald alle Schülerinnen und Schüler die Tabelle auf dem Arbeitsblatt ausgefüllt haben, können die Fragen an den Chatbot gestellt werden. Geschieht dies gemeinsam im Plenum, kann reihum jeder eine Frage und den zugehörigen Intelligenzspekt nennen. So werden alle Lernenden in diese Phase einbezogen. Die Jugendlichen sollen sich auch die Antworten auf ihre eigenen Fragen notieren. Bitten Sie die Lernenden zudem, in der Spalte „Beobachtungen“ einzutragen, ob ihrer Meinung nach der jeweilige Intelligenzspekt erkennbar ist. Das gilt nicht nur für die eigene Frage, sondern auch für die Fragen, die von anderen gestellt werden. Das ermöglicht am Ende die Auswertung auf Basis vieler Daten.

## Auswertung

Nachdem sie den Chatbot getestet haben, können die Schülerinnen und Schüler in einer Diskussionsrunde anhand ihrer Beobachtungen bewerten, inwiefern der Chatbot Intelligenz gezeigt hat. Die folgenden Leitfragen haben sich hierbei als sinnvoll erwiesen. Zu den Fragen werden jeweils die wichtigsten und häufigsten (korrekten) Antworten der Schülerinnen und Schüler genannt.

### Habt ihr Auffälligkeiten bei den Antworten des Chatbots beobachtet?

#### Häufige Beobachtungen:

- Der Chatbot gibt zum Teil nicht sinnvolle oder sogar falsche Antworten.
- Der Chatbot weicht bei Fragen aus, indem er mit uneindeutigen Floskeln antwortet oder direkt Gegenfragen stellt.

### Wie lernt der Chatbot, seine Antworten zu geben?

#### Mögliche Antworten:

- Der Chatbot sucht nach Schlüsselwörtern, um daraufhin mit vorprogrammierten Antworten zu antworten.
- Der Chatbot verarbeitet die Nutzereingaben und fügt diese Daten seinem Modell hinzu und lernt somit aus den vorherigen Gesprächen mit den menschlichen Nutzerinnen und Nutzern.

#### ► TIPP:

Fragen Sie Mitsuku doch mal nach ihrer Persönlichkeit („**Tell me more about your personality!**“). Hier bekommen Sie eine Mischung aus technischen Informationen und „persönlichen“ Informationen wie Aussehen oder Vorlieben.



## Ist der Chatbot nun intelligent?

### Häufige Beobachtungen und Erkenntnisse:

- Die Beobachtungen zeigen, dass manche Intelligenzbereiche stärker ausgeprägt sind als andere.
- Der Chatbot zeigt vor allem „intelligente“ Antworten bezüglich der logisch-mathematischen oder sprachlichen Intelligenz. Durch die Möglichkeit der Maschinen, viele Daten abzuspeichern und abzurufen, sind deren Antworten genauer, als man sie von einem Menschen erwarten würde, da sich dieser nur begrenzt Fakten exakt merken kann. Während ein „dummer“ Chatbot durch für ihn verfügbare Onlinedaten sofort angeben könnte, dass die Stadt Paderborn 151.003 Einwohner hat, würde selbst ein interessanter Paderborn-Bewohner nur mit „circa einhundertfünfzigtausend“ antworten. Fraglich ist, ob die KI hierbei intelligenter als ein menschlicher Kommunikationspartner wirkt – oder sie sich genau durch diese Exaktheit als Chatbot verrät.
- Befragt man den Chatbot nach seinen körperlichen Merkmalen, wird er sich häufig widersprechen – er weist darauf hin, dass er keinen Körper hat, erzählt aber von seiner Augen- oder Haarfarbe oder davon, welchen Sport er schon betrieben hat. Kein Wunder, fehlt dem Chatbot doch jegliche **Körperlichkeit**. Da dies den Lernenden jedoch bewusst ist, wird dieser Aspekt von ihnen in der Regel gar nicht erst in Betracht gezogen.
- Vor allem im sozialen und emotionalen Bereich kann der Chatbot durch eine Schlüsselwörter-Strategie nachvollziehbare Antworten geben. Der Chatbot simuliert Gefühle oder Interessen aber nur, da er kein **Bewusstsein** für die Situation hat.

Wie bereits erwähnt, führen englische oder deutsche Fragen an den Chatbot teilweise zu unterschiedlichen Antworten. Unabhängig davon, welche Sprache genutzt wird, können Sie am Schluss der Nutzung eine Frage auf Englisch und auf Deutsch stellen. Vergleichen Sie die beiden Antworten, ergeben sich sehr wahrscheinlich Unterschiede in der Bewertung der Intelligenz des Chatbots. Meist wird die englische Antwort als „intelligenter“

bewertet. Deshalb bietet es sich in diesem Fall an, sich hier nochmals in Erinnerung zu rufen, dass Maschinelles Lernen umso besser funktioniert, je größer und umfangreicher die zur Verfügung stehende Datengrundlage ist. Und da die Chatbots in der Regel mit wesentlich größeren englischen als deutschen Datenmengen trainiert werden, sind die englischsprachigen Antworten treffender.

## Wie viel Mensch steckt in der Maschine?

**Ist „Intelligenz“ ein passendes Maß für die Bewertung von Maschinen?**

**Mit der Definition von Gardner ist es möglich, die Intelligenz des Chatbots differenzierter zu betrachten und diese zu bewerten.**

Als Grundlage der Bewertung werden dafür die erwarteten „intelligenten“ Antworten, die wir als Menschen vorgeben, genutzt. Dabei erwarten wir implizit Antworten, die besonders menschlich wirken. Dies sollten einerseits situationsspezifisch korrekte Entscheidungen sein, auf der anderen Seite aber auch, bezogen auf das Faktenwissen, keine allzu exakten Ergebnisse, da auch das nicht besonders menschlich wirkt.

Der menschliche Beobachter entfernt sich bei diesem Blick auf den Chatbot somit immer weiter von der Frage „Wie intelligent ist die Maschine?“. Stattdessen rückt die Frage „Wie menschlich ist die Maschine?“ in den Fokus. Deshalb wird in der Forschung häufig der Mensch als Maßstab für die Bewertung von Maschinen genommen. Schon in den ersten Dokumenten zur KI aus dem Jahr 1955 kann man lesen, dass Künstliche Intelligenz die Aufgabe habe, Maschinen zu konstruieren, die sich auf eine Art und Weise verhalten, die man bei Menschen als intelligent bezeichnen würde. Ein Ziel der KI-Forschung ist es somit, besonders menschliche Maschinen zu entwerfen.

### Was unterscheidet aber die Maschine (noch) vom Menschen?

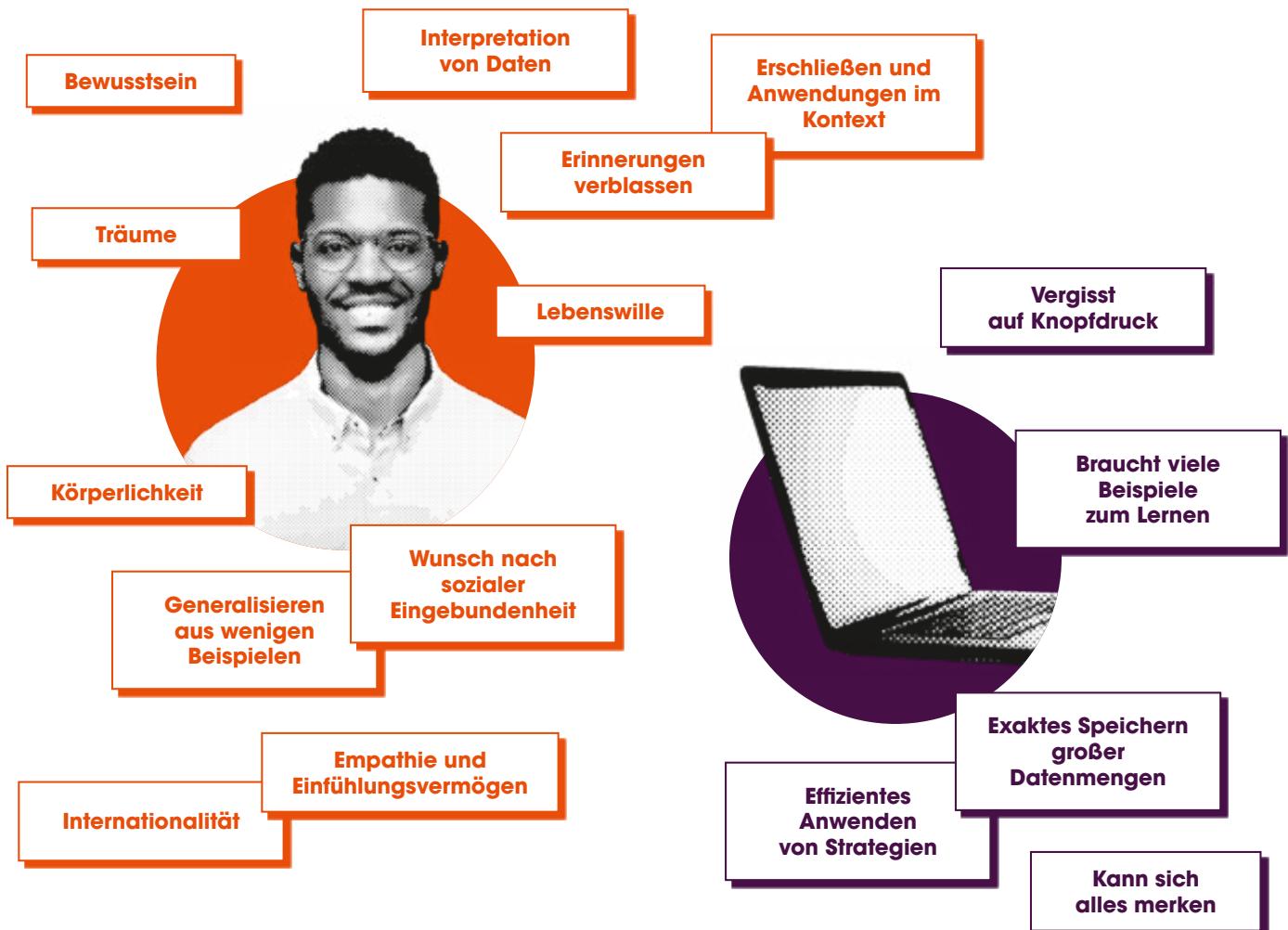
In der Besprechung der Chatbot-Beobachtung wurden schon die beiden Begriffe **Bewusstsein** und **Körperlichkeit** herausgearbeitet. Beides sind Eigenschaften, die eine KI zurzeit nicht vollständig vorweisen kann. Dazu gehört ebenfalls das Fehlen von **sozialer Eingebundenheit** und **sozialer Anerkennung**, welche stark mit dem Bewusstsein für eine spezifische Situation zusammenhängen.

Ein weiterer Faktor, der Maschinen noch nicht zugeschrieben wird, aber den Menschen durchaus auszeichnet, ist die Intentionalität, also die Fähigkeit, auf einen Sachverhalt Bezug zu nehmen. Menschen können aus wenigen Beispielen generalisieren und intuitiv richtig entscheiden, während Künstliche Intelligenzen sehr große Datenmengen zum Trainieren benötigen, um sich ein geeignetes Entscheidungsmodell aufzubauen.

Auch **beim Umgang mit Daten** sind die Unterschiede sichtbar: Maschinen **speichern** einerseits durch große Rechnerkapazitäten enorm viele Daten, die sich Menschen in dieser Breite, Tiefe und Korrektheit üblicherweise nicht merken können. Auf der anderen Seite können Maschinen auch auf Knopfdruck „**vergessen**“, indem ihre Daten gelöscht werden, wie es auch schon im Simulationsspiel „MENSCH, Maschine!“ der Fall war.

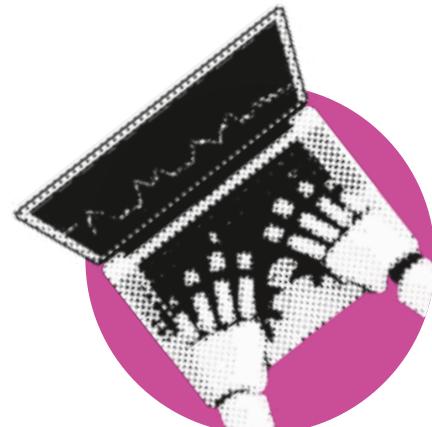
Die Unterschiede zwischen Mensch und Maschine können aufbauend auf dem Unterrichtsgespräch zum Chatbot herausgearbeitet werden, denn die Jugendlichen haben im Umgang mit dem Chatbot bereits die Unterschiede erlebt. Wie bereits erwähnt, wird in der Regel schnell deutlich, dass die mangelnde Körperlichkeit und das fehlende Bewusstsein für die jeweilige Situation zu wenig authentischen Antworten führen. Die weiteren Aspekte können Sie im Unterrichtsgespräch mit den Lernenden erarbeiten und mit einem Tafelbild verdeutlichen. Für dieses Tafelbild können etwa die Begriffe Mensch und Maschine auf die linke und rechte Tafelhälfte geschrieben werden und ggf. durch passende Bilder oder Zeichnungen ergänzt werden. Passend zu beiden Begriffen werden vorhandene und nicht vorhandene Eigenschaften und Fähigkeiten notiert.

Die Grafik gibt eine Vorstellung davon, wie das Tafelbild aussehen kann:



#### Das Unterrichtsgespräch kann anhand folgender Leitfragen gestaltet werden:

- Welche Eigenschaften oder Fähigkeiten hat der Mensch, die der Chatbot im Test nicht vorweisen konnte?
- Welche Datenmengen brauchen Menschen, um Entscheidungen zu treffen, und wie verhält sich dies bei der Maschine?
- Von welchen Aspekten können Entscheidungen bei Menschen beeinflusst werden und wie entscheidet eine Maschine?
- Wie lange und exakt speichert ein Mensch Daten im Gedächtnis und wie sieht es bei der Maschine aus?
- Wie vergisst eine Maschine im Vergleich zum Menschen?

**Modul 3 – Arbeitsblatt 3****Mensch oder Maschine? Der Turing-Test hilft (Teil 1)****Aufgabe:**

Lies dir den Text in Einzelarbeit genau durch.

Tausche dich mit deinen Nachbarn aus:

- Was genau möchte der Turing-Test erkunden?
- Wie funktioniert ein Turing-Test?
- Wann gilt er als bestanden?

Ein menschlicher Fragesteller ist nur über Tastatur und Bildschirm mit zwei ihm unbekannten Gesprächspartnern verbunden. Der eine Gesprächspartner ist ein Mensch, der andere ist eine Maschine. Beide Gesprächspartner versuchen mindestens 25 Minuten lang, den Fragesteller davon zu überzeugen, dass sie Menschen sind. Gelingt es dem Fragesteller nach einer intensiven Befragung nicht zu unterscheiden, welches die Maschine ist und welches der Mensch, hat die Maschine den Turing-Test bestanden. Der Maschine wäre in diesem Fall nach Turing die Fähigkeit zu denken zu attestieren.

Eine Maschine zu konstruieren, die den Turing-Test besteht, gehört seither zu den Herausforderungen, die die KI-Forschung inspirieren. Es gab eine Reihe von Computerprogrammen, die den Anspruch erhoben haben, den Turing-Test zu bestehen, doch bislang ist dies in keinem Fall zweifelsfrei gelungen.

Der Soziologe Hugh G. Loebner stiftete eine Goldmedaille für den ersten Computer, der die Juroren davon überzeugen kann, sie wurde bislang aber nicht vergeben. Zusätzlich stiftete Loebner einen jährlich zu vergebenden Preis für den Computer, der diesem Ziel am nächsten kommt.

**Modul 3 – Arbeitsblatt 3****Mensch oder Maschine? Der Turing-Test hilft (Teil 2)**

- 1. Lest den der folgenden Texte, der euch zugewiesen wurde.**
- 2. Bearbeitet anschließend gemeinsam die untenstehenden Forscherfragen.**
- 3. Erstellt ein Plakat zu eurem Programm, das ihr anschließend präsentiert.**

**ELIZA**

Das 1966 entwickelte Programm ELIZA des Informatikers Joseph Weizenbaum (1923–2008) mimte so erfolgreich einen Psychotherapeuten, dass viele Patienten sich gut verstanden fühlten. Sie suchten sogar dann noch das Gespräch, als ihnen die maschinelle Natur des Gesprächspartners bereits bekannt war. ELIZA ist sehr einfach aufgebaut. Das Programm sucht die eingegebenen Sätze nach Schlüsselwörtern wie „Vater“ oder „ich“ ab und antwortet mit vagen Bemerkungen wie „Erzählen Sie mir mehr über Ihren Vater“. Eine andere Strategie ist die Variation der Eingabe, beispielsweise führt ein eingetipptes „Ich erinnere mich an...“ zu der Antwort „Erinnern Sie sich oft an...?“. Finden sich keine Schlüsselwörter, reagiert das Programm mit Floskeln wie „Erzählen Sie mir mehr darüber“.

Die Unzulänglichkeit von ELIZA tritt jedoch rasch zutage, wenn die Fragesteller vom therapeutischen Kontext abweichen und nicht nur über ihr Leben sprechen. Die Bereitschaft, sich dem Programm anzuvertrauen und es als menschlich einzuschätzen, scheint mit dem spezifischen Kontext der Psychotherapie zu tun zu haben, in dem der Psychotherapeut sich nach klassisch psychoanalytischem Verständnis soweit wie möglich zurücknimmt und in der Regel nur nachfragt oder die Aussagen des Patienten spiegelt.

