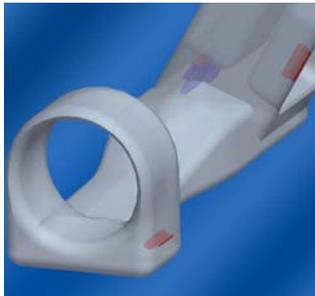


Produktidentifikation, Intralogistik und Plagiatschutz – RFID-Integration in Gussbauteile

Die **CAST^{TRONICS}®**-Technologie ermöglicht das direkte Eingießen von RFID-Transpondern zur Gussteilkennzeichnung im Druckgussprozess.

Die bedeutendste Fertigungstechnologie zur direkten Herstellung endformnaher Bauteile ist die Gießereitechnik. Am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM wird die **CAST^{TRONICS}®**-Technologie entwickelt, die es ermöglicht, elektronische Funktionselemente wie Sensoren, Aktoren und RFID-Transponder direkt im Druckgussverfahren ins ein Gussbauteil zu integrieren.

Das Anwendungsspektrum beginnt bei einer kabellosen, funkgesteuerten Bauteilidentifikation per integrierter RFID-Technologie, die zudem als Plagiatschutz genutzt werden kann und weiterhin eine drahtlose Energie- und Datenübertragung sowie deren Speicherung im Bauteil ermöglicht. Integrierte Sensoren detektieren mechanische und thermische Belastungen oder Verformungen sowie Vibration im Bauteil – direkt am Ort Ihrer Entstehung bzw. Wirkung. Integrierte Piezokeramiken bieten durch ihre aktorischen Fähigkeiten darüber hinaus die Möglichkeit zur aktiven Schwingungsdämpfung der Bauteilstruktur. Durch eine Kombination dieser Fähigkeiten kann eine Zustandsüberwachung des Bauteils (Structure Health Monitoring) sowie der aktive Eingriff in dessen Verhalten (Structure Health Control) realisiert werden – ggf. in Echtzeit.



Studie zur Integration elektronischer Funktionselemente in ein Druckgussbauteil (Bild: Fraunhofer IFAM)

RFID-Integration zur Gussteilkennzeichnung

Durch eine gießtechnische Integration elektronischer RFID-Transponder bietet **CAST^{TRONICS}®** im Gegensatz zu konventionellen Markierungsverfahren die Möglichkeit, das Gussbauteil bereits während seiner Herstellung mit einer einmaligen Seriennummer eindeutig zu kennzeichnen. Anschließend ist die Bauteil-ID in der nachfolgenden Prozesskette jederzeit per Funk identifizierbar (RFID - Radio Frequency Identification). Im Gegensatz zu visuellen Kennzeichnungsmethoden (wie bspw. Barcode oder Data-Matrix-Code) ist kein Sichtkontakt erforderlich, wodurch der integrierte RFID-Transponder resistent gegenüber rauen Industrieumgebungen ist. Somit ist die Bauteilkennzeichnung auch nach einer Oberflächenbehandlung (z.B. durch Beschichtung, Strahlung oder Verschmutzung) noch eindeutig identifizierbar. Eine Manipulation durch Entfernen oder Austausch des

Transponders ist nicht möglich, ohne das Bauteil zu beschädigen und eindeutige Spuren zu hinterlassen. Hierdurch bietet die integrierte RFID-Technologie einen innovativen Ansatz als elektronisches Echtheitssiegel gegen Produktpiraterie.



