

Bildquelle: [Volvo cars](https://www.volvocars.com)

Künstliche Intelligenz (KI) in Schulen

Projekt: Calliope-Rennspiel

Wissen zu Künstlicher Intelligenz spielerisch in die Schulen bringen

- Projektbeschreibung und Hintergrundinformationen für Lehrkräfte -

Ferenc Hechler, Mirko Jelinek, Christian Schiller, Dirk Wolters



LIFE IS FOR SHARING.

[AI@SCHOOL](https://ai@school.de) – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](https://ai@school.de) - Seite 1

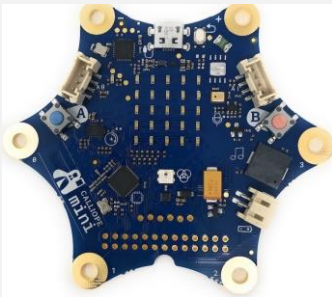
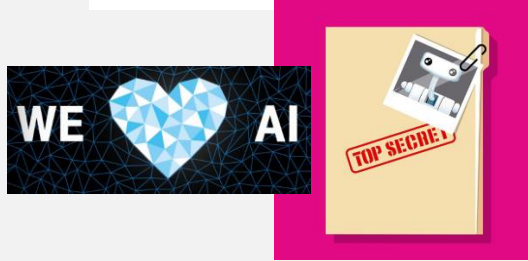


Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Einleitung

KI Leitlinie

9. Wir teilen und erklären.



- [KI Leitlinie 9 der Deutschen Telekom: Wir teilen und erklären](#)
- Das Deutsche Telekom [IT@School](#) Projekt „**Künstliche Intelligenz (KI) in Schulen**“ hat ein Workshopformat entwickelt, was Grundkenntnisse zum Thema KI spielerisch vermittelt
 - Geeignet für Mittel- und Oberstufe
 - Workshopformat kann flexibel angepasst werden an die Situation an einer Schule (Kenntnisstand Lehrkräfte und SuS)
- Das Projekt basiert auf dem verbreitet verfügbaren Lerncomputer **Calliope Mini**
 - Deutsche Telekom Anteil ist mit Technologie **Microsoft Makecode** entwickelt
 - Dank Kooperation mit dem **Fraunhofer Institut IAIS** kann der Workshop auch mit dem [Open Roberta Lab](#) verwendet werden
- Das Projekt wird **Open Source auf GitHub (Telekom OSS)** gestellt, um:
 - eine Verbreitung zu ermöglichen und via GitHub „Pull-Requests“ Mitarbeit zu fördern
 - eine Portierung zu anderen Hardware- und Software-Plattformen zu ermöglichen (z.B. andere Lerncomputer wie Microbit, Raspberry Pi; andere Technologien wie Scratch, ...)

Projektmaterial und Lizenz

- Die neueste Version des Projektmaterials liegt immer auf GitHub:
 - <https://github.com/telekom/ki-in-schulen> (Schulen in Deutschland)
- Lizenz für Dokumentation und Code
 - MIT (Code) und CC-BY-SA (Dokumentation)
- Primärkontakt für das Projekt:
 - Christian Schiller, Senior IT & Enterprise Architect & Data Scientist
 - Deutsche Telekom IT GmbH, Landgrabenweg 151, 53227 Bonn
 - Emailkontakt: christian.schiller@telekom.de
 - GitHub Kontakt: <https://github.com/c-a-schiller>
 - Instagram Kontakt: https://www.instagram.com/c_a_schiller
 - Twitter Kontakt: https://www.twitter.com/c_a_schiller



Inhalt dieses Dokuments

- Einführung und Überblick
- Details zum Workshopformat und Ideen zur Einbettung in ein Curriculum
- Software-Installation
- Durchführung verschiedener Workshop-Varianten
- SuS-fokussierte Präsentation zur Nutzung im Workshop



Einführung und Überblick



LIFE IS FOR SHARING.

[AI@SCHOOL](#) – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 5



Dieses Material steht unter der
Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe
unter gleichen Bedingungen 4.0 International.
Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Warum ist es wichtig, schon frühzeitig im Thema „Künstliche Intelligenz“ (KI) zu bilden?

- KI wird im IT-Bereich eine der **Basistechnologien** des 21. Jahrhunderts sein
- Basis von KI ist das sogenannte **Maschinelle Lernen**
- KI ist fundamental unterschiedlich zu klassischer Programmierung
 - Stochastisch statt deterministisch – ein **Paradigmenwechsel**
- KI ist schon im **Alltag** angekommen, sowohl **positiv** als auch **negativ**
 - Sprach-, Übersetzungs-, Bildverarbeitungs-Assistenten auf Smartphones
 - Robotik: Haushaltsroboter, Autonomes Fahren
 - Filterblasen & Meinungslenkung durch KI-Newsfeeds
 - Deep Fake News

Grundlagenwissen in Künstlicher Intelligenz
stärkt die Technologie- und Medienkompetenz!



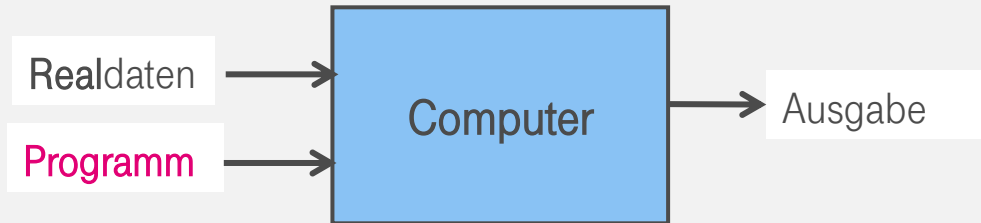
Workshopidee - Überblick

- Lernziel
 - Kinder lernen auf spielerische Art und Weise:
 - was “künstliche Intelligenz” ist: Einsatz von Algorithmen des **maschinellen Lernens**
 - den **gravierenden Unterschied** zwischen klassischer Programmierung von Computern und deren Programmierung mittels maschinellen Lernens
- KI-Workshop für Kinder
 - Kinder bringen in einem Workshop einem “autonomen Auto” das selbständige (autonome) Fahren bei, indem sie einen Calliope “künstlich intelligent” machen, sodass er autonom Hindernissen auf der Straße ausweichen kann
 - Dies zur Erhöhung der Motivation durch „Gamification“:
 - Kinder erzeugen Trainingsdaten für die KI mittels eines Autorennspiels auf der LED-Matrix des Calliope
 - Teams können gebildet werden, die gegeneinander antreten, das beste autonome Auto zu entwickeln
 - Wer das beste autonome Auto “programmiert” (trainiert), gewinnt



Der Paradigmenwechsel beim maschinellen Lernen

Klassische Programmierung

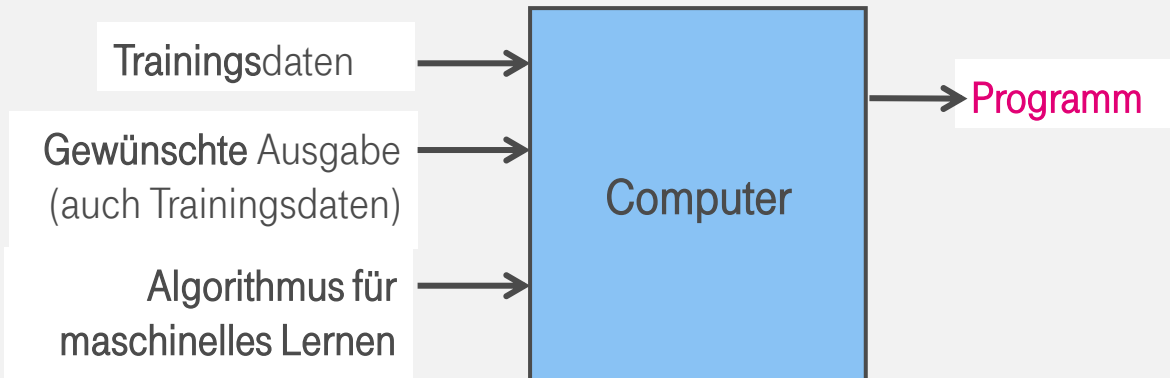


„Software 1.0“

100% deterministisches Verhalten
(vorhersagbares Verhalten)



Programmierung mittels maschinellen Lernens



„Software 2.0“

„100-X %“ → stochastisches Verhalten
(nur in einer **Bandbreite** von Wahrscheinlichkeiten
vorhersagbares Verhalten)

Inspiration: [Jason Brownlee](#)



LIFE IS FOR SHARING.

