



**Printed Smart Card  
als Geschenkgutschein (Voucher)**  
(Bilder: PolyIC)

# Interaktion mit dem Nutzer

**Printed Smart Objects.** Durch Funkwellen aktivierbare Displays auf dünnen und flexiblen Kunststofffolien gelten heute als die innovative Entwicklung auf dem Gebiet der gedruckten Elektronik. Solche Bauelemente können in großen Stückzahlen kostengünstig mit modernen Rolle-zu-Rolle-Prozessen hergestellt werden. Sie bereichern optisch attraktiv und interaktiv Anwendungsfelder wie Produktmarketing, Marken- und Echtheitsschutz oder auch Spiele.

**KLAUS LUDWIG  
HENNING ROST**

Die Idee, elektronische Schaltkreise analog dem Zeitungsdruck einfach zu drucken, fasziniert heutzutage zunehmend sowohl Forschungsgruppen als auch die produzierende Industrie.

Mit der mittlerweile industriellen Verfügbarkeit von organischen Halbleitern und organischen Leitern auf Kunststoffbasis, den sogenannten Funktionspolymeren, können neuartige Bauelemente, Produktionsprozesse und damit auch innovative neue Anwendungen realisiert werden. Somit ist es möglich, Elektronik mit nahezu jedem industriellen Produkt zu kombinieren, da die gedruckte Elektronik in Form von dünnen, flexiblen Filmen auf Kunststoffsubstraten hergestellt wird und somit auf beliebigen Ver-

packungen oder Tickets eingesetzt werden kann.

Für einen Rolle-zu-Rolle-Produktionsprozess haben diese oben erwähnten Funktionspolymere enorme Vorteile. Denn viele von ihnen können aus Lösung, quasi als „elektronische Tinte“, verdruckt werden. Aus diesem Grund lässt sich diese neue Art von Elektronik mit modernen und schnellen Druckmethoden herstellen. Dadurch werden hochvolumige und kostengünstige Elektronikanwendungen möglich [1].

Mithilfe von schnellen Rolle-zu-Rolle-Prozessen produziert die PolyIC GmbH & Co. KG, Fürth, ein Mitglied der Kurz-Gruppe, flexible und preiswerte Elektronikbauteile wie

- gedruckte Funketiketten (RFID-Tags) (Produktlinie PolyID [2]),
- transparente leitfähige Folien (Produktlinie PolyTC [3]) sowie
- gedruckte Smart Objects (Produktlinie PolyLogo).



**Bild 1. Gedruckte interaktive optische Etiketten (Smart Labels) von der Rolle**

**ARTIKEL ALS PDF** unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU110763



**Bild 2.** Ein funktionsfähiges Display besteht aus einem dünnen flexiblen Display (Mitte oben und rechts oben) mit Empfängerschaltung (rechts) und einem Aktivierungsgerät (links)

Unter sogenannten Printed Smart Objects versteht man eine Kombination von verschiedenen Komponenten gedruckter Elektronik, wie Eingabelemente (Tastaturen), Displays, Energiequellen (z. B. Batterien und Solarzellen), Sensoren sowie eine Steuerelektronik. Aus diesen Einzelkomponenten lässt sich eine Vielzahl neuer Anwendungen realisieren. So ist es zum Beispiel möglich, durch die Kombination einer gedruckten Batterie mit einer Logik, einem Eingabelement und einem Display Einwegsensoren, Spiele oder Informationsdisplays aufzubauen.

Ein durch Funk aktivierbares Display, das über die Energieaufnahme durch Radiowellen ein Displayelement mit vorher definierter Information einschalten kann,

gehört zu den ersten Produkten der PolyLogo-Reihe von PolyIC. Der Produktname für funk-aktivierbare Displays bei PolyIC lautet PolyLogo-RAD, wobei RAD für Radio Activated Display steht.

