

THOMAS KAFFKA

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

einfach visuell  
programmieren

EIGENE KI-SPIELE & CO.  
MIT SCRATCH UND PYTHON



# **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>9</b>
Was dich in diesem Buch erwartet .....	9
Downloads zum Buch .....	12
<b>TEIL I: SCRATCH .....</b>	<b>13</b>
<b>1   MIT PICTOBLOX PROGRAMMIEREN .....</b>	<b>15</b>
1.1 PictoBlox starten oder installieren .....	15
1.2 Die Figuren .....	16
1.3 Programme erstellen .....	18
1.4 Die Bühne .....	19
1.5 Daten speichern .....	19
1.6 Nachrichten senden .....	20
<b>2   NEURONALE NETZE .....</b>	<b>23</b>
2.1 Das menschliche Gehirn als Vorbild .....	23
2.2 Künstliche Intelligenz .....	24
2.3 Lernende Programme .....	25
<b>3   WELCHES GEDICHT IST DAS? .....</b>	<b>27</b>
3.1 Die Idee .....	27
3.2 Programm vorbereiten .....	28
3.3 Trainieren und testen .....	31
3.4 Das Programm .....	32
<b>4   IST DAS EIN HUND ODER EINE KATZE? .....</b>	<b>35</b>
4.1 Die Idee .....	35
4.2 Programm vorbereiten .....	35
4.3 Trainieren und testen .....	36
4.4 Das Programm .....	40

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>5</b>	<b>OBJEKTE AUF BILDERN ERKENNEN .....</b>	<b>45</b>
5.1	Die Idee .....	45
5.2	Programm vorbereiten .....	45
5.3	Trainieren und testen .....	48
5.4	Das Programm .....	49
<b>6</b>	<b>DAS SPIEL »MONDLANDUNG« MIT DEINER HAND GESTEUERT .....</b>	<b>53</b>
6.1	Die Idee .....	53
6.2	Programm vorbereiten .....	53
6.3	Das Programm .....	56
<b>7</b>	<b>DAS SPIEL »JUMP« MIT GERÄUSCHEN GESTEUERT .....</b>	<b>61</b>
7.1	Die Idee .....	61
7.2	Programm vorbereiten .....	61
7.3	Trainieren und testen .....	64
7.4	Das Programm .....	65
<b>8</b>	<b>DAS SPIEL »LABYRINTH« MIT GESTEN GESTEUERT .....</b>	<b>71</b>
8.1	Die Idee .....	71
8.2	Programm vorbereiten .....	71
8.3	Trainieren und testen .....	73
8.4	Das Programm .....	75
<b>9</b>	<b>WELCHE BLUME IST DAS? .....</b>	<b>77</b>
9.1	Die Idee .....	77
9.2	Programm vorbereiten .....	78
9.3	Trainieren und testen .....	79
9.4	Das Programm .....	81
<b>10</b>	<b>AMPEL-STEUERUNG MIT ARDUINO .....</b>	<b>83</b>
10.1	Die Idee .....	83
10.2	Der Arduino Uno .....	83
10.3	Experiment mit blinkender LED .....	84
10.4	Die Ampelsteuerung .....	88
10.5	Trainieren und testen .....	90
10.6	Das Programm .....	92

**TEIL II: PYTHON ..... 95**

<b>11</b>	<b>MIT PYTHON IN PICTOBLOX PROGRAMMIEREN .....</b>	<b>97</b>
11.1	Erste Schritte .....	97
11.2	Programmschleifen .....	99
11.3	Programmbedingungen .....	103
11.4	Zeichenketten (Strings) .....	104
11.5	Zahlen .....	107
11.6	Listen .....	110
11.7	Funktionen .....	114
11.8	Programm: »Nimm-Spiel« .....	115
<b>12</b>	<b>GESICHTSERKENNUNG .....</b>	<b>119</b>
12.1	Die Idee .....	119
12.2	Das Programm .....	119
<b>13</b>	<b>SITZT DIE KAPPE RICHTIG? .....</b>	<b>125</b>
13.1	Die Idee .....	123
13.2	Programm vorbereiten .....	123
13.3	Trainieren und testen .....	125
13.4	Das Programm .....	127
<b>14</b>	<b>WIE VIEL GELD KANN ICH SPÄTER VERDIENEN? .....</b>	<b>131</b>
14.1	Die Idee .....	131
14.2	Programm vorbereiten .....	131
14.3	Trainieren und testen .....	133
14.4	Das Programm .....	135
<b>15</b>	<b>WELCHE AUTOMARKE SOLLTE ICH MIR KAUFEN? .....</b>	<b>137</b>
15.1	Die Idee .....	137
15.2	Programm vorbereiten .....	137
15.3	Trainieren und testen .....	139
15.4	Das Programm .....	140
<b>16</b>	<b>WELCHER ROBOTER IST DAS? .....</b>	<b>143</b>
16.1	Die Idee .....	143
16.2	Programm vorbereiten .....	145
16.3	Trainieren und testen .....	147
16.4	Das Programm .....	149

