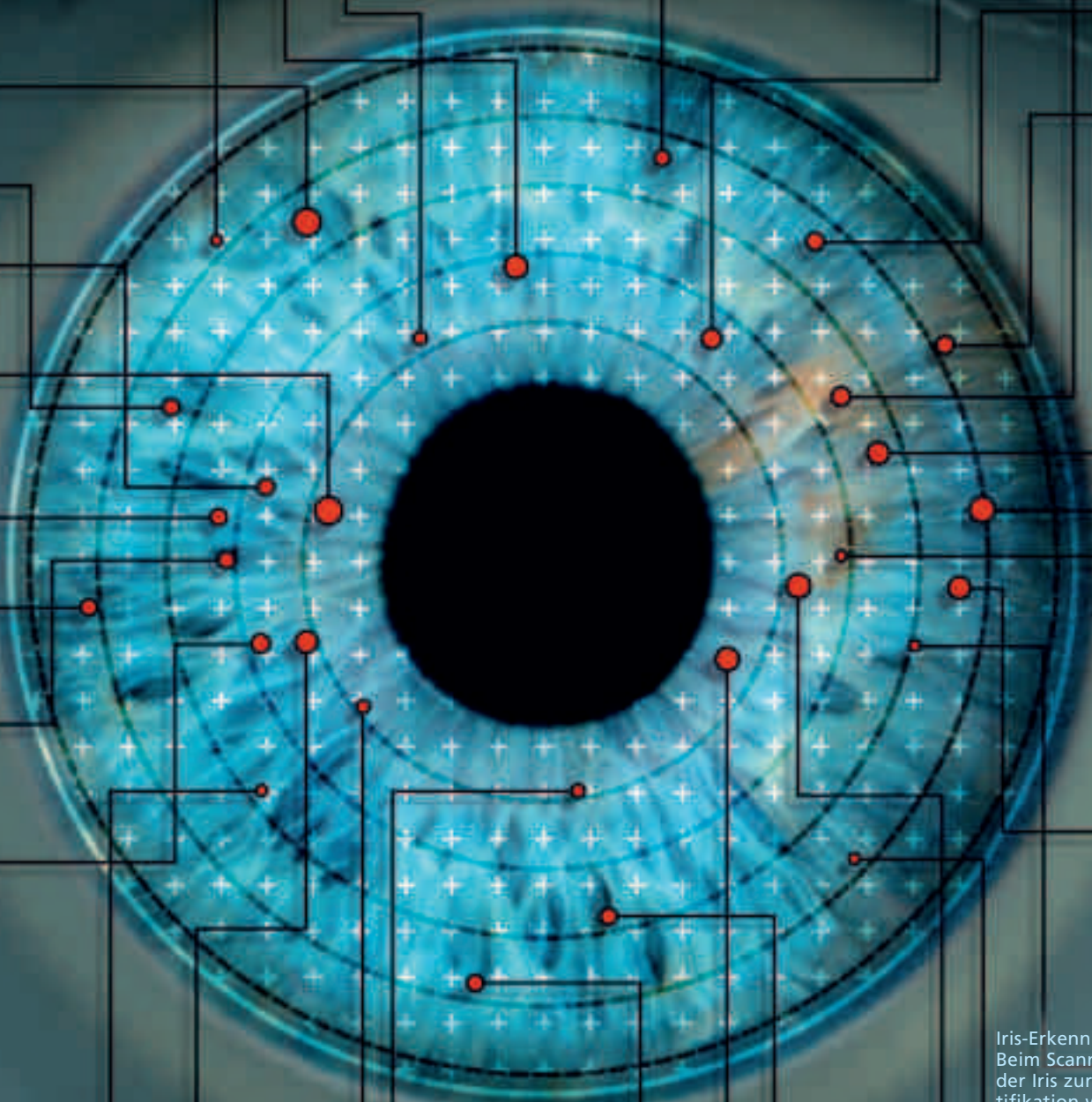


# Mit Sicherheit echt

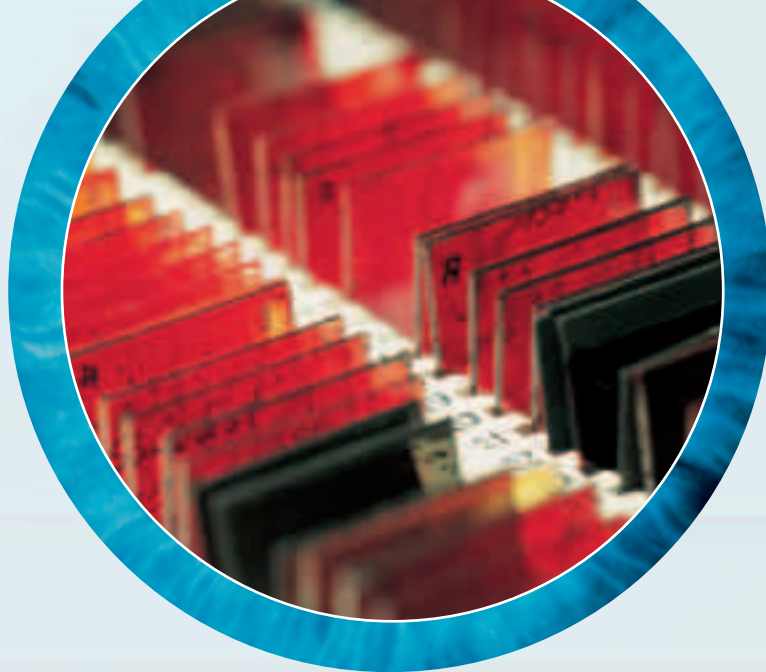
Bayer-Forscher haben einen Kunststoff zur Datenspeicherung entwickelt. Weil die Informationen mittels Laserlicht in die Molekülstruktur des Polymers geschrieben werden, sind sie auch besonders sicher aufgehoben.

16

Datenspeicherung



Iris-Erkennung:  
Beim Scannen  
der Iris zur Iden-  
tifikation wer-  
den einzelne  
Punkte im Auge  
anvisiert.



Sicherer Speicher:  
PAP-Karten für  
holografische  
Belichtungsex-  
perimente.

Wie können 700 Passagiere beim Einstieg ins Flugzeug in kurzer Zeit identifiziert werden? Haben alle 80.000 Besucher des Fußballspiels ein echtes Ticket in der Hand? Handelt es sich bei dem per Internet bestellten Akku wirklich um ein Originalteil vom Telefonhersteller? Alles eine Frage der Fälschungssicherheit. Immer muss das Echte von der Kopie unterschieden werden. Ob Mensch oder Ersatzteil: Nur das Original erhält eine Zugangsberechtigung. Sicherheitsexperten aus allen Bereichen beschäftigen sich heute mehr denn je damit, wie ein fälschungssicheres Kennzeichnungssystem arbeiten müsste.

