

## Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>VII</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Stand der Erkenntnisse zur umformenden Herstellung von Verzahnungen</b>	<b>2</b>
<b>3. Aufgabenstellung</b>	<b>9</b>
<b>4. Analyse geeigneter Oberflächen-Bearbeitungsverfahren und Beschichtungen für verzahnte Umformwerkzeuge unter tribologischen Aspekten</b>	<b>12</b>
4.1 Anforderungen an die Oberfläche bei hohen Kontaktspannungen unter Mangelschmierung	16
4.2 PVD-Beschichtung von funkenerosiv hergestellten Werkzeugen	18
4.2.1 Vergleich unterschiedlicher Oberflächenbehandlungen im Hinblick auf eine nachfolgende Beschichtung	21
4.2.2 Analogieversuche zur Bewertung des Reibungsverhaltens von Hartstoffbeschichtungen	24
4.2.3 Eigenschaften der beschichteten Werkzeuge im realen Umformprozeß	31
<b>5. Verfahrenskombination Querfließpressen und Napfen zur Herstellung verzahnter Getriebewellen</b>	<b>35</b>
5.1 Visioplasticity mit Modellwerkstoff zur Bestimmung des Stoffflusses	38
5.2 Zweidimensionale Simulation des Prozesses mit Hilfe der Finite-Elemente- Methode (FEM)	43
5.2.1 Stofffluß und Verfestigung des Werkstücks	44
5.2.2 Ableitung der auf das Werkzeug wirkenden Spannungen und Kräfte	55
5.2.3 Ermittlung der elastischen axialen Dehnungen an einer armierten Matrize	61
5.3 Konstruktion eines geteilten, kniehebelbetätigten Werkzeugs mit drehbarer Matrize	67

5.4	Experimentelle Ermittlung der prozeßbeschreibenden Kenngrößen und Analyse der Werkzeugschädigung	72
5.5	Bauteil Ausbildung	80
5.5.1	Genauigkeit und Ausfüllung der Verzahnung	81
5.5.2	Verfestigung und Gefüge	87
5.5.3	Zahnfußtragfähigkeit	90
<b>6.</b>	<b>Gratarmes Vorwärtsfließpressen von verzahnten Getriebewellen mittels eines verzahnten Stempels</b>	<b>95</b>
6.1	Auslegung der Prozeßkombination Vorwärtsfließpressen und Abscheren des Grates	95
6.2	Konstruktion eines Werkzeugs mit drehbarem Stempel und Auswerfer	101
6.3	Grundlagen zur Herstellung der verzahnten Matrize mit optimierter Einlaufkontur durch Mehrachsfräsen	104
6.4	Experimentelle Ermittlung der prozeßbeschreibenden Kenngrößen	108
6.5	Bauteil Ausbildung	113
6.5.1	Geradverzahnung	113
6.5.2	Schrägverzahnung	117
6.6	Drehmomentübertragende Zentrierung - Erprobung im Drehprozeß	120
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>129</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>132</b>