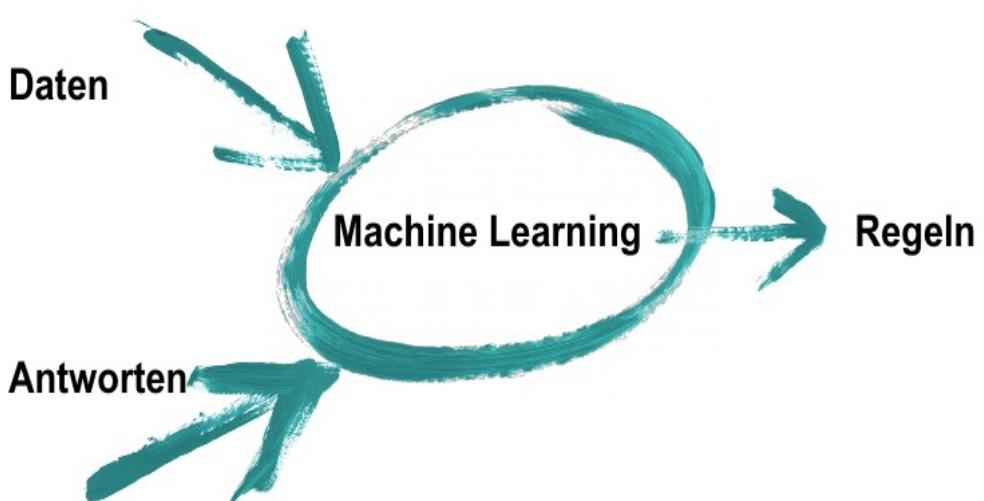


# KI programmieren im Informatikunterricht Teil I: Einführung



[B0]

Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht"



## Inhaltsverzeichnis

KI programmieren im Informatikunterricht Teil I: Einführung.....	1
A Übersicht.....	3
A 1 Zusammenfassung:.....	3
A2 Stundenübersicht.....	4
A3 Themeneinstieg und theoretische Grundlagen.....	7
B Lernaufgabe.....	8
B1 Unterrichtsbegleitende Präsentation.....	8
B2 Arbeitsblätter.....	35
C Bezug zum Rahmenlehrplan.....	40
C1 Didaktischer Kommentar.....	40
C2 Bezüge zum Rahmenlehrplan Informatik.....	40
C3 Bezüge zum Basiscurriculum Medienbildung.....	42
C4 Bezüge zu übergreifenden Themen.....	43
C5 Bezüge zu anderen Fächern:.....	43
D Anhang.....	44
D1 „Material“ für den Einsatz dieser Lernaufgabe.....	44
D2 Musterlösung der Lernaufgabe und Hinweise.....	44
D3 Quellen / Lektüreliste zum Weiterlesen.....	47
D4 Bildnachweise.....	48



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## A Übersicht

### A 1 Zusammenfassung:

Wer neuronale Netze einmal selbst trainiert hat, kann deren Risiken, Probleme und Chancen und damit auch mögliche gesellschaftliche Entwicklungen besser einschätzen.

Die Schüler entdecken mit der eigenständigen Programmierung von neuronalen Netzen (NN) deren Möglichkeiten. Zur Programmierung wird TensorFlow benutzt, das als Framework in der KI-Entwicklung viel Unterstützung bietet. Nach einer kurzen Einführung in die Ideen von NN wird die mögliche Umsetzung im Unterricht an Beispielen gezeigt. In diesem Sinne: *All hands on code!*

### Intention der Lernaufgabe

- Kennenlernen von Deep Learning DL / Künstlicher Intelligenz KI
- Erstellung / Programmierung eines eigenen NN
- Erkennen von Chancen und Risiken, möglichen gesellschaftlichen Auswirkungen



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



3 / 53

**A2 Stundenübersicht****1. Doppelstunde:**

- Hinführung zum Thema
- theoretische Grundlagen
- Präsentation

**2. Doppelstunde:**

- Programmierung in Gruppen Fortsetzung der ersten Doppelstunde

**3. Doppelstunde**

- Paradigmenwechsel weg von der klassischen Programmierung hin zur Datenanalyse
- Neue Berufsfelder z.B.: DataScientist , Dataanalyst
- Auswirkung auf Alltag und Gesellschaft
- Bedeutung der Daten und des Datenschutzes.
- Fazit

**1. Doppelstunde**

<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Methode/Medien/ Anmerkung</b>
5 Min.	Einstieg	<i>Aktuelle Schlagzeilen aus der Welt der NN</i>	
		Alternativer Einstieg Film: AlphaGo lernt Breakout Q: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=TmPfTpjtdgg">www.youtube.com/watch?v=TmPfTpjtdgg</a>	Hinweis: Anders als in späteren Beispielen lernt hier der Agent durch <i>reinforcement learning</i>
10 Min.	Vortrag / LSG	<i>Lehrvortrag zu Grundlagen von DL und KI</i> Musterklassifizierung am Beispiel von Hund und Wolf; Möglichkeiten und Risiken	Präsentation KI
20		Aufgabenblock wie in Präsentation	Möglicher Einschub



[CC BY SA 4.0](#)  
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

**BERLIN**



## A Übersicht



<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Methode/Medien/ Anmerkung</b>
Min.			
10 Min.	Erarbeitung	Die Wumpus Welt: AA: notiere Regeln damit der Held lebend den Ausgang findet.	Bild der künstlichen Wumpus Welt
10 Min.	Erarbeitung	Die reale Welt AA: notiere alle Regeln um eine Straße zu überqueren.  EH: Reale Welt bietet zu viele Parameter, können kaum/nicht abgebildet werden	Alternative Tee kochen in trubeliger Küche: Bild einer Küche mit Kindern, Haustier, Fenster steht offen, Geschirr in der Spüle, Tee vorhanden? Wasser erreichbar, Topf sauber? usw.
5 Min.		Diskussion der Ergebnisse	
15 Min.	Vortag / LSG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau Neuron</li> <li>• Aufbau NN</li> <li>• Lernen durch Backpropagation</li> </ul>	Präsentation KI / Schülerhandout
15 Min.		Vorstellung IDE und tensorflow	Schülerhandout

LSG: Lehrer-Schüler-Gespräch

## 2. Doppelstunde

<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Methode/Medien/ Anmerkung</b>
5 Min.	Einstieg	Wiederholung: Aus Daten werden Regeln	Schülerhandout
15 Min	LSG	Besprechung Beispielcode	Systemanalytischer Ansatz
40 Min.	Erarbeitung	Aufgaben 1 – 15 auf dem Schülerhandout  Wer erzielt die besten Ergebnisse?	



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## A Übersicht



<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Methode/Medien/ Anmerkung</b>
30 Min.	Sicherung	Im Wechsel Besprechung der Aufgaben	

## 3. Doppelstunde

<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Methode/Medien/ Anmerkung</b>
10 Min.	Erarbeitung	Erweiterungen des NN (learning rate Normalisierung, Aufbereiten der Ergebnisse, usw.)	Arbeiten mit der TensorFlow API
10 Min.	Sicherung	Besprechung der Ergebnisse	
50 Min.	Erarbeitung	Entwicklung von Ideen zur Erstellung eines eigene KI Projektes und evtl. Umsetzung	Projektphase kann über mehrere Stunden ausgedehnt werden.
15 Min.	Diskussion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chancen und Risiken</li> <li>• Bedeutung für die Softwareentwicklung</li> <li>• neue Berufsfelder erkunden</li> </ul>	Evtl. mit Internetrecherche
5 Min.	Fazit	Paradigmenwechsel in der Programmierung Daten und der kompetente Umgang damit bilden Grundlagen für Techniken der KI.	



[CC BY SA 4.0](#)  
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

**BERLIN**



### A3 Themeneinstieg und theoretische Grundlagen

In der ersten Stunde steht die Hinführung auf das Thema und die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen im Fokus. Für eine vertiefte Vermittlung der theoretischen Grundlagen wird auf bereits bestehende Unterrichtsangebote verwiesen z.B. hier:

- [2019] Machine Learning. Intelligente Maschinen im Projekt »Medien in die Schule« Materialien für den Unterricht. Hrsg: Freiwillige Selbstkontrolle Multimedia-Dienstanbieter, Google Zukunftswerkstatt ([CC BY SA 4.0](https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule_MachineLearning.pdf)), [https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien\\_in\\_die\\_Schule\\_MachineLearning.pdf](https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule_MachineLearning.pdf)
- Dr. Daniel JANSSEN [2020]: Machine Learning in der Schule. Eine praxisorientierte Einführung in künstliche neuronale Netze, Gesichtserkennung und Co., Hrsg: Science on Stage Deutschland e. V. ([CC BY SA 4.0](https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule_2.auflage.pdf)), [https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule\\_2.auflage.pdf](https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule_2.auflage.pdf)
- LINDNER Annabel, Stefan SEEGERER AI Unplugged. Wir ziehen künstlicher Intelligenz den Stecker: Hrsg: Professur für Didaktik der Informatik Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg ([CC BY NC 3.0](https://www.aiunplugged.org/german.pdf))  
<https://www.aiunplugged.org/german.pdf>

Diese können optional begleitend oder ergänzend zur Lernaufgabe eingesetzt werden.



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## B Lernaufgabe

Bestehend aus zwei Teilen

1. Präsentation für den Lehrervortrag
2. Schülerhandout

### B1 Unterrichtsbegleitende Präsentation



[CC BY SA 4.0](#)

Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## Starcraft 2: Verbesserte DeepMind-KI schlägt 99,8 % der menschlichen Spieler

heise.de, 30.10.2019

## AlphaGo besiegt besten Go-Spieler

Spiegel.de, 23.5.2017

## Autonomes Fahren – und erste Todesfälle

Amazons KI diskriminiert Frauen im Bewerbungsprozess Zeit.de, 18.10.2018

## Deepmind löst Proteinfaltungsproblem

Spektrum.de, 30.11.2020

Zusammenbruch von Demokratien durch KI-gesteuerte Wahlfälschung möglich. Existential Risk In: Zeit 20.2.2021 Universität Cambridge, Centre for the Study of