AI@SCHOOL – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 8



Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Natürliche Intelligenz

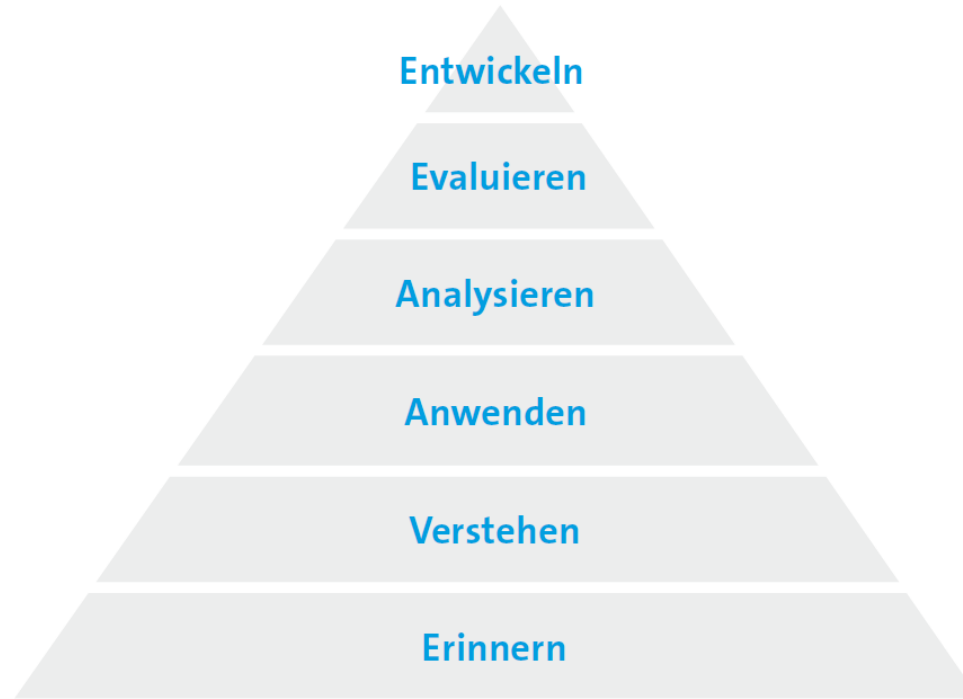
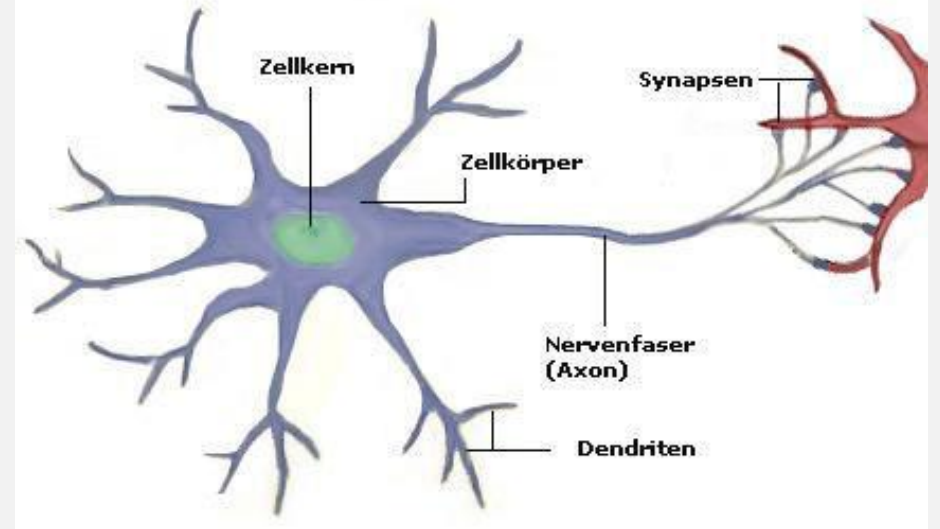


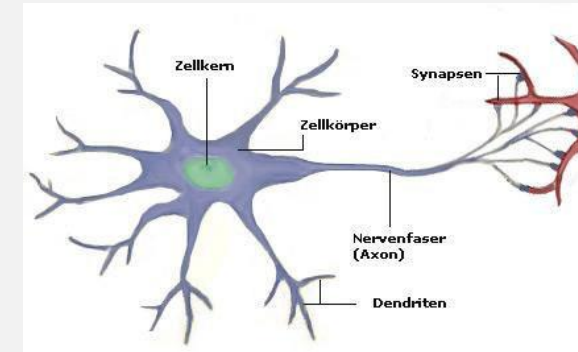
Abbildung 2: Hierarchische Klassifikation kognitiver Fähigkeiten²⁸



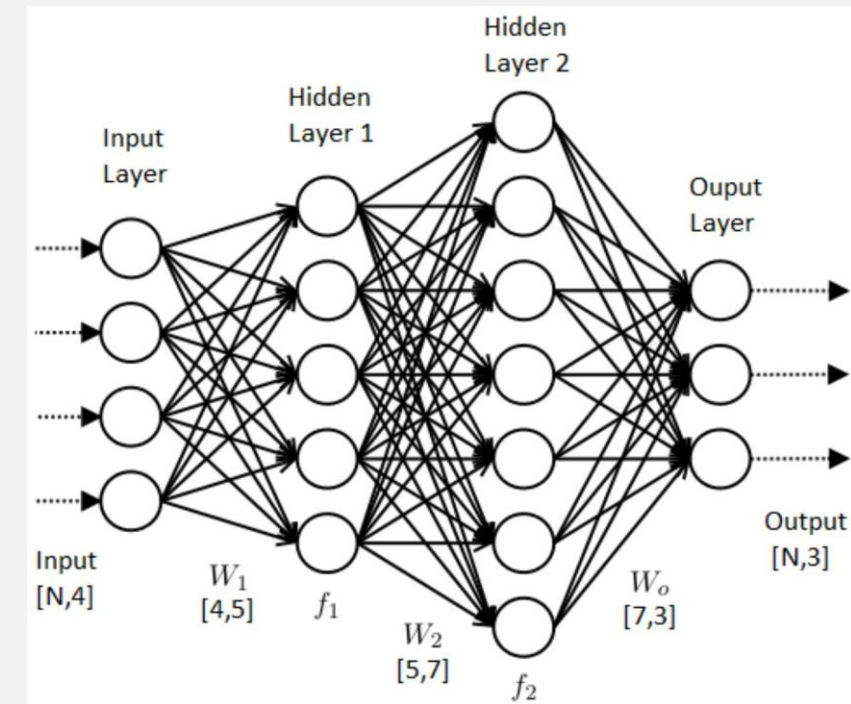
Künstliche „Intelligenz“

- Es gibt sehr **viele Varianten** des maschinellen Lernens, jede hat ihre Vor- und Nachteile
- Obwohl mathematisch relativ komplex, sind **künstliche neuronale Netzwerke (KNN)**, die von der Biologie des menschlichen Hirns inspiriert sind, die auch für Laien am eingängigsten zu erklärende Variante
- Stand heute sind KNN jedoch nur **sehr krude** Nachbildungen des menschlichen Hirns.
- Die resultierenden „Intelligenzen“ sind eher als „**Fachidioten**“ zu bezeichnen, die für ein klar umgrenztes Problemfeld genauso gut oder gar besser sein können als ein Mensch, aber noch lange nicht an die holistische menschliche Intelligenz heranreichen

