

events & news

Datum und Ort	Veranstaltung	Weitere Informationen
28.-29.08.2018 Zürich	Messe Topsoft – Idee. Projekt. Business Digitalisierung konkret.	www.topsoft.ch
04.-07.09.2018 Hamburg	Messe SMM 2018 – Weltleitmesse der maritimen Wirtschaft	www.smm-hamburg.com
05.-06.09.2018 München	Konferenz 4. VDI-Fachkonferenz Augmented und Virtual Reality als SmartAssistance	www.vdi-wissensforum.de
11.-12.09.2018 Dortmund	Konferenz Zukunftskongress Logistik – 36. Dortmunder Gespräche	www.zukunftskongress-logistik.de
12.-13.09.2018 Leipzig	Messe all about automation leipzig 2018	www.automation-leipzig.com
16.-18.09.2018 Berlin	Messe Big Data Minds	www.big-data-minds.com
18.-21.09.2018 Berlin	Messe InnoTrans 2018	www.innotrans.de
26.-27.09.2018 Saarbrücken	Konferenz Automotive Prozesse & IT	www.akjnet.de
26.-27.09.2018 Köln	Messe/Konferenz The Capital of Digital Reality	www.digility.de

Digitalisierung zahlt sich aus

Unternehmen müssen sich digital transformieren, fordern Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft. Die Frage stellt sich jedoch: Bringt Digitalisierung einen nachweisbaren Nutzen? Und wenn ja, welchen? Diesen Fragen ist das Handelsblatt Research Institut im Auftrag der Telekom für die Kurzstudie „Digitale Dividende“ nachgegangen und hat dafür rund 1.000 mittelständische Unternehmen nach ihren Erfahrungen mit der Digitalisierung befragt: 38 Prozent der befragten Unternehmen profitieren schon von der Digitalisierung und verzeichnen eine „Digitale Dividende“. Bei diesen Unternehmen übersteigen die Vorteile die Kosten der bisher umgesetzten Digitalisierungsprojekte. Und bei weiteren 30 Prozent der Befragten halten sich Nutzen und Kosten bisher die Waage. Nur bei knapp jedem fünften Unternehmen haben die

Investitionen bisher nicht zu finanziellen Vorteilen geführt. Dabei erwarten gut die Hälfte der Unternehmen (51,7 Prozent) keinen kurzfristigen Nutzen, sondern legen ihre Digitalstrategien auf mittel- bis langfristige Ziele an. Dies passt zur Aussage, dass 46,7 Prozent des Mittelstands die Digitalisierung als Chance sehen, die eigene Wettbewerbsposition zu steigern.

Deutsche Telekom AG
www.telekom.com/medien

Nächstes Level bei der Digitalisierung

thyssenkrupp Materials Services treibt die digitale Transformation mit großen Schritten weiter voran: Die Werkstoffexperten des thyssenkrupp Konzerns digitalisieren ihr komplettes Sortiment und fassen es im größten virtuellen Werkstofflager der Welt zusammen. Mit mehr als 3,5 Millionen Quadratmetern Lagerfläche in 271 operativen Standorten weltweit wird Materials

Services noch näher bei seinen Kunden sein und bietet durch die neue Omnichannel-Struktur einen kanalübergreifenden, individuellen Zugang zu mehr als 150.000 Produkten und Services rund um die Uhr. Ermöglicht wird dies durch eine leistungsstarke, eigenentwickelte KI (Künstliche Intelligenz)-Lösung.

thyssenkrupp Materials Services GmbH
www.thyssenkrupp-materials-services.com

Studie Smarte Produkte

Die globale Fertigungsindustrie könnte mit der Einwicklung smarterer, vernetzter Geräte bis 2020 einen Umsatz von 519 bis 685 Milliarden US-Dollar erzielen. Doch trotz Investitionen ist es für viele Unternehmen ein schwieriger Weg, ihre Produktion erfolgreich auf Digital Engineering umzustellen. Dies zeigt die Studie „Digital Engineering: Wachstumsmotor für die Fertigungsbranche“ des Digital

Transformation Institute (DTI) von Capgemini. Die Fertigungsbranche setzt auf neue Technologien: 50 Prozent der befragten Unternehmen planen, in den nächsten zwei Jahren über 100 Millionen Euro in digitale Technologien zu investieren. Die 1.000 befragten Führungskräfte gehen davon aus, dass 50 Prozent ihrer Produkte 2020 smart, vernetzt und somit fähig sind, Daten zu erfassen und mit ihrer Umgebung auszutauschen. Damit werden auf den Service ausgerichtete Geschäftsmodelle bedeutsamer, 18 Prozent der Anbieter wollen bis 2020 sogar ohne klassische Produktfertigung auskommen. Der Anteil des Betriebs bestehender Altsysteme am IT-Budget sinkt im Vergleich zu 2014 von 76 auf 55 Prozent. Dennoch fällt es vielen Unternehmen schwer, die Produktion smarterer Produkte voranzutreiben.

