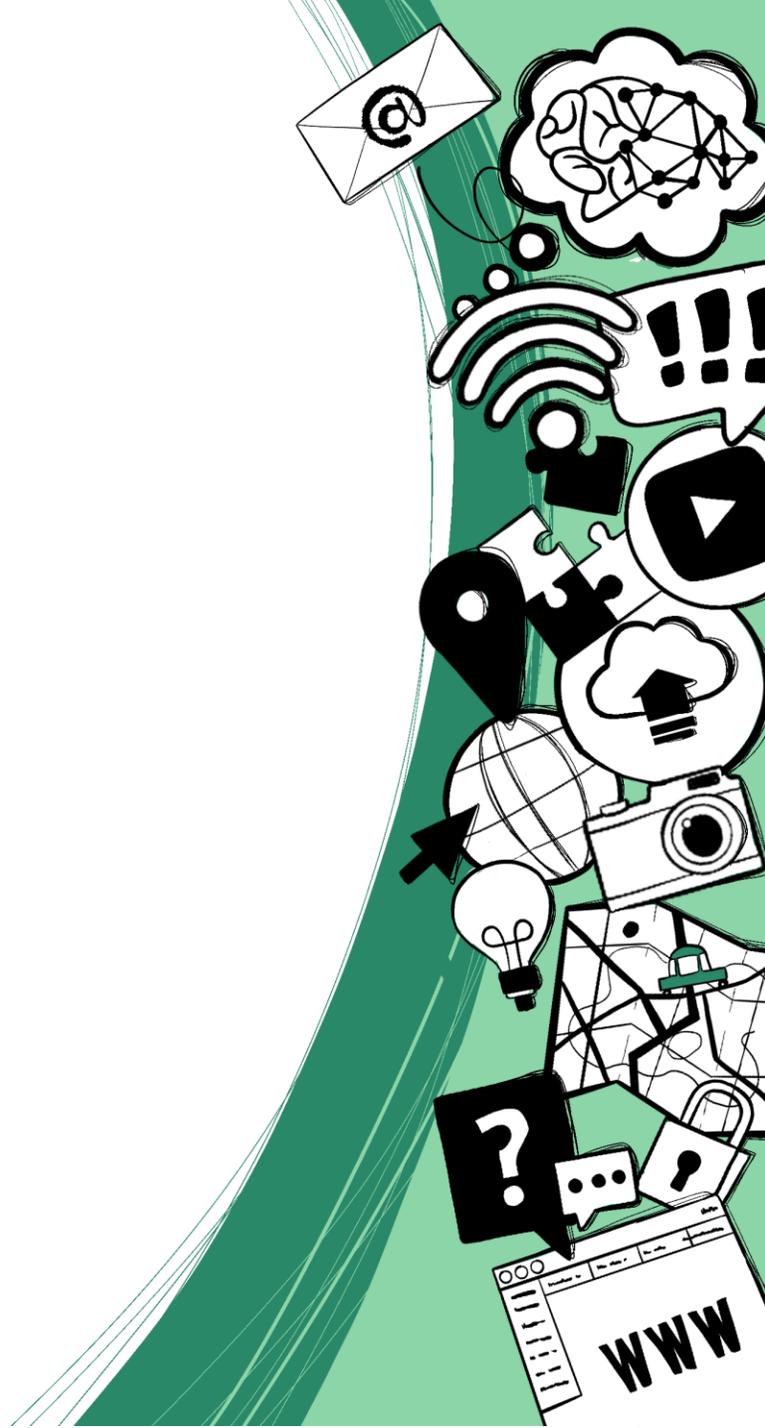




Computer Vision



Interreg 
Austria-Hungary 2014-2020
European Union – European Regional Development Fund



Computer Vision (CV) Einführung



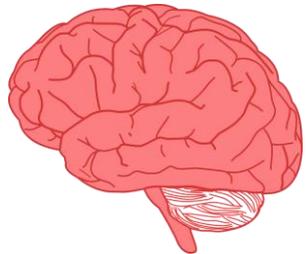
Visuelle Wahrnehmung



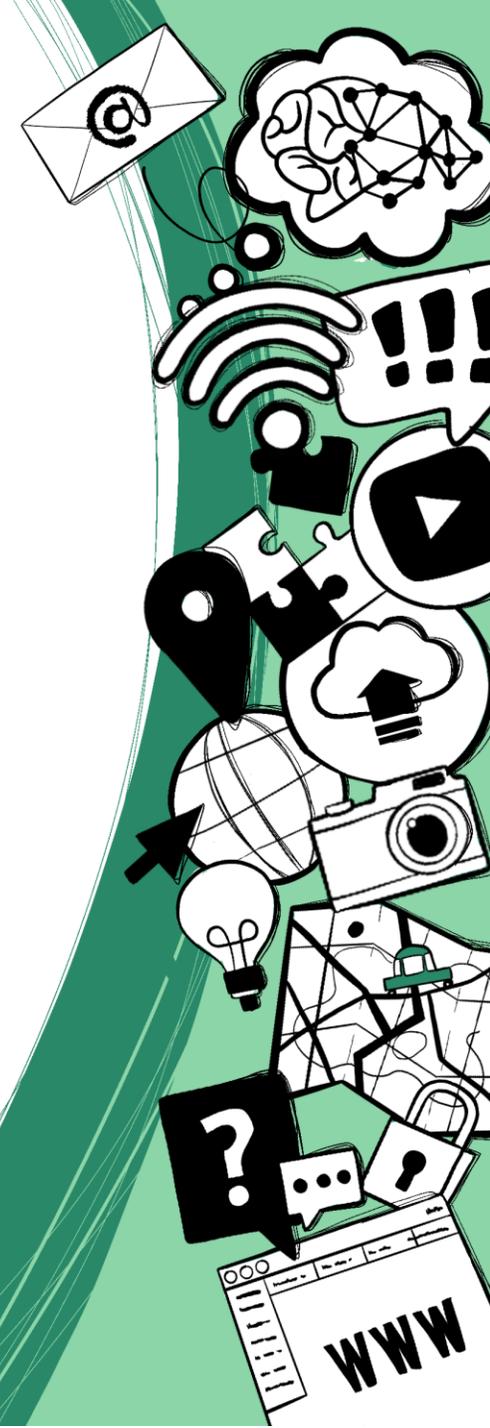
Wie können Menschen sehen und Dinge erkennen?



Wir sehen mit unseren Augen



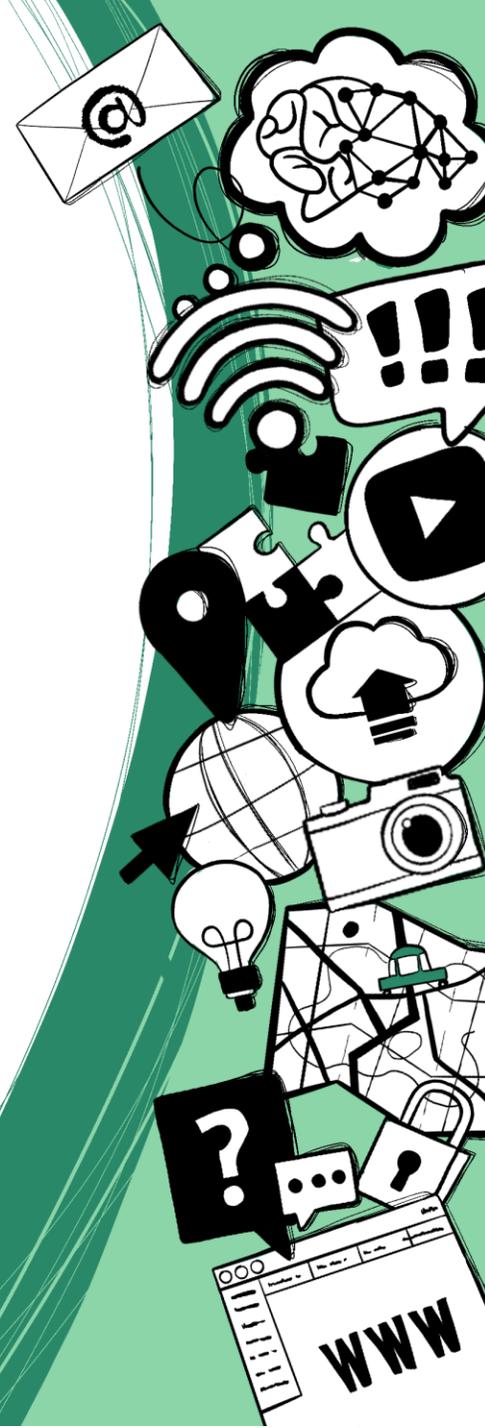
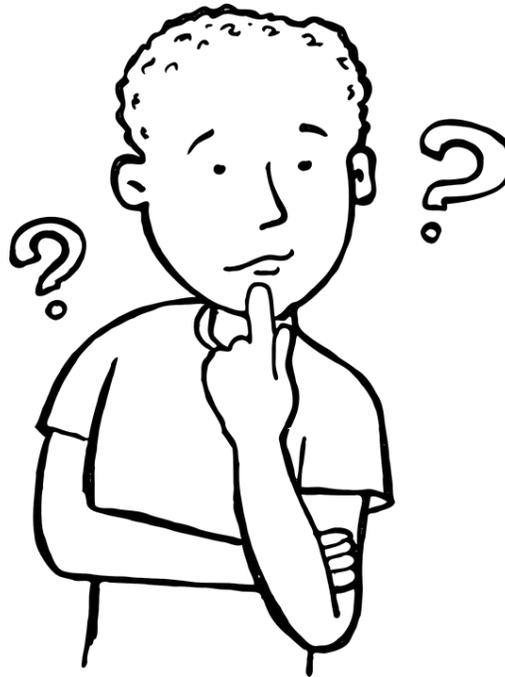
Wir verarbeiten das Gesehene mit unserem Gehirn



Computer Vision

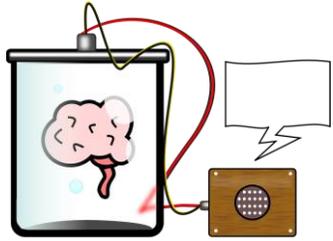


Wie ist es nun für einen Computer möglich, zu sehen und Objekte zu erkennen?



