

Dipl.-Ing. Gerhard Biallas, Mülheim

**Zyklisches Verformungs-  
verhalten und Mikrostruktur  
von Sintereisen und  
ausgewählten Sinterstählen**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **495**

BCM TU Darmstadt



50178927

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Kenntnisstand</b>	<b>3</b>
2.1 Herstellung metallischer Sinterwerkstoffe	3
2.1.1 Pulverherstellung	3
2.1.2 Pressen	4
2.1.3 Sintern	4
2.2 Porenmorphologie	6
2.2.1 Porosität	6
2.2.2 Porengröße	7
2.2.3 Porenform	8
2.3 Charakterisierung der Porenmorphologie mit Hilfe digitaler Bildverarbeitung	9
2.3.1 Probenpräparation	9
2.3.2 Theoretische Grundlagen zur digitalen Bildverarbeitung	12
2.3.3 Hard- und Software	15
2.4 Quasistatisches Verformungsverhalten	16
2.5 Zyklisches Verformungsverhalten bei mittelspannungsfreier Beanspruchung	17
2.5.1 Lebensdauerorientierte Untersuchungen	17
2.5.2 Rißeinleitung und Rißausbreitung	19
2.5.3 Zyklisches Spannung-Dehnung-Verhalten	20
2.5.4 Zyklisches Spannung-Temperatur- und Spannung-Widerstand-Verhalten	25
2.5.5 Abschätzung des Ermüdungsverhaltens mit Hilfe quasistatischer Kennwerte	27
2.6 Zyklisches Verformungsverhalten bei mittelspannungsbehafteter Beanspruchung	28
2.6.1 Lebensdauerorientierte Untersuchungen	28
2.6.2 Vorgangsorientierte Untersuchungen (schmelzmetallurgische Stähle)	30
2.6.3 Parameter zur Abschätzung des Mittelspannungseinflusses	32
2.7 Folgerungen aus dem Kenntnisstand	33
<b>3. Werkstoffe</b>	<b>35</b>
3.1 Werkstoffe und quasistatische Kennwerte	35
3.2 Bewertung des Gefügestands	39

<b>4. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung</b> .....	44
4.1 Untersuchung der Porenmorphologie .....	44
4.2 Untersuchung des zyklischen Verformungsverhaltens .....	44
<b>5. Charakterisierung der Porenmorphologie</b> .....	48
5.1 Voruntersuchungen und Vorgehensweise .....	48
5.2 Porenfläche .....	53
5.3 Porenform .....	55
5.4 Gesamtbewertung .....	61
<b>6. Zyklisches Verformungsverhalten bei mittelspannungsfreier Beanspruchung</b> .....	68
6.1 Lebensdauerorientierte Untersuchungen .....	68
6.2 Spannung-Dehnung-Hysteresisschleifen .....	70
6.3 Wechselverformungsverhalten .....	79
6.4 Zyklische Spannung-Dehnung-, Spannung-Temperatur- und Spannung-Widerstand-Kurven .....	84
6.5 Coffin-Manson- und analoge Temperaturdarstellung .....	100
6.6 Abschätzung des Ermüdungsverhaltens mit Hilfe quasistatischer Kennwerte .....	106
<b>7. Zyklisches Verformungsverhalten bei mittelspannungsbehafteter Beanspruchung</b> .....	112
7.1 Spannung-Dehnung-Hysteresisschleifen .....	112
7.2 Wechselverformungsverhalten von Sintersteinen .....	115
7.3 Wechselverformungsverhalten kupferlegierter Sinterstähle .....	123
7.4 Vergleich des Wechselverformungsverhaltens aller Untersuchungswerkstoffe .....	130
7.5 Lebensdauerorientierte Untersuchungen .....	133
7.6 Parameter zur Abschätzung des Mittelspannungseinflusses .....	137
<b>8. Zusammenfassung</b> .....	139
<b>9. Literaturverzeichnis</b> .....	141

N  
 A  
 $\Delta$   
 da  
 B  
 b  
 c  
 c'  
 c'<sub>T</sub>  
 E  
 Fe  
 Fe  
 Fe  
 Fe  
 $f_{Fo}$   
 $f_{Ko}$   
 $f_{Ru}$   
 $f_{St}$   
 $f_{TR}$   
 $f_{TR}$   
 $f_{We}$   
 $G_{Pe}$   
 H  
 $\Delta K$   
 $\Delta K$   
 $K'_T$   
 $k'$   
 l  
 M  
 $M^*$   
 $N_B$   
 $n'$   
 P  
 $P_B$   
 $P_{Go}$   
 $P_{Mo}$