



LLA Instruments GmbH

## Prozessanalytische Innovationen für das Kunststoff- und Papierrecycling



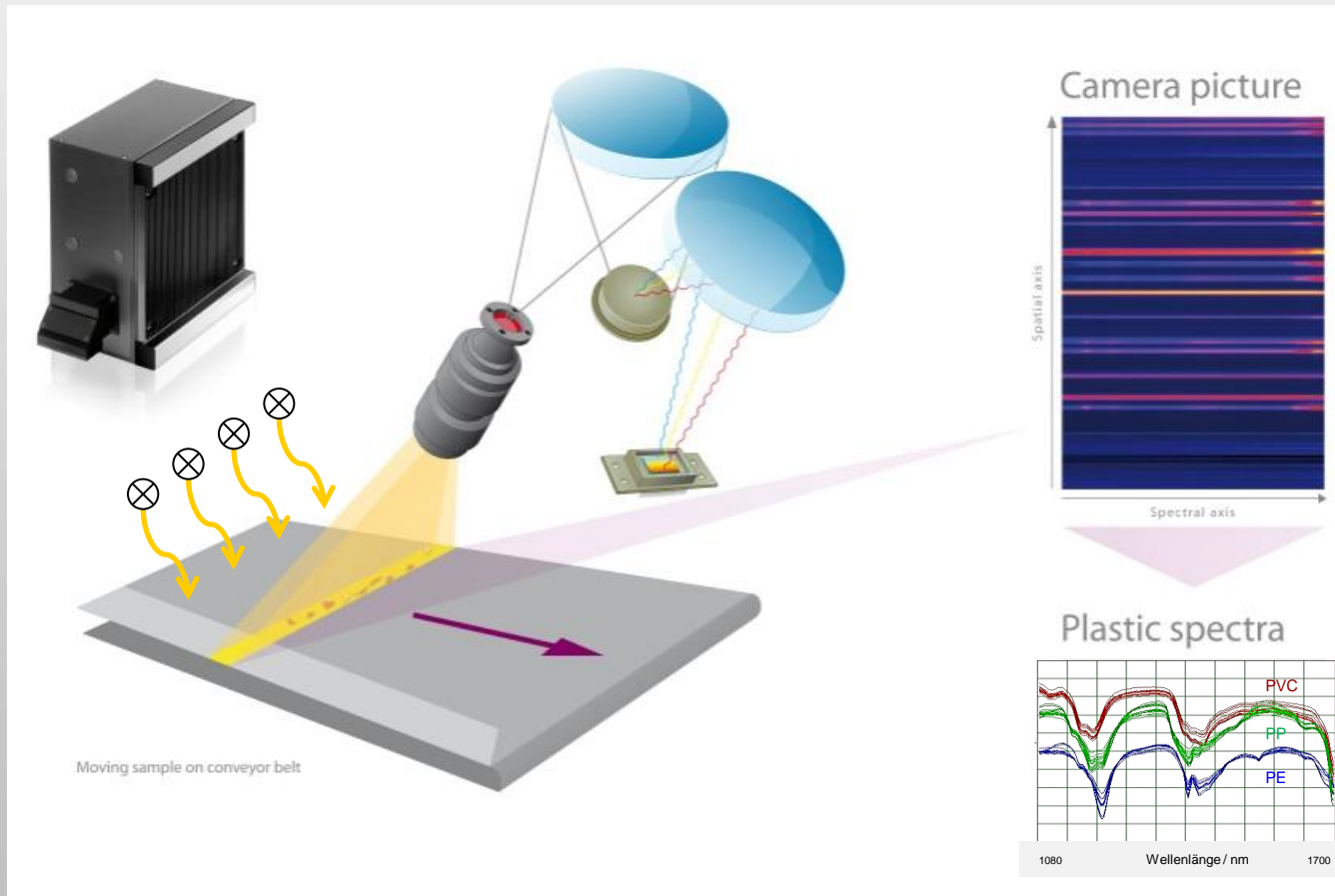
Arne Volland

