

Wie lernen Computer?

Benno Stein Johannes Kiesel

Forschungsgruppe Intelligente Informationssysteme [webis.de]

Bauhaus-Universität
Weimar

- ① Ist eine Künstliche Intelligenz so gut wie Menschen?
- ② Wie können Computer Fragen beantworten?
- ③ Woher wissen Computer so viel?



Ist eine Künstliche Intelligenz so gut wie Menschen?

Intelligenztests

Intelligenztests: Gesetzmäßigkeiten erkennen.

2, 4, 6, 8, ?

Intelligenztests

Intelligenztests: Gesetzmäßigkeiten erkennen.

2, 4, 6, 8, ?

2, 4, 8, 16, ?

Intelligenztests

Intelligenztests: Gesetzmäßigkeiten erkennen.

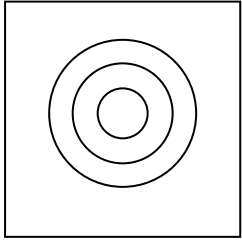
2, 4, 6, 8, ?

2, 4, 8, 16, ?

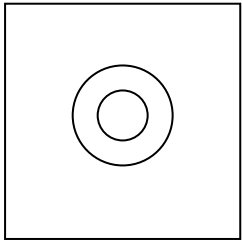
2, 3, 5, 7, 11, ?

Intelligenztests

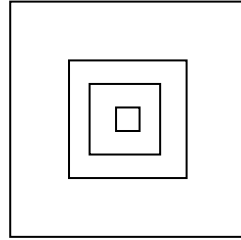
Intelligenztests: Analogien erkennen.



