

Gewaltige Präzision



Die zerstörerische Wirkung von Sprengstoff ist bekannt. Mit einer Sprengung lassen sich aber auch filigrane Strukturen und sogar Hologramme auf Metalloberflächen übertragen.

Wer mit Sprengstoff hantiert, hat meist Grobes im Sinn. Er will Fels lockern, alte Gemäuer zertrümmern oder Lawinen auslösen. Doch Explosivstoffe taugen auch für filigrane Aufgaben. So ermöglicht es das Sprengprägen, relativ weiche, nahezu beliebig strukturierte Materialien, in Metall abzuformen. Die strukturierte Vorlage wird direkt auf die Werkstück- oder Werkzeugoberfläche gelegt und mittels eines hohen Impulses durch einen Explosivstoff ins Metall übertragen. Die Stoßwelle bewirkt eine zusätzliche Härtesteigerung des geprägten Materials.

Vor einigen Jahren hat das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal aus der rabiaten Methode eine patentierte Technologie für die Oberflächenveredelung entwickelt, die das Zeug hat, auch in der Massenfertigung eine wichtige Rolle zu übernehmen. Denn richtig dosiert, kann der Sprengstoff eine Vorlage viel exakter abbilden als herkömmliche Verfahren. Die Auflösung, die man mit dem Sprengprägen erzielen kann, reicht bis in den zweistelligen Nanometerbereich. Ein menschliches Haar, Lotusblätter, Mottenaugen, Haifischhaut – kein Problem. »Niemand hat geglaubt, dass so etwas möglich ist«, schwärmt ICT-Projektleiter Günter Helferich. Fast jede Struktur lässt sich mit Hilfe einer Sprengfolie detailgenau auf Metall bannen, ob Holz, Leder, Textil oder Sand – schnell und präzise. Ein Rums, und schon hat der Stahl die gewünschte Oberfläche.



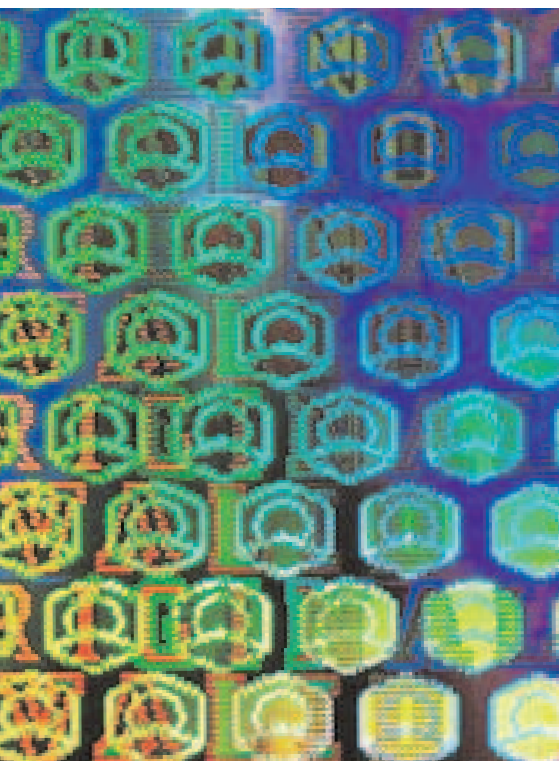
So behandelter Stahl ist vor allem in der Kunststoffindustrie gefragt. Denn eine Strukturierung lässt Polymerteile dekorativ und edel aussehen. Ein Handschuhfach mit Lederstruktur macht sich im Auto besser als eines mit glatter Oberfläche. Zudem kann eine Strukturierung die Kratz- und Abriebempfindlichkeit verringern oder die Rutschfestigkeit erhöhen. Auch Unregelmäßigkeiten durch das Fertigungsverfahren, wie Fließlinien, Wirbel oder Einfallstellen, kann man so kaschieren. Kunststoffteile werden im Spritzgießverfahren hergestellt, wofür eine Hohlform aus Stahl nötig ist. Das Polymer strömt flüssig hinein und erhält beim Aushärten seine Form. Um die gewünschte Strukturierung zu erreichen,

wird die Spritzgießform bisher vorwiegend photochemisch geätzt oder mikrozerspant. Doch das Sprengprägen hat gegenüber den etablierten Verfahren Vorteile: Es spart Zeit, kostet weniger und die Details kommen besser heraus. Außerdem hält das explosiv behandelte Spritzgießwerkzeug länger, denn die durchlaufende Stoßwelle härtet den Stahl zusätzlich.

