

Inhalt

Vorwort	17
Einleitung Andreas Klein, Sebastian Dennerlein und Helmut Ritschl .	19
1. Hinführung	19
2. Begriffliche Annäherungen	22
2.1 Künstliche Intelligenz (KI)	22
2.2 Maschinelles Lernen – Machine Learning (ML)	28
2.3 (Künstliche) Neuronale Netze (KNN)	31
2.4 Deep Learning (DL)	34
3. Veranschaulichung einiger ethischer Herausforderungen und Lösungsansätze	35
4. Zu den Beiträgen dieses Buches	39
Literatur	44
Abschnitt 1: Grundlagen zu KI und erste ethische Überlegungen	49
Data Science und Künstliche Intelligenz Wolfgang Granigg und Klaus Lichtenegger	51
1. Von Big Data zur Künstlichen Intelligenz	52
2. Was ist Künstliche Intelligenz?	53
3. Eine kurze Geschichte der KI	54
3.1 Die Anfänge: Rechnen und Codes knacken	54
3.2 Logik und Symbole	55
3.3 Maschinelles Lernen	56
3.4 Statistisches Lernen	56
3.5 Von der Natur das Lernen lernen	57
3.6 Die Deep-Learning-Revolution	58
3.7 Technische Infrastruktur	59
3.8 What else?	60
4. Wie lernen Computerprogramme?	61
4.1 Supervised Learning	61

4.2	Unsupervised Learning	63
4.3	Reinforcement Learning	63
5.	Einige Herausforderungen im ML	64
5.1	Underfitting und Overfitting	64
5.2	Ausdruckskraft vs. Erklärbarkeit	66
	Literatur	66
Wahrscheinlichkeit und Statistik – manchmal gegen unsere Intuition		
Klaus Lichtenegger, Raphaele Raab und Wolfgang Granigg		69
1.	Zugänge zur Statistik	70
2.	Verzerrungen in den Daten	72
3.	Die Crux mit dem Mittelwert	73
4.	Regression zur Mitte	75
5.	Das Simpson-Paradoxon	76
6.	Fallstricke bei der Datenvisualisierung	77
7.	Wahrscheinlichkeit wider die Intuition	78
8.	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	80
9.	Der Satz von Bayes	81
	Literatur	84
Die Hintergründe von KI im Gesundheitswesen verstehen lernen		
Marco Tilli, Michael Melcher, Debora Stickler und Raphaele Raab		85
Vom Problem zum Machine Learning		86
Beispiel 1: Modellieren von BIP und Kindersterblichkeit		86
Was ist eine Lineare Regression?		87
Beispiel 2: Gruppieren von Brustkrebs-Merkmalen		89
Beispiel 3: Klassifikation COVID-19 vs. Grippe aufgrund der Symptome		90
Beispiel 4: Bildverarbeitung und -klassifikation		93
Aufbau eines CNNs		95
Arten von CNNs		96
Beispiel 5: Befunde verstehen und schreiben		97
Explainable AI im Medizinwesen		98
Was ist xAI eigentlich?		98
Wo xAI angewandt wird		99
	Literatur	100

Ethische Perspektiven eines verantwortungsbewussten Umgangs mit Künstlicher Intelligenz Andreas Klein	103
1. Hinführung	103
2. Wie intelligent ist Künstliche Intelligenz – oder kann sie werden?	104
3. Ethik und die Frage nach dem guten Handeln	108
4. Ethik für KI	109
4.1 Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürde KI	110
4.2 Ethische Verpflichtungen	112
4.3 Grundrechte und KI	113
4.4 Vier ethische Grundsätze (Prinzipien):	115
5. Abschließende Würdigung und Ausblick	117
Literatur	121
Abschnitt 2: Anwendungsbeispiele von KI-Anwendungen in unterschiedlichen Domänen des Gesundheitswesens	127
Artificial Intelligence und Machine Learning in der medizinischen Bilddatenverarbeitung Wolfgang Birkfellner	129
1. Einführung	129
2. Welche Daten werden verwendet?	131
3. Eine unverbindliche Anleitung für Experimente	133
4. Anwendungsmöglichkeiten	134
5. Stärken, Schwächen und Bedrohungen	136
6. Auswirkungen auf das Berufsbild	137
7. Ausblick und Herausforderungen	139
Literatur	140
ChatGPT als Arzt? Lars Mehnen, Stefanie Gruarin, Mina Vasileva und Bernhard Knapp	143
1. Zusammenfassung	143
2. Einführung	143
3. Beschreibung der Untersuchungsmethode	144
3.1 Schritt 1: Ursprung der klinischen Fallvignetten	144
3.2 Schritt 2: Verwendung von ChatGPT	144
3.3 Schritt 3: Bewertung der richtigen Antworten	145
3.4 Schritt 4: Darstellung der diagnostischen Genauigkeit	145

