

Inhalt

Vorwort	XI
1 Einführung	1
1.1 Der Fertigungsprozess von Karosseriebauteilen	1
1.2 Abriss zur historischen Entwicklung der Blechbranche im Automobilbau	4
1.3 Ausbildung qualifizierter Fachkräfte	13
Literatur	18
2 Umformtechnische Grundlagen	21
2.1 Umformmechanismus	21
2.2 Umformfestigkeit und Fließkurve	25
2.3 Mehrachsigkeit der Beanspruchung, Fließbedingungen, Fließgesetz	31
2.4 Anisotropie der Blechwerkstoffe	35
2.5 Umformvermögen, Umformgrenze, Grenzformänderung	38
2.6 Reibung und Verschleiß	48
Literatur	63
3 Blechwerkstoffe	65
3.1 Leichtbau Karosserie	65
3.2 Stahlwerkstoffe	70
3.2.1 Verfestigungsmechanismen	70
3.2.2 Fertigung von Stahlblechen	73
3.2.3 Klassifizierung und Bezeichnung	74
3.2.4 Weiche Stähle	78
3.2.5 Höherfeste Stahlwerkstoffe	80

3.2.6	Mehrphasenstähle	82
3.2.7	Fließkurven und Grenzformänderungskurven im Vergleich	87
3.3	Leichtmetalle	89
3.3.1	Einsatzperspektiven	89
3.3.2	Aluminiumlegierungen im Karosseriebau	91
3.3.3	Magnesiumlegierungen	93
3.3.4	Titan, Titanlegierungen	96
3.4	Einsatz von Tailored Blanks	97
	Literatur	100
4	Beanspruchungsidentifikation	103
4.1	Problemstellung – Übersicht	103
4.2	Biegebeanspruchungen an Karosseriebauteilen	108
4.2.1	Verfahrensvarianten	108
4.2.2	Das freie Biegen	110
4.2.3	Biegen im Gesenk	117
4.2.4	Das Biegen von Hutprofilen	120
4.2.5	Ziehstäbe und Bremswülste	125
4.2.6	Biegen wenig gekrümmter Blechteile	134
4.3	Die Tiefziehbeanspruchung	137
4.3.1	Verfahrensvarianten	137
4.3.2	Grundlagen	140
4.3.3	Tiefziehen im Weiterschlag	145
4.3.4	Das Tiefziehen unrunder Bauteilkonturen	147
4.3.5	Die Niederhalterkraft für das Tiefziehen komplexer Bauteile	150
4.3.6	Tiefziehen mit großem Ziehspalt	156
4.3.7	Das Arbeitsdiagramm zum Nivellieren der Niederhalterkraft	157
4.3.8	Ermittlung der Zuschnittskonturen	165
4.4	Fertigungsverfahren der Zugumformung	168
4.4.1	Definitionen, Verfahrensanwendungen	168
4.4.2	Das Hohlprägen	170
4.4.3	Streckziehen mit Umformwerkzeugen	174
4.4.4	Rückfederung beim Streckziehen wenig gewölbter Karosserieteile	181
4.5	Kragenziehen – Weiten von Fließöffnungen, Fließöffnungen und Formkonturen	184
4.5.1	Verfahrensvarianten	184