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN 

# 1. Training

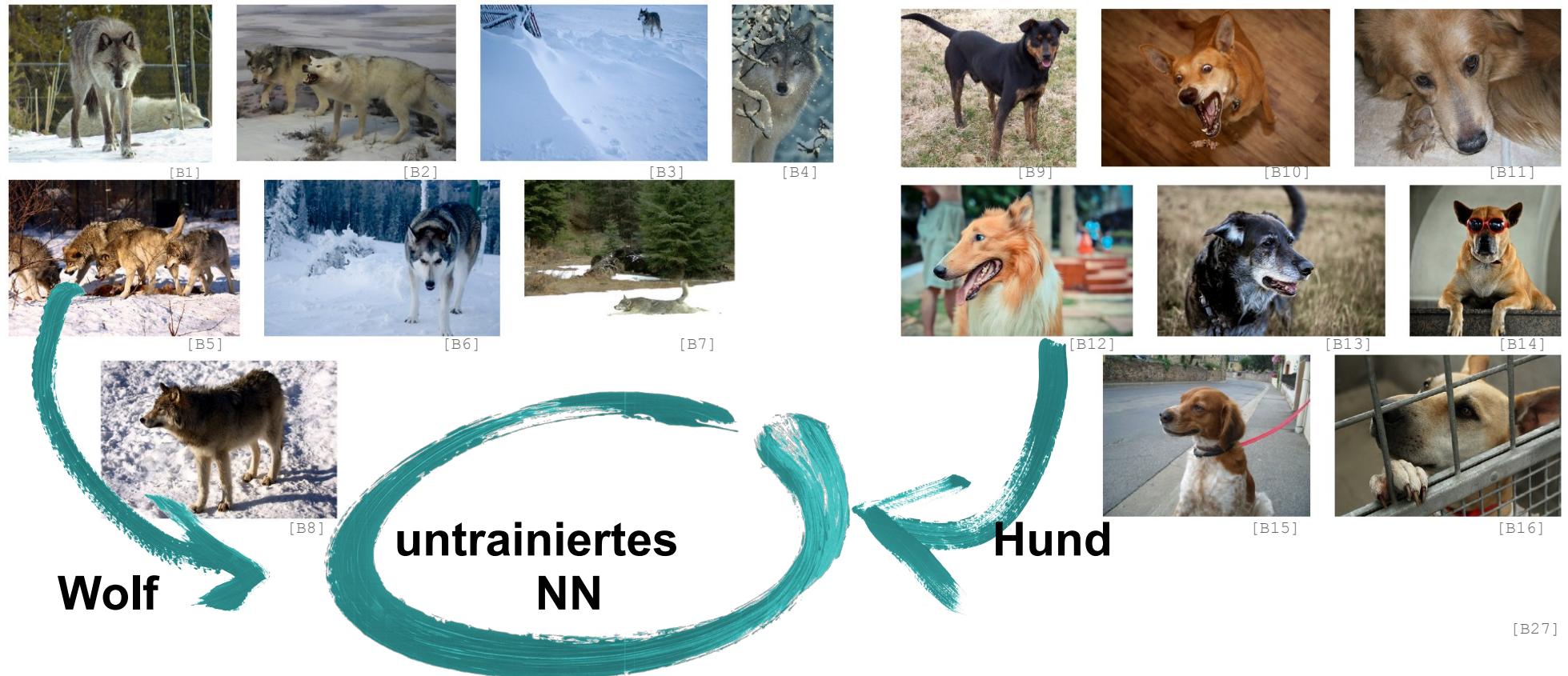


Abb.[B27]: „Wölfe und Hunde“, A. Schindler Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht" unter Verwendung weiterer Quellen (s. Bildnachweis)



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022



# 1. Test



Abb [B17]: "Mi perra Heura observando los patos - Dog Heura observing ducks", ferran pestaña, [CC BY-SA 2.0](#), [flickr](#), verändert von A. Schindler (gespiegelt)  
Abb. [B26]: „In-Out“ by Alexander Schindler Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht"



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 1. Test



[B18]



[B26]

Abb. [B18]: "Sausage Dog", Eva Rinaldi Celebrity Photographer, [CC BY-SA 2.0.](#), [flickr](#)

Abb. [B26]: „In-Out“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht"



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 1. Test



[B19]



[B26]

Abb. [19]: "Cute Pug Easter Bunny Costume" by DaPuglet is licensed with [CC BY-SA 2.0](#), [flickr](#)

Abb. [B26]: „In-Out“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



Ich bin ein  
Wolf.



**Aufgabe:** Erkläre warum das NN die  
Klassifizierung **Wolf** vornimmt.

[B28]

Abb.[B28]: „Hund kein Wolf“, A. Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“, unter Verwendung weiterer Quellen (s. Bildnachweis)



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 1. Aufgaben

1. Diskutiere mit Deinem Nachbarn eine mögliche Programmlogik zum Unterscheiden von Hunden und Wölfen.
2. Vergleiche den möglichen Aufwand bei klassischer algorithmischer Programmierung im Vergleich zum Training von NN.
3. Bewerte die Bedeutung der Daten für das Training von neuronalen Netzen.
4. Überlege Dir ein eigenes *machine learning* Projekt.



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



## 2. Klassische Programmierung

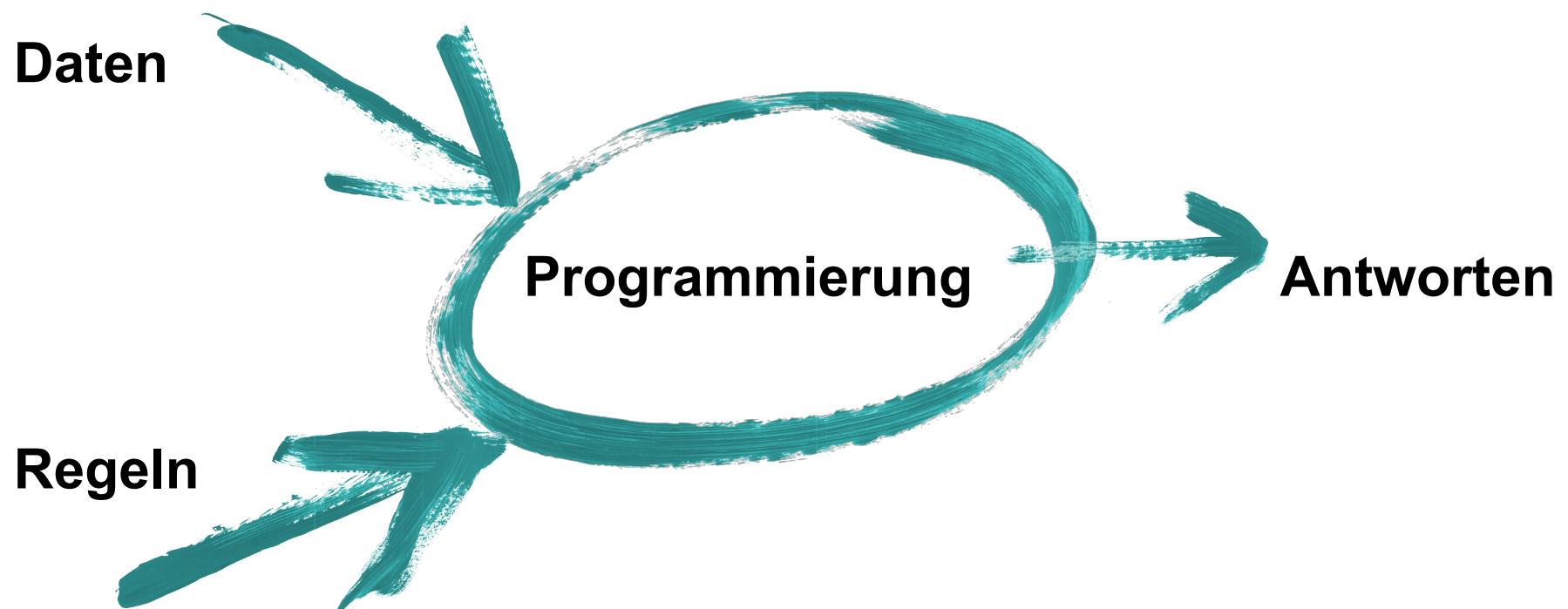


Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht"



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

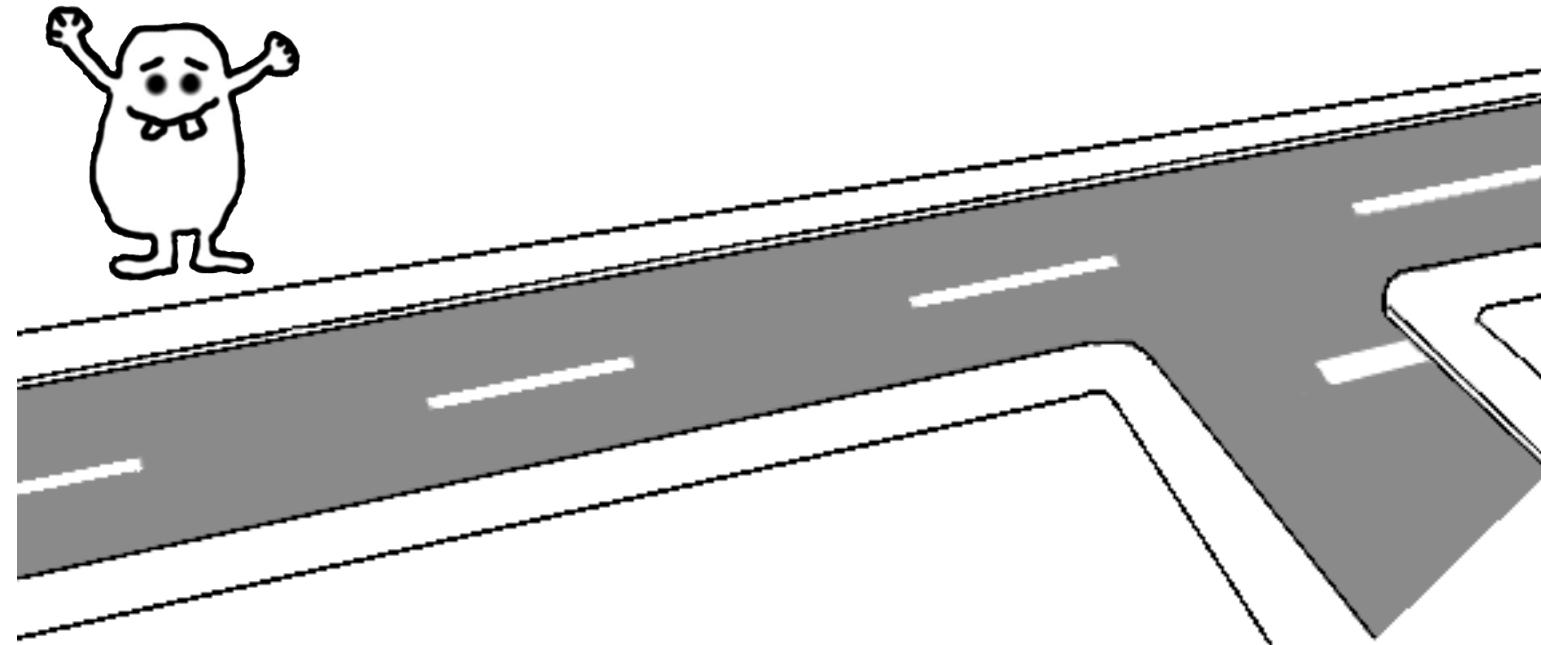
iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN

## 2. Klassische Programmierung



[B21]

### Aufgabe:

Erstelle Regeln, damit der Wumpus die Straße sicher überqueren kann.

Abb. [B21]: „Wumpus und Straße“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht"



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN



## 2. Klassische Programmierung - Grenzen



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN



# ...und jetzt?

[B30] / [B22]

Abb. [B30]: „Wumpus in Indien“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe "KI im Unterricht", unter Verwendung weiterer Quellen siehe Bildnachweis



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN



## 2. Klassische Programmierung - Grenzen

Computer	Mensch
addieren	Wölfe und Hunde unterscheiden
...	...

