

5

VOM RADAR ZU MULTISPEKTRALEN SENSORSYSTEMEN

Die Messung von Reflektivität und Transparenz oder die Bestimmung der Dielektrizitätskonstante von Materialien zählen zu den klassischen Verfahren der Materialanalyse im Millimeterwellen- und Submillimeterwellenbereich. Multispektrale Messsysteme bieten darüber hinaus noch weitere Möglichkeiten.

Mehrwert durch Sensornetzwerke

Nicht immer kann ein Sensor alleine die gewünschte Anforderungen erfüllen. Bei einem multispektralen Sensorsystem wählen die Wissenschaftler des FHR die passenden Sensoren aus, die für die Aufgabenstellung des Kunden optimale Ergebnisse liefern. Dabei bringt jeder Sensor seine individuellen Stärken ein. Statt der aufwendigen Optimierung der Einzelsensoren entsteht durch die Fusion verschiedener Sensoren und Spektralbereiche ein leistungstärkeres System bei geringeren Kosten.

Um solche anspruchsvollen und komplexen Systeme zu entwickeln, beschäftigt das FHR Spezialisten aus einer Vielzahl von Fachrichtungen. Zudem verfügt das Institut aufgrund seiner Vernetzungen innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und mit externen Forschungseinrichtungen im universitären und außeruniversitären Bereich über ein einmaliges Netzwerk zur Bereitstellung aller notwendigen Ressourcen.

Kundenspezifische Lösungen

Das FHR ist darauf spezialisiert, gemeinsam mit Kunden und Partnern neue Methoden und Verfahren zu entwickeln und einzusetzen, die als kommerzielle Produkte nicht verfügbar sind. Dabei bietet das Institut eine umfangreiche Expertise in der Realisierung von Messsystemen, die kundenspezifisch vom Experimentalsystem bis zum Prototypen entwickelt und angefertigt werden. So realisierte das FHR die ersten kommerziell verfügbaren Radarsysteme mit 4 GHz bzw. 8 GHz Bandbreite bei 94 GHz und 220 GHz und demonstrierte somit eindrucksvoll seine herausragende Stellung als eines der führenden Radarinstitute.

5 Durch die Fusion verschiedener Sensoren ergeben sich neue Lösungsansätze, hier am Beispiel einer Tafel Schokolade verdeutlicht.

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik
und Radartechnik FHR
Neuenahrer Str. 20
53343 Wachtberg

Tel.: +49 (0)228 9435 - 227
Fax: +49 (0)228 9435 - 627
E-Mail: info@fhr.fraunhofer.de
Web: www.fhr.fraunhofer.de

Institutsleitung:
Dr.-Ing. Joachim Ender

Budget (2010): ca. 20 Mio. EUR
Mitarbeiter (2010): 220

© Fraunhofer FHR 2011

HOCHFREQUENZSYSTEME – NEUE WEGE IN DER QUALITÄTSKONTROLLE



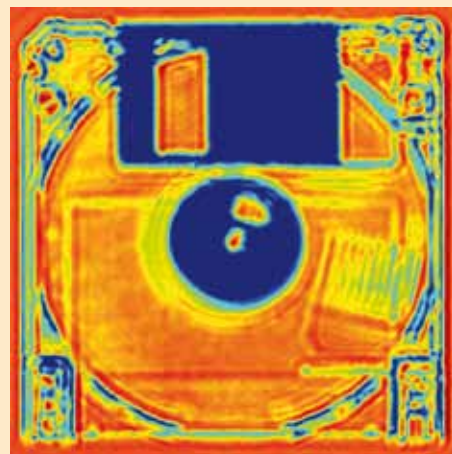
Ansprechpartner:

Dr. rer. nat. Helmut Essen
Abteilungsleiter
Millimeterwellenradar und Höchstfrequenzsensoren (MHS)
Tel.: +49 (0)228 9435 - 249
E-Mail: helmut.essen@fhr.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Dirk Nüßler
Teamleiter Millimeterwellen- und Terahertzsensoren
Tel. +49 (0)228 9435 - 550
E-Mail: dirk.nuessler@fhr.fraunhofer.de

Titelbild: ©iStockphoto.com/JamesWhittaker

1



BESSERE PRODUKTE DURCH GENAUERE ÜBERWACHUNG

Das Auffinden von Verunreinigungen, die Vermessung von Abweichungen und die Überwachung von Prozessen sind die zentralen Aufgaben eines jeden modernen Qualitätsmanagementsystems. Oft können Produktfehler jedoch nicht oder nur mit hohem Aufwand visualisiert werden. Hochfrequenzsensoren bieten hier innovative Lösungsmöglichkeiten.

