

Bachelor Thesis: Entwicklung eines deflektometrischen Prüfaufbaus für spiegelnde Prüfobjekte

Motivation

Die optischen Besonderheiten von glänzenden Oberflächen faszinieren zahlreiche Menschen. Bereits Neugeborene fühlen sich den Reflexionen von Glanzobjekten hingezogen. Auch die industriellen Bereiche wollen diese Faszination der Leute ansprechen. So befinden sich an vielen Stellen im Alltag glänzende Oberflächen, um Menschen zu begeistern. Die riesige Menge an produzierten Bauteilen und die hohen Qualitätsanforderungen machen eine automatisierte Prüfung der Teile unumgänglich. Dabei stoßen die üblichen Verfahren der industriellen Bildverarbeitung auf ihre Grenzen, sodass neue Methoden eingeführt werden müssen. Diese speziellen Anwendungen erfordern den Einsatz von deflektometrischen Prüfaufbauten, die sich die Spiegelung von bestimmten Szenen zunutze machen.

Problematik

Die Schwierigkeit besteht darin, dass beim Betrachten einer spiegelnden Oberfläche stets ein verzerrtes Bild der Umgebung zu sehen ist. Allein aus diesen verzerrten Szenen, wie z. B. auf dem Ausschnitt aus der rechten Abbildung, sollen Informationen zur Oberflächenbeschaffenheit gewonnen werden.

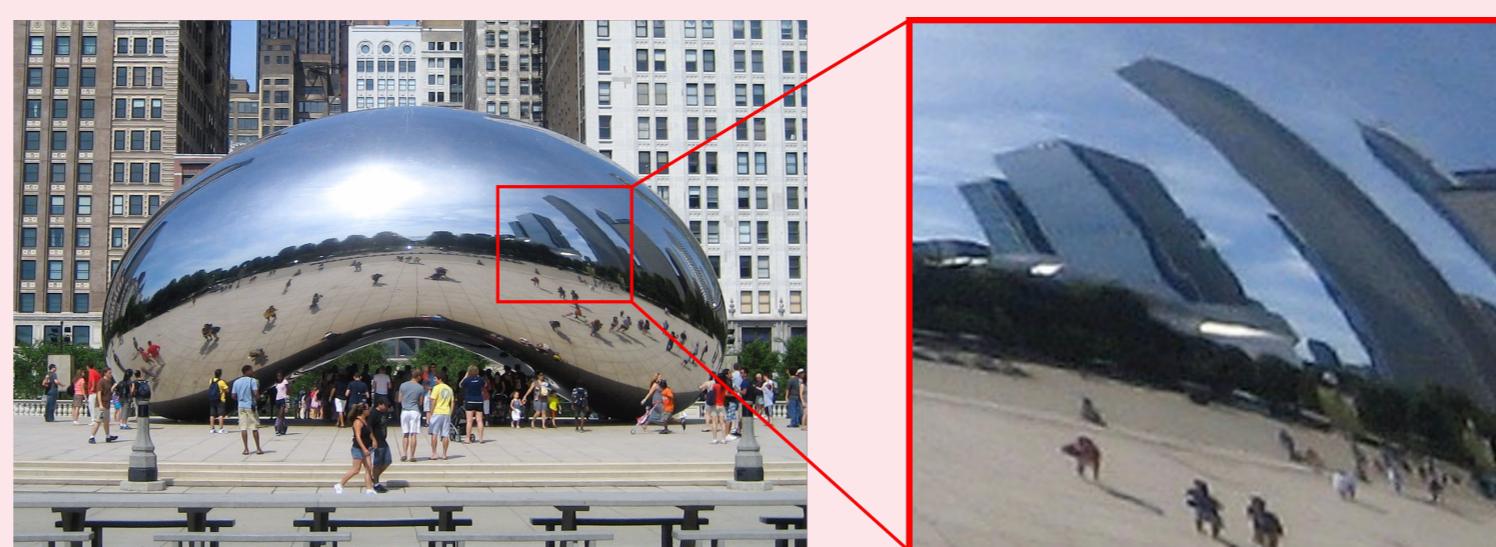


Abbildung: Cloud Gate aus Chicago mit Spiegelung von Gebäuden

Deflektometrie

Die Deflektometrie bezeichnet Methoden zur optischen Erfassung von Gestaltinformationen spiegelnder Oberflächen durch Auswertung von Spiegelbildern bekannter Szenen. Als Szenen werden meistens Muster über einen Bildschirm auf die Oberfläche abgebildet.

