

Auf einen Blick

Über den Autor	9
Einführung	21
Teil I: Ganz schön clever	27
Kapitel 1: Einführung in die Thematik	29
Kapitel 2: Eine kurze Geschichte der intelligenten Maschinen	37
Kapitel 3: Wie intelligent ist die Künstliche Intelligenz wirklich?	45
Kapitel 4: Alles, was Sie über das Wissen wissen müssen	73
Kapitel 5: Alles logisch oder was?	111
Teil II: Wie lernt und denkt eine Maschine heute	147
Kapitel 6: Die Grundlagen des maschinellen Lernens	149
Kapitel 7: Kaum zu glauben – Die Maschine lernt richtige Regeln	195
Kapitel 8: Neuronale Netze – Auf dem Weg zum künstlichen Gehirn	213
Kapitel 9: Deep Learning – Der neue Clou der Künstlichen Intelligenz	261
Teil III: Eine bunte Umsetzung der Künstlichen Intelligenz, denn alle Theorie ist grau	275
Kapitel 10: Ist KI nur Mathematik?	277
Kapitel 11: Klüger als die alten Meister – Wieso gewinnt die KI im Schach und Go?	289
Kapitel 12: Mal was Nützliches – KI in Industrie und Gesellschaft	303
Kapitel 13: Und immer wieder lernen – KI und die Daten unserer Welt	323
Kapitel 14: KI zum Anfassen – Arbeiten mit Tools	363
Teil IV: Ist die Maschine bald klüger als der Mensch und fühlt sie sich wenigstens gut dabei	373
Kapitel 15: Materie und Geist – Ein notwendiger Ausflug in die Philosophie	375
Kapitel 16: Mit der Lupe ins Gehirn geschaut: Bewusstsein – Wo bist du?	391
Kapitel 17: Zukünftige Entwicklungen und ethische Fragen	413
Teil V: Der Top-Ten-Teil	439
Kapitel 18: Fast zehn Begriffe und Einordnungen	441
Literaturliste	449
Stichwortverzeichnis	453

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	9
Einführung	21
Über dieses Buch	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist	23
Teil I: Ganz schön clever	23
Teil II: Wie lernt und denkt eine Maschine heute	23
Teil III: Eine bunte Umsetzung von Künstlicher Intelligenz, denn alle Theorie ist grau	24
Teil IV: Ist die Maschine bald klüger als der Mensch und fühlt sie sich wenigstens gut dabei	24
Teil V: Der Top-Ten-Teil	25
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	25
Was nun?	26
TEIL I	
GANZ SCHÖN CLEVER	27
Kapitel 1	
Einführung in die Thematik	29
Was ist Intelligenz?	30
Intelligenz messen	30
Gibt es nicht die eine richtige Antwort?	31
Codierte Intelligenz	33
Schwache KI	34
Starke KI	34
Kapitel 2	
Eine kurze Geschichte der intelligenten Maschinen	37
Autonom vs. intelligent	37
Denken mit Mathematik formalisieren	38
Der Universalcomputer	38
Die Geburtsstunde der Künstliche Intelligenz	39
Wichtige Meilensteine der KI	40
Kapitel 3	
Wie intelligent ist die Künstliche Intelligenz wirklich?	45
Die angemessene Intelligenz – Intelligenzstufe I1	45
Die lernende Intelligenz – Intelligenzstufe I2	49
Muss Wissen wahr sein?	50
Können Maschinen Wissen erzeugen?	51
Deduktiver Wissenserwerb	52

Abduktiver Wissenserwerb	55
Induktiver Wissenserwerb	56
Die kreative Intelligenz – Intelligenzstufe I3	60
Die bewusste Intelligenz – Intelligenzstufe I4	65
Die selbstbewusste Intelligenz – Intelligenzstufe I5	67
Einordnung der KI im Rahmen der verschiedenen Intelligenzstufen und Anmerkungen zu Bots	67
Der Turing-Test	68
Das chinesische Zimmer	71
Zusammenfassung	72

Kapitel 4

Alles, was Sie über das Wissen wissen müssen 73

Von Daten zu Informationen zu Wissen	73
Reden wir über Daten	74
Reden wir über Information	76
Information und ihre Bedeutung	81
Berechnen wir die quantitative Größe der Bedeutung	83
Kommen wir zum Wissen	86
Alles digital oder was ... – Die große Digitalisierungswelle	88
KI, Datenbanken und Wissensbasierte Systeme	93
Was ist eine Datenbank?	94
Was ist ein Expertensystem?	95
Was ist ein Wissensbasiertes System?	99
KI und Multi-Agenten-Systeme	99
KI und Semantische Netze	103
KI und Neuronale Netze oder wie speichert der Mensch sein Wissen?	105
KI-Systeme sind etwas Technisches	107
Wir erzeugen neues Wissen	108

