

Australiens Plastikbanknoten: eine wirksame Waffe gegen Geldfälschungen

Emma L. Prime und David H. Solomon*

Beugungsgitter · Plastikbanknoten · Polymere · Wissenschaftsgeschichte

Einleitung

Mit dem Aufkommen des elektronischen Geldverkehrs wurde immer öfter in Frage gestellt, ob wir überhaupt noch Geldscheine brauchen. Tatsache ist aber, dass unsere Gesellschaft nach wie vor auf Bargeld nicht verzichten kann. 1966 stellte Australien seine Währung vom britischen System (Pounds, Shilling, Pence) auf das Dezimalsystem um. Die von der australischen Notenbank (RBA) neu herausgegebenen Banknoten waren damals bezüglich ihrer Fälschungssicherheit auf dem neuesten Stand der Technik. Dennoch dauerte es weniger als ein Jahr, bis Fälscher versuchten, die ersten \$10-Blüten in Umlauf zu bringen. Man muss sich klar machen, dass ein Fälscher den Geldschein nicht exakt reproduzieren muss, denn im Grunde genügt es, wenn die Qualität der Fälschung für eine einzelne erfolgreiche Transaktion ausreicht. Für die Fälschungen von 1967 wurde ganz gewöhnliches Büropapier verwendet, aus dem die Fälscher mit einfachstem Equipment auf raffinierte Weise Falschgeld herstellten.

Der damalige Präsident der RBA, Dr. H. C. (Nugget) Coombs, war naturgemäß sehr besorgt darüber, dass die Sicherheitsmerkmale der Banknoten (die zu diesem Zeitpunkt die besten der Welt waren) so einfach und schnell nachgemacht werden konnten. Sein in der Folge ins Leben gerufenes Projekt zur Fälschungssicherung von Banknoten ist Gegenstand dieses Essays. Coombs war überzeugt, dass die staatliche Notenbank mithilfe wissenschaftlicher Methoden eine deutlich technische Überlegenheit gegenüber Fälschern gewinnen konnte. Um das Vorgehen zu koordinieren, berief Coombs eine Konferenz in Melbourne ein, deren Verlauf und Ausgang in diesem Essay beleuchtet wird. Vorher wollen wir aber einen kurzen Einblick in die Welt der Fälscher geben und die Herausforderungen aufzeigen, denen die Wissenschaft gegenüberstand.

Geschichtliches zu Banknoten

Es ist behauptet worden, dass der Ersatz unhandlicher, schwerer Münzen gegen leichtes Papiergele eine der größten menschlichen Erfindungen der letzten 1000 Jahre war. Die Chinesen waren die ersten, die im Jahr 1024 n. Chr. papiere Banknoten in Umlauf brachten. Sie verwendeten ein spezielles „Papier“, das aus der Rinde des Maulbeerbaums hergestellt wurde. Der Druck war aufwendig, und die Druckstempel bestanden aus sechs hölzernen Blöcken mit unterschiedlichem Motiv. Blaue Farbe wurde verwendet, um ein charakteristisches Merkmal zu erzeugen. Von der Bevölkerung wurden die Banknoten gut angenommen, und 100 Jahre später waren über 70 Millionen Scheine im Umlauf.

In der abendländischen Gesellschaft war der Gebrauch von Banknoten bis zum 16. Jahrhundert nicht weit verbreitet. Dies änderte sich erst, als die Goldschmiede, die ihre wertvollen Metalle Gold und Silber in Gewölben sicher verwahrten, nun auch andere Arten von Einlagen akzeptierten, für die sie dann Belegscheine ausstellten. Mit der Zeit setzte ein Handel mit diesen Scheinen ein, der letztendlich zur Einführung von Banknoten führte.

Falschmünzerei

Falschmünzerei, das „zweitälteste Gewerbe der Welt“, gab es schon Jahrhunderte vor der Einführung von Banknoten. Der Fälscherzunft war das Aufkommen von Geldscheinen hoch willkommen, denn es war weitaus profitabler als das Fälschen von Münzen oder Kunstgegenständen und hatte einen weitaus größeren „Markt“. Da die reine Herstellung von Banknoten in der Tat kaum etwas kostet, wirft eine erfolgreiche Fälschung praktisch den vollen Profit in der Höhe des Nennwerts ab.

Die erste „Verteidigungsline“ der RBA gegen Fälschungen ist die Öffentlichkeit. Bei jeder Transaktion wird vom Empfänger der Banknote erwartet, dass er den Geldschein sorgfältig untersucht und sich von seiner Echtheit überzeugt. Diese Sorgfalt durch den „Mann von der Straße“ ist ein Eckpfeiler in der Strategie der RBA und anderer Zentralbanken bei der Bekämpfung von Fälscherei. Wer einen gefälschten Schein annimmt, trägt den Verlust selbst.

[*] Dr. E. L. Prime, Prof. D. H. Solomon
Department of Chemical & Biomolecular Engineering
The University of Melbourne
Parkville, VIC, 3010 (Australien)
Fax: (+61) 3-8344-4153
E-Mail: davids@unimelb.edu.au

Strafmaß für Fälscherei

In allen Gesellschaften gilt Fälscherei als Schwerverbrechen, und in der Vergangenheit stand darauf die gleiche Strafe wie für Mord. Tatsächlich war auf manchen Banknoten der Hinweis gedruckt, dass Falschmünzerei mit Enthauptung geahndet wird. Die meisten westlichen Gesellschaften haben das Strafmaß inzwischen gemildert, während etwa in China noch immer die Todesstrafe vorgesehen ist.

Es gibt eine Reihe von Gründen, weshalb die Geldfälscherei als ein derart schweres Delikt gilt. Früher trugen Banknoten oft das Konterfei des Kaisers oder Staatsoberhaupts, und das Fälschen des Portraits fiel unter Hochverrat. Heutzutage misst man diesem Umstand weniger Bedeutung bei, auch wenn einige asiatischen Staaten dies noch immer als Kapitalverbrechen werten. Wichtiger ist, dass der Münzgewinn des Staates – das ist die Differenz zwischen dem Nennwert und den Herstellungskosten des Geldes – durch Fälschungen Verluste erleidet. Zum Beispiel kostet die Herstellung einer \$100-Note nur wenige Cent, sodass der Staat bei jeder Fälschung faktisch \$100 verliert.

Fälscherei wurde und wird auch als Waffe bei Kriegen oder internationalen Konflikten eingesetzt. Ein berüchtigtes Beispiel ist die Fälschung von Banknoten der Alliierten durch Nazi-Deutschland während des Zweiten Weltkriegs unter dem Decknamen „Operation Bernhard“. Ziel war es, die britischen und amerikanischen Ökonomien mit qualitativ hochwertigen Blüten zu überfluten und so den Geschäftsverkehr und damit auch die Kriegsanstrengungen beider Länder zu lähmeln. Die SS, unter deren Kontrolle die Operation stand, missbrauchte das Können von KZ-Insassen bei der Fertigung der Druckplatten und beschaffte auch die nötigen Druckmaschinen, um Fälschgeld exzellenter Qualität herzustellen. Die Scheine ließen sich nur durch „schikanöse Inspektion mit einem Vergrößerungsglas“ als Fälschung erkennen. Gegen Kriegsende produzierten die Deutschen 500 000 britische Banknoten im Monat. Glücklicherweise endete der Krieg bevor die „Operation Bernhard“ vollständig in Gang gesetzt war, bis dahin war es der SS aber mehrfach gelungen, von neutralen Staaten Kriegsgerät mit Fälschgeld zu kaufen oder britische Spione damit zu entlohnern. Das Ende vom Lied war, dass Großbritannien wegen der wenigen im Umlauf befindlichen „Operation Bernhard“-Banknoten nach dem Krieg eine neue Währung ausgeben musste.

