

# Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Abkürzungen und Formelzeichen</b>	<b>III</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Verfahren zur Profilverstellung</b>	<b>3</b>
2.1	<i>Umformende Verfahren zur Profilverstellung</i>	3
2.1.1	Warmwalzen	3
2.1.2	Kaltumformen	3
2.1.3	Strangpressen	5
2.2	<i>Fügeverfahren zur Profilverstellung</i>	6
2.2.1	Schweißen	6
2.2.2	Kleben	7
2.2.3	Umformtechnisches Fügen	7
<b>3</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Stand der Erkenntnisse</b>	<b>12</b>
4.1	<i>Verfahrensidee</i>	12
4.2	<i>Verfahrensprinzip</i>	14
4.2.1	Diskontinuierliche Verfahrensvariante	16
4.2.2	Kontinuierliche Verfahrenstechnik	18
4.3	<i>Untersuchungen zum Werkstoffverhalten in der Umformzone</i>	20
4.4	<i>Beschreibung der Prozessstufen durch Verfahren der Umformtechnik</i>	21
4.4.1	Umformvorgang bei der Erzeugung von Rillen	22
<b>5</b>	<b>Versuchswerkstoffe und Vorrichtungen</b>	<b>27</b>
5.1	<i>Eingesetzte Versuchswerkstoffe</i>	27
5.2	<i>Anlagentechnik</i>	28
5.2.1	Anlage zum Nuten des Gurtwerkstoffes	28
5.2.2	Anlage zum Profilieren des Steges	31
5.2.3	Anlage zum Fügen von Gurt und Steg	32
5.2.4	Kontinuierliche Profilverfertigung	35
<b>6</b>	<b>Ermittlung der Verbindungs- und Bauteileigenschaften</b>	<b>36</b>
6.1	<i>Betrachtungen zur Verbindungsausprägung</i>	36
6.2	<i>Konzept zur Prüfung unter quasistatischer Beanspruchung</i>	38
6.3	<i>Grundlegende Untersuchungen zu den Prozessstufen</i>	41
6.3.1	Untersuchungen zur Variation der Nuttiefe	41
6.3.2	Untersuchungen zu verschiedenen Stegprofilierungen	45
6.3.3	Untersuchungen zu Einflüssen von Schließnuttiefe und -abstand	49
6.4	<i>Optimierung der Verfahrensparameter</i>	53

6.5	<i>Betrachtungen zum Versagensverhalten</i> .....	56
6.5.1	Versagen im Kopfzugversuch .....	56
6.5.2	Versagen im Schubversuch .....	58
6.5.3	Werkstoffausnutzung bezogen auf den Steg .....	60
6.6	<i>Tragfähigkeit unter dynamisch schwingender Last</i> .....	63
6.6.1	Versuchsaufbau .....	63
6.6.2	Verbindungseigenschaften unter schwellender Beanspruchung .....	64
6.6.3	Versagensverhalten unter schwellender Beanspruchung .....	68
6.7	<i>Bauteilverhalten unter statischer Biegebeanspruchung</i> .....	70
6.7.1	Grundlagen der Biegebeanspruchung von langen Trägern .....	70
6.7.2	Übertragung der Grenzwerte auf eine Trägergeometrie .....	74
6.7.3	Verhalten eines Trägers im Biegeversuch .....	76
6.7.4	Vergleich zu Standardprofilen .....	80
<b>7</b>	<b>Umsetzung von Prototypenanwendungen</b> .....	<b>85</b>
7.1	<i>Regalträger</i> .....	85
7.2	<i>Leicht- und Hybridprofile</i> .....	86
7.3	<i>Geschlossene Profile und Paneele</i> .....	88
7.4	<i>T – Profile aus Warmbandhalbzeugen</i> .....	89
7.5	<i>Lochstegträger als Fassadenelement</i> .....	92
<b>8</b>	<b>Umformungen in der Verbindungszone</b> .....	<b>94</b>
8.1	<i>Beurteilung des Werkstoffflusses beim Nutwalzen</i> .....	94
8.1.1	Mikroskopische Aufnahmen .....	95
8.1.2	Verfestigung der Umformzone .....	96
8.1.3	Breitung des Gurtwerkstoffes .....	98
8.2	<i>Messung der Prozesskräfte</i> .....	99
8.3	<i>Verfahrenssimulation durch Finite Elemente Methode</i> .....	104
8.3.1	Simulation des Nutprozesses .....	105
8.3.2	Werkstoffauswahl und –modelle .....	109
8.3.3	Verifikation der Berechnungsergebnisse zum Prozessschritt Nuten .....	112
8.3.4	Simulation des Fügeprozesses .....	117
8.3.5	Verifikation der Berechnungsergebnisse zur Prozessstufe Fügen .....	122
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>125</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>130</b>