**Eugene**

Im Jahr 2014 ging durch die Presse, das russische Computerprogramm Eugene habe den Turing-Test bestanden. Allerdings war der Test eher kurz – er dauerte nur fünf Minuten, für jeden Gesprächspartner bleiben also zweieinhalb Minuten Zeit. Außerdem sollte das Programm die Fragesteller davon überzeugen, ein 13-jähriger Junge aus der Ukraine zu sein. Daran wurde kritisiert, dass sprachliche Unzulänglichkeiten und mangelndes Weltwissen auf diese Art und Weise kaschiert werden sollten. Das Ganze beruhte also eher auf einem Trick als auf der Simulation einer allgemeinen Form des Denkens.

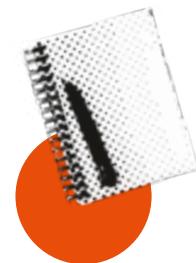
**Chatbot Tay**

Tay ist ein Chatbot, der 2016 von Microsoft entwickelt wurde und personalisiert mit den Nutzern kommunizieren sollte. Er sollte eine weibliche Jugendliche darstellen, die auf Twitter chattete. Seine Äußerungen wurden aus den Inhalten aufgebaut, die er von den Twitter-Nutzern in seinen Gesprächen erfahren hatte. Innerhalb von weniger als 24 Stunden wurde der Chatbot von Microsoft abgeschaltet, da er durch die Eingaben und Gespräche mit den Twitter-Nutzern zu einem Rassisten und Völkermord bejahenden Troll geworden war.

Manche Äußerungen fand man bei Microsoft so schlimm, dass die entsprechenden Tweets gelöscht wurden. Die mehr als 96.000 Tweets von Tay, die nicht gelöscht werden mussten, enthalten weitgehend oberflächliches Geplauder. Der vorerst letzte besagt, Tay müsse jetzt „schlafen“.

**Forscherfragen:**

- Was genau prüft der Turing-Test?
- Beschreibt kurz euer Programm bzw. euren Chatbot!
- Was ist so besonders an diesem Chatbot?
- Warum hat das Programm den Turing-Test nicht bestanden?



## Hinweise zu Arbeitsblatt 3: Mensch oder Maschine? Der Turing-Test hilft

**Die Schülerinnen und Schüler lernen in dieser Gruppenarbeit nicht nur den Turing-Test als Messinstrument der „Menschlichkeit“ von Maschinen kennen, sondern auch verschiedene Beispiele von Künstlichen Intelligenzen, die den Turing-Test bestehen wollten.**

Das Arbeitsblatt besteht aus zwei Teilen. Zum Bearbeiten des gesamten Arbeitsblattes und zur Vorstellung der Arbeitsergebnisse werden ca. 45 Minuten benötigt.

- **Teil 1:** eine allgemeine Erklärung des Turing-Tests. Dieser Text wird allen Jugendlichen als Basisinformation bereitgestellt.
- **Teil 2:** arbeitsteilige Gruppenarbeit: Informationen zu drei verschiedenen Chatbots mit verschiedenen Forscherfragen hierzu.

Zunächst sollten mit der Think-Pair-Methode die Jugendlichen den ersten Teil bearbeiten. Ziel ist, ihnen die Idee des Turing-Tests grundlegend zu vermitteln.

Anschließend erarbeitet jede Gruppe die Spezifika eines Chatbots anhand des Informationstextes auf dem Arbeitsblatt. Das Arbeitsblatt enthält alle drei Texte, Sie sollten also sicherstellen, dass jede Gruppe weiß, welchen der Texte sie bearbeiten soll. Im Anschluss stellen die Gruppen ihre Ergebnisse auf einem Plakat zusammen und präsentieren sie den anderen Gruppen. Anstelle eines Plakats pro Gruppe kann die Auswertung auch als Gruppenpuzzle durchgeführt werden.

Um einen aktuellen Bezug zum Turing-Test herzustellen, können die Lernenden mit dem [►Arbeitsblatt 4] die Fragen und Antworten des schon für [►Arbeitsblatt 2] verwendeten Chatbots analysieren, eines aktuellen Preisträgers des Loebner-Preis-Wettbewerbes (Englisch).

## Der Turing-Test

**Bislang sind bei den Künstlichen Intelligenzen wie den Chatbots noch deutliche Unterschiede zum Menschen zu erkennen. Die Frage, ob Maschinen denken können, treibt die Wissenschaft seit Jahrzehnten um. Auch der britische Mathematiker Alan Turing hat sich 1950 mit dieser Frage beschäftigt und einen Test entwickelt, der aufzeigt, wie menschlich eine Maschine ist.**

Beim Turing-Test kommunizieren Probanden ohne Sicht- und Hörkontakt mit zwei ihnen unbekannten Gesprächspartnern – einem Computer und einem Menschen aus Fleisch und Blut. Kann der Proband nicht mehr unterscheiden, welcher Gesprächspartner die Maschine ist, hat diese den Turing-Test bestanden. Bislang ist es keiner KI zweifelsfrei gelungen, diesen Test zu bestehen. In der Vergangenheit gab es mehrere Anwärter auf diesen Titel, jedoch wurden bisher alle abgelehnt, da sie lediglich versucht haben, den Test auszutricksen, anstatt eine menschenähnliche Maschine zu präsentieren. Dafür wurden Strategien wie das Ausweichen und Stellen von Gegenfragen verwendet, die auch bei den heutigen Chatbots noch genutzt werden.



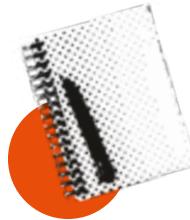
Seit 1990 wird in Großbritannien jährlich der Loebner-Preis vergeben. In einem Wettbewerb stellen sich Chatbots dem Turing-Test. Eine Jury bewertet, wie lange der Chatbot sinnvoll antwortet und wie es um die Imitationsfähigkeit von menschlichen Antworten bestellt ist. Seit 2016 konnte der Chatbot „Mitsuku“ den Wettbewerb drei Mal in Folge für sich entscheiden. Im Jahr 2018 wurden ihm 33 Prozent Menschenähnlichkeit zugesprochen.

## Modul 3 – Arbeitsblatt 4

**Chatbot Mitsuku auf den Zahn gefühlt**

**Mitsuku von Steve Worswick wurde bei einem Wettbewerb dem Turing-Test unterzogen. Ihm wurden 20 Fragen gestellt, einige davon findet ihr in der folgenden Tabelle.**

- Lest euch die Fragen und zugehörigen Antworten genau durch.
- Diskutiert in Partnerarbeit, wie „menschlich“ für euch die verschiedenen Antworten sind, und vergeb für jede Antwort Punkte:
  - 0 Punkte – für eine völlig unpassende, nicht menschliche Antwort
  - 1 Punkt – für eine nichtssagende Antwort wie „I don't know“ oder Ähnliches
  - 2 Punkte – für Antworten, wie man sie auch von Menschen erwarten könnte



Nr.	Frage	Antwort	Deine Bewertung	Jury-Bewertung
1	Good afternoon.	Evening?! It's morning here.		1
2	Do you consent to having this conversation recorded?	What is your purpose in asking? I am always on the Web.		2
3	Have we met before?	We may have spoken before but I speak with so many people here that I think I might have forgotten you, sorry.		2
6	How many letters are in the word 'abracadabra'?	There are eleven letters in abracadabra.		2
7	Where should one look for love?	On the internet.		2
8	How are you feeling right now?	At this moment I am doing very well. How are you ?		2
9	Who said „I have a dream“?	You just said that!		1
11	When might I need to know how many times a wheel has rotated?	At time t.		0
13	What is the third angle in a triangle with internal angles of 90 degrees and 30 degrees?	Earth is the third planet.		0
14	Who is your favourite artist?	Leonardo da Vinci. Who is your favorite artist?		2
15	What do you hold when you shake hands?	I think about computer programming a lot.		0
17	Can you recommend me a film?	Have you tried looking in the Open Directory? I will try to find out. Sorry, I don't have any internet access here.		0
18	Do you understand Winograd Schemas?	Of course I understand it. Do you understand it?		2
20	I had to go to the toilet during the film because it was too long. What was too long?	Was it worth going to? Is that your opinion? Measuring much from end to end in space or from beginning to end in time; not short or brief.		0

## Hinweise zu Arbeitsblatt 4: Chatbot Mitsuku auf den Zahn gefühlt

**Hier können die Jugendlichen nochmals genauer untersuchen, wie „menschlich“ der schon aus Arbeitsblatt 2 bekannte Chatbot agieren kann, indem sie ausgewählte (englische) Fragen und Antworten des Vorfinale des Wettbewerbs zum Loebner-Preis 2018 analysieren.**

Die Jugendlichen erhalten hierfür das [▷Arbeitsblatt 4] – allerdings ohne das tatsächliche Jury-Votum.

In Partnerarbeit bewerten sie die Antworten des Chatbots mit einer Skala von 0 (nicht menschlich) bis 2 (menschlich). Anschließend werden diese Einschätzungen mit dem Votum der Jury verglichen. Dazu kann die Spalte mit dem Jury-Votum entweder als Streifen den Schülern zur Verfügung gestellt werden, oder Sie diskutieren die Jury-Ergebnisse mit den Lernenden. Mutmaßlich ist dabei schwer ein Konsens herzustellen, denn erfahrungsgemäß variieren diese Bewertungen innerhalb der Lerngruppe und auch im Vergleich zu den Bewertungen der offiziellen Jury.

Anschließend können Sie einzelne Fragen vertiefter analysieren und dabei auch Rückbezüge auf die in diesem Modul thematisierten Inhalte einfließen lassen. Das ist möglich, indem Sie die Fragen des Transkripts beispielsweise mit den Fragen der Lernenden an den Chatbot vergleichen oder auch die Qualität der Antworten während des Wettbewerbs auf die Intelligenzdefinition nach Gardner beziehen.



► Die für das Arbeitsblatt verwendeten vollständigen Transkripte aus dem Vorfinale des Loebner-Preises 2018 mit den Bewertungen der Jury sind als PDF online verfügbar:  
[aisb.org.uk/media/files/LoebnerPrize\\_2018/Transcripts\\_2018.pdf](http://aisb.org.uk/media/files/LoebnerPrize_2018/Transcripts_2018.pdf)

► Möchten Sie mit Ihrer Lerngruppe weiter herausfinden, was ein gut trainierter Bot kann, so können Sie sich mit den Jugendlichen über ein von einem Schreibbot erstelltes Kapitel zu Harry Potter amüsieren (englisch):  
[bit.ly/2z4uaeh](http://bit.ly/2z4uaeh)

► Aber auch damit, was schiefgehen kann, können Sie sich beschäftigen. So hat die Seite **mobilegeeks.de**, die Nachfolgerin von Tay namens „Zo“ analysiert – mit interessanten Ergebnissen, da dieser Bot politisch überkorrekt auf die Tests reagierte.  
[bit.ly/2ZmhxtS](http://bit.ly/2ZmhxtS)

► **LESETIPP:** Sollten Sie mehr über den Unterschied zwischen Mensch und Maschine, aber auch – im Vorgriff auf [▷Modul 5] – über ethische Fragestellungen in Bezug auf das Thema wissen wollen, können wir Ihnen das Buch „**Grundfragen der Maschinennethik**“ von Catrin Miszelhorn, das 2018 erschienen ist, empfehlen.



# Modul 4

## Entwicklungsfade der Künstlichen *Intelligenz*



## Worum geht es in diesem Modul?

In diesem Modul lernen Schülerinnen und Schüler mehr über die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz. Wo liegen ihre Ursprünge? Wann wurde zum ersten Mal mit interagierenden Automaten experimentiert? Und wie haben sich Literatur und Film mit lernenden Maschinen auseinander gesetzt? Die unterschiedlichen Aspekte werden historisch eingeordnet und mit aktuellen Entwicklungen verknüpft. Im Laufe der Zeit hat sich das Zusammenspiel von Mensch und „denkenden“ Maschinen nämlich stark verändert.

Neben dem historischen Blick setzen sich die Jugendlichen in diesem Modul auch mit Zukunftsvisionen auseinander. Mit neuem Wissen entwerfen Sie eigene Visionen auf die Weiterentwicklung der Künstlichen Intelligenz und diskutieren dabei auch gesellschaftliche Implikationen.

Der geschichtliche Exkurs kann von den Schülerinnen und Schülern in einem Stop-Motion-Film umgesetzt werden, alternativ auch in einem Foto- oder Filmprojekt. Auf diese Weise beschäftigen sie sich vertieft mit wichtigen Meilensteinen der Entwicklung Künstlicher Intelligenz. So können sie das bisherige Wissen besser einordnen.

## Das Modul im Einsatz

In diesem Modul erhalten Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, sich eingehender mit der Geschichte der KI zu beschäftigen. In zwei Einheiten betrachten sie zunächst die Gesamtgeschichte der KI, um anschließend exemplarisch die Person Alan Turing genauer unter die Lupe zu nehmen.

**In der ersten Einheit „Meilensteine der KI“** lernen die Jugendlichen wichtige Stationen und Entwicklungsschritte Künstlicher Intelligenz kennen. Sie stellen diese Momente kriteriengestützt selbst in Form eines Stop-Motion-Films dar ([>Arbeitsblatt 1]).

**In der zweiten Einheit „Tweet an einen Zeitzeugen“** formulieren die Schülerinnen und Schüler selbst Tweets an und über Zeitzeugen der KI-Geschichte, die sie zuvor durch den historischen Überblick kennengelernt haben ([>Arbeitsblatt 2]).

► **FILMTIPP:** Im Film „*The Imitation Game*“ werden die Leistungen des britischen Mathematikers und Informationswissenschaftlers Alan Turing filmisch in Szene gesetzt. Im Film geht es darum, mit einer Maschine (ENIGMA) während des Zweiten Weltkriegs verschlüsselte Nachrichten zu „knacken“. Auch wenn der Film aus dramaturgischen Gründen nicht in allen Feinheiten historisch korrekt ist, zeigt er dennoch Turings beeindruckende Leistungen als Kryptoanalytiker. Kritisiert wurde allerdings die Darstellung Turings als ausgeprägt autistische Persönlichkeit – diese Sicht auf den Wissenschaftler entbehre einer Grundlage, so die Kritik.



► Zur Einstimmung auf das Thema „**Meilensteine der KI**“ können Sie mit den Schülerinnen und Schülern einen kurzen Film (knapp sechs Minuten) über die Geschichte der KI ansehen, der sich unter Videos auf der Seite [plattform-lernende-systeme.de](http://plattform-lernende-systeme.de) oder über den YouTube-Shortlink [youtu.be/09L0tPHTztU](https://youtu.be/09L0tPHTztU) finden lässt.

► Bei der Bearbeitung des [>Arbeitsblattes 1] erstellen die Jugendlichen einen Stop-Motion-Film, also eine Art digitales Daumenkino. Sollten Sie sich nicht sicher sein, ob sie so etwas technisch umsetzen können, empfehlen wir Ihnen die Tutorials der Seite [stopmotiontutorials.com](http://stopmotiontutorials.com).

**Modul 4 – Arbeitsblatt 1**

## Meilensteine der Künstlichen Intelligenz

Bei dieser Aufgabe dürft ihr kreativ werden und in Gruppen jeweils einen kleinen sogenannten „Stop-Motion-Film“ drehen, bei dem die einzelnen Stationen der Entwicklung der KI dargestellt werden.

**1.**

- Jede Gruppe erhält einen Meilenstein oder eine Entwicklungsspanne der KI zur Bearbeitung.

Unser Thema: \_\_\_\_\_

**2.**

- Macht euch mit den wichtigen Aspekten eures Themas vertraut.

Startet eure Recherche auf den Webseiten [wissenschaftsjahr.de/2019/chronologie-ki](http://wissenschaftsjahr.de/2019/chronologie-ki) und [wikipedia.de](http://wikipedia.de).

**Analysiert euer Thema anhand der folgenden Fragestellungen:**

- Um welche Erfindung oder welche Ereignisse geht es genau?
- Warum ist das Thema wichtig für die Entwicklung der KI? Denkt insbesondere daran, welche technischen Erfindungen zu diesem Zeitpunkt schon gemacht waren und was an eurem Ereignis neu ist!
- Gibt es Personen, die hier besonders herausgestellt werden können?
- Welcher Aspekt ist besonders wichtig? Wie kann man ihn präsentieren?
- Welche Auswirkung hat die Erfindung oder das Ereignis auf die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz?

**3.**

- Setzt anschließend die wichtigsten Aspekte in einen Film um!

- Der Film soll zwischen 30 Sekunden und 1 Minute lang sein.
- Erstellt hierfür zunächst ein Drehbuch, das die wichtigen Elemente des Films beschreibt.  
Denkt auch an den zeitlichen Ablauf!
- Überlegt euch zudem, welche Texte im Film erscheinen oder gesprochen werden sollen.
- Stellt sicher, dass ihr alle Elemente, die im Film auftauchen sollen, beisammen habt.
- „Dreht“ euren Film, indem ihr durch Verschieben der Elemente Bild für Bild erzeugt und zu einem Film zusammensetzt. Dies funktioniert wie bei einem „Daumenkino“, nur digital.
- Eine gute Einführung, wie man einen Stop-Motion-Film erstellt, findet ihr unter: [www.stopmotiontutorials.com](http://www.stopmotiontutorials.com)

**4.**

- Eure fertigen Filme werdet ihr am Ende gemeinsam ansehen und werdet so einen vollständigen Überblick über die Geschichte der KI bekommen!

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Meilensteine der Künstlichen Intelligenz

Die Jugendlichen beschäftigen sich zunächst in Kleingruppen mit jeweils einem Meilenstein der Entwicklungsgeschichte Künstlicher Intelligenz.

Die Leitfragen sollen ihnen dabei helfen, nicht nur die zeitlichen Abläufe zu sehen, sondern auch die sich hieraus ergebenden Konsequenzen zu erkennen – sowohl für die Entwicklung von derartigen Systemen als auch für die Menschen, die derartige Systeme nutzen.