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>17</b>	<b>DAS SPIEL »SCHERE STEIN PAPIER« MIT DEINER HAND GESTEUERT ....</b>	<b>155</b>
17.1	Die Idee .....	155
17.2	Programm vorbereiten .....	155
17.3	Trainieren und testen .....	157
17.4	Das Programm .....	158
	<b>HINWEISE FÜR ELTERN UND LEHRER .....</b>	<b>161</b>
	Das Ziel dieses Buches .....	161
	Fertigkeiten und Voraussetzungen .....	162
	Benötigte Materialien .....	162
	Wie wird dieses Buch verwendet? .....	163
	<b>STICHWORTVERZEICHNIS .....</b>	<b>165</b>

# EINLEITUNG

Den Begriff *Künstliche Intelligenz* hast du bestimmt schon oft gehört, oder davon gelesen. Abgekürzt wird er auch durch die Buchstaben KI. KI ist momentan sehr aktuell. Im Internet findest du viele Anwendungen, die mit KI arbeiten. Aber was ist KI eigentlich genau?

Beginnen wir mit der Intelligenz. Intelligenz befähigt uns kurz gesagt zur Problemlösung. Wir können Informationen benutzen, um Aufgaben, die uns gestellt werden, zu bewältigen.

Aber was ist das »künstlich« bei der KI? Die Problemlösung wird eben nicht von einem Lebewesen, sondern von einer Maschine durchgeführt, nämlich von einem Computer. Computer können aber nur etwas tun, wenn sie programmiert werden. Und genau damit beschäftigen wir uns in meinem Buch. Wir erstellen Computerprogramme, die KI verwenden.

KI ist ein weites Feld von Technologien. Wir verwenden hier die sogenannten *Neuronalen Netze*. Mit einem neuronalen Netz ahmt ein Computer die Arbeitsweise des Gehirns nach. Er simuliert praktisch die Zusammenarbeit von verschiedenen Nervenzellen.

Wie du noch sehen wirst, muss ein neuronales Netz trainiert werden, um eine gestellte Aufgabe zu erledigen. Es muss lernen. Genauso wie du in der Schule neue Dinge lernst, bringst du dem neuronalen Netz etwas Neues bei. Und dabei ist es sehr wichtig, dass die Daten, die es lernen soll, qualitativ gut sind, damit es auch das Richtige lernt.

Die nötigen Programme entwickeln wir mit den Programmiersprachen Scratch und Python. Unsere neuronalen Netze trainieren wir mit der kostenlosen Coding-App PictoBlox.

Mit Scratch kannst du deine Programme mithilfe verschiedenfarbiger Blöcke mit der Maus zusammenklicken, es sind also keine Vorkenntnisse notwendig. Wenn du über dieses Buch hinaus noch mehr über Scratch lernen möchtest, kannst du dazu auch mein Buch »Spiele programmieren mit Scratch« verwenden.

## WAS DICH IN DIESEM BUCH ERWARTET

Jetzt bist du bestimmt neugierig, welche Themen wir im Buch im Einzelnen behandeln werden.

Nachdem du dich in den ersten Kapiteln mit den Grundlagen von Scratch und neuronalen Netzen vertraut gemacht hast, geht es direkt ans Programmieren mit Scratch:

### ■ Welches Gedicht ist das?

Das neuronale Netz lernt die Wörter zweier Gedichte. Es kann danach entscheiden, zu welchem Gedicht ein bestimmtes Wort gehört.

### ■ Ist das ein Hund oder eine Katze?

Als Nächstes beschäftigen wir uns mit Bildern von Hunden und Katzen. Das neuronale Netz soll lernen, Hunde- und Katzenbilder zu unterscheiden.

### ■ Objekte auf Bildern erkennen

Die Bilder des vierten Kapitels stellen immer nur einen Hund oder eine Katze dar. Nun soll das neuronale Netz verschiedene Objekte, die auf einem Bild dargestellt werden, unterscheiden können. Ich verwende als Beispiel Fotos von Kugelschreibern und Marker-Stiften. Das neuronale Netz soll auf einem Bild jeweils die Kugelschreiber oder Marker identifizieren.

### ■ Das Spiel »Mondlandung« mit deiner Hand gesteuert

In diesem Kapitel lassen wir eine Rakete auf dem Mond landen. Dabei kann sie die Bremsraketen verwenden, um langsamer zu fliegen und letztlich auch sicher zu landen. Die Bremsdüse kannst du mit einer Handgeste an- und abschalten. Die Geste wird mit der Kamera deines Computers aufgezeichnet und an das neuronale Netz weitergeleitet. Das Spiel wird wieder mit Scratch programmiert.

