

Titel

Innovative Schutzstrategien durch Formgedächtnistechnik als elektrisch basierter Plagiatschutz

IGF-Nr.: 19001 N

Forschungseinrichtungen

Forschungseinrichtung 1: Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe,
Remscheid (IFW)

Forschungseinrichtung 2: Lehrstuhl für Produktionssysteme,
Bochum (LPS)



Ansprechpartner beim IFW:

M. Sc. Moritz Langhoff
02191 / 5921 154
langhoff@fgw.de

Ansprechpartner beim LPS:

Dr.-Ing. Alfred Hypki
0234 / 3226 304
hypki@lps-rub.de

Danksagungen

Das IGF-Vorhaben 19001 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. – FGW, Papenberger Straße 49, 42859 Remscheid wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Ausgangssituation

Die wirtschaftliche Bedeutung und der Schaden von Produktfälschungen sind längst in der Industrie und der Gesellschaft bekannt. Besonders die Verlagerung von Produktionsstätten in Niedriglohnländer, sowie die Auswahl von Lieferanten unter Betrachtung internationaler Preiskämpfe, verstärkt den Wissensabfluss an Drittparteien und die Länder mit höherer Plagiatdichte. Als Folge sehen sich Unternehmen mit Nachahmungen ihrer eigenen Produkte konfrontiert, die als Plagiate über Scheinfirmen auf dem Markt des Originalherstellers verkauft werden oder als Factory Overruns den Weg in den Produktlebenszyklus finden. Der wirtschaftliche Schaden für deutsche Güter liegt nach einer Umfrage des VDMA aus 2018 bei über 7 Mrd. € [1], dies entspricht einem Verlust von 3,2 %.

Neben den Umsatz- und Imageschäden für die Originalhersteller, können Plagiate in sicherheitsrelevanten Bauteilen für den Käufer, aber auch für den vermeidlichen Originalhersteller aus fälschlicher Produkthaftung, katastrophale Auswirkungen haben. Hinzu kommt, dass Plagiate dem Original zum Verwechseln ähnlichsehen können. Um auf das Thema aufmerksam zu machen, vergibt der Verein Aktion Plagiarius e.V. jedes Jahr einen Preis für die dreistesten Plagiate [2]. Häufig spielen auch sicherheitsrelevante Bauteile wie Felgen, Feuermelder oder auch verunreinigte Medikamente eine Rolle. Der Verbraucher hat häufig keine Chance, die detailgetreuen Fälschungen zu identifizieren.

Es gibt mehrere Möglichkeiten wie ein Plagiat auf den Markt gelangt. Zum einen kann der Kunde die gefälschte Ware direkt beim Händler kaufen, der die Ware als Original verkauft. Zum anderen kann das Produkt auch erst auf dem Transportweg gegen ein Plagiat ausgetauscht werden [3]. Dabei kauft der Kunde das Original beim Händler, auf dem Transportweg wird das Produkt von Dritten ausgetauscht. Dadurch, dass Produktwege von Plagiaten sehr undurchsichtig sind, ist es umso wichtiger, originale Produkte zuverlässig identifizieren zu können.

Zum Schutz von Produkt- und Markenpiraterie bedienen sich Hersteller zunehmend technischer Sicherungsmittel, um ihre Produkte zu schützen. Dabei gibt es unterschiedliche technische Ansätze, um ein Produkt zu identifizieren. Die Möglichkeiten gehen von einfachen 1D oder 2D-Barcodes über Farbmuster und Hologramme bis zu einer Unikatskennzeichnung mit RFID oder CDP [4].

Alle diese Technologien haben Vor- und Nachteile, abhängig vom Einsatzgebiet, den entstehenden Kosten und ihrer Sicherheit. Somit ist es generell wichtig, verschiedene Technologien zur Verfügung zu haben. Vor allem mit dem Hintergrund, dass Plagiateure auch bemüht sind, die Schutzstrategien zu fälschen oder zu kopieren. Somit gibt es eine ständige Forderung nach weiteren Schutzstrategien. In diesem Forschungsvorhaben wurde eine neue Technologie untersucht, die einen Schutz basierend auf NiTi-Formgedächtnislegierungen bildet.

