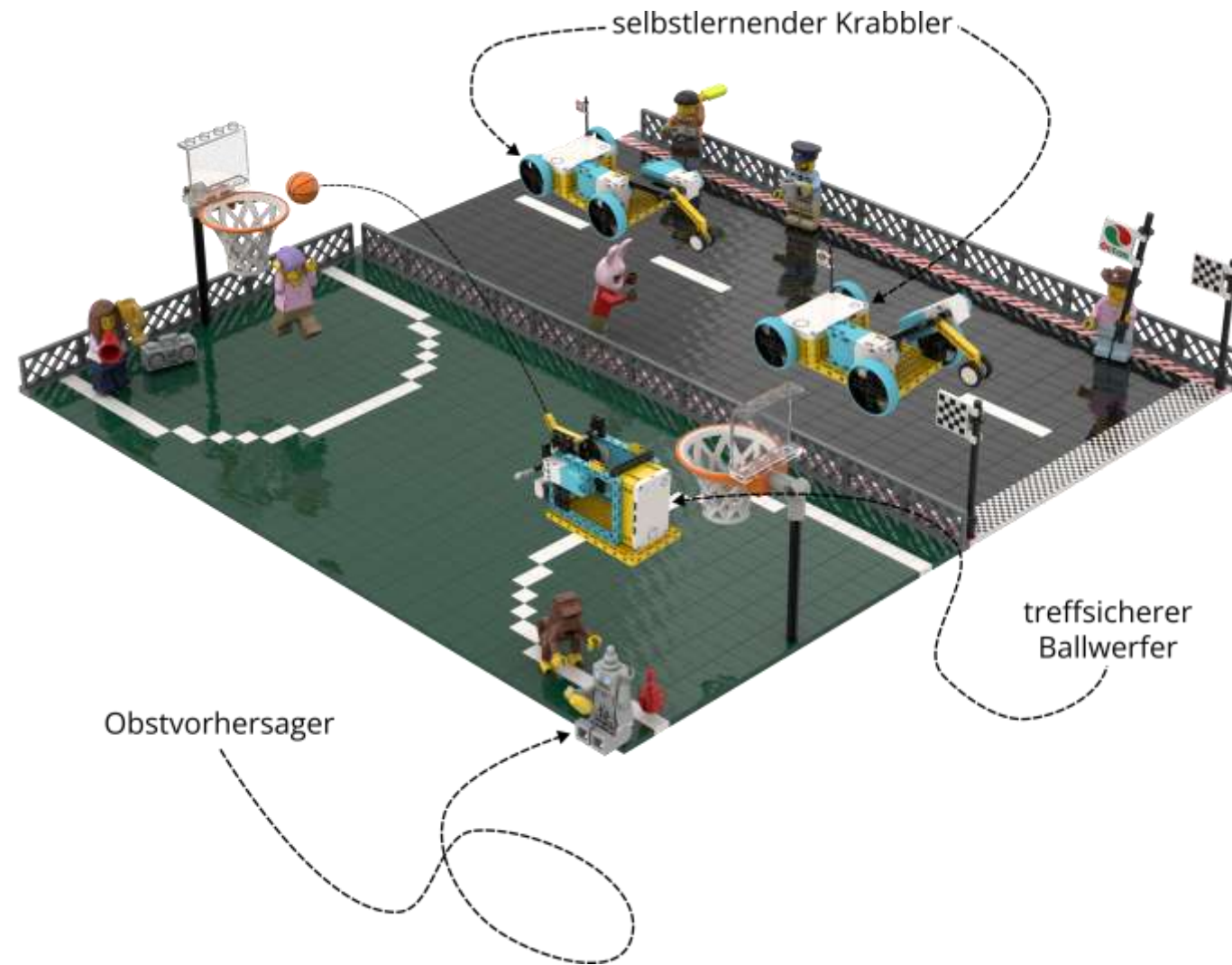


# Maschinelles Lernen mit LEGO® Steinen

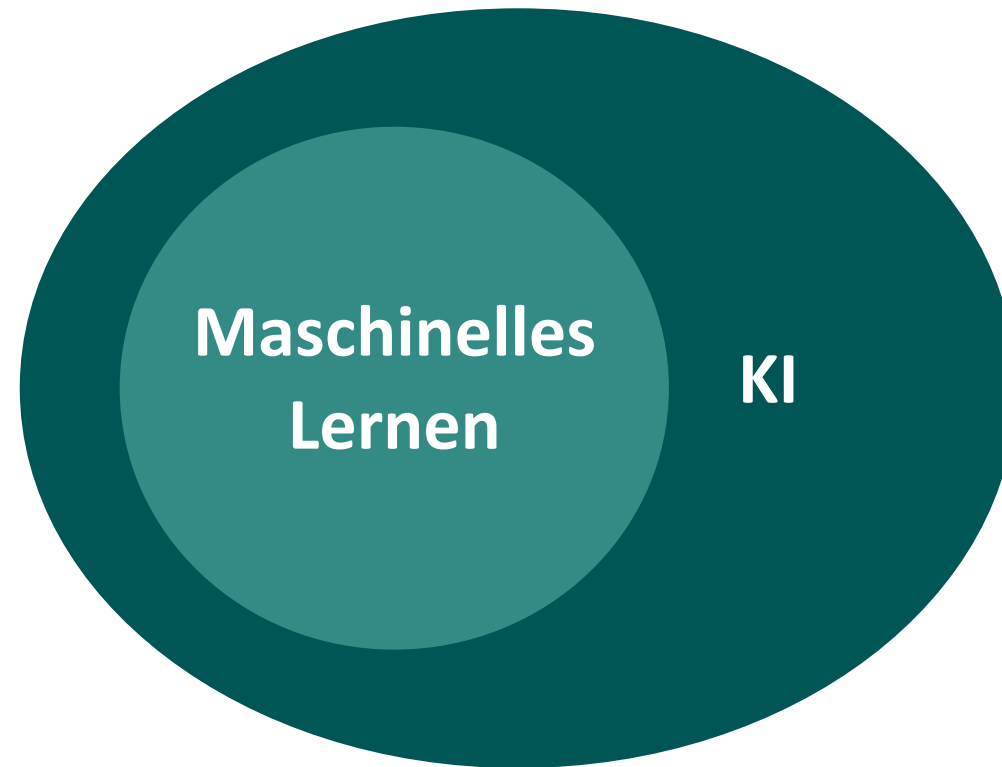
Viacheslav Sydora

# Kursinhalt



# Was ist maschinelles Lernen?

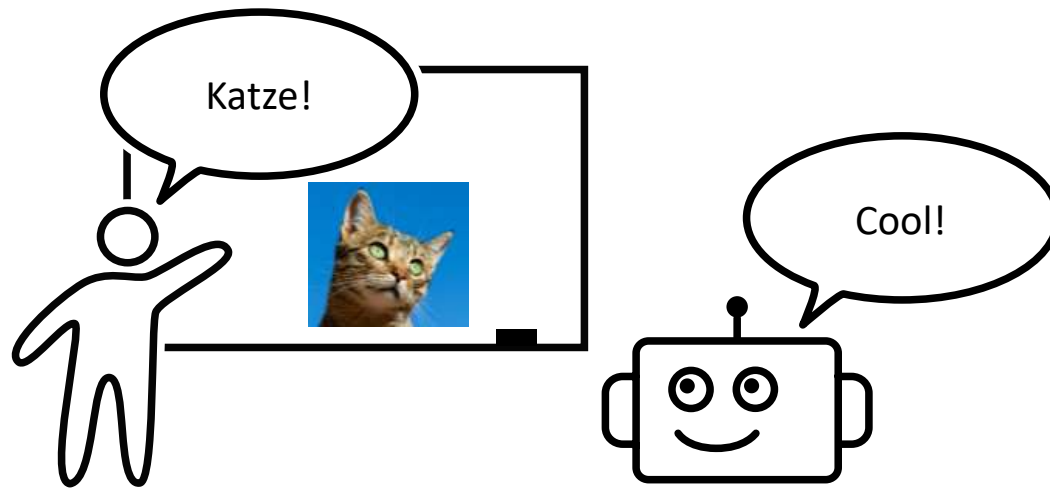
- Teilgebiet der künstlichen Intelligenz



# Was ist maschinelles Lernen?

- Teilgebiet der künstlichen Intelligenz
- **Lernen** der Zusammenhänge anhand von **Beispielen**

maschinelles Lernen

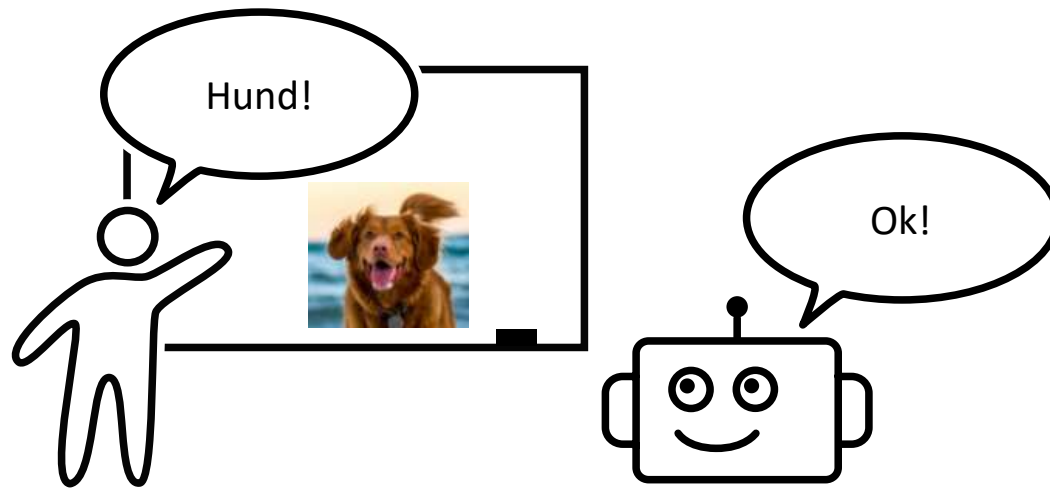


kein maschinelles Lernen

# Was ist maschinelles Lernen?

- Teilgebiet der künstlichen Intelligenz
- **Lernen** der Zusammenhänge anhand von **Beispielen**

maschinelles Lernen

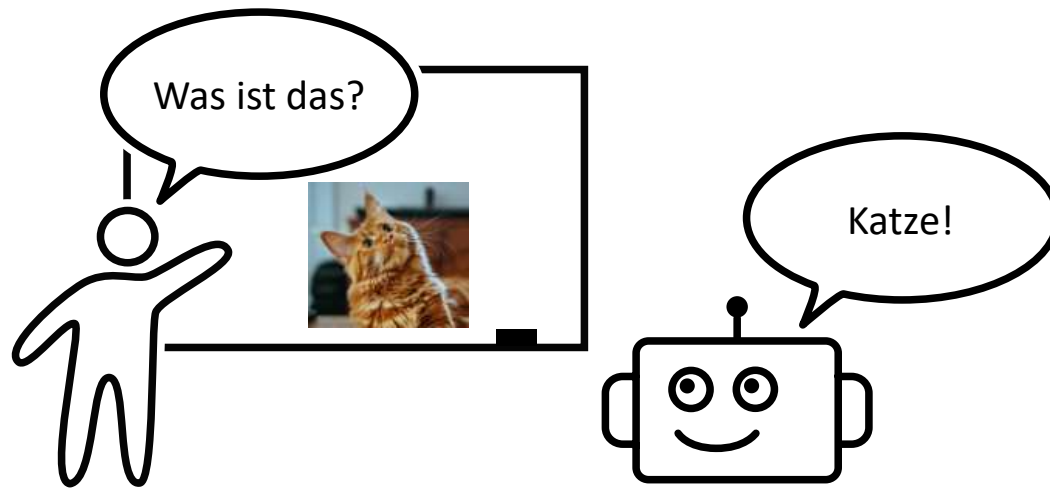


kein maschinelles Lernen

# Was ist maschinelles Lernen?

- Teilgebiet der künstlichen Intelligenz
- **Lernen** der Zusammenhänge anhand von **Beispielen**

maschinelles Lernen

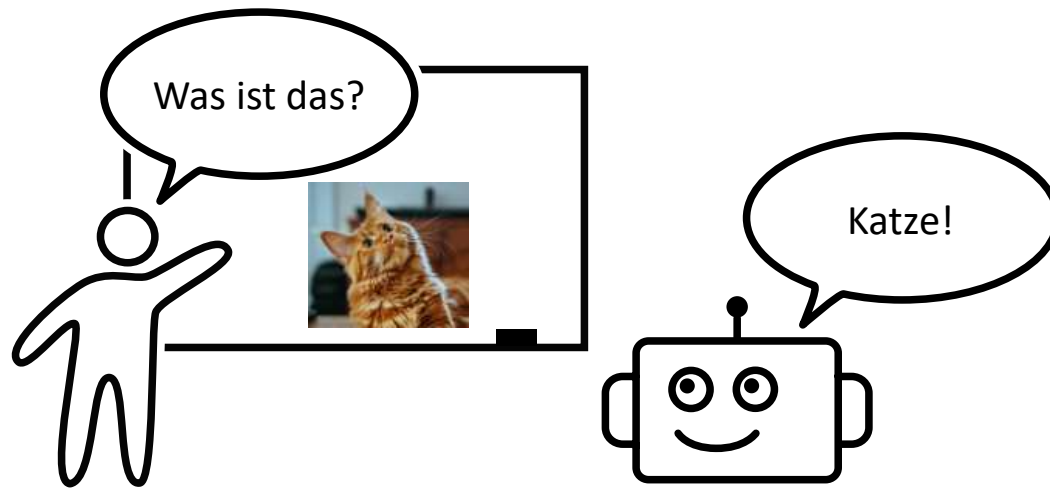


kein maschinelles Lernen

# Was ist maschinelles Lernen?

- Teilgebiet der künstlichen Intelligenz
- **Lernen** der Zusammenhänge anhand von **Beispielen**

maschinelles Lernen

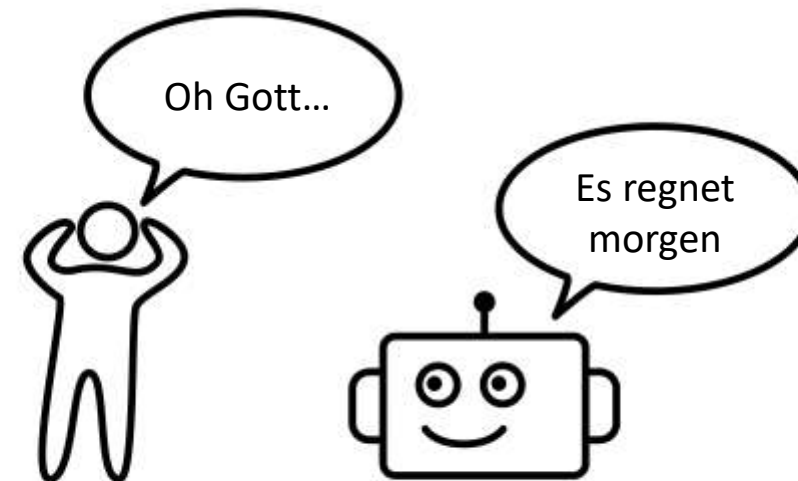
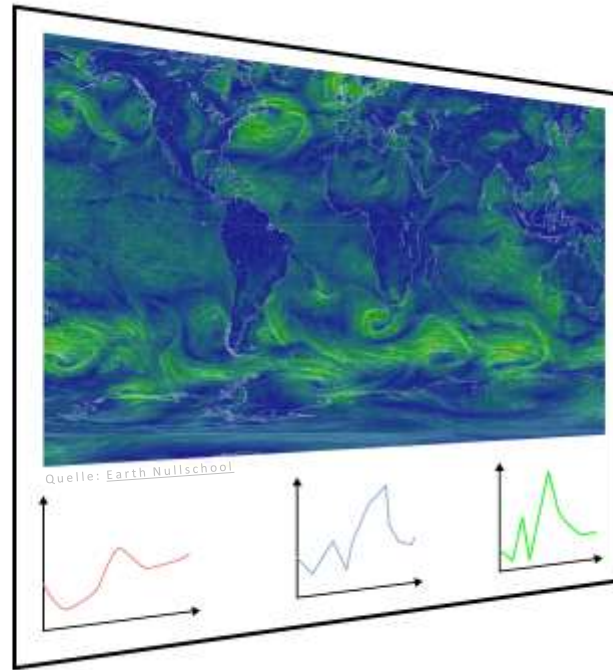


kein maschinelles Lernen



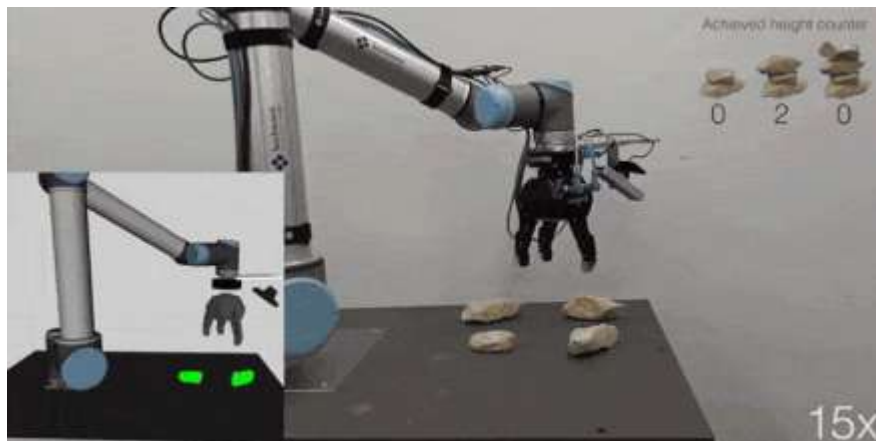
# Warum maschinelles Lernen?

- automatisch
- kann Menschen übertreffen





# Was noch kann maschinelles Lernen?




Quelle: [freeCodeCamp](#)


## Wie kann ich dir helfen?

Sende eine Nachricht an ChatGPT



 Erstelle ein Bild

 Analysiere Daten

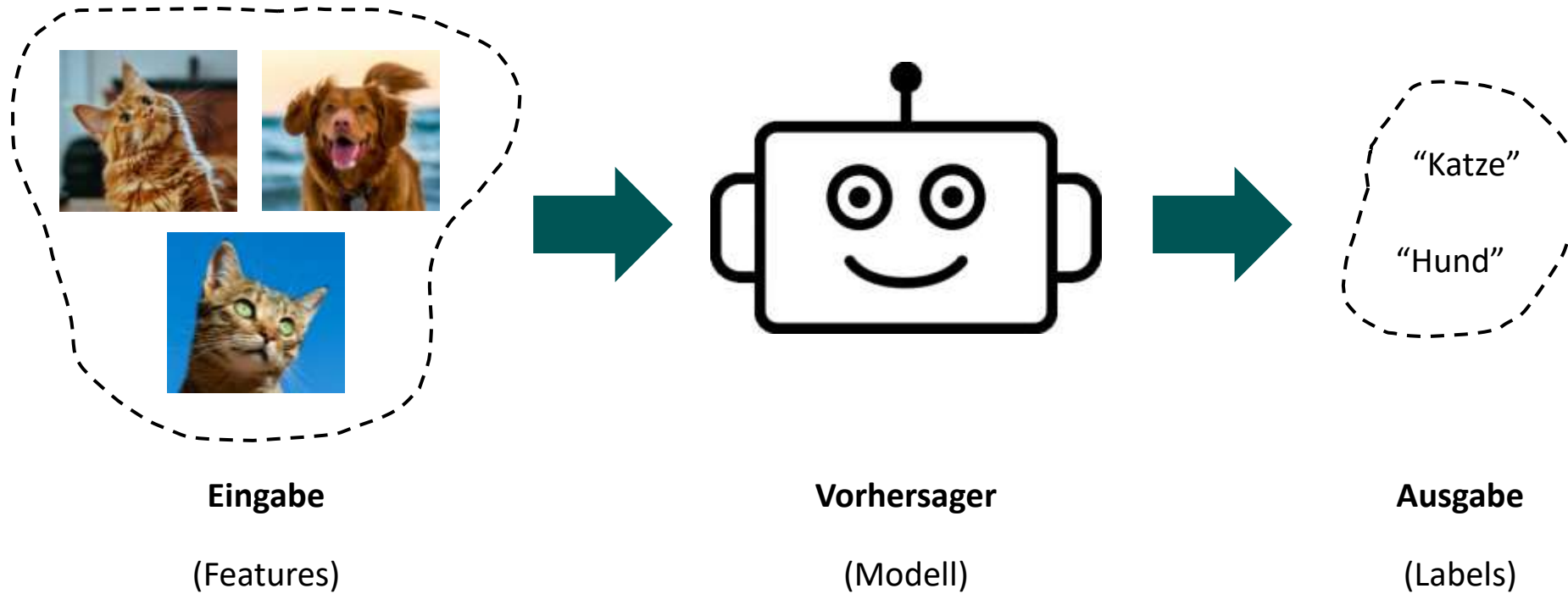
 Erstelle eine Zusammenfassung

Mehr

Quelle: [ChatGPT](#)

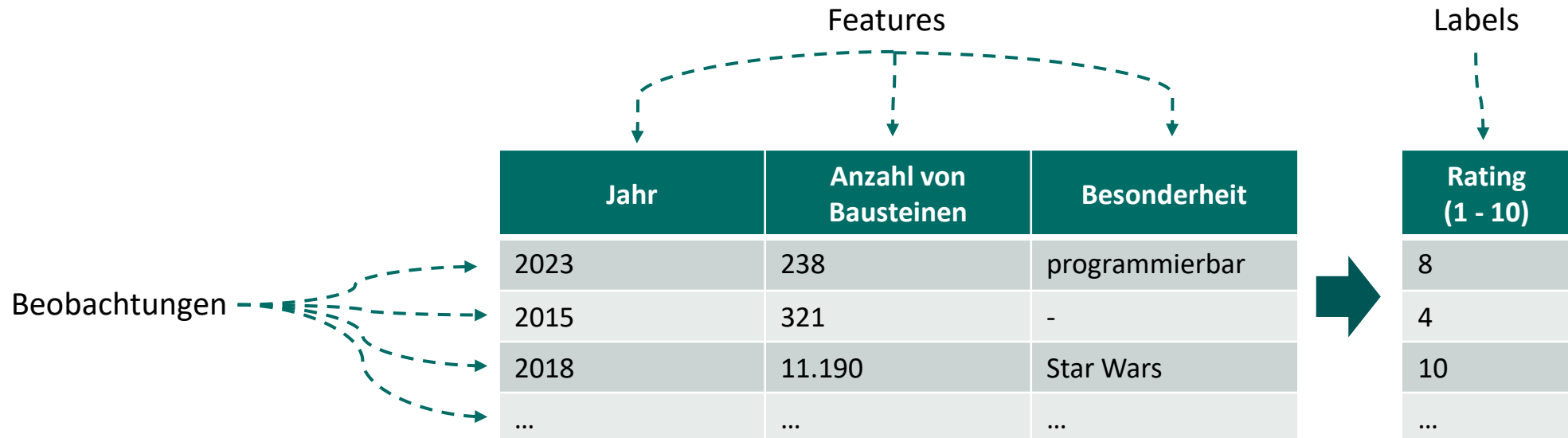
# Daten, Features & Labels

- Maschinelles Lernen ist Lernen anhand von Beispielen



# Daten, Features & Labels

- **Daten** – Beobachtungen, Messungen, ...
- **Features** – woraus vorhersagen (Eingabe)
- **Labels** – was vorhersagen (Ausgabe)