### ■ Das Spiel »Jump« mit Geräuschen gesteuert

Du kannst hier mit Geräuschen einen laufenden Avatar steuern, der über Hindernisse springen kann oder unter ihnen hindurchgleitet. Die Geräusche werden mit dem Mikrofon deines Computers aufgezeichnet und vom neuronalen Netz verwendet. Das Scratch-Programm fragt das neuronale Netz ab und steuert den Avatar.

### ■ Das Spiel »Labyrinth« mit Gesten gesteuert

Du leitest eine Maus durch ein Labyrinth. Dazu verwendest du Gesten deines Körpers, die ein neuronales Netz gelernt hat. Das Spiel wird wieder mit Scratch programmiert.

### ■ Welche Blume ist das?

Wir beschäftigen uns hier mit der Unterscheidung von Blüten der Iris. Das neuronale Netz soll anhand der Abmessungen der Blütenblätter entscheiden, um welche Iris-Unterart es sich jeweils handelt. Dies ist ein Beispiel dafür, dass ein neuronales Netz auch mit Zahlen arbeiten kann.

## ■ Ampelsteuerung mit dem Arduino

Dies ist ein besonders spannendes Projekt. Dazu benötigen wir noch das Microcontroller-Board Arduino Uno. Wir bauen mit ihm eine Ampel, die durch ein Scratch-Programm gesteuert wird. Dann lernt ein neuronales Netz Fotos von vollen und leeren Straßen. Die Ampel soll nämlich intelligent sein und immer dann auf Grün schalten, wenn die Straße voll ist, also Autos hinter der Ampel stehen. Wenn kein Auto auf der Straße steht, schaltet die Ampel auf Rot.

Im zweiten Teil des Buches kommt die Programmiersprache Python zum Einsatz. Sie ist nicht so visuell wie Scratch, aber PictoBlox hilft dir, indem es automatisch ein Grundgerüst für dein Programm erstellt. Die Projekte in diesem Teil des Buches sind:

## ■ Gesichtserkennung

Ein neuronales Netz wurde so trainiert, dass es die Mimik eines Gesichts erkennen kann. Das ist das erste Programm, das in Python erstellt wurde.

## ■ Sitzt die Kappe richtig?

Ein neuronales Netz lernt, wie es aussieht, wenn eine Baseball-Kappe richtig oder falsch getragen wird. Ein Python-Programm kann dich dann beraten.

## ■ Wie viel Geld kann ich später verdienen?

Hier geht es darum, ob ein Mensch, der mit bestimmten Merkmalen gekennzeichnet wird, über oder unter 50.000 \$ verdienen kann. Das Programm wurde auch mit Python erstellt.

## ■ Welche Automarke sollte ich mir kaufen?

Wenn du bestimmte Vorstellungen hast, was dein späteres Auto können soll, kann dich ein neuronales Netz beraten, welche Automarke du dir zulegen solltest. Dies ist auch ein Python-Programm.

## ■ Welcher Roboter ist das?

Du erhältst im Download Fotos von drei Robotern, die das neuronale Netz zu unterscheiden lernt. Dann kann ein Python-Programm Testfotos analysieren, welche Roboter abgebildet sind.

## ■ Das Spiel »Schere Stein Papier« mit deiner Hand gesteuert

Du kennst bestimmt das Spiel »Schere, Stein, Papier«. Ein neuronales Netz lernt die entsprechenden Handgesten und du kannst dann das Spiel gegen ein Python-Programm spielen.

Wenn du die Projekte durchgeführt hast, wirst du eine Vorstellung davon haben, was KI und insbesondere neuronale Netze leisten können. Du wirst feststellen, dass sie eine Entscheidung immer nur mit einer gewissen Sicherheit treffen kön-

## EINLEITUNG

nen. Manchmal treffen sie auch die falsche Entscheidung und sagen beispielsweise, auf einem Foto ist ein Hund, dabei legst du ihnen ein Katzenfoto vor.

KI ist ein spannendes Thema mit viel Potenzial. Es wird verschiedene Bereiche revolutionieren und Dinge möglich machen, die bisher nicht möglich waren. Mit den Projekten meines Buches bekommst du einen Einblick und einen Einstieg in diese Technologie. Ich wünsche dir viel Spaß und Erfolg beim Programmieren.

## DOWNLOADS ZUM BUCH

Wir verwenden in diesem Buch die Entwicklungsumgebung »PictoBlox«, um mit neuronalen Netzen in Scratch und Python zu arbeiten. Die neuronalen Netze, die ich in meinem Buch verwendet habe, werden immer mit den Daten und den Programmen gekoppelt gespeichert. Außerdem ist es bei der hier verwendeten Technologie so, dass die Ergebnisse sehr von der Kamera und dem Mikrofon des Computers und beispielsweise den verwendeten Fotos, die du auch selbst machen kannst, abhängen, daher ergibt es keinen Sinn, diese Programme zum Download anzubieten.