Capgemini Germany
www.capgemini.com/de

RFID-Curing-Transponder

RFID als ein neuer Ansatz zur Aushärtungsüberwachung von Komponenten aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Marius Veigt, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Elisabeth Hardi, Michael Koerdt, Faserinstitut Bremen, Gerd Ansorge, Karl-Heinz Wendisch, tagltron, Stefan Kroczyński, Haindl, Axel. S. Herrmann, Faserinstitut Bremen und Universität Bremen und Michael Freitag, Universität Bremen und BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH

Damit faserverstärkte Kunststoffe ihre vorteilhaften Materialeigenschaften erhalten, ist es wichtig, Komponenten aus diesen Werkstoffen gezielt auszuhärten. Der Einsatz der Radio Frequency Identification Technik (RFID) zur Aushärtungsüberwachung stellt einen völlig neuen Ansatz auf diesem Gebiet dar. In diesem Beitrag wird ein Experiment präsentiert, bei dem ein RFID-Transponder in glasfaserverstärkten Kunststoff integriert und der Received Signal Strength Indicator (RSSI) über die Aushärtung bei unterschiedlichen Frequenzen gemessen wurde. Das Ergebnis zeigt, dass der RSSI als Indikator für die Aushärtung verwendet werden kann. Die Vorteile der RFID-Technik gegenüber herkömmlichen Methoden zur Aushärtungsüberwachung liegen im drahtlosen Auslesen der RFID-Transponder sowie im zusätzlichen Nutzen, den ein im Bauteil integrierter RFID-Transponder im weiteren Produktleben erzeugt.

Faserverstärkte Kunststoffe erhalten durch die Verstärkung mittels z. B. Glas- und Karbonfasern sehr vorteilhafte Materialeigenschaften. Insbesondere die hohe Zugfestigkeit und Steifigkeit bei gleichzeitig sehr niedrigem Gewicht (bis zu 40 % leichter als Aluminium und bis zu 80 % leichter als Stahl) sind hervorzuheben, weil diese das hohe Potenzial dieser Werkstoffe für den Leichtbau begründen [1]. Ergänzt werden diese Vorteile durch weitere positive Eigenschaften, wie hohe dynamische Belastbarkeit, hohe Formfreiheit sowie hohe Alterungs- und Korrosionsbeständigkeit [2]. Um diese Materialeigenschaften zu erreichen, ist es essenziell, die Faserverbundkomponenten (FVK) gezielt auszuhärten. Daher kommt der Aushärtungsüberwachung eine zentrale Bedeutung zu [3, 4].

In diesem Beitrag wird zunächst der Stand der Technik skizziert und die offene Forschungslücke identifiziert. Daraufhin wird im Rahmen einer experimentellen Untersuchung die Anwendbarkeit der RFID-Technik zur Aushärtungsüberwachung untersucht und hierbei der Fokus auf die Auswirkungen unterschiedlicher Frequenzen gelegt. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick auf weitere Untersuchungen.

Stand der Technik

Die dielektrische Analyse (DEA) ist eine weit verbreitete Methode zur Aushärtungsüberwachung. Mittels dieser Methode können alle Übergangsphasen und kritischen Punkte während der Aushärtung erfasst werden [5]. Ein Kritikpunkt an dieser Methode ist, dass die eingesetzten Sensoren die mechanischen Eigenschaften der Faserverbundkomponenten negativ beeinflussen [6], wenn sie in das Bauteil eingebettet werden. Sie haben folglich für das weitere Produktleben der FVK keinen weiteren Nutzen [7, 8].