Die „Operation Bernhard“ war allem Anschein nach Adolf Hitlers höchsteigene Idee, aber er war nicht der erste, der Geldfälscherei als Kriegswaffe einsetzte. Schon in den Jahren 1470–1476 versuchte Mailand den Venezianischen Staat durch Fälschungen zu untergraben, und Friedrich der Große brachte im Siebenjährigen Krieg gefälschte Scheine in Umlauf. Im Unabhängigkeitskrieg fälschten die Briten die amerikanische Kontinentalwährung in einem Ausmaß, dass die Wendung „not worth a Continental“ die Runde machte, und auch Napoleon fälschte österreichische und russische Banknoten, um damit Lebensmittel und Ausrüstung für seine europäischen Feldzüge zu bezahlen.

Staatliche Geldfälschungen greifen auf mächtige technische Ressourcen zurück und sind schwer zu bekämpfen. Mit den entsprechenden technischen Mitteln können qualitativ

hochwertige, kaum zu erkennende Fälschung der meisten, wenn nicht aller Banknoten hergestellt werden. Die meisten Fälschungen gehen aber glücklicherweise auf das Konto kleiner Fälscherbanden, deren technische Mittel begrenzt sind. Staatliche Fälscherei muss ohnehin auf politischer Ebene bekämpft werden.

Täuschen statt Nachmachen

Das perfekte Fälschgeld hat es noch nie gegeben! Ein Fälscher braucht die eigentliche Banknote auch gar nicht perfekt nachzumachen, denn im Grunde muss die Qualität nur für eine einzige Transaktion genügen. Der Fälscher braucht sich auch keine Gedanken über die Haltbarkeit seiner Banknoten zu machen, er muss lediglich einige Kompromisse eingehen, die sich aus seinen verfügbaren Ressourcen und Fertigkeiten ergeben.

Banknoten, ob nun die chinesischen des 11. Jahrhunderts oder die ersten australischen Plastikscheine von 1988, stellen zwei Herausforderungen an den Fälscher: das Substrat (das Papier) sowie der Druck und das Muster. Das echte Papier vorzutäuschen ist für Fälscher normalerweise schwierig oder unmöglich. Das von den Notenbanken verwendete Papier (Hadernpapier) ist über die Jahre immer wieder verändert und weiterentwickelt worden und besteht heutzutage aus Baumwollfasern. Es enthält etliche Sicherheitsmerkmale, die im Fertigungsprozess eingearbeitet werden, darunter Wasser- oder Stanzzeichen, Metallfäden oder -partikel und, in jüngerer Zeit, Plastikstreifen. Es werden zwar ständig kleine Verbesserungen am Herstellungsprozess vorgenommen, insgesamt ist es aber eine ausgereifte Wissenschaft, und wie wir sehen werden, sind durchaus Techniken verfügbar, um echtes Banknotenpapier vorzutäuschen.

Auch bei der Tinte und dem Druckprozess wurden über die Jahre wesentliche Fortschritte erzielt. Vielleicht am wichtigsten war die Entwicklung des Tiefdruckverfahrens, das eine teure und für Fälscher kaum erhältliche Geräteausstattung erfordert. Beim Tiefdruck wird Tinte in das eingravierte Muster eines großen Zylinders gestrichen, der mit starkem Druck auf das Papier gepresst wird (Tiefdruck deshalb, weil die druckenden Partien – die Gravuren – vertieft sind). Die Tinte wird auf das Papier übertragen und erzeugt ein leicht erhabenes Bild. Dies gibt den Geldscheinen ihre charakteristische Griffigkeit, auf die die Banken als ein wichtiges Sicherheitsmerkmal vertrauen – auch bei den australischen Geldscheinen des Jahres 1966 (der \$10-Schein ist in Abbildung 1 gezeigt). Mittlerweile ist das Anfertigen von Druckplatten relativ einfach geworden und nicht wie früher einigen wenigen qualifizierten Fachleuten vorbehalten.

Die australischen Blüten von 1967

Die \$10-Blüten, die 1967 in Australien in Umlauf gebracht wurden, waren sehr gut gemacht, und sogar Fälschgeldspezialisten hatten teils Schwierigkeiten, die falschen von echten Scheinen zu unterscheiden. Aufschlussreich ist, dass die RBA den Hinweis an die Bevölkerung herausgab, die Seriennummern der \$10-Scheine zu prüfen. Dies hatte den Hintergrund,



Abbildung 1. Australische \$10-Papiernote von 1966 mit Sicherheitsmerkmalen.

dass die Fälscher aus technischen Gründen nur eine begrenzte Zahl von Seriennummern produzieren konnten. Es ist sehr bemerkenswert, dass die RBA ihre Hauptsicherheitsmerkmale – das Wasserzeichen, den Metallfaden oder den Tiefdruck – als wenig geeignet für das Erkennen der Blüten erachtete.

Tatsächlich hatten die Fälscher damals Zweifel bezüglich der Oberflächenbeschaffenheit der Scheine, die sich durch den nicht vorhandenen Tiefdruck „anders“ anfühlten, und besprühten sie deshalb mit einem Wachsfilm. Als der Schwindel aufflog – einem Verkäufer war die merkwürdige Griffigkeit aufgefallen – waren bereits \$10-Blüten im Wert von über \$100 000 von den Behörden konfisziert worden, und allein im Staat Victoria wurden mehr als 1500 Fälschungen in Umlauf gebracht. Dies war nur die Spitze des Eisbergs und lässt erahnen, wie massiv der Betrug war.

Solche Lehren aus der Vergangenheit, wie etwa der Fälschungsfall von 1967, geben wertvolle Orientierungshilfen, wie bei der Entwicklung einer neuen Banknote vorgegangen werden sollte. Fälscherbanden operieren oft mit „Grossisten“, die die Blüten herstellen, und „Einzelhändlern“, die die Blüten kaufen und in Umlauf bringen. Das Aufbringen des Wachsfilms durch den „Einzelhändler“ im 67er Fall war eine Dummheit, die aber auch zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Fälschungen auffliegen, umso höher ist, je mehr Täter in die Betrugskette einbezogen sind. Dies zwingt den „Grossisten“, möglichst „naturgetreue“, komplexe Techniken einzusetzen, die ihm auf der anderen Seite eine hohe Qualifikation abverlangen. Für die Banken sind teure Arbeitsgänge kein Problem, da die Herstellung echter Geldscheine in Massenproduktion erfolgt.

Wie wir in diesem Essay zeigen, müssen potenzielle Fälscher auf verschiedenen Gebieten qualifiziert sein, z. B. in der Polymerchemie (Herstellung, Verarbeitung, Druck), in Replikationstechniken und in der Chemie und Physik der irisierenden Sicherheitselemente (OVDs, optically variable devices). Sie sind damit gezwungen, sich aus dem traditionellen Refugium von Hadernpapier und Druckerplatten herauszuwagen – und Tätern mit hoher technischer Qualifikation ist gewöhnlich leicht auf die Spur zu kommen.

Die Entwicklung neuer Plastikbanknoten

Angehen des Problems durch die RBA

Nach dem Fälschungsfall von 1967 berief der damalige Präsident der RBA, H. C. Coombs, eine Konferenz unter Beteiligung ranghoher australischer Wissenschaftler ein. Gemäß dem Einladungsschreiben sollten auf der Konferenz, die dann 1968 stattfand, „Aspekte des Druckens von Banknoten“ diskutiert werden. Teilnehmer der Konferenz waren in erster Linie Universitätsprofessoren und Wissenschaftler der Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). Das erklärte Ziel der Konferenz war, nach Möglichkeiten für die Entwicklung neuer Techniken zur Herstellung fälschungssicherer Banknoten zu suchen. In technischer Hinsicht gab die RBA keine konkreten Vorgaben aus, aber die zahlenmäßige Präsenz von Physikern deutete an, dass man wohl in erster Linie eine präzisere Drucktechnik im Sinn hatte.