Computer Vision

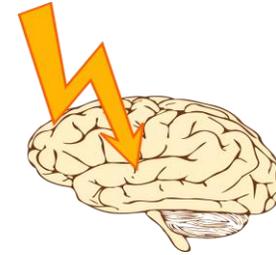
Generelle Funktionsweise



Training



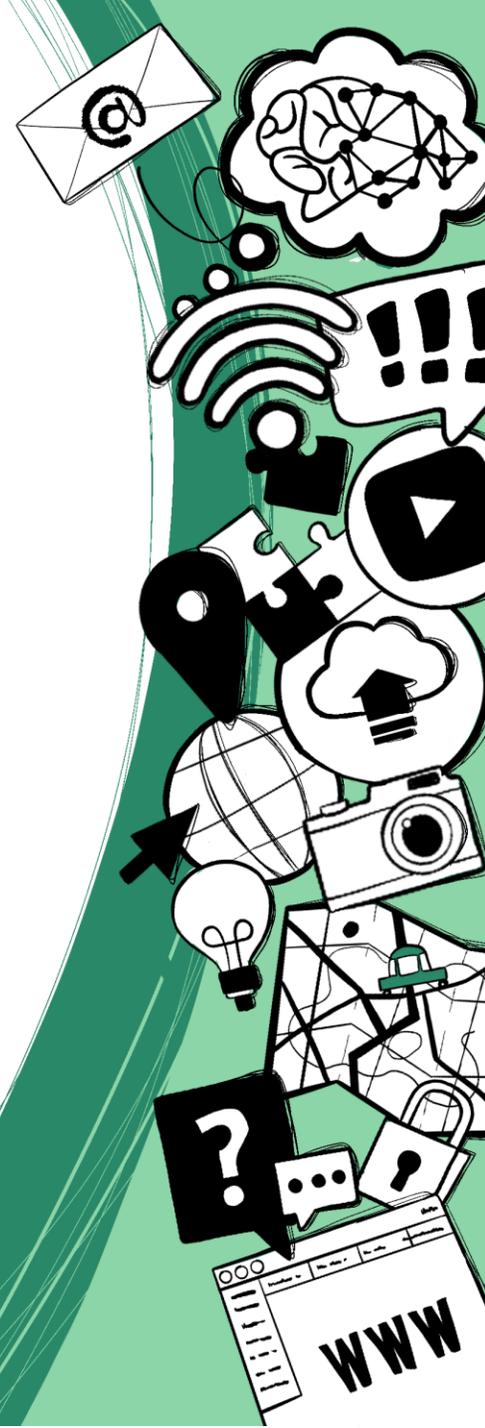
Foto aufnehmen



Information
verarbeiten



Ergebnis



Einige CV Tasks

Classification



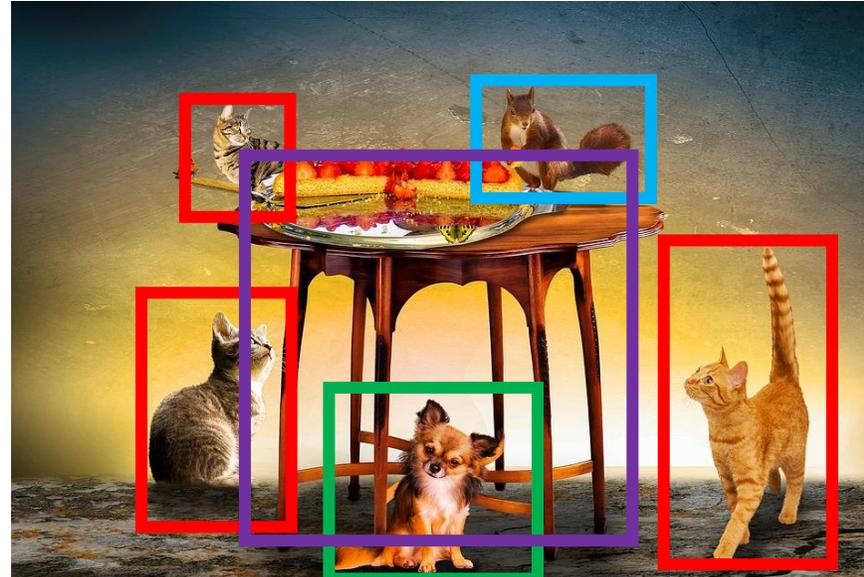
Katze

Classification +
Localization



Katze auf Position
X,Y

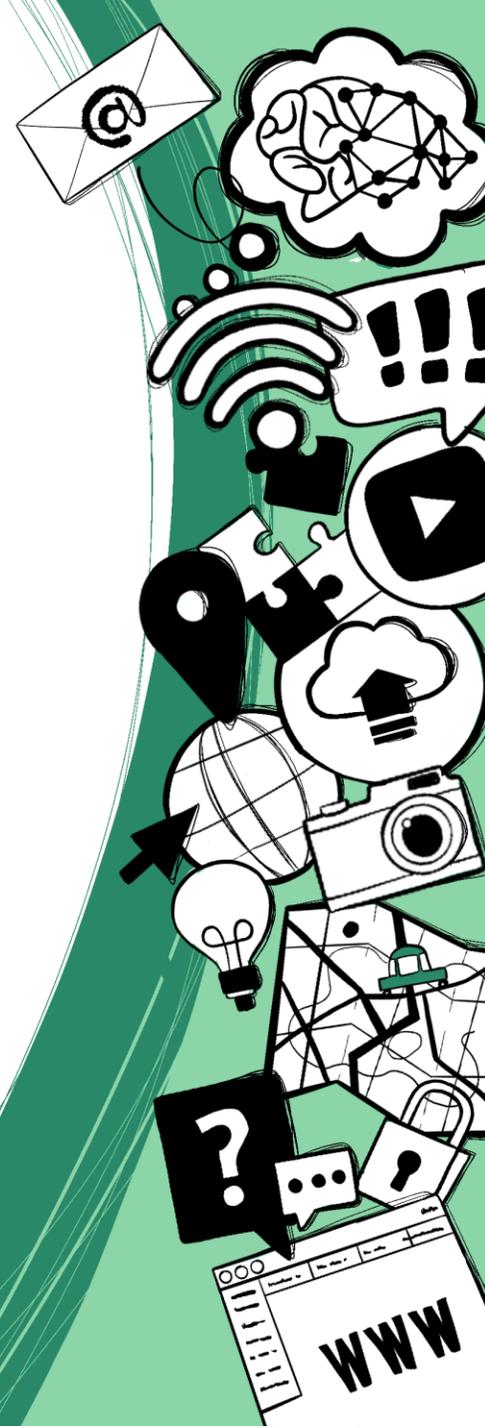
Object Detection



Katze, Ratte, Hund, Tisch

Entdecke weitere Anwendungen von CV - interaktiv:

<https://aidemos.microsoft.com/computer-vision/recognize>



Digitale Bilder - Grundlagen

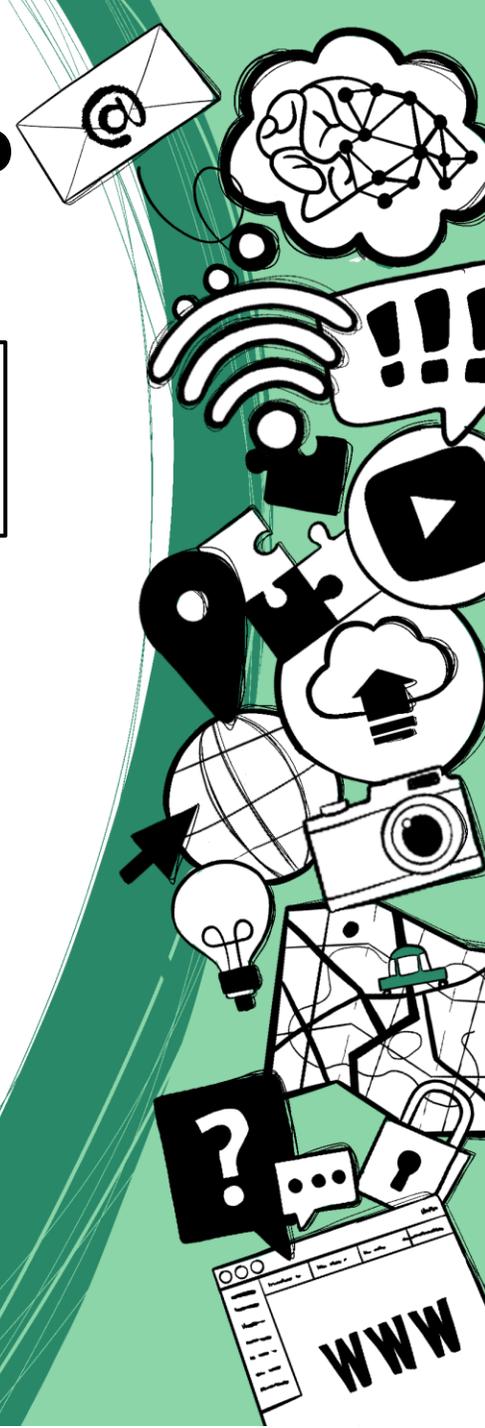


Wie werden Bilder verarbeitet?

0	0	0	9	27	25	7	0	0
0	8	68	191	207	187	45	2	0
6	94	215	255	254	255	184	51	0
12	201	240	218	145	239	230	149	14
30	235	245	122	11	177	240	210	50
34	251	255	72	0	125	255	234	85
40	245	255	51	0	97	255	248	119
54	243	255	59	0	105	255	244	107
37	230	255	83	0	131	255	233	82
4	200	254	151	31	192	240	206	47
3	175	245	238	187	247	230	140	11
2	175	240	238	187	247	220	140	11
0	62	188	254	255	253	168	42	0
0	2	43	163	180	154	31	1	0
0	0	0	14	22	10	0	0	0



- Bilder bestehen aus Pixel
- Pixel haben Farbwerte
- Graustufen-Bilder können einfach gespeichert werden



Flood Fill Algorithmus

Wie könnte dieser Algorithmus funktionieren?



Schreibe dir dazu die einzelnen Schritte auf

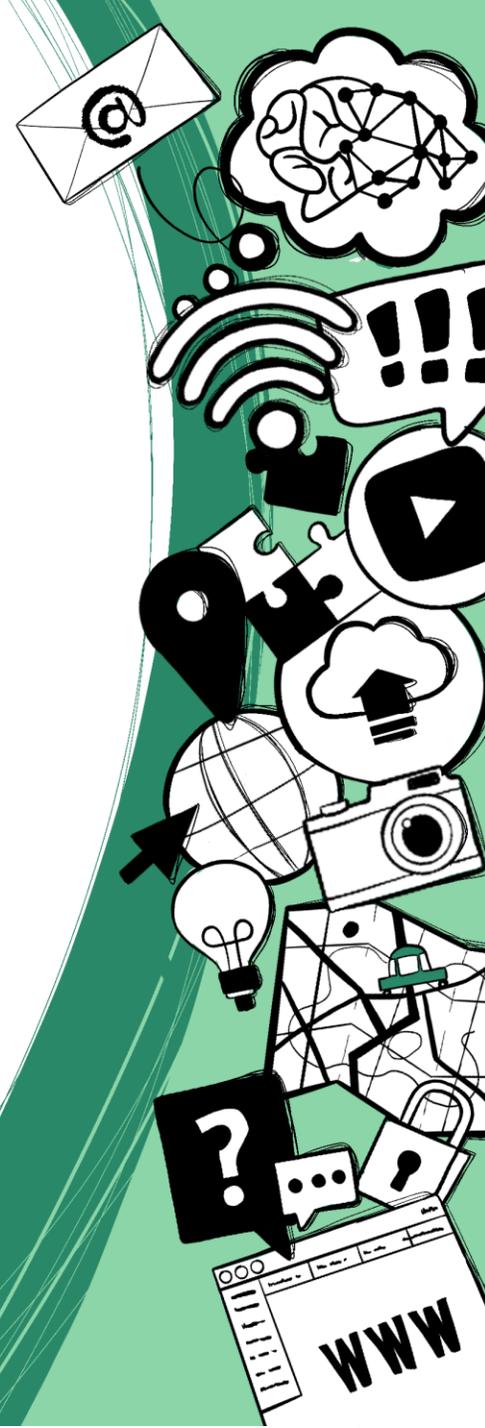
3

4



3

4

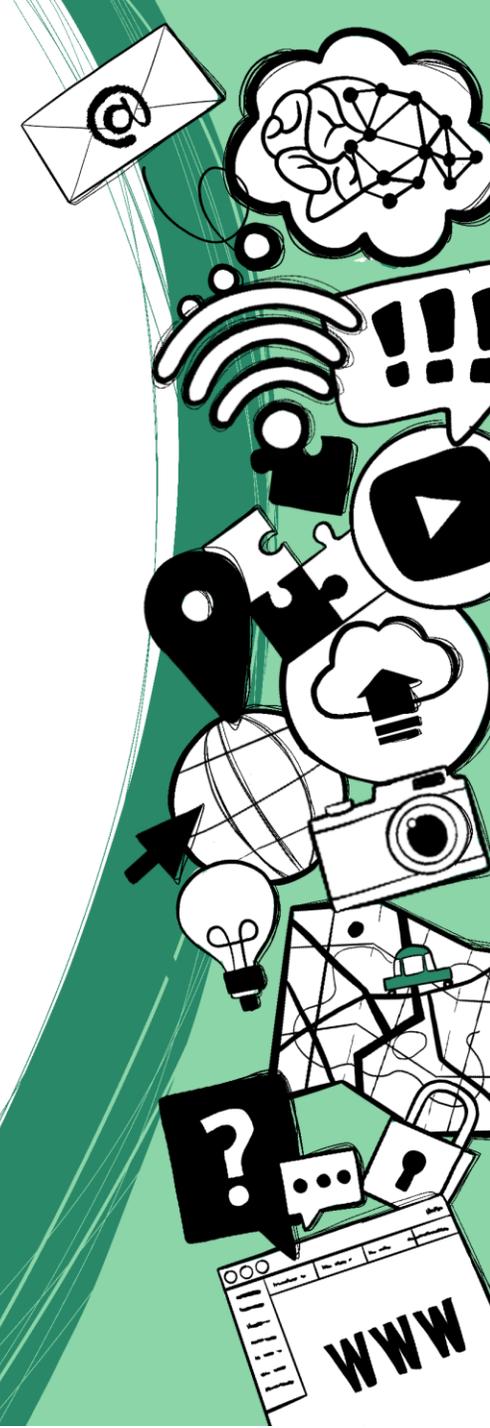
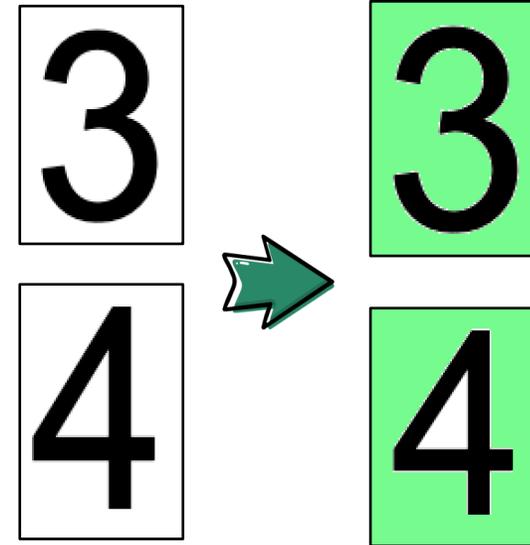


Flood Fill Algorithm



Wie könnte dieser Algorithmus funktionieren?

- Nimm zwei Farben (Hintergrund und Schrift)
- Setze den Pinsel auf einen Startpunkt
- Male so lange bis der Punkt unter dem Pinsel eine andere Farbe als der Hintergrund hat
- Wenn alles ausgemalt ist, überprüfe den Füllstand der Pinsel-Farbe



Flood Fill Algorithm



Welche Probleme könnten auftreten?