Fiber-Bragg-Sensoren gelten aktuell als sehr vielversprechende Alternative [7]. Diese werden zur Überwachung der meisten Phasen während der Aushärtung eingesetzt und können zudem ohne Beeinträchtigung der Bauteileigenschaften in der Komponente verbleiben, um z. B. für Anwendungen im Structural Health Monitoring eingesetzt zu werden [8]. Allerdings gilt diese Methode als sehr fragil und anfällig gegenüber mechanischer Belastung, sodass die Wahrscheinlichkeit der Sensorbeschädigung und des Sensorausfalls überdurchschnittlich hoch werden [6, 7], was zu erhöhten Kosten und Ineffizienz führt. Selbst wenn Weiterentwick-

Using RFID-Transponder for Cure Monitoring of Glass Fiber-Reinforced Plastics

The targeted curing of glass fiber-reinforced plastics (GFRP) is important to ensure the advantageous material properties. The use of RFID for curing monitoring is a completely new approach. This paper presents an experiment in which an RFID transponder has been integrated into GFRP and the Received Signal Strength Indicator (RSSI) has been measured during the curing process. The result shows that the RSSI can be used as an indicator for curing GFRP. The advantages of RFID technology compared to conventional methods for cure monitoring are the wireless application as well as the benefit, which an integrated RFID transponder generates in the further product life.

Keywords:

RFID, UHF, glass-fiber reinforced plastic, cure monitoring

Dipl.-Wi.-Ing. Marius Veigt arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH an der Universität Bremen.

Elisabeth Hardi M.Sc. arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Faserinstitut Bremen e.V.

Dr. Michael Koerdt arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Faserinstitut Bremen e.V.

Gerd Ansorge arbeitet als Business Development Manager bei der tagltron GmbH.

Karl-Heinz Wendisch ist geschäftsführender Gesellschafter der tagltron GmbH.

Stefan Kroczyński arbeitet als Ingenieur bei der Haindl Kunststoffverarbeitung GmbH.

Prof. Dr. Axel. S. Herrmann ist Institutsleiter am Faserinstitut Bremen e.V. verbunden mit der Professur „Werkstofftechnik/Faser und Faserverbundwerkstoffe“ im Fachbereich Produktionstechnik an der Universität Bremen und Geschäftsführer im Composite Technology Center (CTC GmbH) Stade.

Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag ist Direktor des BIBA sowie Leiter des Fachgebietes Planung und Steuerung produktionstechnischer und logistischer Systeme (PSPS) im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen.

