Künstliche Intelligenz kapieren und programmieren

Teil 2: KI als Spielgegner

Michael Weigend
Universität Münster

mw@creative-informatics.de
www.creative-informatics.de
2024

Materialien bei GitHub:
https://github.com/mweigend/ki-workshop

Tag 1

Zeit	Thema	Inhalte
9.00	**Denkende Maschinen**	**Pädagogische Konzepte, Einstieg in Python, Chatbots und Assistenzsysteme**
11.15	KI als Spielgegner	Modellieren mit Listen, Nim-Spiel mit KI als Gegner
12.30	*Mittagspause*	
13.30	Klassifizieren	Entscheidungsbaum, k-Means-Clustering
14.45	Lernen	Lernfähiger Währungsrechner, Wegsuche, Fußgänger erkennen
16.00	*Ende*	

Nimrod – der erste elektronische Computer in Deutschland (1951)

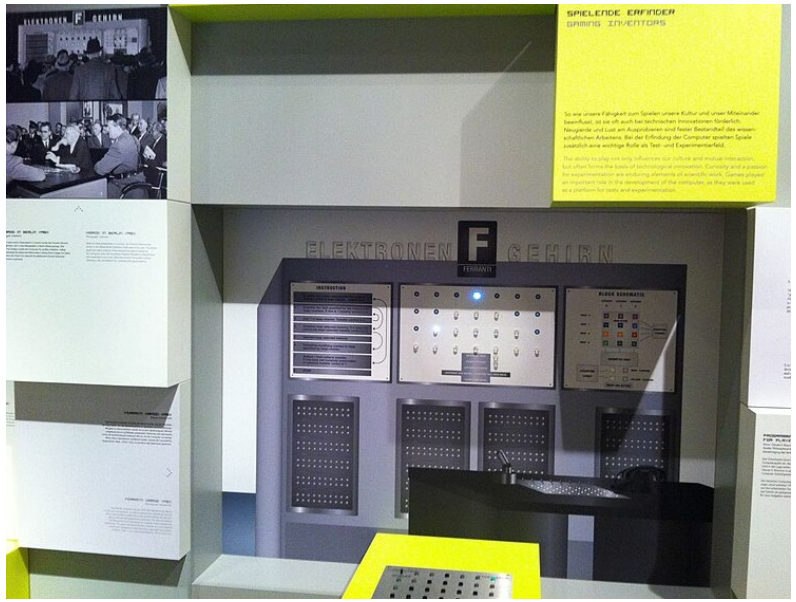


Foto: cc-by Chuck Smith, in Wikimedia Commons

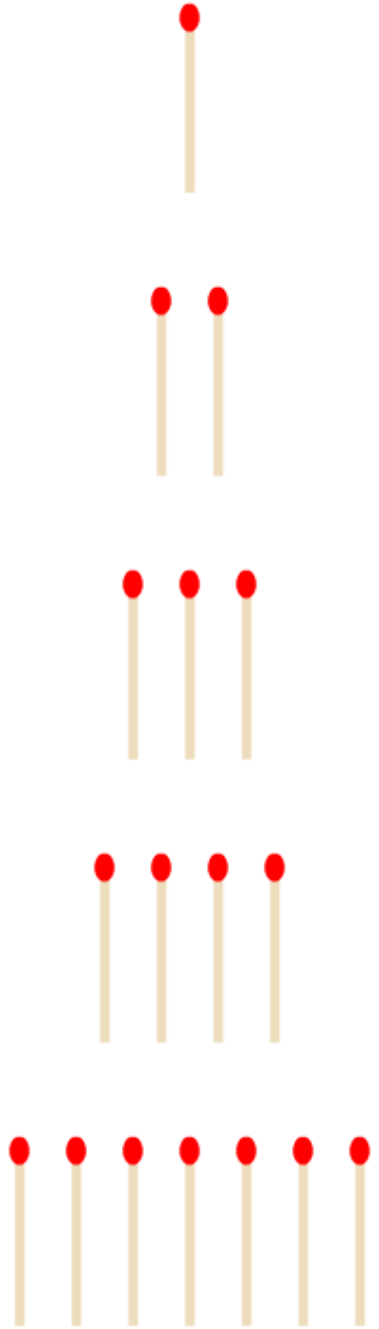
Nachbau im Computerspiele-Museum Berlin

480 Röhren
Fest verdrahtete Schaltung

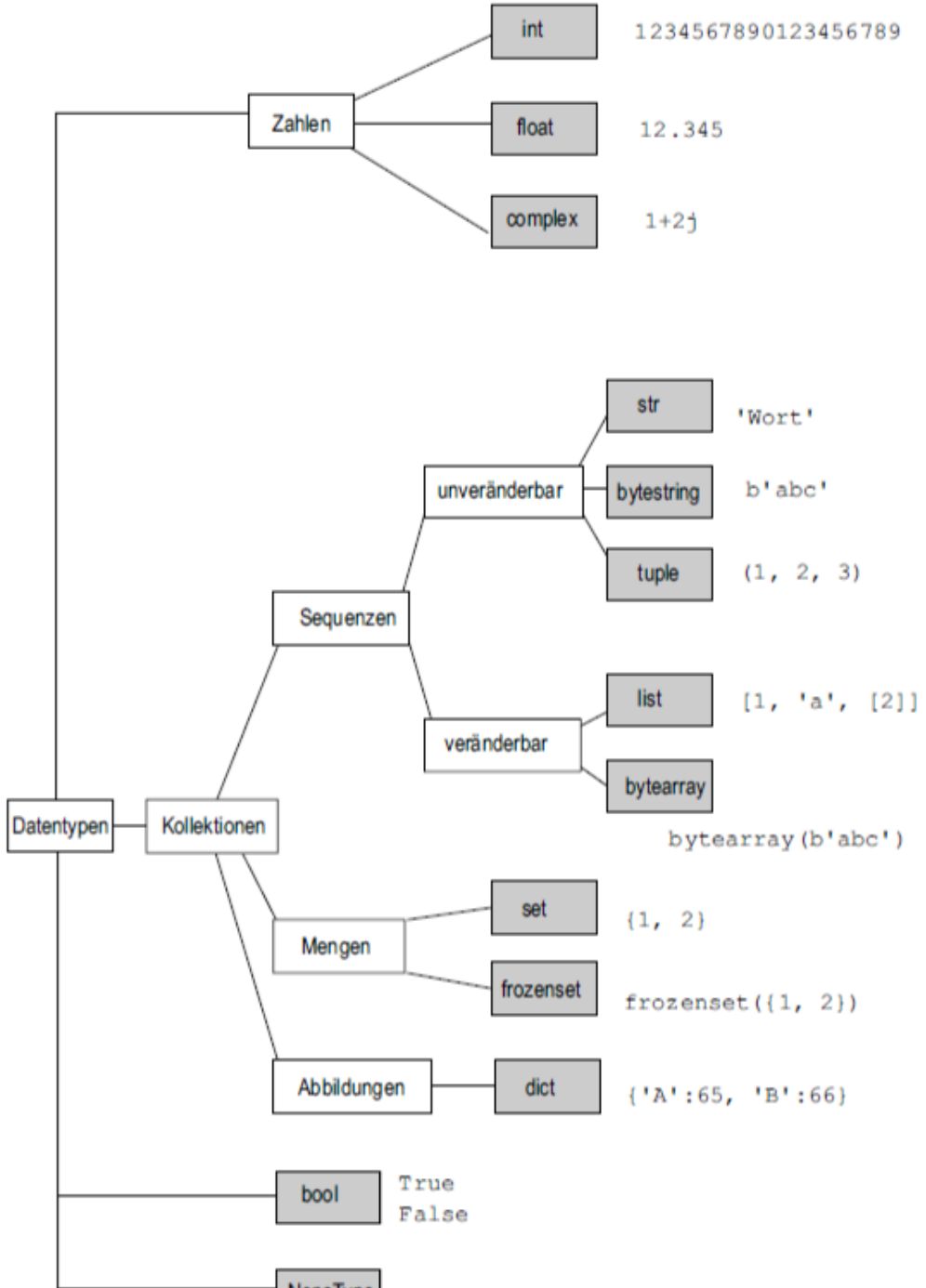
https://www.heise.de/news/Vor-50-Jahren-fing-alles-an-das-erste-Elektronenhirn-in-Deutschland-51722.html

Das Nim-Spiel

- Zug: Aus einer Zeile ein oder mehrere Streichhölzer nehmen
- Wer das letzte Hölzchen nimmt, gewinnt.

