

Dipl.-Min. Hans-Jürgen Schäfer,  
Gelsenkirchen

**Entwicklung und Eigen-  
schaftscharakterisierung  
hochwarmfester Werkstoffe  
mit intermetallischer  
NiAl-Matrix**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **497**

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1 KURZFASSUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 EINFÜHRUNG UND ZIELSETZUNG</b> .....	<b>18</b>
<b>3 STAND DER FORSCHUNG UND TECHNIK</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 System Al-Ni</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2 Strukturelle Charakteristiken</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3 Thermodynamische und thermophysikalische Eigenschaften</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4 Gleitsysteme</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5 Mechanische Eigenschaften in Druck- und Zugversuchen</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6 Oxidationsbeständigkeit</b> .....	<b>29</b>
<b>4 LEGIERUNGSKONZEPTION FÜR DIE ENTWICKLUNG VON     NIAL-HOCHTEMPERATURWERKSTOFFEN</b> .....	<b>31</b>
<b>5 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1 Herstellung der Legierungen</b> .....	<b>35</b>
<b>5.2 Mikrostrukturelle Charakterisierung und         Röntgenfeinstrukturanalyse</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3 Untersuchung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften</b> .....	<b>40</b>
5.3.1 Dichte, Härte, Wärmeausdehnung .....	40
5.3.2 Elastizitätsmoduli .....	41
5.3.3 Kritische Spannungsintensitätsfaktoren .....	42
5.3.4 Fließspannung, Verformung und Kriecheigenschaften.....	43
<b>5.4 Bestimmung der Zunderkonstanten</b> .....	<b>44</b>
<b>6 MODIFIZIERTE NIAL-BASISLEGIERUNGEN</b> .....	<b>45</b>
<b>6.1 Konstitution der Legierungssysteme</b> .....	<b>45</b>
6.1.1 NiAl-Cr-Mo.....	45

6.1.2 NiAl-W, NiAl-Re .....	47
<b>6.2 Mikrostrukturelle Charakterisierung .....</b>	<b>49</b>
<b>6.3 Röntgenfeinstrukturanalyse .....</b>	<b>62</b>
<b>6.4 Physikalische Eigenschaften.....</b>	<b>65</b>
6.4.1 Dichte .....	65
6.4.2 Elastizitätsmodul .....	65
6.4.3 Thermische Ausdehnung.....	71
<b>6.5 Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur.....</b>	<b>74</b>
6.5.1 Mikrohärtigkeit .....	74
6.5.2 Fließspannung und maximale Verformbarkeit im Druckversuch .....	78
6.5.2.1 Mit Magnesium und Kohlenstoff mikrolegierte NiAl- Basislegierungen.....	87
6.5.2.2 Pulvermetallurgisch und thermomechanisch prozessierte Legierungen .....	90
6.5.3 Bruchzähigkeiten der NiAl-Cr-Legierungen im Vierpunkt- Biegeversuch.....	92
<b>6.6 Temperaturabhängige Festigkeit und Plastizität duktilisierter     NiAl-Cr-Legierungen im Zugversuch .....</b>	<b>93</b>
<b>6.7 Mechanische Eigenschaften bei hohen Temperaturen .....</b>	<b>96</b>
6.7.1 Einflußfaktoren und Kriechgleichungen .....	96
6.7.2 Kriechverhalten .....	102
6.7.2.1 Schmelzmetallurgisch hergestellte Legierungen .....	102
6.7.2.2 Pulvermetallurgisch hergestellte und thermomechanisch prozessierte Legierungen .....	123
6.7.3 Temperaturkompensierte Darstellung .....	130
6.7.4 Aktivierungsenergien .....	134
<b>6.8 Zunderkonstanten .....</b>	<b>138</b>
<b>7 SCHLUBBETRACHTUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>145</b>
<b>8 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>147</b>