

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung und Motivation..... 1
- 2 Problemstellung und Zielsetzung 3
 - 2.1 Lösungsansatz 3
 - 2.2 Arbeitshypothesen 4
- 3 Stand der Wissenschaft und Technik..... 7
 - 3.1 Papier 7
 - 3.1.1 Papierherstellungsprozess 7
 - 3.1.2 Beeinflussung struktureller Papiereigenschaften 8
 - 3.1.3 Blattbildungskonzepte von Laborverfahren17
 - 3.1.4 Zusammenfassung Papierherstellung24
 - 3.2 Additive Fertigung.....25
 - 3.2.1 Verfahrensgrundlagen und Anwendungsgebiete25
 - 3.2.2 Additive Fertigungsverfahren zellulosehaltiger Materialien.....29
 - 3.2.3 Beeinflussung von Bauteileigenschaften durch Material und Slicing38
 - 3.2.4 Zusammenfassung additive Fertigung42
- 4 Faserdruck: Additive Fertigung von Papier.....45
 - 4.1 Funktionsprinzip45
 - 4.2 Hardware47
 - 4.2.1 Suspensionsversorgung48
 - 4.2.2 Faserauftrag und Absaugung.....49
 - 4.3 Steuerungssoftware56
 - 4.3.1 Grafisches User Interface57
 - 4.4 Prozesskette der Probenherstellung60
 - 4.4.1 Prozesskette der additiven Fertigung: CAD - Slicing - G-Code61
 - 4.4.2 Manuelle Programmierung des G-Codes61
 - 4.4.3 Erzeugen von G-Code mit dem Faserdrucker G-Code-Generator62
 - 4.4.4 Probenherstellung und Trocknung67
- 5 Prozessgrenzen und Abhängigkeiten69
 - 5.1 Beschleunigung, Geschwindigkeit und Bauraum69
 - 5.2 Höhendifferenz und Massenstrom70
 - 5.3 Faserauftrag und Linienbreite.....74
 - 5.3.1 Linienbreite bei einmaligem Faserauftrag75
 - 5.3.2 Linienbreite bei mehrfachem Faserauftrag83
 - 5.3.3 Berechnung der Linienbreite in der Faserdrucker GUI.....89
 - 5.4 Entwässerung91

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.5 | Ablösen der Proben vom Sieb | 95 |
| 5.6 | Zusammenfassung der Prozessgrenzen und Abhängigkeiten | 96 |
| 6 | Eigenschaften additiv gefertigter Papiere | 97 |
| 6.1 | Material und Methoden | 97 |
| 6.1.1 | Versuchsplanung | 97 |
| 6.1.2 | Material und Probenherstellung | 99 |
| 6.1.3 | Probenuntersuchungen | 102 |
| 6.2 | Ergebnisse Prozessvariation | 103 |
| 6.2.1 | Abmessungen, flächenbezogene Masse und Dichte | 103 |
| 6.2.2 | Optische Eigenschaften und Faserorientierung | 107 |
| 6.2.3 | Zugprüfung | 113 |
| 6.3 | Ergebnisse Lagenaufbau | 118 |
| 6.3.1 | Abmessungen, flächenbezogene Masse und Dichte | 118 |
| 6.3.2 | Optische Eigenschaften und Faserorientierung | 119 |
| 6.3.3 | Zugprüfung | 121 |
| 6.4 | Ergebnisdiskussion | 123 |
| 7 | Anwendungspotentiale | 125 |
| 7.1 | Lastpfadgerechte Bauteilgestaltung | 125 |
| 7.2 | Papiere für Mikrofluidikanwendungen | 127 |
| 7.3 | Weitere Anwendungsbeispiele | 129 |
| 8 | Zusammenfassung und Ausblick | 131 |
| | Abkürzungsverzeichnis | 137 |
| | Formelzeichen | 138 |
| | Literaturverzeichnis | 139 |
| | Anhang | 157 |