

# PRESSEINFORMATION

-----  
**PRESSEINFORMATION**03. Juli 2019 || Seite 1 | 4  
-----

## QR-Codes mit Formgedächtnis-Effekt

**Ein neues Verfahren zur Additiven Fertigung von QR-Codes mit Formgedächtnis-Eigenschaften wurde am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam entwickelt. Es basiert auf dem 3D-Druck von Formgedächtnis-Polymeren. Die QR-Codes wurden am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern mathematisch untersucht: die Druckqualität und der Formgedächtnis-Effekt sind sehr gut. Auch sehr flache und leichte QR-Codes können hergestellt werden. Das macht sie als Etikettentechnologie interessant, z. B. zum Schutz vor Produktpiraterie. Die High-Tech-Polymere können mit handelsüblichen 3D-Druckern verarbeitet werden.**

Formgedächtnispolymere zählen zu den intelligenten Materialien. Diese Kunststoffe können eine ihnen aufgezwungene Form für eine gewisse Zeit beibehalten. Sobald die Temperatur erhöht wird, lassen sie sich »quasi per Knopfdruck« schalten. Daraufhin kehren sie nahezu vollständig in ihre ursprüngliche Form zurück. Eine mögliche Anwendung für Formgedächtnispolymere sind Echtheitszertifikate, die produktbezogene Informationen freigeben.

Hierzu zählen QR-Codes, die das Fraunhofer IAP mittels Additiver Fertigung entwickelt hat. Nach dem Drucken wird die Form so verändert, dass der QR-Code nicht mehr auslesbar ist. Erst durch das Erwärmen über die Schalttemperatur des Formgedächtnispolymers wird die ursprüngliche Form wiederhergestellt, so dass der QR-Code schließlich ausgelesen werden kann.

### **Können Formgedächtnispolymere gedruckt werden?**

»In der Vergangenheit erwies sich die Herstellung von Informationsträgern wie QR-Codes auf Basis von Formgedächtnis-Polymeren als komplex und arbeitsintensiv«, erklärt Dr. Thorsten Pretsch, Leiter der Arbeitsgruppe »Formgedächtnispolymere« am Fraunhofer IAP. »Wir drucken die QR-Codes daher in 3D mit einem thermoplastischen Polyurethan, kurz TPU. Dieser Kunststoff gehört zu den am intensivsten untersuchten Formgedächtnis-Polymeren. Allerdings gibt es nur wenige Untersuchungen zur Verarbeitung in der Additiven Fertigung mittels Schmelzschtichtung. Wir haben daher sowohl das Filament hergestellt als auch den Druckprozess optimiert«, so Pretsch.

Schmelzschtichtung (engl. »Fused Filament Fabrication«, FFF) nennt sich das 3D-Druckverfahren, das das Forscherteam eingesetzt hat. Dabei werden zwei Filamente aus dem intelligenten Kunststoff in einem *Dual-Extruder-3D-Drucker* aufgeschmolzen,

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM**

durch feine Düsen gedrückt und das gewünschte Objekt – hier der QR-Code – schichtweise aufgebaut. Die erforderlichen Filamente stellten die Wissenschaftler des Fraunhofer IAP aus »reinem« TPU bzw. aus einem mit Pigmentfarbstoff eingefärbtem TPU im Extrusionsverfahren her. Das eingesetzte thermoplastische Polyurethan wurde von der Firma Covestro Deutschland AG zur Verfügung gestellt. Sowohl die Herstellung des Filaments als auch die Optimierung des Druckprozesses fanden im Rahmen des Leistungszentrums »Integration biologischer und physikalisch-chemischer Materialfunktionen« statt.

**PRESSEINFORMATION**

03. Juli 2019 || Seite 2 | 4

**Wie wird das Formgedächtnis eingebracht?**

In Versuchsreihen wurde stets ein gedruckter QR-Code auf 60 °C erwärmt und auf verschiedene Arten verformt. In dem daraus resultierenden Zustand wurde der QR-Code auf –15 °C abgekühlt und anschließend entlastet. Der verformte Zustand ist dann so lange bei Raumtemperatur stabil, bis der QR-Code erneut auf 60 °C erwärmt wird. Dabei kommt es zum Auslösen des Formgedächtnis-Effektes und der Code kehrt nahezu vollständig in die ursprüngliche Form zurück. Die Schalttemperatur des Polymers kann vorteilhafterweise – je nach Anwendung – spezifisch in einem breiten Temperaturbereich eingestellt werden.

**Formgedächtnis-Eigenschaften auf dem Prüfstand**

Wie gut die QR-Codes nach dem Auslösen des Formgedächtnis-Effektes ihre ursprüngliche Form wieder annehmen, analysierte das Forscher-Team des Fraunhofer ITWM im Rahmen des Fraunhofer Clusters »Programmierbare Materialien«. Sie verglichen die Druckqualität mit den ursprünglich digital generierten QR-Codes und werteten die am Fraunhofer IAP aufgenommenen Oberflächenprofile der Codeträger mathematisch aus.