LLA Instruments GmbH – Justus-von-Liebig-Str. 9 – 12489 Berlin

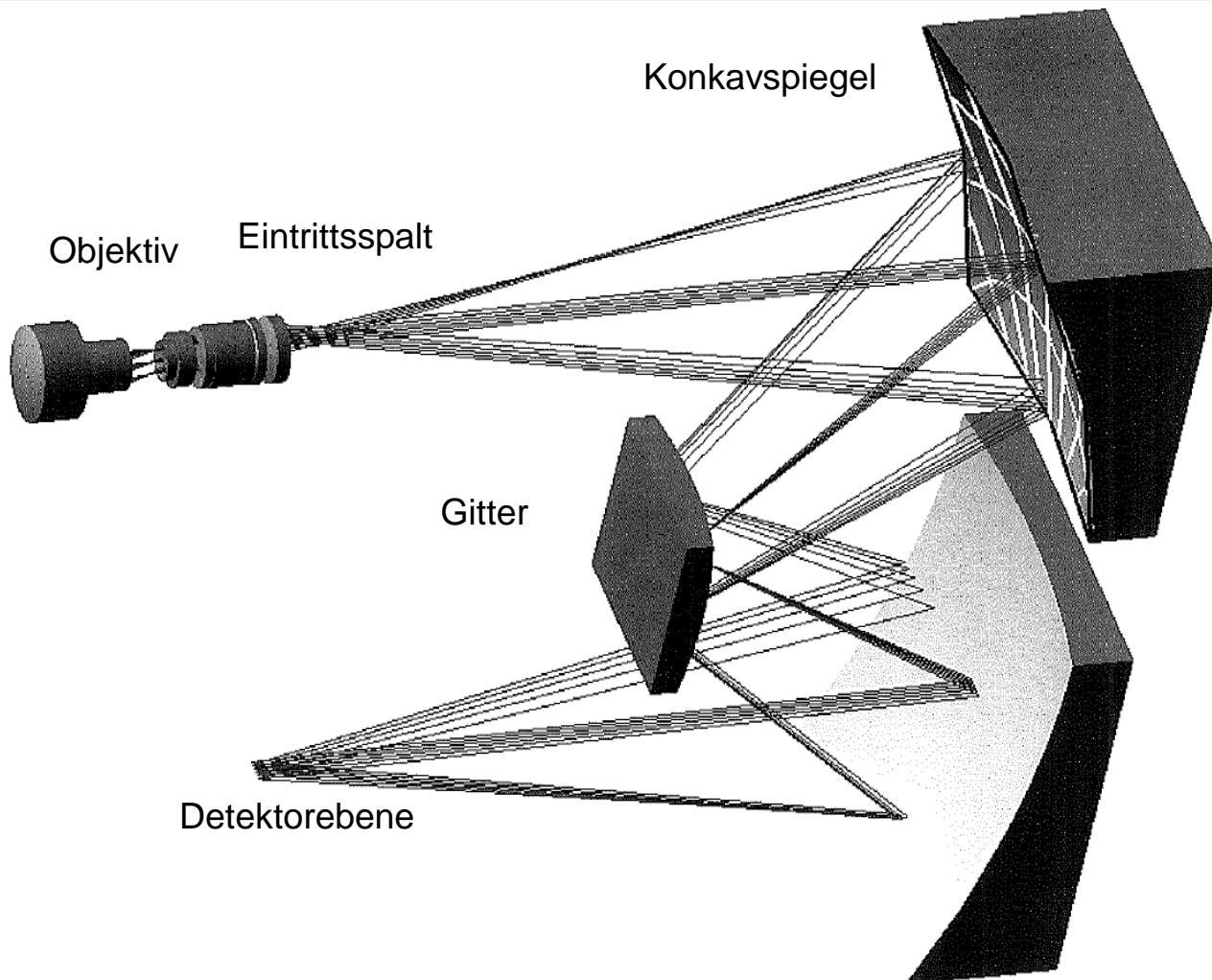
+49 (0)30 6290 790-0 – [www.lla.de](http://www.lla.de) – [mail@lla.de](mailto:mail@lla.de)

