



Spectral Imaging in der Prozessüberwachung – Anwendungsmöglichkeiten in der Holzwerkstoffindustrie

Dipl. Ing. S. Wendel, inno-spec
Dipl. Ing. B. Plinke, Fraunhofer WKI

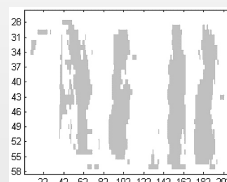


Überwachung von Stoffverteilungen mit ortsauflösender Spektroskopie

Zum Beispiel:

Erkennung des unsichtbaren Klebstoffauftrags auf Holz
und Holzwerkstoffoberflächen

Überwachung der Klebstoffverteilung auf Oberflächen
und im Vlies



Mögliche Anwendungen in der Holzwerkstoffindustrie



Beispiel OSB (Oriented Strand Board):

- Strukturorientierter Holzwerkstoff
- Jahresproduktion in Europa ca. 4 Mio. m³



Überwachung von Stoffverteilungen mit ortsauflösender Spektroskopie



bisherige Technik

mit dem bis dato üblichen Stand der Spektrometertechnik war es nicht möglich, die Verteilung des Klebstoffs hinsichtlich Homogenität zu erfassen
-> lediglich eine Position auf der gesamten Breite des Messguts konnte erfasst werden

Herangehensweise

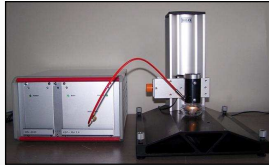
Eruieren der adäquaten Technik hinsichtlich des Wellenlängenbereichs der die signifikantesten Unterschiede im Reflexionsspektrum für die häufigsten Klebstoffarten hervorbringt durch Testmessungen (220 – 2500 nm)



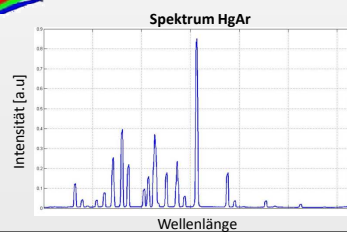
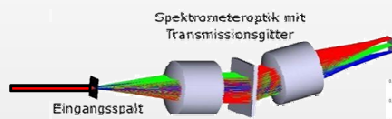
Spectral Imaging verbindet Spektroskopie und Bildverarbeitung



Varianten des Spectral Imaging



**Örtliches Scannen über zwei Dimensionen
(XY - Scan / whisk broom scanner):**
Erfassung des Spektrums eines einzelnen
Ortspunktes
-> Spektrometer mit Zeilensensor



Spectral Imaging verbindet Spektroskopie und Bildverarbeitung



Varianten des Spectral Imaging



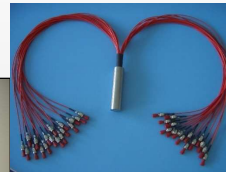
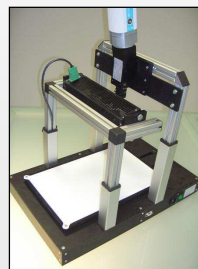
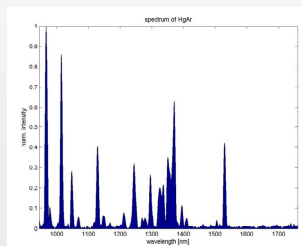
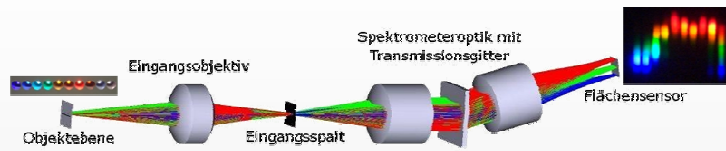
**Örtliches Scannen über eine Dimension
(X - Scan / push broom scanner):**
Simultane Erfassung der Spektren aller Ortspunkten
einer Line
-> Spektrometer mit Flächensensor

Varianten des Push-broom Imagings:

- Transmission
- Reflektions-Aufbau
 - Czerny Turner
 - Crossed Czerny Turner
 - Flat Field Grating



Spectral Imaging verbindet Spektroskopie und Bildverarbeitung



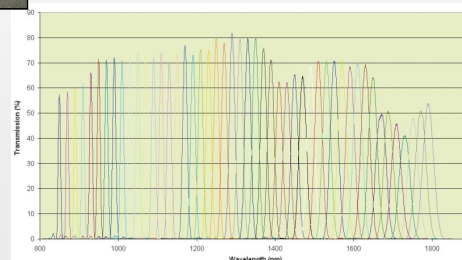
Spectral Imaging verbindet Spektroskopie und Bildverarbeitung



