

Holistische Betrachtung der Zuverlässigkeit von industriellen ZfP-Systemen - können wir wirklich die Zuverlässigkeit vor Ort voraussagen? - von der Labor-POD zu den aktuellen Bedingungen vor Ort -

Christina MÜLLER*, Marija BERTOVIĆ*, Ralf HOLSTEIN**, Daniel KANZLER*,
Jorma PITKÄNEN***, Marina SKENDER*, Martina ROSENTHAL*

* BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

** DGZfP Ausbildung und Training GmbH

*** Posiva Oy

Kurzfassung

Das modulare Zuverlässigkeitsmodell untersucht zunächst getrennt voneinander die innewohnende Fähigkeit, die Anwendungsparameter und die menschlichen Faktoren. Die innewohnende Fähigkeit beschreibt den reinen physikalisch-technischen Prozess der Signaldetektion von einem Materialdefekt bei Anwesenheit eines Rauschniveaus durch das Material und die Geräte. Diese innewohnende Fähigkeit stellt zugleich eine Obergrenze der möglichen Zuverlässigkeit dar. Misst man die Zuverlässigkeit der innewohnenden Fähigkeit für dickwandige Industriekomponenten mit POD-Kurven muss man bereits gegenüber der ursprünglichen 1-parametrischen POD eine Vielzahl an physikalischen Parametern wie Korngröße, Defekttiefe und Winkel oder auch die Oberflächenrauigkeit mit einbeziehen. Für die Zuverlässigkeit in der industriellen Anwendung muss sichergestellt werden, dass die Signalresponns der realen Fehler beurteilt wird. Durch verschiedene industrielle Anwendungsfaktoren, wie zum Beispiel Ankoppelbedingungen, Hitze, Umgebungsvibration wird diese vermindert. Diese Verminderung kann quantitativ erfasst werden, wenn die zugrunde liegenden Bedingungen kontrolliert sind. Sind sie nicht kontrolliert, muss von vorn herein mit einer Fluktuation vor Ort gerechnet werden. Eine weitere wichtige Einflussgröße sind die "Human Factors", die nicht nur die menschliche Leistungsfähigkeit des individuellen Prüfers beinhalten, sondern auch wie der Arbeitsplatz gestaltet ist, wie die Führungs- und Teamarbeit läuft und wie weiterhin die organisatorische Einbettung in der Firma und zwischen verschiedenen Firmen die in der Prüfkette involviert sind, beschaffen ist und ob dies den Betroffenen bewusst ist. Bei den letzteren Aspekten ist interessant inwieweit die existierenden Regeln und Standards einen zuverlässigen Prüfablauf unterstützen und wo eine Lücke ist, wenn wir den Idealzustand mit der Wirklichkeit vergleichen.

Holistische Betrachtung der Zuverlässigkeit von industriellen ZfP-Systemen

Können wir wirklich die Zuverlässigkeit vor Ort voraussagen?

- von der Labor-POD zu den aktuellen Bedingungen vor Ort -

C. Müller, M. Bertovic, D. Kanzler, M. Skender, M. Rosenthal BAM, Berlin
 R. Holstein DGZfP Ausbildung und Training, Berlin J. Pitkänen Posiva, Eurajoki, Finnland

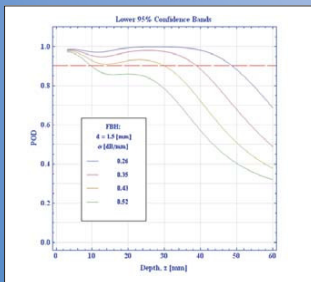
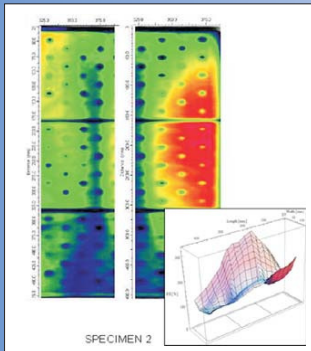
Organisationaler Kontext

Sind die gültigen Normen und Regelwerke aktuell relevant für die tatsächlich ablaufenden Prozesse?
 Gewährleisten die Regelungen zwischen Auftraggebern und Dienstleistern zuverlässige Prüfung?
 Wie ist der Arbeitsplatz gestaltet?
 (Holstein [1])

Anwendungsparameter

- z. B.:
- Zugänglichkeit
 - Ankopplung
 - Umwelteinflüsse
 - Zeit und Hitze

Kann man sie kontrollieren - oder muss man unbestimmte Fluktuationen einplanen?



