

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Vorbetrachtungen | 1 |
| 1.1 | Motivation und Zielsetzung | 1 |
| 1.2 | Literaturüberblick | 2 |
| 1.3 | Aufbau der Arbeit | 4 |
| 2 | Kontinuumsmechanische Grundlagen | 5 |
| 2.1 | Beschreibung der Kinematik | 5 |
| 2.2 | Linielement und Deformationsgradient | 8 |
| 2.3 | Verzerrungstensoren | 9 |
| 2.4 | Spannungstensoren | 10 |
| 2.5 | Verzerrungsgeschwindigkeiten | 13 |
| 2.6 | Bilanzgesetze | 14 |
| 2.7 | Eindimensionale Betrachtung | 20 |
| 2.8 | Dreidimensionale Betrachtung | 21 |
| 3 | Versuchsaufbau | 24 |
| 3.1 | Überblick der verwendeten Versuchseinrichtungen | 24 |
| 3.2 | Gesamtansicht des verwendeten Versuchsaufbaus | 25 |
| 3.3 | Prüfrahmen | 27 |
| 3.4 | Belastungseinheit | 29 |
| 3.5 | Laststrang | 33 |
| 3.6 | Messtechnik | 36 |
| 3.6.1 | Kolbenposition | 37 |
| 3.6.2 | Kraft im Laststrang | 38 |
| 3.6.3 | Digitale Hochgeschwindigkeitskamera | 40 |
| 3.6.4 | Transientenrecorder | 43 |
| 4 | Versuchsdurchführung | 44 |
| 4.1 | Verwendete Prüflinge | 50 |
| 4.2 | Quasistatische Vorversuche | 53 |
| 4.3 | Vorbereitung des Versuchsaufbaus | 53 |
| 4.4 | Versuche mit Geschwindigkeiten bis 100 mm/s | 53 |
| 4.5 | Versuche mit Geschwindigkeiten bis 1000 mm/s | 54 |
| 4.6 | Versuche mit Geschwindigkeiten bis 20000 mm/s | 55 |
| 4.7 | Einsatz der Hochgeschwindigkeitskamera | 55 |
| 5 | Aufbereitung des Kraftsignals | 57 |
| 5.1 | Einfluss der Zeitkonstante bei sehr langsamen Versuchen | 57 |
| 5.2 | Dynamisches Verhalten des Laststrangs | 60 |
| 5.2.1 | Einfluss der Kolbengeschwindigkeit | 62 |
| 5.2.2 | Einfluss des Materials | 64 |
| 5.2.3 | Einfluss der Gestaltung der Taille | 65 |
| 5.2.4 | Anregung des oberen Spannzeugs | 67 |
| 5.2.5 | Modellierung des oberen Spannzeugs durch diskrete Modelle | 68 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.2.6 | Messung der Kraft im Laststrang durch Dehnungsmessstreifen auf dem Prüfling | 71 |
| 5.2.7 | Glättung des Kraftsignals | 73 |
| 6 | Analyse der Hochgeschwindigkeitsaufnahmen zur Ermittlung der Verschiebungen | 75 |
| 6.1 | Grauwertkorrelation | 76 |
| 6.2 | Vergleichsversuche zur Einflussanalyse | 78 |
| 6.2.1 | Analyse von Starrkörperbewegungen | 78 |
| 6.2.2 | Parameterstudie zur Findung der optimalen Auswerteparameter | 79 |
| 7 | Beschreibung des dehnratenabhängigen Werkstoffverhaltens | 85 |
| 7.1 | M-Wert aus der erweiterten Hollomongleichung | 86 |
| 7.2 | Thermisch aktivierte Verformungsprozesse | 87 |
| 7.3 | Cowper - Symonds Modell | 91 |
| 7.4 | Johnson - Cook Modell | 91 |
| 7.5 | Schar von Fließkurven unterschiedlicher Dehnrate | 92 |
| 8 | Bildung der Fließkurven aus den Versuchsergebnissen | 93 |
| 8.1 | Berechnung der natürlichen, plastischen Dehnung | 93 |
| 8.1.1 | Technische Dehnung aus der Kolbenposition | 94 |
| 8.1.2 | Technische Dehnung aus den Verschiebungsdaten der Oberfläche | 94 |
| 8.1.3 | Vergleich der Ergebnisse der natürlichen Dehnung | 97 |
| 8.2 | Berechnung der wahren Spannung | 98 |
| 8.2.1 | Verwendung der technischen Dehnung unter Voraussetzung der Volumenkonstanz | 98 |
| 8.2.2 | Verwendung der wahren Querschnittsfläche | 98 |
| 8.2.3 | Gegenüberstellung der auf verschiedene Weise berechneten wahren Spannung | 100 |
| 8.3 | Berechnung der natürlichen plastischen Dehnrate | 101 |
| 8.4 | Beispiel einer Fließkurvenschar für einen Stahlwerkstoff | 101 |
| 8.5 | Anwendung des Modells der thermisch aktivierten Verformung auf die gewonnene Fließkurvenschar | 103 |
| 9 | Abschließende Bemerkungen | 106 |
| 9.1 | Zusammenfassung | 106 |
| 9.2 | Ausblick | 107 |
| | Literaturverzeichnis | 107 |