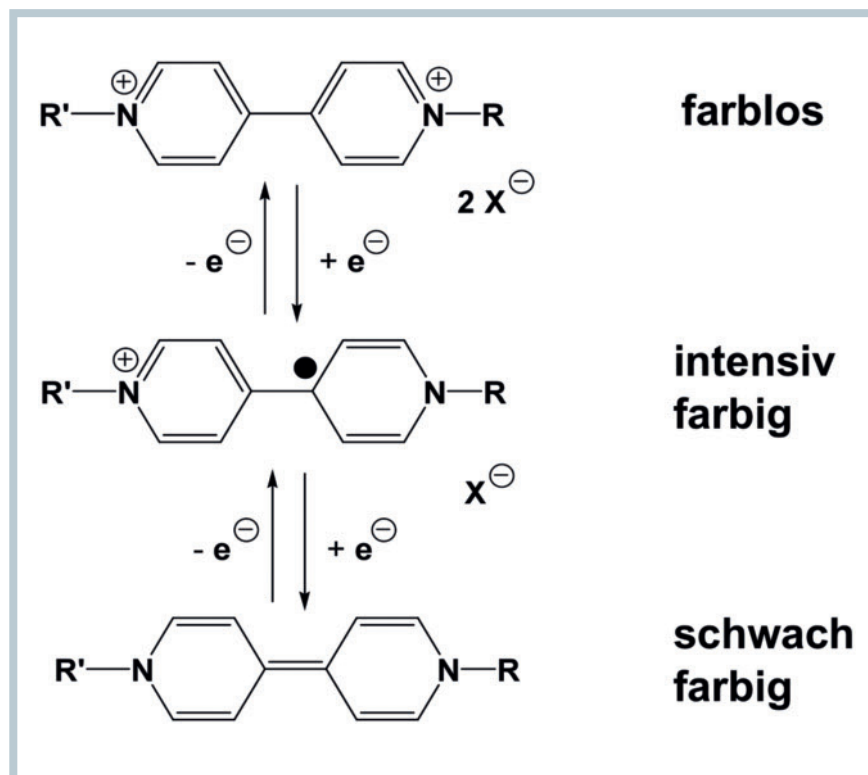
Das Ergebnis des PolyIC-Produktionsprozesses ist eine Rolle, die die einzelnen Smart Objects auf einem Basissubstrat aufgerollt enthält (Bild 1). Die Bauteile auf der Rolle können dann schließlich mit Standard-Konvertierungstechniken in Karten oder Verpackungen einlaminiert werden. Für die Integration in z. B. Eintrittskarten oder Gutscheine (Titelbild) bzw. Wertscheine ist die bereits erwähnte geringe Dicke und hohe Flexibilität der Smart Objects von großem Vorteil.

### Funktionsweise funktionsfähiger Displays

Im Folgenden wird für die Funktion eines funktionsfähigen Displays hauptsächlich von PolyLogo-RAD gesprochen. Das PolyLogo-RAD-System besteht aus einem dünnen flexiblen Display mit Empfängerschaltung und einem Aktivierungsgerät (Bild 2).

Aus technischer Sicht besteht ein funktionsfähiges PolyLogo-RAD-Etikett aus einer Antenne auf einem Kunststoffsubstrat, einer gedruckten organischen Treiberelektronik sowie einem elektrochromen Display (s. Bild 2). Im inaktiven Zustand ist die Information des Displays nicht sichtbar. Die zum Erscheinen der Information benötigte Energie wird von einem Aktivierungsgerät mittels Funkwellen auf einer typischen RFID-Frequenz von 13,56 MHz ausgesendet. Die abgestrahlten Funkwellen werden von einem Schwingkreis, bestehend aus Antenne und gedrucktem Kondensator aufgenommen und von einem ebenfalls gedruckten Gleichrichter [2] gleichgerichtet. Auf diese Weise kann das gedruckte Display mit der benötigten Energie versorgt werden. Wenn daraufhin das Anzeigeelement schaltet, wird eine vordefinierte Information z. B. in Form eines Symbols oder Logos sichtbar. Wird das PolyLogo-RAD aus dem Funkfeld genommen, so erlischt die dargestellte Information innerhalb einer kurzen Zeitspanne und kann mehrfach erneut aktiviert werden.

Es ist offensichtlich, dass die gedruckten Displays ein sehr wichtiger Bestandteil von PolyLogo-Bauteilen sind, da hierüber eine aktive Kommunikation mit dem Verbraucher erfolgt. Prinzipiell gibt es verschiedene Technologien, die hierbei eingesetzt werden können, wie etwa elektrophoretische oder elektrochrome Displays.



