

1/2 Ticketfälscher setzen verstärkt auf den Diebstahl von Originalpapier. Ein Sicherheitsmerkmal, das erst im Ticketautomaten erstellt wird, soll dies zukünftig verhindern.

3 Eine Kamera erfasst die zufällige Verteilung von Marker-Pigmenten. Dieser »Fingerabdruck« wird als Code auf das Ticket gedruckt und bei der Verifikation erneut ausgelesen.

## FÄLSCHUNGSSICHERE TICKETS DURCH MARKER-PIGMENTE

Die Fälschung von Tickets für den öffentlichen Verkehr oder Veranstaltungen verursacht erheblichen wirtschaftlichen Schaden. Bei der Zugangskontrolle stellen gefälschte Eintrittskarten zudem ein Sicherheitsrisiko dar. Tickethersteller integrieren daher Sicherheitsmerkmale wie etwa Kopierschutzfarben, Hologramme oder Diffraktionsfolien in Ticket-Papiere, um sie vor Fälschungen zu schützen. Gelangt allerdings das Original-Ticketpapier in Besitz von Kriminellen, genügt ein einfacher Thermodrucker, um Tickets mit einem hohen Gegenwert zu fälschen. International agierende Fälscherbanden haben sich daher verstärkt auf den Diebstahl von Originalpapier verlegt.

Fälschungen auf Originalpapier unmöglich macht. Als Sicherheitsmerkmal werden in das Papier eingearbeitete Marker-Pigmente genutzt. Deren stochastische Verteilung ist nicht reproduzierbar und bildet damit einen »Fingerabdruck« des Tickets, der später zur Echtheitsprüfung genutzt wird. Die Verteilung der Pigmente auf einem definierten Bereich des Papiers wird unmittelbar vor dem Ausstellen des Tickets im Automaten mit einer Kamera erfasst und mithilfe eines Verschlüsselungsalgorithmus codiert. Diese codierte Information wird anschließend zusammen mit der ohnehin zu druckenden Ticketinformation in Form eines 2D-Codes direkt auf das Ticket gedruckt. Damit entsteht eine eindeutige Signatur im Moment der Ticketerstellung.

### Optisches Sicherheitsmerkmal – digital verschlüsselt

Fraunhofer IPM hat gemeinsam mit der österreichischen Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH und Industriepartnern ein Konzept entwickelt, das

Bei der Ticketkontrolle erfasst ein Detektionsgerät mit integrierter Kamera erneut die Verteilung der Marker im definierten Papierbereich. Stimmt diese mit der im Code gespeicherten Verteilung überein, ist das Ticket echt. Für die Verifikation ist

#### Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

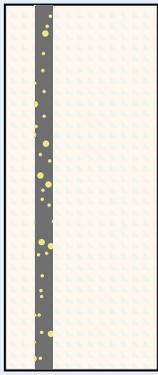
Georges-Köhler-Allee 301  
79110 Freiburg

#### Ansprechpartner

PD Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg  
Gruppenleiter  
Optische Oberflächenanalytik  
Telefon +49 761 8857-306  
albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

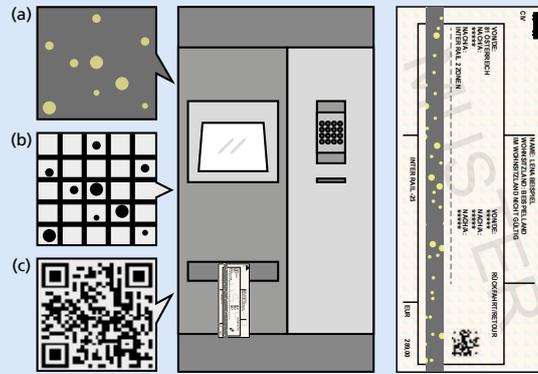
[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de)

## 1 PAPIERHERSTELLUNG



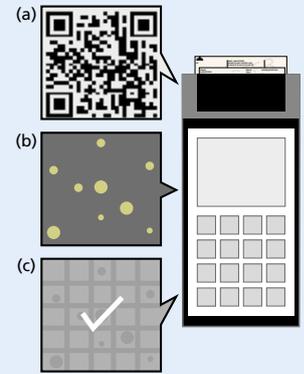
Einarbeitung unsichtbarer Pigmente in das Papier (stochastische Verteilung).