# Automatische Obsterkennung – Konzept

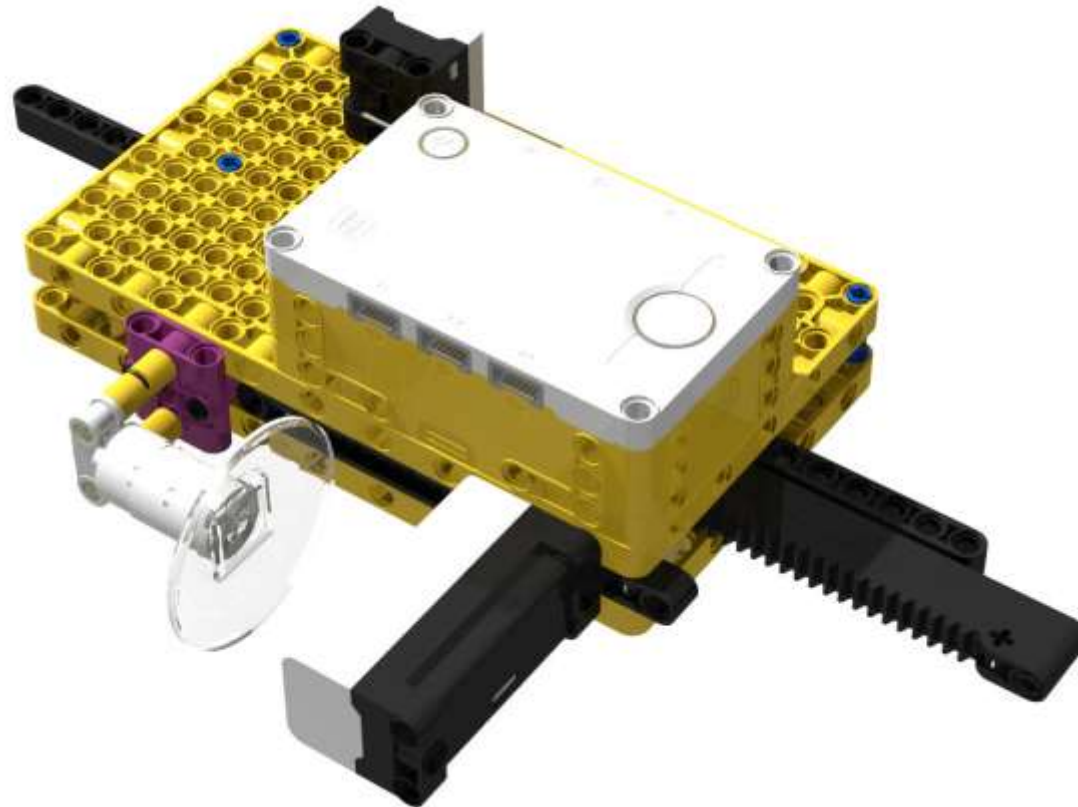
**Features: ?**

**Label: ?**

# Automatische Obsterkennung – Konzept

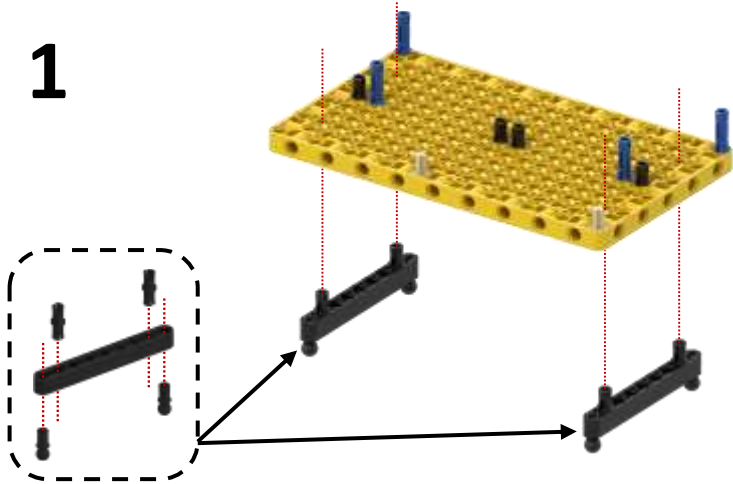
**Features:** Länge und Farbe des Obsts

**Label:** Name des Obsts (Banane/Apfel)

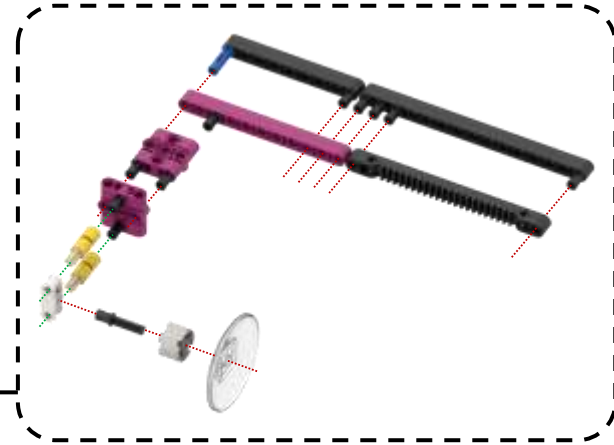
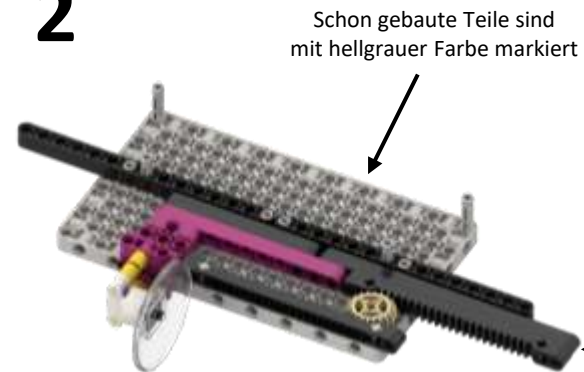


# Automatische Obsterkennung – Bauen

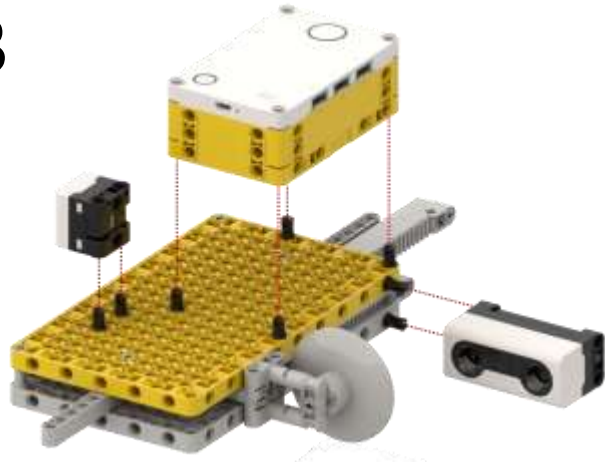
1



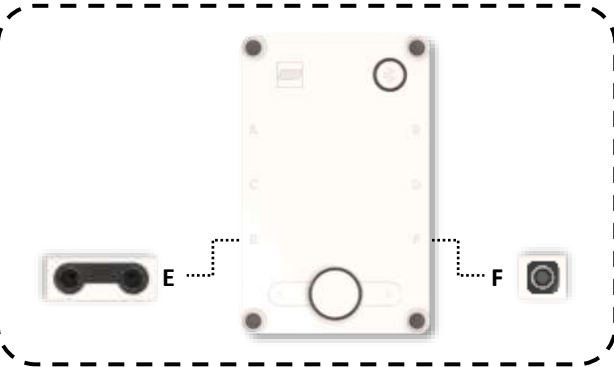
2



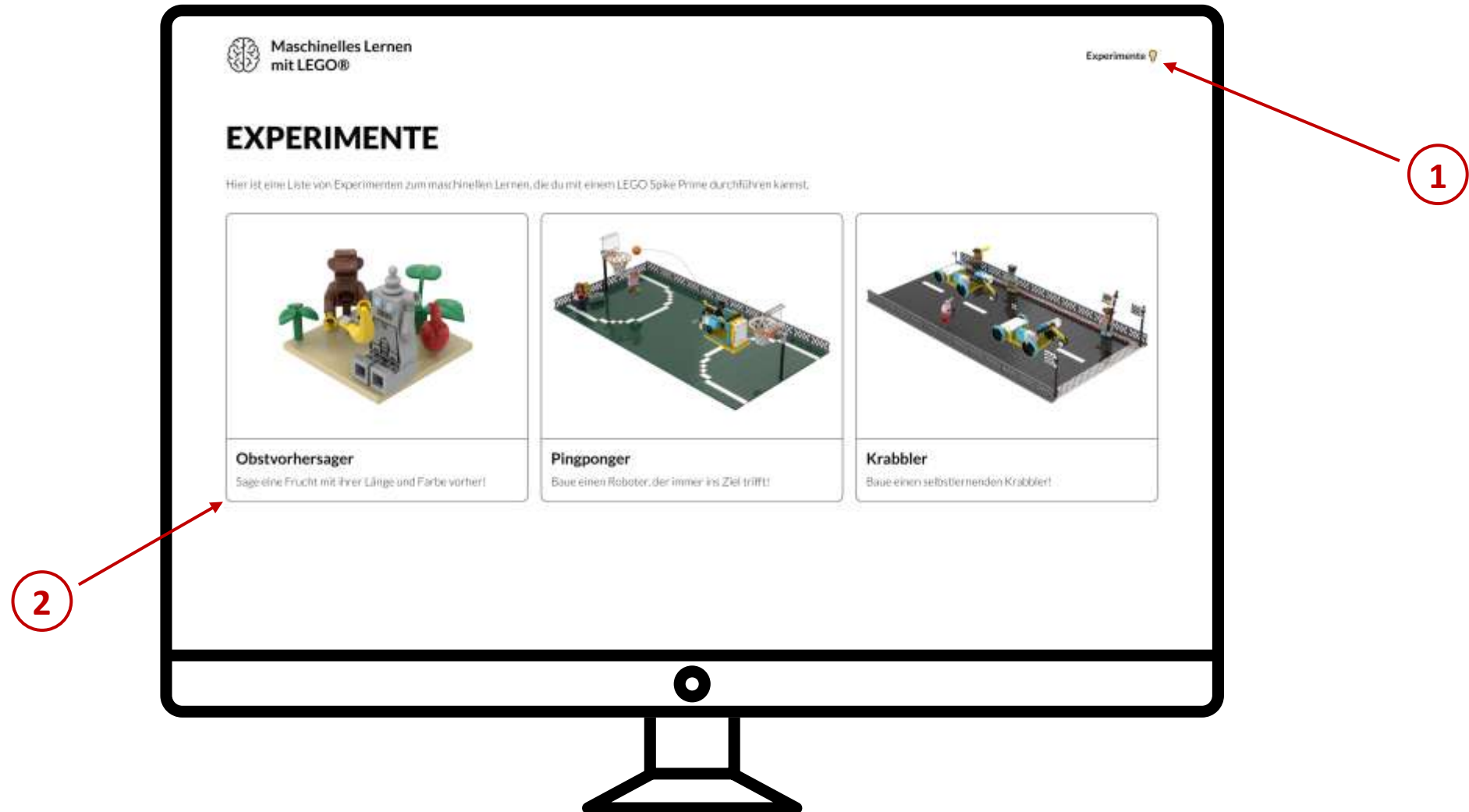
3



4



# Experimentseite öffnen

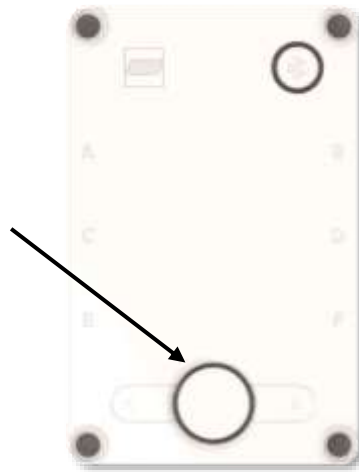




# Hub verbinden und Programm starten

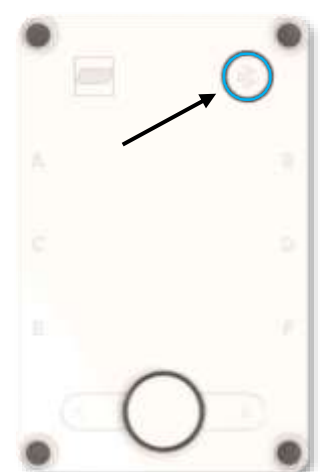
**1**

Schaltet den Hub mit Drücken der großen Taste für etwa 3 Sekunden ein.



**2**

Klickt auf den Bluetooth-Button und wartet, bis der Hub piept.



**3**

Klickt auf "Hub verbinden", sucht euren Hub im Fenster, wählt ihn aus und klickt auf "Koppeln".



**4**

Klickt auf 'Programm starten' und wartet, bis eine Benachrichtigung auf der Webseite erscheint.

 **Programm starten**



# Automatische Obsterkennung – Datensammlung

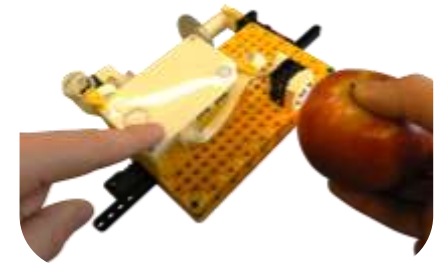
**1**

Wählt die Frucht aus, für die Daten gesammelt werden.



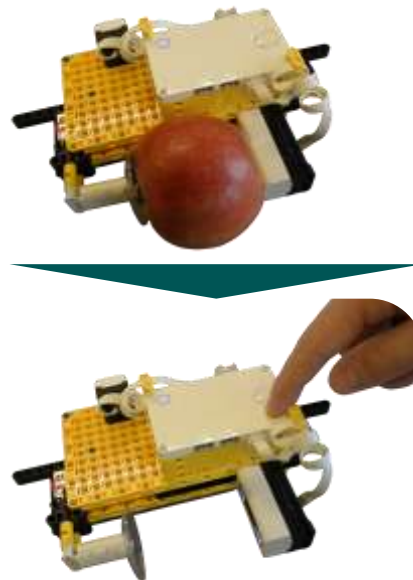
**2**

Scannt die Farbe. Haltet das Obst am Farbsensor und drückt gleichzeitig die rechte Taste auf dem Hub.



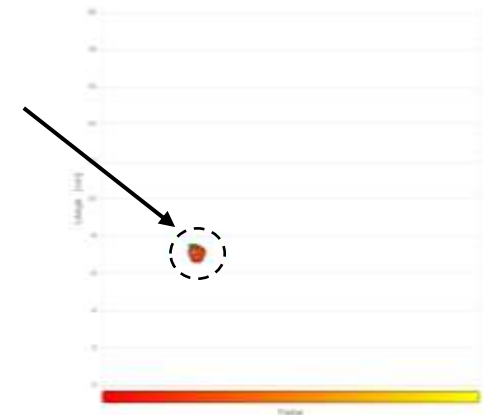
**3**

Platziert die Frucht in den Messschieber, schließt den Greifer, entfernt die Frucht und drückt auf die linke Taste am Hub, um die Länge zu messen.

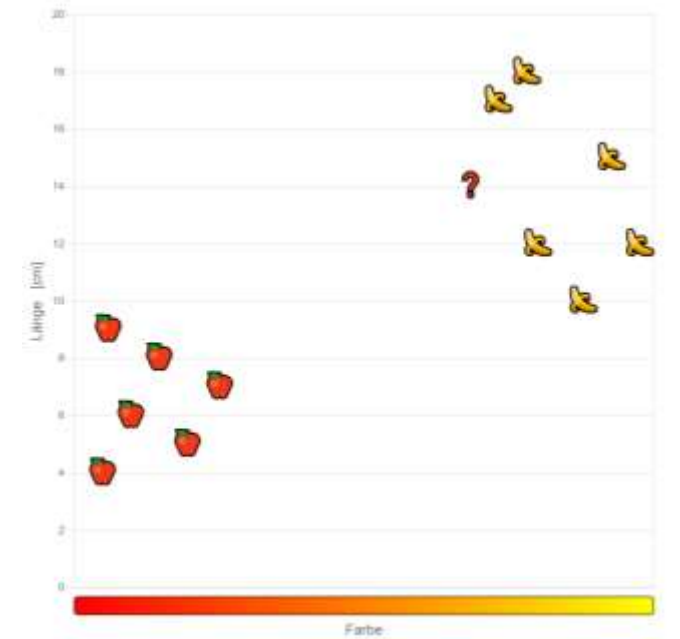
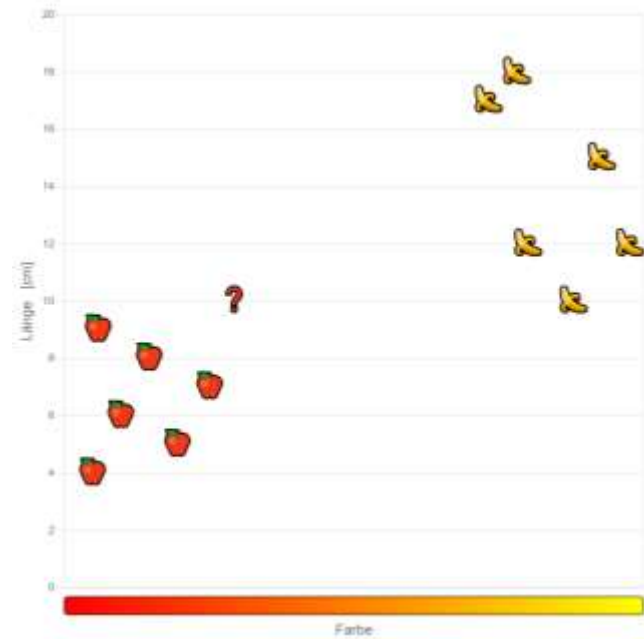
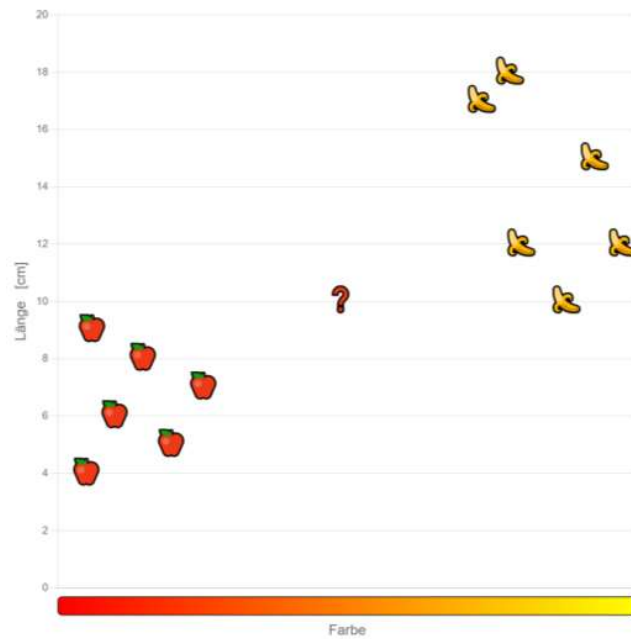


**4**

Der Datenpunkt wird nun auf der Website angezeigt! Wiederholt die Schritte auch für andere Früchte!

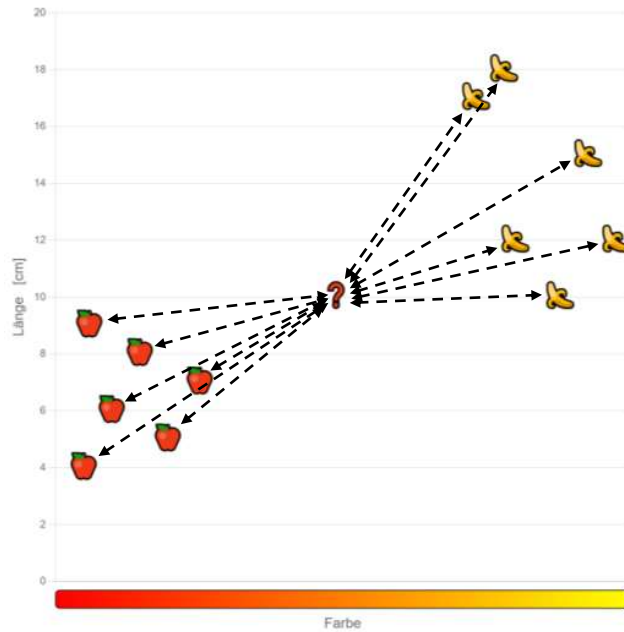


# Wie kann man eine neue Frucht vorhersagen?

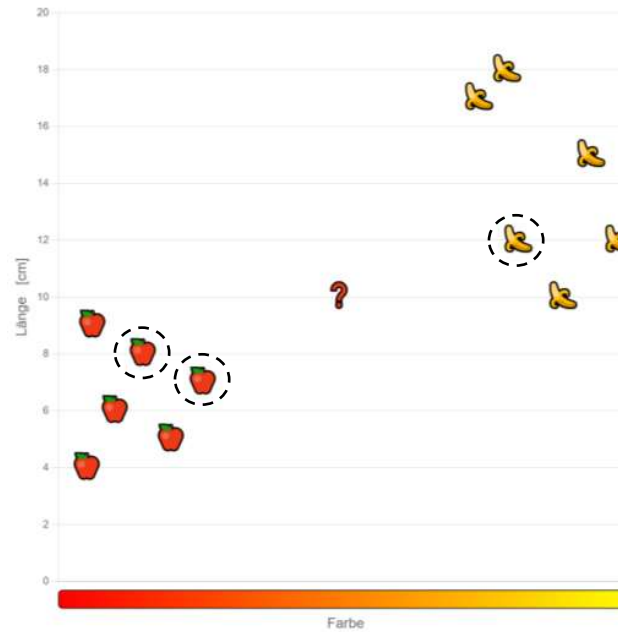


# K-Nächste Nachbarn – Vorgehensweise

## Abstände messen



## 3 nächsten Nachbarn finden



## Abstimmung durchführen

1 x   
2 x    gewinnt!

# Automatische Obsterkennung – Vorhersage

**1**

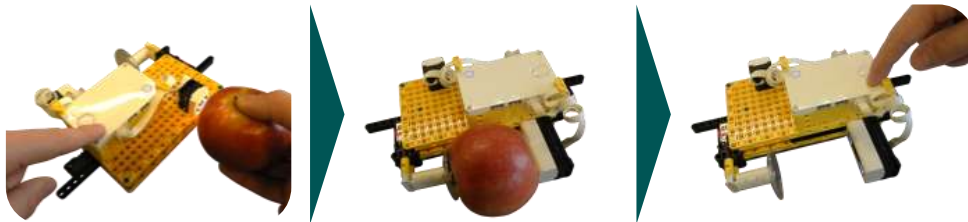
Schaltet das Gerät in den Vorhersagemodus.



*\*Klick\**

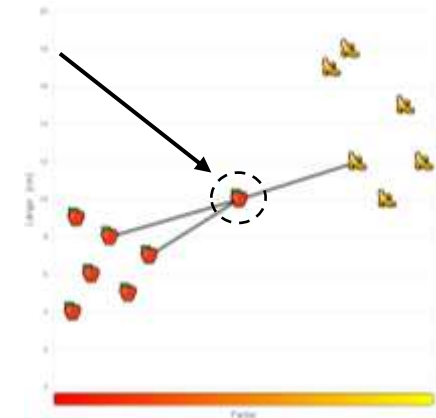
**2**

Scannt die Farbe und misst die Länge des Obstes wie während der Datensammlung.



**3**

Die Vorhersage und die nächsten Nachbarn werden jetzt auf der Webseite angezeigt!