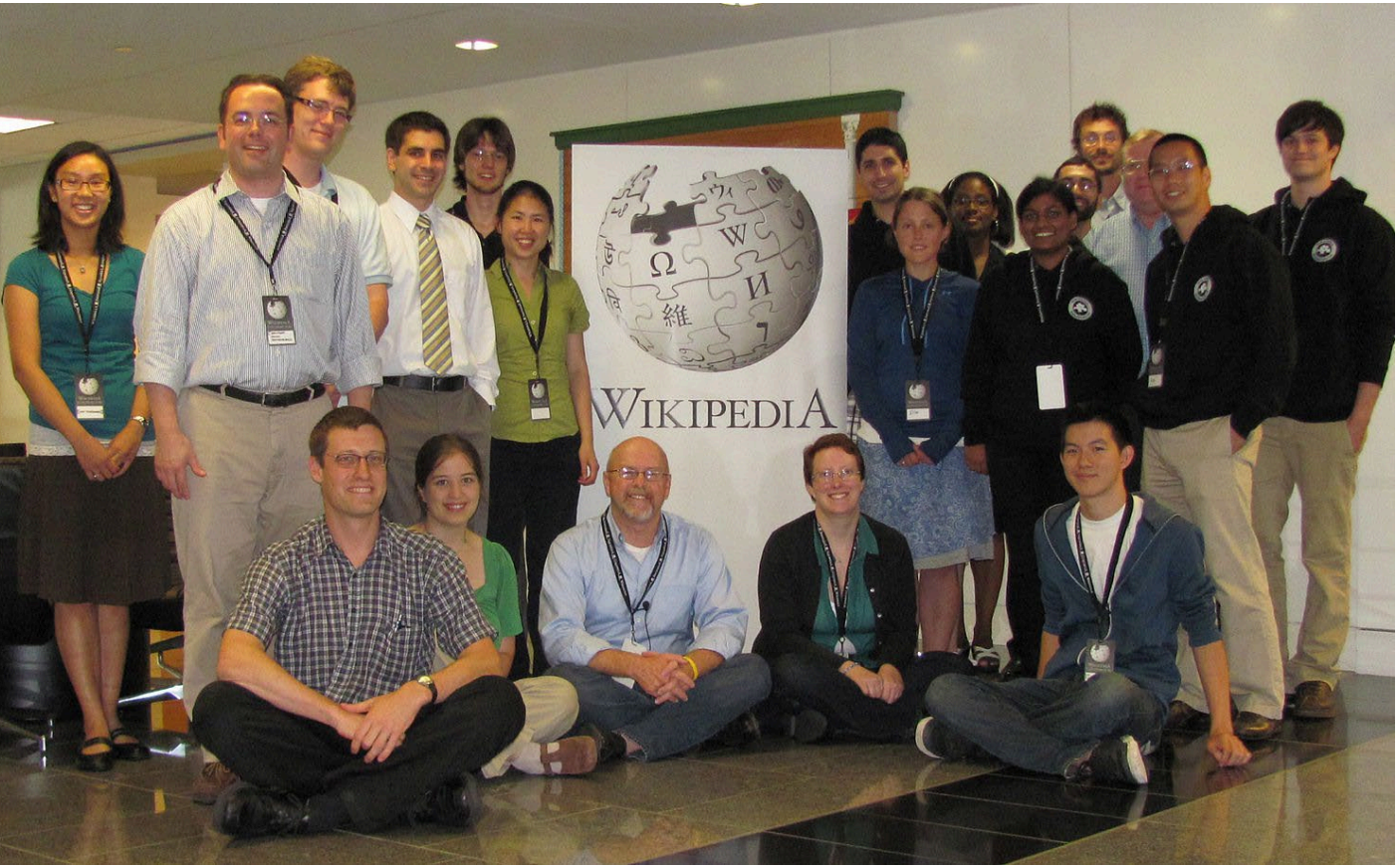


Modellieren mit Listen und Tupeln



Menge

- Jedes Element kommt nur einmal vor
- Keine Reihenfolge




```
A = {1, 4, 9, 16, 25}
```