Nach diesen ersten Treffen kontaktierte der Vorsitzende der CSIRO auch einen der Autoren dieses Essays, David Solomon, der als Lösungsansatz die Verwendung von „Plastikpapier“ vorschlug. Eine Expertenkommission wurde ins Leben gerufen, um diesen Vorschlag eingehender zu prüfen. In Erinnerung geblieben ist, dass ein Photographie-Experte in der Kommission fast jeden Vorschlag mit den Worten kommentierte: „Wenn man es sehen kann, kann man es auch photographieren“ – was heißen sollte, dass man jederzeit die Farben einer Banknote zerlegen und Druckplatten herstellen konnte. Dies klang natürlich wie eine Herausforderung, und es waren interessanterweise die zwei in der Kommission vertretenen Chemiker, Dr. Sefton Hamann und Dr. David Solomon, die sich der Aufgabe stellen sollten. Beide arbeiteten bei der CSIRO und fassten den Plan, nicht photographierbare Materialien zu untersuchen, was dann schlussendlich zur Verwendung von durchsichtigen Plastikfilmen als Substrat anstelle von Papier führte.

In ersten Treffen mit Vertretern der RBA zeigten sich diese zwar interessiert an der Entwicklung von irisierenden Sicherheitselementen, zögerten aber dennoch, vom Papiersubstrat abzurücken, weil sie der Meinung waren, dass ein hochwertiger Druck auf anderen Substraten nicht möglich sei. Wir stellen im Folgenden zunächst die Arbeiten an den OVDs vor und betrachten dann verschiedene Substrate.

Irisierende Sicherheitselemente

Irisierende Sicherheitselemente sind Materialien, die mit wechselndem äußeren Einfluss ihre Erscheinung ändern, z. B. beim Wechsel des Blickwinkels, der Lichtintensität, des Drucks oder der Temperatur (durch Berührung mit den Fingern). Es war klar, dass OVDs mittels einfacher Druckplatten nicht nachgeahmt werden können.

Goldfolie

Goldfolie ist das wohl einfachste Beispiel einer OVD. Sehr dünne Goldfilme erscheinen goldfarben in reflektiertem

Licht und grün im Durchlicht. Um dies nachzuahmen, müsste ein Fälscher Methoden für die Herstellung sehr dünner Goldfilme anwenden, die komplexe Hochvakuumapparaturen und Transferfolientechniken erfordern. Aus ökonomischer Sicht stellen solche dünnen Filme kein Problem dar, da die erforderliche Goldmenge winzig ist. Ein Muster einer solchen Banknote ist in Abbildung 2 gezeigt. Bei der Verwendung von Goldfolie muss es möglich sein, den Geldschein im Durchlicht betrachten zu können, was einen wichtigen Fingerzeig für die Verwendung von Plastik als Substrat gab.

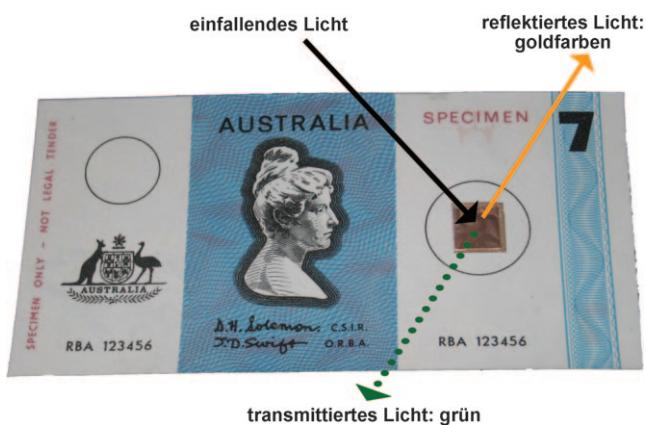


Abbildung 2. Ein Beispiel für die Verwendung von Goldfolie. Das einfallende Licht erscheint golden wenn es reflektiert wird und grün als Durchlicht.

Photochrome Verbindungen

Photochrome Verbindungen sind Verbindungen, die bei wechselndem Licht ihre Farbe ändern. Die Idee war, einen Teil der Banknote so zu gestalten, dass er die Farbe wechselt, wenn der Geldschein aus einer dunklen Umgebung, etwa einer Geldbörse oder Jackentasche, an das Tageslicht geholt wird. Bringt man den Geldschein wieder in die dunkle Umgebung, sollte er wieder seine ursprüngliche Farbe annehmen.

Aus Gründen der Langzeitbeständigkeit wäre es ideal, dass die Verbindung im Dunklen farbig ist (z.B. blau) und im Licht farblos, was sich jedoch als schwierig erwies. Eine Verbindungsklasse, die näher untersucht wurde, waren die Spiropyrone, die in Abwesenheit von Licht weiß sind, aber schon im diffusen Licht einer Leuchtstoffröhre blau werden (Abbildung 3). In Banknoten kamen Spiropyrone aber letztlich nicht zum Einsatz.

Beugungsgitter und Moiré-Interferenzmuster

Beugungsgitter erzeugen charakteristische Linienmuster, die verschiedene Lichteffekte zeigen. Sefton Hamann erarbeitete die theoretischen Grundlagen für den Entwurf unserer Beugungsgitter und Moiré-Muster, die intensiv untersucht wurden und hier genauer vorgestellt werden.

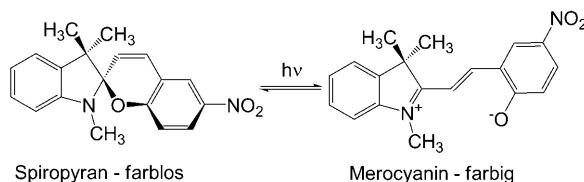


Abbildung 3. Ein Beispiel aus der Spiropyranchemie. Die Spiropyran-Form ist farblos, dem Licht ausgesetzt wandelt sie sich in die farbige Merocyanin-Form um.

Beugungsgitter

Beugungsgitter entstehen, indem man ein Linienmuster in ein Substrat einarbeitet. Die Linienmuster, die typischerweise aus 12000 Linien pro Zentimeter bestehen, werden normalerweise mit einem sehr dünnen Film oder einem reflektierenden Metall (z.B. Aluminium) überzogen. Bei Lichtbeugung an diesen Linien entstehen unterschiedliche Farben, die sich beim Hin- und Herbewegen des Gitters verändern.

Herstellung des Originalbeugungsgitters

Zu der Zeit, als dieses Projekt durchgeführt wurde (1967–1972), bestanden die kommerziell erhältlichen Beugungsgitter entweder aus geraden Linien oder Spiralen. Die Linienabstände waren konstant, und die Gitter wurden mit einem mechanischen Liniergerät oder einer Drehmaschine hergestellt (Abbildung 4). Von Beginn an war klar, dass neue Arten von Beugungsgittern entwickelt werden mussten, wobei der Designer alle Freiheiten bei der Gestaltung haben sollte. Hierzu brauchte man eine Technik zur Herstellung von Beugungsgittern in beliebiger Form und mit variablen Abständen zwischen den Linien. Für einen ersten Versuch wurde ein Schmetterlingsmuster gewählt. Zwei Methoden standen

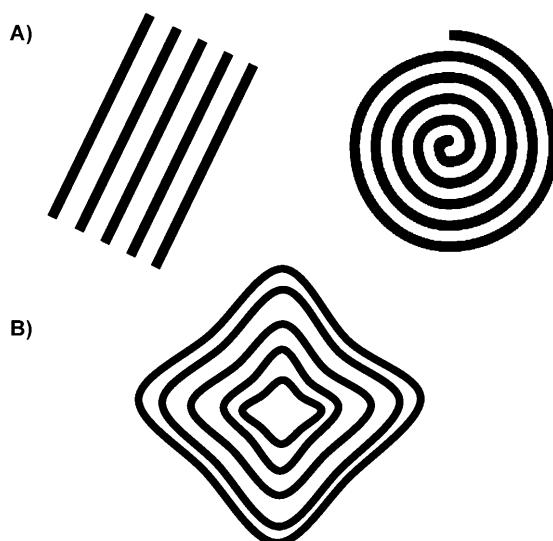


Abbildung 4. A) Einige der 1967–1972 kommerziell verfügbaren Beugungsgitter: Linienformen und -abstände sind einheitlich. B) Schmetterlingsmuster, das in einem Testlauf zur Herstellung neuer Beugungsgitter eingesetzt wurde: Linienform und -abstände variieren.

zur Herstellung des Musters zur Verfügung: photographische Verkleinerung und Elektronenstrahlolithographie (EBX).