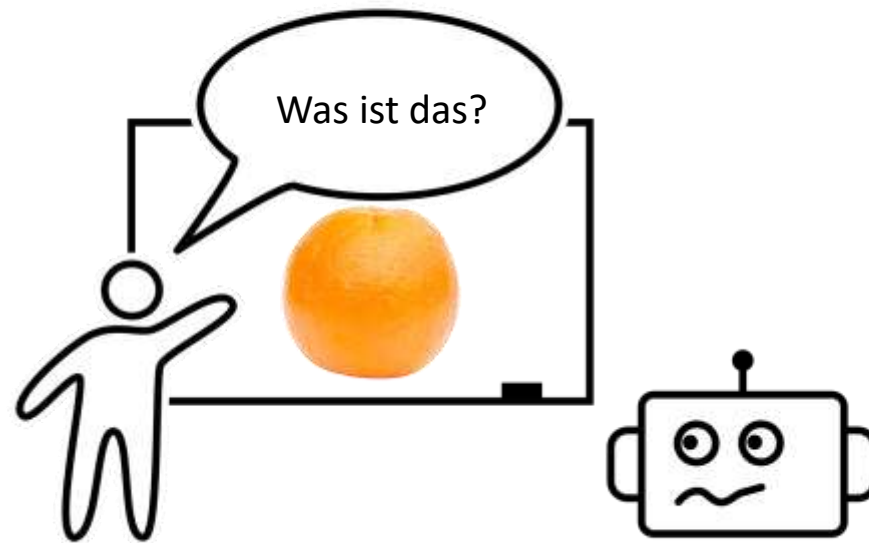


# Phasen der Entwicklung eines Modells

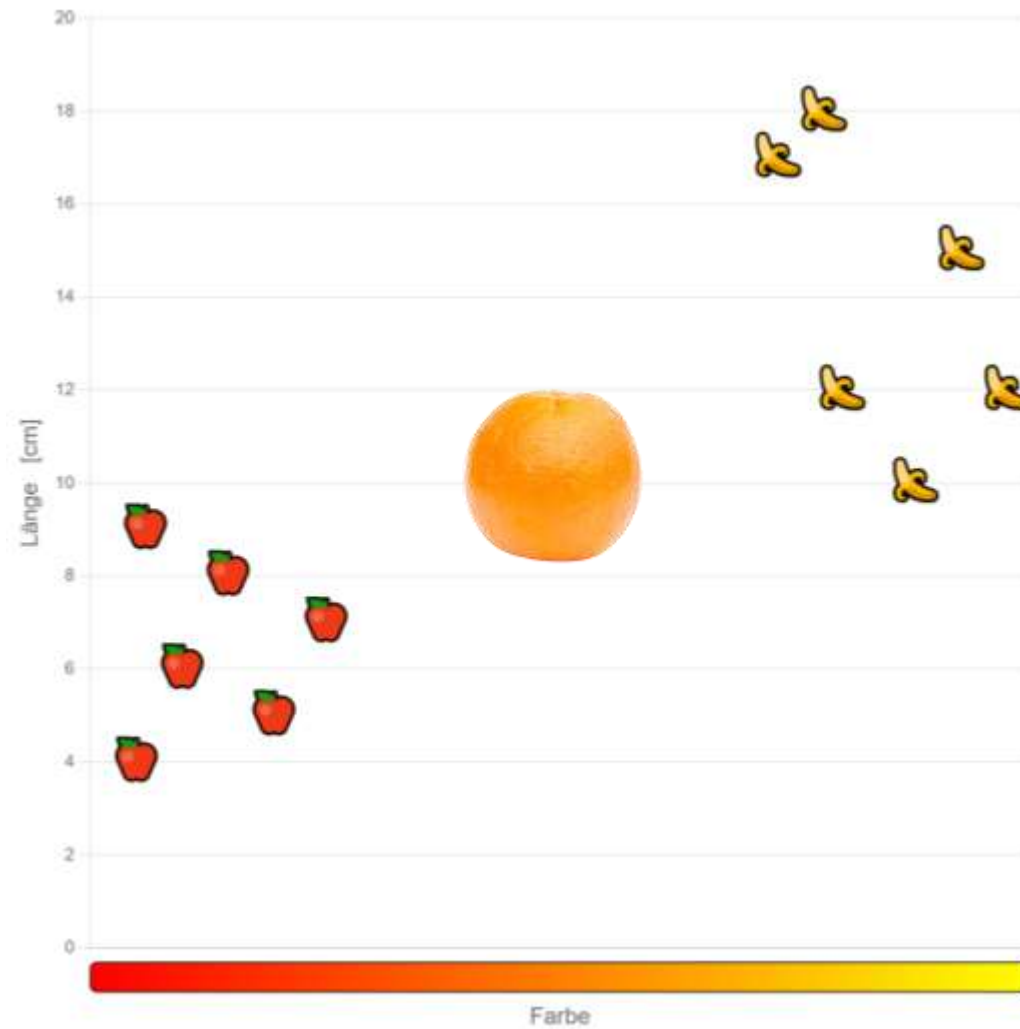


# Noch nie gesehene Beispiele?

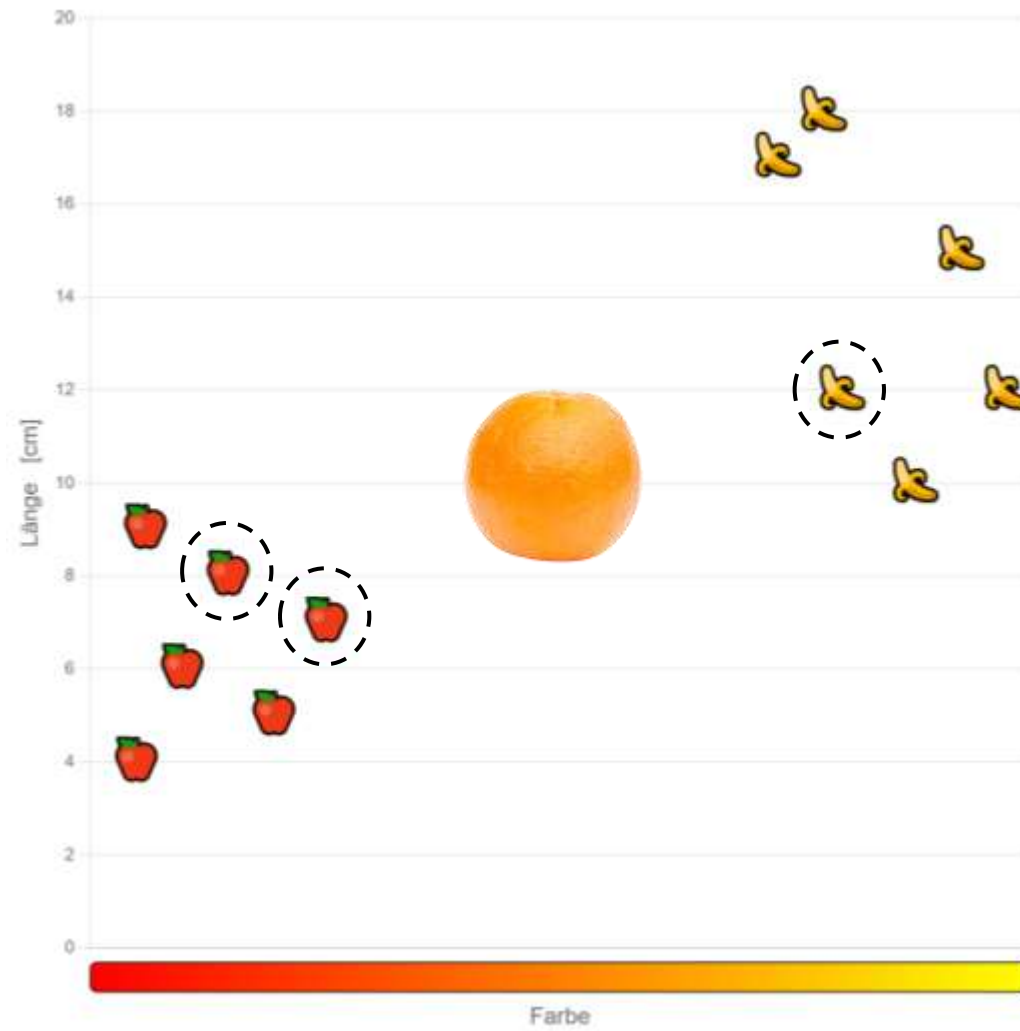
- Was passiert, wenn wir versuchen, eine unbekannte Frucht vorherzusagen?



Noch nie gesehene Beispiele?

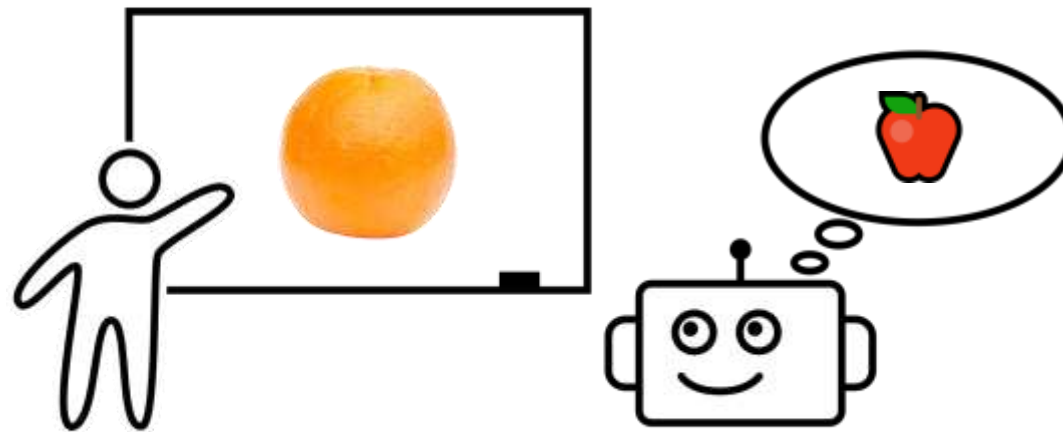


Noch nie gesehene Beispiele?





Noch nie gesehene Beispiele?



# Einfluss von schlechten Daten

**1**

Schaltet das Gerät in den Vorhersagemodus und blendet die Entscheidungsgrenze ein.



**2**

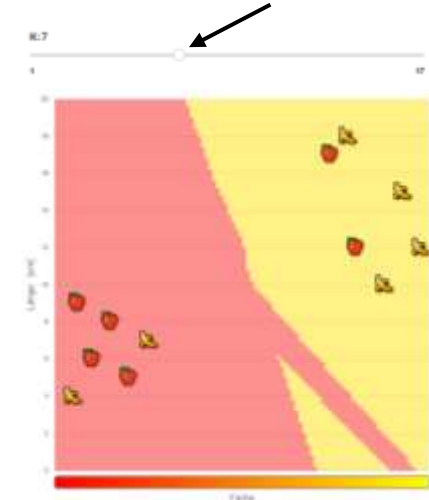
Manipuliert die Daten. Ändert einen Teil der Labels und beobachtet, wie sich die Entscheidungsgrenze ändert.

Länge (cm)	Farbe	Label	Referenz
3	rot	Apfel	
6	rot	Apfel	
9	rot	Apfel	
12	gelb	Banane	
14	gelb	Banane	
15	gelb	Banane	
18	rot	Apfel	

An arrow points to the 'Label' column in the table.

**3**

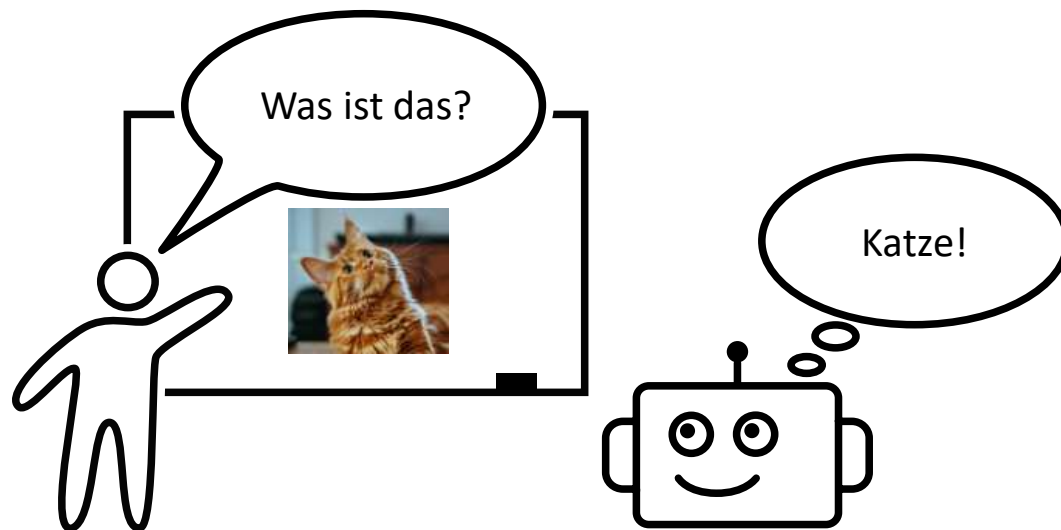
Versucht, die Anzahl der abstimmenden Nachbarn  $K$  zu ändern, um die Genauigkeit wiederherzustellen.



# Klassifizierung und Regression

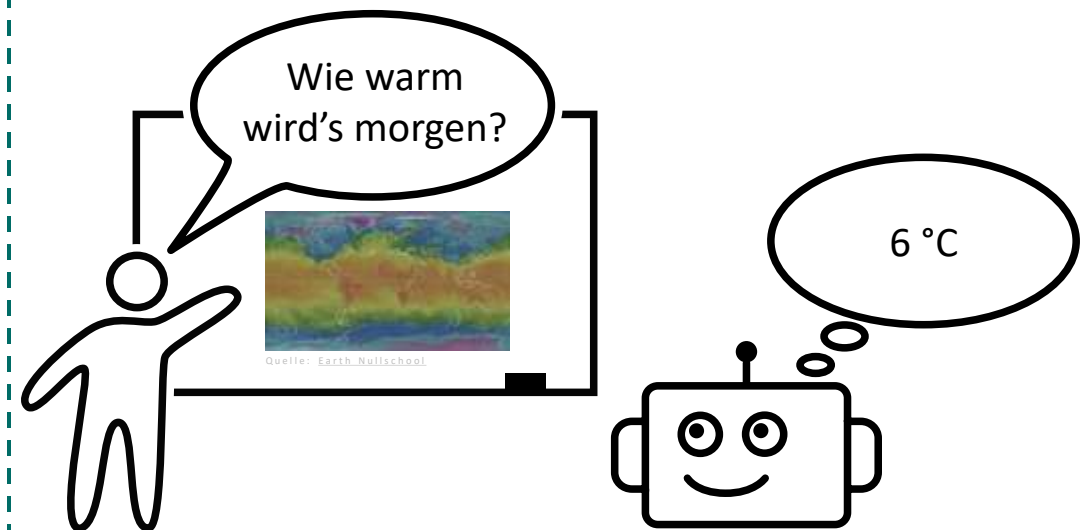
## Klassifizierung

- kategoriale Variablen



## Regression

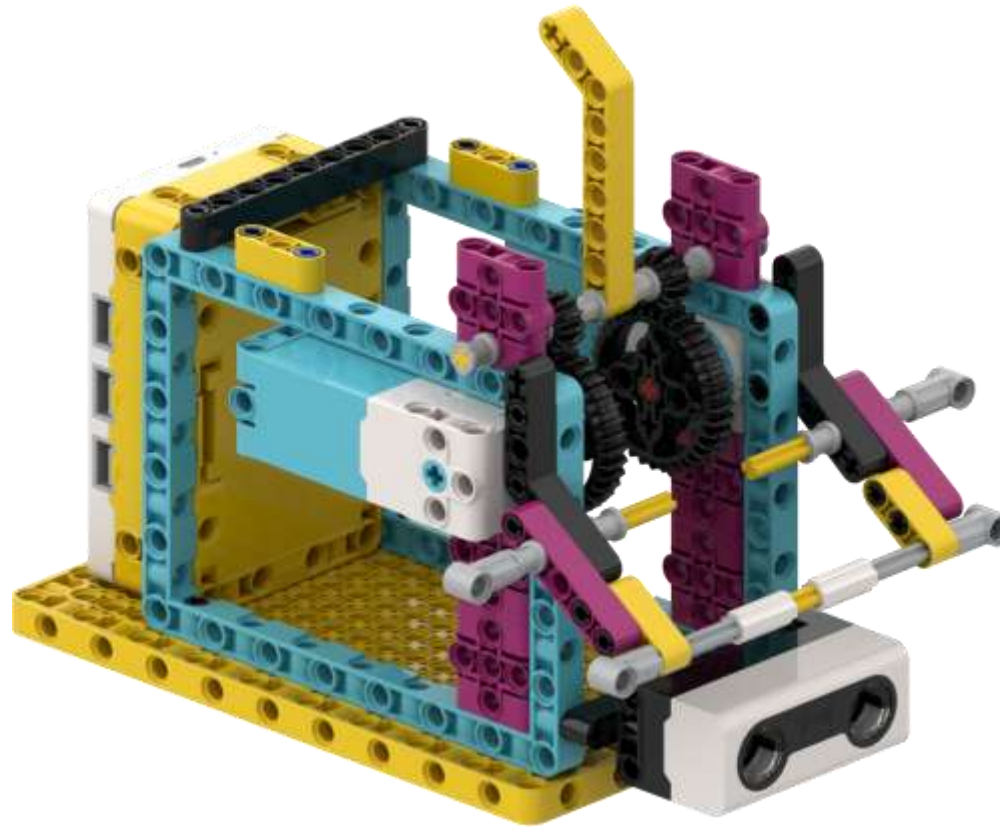
- kontinuierliche Variablen



# Pingponger – Konzept

Features: ?

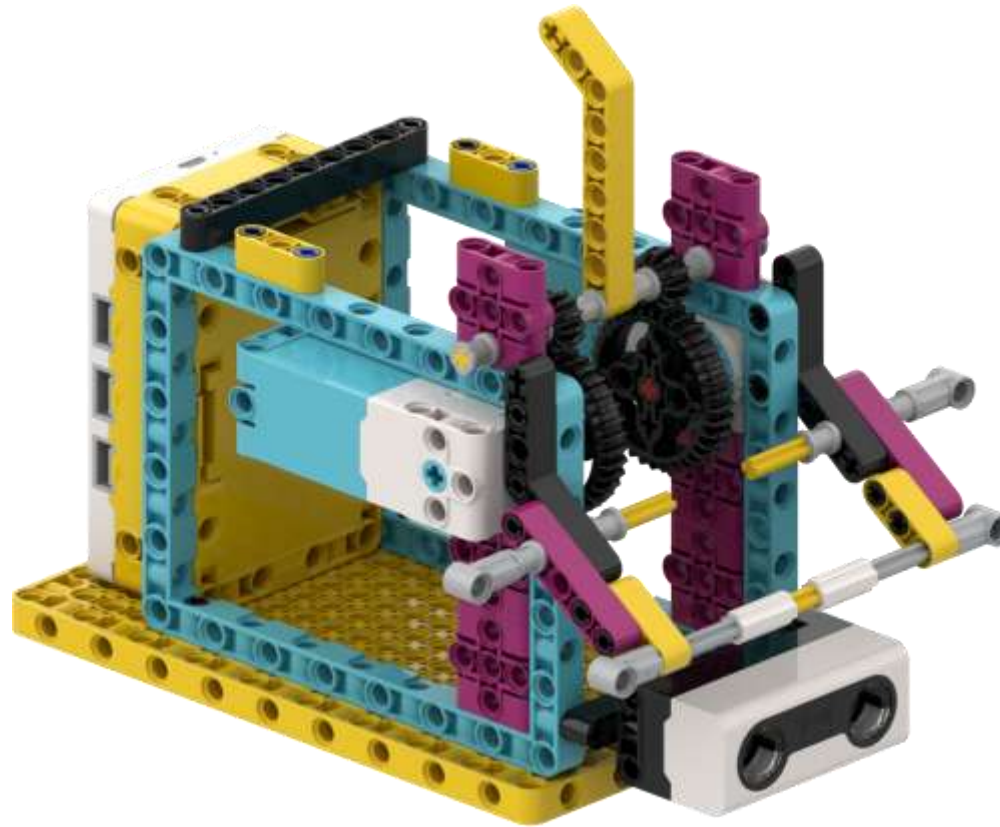
Label: ?



# Pingponger – Konzept

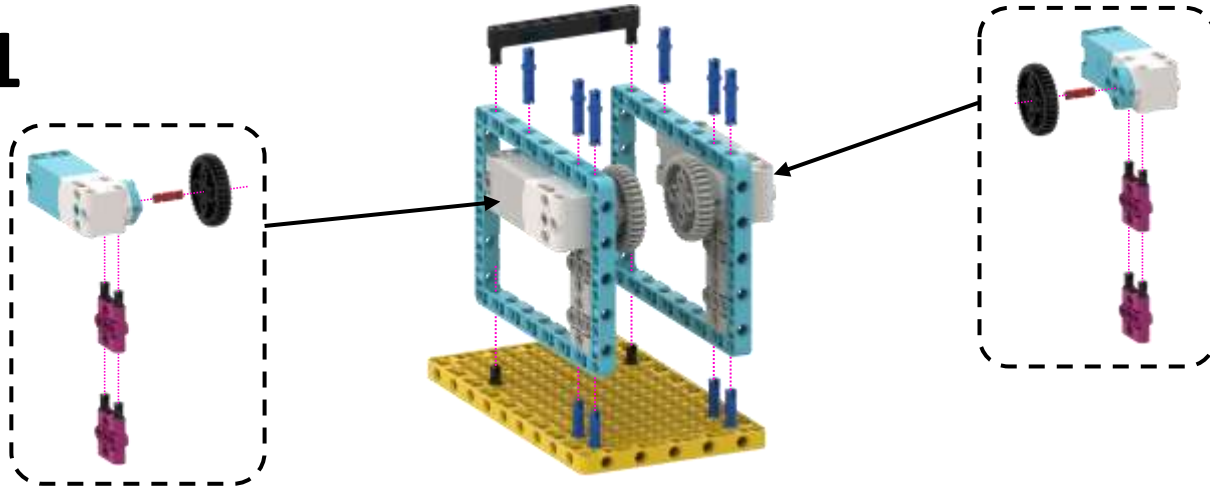
**Features:** Distanz zum Ziel

**Label:** Geschwindigkeit der Motoren

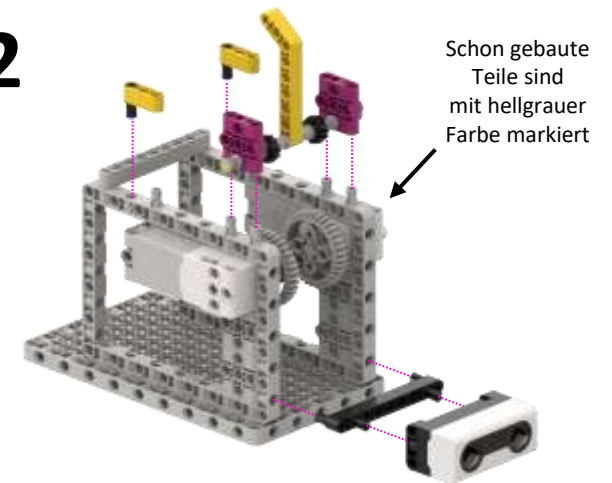


# Pingponger – Bauen

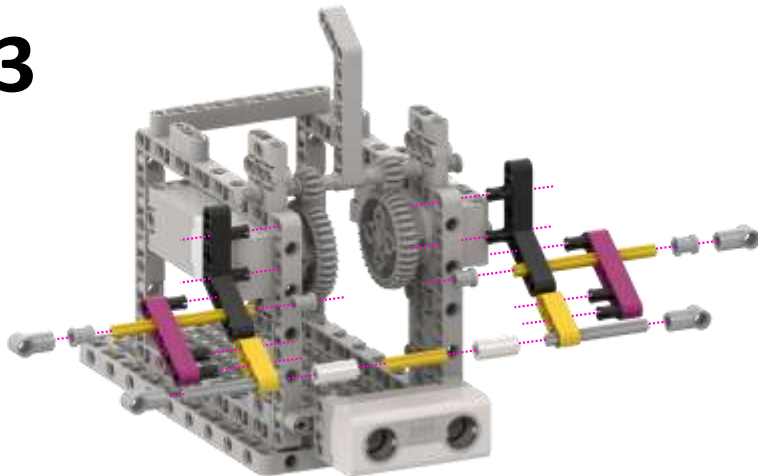
1



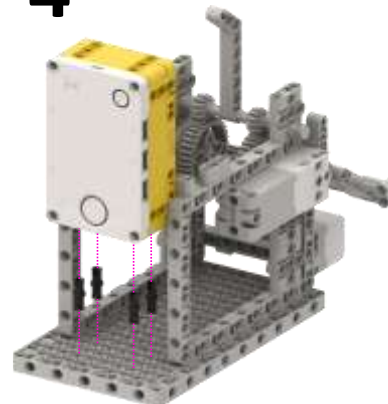
2



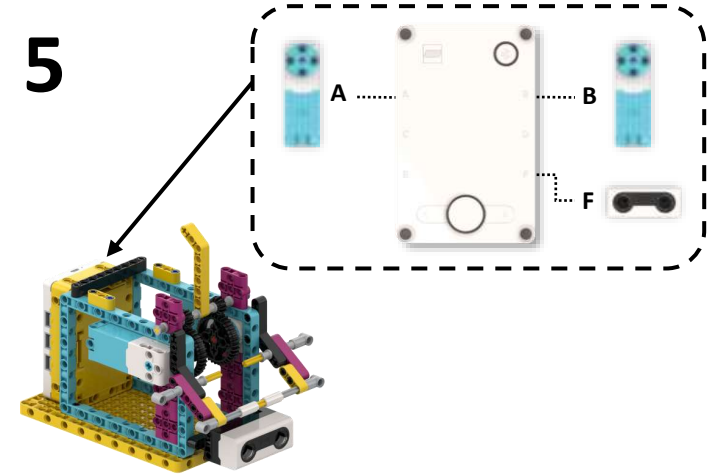
3



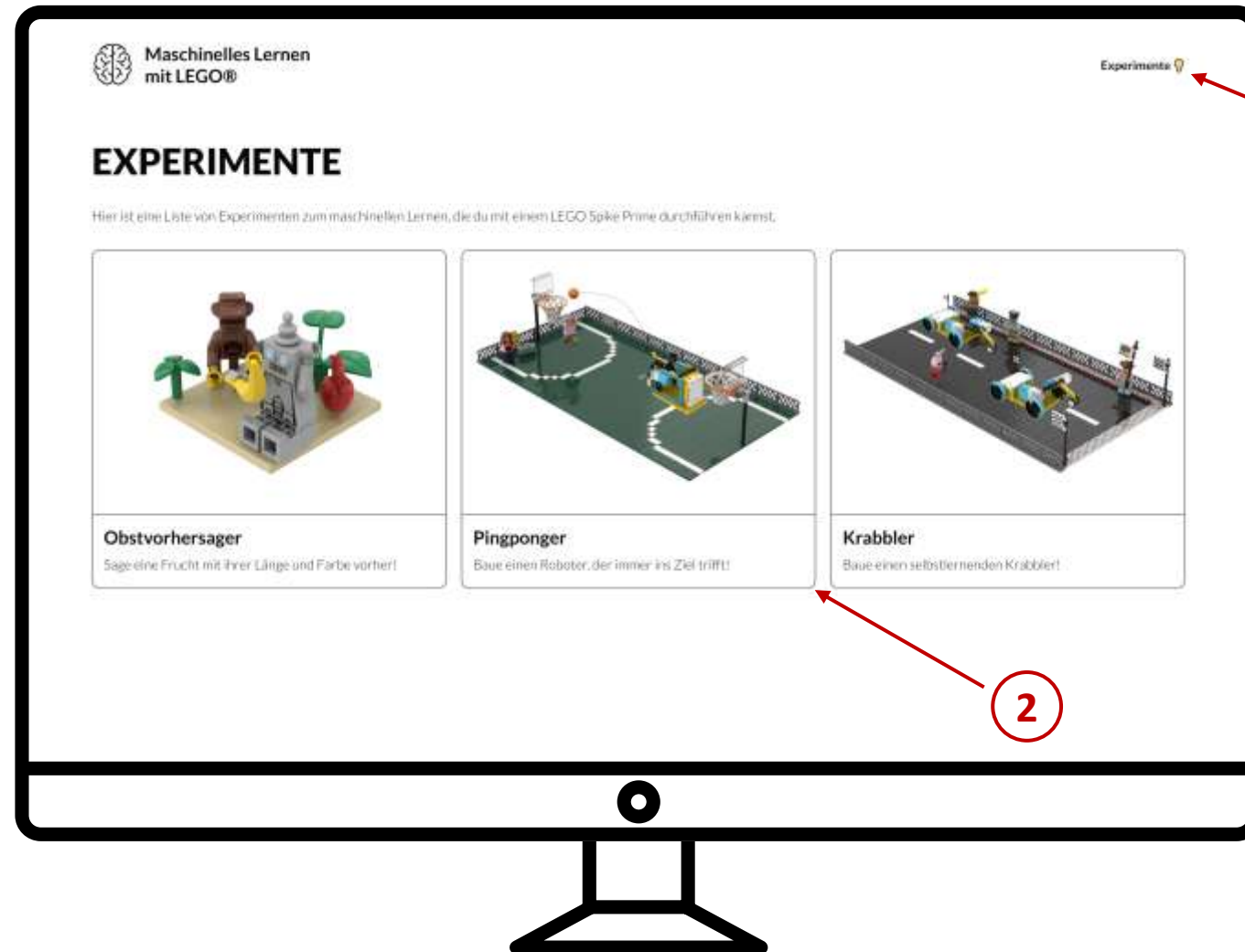
4



5



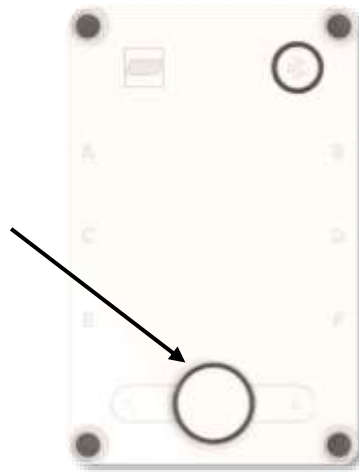
# Experimentseite öffnen



# Hub verbinden und Programm starten

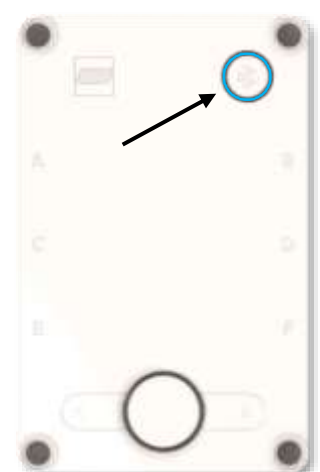
**1**

Schaltet den Hub mit Drücken der großen Taste für etwa 3 Sekunden ein.