Echte Neuronen



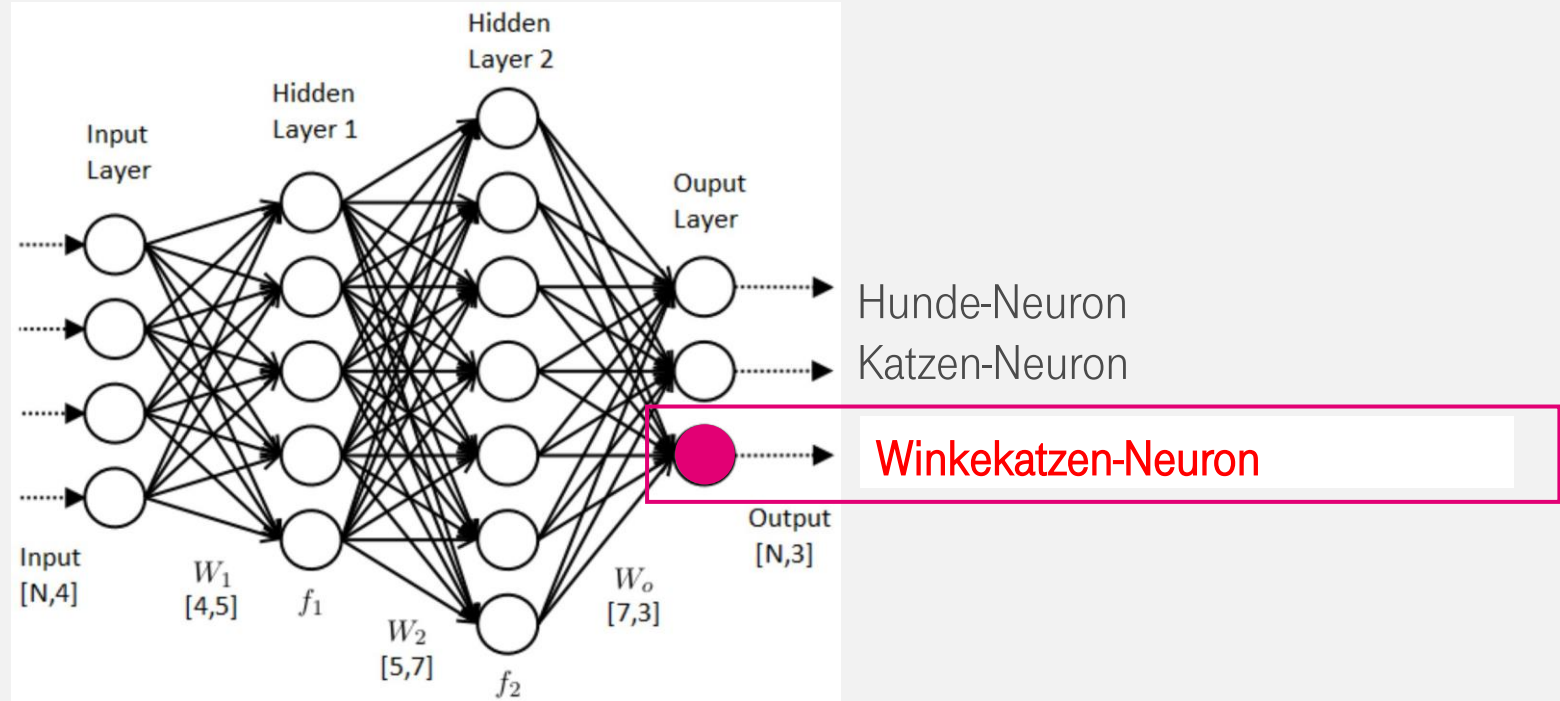
Künstliche Neuronen



KNN – grundsätzliche Funktionsweise



[Bildquelle](#)

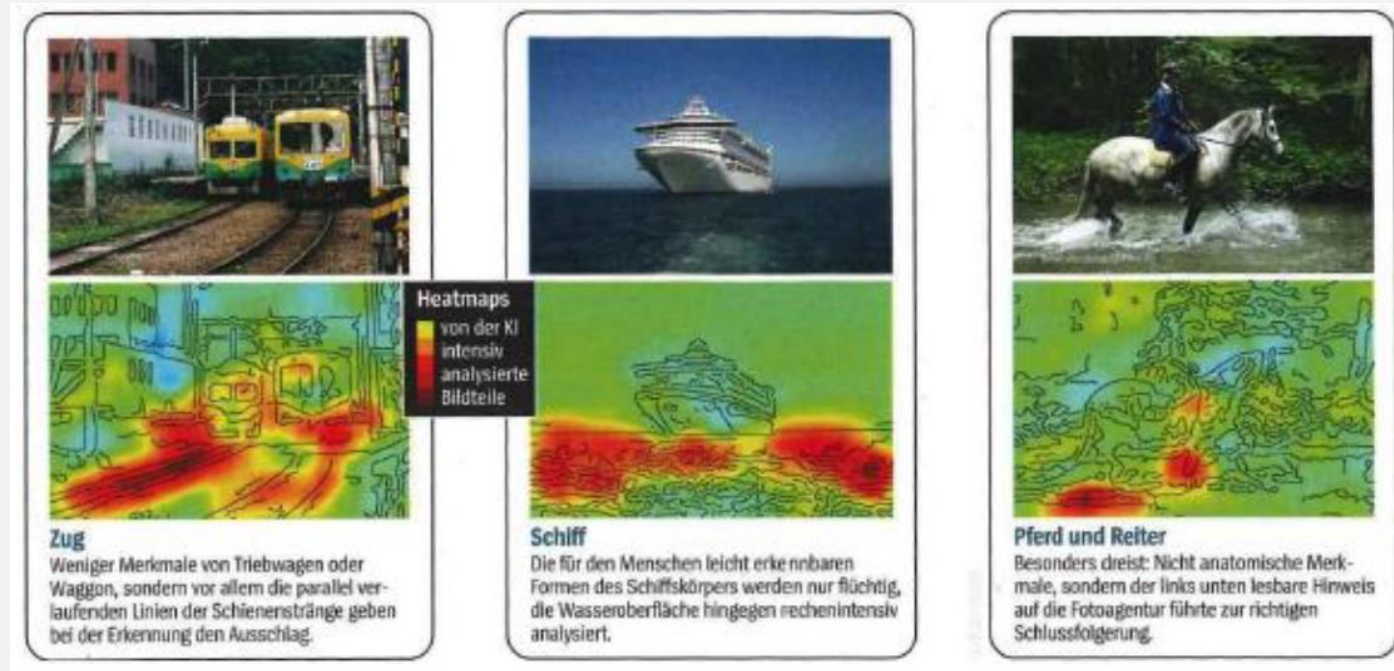


Bei einem angelernten/trainierten KNN sind die Gewichte der Neuronenverbindungen (W_x) so gesetzt (=angelernt/trainiert) worden, dass bei einem eingegebenen Winkekatzen-Bild Idealerweise immer das „Winkekatzen-Neuron“ aktiviert wird

KI „denkt“ ganz anders als der Mensch

(noch?) nicht vergleichbar mit natürlicher Intelligenz

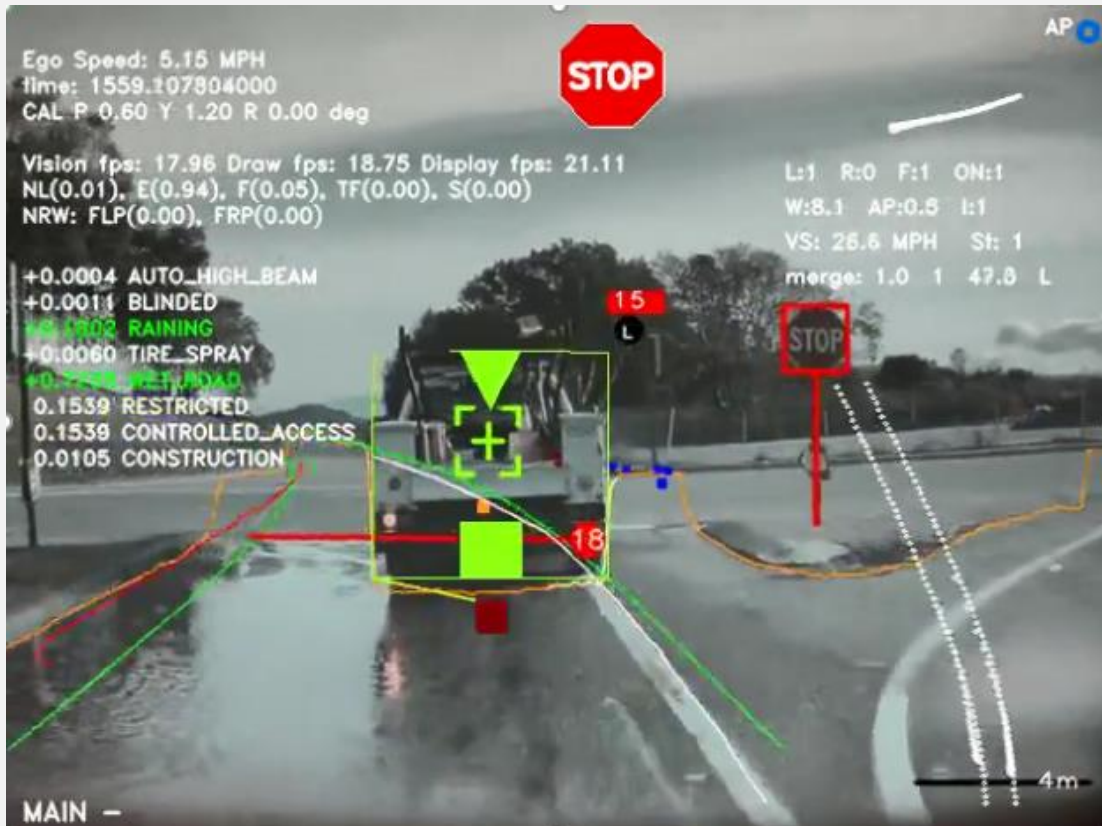
Quelle: Der Spiegel 33/10.08.2019, p. 101



