

Präzisionsplanschleifen von Al₂O₃-Keramik unter Produktionsbedingungen

0	Formelzeichen und Abkürzungen	4
0.1	Abkürzungen	4
0.2	Lateinische Formelzeichen	4
0.3	Griechische Formelzeichen	8
1	Einleitung	10
2	Stand der Erkenntnisse	12
2.1	Keramische Werkstoffe	12
2.1.1	Allgemeines	12
2.1.2	Aluminiumoxid	12
2.1.3	Aluminiumoxidwerkstoffsystem für Dicht- und Regelscheiben	13
2.1.4	Herstellverfahren von Oxidkeramik	14
2.2	Seiten-Doppelplanschleifverfahren für Großserien	15
2.2.1	Technologie des Seiten-Planschleifens	15
2.2.2	Seiten-Planschleifen von Aluminiumoxid	21
2.3	Quer-Seiten-Doppelplanschleifen „Prinzip Wendt“	22
2.3.1	Technologie	22
2.3.2	Anwendungen	24
2.4	Planschleifen mit Planetenkinematik	24
2.4.1	Technologie	24
2.4.2	Anwendungen	30
2.5	Quer-Seiten-Doppelplanschleifen Funktionsprinzip „Diskus“	30
2.5.1	Technologie	30
2.5.2	Anwendungen	31
2.6	Einordnung der Schleifverfahren ins Normenwerk nach DIN	32
2.6.1	Wirk-, Vorschub- und Schnittgeschwindigkeiten	32
2.6.2	Vorschlag zur Einordnung der Verfahren in das Normenwerk	34
3	Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte	36
4	Versuchsrandbedingungen und Messmethodik	40
4.1	Versuchsmaschinen, Kühlschmiersystem, prinzipielle Arbeitsabläufe	40
4.1.1	Quer-Seiten-Doppelplanschleifmaschine WBM 200	40
4.1.2	Planschleifen mit Planetenkinematik	43
4.1.3	Kuschlsmiersystem	46
4.2	Schleifscheiben	47
4.3	Versuchswerkstücke	50
4.4	Versuchsdurchführung	51
4.5	Technologische Kenngrößen und deren Erfassung	55

4.5.1	Messdatenerfassung	57
4.5.2	Verfahrensunabhängige Eingangskenngrößen	57
4.5.3	Eingangskenngrößen Quer-Seiten-Doppelplanschleifen „Prinzip Wendt“	60
4.5.4	Eingangskenngrößen beim Planschleifen mit Planetenkinematik	63
4.5.5	Verfahrensunabhängige Prozesskenngrößen	64
4.5.6	Prozesskenngrößen Quer-Seiten-Doppelplanschleifen „Prinzip Wendt“	67
4.5.7	Prozesskenngrößen beim Planschleifen mit Planetenkinematik	67
4.5.8	Ergebnisgrößen	70
5	Quer-Seiten-Doppelplanschleifen “Prinzip Wendt”	73
5.1	Technologische Bewertung	73
5.1.1	Technologiekenngößen	74
5.1.2	Programm zur Berechnung eines durchschnittlichen Flächenintegrals	78
5.1.3	Prozesskenngrößen	81
5.2	Bewertung der Werkstückqualität	96
5.2.1	Maß- und Formgenauigkeit	97
5.2.2	Oberflächenqualität	100
5.2.3	Einflussgrößen auf das Arbeitsergebnis	100
5.3	Ökonomische Bewertung	103
5.3.1	Zeitspanungsvolumen	103
5.3.2	Bezogene Werkzeugkosten	104
5.3.3	Schleifverhältnis	105
5.3.4	Produktivität	106
5.3.5	Fertigungskosten je Stück	106
6	Quer-Seiten-Doppelplanschleifen mit Planetenkinematik	109
6.1	Technologische Bewertung	109
6.1.1	Technologiekenngößen	109
6.1.2	Prozesskenngrößen	111
6.2	Bewertung der Werkstückqualität	114
6.2.1	Maß- und Formgenauigkeit	115
6.2.2	Oberflächenqualität	117
6.3	Ökonomische Bewertung	118
6.3.1	Zeitspanungsvolumen	118
6.3.2	Bezogene Werkzeugkosten	118
6.3.3	Schleifverhältnis G	119
6.3.4	Produktivität	120
6.3.5	Fertigungskosten je Stück	121
7	Richtlinien für den wirtschaftlichen Einsatz unter Produktionsbedingungen	123
7.1	Fertigungsnahe Kennzahlen zur Prozesssteuerung	123
7.1.1	Ablauf der Schleifoperation mit Aufteilung des Schleifaufmaßes	123
7.1.2	Hauptzeiten	124
7.2	Prozessführungsstrategie	126
7.2.1	Prozesskette Quer-Seiten-Doppelplanschleifen und Polieren	126
7.2.2	Einfluss der Vorbearbeitung auf die Polierzeit	128
7.3	Verfahrensvergleich	130
7.3.1	Stückzeiten	132

7.3.2	Kostenvergleich der untersuchten Quer-Seiten-Doppelplanschleifverfahren	132
7.3.3	Verbesserung der Qualität	133
8	Zusammenfassung und Ausblick auf weiterführende Untersuchungen	143
9	Schrifttum	146