

# Herausforderungen bei der automatisierten Sortierung von Post-Consumer-Textilien mittels Standard-NIR-Spektroskopie



Hana Stipanovic, Tanja Bäck, Hanna Kobald, Sophie Zirps & Alexia Tischberger-Aldrian



SORTIERUNG



## Sortierung für Re-Use

**Qualitätskriterien:**  
„Creme-Ware“, Zustand  
(Verschleiß, Flecken, etc.),  
Fashiontrends

## MANUELLE SORTIERUNG



# SORTIERUNG

## Sortierung für Recycling

**Qualitätskriterien:**  
Materialzusammensetzung,  
Vorhandensein von  
Störkomponenten (z.B. Elasthan,  
Accessoires...)

## AUTOMATISIERTE SORTIERUNG

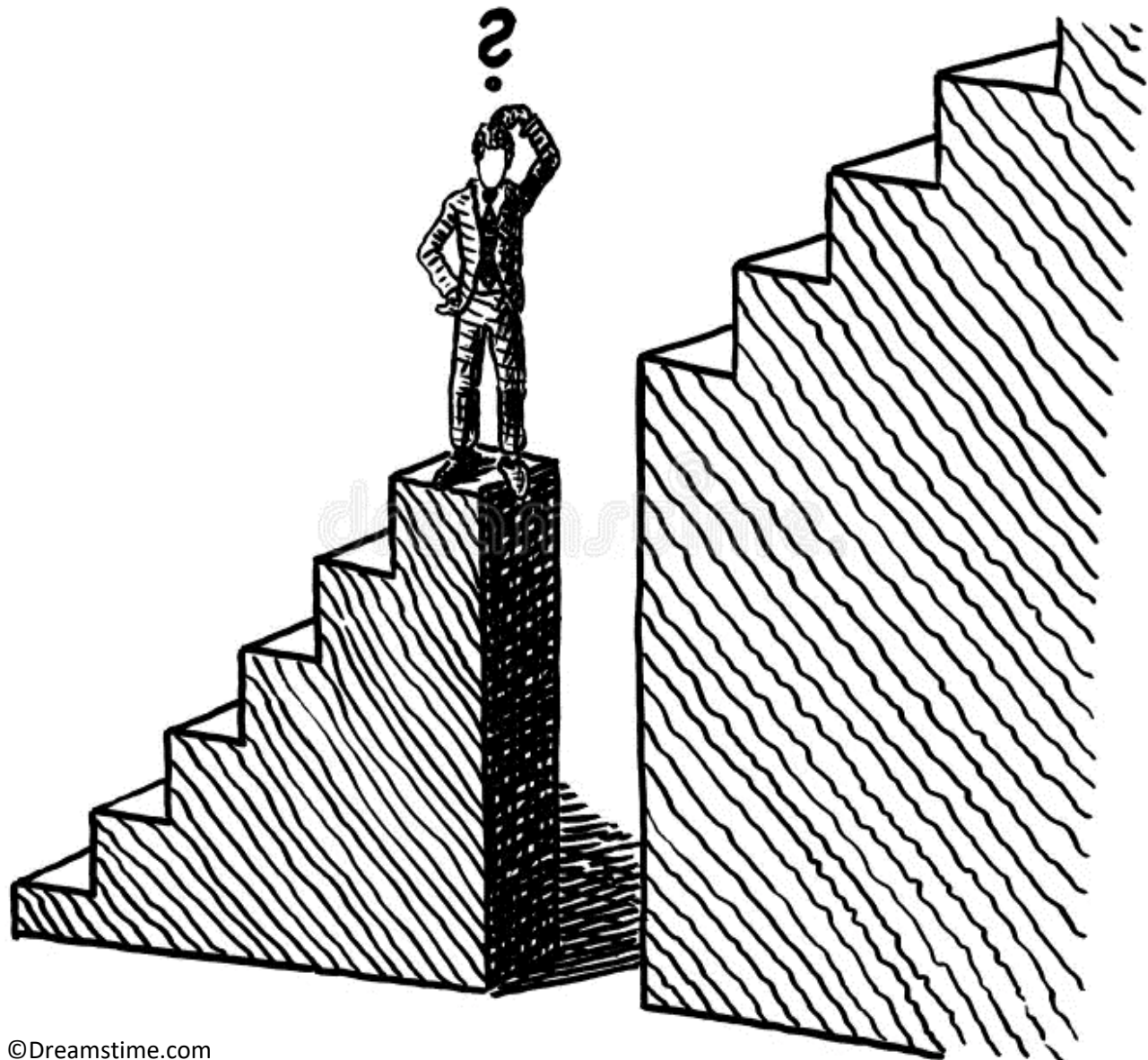


©SYSAV



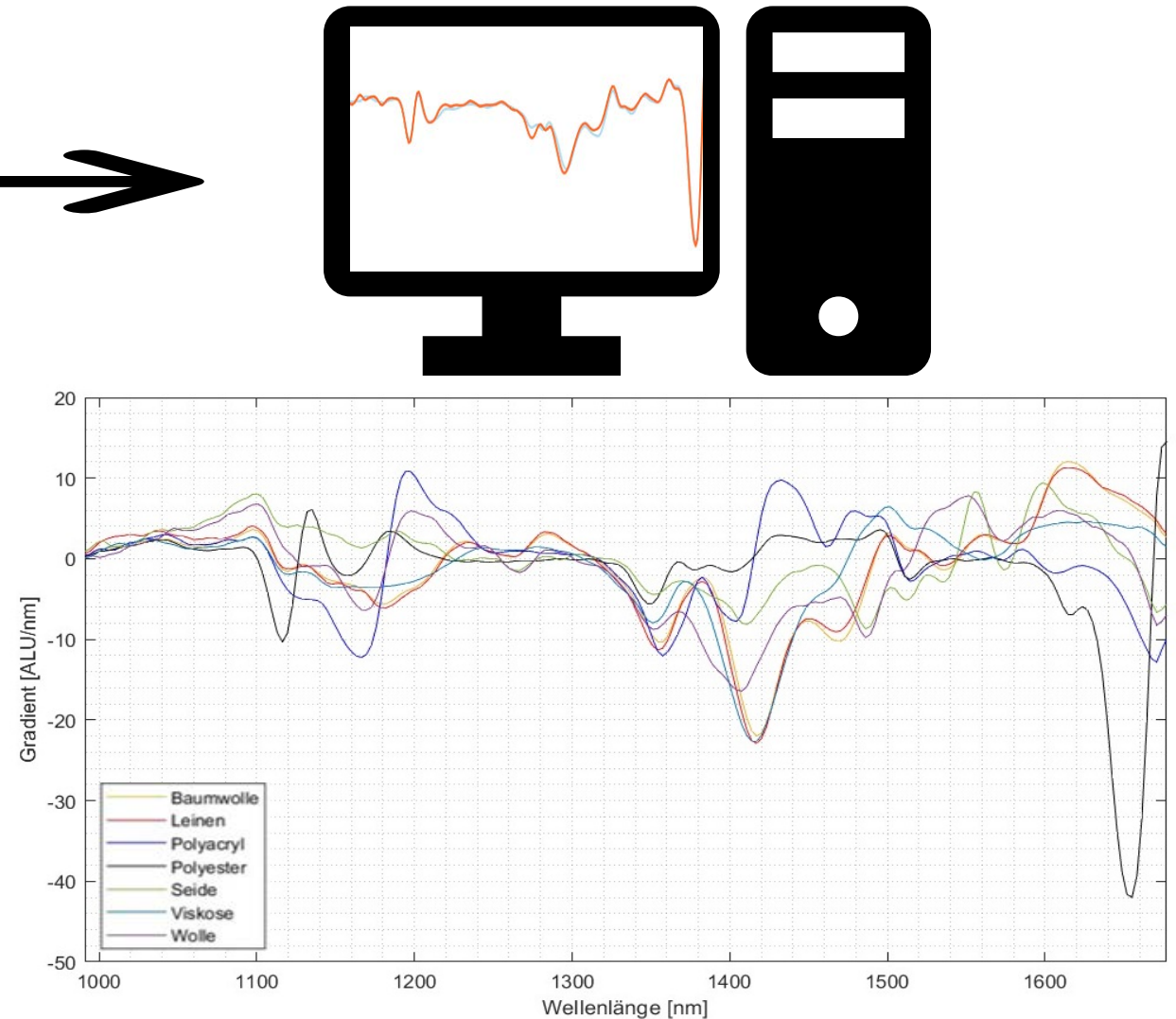
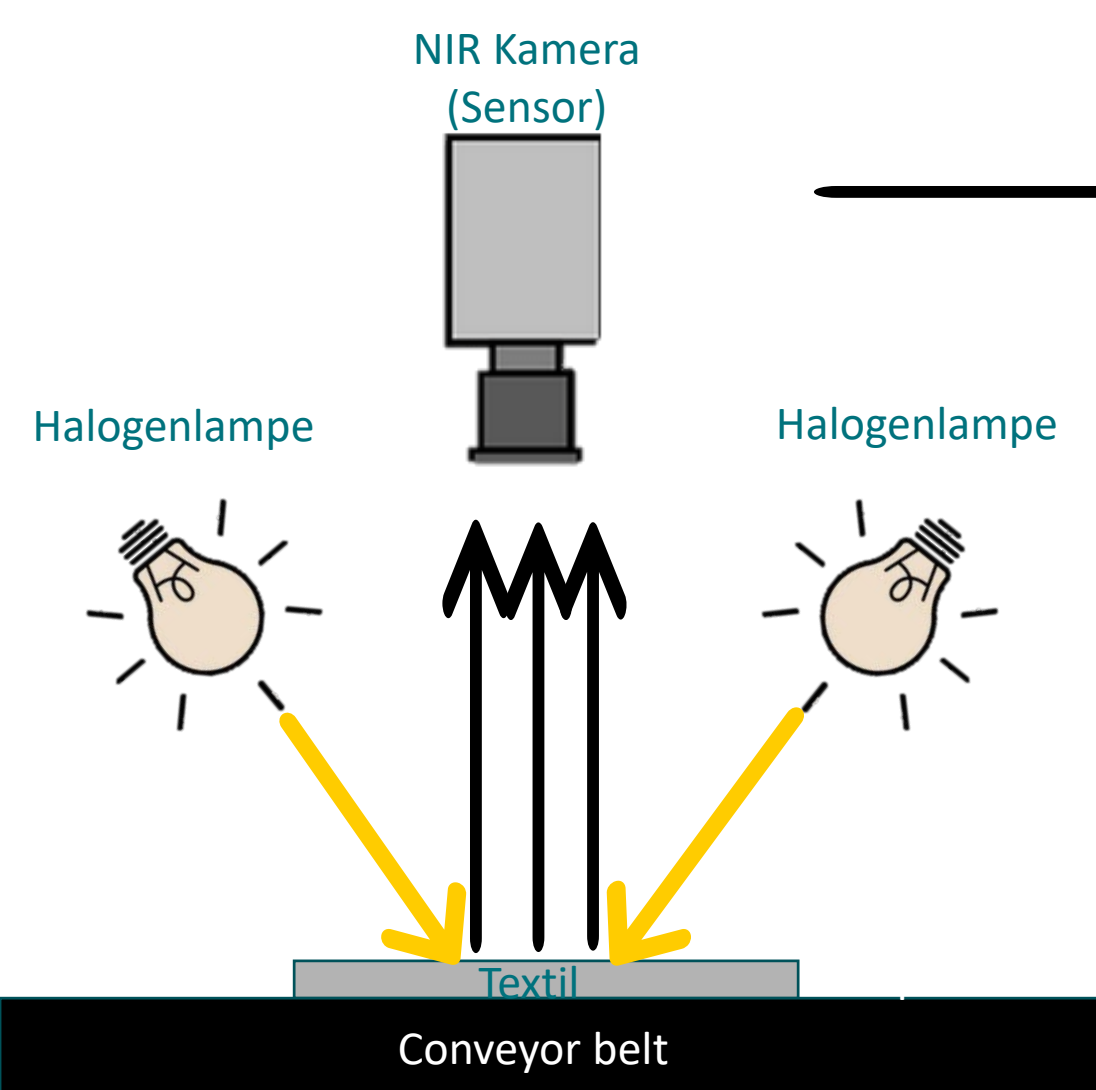
©New Retex



