

# Signalverarbeitung zur hochauflösenden Reinheitsgradbestimmung

Daniel KOTSCHATE<sup>1</sup>, Dirk GOHLKE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Kontakt E-Mail: daniel.kotschate@bam.de

## Kurzfassung

Basierend auf aktuellen Regelwerken (SEP1927 und ASTM E588) stehen Möglichkeiten zur nichtinvasiven Beurteilung des zu untersuchenden Werkstoffes, in verschiedenen Qualitätsstufen bis zu einer Vergleichsfehlergröße von bis zu 300 Mikrometer zur Verfügung. Allerdings ist der realistische Nachweis und die Beurteilung von künstlichen sowie von natürlichen Fehlern kleiner 500 Mikrometer nur unter optimalen Voraussetzungen (bspw. Wahl des Prüfkopfes, Geometrie des Prüfobjektes, orts- bzw. zeitliche Auflösung der Messdatenaufnahme) und unter Einsatz von geeigneten Signalverarbeitungsalgorithmen möglich. Im Rahmen von Ringversuchen wurden daher verschiedene Methoden zur Aufbereitung der zu erfassenden Messdaten entwickelt und an verschiedenen Bauteilgeometrien und Werkstoffen getestet. Dabei stellten sich der spektrale Tiefenausgleich (SDAC) und die nichtlineare Bewertung einzelner Frequenzkomponenten des Nutzsignals als sehr vielversprechend heraus und die Nachweisbarkeit kleiner Fehler - im Bereich von 100 - 500  $\mu\text{m}$  - konnte erfolgreich gesteigert werden.

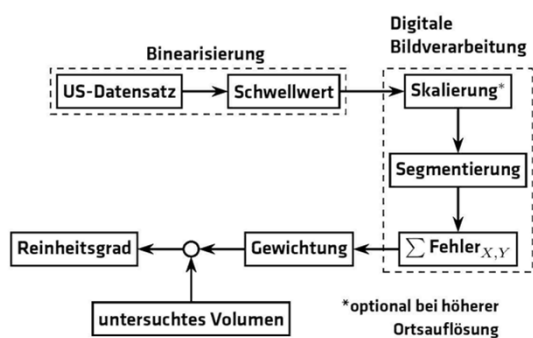
# Signalverarbeitung zur hochauflösenden Reinheitsgradbestimmung

Daniel Kotschate, Dirk Gohlke

Basierend auf aktuellen Regelwerken (SEP1927 und ASTM E588) stehen Möglichkeiten zur nichtinvasiven Beurteilung des zu untersuchenden Werkstoffes, in verschiedenen Qualitätsstufen bis zu einer Vergleichsfehlergröße von bis zu 300 Mikrometer zur Verfügung. Allerdings ist der realistische Nachweis und die Beurteilung von künstlichen sowie von natürlichen Fehlern kleiner 500 µm nur unter optimalen Voraussetzungen (bspw. Wahl des Prüfkopfes, Geometrie des Prüfobjektes, orts- bzw. zeitliche Auflösung der Messdatenaufnahme) und unter Einsatz von geeigneten Signalverarbeitungsalgorithmen (bspw. Ausgleich der Oberflächenkontur oder durch Bewertung der spektralen Eigenschaften des Nutzsignals) möglich.

