

Parameter	Wert	Einheit	Anwendungsaspekte
Dichte (theoretisch)	6,73	g·cm <sup>-3</sup>	
Dichte (gesintert)	6,63	g·cm <sup>-3</sup>	98,5 % der theoretischen Dichte, keramisch praktisch vollständige Verdichtung möglich
Offene Porosität	0,05	vol%	Keine signifikanten Wechselwirkungen mit der Umgebung
Schmelzpunkt ZrC	3532	°C	Refraktärwerkstoff mit höherem Schmelzpunkt als Wolfram (3422 °C)
4-Punkt-Biegefestigkeit / RT	<b>350-450</b>	MPa	Übliche Festigkeit von hochwertigen Keramikwerkstoffen (wie SiC)
4-Punkt-Biegefestigkeit / 1400 °C	150-230	MPa	Hohes Festigkeitsniveau auch bei höheren Temperaturen, Festigkeitsabfall mit der Temperatur
4-Punkt-Biegefestigkeit <b>nach Auslagerung</b> bei 1900 °C bei RT	<b>350-450</b>	MPa	Kein Festigkeitsabfall durch thermische Belastung
Bruchzähigkeit	4	MPa·m <sup>1/2</sup>	Ähnlich wie SiC
E-Modul / RT	410	GPa	Hohe Steifigkeit, wie SiC
Ausdehnungskoeffizient / RT	5,4	10 <sup>-6</sup> ·K <sup>-1</sup>	
Ausdehnungskoeffizient / 2000 °C	7,1	10 <sup>-6</sup> ·K <sup>-1</sup>	
Spez. elektrischer Widerstand / RT	6,8·10 <sup>-5</sup>	Ωcm	Metallähnlicher elektrischer Widerstand, relativ hoch
Spez. elektrischer Widerstand / <b>2000 °C</b>	<b>2,1·10<sup>-4</sup></b>	Ωcm	Moderater positiver Temperaturkoeffizient
Wärmeleitfähigkeit / RT	31	W·(mK) <sup>-1</sup>	Moderate Wärmeleitfähigkeit wie Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> oder Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>
Wärmeleitfähigkeit / 2000 °C	38	W·(mK) <sup>-1</sup>	Moderater Anstieg der Wärmeleitfähigkeit
Spez. Wärmekapazität / RT	0,355	J·(gK) <sup>-1</sup>	
Spez. Wärmekapazität / 2000 °C	0,490	J·(gK) <sup>-1</sup>	

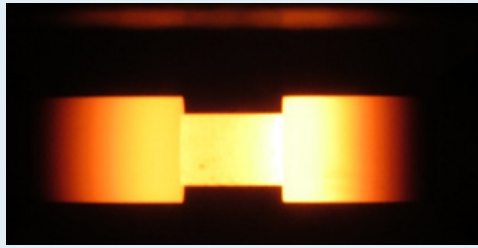


## Praxisbezogene Tests

### Testbeschreibung

Mechanische Belastbarkeit bei hohen Temperaturen SPS / 10 **kN**-Belastung bis 1900 °C, ZrC-Körper zwischen zwei Graphitstempeln, Messung des Verformungsweges der Stempel

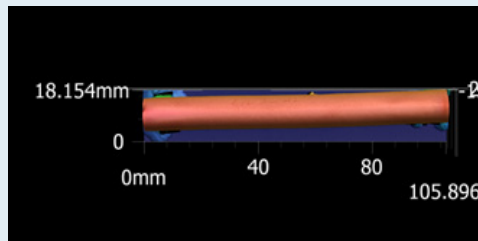
### Bild



### Auswertung

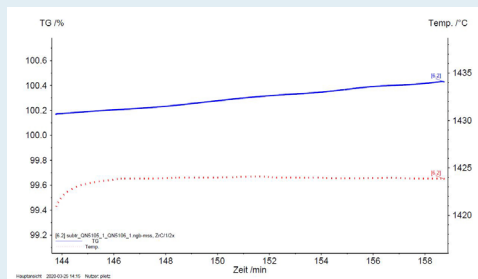
Stempelweg 0,7 mm

Mechanische Belastbarkeit bei hohen Temperaturen, Hochvakuumteststand bei 2000 °C, ca. 200 kg Last per pneumatischem Zylinder über 50 h Haltezeit, Messung