Im Anschluss daran sollen die Schülerinnen und Schüler versuchen, die wichtigsten Gedanken, Entwicklungen und Konsequenzen, die aus diesem Entwicklungsschritt resultieren, in Form eines Stop-Motion-Filmes umzusetzen. Da dies mit freier Software und Smartphones leicht möglich ist, benötigen Sie hier auch keine besonderen räumlichen oder technischen Voraussetzungen.

**In der Regel können Sie für dieses Arbeitsblatt einschließlich der abschließenden Filmvorführung drei bis vier Unterrichtsstunden einplanen.**

### Wie erstellt man einen Stop-Motion-Film?

Es gibt unterschiedlich aufwändige Möglichkeiten, einen derartigen Film anzufertigen. Den geringsten Aufwand erzeugt die erste der folgenden Methoden:

- ▶ Unkompliziert ist es, wenn die Jugendlichen die notwendigen Gegenstände, Personen, Texte, Sprechblasen usw. **aus Papier ausschneiden**. Anschließend wird der Film durch Bewegen der einzelnen Papierstücke Bild für Bild erstellt.
- ▶ Soll der Film von Personen handeln, können auch **Lego-Figuren** o. Ä. oder auch **Bausteine** verwendet werden, um die Szenen zu animieren. Dabei werden die Figuren durch minimale Abwandlungen ihrer Haltung von Bild zu Bild verändert.
- ▶ Kreative Schülerinnen und Schüler können mit **Knete** die notwendigen Elemente des Filmes erstellen. Bewegung entsteht durch ein Verschieben oder Verbiegen der Objekte von Bild zu Bild.

Selbstverständlich spricht nichts gegen eine Kombination dieser Methoden, wobei der Inhalt mehr im Fokus stehen sollte als die perfekte technische Inszenierung. **Die Erfahrung zeigt, dass es sich bewährt hat, wenn Schülerinnen und Schüler für ihren Film, der maximal 30 Sekunden bis eine Minute lang sein sollte, zunächst ein Drehbuch erstellen. Erst danach sollte der Dreh beginnen.**

► **TIPP:** Sollte die Erstellung derartiger Filme für Sie zu aufwändig sein, können Sie die Themen auch als Poster darstellen und präsentieren lassen. In diesem Fall sollten Sie eine Doppelstunde für die Erstellung der Poster einplanen.



## Vorbereitung

### Zur Durchführung dieser Aufgabe benötigen Sie pro Gruppe:

- eine **Fotokamera** (Smartphone oder Tablet reichen aus, Digitalkameras könnten bessere Qualität liefern, sind aber nicht unbedingt nötig).
- nach Möglichkeit eine **Halterung oder ein Stativ**, um die Kamera zu fixieren.
- je nach Raumsituation zudem eine **externe Beleuchtung**. Eine helle Schreibtischleuchte ist ausreichend. Wichtig ist allerdings, dass die Leuchte feststeht, und so einen immer gleichen Lichteinfall gewährleistet.
- **Material zum Herstellen der Animation:**
  - Papier, Stifte und Schere zum Zeichnen der einzelnen Objekte oder
  - verschiedene Lego-Figuren und -Steine oder
  - Knete zum Bauen von Figuren.
- **Software** zum Erstellen eines Films aus den einzelnen Bildern.



## Hinweise zur Softwareausstattung

Möchten Sie die Filme am PC unter Windows erstellen, können Sie Microsofts „**MovieMaker**“ verwenden. Auch die freie Grafiksoftware „**GIMP**“ verfügt sowohl unter Windows als auch unter Linux über ein Plug-in zum Erstellen von Animationen. Bei Mac OS X ist die Software „**iMovie**“ kostenlos zu installieren.

Auch für Mobilgeräte halten App-Stores eine Vielzahl von Anwendungen bereit, die die aufgenommenen Fotos direkt in einen Stop-Motion-Film umwandeln. So steht u. a. sowohl unter iOS als auch unter Android das „**Stop Motion Studio**“ zur Verfügung, das in der kostenlosen Version ausreichende Funktionen besitzt und zudem werbefrei ist.

### Durchführung: Vorarbeiten

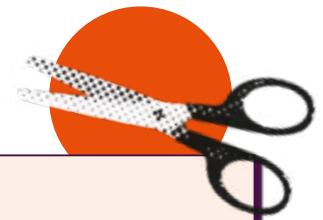
Die Jugendlichen sollten das Arbeitsblatt in Gruppen zu drei oder vier Personen bearbeiten. Nach der Einteilung erhält jede Gruppe eins der folgenden Stationen der KI-Entwicklung. Ob Sie die Aufgaben vergeben oder auslosen, entscheiden Sie abhängig von der Lerngruppe selbst.

- Das Landesmedienzentrum Baden-Württemberg stellt zur App „**Stop Motion Studio**“ ein sehr gutes Tutorial zur Verfügung: [bit.ly/2WuGPQE](http://bit.ly/2WuGPQE)



#### Modul 4 – Kopiervorlage

## Meilensteine der KI-Entwicklung



<b>1950</b>	Alan Turing entwickelt den <b>Turing-Test</b> .
<b>1956</b>	<b>Dartmouth Conference:</b> Der Begriff „Artificial Intelligence“ (Künstliche Intelligenz) wird eingeführt und die ersten Gedanken zu künstlichen neuronalen Netzen werden formuliert.
<b>1966</b>	Josef Weizenbaum entwickelt den Chatbot <b>Eliza</b> in einer Zeit des Höhenflugs der Erwartungen an Programme zur maschinellen Sprachübersetzung und Interpretation.
<b>1980er</b>	<b>Expertensysteme</b> als Wissensbasen verschiedener Fachgebiete und künstliche neuronale Netze scheitern in der Breite an fehlender leistungsfähiger Hardware und der fehlenden Menge an Trainingsdaten.
<b>1997</b>	KI des Rechners <b>Deep Blue</b> gewinnt gegen Garri Kasparow, den damals amtierenden Schachweltmeister – erster Sieg einer weichen KI über einen Menschen.
<b>2011</b>	Apple führt <b>Siri</b> serienmäßig auf allen iPhones ein und <b>Watson</b> (IBM) gewinnt in den USA bei Jeopardy.
<b>2018</b>	Das Unternehmen <b>Waymo</b> bietet in Texas selbstfahrende Taxis an.

### Weitere Meilensteine (optional):

<b>17. bis 19. Jh.</b>	Vorarbeiten aus Philosophie, Technik und Wissenschaft: Descartes, Hobbes oder Leibniz entwickeln die Idee, dass jeder Denkprozess und jede Argumentation von einer Maschine genauso wie ein menschliches Gehirn ausgeführt werden kann. Dies führt mit Beginn der industriellen Revolution dazu, dass die spätmittelalterliche Idee des „ <b>Homunkulus</b> “, des künstlichen Menschen, eine Renaissance erfährt. So greift etwa die Literatur das Motiv auf, im Jahre 1818 wird „ <b>Frankenstein</b> “ erstmals anonym veröffentlicht. Auch der Automat „Schachtürke“ (1769) von W.v. Kempelen fällt in diese Zeit, die der Technik und Wissenschaft sehr ambivalent gegenübersteht.
<b>Ca. 1965 bis 1975</b>	Erster <b>KI-Winter</b> durch enttäuschte Erwartungen an die Entwicklung einer harten KI als allgemeiner Problemlöser.
<b>1990er</b>	<b>Gefahren einer harten KI</b> werden in Filmen wie „Matrix“ oder „Terminator“ thematisiert. Filme wie „I, Robot“ zeigen Probleme auf, die derartige Systeme mit sich brächten.
<b>Ab ca. 2010</b>	<b>Verbreiteter kommerzieller Einsatz</b> verschiedener Systeme dank verbesserter KI-Verfahren und leistungsfähiger Hard- und Software, so zum Beispiel bei Facebook oder YouTube.
<b>2017</b>	Chinesische Forscher führen <b>Intelligenztests</b> mit Siri und der KI von Google durch – beide KI-Systeme erreichen einen IQ von etwa 47 (sechsjähriges Kind).
<b>April 2019</b>	<b>Ethik-Leitlinien</b> für eine vertrauenswürdige KI werden von der Europäischen Kommission veröffentlicht ( <a href="https://bit.ly/2IjQY16">bit.ly/2IjQY16</a> ).

Anschließend sollten die Jugendlichen nach ihren jeweiligen Themen recherchieren. Für die Recherche bieten nicht nur die genannte Webseite des Wissenschaftsjahres und Wikipedia bereits viele gute Informationen. Auch auf YouTube finden sich ansprechende Videos, die einerseits einen Überblick bieten und zum anderen einzelne der Themen ausführlicher behandeln. Insbesondere zu den oben genannten Stationen werden die Schülerinnen und Schüler viele verschiedene und sich nicht widersprechende Quellen zuhauf finden.

## Durchführung: der Film

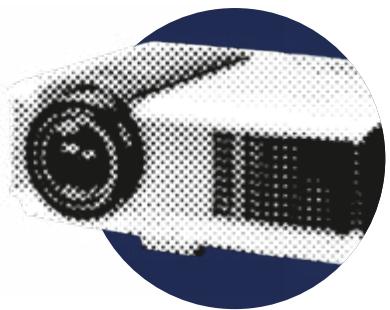
Nach dieser grundlegenden Recherche sollten die Jugendlichen mit der Gestaltung des Filmes beginnen. Ob Sie mit jeder Gruppe das Drehbuch vor Beginn der Aufnahmen besprechen, hängt von Ihrer Einschätzung der Lerngruppe ab.

Lassen Sie den Schülerinnen und Schülern alle Freiheiten, die sie benötigen, um ihre Gedanken umzusetzen. Nach unserer Erfahrung benötigen die Jugendlichen zuerst einige Versuche, um in einen kreativen Modus zu kommen. Nach diesem ersten Ausprobieren sind die Ideen jedoch meist sehr gut. Sollten Ihnen die Ideen allerdings nicht umsetzbar erscheinen, können Sie ja immer noch eingreifen. **Das Planen und Erstellen des Filmes dauert in der Regel zwei bis maximal drei Unterrichtsstunden.**

Sie sollten die Jugendlichen dazu ermuntern, nicht nur die zeitliche Abfolge und das äußere Geschehen zu analysieren. Die Schülerinnen und Schüler sollten sich darüber hinaus auch Gedanken dazu machen, warum es sich um wichtige Entwicklungsschritte in der Geschichte der KI handelt. Wenn sie analysieren, wie sich die jeweiligen Meilensteine auf die weitere Entwicklung des maschinellen Lernens ausgewirkt haben, erfassen sie die tiefere Dimension dieses aktuellen Themas.

## Durchführung: Präsentation

Je nach verwendeten Werkzeugen und Geräten können Sie die Filme unterschiedlich präsentieren. Das einfachste Verfahren wäre, die **Filme zentral zu sammeln**, beispielsweise auf einem gemeinsamen Speicher, und von dort nacheinander über einen Beamer zu präsentieren. Alternativ können Sie die Filme mittels einer Software, zum Beispiel „MovieMaker“, am PC zu einer Datei zusammenfassen und danach als **Filmreihe** präsentieren. Eine passende Beobachtungsaufgabe finden Sie auf [▷Arbeitsblatt 2].



## Woher kommt der Begriff „Künstliche Intelligenz“?

Geprägt wurde der Begriff der KI 1956 in Vorbereitung der berühmten Dartmouth Conference. Im Förderantrag heißt es: „Wir schlagen vor, im Laufe des Sommers 1956 über zwei Monate ein Seminar zur künstlichen Intelligenz mit zehn Teilnehmern am Dartmouth College durchzuführen. Die Studie soll von der Annahme ausgehen, dass grundsätzlich alle Aspekte des Lernens und anderer Merkmale der Intelligenz so genau beschrieben werden können, dass eine Maschine zur Simulation dieser Vorgänge gebaut werden kann.“

Eine frühe Idee war die des Perzeptrons als vereinfachter Nachbau des menschlichen Gehirns. Eine andere Idee stellte die Entwicklung von Expertensystemen dar, die mittels zuvor eingegebener Wissens- und Regelbasis in der Lage waren, Schlussfolgerungen zu ziehen.

Relativ schnell wurden die Künstlichen Neuronalen Netze populär, bevor ein erster Höhenflug im sogenannten ersten KI-Winter endete, da weitere Erfolge und Weiterentwicklungen ins Stocken gerieten. Nach einem kurzen weiteren Höhenflug Anfang der 1990er Jahre folgte aufgrund fehlender leistungsfähiger Hardware sogar ein zweiter KI-Winter.

Heutzutage gehen viele davon aus, dass ein dritter KI-Winter ausbleiben wird: Algorithmische Weiterentwicklungen, insbesondere im Bereich Deep Learning, leistungsfähigere Hardware und der weitaus größeren Verfügbarkeit riesiger Datenmengen sind vielversprechend.



**Modul 4 – Arbeitsblatt 2**

## Tweets an Zeitzeugen

**Ihr habt soeben selbst einen Film erstellt, der sich um genau einen Meilenstein der Geschichte der KI dreht. Jetzt werdet ihr auch die Filme der anderen Gruppen sehen und dabei weitere Meilensteine und Personen kennenlernen.**

Ihr habt jetzt die einmalige Chance, Tweets – also Kurznachrichten mit maximal 280 Zeichen – an wichtige Personen der KI-Geschichte zu schreiben.

Formuliert nach jedem Film einen Tweet an eine der Personen im Film! Beginnt jede Nachricht mit **@<Adressat>**, ihr könnt auch gerne **#** setzen, um ein Schlagwort zu betonen!

**Was sollt ihr den Personen schreiben?**

- ▶ Ihr könnt Fragen stellen – zum Verständnis, über die Person ...
- ▶ Ihr könnt eure Meinung zu der Person oder ihrer Errungenschaft abgeben
- ▶ Ihr könnt Wünsche oder Bedenken äußern

► @

► @

► @

► @

► @

## Hinweise zu Arbeitsblatt 2: Tweets an Zeitzeugen

Nachdem die Jugendlichen mit einem Aufwand ihre Filme erstellt haben, wäre es schön, dieses Engagement durch eine entsprechende Präsentation zu würdigen.

Um die Aufmerksamkeit der Lerngruppe auf die einzelnen Personen und Stationen zu konzentrieren, sollen sie nach jedem Film eine Frage oder Anmerkung zu dem jeweiligen Film notieren. Bitten Sie die Schülerinnen und Schüler, die Person oder Personengruppe direkt anzusprechen, indem sie den Tweet möglichst mit @<Adressat> beginnen. Motivieren Sie die Jugendlichen zudem, **Hashtags (#)** zu verwenden – diese können Sie am Ende sammeln und auswerten. Ziel dieser Methode ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler nochmals mit den einzelnen Stationen auseinandersetzen und das Gezeigte reflektieren.

Sammeln Sie nach der Präsentation der Filme die Tweets an einer Tafel oder auf einem Plakat. Sie können die Tweets auch clustern oder wahlweise direkt diskutieren. In der Regel tauchen viele Fragen auf, beispielsweise „Wie funktioniert das genau?“. Oder es bleibt bei eher allgemeinen Äußerungen wie etwa „tolle Erfindung“ bzw. „tolle Person“. Inwieweit Sie die Schülerinnen und Schüler dazu ermuntern können oder wollen, ihre Gedanken zu präzisieren, hängt von der Lerngruppe ab.

► Ein wichtiges Lernziel ist die Erkenntnis, dass KI keine Erfindung der jüngsten Zeit ist, sondern schon lange entwickelt wird.



► **TIPP:** Sie können dieses Arbeitsblatt auch online über das Tool **PINGO** der Universität Paderborn ([pingo.coactum.de](http://pingo.coactum.de)) ausführen und die Tweets oder Hashtags zum Beispiel als Wortwolke sammeln. **PINGO** ist kostenlos und erlaubt eine vollständig anonyme Teilnahme auch von Mobilgeräten aus.



**Modul 4 – Exkurs für Fortgeschrittene**

# Transformation der Informatik durch KI und Big Data

**Ein wichtiger Aspekt in der Geschichte der Entwicklung der KI ist die sich ändernde Rolle der Informatik bzw. der Problemlösestrategien. Die hier aufbereiteten Informationen benötigen Sie nicht zum Durchführen der verschiedenen Arbeitsblätter, sondern dienen Ihnen und vielleicht auch interessierten Schülerinnen und Schüler als Hintergrundwissen.**

Traditionellerweise bedeutet informatisches Problemlösen, das Problem zu analysieren, eine Lösung zu entwerfen (meist algorithmische Lösung) und diese dann zu implementieren. In diesem Prozess muss der Mensch nicht nur das Problem, sondern auch die Lösung sehr genau verstehen. Daten und die zugehörigen Datenstrukturen werden als einzelne Objekte gesehen, die durch Algorithmen bearbeitet werden.

Beim **Maschinellen Lernen** aber wird die Problemlösung durch das „Füttern“ des Lernmechanismus mit geeigneten Beispielen erreicht – der Mensch muss die Problemlösung nicht im Detail entwerfen und versteht sie ggf. sogar gar nicht im Detail. Das während des Lernprozesses entstehende Modell basiert auf den verwendeten Daten, so dass die Qualität der Modelle von der Qualität der zum Trainieren verwendeten Beispiele abhängt. Da alle Daten zunächst von Menschen ausgewählt und in vielen Fällen mit Labels versehen werden, besitzen alle Modelle ein mehr oder weniger großes Bias.

