

## Papier-Diagnose

### Einsatz des Eureka-Systems zur Erkennung von regelmäßigen Markierungen im Papier



Die Autorin:  
Sharon Hoole,  
Voith Fabrics

**Das Eureka-Bildanalyse-System wurde im Oktober 1992 bei Voith Fabrics in Blackburn eingeführt. Ursprünglich war das System von Dr. Stephen I'Anson von der University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST) in England entwickelt worden. Er veranlasste, dass das System nach Blackburn gebracht wurde, um dort eingesetzt zu werden.**

Durch den frühen Erfolg des Eureka Systems wurde in der Betriebsstätte in Högsjö, Schweden, ein weiteres System mit identischem Aufbau eingeführt. Für Blackburn wurde im Dezember 1994 ein zweites System gekauft. Gegen Ende 1995 wurde in ein Laserabtast-Profilmessgerät investiert, das als Eureka 3D-System bekannt wurde. Damit konnten die Oberflächen von Papier und Karton in drei Dimensionen dargestellt werden.

Dieses neue System erlaubt die Analyse von regelmäßigen Markierungen durchzuführen und ihren Einfluss auf die Rauigkeit der Papier- und Kartonoberfläche festzustellen.

Durch Weiterentwicklungen beider Systeme steht unseren Kunden heute eine breite Palette unterschiedlicher Techniken zur Verfügung, ebenso für betriebsinterne F&E. Bis dato sind ungefähr 1500 Einzeluntersuchungen für Papierfabriken und Forschungseinrichtungen weltweit durchgeführt worden.

#### Das Eureka-System

Das Eureka-System (Abb. 1) besteht aus einer CCD Schwarzweiß-Videokamera, die über eine digitale Bildfangschaltung an einen Rechner angeschlossen ist. Über

einen separaten Monitor kann der Benutzer das Bild sehen, bevor es „eingefangen“ wird. Zur Beleuchtung des Musters legt man es entweder auf eine Leuchtbox und lässt Licht durchscheinen (Durchlicht) oder man lässt unter Einsatz einer starken Leuchtquelle das Licht durch die Oberfläche des Musters scheinen (auffallendes Streiflicht oder Auflicht unter kleinem Winkel). Drei ergänzende Bildanalyse-Softwareprogramme auf dem Rechner erlauben eine weitergehende Bildbearbeitung, wobei im Allgemeinen ein schneller Fourier-Transformationsalgorithmus (FFT) benutzt wird.

Später wurde das Eureka-System mit einem üblichen Desktop-Scanner für Bildaufnahme ausgerüstet. Es stellte sich heraus, dass dies eine schnell reproduzierbare Methode für die bildliche Darstellung beispielsweise von Carbonpapierabdrücken von Pressfilzen, Trockensieben und gelochten Gummibezügen von Presswalzen sein kann. Auch war es damit möglich, größere Bilder von bis zu 200 mm x 200 mm zu erfassen. Mit einer zusätzlichen Durchlichteinheit statt dem Scanner-Deckel war es auch möglich, mit dem Scanner Durchlichtbilder von Papier anzufertigen.

#### Die Eureka-Methode

Technisch wird die Eureka-Methode eingesetzt, um Papiermuster auf periodische Abdrücke (Markierungen) zu analysieren mit Hilfe einer zweidimensionalen schnellen Fourier-Transformation (FFT) vom Abbild des Musters. Die FFT erzeugt ein zweidimensionales Frequenzspektrum des Bildes, in dem die periodischen Elemente