## Pushbroom - Imaging

Abbildendes Spektrometer mit Detector Array (320 x 256)



- Das Objektiv bildet den Messbereich auf den Eintrittspalt ab.
- Der Spalt wird ortserhaltend auf den Detektor abgebildet
- Sequentielles Abscannen des Messfeldes erzeugt den 3-Dim Datenkubus (x,y,λ)

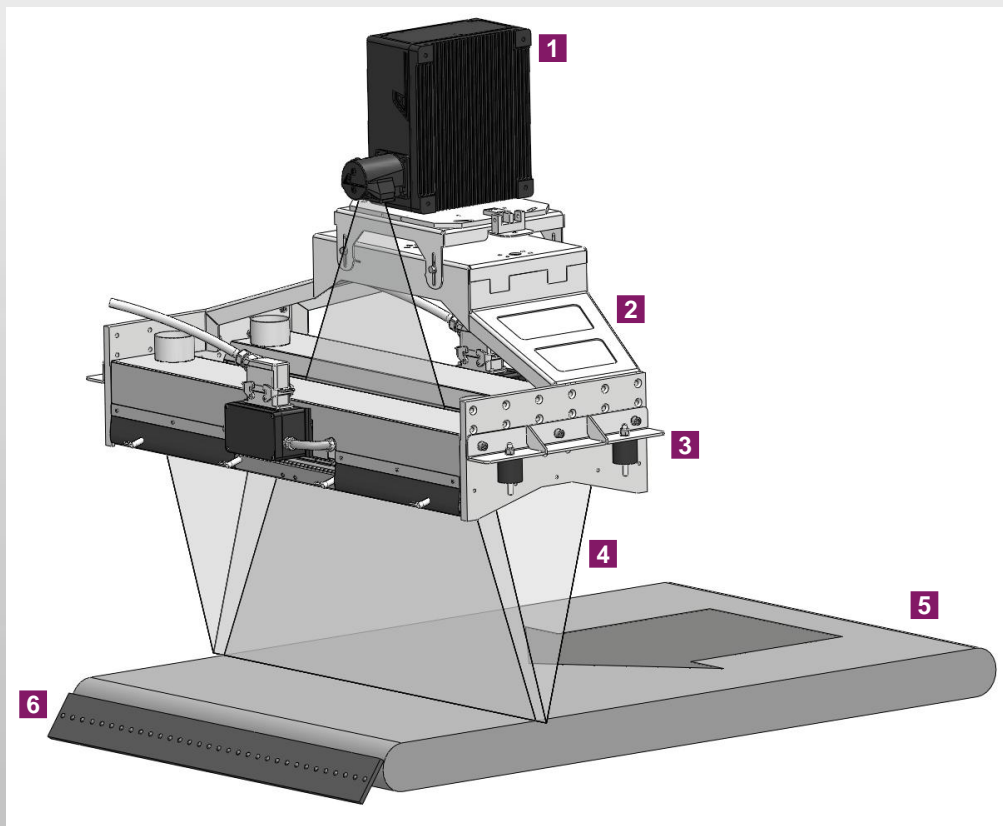


## Bildgebendes Reflexionspektrometer

- Spektralbereich 1.1 – 2.2  $\mu\text{m}$
- keine chromatische Verzerrung durch den Spektrographen
- Verzerrungsfreies 10mm Objektiv



