

## **Basiswissen KI-Testen**

Qualität von und mit  
KI-basierten Systemen

# **DAS INHALTS- VERZEICHNIS**

» Hier geht's  
direkt  
zum Buch

---

# Inhaltsübersicht

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

---

<b>D</b>	<b>Verzeichnis der Übungen</b>	<b>275</b>
<b>E</b>	<b>Verzeichnis der Exkurse</b>	<b>277</b>
<b>F</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>279</b>
	<b>Index</b>	<b>291</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung in KI</b>	<b>1</b>
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	<b>Exkurs:</b> 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	<b>Exkurs:</b> Liste einiger Normen und Standards mit KI-Bezug	33
<b>2</b>	<b>Qualitätsmerkmale KI-basierter Systeme</b>	<b>35</b>
2.1	Flexibilität und Anpassbarkeit	35
2.2	Autonomie von Systemen	38
2.3	Evolution	40
2.4	Bias	42
2.4.1	<b>Exkurs:</b> 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
<b>3</b>	<b>Maschinelles Lernen (ML) – ein Einstieg</b>	<b>59</b>
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	<b>Exkurs:</b> Das Wissen einer KI – der Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität . . . . .	67
3.2	ML-Workflow . . . . .	69
3.2.1	<b>Exkurs:</b> 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
<b>4</b>	<b>ML-Daten – ein Einstieg</b>	<b>85</b>
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	<b>Exkurs:</b> 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
<b>5</b>	<b>Funktionale Leistungsmetriken – ein Einstieg</b>	<b>113</b>
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
<b>6</b>	<b>Neuronale Netze und Testen</b>	<b>127</b>
6.1	Neuronale Netze . . . . .	127
6.1.1	Übung: Training eines neuronalen Netzes . . . . .	134
6.2	Überdeckungsmaße für neuronale Netze . . . . .	135
<b>7</b>	<b>Testen KI-basierter Systeme im Überblick</b>	<b>139</b>
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

<b>8</b>	<b>Testen KI-spezifischer Qualitätsmerkmale – ein Einstieg</b>	<b>169</b>
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
<b>9</b>	<b>Methoden und Verfahren für das Testen KI-basierter Systeme</b>	<b>193</b>
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

---

<b>10</b>	<b>Testumgebungen für KI-basierte Systeme</b>	<b>223</b>
10.1	Besonderheiten von Testumgebungen für KI-basierte Systeme . . . .	223
10.2	Virtuelle Testumgebungen zum Testen KI-basierter Systeme . . . . .	226
<b>11</b>	<b>Einsatz von KI für Tests</b>	<b>231</b>
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	<b>Exkurs:</b> ChatGPT als Teammitglied? . . . . .	246
11.7.1	Übung: ChatGPT zur Testfallgenerierung . . . . .	247
11.7.2	Mehrwert von großen Sprachmodellen im Test . . . . .	248
<b>Anhang</b>		<b>249</b>
<b>A</b>	<b>Abkürzungen</b>	<b>251</b>
<b>B</b>	<b>Glossar</b>	<b>255</b>
<b>C</b>	<b>Verzeichnis der Praxisbeispiele</b>	<b>273</b>
<b>D</b>	<b>Verzeichnis der Übungen</b>	<b>275</b>
<b>E</b>	<b>Verzeichnis der Exkurse</b>	<b>277</b>
<b>F</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>279</b>
	<b>Index</b>	<b>291</b>