

Inhalt

1	FORMELZEICHEN UND SYMBOLE	III
2	EINLEITUNG	1
3	STAND DER TECHNIK	3
3.1	INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN.....	3
3.2	VERFAHRENSVARIANTEN.....	6
3.3	VERFAHRENSGRENZEN UND PROZEBFÜHRUNG.....	9
4	ZIELSETZUNG UND AUFGABENSTELLUNG	13
5	FLUIDTIEFZIEHWERKZEUG MIT MEHRFACHMEMBRANEN	15
5.1	VERFAHRENSPRINZIP.....	15
5.2	WERKZEUGKONSTRUKTION.....	16
6	PROZEBSTEUERUNG	25
6.1	ANFORDERUNGEN AN DIE STEUERUNG FÜR EINE VERSAGENSFREIE PROZEBFÜHRUNG	25
6.1.1	<i>Prozeßablauf</i>	25
6.1.2	<i>Prozeßgrößen</i>	26
6.1.3	<i>Versagensfälle des Umformverfahrens</i>	27
6.1.4	<i>Arbeitsdiagramm</i>	28
6.2	AUFBAU DER HYDRAULIK FÜR DEN MEMBRANDRUCK.....	30
6.3	AUFBAU DER STEUERUNG FÜR DIE PRESSE UND FÜR DIE ZUSÄTZLICHE HYDRAULIK ...	31
6.3.1	<i>Steuerungshardware</i>	32
6.3.2	<i>Steuerungsprogramme</i>	32
7	ANALYTISCHE BETRACHTUNG DES BEANSPRUCHUNGSZUSTANDS IM BLECH WÄHREND DER UMFORMUNG	35
7.1	TRAGFÄHIGKEIT DER ZARGE.....	36
7.2	SPANNUNGSZUSTAND IN DER ZARGE.....	47
7.3	GRENZZIEHVERHÄLTNIS.....	52

8	EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DES UMFORMVERFAHRENS.....	58
8.1	DAS VERHALTEN DER MEMBRANEN	58
8.1.1	<i>Werkstoffauswahl für die Membranen.....</i>	58
8.1.2	<i>Messung der Druckverteilung unter den Membranen.....</i>	60
8.1.3	<i>Einfluß der Membrangeometrie auf das Umformergebnis.....</i>	68
8.2	DER EINFLUSS DES SCHMIERSTOFFS	69
8.2.1	<i>Auswahl der Schmierstoffe.....</i>	70
8.2.2	<i>Festlegung der übrigen Versuchsparameter.....</i>	71
8.2.3	<i>Auswertung mit Hilfe des Umformwirkungsgrades.....</i>	72
8.2.4	<i>Ergebnisse.....</i>	74
8.3	UNTERSUCHUNG DER RÜCKFEDERUNG ANHAND VON TRÄGERPROFILTEILEN	76
8.3.1	<i>Probenform.....</i>	76
8.3.2	<i>Parametervariation und Ergebnisse.....</i>	79
8.4	VERSUCHE MIT VERSCHIEDENEN BAUTEILGEOMETRIEN.....	84
8.4.1	<i>Zylindrischer Napf.....</i>	84
8.4.2	<i>Tiefziehteil mit Rechteckquerschnitt.....</i>	85
8.4.3	<i>Gehäuse mit Innensechskant.....</i>	86
9	NUMERISCHE UNTERSUCHUNG DES VERFAHRENS MIT DER FINITE ELEMENTE METHODE (FEM).....	88
9.1	DAS VERHALTEN DER ELASTOMERMEMBRANEN.....	88
9.1.1	<i>Modellbildung.....</i>	89
9.1.2	<i>Dehnungen in der Membran.....</i>	93
9.1.3	<i>KontaktNormalspannung.....</i>	94
9.1.4	<i>Einfluß einer zusätzlichen Verschleißmatte zwischen Membranen und Blech.....</i>	96
9.1.5	<i>Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....</i>	99
9.2	SIMULATION VON UMFORMPROZESSEN MIT WIRKMEDIENUNTERSTÜTZUNG.....	103
9.2.1	<i>Tiefziehen zylindrischer Nöpfe.....</i>	103
9.2.2	<i>Tiefziehteil mit Rechteckquerschnitt.....</i>	111
10	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	88
11	LITERATURVERZEICHNIS.....	115