Eckard Foltin, Leiter des Creative Centers bei Bayer MaterialScience, und seine Kollegen haben diesen Trend erkannt und nutzen die Entwicklungsergebnisse bei Bayer MaterialScience zur Erarbeitung von Machbarkeitsstudien: So genannte photoadressierbare Polymere (PAP) sind für sie der sichere Schlüssel für die Zukunft. Die durchsichtige, orangefarbene Plastikfolie gilt als leistungsfähiges Speichermedium und soll die Fälschungssicherheit von Karten für Großveranstaltungen wie Fußballspiele und Olympische Spiele genauso revolutionieren wie Möglichkeiten der automatisierten Personenkontrolle zum Beispiel am Flughafen. Üblicherweise sind Polymere lange Kettenmoleküle, bei denen immer die gleichen Bausteine aneinander hängen. PAP haben zusätzlich zwei verschiedene Sorten von Seitenketten. Bei der einen handelt es sich um einen

Azobenzol-Farbstoff, der Licht einer bestimmten Wellenlänge absorbiert. Als zweite Seitenkette verwenden die Bayer-Entwickler einen Stoff mit flüssigkristallinen Eigenschaften. Das heißt, dass diese Moleküle sich im beweglichen Zustand von alleine so ordnen wie Atome in einem Kristallgitter. Die länglichen Moleküle reihen sich bevorzugt parallel zueinander auf.