Photographische Verkleinerung

Der Plan war, zunächst eine Zeichnung (65 cm × 65 cm) eines Schmetterlings anzufertigen und diese dann zu photographieren. Die begrenzte Auflösung und die Verkleinerung von 25:1 führten zu einem Beugungsgitter mit etwa 1200 Linien pro Zentimeter, das für die ersten Testbanknoten verwendet wurde. Der Beugungseffekt ist bei dieser geringen Liniendichte nicht überragend, aber zumindest gelang es damit, der RBA einen kompletten Prozess vom Entwurf bis zur Einarbeitung in den Geldschein vorzuführen. Außerdem ließ sich das allgemeine Prinzip auf das EBX-System übertragen, mit dem wir in der Folge experimentierten.

Elektronenstrahlolithographie

Die Elektronenstrahlolithographie schien prinzipiell gut geeignet zu sein, um Gitter mit der benötigten Liniendichte von 12000 Linien pro Zentimeter zu erzeugen, allerdings war die Technik damals wenig erprobt. Die technische Herausforderung bestand darin, dass der computergesteuerte Elektronenstrahl nur über eine Fläche von etwa 2 mm × 2 mm fokussiert werden konnte. Da das benötigte Gitter aber Abmessungen von 25 mm × 25 mm hatte, musste der Objekträger bewegt und die Vorlage in 144 kleine Felder eingeteilt werden. Die größte Schwierigkeit war, nach dem Bewegen des Objekträgers die Linien korrekt anzusetzen.

1971 erhielten Alan Wilson und David Solomon für zwei Wochen Zugang zu einer EBX-Apparatur (JEOL-5A) und stellten innerhalb dieser Zeit einen kleinen Ausschnitt des Schmetterlingsgitters her, womit sie die Tauglichkeit der Methode beweisen konnten. Dies war elf Jahre vor der Einführung von Hologrammen oder Beugungsgittern auf Kreditkarten, und unser Team war frustriert, diesen Markt nicht weiter sondieren zu können, denn unsere Arbeiten standen natürlich unter Geheimhaltung.

Replikation des Originalbeugungsgitters

Der Produktionsprozess erforderte eine Methode zur Herstellung von Repliken des kostbaren Originalbeugungsgitters. Eine Reihe von Techniken stand hierfür zur Verfügung:

1. Prägung des Originals in ein Plastikbauteil: Der Kunststoff wird nahe an seinen Erweichungspunkt erhitzt und das Muster des Beugungsgitters in den Kunststoff eingeprägt. Anschließend wird durch Galvanisierung eine Metallkopie erzeugt.
2. Direktes Kopieren des Originals durch Galvanisieren.
3. Herstellung von Repliken in Epoxidharzen.

Das Einprägen in einen Plastikfilm erwies sich als eine gut funktionierende Technik, und eine Vielzahl an Gittern wurde hergestellt, von denen in Abbildung 5 eine Auswahl gezeigt ist.

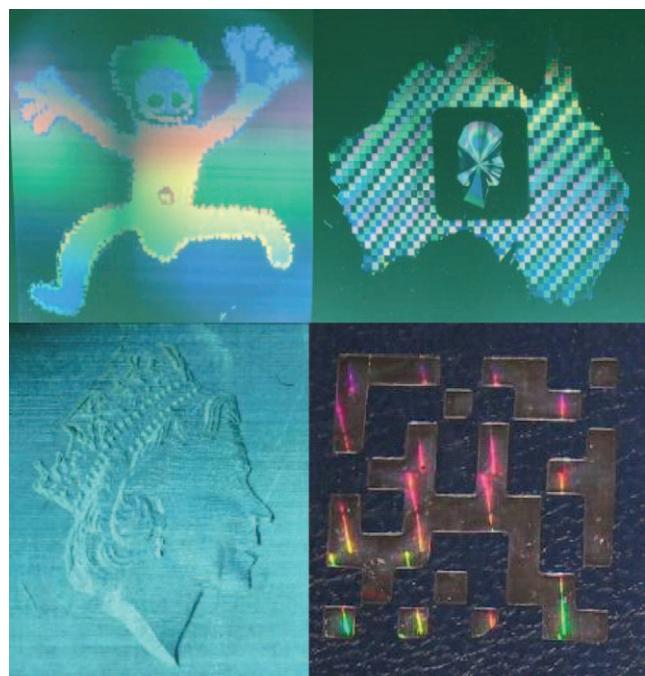


Abbildung 5. Verschiedene Arten von Beugungsgittern.

Moiré-Interferenzmuster

Sefton Hamann entdeckte, dass sich die Moiré-Interferenzmuster, die durch die modulierten Beugungsgitter erhalten wurden, gut vorhersagen ließen. Wir wollen drei seiner Entwürfe genauer betrachten: eine selbstauthentisierende Banknote, das CIT-Muster und das „wandernde Dollarzeichen“.

Selbstauthentisierende Moirés

Dies ist der einfachste Weg, ein Moiré-Muster in eine Banknote einzuarbeiten, ein so erzeugtes Muster lässt sich aber auch am einfachsten fälschen. Zwei Linienmuster werden an den gegenüberliegenden Enden und Seiten des Geldscheins eingearbeitet, und wenn der Geldschein gefaltet wird, erscheint das Interferenzmuster. Die Herausforderung für den Fälscher besteht im Drucken sehr feiner Linien.

CIT-Muster: reflektierende Moirés

Eine zweite Option war die Verwendung einer reflektierenden Folie und nur eines Linienmusters. Das Interferenzmuster entsteht durch Überlagerung der ursprünglichen mit den reflektierten Linien. Dieses Merkmal ist schon deutlich schwerer zu fälschen. Eine Variante dieses Konzepts ist das CIT-Muster (Abbildung 6), das mithilfe eines Diazotypie-Verfahrens und der Transferfolientechnik hergestellt wurde.

Das wandernde Dollarzeichen: Transmissions-Moiré

Durch Verwendung von zwei Linienmustern konnte ein Muster in Form eines in Durchsicht erscheinenden Dollar-

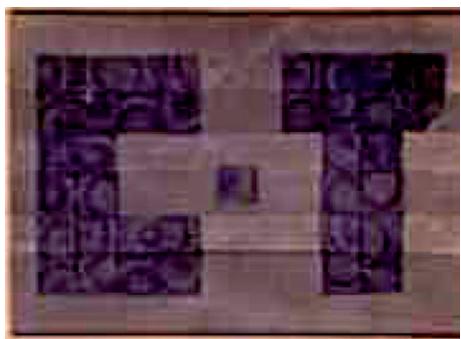


Abbildung 6. CIT-Moiré.

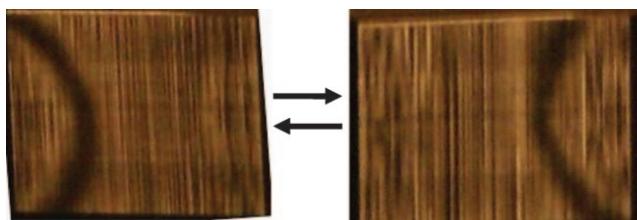


Abbildung 7. Transmissions-Moiré: das „wandernde Dollarzeichen“.

zeichens erzeugt werden (Abbildung 7). Dreht man den Geldschein, „wandert“ das Dollarzeichen von einer Seite auf die andere.

