

Inhaltsverzeichnis

0	Abkürzungen und Formelzeichen	III
1	Einleitung	1
2	Verfahren zur Profilverstellung	3
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
3	Zielsetzung	10
4	Stand der Erkenntnisse	12
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
5	Versuchswerkstoffe und Vorrichtungen	27
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
6	Ermittlung der Verbindungs- und Bauteileigenschaften	36
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 Kopfbogenversuch	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
7	Umsetzung von Prototypenanwendungen	85
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
8	Umformungen in der Verbindungszone	94
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
9	Zusammenfassung	125
10	Literaturverzeichnis	130