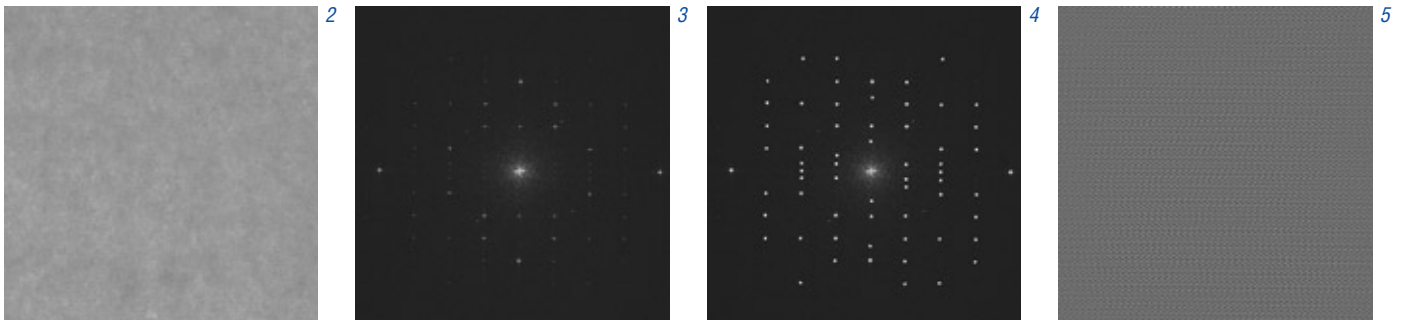
Abb. 1: Das Eureka-Bildanalyzesystem.

Abb. 2: Durchlichtbild eines Papiermusters, Größe 70 mm x 70 mm.

Abb. 3: FFT-Spektrum des in Abb. 2 gezeigten Bildes.

Abb. 4: Bereiche des in Abb. 3 gezeigten FFT-Spektrums. Diese stellen periodische Daten dar, die durch dieselbe Quelle erzeugt worden sind.

Abb. 5: Das Ergebnis einer inversen FFT im Spektrum, das in Abb. 3 gezeigt wird. Dabei wurden nur die Daten verwendet, die den in Abb. 4 hervorgehobenen Bereichen zugeordnet sind.



durch scharfe Spitzen und andere Variationen durch kontinuierliche Schattierung dargestellt werden. Anschließend erfolgt eine interaktive Filterung des FFT-Spektrums und eine inverse FFT. Erstens wird mit dieser Methode jeder periodische Inhalt in einem Bild in einem breiten Frequenzbereich erfasst und zweitens ist es möglich, periodische und nicht-periodische Anteile des Bildes zu trennen.

Einfach gesagt, setzen wir einen Rechner ein, um Markierungen, die von der Papiermaschinenbespannung und gelochten oder gerillten Walzen stammen, von zufälligen Unebenheiten der Bahn zu trennen, die bei der Blattbildung oder Trockenschumpfung entstanden sind. Wenn eine Markierung mit dem Auge wahrgenommen werden kann, ist der Einsatz dieser Methode zur Klärung des Ursprungs der Markierung generell möglich. Jedoch ist es erforderlich, verschiedenste Beleuchtungsmethoden sowie Spezialtinten zu verwenden, die örtliche Veränderungen bei Rauigkeit und Absorption auf der Papier- oder Kartonoberfläche sichtbar machen.

Der praktische Einsatz des Eureka Systems wird am besten anhand von Bildbeispielen erläutert.

#### Fallstudie 1 – Erkennen von Markierungen der Papiermaschinenbespannung in Kopierpapier

Ein skandinavischer Papierhersteller bemerkte, dass von ihm hergestelltes hochqualitatives Papier aus 100 % Zellstoff scheinbar Markierungen hatte, die von seiner Papiermaschinenbespannung herühren könnten. Es war zwar klar, dass das Papier Markierungen aufwies, er war sich aber nicht sicher, welcher Teil der Maschinenbespannung der Verursacher war. Die unvermeidliche Wolkigkeit des Papiers durch Blattbildungseffekte machte es ihm unmöglich, die Markierung im Detail zu messen. Er glaubte jedoch, dass es eine Markierung vom Pressfilz wäre.

