

## Analyse dielektrischer Eigenschaften von Harzsystemen für CFK mittels Hochfrequenz-Wirbelstromverfahren

Simone GÄBLER \*, Henning HEUER \*\* \* Fraunhofer IKTS-MD, Leibniz IPF, Dresden, Gaebler@ipfdd.de \*\* Fraunhofer IKTS-MD, Dresden

## Kurzfassung

Die Wirbelstrommesstechnik ist ein induktives Prüfverfahren, welches traditionell für die zerstörungsfreie Charakterisierung elektrisch leitfähiger Materialien eingesetzt wird. Eine Erweiterung des dabei benutzten Frequenzspektrums bis in den Bereich von 100MHz, erschloss zudem Anwendungsgebiete wie die Prüfung an sehr schwach leitfähigen Materialien. Davon profitierte insbesondere die zerstörungsfreie Charakterisierung von CFK, dessen mittlere Leitfähigkeit nur etwa 1/1000 im Vergleich zu der von Aluminium beträgt. Strukturanalysen, Defektoskopie und Grammaturbestimmung kohlestofffaserverstärkter Werkstoffe mittels HF-Wirbelstromverfahren gehören mittlerweile zum Stand der Technik.

Der Einsatz von Hochfrequenz-Wirbelstromtechnik an CFK bringt verstärkt Messergebnisse hervor, deren Informationsgehalt über die klassischen zu beobachtenden Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit und Permeabilität des Materials hinauszugehen scheinen. Die Ursache dafür wird in der kapazitiven Kopplung zwischen den Carbonrovings und dem daraus resultierenden Einfluss dielektrischer Effekte vermutet. Die experimentelle Überprüfung zeigt jedoch die Unvollständigkeit dieser Hypothese. Auch ohne die Anwesenheit elektrisch leitfähiger Strukturen lassen sich verschiedene, nichtleitfähige Materialien an Hand der komplexen Impedanzänderung der Messspule unterscheiden.

Eine Erklärung für dieses Phänomen findet sich in den Maxwell Gleichungen. Diese zeigen, dass eine Charakterisierung mittels hochfrequenter Wirbelstromtechnik prinzipiell auch an nicht-leitenden Materialien angewendet werden kann. Die Veränderung der komplexen Spulenimpedanz liefert dann Informationen zur Permittivität der Probe. Bei schwach leitfähigen Materialien mischen sich Einflüsse von Permittivität und elektrischer Leitfähigkeit. FEM Simulationen und Experimente stützen diese Erkenntnisse. So stimmt der zeitliche Verlauf der komplexen Impedanzänderung des Wirbelstromsensors während der Aushärtung des Epoxidharzes L20 gut mit der kapazitiv gemessenen Veränderung des Realteils der Permittivität der Probe überein. Dieser Einfluss der lokalen Permittivität eines Materials ermöglicht neue Anwendungsgebiete der HF-Wirbelstrommethode, wie z.B. die Charakterisierung lokaler Aushärtefehler (Hot-Spots) an CFK.



1



Outline	
HF Eddy Current on CFRP	<ul> <li>Principles and Use of Eddy Current Measurements</li> <li>High-frequency Eddy Current Testing at CFRP</li> </ul>
Characterizing permittivity with HF EC	<ul> <li>Theoretical background and FEM simulation</li> <li>Influence of permittivity on complex impedance Z</li> <li>Potential applications – first experimental results</li> </ul>
Conclusions and outlook	<ul><li>Summarizing thoughts</li><li>Acknowledgements and questions</li></ul>
Fraunhofer	URAGUS -2- TECHNISCHE Libriz

















HF Eddy Current on CFRP	<ul> <li>Principles and Use of Eddy Current Measurements</li> <li>High-frequency Eddy Current Testing at CFRP</li> </ul>
Characterizing permittivity with HF EC	<ul> <li>Theoretical background and FEM simulation</li> <li>Influence of permittivity on complex impedance Z</li> <li>Potential applications – first experimental results</li> </ul>
Conclusions and outlook	<ul><li>Summarizing thoughts</li><li>Acknowledgements and questions</li></ul>
Fraunhofer	URAGUS -11- TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN LITATIONE

























HF Eddy Current on CFRP	<ul><li>Principles and Use of Eddy Current Measurements</li><li>High-frequency Eddy Current Testing at CFRP</li></ul>
Characterizing permittivity with HF EC	<ul> <li>Theoretical background and FEM simulation</li> <li>Influence of permittivity on complex impedance Z</li> <li>Potential applications – first experimental results</li> </ul>
Conclusions and outlook	<ul><li>Summarizing thoughts</li><li>Acknowledgements and questions</li></ul>
🗾 Fraunhofer 🔇 🤇	URAGUS -24- TECHNISCHE Lifmiz