### Aufgabe:

Notiere was ein Computer und was ein Mensch gut kann.



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

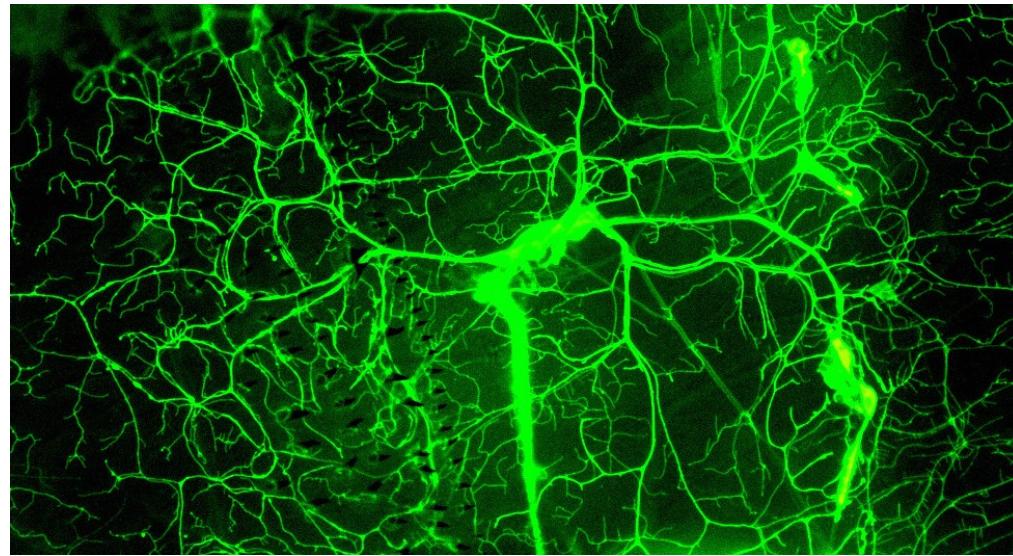
iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie



# 3. Gehirn ein Netzwerk aus Neuronen



Sensorische Neuronen

[B25]

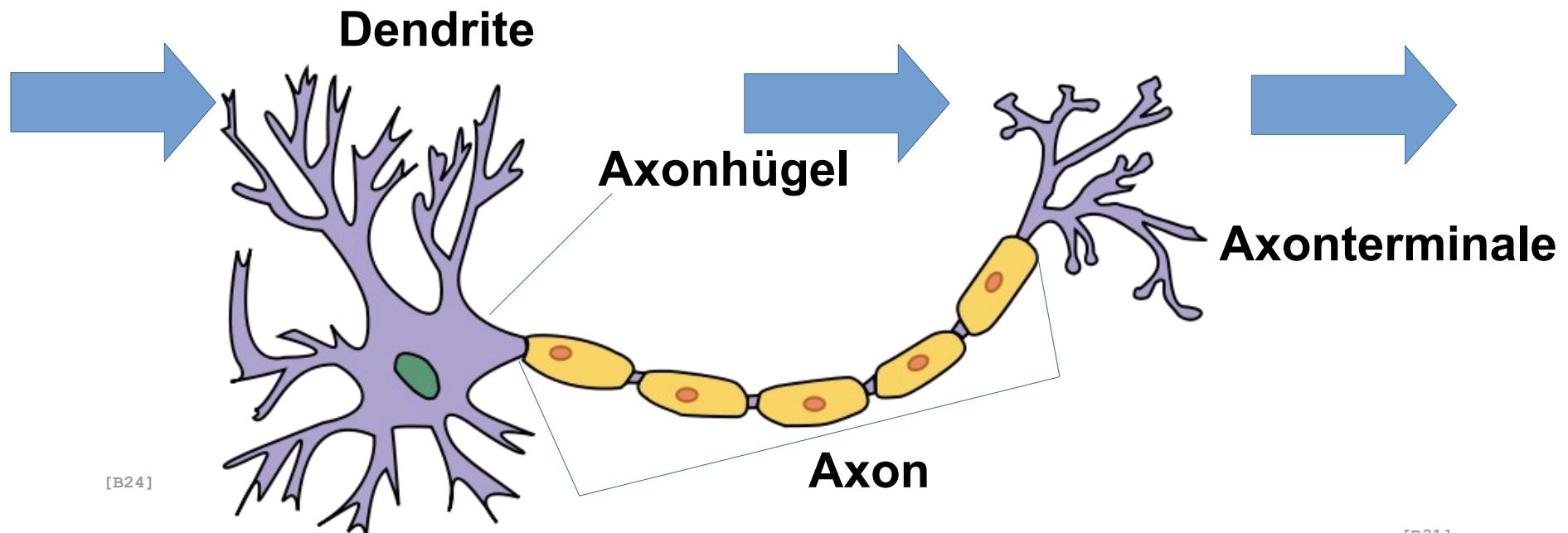
Art	Anzahl der Neuronen
Fadenwurm	302
Biene	960 000
Hund	530 000 000
Schimpanse	6 200 000 000
Mensch	86 000 000 000

Abb. [B25]: "Multidendritic sensory neurons", balapagosis, Lizenz CC BY-SA 2.0, flickr



Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

## 3. Neuron - Aufbau



Ab einem bestimmten Schwellenpotential im Axonhügel wird ein Aktionspotential weitergeleitet. Man sagt: "Die Nervenzelle feuert."

Abb. [B31]: „Neuron“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 3.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“, unter Verwendung weiterer Quellen siehe Bildnachweis



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

### 3. Künstliches Neuron mit Gewichten

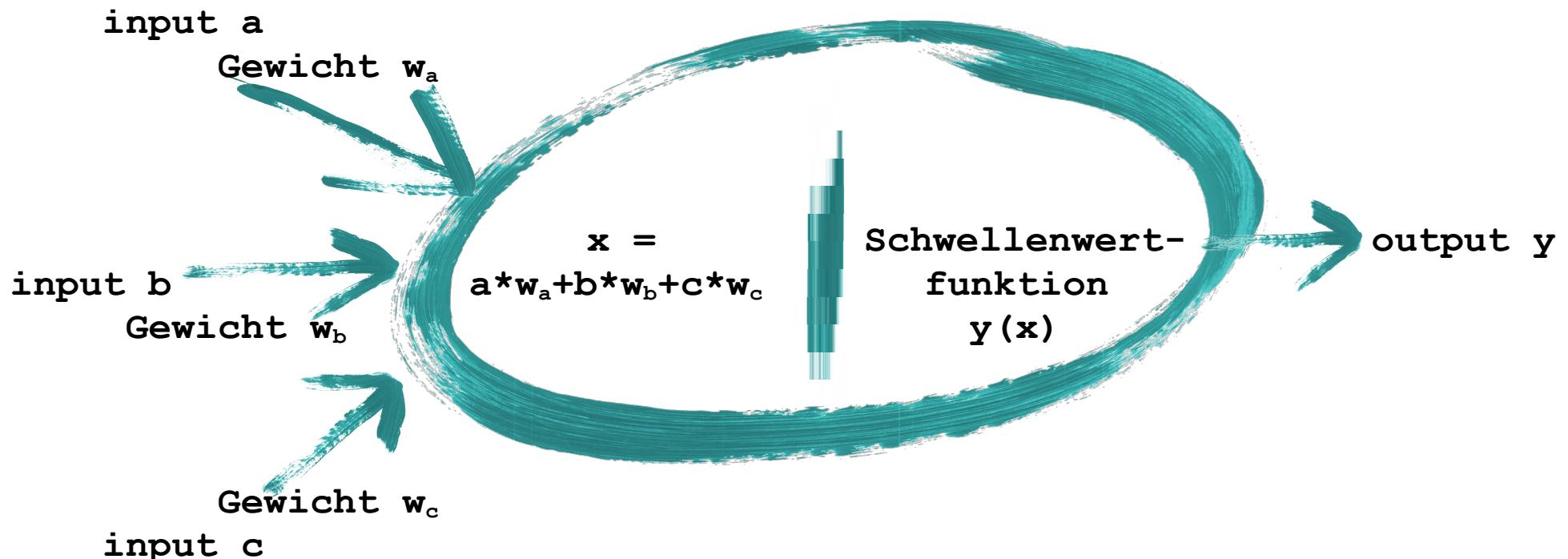


Abb. [B32]: „Neuron E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 4. Machine Learning ML

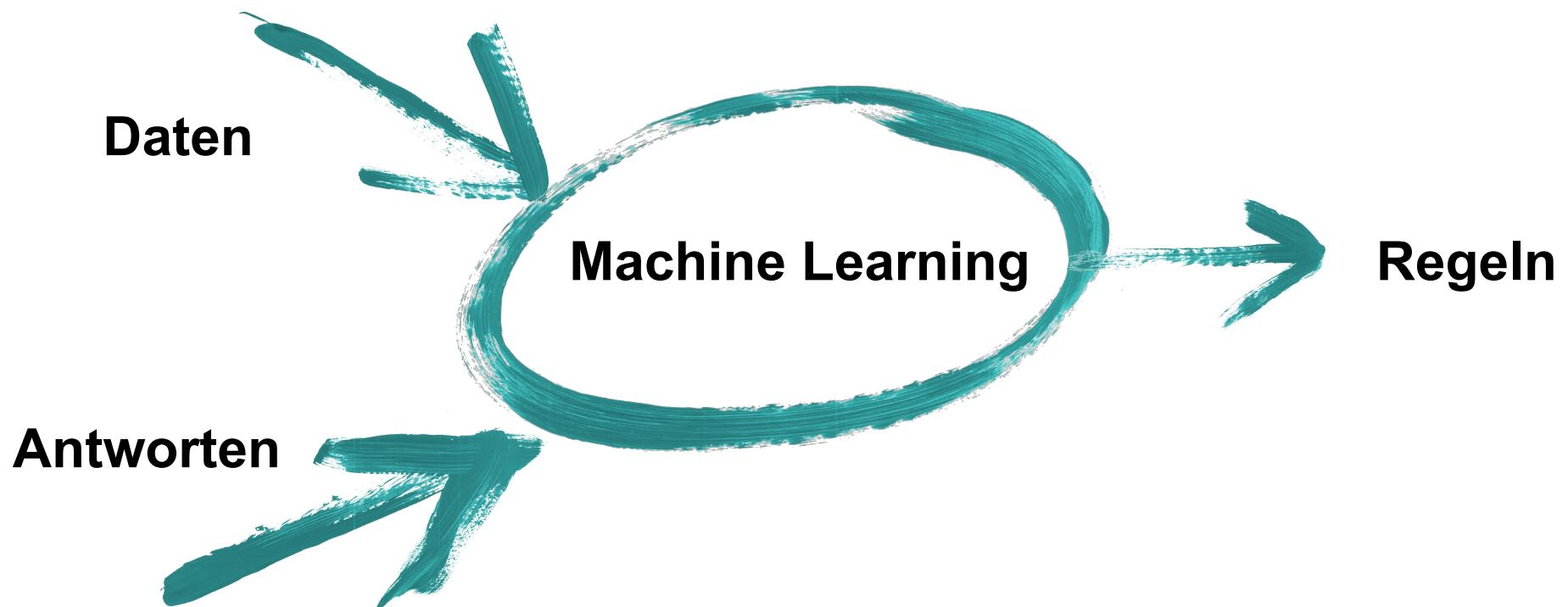


Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz CC BY-SA 4.0, Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