Druckgussbauteil mit eingegossenem RFID-Transponder zur Bauteilkennzeichnung, Identifikation und Plagiatschutz (Bild: Fraunhofer IFAM)

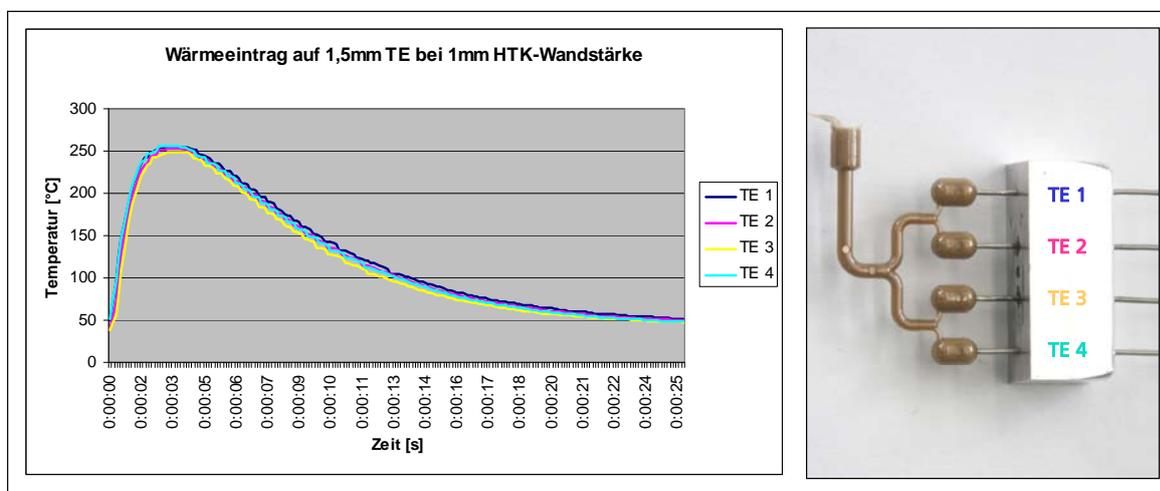
Weiterhin bietet RFID die Möglichkeit einer vollständigen Automatisierbarkeit der Datenerfassung sowie das direkte Ablegen von Produktinformationen und Produktionsdaten auf dem Bauteil mit Hilfe des eingebauten Speicherchips. Eine Verschlüsselung sensibler Daten ist zudem möglich. In den Prozessen der Fertigung, Bearbeitung oder Montage dient RFID zur Verfolgung und automatisierten Steuerung der Gussteile (Tracking). Ebenfalls sind entsprechende Parameter aus der Produktion und Logistik direkt auf dem Gussteil speicherbar, wodurch eine eindeutige Rückverfolgung ermöglicht wird, beispielsweise im Schadensfall (Traceability).

Beschreibung der Technologie

Die Verknüpfung von Bauteil und zugehöriger Information (Bauteilkennzeichnung, Auftragsdaten, Fertigungsparameter, etc.) erfolgt bislang stets in zusätzlichen Arbeitsschritten und durch physisches Aufbringen der Information auf das Bauteil – eine Informationsverknüpfung durch Integration der Daten in das Bauteil erfolgt nicht. Die Verbindung einer RFID-Kennzeichnung zur Bauteilidentifikation, -steuerung und -verfolgung mit dem Bauteil selbst erfolgt derzeit durch reversibles und manipulierbares Aufbringen eines RFID-Transponders auf die Oberfläche. Diese zusätzlichen Fertigungsschritte bedeuten zunächst einen erhöhten Arbeitsaufwand und reduzieren somit die Wertschöpfung.

Diese Fehler- und Kostenquellen können durch eine gießtechnische Integration direkt im Druckgussprozess weitgehend reduziert werden. Das heißt, die zu integrierenden Komponenten werden vor dem Gießprozess in der Form platziert und anschließend im konventionellen Druckgussprozess umgossen. Damit bietet sich die Möglichkeit, in einem Fertigungsschritt intelligente Gussbauteile zu fertigen. Die Herausforderung, die sich dabei stellt, ist es die Positionstreuung während des Gießprozesses zu gewährleisten und zu verhindern, dass ein zu großer Wärmeeintrag in den Transponder die temperaturempfindlichen Komponenten der Elektronik beschädigt oder sogar zerstört.

