

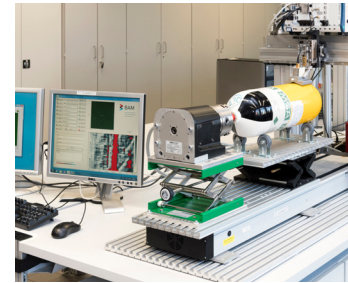
### Die BAM gewährleistet Sicherheit in Technik und Chemie.

Als Ressortforschungseinrichtung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) forscht, prüft und berät die BAM zum Schutz von Mensch, Umwelt und Sachgütern. Im Fokus aller Tätigkeiten in der Materialwissenschaft, der Werkstofftechnik und der Chemie steht dabei die technische Sicherheit von Produkten und Prozessen. Dazu werden Substanzen, Werkstoffe, Bauteile, Komponenten und Anlagen sowie natürliche und technische Systeme von volkswirtschaftlicher Dimension und gesellschaftlicher Relevanz erforscht und auf sicheren Umgang oder Betrieb geprüft und bewertet. Die BAM entwickelt und validiert Analyseverfahren und Bewertungsmethoden, Modelle und erforderliche Standards und erbringt wissenschaftsbasierte Dienstleistungen für die deutsche Wirtschaft im europäischen und internationalen Rahmen.

### Sicherheit macht Märkte.

Die BAM setzt und vertritt für Deutschland und seine globalen Märkte hohe Standards für Sicherheit in Technik und Chemie zur Weiterentwicklung der erfolgreichen deutschen Qualitätskultur „Made in Germany“.

In einem interdisziplinären Team aus Wissenschaftlern und Technikern untersuchen wir die Machbarkeit und erarbeiten Lösungen für anspruchsvolle Prüfaufgaben mit elektromagnetischen ZfP-Verfahren.



HF-Wirbelstromprüfplatz  
zur Untersuchung von  
Composite-Druckbehältern  
aus Aluminium und CFK  
(Carbonfaserverstärkter  
Kunststoff)

### Unsere Forschungsschwerpunkte sind:

- Entwicklung einer in situ Wirbelstromprüftechnik basierend auf GMR-Sensorarrays bei der additiven Fertigung in LPBF-Anlagen (laser powder bed fusion)
- Aufbau eines Impulswirbelstromsystems zur Entwicklung und Erprobung neuer Sonden-designs und Auswertalgorithmen für die Impulswirbelstromprüfung
- Entwicklung neuer Auswertestrategien und -algorithmen für die Wirbelstrom- und Streuflussprüfung
- Simulationen zur Wirbelstrom- und Streuflussprüfung an komplexen Fehlergeometrien und Materialien
- Untersuchungen zu den Möglichkeiten der elektromagnetischen Prüfung mit sehr hohen Frequenzen
- Mitarbeit in Gremien der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) und der nationalen und internationalen Normung

Ihre Ansprechpartner für elektromagnetische ZfP-Verfahren sind:

Ralf Casperson  
Fachbereich 8.4  
Akustische und elektromagnetische Verfahren  
✉ ralf.casperson@bam.de  
☎ +49 30 8104-3652

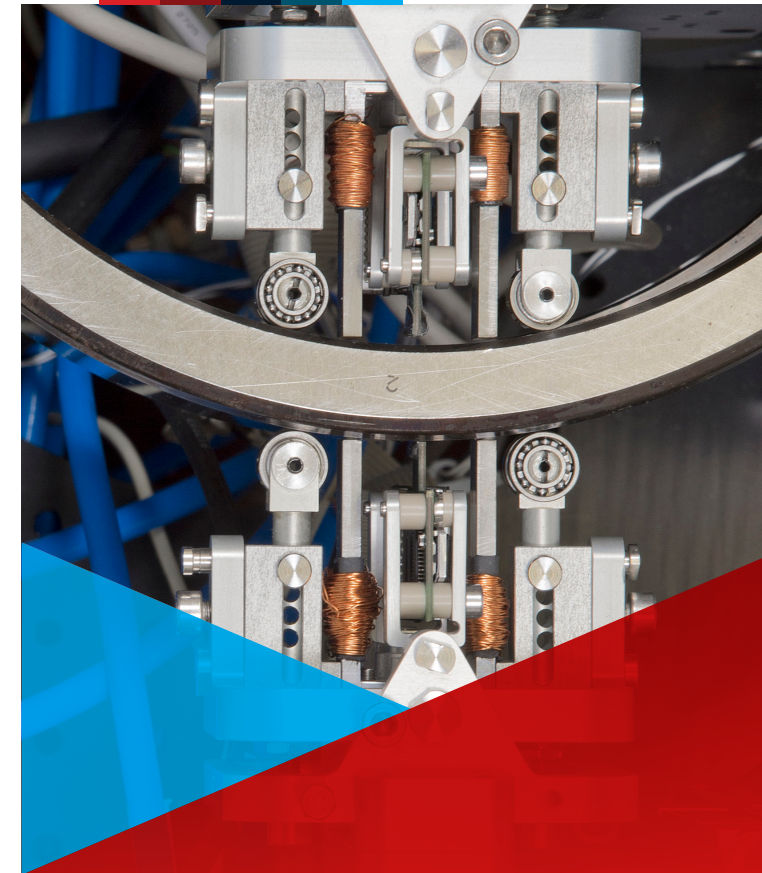
Dr. Matthias Pelkner  
Fachbereich 8.4  
Akustische und elektromagnetische Verfahren  
✉ matthias.pelkner@bam.de  
☎ +49 30 8104-4120