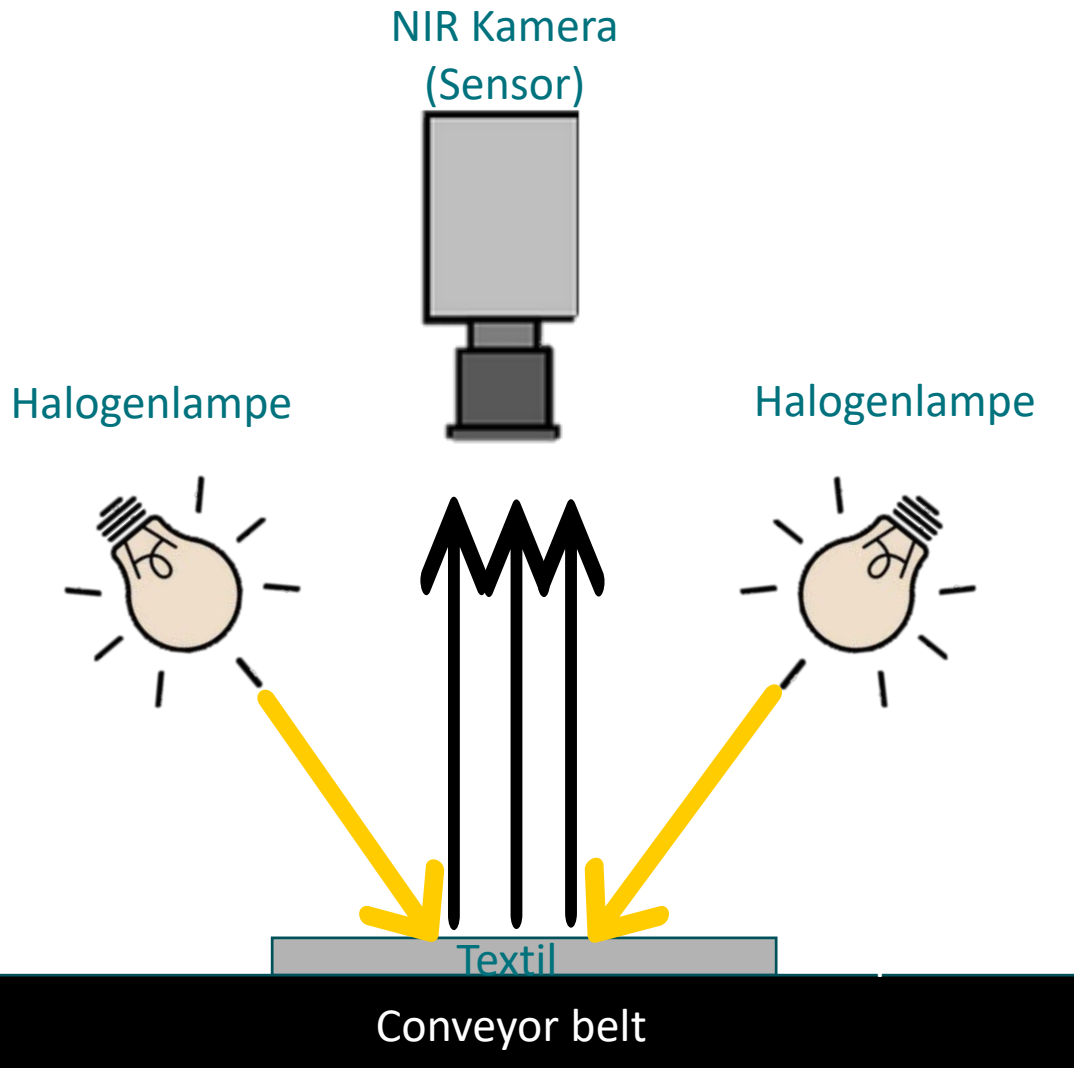


**Die Identifizierung von  
HERAUSFORDERUNGEN  
für die automatische  
Sortierung ist ein  
ENTSCHEIDENDER  
SCHRITT, um weitere  
ENTWICKLUNGEN  
voranzutreiben.**