## KUSTAx.xMSI: Messaufbau



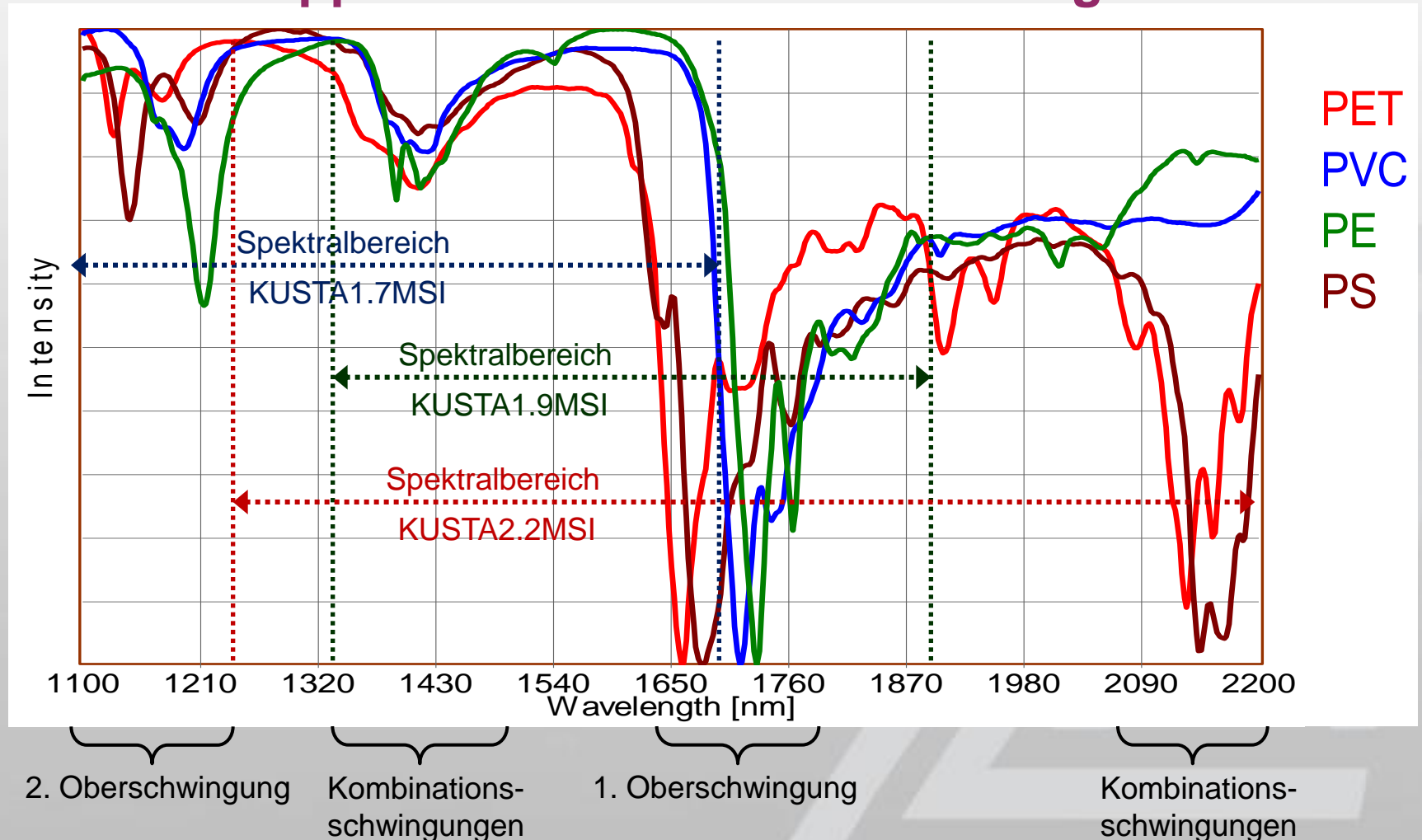
1. KUSTA1.7/1.9/2.2MSI
2. Montagebrücke mit Justageplattform
3. Beleuchtungseinheit PMAmSi
4. Beidseitige Einstrahlung
5. Förderband
6. Pneumatische Austragleiste

Typische Prozessparameter:

- Fördergeschwindigkeit ~2,5 m/s
- Bandbreite 2,8 m
- Framerate ~500 Hz bei 192 Ortsspuren