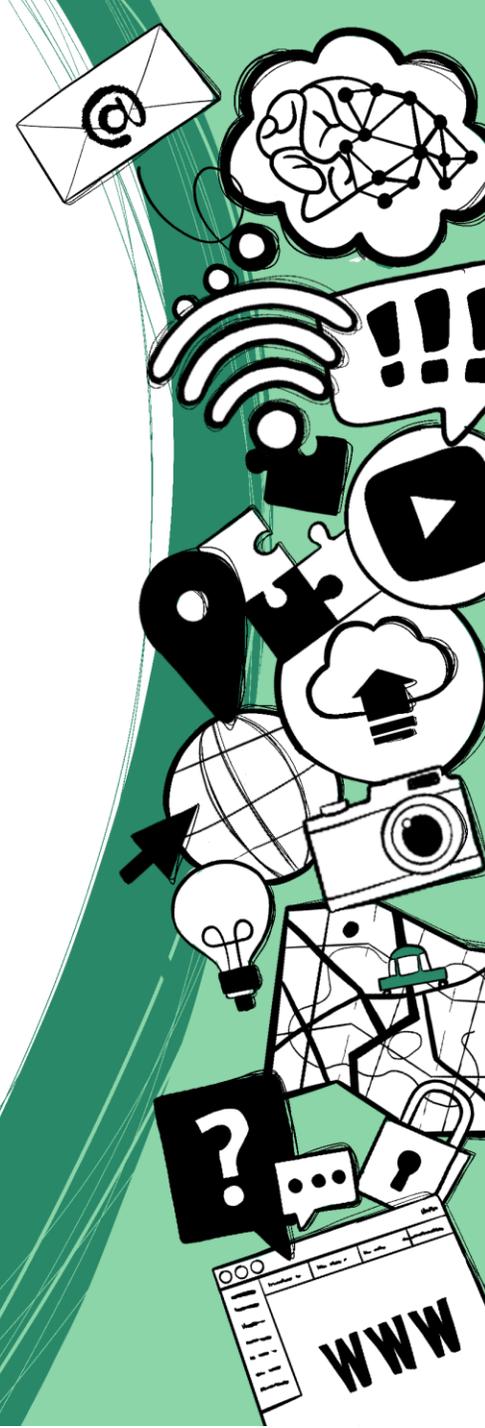
3

4



3

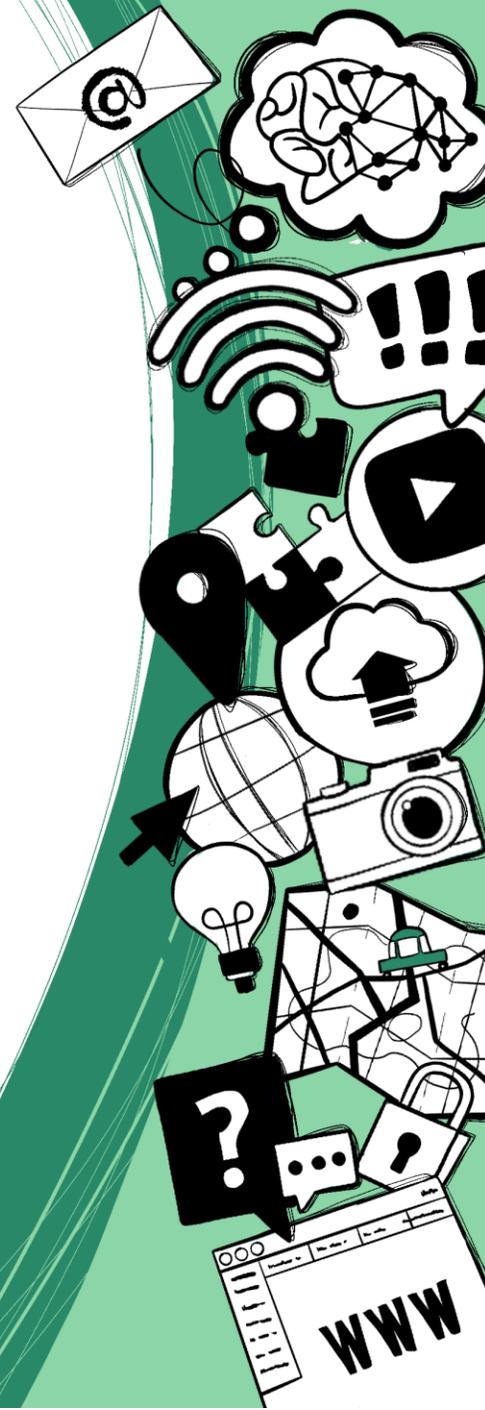
4



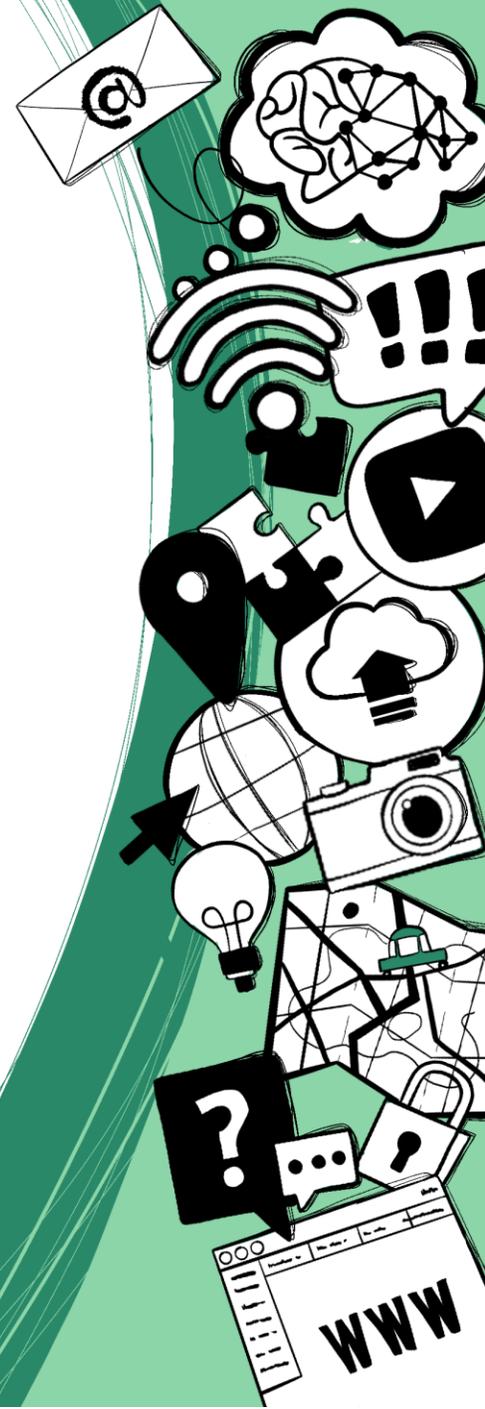
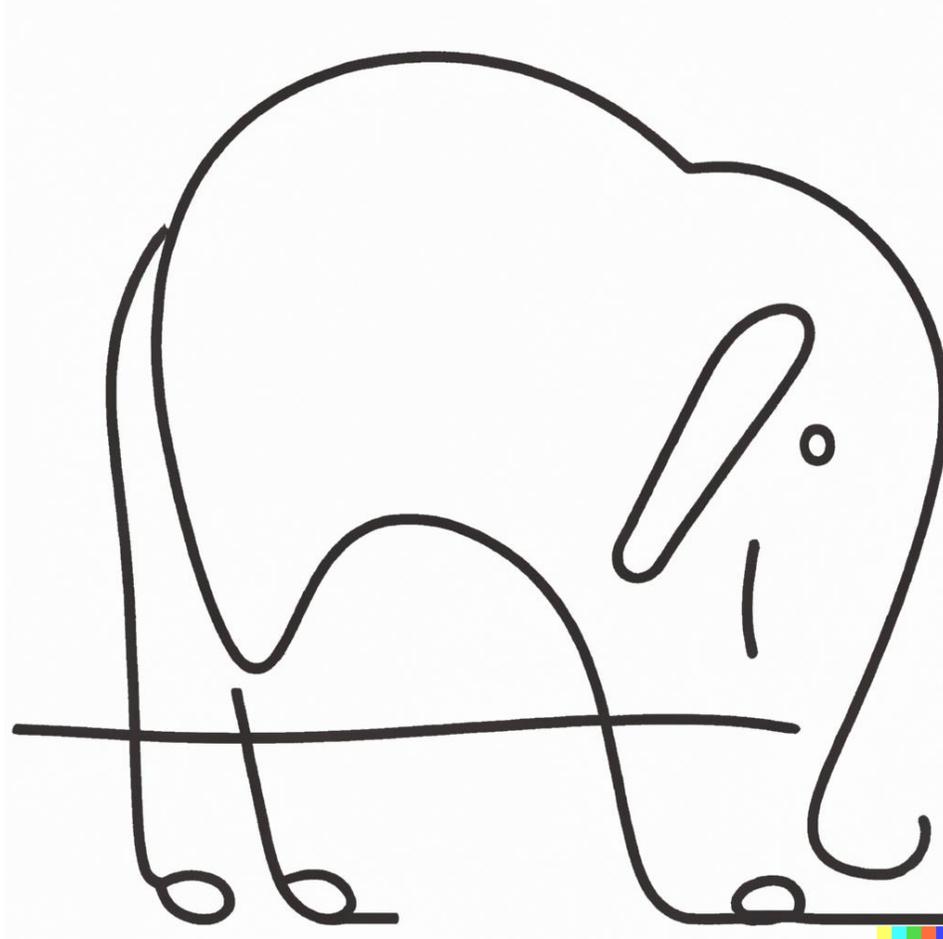
Klassische CV Verfahren



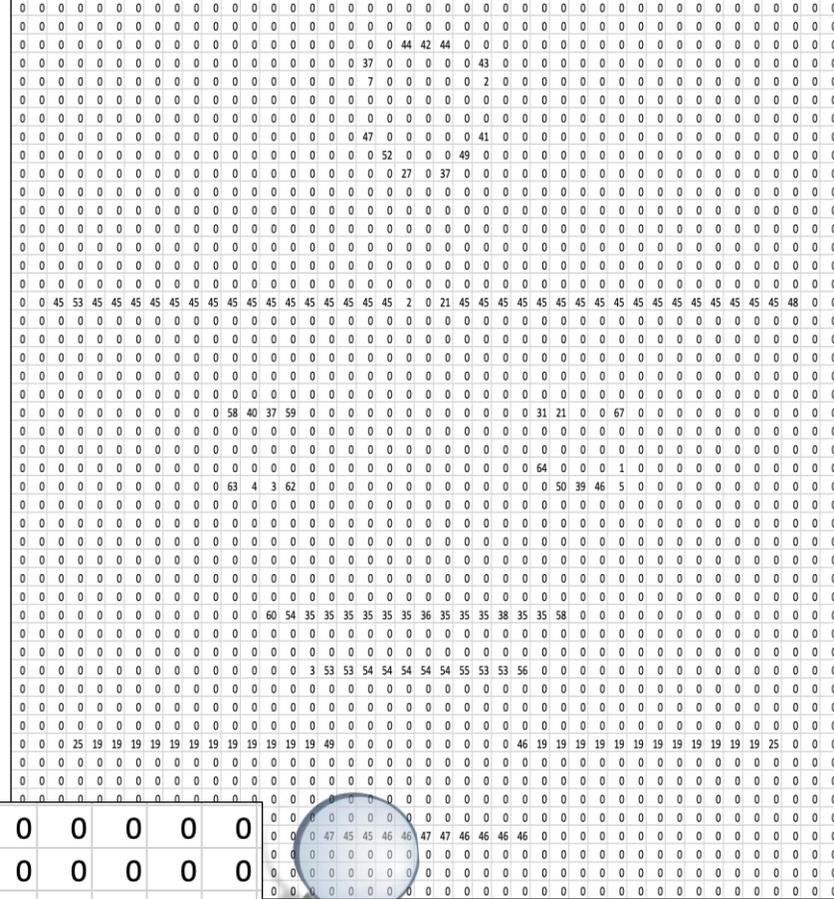
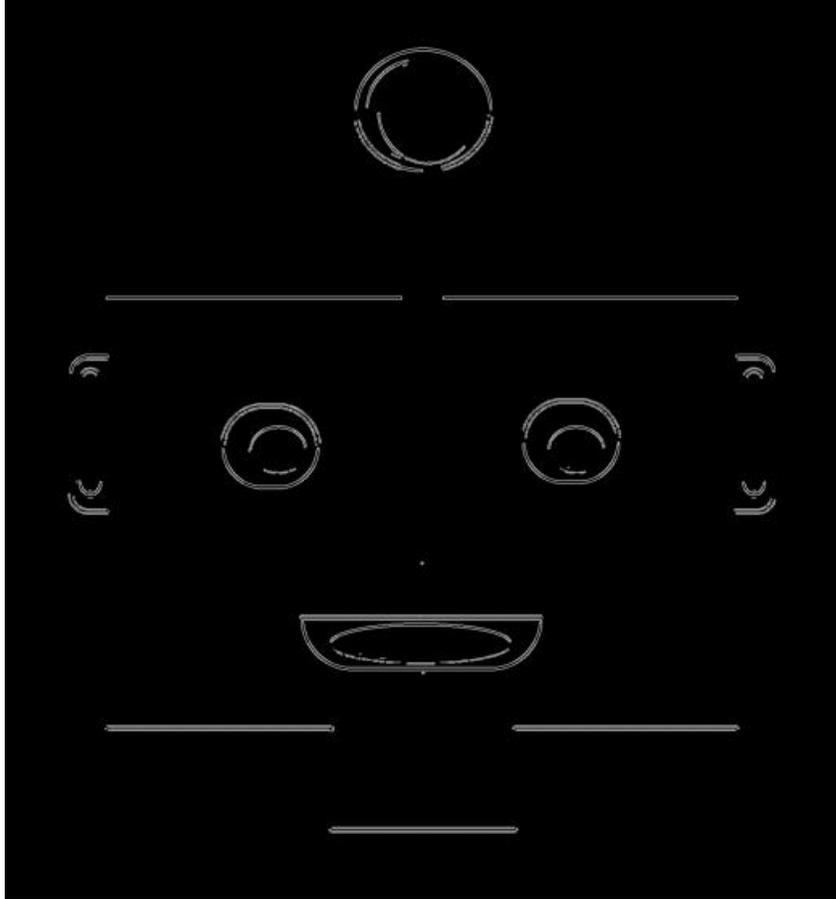
Was siehst du?