# AUTOMATISCHE SORTIERUNG – DAS PRINZIP DER NIR SPEKTROMETRIE



# EINDRINGTIEFE

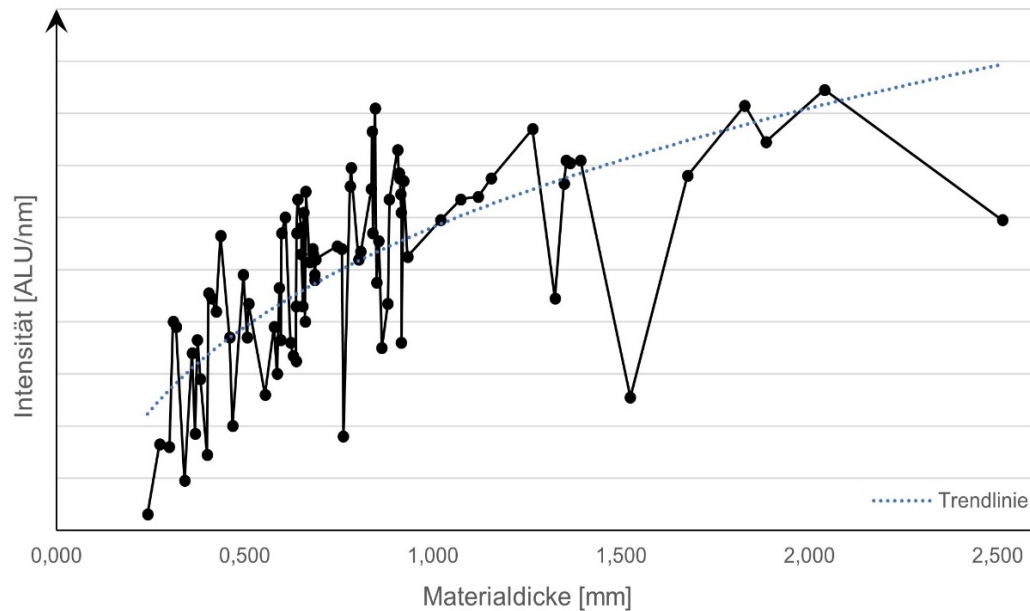


©STADLER

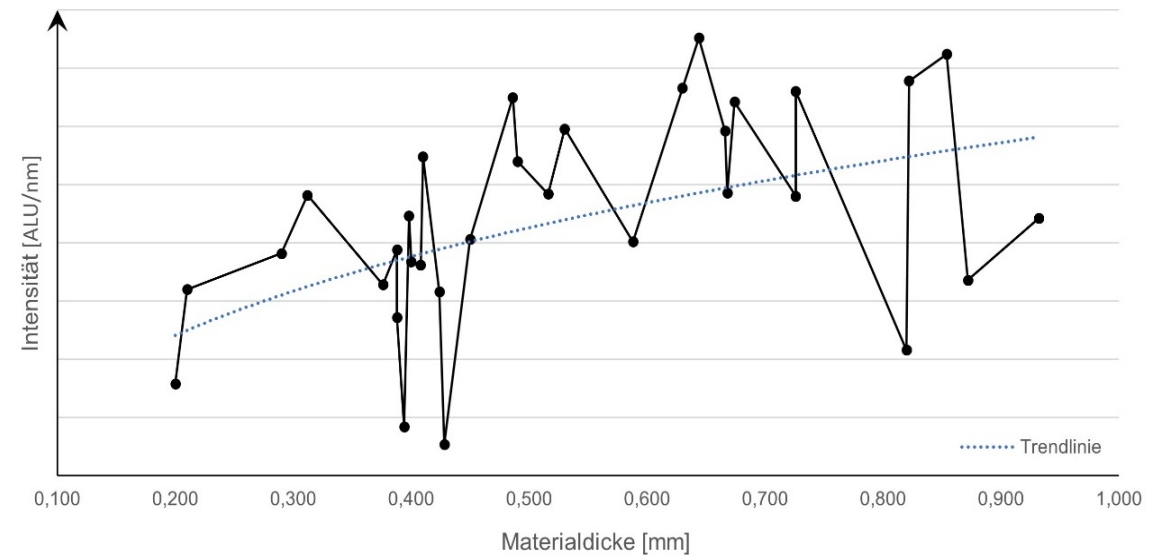
# MATERIALDICKE

Korrelation zwischen Spektralintensität in bestimmten Bereichen und der Materialdicke

BAUMWOLLE



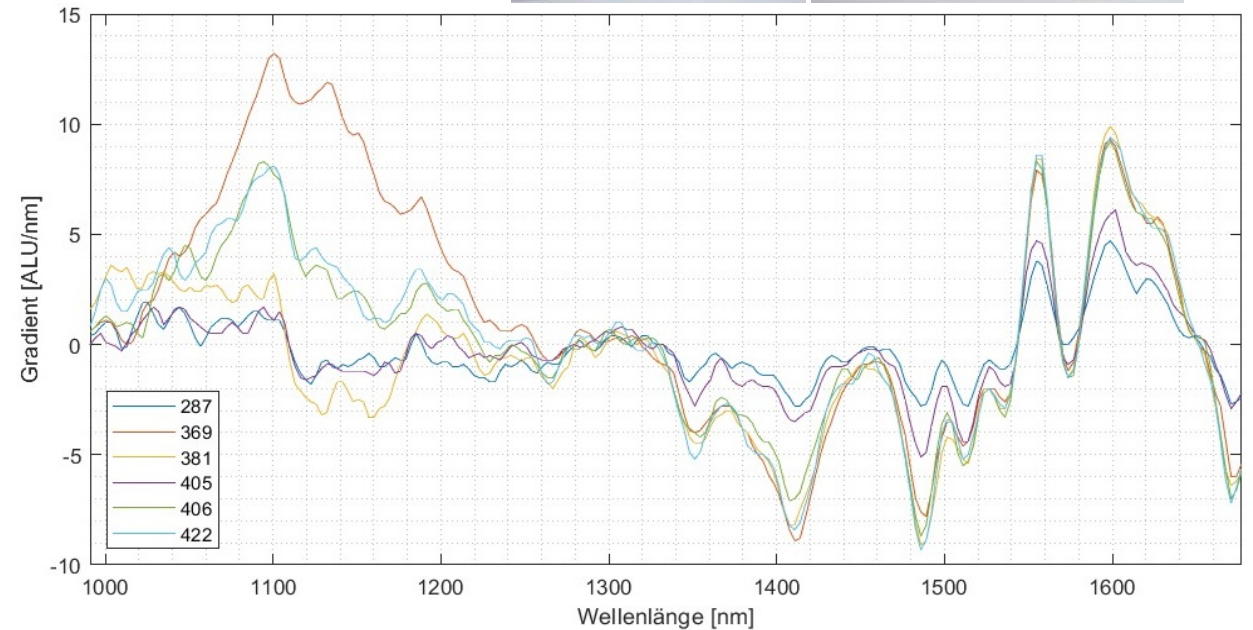
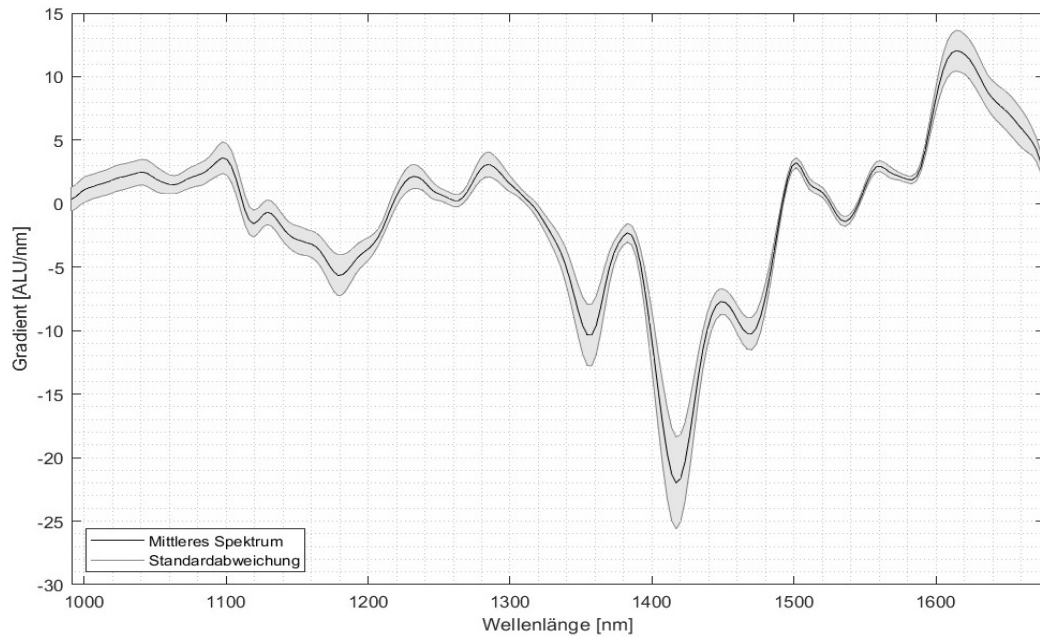
POLYESTER