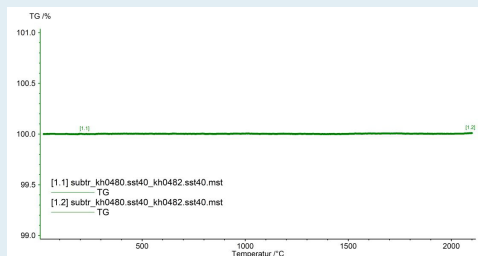
Ermittelte Krümmung 0,5 mm

TG-Messung bei Auslagerung unter Wasserstoff bis 1400 °C



Leichter und kontinuierlicher Massezuwachs unter Wasserstoff (0,4 %) über 3 h

TG-Messung bei Auslagerung unter Vakuum bei 2100 °C



Massekonstanz, keine Veränderung detektierbar

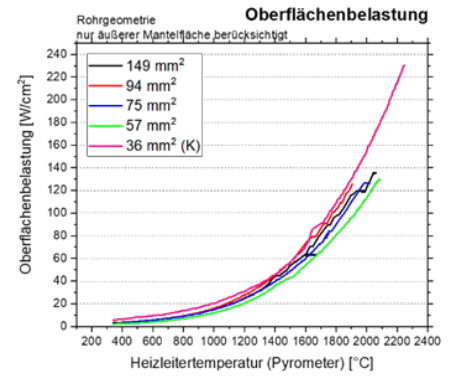
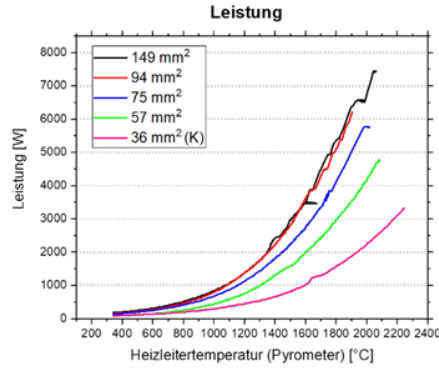
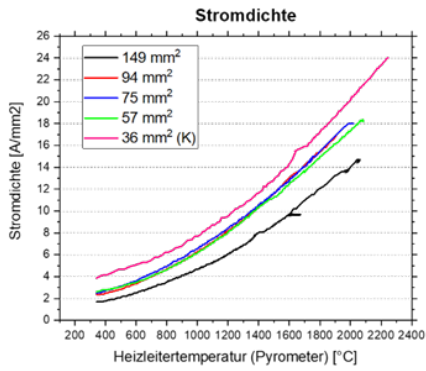
Hochvakuum-Hochtemperaturteststand mit ZrC-Heizelement



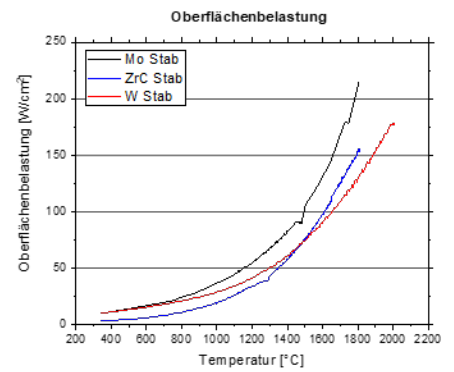
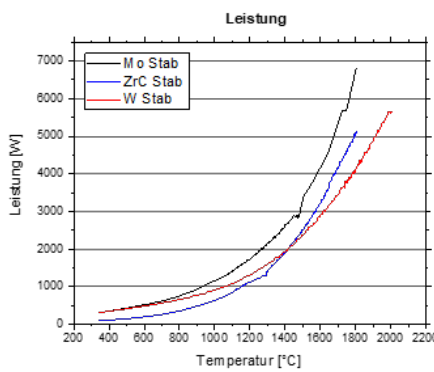
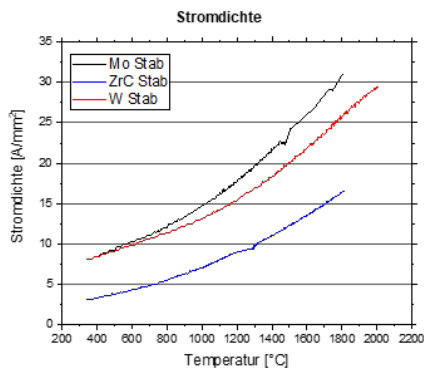
Vakuumdruck  $10^{-6}$  mbar (entspricht dem Kaltzustand) bei 2200 °C

## Praktische Heizelement-Daten bei 2000 °C

- Leistung > 2000 W
- Stromdichte 14-22 A·mm<sup>-2</sup>
- Oberflächenbelastung 60-180 W·cm<sup>-2</sup>



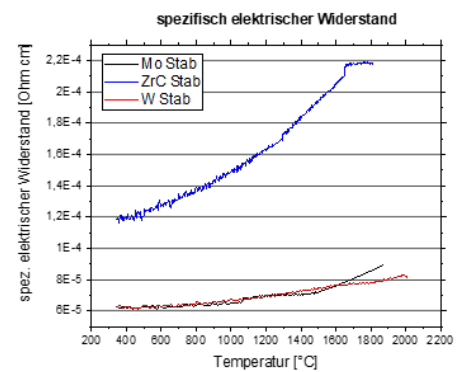
## Vergleich mit anderen Heizelement-Materialien bei 1800 °C



### Heizelementdaten bei 1800 °C

	Wolfram	Molybdän*	ZrC
Spez. elektr. Widerstand [ $\Omega \cdot \text{cm}$ ]	7,83E-5	8,56E-5	2,18E-5
Leistung [W]	4118	6731	5062
Stromdichte [A/mm <sup>2</sup> ]	25,7	30,9	16,4
Oberflächenblastung [W cm <sup>2</sup> ]	129	212	153

\*Molybdän nur bis 1800 °C mechanisch stabil



## Hezelement-Testkörper

Gesinterte ZrC-Testkörper



Kupferringe als Endkontakte zu ZrC-Testkörpern

