

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
-----------------------------	---

Tabellenverzeichnis.....	XI
--------------------------	----

Abkürzungsverzeichnis	XIII
-----------------------------	------

1 Einleitung	1
---------------------------	----------

1.1 Ausgangssituation und Handlungsbedarf	1
---	---

1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	3
---------------------------------	---

1.3 Forschungskonzeption und Aufbau der Arbeit.....	5
---	---

2 Grundlagen des Betrachtungsbereichs.....	9
---	----------

2.1 Automobil Karosseriebau.....	9
----------------------------------	---

2.2 Leichtbauansätze im Karosseriebau	12
---	----

2.2.1 Sicken im Leichtbau.....	13
--------------------------------	----

2.2.2 Fahrzeugtypische Feinblechgeometrien	15
--	----

2.3 Umformtechnik	17
-------------------------	----

2.3.1 Tiefziehen und Hohlprägen.....	18
--------------------------------------	----

2.3.2 Auslegung von Umformvorgängen	22
---	----

2.3.3 Tribologie	25
------------------------	----

2.3.4 Umformsimulation.....	35
-----------------------------	----

2.4 Werkzeugbau.....	40
----------------------	----

2.4.1 Herstellungsverfahren für konventionelle Werkzeuge.....	42
---	----

2.4.2	Werkzeugwerkstoff	43
2.4.3	Werkzeugkonfiguration	44
2.4.4	Werkzeuggeometrie	45
2.5	Ableitung des Forschungsbedarfs	46
3	Grundlagen des Gestaltungsbereichs	49
3.1	Grundlagen des Additive Manufacturing	50
3.1.1	Fused Filament Fabrication	51
3.1.2	Polymere Werkstoffe.....	53
3.2	Anwendungsfall Prototyping	55
3.2.1	Automobiler Produktentstehungsprozess.....	56
3.2.2	Design Thinking	58
3.3	Anwendungsfall Kleinserie.....	59
3.4	Anwendungsfall Vorserie	61
3.5	Anwendungsfall Ersatzteilbereitstellung	63
3.6	Anwendungsfall Mass Customization	64
3.7	Zwischenfazit	66
4	Auslegung additiv gefertigter Werkzeugeinsätze	67
4.1	Prozessauslegung.....	67
4.2	Additive Herstellungsverfahren für Werkzeugeinsätze	69
4.3	Werkzeugwerkstoff.....	74
4.4	Werkzeugkonfiguration.....	77
4.5	Werkzeuggeometrie.....	79

5 Experimentelle Bestimmung tribologischer und mechanischer Eigenschaften	83
5.1 Erweitertes tribotechnisches System	83
5.2 Tribologische Eigenschaften	87
5.2.1 Reibung	87
5.2.2 Verschleiß	98
5.2.3 Selbstschmierung	108
5.3 Oberflächeneigenschaften.....	111
5.4 Mechanische Eigenschaften.....	118
 6 Ordnungsrahmen für additiv gefertigte Werkzeugeinsätze	 127
6.1 Definition und Vorgehensweise des Ordnungsrahmens	127
6.2 Versuchsmethodik der Analogieversuche	129
6.3 Durchführung der Analogieversuche	132
6.4 Rechnerische Validierung der Analogieversuche	148
6.5 Synthese des Ordnungsrahmens	153
6.6 Gestaltungsempfehlungen.....	163
 7 Anwendung und Erprobung additiv gefertigter Werkzeugeinsätze.....	 171
7.1 Umformversuche mit Karosseriebauteilen	171
7.2 Umformversuche mit Logos und Schriftzügen	181
 8 Schlussbetrachtung.....	 185
8.1 Zusammenfassung	185
8.2 Limitation	188

8.3 Ausblick188

9 Anhang.....191

10 Literaturverzeichnis215