**2**

Klickt auf den Bluetooth-Button und wartet, bis der Hub piept.



**3**

Klickt auf "Hub verbinden", sucht euren Hub im Fenster, wählt ihn aus und klickt auf "Koppeln".



**4**

Klickt auf 'Programm starten' und wartet, bis eine Benachrichtigung auf der Webseite erscheint.

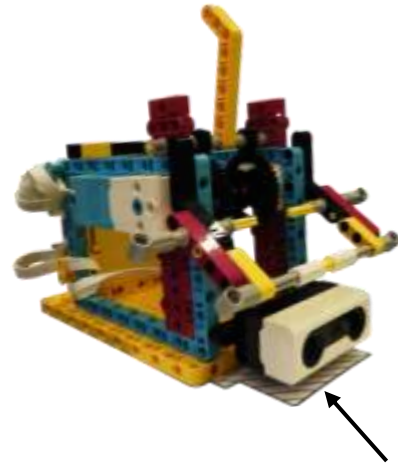
 **Programm starten**



# Pingponger – Datensammlung

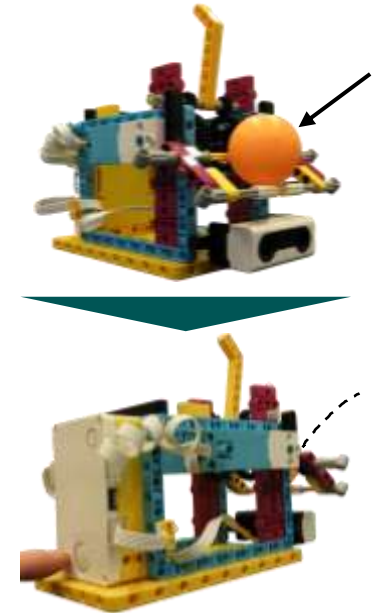
**1**

Stellt den Pingponger in die schraffierte Fläche auf der Matte.



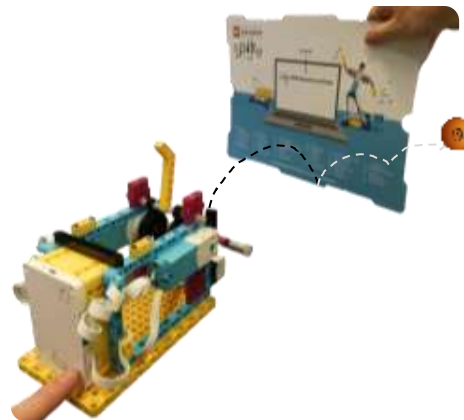
**2**

Legt den Ball in den Halter und platziert den Schläger über dem Ball. Klickt auf die linke Taste, um den Ball zu werfen.



**3**

Haltet den Karton an der Stelle, an der der Ball gelandet ist und drückt die rechte Taste, um die Länge zu messen.



**4**

Wiederholt die Messung für andere Geschwindigkeiten.

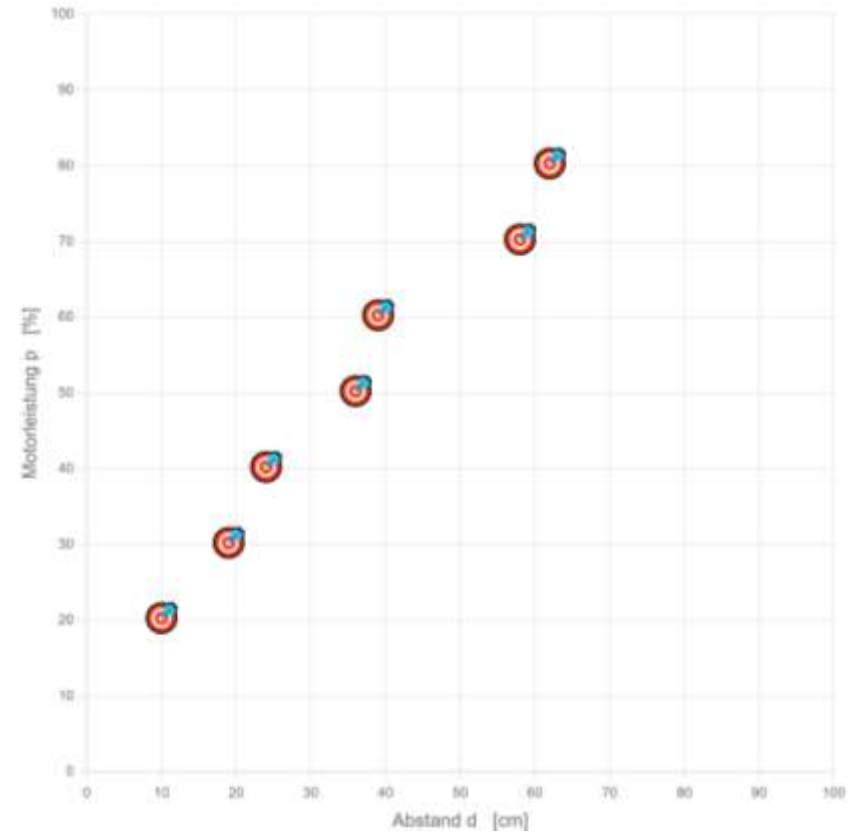
Motorleistung: 10% → 33%



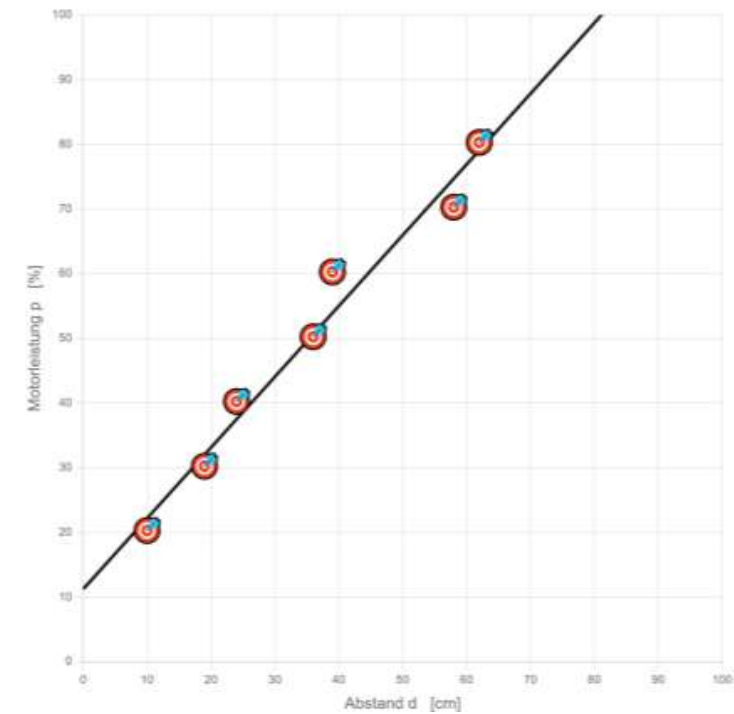
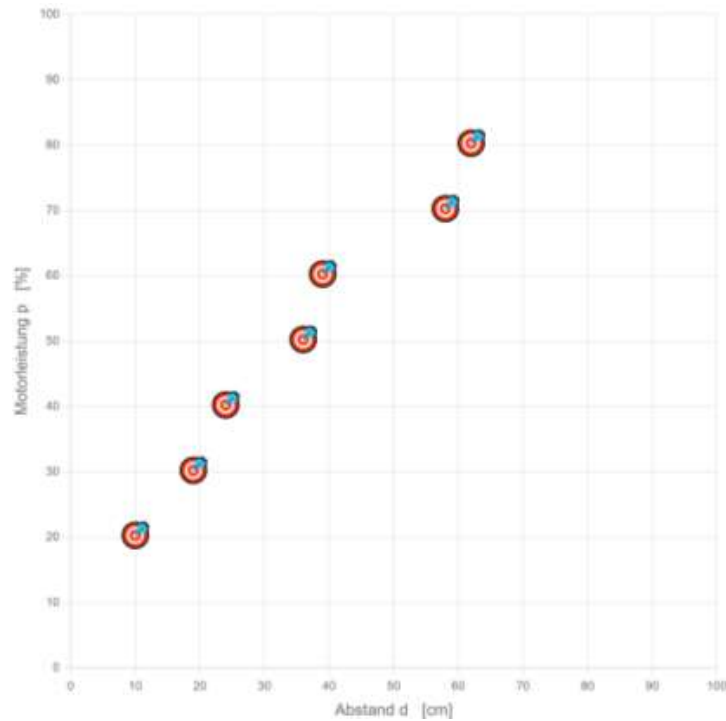
► Aktualisieren

← \*Klick\*

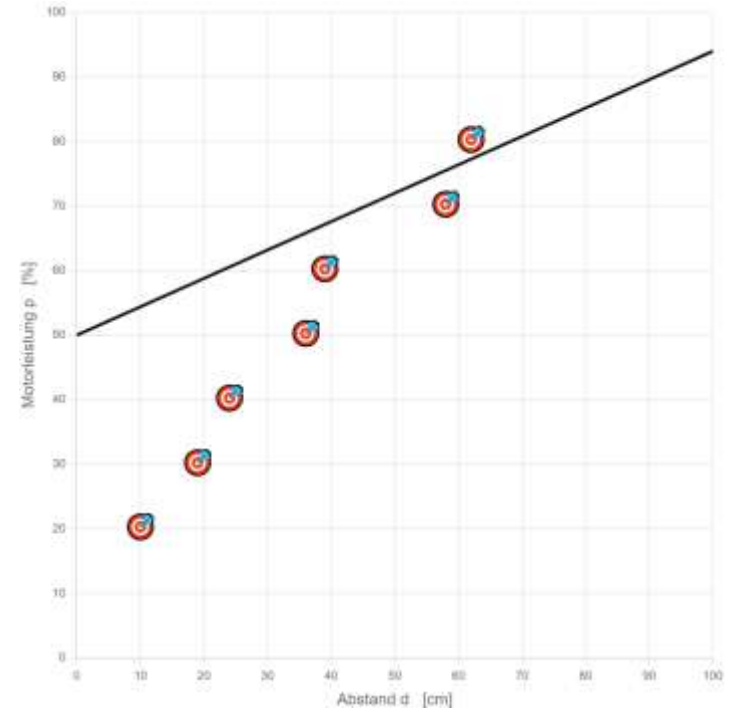
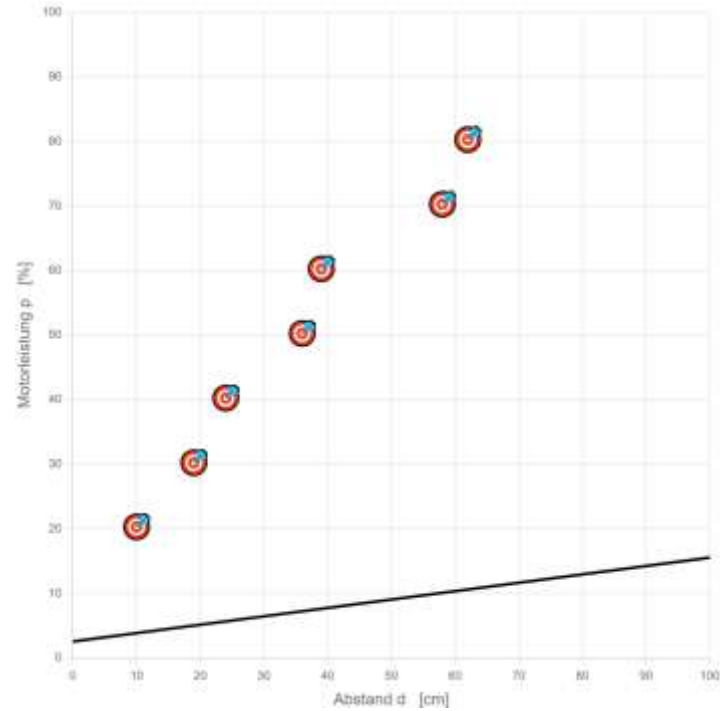
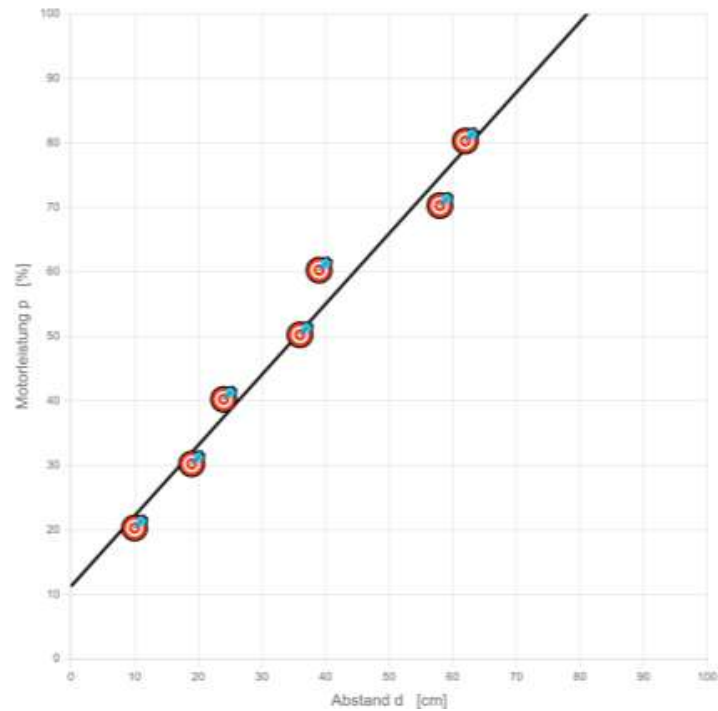
# Pingponger – Datenanalyse



# Pingponger – Datenanalyse

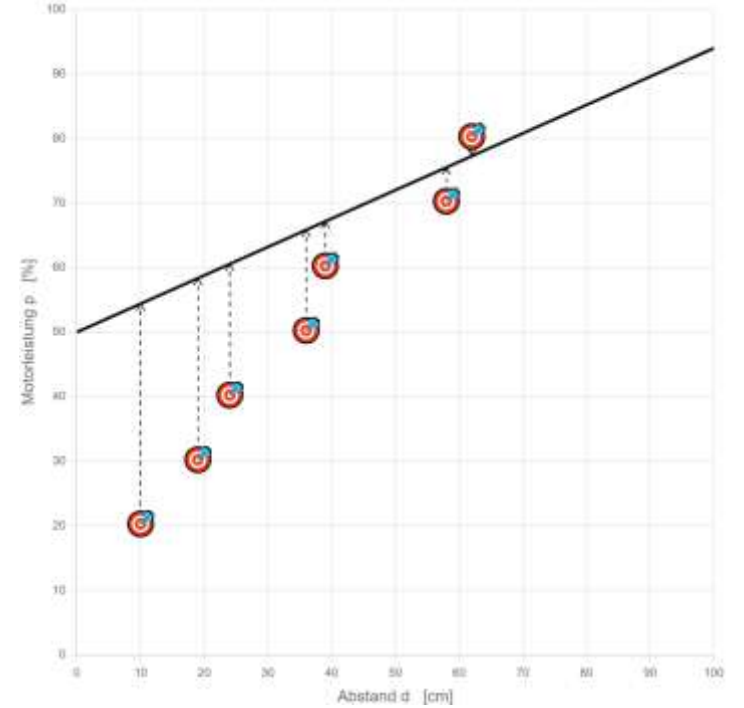
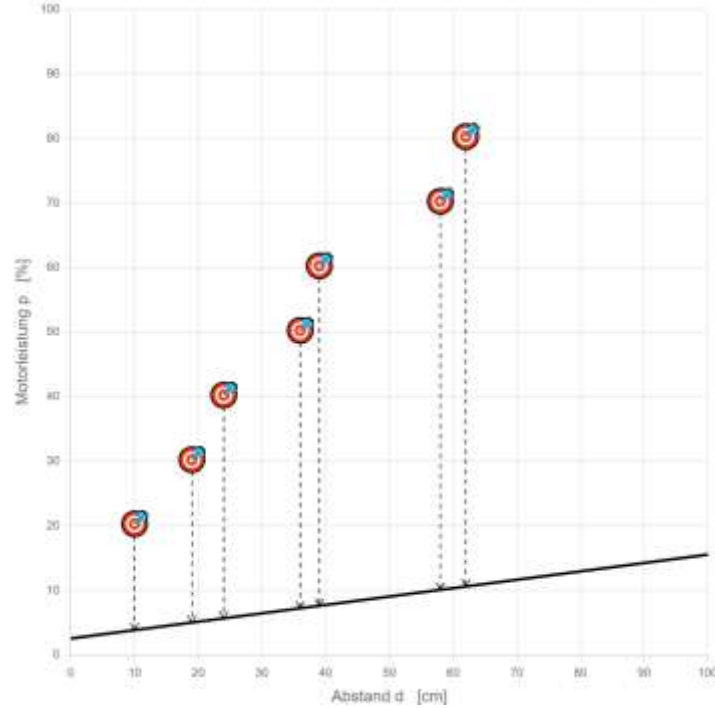
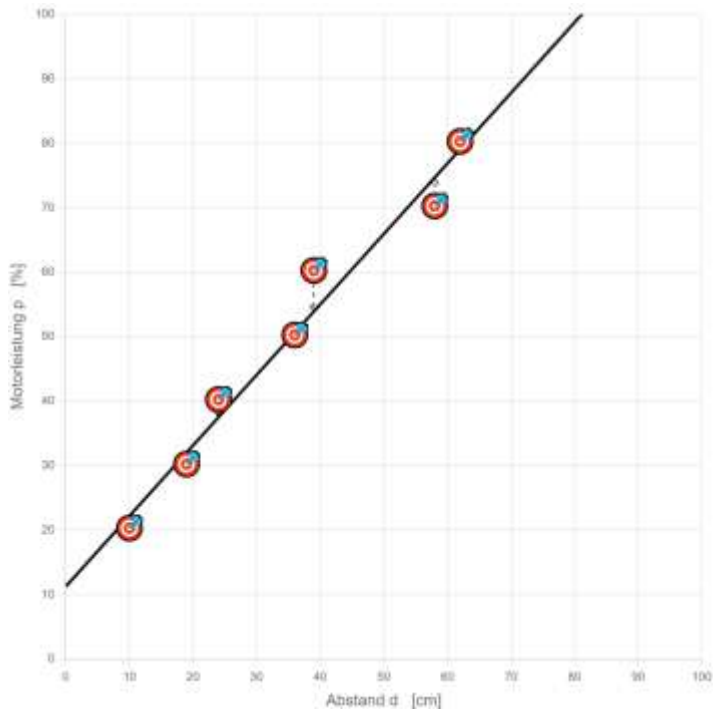


# Wie gut passt die Gerade?



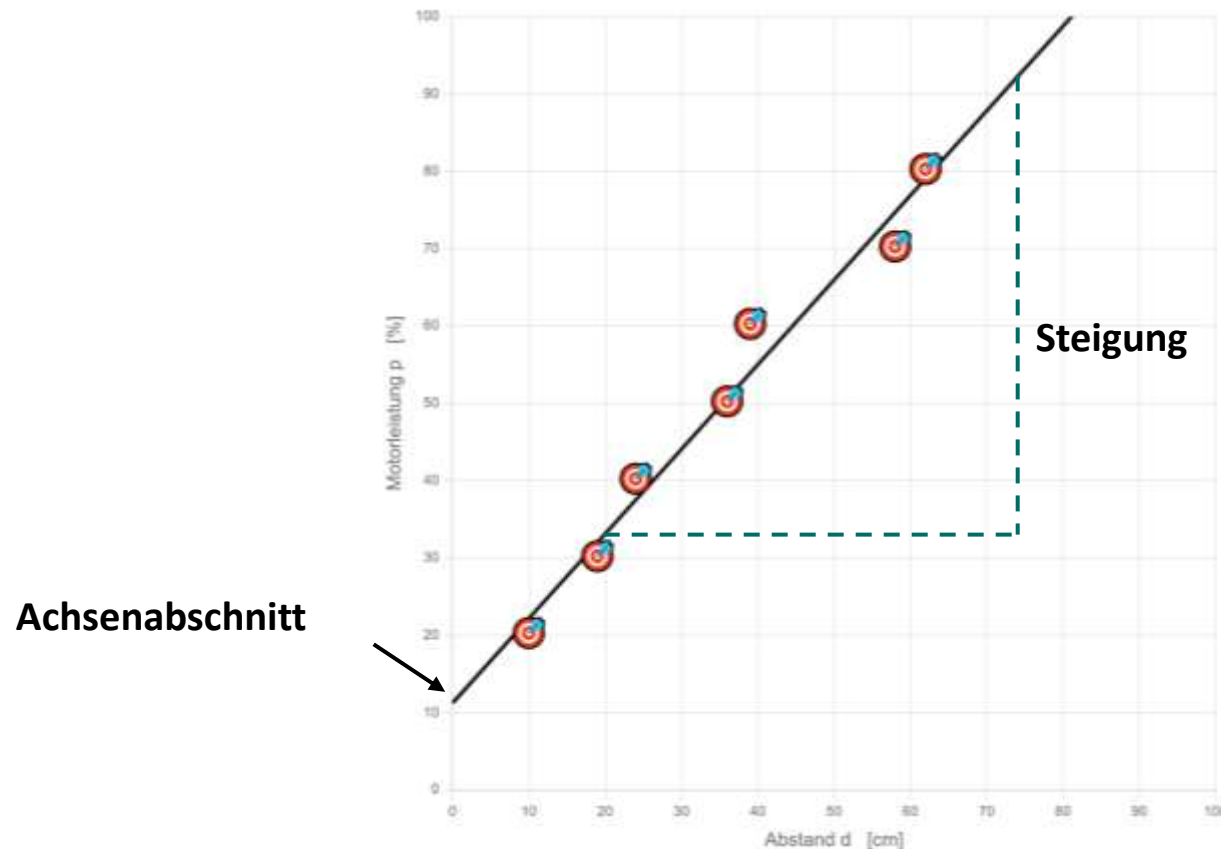
# Wie gut passt die Gerade?

- **Verlust (Loss)** beschreibt, wie gut die Modellvorhersagen sind.



# Lineare Regression

- **Lineare Regression** – Bestimmen einer Geraden, die den Zusammenhang zwischen Variablen wiedergibt.



# Pingponger – Parameter auswählen

1

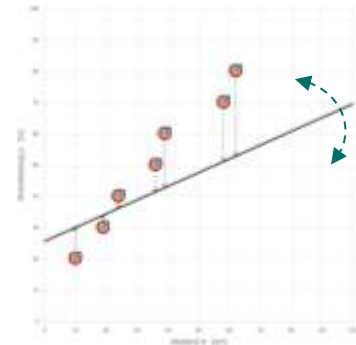
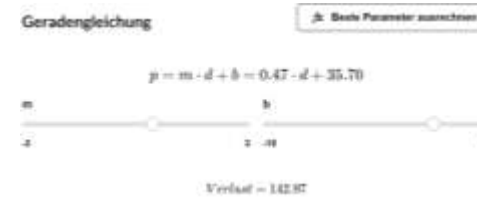
Schaltet das Gerät in den Vorhersagemodus.



*\*Klick\**

2

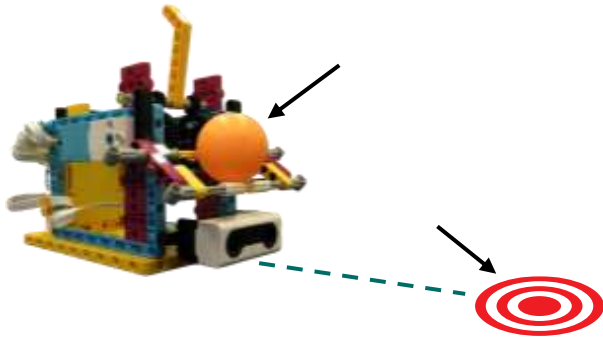
Versucht, Steigung und Achsenabschnitt zu ändern, um die Linie zu bewegen und damit Verlustfunktion zu minimieren.



# Pingponger – Vorhersage

**1**

Legt den Ball in den Halter und platziert das Ziel vor dem Pingponger.