Ich stelle dir stattdessen im Download Daten in Form von Fotos oder Texten bzw. Tabellen zur Verfügung, damit du die Grundlagen für das Training der neuronalen Netze hast. Die Scratch- und Python-Programme werden jeweils abgedruckt und du kannst sie dann in den Editor übernehmen. Wenn du Programme selbst eingibst, ist das eine sehr gute Übung und du wirst vieles viel besser verstehen.

Die Downloads zum Buch findest du unter [www.mitp.de/1087](http://www.mitp.de/1087).

# 1 MIT SCRATCH IN PICTOBLOX PROGRAMMIEREN

Zunächst schauen wir uns an, was du mit Scratch in PictoBlox so alles machen kannst. Scratch ist eine Programmiersprache für Anfänger, die grafisch aufgebaut ist. Um mit Scratch programmieren zu können, benötigst du einen sogenannten *Editor* oder auch *Integrierte Entwicklungsumgebung* (IDE, Integrated Development Environment) genannt.

## 1.1 PICTOBLOX STARTEN ODER INSTALLIEREN

Du kannst PictoBlox im Internetbrowser aufrufen oder einen Editor auf deinem Computer installieren. Im Internet rufst du die Adresse <https://pictoblox.ai> auf. Wenn du dann auf die Kachel BLOCK-CODIERUNG klickst, startet der Editor.

Du kannst PictoBlox auch auf deinem Computer installieren. Gib dazu bei Google oder in einer anderen Suchmaschine »PictoBlox Download« ein und gehe auf die Seite von STEMpedia, lade das für dein Betriebssystem richtige Programm herunter und installiere es per Doppelklick.

Nach dem Start von PictoBlox siehst du das Fenster in Abbildung 1.1.

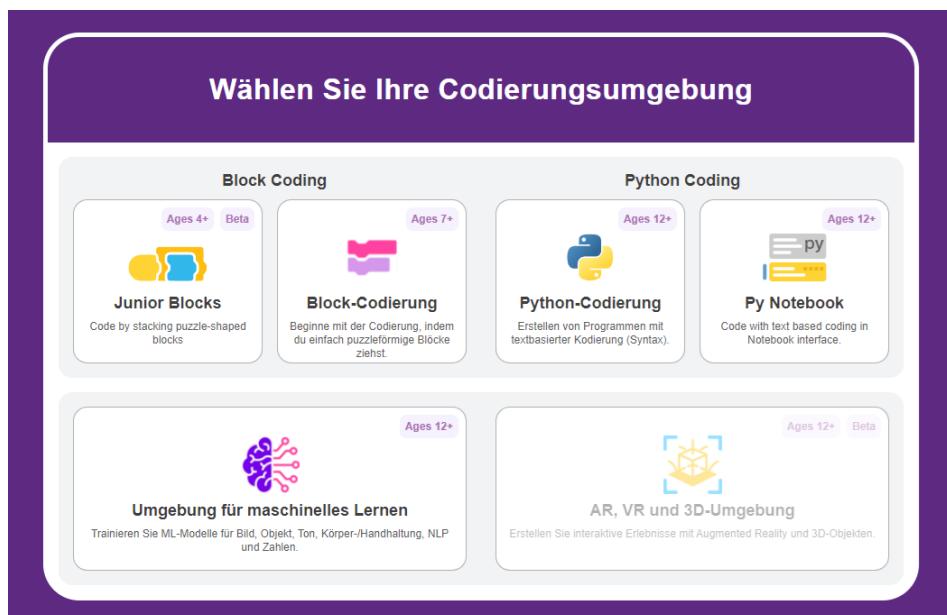


Abbildung 1.1: PictoBlox nach dem Aufruf

## 1 MIT SCRATCH IN PICTOBLOX PROGRAMMIEREN

Klicke jetzt auf BLOCK-CODIERUNG und du landest im Editor, wie in der nächsten Abbildung zu sehen ist.