Die Entwicklung eines technischen Ansatzes in dieser Arbeit nutzt den Phasenumwandlungseffekt von Formgedächtnislegierungen (FGL). Durch eine Wärmebehandlung kann die Charakteristik der Phasenumwandlung verändert werden [5]. Messtechnisch kann die Phasenumwandlung über die elektrische Widerstandsänderung der FGL während der Erwärmung beobachtet werden.

Das Projekt zielte darauf ab, mehrere Umwandlungscharakteristika in einem Formgedächtniselement zu vereinen. Dies wurde durch eine partielle Wärmebehandlung eines FG-Drahtelements realisiert. Um dies umzusetzen, müssen mehrere Wärmebehandlungen mit unterschiedlichen Temperaturen und Zeiten entlang des Drahtes realisiert werden. Neben dem Herstellungsverfahren für die Drahtelemente, wurden auch die technischen Grenzen erarbeitet. Über ein Modell wurde die gezielte Einstellung des Verhaltens vereinfacht. Um die Technologie auf ein industrienahes Niveau zu heben, wurde zusätzlich die Möglichkeit der Automatisierung und der Integration in bestehende Produkte untersucht.

Forschungsziel

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die systematische Untersuchung von NiTi-Formgedächtnislegierungen auf ihre Fähigkeit einen individualisierten Widerstandsverlauf, der mittels eines Glühverfahrens in das Material eingebracht wird, abzubilden. Dabei sollte der Widerstandsverlauf gezielt eingestellt und ausgelesen werden können, sodass mittels eines Algorithmus ein Code aus der Kennlinie erstellt werden kann. Dieser Code soll dann z.B. als Identifizierungsmerkmal für ein Produkt dienen.

Ein weiteres Ziel war das Glühverfahren in einen automatisierten Prozess zu übertragen, sodass die Herstellung vom Halbzeug (Drahtrolle) bis zum einbaufertigen Plagiatschutz selbsttätig erfolgte. Die Untersuchung zur Produktintegration des so hergestellten Plagiatschutzdrahtes erfolgte als abschließender Meilenstein.

Vorgehensweise und Forschungsergebnisse

Die Arbeiten bis zum ersten Meilenstein befassten sich zunächst mit dem grundlegenden Nachweis der Ideeneignung. Dabei wurden in Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Ausschuss die genauen Anwendungsfelder spezifiziert und einige konkrete Anwendungsszenarien erstellt. Dabei hatten die Anwendungsszenarien direkten Bezug zu den Branchen der Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses.

Zusätzlich wurden Tests zu der Art des Verfahrens für die Konfigurierbarkeit durchgeführt. Der Schwerpunkt lag hier vor allem bei der Abbildungsgenauigkeit des Verfahrens.

Die Arbeiten zum zweiten Meilenstein befassten sich mit der genauen Einstellung der Widerstandskennlinie und das Auslesen dieser. Dazu wurden zunächst die technischen Grenzen dieser Technologie bezüglich der Umgebungseinflüsse auf das Material untersucht. Basierend darauf wurde ein Simulationsmodell erstellt, um eine bessere Aussage über die vorherrschenden Glühtemperaturen treffen und somit gezielt beliebige Konfigurationen einstellen zu können. Um die eingestellte Konfiguration auslesbar zu machen, wurde eine Ausleseelektronik aufgebaut.

Bis zum dritten Meilenstein wurde die Technologie auf ihre Eignung einer Automatisierung für den industriellen Maßstab untersucht. Dazu wurde der Laboraufbau so erweitert, dass die Elemente von Rohmaterial bis zum fertigen Plagiatschutz in einer Ablaufschleife automatisiert hergestellt werden konnten. Parallel dazu wurden Konzepte zur Architektur der Datenverwaltung erarbeitet.

Bis zum vierten Meilenstein wurden die hergestellten Elemente in produktspezifische Demonstratoren integriert, um die zuvor spezifizierten Einsatzszenarien zu validieren.

Die folgende Übersicht beschreibt die während des Vorhabens erreichten Forschungsergebnisse:

1) Es wurde ein neues Glühverfahren für Formgedächtnislegierungen entwickelt. Das Glühverfahren erlaubt eine gezielte Temperaturverteilung entlang eines Drahtes und somit eine gezielte Programmierung des Drahtes, siehe Abbildung 1.