## 2 TICKETERSTELLUNG



Erstellung eines nicht reproduzierbaren Sicherheitsmerkmals durch Aufnahme der Pigmentverteilung (a), Ermittlung der Pigmentkoordinaten (b) und Aufdruck des Sicherheitsmerkmals als 2D-Code (c).

## 3 TICKETÜBERPRÜFUNG



Überprüfung des Sicherheitsmerkmals: Einlesen des 2D-Codes (a), Aufnahme der Pigmentverteilung (b) und Abgleich der Koordinaten (c).

keine Datenbankanbindung notwendig. Wird der 2D-Code auf gestohlenen Originalpapier kopiert, so stimmen Partikelverteilung von Papier und Code nicht überein.

Eine ebenfalls mögliche Speicherung der Daten in einer zentralen Datenbank ermöglicht darüber hinaus eine weitergehende Verwendung der Daten – beispielsweise im Rahmen forensischer Untersuchungen.

### Sensor misst Position und Abklingzeit der Pigmente

Zur Markierung des Originalpapiers werden Marker-Pigmente verwendet, die bei Anregung mit Infrarot-Licht fluoreszieren. Unmittelbar vor dem Druck eines Tickets werden die Pigmente mittels einer leistungsstarken LED-Ringleuchte bei 980 nm angeregt. Eine in den Fahrkartenautomaten integrierte hochauflösende Kamera erfasst die Position der Pigmente in einem definierten Flächenbereich von zirka  $4 \times 6$  mm mit einer optischen Auflösung von  $20 \mu\text{m}$ . Die anschließende Berechnung der Pigment-Koordination mittels eines speziellen Algorithmus erfolgt bei zirka 8000 Pigmenten in weniger als 250 ms. Zusätzlich zur Verteilung misst das Kamerasystem die Abklingzeit der Pigmente – ein weiteres Merkmal für einen hohen Fälschungsschutz

bei der späteren Authentifizierung. Das kompakte optische Sensorsystem verfügt über eine leistungsstarke Beleuchtungs- und Detektionsoptik und mechanische Schnittstellen für unterschiedliche Automaten-systeme.

### Robuste Identifikation

Für die Verifikation des Tickets wird ein handgehaltenes Gerät entwickelt, das technisch dem stationären Auswertemodul entspricht. Zunächst wird die Abklingzeit der Partikel überprüft, um die Echtheit der Pigmente zu prüfen. Die Pigmentverteilung wird wie bei der Ticket-Codierung mithilfe einer Kamera detektiert. Der Abgleich des aufgenommenen Musters mit dem im 2D-Code encodierten Referenzmuster erfolgt mithilfe eines speziell erweiterten Iterativ-Closest-Point-Algorithmus. Dabei wird die Partikelverteilung trotz Versatz, Verzerrung oder Abrieb der detektierten Fläche zuverlässig erkannt.

Trotz zunehmender Verbreitung digitaler Tickets werden Papier-Tickets auch auf mittlere Sicht eine wichtige Rolle im Ticketing spielen. Dies gilt für Transport- und Veranstaltungstickets, wo Fälschungen hohe Verluste verursachen, aber auch für sicherheitsrelevante Einmalausweise, etwa für die Zutrittskontrolle.

## 4 Fälschungsschutz in drei Schritten am Beispiel eines Bahntickets.

### Projektpartner

- Fraunhofer IPM
- Scheidt & Bachmann GmbH (DE/AT)
- Diagramm Halbach GmbH & Co KG
- KIT, Karlsruher Institut für Technologie
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Binder Consulting GmbH
- charismaTec OG
- e-commerce monitoring GmbH
- Holding Graz Linien Kommunale Dienstleistungen GmbH

### Assoziierter Partner

Bundespolizei Sachbereich 15 – Kriminalitätsbekämpfung

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF (DE) und KIRAS Sicherheitsforschung (AT).

