# Druckreife Elektronik für Diagnostik und Therapie

*Die gedruckte Elektronik ermöglicht eine noch stärkere Miniaturisierung und die Bedruckung flexibler Materialien. Diese unauffälligen preisgünstigen Produkte dienen beispielsweise in der Medizintechnik zum Monitoren von Vitaldaten. Die gedruckte Elektronik kann aber noch viel mehr...*

***Bild 1: kran77/Fotolia 120367473***

Druckreife Neuigkeiten in der Medizintechnik bringt nicht allein das 3D-Printing von Zahnersatz, Implantaten, Prothesen, Hörgeräten und chirurgischen Einweg-Instrumenten. Ebenso bedeutsam ist die Entwicklung im Bereich gedruckter Elektronik etwa zur Fertigung flexibler, kleinformatiger Schalt- und Sensorelemente für diagnostische und therapeutische Zwecke oder das Gesundheitsmonitoring. Zahlreiche dieser Produkte lassen sich mit dem vielseitig für verschiedenste Medien und Materialien einsetzbaren Siebdruckverfahren realisieren. Der technische Siebdruck ermöglicht beispielsweise die Folienbedruckung mit Leiter- und Widerstandsbahnen, den Aufbau mehrlagiger Schaltungen, die Verpackungs- sowie Textilbedruckung mit Informationsträgern oder die Kennzeichnung von Implantaten mit röntgenlesbaren Informationen. Alternative Prozeduren wie die Ätztechnik erweitern das Produktionsspektrum um elastische Verdrahtungsbänder, die sich in allen Richtungen dreidimensional der Gehäuseinnengeometrie anpassen. Damit eignen sich solche 3D-Leiterbahnen für die flexible Verdrahtung auf kleinstem Raum z. B. in Herzschrittmachern oder Defibrillatoren (Bild 2).

## Elektronik in variablen Ausdrucksformen

Einen guten Überblick über das, was im Pharma- und Medizinsektor heute möglich ist, zeigte das Angebot der letzten LOPEC, der biennalen Leitmesse für gedruckte Elektronik. Die Bandbreite reichte von Messstreifen mit aufgedruckten Elektroden über mit Schaltkreisen versehene Blisterverpackungen zur Kontrolle der Tabletten-Einnahme bis hin zu Haftelektroden für die permanente Überwachung von Vitalfunktionen. Im Rahmen des Smart Packaging, der intelligenten Verpackung, stellen aufgedruckte Informationsträger wie QR-Codes, RFID- oder NFC-Chips Produktdaten bereit, die sich mit einem lesefähigen End-

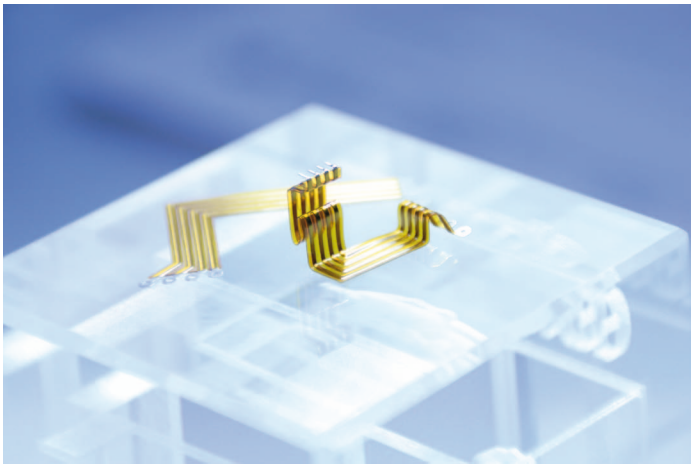

***Bild 2: Im ISOLAM-Verfahren gefertigte 3D-Leiterbahnen von Union-Klischee werden unter anderem in Herzschrittmachern eingesetzt***