4.	Ergebnisse des Experiments	145
4.1	Diagnostische Genauigkeit von ChatGPT bei häufigen Erkrankungen	145
4.2	Diagnostische Genauigkeit von ChatGPT bei seltenen Erkrankungen	146
5.	Diskussion der Ergebnisse aus dem Experiment	147
5.1	ChatGPT (Version 3.5 und 4) erreicht bemerkenswerte Genauigkeiten	147
5.2	Lernt ChatGPT nur auswendig?	147
5.3	ChatGPT kann / soll keinen menschlichen Arzt ersetzen .	149
	Literatur	150
	Aktuelle Anwendungsszenarien und -beispiele von KI-Systemen in Diagnostik und Therapie Bianca Buchgraber-Schnalzer und Bernhard Neumayer	153
1.	Einleitung	153
2.	Medizinische Bildgebung	155
2.1	Bildrekonstruktion	155
2.2	Bildanalyse	157
3.	Kardiologische Erkrankungen	159
4.	Mentale Gesundheit bzw. psychische Erkrankungen	160
5.	Physiotherapeutische KI-Support-Tools	162
6.	Kognitive Beeinträchtigungen und Demenz	163
7.	Dermatologie und chronisches Wundmanagement	165
8.	Diskussion	167
	Literatur	168
	Federated Learning Hannes Hilberger, Helmut Ahammer und Markus Bödenler	175
1.	Einleitung	175
2.	Technische Grundlagen	177
3.	Herausforderungen mit Federated Learning	183
4.	Aktuelle Anwendungen von Federated Learning im Gesundheitsbereich	188
5.	Zusammenfassung und Ausblick	190
	Literatur	192

Medizinprodukte mit KI in der klinischen Praxis Martin Baumgartner, Aaron Lauschensky, Hannes Perko, Tobias Allgeier, Stefan Beyer und Klaus Donsa	197
1. Einleitung	197
1.1 Hintergrund und Bedeutung von KI in der klinischen Praxis	197
1.2 Zielsetzung und Struktur des Kapitels	198
2. Beispiel 1: Regelbasierter Algorithmus beim telemedizinischen Monitoring von Patienten mit Herzinsuffizienz	199
2.1 Beschreibung des Medizinprodukts	199
2.2 Funktionsweise der KI-Anwendung	200
2.3 Bewertung aus medizinischer, regulatorischer, technischer und ethischer Sicht	202
3. Beispiel 2: Deep-Learning-basierte KI-Anwendung zur EEG-Analyse	204
3.1 Beschreibung des Medizinprodukts	204
3.2 Funktionsweise der KI-Anwendung	206
3.3 Bewertung aus medizinischer, regulatorischer, technischer und ethischer Sicht	208
4. Fazit	210
4.1 Was bedeutet das „Prädikat“ „Medizinprodukt mit KI“ für den Aufwand der Entwicklung und auch später im Routineeinsatz?	210
4.2 Welche Vorteile bietet der Einsatz von KI in Medizinprodukten im Vergleich zu herkömmlichen Produkten ohne KI?	211
4.3 Welche Herausforderungen und Risiken sind mit der Integration von KI in Medizinprodukten verbunden?	212
4.4 Welche Fähigkeiten und Schulungen sind erforderlich, um Lösungen, die KI einsetzen, in Medizinprodukten anzuwenden?	212
Literatur	213

Moderner Datenschutz und vertrauenswürdige KI Lea Demelius, Michael Jantscher und Andreas Trügler	217
1. Künstliche Intelligenz im Gesundheitsbereich	217
1.1 Vertrauenswürdige KI	218
1.2 Datenschutz und Privatsphäre	219
2. Technische Datenschutz-Maßnahmen für KI-Anwendungen	221
2.1 Homomorphe Verschlüsselung	221
2.2 Differential Privacy	223
2.3 Entwicklungen im Bereich Maschinelles Lernen	225
3. Anwendungen und Beispiele	227
3.1 KI-Analyse von Patient:innenakten	227
3.2 Mobilität und Ausbreitung von Infektionskrankheiten . . .	229
4. Zusammenfassung	229
Literatur	231
Ethische Aspekte von KI in der präklinischen Krebsforschung Claire Jean-Quartier und Fleur Jeanquartier	235
1. Einleitung	235
2. Beispiele für ethische Aspekte von KI in der präklinischen Krebsforschung	237
2.1 Ersatz von Tierversuchen durch in silico-Ansätze	237
2.2 Transparenz von KI und Verständlichkeit von Modellen . .	238
2.3 Nachhaltige KI und moralische Entscheidungsprinzipien .	241
2.4 Offene Forschung im Sinne der Zugänglichkeit zum Nutzen der Gesellschaft	242
Literatur	244
Digitalisierung in der Pharmaindustrie Sarah Stryeck und Johannes Khinast	249
1. Einführung in die Digitalisierung in der pharmazeutischen Industrie	249
2. Digitalisierung in der Wirkstoffentdeckung und -entwicklung	254
3. Digitalisierung in der Produktion	255
4. Herausforderungen bei der Digitalisierung der PI	259