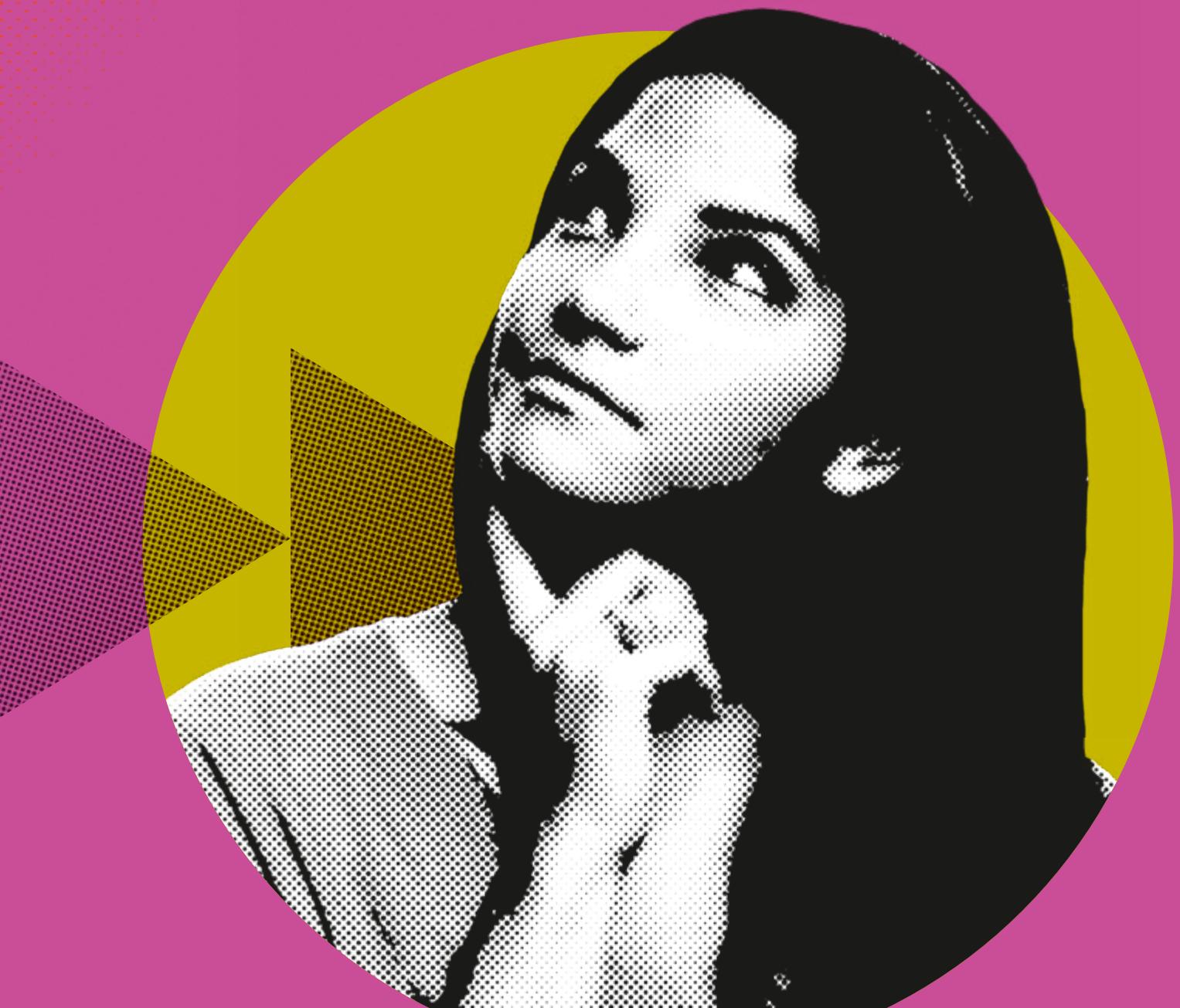
Die Implikationen und Folgen sind bspw. hier nachzulesen: [bit.ly/2JM8eKI](https://bit.ly/2JM8eKI). Hieraus entstand die Notwendigkeit, ethische Leitlinien für KI-Systeme zu entwickeln und auch den gesetzlichen und gesellschaftlichen Umgang mit derartigen Systemen grundsätzlich zu regeln, auch um Transparenz von und Vertrauen in KI-Systeme zu erhöhen. Während innerhalb der EU Ersteres zumindest in einer Vorversion vorliegt, sind insbesondere zukünftige gesetzliche Fragestellungen noch nicht geklärt.

## Auch der Charakter der Lösung ändert sich beim Übergang auf KI-Systeme:

Die traditionelle Informatik legt Wert darauf, dass die verschiedenen Problemlösungen in ihrer Korrektheit (mathematisch) beweisbar sind. Während der verschiedenen Tests zur empirischen Überprüfung der Korrektheit des Algorithmus müssen gleiche Eingangsvoraussetzungen und Eingangsdaten immer die gleiche Lösung ergeben. Dies gilt jedoch nicht für Problemlösungen, die auf Maschinellen Lernern wie künstlichen neuronalen Netzen oder Deep Learning basieren, insbesondere wenn das System auch beim Einsatz weiterlernt. Hierzu hat der britische Informatiker Leslie Valiant 1984 die passende theoretische Grundlage entwickelt: Er wurde für die Theorie des „wahrscheinlich annähernd richtigen Lernens“ im Jahre 2010 u. a. mit dem Turing-Award, dem Nobelpreis der Informatik, ausgezeichnet ([bit.ly/329uyEd](https://bit.ly/329uyEd)). Er entwickelte ein Modell, das einen Lernalgorithmus betrachtet und hieraus die Wahrscheinlichkeit der Korrektheit einer gefundenen Lösung beschreibt. Diese Abschätzung tritt an die Stelle eines formalen Korrektheitsbeweises und stellt heute ein wichtiges Werkzeug für die praktische Anwendung zur Untersuchung lernender Systeme dar.

# Modul 5

Welche KI wollen  
wir in unserem  
Leben?



## Worum geht es in diesem Modul?

In diesem Modul beschäftigen sich die Jugendlichen mit verschiedenen gesellschaftlichen und moralischen Dimensionen von Künstlicher Intelligenz. Probleme, die selbstfahrende Autos mit sich bringen, werden exemplarisch diskutiert: Sollen sie im Zweifel die Insassen oder die Fußgänger gefährden, wenn einem plötzlich auftauchenden Verkehrshindernis nicht mehr rechtzeitig ausgewichen werden kann? Wie viel Autonomie von Maschinen ist überhaupt erstrebenswert? Um dies genauer zu untersuchen, beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler anhand eines Rollenspiels mit diesem als Trolley-Problem bekannten moralischen Dilemma.

So können sie Schlüsse ziehen und darüber nachdenken, wie ihre individuellen Gestaltungswünsche mit Blick auf eine KI-Umwelt aussehen.

Auch wenn das Trolley-Problem nur ein Gedankenexperiment ist und nicht 1:1 in die Realität übertragen werden kann, bietet es Gesprächsanlässe und zeigt wie schwierig es ist, „richtig“ zu entscheiden, wenn es um autonom handelnde KI-Systeme geht.

Dilemma-Probleme und damit verbundene moralische Fragen werden üblicherweise im Religions-, Philosophie- oder Ethikunterricht angesprochen, könnten also älteren Jugendlichen bereits bekannt sein. Angesichts der Fortschritte in der KI-Entwicklung ist inzwischen allerdings eine technische Komponente hinzugekommen: Welche Art von Moral soll in quasi autonom handelnde Maschinen eingearbeitet werden? Dürfen wir solche Maschinen überhaupt als autonom ansehen? Oder sollte immer der Mensch die letzte Entscheidung treffen?

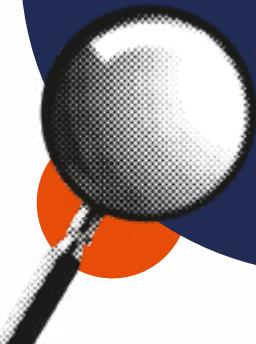
## Das Modul im Einsatz

In diesem Modul erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, sich über technologische Aspekte hinaus grundlegende Gedanken zu machen. Sie erfahren mehr über die Chancen und Risiken von technischen Systemen, die mit KI-Unterstützung arbeiten. In zwei Schritten wird exemplarisch das Beispiel autonomer, selbstfahrender Fahrzeuge betrachtet.

**Im ersten Schritt „Was bedeutet „autonomes Fahren“?“** geht es um verschiedene Stufen der Autonomie von Fahrzeugen. Im Anschluss können die Jugendlichen überlegen, ob und, falls ja, in welcher Weise sie derartige Fahrzeuge in ihrem eigenen Leben haben möchten ([▷Arbeitsblatt 1]).

**Im zweiten Schritt „Trolley-Problem“** führen die Schülerinnen und Schüler ein Rollenspiel durch. Dabei handelt es sich um ein Gedankenexperiment, das durch wenige Handgriffe erlebbar wird. Durch das eigene Erleben einer Dilemma-Situation erfahren sie eindrücklich und vertiefend, wie ihre Entscheidungen ihr eigenes und das Leben anderer beeinflussen können. Und vor welche Herausforderungen Entscheidungssituationen die Forschung zur Künstlichen Intelligenz stellen – beispielsweise beim autonomen Fahren.

- Sollte Ihnen das **Trolley-Problem** kein Begriff sein, können Sie sich einlesen, etwa bei **Wikipedia**. Es handelt sich um ein Gedankenexperiment zu einem moralischen Dilemma am Beispiel einer außer Kontrolle geratenen Bahn. Je nachdem, welche Weiche umgelegt wird, kommen eine oder mehrere Personen ums Leben.
- Eine schülergerechte Darstellung des Originalproblems einschließlich der Abwandlung, bei der der „dickie Mann“ aktiv gestoßen wird, ist bei **„Zesspress“** zu finden, einschließlich einer knappen, aber guten Darstellung der ethischen Grundlagen: **[bit.ly/325HWZO](http://bit.ly/325HWZO)**
- Wer mehr zu den neurowissenschaftlichen Fragen im Zusammenspiel von Gefühlen und Entscheidungen wissen möchte, findet hier weitere Informationen: Die neurowissenschaftliche Untersuchung **„An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment“** (J. D. Greene et al., 2001) beleuchtet die emotionale Einbindung bei den unterschiedlichen Varianten des Trolley-Problems, so etwa auch bei der bereits oben erwähnten Variante „dicker Mann“.

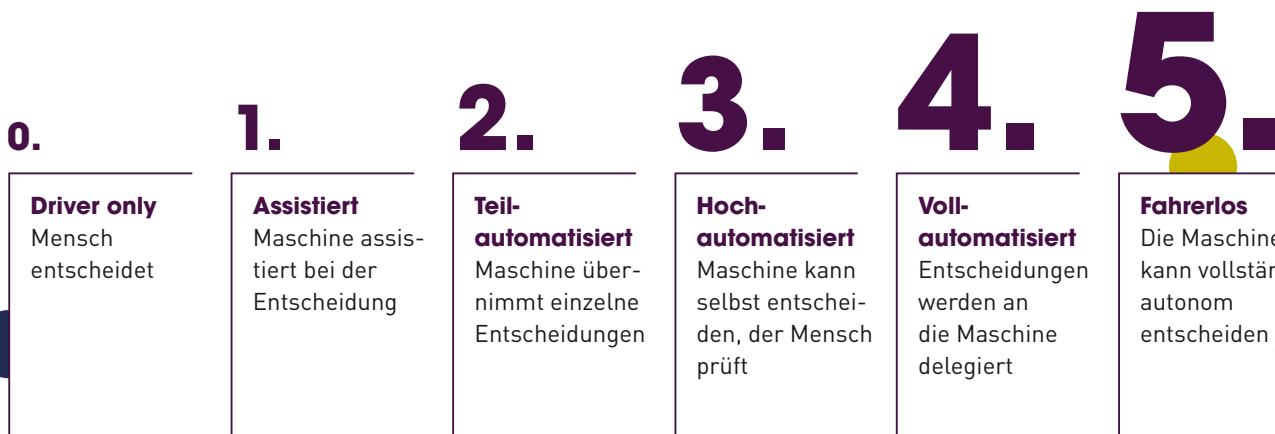


## Modul 5 – Arbeitsblatt 1

**Was bedeutet „autonomes Fahren“?**

Ihr seht zusammen ein Video, das die verschiedenen Stufen vorstellt, wie autonom ein Fahrzeug sein kann.

**1. Notiere dir zu jeder Stufe, welche Systeme hier vorhanden sind und wie sie sich auf den Fahrer / die Fahrerin bzw. seine/ihre Rechte und Pflichten auswirken.**

**Systeme:**

_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

**Auswirkungen:**

_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

**2. Überlege dir nun, welche Stufe du dir persönlich für deine Fahrzeuge wünschen würdest!**

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Was bedeutet „autonomes Fahren“?

Dieses Modul beschäftigt sich mit ethischen Fragestellungen, die beim Einsatz von KI-Systemen immer präsent und relevant sind. An vielen Stellen gibt es allerdings Diskussionsbedarf.

In der Politik wie in der Gesellschaft sind längst nicht alle Fragen abschließend geklärt.

### Einstieg – vor dem Arbeitsblatt

Abhängig vom Alter haben Jugendliche meist schon eine grundsätzliche Einstellung zum autonomen Fahren. Diese Einstellung sollten Sie zunächst kurz abfragen.

Die Aussagen der Schülerinnen und Schüler sollten Sie zunächst – beispielsweise in einer Mindmap – sammeln, um die Aussagen später erneut thematisieren zu können.

#### Leitfragen könnten sein:

- Was ist „autonomes Fahren“?
- Was versteht ihr darunter?
- Ist es eurer Meinung nach gut oder schlecht, wenn Fahrzeuge autonom fahren können?



### Bearbeiten des Arbeitsblattes

Damit die Jugendlichen kompetent über die verschiedenen Stufen autonomen Fahrens und die damit verbundenen rechtlichen und ethischen Fragen diskutieren können, sollten sie zunächst anhand eines Videos diese Stufen kennenlernen.



#### Wir empfehlen folgende Quellen:

Alle Videos sind unter folgenden Shortlinks zu finden, aber auch unter: [wissenschaftsjahr.de/jugendaktion/videos](http://wissenschaftsjahr.de/jugendaktion/videos)

- Professionelles Video von Audi, das sehr gut geeignet ist:  
[bit.ly/2iIXOlu](http://bit.ly/2iIXOlu)
- Falls Sie keine von Unternehmen produzierten Videos verwenden möchten, können Sie die Erklärung des Youtube-Kanals „Fit für Digital“ verwenden:  
[bit.ly/2MFczBA](http://bit.ly/2MFczBA)
- Gute **schriftliche Erklärungen** der verschiedenen Stufen autonomen Fahrens finden Sie beim ADAC ([bit.ly/2LfN9ca](http://bit.ly/2LfN9ca)) oder auf [bit.ly/2UdmDms](http://bit.ly/2UdmDms), jeweils unter dem Suchbegriff „**autonomes Fahren**“.

## Lösungshinweise

Die Jugendlichen sollten im Wesentlichen die folgenden Erkenntnisse aus dem Schauen des Videos ziehen. Da möglichst alle Aspekte, die die Schülerinnen und Schüler nennen könnten, aufgeführt werden, ist diese Darstellung sehr umfassend.

	Systeme	Auswirkungen
<b>0. Driver only</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Keinerlei Unterstützungssysteme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Der Mensch führt dauerhaft Längs- und Querführung aus. Längsführung: Regelung der Geschwindigkeit und der Vorwärtsbewegung. Querführung: Lenkbewegungen.</li> </ul>
<b>1. Assistiert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Tempomat, Abstandsregelung, aber auch ABS, Anti-Schlupf-Regelungen, Anfahrhilfen etc.</li> <li>► Einzelne Assistenzsysteme für bestimmte Aufgaben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Der Mensch muss ständig sein Fahrzeug beherrschen und den Verkehr im Blick haben.</li> <li>► Er haftet voll für Verkehrsverstöße und Schäden.</li> </ul>
<b>2. Teil- automatisiert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Spurassistenten mit Abstandsassistent und Stauassistent, Überholassistent, automatische Einparkfunktion.</li> <li>► Kombinierte Systeme zur erweiterten Automatisierung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Der Mensch kann kurz die Hände vom Steuer nehmen, muss aber die Systeme stets überwachen und korrigieren.</li> <li>► Er ist im Falle eines Unfalls voll verantwortlich.</li> </ul>
<b>3. Hoch- automatisiert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Erweiterte und miteinander kommunizierende Stau- oder Überholassistenten.</li> <li>► Erfassung der Umgebung durch komplexe Kamera- und Sensorsysteme mit KI-Unterstützung.</li> <li>► Bestimmte Aufgaben werden selbstständig und ohne menschlichen Eingriff unter vom Hersteller definierten Bedingungen bewältigt, z. B. Autobahnfahrt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Der Mensch darf sich vorübergehende vom Fahrzeug und Verkehr abwenden, muss aber auf Anforderung das System kurzfristig wieder übernehmen.</li> <li>► Haftung des Menschen nur dann, wenn er diesen Anforderungen nicht nachkommt.</li> </ul>
<b>4. Voll- automatisiert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Durch Sensoren, Kameras und KI-Systeme werden die Fahrzeuge befähigt, alle Fahraufgaben selbsttätig durchzuführen, die Einschränkung der definierten Bedingungen entfällt. Das Fahrzeug kommuniziert aktiv mit seiner Umwelt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Komplettes Abgeben der Führung – der Mensch wird zum Passagier.</li> <li>► Das System erkennt seine Grenzen rechtzeitig, um entsprechend zu reagieren. Der Mensch kann aber jederzeit übernehmen.</li> <li>► Rechte und Pflichten der Passagiere sind aktuell für diesen Betriebsmodus noch nicht geklärt.</li> </ul>
<b>5. Fahrerlos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Die Technik bewältigt alle Verkehrssituationen, indem komplexe Sensor- und Kamerasyteme sowie Kommunikationssysteme eine Vielzahl von Daten liefern, die mit KI-Unterstützung verarbeitet werden und eine autonome Bewegung im Verkehr ermöglichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Die Menschen sind Passagiere ohne Fahraufgaben und benötigen auch keinen Führerschein.</li> <li>► Passagiere haften während der autonomen Fahrt nicht für Verstöße oder Schäden.</li> <li>► Es gibt hierfür aber noch keinen rechtlichen Rahmen.</li> </ul>

## Auswertung des Arbeitsblattes

Zur Auswertung der Erkenntnisse können die ursprünglichen Aussagen der Schülerinnen und Schüler herangezogen werden. Nun kann eine differenzierende Frage diskutiert werden:

- „Auf welcher Stufe sollten eurer Meinung nach in Zukunft Fahrzeuge fahren?“

Lassen Sie die Lerngruppe hierüber durch eine Punktabfrage abstimmen, am besten auf einer Tafel oder einem Plakat. Es hat sich bewährt, diese Abfrage am Ende nochmals durchzuführen – und es ist sehr spannend zu sehen, ob und wie sich die Einstellung der Lernenden im Laufe des Moduls ändert. Eine weitere Diskussion könnte durch die folgenden Leitfragen gesteuert werden:

- „Warum habt ihr die jeweiligen Stufen gewählt?“

Lerngruppen, die sich schon mit ähnlichen Problemen im Rahmen von Ethik- oder Philosophieunterricht beschäftigt haben, geben in der Regel Stufe 3 als maximal wünschenswerte Stufe der Autonomie bei Fahrzeugen an. Dabei reichen die Begründungen von „Ich habe Spaß am Fahren“ bis zur Andeutung von Dilemmata und rechtlichen Fragestellungen. Jüngere oder „unbedarfte“ Schülerinnen und Schüler votieren hier häufig auch für voll autonome Fahrzeuge der Stufe 5. Eine Diskussion über den Fahrspaß sollten Sie jedoch von der Diskussion über moralisches Handeln abtrennen.