Kapitel 5

Alles logisch oder was? 111

KI umfasst noch sehr viel mehr	112
Die Grundlagen der Logik	113
Die logische Kettenregel	113
Aristoteles' Logik nennen wir Syllogismus	114
Aussagenlogik	116
Junktoren der Aussagenlogik	117
Tautologien	121
Das Deduktionstheorem	123
Das Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik	128
Prädikatenlogik 1. Stufe (PL1)	129
Schlussfolgern in der Prädikatenlogik	133
Der Resolutionskalkül	135
Die PL1 ist korrekt und vollständig	136
Das Entscheidbarkeitsproblem der Prädikatenlogik	136
Prädikatenlogik 2. Stufe (PL2)	137
Darum PL2	138

Vollständige Induktion	139
Grenzen der PL2 – Das Unvollständigkeitstheorem	140
Unabhängig von der KI: Was bedeutet das Ergebnis von Gödel erkenntnistheoretisch?	144
Zusammenfassung und Kritikpunkte zur klassischen Logik	145

TEIL II

WIE LERNT UND DENKT EINE MASCHINE HEUTE 147

Kapitel 6

Die Grundlagen des maschinellen Lernens 149

Die Rohstoffe des maschinellen Lernens	150
Die Grundlagen maschinellen Lernens	151
Weiße Schwäne – schwarze Schwäne	152
Bauen wir Modelle von der Welt	152
Analytischer vs. empirischer Ansatz	153
Beispiele für die empirische Modellierungsmethode	157
Statistik im Überblick	159
Schließende Statistik in der KI	161
Von Datentypen, Kennzahlen und fiesen Fallstricken	161
Welche Daten sagen was - Skalentypen	163
Beginnen wir mit einer einfachen Datentabelle	164
Univariate Statistik am Beispiel	166
Multivariate Statistik am Beispiel	168
Auf der Suche nach der Wahrheit	172
Die Grenzen der Statistik	173
Multivariate Statistik im mathematischen Detail	174
Statistische Verfahren zum Auffinden von Zusammenhängen	175
Statistische Verfahren zum Auffinden von Strukturen	190
Zusammenfassung	194

Kapitel 7

**Kaum zu glauben – Die Maschine lernt
richtige Regeln 195**

Entscheidungsbäume	196
Entscheidungsbaum basierend auf Maximierung des Informationsgewinns	196
Assoziationsregeln	205
Wichtige Gütemaße	206
Ein interessantes Gütemaß: Die Interessantheit	212

Kapitel 8

**Neuronale Netze – Auf dem Weg zum
künstlichen Gehirn 213**

Das Neuronenmodell	214
Wie alles begann	216
... und (fast) voreilig endete	219
Die Topologie von neuronalen Netzwerken	223

Überblick über neuronale Lernverfahren	229
Überwachte Lernverfahren	230
Unüberwachte Lernverfahren	230
Bestärkende Lernverfahren	230
Hebb'sche Lernregel – das einfachste Lernverfahren	232
Delta-Lernregel als einfaches überwachtes Lernverfahren	233
Backpropagation-Lernregel – der Standard der überwachten Lernverfahren	235
LSTM-Netze (als Vertreter von Deep-Learning-Netzen)	240
Competitive Networks – ein einfaches unüberwachtes Lernverfahren	241
Selbst-Organisierende Merkmalskarten (SOM) – ein unüberwachtes Lernverfahren der Königsklasse	243
Probleme der neuronalen Netze beim Einsatz in der Praxis	253
Gütemaße neuronaler Netze für numerische Vorhersagen (Modellvorhersagen)	254
Gütemaße für Klassifikatoren	255
Probleme des Generalisierens	255
Zusammenfassung	259

Kapitel 9

Deep Learning – Der neue Clou der Künstlichen

Intelligenz	261
Ein kleines bisschen Bildverarbeitung	262
Bildverarbeitung durch Faltung ... und nicht Filterung	263
Ein Faltungskern zur Kantendetektion	266
Convolutional Neural Networks (CNN) – Neuronale Faltungsnetzwerke	268
Lernphase eines CNN	268
Anwendungsphase eines CNN	269
Kritische Anmerkungen zum Deep Learning	270
So täuscht man eine KI	271

TEIL III

EINE BUNTE UMSETZUNG DER KÜNSTLICHEN

INTELLIGENZ, DENN ALLE THEORIE IST GRAU	275
------------------------------------------------------	------------

Kapitel 10

Ist KI nur Mathematik?	277
Grenzen von Mathematik und Computern	277
Was ist ein Algorithmus?	279
Ist auch die menschliche Intelligenz algorithmisch?	281
Ist die Natur »mechanisierbar«?	283

Kapitel 11

Klüger als die alten Meister – Wieso gewinnt die KI im Schach und Go?