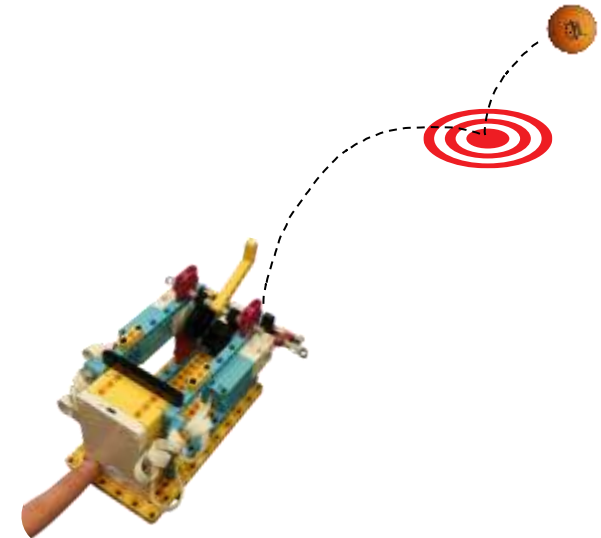
**2**

Misst die Entfernung zum Ziel. Stellt den LEGO Karton in die Mitte des Ziels und drückt die rechte Taste.



**3**

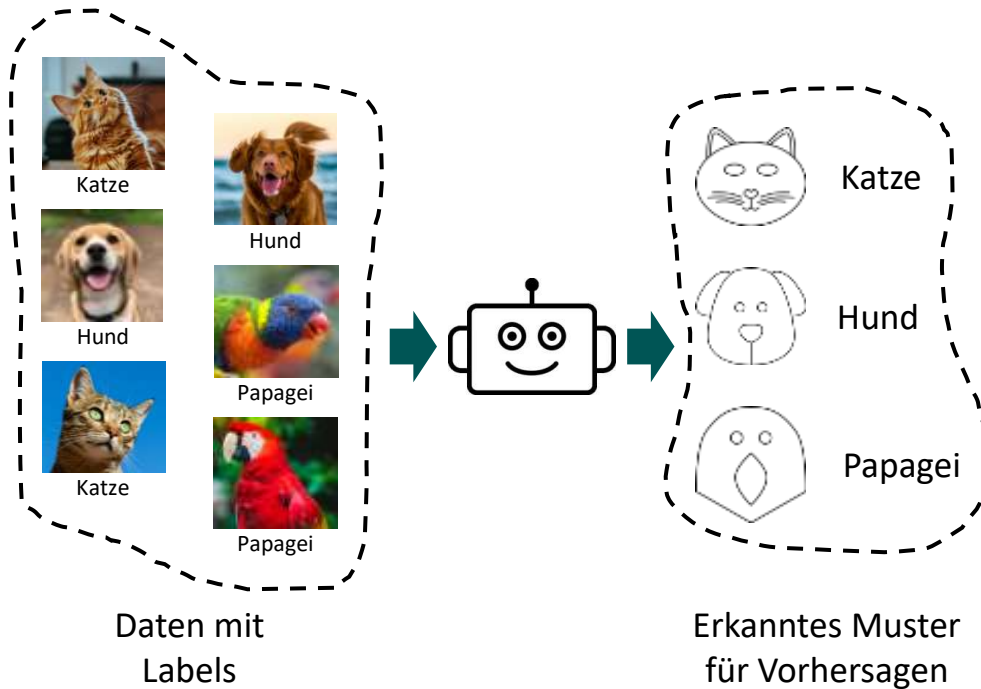
Schießt den Ball mit der linken Taste ins Ziel!



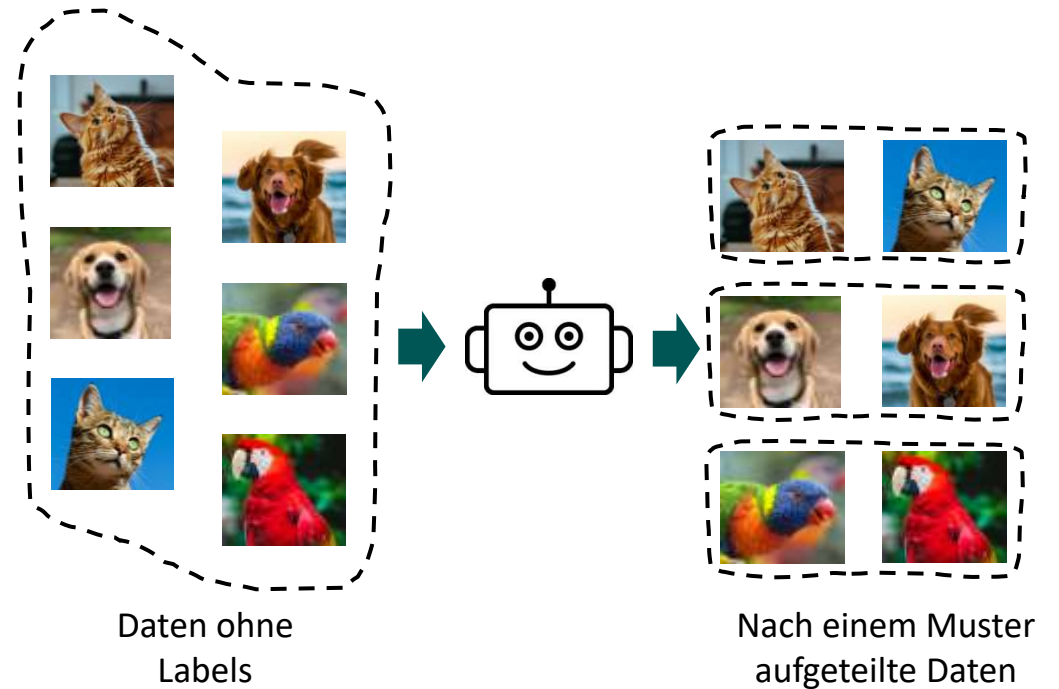


# Überwachtes und unüberwachtes Lernen

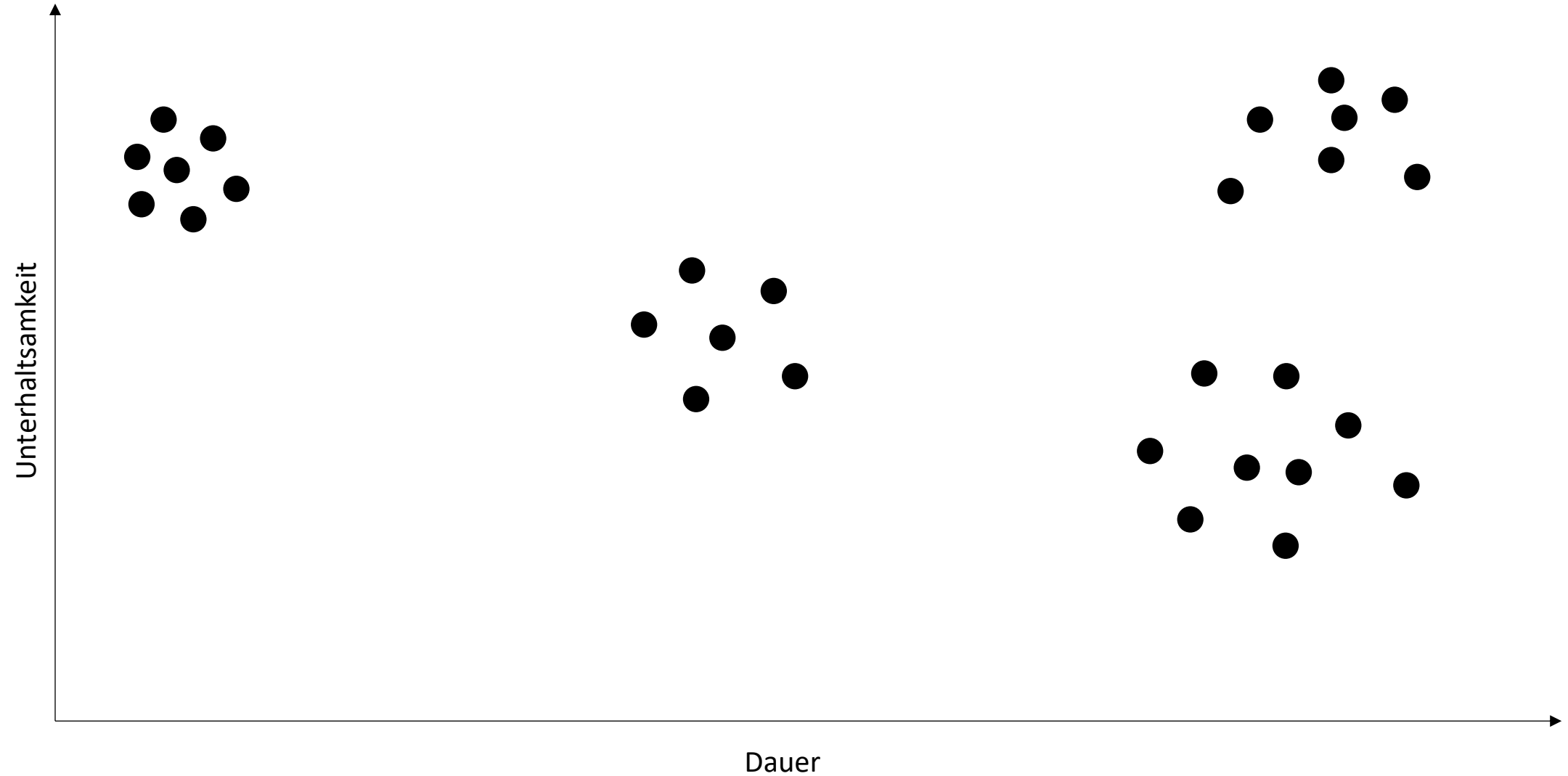
## Überwachtes Lernen



## Unüberwachtes Lernen



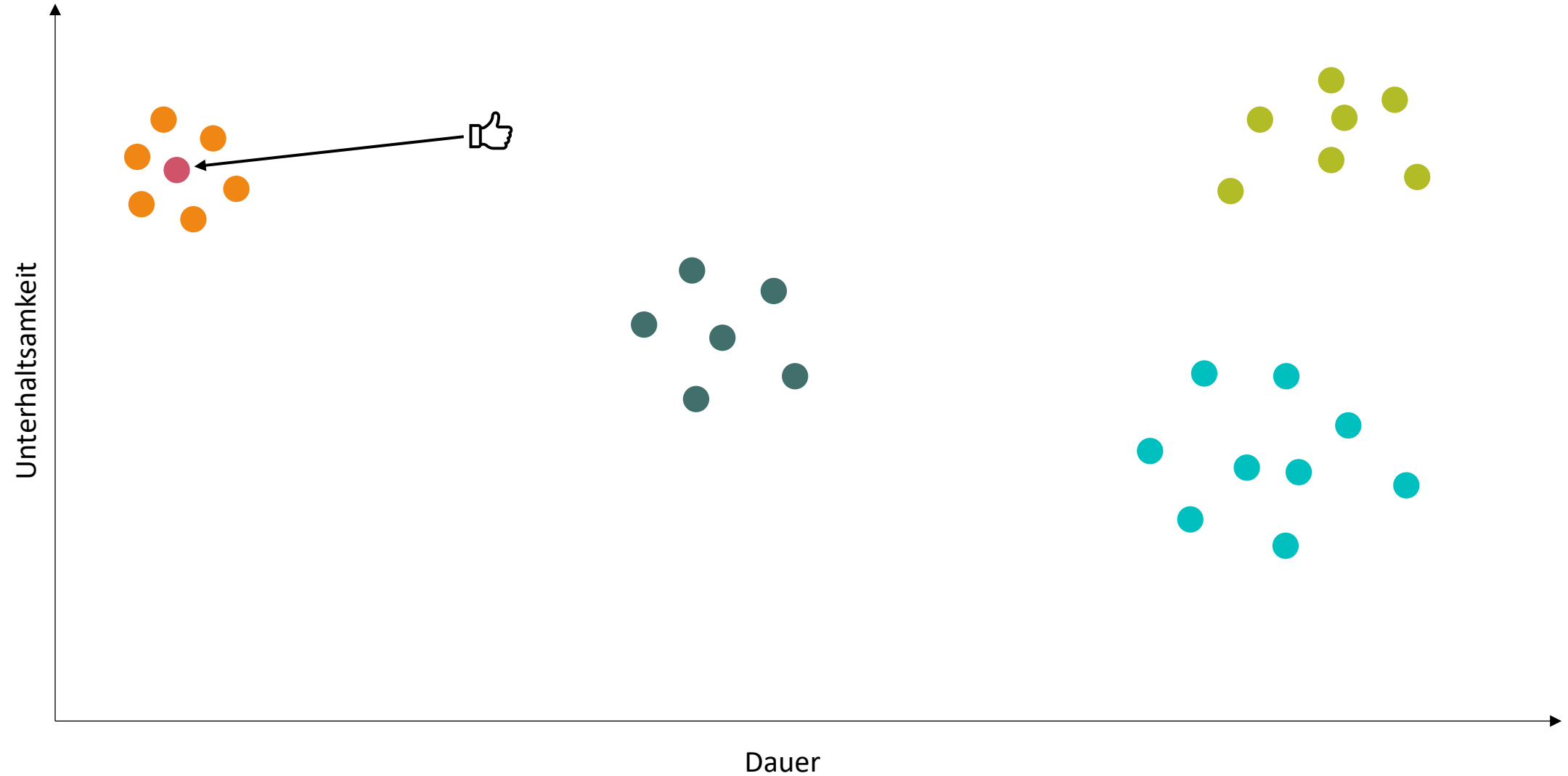
# Wie man neue Videos mit unüberwachtem Lernen empfehlen kann



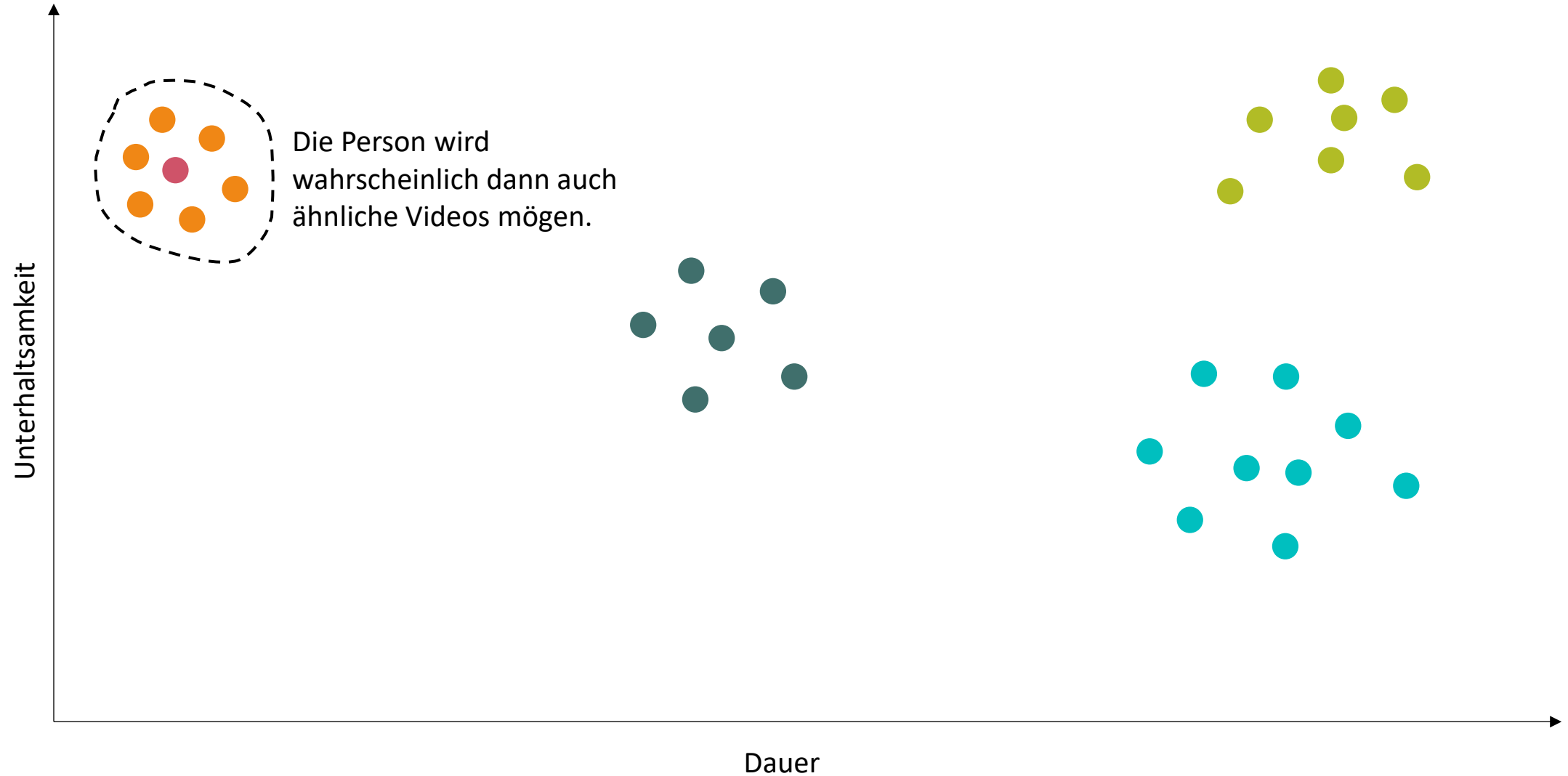
# Wie man neue Videos mit unüberwachtem Lernen empfehlen kann



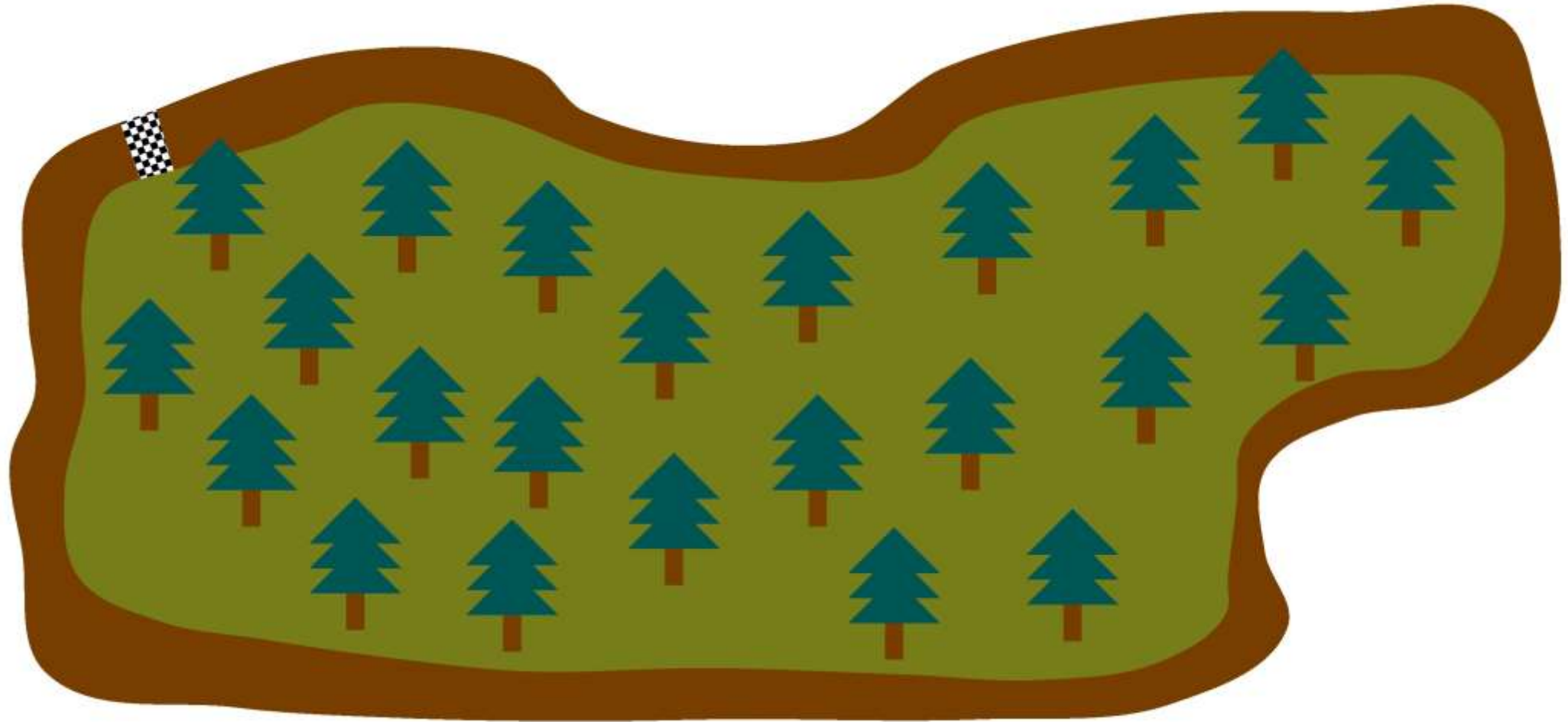
# Wie man neue Videos mit unüberwachtem Lernen empfehlen kann



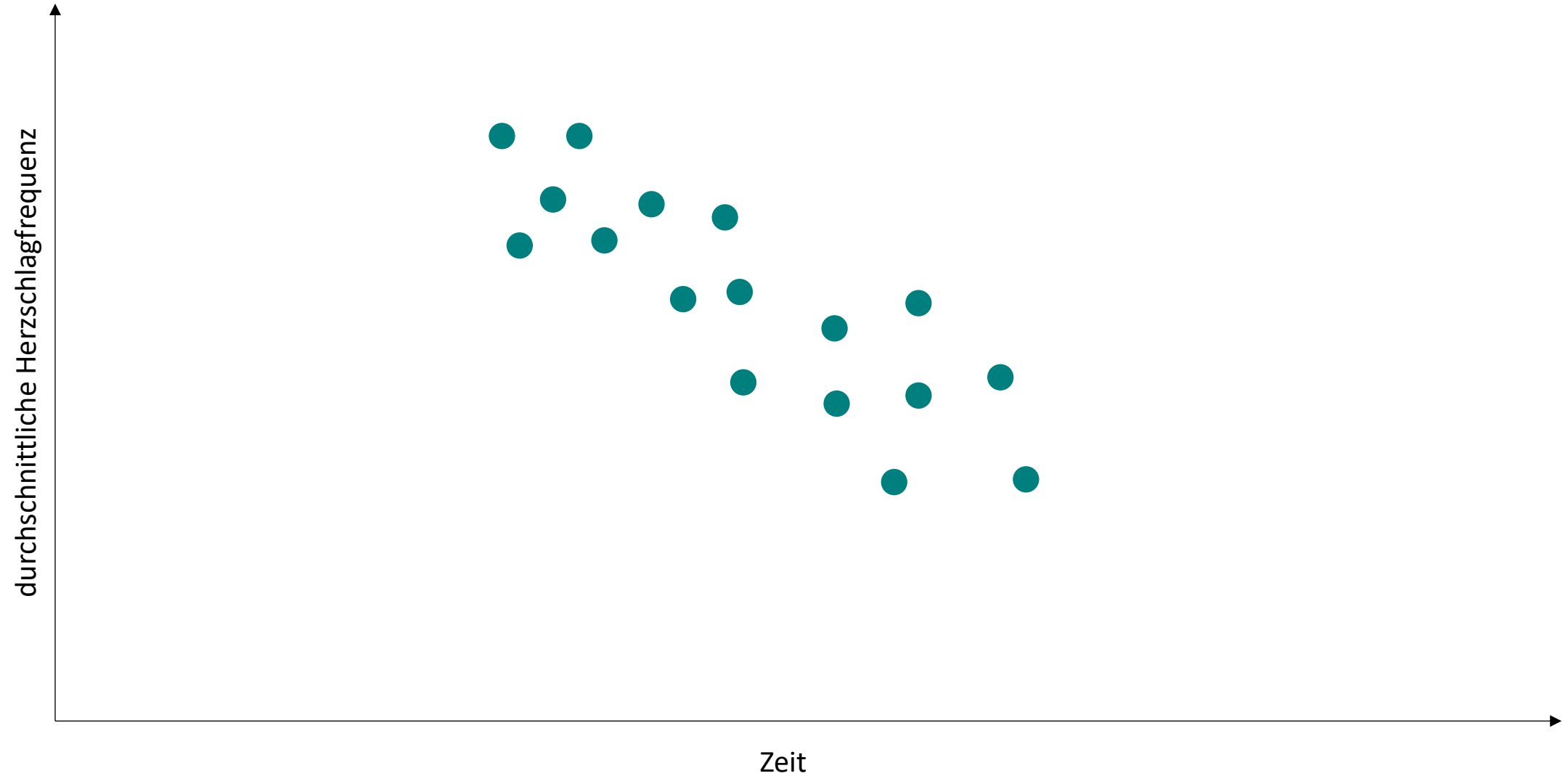
# Wie man neue Videos mit unüberwachtem Lernen empfehlen kann