vei@biba.uni-bremen.de
www.biba.uni-bremen.de

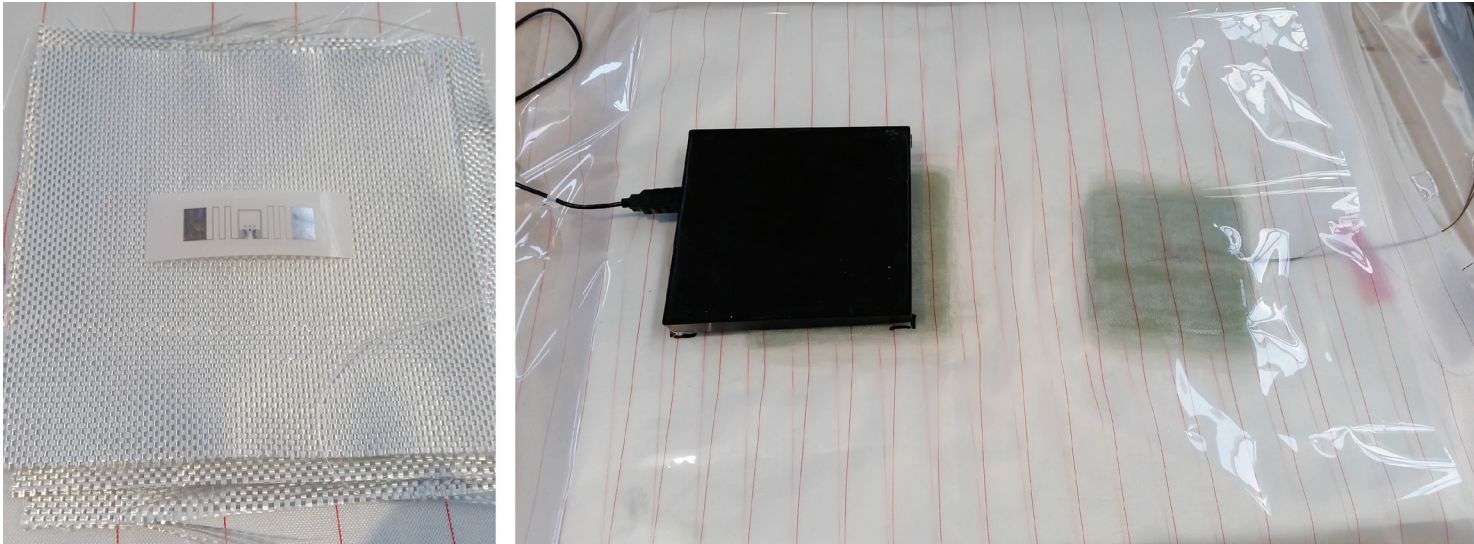


Bild 1: RFID-Transponder auf Glasfasermatten (links) und Versuchsaufbau (rechts).

lungen diese Schwächen beheben, bleibt auch bei dieser Methode der Kritikpunkt bestehen, dass diese Sensoren ebenso wie bei der dielektrischen Analyse fest verkabelt werden müssen, wodurch Aufwand und potenzielle Schwachstellen im Vakuumaufbau entstehen [5].

Um diese Schwachstellen zu umgehen, werden drahtlose Methoden eingesetzt. Weit verbreitet ist die Überwachung mittels Ultraschall. Allerdings stellt diese Überwachungsmethode hohe Anforderungen an die Durchführung. Störgrößen wie Temperatur, Druck und Variationen der Sensoren müssen berücksichtigt und die Messgeräte dementsprechend kalibriert werden [9], wodurch dieses Messverfahren relativ anfällig wird und daher von Spezialisten eingerichtet werden muss. Hierdurch werden zusätzliche Kosten verursacht, ohne dass das Equipment im weiteren Produktleben der FVK wieder genutzt werden kann [7, 8].

Aktuell wird an neuen Sensoren geforscht, die sich in die Komponente integrieren lassen und drahtlos ausgelesen werden können. Diese Sensoren zeigen eine Frequenzverschiebung im Bereich von 25 GHz, die sich aufgrund der dielektrischen Permittivitätsänderung der FVK während der Aushärtung ergibt [3]. Die Autoren zeigen auf, wie sich anhand dieser Frequenzverschiebung ein Rückschluss auf die Aushärtung ziehen lässt. Allerdings trifft auch auf diese neue Entwicklung das Argument zu, dass diese Sensoren für das weitere Produktleben keinen Mehrwert darstellen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für die Aushärtungsüberwachung eine Methode gesucht wird, bei der die Sensoren (a) in der Komponente verbleiben können, ohne dass

die Bauteileigenschaften negativ beeinflusst werden, und (b) hieraus ein Nutzen im weiteren Produktlebenszyklus entsteht. Die Sensoren sollten zudem (c) drahtlos ausgelesen werden können und (d) möglichst günstig sein.

Forschungsansatz

Der Einsatz der RFID-Technik bietet mehrere Nutzenpotenziale im Produktleben von FVK, z. B. für die Produktionsplanung und -steuerung [10-12], Track&Trace-Anwendungen in der Supply Chain [10, 13] und zur Bauteilauthentifizierung als Maßnahme gegen Produktpiraterie [14]. Die Möglichkeit, die RFID-Transponder in FVK zu integrieren, ohne die Materialeigenschaften negativ zu beeinflussen, wurde von [15] und [16] nachgewiesen. Darüber hinaus werden die RFID-Transponder drahtlos ausgelesen und sind aufgrund von Massenproduktionen sehr preiswert.

Erste Untersuchungen ergaben, dass in glasfaserverstärkten Kunststoffkomponenten (GFK) eingebettete RFID-Transponder zur Fließfronterkennung [17] und prinzipiell auch zur Aushärtungsüberwachung eingesetzt werden können [18]. Hierbei wird die Veränderung der dielektrischen Eigenschaften der GFK-Komponente ausgenutzt, die sich auf das Sendeverhalten der in diese Komponenten integrierten RFID-Transponder auswirkt und mit dem RSSI gemessen werden kann. Unbekannt ist derzeit, wie sich unterschiedliche Sendefrequenzen auf diese Messungen auswirken.