**Bild 3.** Die Redoxstufen der Bipyridyle (Viologene) ermöglichen elektrochrome Displays, die reversibel farblich unterschiedlich schalten



**Bild 4. Automatischen Einlass gewähren funktaktivierbare Eintrittskarten (Smart Ticket)**



**Bild 5. Funkaktivierbare Spielkarten geben sofort Antwort**

### Elektrochrome Systeme als Anzeigeelemente

Bei PolyLogo-RAD-Etiketten werden bevorzugt elektrochrome Displays eingesetzt, da sie sich beim Rolle-zu-Rolle-Produktionsprozess am besten integrieren lassen. Beim Einsatz dieser elektrochromen Displays macht man sich die Möglichkeit der Veränderung der optischen Eigenschaften eines Materials beim Anlegen eines elektrischen Felds oder durch Stromfluss zunutze. So lassen sich einige konjugierte Polymere [3] reversibel oxidieren und reduzieren. Hierbei werden je nach Polung bestimmte elektrisch geladene Zustände (Radikalkationen und Dikationen) erzeugt, die sich stark in ihrem Absorptionsverhalten unterscheiden. Ein in der Fachwelt bekanntes elektrochromes Polymer ist z. B. das System PEDOT/PSS, d. h. Poly(3,4-ethylenedioxythiophen)/Poly(styrolsulfonat), das durch Änderung seines Oxidationszustands zwischen schwach Hellblau und tiefem Dunkelblau geschaltet werden kann [4].

Ein anderes interessantes elektrochromes System basiert auf Bipyridyliumsalzen, den sogenannten Viologen (Bild 3). Diese können ebenfalls reversibel zwischen mehreren farblich stark unterschiedlichen Zuständen geschaltet werden. Die Firma Ntera Ltd., Philadelphia, PA/USA, nutzt diese Technologie bereits erfolgreich in ihren NanoChromic EC-Displays [5], die z. B. auch im PolyLogo-RAD als Anzeigeelement eingesetzt werden.

Ein elektrochromes Displayelement besteht in der einfachsten Form aus zwei Elektroden sowie einer Schicht aus einem elektrochromen Material und aus einer Elektrolytschicht auf einem Kunststoffsubstrat. Hierbei ist zu beachten, dass die



**Bild 6. Einen vorher unbekanntem Rabatt oder Gewinn zeigen funktaktivierbare Gewinnkarten an**

obere Elektrode im Allgemeinen transparent ist, sodass der Nutzer die Information des Displays durch diese Elektrode sehen kann.

Das Displayelement schaltet, wenn eine Spannung von typischerweise 0,5 bis 1 V angelegt wird. Wie oben beschrieben, wird dazu die benötigte Gleichspannung vom gedruckten Gleichrichter zur Verfügung gestellt, sobald das Smart Object in das Feld eines Aktivierungsgeräts gehalten wird, um die benötigte Energie aufzunehmen. Der eigentliche Schaltvorgang, also die Oxidation bzw. Reduktion des elektrochromen Materials mit Farbwechsel, dauert weniger als 1 s. Hierbei kann die Dauer des Farbzustands – je nach verwendetem Material und Aufbau des Displays – prinzipiell verändert werden. Die erforderliche Energie für einen

Schaltvorgang beträgt weniger als 1 mJ bei einer Displayfläche von 1 cm<sup>2</sup>.

Derartige elektrochrome Displayelemente können, wie bereits erwähnt, prinzipiell durch bekannte Rolle-zu-Rolle-Druckmethoden, z. B. Siebdruck, erzeugt werden. Die auf diese Weise hergestellten Displays sind flexibel und weisen eine Gesamtdicke von nur ca. 20 µm auf (s. Bild 1).

### Von Produktmarketing bis Echtheitsschutz

PolyIC's funktaktivierbare Displays ermöglichen eine neuartige interaktive Verbindung mit dem Nutzer. So erhält der Nutzer eine Karte oder Packung mit dem integrierten Display. Um die zunächst unsichtbare Information des integrierten Displays zu erhalten, hält der Nutzer die Karte oder Verpackung in die Nähe eines bestimmten Aktivierungsgeräts.