In Abb. 2 ist ein 70 mm x 70 mm großes Bild von einem auf einem Leuchttisch betrachteten Papier zu sehen. Dieses Bild wurde digitalisiert und mit einem zweidimensionalen FFT Algorithmus verarbeitet, um das FFT Spektrum gemäß Abb. 3 zu erhalten. Jeder Punkt in Abb. 3 entspricht einer zweidimensionalen Sinuswelle in Abb. 2. Blattbildungs- und weitere Zufallseffekte erscheinen als sich kontinuierlich ändernde Schatten im Hintergrund. Periodische Elemente zeigen sich aber als scharfe Spitzen, die als weiße Punkte in

diesem Bild wiedergegeben werden. Das Vorhandensein der scharfen Spitzen in Abb. 3 bestätigt, dass es dort eine periodische Markierung im Papier gibt. Ihre Positionen in Abb. 3 können zur Berechnung der Abmessungen des Webmusters verwendet werden.

Indem man alle Punkte im FFT-Spektrum außer den scharfen Spitzen auf Null setzt, ist es auch möglich, die periodischen und „zufälligen“ Elemente des Bilds zu trennen. Es kann dann eine inverse FFT in den ausgewählten Bereichen erstellt werden. Abb. 4 zeigt die dabei ausgewählten Bereiche von Abb. 3. Das Ergebnis einer inversen FFT ist in Abb. 5 zu sehen. Das Webmuster ist jetzt isoliert und kann problemlos geprüft und gemessen werden.

Der Maßstab von Abb. 5 und der Maßstab von Abb. 2 sind identisch und entsprechen einander Punkt für Punkt. Das Bild kann identifiziert werden als vierschaft Kreuzkörperbindung.

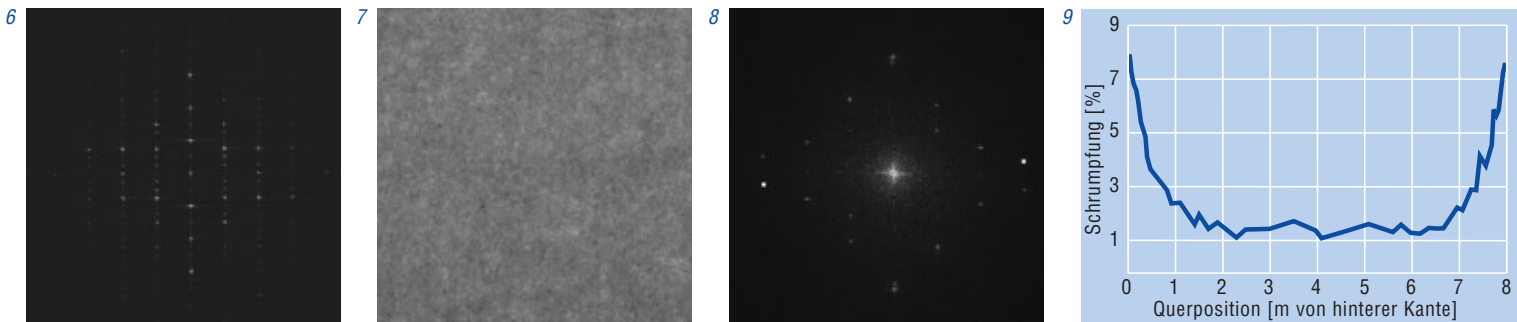
In diesem Fall war ein Muster des eingesetzten Siebs vorhanden. Das FFT-Spektrum, das in Abb. 6 zu sehen ist, wurde aus einem Bild dieses Siebes erstellt. Da die FFT wie ein „Fingerabdruck“ zur Erkennung des Ursprungs einer Markierung

Abb. 6: FFT-Spektrum von einem Bild eines Nasssiebmusters. Das Nasssieb war bei der Papierherstellung im Einsatz.

Abb. 7: Gescanntes Bild der Unterseite eines Zeitungsdruckmusters in voller Breite. Bildgröße 70 x 70 mm, die Längsrichtung ist genau vertikal.

