



Thorsten Opel (Autor)

Leichtbaubremse in Metall-Keramik-Hybridbauweise



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Ceramic
Materials
Engineering

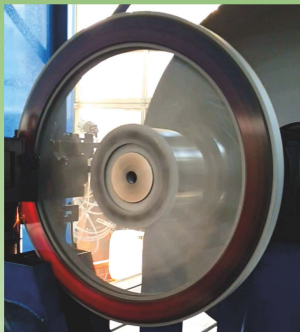


Schriftenreihe Keramische Werkstoffe
Lehrstuhl Keramische Werkstoffe
Herausgeber Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel

Band 19

Thorsten Opel

Leichtbaubremse in Metall-Keramik-Hybridbauweise



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8936>

Copyright:

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

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

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Symbolverzeichnis	V
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Problemstellung	2
1.3 Zielsetzung.....	2
1.4 Lösungsweg.....	3
2 Stand der Technik.....	5
2.1 Bremsscheiben	5
2.1.1 Graugussbremsscheiben	5
2.1.2 Aluminium-Metallmatrix-Bremsscheiben.....	7
2.1.3 Keramische Leichtbaubremsscheibe.....	8
2.1.4 Bremssysteme elektrischer Fahrzeuge.....	13
2.2 Tribologie	13
2.2.1 Reibungsmechanismen.....	14
2.2.2 Verschleißmechanismen	16
2.3 Fügeverfahren.....	20
2.4 Metall-Keramik-Hybridbremsscheiben.....	27
2.4.1 Patente.....	27
2.4.2 Veröffentlichungen	29
2.4.3 Zusammenfassung.....	31
3 Konzept der Metall-Keramik-Hybridbremsscheibe	32
3.1 Motivation.....	32
3.2 Festlegung eines Anwendungsfalls	34
3.3 Anforderungen an die Hybridbremsscheibe.....	35
3.4 Auswahl und Festlegung des Tragkörpermaterials	35
3.4.1 Anforderungen an das Tragkörpermaterial	35
3.4.2 Materialauswahl	36
3.5 Auswahl und Festlegung des Reibsegmentmaterials	39
3.5.1 Anforderungen an das Reibsegmentmaterial	39

3.5.2	Materialauswahl	39
4	Materialien und Methoden	42
4.1	Auswahl geeigneter Fügeverfahren	42
4.1.1	Bewertungsverfahren nach Kesselring	42
4.1.2	Bewertung der Fügeverfahren	44
4.1.3	Verwendete Bewertungskriterien	44
4.2	Untersuchung der verwendeten Fügeverfahren	46
4.2.1	Verschrauben	46
4.2.2	Verkleben	49
4.3	Bauweisenstudie	55
4.3.1	Verwendete Software und Materialien	55
4.3.2	Vergleichsbremsscheibe	56
4.3.3	Bauweisen	56
4.3.4	Konstruktion	57
4.3.5	Nachrechnung	57
4.4	Tribologische Prüfung	61
4.4.1	Bremsenprüfstand der Universität Bayreuth	61
4.4.2	Prüfprogramm	62
4.4.3	Verwendete Bremsbeläge	62
4.5	Charakterisierungsmethoden der Werkstoffe	65
4.5.1	Mechanische Prüfung	65
4.5.2	Lichtmikroskopie	65
4.5.3	Rasterelektronenmikroskopie	66
4.5.4	Thermogravimetrie	66
5	Ergebnisse und Diskussion	67
5.1	Auswahl geeigneter Fügeverfahren	67
5.2	Untersuchung der Fügeverfahren	72
5.2.1	Verschrauben	72
5.2.2	Klebstoffvorauswahl durch Stirnabzugsversuch	73
5.2.3	Klebstoffcharakterisierung durch Zugscherversuch	76
5.3	Bauweisenstudie	91

5.3.1	Charakterisierung des Reibsegmentmaterials	91
5.3.2	Umgesetzte Bauweisen.....	92
5.3.3	Nachrechnung der Bauweisen	98
5.3.4	Mechanische Nachrechnung	100
5.3.5	Thermische Nachrechnung	105
5.4	Tribologische Prüfung	113
5.4.1	Vergleichsbremsscheibe	113
5.4.2	Bauweise C.....	122
5.4.3	Vergleich der tribologischen Ergebnisse.....	133
5.4.4	Zusammenfassung der tribologischen Ergebnisse	135
5.4.5	Verschleiß der Bremsscheiben.....	136
5.5	Kostenbetrachtung	141
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	144
7	Summary and Outlook.....	147
	Literaturverzeichnis	149
	Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge.....	163
	Lebenslauf.....	165