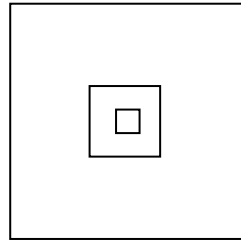
A



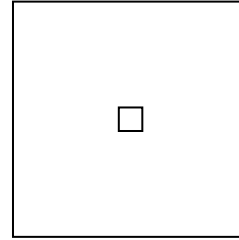
B



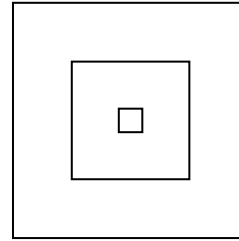
C



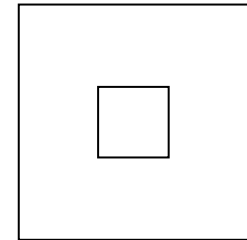
3



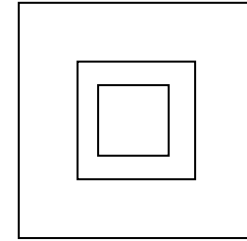
1



4



2



5

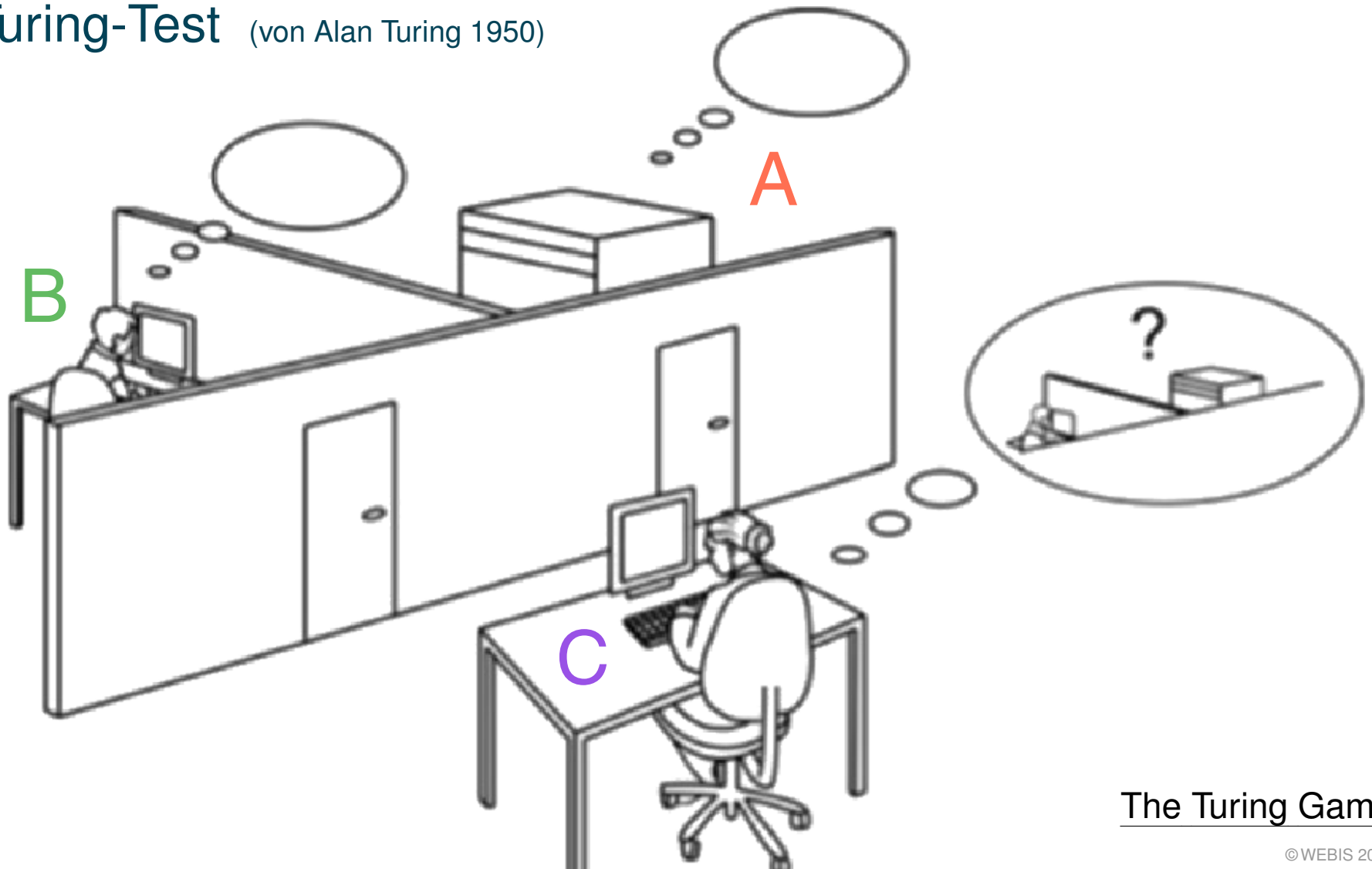
Gegeben: Kasten A und B

Aufgabe: Wähle unter den Kästen 1 bis 5 denjenigen aus, der sich zu C so verhält, wie B zu A.



Alan Turing (1912 - 1954)

Der Turing-Test (von Alan Turing 1950)



The Turing Game

Das mathematische Zimmer

Original: Das chinesische Zimmer (von John Searle 1980)





Wie können Computer Fragen beantworten?

Wie können Computer Fragen beantworten?

... mit Logik!

... mit Statistik!

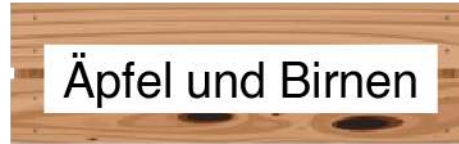
... mit maschinellem Lernen!

Logik

Das Kistenrätsel



Gegeben sind drei **verschlossene** Obstkisten: eine Kiste nur mit Äpfeln, eine Kiste nur mit Birnen und eine Kiste mit Äpfeln und Birnen.



Logik

Das Kistenrätsel



Gegeben sind drei **verschlossene** Obstkisten: eine Kiste nur mit Äpfeln, eine Kiste nur mit Birnen und eine Kiste mit Äpfeln und Birnen.