(Pavlovic [4])

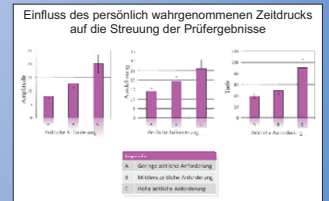
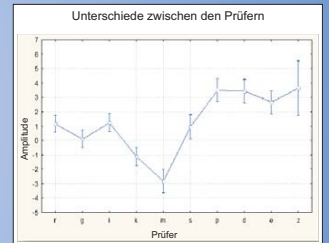


Innwohnende Physik der angewandten Prüftechnik

Multiple-Parameter-POD ist nötig um die Prüfung komplexer Bauteile z. B. Cu-Fässer für radioaktiven Abfall mit PAUT-Technik zu bewerten. Die POD hängt vom Defektdurchmesser (links), der Tiefe im Bauteil (Mitte) und dem Winkel (rechts) ab.

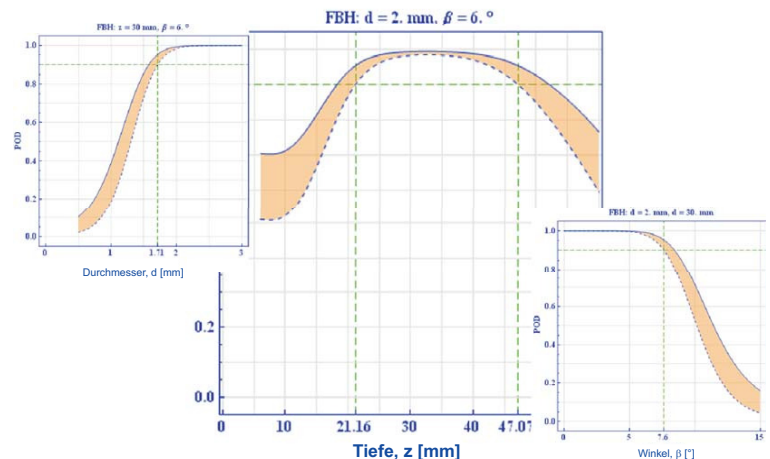
Human Factors

- individuelle Fähigkeit
- Vorteile und Gefahren von Team-Work und Automatisierung
- Rolle der Einweisung, Anleitung und Überwachung
- Rolle der Prüfanweisung



(Bertovic [2])

Multiparameter-Einflüsse auf die POD



Beispiel: Flachbodenbohrungen in Cu
 Auch die Inhomogenität der Schallschwächung spielt eine Rolle. (Pavlovic [3])

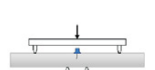
Ziel: Prüfung so real wie möglich

Beispiel: Flachbodenbohrung für UT werden teilweise auch für RT eingesetzt



Künstliche Fehlerprüfung gemäß Internationalen Normen: ISO, EN & ASNT

Beispiel: Einbringung: Spannungskorrosionsrisse



Künstlich-hergestellte, realistische Materialfehler



Produktions- / Wiederkehrende Prüfung für späteren Einsatz

Kombination der Daten von künstlichen und realen Fehlern mit dem Bayes'schen Ansatz

(Kanzler [5])

Quellen:

- [1] Situation der zerstörungsfreien Prüfung vor Ort - Gültigkeit bestehender Modelle der Zuverlässigkeit in der industriellen Praxis; R. Holstein, DGZfP Ausbildung und Training, Berlin; M. Bertovic, D. Kanzler, C. Müller, BAM, Berlin
 [2] Bertovic, M., Gaal, M., Müller, C. & Fahrbuch, B. (2011). Investigating Human Factors in Manual Ultrasonic Testing: Testing the Human Factor Model. Insight, 53(12), 673-676.
 [3] Mato Pavlovic et al., Th.3.A.2, Multi-Parameter Influence on the Response of the Flaw to the Phased Array Ultrasonic NDT System. The Volume POD; CD of Conference Proceedings of the 4th European-American Workshop on Reliability of NDE, June 24-26, 2009, DGZfP
 [4] Mato Pavlovic et al. Investigation of the Influence of the Material Attenuation on the POD of the Flaws; Proceedings of the 10th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components, September 29 - October 1, 2010, Berlin, Germany, pp. 559
 [5] D. Kanzler: Bewertung zerstörungsfreier Prüfsysteme auf der Basis realer Materialfehler durch Einsatz der Bayes'schen Statistik; D. Kanzler, U. Ewart, C. Müller, BAM, Berlin; J. Pitkänen, Posiva, Eurajoki, Finnland; Poster 39 auf der DGZfP Jahrestagung 2013