

Mikrowellenprüfung mittels Smartphones

Andreas HIMMELMANN¹, Gerhard MOOK¹, Sebastian DIECK², Johann HINKEN³

¹ Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg

² DeltaSigma Analytics GmbH, Magdeburg

³ fitm Hinken Consult, Magdeburg

Kontakt E-Mail: sebastian.dieck@deltasigma.de

Kurzfassung

Die Mikrowellenprüfung ist ein Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von elektrisch isolierenden Materialien. Dabei werden Frequenzen im Bereich von 300 MHz – 300 GHz genutzt. Das Verfahren findet Anwendung in der Prüfung von verschiedenen Materialien wie z.B. GFK, PTFE oder Schäumen. Die steigende Leistungsfähigkeit von mobilen Endgeräten, wie Smartphones und Tablets, ermöglicht die Nutzung der Hardware für die mobile zerstörungsfreie Prüfung.

Im Rahmen des aktuellen Projekts wird ein 24-GHz Transceiver genutzt, um die zerstörungsfreie Prüfung elektrisch isolierender Materialien mittels Mikrowellentechnik und Smartphone umzusetzen.

Dabei umfasst die Entwicklung zunächst die Signalverarbeitung des Transceivers. Dessen Ausgangssignal wird über eine elektrische Schaltung invertiert und verstärkt. Anschließend wandelt ein Mikrocontroller die analogen Spannungssignale in digitale Signale um. Über eine USB-C-Schnittstelle werden die digitalen Signale an das Smartphone weitergeleitet. Durch eine speziell für die Verarbeitung dieser Signale programmierte App kann die Prüfung durchgeführt werden. Dazu werden die veränderlichen Spannungssignale des Sensors in eine x- und y-Koordinate umgerechnet. Diese Koordinaten werden genutzt, um die Position eines Punktes in der Impedanzebene darzustellen. Durch Schaltflächen im User Interface der App kann das Signal zu Beginn der Prüfung zentriert und sowohl die Phasenlage als auch die Verstärkung auf die Prüfaufgabe angepasst werden. Defekte im Material, wie z.B. Risse oder metallische Einschlüsse verändern das Signal und somit auch die Position des Punktes.

Mit dem entwickelten Messsystem wurde die zerstörungsfreie Prüfung an Objekten mit gezielt eingebrachten Fehlern durchgeführt. In das Objekt wurden sowohl Sacklochbohrungen unterschiedlicher Tiefe und von unterschiedlichem Durchmesser als auch offene und verdeckte Risse unterschiedlicher Breite eingebracht. Alle Fehlstellen erzeugten im Messsystem eine Anzeige.



Mikrowellenprüfung mittels Smartphones

Andreas Himmelmann
DeltaSigma Analytics GmbH
DGzFP-Jahrestagung 2022

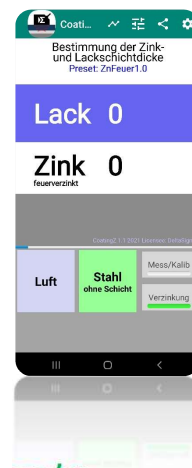
Motivation

- Mobile Prüfsysteme zur Visualisierung und zum Kennenlernen der Prüfmethode
- Effiziente Ressourcennutzung



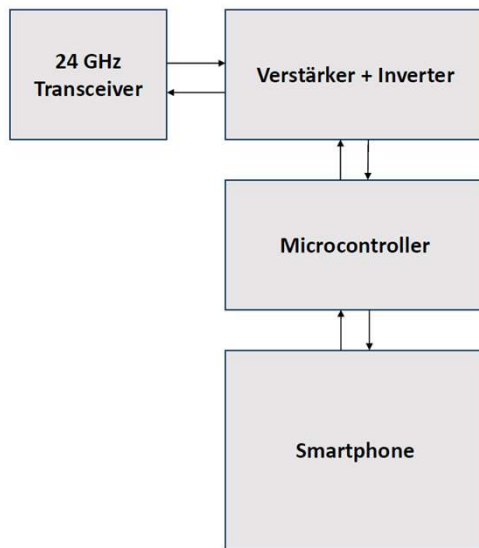
Erfolgsbeispiel:

- Rissprüfung
- Sortieraufgaben
- Lackschichtdickenmessung



*Smartphone bringt dem Anwender
die Mikrowellenprüfung nahe*

Systemkomponenten

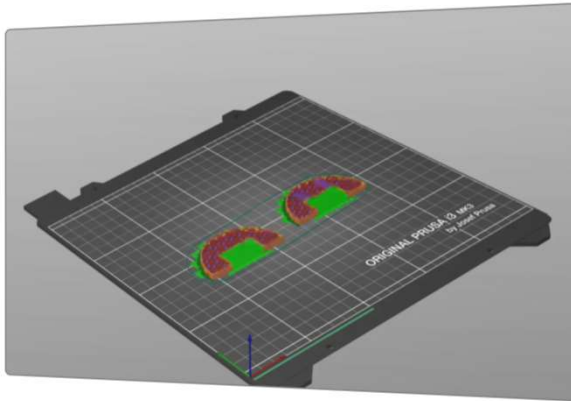


App-Layout

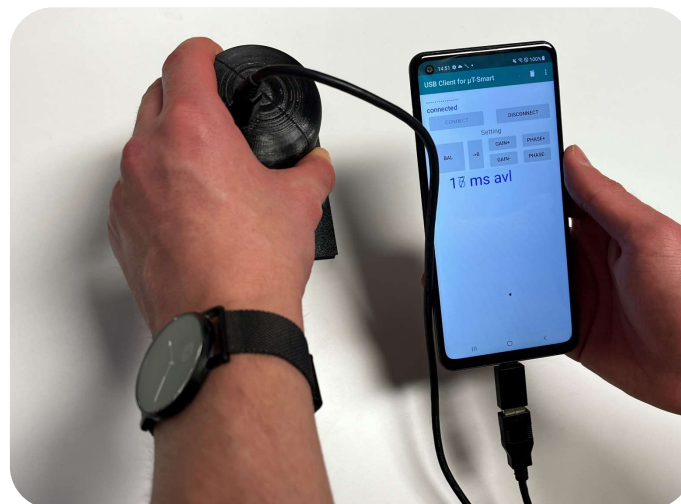


Das Gehäuse

- Gehäuse des Handstücks per FDM-Verfahren gefertigt
- Gegen Elektrostatische Entladung stabiles Kunststoffgehäuse

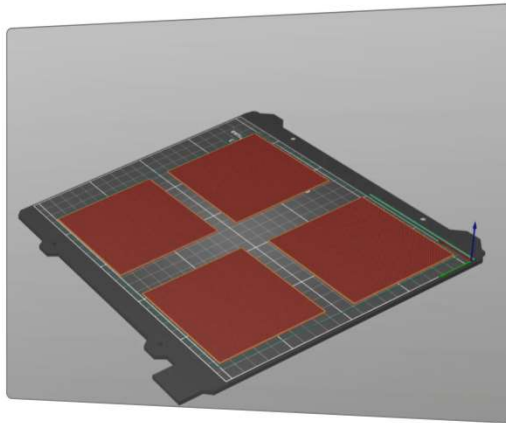


Das Gesamtsystem

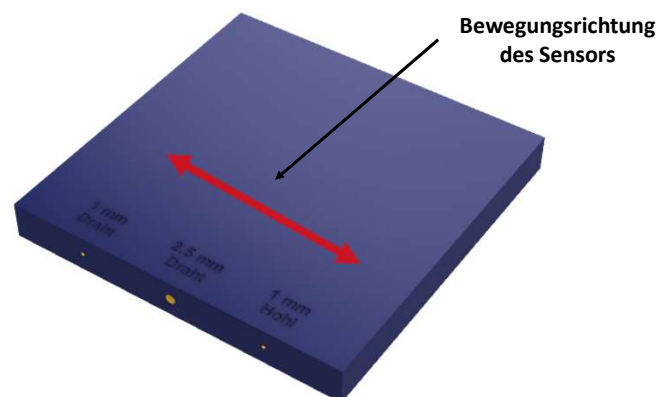


Erprobung des System

- Testkörper mit verschiedenen Fehlstellen
- Ebenfalls aus Kunststoff mittels FDM-Verfahren gefertigt
- 100 % Füllgrad (Einfluss des Füllmusters reduzieren)



Testfehler – metallische Einschlüsse/Hohlraum



Anzeige des Messsystems bei Einschlüssen/Hohlräumen

Metallischer Einschluss
(2.5 mm Draht)



Metallischer Einschluss
(1 mm Draht)

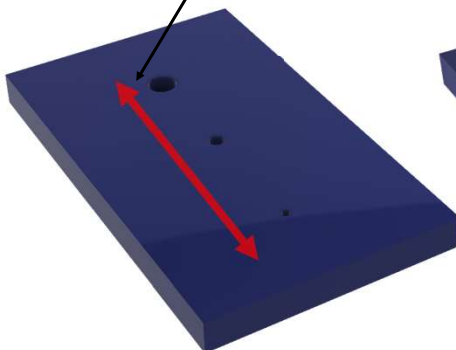


Hohlraum
(2.5 mm)