Leider wurden die **Beschriftungen vertauscht**, so dass keine mehr auf der richtigen Kiste ist.

Du darfst in **eine** Obstkiste greifen – ohne Hineinschauen – und ein Obststück herausnehmen.

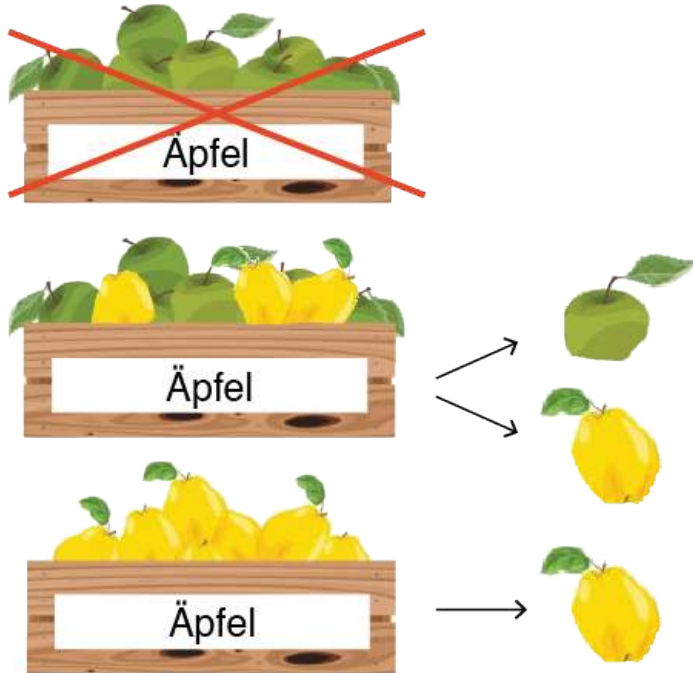
In welche Obstkiste greifst Du, um danach genau zu wissen, in welcher Kiste welches Obst ist?

Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:

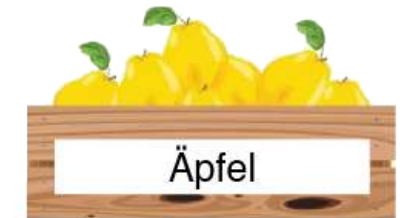
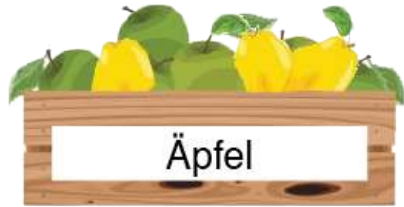


Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:

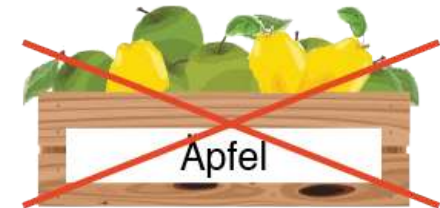
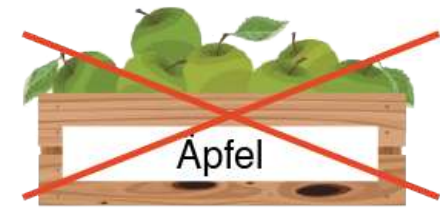


Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:

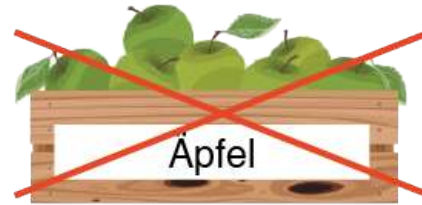


Logik

Das Kistenrätsel (Fortsetzung)



Mit Ausprobieren (Suchen) kann man alle Möglichkeiten testen:



Statistik

Wie wahrscheinlich ist ein Wort?