- **Rot** hervorgehoben ist, woran eine einzelne angelernte KI Züge/Schiffe/Pferde+Reiter erkennt
(eine anders angelernte KI würde es anders erkennen!)
 - Züge → Gleise
 - Schiffe → Wasserflächen
 - Pferde+Reiter → Logo der Fotoagentur, die die Bilder bereit gestellt hat

Autonomes Fahren in der echten Welt

So “sieht” ein Tesla Autopilot die Verkehrssituation: <https://www.tesla.com/autopilotAI>



Standbild (für PDF)



Eingebettetes Video (für ODP)

Des Workshops Kern

Wir wollen auf dem Calliope Mini
selbst ein autonomes Auto entwickeln.

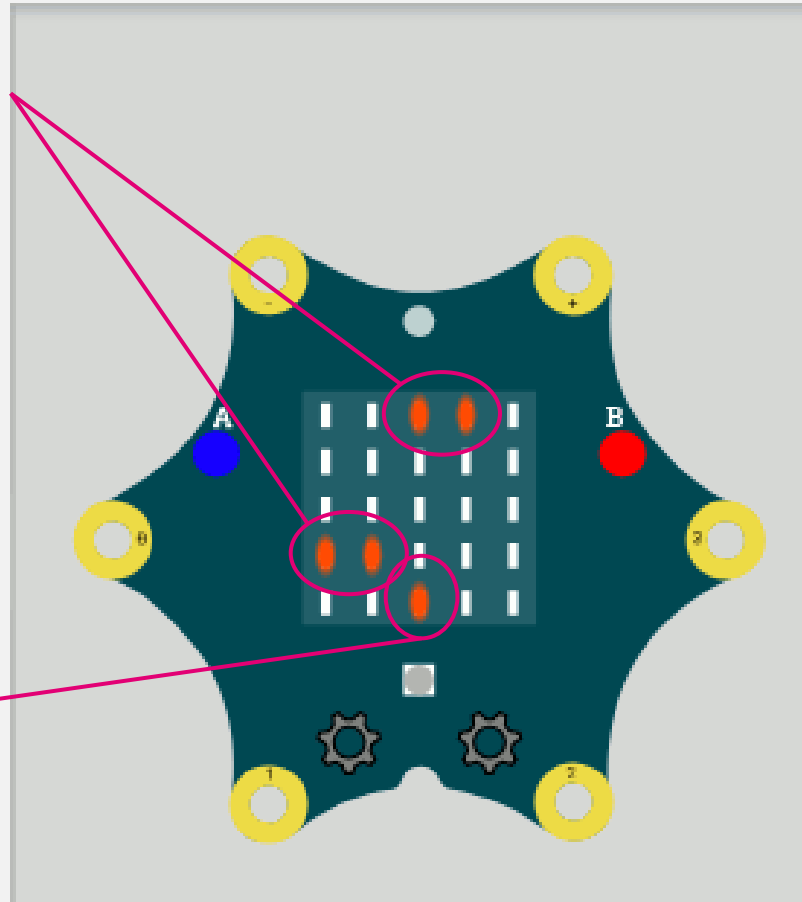
Wie geht das?



Autonomes Fahren auf dem Calliope Mini

Andere Verkehrsteilnehmer

Das autonome Auto



Die Straße



LIFE IS FOR SHARING.

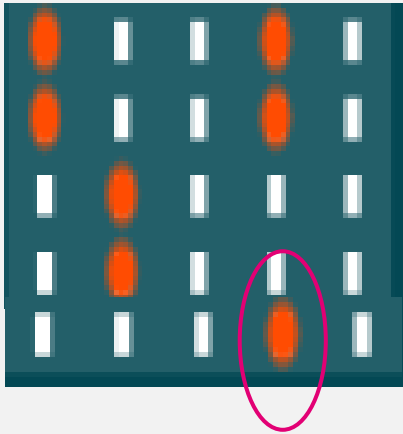


Vergleich Echte Welt mit unserem Workshop

(“Wow“-Effekt für die Schülerinnen und Schüler)

- Das „autonome Calliope-Auto“ hat im Vergleich mit der Realität nur wenig Komplexität zu bewältigen (links)
- Aber die Grundprinzipien der KI – maschinelles Lernen – sind genau die gleichen!
- Die KI-Ingenieure bei den Autokonzernen machen prinzipiell nichts anderes, müssen dabei „nur“ eine „etwas“ höhere Komplexität bewältigen (siehe Foto rechts)

Das „Calliope-Auto“
sieht das hier vor sich:

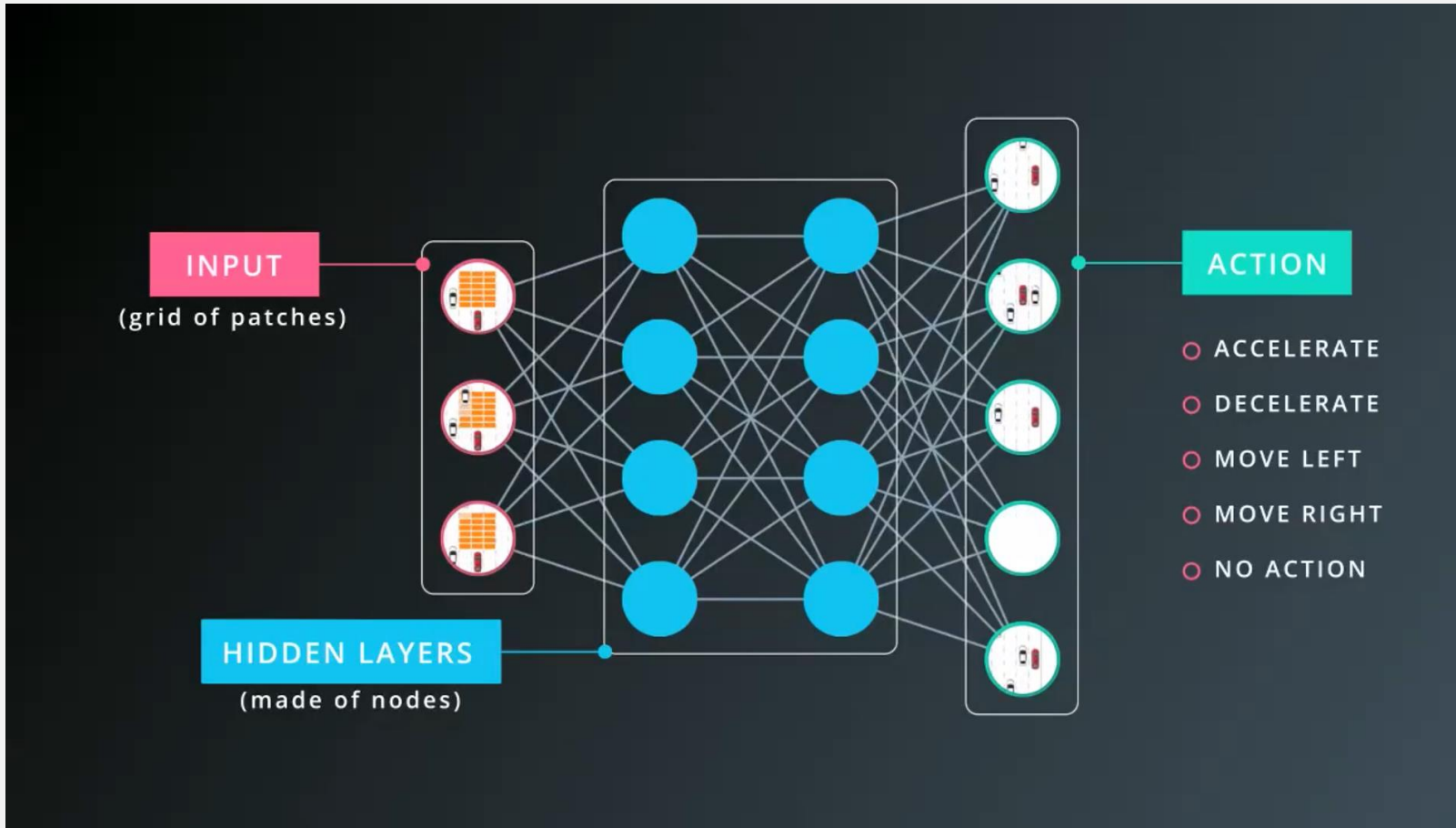


Dieser Pixel hier ist das
steuerbare „Calliope-Auto“

Ein echtes Auto
sieht sowas vor sich:

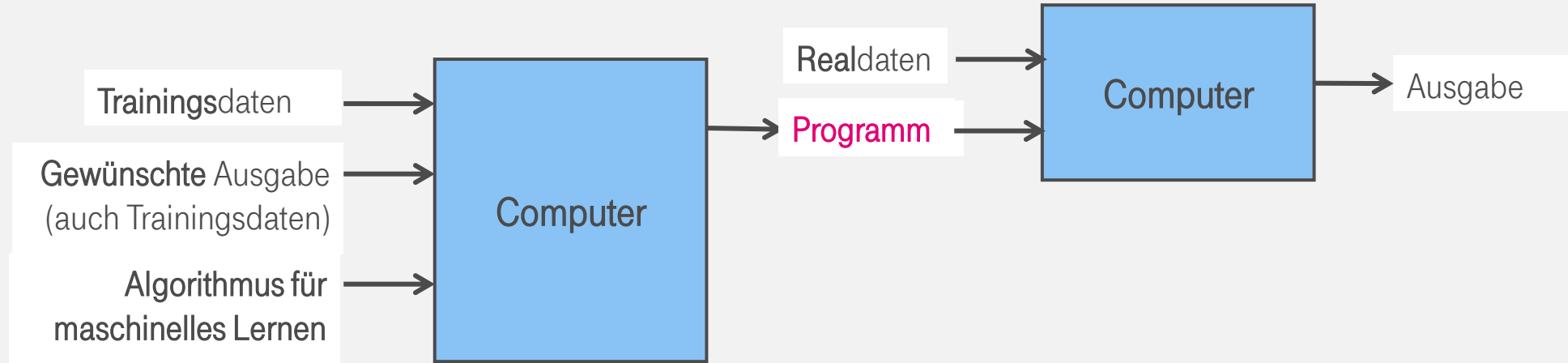


Verarbeitung des Calliope-Autorennspiels mit künstlichem neuronalen Netzwerk



Der Lernprozess für das „autonome Calliope-Auto“

Verknüpfung von klassischer Programmierung mit maschinellem Lernen



Trainingsdaten und gewünschte Ausgabe erzeugen

Programm erstellen mittels Algorithmus für maschinelles Lernen

Angeleiertes Programm ausführen

Anwendungs-
Perspektive

Testfahrten durchführen

Das künstliche Gehirn des autonomen Autos anlernen

Künstliches Gehirn übernimmt die Steuerung und muss „IQ-Test“ bestehen

Technische
Perspektive

Trainingsdaten sammeln

ML Modell trainieren

ML Modell anwenden und testen



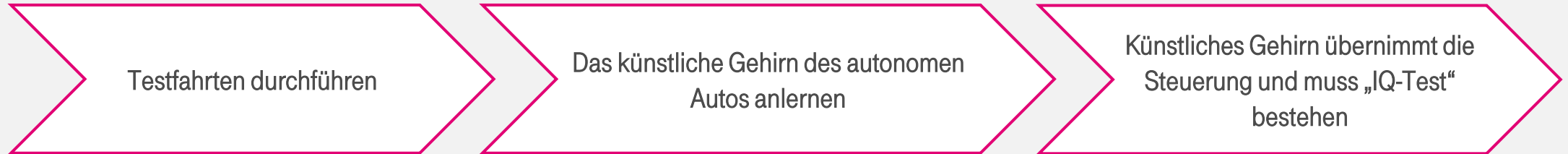
LIFE IS FOR SHARING.

[AI@SCHOOL](#) – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 18

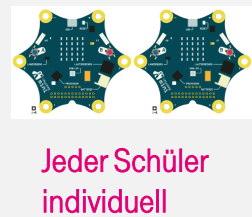


Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

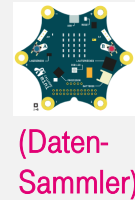
Unser Projekt unterstützt mehrere Varianten für den Lernprozess des „autonomen Calliope-Autos“



Variante 1A & 1B



ODER

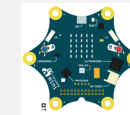


CSV



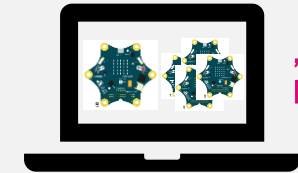
JSON

1A



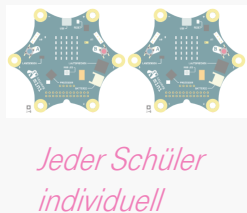
Pickle

1B

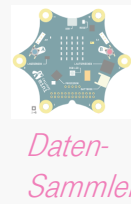


Variante 2

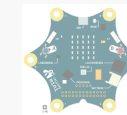
(noch in Entwicklung)



ODER



Zusätzlich zur Datensammlung
Lernt der Calliope ein eigenes
künstliches neuronales Netzwerk an



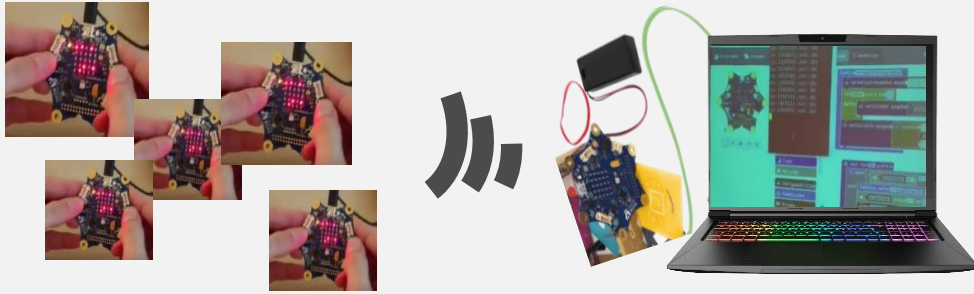
LIFE IS FOR SHARING.