# 4. klassische Programmierung und ML

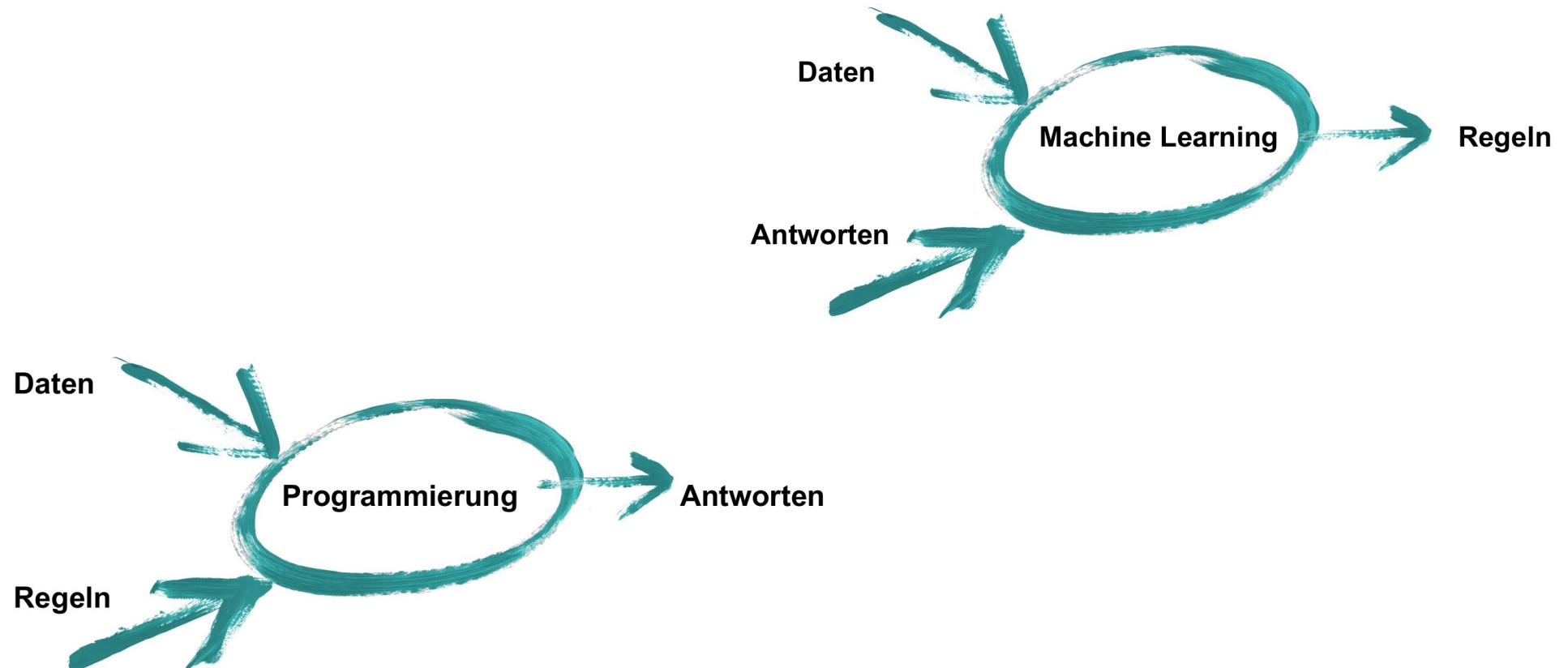


Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz CC BY-SA 4.0, Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 4. Machine Learning ML



Daten

Machine Learning

trainiertes  
neuronales Netzwerk

Antwort:  
Katze



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022



Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“  
Abb. [B20]: "fat cat", cuatroc77, [Lizenz CC BY-SA 2.0](#), flickr

## 4. Machine Learning – all hands on code!

**inputMuster = [0,0], [0,1], [1,0], [1,1]**

Daten

ML

```
model = tf.keras.models.Sequential()  
model.compile(...)  
model.fit(inputMuster, outputMuster, ...)
```

NN

Antworten

**outputMuster = [0], [0], [0], [1]**

Abb. [B0]: „E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 4. Schichten mit verbundenen Neuronen

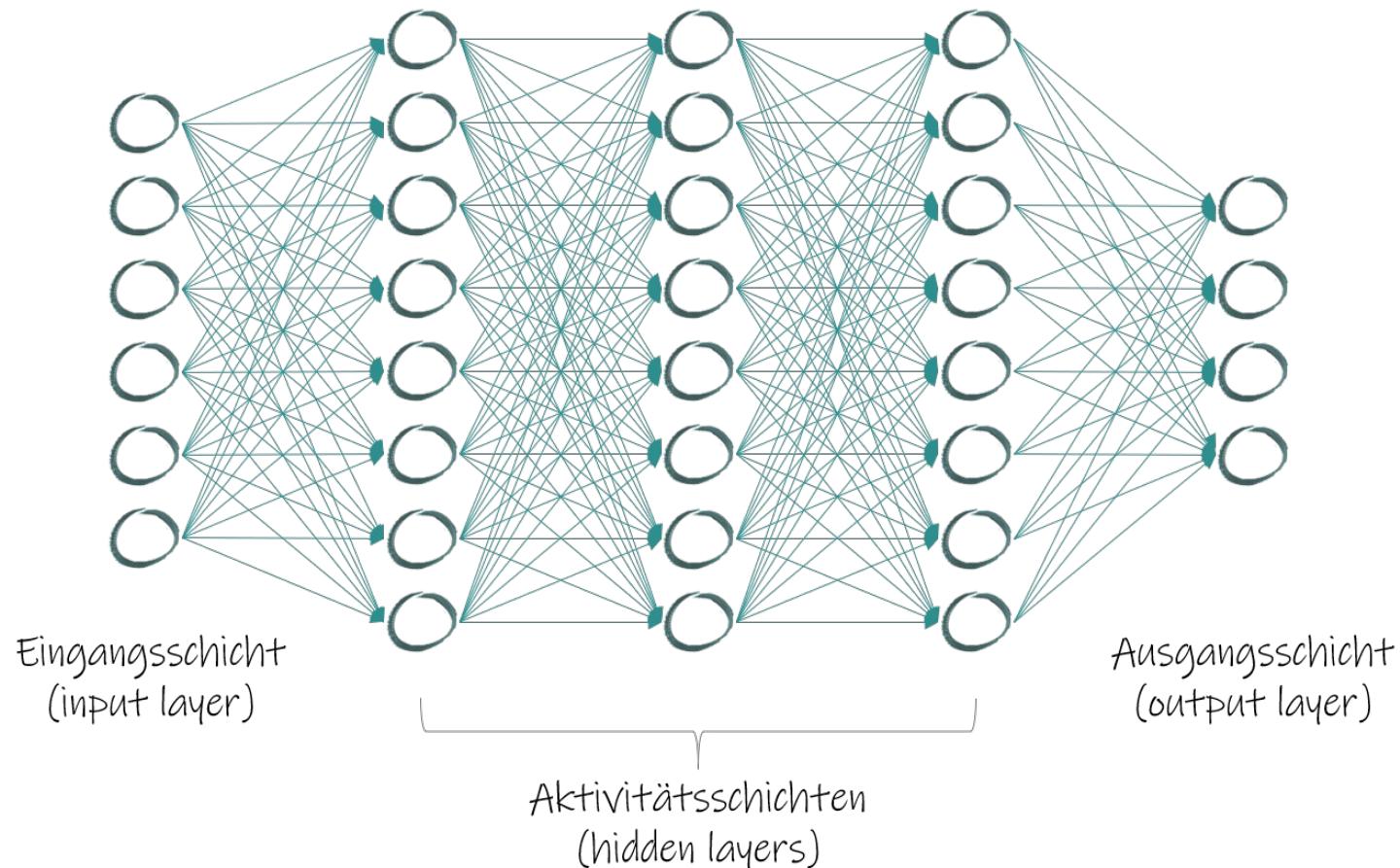


Abb. [B33]:“Densely Connected“, Dr. Annette Bobrik, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

# 4. Lernen durch Gewichtsänderung

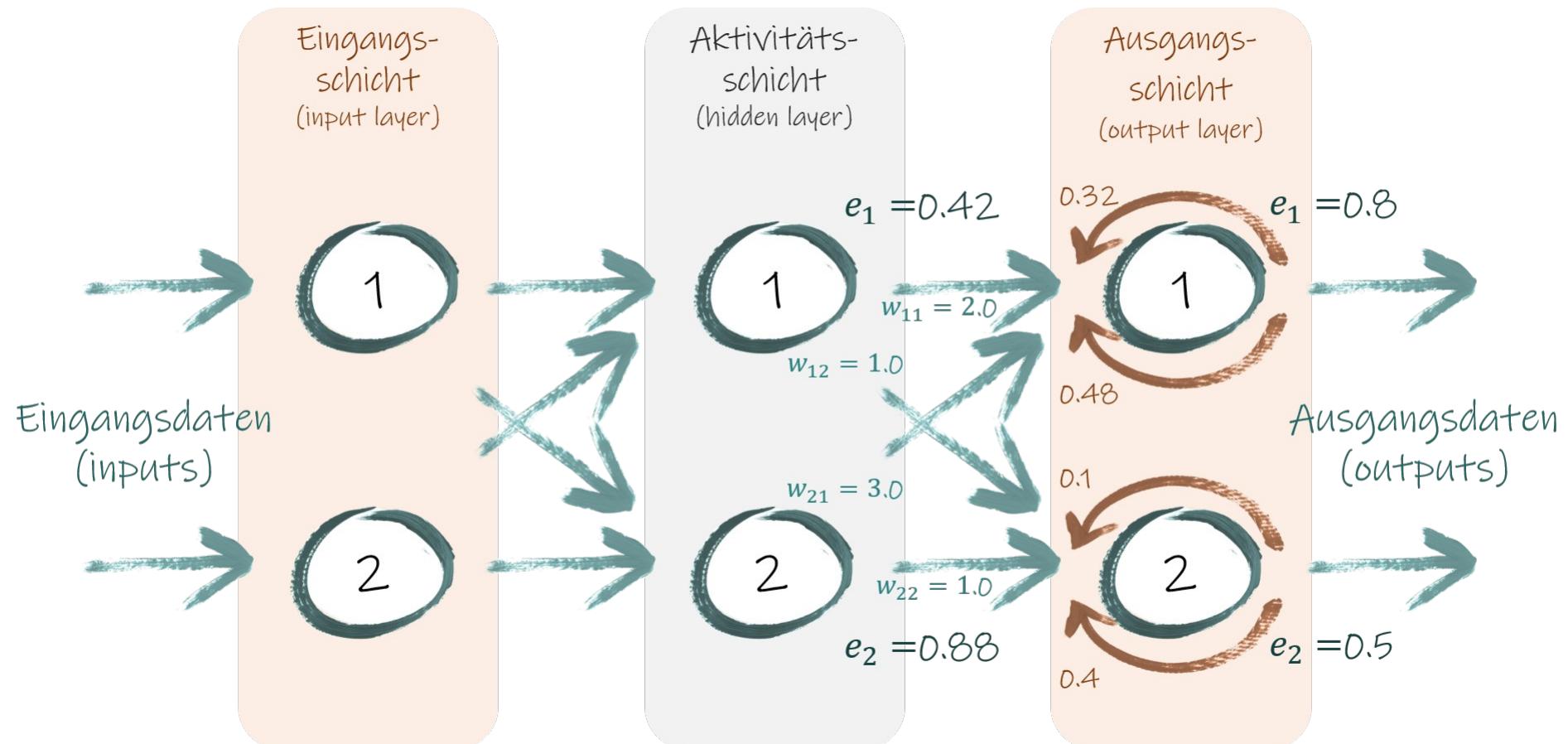


Abb. [B34]: "LernenDurchGewichtsänderung", Dr. Annette Bobrik, Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalten/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