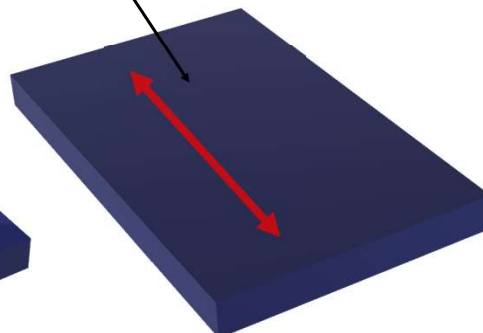


Testfehler – offene/verdeckte Bohrung

Bewegungsrichtung
des Sensors



Prüfobjekt offene Fehlstellen



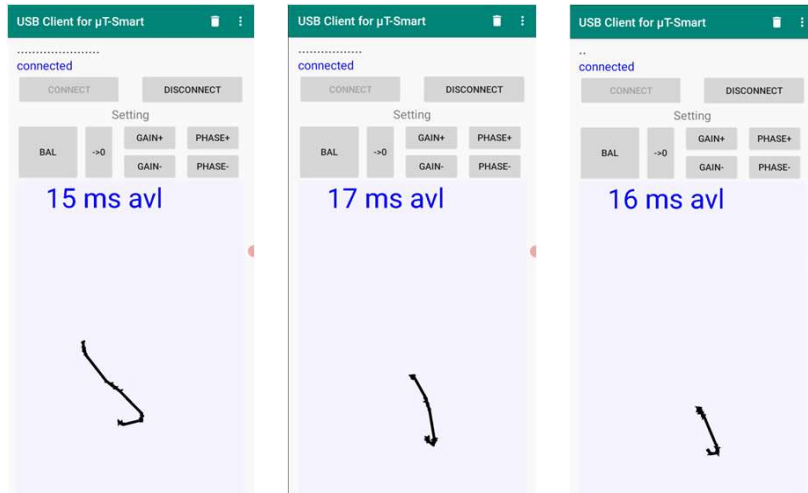
Prüfobjekt verdeckte Fehlstellen

Anzeige des Messsystems bei offenen Sacklochbohrungen

Offene Sacklochbohrung
(10x10 mm)

Offene Sacklochbohrung
(5x5 mm)

Offene Sacklochbohrung
(3x3 mm)

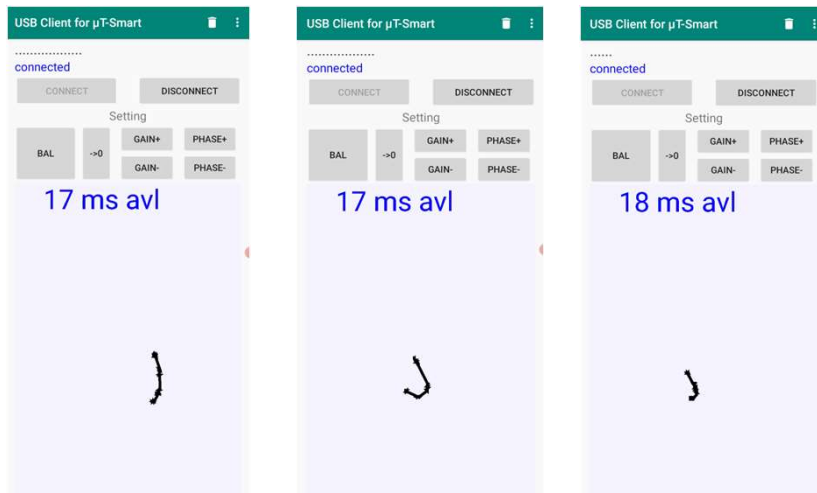


Anzeige des Messsystems bei verdeckten Sacklochbohrungen

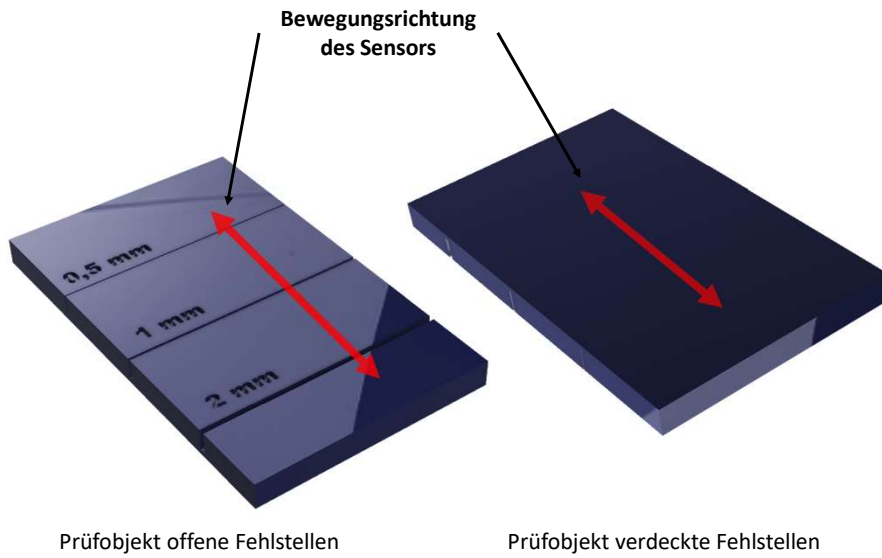
Verdeckte Sacklochbohrung
(10x10 mm)