AUSREICHENDE INTENSITÄT IST ESSENZIELL FÜR ERKENNUNG



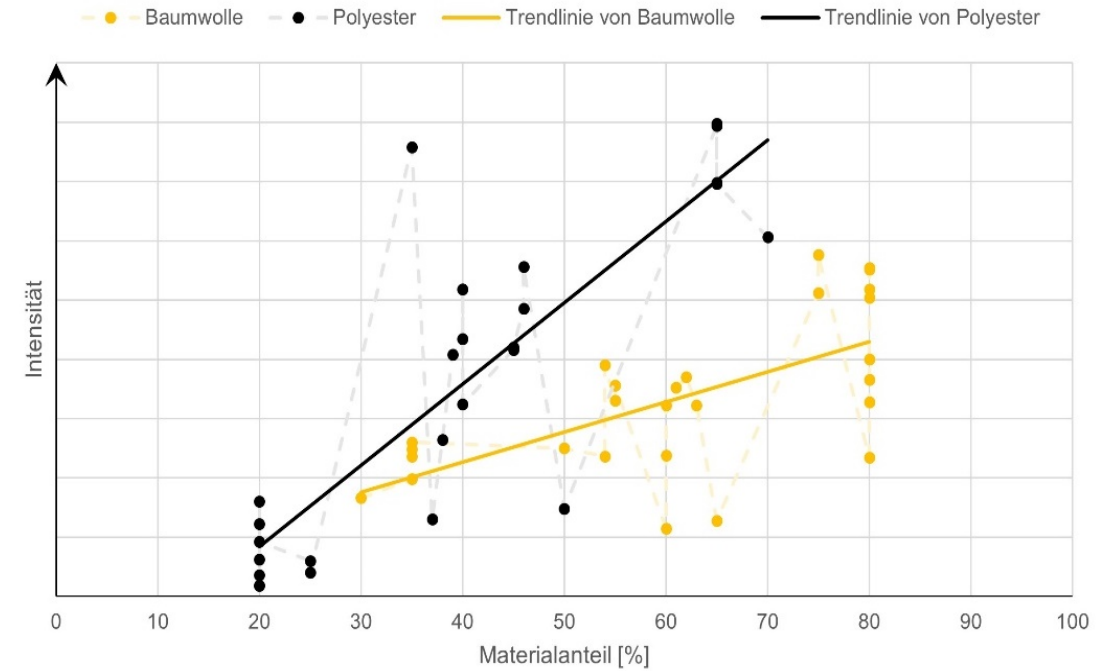
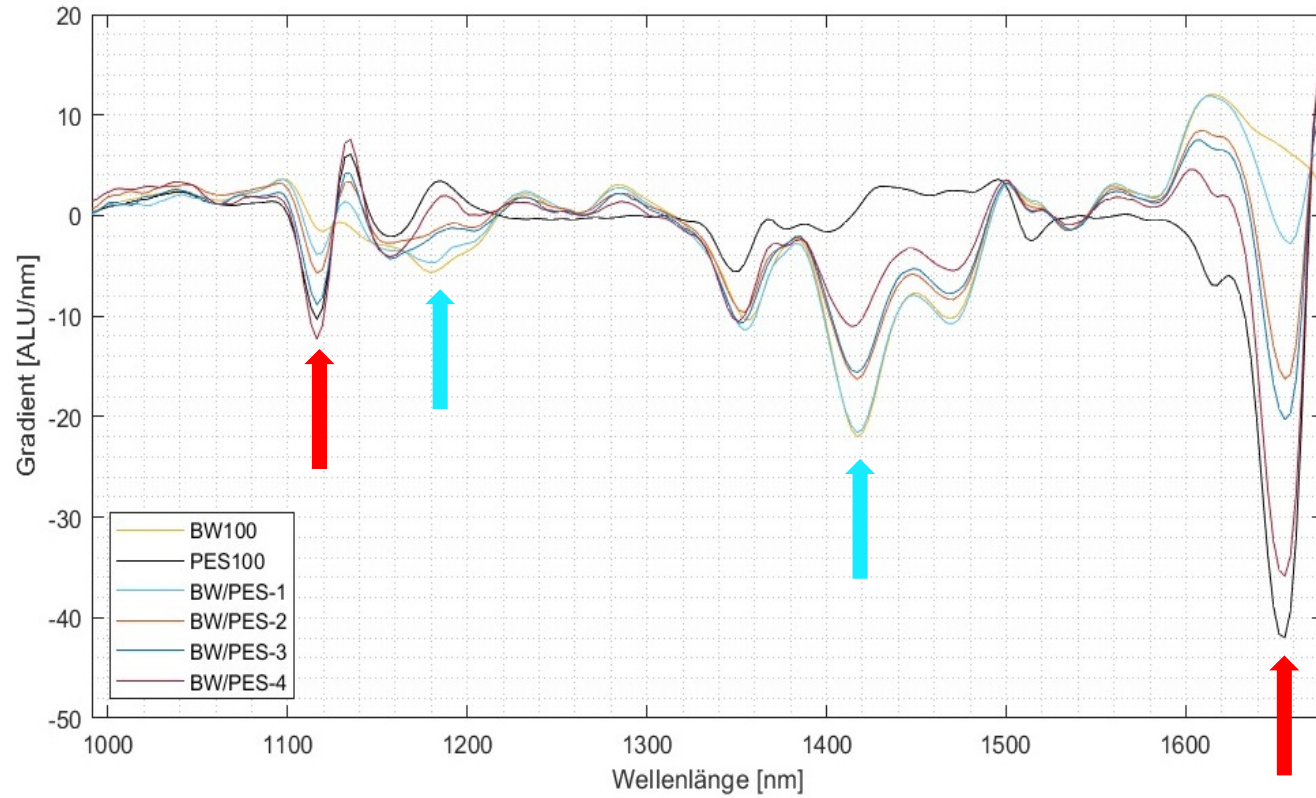
# MATERIALDICKE