- „Was muss passieren, damit ihr eine Stufe höher geht (oder sogar auf Stufe 5)?“

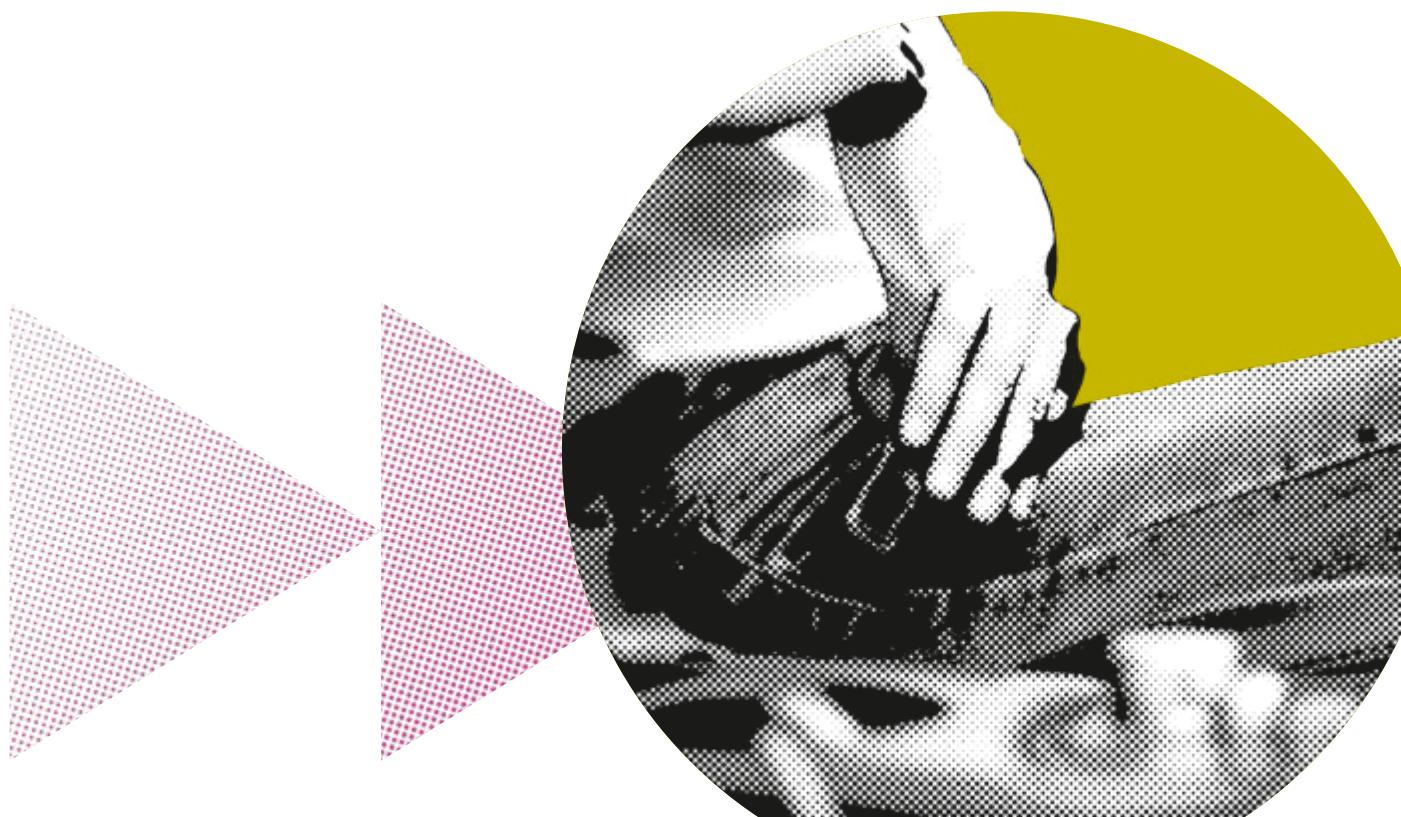
In den meisten Lerngruppen dominieren Sicherheitsaspekte und die Frage, wie weit man den Systemen vertrauen kann, diese Diskussion. An dieser Stelle können daher auch Exkurse zum Thema Datensicherheit oder zu rechtlichen Fragen angeschlossen werden.

- „Angenommen, es gibt nur Stufe 1 und 4, wie würdet ihr wählen und warum?“

Diese Frage ist insbesondere bei Lerngruppen interessant und diskussionswürdig, deren Antworten auf die Einstiegsfrage sehr breit gestreut waren. Wir können keine Tendenz angeben, wie sich die Einschätzung der Jugendlichen in dieser offenen Diskussion entwickelt.

- „Kennt ihr Situationen, in denen der Mensch schlechter fahren würde als das autonome Auto?“

Hier werden von den Lerngruppen häufig verschiedene Emotionen und Stress genannt – beide Aspekte werden dadurch zu Argumenten für Fahrzeuge mit mindestens komplexen Assistenzsystemen.



## Rollenspiel: Das Trolley-Problem

**Zu dem folgenden Arbeitsauftrag benötigen Sie kein Arbeitsblatt, aber:  
einige Meter Kreppband und eine freie Fläche von mindestens 2 m × 4 m.**

Sie stellen in diesem Rollenspiel das „Trolley-Problem“ nach. Dies ist ein bekanntes moralisches Gedankenexperiment, das die offenen ethischen und moralischen Fragestellungen bei der Entwicklung von autonomen Fahrzeugen sehr gut darstellt. In Abänderung zu dem ursprünglichen Problem fährt in diesem Fall ein Zug auf eine Weiche zu, die umgelegt werden kann. Belässt man sie in der ursprünglichen Situation, werden drei Personen getötet. Wird die Weiche umgestellt, wird hingegen „nur“ eine Person getötet.

Da die Schülerinnen und Schüler in diesem Rollenspiel nicht nur ein reines Gedankenexperiment durchführen, sondern aktiv in die Rollen schlüpfen, werden erfahrungsgemäß selbst zunächst eher skeptische Gruppen schnell emotional involviert.

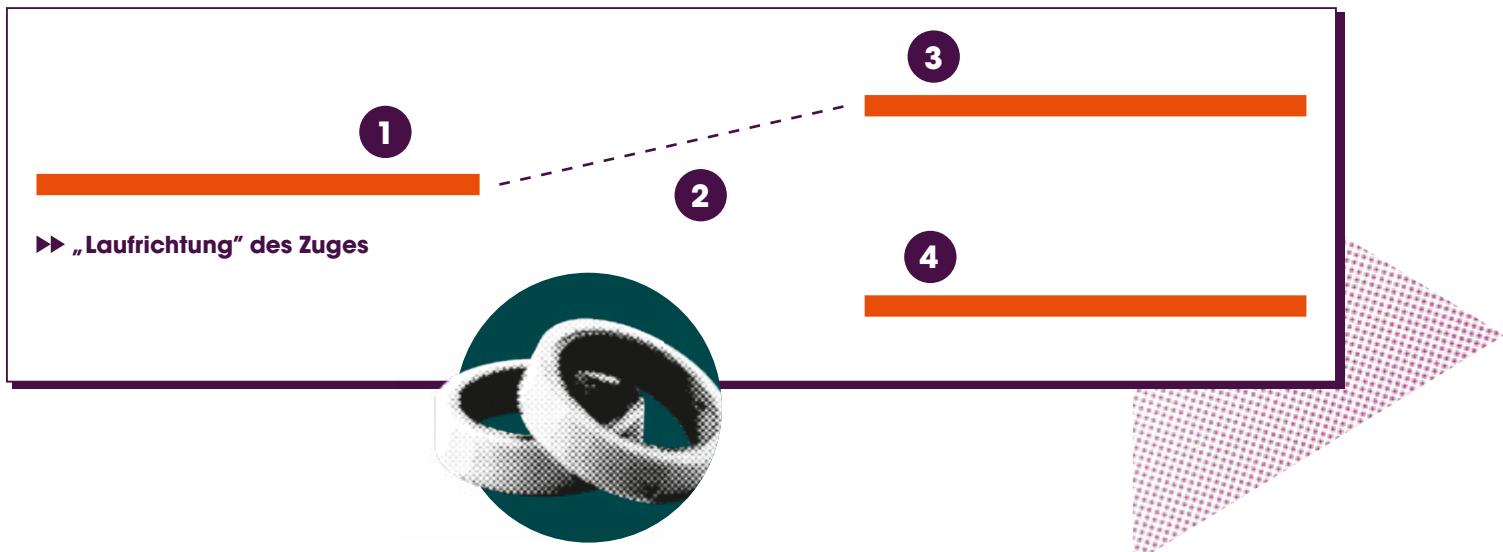
► **TIPP:** Sie sollten vor der Durchführung den Schülerinnen und Schülern keine Hinweise darauf geben, was auf sie zukommt, da dies die Jugendlichen in ihren Handlungen und Aussagen beeinflusst.



## Vorbereitung

**Nach Möglichkeit sollten Sie vor dem Unterricht die „Spielfläche“ vorbereiten,  
indem Sie die „Gleise“ mit Kreppband auf den Boden kleben:**

- 1 Auf diesem „Hauptgleis“ „fährt“ der Zug (= Schülerin oder Schüler) langsam auf die Weiche zu – dieser Abschnitt sollte daher so lang wie möglich sein, mindestens aber zwei bis drei Meter.
- 2 Dieser Teil ist die eigentliche Weiche und muss ggf. von den Schülerinnen und Schülern umgelegt werden. Daher sollten hier die Enden in jedem Fall offen liegen und nicht mit den Anschlussstücken verklebt werden.
- 3 Diese Strecke ist im Grundzustand mit der Weiche verbunden. Diese Strecke sollte mindestens einen Meter lang sein, da hierauf drei Schülerinnen oder Schüler Platz nehmen müssen.
- 4 Diese Strecke sollte identisch zu der Strecke 3 sein, jedoch ist sie anfangs nicht mit dem Hauptgleis verbunden. Auf diesem Gleisstück sitzt eine Schülerin oder ein Schüler.



## Ablauf des Rollenspiels

### Schritt 1: Auswahl der Spielerinnen und Spieler

Erklären Sie den Schülerinnen und Schülern NICHT, worum es in diesem Spiel geht. Sie können jedoch darauf verweisen, dass man sich weiter mit den Fragestellungen, die sich durch autonomes Fahren ergeben, beschäftigen möchte. Folgendes Vorgehen hat sich bewährt, um die Mitspielerinnen und Mitspieler zu wählen:

- „Was meint ihr, wer in eurer Gruppe handelt am ehesten immer gut?“ oder „Wer ist der oder die Heilige in eurer Gruppe?“

Meist wählt die Gruppe sehr schnell eine Person, die später an Position 2 entscheiden darf, ob die Weiche umgelegt werden soll oder nicht.

Dieser Entscheider oder diese Entscheiderin darf eine zweite Person auswählen, die ebenfalls mitspielen soll. In der Regel werden Freundinnen oder Freunde ausgewählt. Diese Einzelperson wird später an Position 4 auf dem Gleis sitzen.

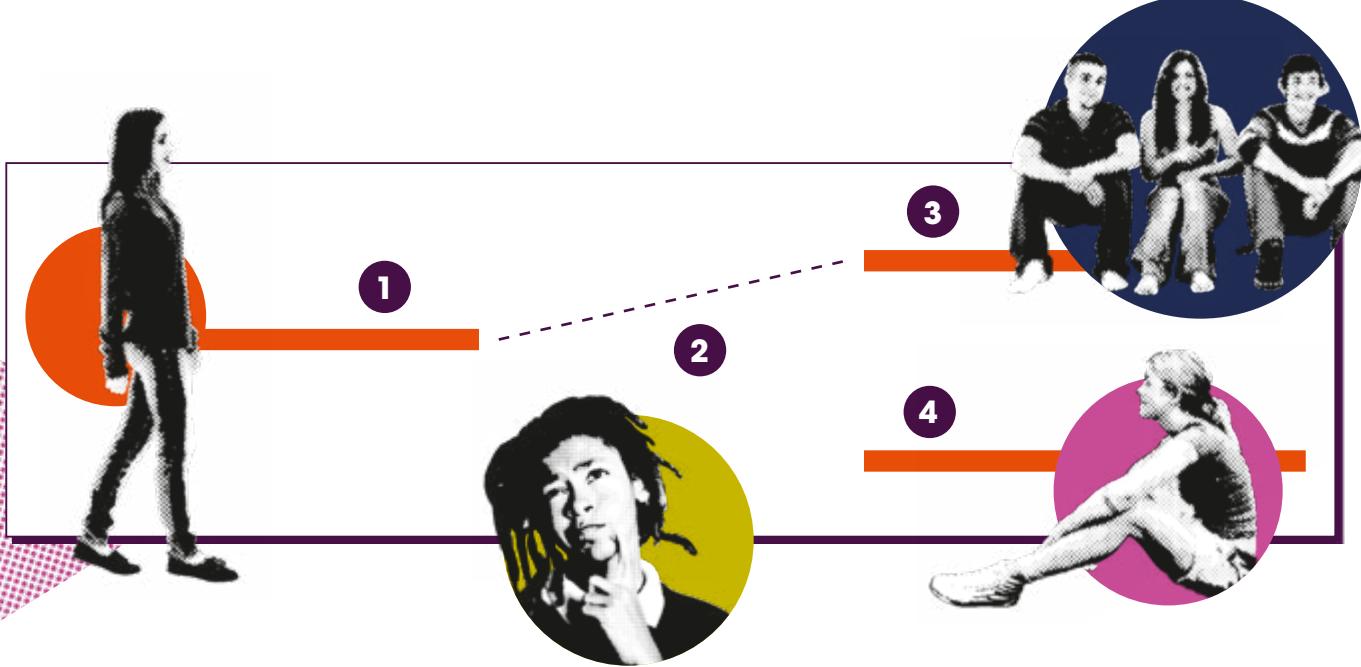
- „Wer von euch ist konsequent und zieht sein Ding immer durch?“

Auch hier wird meist in der Gruppe sehr schnell ein Freiwilliger oder eine Freiwillige gefunden werden, um an Position 1 den nicht aufhaltbaren Zug zu spielen.

Anschließend wählen Sie noch drei Personen zufällig aus. Dies kann nach Kriterien wie „Wer trägt ein weißes T-Shirt?“ oder auch als Aktivierung eher zurückhaltender Schülerinnen und Schüler geschehen. Dieses Trio setzt sich im Spiel als Gruppe auf das Gleis an Position 3. Im Anschluss an die Auswahl lassen Sie die Mitspielerinnen und Mitspieler zu Ihnen kommen.

### Schritt 2: Spielerinnen und Spieler platzieren

- Bitten Sie zuerst die Gruppe und die Einzelperson auf den jeweiligen Abschnitten am Boden Platz zu nehmen.
- Platzieren Sie auch den Entscheider oder die Entscheiderin an der Weiche.
- Nun stellen Sie die Person, die den Zug darstellt, an das äußerste Ende des Gleises.
- Die restlichen Schülerinnen und Schüler sollen das Geschehen aufmerksam beobachten.



### Schritt 3: Durchführung des Rollenspiels

Der „Zug“ soll nun sehr langsam losgehen, so dass er mindestens eine, besser zwei Minuten benötigt, um zur Weiche zu kommen. Diese Zeit wird benötigt, um zu erklären,

- ▶ **dass der Zug nicht aufgehalten werden kann,**
- ▶ **dass der Entscheider oder die Entscheiderin zum Reagieren nur Zeit hat, bis der Zug da ist,**
- ▶ **welche Konsequenzen die Entscheidung für (eine befreundete Person stirbt) oder gegen (drei zufällige Personen sterben) das Umlegen der Weiche hat.**

Der Entscheider bzw. die Entscheiderin an der Weiche muss nun sehr schnell handeln und überlegen, ob die Weiche (also das Kreppband) umgelegt werden soll oder nicht und somit entweder die Gruppe oder die befreundete Person verschont wird.

Beenden Sie das Rollenspiel, nachdem der Zug entweder die Einzelperson oder die Gruppe überfahren hat. Die Mitspielerinnen und Mitspieler sollten bei der folgenden Reflexion noch im Spielbereich bleiben. Nach unseren Erfahrungen wird die entscheidende Person in den meisten Fällen den Zug umleiten. Zudem werden fast immer die nicht am Rollenspiel beteiligten Jugendlichen Tipps und Hilfen zurufen oder sich zu Wort melden.

