Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **1**

2 Besonderheiten im Submikro- und Nanobereich **7**
2.1 Größeneffekt 8
2.2 Mechanische Besonderheiten 17
2.3 Weitere Effekte 20
2.3.1 Kohlenstoffabscheidung 20
2.3.2 Aufladungseffekte 21

3 Fertigungsverfahren für funktionelle Strukturen **23**
3.1 Fertigungsverfahren nach DIN 8580 im Submikro- und Nanobereich 25
3.1.1 Urformen 25
3.1.2 Umformen 31
3.1.3 Trennen 32
3.1.4 Fügen 34
3.1.5 Beschichten 36
3.1.6 Stoffeigenschaften ändern 40
3.2 Bewertende Betrachtung des Umformens als Fertigungsverfahren 43
3.2.1 Druckumformen 45
3.2.2 Zugdruckumformen 55
3.2.3 Zugumformen 57
3.2.4 Biegeumformen 59
3.2.5 Schubumformen 60
3.2.6 Zerteilen (Trennverfahren) 61

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4 Umformen metallischer Strukturen im Submikro- und Nanobereich 65
4.1 Apparativer Aufbau 65
4.2 Verfahren zur Herstellung von Werkzeugen und Halbzeugen 72
4.2.1 Elektrochemische Verfahren 73
4.2.2 Werkzeugherstellung mit fokussiertem Ionenstrahl 96
4.2.3 Weitere Herstellungsverfahren für Gesenkformen 111
4.3 Anwendung der Umformverfahren 113
4.3.1 Funktion der Manipulationswerkzeuge 114
4.3.2 Umformverfahren 116

5 Weiterführende Untersuchungen als Basis für künftige Forschungsthemen 147
5.1 Verfahrensvarianten und Möglichkeiten der Optimierung des Umformens 148
5.1.1 Umsetzung weiterer Umformverfahren 149
5.1.2 Funktionsintegration 166
5.1.3 Entnahme aus Gesenkformen 168
5.2 Schnittpunkte mit Fertigungsverfahren 175

6 Zusammenfassung und Ausblick 183

A Datenblätter der Mikromanipulatoren MM3A-EM 191
A.1 Freiheitsgrade und Arbeitsbereich der Mikromanipulatoren 192
A.2 Technisches Datenblatt der Mikromanipulatoren 193

B Internes Bildnummernverzeichnis 196

Literaturverzeichnis 206

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.