## Reinheitsgradbestimmung

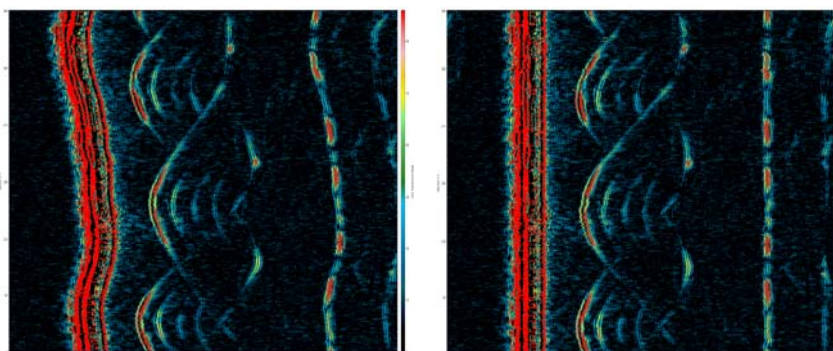
Zur Quantifizierung der Reinheit eines Werkstoffes kann, angelehnt an die DIN EN 10247, eine zerstörungsfreie Schätzung des Reinheitsgrades gemäß SEP 1927 durch das Ultraschallprüfverfahren erfolgen. Als Gütekriterium für die Bewertung der erhobenen Messdaten erfolgt innerhalb eines amplitudenbasierenden Klassensystems. Allein die Ausdehnung der Inhomogenität bestimmt über Fehlerzahl und die Gewichtung. Für die Empfindlichkeitsjustierung findet eine Flachbodenbohrung (Ø 1mm) Verwendung, welche die Bezugshöhe darstellt.



Schätzung des Reinheitsgrades gemäß Regelwerk (SEP1927)

## Modellbasierter Ausgleich von Oberflächeneigenschaften

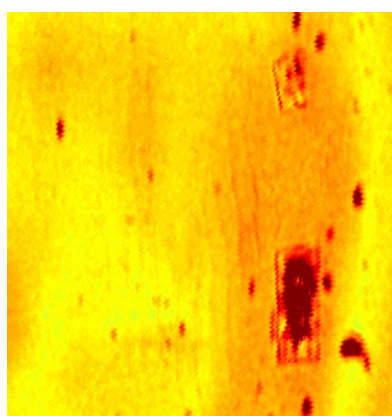
Aufgrund der starken Abhängigkeit der Materialcharakterisierung mittels Ultraschall zur Oberflächenkontur und -rauheit der hochauflösenden Ultraschallprüfung ist zur genauen Lokalisierung von Einschlüssen eine Vorverarbeitung notwendig. Durch die hohe Kohärenz einzelner Anzeigen und dem Eintrittsecho lässt sich die Oberfläche durch den normierten Korrelationskoeffizienten modellieren.



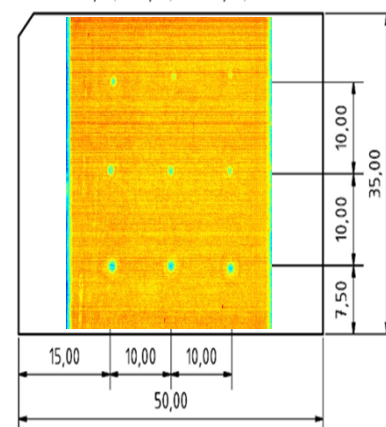
Vor und nach der Verarbeitung und Ausgleich der Kontur und Oberflächenrauigkeit

## Indirekter Nachweis von Einschlüssen und Charakterisierung von Klebeverbindungen

Weitere Anwendungsmöglichkeiten der digitalen Signal- und Bildverarbeitung ergeben sich bei der Charakterisierung von Klebeverbindungen (CFK, GFK oder Metall-Kunststoffverbindungen) und im indirekten Nachweis von metallischen und nicht-metallischen Einschlüssen (KSR Ø100, 250 und 500 µm). Weiterhin lassen sich eine Vielzahl der Methoden zur Auswertung durch geeignete Algorithmen automatisieren.



Charakterisierung von Klebeverbindungen



Detektion von KSR Ø100, 250 und 500 µm (SEP1927 Erweiterung)

## Referenzen

- <sup>1</sup> D. Kotschate, D. Gohlke. Hochauflösende Reinheitsgradbestimmung - Fertigung von Referenzfehlern
- <sup>2</sup> D. Kotschate, D. Gohlke, R. Boehm, M. Perez-Alonso. A comparison between ASTM E588 and SEP 1927 relating resolution limits at determination of the purity grade
- <sup>3</sup> D. Kotschate, D. Gohlke, M. Eisentraut. Reference block design for high resolution ultrasound immersion tank testing



Diese Arbeit wurde durch die Unterstützung der Europäischen Union gefördert