Verfahren 1: Sichtprüfung durch Lichtstreuung

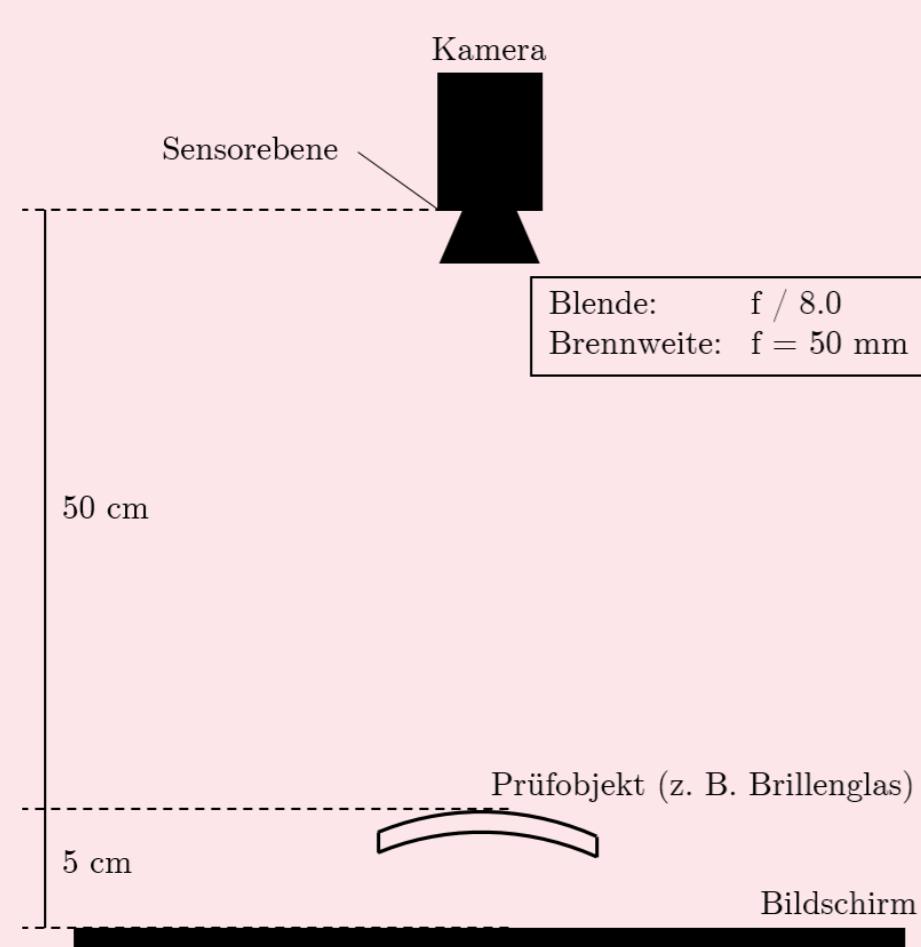


Abbildung: Aufbau des Verfahrens für transparente Prüfobjekte

Dieses Verfahren wurde optimiert für spiegelnde transparente Prüfobjekte und nutzt die abweichende Lichtstreuung bzw. Lichtbrechung an Oberflächendefekten. Trifft Licht auf einen lokalen Defekt, so wird das Licht abweichend von der Umgebung des Defekts in verschiedene Richtungen gestreut. Es werden Streifenmuster auf dem Bildschirm hinter dem transparenten Objekt angezeigt und die Kamerabilder durch geeignete Bildarithmetik verknüpft. Als Ergebnis erhält man Bilder, in denen Oberflächenanomalien wie z. B. Kratzer oder Gravuren sichtbar werden.

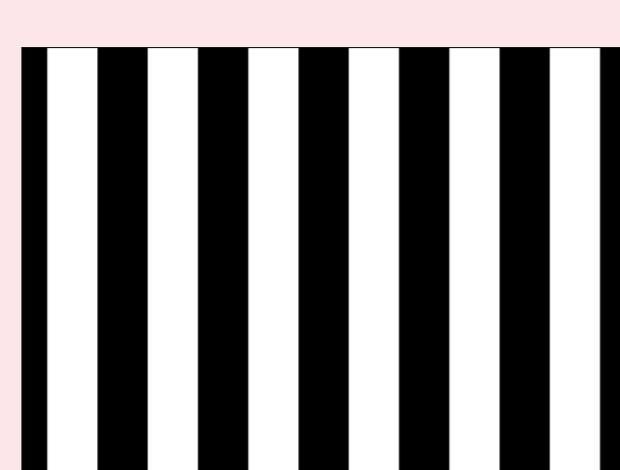


Abbildung: Streifenmuster

Sequenzen von Streifenmustern wie in der linken Abbildung können nach diesem Verfahren verwendet werden, um Kratzer und Gravuren auf Brillengläsern zu erfassen. (siehe Abbildung unten)

