

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Forschungsfragen	3
1.2 Aufbau der Arbeit	4
2 Elektrische Flachbaugruppen	7
2.1 THT	9
2.1.1 Bestückung	10
2.1.2 Lötverfahren	12
2.1.3 Die Fertigungslinie	14
2.2 SMD	16
2.2.1 Pastendruck	16
2.2.2 Bestückung	17
2.2.3 Lötverfahren	18
2.2.4 Die Fertigungslinie	20
3 Automatische Optische Inspektion	23
3.1 Anatomie eines Prüfsystems	25
3.1.1 Zweidimensionale Bildgebung	25
3.1.2 Beleuchtungstechnologien	27
3.1.3 Achsen und Bewegung	28
3.1.4 Besonderheiten dreidimensionaler Inspektion	30
3.1.5 Röntgeninspektion	32

3.2	Anordnung im Fertigungsprozess	33
3.3	Architektur der Prüfsoftware	35
3.3.1	Hardwaresteuerung	35
3.3.2	Prüfmanagement	38
3.3.3	Prüfdatenmanagement	41
3.4	Die Klassifikationskette	43
3.5	Fehlerdetektion	46
3.5.1	Fehler der Inspektionsmaschine	49
3.5.2	Fehler des Menschen	52
4	Künstliche Intelligenz	55
4.1	Begriffsdefinition	56
4.2	Geschichte der KI	58
4.3	KI in der optischen Inspektion	64
4.3.1	SPI	65
4.3.2	AOI	66
4.3.3	AXI	69
4.3.4	Sonstige	70
4.4	Zusammenfassung	72
5	Problemstellung	73
6	Eigener Ansatz	81
6.1	Lösungsentwurf	82
6.2	Anforderungserhebung	88
6.2.1	Stakeholder	90
6.2.2	Anforderungen	91
6.2.3	Liste der Anforderungen	97
6.3	Neue Softwarearchitektur „KOI“	101
6.3.1	Objekte und Definitionen	102
6.3.2	Struktur	104
6.3.3	Laufzeitverhalten	113
6.3.4	Deployments	119
6.4	Implementierung	123
6.5	Code-Beispiele	134

7	Evaluation und Anwendungen	139
7.1	Schlupferkennung	141
7.1.1	Herangehensweise	141
7.1.2	Datengrundlage	147
7.1.3	Umsetzung	151
7.1.4	Ergebnisse	154
7.2	Bestückkontrolle	161
7.2.1	Entwurf	162
7.2.2	Durchführung	165
7.2.3	Diskussion	169
7.3	Embedded Vision	169
7.3.1	Aufbau	170
7.3.2	Umsetzung	172
7.3.3	Diskussion	177
7.4	Auswertung	178
8	Zusammenfassung	183
8.1	Ausgangssituation	184
8.2	Problemlösung	185
8.3	Ausblick	189
	Abkürzungen	191
	Glossar	193
	Literaturverzeichnis	197