Die Transferfolien-Anlage

In einer Transferfolienanlage wird ein dünner Polymerfilm auf einem Träger aufgetragen und anschließend auf das gewünschte Objekt transferiert, entweder in einem Heißpräge- oder einem Transferschritt (Abbildung 8). Durch die Verwendung von Transferfolien kann der zeitintensive Auf-

bau von Mehrfachschichten des Beugungsgitters außerhalb der Hauptproduktionslinie durchgeführt werden. Anfangs wurden kommerziell erhältliche Folien getestet und die Originalgitter in die dünne metallisierte Schicht geprägt. Hierbei traten jedoch zwei große Probleme auf:

1. Um die Folie vom Träger abzulösen, brauchte man bei den kommerziellen Folien ein Trennmittel, also eine Substanz, die eine geringe Adhäsion zwischen Träger und Folien- schicht bewirkt. Hierbei ist es unvermeidlich, dass geringe Mengen des Trennmittels auf der Folie mitgeführt werden. Bei den meisten technischen Anwendungen stellt dies kein Problem dar, in unserem Fall war aber zu bedenken, dass eine äußere Beschichtung betroffen ist, die zur Kontrolle der Griffigkeit und zum Schutz des Beugungsgitters dient.
2. Beim Prägen der Aluminiumschicht traten technische Probleme durch Rissbildungen auf, die unter anderem zu schlechten Beugungseffizienzen führten.

Die Verwendung von Trennmitteln ließ sich durch eine sorgfältige Auswahl der Polymere vor allem im Hinblick auf deren Glasübergangstemperatur vermeiden. Das zweite Problem wurde dadurch umgangen, dass der Prägeschritt vor dem Aufbringen des Aluminiums erfolgte.

Zunächst wird das BOPP-Laminat (biaxial orientiertes Polypropylen) mit Polyvinylidenchlorid (PVDC) überzogen, wodurch eine hochreaktive Oberfläche erhalten wird, die eine bessere Adhäsion der Druckfarbe und des Beugungsgitters ermöglicht. Dieses Vorgehen war notwendig, weil es in ersten Versuchen nicht gelang, die Oberfläche durch eine Koronaentladung zu oxidieren und gleich im Anschluss zu bedrucken; außerdem verliert eine koronaentladene Oberfläche ihre Oberflächeneigenschaften durch Alterung. Allerdings spaltet PVDC unter Sonnenlicht Salzsäure ab, die die Banknote angreift, vor allem die Aluminiumschicht des Beugungsgitters. Das Problem ließ sich durch Verwendung von DMAEMA-Copolymeren (DMAEMA = Dimethylaminoethylmethacrylat) in den Griff bekommen.

Im Heißpräge- oder Transferschritt vermochte man auch komplexere Muster zu transferieren, wodurch sich eine weitere Option bot, Versuche zur Nachahmung des Musters zu erschweren. Die CSIRO sollte diese Folientransfertechnik letztlich für alle ihre OVDs benutzen. Bei der 1988 herausgegebenen \$10-Note ist die Folien- schicht kaum zu ertasten, wenn man mit dem Finger über das Gitter fährt; sie ist nur wenige Mikrometer dick.

Zusätzliche Sicherheitsmerkmale in der Beugungsgitterfolie

Ein weiterer Aspekt war die Zusammensetzung des Polymers, das für den Aufbau des Beugungsgitters eingesetzt wurde. Um dies zu verstehen, muss man sich in die Lage eines Fälschers versetzen: Eine Methode zur Fälschung des Gitters könnte sein, die äußeren Schichten selektiv abzulösen und so das Gitter freizulegen. Eine naheliegende Möglichkeit wäre die Verwendung eines Lösungsmittels, das die äußeren, nicht aber die inneren Schichten ablöst. Aus diesem Grund verwendete man Polymere, die schwach vernetzt werden können, wodurch die Polymerschicht unlöslich wird. Ein hydroxyterminiertes Polymer wurde mit Harnstoff-Formaldehyd

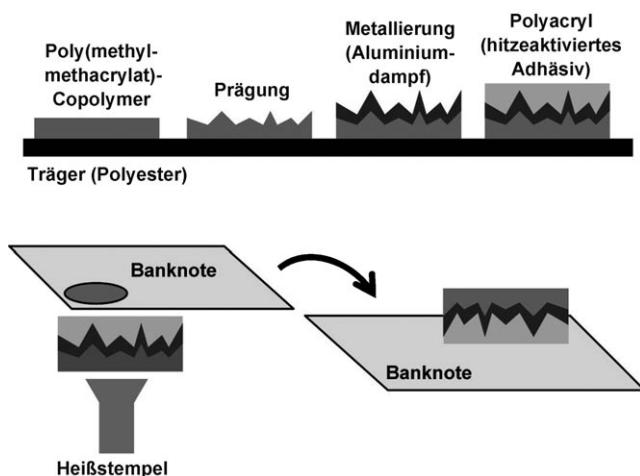


Abbildung 8. Überblick über das Transferfolienverfahren zur Herstellung eines Beugungsgitters, das anschließend im Heißpräge-Schritt auf die Banknote übertragen wird.

vernetzt. Ein Nebeneffekt ist, dass das Gitter anschwillt und verzerrt wird, wenn es mit einem Lösungsmittel behandelt wird.

Das Substrat

Die RBA war nie sonderlich begeistert von der Idee, vom traditionellen Papier als Substrat für Banknoten abzurücken. Ein wichtiger Einwand war, dass das neue Substrat neben den herkömmlichen Banknoten in Umlauf gebracht werden musste, denn schließlich können nicht über Nacht alle Geldscheine ausgetauscht werden. Große Bedenken gab es vor allem wegen der Bankautomaten.

Erste Versuche mit synthetischen Papieren erfolgten mit natürlichen (Holz, Leder) oder synthetischen Fasern (Polyvinylalkohol). Aus jeder dieser Fasern konnte zwar ein charakteristisches Substrat erzeugt werden, für den Laien waren diese aber nicht unterscheidbar. Papier aus Polyethylenfasern war früher bereits verwendet worden, um die Haltbarkeit der Scheine zu verbessern. Zunächst wurden verschiedene Arten von Laminaten getestet:

1. Ein Laminat mit einer inneren Papierlage, die mit dem Muster bedruckt wurde. Die äußeren Schichten waren aus verschiedenen Polymeren zusammengesetzt, z.B. Polyethylen oder Polyvinylchlorid.
2. Ein Laminat, das auf der Innenseite bedruckt war, wodurch der Druck geschützt und sicher ist.
3. Ein Laminat, das ebenfalls auf der Innenseite bedruckt war, bei dem aber die Sicherheitsmerkmale in die Schicht eingearbeitet waren.

Man fand schnell heraus, dass weiche Plastikfilme nicht zu gebrauchen waren, weil sie zusammenklebten. Bei allen in der Folge getesteten Verfahren wurde die Oberfläche durch Prägetechniken bearbeitet, d.h. durch Prägen des Musters in den heißen Kunststoff. In einem Fall wurde eine Prägeplatte zur Replikation der Oberfläche einer existierenden Banknote angefertigt. Später bevorzugte man einen Polyurethanlack als äußere Schicht. Um ein vielseitiges und haltbares Substrat zu finden, wurden auch durch verschiedene Kunststoffe und synthetische Gewebe verstärkte Lamine untersucht.

CSIRO-intern wurden die Banknoten mit der Jahreszahl versehen, für die man die Markteinführung der Banknote erwartet hatte:

- 1975 – Strand 75: Ein gewebtes Polyesterlaminat ohne OVDs, aber mit einem freien Feld, das durch Stanzen von Löchern erhalten wird. Grundlage war ein Laminat bestehend aus Terylen und hochdichtem Polyethylen.
- 1976 – Strand 76: Bei dieser Banknote wurde das Substrat aus dem Strand 75 verwendet, jedoch wurden keine Stanzlöcher erzeugt, sondern OVDs mittels Transferfolientechnik eingearbeitet (Goldfolie, photochrome Tinten).
- 1977 – Strand 77: Entsprach dem Strand 75 mit Stanzlöchern, die Moiré-Muster usw. erzeugten.
- 1978 – Strand 78: Verwendung einer neuen Generation von Kunststofflaminaten ohne verstärkendes Innengewebe.