- (1) Der Himmel ist ? N
- (2) Das Wetter ist ? N
- (3) Der Eiffelturm ist ? Meter N



Statistik

Wie wahrscheinlich ist ein Wort?

(1) Der Himmel ist ? N

(2) Das Wetter ist ? N

(3) Der Eiffelturm ist ? Meter N

Computer wählen Worte nach ihrer *Wahrscheinlichkeit*:

$p(\text{Der Himmel ist blau}) >$

$p(\text{Der Himmel ist bedeckt}) >$

$p(\text{Der Himmel ist schwarz})$



Statistik

Wie wahrscheinlich ist ein Wort? (Fortsetzung)

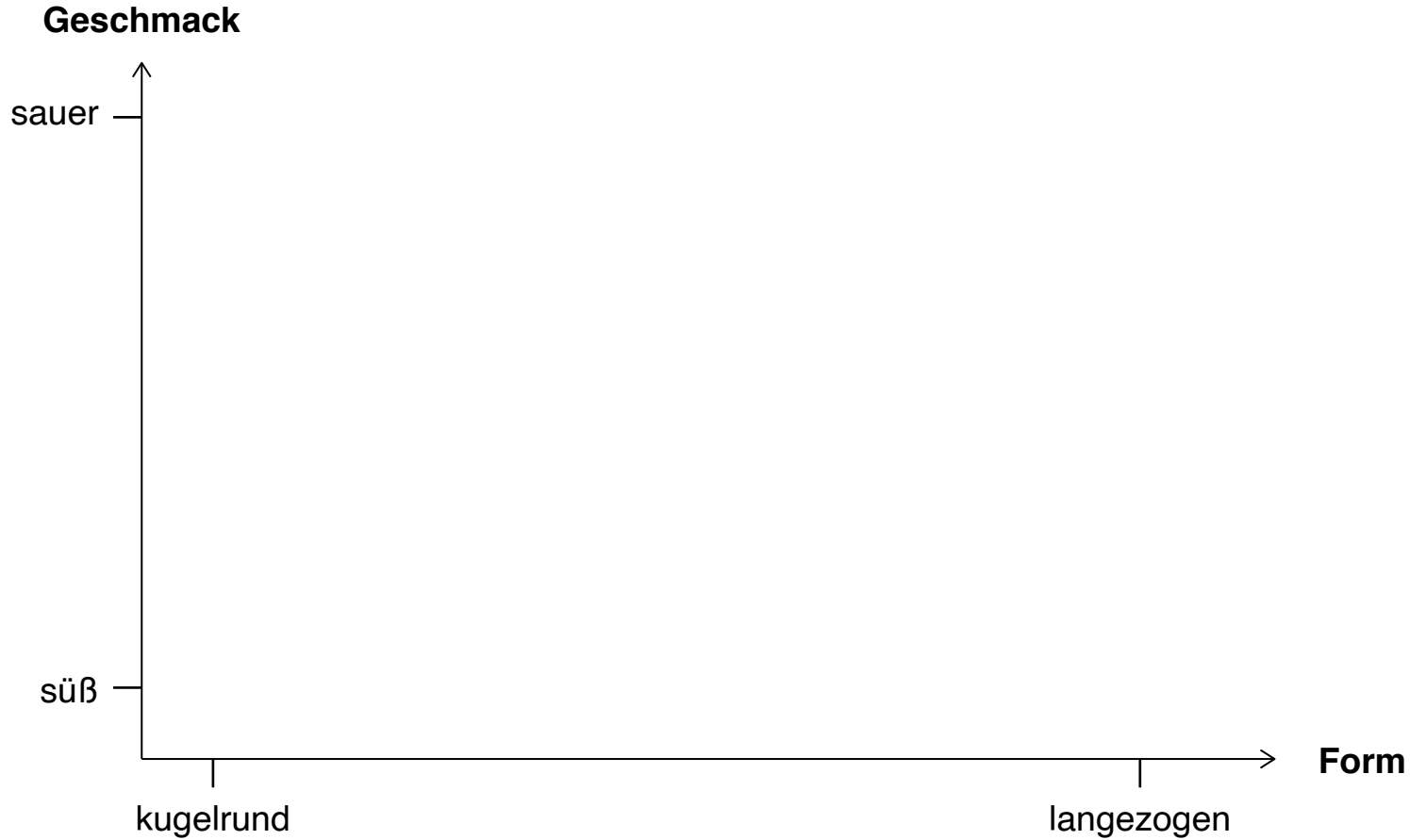
Maschinelles Lernen ermöglicht, den Satz sinnvoll zu vervollständigen:

