

# Erweiterung der Signalantwort-POD zur Observer-POD

Daniel KANZLER\*, Uwe EWERT\*, Christina MÜLLER\*, Jorma PITKÄNEN\*\*

\* BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

\*\* Posiva Oy

## Kurzfassung

Für die Qualifizierung einer zerstörungsfreien Prüfmethode spielen die normativen Anforderungen einerseits als Stand von Wissenschaft und Technik und die probabilistischen Bewertungen zur Bestimmung der spezifisch vorliegenden Zuverlässigkeit andererseits eine wichtige Rolle. Natürlich stehen beide Teilbereiche im Zusammenhang. Eine aktuelle Diskussion in der Radiographie betrifft im Moment die Wahrnehmbarkeit von Anzeigen abhängig von der Anzeigenfläche und -tiefe. Aus der Diskussion geht hervor, dass eine Fehleranzeige nicht nur abhängig von ihrem Kontrast und dem Rauschen erkannt wird, sondern auch abhängig von der Form und Fläche der Anzeige ist. Dieses Phänomen basiert auf der Tatsache, dass der Observer (Prüfer) größere Flächen in Bildern leichter wahrnimmt als kleinere Flächen, obwohl beide Anzeigen das gleiche Kontrast-Rauschverhältnis haben. Dieser Ansatz wird in die probabilistische Bewertung mit Hilfe der POD aufgenommen. Die alt-bewährte Signalantwort-POD mit einer festen Detektionsschwelle wird zu einer Observer-POD erweitert, bei der die Schwelle und die verwendete Signalantwort  $\hat{a}$  abhängig von der Anzeigenfläche und -form sowie dem Kontrast und Rauschen sind. Das Vorgehen wird an einem vereinfachten Beispiel anhand des ASTM-Lochprüfkörpers mit den Löchern 1T, 2T und 4T gezeigt. Die ASTM-Referenzprüfkörper sind gut geeignet, da sie Fehlerfläche und durchstrahlte Länge zueinander in Relation setzen und somit eine vereinfachte Darstellung und Bewertung ermöglichen.



# Observer-POD für die Bewertung der Radiographie

D. Kanzler, C. Müller, U. Ewert (BAM, Berlin) und J. Pitkänen (Posiva, Eurajoki, Finnland)

## Detektieren wir alle Fehler mit gleichem CNR gleich gut?

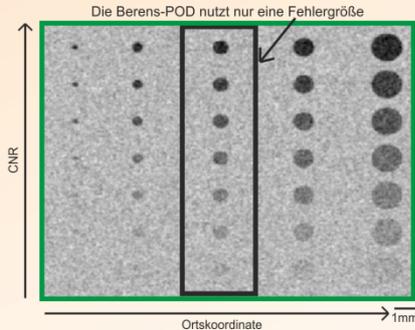


Bild 1. Durchstrahlungsaufnahme einer Platte mit Flachbodenbohrungen verschiedener Tiefe

Bei der konventionellen Signal Antwort-POD spielt die Fläche der Anzeige keine Rolle für die Bewertung. Nur der CNR wird berücksichtigt.

Der Mensch sieht größere Flächen besser als kleinere trotz gleichem CNR. Die Observer-POD berücksichtigt das.

## Die laterale Fehlergröße wird als weiteres Detektionskriterium berücksichtigt.

Um die Detektionsschwelle auch vom Durchmesser abhängig zu machen, wird ein Referenzfehler T<sub>1</sub> mit Durchmesser gleich der durchstrahlten Materialdicke genutzt.

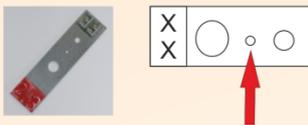


Bild 2. ASTM-Loch-Bildgüteprüfkörper für voluminöse Fehler

Die verwendete Schwelle heißt Observerschwelle. Die Observerschwelle, abhängig von dem Durchmesser, kann formuliert werden:

$$CNR_{min} = \frac{PT \cdot SR_b^{Bild}}{Durchmesser_{Loch}}$$

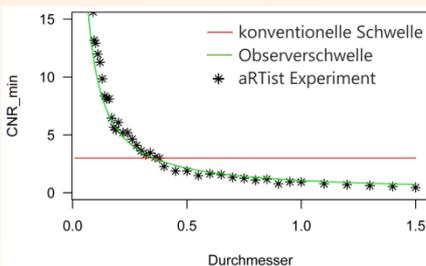


Bild 3. Experimente mit simulierten Fehlern bestätigen die Schwelle. Aus der Simulation wurde ein PT-Wert von 12 bestimmt.

## Einsatz der Observerschwelle in der POD

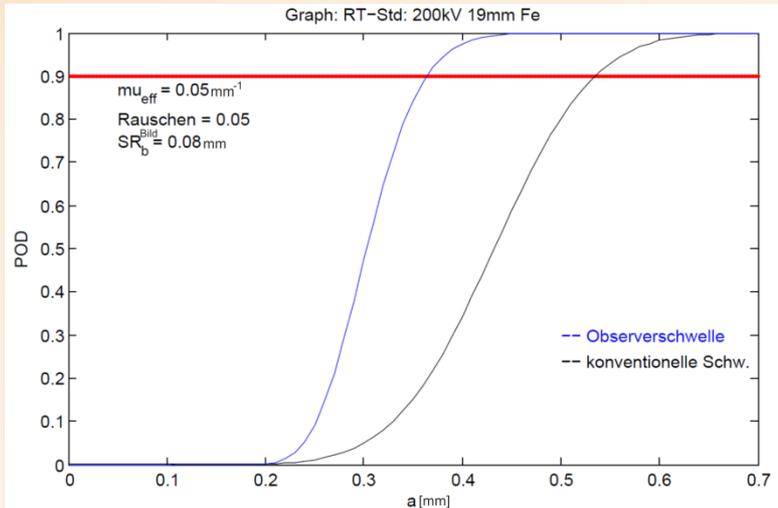


Bild 4. Die POD-Bewertung von Daten für T<sub>1</sub>-Referenzfehler aus einer Simulation mit der konventionellen Schwelle (schwarz) und mit der neuen Observerschwelle (blau), die auch von der Anzeigenfläche abhängig ist.

**Ergebnis:** Mit dem Einsatz der Observerschwelle wird die POD steiler.

Da es sich um ein Modell handelt, wird kein Vertrauensintervall berechnet. Somit auch kein  $a_{90/95}$ .

## Zusammenfassung:

- Mit dem Konzept der Observerschwelle werden weitere wichtige Einflussgrößen in der POD betrachtet: z.B. Basis-Orts-Auflösung im digitalen Bild ( $SR_b^{Bild}$ ).
- Die POD verbessert sich und kommt dem realen Ergebnis näher.
- Die Observerschwelle bildet die Grundlage zur visuellen Bewertung von realen Fehlern am Monitor.
- Die Vorgehensweise zur Berechnung der POD bleibt unverändert.
- Bei der Observer-POD handelt es sich nicht um den Faktor Mensch, sondern es wird das physikalische Prinzip der Bilderfassung berücksichtigt.

## Hinweis:

CNR: Kontrast Rausch-Verhältnis / CNR<sub>min</sub>: Minimal erkennbares Kontrast-Rauschverhältnis  
 PT: Perception Threshold: Ein Faktor der die Höhe der Erkennbarkeitsschwelle beschreibt  
 $SR_b^{Bild}$ : Basic Spatial Resolution: Basis-Orts-Auflösung gemessen in einem digitalen Bild  
 $\mu_{eff}$ : effektive Materialkonstante

## 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.

