

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

1. Dezember 2021 || Seite 1 | 4

Roboter druckt Sitzheizung und Antennen auf Kunststoffstoffsitzschalen

Im Forschungsprojekt »Robotergeführter Inkjet-Druck von funktionalen Schichten auf dreidimensionale (3D)-Objekte« (kurz 3D-Robojet), das im Programm »Industrielle Gemeinschaftsforschung« (IGF) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wurde, bauten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer ENAS und der TU Chemnitz erfolgreich einen Versuchsstand für robotergeführten Inkjet-Druck auf und stellten mit diesem u.a. eine Sitzheizung auf einer Kunststoffstoffsitzschale her.

Von März 2019 bis Juli 2021 arbeiteten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Professur Smart Systems Integration des Zentrums für Mikrotechnologien und der Professur für Robotik und Mensch-Technik-Interaktion der Technischen Universität Chemnitz sowie des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS in Chemnitz an der Entwicklung einer Technologie zum robotergeführten Inkjet-Druck auf 3D-Oberflächen.

Der Versuchsstand mit modularem Aufbau

Zielstellung des Projekts war der Aufbau eines Versuchsstandes mit einem Sechs-Achs-Industrieroboter in Kombination mit einem Inkjet-Druckkopf und dessen Validierung anhand gedruckter funktionaler Anwendungsbeispiele. Der modulare Aufbau der Anlage gestattet es, weitere Funktionen wie die Vorbehandlung mit Plasma, die Nachbehandlung mit ultraviolettem und infrarotem Licht sowie die Objekterkennung mit Hilfe einer 3D-Tiefenkamera und eines Triangulationsensors zu integrieren. Um später mit der Anlage beliebige Druckbilder zielgenau auf Objektoberflächen erzeugen zu können, entwickelte die Professur für Robotik und Mensch-Technik-Interaktion der TU Chemnitz die Robotersteuerung anhand eines mehrstufigen Algorithmus zur Bahnplanung und -steuerung auf Basis von Voxelkarten. Somit kann dasselbe Objekt

IN ZUSAMMENARBEIT
MIT



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
IN DER KULTURHAUPTSTADT EUROPAS
CHEMNITZ

ZfM
Zentrum für
Mikrotechnologien



Redaktion

Dr. Martina Vogel | Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS | Telefon +49 371 45001-203 |
Technologie-Campus 3 | 09126 Chemnitz | www.enas.fraunhofer.de | martina.vogel@enas.fraunhofer.de

Abteilungsleitung Printed Functionalities

Prof. Dr. Ralf Zichner | Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS | Telefon +49 371 45001-442 |
Technologie-Campus 3 | 09126 Chemnitz | www.enas.fraunhofer.de | ralf.zichner@enas.fraunhofer.de

Fachlicher Ansprechpartner

Robert Thalheim | Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS | Telefon +49 371 45001-442 |
Technologie-Campus 3 | 09126 Chemnitz | www.enas.fraunhofer.de | robert.thalheim@enas.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ELEKTRONISCHE NANOSYSTEME ENAS

unabhängig von seiner Lage im Raum bedruckt werden. Wird es verschoben, kann durch das Wiedereinscannen und der Anwendung des Algorithmus, exakt dieselbe Position bedruckt werden. Möglich ist ebenfalls das korrekte Aneinandersetzen mehrerer Druckbahnen unter der Berücksichtigung der durch die Oberflächenkrümmung auftretenden Verzerrungen.