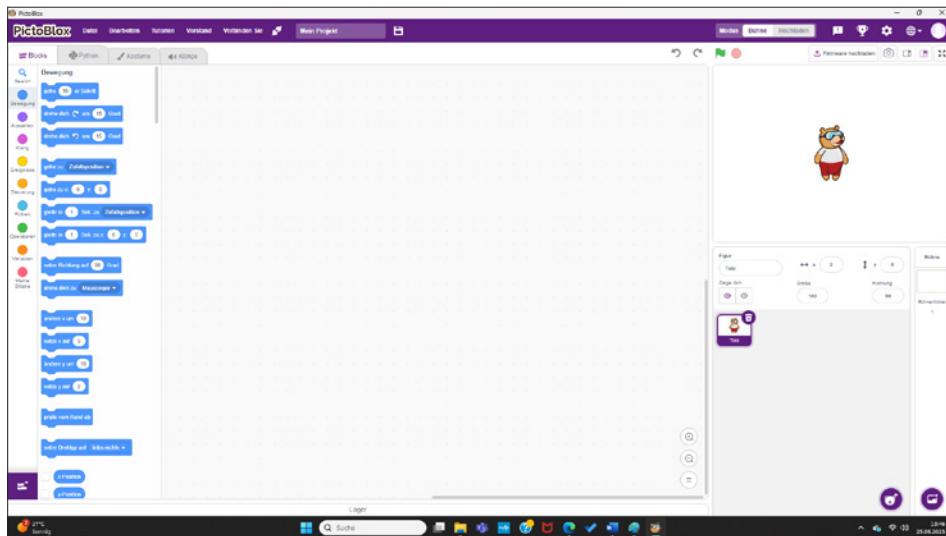


Abbildung 1.2: Der PictoBlox-Editor

In der linken Spalte werden sämtliche Scratch-Befehle aufgeführt. In der Mitte steht später dein Programm. Auf der rechten Seite befindet sich oben das Anzeigefenster, in dem in der Mitte ein Bärchen steht. In diesem Fenster werden die Programmergebnisse ausgegeben. Du kannst es vergrößern, indem du auf dem Button darüber klickst.

Darunter befinden sich zwei weitere Fenster *Figur* und *Bühne*.

## 1.2 DIE FIGUREN

Im Figurenfenster werden die von dir in einem Programm verwendeten Figuren angezeigt. Du kannst eine Figur löschen, indem du auf den Löschbutton oben rechts auf einer Figur klickst. Wenn du das Icon einer Figur anklickst, werden in dem mittleren Fenster die zu der Figur gehörenden Programme angezeigt.

Als Erstes wird immer ein kleiner Bär namens Tobi angezeigt. Du kannst natürlich auch eine andere Figur verwenden. Klicke dazu auf den Button unten rechts im Fenster. Wenn du dann auf **FIGUR WÄHLEN** klickst, wird ein Fenster mit vielen Figuren angezeigt, die du auswählen kannst.

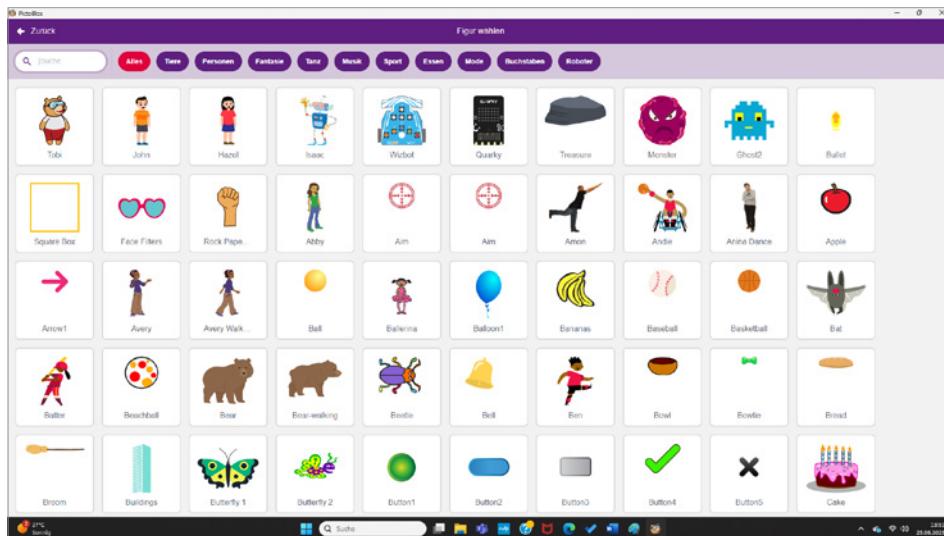


Abbildung 1.3: Figuren zum Wählen

### Rette die Programme deiner Figuren

Wenn du deine Figur wechselst und für sie bereits Programme erstellt hast, kannst du diese Programme retten. Klicke ein Programm an und halte es fest. Fahre dann mit ihm über das Icon der Figur, die es erhalten soll, und lass los. Das Programm wurde in den Programmabreich der neuen Figur kopiert. Erst danach solltest du die alte Figur löschen, da deren Programme mit gelöscht werden.

Es ist auch möglich, eigene Figuren zu verwenden. Male am besten mit einem Grafikprogramm ein Bild im Format *png*. Danach kannst du es nach PictoBlox laden, indem du auf **FIGUR HOCHladen** klickst (Abbildung 1.4).

Wenn du ein Programm für eine Figur erstellen möchtest, klicke diese im Figurenfenster an und klicke oben links auf die Lasche **BLOCKS**. Dann kannst du die Programmbefehle aus der linken Spalte per Drag and Drop in das Programmfenster ziehen. Sie werden praktischerweise »zusammengeklickt«. Wenn du einen Befehl löschen möchtest, nimm ihn mit der Maus und bewege ihn nach links über die Liste der Befehle. Lass ihn dort los und er ist gelöscht.