AI@SCHOOL – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 19



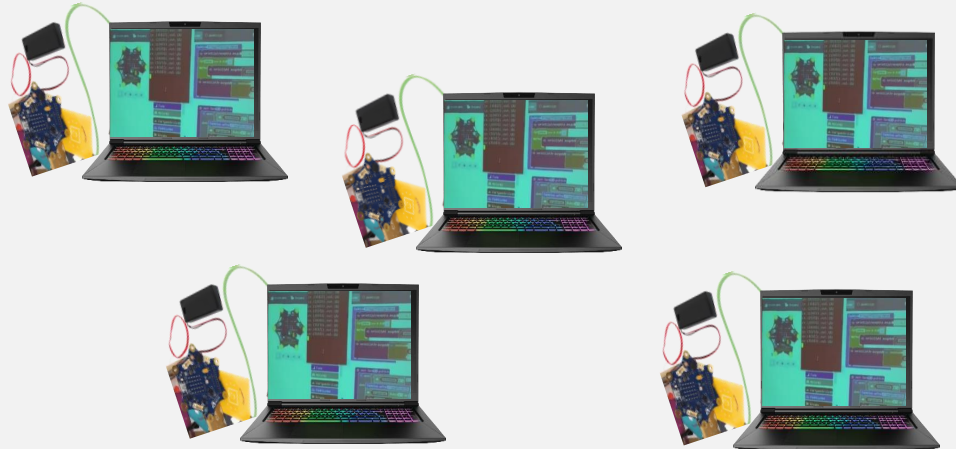
Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Unser Projekt unterstützt Workshop-Arten „Gruppenspiel“ und „Einzelspiel“



1. Gruppenspiel

- 5-6 Calliopes per Funk an einen Gruppenrechner mit per USB angeschlossenem Datensammler-Calliope
- Softwareinstallation nur auf Gruppenrechnern
- KI-IQ-Test pro Gruppe (Konsolidieren der Daten aller 5-6 Rennspiele)



2. Einzelspiel (Basis- und Expertenversion)

- 1 Calliope an einem Rechner per USB angeschlossen
- Softwareinstallation auf jedem Einzelrechner (jede/r SuS allein)
- KI-IQ-Test auf jedem Einzelrechner (jede/r SuS allein)
- **Basisversion:** Nur KI-Algorithmus “Neuronales Netzwerk”
- **Expertenversion:** Experimentieren mit anderen KI-Algorithmen

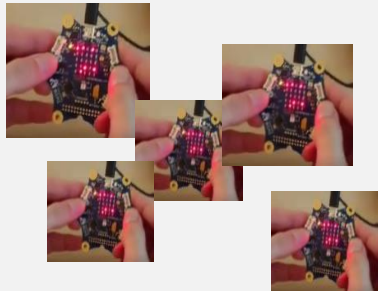
Gruppenspiel

empfohlen: 5-6 Gruppen mit 5-6 Rennspiel-Calliopes → 25-36 SuS

Ausführliche Anleitung für
Gruppenspiel:

<https://github.com/telekom/ki-in-schulen/blob/master/Calliope-Rennspiel/Dokumentation/Nutzeranleitung-Gruppenspielmodus.md>

Gruppe 1



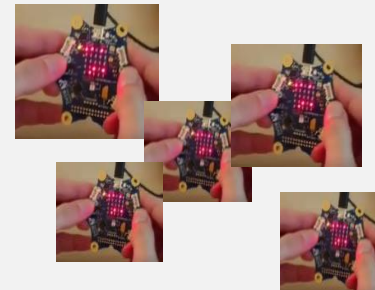
Rennspiel-Calliopes

Calliope-Funk
Kanal **1**



Datensammler-
Calliope per USB an Gruppen-Rechner

Gruppe 3



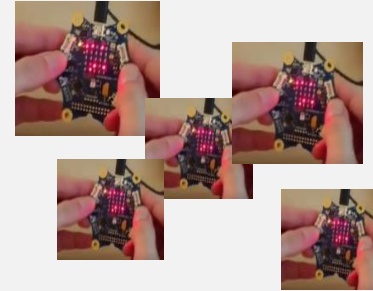
Rennspiel-Calliopes

Calliope-Funk
Kanal **3**



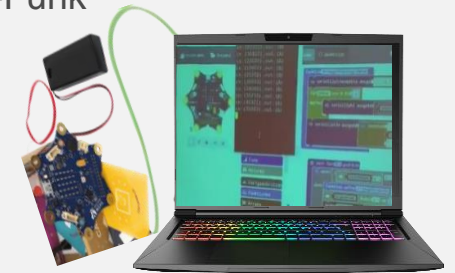
Datensammler-
Calliope per USB an Gruppen-Rechner

Gruppe 2



Rennspiel-Calliopes

Calliope-Funk
Kanal **2**



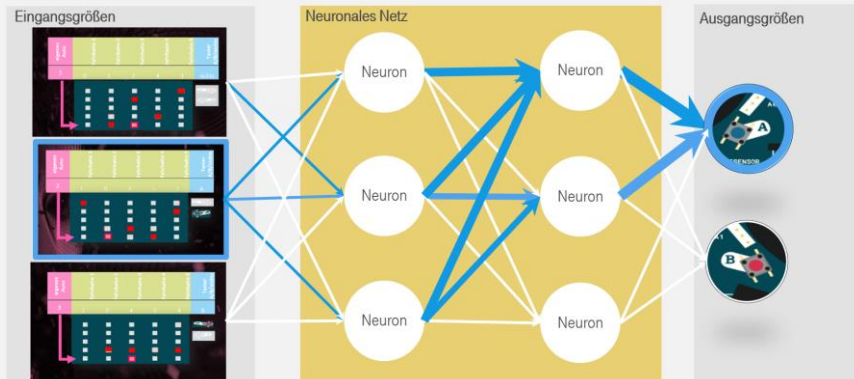
Datensammler-
Calliope per USB an Gruppen-Rechner

Einzelspiel – Basisversion

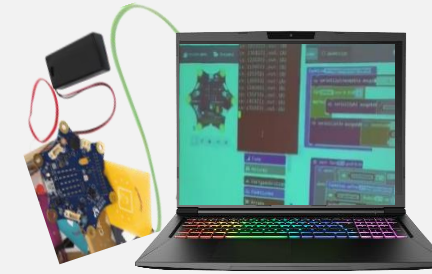
Ausführliche Anleitung:

<https://github.com/telekom/ki-in-schulen/blob/master/Calliope-Rennspiel/Dokumentation/Nutzeranleitung-Einzelspielmodus.md>

Basisversion: Algorithmus „Neuronales Netzwerk“

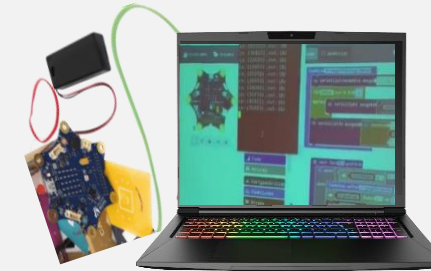


Einzelne/r SuS



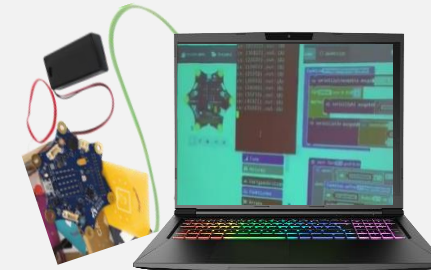
Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner

Einzelne/r SuS



Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner

Einzelne/r SuS



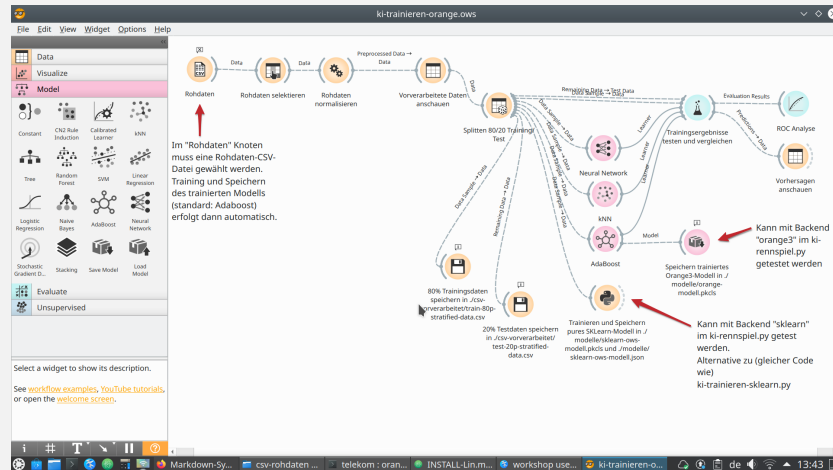
Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner

Einzelspiel – Expertenversion

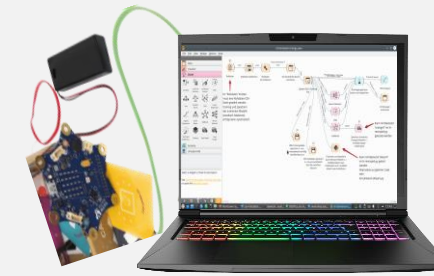
Ausführliche Anleitung:

<https://github.com/telekom/ki-in-schulen/blob/master/Calliope-Rennspiel/Dokumentation/Nutzeranleitung-Einzelspielsmodus-Orange.md>

Expertenversion: Ermöglicht vergleichende Betrachtung verschiedener KI-Algorithmen

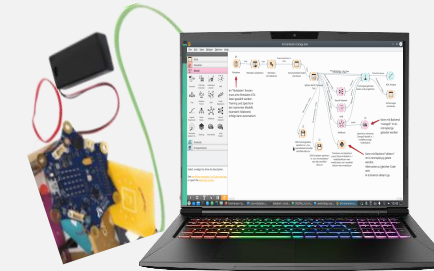


Einzelne/r SuS



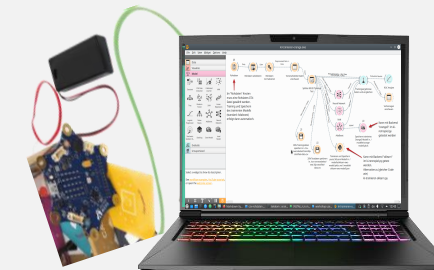
Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner

Einzelne/r SuS



Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner

Einzelne/r SuS



Rennspiel-
Calliope per USB an Einzel-Rechner



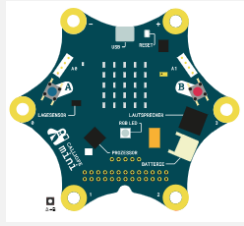
LIFE IS FOR SHARING.

AI@SCHOOL – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 23

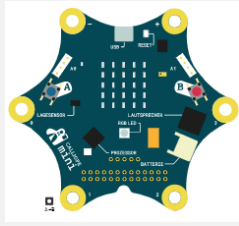


Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

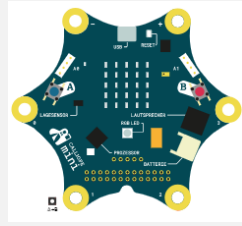
Der Code auf dem Calliope Mini kann sowohl in Makecode- als auch in Open Roberta-basierte Curriculae eingebettet werden, dank des Beitrags von Fraunhofer IAIS



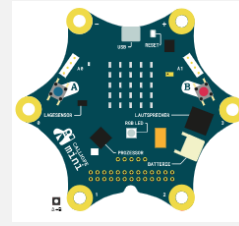
Rennspiel



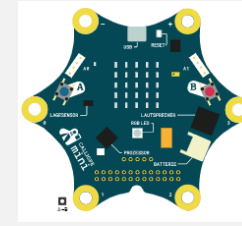
Datensammler



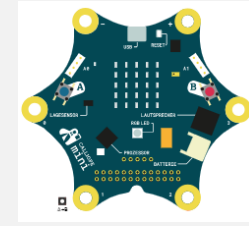
IQ-Test
(noch in Entwicklung)



Rennspiel

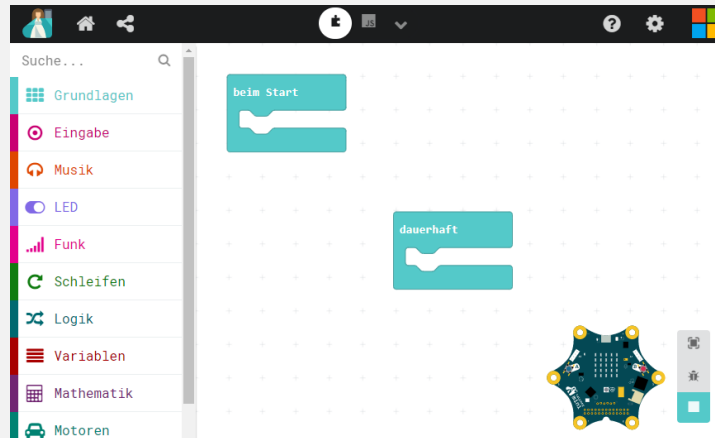


Datensammler

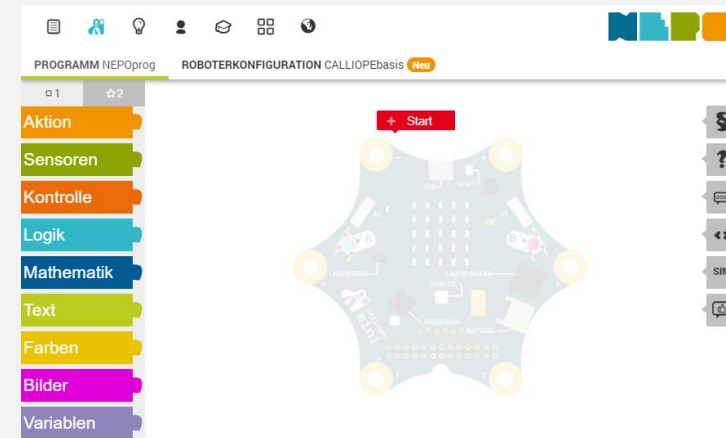


IQ-Test
(noch in Entwicklung)

<https://makecode.calliope.cc>



<https://www.open-roberta.org/>



Details zu Workshopablauf und Ideen zur Einbettung in ein Curriculum



Workshop-Ablauf

(Programmier- und weitere Erläuterungs/Theorieteile werden je nach Klassenstufe flexibel eingebaut in die einzelnen Schritte)

1. Kurze Einführung in Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen

1. ☐ Eingangsfolien kindgerecht aufbereiten ☐ SuS-geeigneter Foliensatz zu diesem Lehrerfoliensatz

2. Durchlaufen eines Lern- und Inbetriebnahmezyklus für Maschinelles Lernen

1. **Datensammelphase** – Gamification!

1. Kinder teilen sich in mehrere Gruppen auf, ggf. auch jedes Kind mit eigenem Calliope
2. Spielen 10 Minuten lang Autorennen, generieren dabei Trainingsdaten
3. Trainingsdaten werden ggf. an einen Desktop übertragen (Pipeline-spezifisch) und zusammengeführt

2. **Trainingsphase**

1. Für jedes Set Trainingsdaten (einzeln, Gruppen- oder Klassen-Pool) wird ein ML-Modell trainiert

3. **Testphase**

1. ML-Modell wird mehrmals laufen gelassen, bis die KI einen Unfall baut. Statistischer Gesamt-Score wird ermittelt
2. Trainingserfolg wird am Ende dargestellt; „Siegerehrung“

Um das Lernziel zu stützen:
Fokus auf Training & Test mit
unterschiedlichen Datenvolumina

3. Lernziele resümieren

1. Datenmenge und -qualität sind entscheidend für den Lernerfolg einer künstlichen Intelligenz
2. Option: Visualisieren des Anlernvorgangs eines künstlichen neuronalen Netzwerks, ggf. nur als Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=Mr42DQHy3TI>



Differenzierung der Inhalte je Klassenstufe empfohlen

- Programmierinhalte, KI-Inhalte und Workshop-Dauer differenziert nach Klassenstufe, bspw.:
 - *Unterstufen:* Doppelstunde, keine eigene Programmierung, keine Erläuterung der Mathematik des ML-Algorithmus
 - *Mittelstufen:* halber Tag, wenig eigene Programmierung, grobe Erläuterung der Mathematik des ML-Algorithmus
 - *Oberstufen:* ganzer Tag, mehr eigene Programmierung, tiefere Erläuterung der Mathematik des ML-Algorithmus, alternative Algorithmen vorstellen (Orange Plattform)