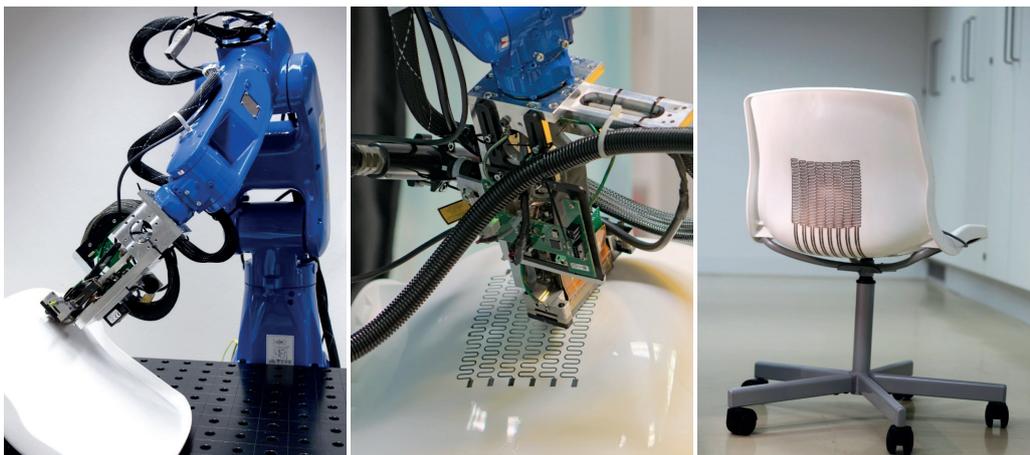
PRESSEINFORMATION

1. Dezember 2021 || Seite 2 | 4

Die Grundlagen des robotergeführten Inkjet-Drucks

Die Drucktechnologie selbst untersuchten das Fraunhofer ENAS und das Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz an einer bereits etablierten Fraunhofer-eigenen Anlage. Um die limitierenden Faktoren des Druckprozesses zu ermitteln, bestimmten die Forschenden die Positionierungsgenauigkeit einzelner Tropfen auf Zylinderoberflächen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden Abstandslimits bei der Bahnplanung abgeleitet und unter Berücksichtigung der Druckkopfgeometrie und Winkelung eine mathematische Beschreibung der Bedruckung konkaver Geometrien erstellt.

Die Positionierungsgenauigkeit beim Inkjet-Druck ist abhängig von der Distanz des Druckkopfes zur Oberfläche, die bedruckt werden soll. In den durchgeführten Experimenten wurde nachgewiesen, dass bei geringen Abständen von weniger als 6 mm die Positionierungsgenauigkeit marginal reduziert wird. Zudem hat die Druckkopforientierung gegenüber der Erdanziehungskraft, z.B. beim Überkopfdrukken,



Robotergeführter Inkjet-Druck einer Heizleiterstruktur für eine beheizbare Sitzschale: Versuchsstand am Fraunhofer ENAS mit Roboter Yaskawa GP8 (links); Nahansicht des Druckvorgangs auf der Sitzfläche der Kunststoffstoffsitzschale (Mitte); Rückansicht der fertigen beheizbaren Sitzschale (rechts).

Quelle: Fraunhofer ENAS

Das **Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS** ist der Spezialist und Entwicklungspartner im Bereich Smart Systems und deren Integration für unterschiedlichste Anwendungen. Auf die Herausforderung Mikro- und Nanosensoren sowie -aktoren und Elektronikkomponenten mit Schnittstellen zur Kommunikation und einer autarken Energieversorgung zu Smart Systems zu verknüpfen hat sich Fraunhofer ENAS spezialisiert und unterstützt damit das Zukunftsthema Internet der Dinge. Das Institut entwickelt für und mit seinen Kunden Einzelkomponenten, die entsprechenden Technologien für deren Fertigung, Systemkonzepte und Systemintegrationstechnologien und unterstützt aktiv den Technologietransfer. Es bietet Innovationsberatung, begleitet Kundenprojekte von der Idee über den Entwurf, die Technologieentwicklung oder die Umsetzung anhand bestehender Technologien bis zum getesteten Prototypen.