## 5. Warum jetzt?

Zunehmende Verbreitung durch:

**A - Algorithmen**

**B - Big Data**

**C - Computing Power**



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN



## 5. KI / DL zunehmender Einsatz

- Medizin: Genetik, Diagnostik (z.B. Brustkrebs)
- Wirtschaft: 2025 ca. 31,2 Mrd. US\$ Umsatz in Unternehmensanwendungen weltweit
- Sprache: Übersetzung (deepl.com), Chatbots, Bewertung juristischer Texte, Spracherkennung (Alexa, Siri, Amazon Echo)
- Aktienhandel
- Autonome Fahrzeuge
- Testfeld Computerspiele (Breakout, Schach, Go, Starcraft 2, usw.)



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

## 5. Motivation KI / DL

[...großflächiger Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI)“ könnte der Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft PwC zufolge in den Gesundheitssystemen in Europa **Einsparungen in dreistelliger Milliardenhöhe** generieren. KI könnte in der Medizin helfen, schwere Krankheiten wesentlich früher zu erkennen und „Millionen von Menschen **besser zu therapieren**“.

Quelle: aerzteblatt.de, 25. Juli 2017



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

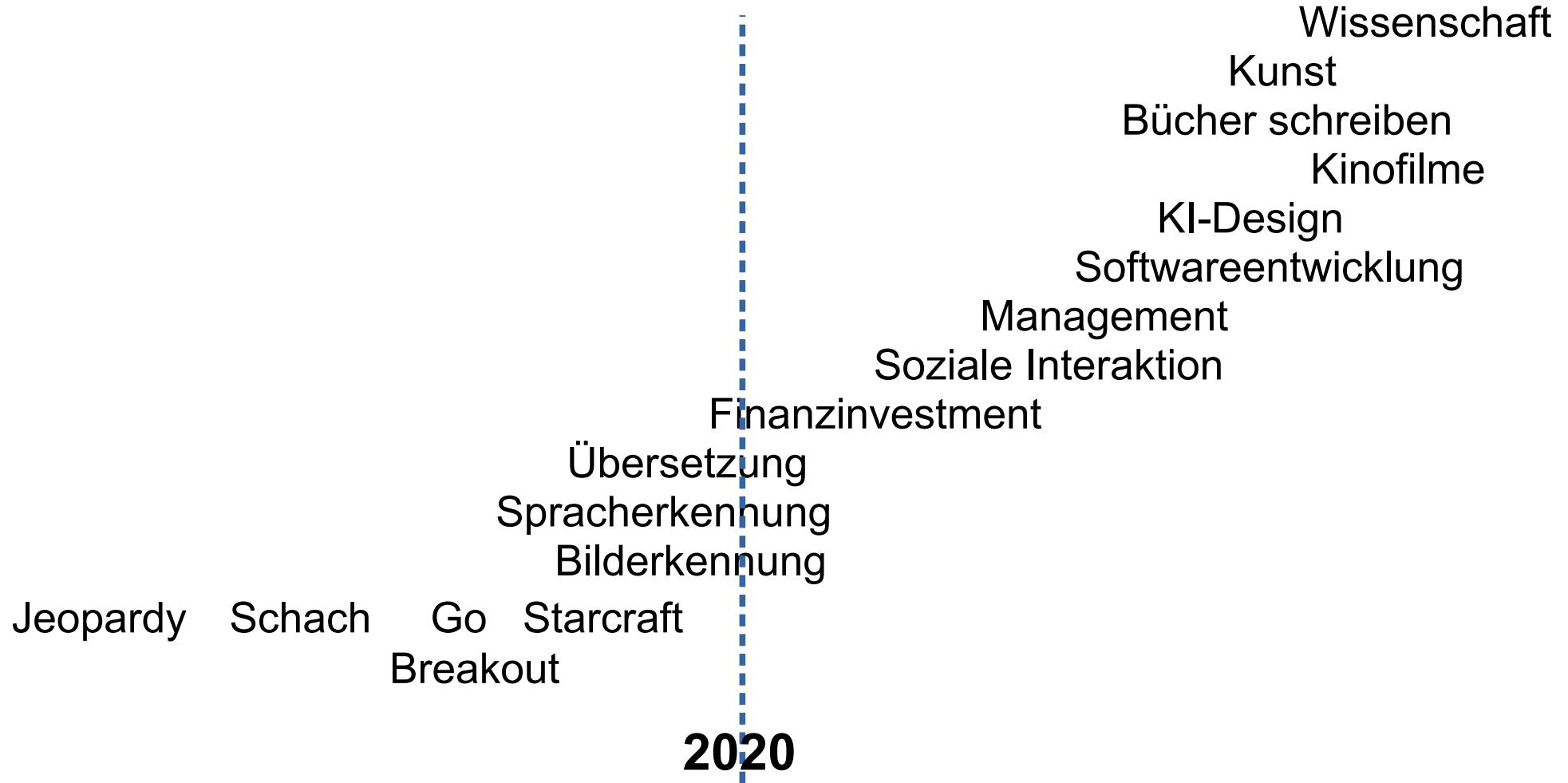
iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

BERLIN 

## 5. Wie weit werden sich KIs entwickeln?



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete  
Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und  
Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022



## Aufgaben:

1. Bewerte den Einsatz von Deep Learning im Bereich Medizin, Recht, Finanzsoftware, autonomes Fahren.
2. Bewerte die Unsicherheiten in den Lösungen, die durch DeepLearning entstehen.

....und Deine Meinung?



CC BY SA 4.0

Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



**B2 Arbeitsblätter**



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

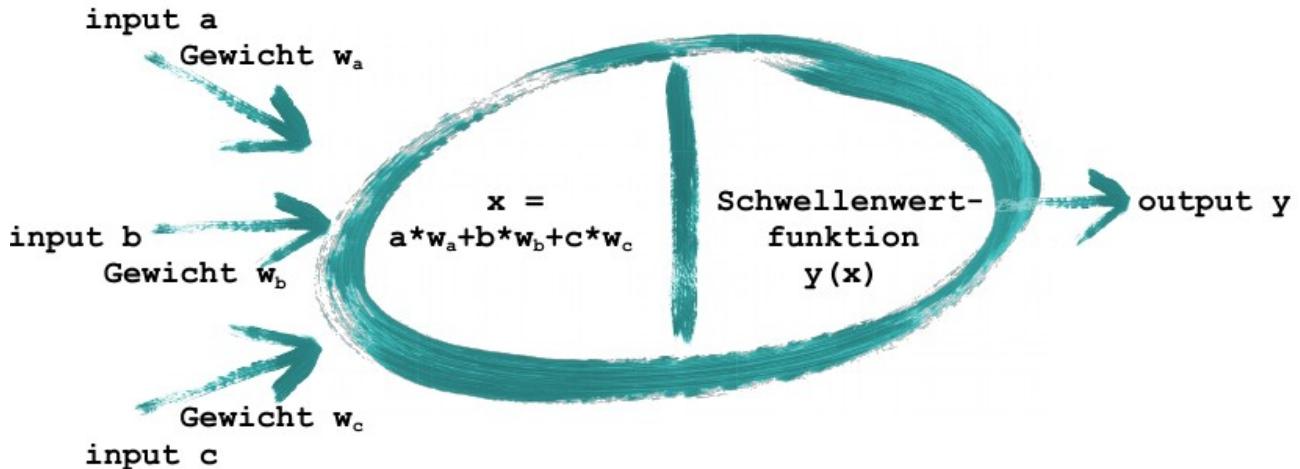
Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**

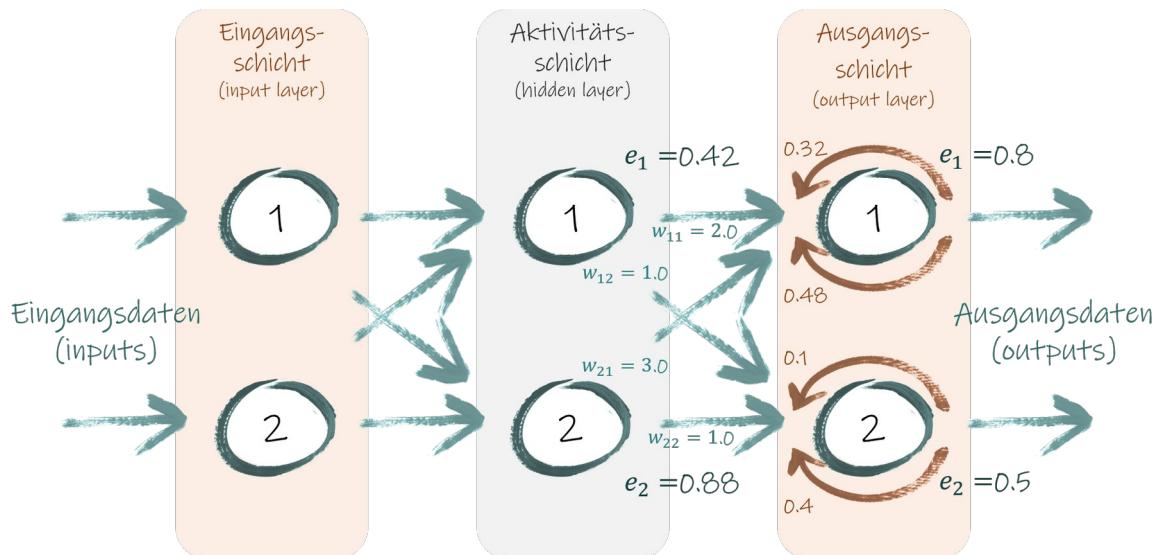


## Arbeitsweise von neuronalen Netzwerken



**Abb. 1:** Lernen in einem Neuron mit Gewichten: Der *output* wird mit einer Schwellenwertfunktion berechnet (z. B. Sigmoid, ReLu, tanh usw.).

Die einzelnen Neuronen werden über verschiedene Ebenen (*layer*) hinweg miteinander verknüpft. Jede Verknüpfung besitzt ein eigenes Gewicht. Ein einfaches NN besteht aus *input layer*, *hidden layer* und *output layer*.