Sequenz

Index	0	1	2	3	4
	-2	-1			

Sequenz

Veränderbar:
Liste

```
namen = ['Schall', 'Rauch']
```

```
Tel = ['0223 788834',
       '0201 566722',
       '0224 66898',
       '0201 899933',
       '0208 33987']
```

Eine Python-Zeile

Unveränderbar:
Tupel, String

```
person = ('Mozart', 'Amadeus')
V = (15, 'mL')
```

```
name = 'Mozart'
```

Gemeinsame Operationen für Sequenzen

Operation	Ergebnis
`x in s`	1, wenn ein Element mit dem Wert von `x` in der Sequenz `s` enthalten ist, und 0 sonst
`n not in s`	0, wenn ein Element mit dem Wert von `x` in der Sequenz `s` enthalten ist, und 1 sonst
`s + t`	Konkatenation der beiden Sequenzen `s` und `t`
`s * n , n * s`	`n` Kopien der Sequenz `s` werden hintereinandergehängt.
`s[i]`	Das `i`-te Element der Sequenz `s`
`s[i:j]`	Ein Ausschnitt (*slice*) von `s`, der vom `i`-ten bis zum `j`-ten Element (nicht einschließlich) geht
`len(s)`	Die Länge der Sequenz `s`
`min(s)`	Das kleinste Item der Sequenz `s`
`max(s)`	Das größte Element der Sequenz `s`

Welche dieser Operationen funktionieren auch bei Mengen?

Wie kann man Listen erzeugen?

Aufzählen:

```
s1 = [17, 2, 900]
```

Mit `list()` aus anderen Kollektionen gewinnen

```
s2 = list('Guido')
s3 = list(range(3))
```

```
['G', 'u', 'i', 'd', 'o']
```

```
[0, 1, 2]
```

Wie kann man Listen erzeugen?

In einer Schleife Schritt für Schritt aufbauen

```
quadratzahlen = []
for i in range(4):
    item = i**2
    quadratzahlen.append(item)
```

```
[0, 1, 4, 9]
```

List Comprehension (Listen-Abstraktion)

```
quadratzahlen = [i**2 for i in range(4)]
```

List Comprehension als Filter

[*Ausdruck* **for** *Element* **in** *Kollektion* **if** *Prädikat***]**

```
[x for x  in [0, 4, 9, 15, 0, 1] if n < 2]
```

Operationen für Listen

Operation	Ergebnis
`s[i] = x`	Das Element mit Index `i` wird durch `x` ersetzt.
`s[i:j] =` $[a_1,\ldots,a_k]$	Die Elemente mit den Indexen `i` bis `j` werden durch die Elemente der Liste $[a_1,\ldots,a_k]$ ersetzt.
`s.append(x)`	An die Liste `s` wird als neues Element `x` angehängt.
`s.count(x)`	Zurückgegeben wird die Anzahl der Listenelemente mit dem Wert `x`.
`del s[i]`	Das Element mit Index `i` wird aus der Liste entfernt. Damit wird die Länge der Liste um eins verringert.
`del s[i:j]`	Die Elemente mit den Indexen `i` bis `j` werden gelöscht.
`s.extend(t)`	Die Liste `s` wird um die Elemente der Sequenz `t` verlängert.
`s.index(x)`	Zurückgegeben wird der kleinste Index `i` mit `s[i] == x`.
`s.insert (i,x)`	Falls `i >= 0`, wird das Objekt `x` vor dem Element mit dem Index `i` eingefügt.
`s.pop()`	Das letzte Listenelement wird aus `s` entfernt und der Wert zurückgegeben.
`s.remove(x)`	Das erste Element mit dem Wert `x` wird aus der Liste `s` entfernt.
`s.reverse()`	Die Reihenfolge der Elemente wird umgekehrt.
`s.sort()`	Die Elemente der Liste werden aufsteigend sortiert.

