

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis.....	i
II	Abkürzungsverzeichnis.....	iv
III	Abbildungsverzeichnis.....	vii
IV	Tabellenverzeichnis.....	xii
1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung bei der Fahrzeuginbetriebnahme.....	3
1.2	Zielsetzung zur Effizienzsteigerung	6
1.3	Aufbau der Arbeit	7
2	Grundlagen der Fahrzeuginbetriebnahme und der bisherigen Forschung	10
2.1	Systemkomponenten für Fahrerassistenzsysteme und autonome Fahrfunktionen.....	10
2.1.1	Übersicht der Erfassungstechnologien	10
2.1.2	Umfeldsensoren für autonome Fahrfunktionen im Kraftfahrzeug	13
2.2	Geometrische Bezüge und Referenzen des Fahrwerks im Kraftfahrzeug.....	22
2.3	Eingliederung der Inbetriebnahme in die Fahrzeugproduktion.....	30
2.3.1	Strukturen und Prozesse der Inbetriebnahme	30
2.3.2	Prüftechnologien des End-of-Lines.....	35
2.3.3	Aktuelle Inbetriebnahmeprozesse am Beispiel der Umfeldsensorik	44
2.4	Aktuelle und zukünftige Anforderungen an das Bandende	49
2.5	Bisherige Ansätze zur Gestaltung eines effizienten Bandendes.....	56
2.5.1	Betriebsmittel und Konzepte für eine Inbetriebnahme in der Produktionslinie	56
2.5.2	Konzept eines Radadaptionssystems für ein effizientes Bandende	61
2.6	Ansatz des Radadaptionssystems in der Produktionsumgebung	64
2.6.1	Struktureller Aufbau des Prototyps	64
2.6.2	Konzept zur Vermessung der Fahrwerkgeometrien mittels Radadaption.....	67
3	Anforderungen an ein System zur Inbetriebnahme und Prozessabsicherung.....	69
3.1	Potenziale zur Effizienzsteigerung und Absicherung von Inbetriebnahmeprozessen.....	69
3.2	Vorgehensmodell und daraus abgeleiteter Forschungsansatz	74
4	Technologie- und Prozessmodifikation anhand des Konzeptentwurfs	80

4.1	Angestrebte Gesamtkonzeption für die Inbetriebnahme eines modernen Fahrzeugs.....	80
4.2	Weiterentwicklung der messtechnischen Struktur des bestehenden Radadaptionssystems.....	83
4.3	Modifikation des bestehenden Betriebsmittels für den Zielprozess.....	87
4.3.1	Dauerversuchsreihe mit dem prototypischen Radadaptionssystem.....	87
4.3.2	Modifizierung und Anpassung des Dehnungsgreifer-Systems.....	89
4.3.3	Modifikation der Schwimmereinheit und des Adaptionprozesses	93
4.4	Entwicklung einer Kalibriervorrichtung	95
4.5	Konzept zur Skalierbarkeit der eingesetzten Technologien	99
5	Entwicklung eines Messalgorithmus	106
5.1	Konzept für ein räumlich mathematisches Modell	106
5.1.1	Anforderungen und Besonderheiten des Messsystems	106
5.1.2	Koordinatensysteme des Radadaptionssystems und deren Funktion	111
5.2	Mathematische Transformationsabfolge des Messsystems	115
5.2.1	Verfahren zur Rotationsermittlung	115
5.2.2	Transformations-Zusammenhänge der Anlagenkoordinatensysteme	120
5.2.3	Bestimmung einzelner Transformationen im System für eine Messung am Fahrzeug	124
5.3	Modell zur Kalibrierung des Messsystems	127
5.3.1	Herausforderungen für den Kalibrierprozess	128
5.3.2	Mathematisches Vorgehen bei der Kalibrierung des Systems	129
5.4	Bestimmung der Fahrwerkgeometrien aus der Messabfolge.....	132
5.4.1	Ablauf bei der Geometrienbestimmung aus den Messdaten.....	132
5.4.2	Ermittlung der Geometriedaten für ein Hinterachssystem.....	133
5.4.3	Ermittlung der Geometriedaten für ein Gesamtsystem	137
5.5	Erstellung des Messalgorithmus in einer Software	141
5.6	Validierung des Messprozesses.....	144
5.6.1	Vorgehensweise für die Validierung des Messprozesses	144
5.6.2	Testaufbau für die Validierung des Systems	148
5.6.3	Untersuchung der Umweltfaktoren und Auswirkungen auf die Anlagenparameter.....	150
5.6.4	Bewertung der Prüfmittelfähigkeit.....	152
5.6.5	Bewertung der Maschinenfähigkeit.....	153
5.6.6	Vergleich der Messgenauigkeit unter aktuellen Prüfmitteln.....	155
5.6.7	Fazit: Fähigkeiten des Radadaptionssystems.....	156
6	Konzeptionelle Entwicklung eines Targetmoduls	159

6.1	Anforderungen und möglicher Aufbau des Targets	159
6.2	Auslegung des Targetmoduls.....	161
6.3	Implementierung und mathematische Einbindung zusammen mit dem Radadaptionssystem	164
6.4	Alternatives Konzept zum Transfer der gemessenen Fahrwerkdaten.....	167
6.5	Erprobung am Beispiel einer Kalibrierung des Radarsensors.....	172
6.5.1	Versuchsaufbau und Ablauf	172
6.5.2	Auswertung und Ergebnisse der Versuchsmessungen.....	174
7	Fähigkeiten des Gesamtsystems in der Produktion	177
7.1	Gesamtaufbau des Prototyps in einer Modellfabrik	177
7.2	Resümee und Potenziale für zukünftige Inbetriebnahmen	178
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	179
8.1	Zusammenfassung und Fazit	179
8.2	Ausblick	181
V	Literaturverzeichnis.....	182
VI	Anhang	195