Die Forschungsarbeiten am Fraunhofer IFAM konzentrieren sich daher weitgehend auf die Untersuchung und Entwicklung geeigneter Isolationsmaterialien, die den hohen thermo-mechanischen Belastungen beim Eingießen im Aluminium-, Magnesium- oder Zink-Druckguss standhalten und einen thermischen Schock des Transponders verhindern. Der Fokus liegt hier im Wesentlichen auf Polymeren und polymerbasierten Kompositen. Zur Auslegung einer geeigneten Isolationsschicht wird mit Hilfe der Simulation zunächst ermittelt, welcher Wärmeeintrag während des Gießvorgangs auf den Transponder an der ausgewählten Position im Gussbauteil einwirken würde. Anschließend wird über eine numerische Simulation der Werkstoff sowie die erforderliche Wandstärke der Isolationsschicht ermittelt. Um den Transponder nicht bereits während der Kapselung im Polymerspritzguss durch einen zu hohen Wärmeeintrag des flüssigen Polymers zu schädigen, werden mit Hilfe experimenteller Untersuchungen die real auf die Elektronik einwirkenden Wärmeeinträge gemessen und ggf. die Isolationsschicht entsprechend angepasst, um die maximale Temperaturbelastbarkeit des Transponders nicht zu überschreiten.



Experimentelle Untersuchung des Wärmeeintrags auf einen RFID-Transponder bei der Kapselung in ein Hochtemperaturpolymer im Spritzgussverfahren (Bild: Fraunhofer IFAM)

Die Isolationsschicht kann neben der vordergründigen Aufgabe zum thermischen Schutz während des Druckgussvorgangs gleichzeitig zur Fixierung im Formwerkzeug und zur Erzeugung eines dielektrischen Spaltes genutzt werden, der zur späteren Kommunikation mit dem im Metall eingeschlossenen RFID-Transponder erforderlich ist.

Vorteile der Technologie

Das Besondere bei der **CAST^{TRONICS}**-Technologie ist, dass der RFID-Transponder direkt in die Bauteilstruktur eingegossen und somit verlust- und beschädigungsfrei mit dem Bauteil vom ersten Schritt der Herstellung an verbunden wird. Der integrierte RFID-Chip ist nach dem Eingießprozess vor Verschmutzung, Beschädigung oder Verlust geschützt, sowohl für weitere mechanische Bearbeitungsprozesse am Gussteil, bei der Montage als auch im betrieblichen Einsatz. Durch die gießtechnische Integration entfallen zusätzliche Bearbeitungs- sowie Fügeprozesse zur Applikation der Gussteilmarkierung, wodurch Potenziale zur Kostenreduzierung entstehen.