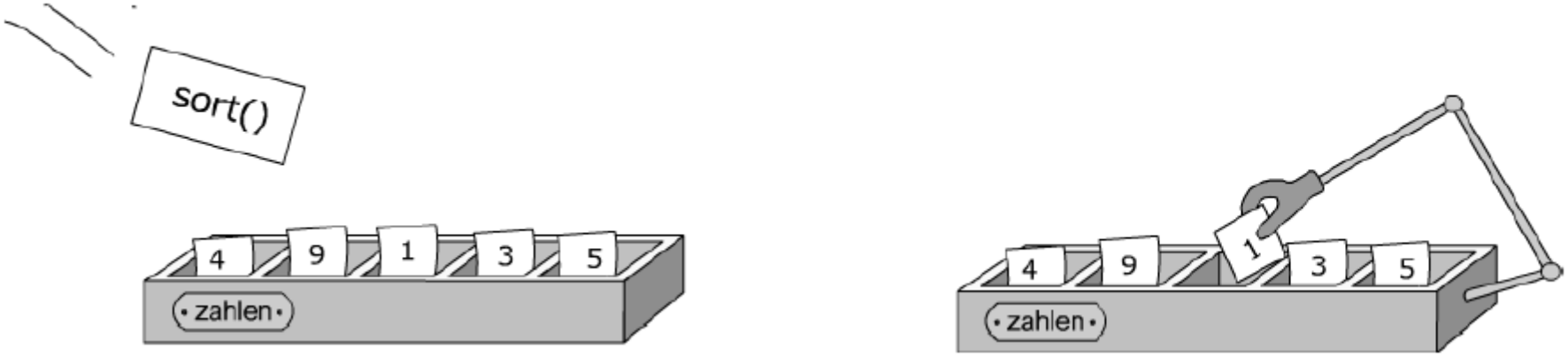
Methodenaufruf

Listen als Objekte

```
>>> zahlen = [4, 9, 3, 1, 5]
>>> zahlen.sort()           # Aufruf der Methode sort()
>>> zahlen
[1, 3, 4, 5, 9]
```

Eine Methode ist eine Funktion, die zu einem Objekt gehört („Objektfunktion“).

Aufruf:
objekt.methode(…)



Ein `list`-Objekt empfängt eine Botschaft und führt einen Auftrag aus.

Modellieren

Was bedeutet 0 bzw. 1?

```
(0, 1, 0, 0, 1, 0)
```

Modellieren

```
((plastic, plastic, plastic), (metal, metal))
```

Modellieren

```
b = (a, a, a, a, a, a, a)
deckel = (b, b)
```

Übung 2.1 Listen

1. Was schreibt das folgende Skript auf den Bildschirm?

```
liste = ["mond", "stoff", "treib", "raum", "schiff"]
print(liste[0])
print(liste[2] + liste[1])

print(liste[-2] + liste[-1])
for wort in liste:
    if wort[0] == "s":
        print(wort)

for wort in liste:
    print(wort[1])

liste = liste  +["gestein"]
print(liste[0] + liste[-1])
```

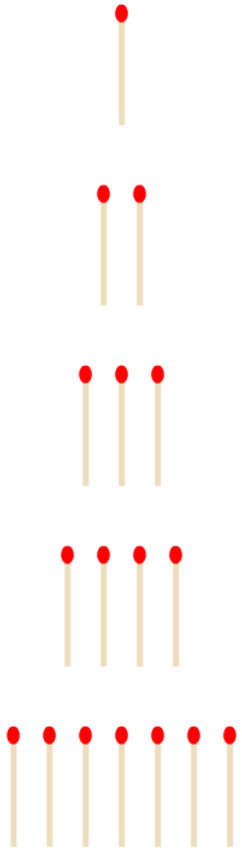
Übung

2. Vervollständigen Sie die folgende Tabelle!

List Comprehension	Liste
`[a**2 for a in range(5)]`	`[0, 1, 4, 9, 16]`
	`[(0, 1), (1, 2), (2, 3)]`
`[(b, a) for (a, b) in [(1, 2), (3, 4), (5, 6)]`	
`[w[0] for w in ['Python', 'WWU']]`	
`['klein' if x < 10 else 'groß'` `  for x in [3, 2345, 11, 10]]`	