Dr. Friedrich Bake  
Fachbereich 8.4  
Akustische und elektromagnetische Verfahren  
✉ friedrich.bake@bam.de  
☎ +49 30 8104-1840

Bundesanstalt für Materialforschung  
und -prüfung (BAM)  
Unter den Eichen 87  
12205 Berlin

☎ +49 30 8104-0  
🌐 [www.bam.de](http://www.bam.de)

Sicherheit in Technik und Chemie

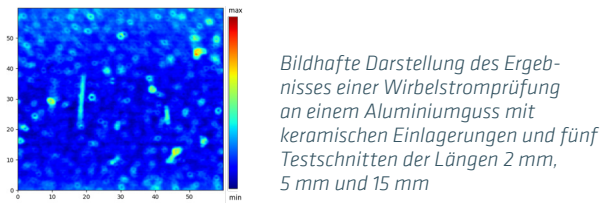


## ELEKTROMAGNETISCHE ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFVERFAHREN

Akustische und elektromagnetische  
Verfahren

# Bildgebende Wirbelstromprüfung

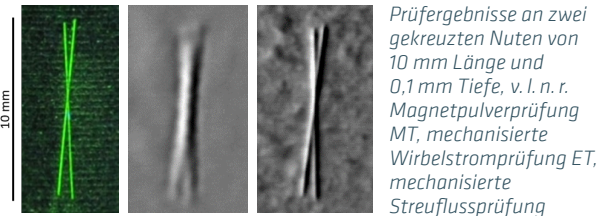
Die Wirbelstromprüfung (Eddy Current Testing, ET) ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren, bei dem mittels einer Sonde elektromagnetische Wechselfelder erzeugt werden. In elektrisch leitfähigen Materialien werden durch diese Felder Wirbelströme induziert, Oberflächen-nahe Inhomogenitäten wie Risse, Poren, Einschlüsse, Korrosion u. Ä. verändern die Wirbelströme. Wirbelstromprüfgeräte detektieren diese Änderungen und stellen sie dar. Es ist sowohl der Nachweis, als auch in gewissen Grenzen eine Quantifizierung der Inhomogenitäten möglich. Eine flächenhafte Abtastung von Prüfbjekten und ortsgetreue Speicherung der Prüfdaten ermöglicht eine bildhafte Darstellung der Prüfergebnisse. Über eine geeignete Sensorauswahl und Geräteparametrierung lässt sich die Prüfempfindlichkeit den jeweiligen Anforderungen anpassen. Je nach Prüfaufgabe sind Abstände der Sonde zur Prüfteiloberfläche von direktem Kontakt bis hin zu einigen Millimetern möglich.



Für die Untersuchung verschiedener Prüfprobleme stehen an der BAM Prüfplätze für ebene und zylindrische Prüfteile zur Verfügung. Es können sowohl handelsübliche Prüfgeräte (Frequenzbereich 10 Hz – 10 MHz) als auch der Prototyp eines HF-Prüfplatzes (Frequenzbereich 10 MHz – 6 GHz) genutzt werden. Neben einer breiten Auswahl an vorhanden Sonden werden bei Bedarf problemangepasste Sonden entwickelt und gefertigt.

