

# Ein Vorgehen zur repräsentativen und richtigen POD

Daniel KANZLER<sup>1</sup>, Christina MÜLLER<sup>1</sup>

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

## Kurzfassung

Die Bewertung der Zuverlässigkeit von zerstörungsfreien Prüfsystemen gewinnt immer mehr an Relevanz. Doch der Spagat zwischen der statistischen Anforderung an die Bewertung und die hierfür entstehenden Kosten stellt häufig eine große Herausforderung dar. Die Aussage von repräsentativen Fehlern und die Forderung an die hohe Anzahl von Fehlern stehen hierbei im Mittelpunkt. Das vorgestellte Poster soll eine Möglichkeit zeigen, vorhanden Daten für die Bewertung im Fall der radiographischen Prüfung so miteinander zu kombinieren, dass es weder an der Repräsentativität noch an der Anzahl der Daten mangelt. Hierbei werden reale und künstliche Fehler auf Basis eines mehrparametrischen Signalfeldes und einer nachfolgenden gewichteten Kombination für die Auswertung vorgestellt. Die Methode wird mit Hilfe von Simulationen unterstützt und die Methodik überprüft.

# Reale Defekte in der POD-Bewertung von Radiographie

## Ein Vorgehen zur repräsentativen und richtigen POD

D. Kanzler, C. Müller (BAM, Berlin)

### In wie weit können Information über die Detektierbarkeit von Referenzfehler auf reale Schweißfehler übertragen werden?

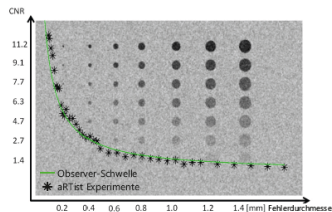


Bild 1. Durchstrahlungsaufnahme einer Platte mit Flachbodenbohrungen verschiedener Tiefe zur Bestimmung der flächenabhängigen Detektionsschwelle

Obwohl sich künstliche Fehler und reale Fehler stark unterscheiden, (z.B. Detektion, Kosten, Herstellung) werden viele PODs auf Basis künstlicher Fehler berechnet.

Hierbei sind einige Kenntnisse auch für die Detektierbarkeit von realen Fehlern zutreffend. Aber einige Fehlerparameter sind nur durch Experimente mit realen Fehlern zu erfassen.

Ein Beispiel ist die **Abhängigkeit von der lateralen Fläche**, die bei der 1-D POD nicht berücksichtigt wird.

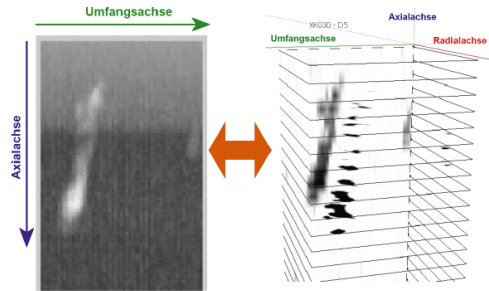


Bild 2. Vergleich einer radiographischen Anzeige mit einer räumlichen Rekonstruktion eines realen Fehlers einer Elektronstrahl-geschweißten Naht basierend auf Schlifffildern.

### Die laterale Fehlergröße ist ein wichtiges Kriterium für die Detektion

Die Abhängigkeit des RT-Signal ( $\hat{a}$ ) von der durchstrahlten Fehlerlänge wird in der POD durch das Schwächungsgesetz beschrieben. Durch die variable Detektionsschwelle fließt die Abhängigkeit von der Anzeigengröße ein.

$$POD(a) = \Phi(f(\hat{a} - Th_{dec}))$$

Die flächenabhängige Detektionsschwelle von realen Fehlern basiert auf den Kenntnissen die in den letzten Jahren durch künstliche Fehler und Simulationen verifiziert worden ist:

$$CNR_{min} = \frac{PT \cdot SR_b^{Bild}}{\sqrt{A_{Fehler}}}$$

CNR: Kontrast Rausch-Verhältnis / CNR\_min: Minimal erkennbares Kontrast-Rauschverhältnis  
PT: Perception Threshold: Ein Faktor der die Höhe der Erkennbarkeitsschwelle beschreibt  
SR<sub>b</sub><sup>Bild</sup>: Basic Spatial Resolution: Basis-Orts-Auflösung gemessen in einem digitalen Bild