Programmierung des Nim-Spiels

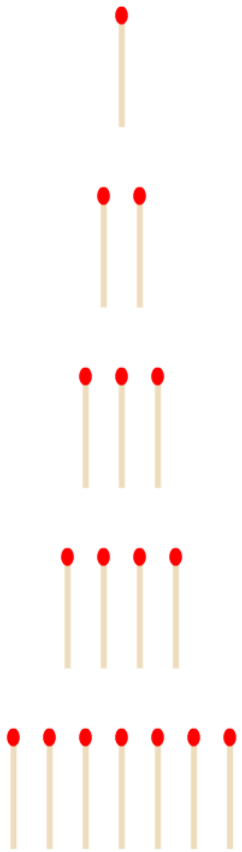
- Zug: Aus einer Zeile ein oder mehrere Streichhölzer nehmen
- Wer das letzte Hölzchen nimmt, gewinnt.



Modell für die Streichhölzer des Nim-Spiels

```
streichhölzer = [[1],
                 [1, 1],
                 [1, 1, 1],
                 [1, 1, 1, 1],
                 [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]]
```

```
streichhölzer = [1, 2, 3, 4, 7]
```



1. Iteration

```
from random import randint

def ausgabe():
    for i in streichhölzer:
        print(i)

def mensch_zieht():
    input()

def ki_zieht():
    pass

def runde():
    mensch_zieht()
    ausgabe()
    if sum(streichhölzer) == 0:
        print("Du hast gewonnen!")
    else:
        ki_zieht()
        ausgabe()
        if sum(streichhölzer) == 0:
            print("Du hast verloren!")

streichhölzer = [1, 2, 3, 4, 7]
ausgabe()
while sum(streichhölzer) != 0:
    runde()
```

Definition einer Funktion

Leere Anweisung (macht nichts)

Aufruf einer Funktion

2. Iteration

```
from random import randint

def ausgabe():
    for i in streichhölzer:
        print(i)

def mensch_zieht():
    reihe = int(input("Reihe (1-5): ")) - 1
    anzahl = int(input("Wieviele Streichhölzer nimmst du? "))
    streichhölzer[reihe] -= anzahl

def ki_zieht():
    ok = False
    while not ok:
        reihe = randint(0, 4)
        if streichhölzer[reihe] > 0:
            streichhölzer[reihe] -= 1
            ok = True
    print("Ich nehme 1 Streichholz aus Reihe", reihe + 1)
```