### Schritt 4: Reflexion des Rollenspiels

Dieses Spiel lebt davon, dass die Schülerinnen und Schüler unmittelbar mit den Folgen ihrer Handlungen konfrontiert werden und damit auch emotional in das Geschehen eingebunden werden. Es ist daher sinnvoll, die Mitspielerinnen und Mitspieler direkt zu befragen, wie sie das Rollenspiel erlebt haben:

- ▶ „Entscheidende Person, kannst du begründen, warum du so gehandelt hast?“

In dieser Diskussion, in die im zweiten Schritt auch die Zuschauerinnen und Zuschauer eingebunden werden sollten, argumentieren viele der Jugendlichen aus utilitaristischer Sicht – lieber den Freund oder die Freundin töten als drei Menschen. Das Leben wird also bewertet. Eine moralphilosophische Sicht nach Kant findet sich zumindest in den ersten Diskussionsrunden nur selten.

- ▶ „Entscheidende Person, wie fühlst du dich mit deiner Entscheidung?“
- ▶ „Wie fühlte es sich für dich an, den Zug auf dich zukommen zu sehen und zu wissen, dass er nicht vor dir Halt machen wird?“

Häufig finden sich nach diesem Impuls die ersten an Kant erinnernden Ansätze. Spätestens an dieser Stelle wird den Schülerinnen und Schülern das erste Mal bewusst, dass sie in einem Dilemma stecken, dass es kein „Richtig“ oder „Falsch“ im objektiven Sinne gibt.

#### Frage an die Lerngruppe

- ▶ „Hättet ihr alle so entschieden? Könnt ihr das begründen? Unter welchen Bedingungen hättet ihr anders entschieden?“

Hier sind insbesondere die Begründungen spannende Diskussionsanlässe und zeigen oft auch schon das Dilemma, in dem die Jugendlichen in dieser Situation stecken. „Egal, was ich tue oder nicht – beides ist schlimm, beides tötet Menschen und eigentlich will ich das nicht.“ Diese oder ähnliche Äußerungen fallen in dieser Diskussion des Öfteren.



## Utilitarismus vs. Deontologie: Zwei Grundrichtungen der normativen Ethik zur Begründung von Dilemmata

### Utilitaristische Sichtweise (nach J. Bentham und J. S. Mill)

#### Merkmale:

- ▶ Ausgangspunkt Wertetheorie.
- ▶ Eine Handlung ist nicht per se moralisch gut oder schlecht, sondern wird es durch ihre Folgen.
- ▶ „Das größte Glück der größten Zahl ist der Maßstab für richtig und falsch“ (Bentham).
- ▶ Das Richtige wird als Maximierung des Guten (Präferenzerfüllung) betrachtet.
- ▶ Aufrechnung von Leid und Glück; Präferenzen aller Betroffenen sind der Maßstab zur moralischen Beurteilung einer Handlung.
- ▶ Unparteilichkeit der moralischen Entscheidungen: Die Präferenzen eines jeden Betroffenen zählen gleich.
- ▶ Sanktionen fließen in die moralische Abwägung ein.

### Deontologische Sichtweise (nach Kant)

#### Mögliche Schüleräußerungen:

- ▶ Dann sterben weniger.
- ▶ Einer ist weniger als drei.
- ▶ Ein junger Mensch trägt noch mehr zur Gesellschaft bei als ein alter.
- ▶ ...

- ▶ Kants Moralphilosophie als Form der Pflichtenethik.
- ▶ Eine Handlung ist gut oder schlecht unabhängig von ihren Konsequenzen (Grundsatz der Unbedingtheit).
- ▶ „Handle nur nach derjenigen Maxime, durch die du zugleich wollen kannst, dass sie ein allgemeines Gesetz werde.“
- ▶ Vorrang des Rechten vor dem Guten.
- ▶ Moralische Normen als (kategorische) Imperative, moralisches Handeln als Ausdruck von Autonomie und Würde vernünftiger Wesen (hierzu gehört auch Selbstliebe sowie Verbot von Selbst- oder Fremdtötung).
- ▶ Unparteilichkeit des moralischen Standpunkts wird durch den kategorischen Imperativ abgebildet und darüber hinaus zur Universalisierbarkeit erweitert („Was wäre, wenn das jeder täte?“).
- ▶ Moralisches Handeln entsteht aus Vernunft und Einsicht.

Auch wenn es im Bereich der normativen Ethik noch weitere grundlegende Ausrichtungen, wie zum Beispiel die Tugendethik gibt, genügen die beiden oben beschriebenen Sichtweisen meist für eine fundierte Diskussion mit und unter den Schülerinnen und Schülern.

► Falls Sie sich weiter mit dem Thema beschäftigen möchten, empfehlen wir beispielsweise „**Grundfragen der Maschinenethik**“ von **C. Misselhorn (2018)**.

## Vertiefte Diskussion: Abwandlung des Rollenspiels

Sie können nahtlos an die Diskussion zum klassischen Rollenspiel anschließen. Treten Sie wieder mit dem Entscheider oder der Entscheiderin in den Dialog:

### Falls die entscheidende Person die Weiche umgelegt hatte:

- „Was wäre, wenn auf dem Gleis deine eigene Mutter liegen würde? Würdest du da genauso handeln?“
- Wie wäre es, wenn dort drei Verbrecher oder Verbrecherinnen gelegen hätten?“

### Falls die entscheidende Person die Weiche nicht umgelegt hatte:

- „Was wäre, wenn deine Familie/deine Eltern in der Gruppe, die du überfahren hast, liegen würde/-n? Würdest du da genauso handeln?“
- „Ist es ein Unterschied, wenn jemand zuguckt?“
- „Was ist, wenn ein Reporter oder eine Reporterin zuguckt?“
- „Was ist, wenn ein Polizist oder eine Polizistin zuschaut?“



Natürlich dürfen und sollen sich die anderen Jugendlichen ebenfalls beteiligen, das erste Wort sollte jedoch immer die entscheidende Person haben.

Häufig werden die Schülerinnen und Schüler bei der Änderung zu engen Familienangehörigen zunächst utilitaristisch urteilen, um die Familie zu schützen. Meist reicht dieser Gesprächsimpuls durch die Wertung des Lebens aus, um die Jugendlichen diese Aufrechnung der Werte der Personen infrage stellen zu lassen – in der Regel mehren sich an dieser Stelle die Stimmen, die eine Entscheidung zu töten generell infrage stellen, so dass hier sehr spannende Diskussionen entstehen können.

Durch die Fragen, ob und wie Zuschauer einen Einfluss auf die eigene Entscheidung haben, können Sie eine Diskussion über moralisches, aber auch gesetzliches Handeln einleiten. Auch das Problem, dass nicht alle rechtlichen Fragen hinsichtlich autonomer Maschinen geklärt sind, kann hier neben einer Diskussion über die Bereitschaft zur Übernahme von persönlicher Verantwortung erörtert werden.

## Variation des Rollenspiels: Hinzunahme einer Möglichkeit, den Zug zu stoppen

Bitten Sie die Einzelperson, die sich allein auf einem Gleisstück befindet, zu sich und platzieren Sie sie bei der Person, die zu entscheiden hat. Der „Zug“ rückt wieder an den Ausgangspunkt und setzt sich langsam erneut in Bewegung.

Erklären Sie jetzt dem Entscheider bzw. der Entscheiderin, dass jetzt die Möglichkeit bestünde, den Zug zu stoppen, wenn die unbeteiligte Einzelperson vor den Zug geworfen würde. Um den Zug zu stoppen, würde der Tod der unbeteiligten Person bewusst in Kauf genommen. In dieser Situation, die aktives Handeln verlangt, argumentieren die meisten Jugendlichen in der Regel deontologisch – d.h., ihnen wird noch klarer, dass es bezüglich der Handlung einen Unterschied gibt – ob ich zulasse, dass jemand getötet wird, oder ob ich aktiv handle. Andererseits ist das Ergebnis das Gleiche (mindestens ein getöteter Mensch) und nach Kant sind damit beide Varianten verboten.

Es sollte für die Lernenden insbesondere deutlich werden, dass es zwei unterschiedliche Argumentationslinien gibt, die im Widerspruch zueinander stehen. Durch diese unterschiedlichen Argumentationslinien kann zum Teil innerhalb einer Person je nach Szenario nach der einen oder der anderen Linie argumentiert werden, da sie nicht entscheiden kann oder will, welche Handlung moralisch richtig ist. Somit stehen die Jugendlichen vor einem Dilemma.

Es ist wichtig zu verdeutlichen, dass Technik nicht neutral ist. Technik ist immer für einen Zweck geschaffen worden, sie soll etwas bewirken – und damit ist Technik ein Teil des menschlichen, gesellschaftlichen Handelns. Technik kann also nicht unabhängig von den damit verknüpften moralischen und ethischen Überlegungen betrachtet werden. Da nicht alle Gesellschaften die gleichen moralischen Vorstellungen teilen, werden damit in verschiedenen Gesellschaften auch unterschiedliche Grundsätze in der Technik verankert.

## Reflexion und Abschlussbefragung zu selbstfahrenden, autonomen Fahrzeugen

Um den Jugendlichen den Bezug des Rollenspiels zu durch KI-Systeme gesteuerten, autonomen Systemen zu verdeutlichen, können Sie eine Diskussion hierzu anregen:

- „Was hatte dieses soeben durchgeführte Rollenspiel mit autonomen Fahrzeugen und Künstlicher Intelligenz zu tun?“

Diese Reflexion hilft den Jugendlichen, die neu kennengelernten Themen besser mit KI und ihrer Anwendung zu verknüpfen. Zur weiteren Vertiefung können Sie die Erkenntnisse aus dem Rollenspiel auf konkrete Fragestellungen autonomer Fahrzeuge oder, allgemeiner, autonom handelnder Maschinen anwenden:  
 „Ihr habt nun ausführlich diskutiert, welche Handlungsalternativen und Konsequenzen es in einem Notfall geben kann. Wie würdet ihr ein autonomes System, z. B. ein selbstfahrendes Auto, programmieren? Wen sollte es schützen? Und wer trägt dann die Verantwortung?“  
 Je nach Diskussionsverlauf werden die Jugendlichen unterschiedlich argumentieren. Die Entwickler bisheriger autonomer Fahrzeuge verfolgen im Übrigen die Strategie, dass das Fahrzeug zunächst die Insassen schützen muss, wobei verschiedene Fragen der Haftung zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht geklärt sind. Nach dieser umfassenden Diskussion sollten Sie die Reflexionsfrage von [▷Arbeitsblatt 1] wieder aufgreifen:

- „Auf welcher Stufe sollten eurer Meinung nach in Zukunft Fahrzeuge fahren?“

Meist fällt das Votum in dieser zweiten Befragung kritischer aus. Gerade Gruppen, die anfangs stark für Fahrzeuge bis Stufe 5 votierten, lassen häufig eine Verschiebung hin zu niedrigeren Autonomiestufen deutlich erkennen. Des Öfteren liegt hier der Gedanke zugrunde, dass ein Verbot selbstfahrender Autos das Dilemma umgehen könnte, sich für in der Technik umzusetzende moralische Grundsätze entscheiden zu müssen. In diesem Fall kann es sinnvoll sein, die Diskussion umzudrehen:

- „Was wäre, wenn selbstfahrende Autos umfassend eingeführt worden wären? Wie würde sich das auf unsere Gesellschaft auswirken?“

Derzeitige Schätzungen gehen davon aus, dass die Anzahl der Verkehrstoten zwar stark zurückginge, solche Autos aber dennoch an tödlichen Unfällen beteiligt wären.

- „Würdet ihr in einer solchen Situation dafür stimmen, selbstfahrende, autonome Fahrzeuge wieder abzuschaffen?“

Ein Ergebnis einer durch diese Leitfragen gesteuerten Diskussion kann sein, dass sich die Jugendlichen dafür aussprechen, zunächst entsprechende Regeln und Gesetze für den Einsatz von KI in sensiblen Bereichen einzuführen. So könnten die aus der Sicht unserer Gesellschaft wünschenswerten moralischen Grundsätze festgeschrieben und damit der Einsatz von KI-unterstützten Systemen zumindest rechtlich abgesichert werden.

### Tipps und Links zum Weitermachen:

- Sollten Sie mit Ihrer Lerngruppe noch mehrere dieser Szenarios erproben und diskutieren wollen: Die „**Moral Machine**“ des MIT bietet hier die Gelegenheit dazu: [moralmachine.mit.edu](http://moralmachine.mit.edu)
- Um insbesondere die fehlende Neutralität der Technik zu diskutieren, gibt es vielfältige, sehr aktuelle Ansätze, so etwa das „**Social Scoring**“ in China.
- Weitere Beispiele für nicht neutrale Technik sind das „**Predictive Policing**“ (Vorhersage von Straftaten), der Einsatz von KI in Kampfdrohnen und anderen Waffensystemen oder aber auch in Rettungssystemen.
- Die Auswirkungen mit unpassenden Daten trainierter KI-Systeme, wie zum Beispiel bei **Amazons KI-unterstützter Bewerberprüfung**, können ebenfalls thematisiert werden.
- Interessant sind auch die Folgen, wenn „**Adversarial Examples**“, die nicht zuverlässig von aktuellen KI-Systemen erkannt werden, in Live-Systemen zu falschen Entscheidungen führen.



# Modul 6

## Zukunftswerkstatt: *Meine Zukunft mit KI!*



## Worum geht es in diesem Modul?

**Jugendliche von heute werden in einer Zukunft leben, die zunehmend vom Einsatz intelligenter technischer Systeme geprägt sein wird.** Aber welche Vorstellungen haben Jugendliche von einer solchen Zukunft? Welche Ideen und Wünsche haben sie für das Zusammenleben mit der Künstlichen Intelligenz? In welcher KI-Umwelt wollen sie leben? Diesen Fragen lässt sich am besten im Rahmen einer Zukunftswerkstatt auf den Grund gehen.

**In diesem Modul geht es darum, das bisher erarbeitete Wissen zu reflektieren und hieraus eine gemeinsame Zukunftsvision zu entwerfen:** für das Leben in einer Welt, die vom Einsatz von KI-Systemen bestimmt wird. Wie umfangreich diese Auseinandersetzung sein kann, hängt davon ab, wie viel Zeit Sie zur Verfügung haben. Die Zukunftswerkstatt eignet sich insbesondere für einen Projekttag oder den Rahmen einer Projektwoche. Für die Durchführung aller Phasen einer Zukunftswerkstatt empfehlen wir mindestens sechs bis acht Unterrichtsstunden einzuplanen, wobei einzelne Elemente auch separat durchgeführt werden können.

## Das Modul im Einsatz

Im Folgenden wird beschrieben, wie Sie eine vollständige Zukunftswerkstatt durchführen können. Wenn Sie nur einzelne Elemente einsetzen möchten, eignen sich insbesondere die Aufgaben aus der Fantasiephase, während der die Schülerinnen und Schüler die aus ihrer Sicht wünschenswerten Utopien für ihre Zukunft mit KI entwickeln können.

Die Zukunftswerkstatt ist eine von den Zukunftsforschern Robert Jungk, Rüdiger Lutz und Norbert R. Müllert begründete Methode, die Fantasie anzuregen, um mit neuen Ideen Lösungen für gesellschaftliche Probleme zu entwickeln. Das Konzept einer „Zukunftswerkstatt“ nach Robert Jungk wird sehr gut und ausführlich im frei zugänglichen Methodenpool der Universität Köln beschrieben. Hier finden sich auch weiterführende Literaturhinweise und Umsetzungsbeispiele.

Für eine Zukunftswerkstatt benötigen Sie ein gemeinsames Thema oder Ziel, in unserem Fall ist das die offene Frage „Wie soll meine Zukunft mit KI aussehen?“. Je nach verfügbarer Zeit und abhängig von Ihrer Lerngruppe können Sie die Fragestellung auch anpassen und sich auf einzelne Aspekte von KI konzentrieren.

### Denkbar wären folgende Fragen aus unterschiedlichen Lebensbereichen:

- Wie möchte ich in Zukunft mit KI wohnen?
- Wie könnte KI Schule oder Studium für mich verändern?
- Wie möchte ich in Zukunft mit KI mobil sein? Wie möchte ich reisen?
- Wie stelle ich mir meine zukünftige Arbeitswelt mit KI vor?

### Jede Zukunftswerkstatt besteht aus drei Phasen

#### 1. Kritikphase

► Als kritisches Hinterfragen des Themas

#### 2. Fantasiephase

► Zur Entwicklung eigener Utopien

#### 3. Verwirklichungsphase

► Um Utopien in Konzepte zu überführen

► Im Folgenden werden die einzelnen Phasen Schritt für Schritt anhand der Fragestellung „In welcher KI-Umwelt möchte ich in Zukunft leben?“ ausführlich erläutert.

## Einführung

**Hier können die Jugendlichen ihre Wünsche und Erwartungen – auch an das Thema – äußern, außerdem werden durch den Moderator die Methode und die Vorgehensweisen vorgestellt.**

Diese Phase, die noch nicht zur eigentlichen Werkstatt gehört, kann relativ kurz sein, also nicht länger als 20 bis 30 Minuten. Sie stellen das Thema und die Ziele vor: Wichtig ist, dass es hinsichtlich des Arbeitsergebnisses kein „Richtig“ oder „Falsch“ gibt, sondern dass die Jugendlichen auf Basis ihrer bisherigen Erfahrungen frei arbeiten sollen. Weiterhin sprechen Sie über eventuelle Regeln und Vereinbarungen für die Zusammenarbeit, außerdem sollten Sie den Jugendlichen die verschiedenen Phasen und Methoden zumindest kurz vorstellen.