Werden nun die Farbstoffmoleküle von linear polarisiertem Licht getroffen – also von einer Lichtwelle, die nur in einer Richtung schwingt – dann drehen sie sich so, dass sie senkrecht zur Polarisationsrichtung des Lichts liegen. „In dem vorher ungeordneten Polymerknäuel entsteht an der belichteten Stelle Ordnung. Die flüssigkristallinen Seitenketten verstärken den Effekt und halten die Orientierung fest, wenn das Licht wieder verschwindet“, erklärt Dr. Rainer Hagen, Mitarbeiter in Foltins Team. Er war an der Entwicklung der PAP-Materialien beteiligt und identifiziert heute im Creative Center von Bayer Material Science die Marktbedeutung für die Produkte.

### Zehn Megabyte Daten auf einem Quadratzentimeter

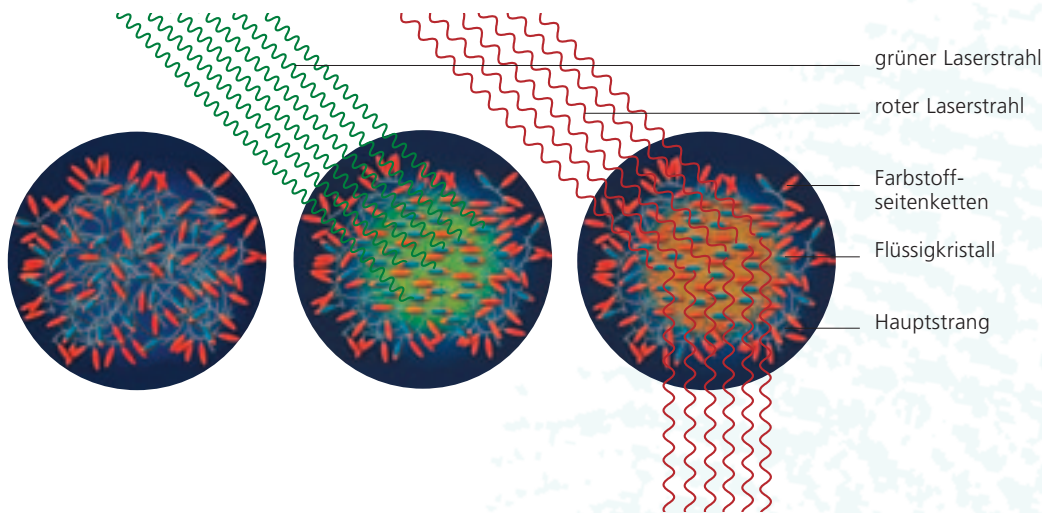
Zur Datenspeicherung eignen sich PAP, weil sich ihre optischen Eigenschaften durch die Belichtung ändern. „Das Material wird doppelbrechend“, erläutert Hagen. Ein Lichtstrahl, der auf eine belichtete Stelle trifft, wird in zwei Strahlen gespalten, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit durch

### Hologramme mit Profil

Bewegt man den silbernen Streifen auf der rechten Seite des Fünf-Euro-Scheins im Licht hin und her, leuchten die Zahl fünf und das Euro-Symbol nacheinander in allen Regenbogenfarben. Ähnliche Hologramme dienen auf Ausweisen, Bahnfahrkarten und bis vor kurzem auch auf EC-Karten als Kopierschutz: Beispielsweise verhindert der Silberstreifen auf den Banknoten, dass man das Geld mit einem Farbkopierer fälschen kann. Diese Art der Hologramme mit dem charakteristischen silbernen Hintergrund heißen Prägehologramme. Sie können unter relativ geringem Aufwand und mit hoher Stückzahl hergestellt werden. Als Vorlage dient entweder ein so genanntes Weißlichthologramm oder ein direkt am Computer berechnetes Masterhologramm. Der Clou ist, dass auch bei Beleuchtung mit normalem Licht ein Bild erscheint, allerdings nur unter bestimmten Blickwinkeln.



Qualitätscheck: Dr. Rainer Hagen prüft einen holografischen Datenspeicher.