Die Einsatzbereiche liegen im Produktmarketing, im Eventmarketing (Bild 4), bei Spielen (Bild 5) oder beim Marken- und Echtheitsschutz. Im Produktmarketing können die PolyLogo-Karten beispielsweise weit abseits des späteren Aktivierungsorts verteilt werden, z. B. als Einla-

**i Kontakt**

**PolyIC GmbH & Co. KG**  
 D-90763 Fürth  
 TEL +49 911 20249-0  
 → [www.polyic.com](http://www.polyic.com)

ge in Zeitungen oder Magazinen. Der Nutzer wird somit motiviert, einen bestimmten Laden oder Messestand aufzusuchen, um das Display zu aktivieren und an die Information zu gelangen. Das Display kann dann beispielsweise einen vorher unbekanntem Rabatt oder einen Gewinn anzeigen (**Bild 6**). Bei geschickter Wahl der Einsatzszenarien können über den Überraschungseffekt des aktiven Displays die Elemente Spiel, Marketing und Markenschutz miteinander verbunden werden.

Aufgrund ihrer Dimensionen und Flexibilität können solche Smart Objects auch zu Karten im Scheckkartenformat weiterverarbeitet werden. Damit wird die Ausstattung von neuartigen Marketingaktionen mit dem Einsatzpotenzial der gedruckten Elektronik erst möglich. Hiermit hat der Kunde die Gelegenheit, die Möglichkeiten der gedruckten Elektronik zu erkunden und von deren Potenzial zu profitieren. Anwendungen liegen beispielsweise bei der Unterstützung von Messeauftritten, Werbeaktionen oder Kundenbindungsaktionen.

Erste Feldtests mit Rolle-zu-Rolle-produzierten PolyLogo-Karten werden der Einstieg in die Serienfertigung funktio-

vierbarer Displays sein. Hieraus lassen sich neue Produkthanforderungen aus dem praktischen Einsatz gewinnen und in die weitere Entwicklung integrieren. Die Funktionalität der gedruckten funktionalen Displays wird im Laufe der Entwicklung erweitert und den wachsenden Möglichkeiten der gedruckten Elektronik angepasst werden. Das ermöglicht, eine Fülle neuer Anwendungen und Märkte zu erschließen.

### Fazit

Interaktive optische Labels, die durch Funkwellen aktiviert werden können, sind ein Beispiel für neuartige gedruckte Elektronik mit hohem Innovationspotenzial. Derartige Smart Labels werden in Zukunft in thematisch breitgefächerten Bereichen wie Marketing, Markenschutz und Spiele mit hohem Kundennutzen eingesetzt werden. ■

### LITERATUR

- 1 Rost, H.: Gedruckte elektronische Schaltungen: Von der Rolle. *Kunststoffe* 97 (2007) 5, S. 97–101
- 2 Rost, H.; Mildner, W.: Auf dem Weg zur gedruckten Elektronik: Neueste Fortschritte. *Kunststoffe* 98 (2008) 6, S. 108–113
- 3 Wörle, J.; Rost, H.: Unsichtbare Helfer. *Kunststoffe* 100 (2010) 4, S. 82–85
- 4 Heuer, H.W. et al.: Electrochromic Window Based on Conducting Poly(3, 4-ethylenedioxythiophene)-Poly(styrene sulfonate). *Advanced Functional Materials* 12 (2) (2002), S. 89–94
- 5 Monk, P.M.S. et al.: *Electrochromism and Electrochromic Devices*. Cambridge University Press 2007

### DIE AUTOREN

KLAUS LUDWIG, geb. 1969, ist als Produktmanager für die Produktlinie PolyLogo bei der PolyIC GmbH & Co. KG, Fürth, tätig.

DR. HENNING ROST, geb. 1966, ist Senior Project Manager bei PolyIC; [henning.rost@polyic.com](mailto:henning.rost@polyic.com)

### SUMMARY

#### INTERACTION WITH THE USER

PRINTED SMART OBJECTS. Radio-activated displays on thin, flexible plastic films are an innovation in the field of printed electronics. Such devices can be produced inexpensively in large quantities using modern roll-to-roll processes. They enhance optically attractive, interactive applications, such as product marketing, trade mark protection and product authentication, as well as games.

---

*Read the complete article in our magazine*

***Kunststoffe international*** and on

**[www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)**