Einen Fehler zu finden ist der erste Schritt, ihn zu vermeiden

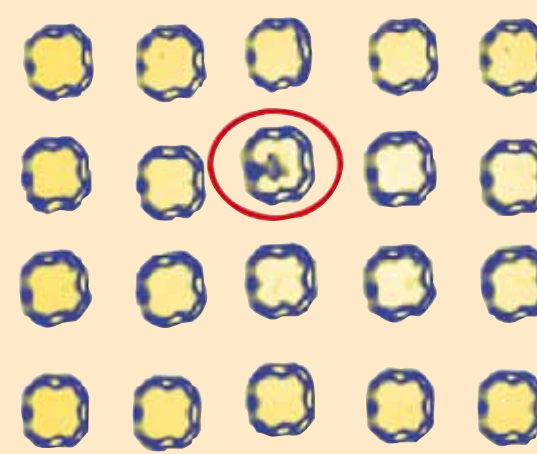
Ein wesentliches Kriterium für die Qualität eines Produktes ist seine Fehlerfreiheit. Jedoch lassen sich Fehler selbst in modernen Fertigungsprozessen niemals vollständig ausschließen. Kleinste Ungenauigkeiten der Produktionssysteme verursachen mitunter eine erhebliche Beeinträchtigung der Qualität oder Haltbarkeit und führen zu einer Wertminderung. Durch Verunreinigungen können komplette Fertigungsreihen ausfallen, Maschinen beschädigt oder teure Rückrufaktionen – mit dem damit verbundenen öffentlichen Imageschaden – notwendig werden.

Moderne Überwachungssysteme sollen die Qualität und Unversehrtheit eines Produktes während des Fertigungsprozesses sicherstellen. Wenn die zu kontrollierenden Produkte nicht transparent sind und optische Inspektionssysteme nur die Oberfläche zeigen, wenn Röntgensensoren zu langsam sind für die Geschwindigkeit moderner Produktionsstraßen oder aufgrund ihrer Lebensdauer und des hohen Wartungs- und Schulungsaufwandes nicht in Frage kommen, bietet sich in Zukunft der Einsatz von Hochfrequenzsensoren an. Durch ihre Fähigkeit, nichtmetallische Objekte zu durchleuchten und selbst kleinste Kontrastunterschiede sichtbar zu machen, eignen sie sich zur Überwachung vieler Herstellungsverfahren.

Das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR forscht seit über 50 Jahren auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik und nimmt hier eine nationale und internationale Spitzenstellung ein. Die wichtigsten Kernkompetenzen des FHR – numerische Berechnung elektromagnetischer Felder, Höchstfrequenztechnologie und Sensor-Signalverarbeitung – ermöglichen den Entwurf, den Aufbau und den Betrieb komplexer Hochfrequenzsysteme unter einem Dach.

1 *Hochaufgelöste Radarbilder erlauben die Visualisierung von verdeckten Strukturen auch innerhalb von optisch intransparenten Produkten, wie hier am Beispiel einer Diskette gezeigt wird.*

2



DIE KUNST, UNSICHTBARES SICHTBAR ZU MACHEN

Durch die Verwendung der Hochfrequenztechnik kann eine Vielzahl von Stoffen durchleuchtet werden, die im optischen Bereich nicht transparent sind. Gleichzeitig werden selbst kleinste Unterschiede im Material sichtbar, die im Röntgenbereich verborgen bleiben.

Hochfrequenzsysteme bieten einzigartige Möglichkeiten

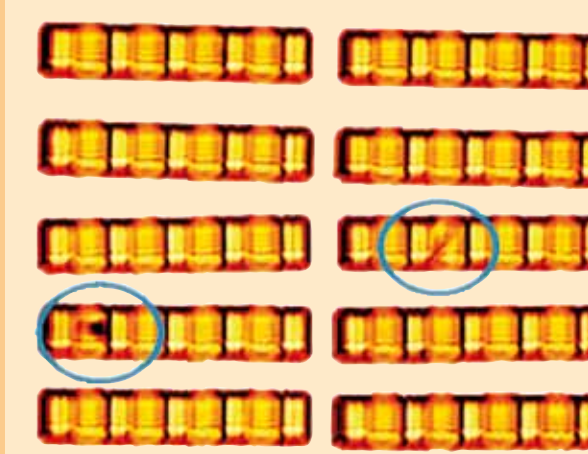
Bei der Überwachung von Fertigungsprozessen und Produkten ermöglicht die Hochfrequenztechnik nicht nur eine hochpräzise Vermessung der geometrischen Abmessungen. Auch der innere Aufbau und die Struktur eines Produktes werden durch die Transparenz vieler Materialien im Hochfrequenzbereich erkennbar. Neben Parametern wie der Feuchtigkeit, können Materialeigenschaften wie die Dichte, die Materialkonstanten sowie die Schichtung einzelner Materialien sichtbar gemacht werden. So kann die Verteilung von Klebern zwischen zwei optisch nicht transparenten Platten vermessen oder der Grad der Aushärtung festgestellt werden.