# QUANTIFIZIERUNG VON MATERIALMISCHUNGEN

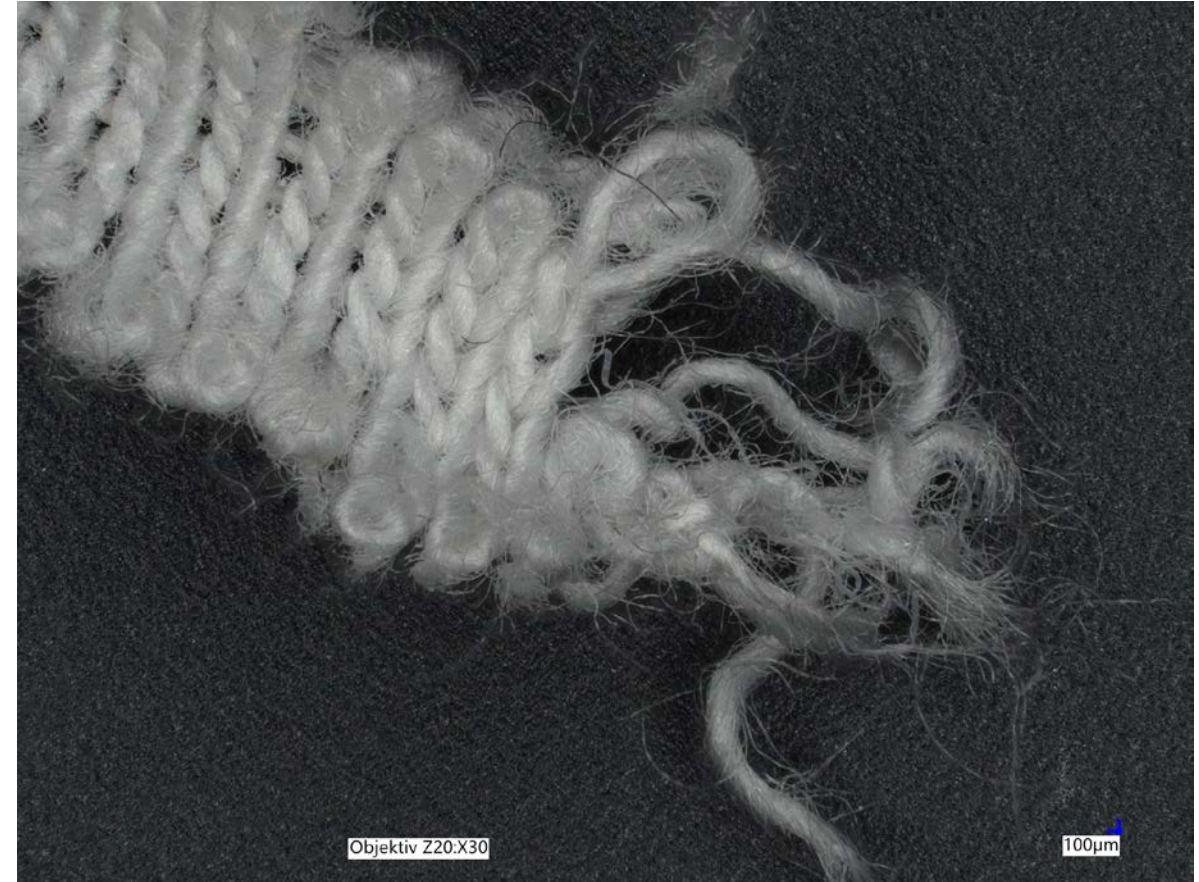
POLYCOTTON



# QUANTIFIZIERUNG VON MATERIALMISCHUNGEN

ELASTAN

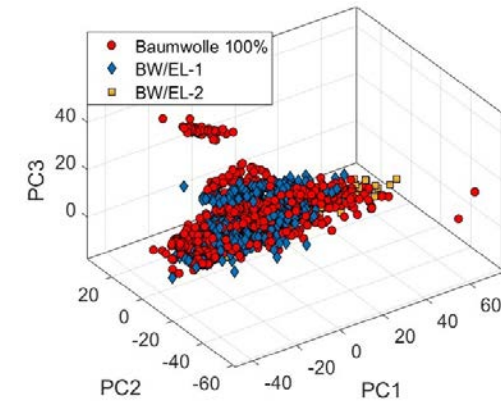
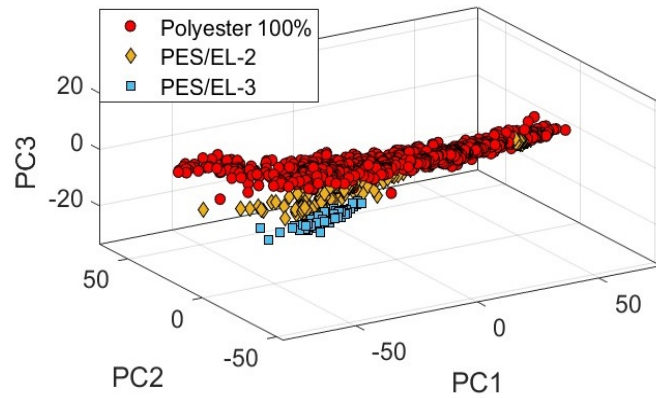
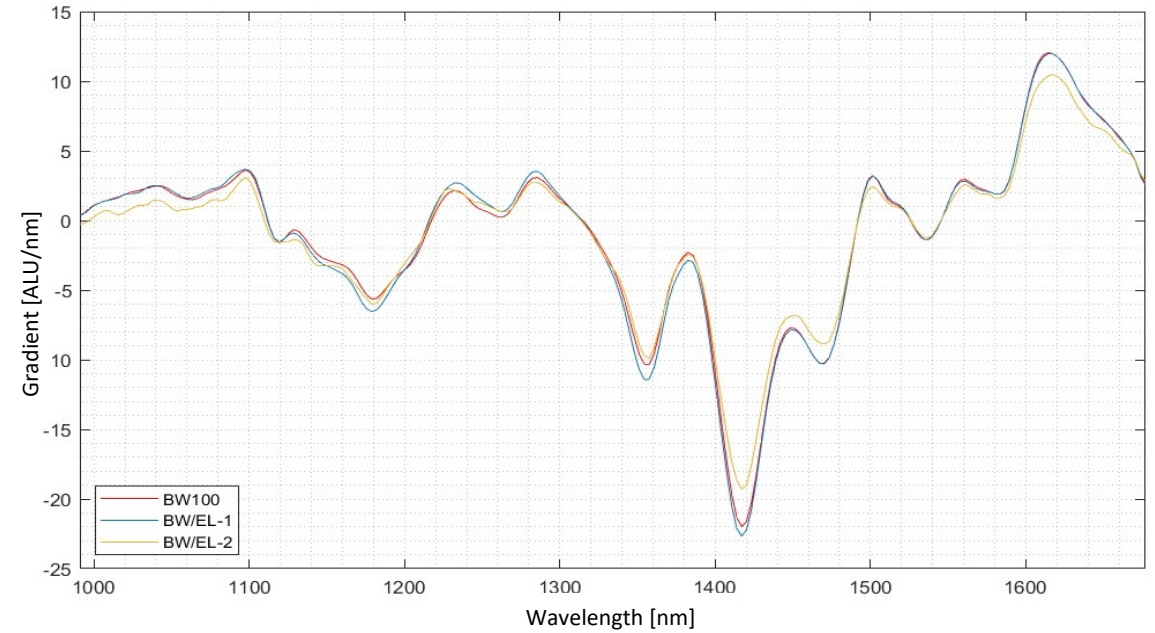
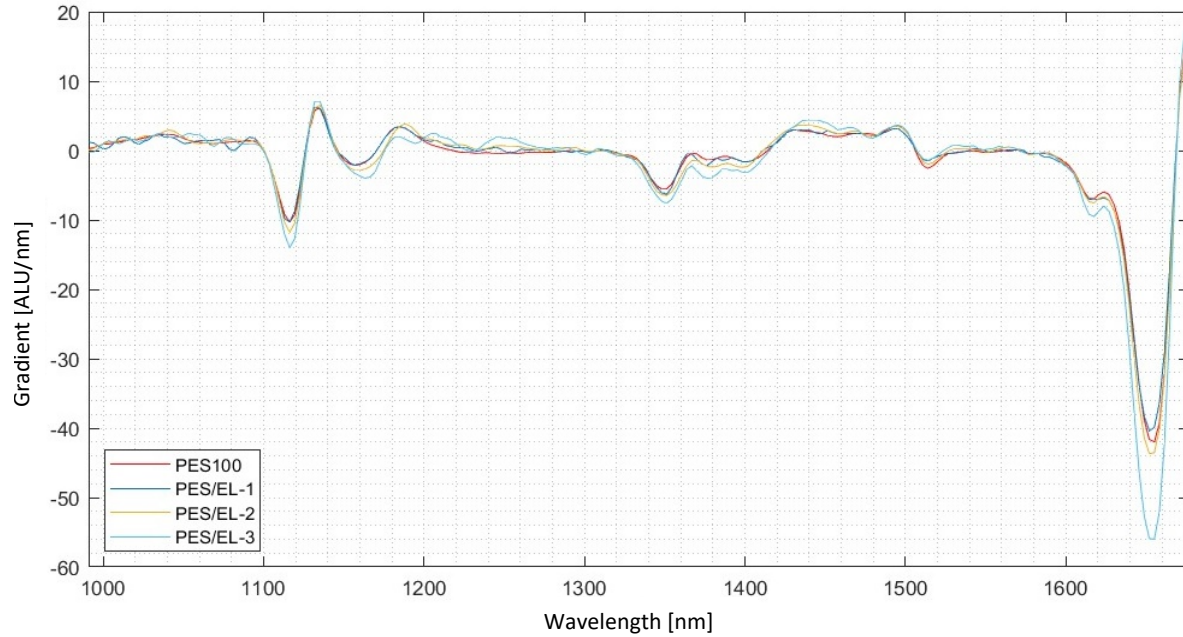
WIE ELASTAN IN DIE FASERN EINGEARBEITET WIRD, HAT EINFLUSS AUF DIE IDENTIFIZIERUNG





# QUANTIFIZIERUNG VON MATERIALMISCHUNGEN

## ELASTAN

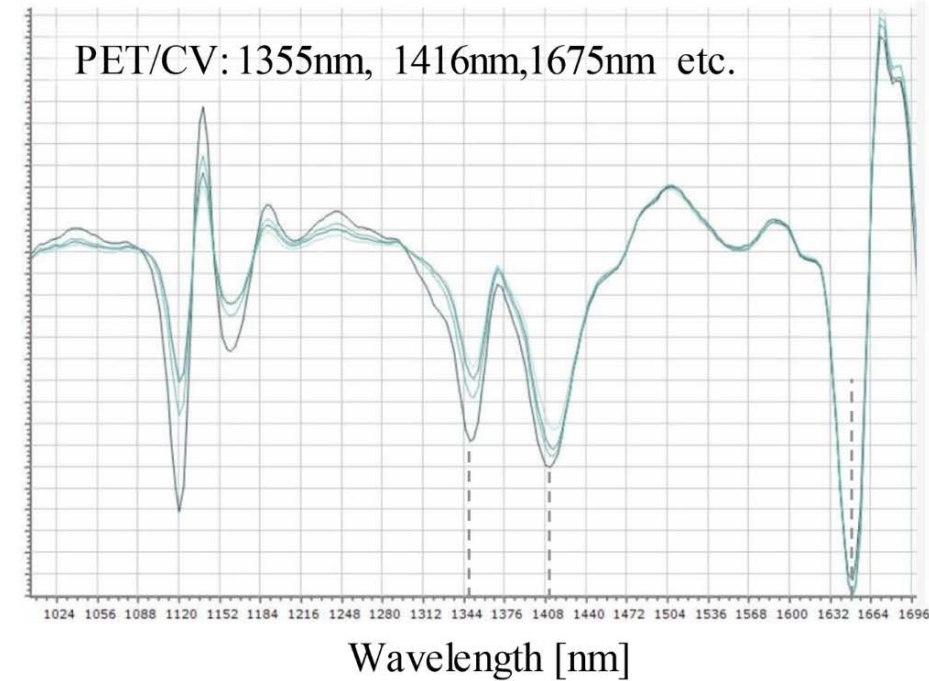




# FALTEN UND SCHATTEN



First derivative of the spectrum [-]



