

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	xi
Formelzeichen	xiii
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xvii
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	2
1.2 Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen	7
2.1 Künstliche Neuronale Netzwerke	7
2.1.1 Erlernbare Schichten	10
2.1.2 2-D Pooling	13
2.1.3 Aktivierungsfunktionen	15
2.1.4 Fehlerfunktionen	16
2.1.5 Optimierung der Modelle	19
2.2 Angelernte bildgenerierende Verfahren	22
2.2.1 Generative Adversarial Networks	22
2.2.2 Adversarial Autoencoder	24
3 Datengenerierung und Entwicklung von Algorithmen zur Vorverarbeitung von perspektivisch verzerrten Bilddaten	27
3.1 Versuchsträger und Messmethodik	28

3.1.1	Eingesetzte Bildsensorik	28
3.1.2	Versuchsaufbau	29
3.1.3	Messmethodik	31
3.2	Entwicklung von Algorithmen zur Vorverarbeitung von perspektivisch verzerrten Bilddaten	36
3.2.1	Kalibrierung des Bildsensors	37
3.2.2	Bestimmung des relevanten Bildbereichs	37
3.2.3	Berechnung einer künstlichen Bildperspektive	43
3.2.4	Detektion der einzelnen Kavitäten	45
3.3	Zusammenfassung und Ausblick	50
4	Innovative Verfahren zur industriellen Qualitätssicherung mithilfe von faltenden neuronalen Netzwerken	53
4.1	Datenbasis	54
4.2	Faltende neuronale Netzwerkfamilie als Klassifikatoren	60
4.3	Evaluierung der Klassifikatoren	64
4.3.1	Trainings- und Evaluationsmethodik	64
4.3.2	Struktur der Ergebnistabellen der Evaluierung	67
4.3.3	Zweiklassenklassifikationsproblem	68
4.3.4	Dreiklassenklassifikationsproblem	69
4.3.4.1	Zum Raspberry Pi korrespondierende Netzwerke	69
4.3.4.2	Zur Spiegelreflexkamera entsprechende Modelle	72
4.4	Untersuchung von Modellen mit monochromen Bildeingabedaten	75
4.4.1	Zum Raspberry Pi korrespondierende Netzwerke	75
4.4.2	Zur Spiegelreflexkamera entsprechende Modelle	77
4.5	Blindspot-Problematik	78
4.6	Zusammenfassung und Bewertung	81
5	Entwicklung einer neuartigen Methode zur Klassifikation von Bildpaaren mittels Fusion innerhalb faltender neuronaler Netzwerke und Vergleich mit anderen Fusionsstrategien	85
5.1	Verbesserter Versuchsaufbau mit zwei Kameras	87
5.2	Datenbasis	90
5.3	Referenzmodelle	94
5.4	Neuartige Fusion verschiedener Merkmalsebenen des CNNs . . .	99

5.4.1	Evaluierung	103
5.5	Fusion mittels Expertenwissen	105
5.5.1	Evaluierung	109
5.6	Fusion mithilfe des Satzes von Bayes	110
5.6.1	Evaluierung	112
5.7	Konkatenation der Eingangsbilder als naive Fusionsstrategie . .	113
5.7.1	Evaluierung	115
5.8	Späte Fusion mittels Fusionsnetzwerk	116
5.8.1	Evaluierung	119
5.9	Vergleich der fünf untersuchten Fusionsstrategien	121
5.10	Zusammenfassung und Bewertung	123
6	Untersuchung von kostengünstigen eingebetteten Systemen zur Implementierung von Fusionsnetzwerken	125
6.1	Performanz von auf Desktop-Systemen implementierten Fusionsnetzwerken als Referenz	126
6.2	Performanz eingebetteter Systeme im Kontext von Fusionsnetzwerken	128
6.3	Zusammenfassung und Bewertung	130
7	Innovative Methoden zur Analyse von angelernten Fusionsnetzwerken	133
7.1	Adaption von Grad-CAM an die vorgestellten Fusionsnetzwerke	138
7.2	Neuartige Quantifizierung des Einflusses der Eingangsbilder von Fusionsnetzwerken	141
7.3	Beispiele	145
7.3.1	Innenschale verkippt	145
7.3.2	Korrekt belegte Kavität	149
7.3.3	Mittlere Schale fehlt	151
7.4	Zusammenfassung und Bewertung	151
8	Neuartige bedingte Generierung von Bildpaaren mittels Adversarial Autoencoders	155
8.1	Encoder-Modell	156
8.2	Diskriminator-Modell	158

8.3	Decoder- bzw. Generator-Modell	159
8.3.1	Frühe Integration	159
8.3.2	Konkatenation der Kanäle	161
8.3.3	Bedingte Instanz-Normalisierung	164
8.4	Evaluierung der drei verschiedenen Integrationsmethoden	166
8.4.1	Fréchet Inception Distance als Qualitätsmaß zur Bewertung synthetisch erzeugter Bildpaare	168
8.4.2	Trainingsmethodik	170
8.4.3	Ergebnisse	172
8.5	Untersuchung synthetisch erzeugter Bildpaare als zusätzliche Trainingsdaten für Fusionsnetzwerke	182
8.6	Zusammenfassung und Bewertung	184
9	Zusammenfassung und Ausblick	187
	Literaturverzeichnis	191
A	Anhang	203
A.1	Verschiedene Definitionen der Kreuzkorrelationsfunktion	203
A.2	Konfusionsmatrizen der Referenzmodelle bzgl. der Validierungsdaten	204
A.3	Quantifizierung des Einflusses für MVFNNs mit mehr als zwei Eingaben	205
A.4	Bildpaare aus dem Trainingsdatensatz	206