### Ordnung im Chaos

Photoadressierbare Polymere (PAP) ähneln einer Lichterkette: Am langen Hauptstrang sind seitlich Anhänge befestigt. Lichtempfindliche Farbstoffe (rot) und die Flüssigkristall-Komponenten (blau) wechseln sich ab. Fällt grünes, polarisiertes Licht auf den Kunststoff, richten sich die kurzen Seitenketten senkrecht zur Polarisationsrichtung aus. Die langen Seitenketten folgen und halten die entstandene Ordnung fest: Die Information ist gespeichert. Zum Auslesen nutzt man rotes Laserlicht. Im PAP dreht es seine Polarisationsrichtung. Die Information ist nun im Laserstrahl kodiert.

das Material laufen. Sichtbar machen kann man die belichteten Flächen mit zwei um 90 Grad gegeneinander verdrehten Polarisationsfiltern, von denen einer vor und einer hinter der Folie angebracht wird. Während das Licht von den Filtern über den unbelichteten Flächen komplett abgeblockt wird, bleiben die belichteten Flächen durchsichtig. „Die Polarisationsrichtung wird an den belichteten Stellen durch die Doppelbrechung verändert. Ein Teil des Lichts kann daher auch den zweiten Polarisationsfilter passieren“, erläutert Hagen.

Schnell abgefertigt: Mit PAP-Karten könnten lange Schlangen an Flughafenschaltern bald der Vergangenheit angehören.

Um Bilder oder auch binäre Daten auf einer PAP-Folie festzuhalten, braucht man einen Laser. „Zum Schreiben benutzt man einen Laser der Wellenlänge, die von den Farbstoffmolekülen absorbiert wird“, sagt Hagen. Er und seine Forscher-Kollegen haben einen orangefarbenen Farbstoff gewählt, der vor allem grünes und blaues Licht absorbiert. Ein grüner Laser kann Datenpunkte mit einem Durchmesser von einem Mikrometer auf die PAP-Folie schreiben. „Das ist etwa CD-Niveau“, berichtet Gerhard Langstein. Er ist Leiter der Abteilung New Technologies und überprüft neue Materialentwicklungen auf die Umsetzbarkeit in Bayer-Produkte. Auf einem Quadrat-zentimeter der Folie können theoretisch etwa zehn Megabyte an Daten untergebracht werden. PAP können außerdem beliebig oft wieder neu beschrieben werden. Die Daten überstehen ohne Probleme eine Erwärmung bis auf 120 Grad Celsius, und bei Raumtemperatur bleibt die Information jahrelang erhalten. „Ins direkte Sonnenlicht darf man eine PAP-Karte allerdings nicht legen“, sagt Gerhard Langstein, „da wären die Informationen nach ein paar Tagen verschwunden.“

Das Lesen der Daten übernimmt ebenfalls ein Laser, allerdings mit einer anderen Wellenlänge, für die der Farbstoff unempfindlich ist – schließlich sollen die Informationen nicht wieder überschrieben werden. Die Doppelbrechung verwandelt das linear polarisierte Laserlicht in unpolarisiertes

Licht, ähnlich wie beim Versuch mit den beiden Polarisationsfiltern. Diese Veränderung kann von einer Fotodiode in elektronisch verwertbare Daten umgewandelt werden.

### Biometrische Daten in Sekundenschnelle überprüfen

Was die PAP als fälschungssichere Datenspeicher so attraktiv macht: Informationen können in Form von Hologrammen abgelegt werden. Auf der Folie befindet sich dann nur ein verworrenes, nicht mit dem bloßen Auge lesbares Interferenzmuster. Wer das ursprüngliche Bild wieder sichtbar machen möchte, muss die Bedingungen bei der Belichtung kennen.

Die künftigen Anforderungen zur sicheren Identifizierung durch biometrische Daten, also Beschreibungen unverwechselbarer Körpermerkmale wie Fingerabdruck oder Iris, könnten so mit einer PAP-Karte erfüllt werden. Die Bayer Innovation GmbH entwickelt gerade hochsichere Zugangskontrollsysteme auf Basis von ID-Karten mit PAP-Speicher. Die biometrischen Daten müssten nicht in einer riesigen und damit langsamen Datenbank gespeichert werden, sondern nur auf einer Karte.

