

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Anliegen und Zielsetzung	1
1.2 Historischer Abriss	4
1.3 Anwendungspotenzial	9
2 Grundlagen.....	15
2.1 Verfahrensspezifik	15
2.2 Fluidisches System	17
2.3 Kenngrößen	19
2.4 Typische Versagensfälle.....	21
2.4.1 Rohre und Profile.....	21
2.4.1.1 Bersten.....	21
2.4.1.2 Falten.....	22
2.4.1.3 Knicken	23
2.4.2 Bleche	24
2.4.2.1 Einschnüren und Bersten	24
2.4.2.2 Falten.....	26
2.5 Tribologie	27
3 Prozessgestaltung	33
3.1 Bauteildesign	33
3.1.1 Systematik der Bauteilgeometrie.....	33
3.1.2 Anforderungen an das Bauteil	38
3.1.3 Verfahrensgerechte Bauteilgestaltung.....	39
3.1.4 Funktionsoptimierte Bauteile	44
3.2 Halbzeugeinsatz.....	46
3.2.1 Werkstoffe für die Hydro-Umformung	46
3.2.2 Rohre und Profile.....	52
3.2.2.1 Durchgängige Rohre und Profile.....	52
3.2.2.2 Konische Rohre	54
3.2.2.3 Abgesetzte Rohre.....	55
3.2.2.4 Gefügte Rohre und Profile.....	56
3.2.3 Blechzuschnitte.....	59

3.2.4 Umformteile	62
3.3 Hydro-Umformung von Rohren und Profilen	64
3.3.1 Vorformen	64
3.3.1.1 Technologischer Aspekt	64
3.3.1.2 Verfahrensvarianten	65
3.3.2 Hauptformgebungsprozess	71
3.3.2.1 Verfahrensvarianten	71
3.3.2.2 Prozessbeschreibung.....	77
3.3.2.3 Definition der Prozessparameter	80
3.3.2.4 Typische Prozesslösungen.....	84
3.4 Hydro-Blechumformung	90
3.4.1 Vorformen	90
3.4.1.1 Einzelplatinen.....	91
3.4.1.2 Doppelplatinen	93
3.4.1.3 Gefügte Platinen	94
3.4.2 Hauptformgebungsprozess	96
3.4.2.1 Prozessbeschreibung.....	97
3.4.2.2 Berechnen und Abschätzen	99
3.4.2.3 Erläuterungen zu ausgewählten Prozessparametern.....	103
3.4.2.4 Verfahrensvarianten	104
3.4.2.5 Typische Prozesslösungen.....	108
3.5 Verfahrensadaption.....	118
3.5.1 Thermische Hydro-Umformung.....	118
3.5.2 Metallschaum in Hydro-Umformteilen	121
3.5.3 Verfahrensintegration	126
3.5.3.1 Schneiden und Lochen	126
3.5.3.2 Tiefziehen, Prägen und Biegen.....	130
3.5.3.3 Fügen.....	134
3.6 Bedeutung der FEM-Simulation für die Prozessoptimierung.....	141
3.6.1 Einsatzfelder und Systeme.....	141
3.6.2 Derzeitiger Stand und erreichte Ergebnisse.....	143
3.6.3 Handlungsbedarf und Entwicklungspotenzial	144
3.7 Qualitätssicherung	147
3.7.1 Erreichbare Genauigkeiten	147
3.7.2 Mess- und Prüftechnik.....	150
3.7.3 Schadens- und Fehleranalyse.....	153
3.7.4 Prozessmonitoring und Überwachungssysteme	155
3.7.5 Prozessregelsysteme	158
4 Werkzeugtechnik	163
4.1 Werkzeugkonzepte	163
4.1.1 Dimensionierung	163

4.1.1.1 Grundsätzliche Ausführungsvarianten	163
4.1.1.2 Werkzeugwerkstoffe.....	165
4.1.1.3 Wärmebehandlungsverfahren.....	168
4.1.1.4 Lage der Teilungsebene.....	169
4.1.1.5 Lokalisierung der Axial- und Radialzylinder	172
4.1.1.6 Andocksyste.....	172
4.1.2 Belastung	181
4.1.3 Berechnungsmethoden.....	184
4.1.4 Beschichtungen.....	189
4.2 Werkzeugfertigung und -wartung.....	190
4.2.1 Bearbeitungscharakteristik	190
4.2.2 Bearbeitungsstrategie Bohrschruppen	191
4.2.2.1 Theoretische Vorbetrachtung	191
4.2.2.2 Bearbeitung eines Referenzteils	193
4.2.3 Wartung	196
4.3 Tryout und Werkzeugerprobung.....	197
5 Maschinen.....	203
5.1 Einordnung in das Anlagenkonzept.....	203
5.2 Übersicht.....	204
5.2.1 Funktionen.....	204
5.2.2 Prinzipieller Aufbau	206
5.2.3 Parameter.....	207
5.3 Zuhalteeinrichtungen (Schließenheiten).....	209
5.3.1 Funktionen.....	210
5.3.2 Aufbauprinzipien.....	213
5.3.3 Kraftschlüssige Zuhalteeinrichtungen:	
Hydraulische Pressen.....	214
5.3.4 Formschlüssige Zuhalteeinrichtungen:	
Verriegelter Stößel.....	219
5.3.5 Mehrfach-Anordnungen	229
5.4 Innendruckachse	230
5.4.1 Aufbau und Funktionen	230
5.4.2 Druckerzeuger	234
5.4.3 Füllsysteme.....	237
5.4.4 Fluidaufbereitung.....	239
5.5 Axialachsen	243
5.5.1 Aufbau und Funktionen	243
5.5.2 Hydraulische Steuerkette.....	248
5.6 Niederhalter	251
5.7 Maschinensteuerung	255
5.7.1 Funktionen	255

5.7.2 Steuerungsarchitektur	257
5.7.3 Bedienkonzepte	260
6 Planung von Hydro-Umformprozessen	265
6.1 Grundlegende Aspekte der Planung von Hydro-Umform- prozessen	265
6.2 Planung des Hydro-Umformfertigungssystems.....	268
6.2.1 Hydro-Umformanlage	269
6.2.2 Hydroumform-Fertigungssysteme.....	271
6.3 Prozessplanung – Planungsbeispiele	272
6.3.1 Abgasbauteil als IHU-Doppelteil	272
6.3.2 IHU-Strukturbauteil als Space-Frame-Komponente	274
6.3.3 IHU-Bauteile als Komponenten von Pkw-A-Säule und Dachquerträger	276
6.3.4 Hydro-Umformteile als Komponenten flächiger Karosseriestrukturen.....	277
7 Ausblick	281
Literaturverzeichnis	283
Symbole.....	297
Stichwortverzeichnis.....	301