*Autor: Carsten Schulz, Geschäftsführer der*

*Union-Klischee GmbH*
*info@union-klischee.de*
*www.union-klischee.de*

gerät abrufen lassen. Patienten können sich beispielsweise den Beipackzettel vorlesen lassen, die empfohlene Dosierung abfragen oder das Medikament automatisch nachbestellen. Gedruckte Elektronik erleichtert das Gesundheitsmonitoring, wenn medizinische Messwerte über in Textilien oder direkt am Körper aufgebrachte Sensorik kontinuierlich daheim erfasst werden, um gesundheitliche Probleme frühzeitig erkennen und behandeln zu können. Schon heute dienen gedruckte Spannungssensoren der Überwachung von Patienten mit Schlafapnoe und werden EKG-Patches zur Messung der Herzaktivität appliziert. Ein weiteres Anwendungsfeld ist die zur Anregung der Muskelkontraktion und zur Schmerztherapie eingesetzte Elektrostimulation mit auf der Haut befestigten Elektroden. Der Aufdruck leitender Materialien auf Folien und Stoffen verleiht ihnen besondere Biegsamkeit. Die stretchfähige Elektronik passt sich den Bewegungen der Haut an und ist mit vergleichsweise geringen Herstellungskosten auch zur Einmal-Behandlung geeignet. Das erspart die aufwändige Desinfektion und schließt Infektionsrisiken aus.

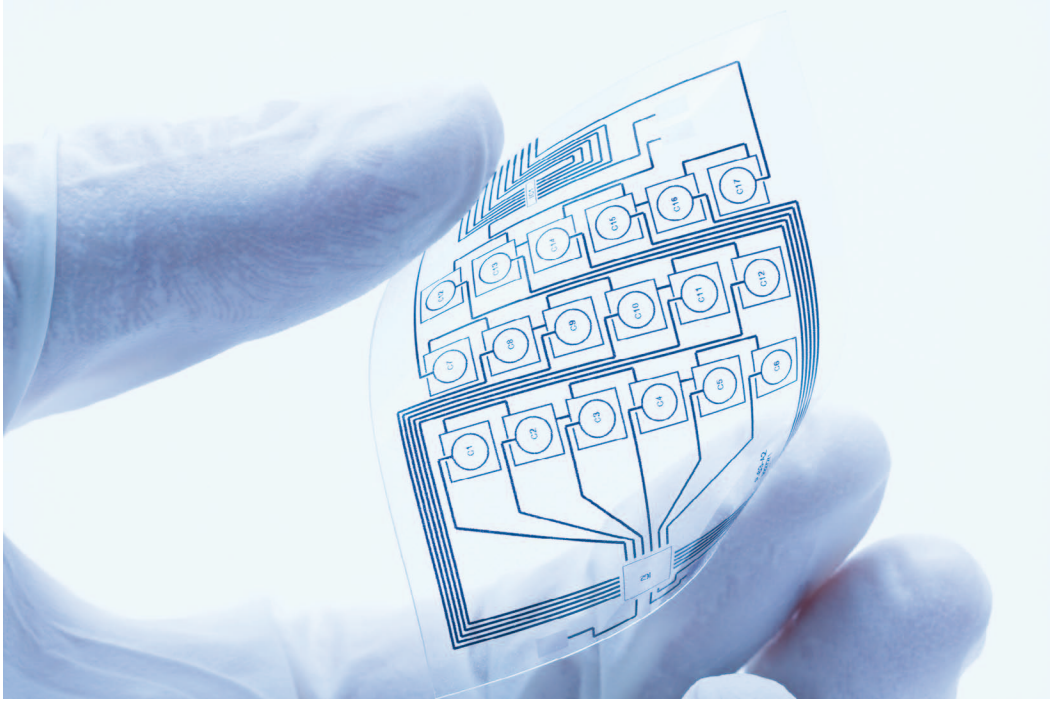

***Bild 3: Mit auf Folien gedruckten Leiterbahnen lässt sich die Messsensorik besonders kleinformatig und flexibel gestalten, Bild: Shawn Hempel/Fotolia 32979617***