»Diese neuartige Methode ist ein hervorragendes Werkzeug zur Bewertung der Druckqualität von QR-Codes. Unsere Kongruenzanalysen zeigen, dass die QR-Codes nach der Formrückstellung zu über 87 Prozent mit der ursprünglichen Form übereinstimmen«, erklärt Frau Dr. Staub vom Fraunhofer ITWM. Verformen und Rückstellen, die im Rechner durch Übereinanderlegen verglichen wurden. Die Differenzbilder belegten die Qualität der eingesetzten Materialien: Die QR-Codes stimmten bis fast 90 Prozent überein mit ihrer ursprünglichen Form.

**Auf dem Weg zur wirtschaftlichen Anwendung**

Das neue Herstellungsverfahren für QR-Codes hat einige Vorteile: die Extrusion des Polymers zur Herstellung des Druckfilaments ist leicht zu beherrschen, und es werden nur geringe Mengen an Material benötigt. Zudem können handelsübliche 3D-Drucker eingesetzt werden, mit denen sich auch Schichten drucken lassen, die unter 10 µm

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM**

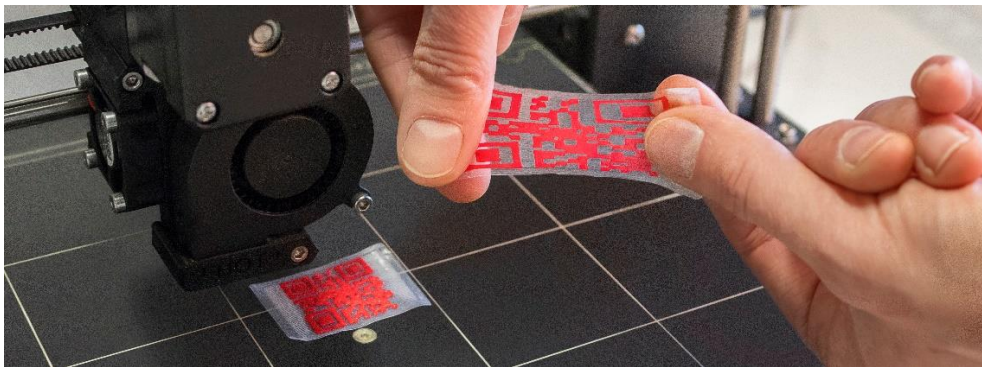
dünn sind. Diese Aspekte sowie das geringe Gewicht der QR-Codes machen das Verfahren für die Wirtschaft interessant, vor allem für die fälschungssichere Kennzeichnung von Waren, die vor Produktpiraterie geschützt werden müssen.

Um die Wirtschaftlichkeit noch stärker zu erhöhen, arbeiten die Forscherinnen und – Forscher des Fraunhofer IAP daran, die Produktionszeit zu verkürzen, ohne Kompromisse bei der Auflösung einzugehen.

-----  
**PRESSEINFORMATION**

03. Juli 2019 || Seite 3 | 4  
-----

**Bildmaterial**



**3D-gedruckte Formgedächtnispolymere ermöglichen die Herstellung von QR-Codes, beispielsweise um plagiatsgefährdete Waren zu kennzeichnen. © Fraunhofer IAP**

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR TECHNO- UND WIRTSCHAFTSMATHEMATIK ITWM**

---

**PRESSEINFORMATION**03. Juli 2019 || Seite 4 | 4

---

**Über das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM**

Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern zählt zu den größten Forschungsinstituten für angewandte Mathematik weltweit. Wir sehen unsere Aufgabe darin, die Mathematik als Schlüsseltechnologie weiterzuentwickeln und innovative Anstöße zu geben. Unser Fokus liegt auf der Umsetzung mathematischer Methoden und Technologie in Anwendungsprojekten und ihre Weiterentwicklung in Forschungsprojekten. Das enge Zusammenspiel mit Partnern aus der Wirtschaft garantiert die hohe Praxisnähe unserer Arbeit

Deren integrale Bausteine sind Beratung, Umsetzung und Unterstützung bei der Anwendung von Hochleistungsrechner-Technologie und Bereitstellung maßgeschneiderter Software-Lösungen. Unsere verschiedenen Kompetenzen adressieren ein breites Kundenspektrum: Fahrzeugindustrie, Maschinenbau, Textilindustrie, Energie und Finanzwirtschaft. Dieses profitiert auch von unserer guten Vernetzung, beispielsweise im Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation.

**Über die Fraunhofer-Gesellschaft**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 26 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen ca. 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.