

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
UMFORMTECHNIK UND
UMFORMMASCHINEN
UNIVERSITÄT HANNOVER

IFUM
PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Tarik ben Ziad El-Dsoki, Hannover

Numerische Untersuchungen zur Anisotropie beim Tiefziehen von Feinblech

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **373**

Inhaltsverzeichnis

	Symbolverzeichnis	VII
1	Einführung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Berechnungsverfahren in der Umformtechnik	4
2.1.1	Die Elementare Methode	4
2.1.2	Die Finite Elemente Methode	6
2.2	Die Anisotropie des Bleches	8
3	Experimentelle Untersuchungen	11
3.1	Aufnahme der Werkstoffkennwerte	12
3.2	Tiefziehversuche	14
4	Explizite FE-Formulierung für die Simulation in der Blechumformung	14
4.1	Der explizite Integrationsalgorithmus	14
4.2	Die Stabilitätsgrenze	15
4.3	Der Kontaktprozessor	16
4.4	Analyse eines Tiefziehprozesses mit der expliziten FE-Formulierung	17
4.5	Die Sensitivitätsanalyse	19
4.5.1	Variation der Stempelgeschwindigkeit	19
4.5.2	Variation der Werkstückstoffdichte	20
4.5.3	Auswertung der Sensitivitätsanalyse	22
4.6	Vergleich der impliziten und expliziten FE-Formulierung	22
5	Die Berücksichtigung der Anisotropie in der FE-Simulation	23
5.1	Die Anisotropiebeschreibung nach HILL	23
5.2	Die Implementation des HILLschen Modelles in ABAQUS	26
5.3	Die Anisotropiebeschreibung nach BESDO	29
6	Stoffgesetzintegration	32
6.1	Beschreibung der grundlegenden Gleichungen	34

6.2	Numerische Verfahren zur Lösung von Anfangswertproblemen	36
6.3	Beschreibung des implementierten Integrationsverfahrens	40
6.4	Die Schnittstelle VUMAT des Programmes ABAQUS	42
6.5	Verifikation des implementierten Moduls	44
7	Numerische Untersuchungen	45
7.1	Einfluß der Diskretisierung auf die FE-Simulation . . .	46
7.2	Einfluß der senkrechten Anisotropie	48
7.3	Einfluß der planaren Anisotropie	49
7.4	Simulation eines mehrstufigen Tiefziehprozesses	51
8	Zusammenfassung	52
	Anhang: Bilder und Tabellen	54
	Schrifttum	87