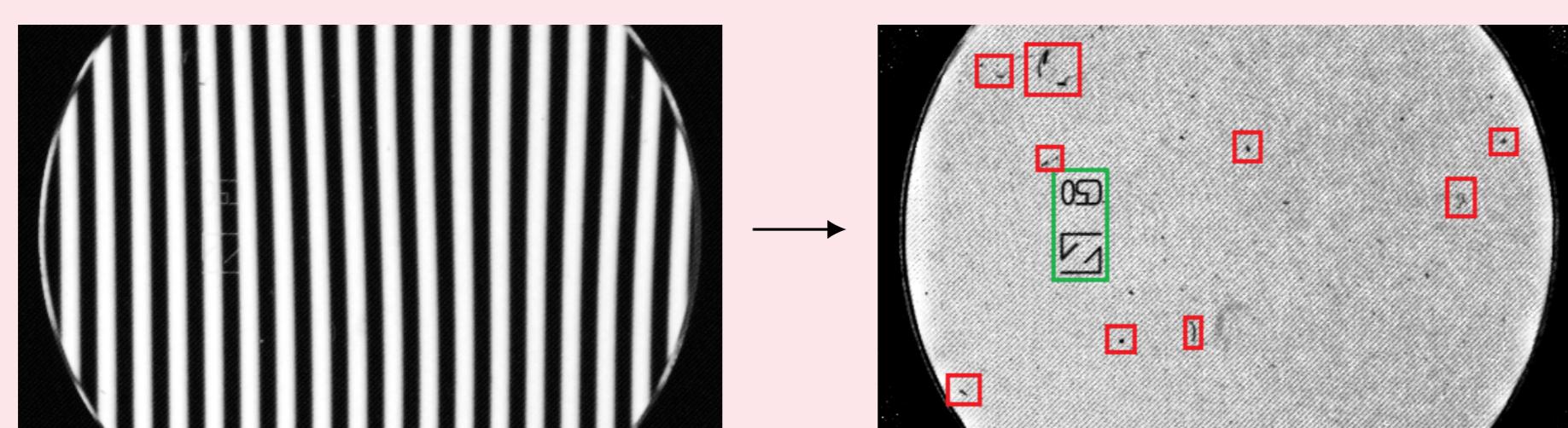


Abbildung: Hervorhebung von Kratzern und Gravuren auf einem Brillenglas

Verfahren 2: Deflektometrische Registrierung

Dieses Verfahren wurde speziell für spiegelnde nicht-transparente Objekte entwickelt, auf denen man Spiegelbilder der Szenen ohne störende Reflexionen gut erkennen kann. Es werden die Ortskoordinaten des Bildschirms bzw. der Szene durch bestimmte Muster kodiert (z. B. über Grauwerte). Die verzerrten Spiegelbilder der Szenen werden schließlich dekodiert, um die Ortskoordinaten im Kamerabild zuzuordnen.