Ergebnis einer experimentellen Untersuchung

Für die experimentelle Untersuchung wurde eine Testkomponente aus GFK im Handla-

minat-Verfahren mit 16 Lagen Glasfasermatten mit jeweils 390 g/m^2 aufgebaut. Dabei wurden das Harz EPIKOTE L20 und der Härter H530 verwendet, sodass die Testkomponente bei Raumtemperatur aushärtete. Der RFID-Transponder PROtag 3 mini wurde mittig in die FVK (zwischen Lage 8 und 9) integriert. Dies ist ein standardisierter Transponder, der für die Kommunikation im europäischen Frequenzband um 866 MHz ausgelegt ist, z. B. in der Logistik eingesetzt wird, und somit zu günstigen Preisen ($< 0,50 \text{ €/Stück}$) verfügbar ist. Der Transponder ist mit einem Monza R6 Chip ausgestattet und die Antennengröße beträgt $12 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$. Die Dicke des aufklebbaren Transponders beträgt ca. $0,1 \text{ mm}$. Der verwendete RFID-Transponder sowie der Versuchsaufbau sind in Bild 1 dargestellt. Der Abstand zwischen RFID-Transponder und der Readerantenne betrug ca. 1 cm . Um Referenzwerte zu erheben, wurde parallel eine identische Testkomponente aufgebaut und die Aushärtung durch eine dielektrische Analyse mit einem Netzsch-Epsilon-Messgerät überwacht.

Im Experiment wurde überprüft, ob die Veränderung der dielektrischen Permittivität der GFK-Komponente während der Aushärtung die Signalstärke der RFID-Transponderantwort beeinflusst, also ob sich bei konstanter Sendeleistung des RFID-Readers sowie konstantem Abstand zwischen RFID-Readerantenne und RFID-Transponder der vom Reader gemessene RSSI über die Aushärtezeit ändert. In diesem Experiment wurden vier Frequenzen im europäischen UHF-Frequenzband von 865 bis 868 MHz gemessen, um mögliche Auswir-

kungen der unterschiedlichen Frequenzen zu erfassen.

Die Signalstärke des Antwortsignals (RSSI) des RFID-Transponders wurde sekundlich gemessen und je Minute gemittelt, um die Messkurven zu glätten. Es ist in Bild 2 zu erkennen, dass bei jeder Frequenz der RSSI über die Aushärtezeit ansteigt und der Einfluss der Frequenz auf das Messergebnis ist erkennbar. Insgesamt verlaufen die Messkurven parallel zueinander, allerdings fällt auf, dass mit fortschreitender Aushärtezeit die RSSI-Messwerte bei den höheren Frequenzen vergleichsweise langsamer ansteigen. Beispielsweise steigt der RSSI bei der Frequenz 865,7 MHz zwischen Minute 350 und 500 zwei Mal an, der RSSI bei der Frequenz 867,5 MHz steigt erst bei Minute 600 an. Dadurch erhöht sich die Differenz zwischen den Frequenzen während der Aushärtung.

Bild 3 zeigt den Vergleich zwischen den RSSI-Messungen der Werte bei 865,7 MHz, der Werte bei 867,5 MHz und dem Mittelwert der vier Frequenzen mit der Referenzmessung der dielektrischen Analyse. Die Ionenviskosität steigt zu Beginn der Aushärtung stark an. Nach ca. 500 min der Versuchszeit beginnt ihr Kurvenverlauf abzufallen, bis sie schließlich auf einem konstanten Niveau bleibt. Die GFK-Komponente ist also ausgehärtet. Die Kurven der RSSI-Werte verlaufen bei allen vier Frequenzen sehr ähnlich in Bezug auf die Steigung. Insbesondere der Mittelwert über alle vier Frequenzen verläuft in Bezug auf die Steigung analog zur Referenzmessung mit der DEA (Bild 3). Dies zeigt den Zusammenhang zwischen der Aus-

