

# 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, Raphaela 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 Raphaela 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 vertrauenswürdige 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 Routineein-satz?	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 Pölzl, 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