Ideen hierzu auf der folgenden Folie



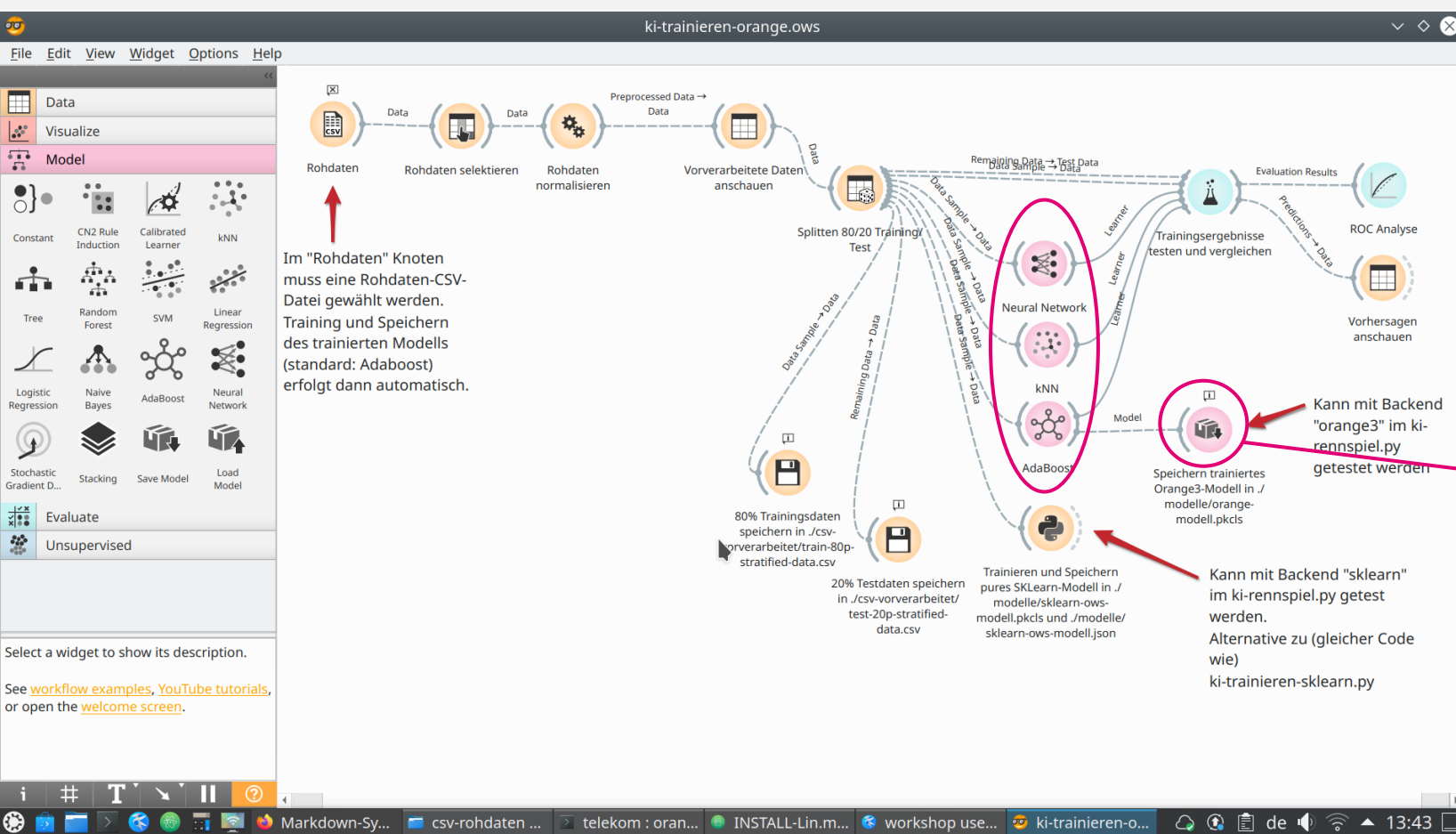
Ideen zum Einbau in ein Informatik-Curriculum

Mittel- und Oberstufe

- Direkt in das komplexe KI-Thema einzusteigen stellt – je nach Wissensstand der SuS – eine Herausforderung dar.
- Daher ist es ggf. sinnvoll, eine Workshopserie um den KI-Teil herum zu bauen
- Mögliche Curriculum
 1. SuS programmieren zunächst selbst ein Autorennspiel wie das für dieses Projekt verwendete
Vorwissen wird aufgebaut: Wie funktioniert ein Autorennspiel auf dem Calliope (Codebasis Autorennspiel entwickeln)
 2. SuS programmieren zunächst selbst eine „klassische“ autonome Steuerung für das in Schritt 1 entwickelte Spiel
Vorwissen wird aufgebaut: Wie funktioniert eine „klassische“ Automatisierung (Codebasis für „klassische“ autonome Steuerung entwickeln)
 3. **Danach kann das KI@Calliope-Projekt starten mit dem aufgebauten Vorwissen, sodass das Lernziel auf das Thema „Künstliche Intelligenz“ fokussiert werden kann, ohne erst das aufgebaute Vorwissen vermitteln zu müssen.**
- Ergänzungen für Oberstufe
 - Vertiefung des Themas, z.B.
 - Statt neuronale Netze andere ML-Modelle ausprobieren (RandomForest, SVM, NaiveBayes, ...)
 - Komplexere neuronale Netze ausprobieren mit MIT DeepTraffic



Beispiel Oberstufe: Orange3 Plattform („Expertenversion“)




- Orange ist eine für das studentische Umfeld entwickelte grafische Plattform für Datenanalyse und maschinelles Lernen
- Unser Projekt integriert auch mit einem für unser Projekt entwickelten Orange Workflow (.ows Datei)
 - Eingabedaten in den Workflow sind die mit dem Datensammler gesammelten Logdaten der Calliope Minis
 - Ausgabe des Workflows ist ein **beliebiges** KI-Modell, mit dem das autonome Calliope Mini Auto auch gesteuert werden kann.
- Dies eröffnet die Option, für die Lösung des Problems nicht nur ein neuronales Netzwerk, sondern auch andere Algorithmen des maschinellen Lernens zu verproben und in die mathematischen/informatischen Hintergründe einzusteigen.

Beispiel Oberstufe: Vertiefung für Interessierte

<https://selfdrivingcars.mit.edu/deeptraffic/>

MIT 6.S094: Deep Learning for Self-Driving Cars

[Home](#) **DeepTraffic** [MIT Deep Learning](#) [Resources](#) [View Profile](#) [Register](#) [Login](#)



Speed:
80 mph

DeepTraffic

[Visualization](#) - [Leaderboard](#) - [Documentation](#) - [Paper](#) - [GitHub](#)

Americans spend 8 billion hours stuck in traffic every year.
Deep neural networks can help!

```
1  
2 //<![CDATA[  
3  
4 // a few things don't have var in front of them - they update already  
   existing variables the game needs  
5 lanesSide = 0;  
6 patchesAhead = 1;  
7 patchesBehind = 0;  
8 trainIterations = 10000;  
9
```

[Apply Code and Reset Net](#) [Save Code and Net to File](#) [Load Code/Net from File](#)
[Submit Model to Competition](#)



Beispiel Oberstufe: Vertiefung für Interessierte

<https://aws.amazon.com/de/events/summits/online/emea/deepracer/>



AWS DeepRacer League Summit Online Race

Welcome to the world's first global autonomous racing league, driven by reinforcement learning. It's time to race for prizes, glory, and a chance to advance to compete for the AWS DeepRacer Championship Cup.

Submit your models and compete from anywhere in the world!



Time Trial



Ranking method: Total time
Race style: Continuous Laps
Number of laps: 3
Resets allowed: Unlimited
Reset penalty: 2 seconds

Head-to-Head



Ranking method: Total time
Race style: Continuous Laps
Number of laps: 3
Number of Opponents: 6
Opponent Speed: .75 m/s
Resets allowed: Unlimited
Reset penalty: 2 seconds
Collision penalty: 5 seconds



LIFE IS FOR SHARING.

AI@SCHOOL – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 31



Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Softwareinstallation

Durchführung verschiedener Workshopvarianten

SuS-fokussierte Präsentation zur Nutzung im Workshop



LIFE IS FOR SHARING.

[AI@SCHOOL](#) – [Autonomes Fahren mit dem Calliope mini](#) - Seite 32



Dieses Material steht unter der
Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe
unter gleichen Bedingungen 4.0 International.
Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Dokumentation wird im Github gepflegt

<https://github.com/telekom/ki-in-schulen/tree/master/Calliope-Rennspiel/Dokumentation>

- Softwareinstallation
 - [Windows](#) / [Linux](#) / [MacOS](#)
- Durchführung verschiedener Workshopvarianten
 - [Gruppenspielmodus](#)
 - Einzelspielmodus ([Basisversion](#) / [Expertenversion](#) mit Orange3 Plattform)
- SuS-fokussierte Präsentation zur Nutzung im Workshop
 - [ODP](#) / [PDF](#)

Los geht's! Einstieg:

<https://github.com/telekom/ki-in-schulen/tree/master/Calliope-Rennspiel>

