

# Auf einen Blick

<b>Einleitung</b> .....	<b>17</b>
<b>Teil I: Einführung ins Maschinelle Lernen</b> .....	<b>23</b>
<b>Kapitel 1:</b> Die Welt der KI .....	25
<b>Kapitel 2:</b> Ein kleiner Mathe-Exkurs .....	29
<b>Kapitel 3:</b> Python-Grundlagen .....	55
<b>Kapitel 4:</b> Das Wichtigste: die Daten .....	69
<b>Teil II: Grundlegende Optimierungs- und Lernalgorithmen</b> .....	<b>83</b>
<b>Kapitel 5:</b> Einfach besser werden .....	85
<b>Kapitel 6:</b> Natürlich – künstliche Evolution .....	97
<b>Kapitel 7:</b> Clustering .....	115
<b>Kapitel 8:</b> Klassifikation .....	123
<b>Kapitel 9:</b> Regression .....	145
<b>Teil III: Neuronale Netze</b> .....	<b>153</b>
<b>Kapitel 10:</b> Und was ist mit neuronalen Netzen? .....	155
<b>Kapitel 11:</b> Tiefe Netze .....	193
<b>Kapitel 12:</b> Generative Netze .....	219
<b>Kapitel 13:</b> Rückgekoppelte Netze .....	237
<b>Kapitel 14:</b> Neuronale Netze erklärbar .....	259
<b>Teil IV: Verstärkendes Lernen</b> .....	<b>271</b>
<b>Kapitel 15:</b> Reinforcement Learning .....	273
<b>Kapitel 16:</b> Reinforcement Learning kombiniert .....	289
<b>Kapitel 17:</b> Ein kleiner Blick in die Zukunft .....	305
<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>313</b>
<b>Kapitel 18:</b> Zehn Tipps, damit es funktioniert .....	315
<b>Kapitel 19:</b> Zehn Kategorien für die Anwendung .....	319
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>327</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>329</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>337</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>17</b>
Über dieses Buch .....	17
Wie Sie dieses Buch verwenden .....	18
Törichte Annahmen über die Leser .....	18
Wie dieses Buch aufgebaut ist .....	18
Teil I: Einführung ins maschinelle Lernen .....	19
Teil II: Optimierung .....	19
Teil III: Neuronale Netze .....	19
Teil IV: Verstärkendes Lernen .....	19
Teil V: Der Top-Ten-Teil .....	20
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	20
Über das Buch hinaus .....	20
Wie geht es weiter? .....	21
<b>TEIL I</b>	
<b>EINFÜHRUNG INS MASCHINELLE LERNEN</b> .....	<b>23</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Die Welt der KI</b> .....	<b>25</b>
Was ist eigentlich maschinelles Lernen .....	25
Lernen im Kontext des maschinellen Lernens .....	27
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Ein kleiner Mathe-Exkurs</b> .....	<b>29</b>
Vektoren und Matrizen .....	29
Eigenwerte und Eigenvektoren .....	32
Singulärwertzerlegung .....	35
Analysis .....	38
Ableitung .....	38
Jacobimatrix .....	42
Taylorreihe .....	43
Statistische Größen .....	45
Mittelwert und Erwartungswert .....	46
Varianz und Standardabweichung .....	46
Kovarianz und Korrelation .....	46
Das Bayes'sche Theorem .....	48
Über Fixpunkte, Oszillatoren und Chaos .....	49
<b>Kapitel 3</b>	
<b>Python-Grundlagen</b> .....	<b>55</b>
Was wir noch brauchen .....	55
Grundlagen .....	56
If-Bedingungen .....	57

12 Inhaltsverzeichnis

- Schleifen..... 57
- Unterprogramme..... 58
- Listen und Tupel..... 58
- NumPy für Vektoren und Matrizen..... 59
- Matplotlib für Graphen..... 63
- PyGame zur Visualisierung..... 64
- Tensorflow Keras für neuronale Netze..... 65
- Scikit-learn für maschinelles Lernen..... 67

**Kapitel 4**

- Das Wichtigste: die Daten..... 69**
  - Daten sammeln und aufbereiten..... 69
  - Daten normalisieren..... 70
  - One-Hot-Encoding..... 72
  - Zusätzliche Daten erzeugen..... 72
  - Auswertung und Visualisierung..... 74
  - Konfusionsmatrix..... 74
  - Metriken..... 77
  - Auswahl von Merkmalen..... 79
  - Heatmap..... 80

**TEIL II**

**GRUNDLEGENDE OPTIMIERUNGS- UND LERNALGORITHMEN 83**

**Kapitel 5**

- Einfach besser werden..... 85**
  - Immer bergauf – Hill Climbing..... 85
  - Abkühlung schadet nicht – Simulated Annealing..... 89
  - Fluch der Dimensionen..... 93
  - Fluch Teil 1: Ist das überhaupt ein Optimum?..... 93
  - Fluch Teil 2: Ist der Raum ausreichend aufgelöst?..... 94
  - Fluch Teil 3: Was ist mit den Abständen?..... 95

**Kapitel 6**

- Natürlich – künstliche Evolution..... 97**
  - Aus der Biologie lernen..... 97
  - Fortpflanzung..... 97
  - Vom Genotyp zum Phänotyp..... 99
  - Genetische Algorithmen..... 99
  - Mutation..... 100
  - Rekombination und Crossing-over..... 101
  - Evaluation..... 103
  - Die Selektion..... 103
  - Selektionsstrategien..... 105
  - Evolutionäre Strategien..... 108
  - Der (1+1)-ES-Algorithmus..... 109
  - CMA-ES..... 112