Varianten des Spectral Imaging



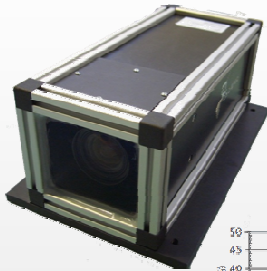
Spektrales Scannen über die Wellenlänge:
Simultane Erfassung aller Ortspunkte einer Fläche bei einer Wellenlänge
-> Kamera mit LCTF, AOTF, Filterrad



Spectral Imaging verbindet Spektroskopie und Bildverarbeitung

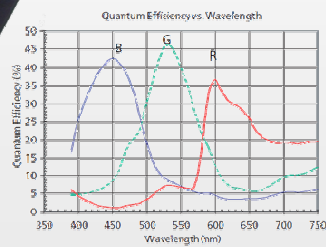
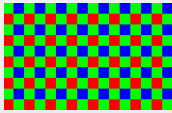


Varianten des Spectral Imaging

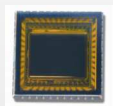
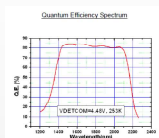
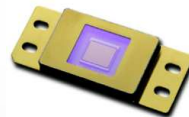


Mehrkanal – Sensoren

Simultane Erfassung aller Ortspunkte einer Fläche bei mehreren Wellenlängen(bereichen) mit einem oder mehreren Sensoren und Filtern
-> Systeme mit mehreren Sensoren und Prismenoptik, RGB - Farbsensoren



Spectral Imaging

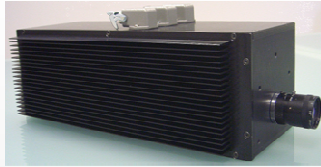


Matrix Sensoren:

- **UV – VIS – VNIR (180 – 1100 nm)**
CCDs / Backthinned CCDs
CMOS / sCMOS
- **(VIS)NIR / SWIR (600 / 850 – 2200 nm)**
InGaAs 1.7 μm / extended InGaAs 2.2 μm
MCT 2.5 μm



Spectral Eye NIR



- Keinerlei bewegte Teile
- Industrietaugliches Gehäuse (auch kundenspezifisch)
- Optimiert auf hohen Lichtdurchsatz
- 330 Bilder pro Sekunde (320 x 256 Pixel)



Applikation Kunststoff-Recycling



- Sehr raue Umgebungsbedingungen (Staub, Temperatur, usw.)
- Dauerbetrieb beim Sortieren von verschiedenen Kunststoffen



Überwachung von Stoffverteilungen mit ortsauflösender Spektroskopie



Messaufbau
für die berührungslose Messung im
Durchlauf

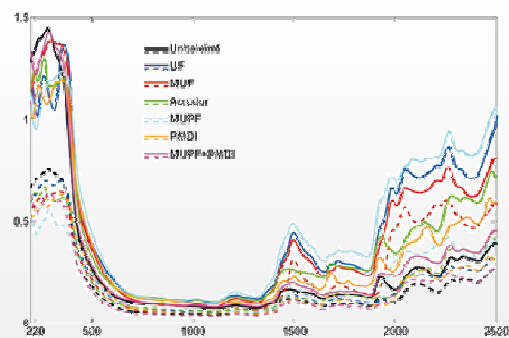
Lichtquelle
Halogenstrahler mit Parabolreflektoren

Messgeometrie
„diffuse Reflexion“:
Einstrahlung $2 \times 45^\circ$,
Kameraposition 0°

Messgut
Schüttgut,
z.B. Strands, Altholzsortiment



Überwachung von Klebstoffaufträgen möglich bei 1500 ... 2500 nm



Reflexionsspektren für sechs verschiedene Klebstoffe auf Kiefernholz;
Messung in diffuser Reflexion, Wellenlängen von 220 nm (UV) bis
2500 nm (IR); Durchgezogene Linie: raumtrocken; gestrichelt: getrocknet
bei 105 °C (Grafik: RRI)



Überwachung von Stoffverteilungen mit ortsauflösender Spektroskopie



Ergebnis:

Bereits ab ca. 1400 nm zeigen die Klebstoffe ausreichend signifikante Unterschiede im Reflexionsspektrum gegenüber unbeleimtem Holz.