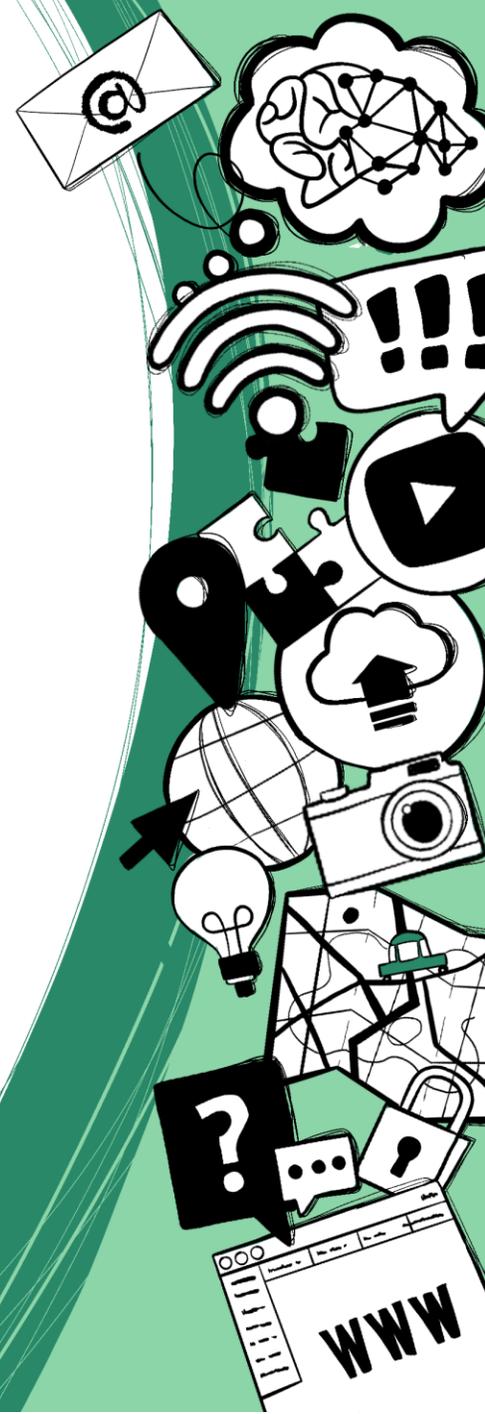
... und nun?



Horizontale Kanten



0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
46	46	48	47	46	46
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0



Horizontale Kanten berechnen

	A	B	C	D
a	255	255	255	255
b	234	239	234	241
c	40	0	8	98
d	0	0	4	0

Rechenregeln

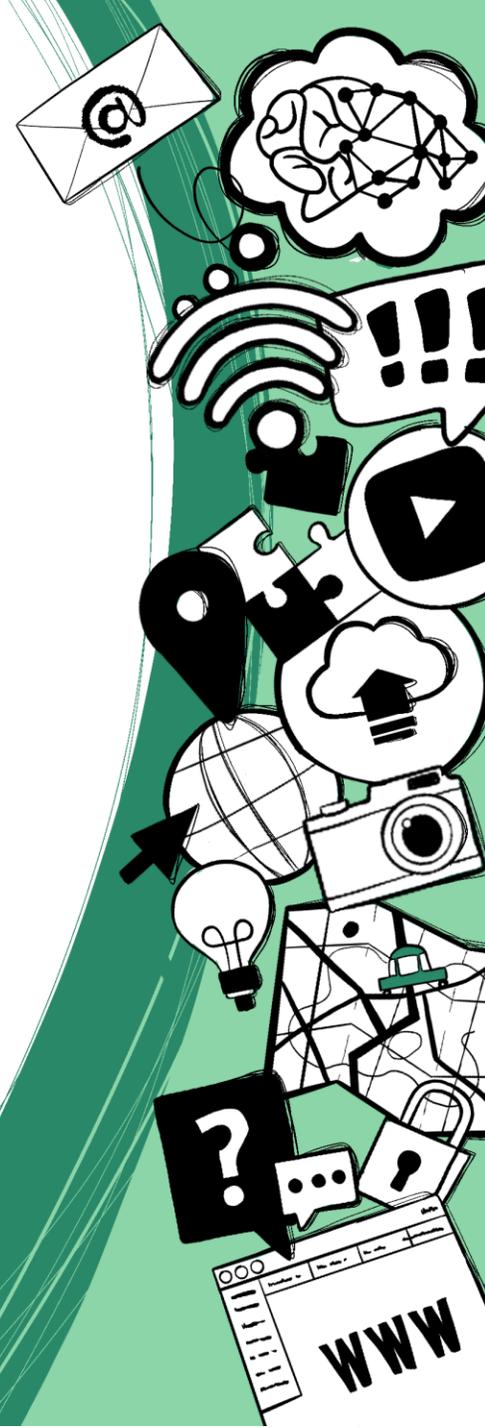
$Aa - Ab$

$Ba - Bb$

$Ca - Cb$

$Da - Db$

...



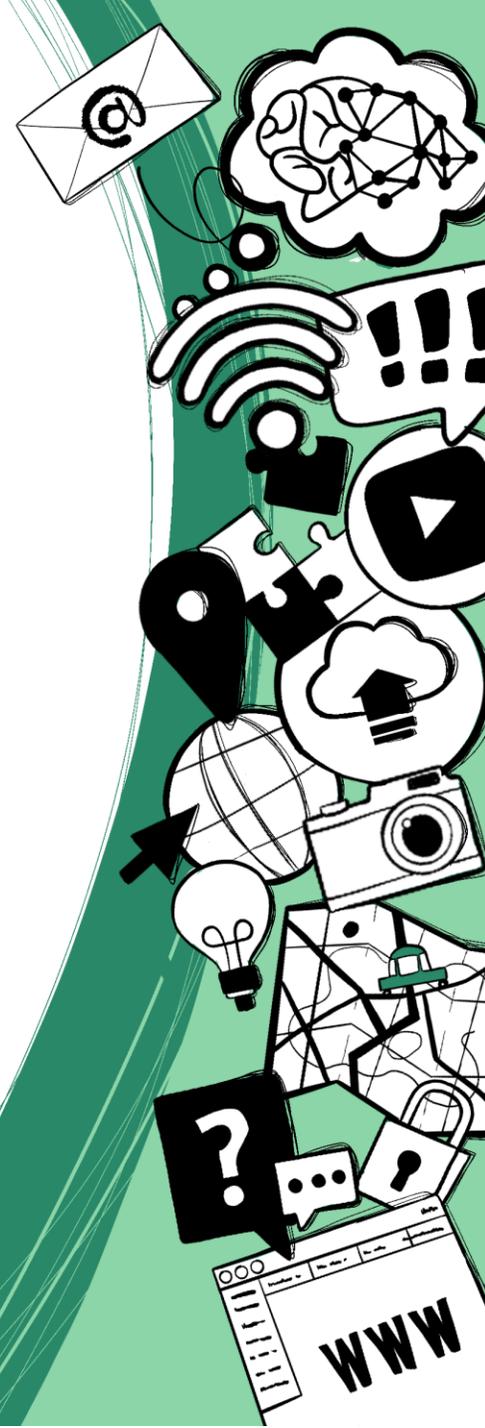
Horizontale Kanten berechnen

	A	B	C	D
a	255	255	255	255
b	234	239	234	241
c	40	0	8	98
d	0	0	4	0

	A	B	C	D
a	21	16	21	14
b	194	?	?	?
c	?	?	?	?
d	?	?	?	?

$$Ab - Ac = 234 - 40 \rightarrow 194$$

- Aa - Ab
- Ba - Bb
- Ca - Cb
- Da - Db



Vertikale Kanten berechnen

	A	B	C	D
a	255	255	49	1
b	255	239	1	0
c	255	249	4	0
d	250	250	57	0

Rechenregeln

$$Aa - Ba$$

$$Ab - Ba$$

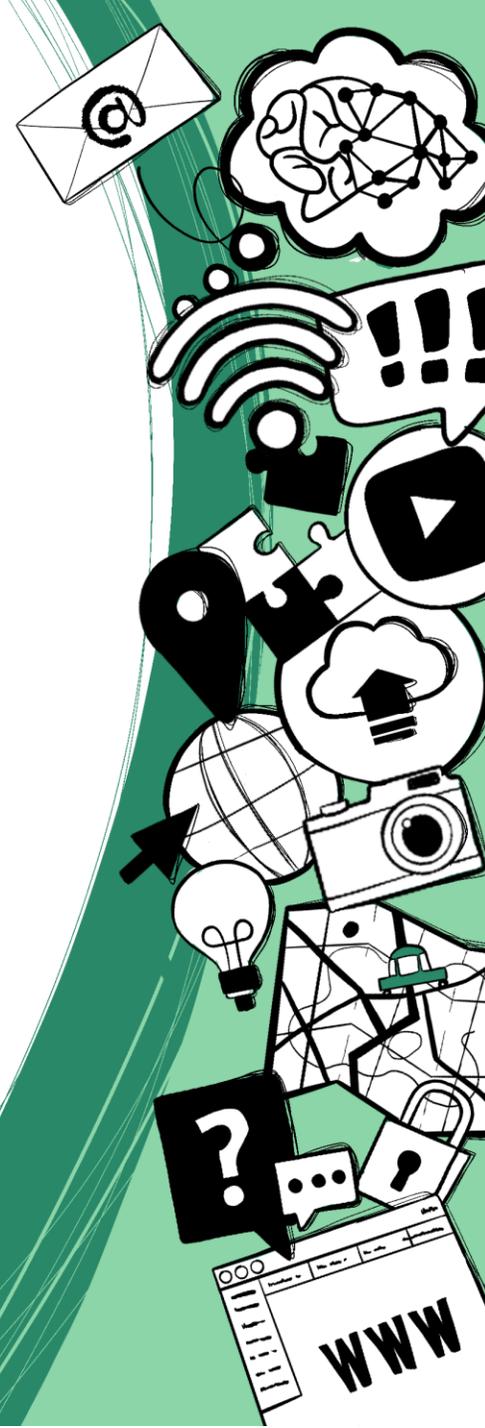
$$Ac - Bb$$

$$Ad - Bd$$

...

$$Ba - Ba = 255 - 49 \rightarrow 206$$

?