©Fibersort

# TEXTILKONSTRUKTION/STRUKTUR



©VidaXL.at



©Engelbert Strauss

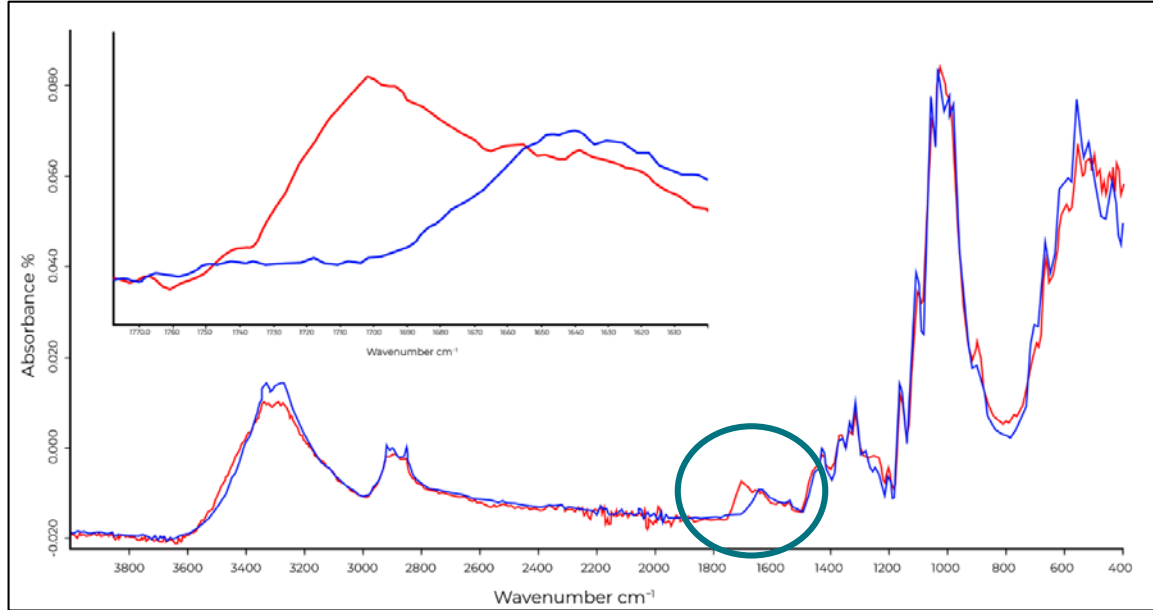


©NA-KD



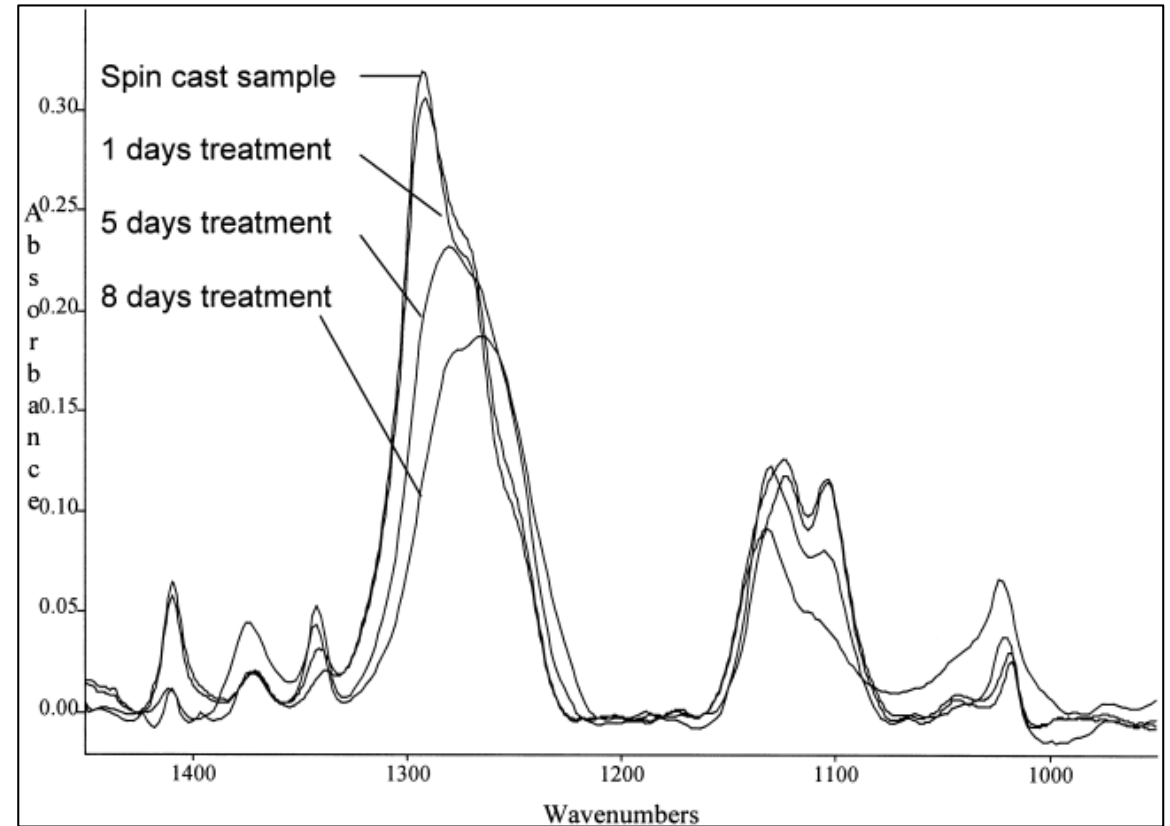
# ALTERUNG/ABBAU

## BAUMWOLLE



Quelle: Cura et al. 2021, Textile Recognition and Sorting for Recycling at an Automated Line Using Near Infrared Spectroscopy

## POLYESTER



Quelle: Sammon et al. 2000, An FT-IR study of the effect of hydrolytic degradation on the structure of thin PET films



# TEXTILVEREDELUNG

BESCHICHTIGUNGEN  
FUNKTIONIELLE  
VEREDELUNGEN

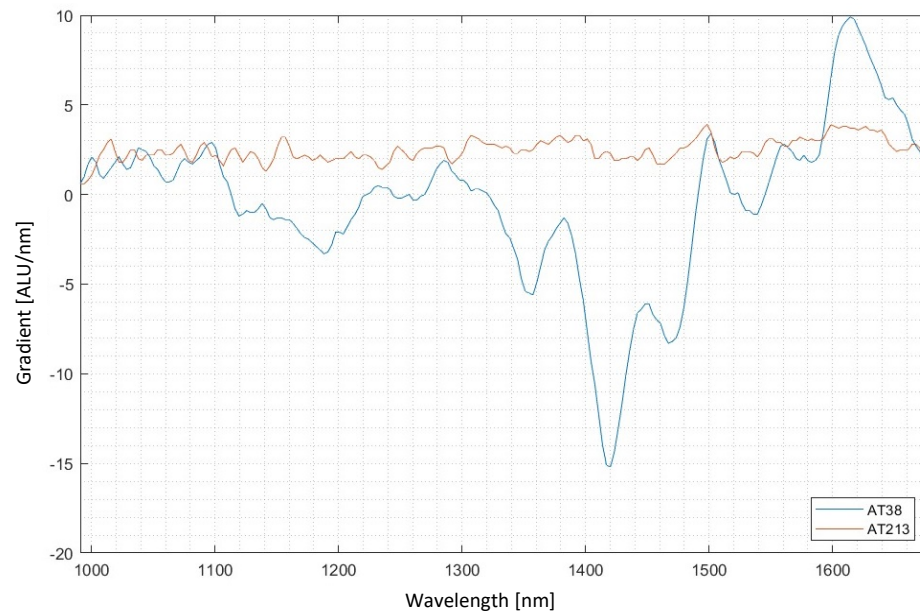


©BrunoCarboni

## MERCERISIERUNG

Zellulose 1 → Zellulose 2  
Baumwolle                      Viskose

# FARBE



**Besonders bei Jeans und grauen Alttextilien: 41% der untersuchten Jeans und 40 % der grauen Alttextilien ergaben zu geringe spektrale Informationen.**