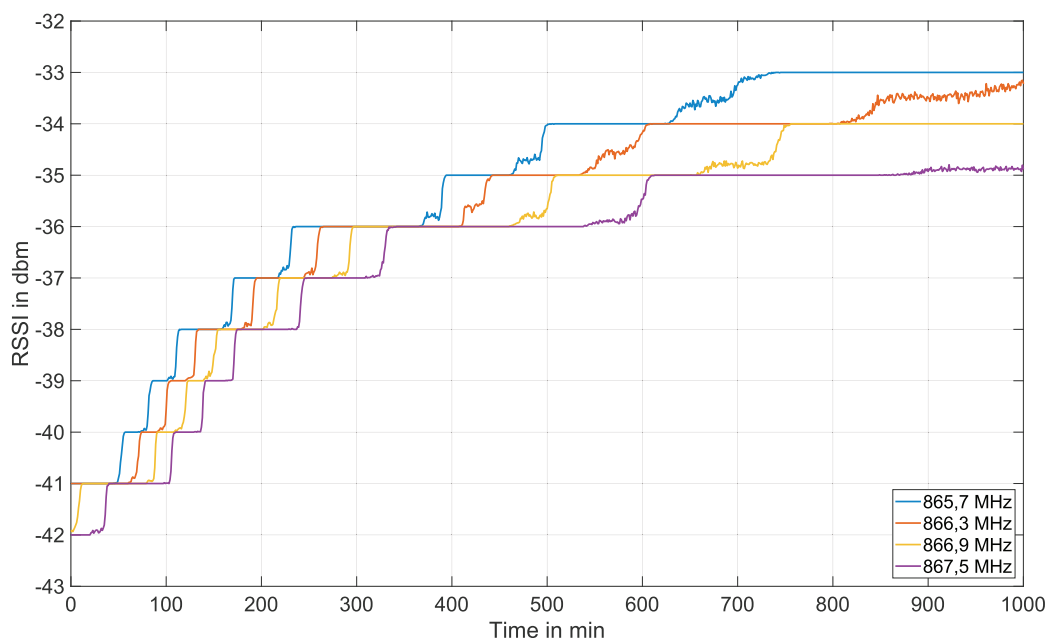


Bild 2: Darstellung des RSSI über die Aushärtung.

Literatur

- [1] VDI: Werkstoffinnovationen für nachhaltige Mobilität und Energieversorgung. URL: https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/dps_bilder/SK/Homepage_-_quadrat/VDI-Studie_Werkstoffinnovationen.pdf, Abrufdatum 02.01.2018.
- [2] Ehrenstein, G. W.: Faserverbund-Kunststoffe. Werkstoffe – Verarbeitung – Eigenschaften, 2., völlig überarbeitete Auflage. München Wien 2006.
- [3] Groh, J.; Lipka, M.; Schür, J.; Vossiek, M.: Wireless Chipless Cure Monitoring Sensor for Fibre-Reinforced Plastics: IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS) 2017.
- [4] Kahali Moghaddam, M.; Hübner, M.; Koerdt, M.; Brauner, C.; Lang, W.: Sensors on a plasticized thermoset substrate for cure monitoring of CFRP production. In: Sensors and Actuators A: Physical 267 (2017), S. 560-566.
- [5] Lodeiro, M. J.; Mulligan, D. R.: Cure Monitoring Techniques for Polymer Composites, Adhesives and Coatings. 2005.
- [6] Kahali Moghaddam, M.; Breede, A.; Chaloupka, A.; Bödecker, A.; Habben, C.; Meyer, E.-M.; Brauner, C.; Lang, W.: Design, fabrication and embedding of microscale interdigital sensors for real-time cure monitoring during composite manufacturing. In: Sensors and Actuators A: Physical 243 (2016), S. 123-133.
- [7] Konstantopoulos, S.; Fauster, E.; Schledjewski, R.: Monitoring the production of FRP composites. A review of inline sensing methods. In: Express Polymer Letters 8 (2014) 11, S. 823-840.
- [8] Schubel, P.J.; Crossley, R.J.; Boateng, E.K.G.; Hutchinson, J.R.: Review of structural health and cure monitoring techniques for large wind turbine blades. In: Renewable Energy 51 (2013) C, S. 113-123.
- [9] Djordjevic, B. B.; Park, S.; Rollch, L. L.: Differential ultrasonic waveguide cure monitoring probe. 2012.
- [10] Philipp, T. R.; Winkler, T.; Reinhardt, G.: Enhanced Production Control for Prepreg Manufacturing. In: Procedia CIRP 7 (2013), S. 467-472.
- [11] Philipp, T.; Schreiber, M.; Reinhardt, G.: Vorausschauende Steuerung der Auftauprozesse für Prepreg-Materialien. In: wt-online 103 (2013) 4, S. 317-323.
- [12] Veigt, M.; Ganji, F.; Morales Kluge, E.; Scholz-Reiter, B.: Autonomous Control in Production Planning and Control: How to Integrate Autonomous Control into Existing Production Planning and Control Structures. In: Hülsmann, M.; Scholz-Reiter, B.; Windt, K. (Hrsg): Autonomous Cooperation and Control in Logistics. Berlin u. a. 2011, S. 313-329.