Neue Anwendung: Hologramme

Jetzt öffnet sich ein weiteres Anwendungsgebiet für die Sprengmeister aus Pfinztal: die Holographie. Hologramme gewinnen immer mehr an Bedeutung. Schon heute

trägt jeder einige davon mit sich herum, ob auf Geldscheinen, EC-Karten oder Tickets für Popkonzerte. Die bunt schillernden Interferenzbilder schützen Banknoten und Dokumente vor Fälschungen. Denn sie lassen sich nur mit erheblichem Aufwand herstellen, und man kann sie kaum kopieren. Das beste Kopiergerät macht aus den schillernden Originalen graue Schattenrisse. Der Grund: Bei solchen Hologrammen entsteht das Bild im Auge des Betrachters nicht durch das Zusammenspiel verschiedener Farben und Kontraste, sondern durch die Struktur der Oberfläche. Je nachdem, aus welcher Richtung das Licht einfällt, zeigt sich ein anderes Bild.



Bei der Herstellung eines Hologramms muss man anders vorgehen als bei einem üblichen Foto. Anstatt dass das Objekt beleuchtet und das reflektierte Licht aufgefangen werden, spaltet man den Lichtstrahl zunächst auf, und lenkt nur einen Teil davon auf das Objekt. Der andere Teil trifft direkt auf das fotoempfindliche Material, beispielsweise Fotoresist, wo er sich mit dem vom Objekt kommenden Licht vereinigt und ein Interferenzmuster bildet. Nach dem Belichten und Entwickeln besitzt der 3-D-Film die gewünschte strukturierte Oberfläche – das Hologramm ist fertig. Allerdings ist das Fotoresist zu weich, um als Präge- oder Spritzgießwerkzeug dienen zu können. Hier hilft die Galvanik weiter, die das filigrane

Relief auf ein härteres Material kopiert. Dabei scheidet sich mit Hilfe eines elektrischen Felds eine hauchdünne Nickelschicht auf dem Fotomaterial ab. Da aber auch Nickel rasch verschleißt, zieht man von dieser Kopie – abermals auf galvanischem Weg – weitere Nickelkopien, die schließlich in die Prägemaschine wandern.

Homogenität und genaue Dosierung sind gefordert

Wissenschaftler am ICT arbeiten daran das galvanische Kopieren durch das Sprengprägen zu ersetzen – eine große Herausforderung. Denn die Strukturen, die in den Stahl

und Holo-Support sowie mehrere Partner aus der Industrie. Wichtig sind vor allem die Homogenität und die genaue Dosierung des Sprengstoffs. Wenn die Sprengfolie detoniert, baut sich für den Bruchteil einer Sekunde auf der Stahloberfläche ein Druck zwischen 70 und 80 Kilobar auf, so viel wie 250 Kilometer unter der Erdoberfläche. Mehr Sprengstoff erhöht den Druck zwar nicht, verlängert aber die Wirkdauer.

Das Sprengprägen hat einige Vorteile gegenüber der galvanischen Methode: Man erhält kein weiches Nickelteil, das rasch verschleißt, sondern einen harten Stahlstempel, den die durchlaufende Stoßwelle zu-



Nickelshim als Vorlage fürs Sprengprägen (I.). Werkzeugeinsatz mit sprenggeprägten holographischen Strukturen im Innenring (r).

© topac GmbH, Fraunhofer ICT

eingedrückt werden sollen, sind so winzig, dass man sie nicht einmal unter dem Lichtmikroskop erkennen kann. Mit zahlreichen Versuchsreihen haben die Fraunhofer-Experten das Verfahren optimiert, bis die gewünschte Abbildungsschärfe erreicht war. An dem BMBF-Projekt »Holo-Impact« beteiligten sich auch die Universität Hannover

sätzlich gehärtet hat. Auf der Messe für Werkzeug- und Formenbau »Euromold«, die Anfang Dezember in Frankfurt (Main) stattfand, stellten die Ingenieure das Verfahren vor. Sie fertigten an Ort und Stelle mit einer Spritzgießmaschine 6000 Frisbees mit holographischen Strukturen. Das Verfahren stieß auf großes Interesse: Viele Firmen wollen die Hologramme als Plagiatenschutz einsetzen. Der Schutz vor Fälschungen ist jedoch nur eine mögliche Anwendung. Hologramme können auch dekorative Folien zieren, die je nach Sonneneinstrahlung in verschiedenen Farben leuchten. Sogar Trinkgläser sind denkbar, auf denen holografische Bilder funkeln.

Klaus Jacob