

# SPIEGLEIN, SPIEGLEIN ...

>> von Thomas Greiner und Tan-Toan Le >

Die Erkennung und Modellierung dreidimensionaler Objekte durch Methoden der Digitalen Bildverarbeitung gewinnt rasant an Bedeutung. Die Aufgabe einer computergestützten Qualitätsprüfung liegt darin, Abweichungen von der Norm zu erkennen und die Fehler zu klassifizieren.

Spiegelnde Oberflächen entziehen sich bisher einer einfachen direkten Qualitätsprüfung. Mit „Deflektometrie“ werden Verfahren zur berührungsfreien Beurteilung spiegelnder Oberflächen bezeichnet. Typische Anwendungen ergeben sich bei der Prüfung lackierter Oberflächen z. B. in der Automobilindustrie oder bei sogenannter „weißer Ware“. Die Grundidee deflektometrischer Verfahren liegt darin, die spiegelnde Eigenschaft zu nutzen und die Spiegelung eines vorgegebenen bekannten Musters zu analysieren. Mithilfe aufwändiger mathematischer Verfahren können aus dem Spiegelbild des Musters Rückschlüsse auf die Oberflächenform und gege-

benenfalls nicht gewollter Abweichungen erkannt werden. Hierzu werden sich bewegende Streifen oder Karomuster durch die Oberfläche reflektiert, so dass sich sukzessive unterschiedliche Helligkeiten für jeden Punkt auf der zu untersuchenden Oberfläche ergeben.

Abbildung 1 zeigt die Vorgehensweise beispielhaft an einer Autotür mit Delle. Die Autotür reflektiert das Streifenmuster eines Bildschirms. Deutlich ist Veränderung des Verlaufs der Streifen in Abhängigkeit von der Form der Autotür sowie um und in der Delle zu erkennen. Um auch großflächige Objekte zu untersuchen, kann das Streifenmuster mittels eines Roboterarms über das gesamte zu prüfende spiegelnde Objekt bewegt werden.

Mittels Deflektometrie können Oberflächenfehler erkannt werden, eine automatische Zuordnung zu Fehlerklassen war aber bisher nur unzureichend möglich. Im Rahmen des Projektes MID-Wave (Multiskalige Inspektion mittels Deflektometrie und Wavelet-basierten Verfahren) wurden neue Lösungen erforscht und ausgearbeitet, um eine bessere Klassifikation zu ermöglichen.

Ausgangspunkt des neuen Ansatzes ist die Überlegung, dass Fehler in der Lackoberfläche lokal auftreten, aber verschiedene Größenausdehnungen annehmen können; man spricht von einem Objekt, das in verschiedenen Skalen vorliegt. Zur Multiskalenanalyse wird in der Digitalen Bildverarbeitung die sogenannte Wavelet-Transformation genutzt. Hierbei handelt es sich um skalierbare Funktionen, die unter vorgegebenen Randbedingungen entworfen werden können. Die Ursprungsform war eine kleine Welle, woher auch der Name rührt. Ziel des Projektes MID-Wave war es nun, geeignete zweidimensionale Wavelet-Varianten zu entwerfen und zu erproben, um diese für deflektorische Aufgabenstellungen einsetzen zu können. Dabei macht man sich zu Nutze, dass es im Prinzip beliebig viele Formen von Wavelets gibt. Die Aufgabe besteht darin, ausgehend von vorgegebenen Fehlerklassen Waveletfunktionen zu entwerfen, die eine bestmögliche Fehlererkennung erlauben.



Abbildung 1: Streifenmuster auf einer Autotür mit Delle (Quelle: Fraunhofer IOSB, Karlsruhe).