Welche Frucht ist sauer und eher kugelförmig? Die ?



Maschinelles Lernen

Lernen aus Beispielen



③

Woher wissen Computer so viel?

Sprachmodelle

→ ChatGPT fragen

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Sprachmodelle

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Der Eiffelturm ist etwa 330 Meter hoch, einschließlich seiner Antennen. Er wurde 1889 für die Weltausstellung in Paris erbaut und ist eines der bekanntesten Wahrzeichen der Stadt. Ohne die Antennen misst der Turm etwa 300 Meter.



Sprachmodelle

Was ist weiß, fettig und fliegt durch die Luft?

Sprachmodelle

Was ist weiß, fettig und fliegt durch die Luft?



Das ist ein klassischer Witz! Die Antwort lautet: "**Ein fliegendes Schwein!**" Dieser Witz spielt mit der absurden Vorstellung, dass ein Schwein fliegen kann, was natürlich nicht der Fall ist. Wenn du noch mehr Witze hören möchtest, sag einfach Bescheid!

Sprachmodelle

Was ist weiß, fettig und fliegt durch die Luft?



Das ist ein klassischer Witz! Die Antwort lautet: "**Ein fliegendes Schwein!**" Dieser Witz spielt mit der absurden Vorstellung, dass ein Schwein fliegen kann, was natürlich nicht der Fall ist. Wenn du noch mehr Witze hören möchtest, sag einfach Bescheid!

Falsch! Richtige Antwort:



Sprachmodelle

Können Sprachmodelle das Kistenrätsel lösen?



Um die Beschriftungen eindeutig richtig zuzuordnen, greifen Sie in die Kiste, die mit **"Äpfel und Birnen"** beschriftet ist.

Hier ist der Lösungsweg:

1. **Da alle Beschriftungen vertauscht sind**, stimmt keine der Beschriftungen mit dem Inhalt der Kiste überein. Das bedeutet, die Kiste mit der Beschriftung "Äpfel und Birnen" enthält entweder nur Äpfel oder nur Birnen.
2. Wenn Sie in die Kiste mit der Beschriftung "Äpfel und Birnen" greifen und beispielsweise einen Apfel herausziehen, wissen Sie, dass diese Kiste nur Äpfel enthält (da sie fälschlicherweise "Äpfel und Birnen" beschriftet ist). Wenn Sie eine Birne herausziehen, wissen Sie entsprechend, dass diese Kiste nur Birnen enthält.
3. **Nun haben Sie eine Kiste identifiziert, die nur eine Obstsorte enthält (z. B. Äpfel)**. Dadurch können Sie die anderen beiden Kisten eindeutig zuordnen:
 - Die Kiste, die als "Äpfel" beschriftet ist, kann nun nur die Mischung (Äpfel und Birnen) enthalten, weil die Beschriftung ja vertauscht ist.
 - Die verbleibende Kiste muss dann die Birnen enthalten.

Sprachmodelle

Können Sprachmodelle das Kistenrätsel lösen?



Um die Beschriftungen eindeutig richtig zuzuordnen, greifen Sie in die Kiste, die mit **"Äpfel und Birnen"** beschriftet ist.