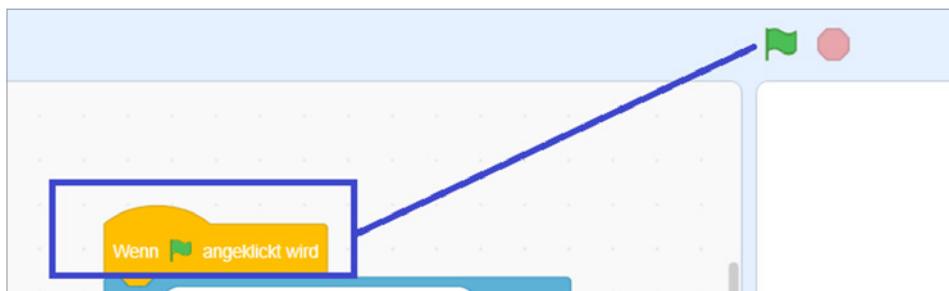
Abbildung 1.4: Hochladen einer eigenen Figur

## 1.3 PROGRAMME ERSTELLEN

In Scratch werden Programme aus Blöcken zusammengesetzt. Zumeist wird mit dem Befehl mit der Fahne begonnen.



Ein Programm startet, wenn du auf den Button mit der Fahne über dem Anzeigefenster klickst. Mit dem Button daneben wird ein Programm beendet.



Die Programmbefehle in der linken Spalte sind farblich sortiert. Du kannst auch auf die farbigen Kreise klicken, um direkt zu den richtigen Befehlen zu gelangen.

Zu einem Programm gehört zunächst mindestens eine Figur. Oben links über den Befehlen ist ein Reiter **BLOCKS**, der das Befehlsfenster anzeigt, wenn du auf ihn klickst. Daneben ist der Reiter **KOSTÜME**, der die Figur anzeigt, die du gerade betrachtest. In diesem Fenster kannst du die Figur verändern.

Dann gibt es noch einen Reiter KLÄNGE, der die Klänge anzeigt, die zu einer Figur gehören. Bei unserem Bärchen wird natürlich ein »Grunzen« angezeigt. Klicke auf den Button zum Abspielen des Klangs und probiere ihn aus. Du kannst dort auch neue Klänge laden.

Der Reiter PYTHON bezieht sich auf die gleichnamige Programmiersprache. Mehr dazu erfährst du in Kapitel 11.

## 1.4 DIE BÜHNE

Ich habe dir noch ein Fenster unterschlagen, nämlich das, auf dem BÜHNE steht, ganz rechts unten. Mit ihm legst du den Hintergrund des Anzeigefensters fest. Damit kannst du das Bärchen beispielsweise auf eine richtige Bühne versetzen.

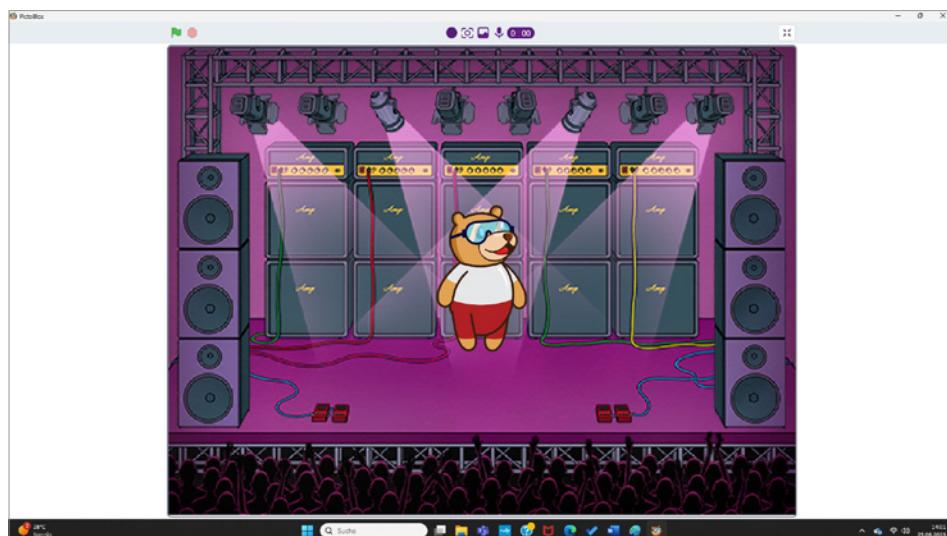


Abbildung 1.5: Das Bärchen auf der Bühne

Die Bühne kann übrigens auch Programme haben.

## 1.5 DATEN SPEICHERN

In deinen Programmen muss sich der Computer schon mal Daten merken. Dazu verwendest du »Variablen«. In einer Variablen kann zum Beispiel eine Zahl gespeichert werden. Die Variable erhält einen Namen, und wenn du später die Zahl verwenden möchtest, kannst du die Variable mit ihrem Namen nennen.