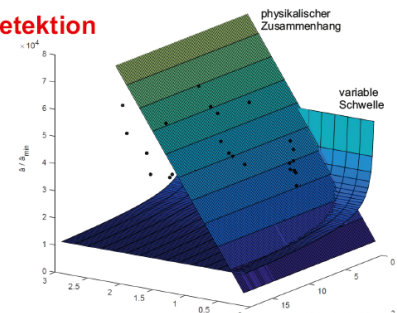


Bild 3. Die Entscheidungsschwelle ist durch Simulationen bestimmt und durch künstliche Fehlern bestätigt. Während die POD ausschließlich auf realen Fehlern aufbaut.

### Berechnung der POD mit realen Fehlern und Flächenabhängiger Schwelle:

Für die Bestimmung der Maße der realen Fehler wurden die einzelnen Schlifffilder einzeln betrachtet, da durch den großen Abstand zwischen den Schlifffildern, keine exakte räumliche Rekonstruktion möglich war.

Mit einer adäquaten Observer-Schwelle verschiebt sich die Kurve leicht zu kleineren Werten. Da die Resultate für große Fehleranzeigen besser werden, würde eine konservative Schwelle den Bereich unterbewerten. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass kleinere Fehler deutliche schlechter zu finden sind und daher von der konservativen Schwelle unterbewerten werden würde. Die POD-Kurve nimmt an Steilheit (abhängig von der eingesetzten Schwelle) zu.

Die mathematische Konstruktion der POD bleibt unverändert, da nur ein relatives  $\hat{a}$  ausgedrückt wird, wodurch handelsübliche POD-Statistikprogramme verwendet werden können.

Es sei hierbei angemerkt, dass die Verbindung zwischen Simulation und Experimente hier eine wichtige Rolle spielen, die in den weiteren Bewertungen im Fokus stehen wird.

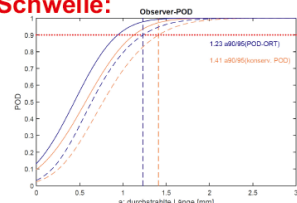


Bild 4. Die POD-Bewertung von Daten für Fehler mit der konventionellen Schwelle (orange) und mit der neuen Observerschwelle (blau), die auch von der Anzeigengröße abhängig ist.

### Schlussfolgerung und die Zukunft der Observer-orientierten POD

- Das Konzept der Observerschwellen-POD ist einsatzfähig für die Bewertung der Prüfung von realen Fehlern.
- Die Observer-POD kommt dem realen Ergebnis näher (wie schon die Ergebnisse mit Simulation erwarten ließen)
- Die Observerschwelle bildet die Grundlage reale und künstliche Fehler für die POD-Analyse zu kombinieren.
- Bei der Observer-POD handelt es sich nicht um einen der „Human Factors“, sondern es wird das physikalische Prinzip der Bilderfassung berücksichtigt.

### Weitere Literatur:

Berens, A.P.: *NDE reliability data analysis*. Metals Handbook (9th edn), ASM Int. Vol. 17, 1989, 689–701.

Ewert, U.; Zscherpel, U.; Heyne, K.; Jechow, M. & Bavendiek, K.: *Image Quality in Digital Industrial Radiography* Material Evaluation Vol. 70, Nr. 8, 2012, 961-970.

Burgess, A. E.: *The Rose model, revisited*: Brigham and Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston Massachusetts, Optical Society of America, 1999, 633-646.

Kanzler, D.; Ewert, U.; Müller, C. & Pitkänen, J. Observer POD for radiographic testing AIP Conference Proceedings, 2015, 1650, 562-570