

FORTSCHRITT-
BERICHTE

VDI

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Heußner, Leonberg

**Mechanische Eigenschaften
von ZrO_2 (TZP)/ Al_2O_3 -
Platelet-Verbundwerkstoffen**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe Nr. **225**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	4
2.1 Zirkoniumdioxid	4
2.1.1 Phasenumwandlung	4
2.1.2 Tetragonal stabilisiertes ZrO_2 (TZP)	9
2.2 Umwandlungsverstärkung	9
2.2.1 Theoretische Grundlagen	11
2.2.2 Mechanische Eigenschaften von TZP	16
2.3 Partikelverstärkung	23
2.3.1 Theoretische Grundlagen	23
2.3.1.1 Spannungsübertragung auf die Einlagerungen	24
2.3.1.2 Rißablenkung	29
2.3.1.3 Herausziehen aus der Matrix	32
2.3.1.4 Rißüberbrückung	35
2.3.1.5 Ablösung an der Grenzfläche	38
2.3.1.6 Spannungen durch thermische Fehlpassung	39
2.3.1.7 Kombination der Mechanismen der Partikelverstärkung	40
2.3.2 Experimentelle Ergebnisse	45
2.4 Kombination von Umwandlungs- und Partikelverstärkung	47
2.4.1 Theoretische Grundlagen	47
2.4.2 Experimentelle Ergebnisse	49
3. Modell zur Beschreibung des Einflusses von Platelets auf die mechanischen Eigenschaften	51
3.1 Ausgerichtete Platelets	51
3.1.1 Spannungsübertragung auf die Platelets	52
3.1.2 Herausziehen von Platelets aus der Matrix	58
3.1.3 Rißüberbrückung	60
3.1.4 Ablösung an der Grenzfläche	62
3.1.5 Einfluß der thermischen Fehlpassung	63

3.2	Statistisch orientierte Platelets	64
3.2.1	Effektiver Volumenanteil	64
3.2.2	Orientierungsabhängige Spannungen am Platelet	66
3.2.3	Kritischer Neigungswinkel	75
3.2.4	Einfluß der Orientierung auf zähigkeitssteigernde Mechanismen	77
3.2.5	Rißablenkung	85
3.2.6	Fehlerwirkung von Platelets	88
3.3	Potential der Plateletverstärkung	90
3.3.1	Spannungsübertragung auf die Platelets	90
3.3.2	Herausziehen aus der Matrix und Rißüberbrückung	92
3.3.3	Ablösung an der Grenzfläche	98
3.3.4	Rißablenkung	100
3.3.5	Fehlerwirkung	102
3.4	Kombination von Platelet- und Umwandlungsverstärkung	103
4.	Versuchsdurchführung	110
4.1	Probenherstellung	110
4.1.1	Ausgangspulver	110
4.1.2	Pulveraufbereitung	114
4.1.3	Formgebung und Verdichtung	116
4.1.4	Thermische Nachbehandlung	117
4.2	Messung der mechanischen Eigenschaften	117
4.2.1	Probenpräparation	118
4.2.2	Bruchzähigkeit bei Raumtemperatur	118
4.2.3	Bruchfestigkeit bei Raumtemperatur	119
4.2.4	Mechanische Eigenschaften bei hoher Temperatur	120
4.3	Untersuchungen von Gefüge und Rißausbreitung	121
4.3.1	Dichtemessung	121
4.3.2	Röntgenographische Phasenanalyse	122
4.3.3	Rasterelektronenmikroskopie	122
4.3.4	Korngrößenmessung	123

5. Ergebnisse	124
5.1 Gefügeentwicklung	124
5.1.1 Verdichtung	124
5.1.2 Korngrößen	125
5.1.3 Verteilung der Platelets in der Matrix	125
5.2 Mechanische Eigenschaften	131
5.2.1 Raumtemperatureigenschaften	131
5.2.2 Hochtemperatureigenschaften	139
5.3 Umwandlungsverhalten	142
5.4 Rißausbreitung	146
6. Diskussion	158
6.1 Gefüge	158
6.2 Umwandlungsverhalten	159
6.3 Rißausbreitung	161
6.4 Mechanische Eigenschaften	162
7. Schlußfolgerungen	176
8. Zusammenfassung	179
9. Liste der verwendeten Symbole	182
10. Literatur	186