# Sensorbasierte Streuflussprüfung

Die magnetische Streuflussprüfung ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren, bei dem magnetisierbare Bauteile von außen stark magnetisiert werden. An Rissen und anderen Fehlstellen in der Oberfläche des Bauteiles tritt ein sogenanntes Streufeld aus. Die Stärke des Streufeldes ist abhängig von der Stärke der Magnetisierung, der Größe der Fehlstelle und der Lage der Fehlstelle im Bezug zur Magnetisierungsrichtung. In der „klassischen“ ZfP wird dieses Streufeld durch die Anlagerung kleiner magnetischer Teilchen (Magnetic Particle Testing, MT) sichtbar gemacht. Jedoch auch mit geeigneten Magnetfeldsensoren sind die Streufelder messbar. Mit einer flächenhaften Abtastung lassen sich, ähnlich wie bei der Wirbelstromprüfung, die Prüfergebnisse grafisch darstellen. Durch den Einsatz besonders kleiner Sensoren wird eine hohe Ortsauflösung erreicht. Je nach Prüfaufgabe sind Abstände der Sensoren zur Prüfteiloberfläche von direktem Kontakt bis hin zu einigen hundert Micrometern möglich.

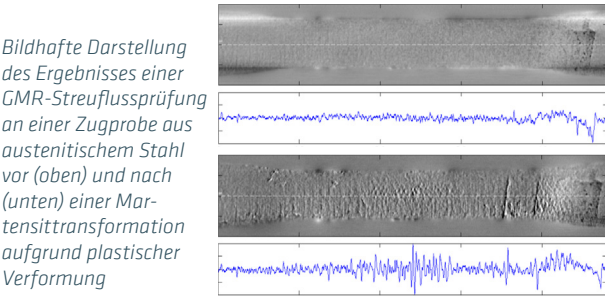
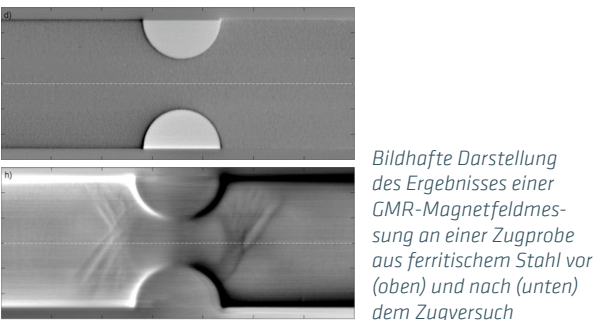


Der BAM steht eine große Auswahl von speziell für die ZfP angepassten Magnetfeldsensoren zur Verfügung. Die Sensoren arbeiten auf der Grundlage des GMR oder des TMR-Effektes (Giant Magneto Resistance – Riesenmagnetwiderstand, Tunnel Magneto Resistance – Tunnelmagnetwiderstand).

# Magnetische Materialcharakterisierung

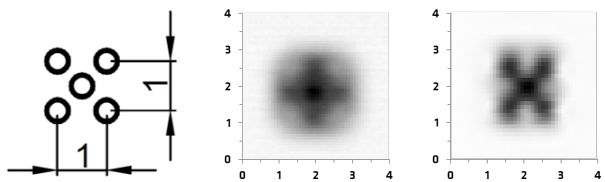
Änderungen von Materialeigenschaften bei Stählen gehen häufig mit einer Änderung der magnetischen Eigenschaften einher. Diese lassen sich i. A. durch Messungen von oberflächennahen Magnetfeldern der jeweiligen Proben nachweisen.

Im Rahmen von Forschungsprojekten wurden verschiedene GMR- und TMR-Magnetfeldsensoren entwickelt. Diese zeichnen sich durch besonders hohe Empfindlichkeiten und besonders gute Ortsauflösungseigenschaften aus. Somit sind mit solchen Sensoren die auf Eigenschaftsänderungen basierenden Magnetfelder gut darstellbar.



# Sondenentwicklung

Die BAM verfügt über jahrelange Erfahrungen in Entwicklung und Bau problemangepasster Wirbelstromsonden. Dies kann sowohl die Anpassung der Sonde an geometrische Gegebenheiten, als auch eine Optimierung prüftechnischer Parameter wie Ortsauflösung, Abbildungsverhalten, Tiefenwirkung, Prüfspurbreite oder Empfindlichkeit bedeuten. So werden z. B. zur Detektion und Quantifizierung besonders kleiner Fehler, wie z. B. Korrosion im Anfangsstadium, besonders hochauflösende Sonden mit guten Abbildungseigenschaften benötigt.



Die hochauflösende Prüfung mit Einzelsonden erfordert viele Prüfspuren und einen entsprechenden Zeitaufwand. Zur Reduzierung der Prüfzeit können Arraysonden eingesetzt werden. Der Einsatz von GMR-Sensorarrays ermöglicht einen einfachen Aufbau besonders hochauflösender Arraysonden.