Anwendungspotenziale der RFID-Gussbauteile

▪ Bauteil-Kennzeichnung und Plagiatschutz

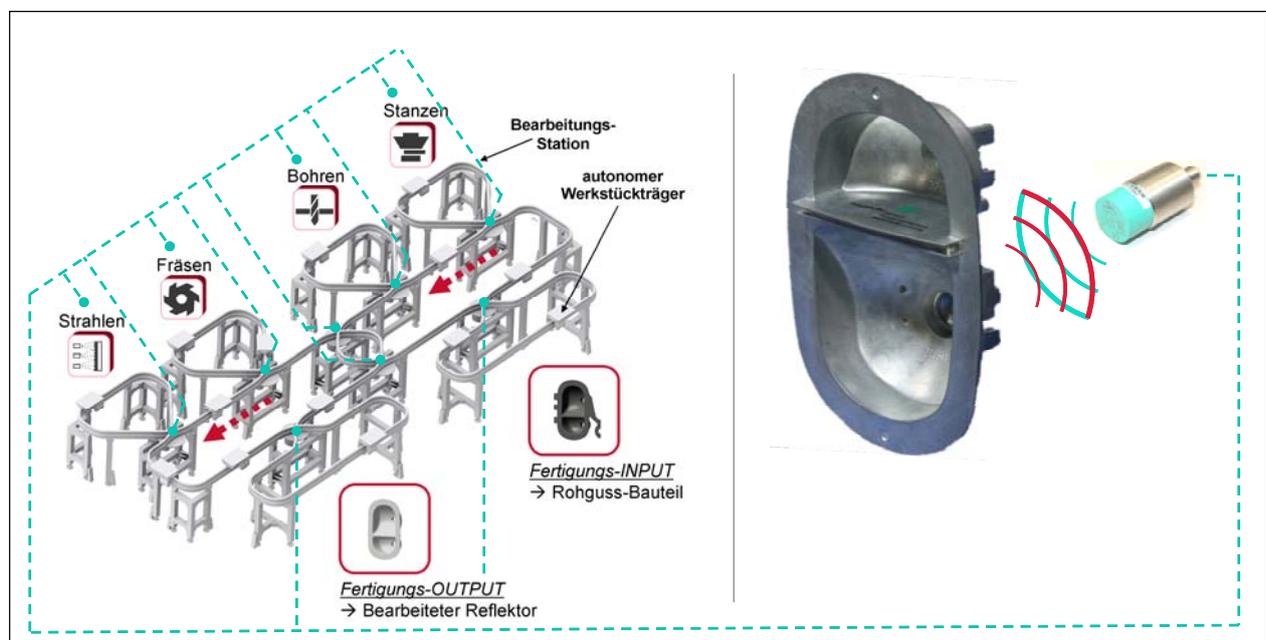
Das Gussteil erhält über den eingegossenen RFID-Transponder eine eindeutige Seriennummer, die aufgrund der gießtechnischen Integration untrennbar mit dem Bauteil verknüpft ist. Das Gussteil erhält somit zudem ein elektronisches "Echtheitsiegel", das zum Schutz des Bauteils vor Produktpiraterie oder Verwechslung genutzt werden kann.

▪ Produktionsdatenerfassung / Intralogistik

Neben der reinen Seriennummer sind weitere Daten direkt auf dem Bauteil ablegbar, bspw. Fertigungsparameter, Produktinformationen oder Daten der Intralogistik. Gespeicherte Informationen aus dem Lebenszyklus des Bauteils können zur Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle herangezogen werden.

▪ Selbststeuerung in der Produktionslogistik

Im Sonderforschungsbereich 637 wird an der Universität Bremen die Selbststeuerung innerhalb logistischer Prozesse erforscht. Mit dem Teilprojekt C1 "RFID-Integration im Druckguss" widmet sich das Fraunhofer-Institut IFAM der Fragestellung, welche Möglichkeiten die Selbststeuerung für eine autonome Steuerung der produktionslogistischen Prozesse einer Gussbauteilproduktion bietet. Ein praxisnahes Produktionsszenario aus der Intralogistik demonstriert die Anwendung von Selbststeuerungsmethoden zur autonomen Produktionssteuerung am Beispiel der Fertigung und Montage eines Pkw-Rücklichtes. Im Vordergrund der Demonstration steht dabei die Fähigkeit der Bauteile, sich durch Selbststeuerung der aktuellen Produktionssituation anzupassen und auf Störungen im Prozess autonom reagieren zu können. Die fertigungstechnische Integration der RFID-Technologie ins Gussbauteil ermöglicht hierbei die erforderliche Kommunikation sowie den Informationsaustausch zwischen dem Gussbauteil und dem Produktionsprozess.



Demonstrator im Sonderforschungsbereich 637 (Universität Bremen) zur Anwendung von RFID-Gussbauteilen für eine Selbststeuerung in der Produktionslogistik (Bild: Fraunhofer IFAM)



Dipl.-Wi.-Ing Christoph Pille

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
Gießereitechnologie

Tel.: +49 / (0)421 / 2246-227

E-Mail: christoph.pille@ifam.fraunhofer.de

Internet: www.ifam.fraunhofer.de

Internet: www.casttronics.de