Geeignete Sensoren: InGaAs- (ca. 1000 – 1700 nm) oder extended InGaAs (bis 2200 nm) oder HgCdTe-Sensoren (ab ca. 2 μm)

Technische Umsetzung:

Von jedem Bildpunkt/Pixel eines bewegten Objektes werden mittels eines Spektrographen quer zur Vorschubrichtung liegende Ausschnitte in ihre Spektren zerlegt und mit einer InGaAs-Flächenkamera aufgenommen.

Mögliche Auflösung 316 x 240 Pixel spektral x örtlich, d,h, 316

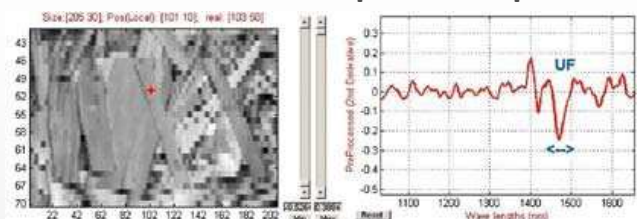
lokale Intensitäten im Bereich von 1050 – 1650 nm auf 240 Bildzeilen

Spektrenvorverarbeitung (Glättung, Differenzierung) erforderlich

multivariate Datenanalyse sehr sinnvoll



Überwachung von Klebstoffverteilungen mit ortsauflösender Spektroskopie



Szene mit OSB-Strands: teilweise mit UF-Harz beleimt

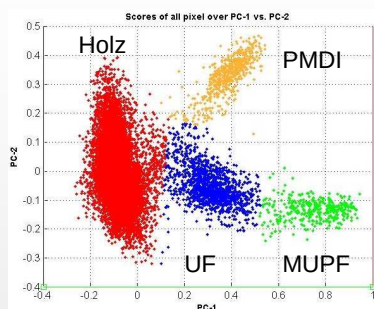
Oben links: Spektroskopieaufnahme (als Grauwertbild mit Cursor)

Oben rechts: lokales Spektrum unter dem Cursor mit für UF charakteristischem Peak

Unten: nach dem Prinzip der Peakfläche segmentierte Szene

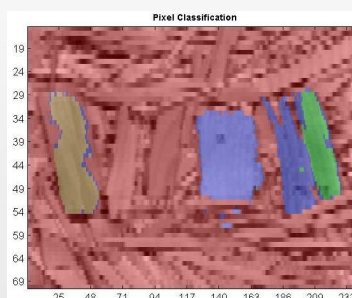


Unterscheidung organischer Substanzen durch Spectral Imaging und Multivariate Datenanalyse



Score Plot der ersten zwei Hauptkomponenten

Klassifikation von Spänen mit verschiedenen Klebstoffen



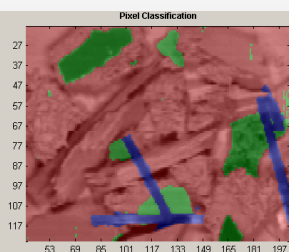
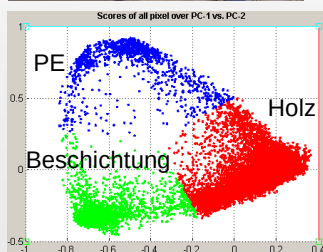
Fraunhofer
WKL

Erkennung von Störstoffanteilen an Recyclingmaterial



Altholz mit Kunststoffverunreinigungen

Klassifikation auf Basis von Hauptkomponentenanalyse



Fraunhofer
WKL

Klebstoffauftragüberwachung mit ortsauflösender Spektroskopie



Fazit:

Mit Spectral Imaging lassen sich berührungslos und im Prozess auch an größeren Flächen Spektraldaten gewinnen.

Lokale Konzentrationen z.B. von Klebstoffen, Störstoffen oder Feuchte werden erkannt und visualisiert.

Die Häufigkeit inhomogener Klebstoffverteilung kann somit verringert, Qualität und Produktivität können gesteigert werden.

Ortsauflösende Spektroskopie bietet eine branchenumfassende Vielzahl an Möglichkeiten für die Prozessüberwachung und Qualitätssicherung.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Kontakt:

inno-spec GmbH
Sigmundstr. 220 B7
D-90431 Nürnberg

info@inno-spec.de
www.inno-spec.de

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI
Bienroder Weg 54E
D-38108 Braunschweig

burkhard.plinke@wki.fraunhofer.de
www.wki.fraunhofer.de