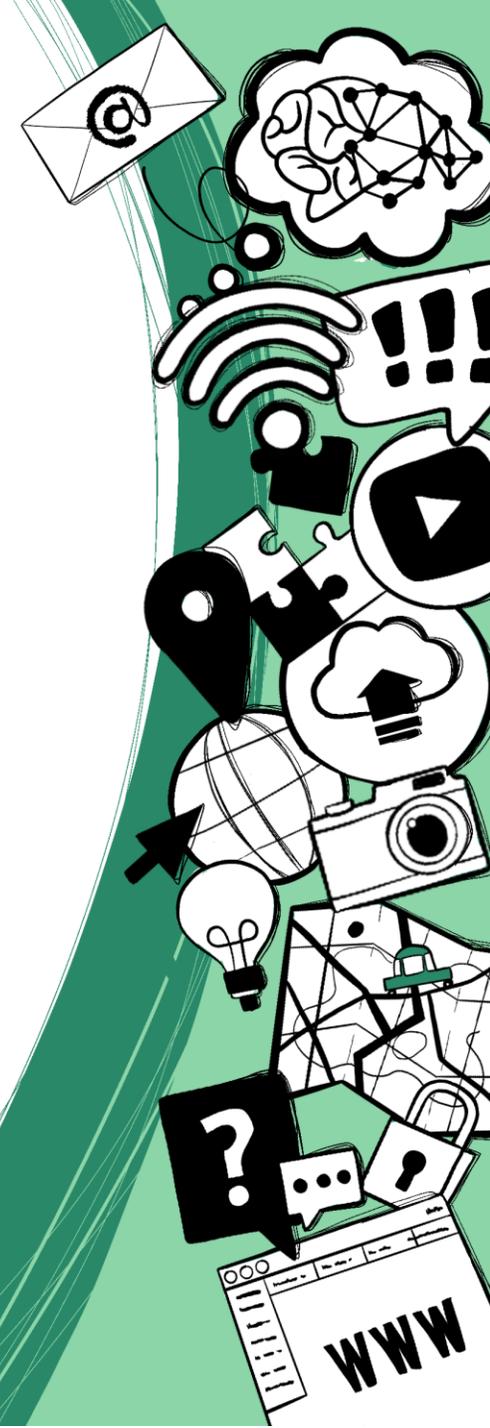


Vertikale Kanten berechnen

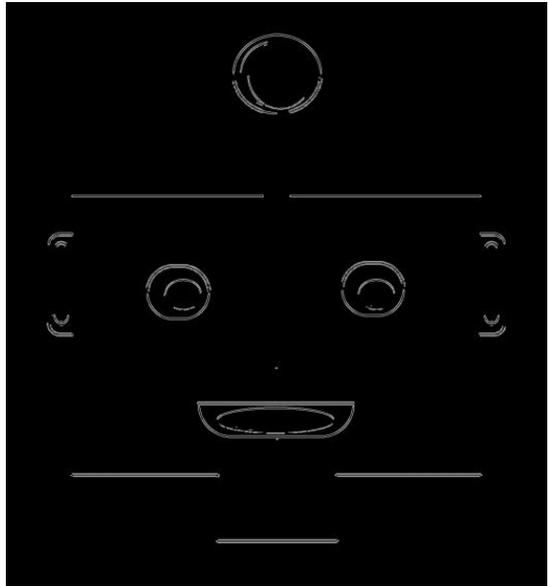
	A	B	C	D
a	255	255	49	1
b	255	239	1	0
c	255	249	4	0
d	250	250	57	0

	A	B	C	D
a	0	206	?	?
b	16	?	?	?
c	6	?	?	?
d	0	?	?	?

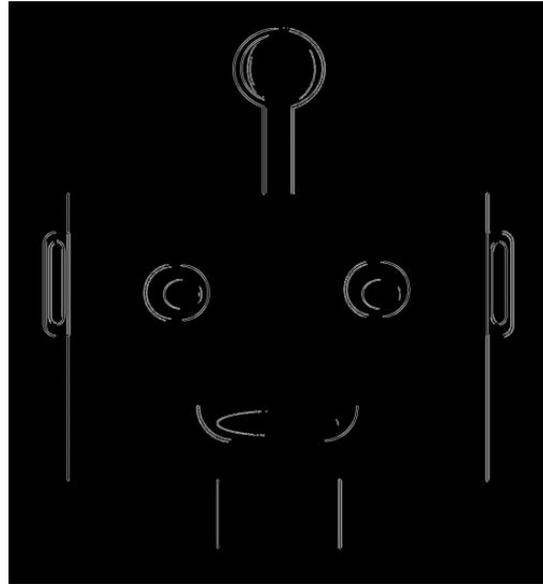
- $Aa - Ba$
- $Ab - Ba$
- $Ac - Bb$
- $Ad - Bd$



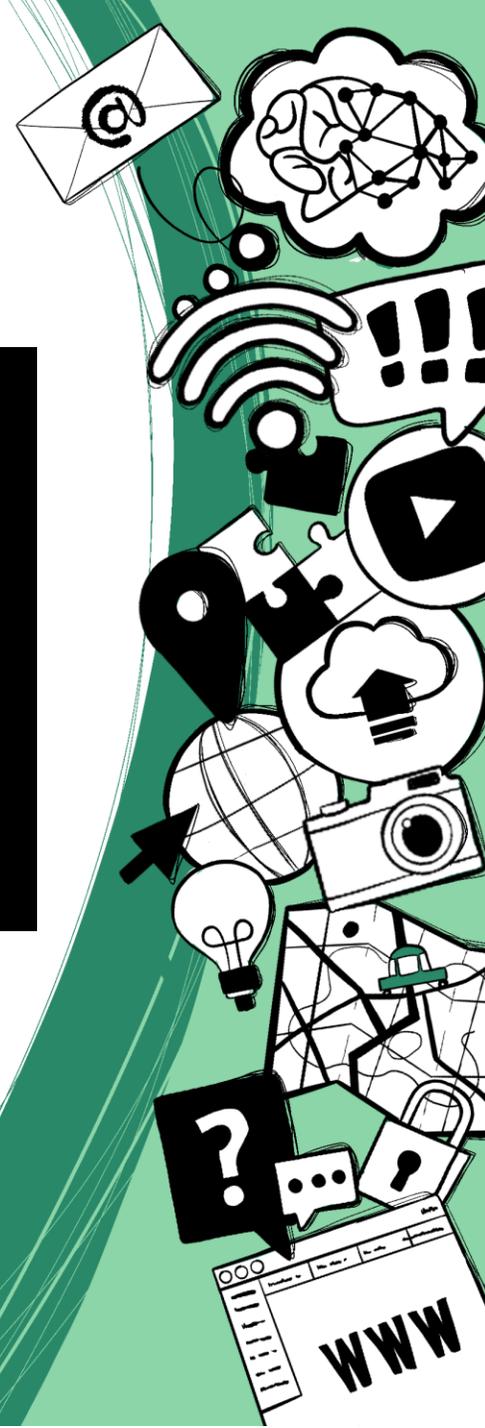
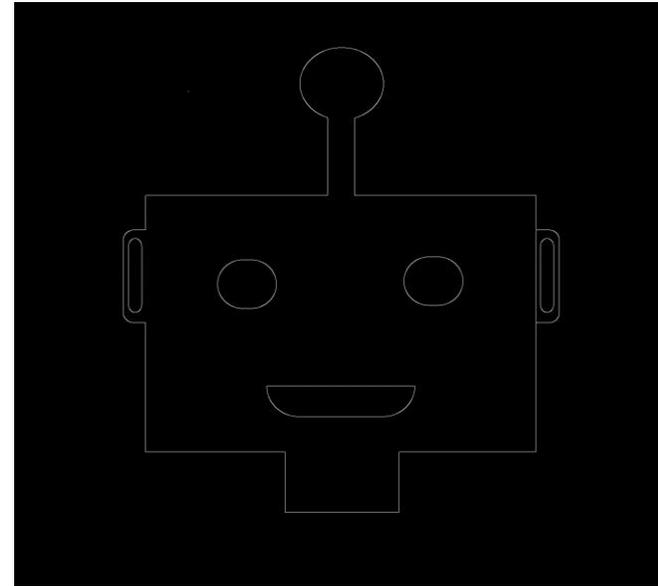
Kombination der Kanten



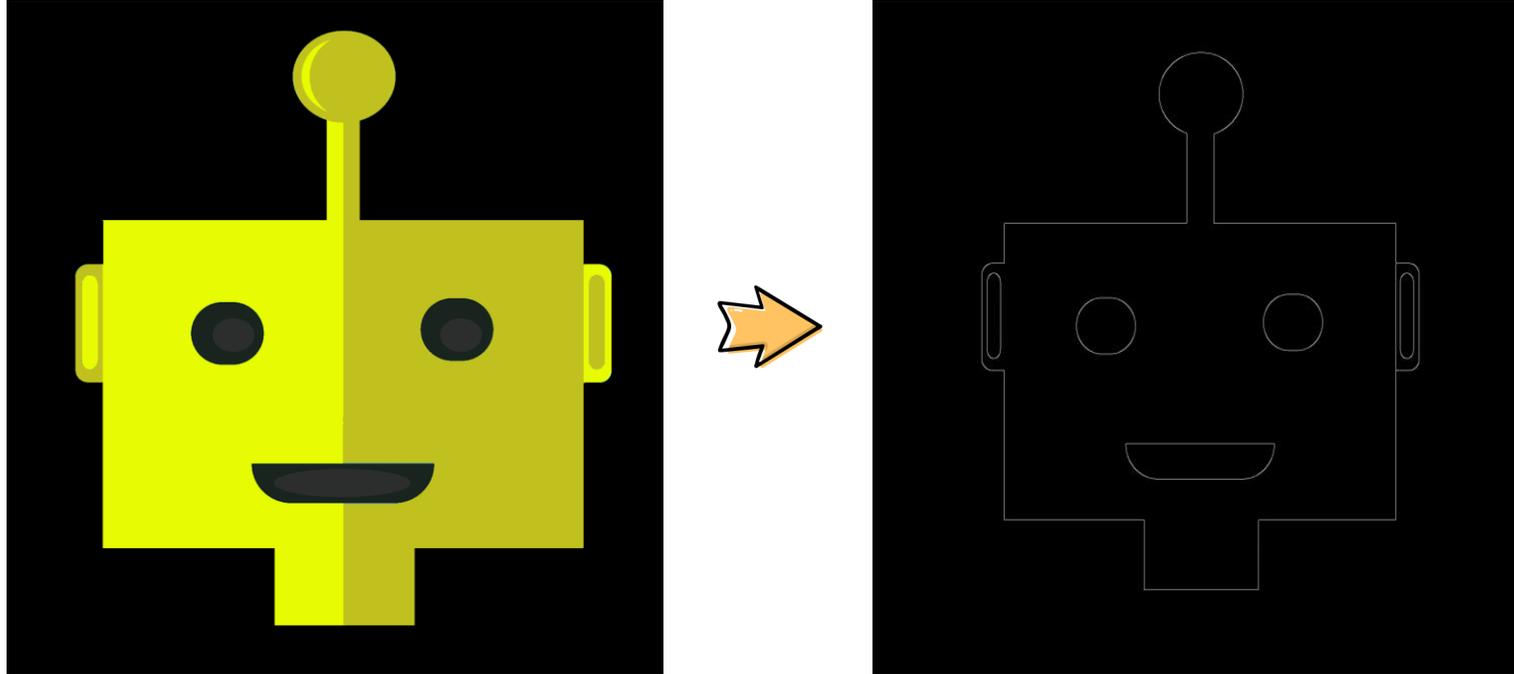
+



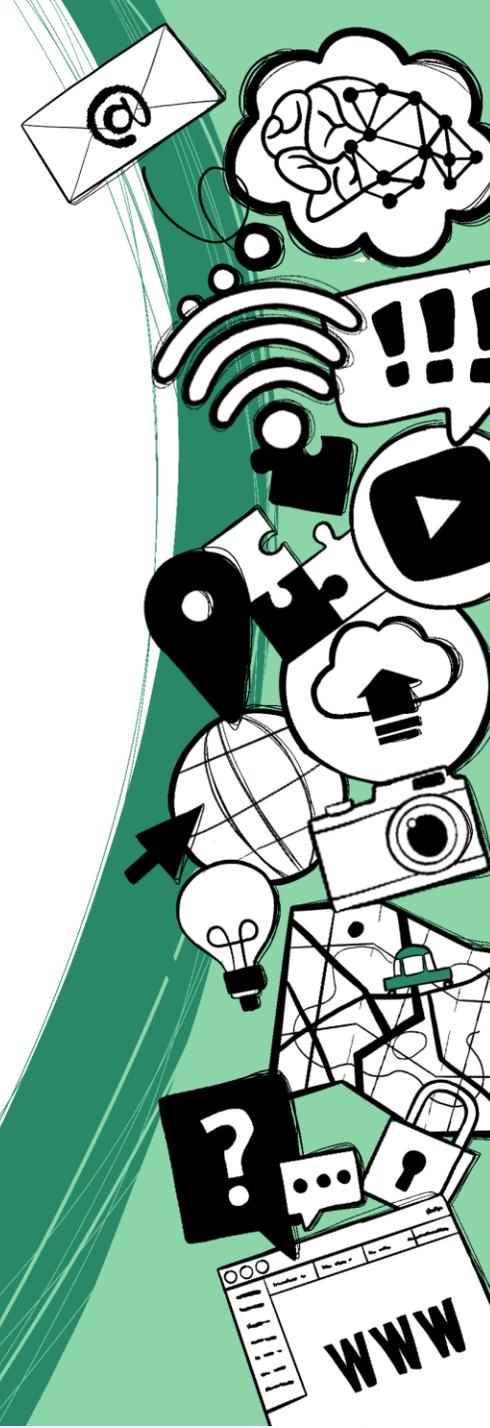
=



Vergleich mit Originalbild



- Kann der Computer schon ‚erkennen‘ was auf dem Bild ist?
- Nein – dafür sind weitere Schritte notwendig
- Weiterverarbeitung der detektierten Kanten
 - **Erkennen von Formen (Rechteck, Kreis, ...)**
 - **Supervised Learning**