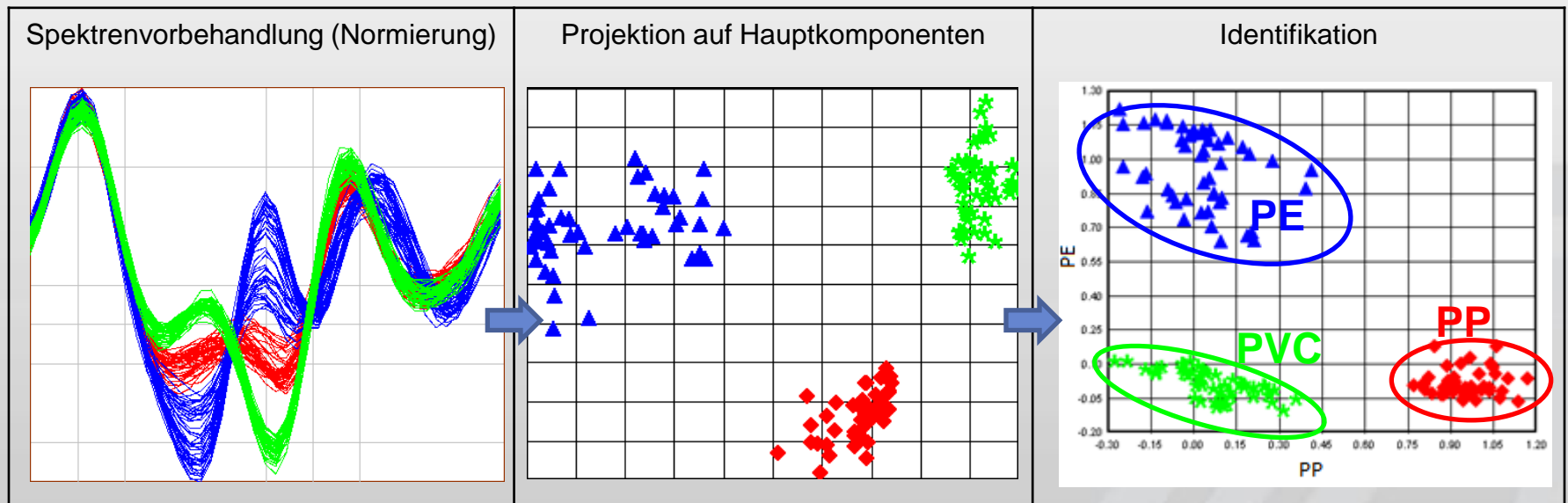


# Applikation: Kunststoffsortierung



# Identifikation mittels Hauptkomponentenanalyse

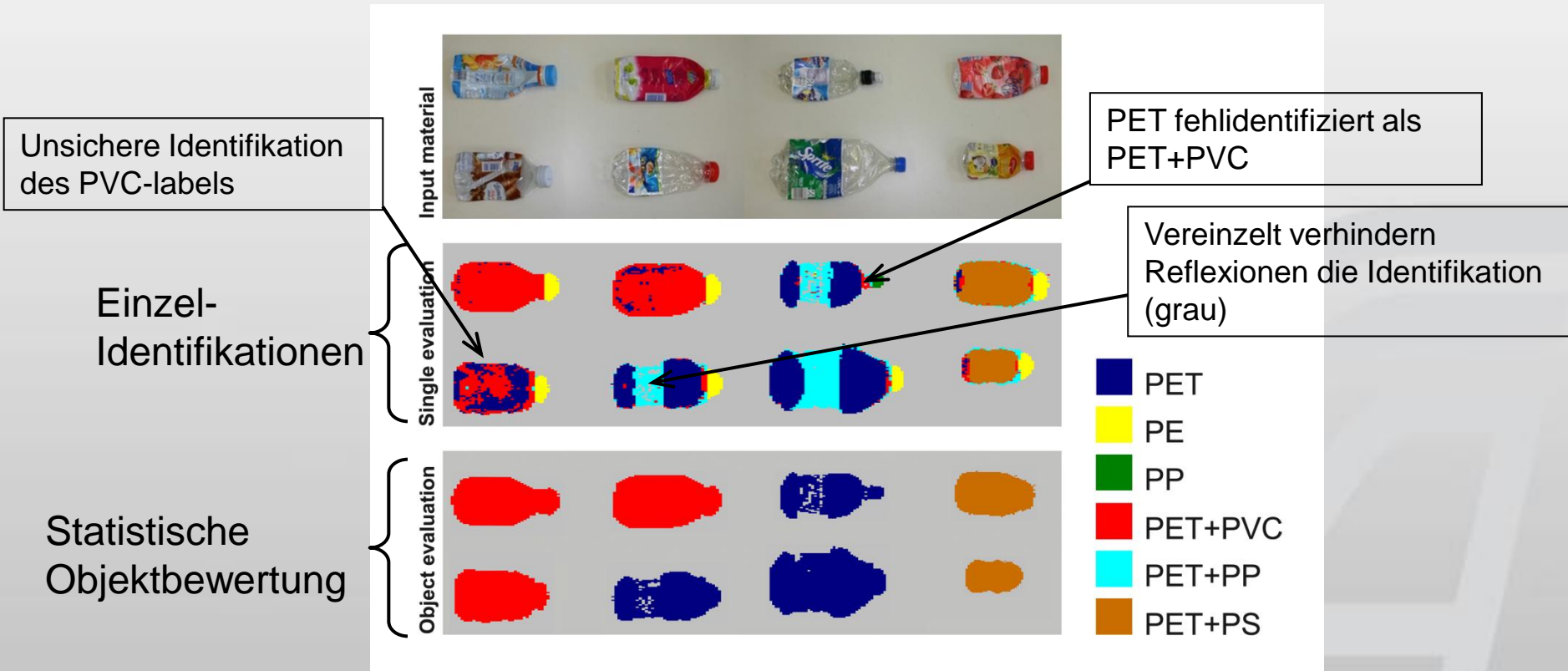
PCR, PLS



- Mustererkennung: Muss mit einem Referenzdatensatz bekannter Proben trainiert werden
- Optimiert sich selbstständig auf die Unterschiede in den Spektralmerkmalen



## Applikation: PET Flaschensortierung



Durch eine Objektbewertung kann:

- PVC-Verunreinigungen vollständig eliminiert werden
- verhindert werden, dass Flaschen mit PE/PP Kappe ausgetragen werden

## Applikation: Elektronische Leiterplatten

Geschredderte Elektrogeräte enthalten neben allen Kunststoffen eine Vielzahl von Sorten:

Rückgewinnung von