Variablen werden links unter den Befehlen angelegt, mit dem Button:

**Neue Variable**

## 1 MIT SCRATCH IN PICTOBLOX PROGRAMMIEREN

Nach dem Anlegen erscheinen sie unter diesem Button in einer Liste. Du kannst vor einer Variablen ein Häkchen machen, dann wird diese Variable mit ihrem Wert im Anzeigefenster angezeigt. Das ist gut, wenn du den Wert einer Variablen kontrollieren möchtest. Wenn du den Button NEUE VARIABLE betätigst, erscheint ein Fenster, in dem du eine Variable anlegen kannst.

kap01\_NeueVariableFenster\_2.png

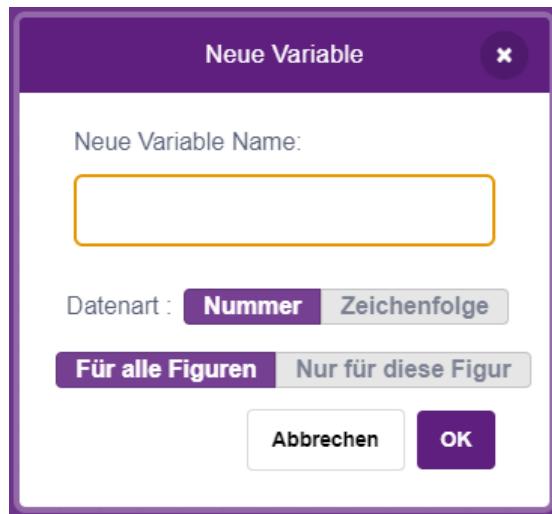


Abbildung 1.6: Fenster zum Anlegen einer Variablen

Wähle FÜR ALLE FIGUREN, wenn sich deine Variable auf alle Figuren bezieht. Wähle NUR FÜR DIESE FIGUR, wenn die Variable nur zur aktuellen Figur gehören soll.

### Variable kontrollieren

Du kannst später übrigens kontrollieren, ob sich eine Variable nur auf eine Figur bezieht, indem du das Häkchen vor der Variablen setzt. Im Anzeigefenster wird dann der Name der Figur vor dem Variablenamen angezeigt. Das kann manchmal wichtig sein.

## 1.6 NACHRICHTEN SENDEN

Du kannst innerhalb deiner Programme Nachrichten von einer Figur zu einer anderen oder von der Bühne zu einer Figur senden. Dazu gibt es unter anderem zwei Befehle.

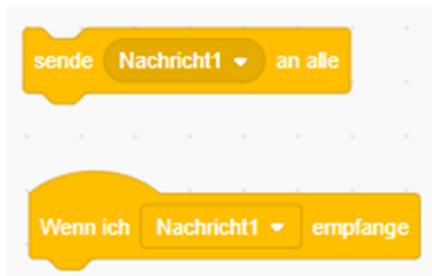


Abbildung 1.7: Befehle für Nachrichten

Möchtest du eine Nachricht versenden, verwendest du den Befehl »sende«. Wenn du auf eine Nachricht, die gesendet wurde, reagieren möchtest, verwendest du den Befehl »Wenn ich ... empfange«. Du kannst die Ausklappbox öffnen, um neue Nachrichten zu definieren.

So, jetzt ist es aber genug mit den Vorbereitungen. Du möchtest sicherlich dein erstes Programm entwickeln. Was du sonst noch über Scratch in PictoBlox wissen musst, erkläre ich dir in den weiteren Kapiteln.

# STICHWORTVERZEICHNIS

## A

Abbruchbedingung 100  
abs() 108  
Advanced 37  
Ampelsteuerung 83, 88  
And 101  
Anzeigefenster 16  
Arduino 83  
Array 110  
Audiotklassifizierung 64  
Auto 137  
Axon 24

## B

Batch Size 37, 48  
Bedingung 103  
Befehl  
    löschen 17  
Bibliothek 108  
Bild  
    klassifizieren 35  
Binär 107  
Blüte erkennen 77  
break 107  
Bühne 19  
    Bilder laden 40

## C

Chatbot 161  
ChatGPT 25, 39

## D

Daten 135  
    aufbereiten 79  
Datenstruktur 110  
Deep Learning 48

def 114

Dendrit 24  
Dezimalzahlen 107  
Dictionary 110, 113  
Differenzmenge 113  
Drag and Drop 17

## E

Editor 15, 97  
Element 24  
elif 103  
else 103  
Endlosschleife 42, 102, 103, 106  
Epochs 37  
Eratosthenes 111  
Exponentialfunktion 108