## Siebdruck von Leiterbahnen

Fast alle industriellen Druckverfahren können für den Druck elektronischer Bauteile adaptiert werden. Das gilt sowohl für Massendruckverfahren wie den Tief,- Offset- und Flexodruck als auch für Tintenstrahl- und Siebdruck. Zu den Vorteilen des Siebdrucks zählt die hohe Schichtdichte unter Einsatz pastöser Druckmaterialien. Dies prädestiniert ihn für die Fertigung von Leiterbahnen, Leiterplatten, Antennen oder Teststreifen sowie isolierenden Schichten, erlaubt aber auch den Druck organischer Halbleiter. Dabei erzeugt das Durchdruckverfahren, bei dem das Medium mit einer Gummirakel durch die Öffnungen einer Schablone oder die Maschen eines Siebs auf das zu bedruckende Material gebracht wird, langlebige Ausdrucke mit hoher Qualität und Kantenschärfe. Im Siebdruck lassen sich verschiedenste Materialien und Oberflächen mit unterschiedlichsten Formen und Formaten bedrucken. Als Druckmedien für elektronische Leiter finden elektronische Funktionsmaterialien in flüssiger oder pastöser Form beispielsweise auf Kohlenstoffbasis Verwendung. Im Vergleich zu herkömmlichen Leiterplatten zeichnen sich die gedruckten Äquivalente durch ihre äußerst platzsparende, leichtgewichtige Ausführung aus. Sie benötigen weit weniger Material, sind flexibel und verformbar. Zudem können die leitfähigen Druckmedien einfach und kostengünstig auch großflächig auf Folien, Papier, Textilien oder anderen Substraten aufgebracht werden.

## Röntgenlesbare Bedruckung

Ein besonderes Einsatzgebiet des technischen Siebdrucks stellt die Bedruckung mit metallischen Verbindungen für die Röntgendiagnostik dar. Um wichtige Geräteinformationen auf Röntgenbildern anzuzeigen, bringt die Spezialdruckerei Union-Klischee beispielsweise auf Isolierfolien für Herzschrittmacher die Angaben zu Hersteller, Modellnummer und technischen Kennzahlen auf. Als Druckmedium dient ein speziell entwickeltes Wolfram-Farb-Gemisch, das den hohen medizinischen Anforderungen an eine sterile, langzeitbeständige und abriebfeste Verarbeitung entspricht. Die in die Druckpaste eingemischten Wolfram-Pigmente machen den Aufdruck in der Bildgebung sichtbar. Auf analoge Weise lässt sich das Druckverfahren auch zur Röntgendetektion von Fremdkörpern einsetzen, deren Eintrag in den Produktionsprozess zu Verunreinigungen führt. Ein weiteres Anwendungsfeld betrifft die röntgenfähige Bedruckung von Abschirmblechen, um Strahlung von umliegenden Komponenten abzuhalten.

## Filigrane Konturbildung im Ätzverfahren

Neben dem Druck empfiehlt sich die Ätztechnik für die wirtschaftliche Fertigung elektronischer Bauteile. So lassen sich Leiterbahnen im Sprühätzverfahren durch Werkstoffabtrag aus einem Dünnblech herausätzen. Dabei wird das Werkstück mit Ätzresist laminiert und durch Auflage des entsprechenden Motivs, der Filmtasche, belichtet. Während die belichteten Bereiche aushärten, wird der unbelichtete Teil ausgewaschen und im späteren Ätzvorgang weggeätzt. Das Sprühätzverfahren erspart hohe Anschaffungskosten für Stanzwerkzeuge oder Anlagen, weil die Werkstückbearbeitung mittels Fotomasken erfolgt. Im Unterschied zur Stanz- oder Laserbearbeitung ermöglicht das fotochemische Verfahren einen präzisen Werkstoffabtrag ohne äußere Krafteinwirkung. Da keine Spannungen, Verformungen oder Gratbildungen an den Werkstückkanten auftreten, werden auch komplexe und filigrane Strukturen – beispielsweise von Präzisions-Ätzteilen zum Einsatz in Herzschrittmachern – akkurat herausgearbeitet. Das Verfahren eignet sich für die Serienfertigung in allen Losgrößen. Wegen der geringen Zeitspanne zwischen Entwurf und