Übung 2.2

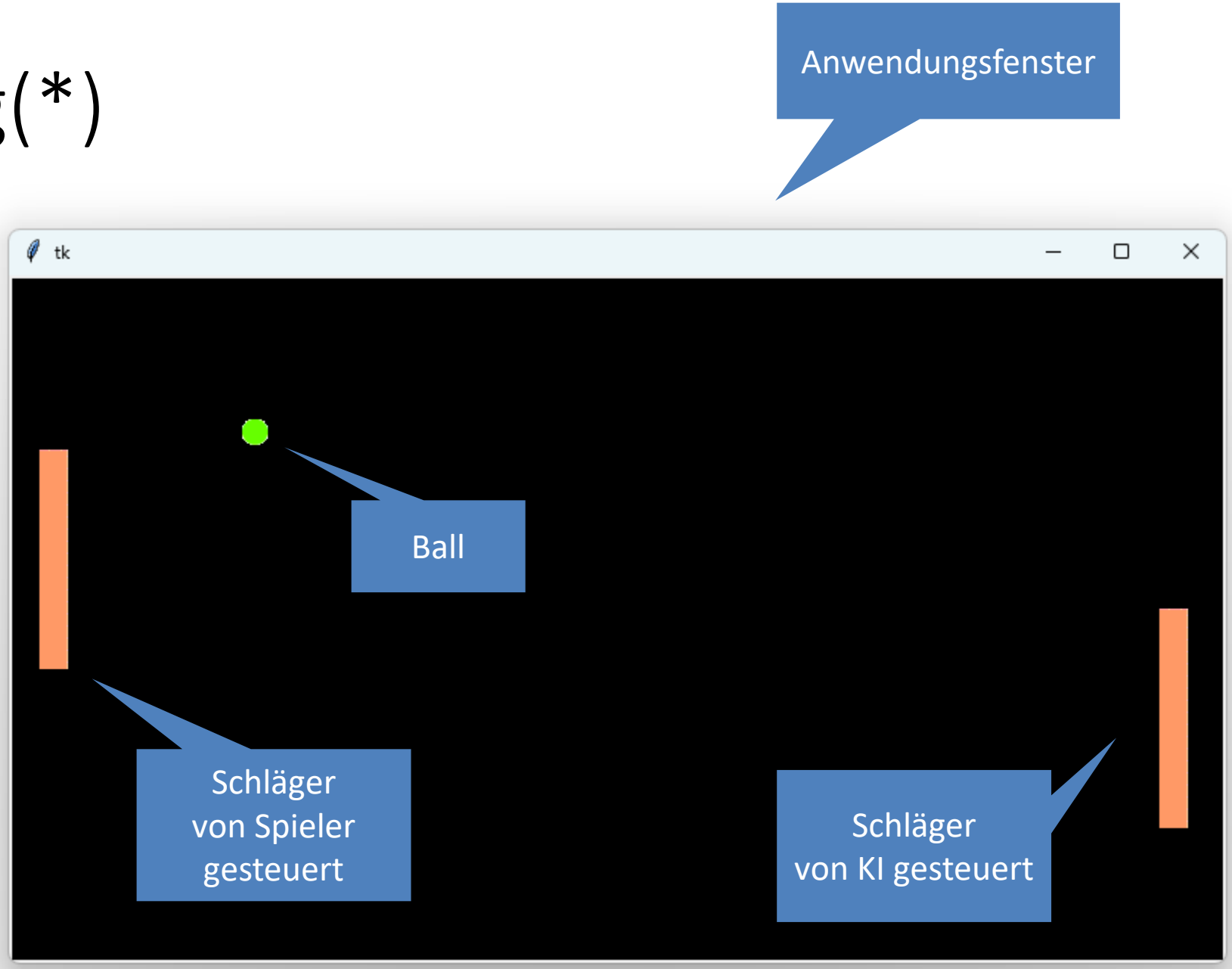
Verbessern Sie das Starterprojekt nim_1.py

- Machen Sie das Verhalten der KI menschenähnlicher.
- Verbessern Sie die Benutzungsschnittstelle. Sorgen Sie dafür, dass ein Spieler keine ungültigen Eingaben machen kann.

Weitere Ideen:

https://docs.google.com/document/d/140lNslEWA_AwUwtpVMCZqtH7_eOkU8rmvfrgWqE5M3E/edit?usp=sharing

Pong(*)


Anwendungsfenster
tk
Ball
Schläger
von Spieler
gesteuert
Schläger
von KI gesteuert

Die Tick-Metapher

Bei jedem Tick ändert sich der Zustand der Spielelemente.