4.5.2	Grundlagen des Aufweitens und Kragenziehens	186
4.5.3	Fließöffnungen, Fließschnitte, Entlastungsschnitte	190
4.6	Das Nachformen von Radien	197
4.6.1	Verfahren – Verfahrensanwendungen	197
4.6.2	Verfahrensgrundlagen	198
4.7	Das Falzen von Karosseriebauteilen	202
4.7.1	Verfahrenserläuterung	202
4.7.2	Verfahrensgrenzen	205
4.8	Das Schneiden von Blechen mit Werkzeugen	207
4.8.1	Verfahrensübersicht	207
4.8.2	Analyse des Schneidvorgangs	209
4.8.3	Kenngößen der Schnittfläche	210
4.8.4	Ermittlung energetischer Kenngößen	211
4.8.5	Schnittqualität	214
4.9	Presshärten	216
4.9.1	Das Verfahren	216
4.9.2	Blechwerkstoffe und ihr Verhalten	218
4.9.3	Anlagen und Werkzeuge	219
	Literatur	222
5	Finite-Elemente-Simulation in der Blechbearbeitung	225
5.1	Das Entwicklungskonzept	225
5.2	Die Grundlagen	226
5.3	Anwendungen	230
5.4	Stand und Weiterentwicklung	234
	Literatur	235
6	Qualitätsmanagement im Produktentstehungsprozess	237
6.1	Anforderungen des Marktes	237
6.2	Qualitätsstrategie für die Prozesskette Karosserie	239
6.3	Qualitätsanforderungen an Karosseriebauteile	241
6.4	Qualitätsmängel – Qualitätsrisiken	243
6.5	Toleranzmanagement	251
6.6	Prüfmethoden	254
6.7	Parallelentwicklungen – Basis der Produktentstehung	258
6.8	Prozessrobustheit	263
	Literatur	269

7	Maschinentechnik für das Umformen und Schneiden	271
7.1	Wandel der Anforderungen	271
7.2	Einteilung und Übersicht	274
7.3	Einzelpressen und Pressensysteme	283
7.4	Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit	293
	Literatur	296
8	Fertigungsplanung	299
8.1	Inhalte und Zielstellung	299
8.2	Produktzuordnung – Logistik	300
8.3	Die Grundtechnologie – dominierende Verfahrenskombination	304
8.4	Arbeitsweisen	306
8.5	Erste Durchlaufplanung	312
8.6	Wirtschaftliche Vergleiche von Fertigungsvarianten	317
	Literatur	320
9	Entwicklung und Bau der Werkzeuge	321
9.1	Konzeptionelle Grundlagen	321
9.2	Die Entwicklung der Prozessfolge großer komplexer Blechwerkstücke – der Methodenplan	324
9.2.1	Einführende Betrachtungen – Probleme der Prozessgestaltung	324
9.2.2	Anforderungen an die Methodenplanung	329
9.2.3	Die fertigungsgerechte Konstruktion von Karosserieteilen	338
9.2.4	Die Ziehanlagengestaltung	346
9.2.4.1	Vergegenständlichte Vorstellungen	346
9.2.4.2	Die Fertigungsrichtungen	349
9.2.4.3	Niederhalterfläche, Ankonstruktion und Stempelumriss	356
9.2.4.4	Praxisbeispiele zum Vertiefen der Ziehanlagenentwicklung	362
9.2.5	Die Ziehanlagenoptimierung	384
9.2.5.1	Notwendigkeit und Ziele	384
9.2.5.2	Beispiele der Ziehanlagenoptimierung	387
9.2.6	Spezielle Anforderungen an die Arbeitsfolgegestaltung	404
9.2.6.1	Übersicht, Problemstellung	404
9.2.6.2	Schneid- und Nachformoperationen	406

9.2.6.3	Durchlaufuntersuchungen	417
9.2.6.4	Abfallabführung	418
9.2.6.5	Überprüfen des Kraft- und Arbeitsbedarfs ...	421
9.2.6.6	Werkzeugprinzipien und Methodenplan	428
9.2.6.7	Rückfederung und Rückfederungs- kompensation	431
9.3	Werkzeuge der Karosserieteilefertigung	438
9.3.1	Übersicht	438
9.3.2	Stückgut- und Folgefertigung	439
9.3.3	Ziehwerkzeuge	444
9.3.4	Beschneide- und Nachformwerkzeuge	447
9.3.5	Werkzeugwerkstoffe	452
9.3.6	Werkzeuge für die Prototypen- und Kleinserienfertigung	461
9.4	Ausgewählte Bereiche der Werkzeugfertigung	469
9.4.1	Werkzeugkonstruktion	469
9.4.2	Anfertigung der Gießmodelle	472
9.4.3	Bearbeitung der Werkzeuge	472
9.4.4	Montage der Werkzeuge	473
9.4.5	Der Werkzeug-Tryout	474
	Literatur	477
Index		479