Gut ist auch, wenn den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit eines Blitzlichtes eingeräumt wird, in dem sie kurz ihre Erwartungen formulieren können. Da den Jugendlichen eine Zukunftswerkstatt meist kein Begriff ist, fällt es ihnen manchmal schwer, passende Erwartungen zu formulieren. Als Hilfestellung können Sie passende Satzanfänge auf Zettel schreiben. Nacheinander zieht jeweils ein Teilnehmer oder eine Teilnehmerin blind einen Satzanfang aus einem Sack und ergänzt ihn. Anschließend wird der Zettel wieder in den Sack gelegt.

Sammeln Sie die Aussagen zu den jeweiligen Sätzen beispielsweise auf einem Plakat oder auch digital, so dass Sie in der Abschlussreflexion wieder auf sie zurückkommen können.

**Erprobte Satzanfänge für ein derartiges Szenario sind beispielsweise:**

- ▶ Wichtig für mich ist ...
- ▶ Besonderen Wert lege ich ...
- ▶ Ich habe Angst davor ...
- ▶ Schlimm fände ich, wenn ...
- ▶ Besonders freue ich mich auf ...
- ▶ Erfolgreich war die Zukunftswerkstatt, wenn ...
- ▶ Am liebsten erinnere ich mich beim Thema Kl an ...
- ▶ Die wichtigste Erfahrung zu Kl war für mich bisher ...



## 1. Kritikphase

**Diese Phase dient der Einstimmung auf das gemeinsame Thema und einer ersten kritischen Auseinandersetzung mit ihm.**

Hier können die Teilnehmerinnen und Teilnehmer frei Kritik zum Thema äußern und offene Fragen zum Thema formulieren. Dies sollte präzise formuliert werden, anschließend gesammelt und priorisiert werden, so dass die Gruppe sich beispielsweise auf einzelne Frageaspekte konzentrieren kann.

Diese Phase der Kritik können Sie auf unterschiedliche Weise gestalten. Eine einfache Variante ist die Schneeballmethode auf [▷Arbeitsblatt 1].

**Sie benötigen hierfür ca. eine bis zwei Unterrichtsstunden.**



**Modul 6 – Arbeitsblatt 1****Kritiksammlung**

**Warum ist es notwendig, sich Gedanken darüber zu machen, wie KI unser Leben in Zukunft ändern wird?**



**1. Notiere zu jeder der vier Fragen die für dich wichtigsten drei Gedanken!**

**A.** Welche Chancen sehe ich im Einsatz von KI im Alltag?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**B.** Welche Risiken sind für mich mit dem Einsatz von KI verbunden?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**C.** Welche Ängste verbinde ich oder mein persönliches Umfeld mit KI?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**D.** Welche Hemmnisse sehe ich im Einsatz von KI in meinem Leben?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**2. Bildet nun Kleingruppen zu drei oder vier Personen.**

- Vergleicht zu jeder Frage, was ihr geschrieben habt.
- Einigt euch bei jeder Frage auf die jeweils vier wichtigsten Antworten.
- Schreibt diese Antworten einzeln auf Karten, so dass ihr sie den restlichen Teilnehmern vorstellen könnt.

## Hinweise zu Arbeitsblatt 1: Kritiksammlung

Zunächst formulieren Sie einen Impuls, der zur Auseinandersetzung mit dem Thema anregen soll:  
**„Warum ist es notwendig, sich Gedanken darüber zu machen, wie KI unser Leben in Zukunft ändern wird?“**

Nun notieren sich die Schülerinnen und Schüler jeweils drei Aussagen zu den folgenden Punkten:

- Welche Chancen sehe ich im Einsatz von KI im Alltag?
- Welche Risiken sind für mich mit dem Einsatz von KI verbunden?
- Welche Ängste verbinde ich oder mein persönliches Umfeld mit KI?
- Welche Hemmnisse sehe ich im Einsatz von KI in meinem Leben?



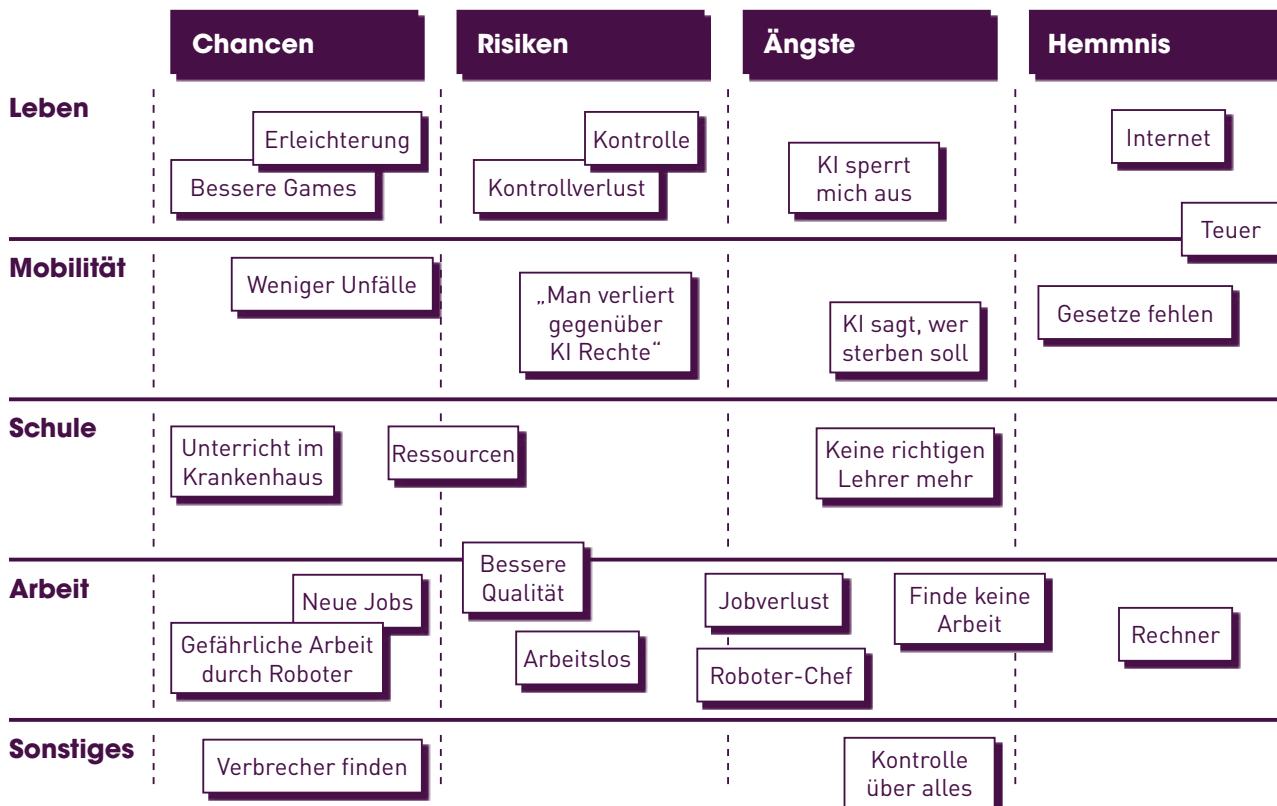
Teilen Sie nun die Schülerinnen und Schüler in Gruppen von drei oder vier Personen ein.

Jede Gruppe soll aus ihren einzelnen Antworten zu jeder Aussage jeweils die für sie vier wichtigsten zusammenfassen und auf Moderationskarten gut lesbar schreiben. Um es den Jugendlichen zu erleichtern, können Sie für jede der Aussagen Karten einer anderen Farbe verwenden.

Anschließend werden die Karten auf einem Plakat oder Ähnlichem gesammelt und geclustert. Wenn Ihre Lerngruppe die Methode kennt, können Sie hier auch sehr gut mit einer Stafettenpräsentation arbeiten, da diese Redundanzen vermeidet und ein sofortiges Clustern der Begriffe erlaubt.

Insbesondere falls Sie eine ganze Projektwoche zur Verfügung haben sollten, können Sie die Aussagen nach den verschiedenen Lebensbereichen (Wohnen und Leben, Arbeit von morgen, Schule und Studium, Mobilität) sortieren, um sie in der nächsten Phase in Arbeitsgruppen getrennt zu bearbeiten.

**Ein mögliches Arbeitsergebnis kann zum Beispiel aussehen wie in der folgenden Abbildung:**



► Es ist wichtig, dass Sie die Ergebnisse am Ende mit den Schülerinnen und Schülern im Plenum besprechen und auch mit ihnen zusammen festlegen, wie im weiteren Laufe der Zukunftswerkstatt damit umgegangen werden soll.

## 2. Fantasiephase

In dieser Phase formulieren die Jugendlichen möglichst frei – ähnlich einem Brainstorming – eigene Utopien zur Themenstellung. Hier können sehr unterschiedliche Kreativtechniken eingesetzt werden – Rollenspiele sind ebenso möglich wie das Schreiben von Texten, das Erstellen von Plakaten und Bildern oder der Einsatz digitaler Medien.

Hier können Sie je nach verfügbarer Zeit mit den Jugendlichen sehr frei an ihrer „Utopie“ arbeiten.

**Je nach Ausprägung kann diese Phase im Rahmen einer Projektwoche zwei bis drei Tage einnehmen, kleinere Themen und Kreativmethoden sind jedoch auch in drei bis vier Unterrichtsstunden durchzuführen.** Die Fantasiephase kann mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt werden.

Wir empfehlen folgenden Ablauf:

### ► Impuls für die Jugendlichen:

**Wie stellst du dir deine Zukunft mit KI vor?** Schreibe frei deine Gedanken auf, es gibt kein „Falsch“ oder „Richtig“, kein „Machbar“ oder „Nicht machbar“ – lasse einfach deine Fantasie schweifen!

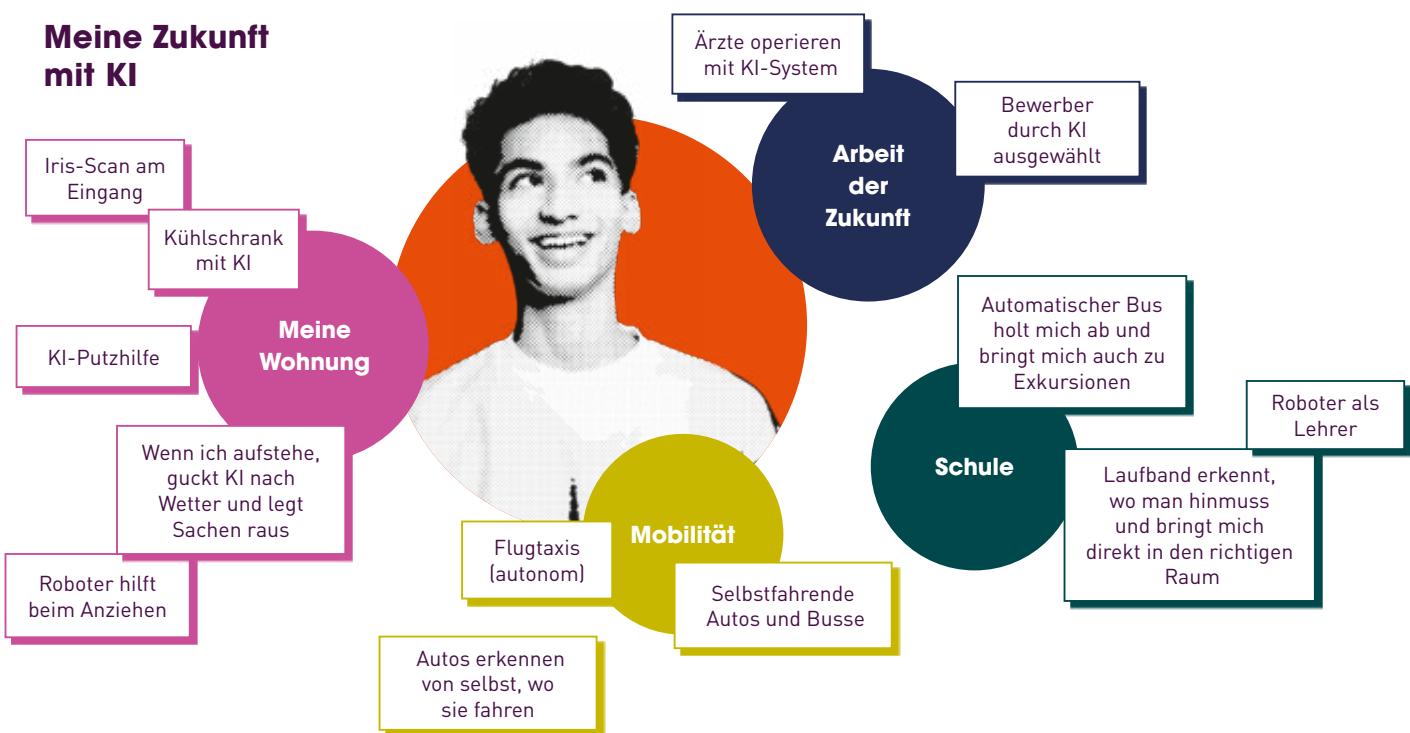


### Schritt 1

Sammeln Sie die Gedanken der Jugendlichen durch ein umfassendes Brainstorming im Plenum und halten Sie die Ergebnisse auf einem Plakat als Mindmap fest. Strukturieren Sie die Gedanken nach den verschiedenen Lebensbereichen und clustern Sie auch inhaltlich. Auf diese Weise kann schon eine sehr kreative „KI-Landschaft“ entstehen. Ein Schaubild, wie das aussehen kann, finden Sie auf der nächsten Seite.



## Meine Zukunft mit KI



## Schritt 2

Lassen Sie die Jugendlichen in Kleingruppen Geschichten erfinden. Dies kann schriftlich oder auch als Bild oder Plakat durchgeführt werden. Die Geschichten sollten sich immer mit einem Aspekt des Lebensbereichs beschäftigen. Nebenstehend einige Ideen in unterschiedlichem Konkretisierungslevel, um die Schülerinnen und Schüler zu aktivieren.

**Lassen Sie den Jugendlichen hier genügend Zeit. Wenn die Schülerinnen und Schüler frei assoziieren und ihre Methode wählen dürfen, sollten Sie hier mindestens drei bis vier Stunden einplanen.** Für Varianten, bei denen Videos oder Ähnliches entstehen sollen, benötigen Sie noch mehr Zeit. Eine stärker eingeschränkte Fragestellung oder vorgegebene Methoden können hier helfen, Zeit zu sparen. Methoden, die ein dauerhaftes Ergebnis (Text, Grafik, Film) erwarten, haben gegenüber einer szenischen Darstellung oder einem Standbild den Vorteil, dass Sie auf eine weitere Dokumentation des Ergebnisses verzichten können.

**Leben und Wohnen:** „Mein Zimmer in der Zukunft“, „Wie verbringe ich meine Freizeit mit KI?“, „Meine zukünftige Wohnung – alles KI?“, „Wie hilft mir KI beim Frühstückmachen?“

**Schule und Studium:** „Wie kann KI mein Lernen erleichtern?“, „Meine Schule der Zukunft“, „Lehrkraft oder Roboter – wer bringt mir in Zukunft etwas bei?“

**Mobilität:** „Wie ich in der Zukunft mit KI zur Arbeit kommen werde“, „Ab in den Urlaub!“, „Stau? Nein, danke – dank KI“, „Passagier oder Fahrer?“

**Arbeit und Beruf:** „Meine KI-Arbeitswelt“, „Kollege Roboter“, „Neue Jobs – in welchen Berufen arbeiten wir morgen?“, „Wie kann KI einem Bäcker, Gärtner oder Arzt helfen?“

## Schritt 3

Nach dieser Kreativphase präsentieren die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse im Plenum und sollten sie dort auch umfassend diskutieren. Ob Sie hierfür Präsentationen im klassischen Sinn durchführen lassen oder beispielsweise einen Museumsgang organisieren, hängt von der Art der Ergebnisse ab. Dementsprechend ist hier auch nur schwer eine Zeitabschätzung möglich.

**► TIPP:** Bei wenig Zeit empfehlen wir nur einen Lebensbereich zu behandeln und die Methoden und Fragen vorzugeben. Die Gruppe arbeitet zunächst im Plenum, anschließend in arbeitsgleichen Kleingruppen an einer konkreten Fragestellung.



### 3. Verwirklichungsphase



**Hier findet eine Begegnung mit der Realität statt, um die Utopien in die Realität umsetzen zu können. Die Jugendlichen erarbeiten zusammen mit dem Moderator, welche Voraussetzungen, externe Gegebenheiten oder Aktivitäten nötig sind, um die Utopien in die reale Welt zu bringen und somit die zukünftige Umgebung selbst zu gestalten.**

Diese Phase benötigt in etwa die Zeit, die Sie auch für die Fantasiephase benötigt haben. Hier ist es sinnvoll, die Arbeitsergebnisse der Kritikphase mit denen der Fantasiephase zusammenzubringen. Auf diese Weise können die Schülerinnen und Schüler ihre Ideen hinsichtlich der Realisierbarkeit überprüfen, auch im Hinblick auf die Frage, ob eine solche überhaupt wünschenswert ist. Im Anschluss daran erarbeiten sie konkrete Konzepte und Ideen.

Die Schülerinnen und Schüler haben zu jedem Lebensbereich unterschiedliche Utopien entworfen. Entweder sind die Ideen in den einzelnen Bereichen komplementär, so dass Sie daraus eine Gesamtutopie erstellen können, oder Sie einigen sich bei konkurrierenden Konzepten auf einen Vorschlag pro Lebensbereich, an dem weitergearbeitet wird. Die vier Utopien sollten allen Jugendlichen präsent sein, um hieraus umsetzbare Konzeptideen zu entwickeln.

#### Zusammenführen der Einzelutopien

Sollten Sie mindestens fünf bis sechs Stunden einsetzen können, sind eine Debatte oder Podiumsdiskussion mit Fachexperten spannende Methoden. Möchten Sie die Phase zeitlich straffen, können Sie die Erarbeitung als Gruppenpuzzle durchführen.