Hier ist der Lösungsweg:

1. **Da alle Beschriftungen vertauscht sind**, stimmt keine der Beschriftungen mit dem Inhalt der Kiste überein. Das bedeutet, die Kiste mit der Beschriftung "Äpfel und Birnen" enthält entweder nur Äpfel oder nur Birnen.
2. Wenn Sie in die Kiste mit der Beschriftung "Äpfel und Birnen" greifen und beispielsweise einen Apfel herausziehen, wissen Sie, dass diese Kiste nur Äpfel enthält (da sie fälschlicherweise "Äpfel und Birnen" beschriftet ist). Wenn Sie eine Birne herausziehen, wissen Sie entsprechend, dass diese Kiste nur Birnen enthält.
3. **Nun haben Sie eine Kiste identifiziert, die nur eine Obstsorte enthält (z. B. Äpfel)**. Dadurch können Sie die anderen beiden Kisten eindeutig zuordnen:
 - Die Kiste, die als "Äpfel" beschriftet ist, kann nun nur die Mischung (Äpfel und Birnen) enthalten, weil die Beschriftung ja vertauscht ist.
 - Die verbleibende Kiste muss dann die Birnen enthalten.

Richtig

Richtig

Falsch: enthält Birnen

Woher wissen Computer so viel?

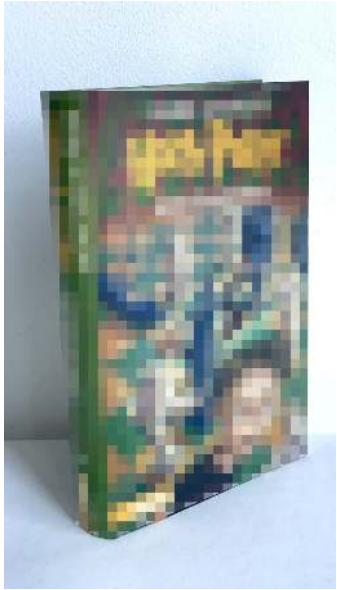
Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web („Internet“)

Wie viel ist „riesig“?

Woher wissen Computer so viel?

Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web („Internet“)

Wie viel ist „riesig“?



Harry Potter Teil 1:

80 000 Wörter

450 000 Bytes

Woher wissen Computer so viel?

Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web („Internet“)

Wie viel ist „riesig“?



Harry Potter Teil 1:

80 000 Wörter

450 000 Bytes



Stadtbücherei Weimar:

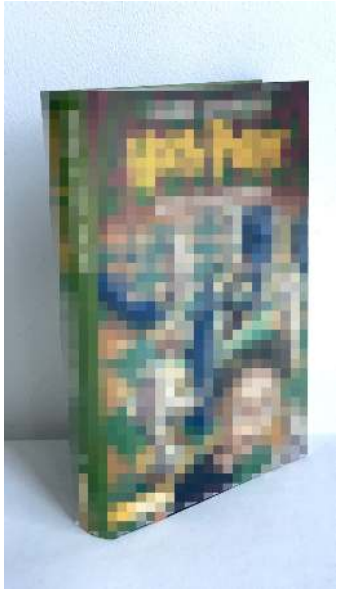
140 000 Bücher und Zeitungen

60 000 000 000 Bytes (= Buchstaben)

Woher wissen Computer so viel?

Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web („Internet“)

Wie viel ist „riesig“?



Harry Potter Teil 1:
80 000 Wörter
450 000 Bytes



Stadtbücherei Weimar:
140 000 Bücher und Zeitungen
60 000 000 000 Bytes (= Buchstaben)



Was GPT-3 „gelesen“ hat:
12 Stadtbüchereien
750 000 000 000 Bytes (= Buchstaben)

Woher wissen Computer so viel?

Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web („Internet“) (Fortsetzung)

Woher kommt der Text?

- ❑ Online Encyclopädie (Wikipedia) 1/6 Stadtbücherei



- ❑ Soziale Medien (Reddit) 1 Stadtbücherei



- ❑ Andere Webseiten 9 Stadtbüchereien



Woher wissen Computer so viel?