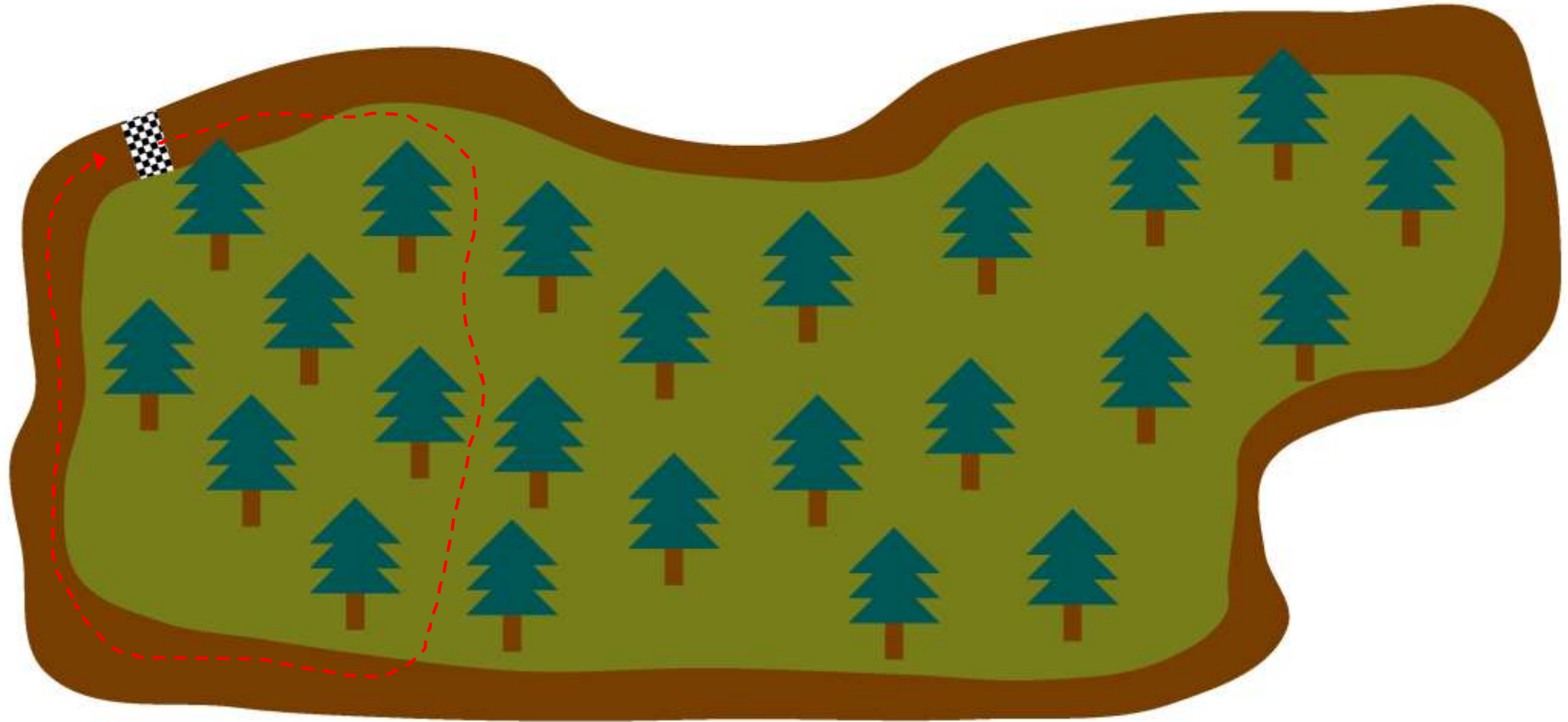
Wie man Cheaters mit unüberwachtem Lernen erkennen kann



# Wie man Cheaters mit unüberwachtem Lernen erkennen kann

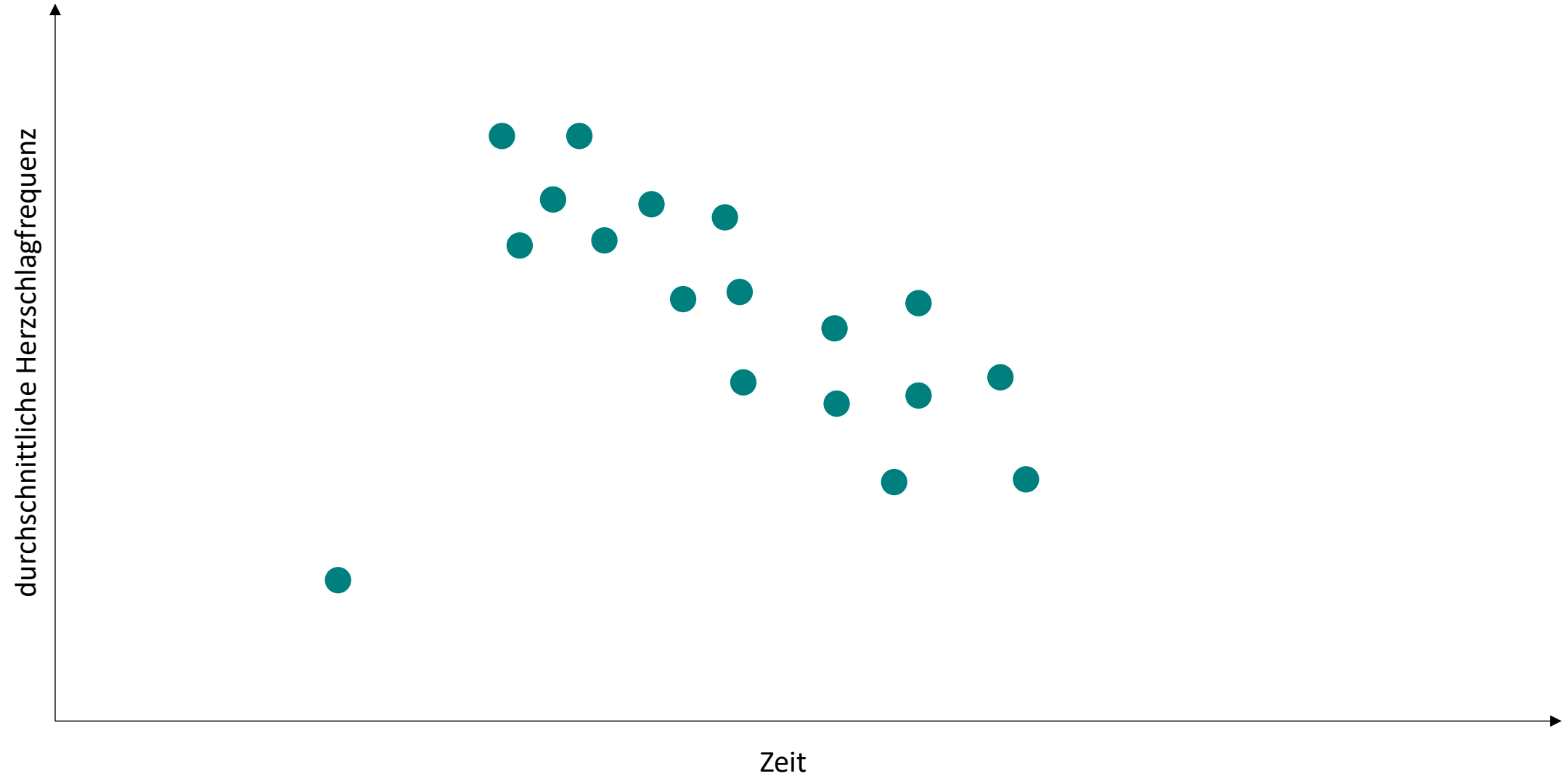


Wie man Cheaters mit unüberwachtem Lernen erkennen kann

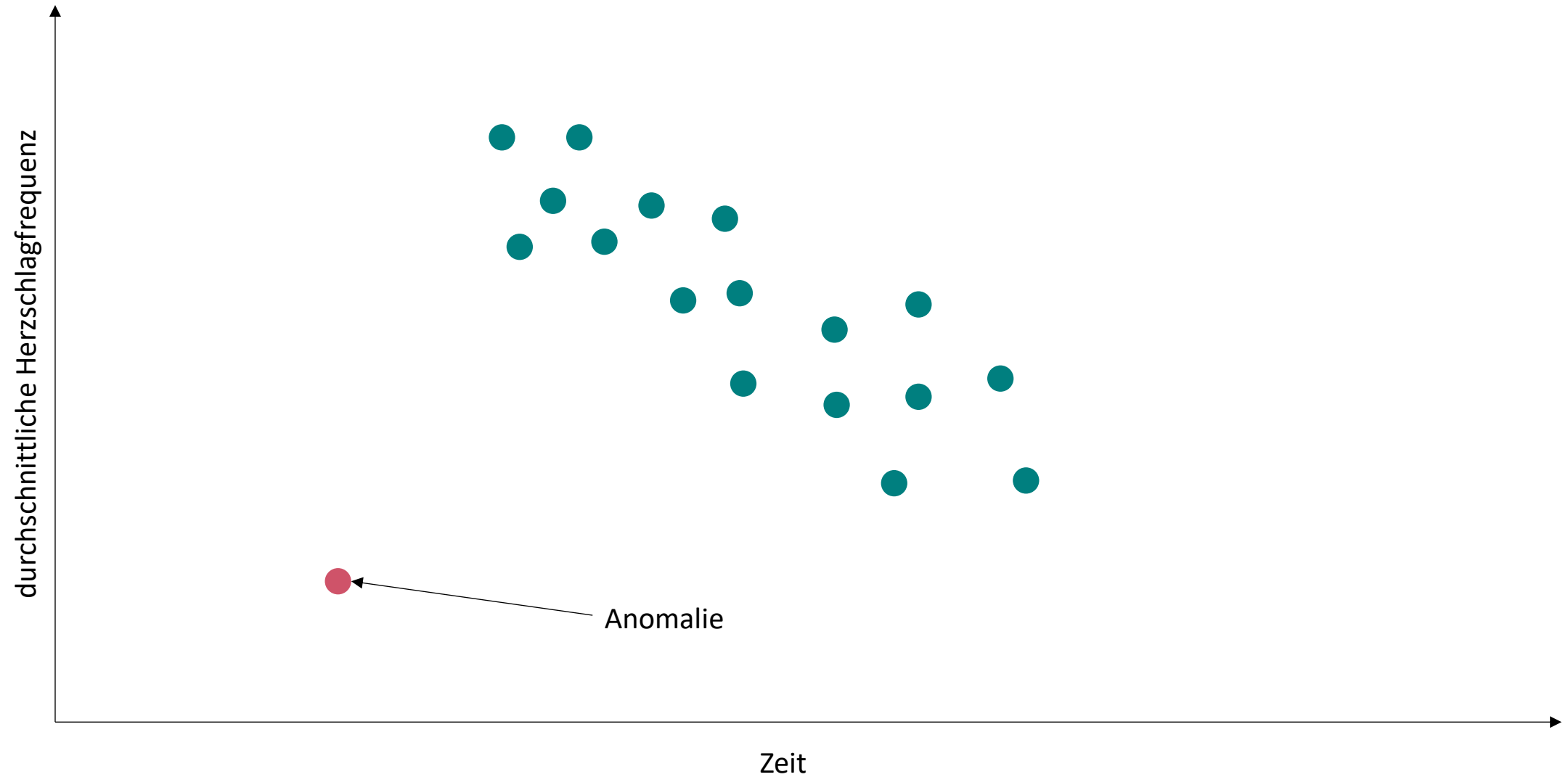




# Wie man Cheaters mit unüberwachtem Lernen erkennen kann

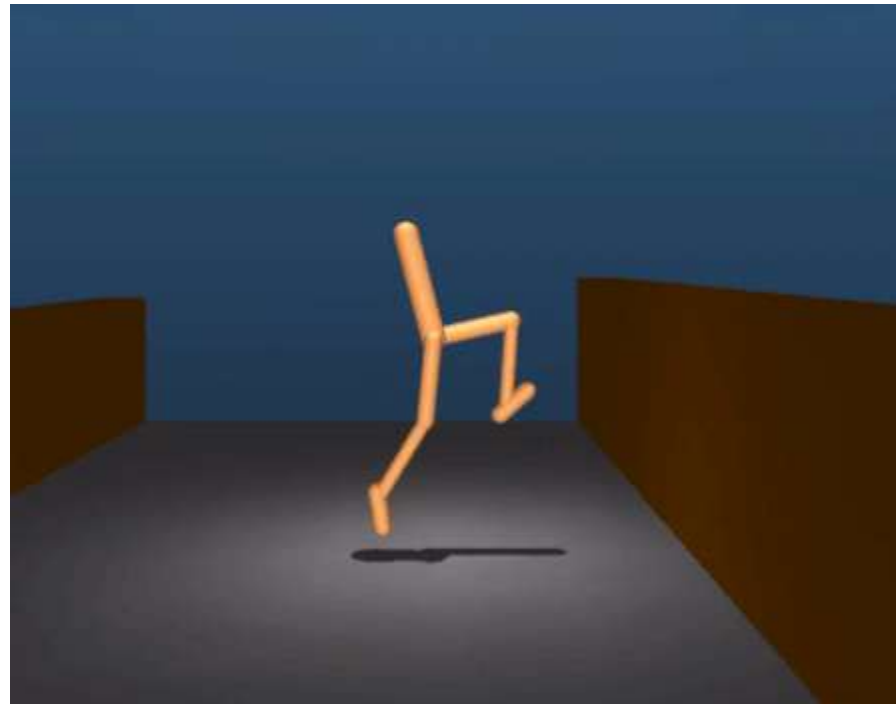


# Wie man Cheaters mit unüberwachtem Lernen erkennen kann



# Bestärkendes Lernen

- **Bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning)** – Lernen durch Versuch und Irrtum



Quelle: [DeepMind](#)

# Bestärkendes Lernen

- **Bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning)** – Lernen durch Versuch und Irrtum



Quelle: [Giphy](#)

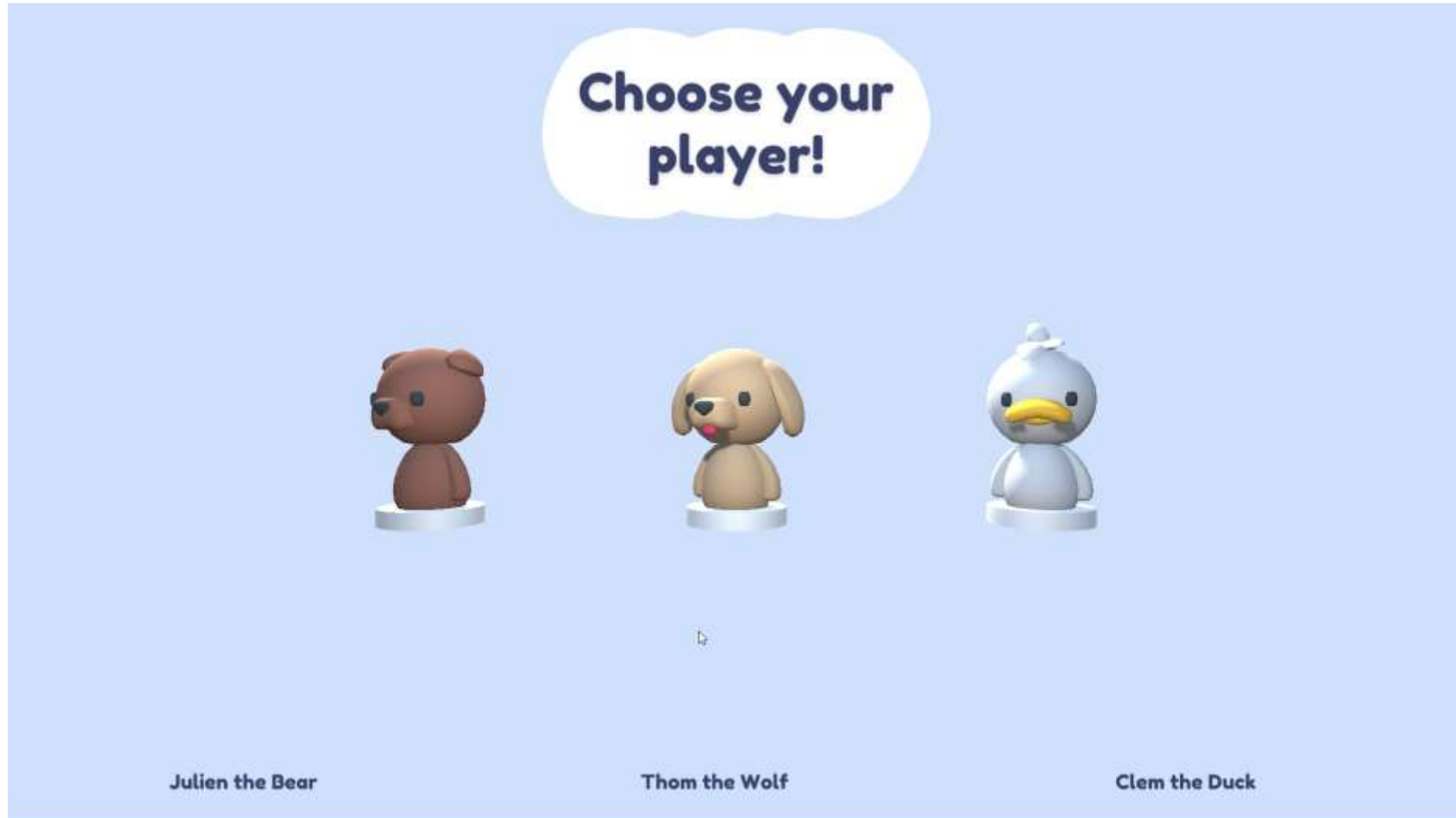
# Anwendungsbeispiele – Roboter



**0 mins**

Quelle: [YouTube](#)

# Anwendungsbeispiele – Bots in Computerspielen



Quelle: [HuggingFace](#)

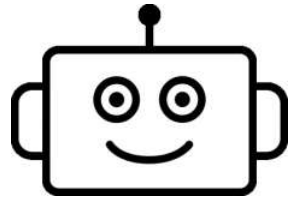


# Anwendungsbeispiele – Bots in Computerspielen



Quelle: [HuggingFace](#)