Abb. 1: Partielle Glüheinheit

2) Das Glühverfahren wurde hinsichtlich der Kriterien einer guten Temperaturabgrenzung, einer gleichmäßigen Wärmeverteilung und guter Automatisierbarkeit optimiert.

3) Das Glühverfahren wurde wärmetechnisch simuliert, um Soll-Temperaturen und Einstellparameter zu ermitteln.

- 4) Eine Auslesevorrichtung wurde konstruiert und aufgebaut, welche es ermöglicht, Formgedächtnisdrähte elektrisch zu erwärmen und den dadurch entstehenden Spannungsabfall messtechnisch zu erfassen.
- 5) Eine Automatisierungsstrecke, welche das neue Glühverfahren, die Auslesevorrichtung und eine Konfektioniereinheit beinhaltet, wurde konzeptioniert und im Labormaßstab aufgebaut. Somit ist die Grundlage für eine automatisierte Fertigungslinie gegeben.
- 6) Ein Algorithmus wurde entwickelt, welcher einen gemessenen Widerstandsverlauf der FGL in Abschnitte mit Regressionsgeraden einteilt, diese auf einen gestuften Verlauf untersucht und in Wertebereiche einteilt. Basierend darauf kann einem FG-Draht ein Code zugeordnet werden.
- 7) Tests zur Produktintegration des Formgedächtnisdrahtes in verschiedenen Materialien wie Metalle und Kunststoffe wurde untersucht und die Funktionalität des Drahtes überprüft.
- 8) Weitere Anwendungsmöglichkeiten des gestuft programmierten Drahtes wurden gefunden. Z.B.: Ein sensorischer Aktor mit definierten Schaltpositionen bei bestimmten Temperaturen; Überprüfung von Temperaturüberschreitungen im Produktlebenszyklus.
- 9) Mithilfe der Ergebnisse des Vorhabens wurden KMU die Möglichkeit gegeben, die hier untersuchten Schritte zur Herstellung eines neuen innovativen Plagiatschutzes in Eigenregie nachzubilden.

Zusammenfassung

Formgedächtnismaterialien auf NiTi-basis sind die häufigsten eingesetzten Legierungen, die sich neben der Aktorik auch für die sensorische Auswertung eignen. Durch die Entwicklung eines geeigneten Glühverfahrens, wurden die sensorischen Eigenschaften des Drahtes dahingehend verändert, dass ein Code in das Material geglüht werden kann. Über Messung des elektrischen Widerstandes während des Erwärmens, kann der Code ausgelesen werden. Über einen Datenbankabgleich können Bauteile, in denen der vorprogrammierte Draht verbaut wurde, individuell identifiziert werden und so als Plagiatschutz Verwendung finden. Parameter für das Glühverfahren, sowie die Auswertung der Proben wurden ermittelt. Die technische Auslesbarkeit und die Überführung in produktnahe Demonstratoren wurden getestet.

Ein besonderer Dank gilt allen Mitgliedern im projektbegleitenden Ausschuss für die gute Zusammenarbeit und für die Unterstützung bei der Durchführung der Forschungsarbeiten.

Eine Langfassung der Forschungsarbeiten kann in Form eines Schlussberichts bei der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V., Papenberger Str. 49, 42859 Remscheid, www.fgw.de, angefordert werden.

Weiter Informationen erhalten Sie bei Herrn M. Sc. Moritz Langhoff unter
02191 5921 154

Literatur:

- [1] Daniel van Geerenstein: VDMA Studie Produktpiraterie 2018
- [2] Aktion Plagiarius e.V.: PRESSEMITTEILUNG, 2019.
https://www.plagiarius.com/download.php?ID=1_2_28, abgerufen am: 05.07.2019
- [3] Grigori, K. M.: Prävention und Bekämpfung von Marken- und Produktpiraterie.
Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2014
- [4] Abele, E., Kuske, P. u. Lang, H.: Schutz vor Produktpiraterie. Berlin, Heidelberg: Springer
Berlin Heidelberg 2011
- [5] Sven Langbein: Lokale Konfiguration und partielle Aktivierung des
Formgedächtniseffektes zur Erzeugung smarterer Bauteilstrukturen. Dissertation. Bochum
2009