

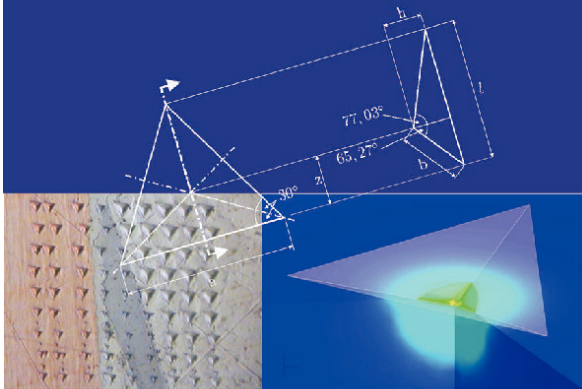


Jens Sterthaus (Autor)

Parameteridentifikation an metallischen Werkstoffen basierend auf numerischen Simulationen und instrumentierter Eindringprüfung


Schriftenreihe des Lehrstuhls für Kontinuumsmechanik und Materialtheorie der Technischen Universität Berlin

Herausgegeben von Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller



Jens Sterthaus

**Parameteridentifikation
an metallischen Werkstoffen
basierend auf numerischen Simulationen
und instrumentierter Eindringprüfung**

 Cuvillier Verlag Göttingen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1384>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xvii
Vorwort	xxiii
Kurzfassung	xxv
Abstract	xxvii
1 Einleitung	1
2 Verifikation klassischer Auswertungsverfahren	5
2.1 Prüfkörpergeometrie und Härte	5
2.2 Zusammenhang zwischen Kraft-Weg-Kurve und E-Modul . . .	15
2.3 Dimensionsanalyse	20
2.4 Kalibrierung	28
2.4.1 Ermittlung der Flächenfunktion und Nachgiebigkeit als entkoppelte Größen	29
2.4.2 Iterative Ermittlung der Flächenfunktion und der Nachgiebigkeit	33
2.5 Nutzung der Dimensionsanalyse für Größen der Indentation .	38
2.5.1 Linear elastisch-ideal plastisches Material	38
2.5.2 Linear verfestigendes Material	47
2.5.3 Auswirkungen des Werkstoffmodells auf die zu ermit- telnden Kenngrößen	50
2.5.4 Auswirkungen einer fehlerhaft bestimmten Rahmen- nachgiebigkeit	51

INHALTSVERZEICHNIS

3	Parameteridentifikation mittels Nanoindentation	55
3.1	Beschreibung des Indentermodells und der Vorgehensweise . . .	55
3.2	Materialeigenschaften und zu identifizierende Parameter . . .	74
3.2.1	Berücksichtigung der Materialdaten in der FE-Berechnung	74
3.2.2	Elastisch-ideal plastisch	76
3.2.3	Elastisch-plastisch, mit linearer Verfestigung	76
3.2.4	Materialmodell nach RAMBERG-OSGOOD	77
3.2.5	Modifiziertes RAMBERG-OSGOOD-Modell mit einem linear elastischen Bereich	79
3.2.6	Modifiziertes LUDWIK-Modell mit einem linear elastischen Bereich	81
3.3	Konstitutive Gleichungen	83
3.3.1	Kinematische Beziehungen	83
3.3.2	Additive Zerlegung der Dehnraten	84
3.3.3	Gleichgewicht und virtuelle Arbeit	84
3.3.4	Elastische Eigenschaften	86
3.3.5	Plastische Eigenschaften	86
3.3.6	Berücksichtigung zeitabhängigen Verhaltens durch Kriechen	88
3.4	Ablaufschema des Programmes	88
3.5	Konischer Indenter und synthetische Referenzdaten	90
3.5.1	Konvergenz des Optimierungsproblems bei zutreffender Materialhypothese	90
3.5.2	Identifikation mit nicht zutreffender Materialhypothese für ein bilineares Materialmodell	94
3.5.3	Identifikation mit nicht zutreffender Materialhypothese für das elastisch-ideal plastische Modell	100
3.6	Identifikationsprozess mit Kugelindenter und synthetischen Messkurven	107
3.6.1	Parameterstudie hinsichtlich des Konvergenzverhaltens	107
3.6.2	Kugelindenter und nicht zutreffende Materialhypothese	121
3.7	Vergleich mit anderen Verfahren	127
4	Zugversuche	129
4.1	Versuchsaufbau für Zugversuche	129
4.2	Ablauf des Zugversuchs	130
4.3	Auswerteverfahren	132
4.4	Versuchsergebnisse	137
4.5	Mögliche konstruktive Änderungen	139

INHALTSVERZEICHNIS

5	Parameteridentifikation mit kalibrierter Geometrie	141
5.1	Analyse des Eindringkörpers	141
5.2	Aufbau eines angepassten Modells mit individuellem Prüf- körper	146
5.3	Indentation einer Mikrozugprobe aus Aluminium ohne Be- rücksichtigung viskoser Effekte	149
5.4	Indentation einer Mikrozugprobe aus Aluminium mit Berück- sichtigung viskoser Effekte	153
5.5	Vergleich der Spannungs-Dehnungs-Linien aus Mikrozugver- such und Nanoindentation an Aluminium	155
5.6	Vergleich der Spannungs-Dehnungs-Linien aus Mikrozugver- such und Nanoindentation an Stahl	157
5.7	Bewertung identifizierter Spannungs-Dehnungs-Kurven	163
6	Zusammenfassung und Ausblick	167
A	3D-Modell des Indenters	171
B	Abhängigkeit der Härte und des E-Moduls von der Eindring- tiefe	175
C	Analytische Lösungen zum Kontaktproblem	179
C.1	Elastischer Kontakt zweier Kugeln	179
C.2	Elastisch-plastischer Fall	185
C.3	Elastisch-plastischer Fall, starrer Indenter: <i>Expanding-cavity-</i> Modell nach HILL	186
D	Zugversuche an Sn-Loten	191
D.1	Problembeschreibung	191
D.2	Analysemethode	195
D.3	Praktische Umsetzung	204
D.4	Identifizierte Materialparameter und Referenzwerte	206
D.5	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Bewertungsverfahren an- hand derselben Proben	210
D.6	Kritische Betrachtung des Vorgehens	212
	Literaturverzeichnis	214