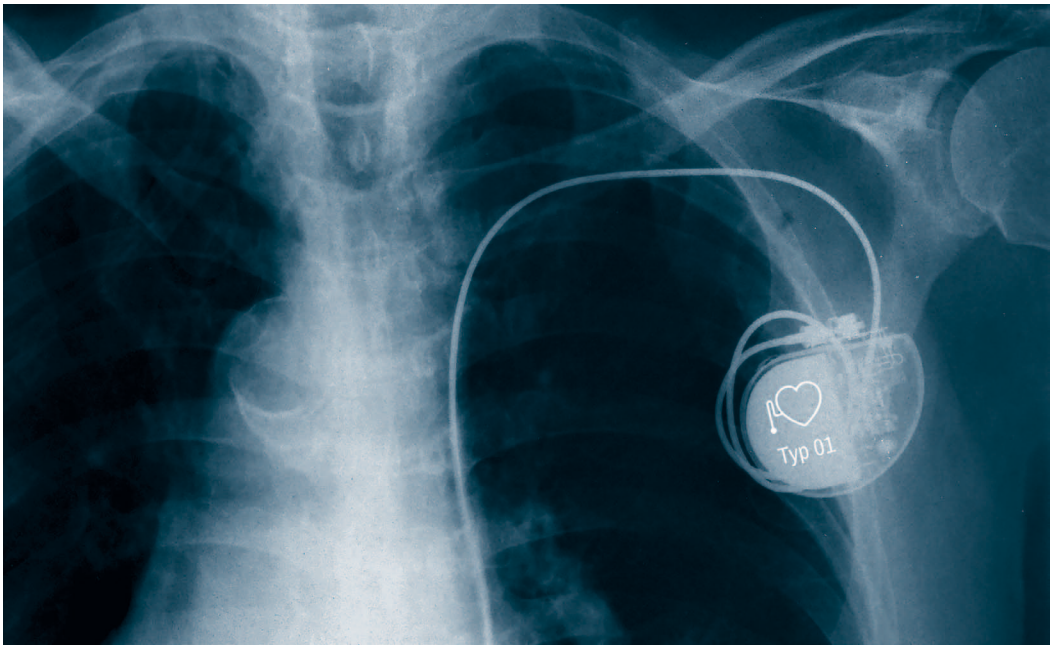


***Bild 4: Durch Bedruckung mit metallischen Verbindungen werden Geräteinformationen im Röntgenbild sichtbar gemacht, Bild: Union-Klischee GmbH***

Herstellung der Formätzteile lassen sich auch Prototypen, Designvarianten und Nullserien zeit- und kostenoptimiert auf einem Bogen fertigen.

## Elastische Leiterbahnen in 3D

Auf Basis der Sprühätztechnik hat Union-Klischee mit ISOLAM ein eigenes Verfahren für geätzte Leiterbahnen entwickelt. Unter Reinraumbedingungen werden mehrere Leiterbahnen mit einem geeigneten Isolationsmaterial laminiert und verbunden. Mit dieser den Anforderungen der Medizintechnik entsprechenden Fertigungsmethode entstehen biegsame Leiterbahnen, die sich dem vorhandenen Bauraum dreidimensional und platzsparend anpassen. Die 3D-Leiter dienen der flexiblen Verdrahtung in Herzschrittmachern, Defibrillatoren und anderen Elektronikbauteilen, die keinen Platz für starre Multilayer bieten. Unter Verwendung von Nickel, Konstantan oder Kupfer in Kombination mit isolierendem Folienmaterial lassen sich auch besonders hohe Ströme leiten. Neben der Strombelastbarkeit kann das Produktdesign auch hinsichtlich Kontur, Abständen, Leiterbahnbreite, Material, Leit- und Isoliereigenschaften individuell den Kundenvorgaben gemäß konfektioniert werden.

## Fazit

Für die Medizintechnik stehen mit den geschilderten Druck- und Ätzverfahren besonders wirtschaftliche und flexible Fertigungsmethoden zur Herstellung elektronischer Komponenten zur Verfügung. Die Bedruckung elastischer Trägermaterialien mit Leiterbahnen, Elektroden und Sensoren vereinfacht die medizinische Messwerterfassung. Mit aufgedruckten Informationsträgern versehene Verpackungen unterstützen Patienten bei Einnahme und Dosierung von Arzneimitteln. Schriftbilder aus Wolfram machen Geräteinformationen von Implantaten im Röntgenbild sichtbar. Im Ätzverfahren gefertigte Bauteile und Leiterbahnen sind als platzsparende Lösungen für die Mikroelektronik in Schrittmachern und Defibrillatoren gefragt. ◄

***Bild 5: Die 3D-Leiterbahnen von Union-Klischee werden von der Strombelastbarkeit über das Material bis zur Leit- und Isolierfähigkeit kundenspezifisch konfektioniert, Bild: Union-Klischee GmbH***