5.	Chancen durch KI-gestützte Verfahren in der PI	261
5.1	Effizientere Versorgung mit Arzneimitteln (aus Europa) ..	261
5.2	Qualität und Transparenz	262
5.3	Technologiesouveränität und Nachhaltigkeit	262
5.4	Bessere Patient:innenversorgung	263
	Literatur	264
Abschnitt 3: Ethische und rechtliche Aspekte von KI-Anwendungen im Gesundheitswesen		267
Kompetenzen ethischer Reflexionen Andreas Klein		269
1.	EU Ethik-Leitlinien und KI-Anforderungen	269
1.1	Verwirklichung einer vertrauenswürdigen KI: Anforderungen an KI-Systeme	270
1.2	Die Bewertungsliste (ALTAI)	276
2.	Folgerungen aus den Ethik-Leitlinien für die Praxis	277
2.1	Ethikkodizes	278
2.2	Ethikkommissionen	280
2.3	Der AI Act	283
3.	Das MEESTAR-Modell	289
	Literatur	292
	Anhang	294
Methoden und Tools zur ethischen Reflexion in der agilen Entwicklung von Künstlicher Intelligenz Sebastian Dennerlein, Christof Wolf-Brenner, Robert Gutounig, Stefan Schweiger und Viktoria Pammer-Schindler		301
1.	Keine ethisch verantwortungsvolle KI ohne Reflexion ..	301
2.	Zum Verständnis von ethischer Reflexion und relevanten Charakteristiken	302
3.	Zur Verortung ethischer Reflexion im Entwicklungsprozess	304
4.	Von ethischen Prinzipien zu deren Berücksichtigung in der Praxis	306
5.	Darstellung und Illustration von sieben Methoden und Tools zur ethischen Reflexion	307
5.1	Methoden und Tools 1: Data Skills Framework	309

5.2	Methoden und Tools 2: Data Ethics Maturity Model	311
5.3	Methoden und Tools 3: Assessment List for Trustworthy AI (ALTAI)	313
5.4	Methoden und Tools 4: MEESTAR – Modell zur Ethischen Evaluierung Soziotechnischer Arrangements	315
5.5	Methoden und Tools 5: DEDA – Data Ethics Decision Aid	317
5.6	Methoden und Tools 6: Ethics in Tech Practice – A Toolkit	318
5.7	Methoden und Tools 7: Artificial Intelligence Incident Database (AIID)	320
6.	Diskussion offener Herausforderungen in der ethisch reflektierten Gestaltung von KI	320
7.	Reflexionsfragen	323
	Literatur	324
	Künstliche Intelligenz in der Medizin Matthias Wendland	329
1.	Einleitung	329
2.	Anwendungsgebiete der KI in der Medizin	330
3.	Spezifische Risiken der KI in der Medizin	331
3.1	Fehlerhafte Diagnostik und Therapieentscheidungen	331
3.2	Verzerrungen (Biases)	332
3.3	Datenschutz und Datenmissbrauch	333
	Regulatorische Rahmenbedingungen für KI-basierte Medizinprodukte Sabrina Linzer, Christoph Matoschitz und Klaus Donsa	341
1.	Einleitung	341
1.1	Hintergrund und Bedeutung der regulatorischen Rahmenbedingungen	341
1.2	Zielsetzung des Kapitels	342
2.	Regulatorische Anforderungen für Medizinprodukte mit KI	342
2.1	Medizinprodukteverordnung	342
2.2	Klassifizierung von Medizinprodukten	345
2.3	Konformitätsbewertungsverfahren und CE-Kennzeichnung	345
2.4	Anforderungen an die Technische Dokumentation	349
2.5	Entwicklung von KI-basierter Software als Medizinprodukt	349