Ob die Porosität eines Materials bestimmt werden muss oder die Festigkeit einer Kunststoffschweißnaht: Hochfrequenzsysteme erlauben einen Einblick in Bereiche, die normalerweise verborgen bleiben. Die Erfassung dieser Parameter erfolgt dabei berührungslos, häufig auch dann, wenn optische Sensoren versagen. Hochfrequenzsensoren können bei deutlich höheren Bandgeschwindigkeiten als Röntgensensoren eingesetzt werden. Darüber hinaus bestehen durch die Vermeidung ionisierender Strahlung nur minimale Anforderungen an die Sicherheitsrichtlinien, was Genehmigungsverfahren vereinfacht und den Aufwand zur Schulung des Personals deutlich verringert.

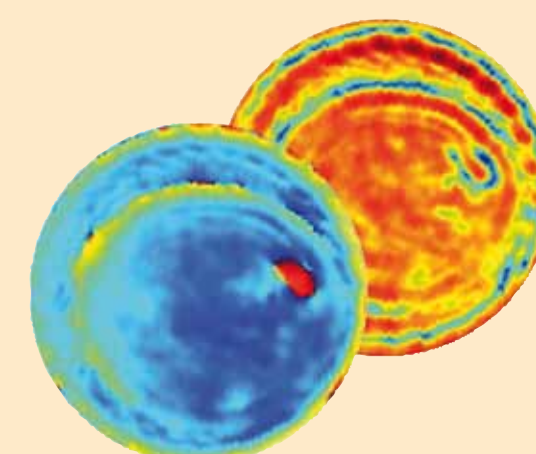
2 *Darstellung einer Verunreinigung innerhalb einer Fließbandanordnung von Pralinen.*
3 *Zusätzlich zu Verunreinigungen können innerhalb der Schokoladenriegel Qualitätsdefizite wie ein an gebrochener Riegel visualisiert werden.*
4 *Die Auswertung der Phaseninformation erlaubt die Detektion von Verunreinigungen in Keksen, selbst bei geringen Kontrastunterschieden. Der Splitter wird im Phasenbild (links) sichtbar (rot).*

Alle dargestellten Verunreinigungen wurden vom FHR zu Versuchszwecken eingebracht.

3



4



Sicherung der Qualität in der Lebensmittelproduktion

Während metallische Verunreinigungen leicht identifiziert werden können, sind nichtmetallische Kontaminationen meist aufgrund ihres geringen Kontrastunterschiedes zum Produkt selbst im Röntgenbild nur schwer zu erkennen. Hier setzen moderne Hochfrequenzsysteme in der Überwachung an. Sie können selbst minimale Unterschiede sichtbar machen – sogar beim bereits verpackten Endprodukt – und erlauben somit die Detektion von Verunreinigungen, die mit klassischen Inspektionsmethoden nicht erfasst werden können.

Zusätzlich kann die Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien kontrolliert werden, um eine gleichbleibend hohe Qualität sicherzustellen. So lässt sich nicht nur die Konzentration von verschiedenen Inhaltsstoffen kontinuierlich überwachen, sondern auch Reifungsprozesse können optimal gesteuert und Schnitte bei der Portionierung eines Produktes bestmöglich gesetzt werden.

Überwachung des Fertigungsprozesses

Prozessparameter zu überwachen und zu steuern ist eine zentrale Aufgabenstellung in jeder modernen Produktionsstraße. Hochfrequenzsysteme haben hier das Potential, die bisherigen Verfahren zu ergänzen und die Fähigkeiten der Überwachungssysteme zu steigern. Sie bieten die Möglichkeit, Produkte kontinuierlich während der Fertigung zu kontrollieren, auch in Bereichen, in denen dies bisher nicht möglich war. So sind Hochfrequenzsensoren auch dann

einsatzfähig, wenn andere Sensoren zu langsam sind oder wegen Staub oder Rauch nicht verwendbar. Fertigungsschwankungen können so auch unter widrigen Bedingungen entdeckt und gemeldet werden. Dies erlaubt eine deutlich genauere Überwachung der kompletten Fertigungskette sowie das exakte Einstellen aller für die Produktion relevanten Parameter. So lassen sich nicht nur die Prozessparameter deutlich genauer steuern, sondern es können wesentlich engere Fertigungsparameter bei gleichzeitig geringerem Ausschuss realisiert werden.

Bandware – eine besondere Herausforderung

Die Inspektion von Bandware ist vor allem wegen der hohen Geschwindigkeit der Fertigungsbänder eine besondere Herausforderung. Hochfrequenzsensoren ermöglichen die Vermessung der Bandbreite, die Bestimmung der Bandkanten oder die Vermessung der Topographie. Zusätzlich liefern sie Informationen über Parameter wie Zusammensetzung, Feuchtigkeit und Schichtung mehrlagiger Produkte und bestimmen dabei detailliert jede Materialabweichung.