## F

FaceDetection 120  
Fakultät 108  
Falsch 101  
False 101  
Fehler 38, 49, 105  
Fehlerkurve 49, 147  
Fibonacci-Zahlen 101  
Figur  
    eigene verwenden 17  
    erstellen 17  
    löschen 16  
    Programm retten 17  
    wählen 16  
Figurenfenster 16  
for-Schleife 99  
for-Statement 99  
Funktion 109, 114  
    definieren 114

## STICHWORTVERZEICHNIS

### G

Gedicht 27  
Gehirn 23, 24  
Generalisieren 51  
Geräusch 61  
    aufnehmen 62  
Gesichtserkennung 119  
Gesten 71  
    lernen 71  
Gewicht 25  
    finales 133  
Gleich-Bedingung 101  
Gleitkommadarstellung 107  
GND 84  
Granularität 37

### H

Handgeste 53, 155  
Hexadezimal 107  
Hidden-Schicht 48  
Hintergrundgeräusch 62

### I

if-Statement 103  
Index 105, 110  
Integrierte Entwicklungsumgebung 15  
Intelligenz 9, 161  
    künstliche 9, 23  
Internet 15  
Iris 77  
Iteration 48  
Iterativ 108  
Iterative Lösung 109

### K

Kamera 123  
Kategorisieren 23  
KI 9, 30, 39, 83, 161  
    Gesichtserkennung 119  
Klänge 19

Klasse 23, 45  
    anlegen 36  
    erzeugen 123  
    Name 46  
Klassifizierer 29  
Klassifizierung 30, 78  
Kommazahlen 98  
Kommentarzeile 116  
Kostüme 18  
Künstliche Intelligenz 9, 23, 161

### L

Label List 46  
Labyrinth 71  
Layer 48  
Learning Rate 37  
LED 84  
Lernen 23  
list 105  
Liste 105, 110  
Logische Operatoren 101  
Lösung  
    iterative 109  
    rekursive 109

### M

Machine Learning 28  
Masse 84  
math 108, 114  
max() 108  
Menge 105, 113  
Microcontroller 84  
min() 108  
Morsecode 86

### N

Nachricht 20  
    empfangen 42  
Nervenzelle 23  
Netz 24

- Neuronales Netz 9, 23, 161  
 Aufbau 25  
 exportieren nach Python 127  
 Fehler 26  
 Hidden-Schicht 24  
 Input-Schicht 24  
 Output-Schicht 24  
 Schicht 24  
 Sicherheit 26  
 trainieren 25, 31
- Nimm-Spiel 115  
 Not 101
- O**  
 Objekterkennung 45  
 Objektklassifizierung 143  
 Oktal 107  
 Operatoren  
   logische 101  
 Or 101  
 Output  
   festlegen 133
- P**  
 Palindrom 106  
 PictoBlox 12, 15  
   installieren 15  
 Pixabay 35  
 Platine 84  
 Primzahlen 111  
 Print-Statement 98  
 Problemlösung 9  
 Programm  
   beenden 18  
   starten 18  
 Programmschleife 99  
 Python 19, 97, 162  
   als Rechner 98  
 Python-Referenz 98
- Q**  
 Qualität  
   Daten 80
- R**  
 range 100  
 Rekursiv 109  
 Rekursive Lösung 109  
 return 109, 114  
 Roboter 143  
 round() 108
- S**  
 Schaltung 84  
 Schere Stein Papier 155  
 Schleife  
   abbrechen 107  
 Schlüssel 113  
 Schnittmenge 113  
 Schrittweite 37  
 Scratch 9, 15, 162  
 Scratch-Befehle 16  
 set 105  
 Set 110, 113  
 Setosa 78  
 Sicherheit 40  
 Signal 24  
 Spiel 53, 61, 71, 155  
 Sprite 120, 159  
 Statistik 131  
 String 98, 104  
 Synapse 24
- T**  
 Terminal 97  
 Test 32  
 Testen 38  
 Text  
   umwandeln in Zahlen 133  
 Tobi 16

## **STICHWORTVERZEICHNIS**

- Training 31, 36, 37, 54, 64, 73, 79, 125, 133, 139, 147, 157  
Advanced 37  
Epoche 37  
gute Werte 38  
Zufall 38  
Trainingsdaten 23  
Trainingsdurchgänge 37  
True 101  
Tupel 110, 112
- U**  
Überanpassung 51  
Unsicherheit 161
- V**  
Variable 19, 98  
anlegen 19, 40, 56  
für alle Figuren 20  
globale 115  
kontrollieren 20  
nur für diese Figur 20  
Vereinigungsmenge 113
- Verlässlichkeit 43  
Versicolor 78  
Versuch und Irrtum 161  
Vertrauen 40  
Virginica 78
- W**  
Wahr 101  
Wahrheitswert 101  
Webcam 54, 59  
while-Schleife 100  
while-Statement 100  
Wurzelfunktion 108
- X**  
XOR 113
- Z**  
Zahlen 107  
Typ 107  
Zeichenkette 98, 104  
Zufallszahl 117  
Zuverlässigkeit 23