Verdeckte Sacklochbohrung
(5x5 mm)

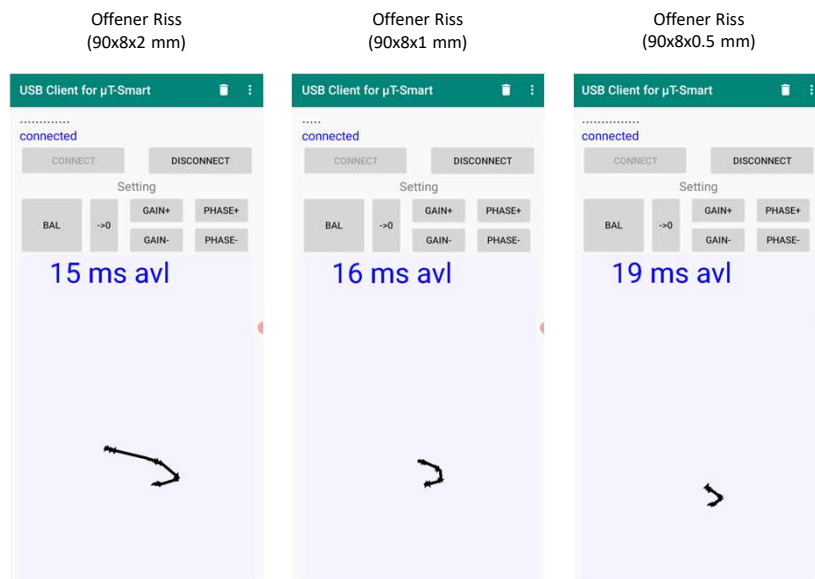
Verdeckte Sacklochbohrung
(3x3 mm)



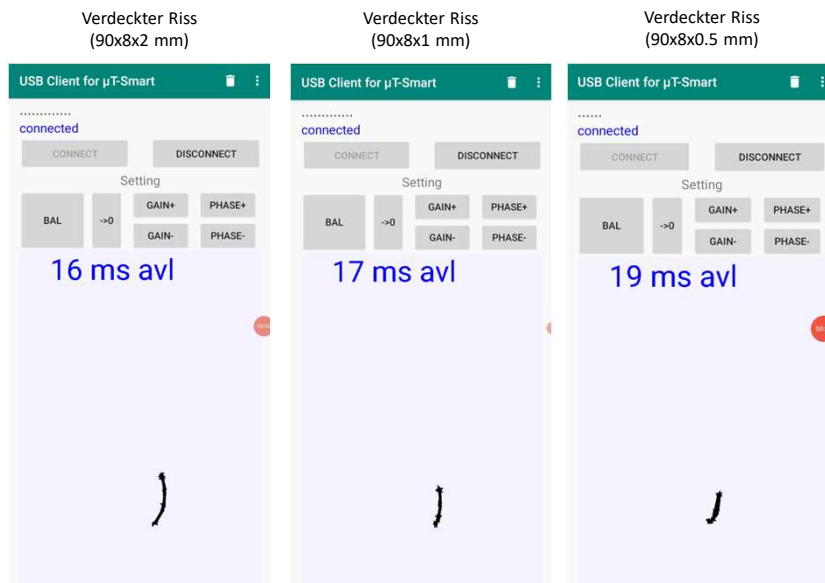
Testfehler – offene/verdeckte Risse



Anzeige des Messsystems bei offenen Rissen



Anzeige des Messsystems bei verdeckten Rissen



Zusammenfassung

- Mikrowellenprüfung mittels Smartphone *erfolgreich umgesetzt*
- Anzeige bei folgenden Fehlern:
 - Metallische Einschlüsse
 - Hohlräume
 - Offene/Verdeckte Risse
 - Offene/Verdeckte Bohrungen



Optimierungen:

- App-Layout
- Signalauswertung
- Exakte Ermittlung der Ortsauflösung der Sensoren

