

Dipl.-Ing. Peter Göbbeler, Galway

**Untersuchungen zum
Ermüdungsverhalten des
kaltumgeformten
austenitischen
Implantatwerkstoffes
X2 CrNiMo 18 15 3 -
1.4441**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe Nr. **513**

1 Einleitung.....	1
1.1 Metallische Werkstoffe für orthopädische Implantate - Übersicht	1
1.2 Beanspruchungsverhältnisse an Osteosyntheseelementen.....	4
1.3 Kenntnisstand	6
1.3.1 Chemische Zusammensetzung und Mikrostruktur	6
1.3.2 Festigkeit.....	8
1.3.3 Korrosionsverhalten	10
1.3.4 Ermüdungsverhalten.....	15
1.3.4.1 Lebensdauerorientierte Untersuchungen.....	15
1.3.4.2 Vorgangsorientierte Untersuchungen.....	17
1.4 Folgerungen	21
1.5 Ziele und Wege.....	22
2 Versuchsdurchführung.....	24
2.1 Versuchswerkstoff, chemische Zusammensetzung, Zustand und Gefüge	24
2.1.1 Probenformen	25
2.2 Mechanische Versuche.....	26
2.2.1 Zugversuche.....	26
2.2.2 Axial Zug-Druckversuche	27
2.2.3 <i>Kenngößen der mechanischen Hysterese</i>	30
2.2.4 Umlaufbiegeversuche	30
2.2.5 Prüfumgebung, Potentialmessung und Thermometrie	31
2.3 Mikroskopische Untersuchungen.....	34
2.3.1 Lichtmikroskopie.....	34
2.3.2 Rasterelektronenmikroskopie.....	36
2.3.3 Transmissionselektronenmikroskopie.....	36
3 Versuchsergebnisse.....	38
3.1 Zugversuche.....	38
3.1.1 X2 CrNiMo 18 15 3 - L□, lösungsgeglüht	38
3.1.2 X2 CrNiMo 18 15 3 - K□, kaltumgeformt	38
3.1.3 X2 CrNiMo 18 15 3 - L∅, K∅ und K□.....	39
3.2 Axial Zug-Druckversuche	40
3.2.1 X2CrNiMo 18 15 3 - L□, lösungsgeglüht	40
3.2.1.1 Totaldehnungskontrollierte Versuche in Luft.....	40

3.2.1.2 Nennspannungskontrollierte Versuche in Luft	42
3.2.2 X2 CrNiMo 18 15 3 - K□, kaltumgeformt	42
3.2.2.1 Totaldehnungskontrollierte Versuche in Luft	42
3.2.2.2 Nennspannungskontrollierte Versuche in Luft	43
3.2.2.3 Nennspannungskontrollierte Versuche in Ringerlösung	45
3.2.2.4 Versuche mit Mittelspannung in Ringerlösung	46
3.2.2.5 Versuche mit vermindertem Sauerstoffpartialdruck in Ringerlösung	48
3.2.2.6 Versuche mit überlagerter Reibkorrosion in Ringerlösung	48
3.3 Umlaufbiegeversuche	49
3.3.1 Umlaufbiegeversuche in Luft	49
3.3.1.1 X2 CrNiMo 18 15 3 - LØ, lösungsgeglüht	49
3.3.1.2 X2 CrNiMo 18 15 3 - KØ & K□, kaltumgeformt	50
3.3.2 Umlaufbiegeversuche in Ringerlösung	51
3.3.2.1 X2 CrNiMo 18 15 3 - LØ, lösungsgeglüht	51
3.3.2.2 X2 CrNiMo 18 15 3 - KØ & K□, kaltumgeformt	52
4 Diskussion der Versuchsergebnisse	53
4.1 X2 CrNiMo 18 15 3, L□, lösungsgeglüht	53
4.2 X2 CrNiMo 18 15 3, K□, kaltumgeformt	62
4.2.1 Mikrostrukturelle Veränderungen im Volumen	62
4.2.2 Anrißbildung und Rißausbreitung	67
4.2.2.1 Luft	67
4.2.2.2 Ringerlösung	72
4.2.3 Einfluß spezifischer Umgebungs- und Beanspruchungsparameter	81
4.2.3.1 Ringerlösung	81
4.2.3.2 Mittelspannung	84
4.2.3.3 Verminderter Sauerstoffpartialdruck	86
4.2.3.4 Reibkorrosion	87
4.3 Umlaufbiegeversuche	88
5 Zusammenfassung	90
6 Bilder und Tabellen	93
6.1 Bilder	93
6.2 Tabellen	172
7 Literatur	177