Mit der Zeit kristallisierte sich heraus, dass man ein durchsichtiges Plastiklaminat mit einem freien Feld und einem Beugungsgitter haben wollte.

Strand 75

Aus den getesteten Geweben wählten wir letztlich ein sehr fein gewebtes Terylen. Die Terylenschicht wurde zwischen zwei Polyethylenschichten platziert, die ein weißes Pigment enthielten, um das Material lichtundurchlässig zu machen (Abbildung 9).

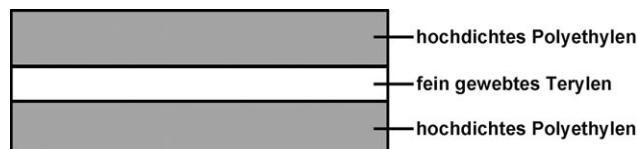


Abbildung 9. Schichtabfolge von Strand 75.

Strand 75 war eine extrem haltbare, praktisch reißfeste Banknote, und sie wurde von der RBA für erste Tests, einschließlich Blindversuchen mit Bankkassierern, verwendet.

\$7-Scheine

Teilweise als Scherz gedacht, aber auch aus Sicherheitsgründen für den Fall, dass Testgeldscheine verloren gingen, wurden Testnoten mit Nennwerten gedruckt, die im australischen Währungssystem nicht vorkommen: \$7- und \$3-Noten. Auf dem \$7-Schein waren zwei Kreise ausgespart, die für die OVDs vorgesehen waren. Die ursprüngliche Idee war, diese Bereiche zu stanzen und die vorbereiteten OVDs in die Löcher einzuarbeiten. Ein Plastikfilm auf beiden Seiten des Geldscheins sollte das OVD fixieren und schützen (Abbildung 10).

Während die Methode im Labor gut durchführbar war, traten in einer Pilotproduktion große Probleme zu Tage. Zum einen war es schwierig, das verstärkende Gewebe sauber zu schneiden, zum anderen erwies sich das Einfügen der OVDs als ein zeitraubender Prozess. Überlegungen, wie diese Probleme zu lösen wären, führten zu zwei letztlich entscheiden-



Abbildung 10. Versuchsbanknote mit dem Nennwert \$7, gedruckt auf Strand 75 und mit zwei ausgeschnittenen Löchern für den Einbau von OVDs.

den Weiterentwicklungen, die für den Erfolg des ganzen Projekts von zentraler Bedeutung waren:

1. Die Entwicklung von Transferfolien (oben beschrieben), die das Aufbringen von OVDs auf Strand 75 ohne Stanzlöcher erlaubten.
2. Die Entwicklung von Strand 78, einem durchsichtigen Plastikfilm ohne verstärkendes Gewebe. Dies war letztlich das Substrat, das für die 1988 und danach herausgegebenen Geldscheine verwendet wurde.

Strand 78

Der Schritt hin zu einem durchsichtigen Plastikfilm war eine große technische Herausforderung und erforderte ein drastisches Umdenken. Es bot sich aber die Möglichkeit einer weitaus effizienteren Produktion und zusätzlicher Sicherheit der Geldscheine. Eine Banknote mit Durchsichtfenster in einem Plastikfilm zwingt den Fälscher, ebenfalls einen Plastikfilm zu verwenden, wodurch man ein zwar einfaches, dafür aber höchst effektives Sicherheitsmerkmal hat.

Die Wahl des Kunststoffs

Es ist eine beträchtliche technische Herausforderung, die mechanischen Eigenschaften eines aus Fasern aufgebauten Substrats (des Papiers) mit denen eines molekularen Films (des Kunststoffs) abzulegen. Banknotenpapier muss eine Reihe von Eigenschaften aufweisen, wie Verschleißfestigkeit, Reißfestigkeit und Biegsamkeit, und es waren keine Plastikfilme verfügbar, die diesen Anforderungen genügen konnten. Tatsächlich stellte sich bald heraus, dass wir ein Laminat von etwa derselben Dicke wie herkömmliche Banknoten (80 µm) benötigen würden.

Lamine aus all den gängigen Kunststoffen, d.h. Polyethylen (alle Dichten und Kombinationen), Polyvinylchlorid und BOPP, wurden durch Heißkleben oder mithilfe von Adhäsiven hergestellt. BOPP war von großem Interesse, weil es in seinen mechanischen Eigenschaften dem Hadernpapier recht nahe kam (es bekam den Codenamen Strand 78). Ein Unterschied war, dass es nach dem Falten wieder in seine ursprüngliche Form zurücksprang. Letztlich kam man bei der RBA aber zu der Überzeugung, dass diese Eigenschaft die Verwendung von Strand 78 nicht ausschloss (Abbildung 11).

Eine Vielfalt an BOPP-Filmen stand zur Verfügung (gewöhnlich in Form coextrudierter Lamine), die, sowie auch einige Modifikationen, alle getestet wurden. Die Wahl fiel schließlich auf einen LLDPE/PP/LLDPE-Film (LLDPE =

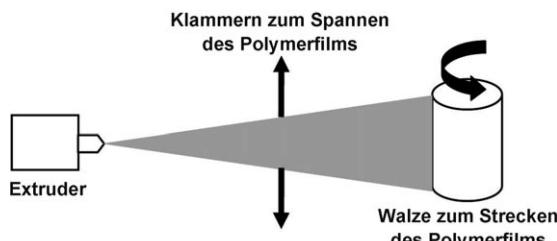


Abbildung 11. Herstellung eines Films aus biaxial orientiertem Polypropylen (BOPP) mithilfe eines Spannwicklers. Auch im Blasenverfahren hergestelltes BOPP wurde eingesetzt.



Abbildung 12. Schichtabfolge von Strand 78.

lineares Polyethylen niederer Dichte). Zwei oder drei dieser Filme wurden heißlaminiert, um die erforderliche Dicke von 80–90 µm zu erhalten (Abbildung 12).

Griffigkeit

„Griffigkeit“ ist ein komplexes Zusammenspiel vieler Faktoren, und es gab unter konservativen Bankern großen Widerstand gegen die Verwendung von Plastik. Plastik galt als „billig“ und erschien ungeeignet für ein Qualitätsprodukt wie Banknoten. Seitens der CSIRO verstand man dieses Argument jedoch als Vorurteil, das es auszuräumen galt. Tatsächlich ist das, was wir auf der äußeren Oberfläche eines Geldscheins ertasten, nicht das eigentliche Substrat, sondern die Tintenschicht. Außerdem wurde aus technischen Gründen (Schutz der Beugungsgitter usw.) die gesamte Banknote mit einem klaren Polymerlack (einem Polyurethan) überzogen. Je nachdem, ob sich die Oberfläche mehr oder weniger „speckig“ (hydrophob) anfühlen sollte, konnte die chemische Struktur des Polyurethans verändert werden. Es musste ein Kompromiss gefunden werden zwischen einem gut anzufühlenden (weniger hydrophoben) Überzug, der jedoch schmutzanfälliger ist, und einem „speckigeren“ Überzug, der sich weniger gut anfühlt, dafür aber schmutzabweisender ist.

Um eine bessere Griffigkeit zu bekommen, wurden feine Silikatpartikel in den Polyurethanlack eingearbeitet. Es gab also vielerlei Möglichkeiten, die Oberflächenbeschaffenheit und die Griffigkeit gezielt zu verändern. Blindversuche wurden ausgeführt, die die RBA letztlich davon überzeugten, dass wir eine akzeptable Griffigkeit der Banknoten erzielen konnten.

