

Inhaltsübersicht

1	Einführung in KI	1
2	Qualitätsmerkmale KI-basierter Systeme	35
3	Maschinelles Lernen (ML) – ein Einstieg	59
4	ML-Daten – ein Einstieg	85
5	Funktionale Leistungsmetriken – ein Einstieg	113
6	Neuronale Netze und Testen	127
7	Testen KI-basierter Systeme im Überblick	139
8	Testen KI-spezifischer Qualitätsmerkmale – ein Einstieg	169
9	Methoden und Verfahren für das Testen KI-basierter Systeme	193
10	Testumgebungen für KI-basierte Systeme	223
11	Einsatz von KI für Tests	231
Anhang		249
A	Abkürzungen	251
B	Glossar	255
C	Verzeichnis der Praxisbeispiele	273

D	Verzeichnis der Übungen	275
E	Verzeichnis der Exkurse	277
F	Literaturverzeichnis	279
	Index	291

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in KI	1
1.1	Definition von KI und der KI-Effekt	1
1.2	Schwache KI, starke KI und die künstliche Superintelligenz	3
1.3	KI-basierte Systeme und klassische Systeme	6
1.4	KI-Techniken	9
1.4.1	Exkurs: KI-Techniken im Detail	10
1.5	KI-Entwicklungs-Frameworks	15
1.6	Hardware für KI-basierte Systeme	18
1.7	KI als Service (AI as a Service, AIaaS)	22
1.8	Vortrainierte Modelle	25
1.9	Normen, Vorschriften und KI	29
1.9.1	Exkurs: Liste einiger Normen und Standards mit KI-Bezug	33
2	Qualitätsmerkmale KI-basierter Systeme	35
2.1	Flexibilität und Anpassbarkeit	35
2.2	Autonomie von Systemen	38
2.3	Evolution	40
2.4	Bias	42
2.4.1	Exkurs: Weitere Arten des Bias	44
2.5	Ethik	46
2.6	Seiteneffekte und Reward Hacking	49
2.6.1	Seiteneffekte	50
2.6.2	Reward Hacking	50

2.7	Transparenz, Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit	51
2.8	Funktionale Sicherheit und KI	56
3	Maschinelles Lernen (ML) – ein Einstieg	59
3.1	Arten des maschinellen Lernens (ML)	59
3.1.1	Überwachtes Lernen	60
3.1.2	Unüberwachtes Lernen	63
3.1.3	Bestärkendes Lernen	65
3.1.4	Exkurs: Das Wissen einer KI – der Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität	67
3.2	ML-Workflow	69
3.2.1	Exkurs: Alternative Workflows	76
3.3	Auswahl einer Art von ML	76
3.3.1	Übung: Wahl der passenden ML-Art	78
3.4	Faktoren, die bei der Auswahl von ML-Algorithmen eine Rolle spielen	79
3.5	Overfitting und Underfitting	81
3.5.1	Overfitting	82
3.5.2	Underfitting	83
3.5.3	Übung: Demonstration von Overfitting und Underfitting ..	84
4	ML-Daten – ein Einstieg	85
4.1	Datenvorbereitung als Teil des ML-Workflows	85
4.1.1	Datenbeschaffung	87
4.1.2	Vorverarbeitung der Daten	88
4.1.3	Merkmalsermittlung	91
4.1.4	Herausforderungen bei der Datenvorbereitung	93
4.1.5	Übung: Datenvorbereitung für ML	94
4.2	Trainings-, Validierungs- und Testdatensätze	95
4.2.1	Übung: Identifizieren von Trainings- und Testdaten und Erstellen eines ML-Modells	99
4.2.2	Exkurs: Aufteilungsmethoden für Trainings- und Validierungsdaten	99
4.3	Probleme mit der Datensatzqualität	102