# ACCESSOIRES

- sehr häufig (bei  $\geq 90$  % der Produkte),
- häufig (bei  $\geq 50$  % der Produkte),
- gelegentlich (bei  $\geq 10$  % der Produkte),
- selten (bei  $\geq 2$  % der Produkte) oder
- nur in Ausnahmen (bei  $< 2$  % der Produkte)

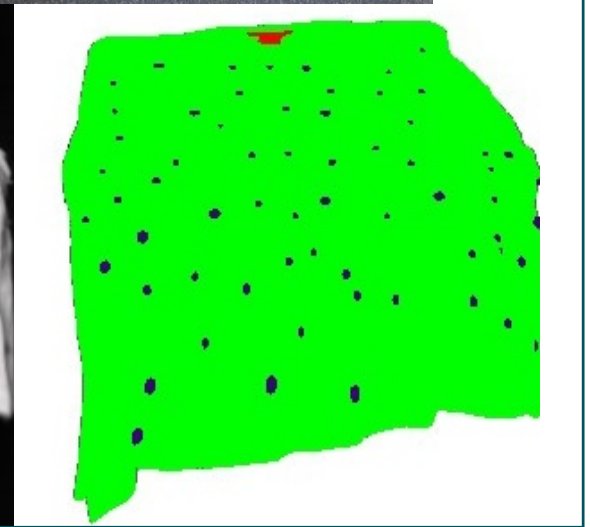
Tabelle 3: Primark, Damenmode – Häufigkeit des Auftretens von Bekleidungsaccessoires in unterschiedlichen Produktgruppen in %.

Produktkategorie	Cardigans	Pullover	Hoodies & Sweats.	Sweat-jacken	Jacken & Mäntel	Jogging-hosen	Hosen & Shorts	Jeans	Röcke	Kleider	Tops & T-Shirts	Blusen & Hemden	Blazer	Sport Oberteile	Sport Unterteile	Nacht Oberteile	Nacht Unterteile	BHs	Slips	socken
Produktanzahl	35	78	74	14	55	82	70	59	17	47	193	67	26	25	24	170	130	48	124	154
<b>Funktionelle Bekleidungsaccessoires</b>																				
Knöpfe	60,0	-	-	-	25,5	-	42,9	96,6	29,4	19,1	-	80,6	88,5	-	-	18,2	-	-	-	-
Druckknöpfe	-	-	-	-	40,0	-	-	-	-	-	6,2	4,5	-	-	-	0,6	-	-	-	-
Reißverschlüsse	-	1,3	2,7	100	67,3	-	64,3	96,6	82,4	2,1	-	-	-	16,0	-	-	-	-	-	-
Hakenverschlüsse	-	-	-	-	-	-	11,4	-	17,6	-	-	-	-	-	-	-	-	75,0	-	-
Klettverschlüsse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schnallen	-	-	-	-	3,6	-	11,4	-	5,9	-	-	-	-	12,0	-	-	-	-	-	-
Gummibänder	-	-	-	-	23,6	72,0	17,1	3,4	17,6	21,3	-	7,5	7,7	12,0	4,2	-	100	-	5,6	4,5
Kordeln	-	2,6	36,5	100	25,5	47,6	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	6,2	-	-	-
Kordelstopper	-	-	-	-	27,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ösen	-	-	13,5	14,3	32,7	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nieten	-	-	-	-	-	-	1,4	62,7	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Verstellriemen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	7,6	-	83,3	-	-
Einlagen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,0	-	-	-	68,8	-	-
<b>Modische Bekleidungsaccessoires</b>																				
Aufdrucke	-	-	62,2	-	1,8	19,5	-	-	-	-	19,2	-	-	60,0	70,8	22,9	10,8	-	-	1,2
Stickereien	-	-	5,4	-	1,8	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	12,4	-	-	-	8,4
Pailletten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strasssteine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	0,8	-
Perlen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lederbesätze	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spitzenbesätze	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	37,5	41,9	0,7
Farbbänder	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,6	9,7	-
Formbügel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,9	-	-
Label (Außenseite)	-	-	1,4	-	1,8	1,2	-	3,4	-	-	0,5	-	-	-	-	0,6	4,6	-	-	-





# ACCESSOIRES



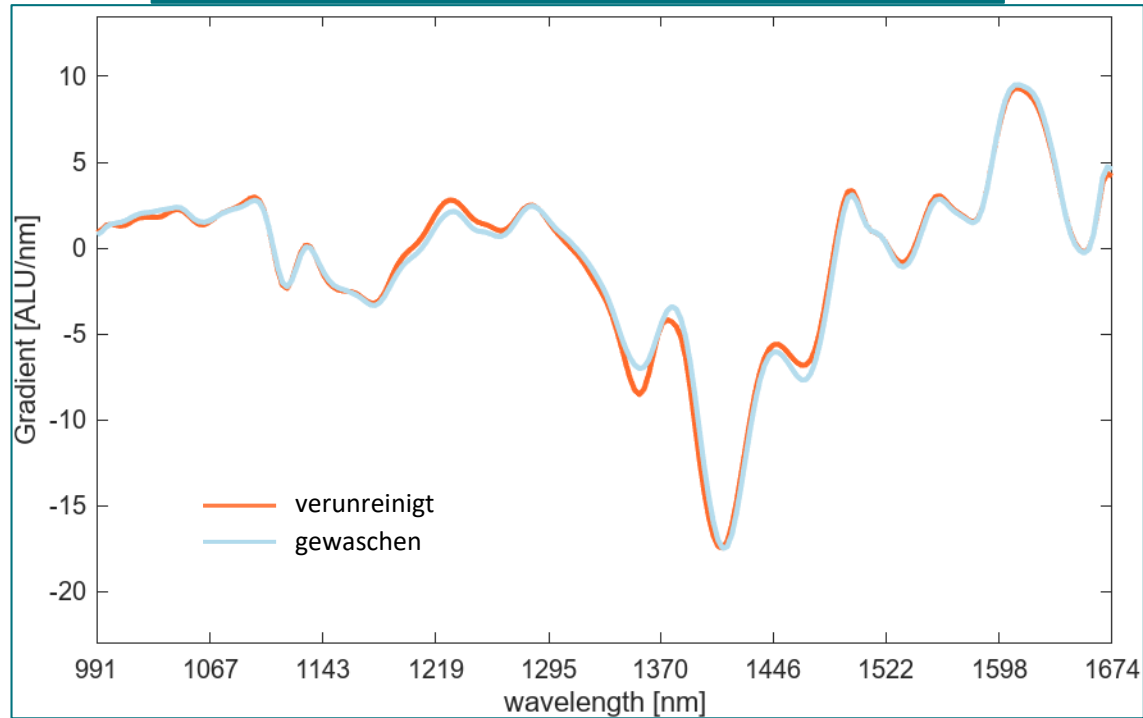
# KONTAMINATION

- **Zustand der Alttextilien** können sich auf die Erkennung mittels NIR ebenfalls negativ auswirken (z.B. Schmutzanhafungen, Feuchte, Schimmel)
- > 150 Textilstücke aus dem Restmüll
- **Waschversuche:**
  - Durchschnittlich 2,3 M.-% Verunreinigungen
  - MIN: 0,01 M.-%
  - MAX: 29,0 M.-%