- hochwertigen technischen Polymeren (ABS, PC)
- Leiterplatten für die Rückgewinnung von Metallen und Edelmetallen

➔ KUSTA1.9MSI





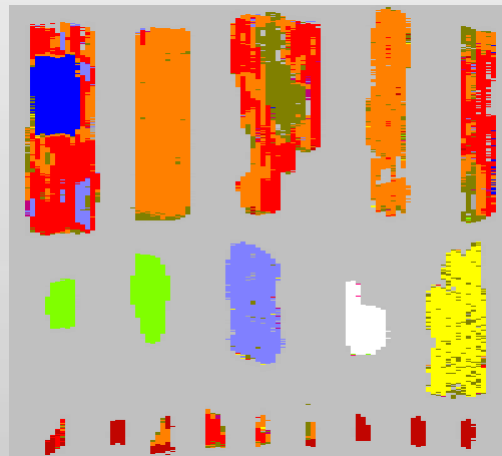


# Applikation: Elektronische Leiterplatten

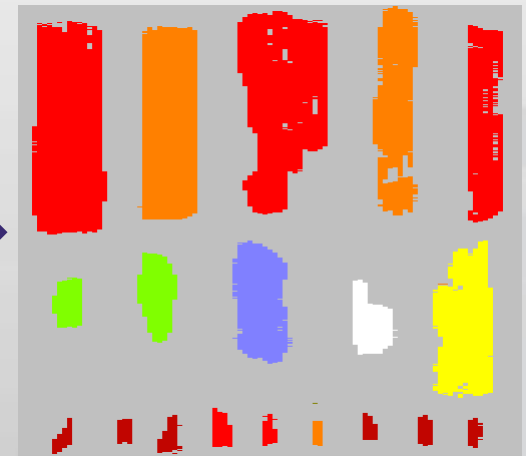
Identifikation in zwei Schritten



Material auf Band



Klassifikation der Einzelspektren



Objektbewertung

- |                    |                   |                       |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Leiterkarte (Typ1) | LC-Display        | MF-Harz               |
| Leiterkarte (Typ2) | Holz              | Plastik               |
| Leiterkarte (Typ3) | Kupfer (lackiert) | nicht klassifizierbar |