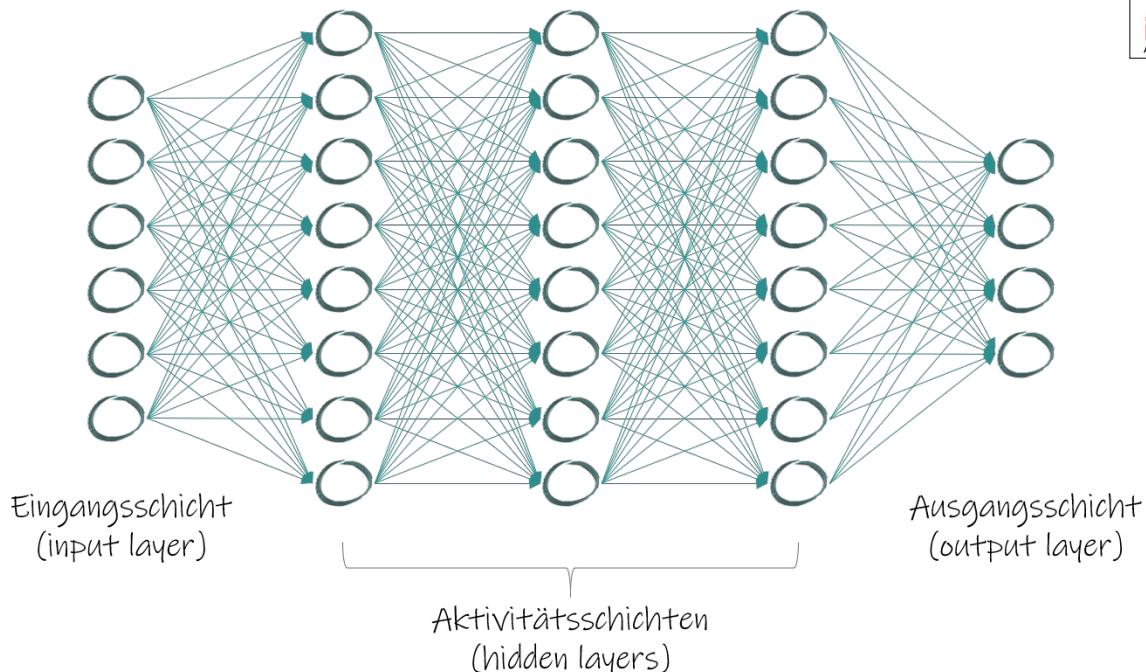
**Abb. 2.** Lernen mit vernetzten Neuronen durch Gewichtsänderung. Grüne Pfeile: Richtung des Datenflusses. Braune Pfeile: *backpropagation* (Fehlerrückführung, Anpassung der Gewichte). Bei jedem Trainingsdurchlauf werden die Gewichte angepasst, bis das gewünschte Ergebnis eintritt. So entsteht ein Modell mit vielen angepassten Gewichten.

Abb. 1: [B32] „Neuron E-V-A“, Alexander Schindler Lizenz [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“

Abb. 2: [B34] „LernenDurchGewichtsänderung“, Dr. Annette Bobrik, [CC BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



**Abb. 3.:** Neuronales Netzwerk mit mehreren Ebenen und vielen Neuronen. Jedes Neuron einer Schicht ist mit allen Neuronen der nächsten Schicht verknüpft. Dies nennt man *densely connected*.

#### Glossar:

- **accuracy:** Anteil der richtigen Vorhersagen
- **activation function** (Aktivierungsfunktion auch Schwellenwertfunktion z. B. Sigmoid, ReLu, tanh): Art und Weise wie ein Neuron aufgrund bestimmter Eingaben feuert.
- **epoch** (Epoche): Wiederholtes Trainieren derselben Trainingsmuster.
- **weights** (Gewichte): Verbindungsstärken zwischen den Knoten.
- **learning rate** (Lernrate): Höhe der Anpassung der Gewichte pro Epoche.
- **loss value**: Abstand zum zu lernenden Wert (globales Minimum)
- **overfitting**: Netzwerk lernt alle Trainingsmuster auswendig.
- **overshooting**: Bei zu hoher Lernrate kann das Fehlerminimum nicht erreicht werden.
- **ReLU (Rectified Linear Unit)**: Funktion kommt dem Feuern eines natürlichen Neurons am nächsten.

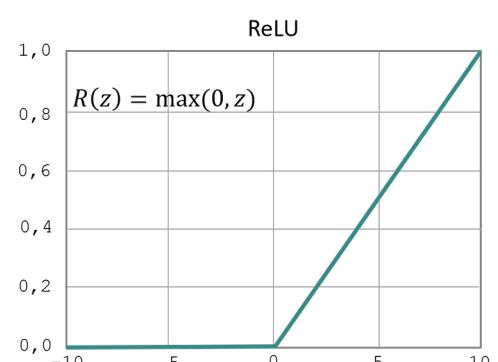
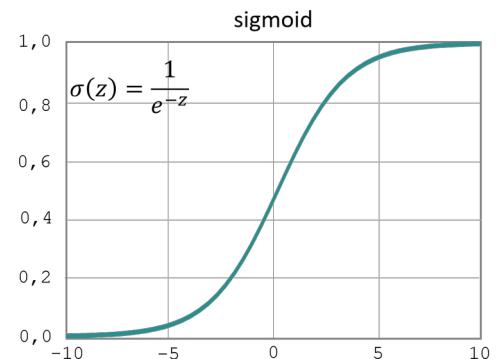


Abb. 3: [B33]：“Densely Connected”，Dr. Annette Bobrik, Lizenz [CC-BY-SA 4.0](#), Lernaufgabe „KI im Unterricht“



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



**Quelltext**

```

1 import tensorflow as tf
2
3 # Erstellen der Trainingsdaten
4 inputMuster = [1, 2, 4]
5 outputMuster= [3, 6, 12]
6
7 # Aufbau des neuronalen Netzwerkes
8 model = tf.keras.Sequential()
9 model.add(tf.keras.layers.Dense(1, input_shape=[1]))
10 model.compile(optimizer='sgd', loss='mean_squared_error')
11
12 # trainieren des neuronalen Netzwerkes
13 model.fit(inputMuster, outputMuster, epochs=20)
14
15 # Testen des neuronalen Netzwerkes mit Testdaten
16 testMuster = [22]
17 print(model.predict(testMuster))

```

**Aufgaben**

1. Starte deine python IDE (z.b. spyder) und füge das gegebene Programm ein. Führe es aus und finde die Ausgabe, die in Zeile 17 erzeugt wird.
2. Beschreibe das Ergebnis, welches das neuronale Netzwerk liefert.
3. Erkläre warum das Ergebnis nicht gleich dem des outputMuster (Zeile 5) ist.
4. Verändere die Größe der input-/outputMuster. Beschreibe die Auswirkungen. Ermittle dazu sinnvolle Ober-/ Untergrenzen.
5. Verändere das outputMuster, so dass andere Muster / Operatoren trainiert werden, z.B. Addition.
6. Verändere die Anzahl der Epochen und erkläre die Auswirkungen. Ermittle dazu sinnvolle Ober-/ Untergrenzen.
7. Erstelle ein Verfahren mit dem viele verschiedene testMuster geprüft werden können.
8. Ermittle den Fehlerwert (Abweichung zwischen erwartetem und berechnetem Ergebnis).



[CC BY SA 4.0](#)  
 Ausgenommen sind einzeln  
 gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
 siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
 am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

**BERLIN**



## Aufgaben

9. Bei der klassischen algorithmischen Programmierung werden nach einer Analysephase die entsprechenden Regeln in der Software entwickelt. Beim Machine Learning dagegen werden diese Regeln aus den Daten abgeleitet. Bewerte auf diesem Hintergrund die Bedeutung der Daten für Machine Learning.
10. Beschreibe wie bei der klassischen algorithmischen Programmierung und Machine Learning das Expertenwissen in die Problemlösung einfließt.
11. Jährlich erkranken in Deutschland (ca. 80 Mio. Einwohner) ca. 70000 Menschen an Brustkrebs. Eine KI erkennt mit einer Sicherheit von 99,9% auf Röntgenbildern Brustkrebs. Bewerte die Eignung der KI zur Brustkrebsvorsorge.
12. Aufgrund der Vielzahl der Bewerber in einer großen IT-Firma soll eine KI die Bewerber auswählen, die zu einem Vorstellungsgespräch eingeladen werden. Als Trainingsdaten dienen die besten Mitarbeiter der Firma.  
Zur großen Überraschung sind alle eingeladenen Bewerber jung, männlich und weiß. Die Gleichstellungsbeauftragte der Firma bricht daraufhin den Bewerbungsprozess mit der Begründung ab: „*Künstliche Intelligenzen sind rassistisch.*“ Bewerte diese Einschätzung und begründe Deine Antwort.
13. Stelle dar, wie man verhindern kann, dass eine KI rassistische Entscheidungen trifft.



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## C Bezug zum Rahmenlehrplan

### C1 Didaktischer Kommentar

Ziel der Aufgabe ist es, den Schülern einen Einstieg in die Programmierung von Neuronalen Netzwerken (NN) zu ermöglichen. Erst die eigene Programmierung eines NN ermöglicht den Schülern ein vertieftes Verständnis für die Funktion, Möglichkeiten und Risiken von KI.

Der Code ist so einfach wie möglich gehalten, damit der Einstieg in die Programmierung mit TensorFlow leicht fällt und auch im Informatikunterricht der Sek I möglich ist. Der Code bietet Anknüpfungspunkte zum Arbeiten mit Schleifen, if-Abfragen und Listen und lässt sich somit auch für den Anfängerunterricht einsetzen. Die Aufgabe ist skalierbar, d.h. sie kann um eigene Ideen (z.B. Datensätze, Problemstellungen) erweitert werden und sie kann somit Basis für eigene Projekte sein.

Nicht zuletzt ist mit der Thematisierung von KI ein Ausblick auf die Auswirkungen von KI auf die eigene Lebenswelt der Schüler möglich und somit ist die Aufgabe auch im Bereich Informatik und Gesellschaft zu verorten.

Lernvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die SuS können einfache Algorithmen in Python programmieren.</li> <li>• oder: besitzen vertiefte Programmierkenntnisse in einer anderen Programmiersprache</li> <li>• Die SuS können mit Variablen umgehen.</li> <li>• Die SuS haben eine grundlegende Vorstellung von Algorithmen und Datenstrukturen.</li> <li>• Die SuS können eine IDE benutzen.</li> </ul>
---------------------	--

### C2 Bezüge zum Rahmenlehrplan Informatik

Kompetenzen	Standards (Die Schülerinnen und Schüler können....)
Mit Fachwissen umgehen	<p>Bezug zum RLP Sek I:</p> <p><b>Kompetenzbereich:</b> Informatisches Modellieren</p> <p><b>Kompetenz:</b> Informatische Modelle analysieren und bilden</p> <p><b>Standard F:</b> informatische Modelle als reduzierte</p>



## C Bezug zum Rahmenlehrplan



	<p>Abbildung der realen Welt beschreiben und beurteilen  <b>Standard G:</b> ein Modell selbst erstellen</p>
Erkenntnisse gewinnen	Die SuS können Modelle selbst erstellen und mit NN umgehen.
Kommunizieren	<p>Bezug zum RLP Sek I:  <b>Kompetenzbereich:</b> Kommunizieren und Kooperieren – Teamarbeit organisieren und koordinieren  <b>Kompetenz:</b> Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren  <b>Standard G:</b> adressatengerecht mit Softwareunterstützung präsentieren</p>
Bewerten	<p>Bezug zum RLP Sek I:  <b>Kompetenzbereich:</b> Informatisches Modellieren  <b>Kompetenz:</b> Informatische Modelle analysieren und bilden  <b>Standard F:</b> informatische Modelle als reduzierte Abbildung der realen Welt beschreiben und beurteilen  <b>Standard H:</b> beurteilen, ob das selbst erstelle Modell problemadäquat ist</p>

Unterrichtsfach	Informatik
Jahrgangsstufe/n	Sek I: 10 Sek II: IN-3
Niveaustufe/n	<p><b>Bezug zum RLP Sek I:</b></p> <p><b>Kompetenzbereich:</b> Informatisches Modellieren  <b>Kompetenz:</b> Informatische Modelle analysieren und bilden  <b>Standard F:</b> informatische Modelle als reduzierte Abbildung der realen Welt beschreiben und beurteilen  <b>Standard G:</b> ein Modell selbst erstellen  <b>Standard H:</b> beurteilen, ob das selbst erstelle Modell problemadäquat ist</p>



CC BY SA 4.0  
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

BERLIN



## C Bezug zum Rahmenlehrplan



	<b>Bezug zum RLP Sek II:</b> 3. Kurshalbjahr (IN-3) Grundlagen der Informatik und Vertiefungsgebiet: V5 Künstliche Intelligenz
Zeitrahmen	<b>1 Doppelstunde:</b> Motivierender Einstieg + Theorie <b>2 Doppelstunde:</b> Beispiel / Programmierung <b>3. Doppelstunde:</b> Beispiel / Programmierung, Reflexion
Thema	

Kontext	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beruf und Arbeitswelt</li> <li>• Überwachung</li> <li>• Robotik</li> <li>• autonome Agenten</li> <li>• Gesellschaft</li> </ul>
Schlagwörter	Programmierung, Informatik und Gesellschaft, Informatiksystem verstehen, Problemlösen, mit Informationen umgehen, Modellbildung, künstliche Intelligenz, KI, Deep Learning, DL, TensorFlow, Keras, Python, Daten

## C3 Bezüge zum Basiscurriculum Medienbildung<sup>1</sup>

<b>Standards des BC Medienbildung</b>	Die Schülerinnen und Schüler können ...
Präsentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsergebnisse vorstellen</li> <li>• Reflektierter Technologieeinsatz</li> </ul>
Reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chancen und Risiken von Geschäftsaktivitäten im Internet untersuchen und Schlussfolgerungen für eigene Geschäftsaktivitäten ziehen.</li> <li>• Die Möglichkeiten und Methoden medialer Manipulation exemplarisch analysieren.</li> <li>• An aktuellen und historischen Beispielen den ökonomischen und politischen Einfluss von Medien(-konzernen) auf Meinungsbildungsprozesse in der Gesellschaft exemplarisch analysieren.</li> </ul>

<sup>1</sup> vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 15-22, Berlin, Potsdam 2015



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

BERLIN



#### C4 Bezüge zu übergreifenden Themen<sup>2</sup>

Berufs- und Studienorientierung	Dataanalyst, Data Scientist, , Machine Learning Engineer, Softwareentwickler
Verbraucherbildung	Präsenz von neuronalen Netzen in alltäglichen Geräten, Anwendungen

#### C5 Bezüge zu anderen Fächern:

- Biologie: Aufbau und Verhalten eines Neurons, DNA Analyse mit NN
- Physik: Handhaben großer Datenmengen
- Mathematik: Modellieren von Aktivierungsfunktionen
- Gesellschaftswissenschaften: Einsatz von NN in Medizin, Interaktion von NN und Menschen

---

<sup>2</sup> vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 24ff, Berlin, Potsdam 2015



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



## D Anhang

### D1 „Material“ für den Einsatz dieser Lernaufgabe

- Für SchülerInnen Python IDE (derzeit April 2021 ab Version 3.8, 64 Bit) mit installierter TensorFlow (ab 2.0) Bibliothek

### D2 Musterlösung der Lernaufgabe und Hinweise

1. Für die Entwicklung mit TensorFlow hat sich Spyder bewährt.
2. Das NN liefert immer nur eine Annäherung an das erwartete Ergebnis. Z.B.  $3^* 22 = 66$  das NN ermittelt aber: 65.13508
3. Durch das Lernen mit Gewichten und der graduellen Gewichtsänderung in jedem Lernschritt in Abhängigkeit von einer Lernrate wird das globale Fehlerminimum immer nur angenähert.
4. Je mehr Trainingsdaten vorhanden sind umso weniger Epochen werden benötigt um das NN zu trainieren.
5. Beispiele für trainierbare Muster:

```
# +1
inputMuster = [1,2,4]
outputMuster = [2,3,5]

# -1
inputMuster = [1,2,4]
outputMuster = [0,1,3]

# *11
inputMuster = [4,2,1]
outputMuster = [44,22,11]
```

Sollte beim Training wieder erwarten der *loss value* immer weiter ansteigen kann es helfen, die Daten zu normalisieren oder die *loss function* zu ändern (s.u.)



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



6. Je größer die Anzahl der Epochen ist umso genauer ist üblicherweise das vom NN ermittelte Ergebnis.

<b>Epochen</b>	<b>Loss (beispielhaft)</b>
1	67.0646
5	1.576
10	0.3907
100	0.3339
200	0.0222

7. Eine Schleife um die Zeilen 16/17 erlaubt das Testen mit vielen Werten.

```
# Model mit vielen Werten testen
test = 1
while test < 20:
    testMuster = [test]
    print(model.predict(testMuster))
    test = test + 1
```

8. Der Fehlerwert berechnet sich als Abstand des erwarteten Ergebnis vom durch das NN ermittelten Ergebnis. Die Codezeilen 16/17 könnten folgendermaßen erweitert werden:

```
# Fehlerwert Berechnung
testMuster = [22]
vorhersage = model.predict(testMuster)
fehlerwert = (22*3) - vorhersage
print("Vorhersage =", vorhersage, " Fehlerwert =", fehlerwert)
```



## Normalisierung

- Sollten die Fehlerwerte während des Trainings immer größer anstatt kleiner werden ist der erste Schritt zur Problemlösung die Trainingsdaten zu normalisieren.
- Hintergrund: NN werden üblicherweise nur mit Zahlen zwischen 0 und 1 trainiert. Mit anderen Zahlen kann es zu Problemen kommen
- Ab Codezeile 6 könnte eine Normalisierung so programmiert werden:

```
# Normalisieren der Daten
if max(inputMuster) > max(outputMuster):
    maxWert = max(inputMuster)
else:
    maxWert = max(outputMuster)

inputMuster = [i / maxWert for i in inputMuster]
outputMuster = [i / maxWert for i in outputMuster]
```

## Loss Functions

- Das Wechseln der *loss function* kann bessere Ergebnisse liefern. Welche *loss function* man auswählt beruht auf Erfahrung und auf Versuch und Irrtum.
- Es empfiehlt sich hier den Aufbau der TensorFlow API [www.tensorflow.org/api\\_docs/python/tf/all\\_symbols](http://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/all_symbols) zu thematisieren.
- Weitere *loss functions* finden sich hier:  
[www.tensorflow.org/api\\_docs/python/tf/keras/losses](http://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/losses)
- Bsp. Änderung in Codezeile 10:

```
model.compile(optimizer='sgd', loss='mean_absolute_error')
```



[CC BY SA 4.0](#)  
 Ausgenommen sind einzeln  
 gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
 siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
 am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

**BERLIN**



### D3 Quellen / Lektüreliste zum Weiterlesen

- [2019] Machine Learning. Intelligente Maschinen im Projekt »Medien in die Schule« Materialien für den Unterricht. Hrsg: Freiwillige Selbstkontrolle Multimedia-Dienstanbieter, Google Zukunftswerkstatt ([CC BY SA 4.0](https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule_MachineLearning.pdf)), [https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien\\_in\\_die\\_Schule\\_MachineLearning.pdf](https://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule_MachineLearning.pdf)
- Dr. Daniel JANSSEN [2020]: Machine Learning in der Schule. Eine praxisorientierte Einführung in künstliche neuronale Netze, Gesichtserkennung und Co., Hrsg: Science on Stage Deutschland e. V. ([CC BY SA 4.0](https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule_2.auflage.pdf)), [https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule\\_2.auflage.pdf](https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/machine-learning-in-der-schule_2.auflage.pdf)
- LINDNER Annabel, Stefan SEEGERER AI Unplugged. Wir ziehen künstlicher Intelligenz den Stecker: Hrsg: Professur für Didaktik der Informatik Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg ([CC BY NC 3.0](https://www.aiunplugged.org/german.pdf))  
<https://www.aiunplugged.org/german.pdf>  
*Für den unterrichtlichen Einsatz von KI ohne Computer.*
- DERU, Matthieu, Alassane NDIAYE [2019] Deep Learning mit TensorFlow, Keras und TensorFlow.js  
*Einführendes Buch mit vielen praktischen Beispielen.*
- RASHID, Tariq [2016]: Neuronale Netze selbst programmieren  
*Autor verfolgt einen anderen Ansatz und programmiert Schritt für Schritt ein eigenes neuronales Netzwerk in Python ohne TensorFlow.*
- RUSELL, Stuart, Peter NORVIG [2016]: Artificial Intelligence.  
*Grundlagen zu KI, sehr akademisch*
- TEGMARK, Max [2019]: Leben 3.0, Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz  
*Überraschendes und Nachdenkliches zu KI. Als Bettlektüre geeignet.*



[CC BY SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



**D4 Bildnachweise**

<b>Bildtitel</b>	<b>Seite</b>	<b>Quelle</b>
[B0]	1/52, 16, 23, 24, 25, 26	„E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA4.0</a> , Lernaufgabe "KI im Unterricht"
[B1]	10, 14	"Feb 5, 2009 - Grey Wolf", Dennis from Atlanta, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/e9ca0d87-a6ae-4b66-9c03-ae806dda713e">https://search.creativecommons.org/photos/e9ca0d87-a6ae-4b66-9c03-ae806dda713e</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/89116575@N00/3260507529">https://www.flickr.com/photos/89116575@N00/3260507529</a>
[B2]	10, 14	"File:Beringian wolves diorama.jpg", William Harris, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/c97043ba-9fce-403f-958d-a4c88af2b25a">https://search.creativecommons.org/photos/c97043ba-9fce-403f-958d-a4c88af2b25a</a>  <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57085970">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57085970</a>
[B3]	10, 14	"Drift", Katie@!, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/de311eee-b745-4802-8bc2-f42a4df2e34e">https://search.creativecommons.org/photos/de311eee-b745-4802-8bc2-f42a4df2e34e</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/62223337@N00/2125990814">https://www.flickr.com/photos/62223337@N00/2125990814</a>
[B4]	10, 14	"Winter Wolf iPhone wallpaper", xploitme, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/c78c6b2b-b38c-4f3d-b9a3-24b9b642c36c">https://search.creativecommons.org/photos/c78c6b2b-b38c-4f3d-b9a3-24b9b642c36c</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/45928872@N08/4272568627">https://www.flickr.com/photos/45928872@N08/4272568627</a>
[B5]	10, 14	"Timber Wolves Fighting", Martin Cathrae, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/fb9146a7-8755-4d70-">https://search.creativecommons.org/photos/fb9146a7-8755-4d70-</a>