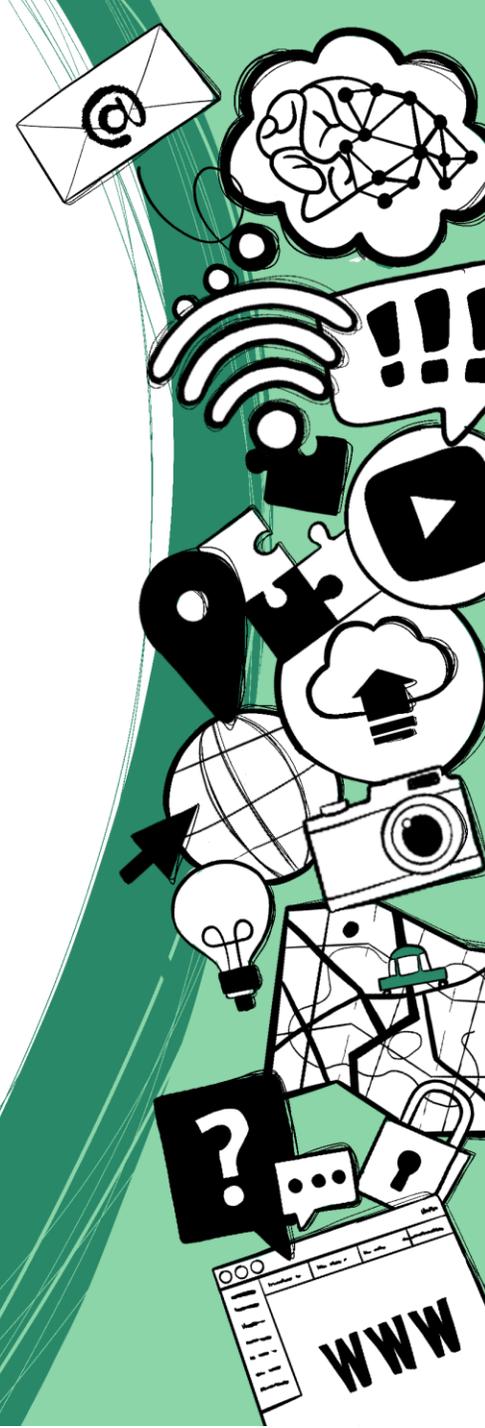
Gesichtserkennung



Gesichtserkennung



Wie würdet **ihr** ein Gesicht auf einem Bild erkennen?



Gesichtserkennung



Welche *Merkmale* hat ein menschliches Gesicht?

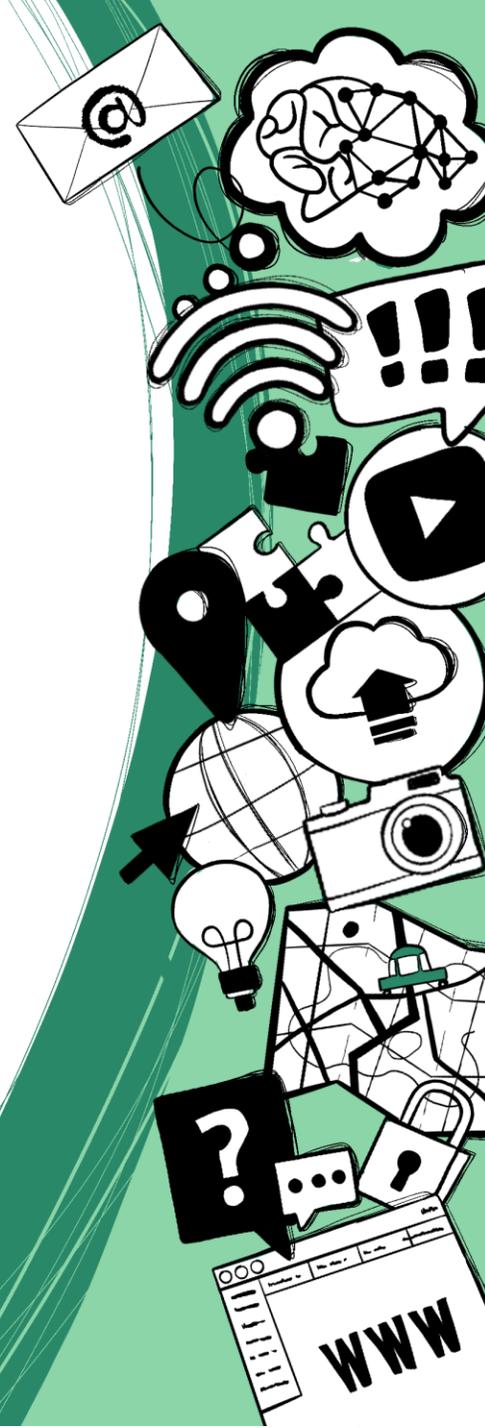
- ➔ *Augenbrauen sind dunkler als die Stirn*
- ➔ *Rücken der Nase ist heller als ...*
- ➔ *weitere Merkmale?*



Gesichtserkennung



Wie erkennt ein **Computer** ein Gesicht auf einem Bild?

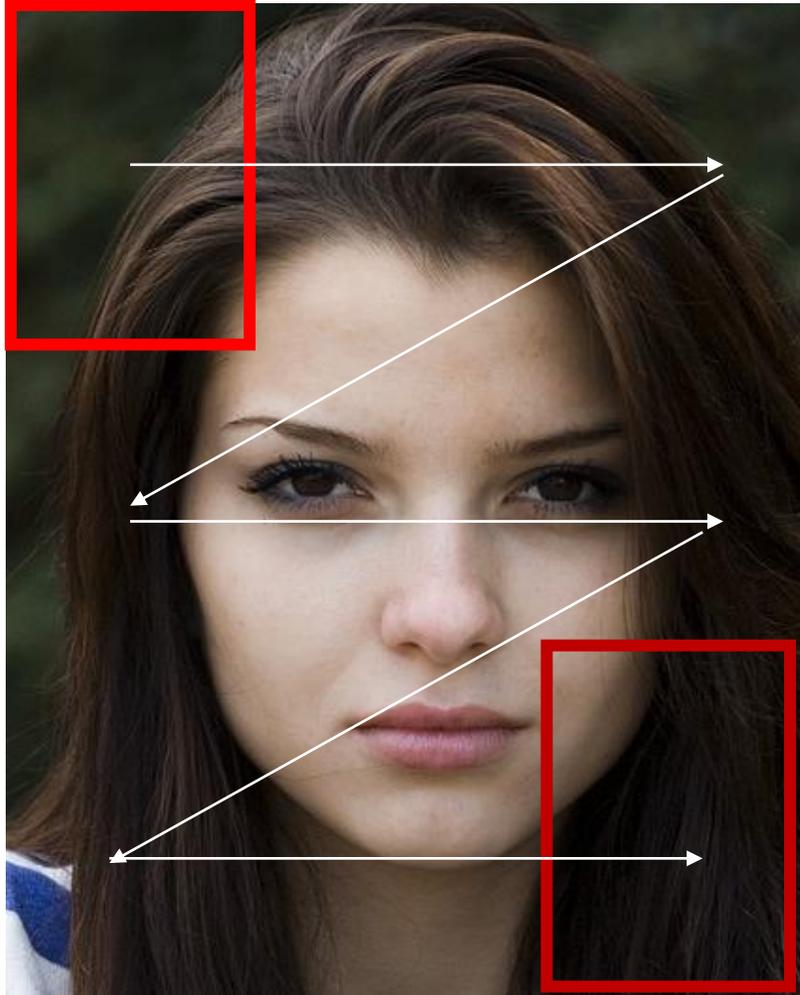


Viola Jones Algorithmus

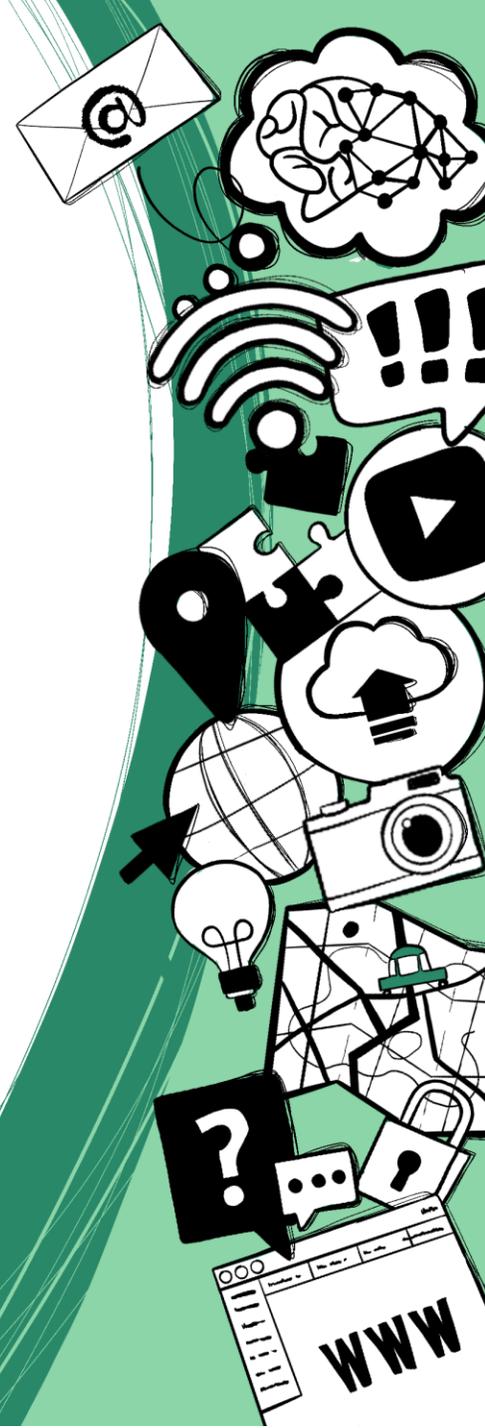
- entwickelt 2001 von Paul **Viola** and Michael **Jones**
- **effiziente** Mustererkennung in Echtzeit
- **Bilder** und **Videos**
- Gesichter **detektieren**, nicht jedoch unterscheiden



Sliding Window



- ➔ Bilder können mehr als ein Gesicht beinhalten
- ➔ Teilabschnitte (rotes Rechteck) werden untersucht
- ➔ Größe der Teilabschnitte wird angepasst



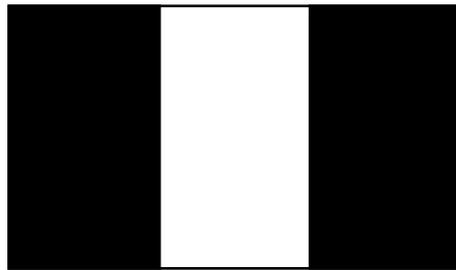
Bestandteile Viola Jones



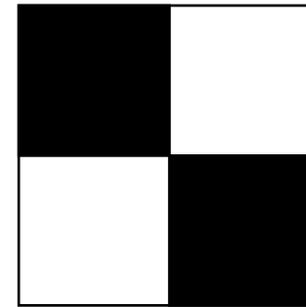
Haar-Like Features sind kleine Boxen, welche dem Algorithmus durch mathematische Berechnungen helfen, die verschiedenen Bereiche eines Gesichtes zu erkennen