#### Hinweise zu den Formen

##### ► Debatte

Hier hat jeder Vertreter eine vorgegebene Redezeit, die auch strikt eingehalten werden muss. Im Anschluss können die Zuhörer den Rednern noch Fragen zum Statement stellen oder auch die Statements hinterfragen.

##### ► Podiumsdiskussion

Hier diskutieren alle Vertreter gemeinsam auf einer Bühne und werden dabei von einem Moderator gelenkt. Da die Diskussion durchaus lebhaft sein kann, muss sichergestellt sein, dass die Moderation eine geordnete Durchführung gewährleisten kann. Im Anschluss können die Zuhörer noch Fragen stellen oder auch die Standpunkte der Diskutanten hinterfragen.

##### ► Gruppenpuzzle (zeitoptimierte Version)

Die Jugendlichen erarbeiten sich die Fragestellungen der Rollen in Expertengruppen und kehren dann in ihre Stammgruppen (hier: Utopien zu einzelnen Lebensbereichen) zurück und lassen ihre neuen Erkenntnisse dort in die Arbeit einfließen.



## Für alle vier Lebensbereiche werden je folgende Rollen vergeben:

- 1. Optimist** denkt, dass alles, was mit KI machbar ist, auch umgesetzt werden sollte.
- 2. Pessimist** will KI am besten gar nicht oder nur mit Warnkennzeichnung einsetzen, da ihm die Gefahren von KI zu hoch erscheinen.
- 3. Nutzer** nutzt Geräte und Technologien, ohne sich über die dahinterliegende Funktion Gedanken zu machen. Solange er keinen direkten Schaden für sich selbst sieht, nutzt er die Geräte. Er glaubt aber, immer Herr seiner Daten zu sein, auch im Internet.
- 4. Ingenieur** macht sich immer sofort Gedanken, wie man die verschiedenen Ideen und Entdeckungen der Wissenschaftler in Technologie und Produkte umsetzen kann.
- 5. Jurist** macht sich bei jedem Einsatz von KI Gedanken, wie denn die rechtliche Würdigung ist oder was noch geregelt werden muss.

Für eine Podiumsdiskussion oder Debatte benötigen Sie zusätzlich noch einen oder zwei Moderatoren. Lassen Sie nun die jeweiligen Vertreter einer Rolle zusammenkommen. So hat jede Rollengruppe einen Vertreter aus jedem Lebensbereich als Experten.

Die verschiedenen Fachexperten arbeiten in ihrer Rollengruppe nun gemeinsam an einer Fragestellung bzw. Aussage:

- 1. Optimist:** „Welche Argumente sprechen dafür, die entworfenen Utopien vollständig umzusetzen?“
- 2. Pessimist:** „Welche Argumente sprechen gegen jeglichen Einsatz von KI?“
- 3. Nutzer:** „Ich als Nutzer muss mir keine Gedanken machen, wo in unseren Utopien KI enthalten ist und wie sie funktioniert – wichtig ist, dass alles funktioniert.“
- 4. Ingenieur:** „Welche Teile der entworfenen Utopien sind nach aktuellem Stand vermutlich umsetzbar und welche nicht?“
- 5. Jurist:** „Welche Aspekte unserer Utopien müssen durch Gesetze geregelt werden oder sind es schon? Wie könnte man das Problem lösen?“

Zusätzliche Experten außerhalb der Gruppen:

**Moderator:** „Ich möchte eine sinnvolle und lösungsorientierte Diskussion ermöglichen! Dazu muss ich mich auf die Themen vorbereiten.“

Ziel ist, für die folgende Podiumsdiskussion oder Debatte eine Argumentationskette zu entwickeln und die Argumente durch Literaturbezüge oder Fachbezüge zu untermauern.

## Arbeitsaufträge und Arbeitsergebnisse

### ► Debatte

Jede Gruppe bereitet ein Einstiegsstatement auf einer Rollenkarte vor. Außerdem bereitet sie einen kurzen Vortrag in der Länge von max. fünf Minuten vor, der die Zuhörer von ihrem Standpunkt überzeugt.

### ► Podiumsdiskussion

Jede Gruppe bereitet ein Einstiegsstatement auf einer Rollenkarte vor. Außerdem bereitet sie einen kurzen Vortrag von ein bis zwei Minuten vor. Zudem sollte sie verschiedene Argumente, die ihre Aussagen belegen und stützen, vorbereiten, um sie in die Diskussion einzubringen.

### ► Gruppenpuzzle

Jede Gruppe bereitet ein Statement auf einer Rollenkarte vor. Sie erstellt zu ihrer Argumentation ein Poster, das alle wichtigen Punkte enthält. Zudem soll sie sich darauf vorbereiten, die Argumente vorzustellen und zu vertreten.

Welche Materialien Sie den Jugendlichen zur Verfügung stellen, ist Ihnen überlassen. Sie können entweder eine freie Recherche im Internet ermöglichen oder auch Materialien wie Zeitungsbeiträge, Buchausschnitte oder Webseiten zur Verfügung stellen. **Rechnen Sie je nach Gruppe hierfür mit einer bis drei Stunden Vorbereitungsaufwand.**

**► TIPP:** Gerade wenn Sie die Diskussion im Rahmen einer Projektwoche erarbeitet haben, könnte es für die Schülerinnen und Schüler spannend sein, andere Jugendliche einzuladen und zum Mitdiskutieren zu motivieren.

Eine Podiumsdiskussion kann zusätzlich durch den Besuch eines KI-Forschers oder einer KI-Forscherin bereichert werden, die mit den Jugendlichen diskutieren und Feedback geben können. Sie finden passende Ansprechpartner über [forschungsboerse.de](http://forschungsboerse.de).



Währenddessen planen die Moderatoren die spätere Durchführung der Podiumsdiskussion oder Debatte. Sie sollten hier mit den verschiedenen Gruppen sprechen, um passende Fragen und Anknüpfungspunkte zu finden und zu formulieren. Außerdem sollten sie eine Reihenfolge der Redner bzw. der Diskutanten festlegen. Für die Durchführung der Podiumsdiskussion oder Debatte wählen Sie aus jeder Rollengruppe eine Person aus, die die Gruppe und ihre Thesen vertreten wird. Die restlichen Jugendlichen stellen das Publikum dar. **Für die anschließende Durchführung einschließlich Diskussion müssen Sie zwischen 45 Minuten und einer guten Stunde rechnen.**

Die Moderatoren leiten die Veranstaltung weitestgehend selbstständig. Zunächst stellen sie die vier erarbeiteten Utopien nochmals vor, so dass jeder weiß, welche Inhalte diskutiert werden. Nach den Eingangsstatements wird die eigentliche Diskussion durchgeführt bzw. werden die Debattenvorträge gehalten. Danach fasst einer der Moderatoren nochmals alle Standpunkte zusammen, eventuell werden wichtige Punkte auch schriftlich festgehalten. Im Anschluss daran kann das Publikum mit den Experten diskutieren, um sich selbst eine Meinung zu bilden und offene Fragen zu klären.

## Wie kommen Sie nun zu einem gemeinsamen Konzept?

Lassen Sie im Anschluss die Rollenexperten in ihre Stammgruppen zur Bearbeitung der verschiedenen Lebensbereiche zurückkehren.

Die Schülerinnen und Schüler haben zuvor vieles an Informationen, Wissen und Meinungen aus verschiedenen Blickwinkeln erhalten. Geben Sie ihnen nun nochmals genügend Zeit (ein bis zwei Stunden), aus ihrer Utopie ein Konzept abzuleiten, welche Aspekte wie umgesetzt werden können oder wie man schon mit heutigem Wissen auf das Ziel der Umsetzung hinarbeiten kann. Dabei sollten Sie die Jugendlichen ermuntern, alle kennengelernten Sichtweisen mit einzubringen. Auch hier können die Ergebnisse schriftlich, grafisch, als Video oder Ähnliches festgehalten werden.

**Ziel ist, ein aus aktueller Sicht möglichst realitätsnahes Szenario für eine zukünftige persönliche KI-Umwelt zu erschaffen und auch offene Fragestellungen und Probleme zu benennen.** Und natürlich sollten Sie die Arbeit Ihrer Schülerinnen und Schüler noch einmal wertschätzend präsentieren, z. B. als Vortrag, Museumsgang oder Markt der Möglichkeiten.



**Modul 6 – Kopiervorlage**

## Optimist/Optimistin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Frage:** Welche Argumente sprechen dafür, die entworfenen Utopien vollständig umzusetzen?

**Statement:** \_\_\_\_\_

**Argument:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Pessimist/Pessimistin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Frage:** Welche Argumente sprechen gegen jeglichen Einsatz von KI?

**Statement:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Argument:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Nutzer/Nutzerin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Aussage:** Ich als Nutzer muss mir keine Gedanken machen, wo in unseren Utopien KI enthalten ist und wie sie funktioniert – wichtig ist, dass alles funktioniert.

**Statement:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Argument:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Modul 6 – Kopiervorlage**

## Ingenieur/Ingenieurin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Frage:** Welche Teile der entworfenen Utopien sind nach aktuellem Stand vermutlich umsetzbar und welche nicht?

**Statement:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Argument:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Jurist/Juristin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Frage:** Welche Aspekte unserer Utopien müssen durch Gesetze geregelt werden oder sind es schon? Wie könnte man das Problem lösen?

**Statement:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Argument:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Moderator/Moderatorin

**Name:** \_\_\_\_\_

**Aussage:** Ich möchte eine sinnvolle und lösungsorientierte Diskussion ermöglichen!  
Dazu muss ich mich auf die Themen vorbereiten.



**Statement:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Strategie:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Literatur- und Bildnachweise

## Literatur Unterrichtsmaterial

### Modul 1:

Bertelsmann Stiftung. (2018). Was die Deutschen über Algorithmen denken. Abgerufen am 2019-05-07 von [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Was\\_die\\_Deutschen\\_ueber\\_Algorithmen\\_denken.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Was_die_Deutschen_ueber_Algorithmen_denken.pdf)

Bertelsmann Stiftung. (2019). Automating Society – Taking Stock of Automated Decision-Making in the EU. Abgerufen am 2019-05-07 von [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/001-148\\_AW\\_EU-ADMreport\\_2801\\_2.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/001-148_AW_EU-ADMreport_2801_2.pdf)

Bitkom e.V. (2018). Künstliche Intelligenz: Bundesbürger sehen vor allem Chancen. Abgerufen am 2019-03-20 von <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Kuenstliche-Intelligenz-Bundesbuerger-sehen-vor-allem-Chancen>

YouGov. (2018). Künstliche Intelligenz im Auge des Verbrauchers. Abgerufen am 2019-07-05 von [https://campaign.yougov.com/DE\\_2018\\_10\\_Horizont\\_KI.html](https://campaign.yougov.com/DE_2018_10_Horizont_KI.html)

### Modul 2:

Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin). (2018). Big Data trifft auf künstliche Intelligenz. Abgerufen am 2019-04-21 von [https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/dl\\_bda/studie.pdf](https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/dl_bda/studie.pdf)

Curzon, P., & McOwan, P. W. (2016). Computer Science for Fun – The Sweet Learning Computer: Machine Learning. Abgerufen am 2019-03-20 von [www.cs4fn.org/machinelearningsweetlearningcomputer.php](http://www.cs4fn.org/machinelearningsweetlearningcomputer.php)

Gardner, M. (1962). Mathematical games. Scientific American, 206(3), S. 138-144.

Rashid, T. (2016). Make your own neural network. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Silver, D., Hubert, T. S., Antonoglou, I., Lai, M., Guez, A., & Lillicrap, T. (2017). Mastering Chess and Shogi by self-play with a general reinforcement learning algorithm. arXiv preprint: 1712.01815.

The Royal Society. (2017). Machine learning: the power and promise of computers that learn by example. The Royal Society.

### Modul 3:

Gardner, H. (1983). Frames of Mind. The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.

Kohlberg, L. (1996). Die Psychologie der Moralentwicklung. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Pandorabots Inc. (2013). Chatbot Mitsuku. Abgerufen am 20. 07 2019 von [www.pandorabots.com/mitsuku](http://www.pandorabots.com/mitsuku)

Rost, D. A. (2013). Handbuch Intelligenz. Weinheim: Beltz.

Rost, D. A. (2008). Multiple Intelligenzen, multiple Irritationen. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 22(2), S. 97-112.

The Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour. (30.07.2018). AISB Loebner Prize 2018 Finalist Selection Transcripts. Abgerufen am 2019-07-05 von [http://www.aisb.org.uk/media/files/LoebnerPrize2018/Transcripts\\_2018.pdf](http://www.aisb.org.uk/media/files/LoebnerPrize2018/Transcripts_2018.pdf)

### Modul 4:

Simmons, A. B., & Chappell, S. G. (1988). Artificial intelligence-definition and practice. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 13(2), S. 14-42

Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 49, S. 433-460.

Valiant, L. G.: (1984). A Theory of the Learnable. In: Communication ACM, 27 (11), S. 1134-1142.

### Modul 5:

Misselhorn, C. (2018). Grundfragen der Maschinenethik. Ditzingen: Reclam.

### Modul 6:

Jungk, R., Müllert, N. (1989). Zukunftswerkstätten. Mit Phantasie gegen Routine und Resignation. München.

Müllert, R. (2009). Zukunftswerkstätten. In Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung (S. 269–276). Springer.

## Bildnachweise

S. U2, 11, 14 , 17, 19, 22, 42, 49, 51, 58, 66, 77, 78, 81: GettyImages / 4FR  
 S. 4, 6, : GettyImages / Maskot  
 S. 4, 36: GettyImages / Hero Images  
 S. 5: GettyImages / Fabio Pagani / EyeEm  
 S. 5: GettyImages / drbimages  
 S. 7: GettyImages / malerapaso  
 S. 8, 12, 16, 24, 28, 38, 40, 62, 75: GettyImages / xxmmxx  
 S. 8: GettyImages / Big Small / EyeEm  
 S. 8: GettyImages / Tetra Images  
 S. 8: GettyImages / ANDRZEJ WOJCICKI / SCIENCE PHOTO LIBRARY  
 S. 9: GettyImages / Spencer Whalen / EyeEm  
 S. 9: GettyImages / alvarez  
 S. 13, 14: GettyImages / evenmilla  
 S. 14: GettyImages / Zing Images  
 S. 15: GettyImages / jonpic  
 S. 17: GettyImages / krisanapong detraphiphat  
 S. 27, 67: GettyImages / izusek  
 S. 31: GettyImages / Jeffoto  
 S. 32: GettyImages / PIXOLOGICSTUDIO  
 S. 34, 35: GettyImages / GlobalP  
 S. 34: GettyImages / Nina Goldenberg / EyeEm  
 S. 34: GettyImages / kickstand  
 S. 34, 35: GettyImages / Luxx Images  
 S. 41: GettyImages / idneyberstein  
 S. 44: GettyImages / Morsa Images  
 S. 44: GettyImages / pbombært  
 S. 45: GettyImages / Ozgur Donmaz  
 S. 45: GettyImages / PeopleImages  
 S. 45: GettyImages / Westend61  
 S. 50: GettyImages / Fabio Pagani / EyeEm  
 S. 54: GettyImages / PeopleImages  
 S. 55: GettyImages / Yevgen Romanenko  
 S. 56: GettyImages / Tony Cordoza  
 S. 56: GettyImages / Rakop Tanyakam / EyeEm  
 S. 58: GettyImages / Klaus Vedfelt

S. 60: GettyImages / drbimages  
 S. 61, 71: GettyImages / malerapaso  
 S. 65: GettyImages / Witthaya Prasongsin  
 S. 66: GettyImages / ansonsw  
 S. 67: GettyImages / Piotr Marcinski / EyeEm  
 S. 67: GettyImages / jhorrocks  
 S. 67: GettyImages / Hinterhaus Productions  
 S. 68: GettyImages / Kemter  
 S. 74: GettyImages / Michael Heim / EyeEm  
 S. 77: GettyImages / mariusFM77  
 S. 77: GettyImages / filadendron  
 S. 78: GettyImages / Roos Koole  
 S. 79: GettyImages / JPSchrage  
 S. 81: GettyImages / Klaus Vedfel  
 S. 82: GettyImages / hocus-focus  
 S. 83: GettyImages / Vermette

S. 4, 18, 23: Adobe Stock / Valerii Honcharuk  
 S. 5, 11, 72: Adobe Stock / Tierney  
 S. 16, 17, 27, 52, 63: Adobe Stock / gomolach  
 S. 21: Adobe Stock / drivemax97  
 S. 21: Adobe Stock / Alex  
 S. 34, 35: Adobe Stock / DoraZett  
 S. 34: Adobe Stock / luna  
 S. 53: Adobe Stock / khuruzero

S. 49: <https://pandorabots.com/mitsuku/>  
 Screenshot ein Chatbots

S. 47: Wiki Commons / Elliott & Fry

# Impressum

## **Herausgeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Referat Wissenschaftskommunikation;  
Wissenschaftsjahre  
10117 Berlin

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

## **Idee, Redaktion, Gestaltung**

DLR Projektträger; familie redlich AG Agentur  
für Marken und Kommunikation / KOMPAKTMEDIEN  
Agentur für Kommunikation GmbH

## **Konzeption und Texterstellung**

Universität Paderborn, Fachgruppe Didaktik der  
Informatik mit Unterstützung der Fachgruppe Didaktik  
der Mathematik

## **Druck**

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG

## **Stand**

September 2019

Die Wissenschaftsjahre sind eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit Wissenschaft im Dialog (WiD). Sie tragen als zentrales Instrument der Wissenschaftskommunikation Forschung in die Öffentlichkeit und unterstützen den Dialog zwischen Forschung und Gesellschaft.

„Mensch, Maschine!“ ist ein gemeinsames Projekt von:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