Herausforderungen bei der Produktion

Ein Aspekt, der von Anfang an großen Anklang seitens der RBA gefunden hatte, war die Möglichkeit einer automatisierten Produktion. Zu jener Zeit (70er Jahre) wurden in der Geldscheinproduktion meist Tinten verwendet, die bis zu zwei Wochen trocknen mussten; dies war ein material- und arbeitsaufwendiger Prozess. Verschiedene Produktionsvarianten wurden durchgespielt, von denen sich die nachfolgend beschriebene durchsetzte, da sie die Einarbeitung der OVDs und des Plastiklaminats in einem Arbeitsgang ermöglichte (Abbildung 13).

Aufbau der Pilotanlage

Der Aufbau der Pilotanlage wurde als „geheim“ eingestuft, und es gab starke Restriktionen, was an die Öffent-

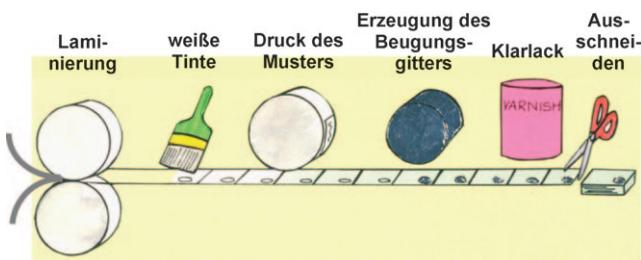


Abbildung 13. Prinzip des letztendlich eingesetzten Produktionsverfahrens für Plastikgeldscheine.

lichkeit gelangen durfte. Hatte man Fragen an Kollegen aus Industrie und Hochschule, z.B. wenn man wissen wollte, welche Materialien für eine Heißdruckwalze geeignet waren, musste man sich unverbindlich geben. Praktisch das gesamte Equipment (Laminator, Transferfolienband, Druckmaschinen) wurde in Eigenbau in den CSIRO-Laboreinheiten gefertigt.

Die Erprobung der neuen Banknoten

Die Erprobung neuer Banknoten bringt Probleme mit sich, auf die man anderswo kaum stoßen wird. Feldversuche sind nicht möglich, und es ist eine ziemliche Herausforderung, aus Labortests aussagekräftige Informationen zu ziehen.

In herkömmlichen Tests waren die neuen Plastikscheine dem Papiergegeld deutlich überlegen. Beim Scheuertest z.B. berührt die Scheibe nur die Lackschicht auf der Polymerbanknote, während sie beim Papiergegeld direkt auf die Tinte drückt.

In den Tests mussten die bizarrsten Situationen durchgespielt werden, z.B. wie alle möglichen Nahrungsmittel, Flüssigkeiten, Waschmittel und Kosmetika auf die Geldscheine einwirken. Flugreisen wurden ebenso simuliert wie Tiefseetauchen, und einige Mitarbeiter trugen die Banknoten in ihren Geldbörsen mit sich. Ständig kamen neue „was wäre wenn“-Fragen auf: „Was, wenn man dies oder jenes mit dem Schein macht?“ Ein Test, den die Bundespolizei verlangte, war, ob man von den neuen Geldscheinen Fingerabdrücke sammeln konnte. Im Scrunch-Test, der z.B. aus der Lederindustrie bekannt ist, wurde die Banknote gespannt und wieder losgelassen (Abbildung 14).

Der Drehtrommeltest

Von besonderer Bedeutung war der Drehtrommeltest, der eigens von der CSIRO entwickelt wurde. Dieser Test liefert wichtige Daten über die zu erwartende Lebensdauer der Banknoten, die für die Wirtschaftlichkeit der Scheine wichtig ist. Hierbei werden Gewichte an den Ecken einer Banknote angebracht, und die Banknote wird zusammen mit bestimmten Mengen an synthetischem Schmutz, Schleifmitteln oder sogar künstlichem Schweiß in einem Kanister geschüttelt (Abbildung 15). Zur Kalibrierung des Test wurden neuwertige Papiergegeldscheine verwendet. Die guten Ergebnisse dieses Tests waren mitentscheidend dafür, dass letztlich die Entscheidung für die Herausgabe der Plastikbanknoten fiel.

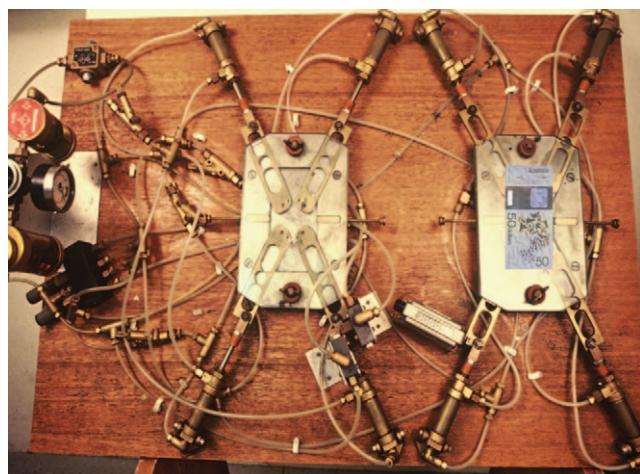


Abbildung 14. Scrunch-Test.

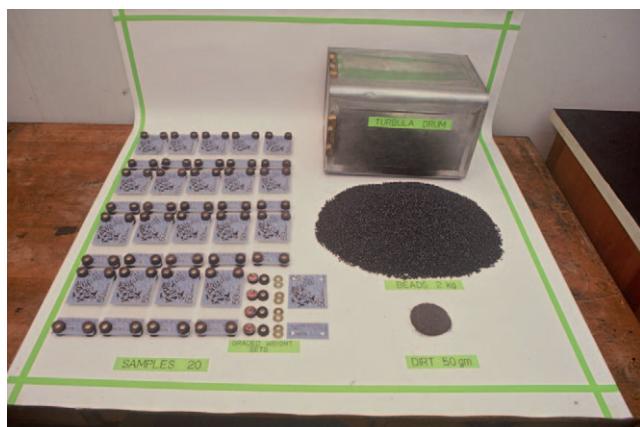


Abbildung 15. Drehtrommeltest mit Musterbanknoten, Schleifmittel und synthetischem Schmutz.

Reißverhalten: Prägedruck oder Aufdruck

Im Verlauf dieser intensiven Tests fanden wir rätselhafte Ergebnisse zum Reißverhalten von Strand 78. BOPP-Laminat ist extrem schwer einzubrechen, aber einmal angefangen, setzt sich ein Riss schnell fort. Wir brachten dieses Verhalten mit dem Prägeschritt in Verbindung und verwendeten in der Folge nur noch den Polyurethanlack, der auch noch zusätzliche Vorteile als Schutzüberzug bot.

Wirtschaftlichkeit

Neben den rein technischen Aspekten der Geldscheinproduktion musste auch die Frage der Wirtschaftlichkeit geklärt werden. Anders ausgedrückt: Wieviel wollte uns Sicherheit Wert sein? Hier war vor allem zu beachten, dass die Haltbarkeit eines Geldscheins von der Haltbarkeit des empfindlichsten Sicherheitselementen abhängen würde. Die Frage, welchen Preis die RBA für ein sichereres Zahlungsmittel zu zahlen bereit wäre, wurde nie beantwortet. Tatsächlich stellte sich die Frage für die zur Zweihundertjahrfeier herausgege-

bene Banknote auch gar nicht, da diese haltbarer war als Papierscheine – und zwar in dem Maße, dass die erhöhten Herstellungskosten leicht ausgeglichen wurden.

Eine Wirtschaftlichkeitsstudie ergab, dass die Testscheine in der Herstellung 30 % teurer waren als Papierscheine, dafür aber mindestens drei- bis viermal so lange haltbar sein sollten. Alles in allem war unser Produkt also wettbewerbsfähig. Laut Security International Pty Ltd halten Polymerbanknoten nach derzeitigem Stand bis zu viermal länger als Papierscheine, und über die Spanne von 10 Jahren betrachtet sind die Gesamtproduktionskosten halb so hoch wie für Papierscheine.