## Applikation: Analyse und Sortierung von Altpapier



Austrag von Sorten, die im Recycling (Deinking) unerwünscht sind:

- Pappen und Kartonagen
- Faltschachteln (Lebensmittelverpackungen etc.)
- Alle Kunststoffe

Reine Farbsortierung ist nicht möglich:  
=> Einsatz von NIR-Kameras



↑ Materialstrom-Analysator →  
(Äquivalent zum Sortierprozess)



## Applikation: Analyse und Sortierung von Altpapier

Die Klassifikation erfolgt entsprechend der europäischen Altpapiersortenliste EN 643:

<b>Code</b>	<b>Name (engl.)</b>	<b>Beschreibung</b>
NP	Newspaper	Zeitungen, Werbeflyer, Broschüren
OP	Office Paper	Büropapier (holzfrei)
MG	Magazines	Zeitschriften, Kataloge
CC	Corrugated Cardboard	Braune Wellpappen, braun gedeckte Pappen und Kartonagen
CB	Carrier Board	Faltschachteln aus der Lebensmittelverpackung (bunt bedruckte Kartonagen)
(Cover)	-	Hochglanz-bedruckte Kataloge und Magazine



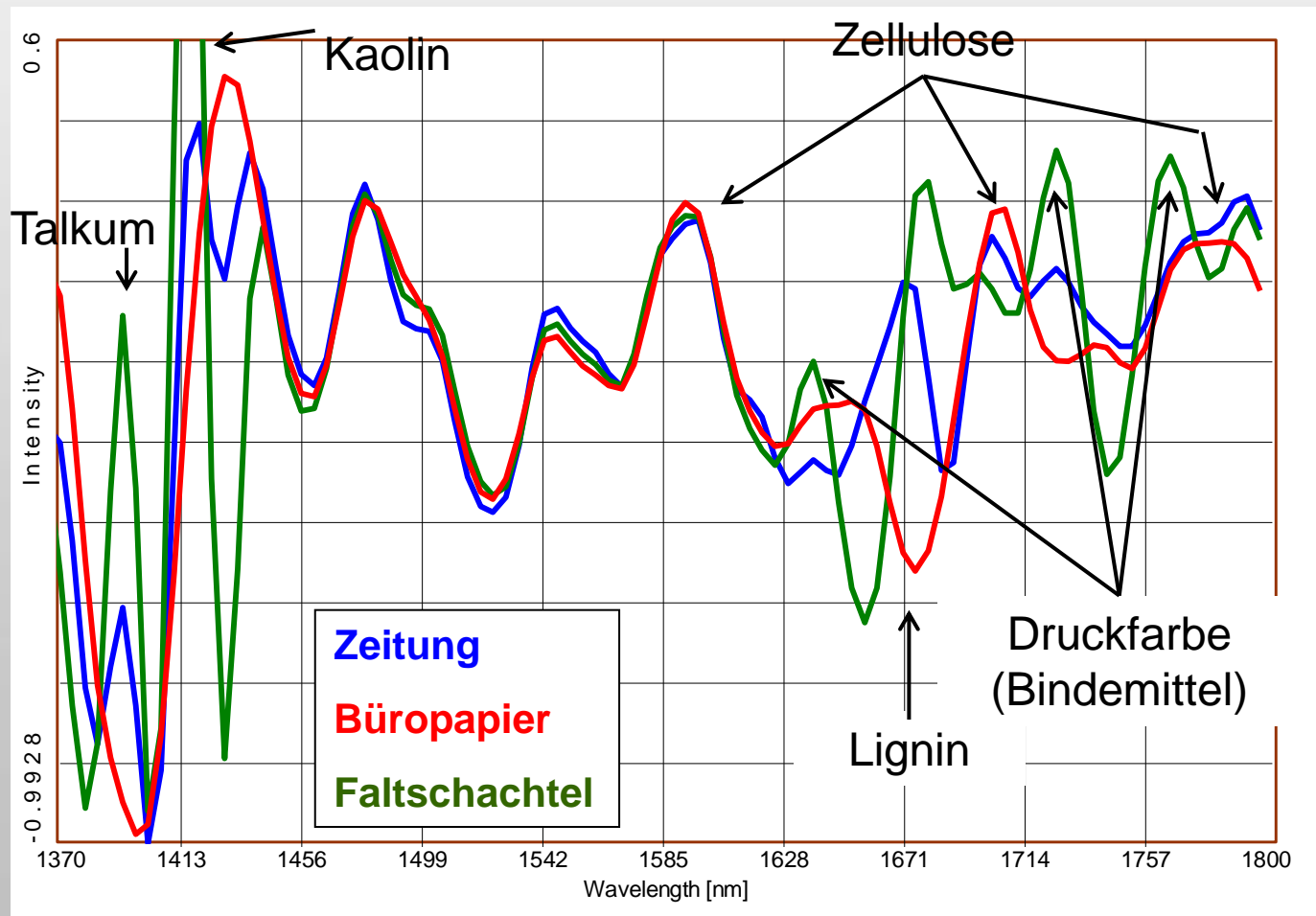
# Applikation: Analyse und Sortierung von Altpapier