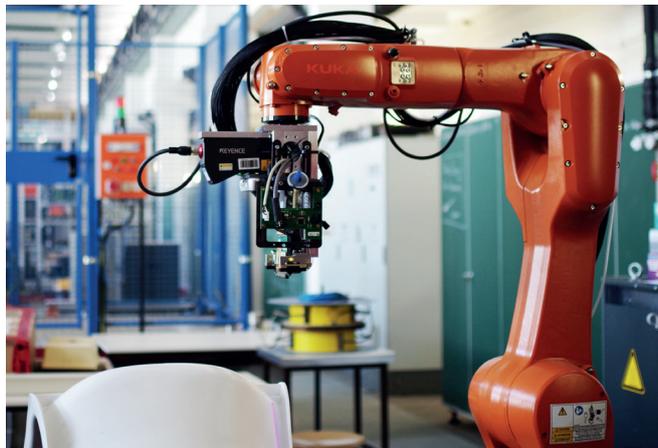
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ELEKTRONISCHE NANOSYSTEME ENAS

keinen nennenswerten Einfluss innerhalb dieser geringen Entfernung. Auf schiefen Ebenen ist die Schichtbildung stark vom Fließverhalten der Tinten abhängig. Um hier eine gute Qualität der Funktionsschichten zu erhalten, setzten die Forschenden auf einen schnellen Trocknungsprozess, der mit dem integrierten Modul zur Inline-Infrarot-Nachbehandlung realisiert wird.

Die gewonnenen Erkenntnisse zur Drucktechnologie auf 3D-Bauteilen des Fraunhofer ENAS wurden anschließend am Versuchsstand der TU Chemnitz integriert.

PRESSEINFORMATION

1. Dezember 2021 || Seite 3 | 4



Versuchsaufbau an der TU Chemnitz mit Kuka Roboter KR10 mit modularer Halterung für Inkjet-Druckkopf, Triangulationssensor und Tiefenkamera.

Quelle: TU Chemnitz

Die Anwendungen

Im Rahmen des Projektes erprobten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zwei Anwendungsszenarien erfolgreich – eine Heizung und eine RFID-Anwendung. Die Heizung wurde auf einer Kunststoffstoffsitzschale durch den Roboter drucktechnisch aufgebracht. Die Heizleiterstruktur aus einer flächig aufgetragenen Leiterbahn mit einer Gesamtlänge von 16 Metern erstreckte sich über knapp 450 cm² der Sitzfläche und Rückenlehne. Im Betrieb erreichte die Heizung eine homogene Temperaturverteilung von 50 °C.

Für RFID-Anwendungen wurde darüber hinaus eine Dipol-Antenne auf der gekrümmten Oberfläche der Sitzschale drucktechnisch aufgebracht. Die Antennenstruktur befindet sich auf der Rückseite der Sitzlehne und ist mit einem RFID-Chip versehen. Die auf dem Silizium-Chip gespeicherten Informationen können aus einer Entfernung von über zwei Meter mit einem RFID-Lesegerät ausgelesen werden.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ELEKTRONISCHE NANOSYSTEME ENAS

Das Fraunhofer ENAS hat im Rahmen dieses Projektes seine Expertise im Bereich der gedruckten Funktionalitäten weiter ausgebaut. Die gewonnenen Erkenntnisse stärken einerseits die Kompetenz in den Fertigungstechnologien vor allem im robotergestützten Inkjet-Druck auf 3D-Objekten als auch die Produkttechnologien der gedruckten Elektronik und Antennen.

PRESSEINFORMATION

1. Dezember 2021 || Seite 4 | 4

Projekthinweise:

Laufzeit: 01.03.2019 - 31.07.2021

IGF-Vorhaben-Nr.: 20606 N

Zuschussgeber: BMWi

Beteiligte Forschungseinrichtungen:

- Technische Universität Chemnitz, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Zentrum für Mikrotechnologien ZfM, Professur Smart Systems Integration, Prof. Dr. Harald Kuhn
- Technische Universität Chemnitz, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Automatisierung, Professur für Robotik und Mensch-Technik-Interaktion, Prof. Dr. Ulrike Thomas
- Fraunhofer-Gesellschaft e.V., Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS

Das IGF-Vorhaben 20606 N der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. (FGD), unter dem Dach des Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM) e.V., wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