Edge Features



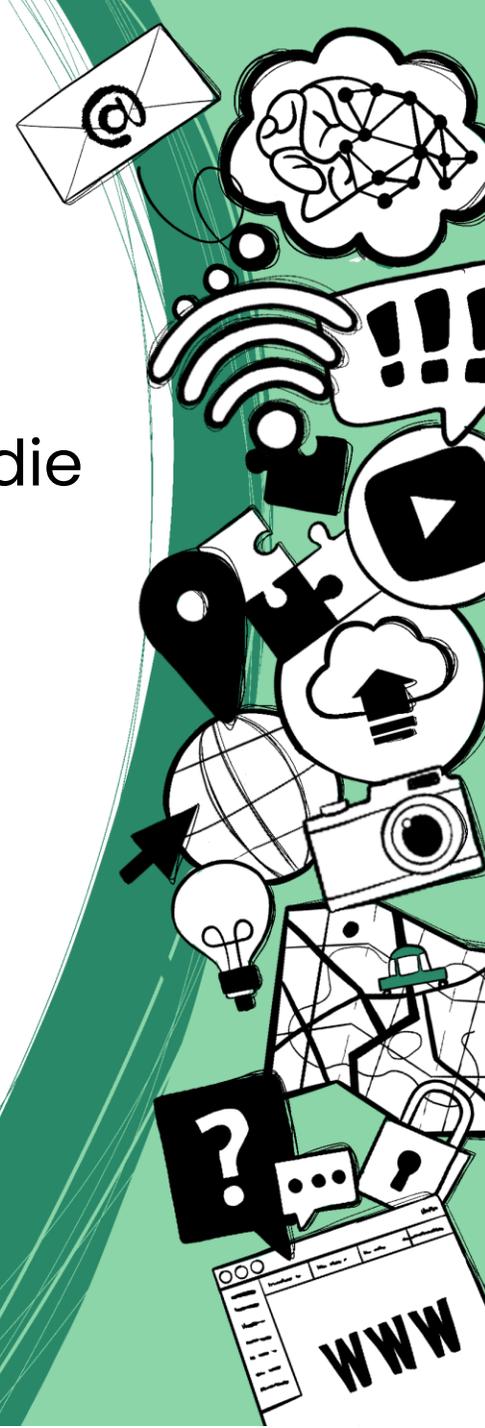
Line Features



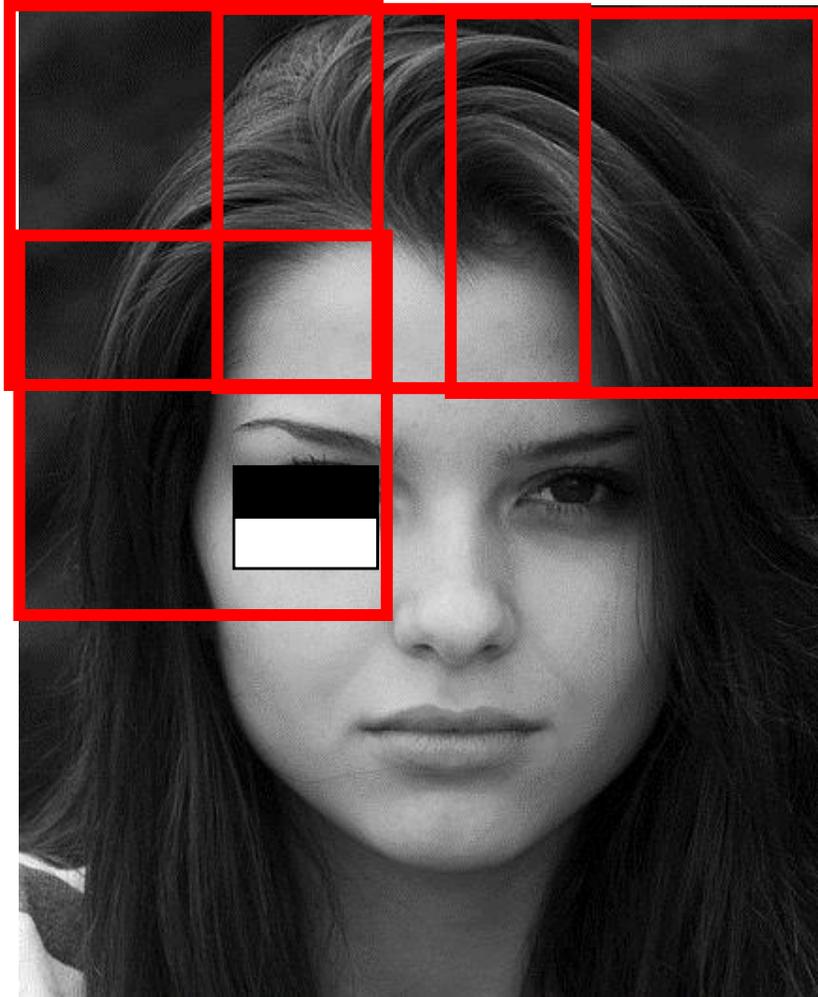
Four-Rectangle Features



Features haben keine fixe Größe und können je nach Bedarf angepasst werden

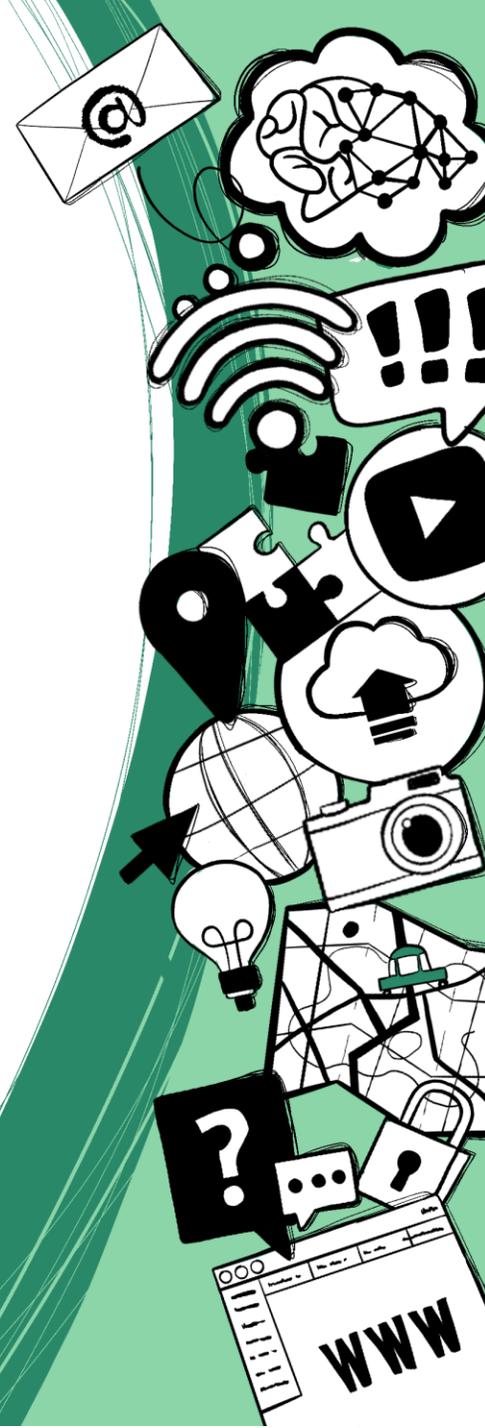


Haar-Like Features



➔ Bild in Graustufen
umgewandelt

➔ Suche nach bestimmten
Merkmalen (Features)



Wie funktioniert dieser Algorithmus nun?

➔ ... schauen wir uns einmal ein paar *praktische Beispiele* an



Link zum Video:

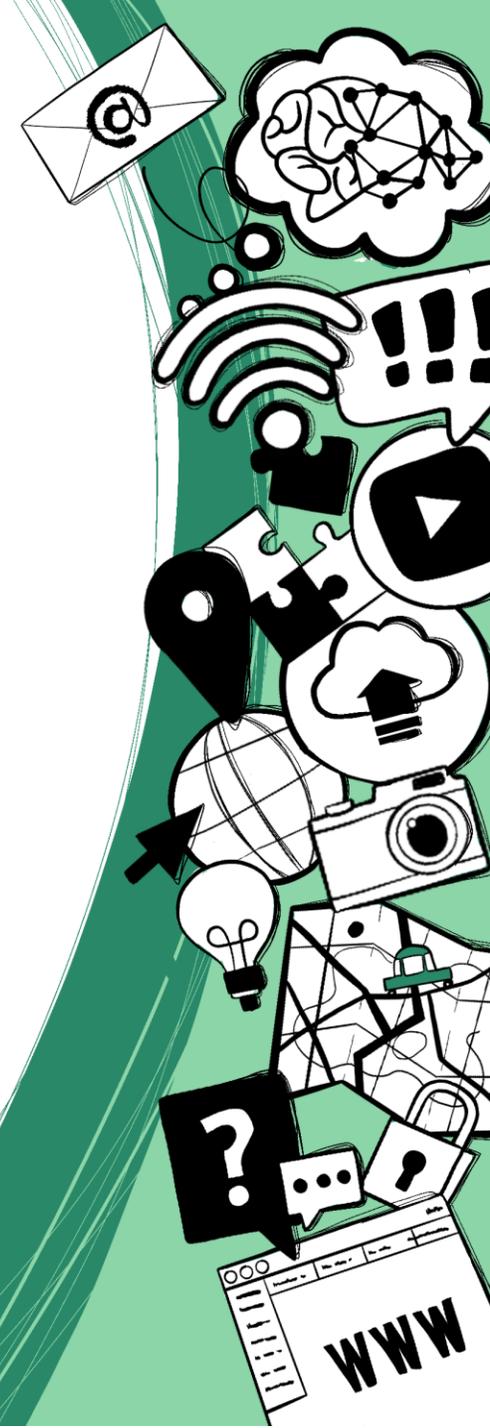
<https://www.youtube.com/watch?v=hPCTwxF0qf4>



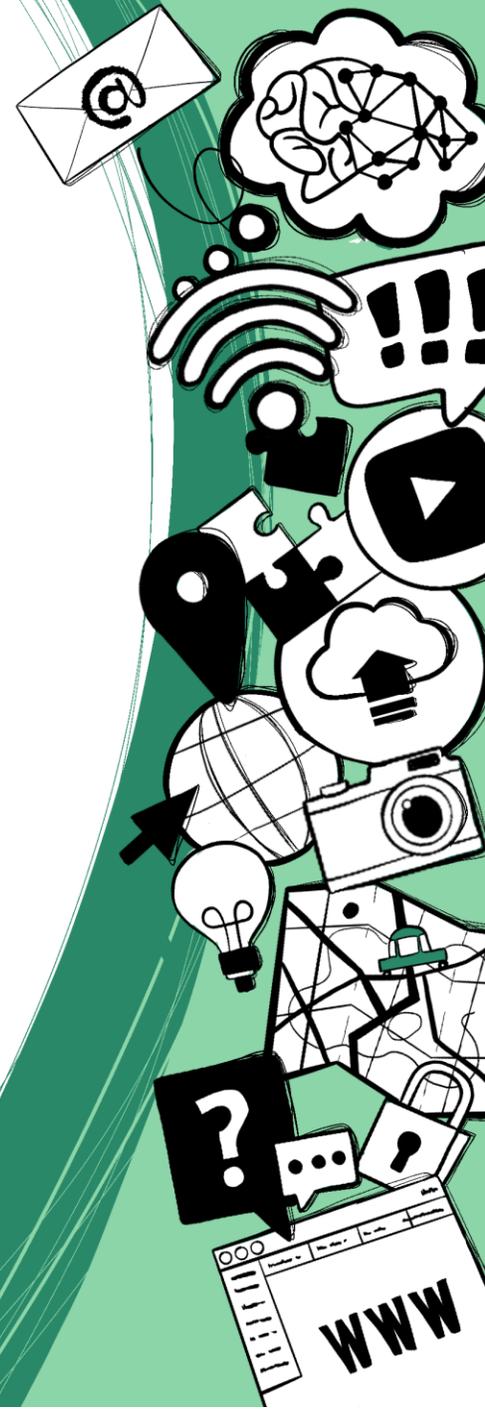
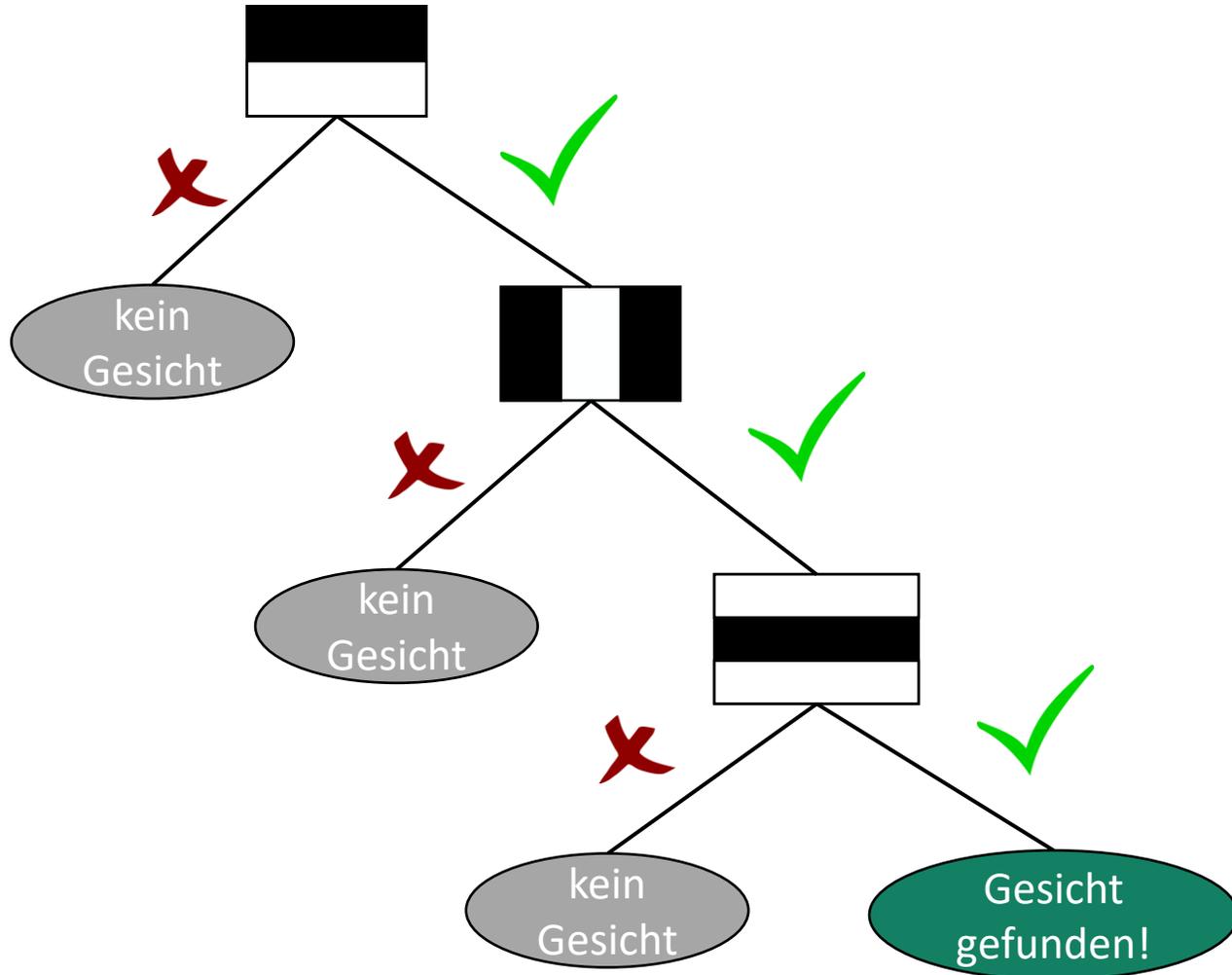
Arbeitsblatt Viola Jones