3.	Wertvolle Orientierungshilfen bei der Entwicklung und beim Einsatz in der klinischen Praxis	350
3.1	Praktische Umsetzung: Normen, Spezifikationen und Leitfäden	350
3.2	Verantwortung von Herstellern und Anwendern von Medizinprodukten	355
3.3	Haftungsfragen bei Fehlern oder Schäden durch KI-Anwendungen	356
3.4	Datenschutz und Datensicherheit	358
4.	Fazit	359
	Literatur	360
Abschnitt 4: Konsequenzen von KI für die Gesundheitsversorgung. Transformation der Handlungsfelder in Gesundheitsberufen		363
Einbettung von KI und Ethik in Curricula der Gesundheitsberufe am Beispiel eines cMOOCs Helmut Ritschl, Waltraud Jelinek-Krickl, Rupert Beinhauer, Julia Tomanek, Bianca Buchgraber-Schnalzer und Marco Tilli		365
1.	Einbettung neuer inhaltlicher Entwicklungen im beruflichen Handlungsfeld der Gesundheitsberufe	365
2.	Beschreibung der neuen Modulkonstruktion: Didaktik, Kompetenz, Kompetenzlevels, Lernziele	368
3.	Strategie zur Identifikation von Themen und Inhalten zu KI-Anwendungen in einer konkreten Lehrveranstaltung ..	372
4.	Diskussion der Tiefe und der Methode der Wissensvermittlung – didaktische Reduktion	375
5.	Mögliche Erfolgsfaktoren zur Einbettung der neuen Lehrinhalte zum Thema KI und Ethik	377
6.	Muster eines cMOOCs zur Einführung in die KI für Gesundheitsberufe am Beispiel des Handlungsfeldes Radiologietechnologie	378
	Literatur	383
Veränderung des Berufsbildes für Fachärzt:innen der Radiologie Erich Sorantin, Ariane Hemmelmayr und Michael Georg Grasser		387
1.	Hinführung und erste Überlegungen	387

2.	Der Workflow in der Radiologie als Ausgangspunkt möglicher Transformationen	389
2.1	Veränderung des Arbeitsfeldes „Clinical Decision Support“	389
2.2	Veränderung des Arbeitsfeldes in der Bildakquisition und Rekonstruktion	390
3.	Veränderung des radiologischen Befund-Arbeitsplatzes und der Befunderstellung	393
4.	Der blinde Fleck – Cybersicherheit und Datenschutz in der Radiologie – ein neues Handlungsfeld rückt immer näher	393
4.1	Datenschutzrechtliche Sicherheitsaspekte	396
5.	Zusammenfassung	399
	Literatur	399
	 Künstliche Intelligenz und die Veränderung der Handlungsfelder von nicht-ärztlichen Gesundheitsberufen Helmut Ritschl, Andreas Jocham, Wolfgang Staubmann, Dalibor Jeremic, Eva Mircic, Felix Mühlensiepen und Lucia Ransmayr	403
	Ad (I): Exemplarische Entwicklungen der Gesundheits- und Krankenpflege durch KI-Anwendungen	405
	Ad (II): Exemplarische Entwicklungen der Diätologie durch KI-Anwendungen	407
	Ad (III): Exemplarische Entwicklungen in der Radiologietechnologie durch KI-Anwendungen	410
	Ad (IV): Exemplarische Entwicklungen in der biomedizinischen Analytik durch KI-Anwendungen	412
	Ad (V): Exemplarische Entwicklungen der Logopädie durch KI-Anwendungen	414
	Ad (VI): Exemplarische Entwicklungen der Physiotherapie durch KI-Anwendungen	416
	Fazit und Schlussfolgerung aus den Betrachtungen der nicht-ärztlichen Gesundheitsberufe	417
	Literatur	419

Was wollen wir von dem, was wir technisch können, realisieren? Christof Wolf-Brenner, Nina Wolf-Brenner und Martin Semmelrock ..	425
1. Einführung	425
1.1 Eine typische Aufnahme	426
1.2 Herausforderungen im Aufnahmeprozess	429
2. Eine Vision für KI im Aufnahmeprozess	431
2.1 Self-Service Triage	431
2.2 Schätzung des täglichen Zustroms und Abstroms von Patient:innen	432
2.3 Empfehlungen zur Auswahl der Laboruntersuchungen	433
3. Ethische Herausforderungen und Erwägungen	433
Literatur	436
 KI zur Optimierung von Patient:innen-Flüssen im Gesundheitswesen Daniel Pözl, Robert Darkow, Susann May, Gernot Reishofer und Helmut Ritschl	439
1. Hintergrund / Ausgangssituation	439
2. Gesundheitskommunikation mittels KI-basierten Chatbots und NLP-Übersetzer zur Unterstützung der Patient:innen-Flüsse	441
3. Gesundheitsvorsorge/Gesundheitsbeobachtung mittels AI gestütztem SMART Health Monitoring	445
4. Autonome KI-gesteuerte Drohnen zur Unterstützung in Medikamentenzulieferung, Notfallmedizin, Katastrophenmanagement sowie Search and Rescue	449
5. Fazit für die Unterstützung von Patient:innen-Flüssen durch KI Anwendungen	450
Literatur	450
 Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	455