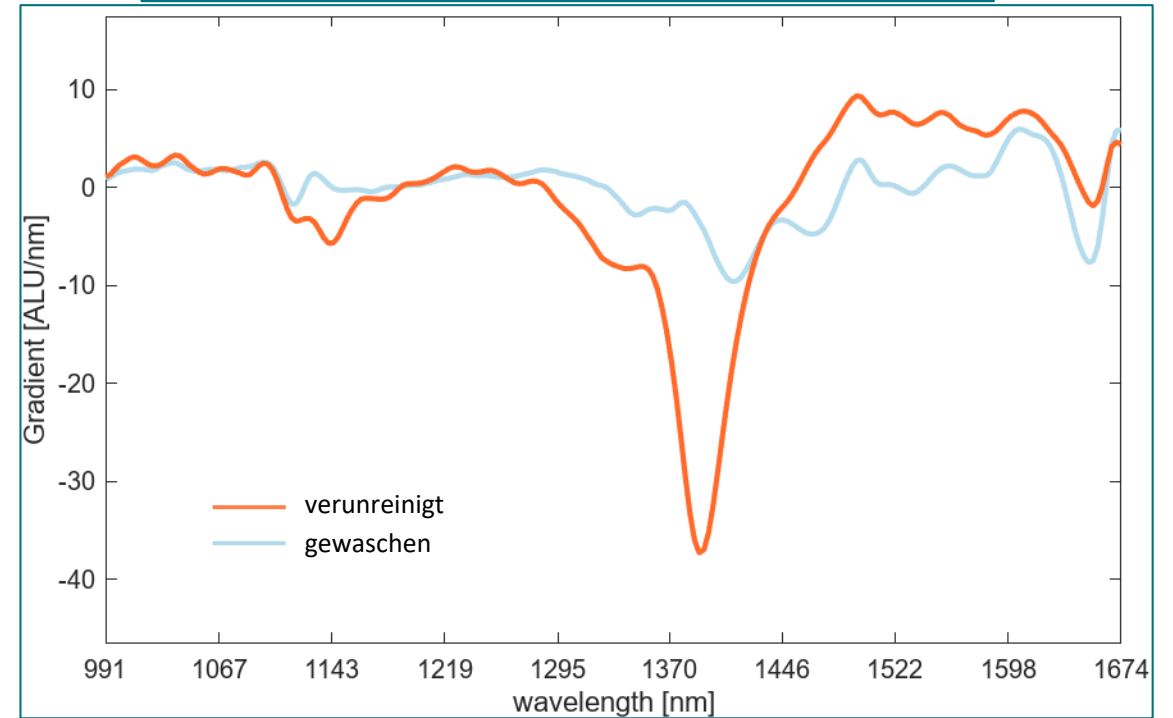


# KONTAMINATION

0,16 M.-% Verunreinigungen



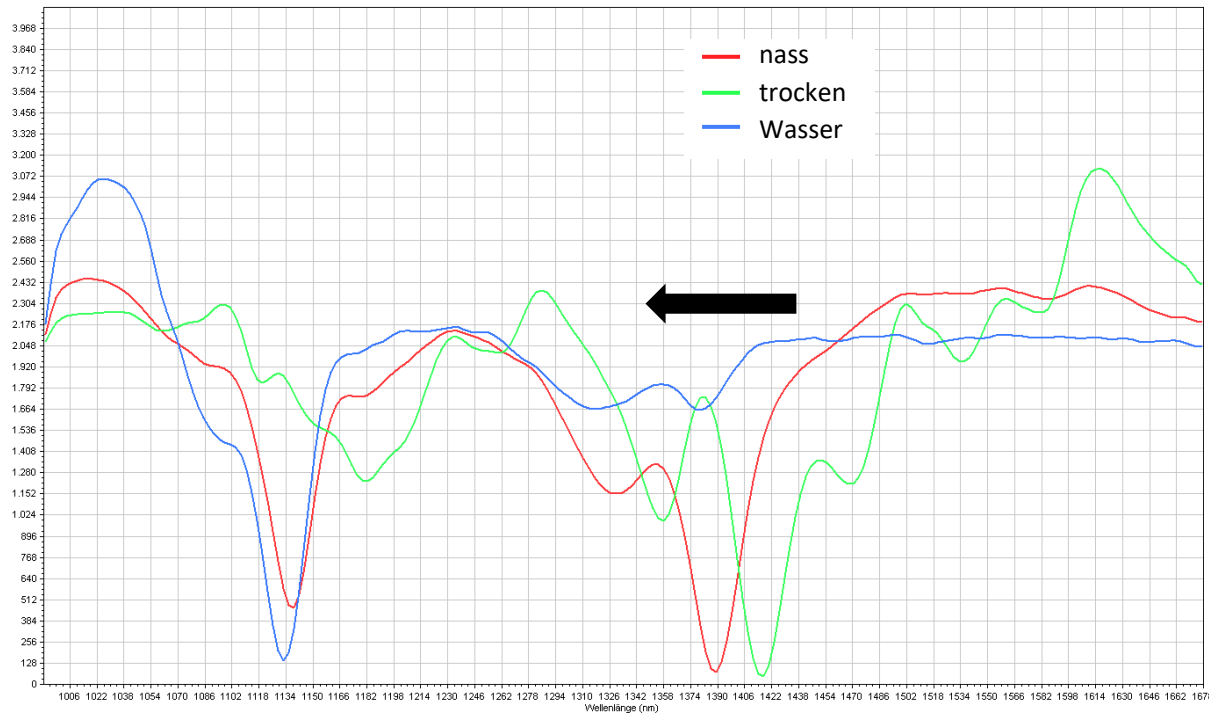
9,72 M.-% Verunreinigungen



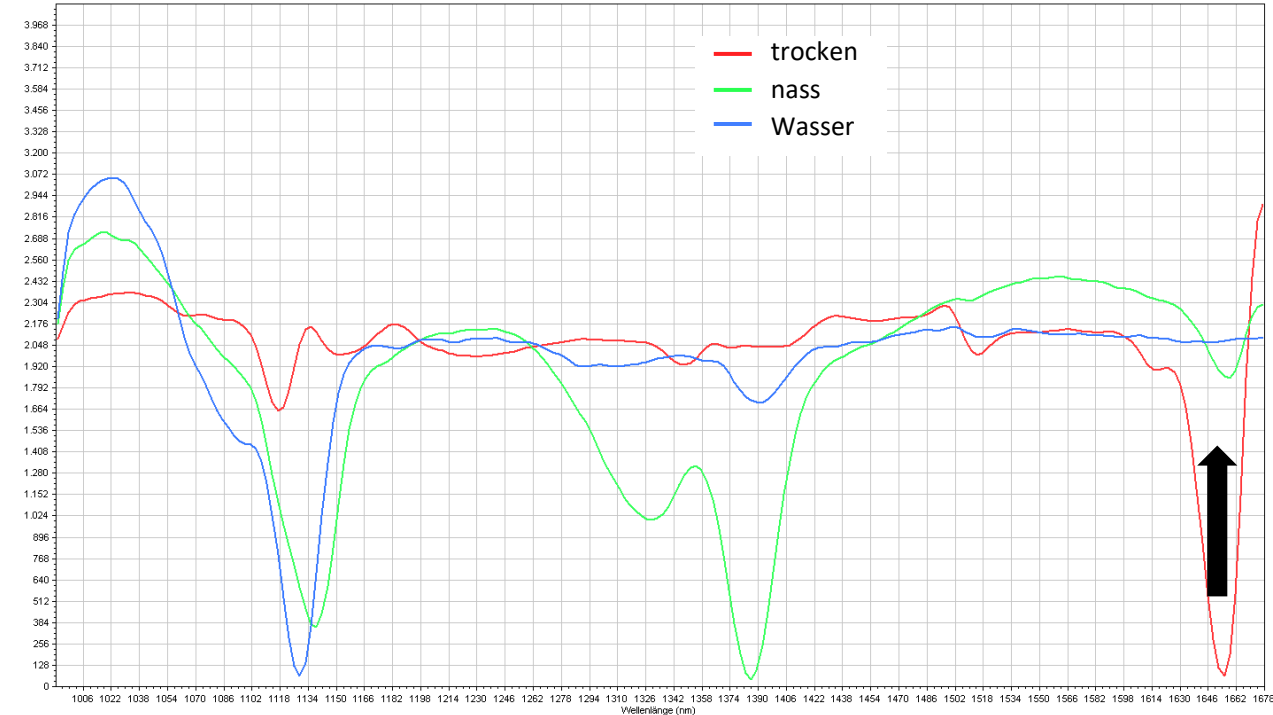


# FEUCHTIGKEIT

## BAUMWOLLE



## POLYESTER



EINDRINGTIEFE

MATERIALDICKE

QUANTIFIZIERUNG

FALTEN UND SCHATTEN

TEXTILKONSTRUKTION/  
STRUKTUR

ALTERUNG/ABBAU

TEXTILVEREDELUNGEN

FARBE

ACCESSOIRES

KONTAMINATIONEN

FEUCHTIGKEIT

Die  
Herausforderungen  
erschließen neues  
Potenzial für  
weitere  
Entwicklungen.

ZUSAMMENARBEIT IST NOTWENDIG



**Hana Stipanovic**

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und  
Abfallwirtschaft  
Montanuniversität Leoben

**hana.stipanovic@unileoben.ac.at**

avaw-unileoben.com



**Hana Stipanović**

Research Project Assistant  
and PhD Candidate at Montanuni...