1. Lege das rote Rechteck zuerst mit der linken oberen Ecke auf den Ausschnitt **A1** des ausgedruckten Bildes
2. Untersuche welche Features im aktuellen Ausschnitt (rotes Rechteck) passen würden. Gehe dabei in folgender Reihenfolge vor:
 - a) prüfe zuerst 
 - b) dann 
 - c) abschließend 
 - d) wenn eines der Features nicht im Ausschnitt vorkommt, kannst du gleich mit Schritt 3 weitermachen
 - e) nur wenn alle drei Features in einem Ausschnitt vorkommen wurde ein Gesicht erkannt**
3. Lege das rote Rechteck nacheinander auf Ausschnitt **B1, C1, A2, B2, C2, A3, B3, C3, A4, B4, C4** und wiederhole für jeden Ausschnitt Schritt 2

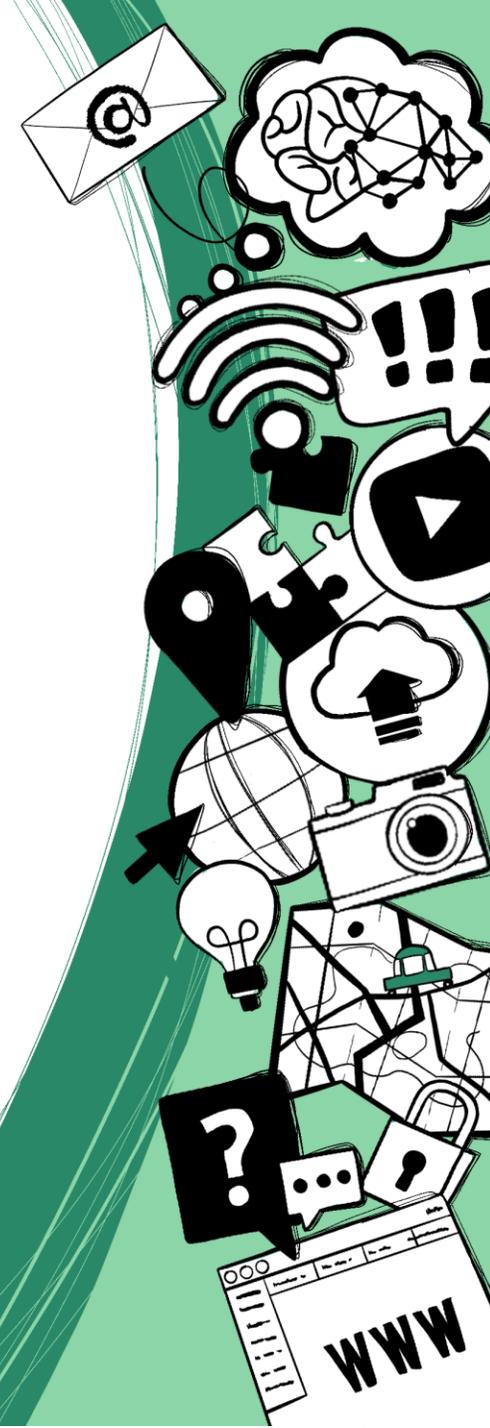


Arbeitsblatt Viola Jones



Übung Fortgeschrittene

- Probiere den Viola Jones Algorithmus in Python ([ViolaJones.py](#))
- Ändere folgende Parameter um möglichst alle Gesichter auf den Bildern zu erkennen:
 - `scaleFactor`
 - `minNeighbors`
 - `minSize`

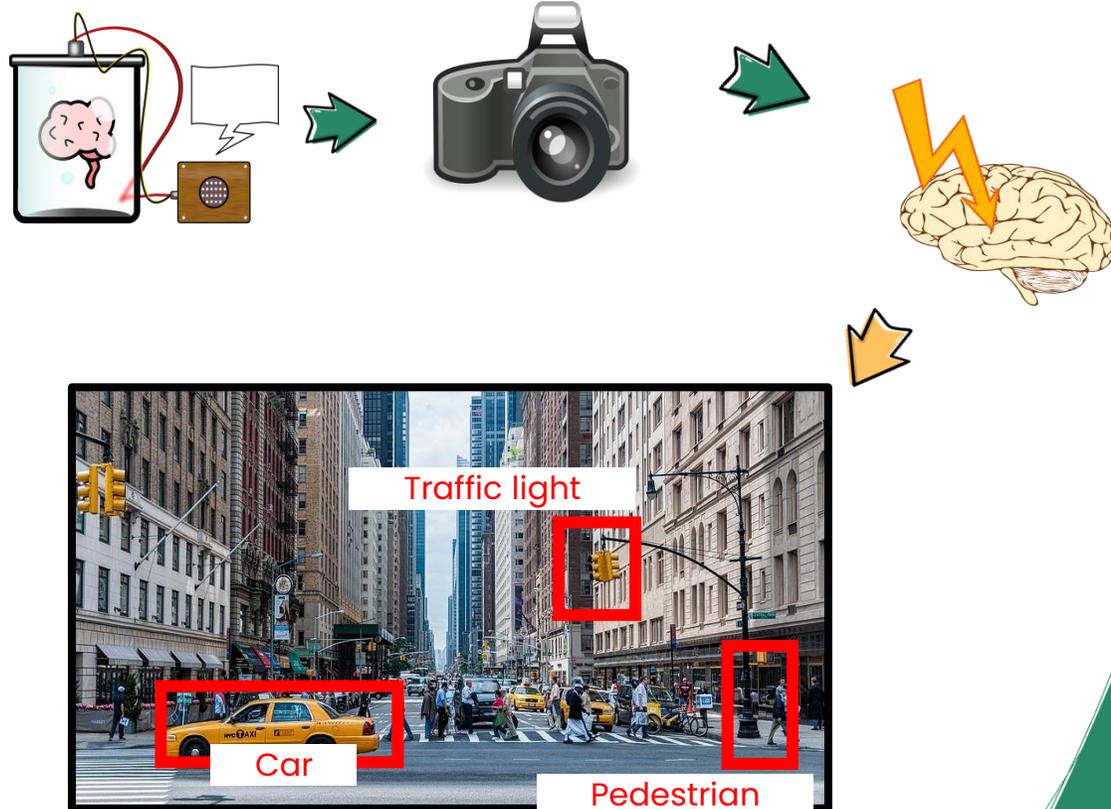


Machine Learning in CV

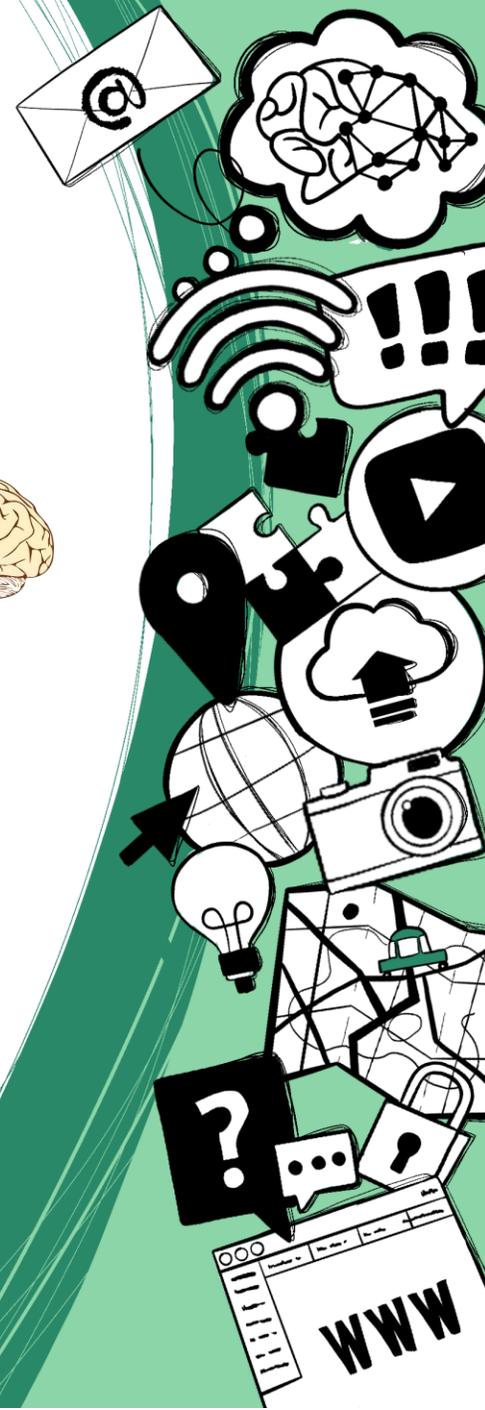


Kurze Zusammenfassung

1. Modell trainieren
2. Bild mit zu erkennenden Objekten eingeben
3. Bild verarbeiten und mit trainiertem Modell vergleichen
4. Ausgabe des Resultats



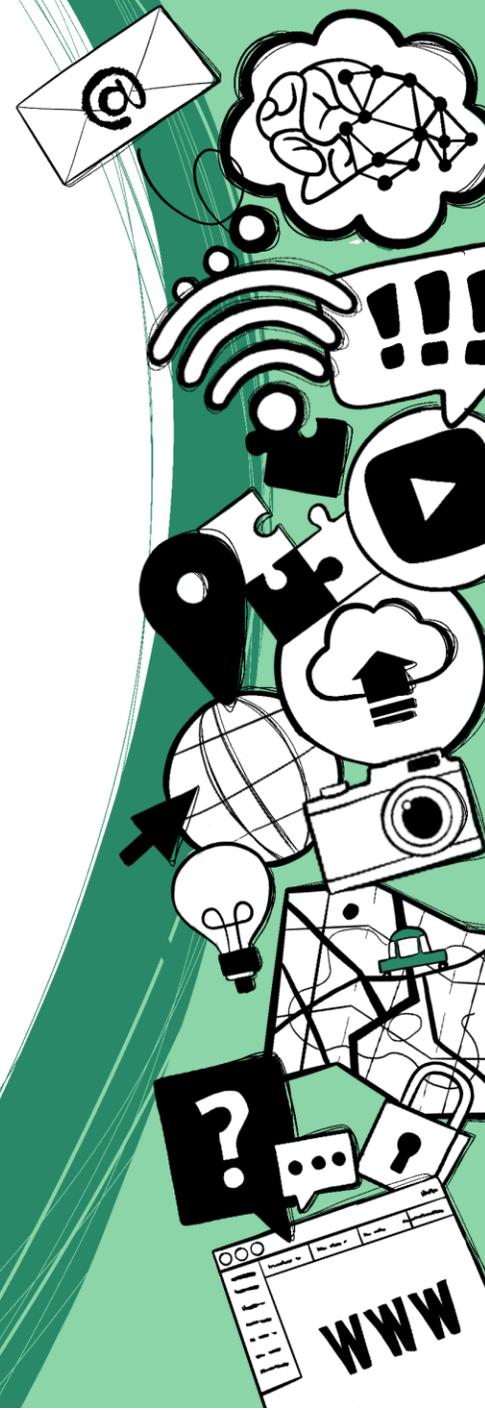
Supervised Learning



***Nun ist es an der Zeit, dass du
deinen eigenen Computer Vision
Algorithmus entwickelst!***

<https://machinelearningforkids.co.uk/?lang=de>

„Face Unlock für das Smartphone“



Diskussion

Möglichkeiten und Grenzen



Zeit für Diskussionen...

-  Fällt dir eine *spannende Einsatzmöglichkeit* für *Computer Vision* aus deinem Alltag ein?
-  Wie könntest du den Computer *verwirren* ?
-  ... und welche Gefahren könnten sich daraus ergeben?



Fooling the AI

Originalbild



klassifiziert als:
Ampel (99%)



nach Pixeländerungen



klassifiziert als:
Dosenöffner (85%)

