

## Funkenerosive Herstellung von Referenzfehlern für zerstörungsfreie Prüfungen

### Schlagwörter

Referenzfehler, zerstörungsfreie Prüfungen, Verfahrenskontrolle von Oberflächenverfahren, Validierung

### Prüfgrößen und -objekte

Geometrische Abmessungen von nutartigen Referenzfehlern in sicherheitsrelevanten Bauteilen

Anmerkung: Bei diesen Verfahren handelt es sich um ein Fertigungsverfahren und nicht um ein Prüfverfahren im engeren Sinn.

### Prüfbereich

Länge: 0,1 mm – 20 mm

Breite: > 20 µm

Tiefe: max. 2 mm

### Ergebnisunsicherheit

von 0,01 mm bis 0,1 mm

von 5 µm bis 20 µm

von 10 µm bis 100 µm

### Einsatzgebiete

Validierung zerstörungsfreier Prüfungen an sicherheitsrelevanten Bauteilen wie z. B. Druckbehältern, Triebwerken, Fahrwerken

### Prüfmethodik und Gerätetechnik

Funkenerosive Herstellung und optische Ausmessung

### Qualifikation und Qualitätssicherung

30-jährige Erfahrung mit Funkenerosionsanlagen; besonders niedrige Funkenenergie mit besonders kleinen Werkzeugelektroden und Halterungen

### Ansprechpartner:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Dr. Roland Sickert, Telefon +49 30 8104 1843, Fax +49 30 71843, [roland.sickert@bam.de](mailto:roland.sickert@bam.de)

Andreas Knöppchen, Telefon +49 30 8104 4633, Fax +49 30 8104 74633, [andreas.knoeppchen@bam.de](mailto:andreas.knoeppchen@bam.de)

[Fachbereich 8.4: Akustische und elektromagnetische Verfahren](#)

[Referenzverfahren auf www.rrr.bam.de](http://www.rrr.bam.de)

## Ergänzende Angaben

Referenzfehler (Vergleichsfehler) werden bei der Entwicklung, Kontrolle und Validierung von zerstörungsfreien Prüfverfahren verwendet. Sie haben bekannte Abmessungen und sollen in ihren prüftechnischen Eigenschaften den relevanten nachzuweisenden Inhomogenitäten möglichst entsprechen. Sie werden in einen Vergleichskörper eingebracht, welcher der Prüfgegenstand selbst sein kann oder ihm möglichst ähnlich ist. Die Referenzfehler müssen an den Stellen eingebracht werden, wo die nachzuweisenden Fehler zu erwarten sind, d. h. diese Bereiche sind häufig schwer zugänglich.

Die funkenerosive Bearbeitung hat sich als geeignetes Verfahren zur Herstellung der Referenzfehler erwiesen. Es sind praktisch alle elektrisch leitenden Werkstoffe bearbeitbar. Der Funkenerosionsvorgang erfolgt berührungsfrei. Es treten also bei der Bearbeitung kaum Kräfte auf, d. h. das Werkzeug (Elektrode) und die Werkzeughalterungen können sehr leicht und filigran ausgeführt werden, so dass auch schwer zugängliche Bereiche mit dem Werkzeug erreicht werden können.

In der BAM wurde vor 30 Jahren mit der Entwicklung einer Funkenerosionsanlage begonnen. Sie wurde auf Grund der gewonnenen Erfahrungen und den Anforderungen aus der Praxis ständig weiterentwickelt. Im Vergleich zu kommerziellen Anlagen zeichnet sie sich durch eine sehr niedrige Funkenenergie aus, welche die Anwendung besonders kleiner Werkzeugelektroden (z. B. Bleche mit Dicken ab 7 µm) und Halterungen ermöglicht. Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von Vergleichsfehlern auf der Innenseite von Brennelement-Hüllrohren mit einem Durchmesser von 3 mm.

Eine häufige Prüfaufgabe ist der Nachweis von rissartigen Materialtrennungen mit Breiten unter 10 µm für Wirbelstrom- und Streuflussverfahren. Bei mechanischer Bearbeitung sind Breiten unter 0,2 mm nur schwer erreichbar. Mit der Funkenerosion lassen sich Breiten ab etwa 20 µm herstellen, die mit den Breiten der natürlichen Risse vergleichbar sind. Bei den typischen nutartigen Schlitzern liegen die herstellbaren Längen bei 0,1 mm bis 20 mm mit Tiefen bis zu etwa 2 mm. Typische Referenzfehler werden in Rohre, Zahnflanken, Gewinde, Schmiedeteile, Motorventile und Turbinenschaufeln eingebracht. Die Herstelltoleranz liegt unter 10 %. Die Referenzfehler werden mit einem Messmikroskop MS4 der Fa. Uhl optisch vermessen. Dabei wird die Tiefe aus der veränderten Fokusslage (Oberfläche und Nutengrund) abgeleitet. Lässt die Fehlerlage oder die Bauteilgeometrie den direkten Einsatz des Mikroskops nicht zu, werden Vergleichsfehler an einer zugänglichen Stelle mit identischen Parametern eingebracht und vermessen.