

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungen und Symbole	XIII
Kurzfassung	XVII
Abstract	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Forschungsleitende Fragen und Struktur der Arbeit	4
2 Entwicklung technischer Systeme, Sensorik und Produktionswerkzeuge	7
2.1 Entwicklung technischer Systeme	7
2.1.1 Produktentwicklung	7
2.1.2 Vorgehensmodelle	9
2.1.3 Methoden	14
2.2 Grundlagen der Sensorentwicklung	15
2.2.1 Anforderungen an Sensoren	15
2.2.2 Physikalische Sensoreffekte und Sensorwerkstoffe	17
2.2.3 Dünnschichtsensoren	19
2.3 Produktionswerkzeuge	23
2.3.1 Anforderungen an Werkzeuge und ihre Oberflächen	23
2.3.2 Beschichtung von Werkzeugen	25
2.3.3 Werkzeugsensoren	29
2.4 Vorläufige Ergebnisse	31
3 Bestehende Ansätze in der (Dünnschicht-) Sensorentwicklung	33
3.1 Identifikation relevanter Ansätze	33
3.2 Vergleichskriterien zur Analyse bestehender Vorgehens- und Prozessmodelle	35
3.2.1 Fokussierte Anwendungsbereiche	35
3.2.2 Wissens- und Innovationsstrategie	36
3.2.3 Anpassungs- und Implementierungsfaktoren	38
3.2.4 Praxisbezug	39
3.3 Analyse identifizierter Ansätze	39
3.3.1 Generische Ansätze	39
3.3.2 Spezifische Ansätze	43

- 3.4 Vergleichende Bewertung ausgewählter Forschungsansätze und Ableitung des Forschungsbedarfs 49
- 4 Vorgehensmodell für die Entwicklung und Herstellung von Dünnschichtsensoren 55**
 - 4.1 Ableitung von Nutzenden, Zielen und Anforderungen 55
 - 4.1.1 Ermittlung der Anforderungen basierend auf einer Stakeholder-Analyse . 55
 - 4.1.2 Ziele und Anforderungen 56
 - 4.2 Bezugsrahmen für ein Vorgehensmodell 59
 - 4.3 Systemanalyse 62
 - 4.3.1 Bedarfserfassung 63
 - 4.3.2 Tribologie 65
 - 4.3.3 Kritizitätsprüfung 67
 - 4.4 Systemstruktur 69
 - 4.4.1 Funktionskonzept 70
 - 4.4.2 Zielsystem 72
 - 4.5 Sensorgestaltung 74
 - 4.5.1 Design des Substrats 78
 - 4.5.2 Konzeption des Schichtsystems 80
 - 4.5.3 Auslegung des Sensorlayouts 85
 - 4.6 Sensorherstellung 89
 - 4.6.1 Prozessablauf 89
 - 4.6.2 Technologieauswahl 92
 - 4.6.3 Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung 94
 - 4.7 Sensorcharakterisierung 95
 - 4.7.1 Sensorverhalten 96
 - 4.7.2 Mathematische Modelle 97
- 5 Exemplarische Anwendung 101**
 - 5.1 Fallstudie 1: Kunststoffspritzguss 101
 - 5.1.1 Entwicklungsprozess 102
 - 5.1.2 Validierung in der Anwendung 109
 - 5.2 Fallstudie 2: Kaltmassivumformung 113
 - 5.2.1 Entwicklungsprozess 113
 - 5.2.2 Validierung in der Anwendung 123
- 6 Zusammenfassung und Ausblick 127**
 - 6.1 Zusammenfassung 127
 - 6.2 Kritische Würdigung 129
 - 6.3 Ausblick 132
- Literatur 135**
- Anhang 147**