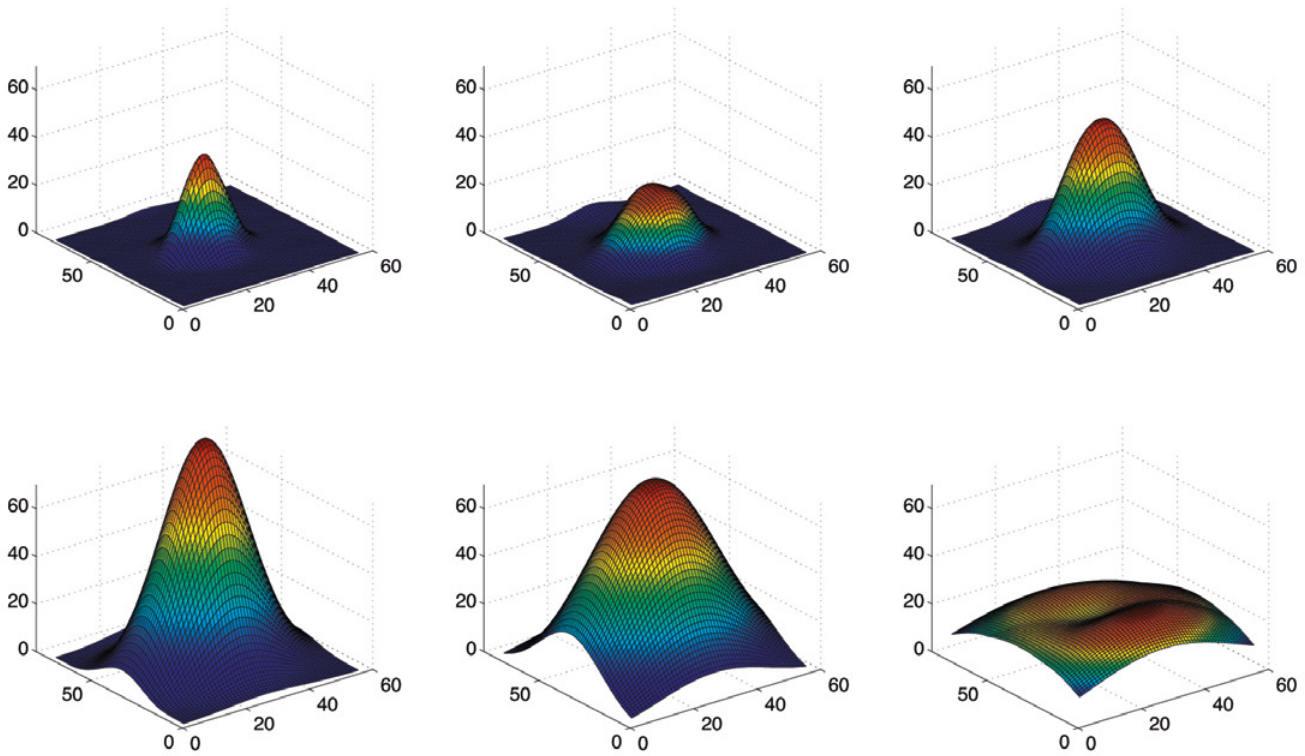


Abbildung 2: Vergleich der Erkennung von Dellen in Abhängigkeit verschiedener Waveletvarianten.

Die Abhängigkeit der Erkennungsqualität von der Waveletvariante zeigt anschaulich *Abbildung 2*. Gegenübergestellt werden die Detektionsergebnisse sechs verschiedener Varianten; Dellen werden unten links sehr gut erkannt, unten rechts praktisch überhaupt nicht.

*Abbildung 3* zeigt die Anwendung des entwickelten Ansatzes auf eine spiegelnde Oberfläche, automatisiert werden Dellen und Farbpickel sicher klassifiziert.

Mittels des neuen automatisierten Verfahrens ergaben sich für verschiedene Fehlerarten auf lackierten Oberflächen Klassifikationsraten von bis zu 98%, während die Klassifikationsraten bisheriger Verfahren nur in der Größenordnung von ca. 80% lagen.

Das Projekt MID-Wave wurde durch die Baden-Württemberg Stiftung gGmbH finanziert und in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und dem Fraunhofer Institut IOSB, Karlsruhe, durchgeführt.

**Dr. Thomas Greiner**

ist Professor im Bereich Informationstechnik und leitet das Institut für Smart Systems und Services.

**Tan-Toan Le**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Smart Systems und Services.

Abbildung 3a: Spiegelnde Oberfläche mit Defekten und reflektiertem Karomuster, helle Flecken sind Spiegelungen und keine Defekte.

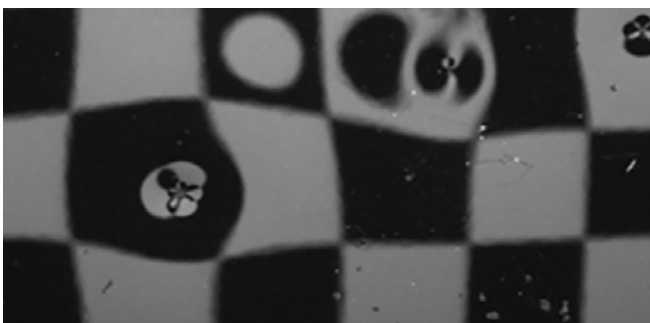


Abbildung 3b: Ergebnis der Klassifikation: rot: Dellen, grün: Farbpickel, blau: kein Defekt (Quelle: Fraunhofer IOSB, Karlsruhe).

