

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Erkenntnisse.....	2
2.1	Schraubtechnik	2
2.1.1	Grundlagen einer Schraubverbindung	2
2.1.2	Schraubtechnik in der Automobilmontage	4
2.1.3	Anziehverfahren und Prozessüberwachung	7
2.2	Alternative Sensortechnologien und statistische Analysemethoden	10
2.2.1	Alternative Sensortechnologien	10
2.2.2	Statistische Analysemethoden.....	15
3	Motivation und Zielsetzung	23
4	Versuchseinrichtungen und Hilfsfügeteile	26
4.1	Verwendete alternative Sensortechnologien	26
4.2	Verwendete Referenzmesssysteme.....	28
4.3	Versuchseinrichtungen	30
4.4	Hilfsfügeteile.....	33
5	Untersuchungen zum Einsatz von alternativen Sensortechnologien	34
5.1	Entwicklung eines Fehlerkatalogs	34
5.2	Entwicklung einer Prüfvorrichtung zur reproduzierbaren Simulation von Fehlerarten.....	45
5.3	Untersuchungen zur Eignung der inhärenten Sensorik eines sensitiven Leichtbauroboters für eine adaptive Fehlerkorrektur.....	46
5.3.1	Voruntersuchungen zur Auswahl des geeigneten Sensors	48
5.3.2	Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit der inhärenten Sensorik eines Leichtbauroboters.....	49
5.3.3	Untersuchungen zur Fehleridentifikation	54
5.4	Untersuchungen zur Eignung der Low-Cost-Inertialsensorik zur Fehleridentifikation	70
5.4.1	Voruntersuchungen zur Auswahl des geeigneten Sensors	71
5.4.2	Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit der Low-Cost-Inertialsensorik....	73
5.4.3	Untersuchungen zur Fehleridentifikation	76

6	Einsatz statistischer Analysemethoden zur Fehleridentifikation.....	84
6.1	Automatisierte Fehlerklassifikation in NIO-Schraubprozessdaten	84
6.2	Anomaliendetektion in IO-Schraubprozessen	97
7	Serienbefähigung und -anwendung	103
7.1	Sensitive Leichtbaurobotik	103
7.2	Low-Cost-Inertialsensorik	109
7.3	Statistische Analysemethoden	111
8	Zusammenfassung	114
9	Literaturverzeichnis	117