Technologietransfer: eine herausfordernde Zeit

Man muss verstehen, dass die zwei am Projekt beteiligten Institutionen, die CSIRO und die RBA, grundverschieden waren. Natürlich waren beides staatliche Organisationen, auf Seiten der RBA war aber keine oder nur wenig Erfahrung im Bereich Forschung und Entwicklung vorhanden. Der revolutionär anmutende Ansatz, den die CSIRO bei der Entwicklung der neuen Banknoten verfolgt hatte, stieß daher auf nicht geringe Bedenken innerhalb der Führungsebene der RBA.

Bei gemeinsamen Treffen stellte sich schnell heraus, dass Musterproben von Banknoten sehr viel mehr Anklang fanden als abstrakte Darstellungen wissenschaftlicher Grundlagen. Wir stellten der RBA Bögen von Strand 75 und 78 zur Verfügung, die sie mit vorhandenen Designs bedrucken konnten. Dies gab der CSIRO wiederum die Möglichkeit, am Strand 78 Optimierungen an der Qualität des Tiefdrucks vorzunehmen. Auf einem glatten Plastikfilm ist ein Tiefdruck höher als auf Papier, da die Tinte nicht in die Fasern einzieht, wie es beim Papier geschieht.

In dieser Phase errichtete die RBA eine hochmoderne Druckerei in Melbourne, die mit den allerneuesten Anlagen ausgestattet war. Der Plan war nun, die neuen Geldscheine möglichst schnell in Umlauf zu bringen.

Ein Kompromiss

Durch die Rückkehr zum Tiefdruckverfahren wurde die Produktion dahingehend modifiziert, dass das Laminat nach Einträben des durchsichtigen Plastiks in Schichten geschnitten wurde. Damit wurde die Produktion zwar etwas ineffizienter, die Drucker kamen mit dem Prozess aber besser zurecht. Die Fertigung der Plastikscheine ähnelte nun der Papiergeleproduktion, mit dem Unterschied, dass wir unser eigenes „Papier“ verwendeten (Strand 78) und nach dem konventionellen Druckprozess die Sicherheitsmerkmale einfügten. Das Verfahren wurde zunächst als Zwischenlösung gewählt, wurde aber letztlich zum Standardprozess.

Ausgabe der Banknoten

Erste Ausgabe 1988

Da nicht gleich eine ganze Serie von Plastikscheinen ausgegeben werden sollte, startete die RBA zunächst einen Feldversuch und brachte 1988 eine limitierte Zahl einer \$10-Sonderbanknote zur australischen Zweihundertjahrfeier in Umlauf (Abbildung 16). Eine Marktanalyse erbrachte das folgende Ergebnis:

1. Die Akzeptanz war insgesamt hoch (48 %), und bei nur 26 % der Befragten stießen die Scheine auf Ablehnung.
2. Als Vorteile der neuen Banknoten wurden vor allem die bessere Haltbarkeit und Sauberkeit wahrgenommen.
3. Als größter Nachteil wurde das „Zurückschnellen“ der Scheine genannt; die Plastikscheine ließen sich nicht so falten wie Papiergele.

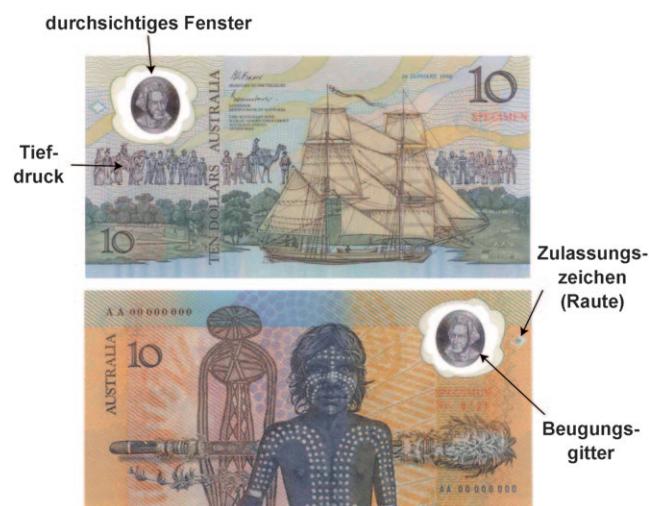


Abbildung 16. Die australische Sonderbanknote, die 1988 zur Zweihundertjahrfeier ausgegeben wurde.

Zur Herausgabe der \$10-Note beraumte die RBA eine Pressekonferenz ein, die sich – für einen Wissenschaftler – als eine ernüchternde Erfahrung erwies. Der seinerzeitige Präsident der RBA, R. A. Johnston, erklärte gegenüber der Presse, die Banknote sei auf einem „synthetischen Polymersubstrat“ gedruckt. Diese Umschreibung war zuvor so vereinbart worden, weil „Plastik“ nach allgemeiner Vorstellung „billig und hässlich“ war und für ein Qualitätsprodukt wie eine Banknote nicht geeignet sein konnte. Und tatsächlich fragte mich auf der Pressekonferenz ein Reporter, ob synthetisches Polymersubstrat „nur ein schicker Name für Plastik“ sei. Die Antwort war ja! Insgesamt war die Presse weit aus mehr am Design der Banknote interessiert als an ihrer erhöhten Fälschungssicherheit. Die meisten Fragen galten dem Künstler und dem Design! Das Problem, wissenschaftliche Errungenschaften zu kommunizieren, ist alles andere als trivial; Design ist der Öffentlichkeit und Presse viel leichter nahezubringen.

Weitere Herausgabe

Von 1992 bis 1996 ersetzte das Note Issue Department alle australischen Papier- durch Plastikbanknoten. Der Note Printing Branch der RBA wurde 1990 in Note Printing Australia umbenannt, die seit 1998 als eigenständige Tochtergesellschaft der RBA fungiert und inzwischen auch Ausweise, Grundbücher und Pässe herstellt. Die Firma Security Pty Ltd, die das Polymersubstrat liefert, wurde 1996 als Joint Venture der RBA und Innova Films gegründet.

Das Exportgeschäft von Security und Note Printing Australia ist beeindruckend: Über 27 Staaten nutzen die Technologie, und in Mexiko wurde bereits eine neue Produktionsanlage gebaut.

Funktioniert die Technologie?

Die Antwort ist eindeutig ja. In Rumänien ging nach der Einführung von Plastikscheinen die Fälschungsrate um 98% zurück, Neuseeland und Brasilien verzeichnen ähnliche

Zahlen. Und wie groß das Vertrauen in die Sicherheit der Plastikbanknoten ist, dokumentiert sich in der Herausgabe einer limitierten Auflage von \$10000-Banknoten in Brunei im Jahr 2006.

Eingegangen am 14. August 2009,
veränderte Fassung am 12. November 2009
Online veröffentlicht am 31. März 2010

Übersetzt von Dr. Ina Emme-Papastavrou, Lörrach

-
- [1] A. R. Michaelis, *IBNS J.* **1993**, *30*, 1–17.
 - [2] A. R. Michaelis, *Chem. Ind.* **1983**, *5*, 192–196.
 - [3] A. R. Michaelis, *Interdiscip. Sci. Rev.* **1988**, *13*, 251–263.
 - [4] D. H. Solomon, *Interdiscip. Sci. Rev.* **1989**, *14*, 399–402.
 - [5] D. H. Solomon, J. B. Ross, M. Girolamo, R. A. Brett, US Patent 4,536,016, **1985**.
 - [6] D. H. Solomon, *Search* **1991**, *22*, 241–244.
 - [7] D. H. Solomon, D. G. Hawthorne, WO 83/00750, **1983**.
 - [8] S. D. Hamann, D. H. Solomon, M. Brown, PB 5012/73, **1973**.