Der Ball

```
from tkinter import *
import random

STEP = 50   # Millisekunden

class Ball:
    def __init__(self, canvas):
        self.canvas = canvas
        self.img = PhotoImage(file='ball.gif')
        self.iD = self.canvas.create_image(0, 0,
                                           image=self.img)
        self.start()

    def start(self):
        x = int(self.canvas['width'])/2
        self.canvas.coords(self.iD, x, 1)
        self.vy = 3
        self.vx = random.choice([-3, 3])

    def bounce(self):
        if self.vx > 0:
            self.vx = -self.vx -1
        else:
            self.vx = -self.vx +1
        self.canvas.move(self.iD, self.vx, self.vy)
```

```
def tick(self):
        x, y = self.canvas.coords(self.iD)
        if 0 < int(x) < int(self.canvas['width']):
            self.canvas.move(self.iD, self.vx, self.vy)
            x, y = self.canvas.coords(self.iD)
            if not(0 < int(y) < int(self.canvas['height'])):
                self.vy = - self.vy
        else:
            self.start()
```

Schläger vom Spieler gesteuert

```
class Bat:
    def __init__(self, canvas, ball, x):
        self.canvas, self.ball = canvas, ball
        self.img = PhotoImage(file='bat.gif')
        self.iD = self.canvas.create_image(x, 0,
                                anchor=NW, image=self.img)

    def up(self, event):
        self.canvas.move(self.iD, 0, -5)

    def down(self, event):
        self.canvas.move(self.iD, 0, 5)

    def tick(self):
        x1, y1, x2, y2  = self.canvas.bbox(self.iD)
        if self.ball.iD in self.canvas.find_overlapping(x1, y1, x2, y2):
            self.ball.bounce()
```

Eventhandler

Schläger von KI gesteuert

```
class BatAI:
    def __init__(self, canvas, ball, x):
        self.canvas, self.ball,  = canvas, ball
        self.img = PhotoImage(file='bat.gif')
        self.iD = self.canvas.create_image(x, 220,
                                anchor=NW, image=self.img)

    def tick(self):
        x1, y1, x2, y2  = self.canvas.bbox(self.iD)
        ballX, ballY = self.canvas.coords(self.ball.iD)
        middle = (y1 + y2) // 2

        #  Schläger bewegen (hier fehlt etwas)

        if self.ball.iD in self.canvas.find_overlapping(x1, y1, x2, y2):
            self.ball.bounce()
```

Bounding Box des Schlägers

Höhe des Mittelpunkts des Schlägers

Anwendungs-fenster

```
class Pong:
    def __init__(self):
        self.window = Tk()
        self.canvas = Canvas(master=self.window, bg="black",
                             width=800, height=450)
        self.canvas.pack()
        self.ball = Ball(self.canvas)
        self.leftBat = Bat(self.canvas, self.ball, 20)
        self.rightBat = BatAI(self.canvas, self.ball, 760)
        self.window.bind('<KeyPress-Up>',self.leftBat.up)
        self.window.bind('<KeyPress-Down>',self.leftBat.down)
        self.window.after(STEP, self.tick)
        self.window.mainloop()

    def tick(self):
        self.ball.tick()
        self.leftBat.tick()
        self.rightBat.tick()
        self.window.after(STEP, self.tick)

Pong()
```

Tastaturevents werden an Methoden gebunden

Gameloop

Übung 2.2 *

Verbessern Sie das Starterprojekt `pong_aufgabe.py`.

Implementieren Sie eine einfache KI, die den rechten Schläger bewegt, so dass man glauben kann, er würde von einem Menschen gesteuert.

Tipp: Sorgen Sie dafür, dass der Schläger sich auf die aktuelle Höhe des Balls zubewegt.

Rückblick

- Daten können in Kollektionen zusammengefasst werden. Dazu gehören Sequenzen (Strings, Listen und Tupel) und Mengen.
- In einer Sequenz haben die Elemente (Items) eine bestimmte Reihenfolge und können über den Index angesprochen werden.
- Es gibt gemeinsame Operationen für Sequenzen (in, len(), sum(), max(), …).
- Mit `list()` kann aus einer beliebigen Sequenz eine Liste gewonnen werden.
- Eine Liste ist eine veränderbare Sequenz, d.h. Elemente können geändert, gelöscht oder hinzugefügt werden.
- Mit Listen und Tupeln können Strukturen der Wirklichkeit modelliert werden. Die Streichhölzer des Nim-Spiels können z.B. durch eine Liste von Zahlen modelliert werden.
- Eine KI kann einen menschlichen Gegner in einem Spiel simulieren (z.B. Nim oder Pong).