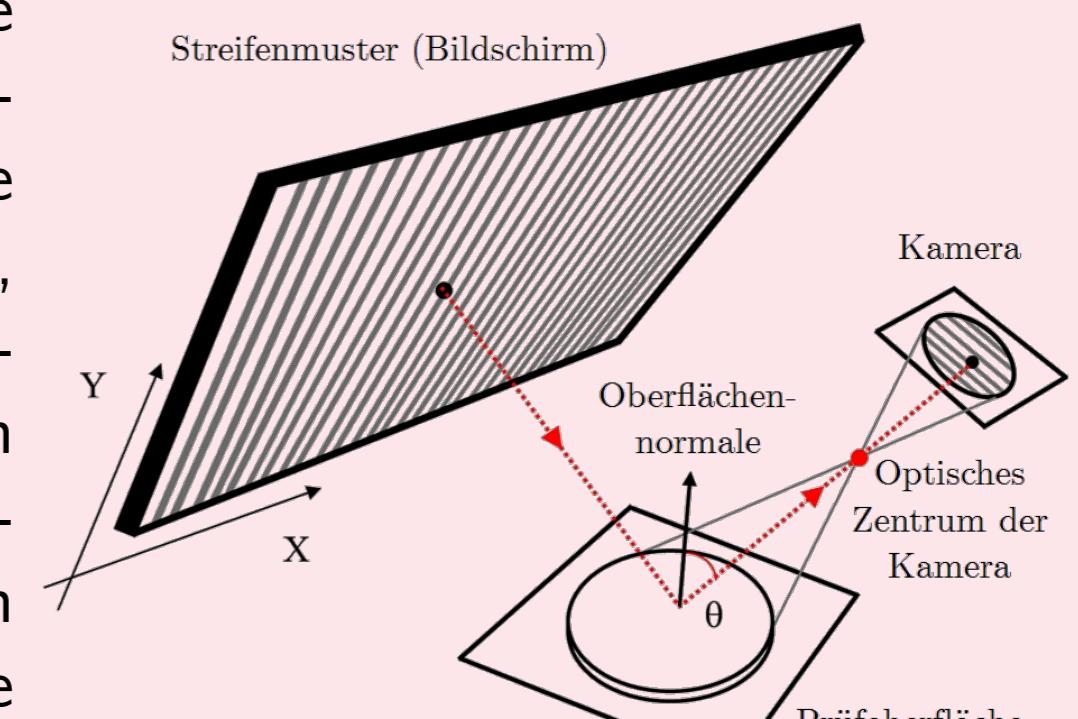


Abbildung: Aufbau des Verfahrens für spiegelnde Prüfobjekte

Zur Bestimmung der deflektometrischen Registrierung können Sequenzen von sinusoidalen Streifenmustern (siehe Abbildung rechts) zur Kodierung verwendet werden. Dadurch wird es möglich, Defekte, wie z. B. Dellen oder Oberflächenpickel auf spiegelnden Oberflächen zu erfassen. (siehe Abbildung unten)

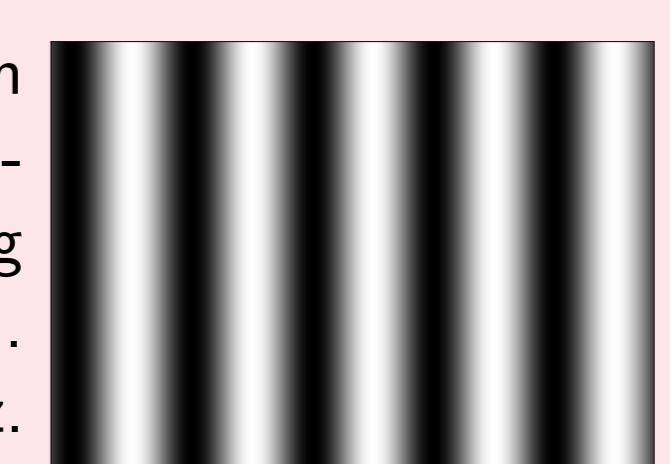


Abbildung: Streifenmuster

Zur Bestimmung der deflektometrischen Registrierung können Sequenzen von sinusoidalen Streifenmustern (siehe Abbildung rechts) zur Kodierung verwendet werden. Dadurch wird es möglich, Defekte, wie z. B. Dellen oder Oberflächenpickel auf spiegelnden Oberflächen zu erfassen. (siehe Abbildung unten)

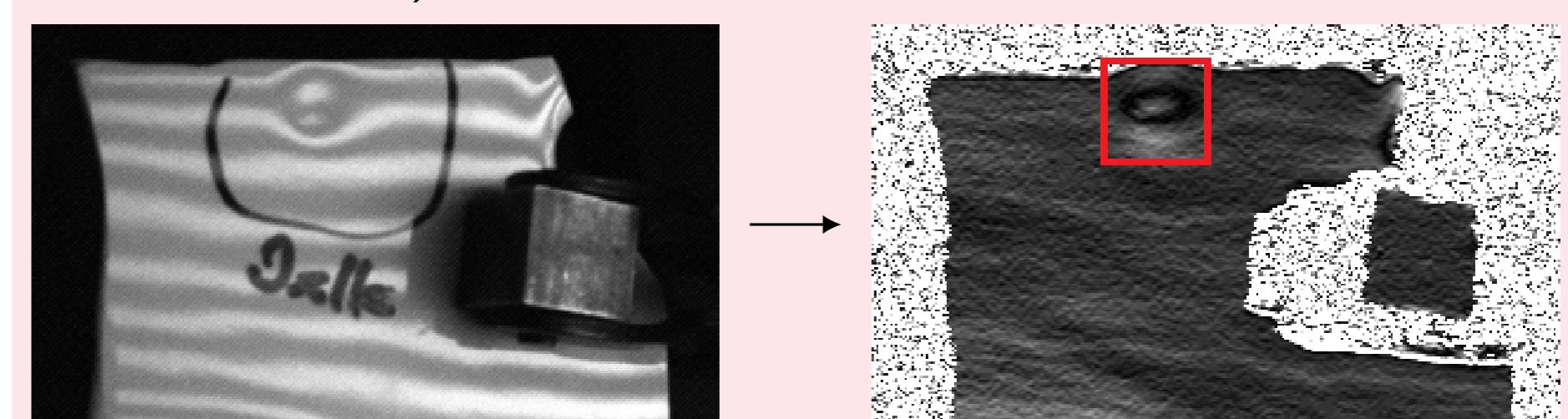


Abbildung: Hervorhebung einer Delle auf einem spiegelnden Keramikobjekt

Vipin Singh (Autor)

Prof. Dr.-Ing. Uwe Müßigmann (Betreuer)

Bachelor-Studiengang Mathematik

Hochschule für Technik Stuttgart