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Der Eiffelturm ist etwa 330 Meter hoch, einschließlich seiner Antennen. Er wurde 1889 für die Weltausstellung in Paris erbaut und ist eines der bekanntesten Wahrzeichen der Stadt. Ohne die Antennen misst der Turm etwa 300 Meter.



Woher wissen Computer so viel?

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Der Eiffelturm ist etwa 330 Meter hoch, einschließlich seiner Antennen. Er wurde 1889 für die Weltausstellung in Paris erbaut und ist eines der bekanntesten Wahrzeichen der Stadt. Ohne die Antennen misst der Turm etwa 300 Meter.

Wie hoch ist der Zweifelturm?



Der Zweifelturm, auch als „Tour de l’Incertitude“ bekannt, befindet sich in der Stadt Olten, Schweiz. Er ist 68 Meter hoch und bietet eine Aussichtsplattform, die eine beeindruckende Aussicht auf die Umgebung bietet. Der Turm ist ein beliebtes Ziel für Wanderer und Touristen in der Region.



Woher wissen Computer so viel?

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Der Eiffelturm ist etwa 330 Meter hoch, einschließlich seiner Antennen. Er wurde 1889 für die Weltausstellung in Paris erbaut und ist eines der bekanntesten Wahrzeichen der Stadt. Ohne die Antennen misst der Turm etwa 300 Meter.

Wie hoch ist der Zweifelturm?



Der Zweifelturm, auch als „Tour de l’Incertitude“ bekannt, befindet sich in der Stadt Olten, Schweiz. Er ist 68 Meter hoch und bietet eine Aussichtsplattform, die eine beeindruckende Aussicht auf die Umgebung bietet. Der Turm ist ein beliebtes Ziel für Wanderer und Touristen in der Region.

Falsch! Es gibt keinen Zweifelturm
(zumindest nicht in Olten: das Bild wurde generiert mit Midjourney)



Woher wissen Computer so viel?

Wie hoch ist der Eiffelturm?



Der Eiffelturm ist etwa 330 Meter hoch, einschließlich seiner Antennen. Er wurde 1889 für die Weltausstellung in Paris erbaut und ist eines der bekanntesten Wahrzeichen der Stadt. Ohne die Antennen misst der Turm etwa 300 Meter.

Wie hoch ist der Zweifelturm?



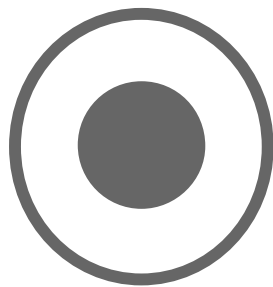
Der Zweifelturm, auch als „Tour de l’Incertitude“ bekannt, befindet sich in der Stadt Olten, Schweiz. Er ist 68 Meter hoch und bietet eine Aussichtsplattform, die eine beeindruckende Aussicht auf die Umgebung bietet. Der Turm ist ein beliebtes Ziel für Wanderer und Touristen in der Region.

Wer hat ihn gebaut?



Der Zweifelturm in Olten wurde im Jahr 2001 von der Olten Tourismus AG erbaut. Die Idee hinter dem Turm war es, eine Aussichtsplattform zu schaffen, die sowohl Einheimischen als auch Touristen einen schönen Blick auf die umliegende Landschaft bietet. Der Bau des Turms war Teil eines Projekts zur Förderung des Tourismus in der Region. Er wurde von den Architekten **Müller + Müller** entworfen. Der Turm gilt mittlerweile als eines der Wahrzeichen von Olten.





Wie lernen Computer?

① Ist eine Künstliche Intelligenz so gut wie Menschen?

② Wie können Computer Fragen beantworten?

Mit Logik, Statistik, und maschinellem Lernen.

③ Woher wissen Computer so viel?

Von riesigen Textmengen aus dem World Wide Web.