[CC BY SA 4.0](#)  
Ausgenommen sind einzeln  
gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie:

**BERLIN**



Bildtitel	Seite	Quelle
		<a href="#">8f45-a55824fbebbc</a> <a href="https://www.flickr.com/photos/34067077@N00/6980791925">https://www.flickr.com/photos/34067077@N00/6980791925</a>
[B6]	10, 14	<p>"Angry Kane", Katie@!, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a>,        Abgerufen: 7.01.2021  <a href="https://search.creativecommons.org/photos/1632b573-ec39-490b-8aab-1d6d9030f3bf">https://search.creativecommons.org/photos/1632b573-ec39-490b-8aab-1d6d9030f3bf</a></p> <p><a href="https://www.flickr.com/photos/62223337@N00/2125992386">https://www.flickr.com/photos/62223337@N00/2125992386</a></p>
[B7]	10, 14	<p>"130413_Wen_odfw", Oregon Department of Fish &amp; Wildlife,        Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a>,        Abgerufen: 7.01.2021  <a href="https://search.creativecommons.org/photos/ae496e13-4c57-4836-93a0-f5081cb2dd14">https://search.creativecommons.org/photos/ae496e13-4c57-4836-93a0-f5081cb2dd14</a></p> <p><a href="https://www.flickr.com/photos/39743308@N07/16674010473">https://www.flickr.com/photos/39743308@N07/16674010473</a></p>
[B8]	10, 14	<p>"Timber Wolf", Martin Cathrae, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a>,        Abgerufen: 7.01.2021  <a href="https://search.creativecommons.org/photos/260aa0d7-a7e3-4ba5-9a77-554e8a61bf95">https://search.creativecommons.org/photos/260aa0d7-a7e3-4ba5-9a77-554e8a61bf95</a></p> <p><a href="https://www.flickr.com/photos/34067077@N00/6980789329">https://www.flickr.com/photos/34067077@N00/6980789329</a></p>
[B9]	10, 14	<p>"dog", jmorgan, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a>,        Abgerufen: 7.01.2021  <a href="https://search.creativecommons.org/photos/f0ec92e5-c99c-4866-b8ee-257bed98fa54">https://search.creativecommons.org/photos/f0ec92e5-c99c-4866-b8ee-257bed98fa54</a></p> <p><a href="https://www.flickr.com/photos/68776313@N00/5164287">https://www.flickr.com/photos/68776313@N00/5164287</a></p>
[B10]	10, 14	<p>"dog+steak=awesome", eschipul, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a>,        Abgerufen: 7.01.2021  <a href="https://search.creativecommons.org/photos/5575b3e5-df3d-4d97-a465-bd0e3753084a">https://search.creativecommons.org/photos/5575b3e5-df3d-4d97-a465-bd0e3753084a</a></p> <p><a href="https://www.flickr.com/photos/16638697@N00/4442330781">https://www.flickr.com/photos/16638697@N00/4442330781</a></p>



Bildtitel	Seite	Quelle
[B11]	10, 14	"Dog", Alex Tyrey, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/bf2ebf9a-70c7-487b-952a-2869c23646f9">https://search.creativecommons.org/photos/bf2ebf9a-70c7-487b-952a-2869c23646f9</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/116854444@N05/16657637135">https://www.flickr.com/photos/116854444@N05/16657637135</a>
[B12]	10, 14	"dog", jeff_ro is licensed, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/8100677c-e645-40c7-8dc1-f8c67bdd0433">https://search.creativecommons.org/photos/8100677c-e645-40c7-8dc1-f8c67bdd0433</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/60968619@N05/6312937936">https://www.flickr.com/photos/60968619@N05/6312937936</a>
[B13]	10, 14	"The dog", elsamuko, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/b605237a-4358-4b9c-b76b-2b377fde6127">https://search.creativecommons.org/photos/b605237a-4358-4b9c-b76b-2b377fde6127</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/28653536@N07/6782796389">https://www.flickr.com/photos/28653536@N07/6782796389</a>
[B14]	10, 14	"Dog chillin' with red sunglasses", rollanb, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 05.05.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/b8915450-c5b3-4a92-bf67-7f73e0477d80">https://search.creativecommons.org/photos/b8915450-c5b3-4a92-bf67-7f73e0477d80</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/25866036@N05/3545177630">https://www.flickr.com/photos/25866036@N05/3545177630</a>
[B15]	10, 14	"Smiling Dog", Adam Greig, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/ce828319-b9e4-4976-80c8-6b9be59e164f">https://search.creativecommons.org/photos/ce828319-b9e4-4976-80c8-6b9be59e164f</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/7320302@N07/421056393">https://www.flickr.com/photos/7320302@N07/421056393</a>
[B16]	10, 14	"Dog in a Shelter", spotreporting, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/c769a706-e8a2-49c9-a35b-d97bb1c0b4f6">https://search.creativecommons.org/photos/c769a706-e8a2-49c9-a35b-d97bb1c0b4f6</a>



Bildtitel	Seite	Quelle
		<a href="https://www.flickr.com/photos/29792566@N08/5245317540">https://www.flickr.com/photos/29792566@N08/5245317540</a>
[B17]	11	"Mi perra Heura observando los patos - Dog Heura observing ducks", ferran pestaña, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/0d1d5b38-10d3-47d7-962c-ee137a190c7d">https://search.creativecommons.org/photos/0d1d5b38-10d3-47d7-962c-ee137a190c7d</a> <a href="https://www.flickr.com/photos/57956171@N00/249920052">www.flickr.com/photos/57956171@N00/249920052</a>
[B18]	12	"Sausage Dog", Eva Rinaldi Celebrity Photographer, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/4b2bef1c-b522-4a02-8e65-1a733946656d">https://search.creativecommons.org/photos/4b2bef1c-b522-4a02-8e65-1a733946656d</a> <a href="https://www.flickr.com/photos/58820009@N05/6719107007">https://www.flickr.com/photos/58820009@N05/6719107007</a>
[B19]	13, 14	"Cute Pug Easter Bunny Costume", DaPuglet, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> . Abgerufen: 7.01.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/4169ca0c-6232-49fa-a485-2eb5fe4bc775">https://search.creativecommons.org/photos/4169ca0c-6232-49fa-a485-2eb5fe4bc775</a> <a href="https://www.flickr.com/photos/43810158@N07/8507910835">https://www.flickr.com/photos/43810158@N07/8507910835</a>
[B20]	25	"fat cat", cuatrok77, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> . Abgerufen: 15.01.2020 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/0ab7ce1c-e8c0-4c09-8ab3-ced11728b17e">https://search.creativecommons.org/photos/0ab7ce1c-e8c0-4c09-8ab3-ced11728b17e</a> <a href="https://www.flickr.com/photos/69573851@N06/7158001813">https://www.flickr.com/photos/69573851@N06/7158001813</a>
[B21]	17	„Wumpus und Straße“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“
[B22]	18	"World Class Traffic Jam", joiseyshowaa, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 05.05.2021 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/c52cdd25-e8ec-4a77-8653-75424dd5e4d1">https://search.creativecommons.org/photos/c52cdd25-e8ec-4a77-8653-75424dd5e4d1</a>



Bildtitel	Seite	Quelle
		<a href="https://www.flickr.com/photos/30201239@N00/2402764792">https://www.flickr.com/photos/30201239@N00/2402764792</a>
[B23]	30	Abbildungstitel: Entwicklung der Künstlichen Intelligenz, In: Teich, I.: Meilensteine der Entwicklung Künstlicher Intelligenz. <i>Informatik Spektrum</i> <b>43</b> , 276–284 (2020). Abgerufen: 05.05.2021 Open Access. Dieser Artikel wird unter der <a href="#">CC BY4.0</a> veröffentlicht, <a href="https://doi.org/10.1007/s00287-020-01280-5">https://doi.org/10.1007/s00287-020-01280-5</a>
[B24]	21	"File:Neuron-no labels.png", Selket, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 3.0</a> , Abgerufen: 12.01.2020 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/7ec60f0d-1a12-4f2a-add3-d135e5a0a7a7">https://search.creativecommons.org/photos/7ec60f0d-1a12-4f2a-add3-d135e5a0a7a7</a>  <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1622806">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1622806</a>
[B25]	20	"Multidendritic sensory neurons", balapagosis, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 2.0</a> , Abgerufen: 12.01.2020 <a href="https://search.creativecommons.org/photos/243f7ace-2d8e-41d7-8f62-e855055a5cfa">https://search.creativecommons.org/photos/243f7ace-2d8e-41d7-8f62-e855055a5cfa</a>  <a href="https://www.flickr.com/photos/29945479@N07/3017618545">https://www.flickr.com/photos/29945479@N07/3017618545</a>
[B26]	11, 12, 13	„In-Out“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“
[B27]	10	[B27]: „Wölfe und Hunde“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“ unter Verwendung weiterer Quellen [B1], [B2], [B3], [B4], [B5], [B6], [B7], [B8], [B9], [B10], [B11], [B12], [B13], [B14], [B15], [B16], siehe Bildnachweis
[B28]	14	„Hund kein Wolf“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“ unter Verwendung weiterer Quellen [B1], [B2], [B3], [B4], [B5], [B6], [B7], [B8], [B9], [B10], [B11], [B12], [B13], [B14], [B15], [B16], siehe Bildnachweis
[B30]	18	„Wumpus in Indien“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“ unter Verwendung weiterer Quellen [B22] siehe Bildnachweis



CC BY SA 4.0  
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.



Bildtitel	Seite	Quelle
[B31]	21	„Neuron“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 3.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“ unter Verwendung weiterer Quellen [B24] siehe Bildnachweis
[B32]	22, 35/52	„Neuron E-V-A“, Alexander Schindler, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“
[B33]	27, 36/52	“Densely Connected“, Dr. Annette Bobrik, Lizenz <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“
[B34]	28, 35/52	“LernenDurchGewichtsänderung“, Dr. Annette Bobrik, <a href="#">CC BY-SA 4.0</a> , Lernaufgabe „KI im Unterricht“



[CC BY SA 4.0](#)  
 Ausgenommen sind einzeln  
 gekennzeichnete Inhalte/Elemente,  
 siehe Quellen- und Lizenzhinweise  
 am Ende des Dokuments.

iMINT Akademie Fachset Informatik  
 Lernaufgabe „KI Programmieren im Unterricht“  
 A. Bobrik, A. Schindler [Lizenz CC BY-SA 4.0](#), ebenda

Stand: 30.03.2022

Senatsverwaltung  
 für Bildung, Jugend  
 und Familie:

**BERLIN**