Dabei können sensible Informationen auch noch zusätzlich durch eine Maske verschlüsselt werden, die bei der Belichtung vor das Objekt gehalten wird. Zum Lesen braucht man dann die gleiche Maske. Im Gegensatz zu Informationen auf Chips, die über die Soft-



Think Tank: (v. l.)  
Dr. Georg Wieß-  
meier, Dr. Con-  
stantin Schwecke,  
Eckard Foltin, Dr.  
Rainer Hagen und  
Dieter Boesveld.



ware verschlüsselt sind, lässt sich die Hardware-Verschlüsselung von Hologrammen prinzipiell nicht knacken. Ein Hologramm lässt sich auch schwer fälschen, da man dazu das belichtete Objekt – beispielsweise einen Fingerabdruck oder das Gesicht – und den genauen Aufbau der Belichtung nachstellen muss. Hagen sieht daher kein Problem darin, auf ein und derselben Karte zum Beispiel Informationen von mehreren Banken zu speichern. „Die eine Bank erfährt nicht einmal, dass der Kartenbesitzer auch Kunde bei einer anderen Bank ist.“

Weitere Ideen zum Einsatz ihrer Wunderfolie haben Foltin und Hagen genug: So könnten PAP-Folien wertvolle Dienste leisten beim Schutz vor Produktpiraterie. Versteckt angebrachte PAP-Etiketten können etwa die Echtheit von Motorenteilen bestätigen, die von Fernost per Container nach Europa verschifft werden.

Für Hagen ist jetzt der richtige Zeitpunkt zur Markteinführung, denn: „Die Kombination von großer Speicherkapazität und hoher Sicherheit ist ein nahezu unschlagbarer Vorteil.“

[www-user.tu-chemnitz.de/~kmai/work/physik/Scripte/Holographie.pdf](http://www-user.tu-chemnitz.de/~kmai/work/physik/Scripte/Holographie.pdf)  
Der Artikel der TU Chemnitz bietet weitere Informationen zur Holographie in Wissenschaft und Technik.

## Die Querdenker

„Wir entwickeln Visionen aus den Bedürfnissen der Zukunft“, so Eckard Foltin, Leiter des Creative Centers bei Bayer MaterialScience, über die Strategie seines fünfköpfigen Teams. In einem ganz normalen Großraumbüro untergebracht, weit entfernt von Laborgeräten und Kunststoffgranulat, findet ihre Arbeit vor allem im Kopf statt. Die Mitarbeiter versuchen, den Anforderungen des Markts nachzuspüren und Bedürfnisse aufzustoßern, für die es noch keine Patentlösung gibt. Gewöhnlich wagen sich die Querdenker mit ihren Projekten weit in die Zukunft: Werden Autos in den Innenstädten durch Förderbänder verdrängt? Wann sagt das Hemd der Waschmaschine, welches Programm es braucht? „So ein Zukunftsbild zu entwerfen ist eine relativ trockene Arbeit“, sagt Foltin. Ähnlich wie Zukunftsforscher stellt das Team für jede Technologie eine so genannte „Roadmap“ auf – eine Art Straßenkarte in die Zukunft. „Als Ergebnis erhalten wir Anforderungen für unsere Kunststoffe, etwa dass eine Stoßstange durchsichtig für infrarotes Licht sein muss, wenn automatische Einparkhilfen in Autos eingebaut werden“, berichtet Foltin. Diese Erkenntnisse geben sie an die Forscher von Bayer MaterialScience weiter. Bei den Brainstorming-Sitzungen im Creative Center fallen auch Ideen ab, die sich schon

jetzt umsetzen lassen. Zwei Produkte sind schon verwirklicht worden: ein in die Wand integrierter Lautsprecher und die erste auf Elektrolumineszenz-Basis beleuchtete Handtasche. Das Licht in der Tasche wird von einer dünnen, biegsamen Leuchtfolie erzeugt, die von einer gewöhnlichen Batterie versorgt wird. Die Folie ist aber auch anderweitig verwendbar: In Schwimmbädern, Autos oder Kühlschränken hat sie zum Beispiel ihre Vorteile gegenüber Glühbirnen oder Leuchtdioden.

Inzwischen rufen Designer und Entwickler bei Foltin an, um mehr über die Möglichkeiten der Technologie zu erfahren. „So bekommen wir ein Feedback zu Anforderungsprofilen und können sie entsprechend weiterentwickeln.“ Eine Technologie, die ohne den Blick auf den Markt erarbeitet wird, lässt sich oft nicht verkaufen, so Foltins Erfahrung. „Die Kunst liegt darin, den richtigen Zeitpunkt für die Einführung einer neuen Technik zu finden.“



Ideenträger:  
Eckard Foltin  
mit einem  
Formteil aus  
Polyurethan.