# Wichtige Begriffe



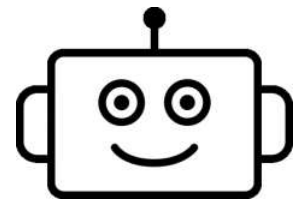
**Agent**



**Umgebung**



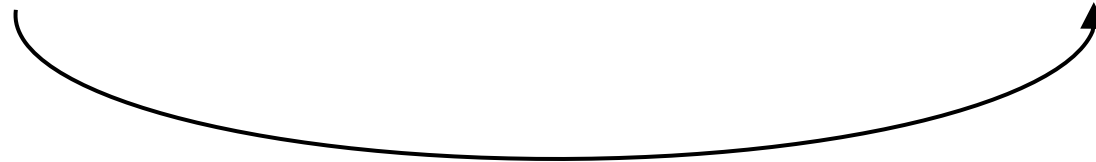
# Wichtige Begriffe



**Agent**

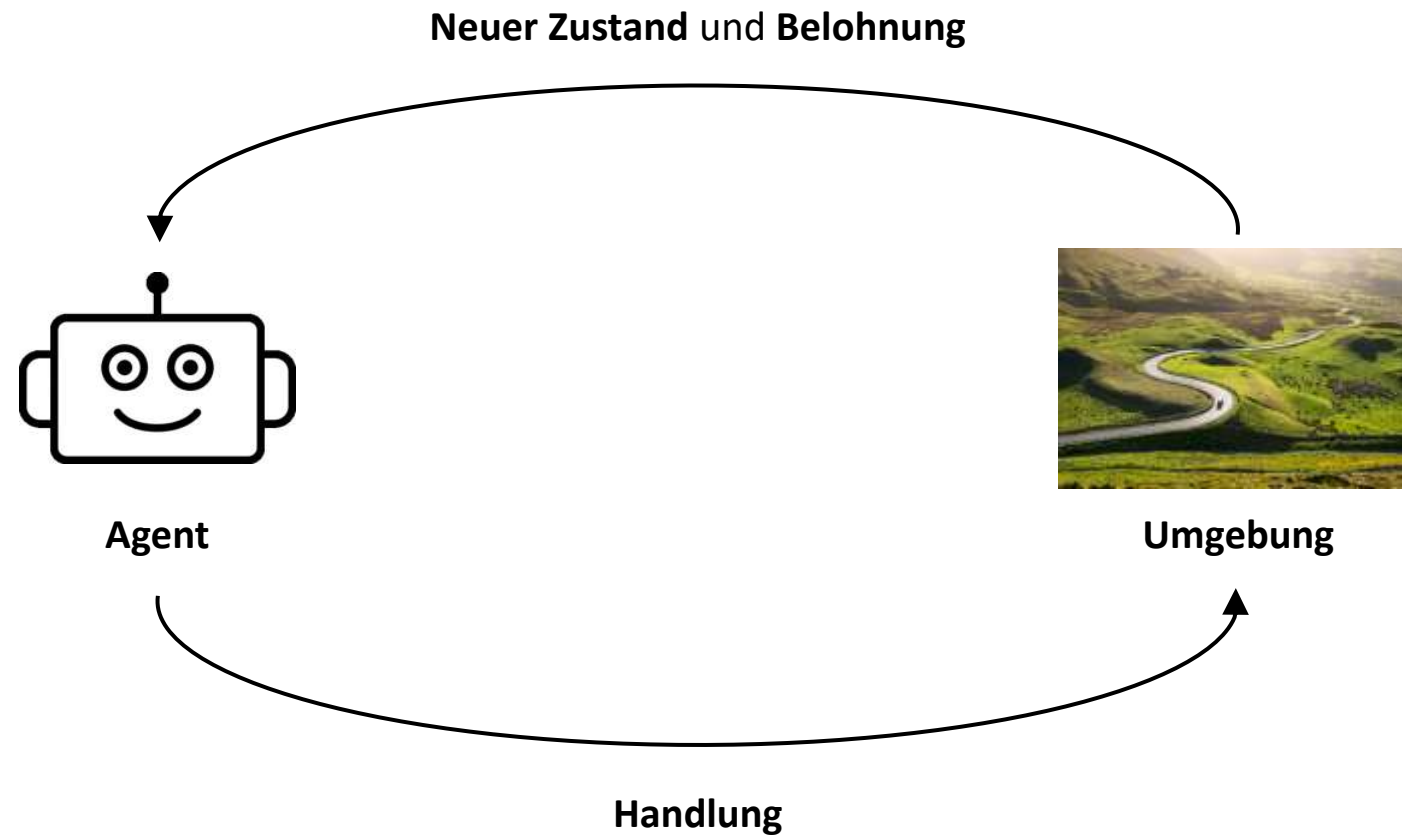


**Umgebung**

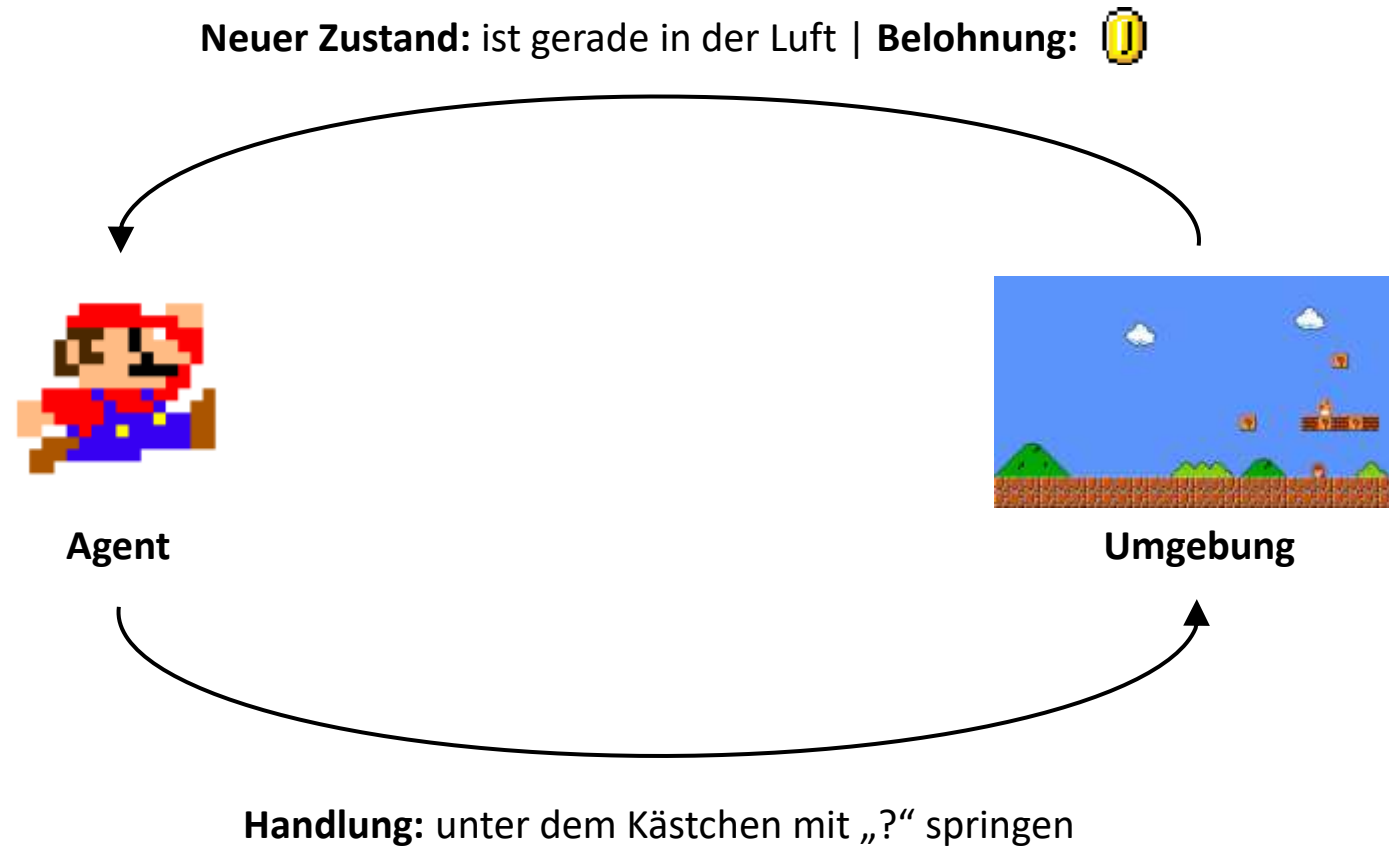


**Handlung**

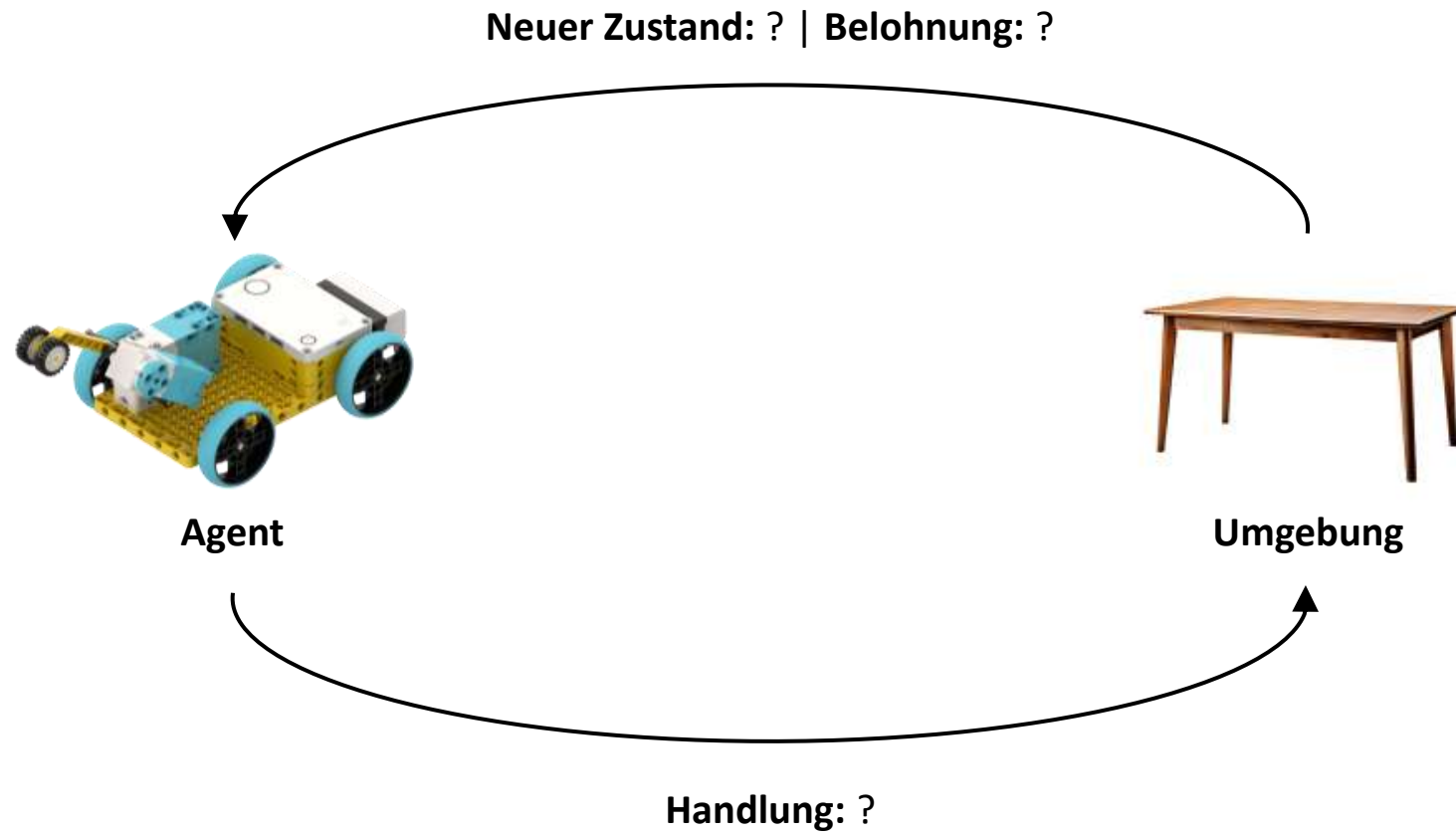
# Wichtige Begriffe



# Beispiel

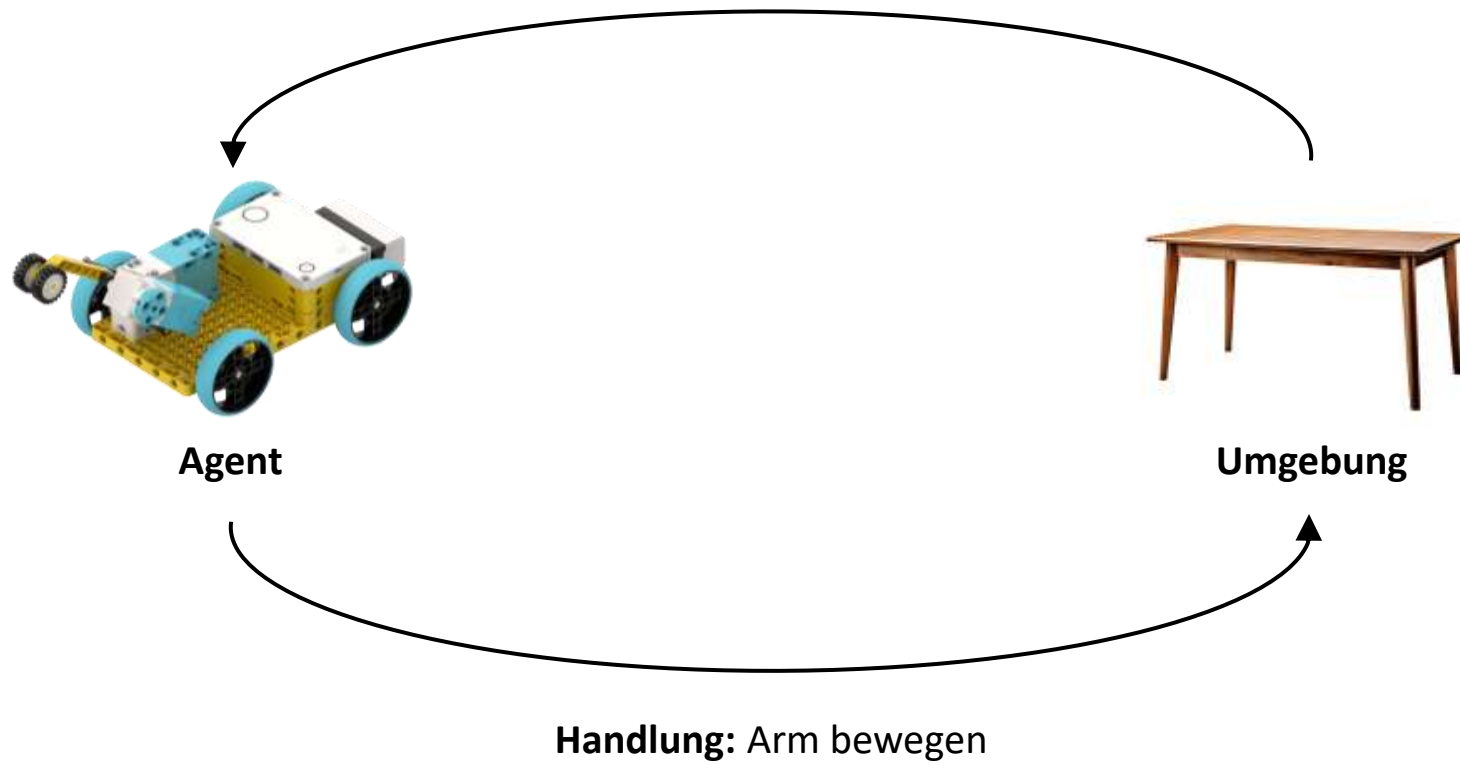


# Krabbler – Konzept



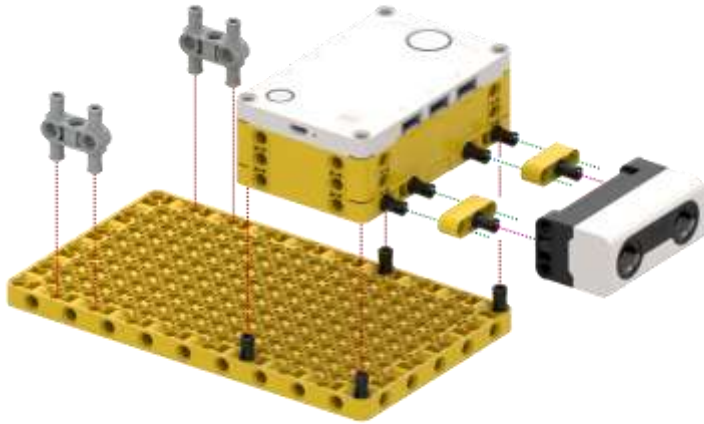
# Krabbler – Konzept

**Neuer Zustand:** neue Position des Armes | **Belohnung:** gekrabbelte Entfernung



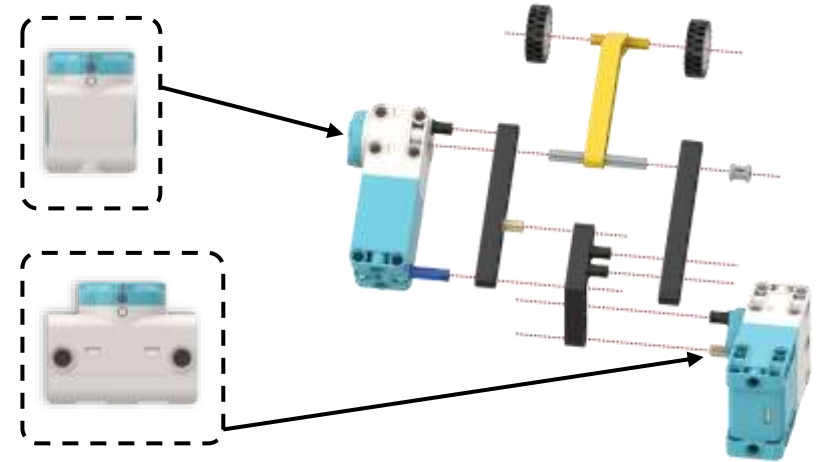
# Krabbler – Bauen

1

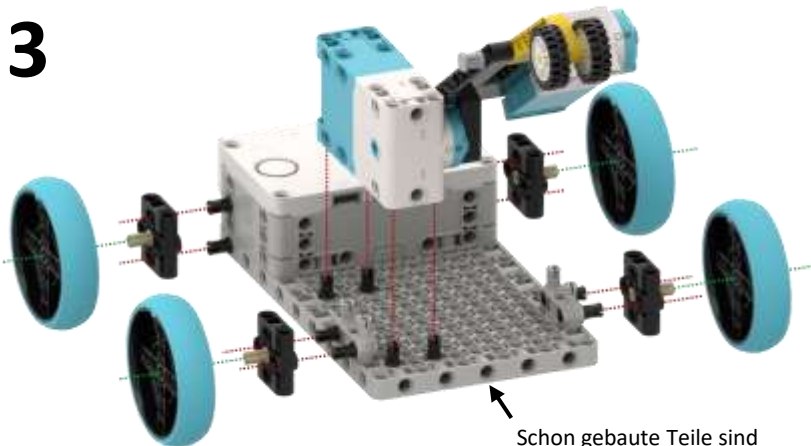


2

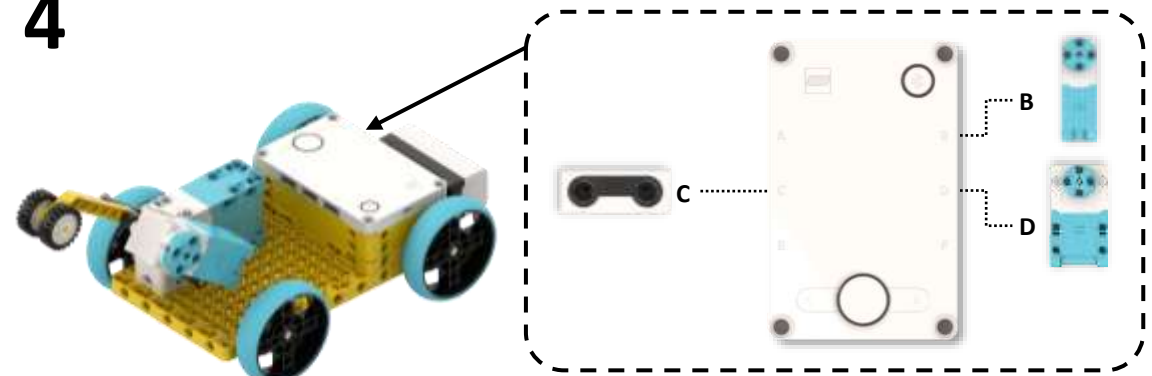
Beachtet  
Nullstellung  
der Motoren  
beim Bau der  
Hand!



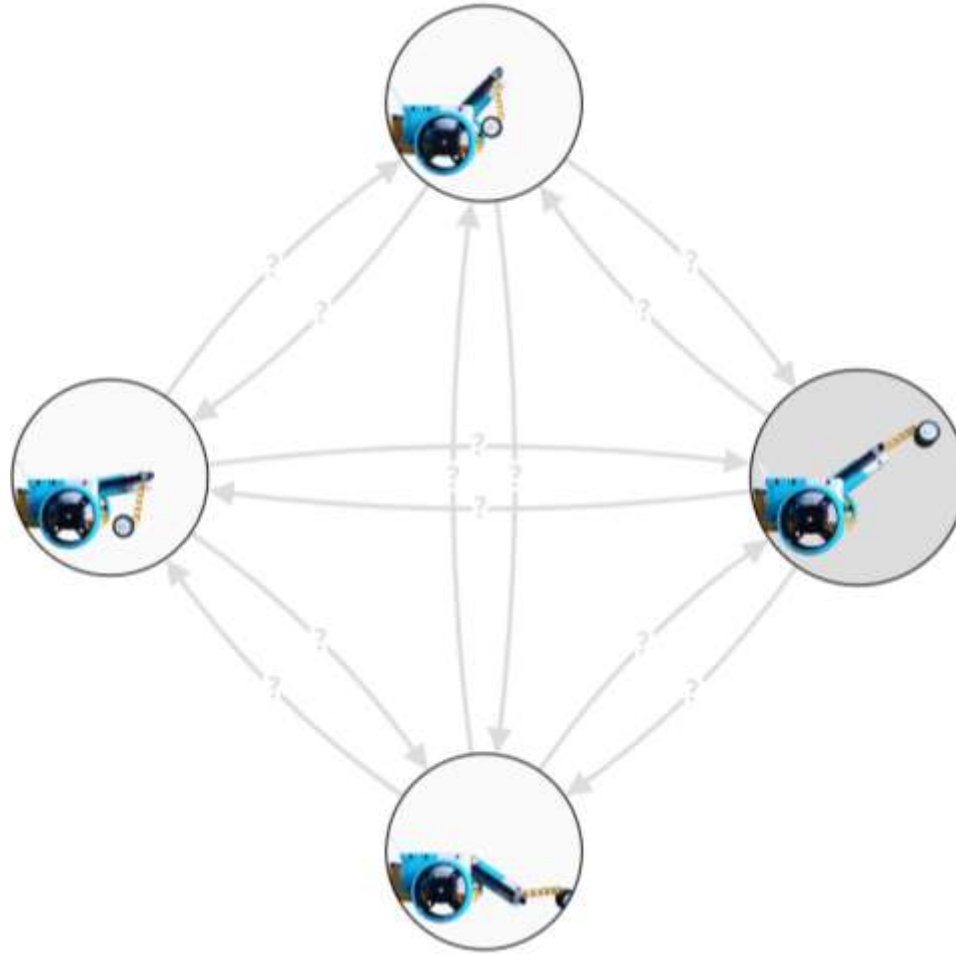
3



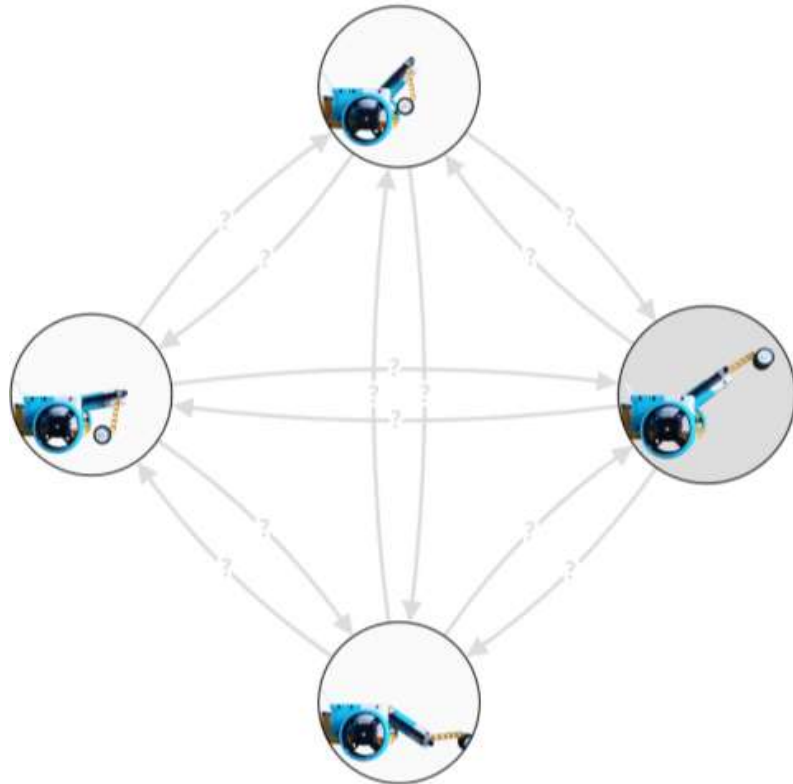
4



Wie gut ist eine Handlung?









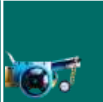
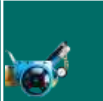
# Wie gut ist eine Handlung?

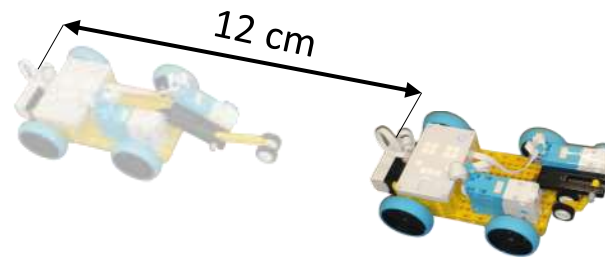


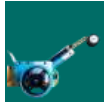




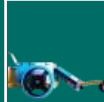
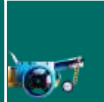
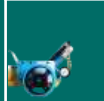
		Nächster Zustand			
Aktueller Zustand					











# Wie gut ist eine Handlung?

		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	0	0
		0		0	0
		0	0		0
		0	0	0	











		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	0	0
		0		+12	0
		0	0		0
		0	0	0	

# Wie gut ist eine Handlung?

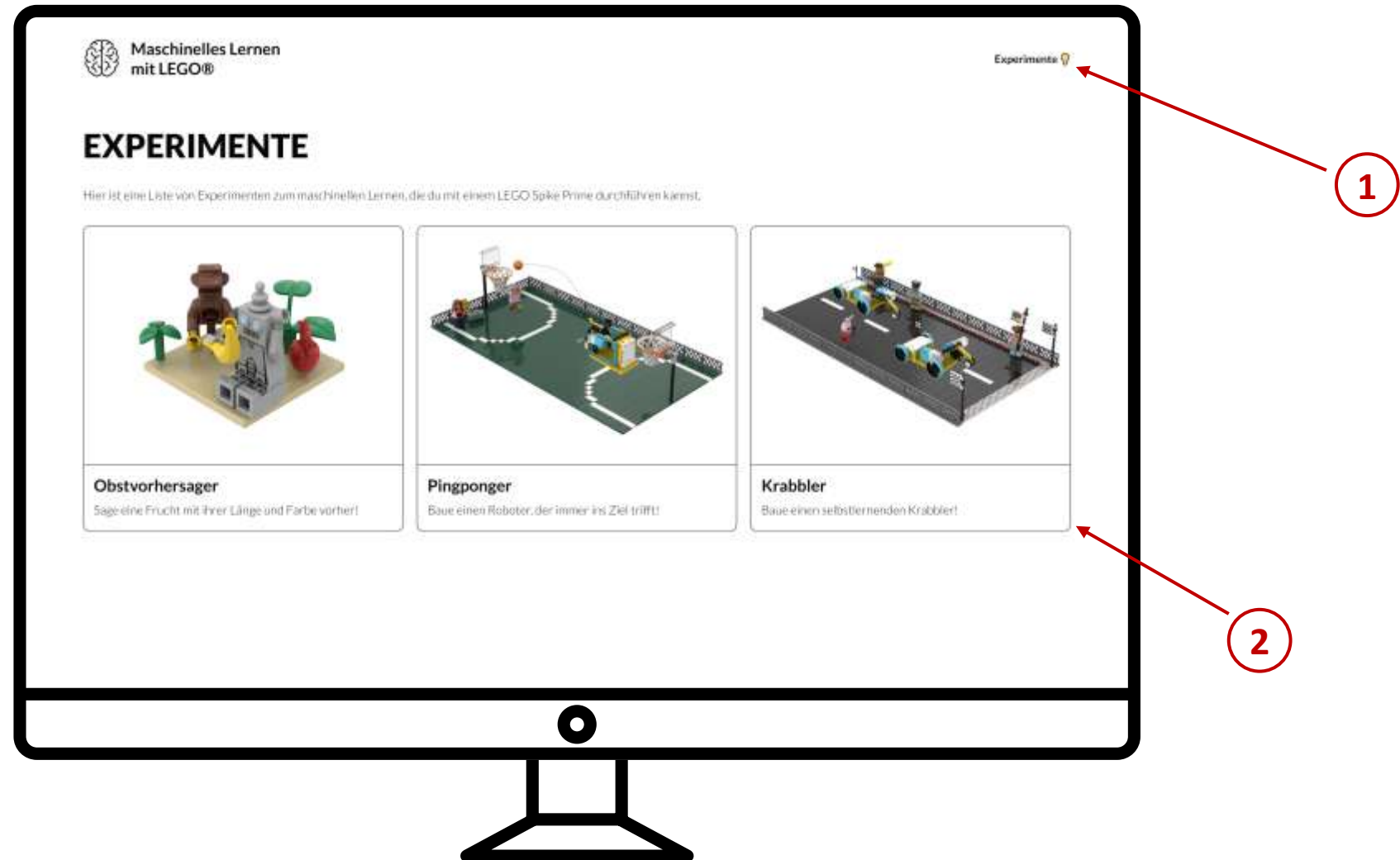
		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	0	0
		0		0	0
		0	0		0
		0	0	0	



Training

		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+12	+11
		-9	-13		+1
		0	0	0	

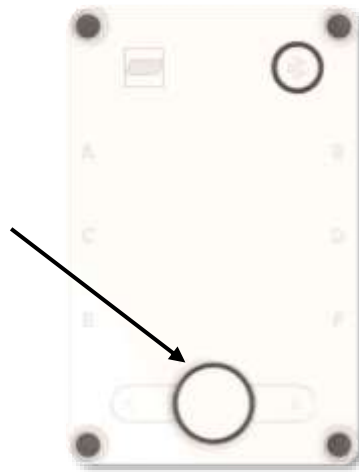
# Experimentseite öffnen



# Hub verbinden und Programm starten

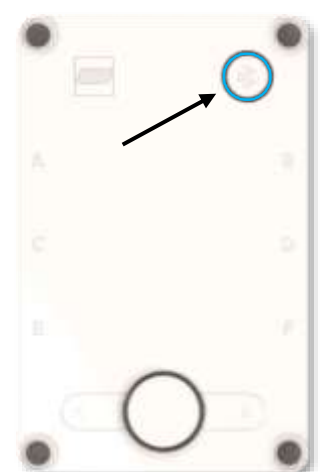
**1**

Schaltet den Hub mit Drücken der großen Taste für etwa 3 Sekunden ein.



**2**

Klickt auf den Bluetooth-Button und wartet, bis der Hub piept.



**3**

Klickt auf "Hub verbinden", sucht euren Hub im Fenster, wählt ihn aus und klickt auf "Koppeln".



**4**

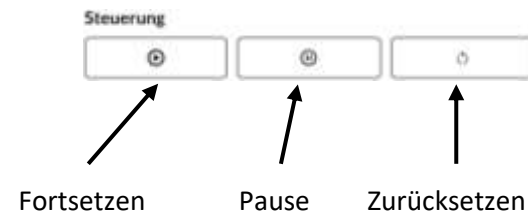
Klickt auf 'Programm starten' und wartet, bis eine Benachrichtigung auf der Webseite erscheint.

 **Programm starten**

# Krabbler – Trainieren

**1**

Setzt das Experiment zurück.



**2**

Stellt den Krabbler ca. 1 Ellenbogen vom Kasten entfernt mit dem Distanzsensord in Richtung der Box.



**3**

Klickt auf Fortsetzen, damit der Krabbler eine Bewegung macht.

