



Florian Brunke (Autor)

# Ti 15Mo und Ti 13Nb 13Zr: Qualifizierung von Titanlegierungen der zweiten Generation für den Einsatz in der Medizintechnik



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8084>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Titan und Titanlegierungen .....	5
2.1.1	Grundlagen der Kristallographie und Röntgenbeugung .	11
2.1.2	Übersicht über die Titan-Phasen .....	20
2.2	Titan in der Medizintechnik .....	30
2.3	Eigenschaften der Legierung Ti 15Mo .....	37
2.4	Eigenschaften der Legierung Ti 13Nb 13Zr .....	40
2.5	Vergleichslegierungen .....	44
2.6	Thermomechanisches Prozessieren.....	50
2.6.1	Umformung.....	50
2.6.2	Erholung, Rekristallisation und Kornwachstum .....	52
2.6.3	Herstellung und Einteilung der verschiedenen Titangefüge .....	58
2.6.4	Wärmebehandlungen zur Ausscheidung von Teilchen ..	63
<b>3</b>	<b>Experimentelle Methoden</b>	<b>67</b>
3.1	Umschmelzen.....	68

3.2	Abschätzung der $\beta$ -Transus-Temperatur .....	71
3.3	Wärmebehandlungen .....	73
3.4	Thermomechanische Behandlungen .....	76
3.4.1	Stauchen .....	77
3.4.2	Walzen .....	80
3.4.3	Rundkneten .....	83
3.5	Herstellung von Mikrostrukturschliffen .....	85
3.6	Optische Analysen.....	87
3.7	Phasenanalysen.....	91
3.8	Ermittlung mechanischer Eigenschaften.....	94
3.8.1	Härteprüfung nach Vickers .....	95
3.8.2	Zugversuche.....	97
3.8.3	Kerbschlagbiegeversuch .....	99
3.8.4	Untersuchung der Ermüdungsbeständigkeit von Ti 15Mo .....	101
<b>4</b>	<b>Auswirkung der Präparationsparameter auf die Präparationsergebnisse für metallographische Untersuchungen</b>	<b>105</b>
<b>5</b>	<b>Untersuchungsergebnisse der Legierung Ti 15Mo</b>	<b>121</b>
5.1	Untersuchung der Legierung Ti 15Mo im AR-Zustand .	123
5.2	Untersuchung der Legierung Ti 15Mo im ST-Zustand .	133
5.3	Untersuchung des Temperatur- und Zeiteinflusses auf das Ausscheidungsverhalten von Ti 15Mo .....	143
5.3.1	Wärmebehandlungen bei 200 °C, 225 °C und 250 °C ..	143

5.3.2	Wärmebehandlungen bei 300 °C, 350 °C und 375 °C ..	148
5.3.3	Wärmebehandlungen bei 400 °C, 425 °C, 450 °C und 475 °C .....	155
5.3.4	Wärmebehandlungen bei 500 °C, 550 °C und 575 °C ..	169
5.3.5	Wärmebehandlungen bei 600 °C .....	179
5.3.6	Wärmebehandlungen bei 700 °C .....	182
5.3.7	Zusammenfassung der Wärmebehandlungsergebnisse .....	185
5.4	Thermomechanische Untersuchungen an Ti 15Mo.....	192
5.5	Kerbschlagbiegeversuche .....	212
5.6	Dauerschwingversuche .....	222
5.7	Ergebnisse der Ti 15Mo Untersuchungen.....	232
<b>6</b>	<b>Untersuchungsergebnisse der Legierung Ti 13Nb 13Zr</b>	<b>235</b>
6.1	Untersuchung der Legierung Ti 13Nb 13Zr im AR-Zustand .....	239
6.2	Lösungsglühversuche an Ti 13Nb 13Zr .....	242
6.3	Stabilisierung der $\beta$ -Phase.....	255
6.4	Wärmebehandlungen zur Maximierung der Härte.....	263
6.5	Thermomechanische Gefügeuntersuchungen .....	272
6.5.1	Stauchen .....	273
6.5.2	Walzen .....	285
6.5.3	Rundkneten .....	319

6.6	Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der thermomechanisch eingestellten Gefüge.....	325
6.6.1	Untersuchung der Härte ausgewählter Zustände.....	325
6.6.2	Zugversuche an ausgewählten Gefügen .....	333
6.7	Kerbschlagbiegeversuche an der Legierung Ti 13Nb 13Zr .....	346
6.8	Ergebnisse der Ti 13Nb 13Zr Untersuchungen.....	350
<b>7</b>	<b>Evaluation der Ergebnisse für den Einsatz in der Medizintechnik</b>	<b>355</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>361</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>369</b>
A	Titanphasen.....	369
B	Fit2D Parameter (Beispiel) .....	373
C	Abschätzung kritischer Risslängen für Ti 15Mo .....	378
D	Übersicht Ti 15Mo Wärmebehandlungen.....	381
E	Gefügeübersicht Stauchproben (Ti 13Nb 13Zr) .....	382
F	Übersicht Walzversuche Ti 13Nb 13Zr .....	389
G	Quantitative Phasenbestimmung .....	399
H	Internes Abbildungsverzeichnis .....	409
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>417</b>