

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungen und Formelzeichen	12
1	Einleitung	14
1.1	Problemstellung	14
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise	15
2	Stand der Technik	16
2.1	Begriffe und Definitionen	16
2.1.1	Partikel	16
2.1.2	Technische Oberflächen	16
2.1.3	Oberflächenreinheit	16
2.2	Ursachen für die Verunreinigung von Oberflächen	17
2.3	Oberflächen in unmittelbarer Produktumgebung	18
2.4	Verfahren zur Prüfung der Partikelreinheit technischer Oberflächen	19
3	Analyse der Randbedingungen zur Prüfung der Partikelreinheit technischer Oberflächen	22
3.1	Analyse der Beurteilungsmerkmale für Partikel	22
3.2	Eingesetzte Oberflächen	24
3.3	Beurteilungskriterien für die Oberflächenreinheit	27
3.4	Analyse der verfügbaren Partikelmeßtechnik	28
4	Ableitung von Entwicklungsschwerpunkten	32
4.1	Anforderungen an die Prüfeinrichtung	32

4.2	Anforderungen an eine zu entwickelnde Prüfmethode	34
5	Konzeption und Realisierung einer Prüfeinrichtung zur Beurteilung der Partikelreinheit technischer Oberflächen	36
5.1	Konzeption einer Prüfeinrichtung	36
5.1.1	Bewertung der Partikelmeßverfahren	36
5.1.2	Varianten von Prüfkonzepten	37
5.2	Konzeption und Entwicklung von Funktionsgruppen	40
5.2.1	Beleuchtungs- und Detektionssystem	41
5.2.2	Bildverarbeitungs- und Auswertesystem	45
5.3	Realisierung	49
5.3.1	Eingesetzte und optimierte Funktionsgruppen	49
5.3.2	Funktionsablauf und Architektur	54
5.3.3	Optimierung der gerätetechnisch bedingten Meßfehler	56
5.4	Minimal nachweisbare Partikelgrößen auf idealen Oberflächen	59
6	Entwicklung einer Prüfmethode	60
6.1	Auswahl von Testoberflächen	60
6.2	Definierte Verunreinigung der Testoberflächen	60
6.3	Detektionsrandbedingungen für die Prüfmethode	62
6.4	Erarbeitung der Prüfmethode	64
6.4.1	Optimierung der Zahl von Kalibrierpunkten	65
6.4.2	Bestimmung der Orte der Probenahme	67
6.4.3	Anzahl der Meßpunkte	70

6.4.3.1	Abhängigkeit der Partikelkonzentration	70
6.4.3.2	Abhängigkeit der Partikelgrößenverteilung	77
6.4.3.3	Abhängigkeit der Partikelhäufigkeitsverteilung	78
6.4.4	Bestimmung der notwendigen Zahl von Wiederholungsprüfungen	79
6.4.5	Art und Umfang der Probenahme zum Einsatz der Prüfmethode	82
7	Anwendung des Verfahrens in realen Einsatzfällen	84
7.1	Untersuchung der Eignung des Verfahrens zur Fertigungsüberwachung	84
7.1.1	Untersuchung zum Nachweis der Partikelablagerung durch geräteinterne Baugruppen	84
7.1.2	Untersuchung zum Nachweis der Partikelablagerung in einer flüssigen Umgebung	87
7.2	Qualitätssicherung durch Reinigung technischer Oberflächen	89
7.2.1	Versuchsrandbedingungen	90
7.2.2	Ergebnisse	91
7.3	Bewertung der Anwendbarkeit des Verfahrens	93
8	Zusammenfassung und Ausblick	94
9	Literatur	97