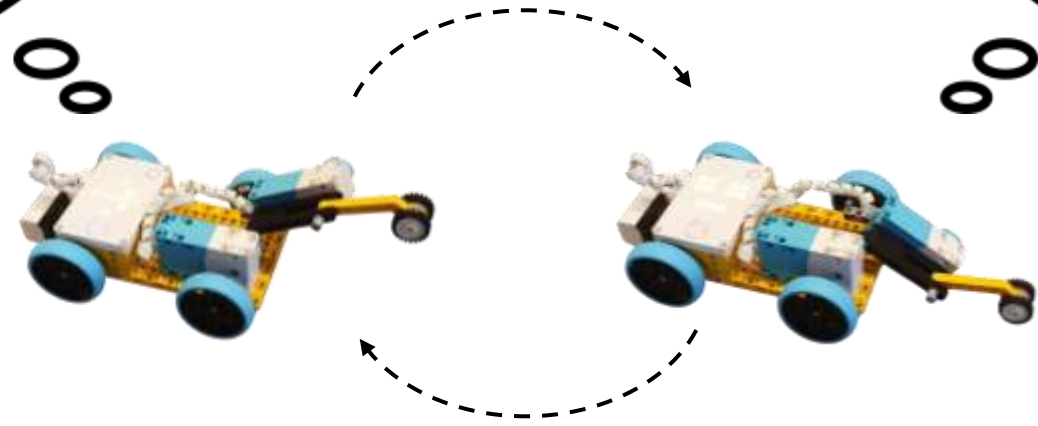
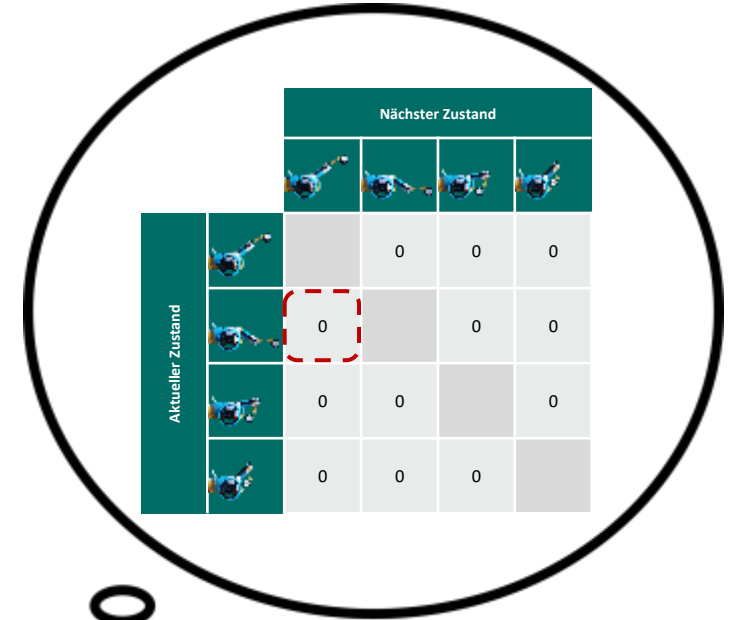
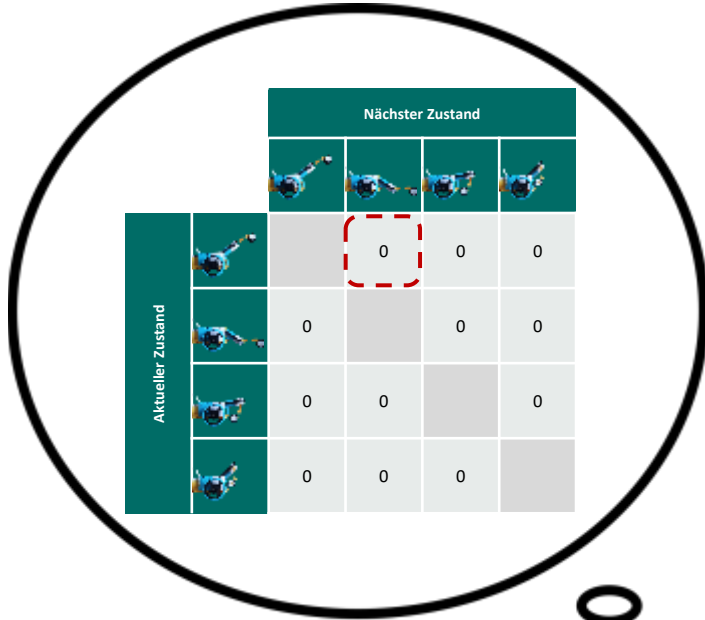


**4**

Beobachtet wie die Tabelle ausgefüllt wird.

		Nächster Zustand			
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+12	+11
		-9	-13		0
		0	0	0	

# Warum funktioniert es nicht?



# Neues Ausprobieren?



# Neues Ausprobieren?



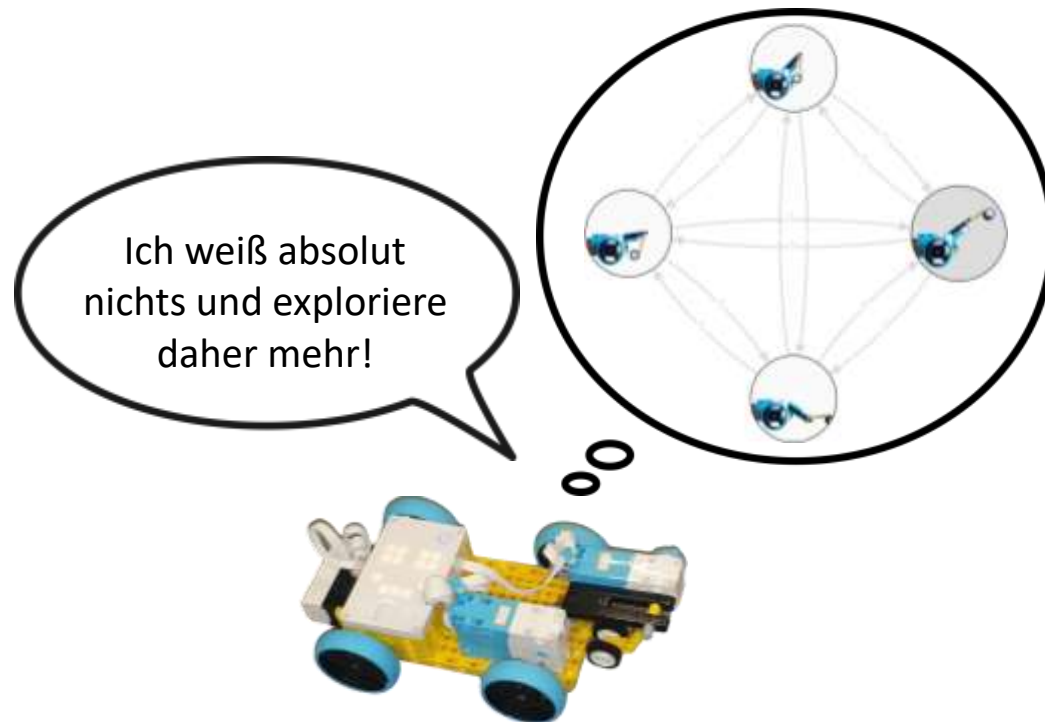


# Exploration-Exploitation-Dilemma

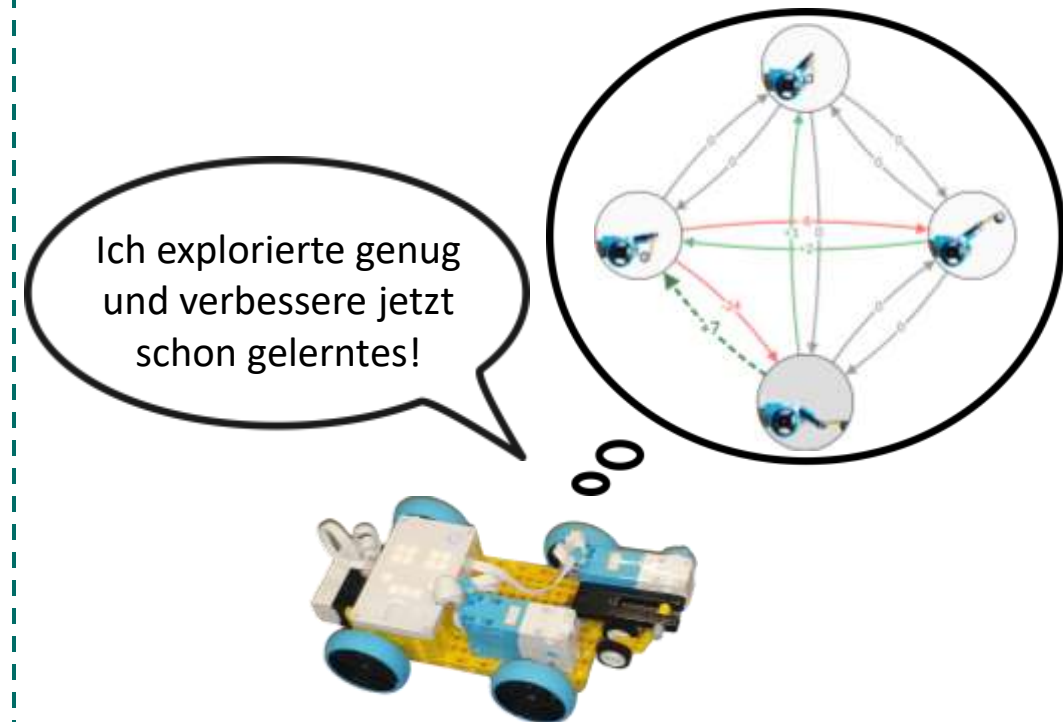


# Exploration-Exploitation-Dilemma

Anfang des Trainings



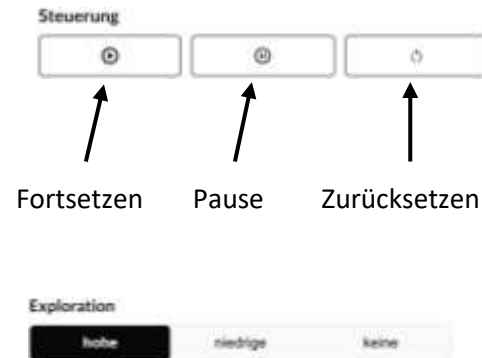
Ende des Trainings



# Krabbler – Trainieren

**1**

Setzt das Experiment zurück und schaltet Exploration auf hoch um.



**2**

Stellt den Krabbler ca. 1 Ellenbogen vom Kasten entfernt mit dem Distanzsensord in Richtung der Box.



**3**

Klickt auf Fortsetzen, damit der Krabbler eine Bewegung macht.

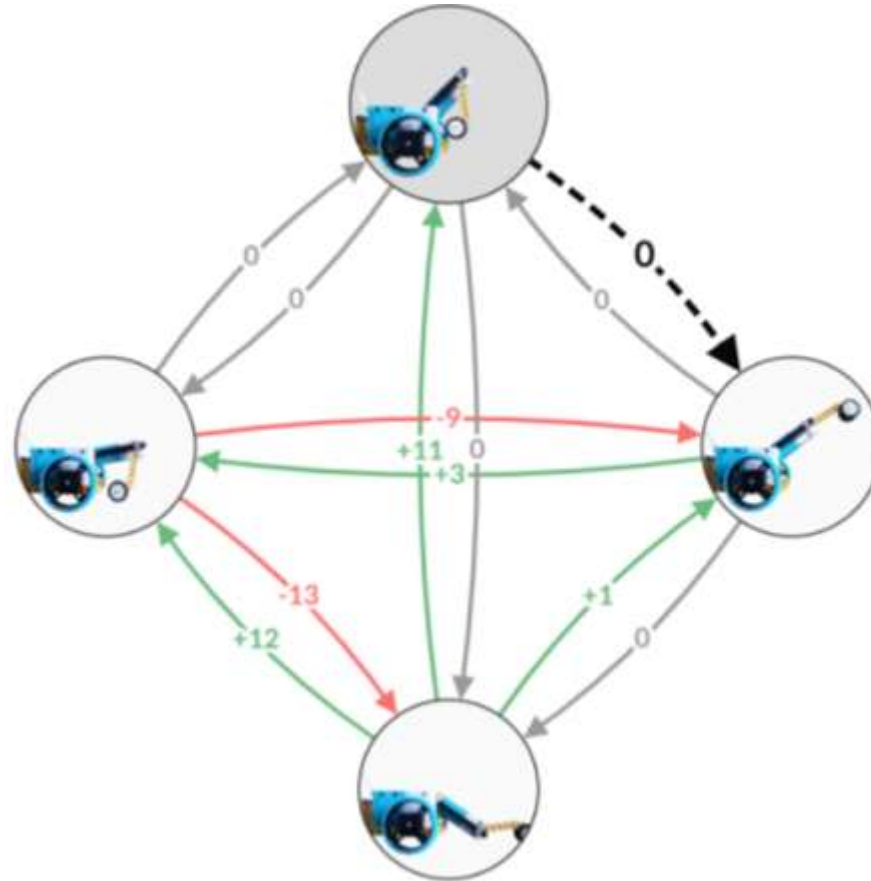


**4**

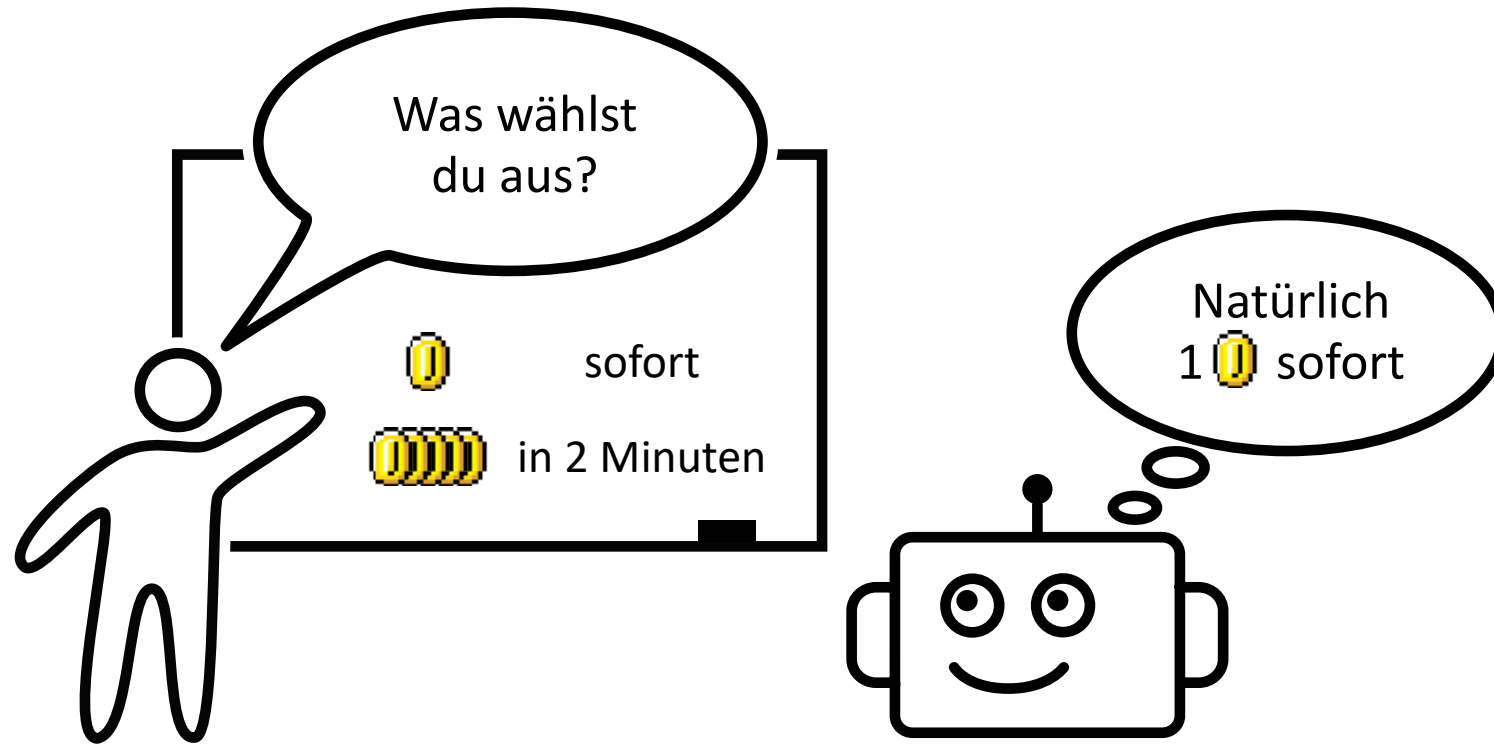
Beobachtet wie die Tabelle ausgefüllt wird. Reduziert die Exploration mit der Zeit.

		Nächster Zustand			
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+12	+11
		-9	-13		0
		0	0	0	



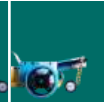
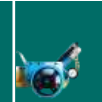



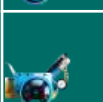
# Die Zukunft berücksichtigen

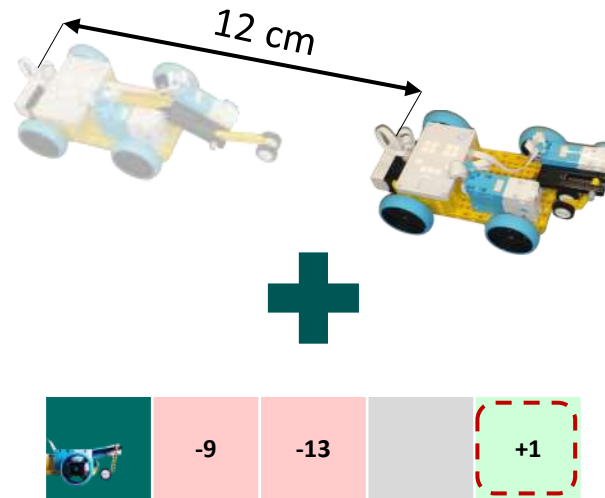


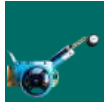
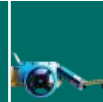
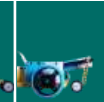
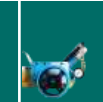


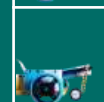

# Die Zukunft berücksichtigen



# Die Zukunft berücksichtigen

		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+12	+11
		-9	-13		+1
		0	0	0	

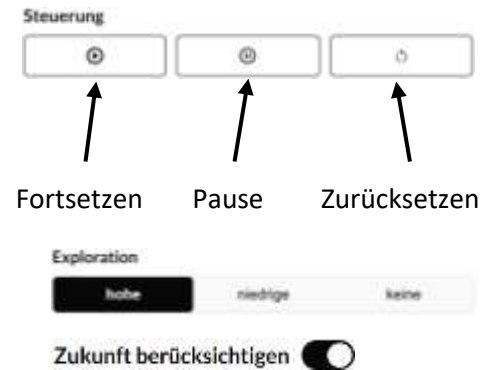


		Nächster Zustand			
					
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+13	+11
		-9	-13		+1
		0	0	0	

# Krabbler – Trainieren

**1**

Setzt das Experiment zurück, schaltet Exploration auf hoch um und „Zukunft berücksichtigen“ ein.



**2**

Stellt den Krabbler ca. 1 Ellenbogen vom Kasten entfernt mit dem Distanzsensord in Richtung der Box.



**3**

Klickt auf Fortsetzen, damit der Krabbler eine Bewegung macht.

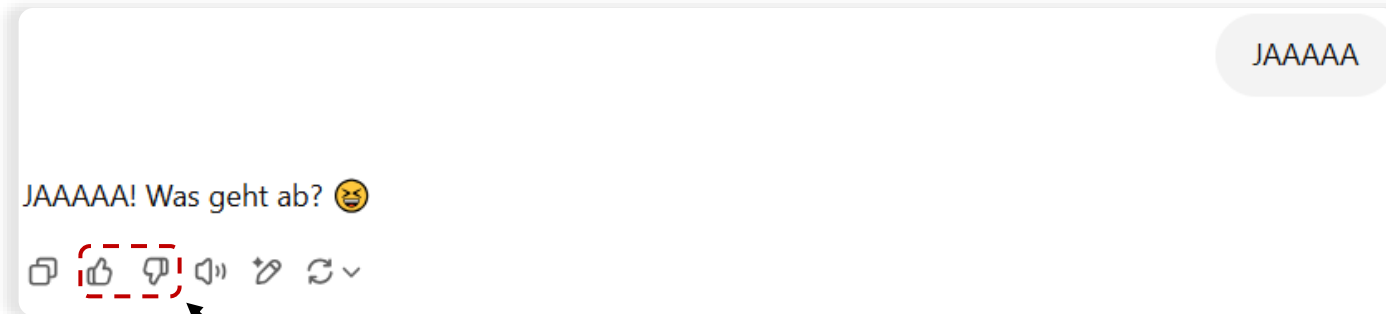


**4**

Beobachtet wie die Tabelle ausgefüllt wird. Reduziert die Exploration mit der Zeit.

		Nächster Zustand			
Aktueller Zustand			0	+3	0
		+1		+12	+11
		-9	-13		0
		0	0	0	

# Anwendungsbeispiele



Quelle: [ChatGPT](#)

Belohnung (+1/-1)

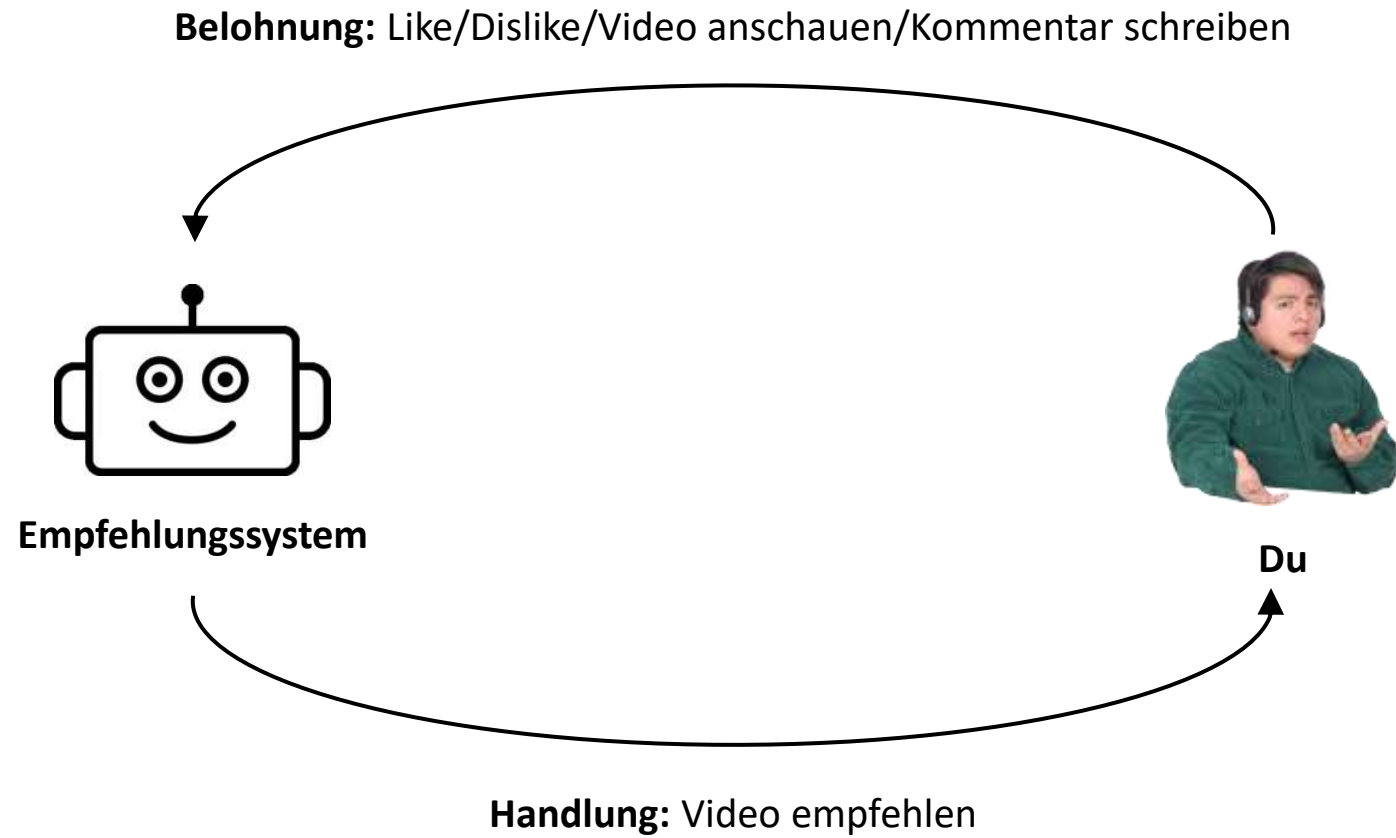


Quelle: [YouTube](#)

- Klick = +1
- 10 Minuten geschaut = +5
- Like = +10
- Video ignoriert = -10



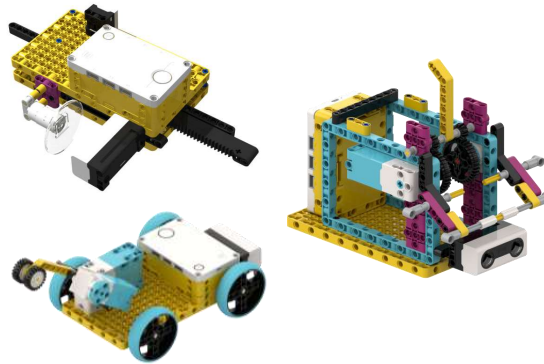
# Wie Empfehlungssysteme funktionieren



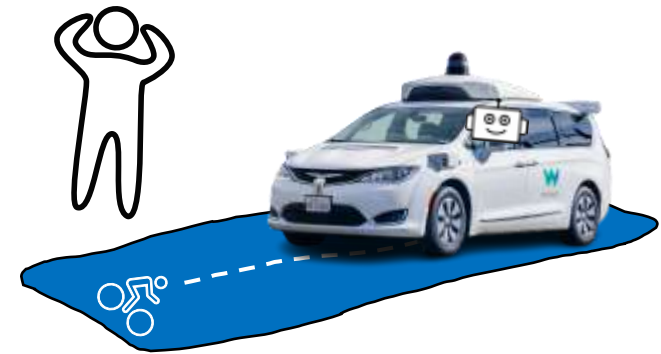
# Zusammenfassung



Maschinelles Lernen ist keine Hexerei



Maschinelles Lernen kann viel



Macht bringt Verantwortung