Abb. 8: FFT-Spektrum aus Abb. 7 mit den für die Schrumpfungsmessung verwendeten hervorgehobenen Spitzen.

Abb. 9: Absolutes Querschrumpfungsprofil für 42 g/m<sup>2</sup> Zeitungsdruckmuster, mit einer Gesamtbreitenreduzierung vom Sieb zum Roller von zirka 2,5 %.



benutzt werden kann, findet man die in Abb. 4 ausgewählten Spitzen auch in Abb. 6 wieder, was bestätigt, dass dieses Sieb der Ursprung der Markierung im Papier ist und nicht ein Pressfilz, wie der Papiermacher anfänglich dachte.

### Fallstudie 2 – Messungen von Differenz-Schrumpfungsprofilen in Querrichtung

Es ist allgemein bekannt, dass Papier oder Karton am Rand andere physikalische Eigenschaften aufweisen als in der Bahnmitte. Insbesondere ist an den Rändern die Rauigkeit größer und die Dimensionsstabilität geringer. Diese beiden Eigenschaften sind abhängig vom Maß der Querschrumpfung der Bahn.

Wegen der geringeren Schrumpfungshinderung während des Trocknens und der Auswirkungen der Nassdehnung in offenen Zügen kann diese Eigenschaft an den Rändern stark unterschiedlich sein. Das relative (und tatsächliche) Maß der Schrumpfung zwischen den Rändern und der Bahnmitte kann jetzt mit der Eureka Methode quantifiziert werden.

Bei dieser Methode wird ein Quermaß der Markierung, das von einem Nasssieb stammt, gemessen und seine Größe wird

über die gesamte Maschinenbreite verglichen. In diesem Beispiel handelt es sich um einen genau geschnittenen Streifen in voller Breite von einer Hochgeschwindigkeits-Zeitungsdruckmaschine.

Abb. 7 zeigt ein typisches Bild des Papiers, das mit einem Desktop-Scanner, der mit einem Transparenzadapter ausgerüstet ist, erhalten wurde. Dieses Bild wurde so transformiert, dass es das in Abb. 8 gezeigte FFT-Spektrum liefert. Die hervorgehobenen Spitzen stellen annähernd Merkmale in Längsrichtung der Markierung durch das Nasssieb in Abb. 7 dar.

Nach kleineren Einstellungen zum Ausgleich der Verzerrung des Nasssiebes auf der Maschine kann der Abstand dieser annähernden Längsrichtungsmerkmale in Querrichtung gemessen werden. Sie werden an vielen Punkten über die Maschine verglichen und es kann die relative Maßänderung der Bahn nach der Siebpartie berechnet werden.

Diese Werte werden umgerechnet, um das Maß der Schrumpfung für jeden Punkt über die Bahnbreite relativ zum Durchschnitt zu erhalten. Wenn man die Breitenreduzierung entlang der Maschine

kennt, kann das relative Schrumpfungsprofil in ein absolutes oder tatsächliches Schrumpfungsprofil in Querrichtung der Bahn umgerechnet werden, wie man in Abb. 9 sieht.

Ergebnisse wie diese können aus Papiermustern mit voller Breite von jeder beliebigen Papier- oder Kartonsorte mit einer Markierung, die von einem Nasssieb stammt und durch das Eureka System erfasst werden kann, erzielt werden. Fast alle Papier- und Kartonsorten fallen darunter, obgleich es leichter ist, die Profile bei leichtgewichtigen Druckpapieren wie LWC, SC und Zeitungsdruck zu messen.

### Zusammenfassung

Das Eureka System kann den Papiermacher darin unterstützen, die Art von periodischen Markierungen auf seinen Produkten, die von Komponenten der Siebpartie, Pressenpartie und Trockenpartie verursacht werden, zu erkennen und zu verstehen. Zusammen mit Differenz-Schrumpfungsprofilen in Querrichtung trägt dieses einzigartige Werkzeug zu einem noch besseren Verständnis der sehr komplexen Kunst der Papierherstellung bei.