- 4.4 Datenqualität und ihre Auswirkungen auf das ML-Modell 104
 - 4.4.1 Übung: Aspekte der Datenqualität 108
- 4.5 Datenkennzeichnung für überwachtes Lernen 108
 - 4.5.1 Ansätze zur Datenkennzeichnung 110
 - 4.5.2 Falsch gekennzeichnete Daten in Datensätzen 111
- 5 Funktionale Leistungsmetriken – ein Einstieg 113**
- 5.1 Konfusionsmatrix 113
 - 5.1.1 Übung: Metriken einsetzen 116
- 5.2 Zusätzliche funktionale Leistungsmetriken von ML für Klassifikation, Regression und Clusterbildung 116
- 5.3 Beschränkungen der funktionalen Leistungsmetriken von ML 120
- 5.4 Auswahl funktionaler Leistungsmetriken von ML 122
 - 5.4.1 Übung: Evaluieren eines erstellten ML-Modells 125
- 5.5 Benchmark-Suiten für ML 125
- 6 Neuronale Netze und Testen 127**
- 6.1 Neuronale Netze 127
 - 6.1.1 Übung: Training eines neuronalen Netzes 134
- 6.2 Überdeckungsmaße für neuronale Netze 135
- 7 Testen KI-basierter Systeme im Überblick 139**
- 7.1 Spezifikation KI-basierter Systeme 139
- 7.2 Teststufen für KI-basierte Systeme 143
 - 7.2.1 Eingabedatentest 144
 - 7.2.2 ML-Modelltest 145
 - 7.2.3 Komponententest 148
 - 7.2.4 Komponentenintegrationstest 148
 - 7.2.5 Systemtest 149
 - 7.2.6 Abnahmetest 151
- 7.3 Testdaten zum Testen KI-basierter Systeme 151
- 7.4 Testen auf Automatisierungsbias in KI-basierten Systemen 154
- 7.5 Dokumentieren einer KI-Komponente 155
- 7.6 Testen auf Konzeptdrift 160
- 7.7 Auswahl einer Testvorgehensweise für ein ML-System 162

8	Testen KI-spezifischer Qualitätsmerkmale – ein Einstieg	169
8.1	Herausforderungen beim Testen selbstlernender Systeme	169
8.2	Test von autonomen KI-basierten Systemen	174
8.3	Testen auf algorithmischen, stichprobenartigen und unangemessenen Bias	176
8.4	Herausforderungen beim Testen probabilistischer und nichtdeterministischer KI-basierter Systeme	180
8.5	Herausforderungen beim Testen komplexer KI-basierter Systeme . .	181
8.5.1	Übung: Herausforderungen bei der Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzes	183
8.6	Testen der Transparenz, Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit KI-basierter Systeme	183
8.6.1	Übung: Erklärbare KI	186
8.7	Testorakel für KI-basierte Systeme	186
8.8	Testziele und Akzeptanzkriterien	189
8.8.1	Übung: Akzeptanzkriterien	191
9	Methoden und Verfahren für das Testen KI-basierter Systeme	193
9.1	Gegnerische Angriffe und Datenverunreinigung	194
9.1.1	Gegnerische Angriffe	194
9.1.2	Datenverunreinigung	197
9.2	Paarweises Testen	200
9.2.1	Übung: Paarweises Testen	205
9.3	Vergleichendes Testen	206
9.4	A/B-Testen	209
9.5	Metamorphes Testen	211
9.5.1	Übung: Metamorphes Testen	214
9.6	Erfahrungsbasiertes Testen von KI-basierten Systemen	215
9.6.1	Checklisten für den Test von KI-basierten Systemen	217
9.6.2	Übung: Exploratives Testen und explorative Datenanalyse (EDA)	219
9.7	Übersicht und Auswahl von Testverfahren für KI-basierte Systeme	219
9.7.1	Übersicht der Verfahren	220
9.7.2	Übung: Verfahren für das Testen KI-basierter Systeme	222

10	Testumgebungen für KI-basierte Systeme	223
10.1	Besonderheiten von Testumgebungen für KI-basierte Systeme	223
10.2	Virtuelle Testumgebungen zum Testen KI-basierter Systeme	226
11	Einsatz von KI für Tests	231
11.1	KI-Techniken fürs Testen	231
11.1.1	Algorithmische Methoden, mit denen KI unterstützt	233
11.1.2	Übung: Der Einsatz von KI bei Tests	235
11.2	Einsatz von KI zur Analyse gemeldeter Fehler	235
11.3	Einsatz von KI für die Testfallgenerierung	237
11.4	Einsatz von KI für die Optimierung von Regressionstestsuiten	239
11.5	Einsatz von KI für die Fehlervorhersage	240
11.5.1	Übung: Aufbau eines Fehlervorhersagesystems	242
11.6	Einsatz von KI zum Testen von Benutzungsschnittstellen	242
11.6.1	Einsatz von KI zum Testen über die GUI	243
11.6.2	Einsatz von KI zum Testen der GUI	244
11.7	Exkurs: ChatGPT als Teammitglied?	246
11.7.1	Übung: ChatGPT zur Testfallgenerierung	247
11.7.2	Mehrwert von großen Sprachmodellen im Test	248
Anhang		249
A	Abkürzungen	251
B	Glossar	255
C	Verzeichnis der Praxisbeispiele	273
D	Verzeichnis der Übungen	275
E	Verzeichnis der Exkurse	277
F	Literaturverzeichnis	279
	Index	291