<b>Kapitel 7</b>	
<b>Clustering</b> .....	<b>115</b>
k-Means-Algorithmus .....	115
Hierarchisches Clustering.....	117
DBSCAN .....	119
<b>Kapitel 8</b>	
<b>Klassifikation</b> .....	<b>123</b>
k-Nearest Neighbor .....	123
Support Vector Machines .....	128
Der Kernel-Trick.....	132
Entscheidungsbäume .....	134
Random Forest .....	140
Multinomial-Naive-Bayes-Klassifikator.....	141
<b>Kapitel 9</b>	
<b>Regression</b> .....	<b>145</b>
Lineare Regression .....	145
Lasso-Regression .....	147
Ridge-Regression.....	148
Polynomiale Regression.....	149
<b>TEIL III</b>	
<b>NEURONALE NETZE</b> .....	<b>153</b>
<b>Kapitel 10</b>	
<b>Und was ist mit neuronalen Netzen?</b> .....	<b>155</b>
Ein kleiner Exkurs: Das biologische Vorbild.....	155
Das biologische Neuron .....	156
Aufbau .....	156
Lernen in biologischen Neuronen.....	157
Künstliche Neuronen und was sie können.....	158
Die Transferfunktion .....	161
Aus Fehlern lernen.....	164
Der Fehler fließt durchs Netz.....	168
Backpropagation .....	168
Warum ist die Handbremse angezogen?.....	171
Die Kreuzentropie als Verlustfunktion .....	179
Training und Test.....	180
Und was ist mit Überanpassung?.....	184
Visualisierung .....	188
Hinton-Diagramm.....	188
t-SNE (Dimensionsreduktion).....	190

**Kapitel 11**

**Tiefe Netze** ..... **193**

- Von Restricted Boltzman Machines zu Deep Belief Networks ..... 193
  - Restricted Boltzmann Machines ..... 193
  - Deep Belief Networks ..... 195
- Autoencoder ..... 196
- Faltungsnetzwerke (CNN) ..... 198
- Layer-Normalisierung ..... 205
- Transferlernen ..... 206
- Natürliche Sprachverarbeitung ..... 206
  - Bag-of-Words ..... 207
  - TF-IDF ..... 207
  - Wie man Wörter zu Vektoren macht ..... 208
- Transformer ..... 210
  - Der Encoder ..... 211
  - Der Decoder ..... 212

**Kapitel 12**

**Generative Netze** ..... **219**

- Generative Adversarial Networks ..... 219
  - Generator ..... 219
  - Diskriminator ..... 220
- Variational Autoencoder ..... 225
- Diffusionsmodelle ..... 230
  - Funktionsweise ..... 231
  - Denoising mit U-Net ..... 231

**Kapitel 13**

**Rückgekoppelte Netze** ..... **237**

- Hopfield ..... 237
- Echo-State-Netze ..... 242
- Rückgekoppelte Netze und Eigenwerte ..... 246
- LSTM ..... 247
- GRU ..... 252
- Dualität: Ausgabe- und Gewichtsraum ..... 252
  - Verfahren zur Transformation ..... 253
  - Die Methode der kleinsten Fehlerquadrate ..... 255

**Kapitel 14**

**Neuronale Netze erklärbar** ..... **259**

- Den Durchblick behalten ..... 259
- Den Durchblick bekommen ..... 260
  - LIME ..... 261
  - Shapley-Werte ..... 266

**TEIL IV  
VERSTÄRKENDES LERNEN ..... 271**

**Kapitel 15  
Reinforcement Learning ..... 273**

- Q-Learning ..... 273
  - Ziel des Agenten ..... 273
  - Implementierung ..... 276
  - Herausforderungen ..... 280
- SARSA ..... 280
- Deterministisches Q-Learning ..... 281
- Experience Replay ..... 282
- Lernen mit Modell ..... 287

**Kapitel 16  
Reinforcement Learning kombiniert ..... 289**

- Neurales Q-Learning – eine Implementierung ..... 290
- Deep Reinforcement Learning ..... 293
- AlphaGo Zero ..... 294
  - Monte-Carlo-Methoden ..... 295
  - Monte Carlo Search ..... 295
  - Monte Carlo Tree Search ..... 302
  - AlphaGo Zero – das Zusammenspiel ..... 303

**Kapitel 17  
Ein kleiner Blick in die Zukunft ..... 305**

- Intrinsische Motivation ..... 305
- Abstraktion ..... 306
- Träumen ..... 307
- Bewusstsein ..... 307
- AGI – Chancen und Risiken ..... 310

**TEIL V  
DER TOP-TEN-TEIL ..... 313**

**Kapitel 18  
Zehn Tipps, damit es funktioniert ..... 315**

- Den lernenden Teil vom Problem trennen ..... 315
- Zeitliche Reihenfolge beachten ..... 315
- Zahl der nötigen Durchläufe abschätzen ..... 316
- Initialisierung beachten ..... 316
- Parameter optimieren ..... 316
- Daten visualisieren ..... 316
- Leichten Spezialfall durchspielen ..... 318
- Problem vereinfachen ..... 318
- Vielfach erprobte Bibliotheken nutzen ..... 318
- Nicht aufgeben ..... 318

**Kapitel 19**

**Zehn Kategorien für die Anwendung..... 319**

- Parameter optimieren ..... 319
- Daten klassifizieren ..... 320
- Daten gruppieren..... 320
- Daten ergänzen ..... 321
- Daten rekonstruieren..... 322
- Daten vorhersagen..... 322
- Anomalien erkennen ..... 323
- Empfehlungen aussprechen ..... 323
- Daten in weniger Dimensionen darstellen ..... 324
- Entscheidungen fällen ..... 325

**Literaturverzeichnis..... 327**

**Abbildungsverzeichnis ..... 329**

**Stichwortverzeichnis..... 337**