289	
Wie konnte es so weit kommen?	289
Deep Blue gewinnt im Schach	290

AlphaGo gewinnt im Go	295
Zugnetzwerk (Policy Network)	297
Bewertungsnetzwerk (Value Network)	297
AlphaZero gewinnt alles	299
Zusammenfassung	302

Kapitel 12

Mal was Nützlich - KI in Industrie und Gesellschaft 303

Künstliche Intelligenz in der Industrie	303
IBM Watson	305
Roboter in der Industrie	306
Produktion Industrie 4.0 und Internet der Dinge	308
Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft	312
Das Internet	312
Gesichtserkennung	313
Spracherkennung und Sprachsteuerung	313
Sprach-Übersetzung	314
Medizin	314
Soziale Netzwerke	315
KI in Kunst und Wissenschaft	315
Autonome Autos (Selbstfahrende Autos)	316
Zusammenfassung und Diskussion	322

Kapitel 13

Und immer wieder lernen - KI und die Daten

unserer Welt 323

Was es alles gibt	323
Was ist Data Mining?	325
Der Data-Mining-Prozess in der Praxis	326
KI als die Data-Mining-Technologie der Industrie	329
Allgemeine Situationsbewertung	329
Praxisbeispiel - Ausschussratensenkung in einer diskreten Fertigung	333
Praxisbeispiel - Analyse von Prozesseigenschaften chemischer Prozesse	341
Praxisbeispiel - Gleichzeitige Optimierung mehrerer Zielgrößen (Polyoptimierung)	346
Praxisbeispiel - Kostenreduktion im Einkauf durch Text Mining	349
Und vieles mehr	353
Zusammenfassung	353
KI & Big Data - Fluch und Segen zugleich	356
Schauen wir zuerst zu Facebook	356
BUMMER und das Gesetz der großen Zahlen	358
Und nun zu Google	359
Da ist der Haken	361

Kapitel 14
KI zum Anfassen – Arbeiten mit Tools 363

- 1. Matlab – MATrix LABoratory 367
- 2. WEKA – Waikato Environment for Knowledge Analysis 368
- 3. R und Python 368
- 4. KNIME – Konstanz Information Miner 369
- 5. TensorFlow – das KI-Werkzeug von Google 370

TEIL IV
IST DIE MASCHINE BALD KLÜGER ALS DER MENSCH UND FÜHLT SIE SICH WENIGSTENS GUT DABEI 373

Kapitel 15
Materie und Geist – Ein notwendiger Ausflug in die Philosophie 375

- Wie klug ist die KI heute schon? 375
- Generelles Nachdenken über den Geist und das Bewusstsein 382
 - Dualismus 383
 - Monismus 384
 - Emergenztheorie 385
 - Funktionalismus 385
 - Schön philosophiert – Und nun? 387
- Zusammenfassung 389

Kapitel 16
Mit der Lupe ins Gehirn geschaut: Bewusstsein – Wo bist du?..... 391

- Von der Philosophie des Geistes zurück zur empirischen Forschung 391
 - Wo und wie ist denn nun die Qualia abgespeichert? 393
- Die Anatomie neuronaler Netze im menschlichen Gehirn 394
- Die Physiologie der neuronalen Informationsverarbeitung 396
- Eine wichtige Diskussion: Wetware vs. Hardware 401
- Der Vorteil der Wetware – Die heutige Hardware besitzt keine Qualia 403
 - 1. Detaillierte Analyse des menschlichen Gehirns 404
 - 2. Mathematische Modellierung von Bewusstsein und Qualia im Gehirn 404
 - 3. Bestimmung der Eigenschaften, die ein System haben müsste, um Bewusstsein auszuprägen 405
 - 4. Zeigen, dass die heutigen KI-Systeme diese Eigenschaften nicht besitzen 405
- Eine Hypothese: Zur Erzeugung von Qualia benötigen wir wahrscheinlich die Quantenphysik 406
 - Ein Beispiel: Der Mensch sieht nicht nur mit seinen Augen 407
- Zusammenfassung 410

Kapitel 17	
Zukünftige Entwicklungen und ethische Fragen	413
Quo vadis KI oder Warum die Singularität nochmals ausfällt	414
Auswirkungen bei der Nichterkennung technischer	
Grenzen der heutigen KI-Systeme	416
Die Evolution der Schwachen KI	416
Deduktive KI – Die KI bis gestern	416
Induktive und Kognitive KI – Die KI der Gegenwart	417
Neuromorphe KI – Die KI von morgen	419
Die Evolution der Starken KI	422
Maschinelles Bewusstsein auf Quantencomputern?	422
Wir müssen über Ethik reden	424
Was haben Fake News mit KI zu tun?	425
Und jetzt auch noch Fake Science	426
KI in Social Media	427
Damit kommen wir zur Ethik	428
Fiction 1: Plädoyer gegen die Künstliche Intelligenz –	
Das Risiko vom Ende	431
Fiction 2: Plädoyer für die Künstliche Intelligenz – Die Chance	
zum Anfang	434
Diskussion.	438
TEIL V	
DER TOP-TEN-TEIL	439
Kapitel 18	
Fast zehn Begriffe und Einordnungen	441
Damit Sie die KI nicht missverstehen	441
Tipps für Studenten	442
Tipps für Manager	442
Und ein kleiner Tipp für Politiker und interessierte Laien	443
Es gibt auch Big Data	444
Ein Einstieg für Interessierte mithilfe des Internets	444
Werden Sie aktiv – Probieren Sie selbst mal was aus	445
KI ist gut organisiert	446
Führen Sie KI in Ihrem Unternehmen ein oder werden Sie	
dafür verantwortlich	447
Literaturliste	449
Stichwortverzeichnis	453