spectral characteristics

Unterschiede zwischen den Papiersorten sind wesentlich kleiner als zwischen den Kunststoffen



Auswertung der 1. oder 2. Ableitung

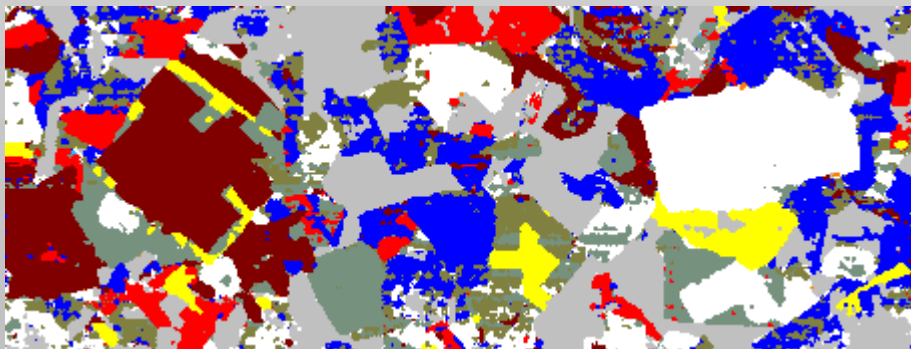


## Applikation: Analyse und Sortierung von Altpapier

- Die nah-infrarot Spektren werden mittels Hauptkomponentenanalyse (PCR, PLS) klassifiziert
- Unerwünschte Materialien werden in Echtzeit identifiziert
- => Sortierung kann durch pneumatischen Austrag erfolgen



← Aufzeichnung der RGB Kamera des Materialstroms



← Nach NIR+RGB Klassifikation:

-  Hintergrund (Band)
-  Faltschachtel
-  Braune Pappe
-  Kunststoff
-  Zeitung
-  Büropapier



## Zusammenfassung

- Verzerrungsfrei abbildende Hyperspektralkameras im Bereich von 1340 nm bis 1900 nm erfassen die wichtige 1. Oberschwingung der polymeren Absorptionsbanden vollständig.
- Identifikation durch schnelle Hauptkomponentenanalyse (PCR, PLS).
- Bildfrequenzen von 500 Hz bei 192 Ortsspuren ermöglichen neue Methoden in der Objektbewertung.
- Aufgrund der hohen spektralen Auflösung können auch sehr ähnliche Materialien erkannt werden .
- Fortschritte und neue Anwendungen dadurch insbesondere in der Sortierung von Elektronikschrott und im Papierrecycling.



**Thank you for your attention!**

Mehr Informationen unter

[www.lla-instruments.com](http://www.lla-instruments.com)

