

QUALIVLIES

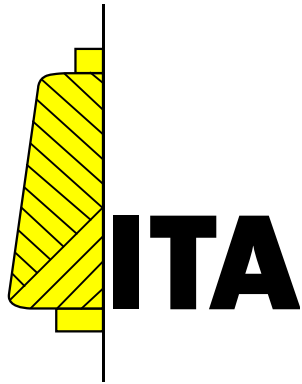
-

Kundenbezogene Qualitätssicherung in der Vliesherstellung

Tristan Tiedt¹, Tanja Kliezing¹, Mohit Raina¹, Gunnar Seide¹, Thomas Gries¹,
Hans Georg Geus², Michael Block², Markus Wüsch²

1 - Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University, Aachen (Germany)

2 - Reifenhäuser REICOFIL GmbH & Co. KG, Troisdorf (Germany)



RWTHAACHEN
UNIVERSITY


REICOFIL
Reifenhäuser Gruppe

Inhalt

- Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
 - Vliesstoffe am ITA
- Qualität von Vliesstoffen
- QualiVlies - Kundenbezogene Qualitätssicherung in der Vliesherstellung
 - Stand der Technik
 - Problemstellung & Ziel
 - Lösungsweg
 - Ergebnisse
- Fazit und Ausblick



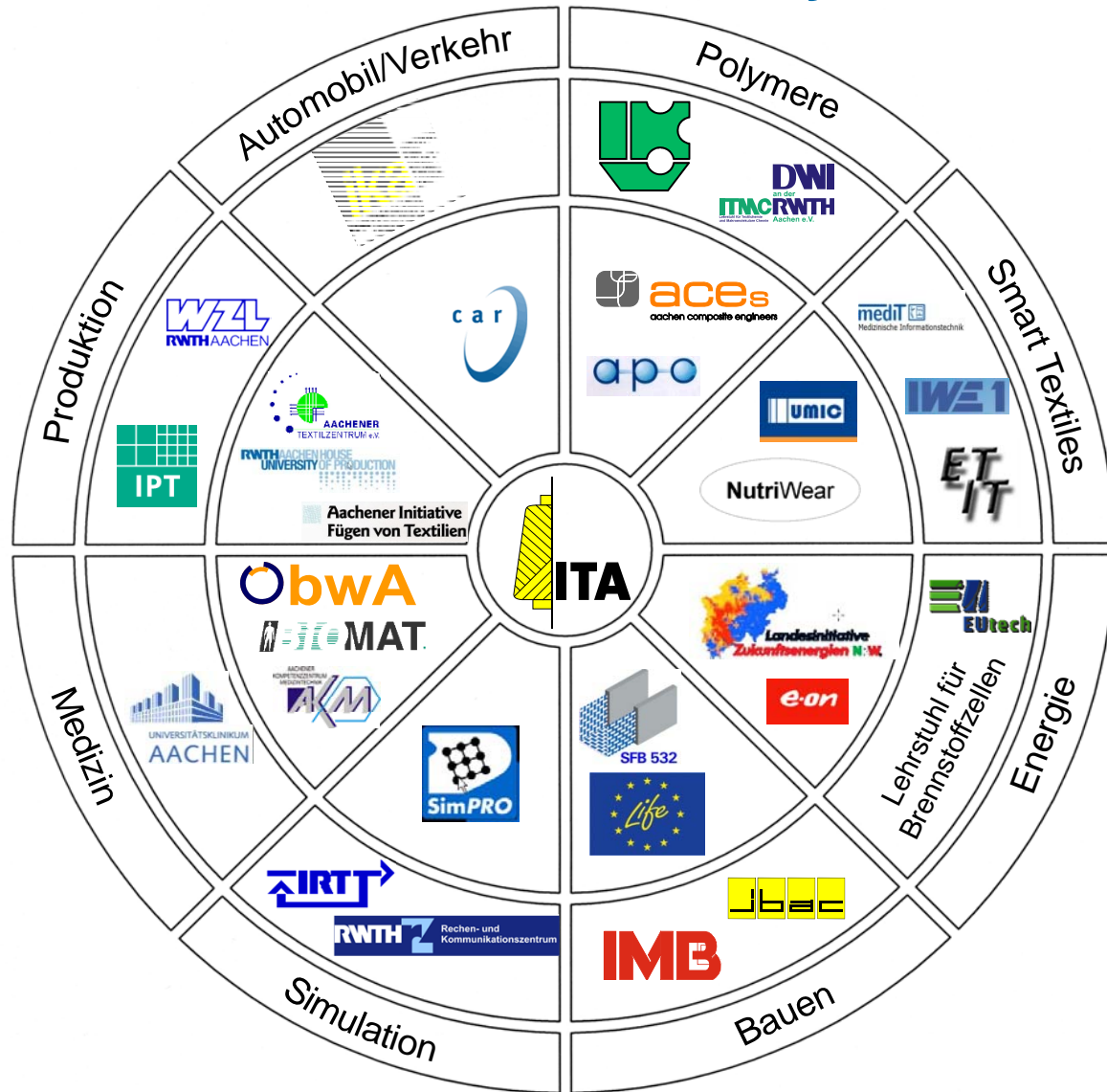
Das ITA im Netzwerk der RWTH Aachen University

RWTH Aachen University ist weltweit führend in:

- Produktionstechnologie
- Automobiltechnologie
- Polymer Forschung und Entwicklung

ITA ist Dienstleister für:

- Faserverarbeitung
- Garnherstellung
- Textile Flächenherstellung
- Produktentwicklung
- Produktionstechnologien



Kompetenzen & Tätigkeitsfelder am ITA



- Schwerpunkte:
- 75 % Produktentwicklung
 - 75 % Produktionstechnologieentwicklung

- Fachliche Breite:
- Textile Kette
 - vom Polymer
 - zum textilen Produkt

- Fachliche Tiefe:
- Simulation und Auslegung
 - Prozess und Maschine
 - Werkstoff und Werkzeug
 - Handling und Logistik, Recycling
 - Prüf- und Messtechnik, Qualitätssicherung

Funktionelle, ökonomische und ökologische Lösungskonzepte für

Medizin-
technologie

Bau-
ingenieur-
wesen

Smart
Textiles

Energie

Vliesstoff

Automobil

Kompetenzfelder der Abteilung Vliesstofftechnologie

Simulation

- **Computational Fluid Dynamics**
 - Luftströmungen
 - Partikelströmungen
 - Durchströmung von Textilien
 - Wärmeübertragung

Grundlagen

- **Recycling**
 - Hochleistungsfaserabfall
 - Maschinenanpassung
- **Maschinengestaltung**
 - Laborkrempel
 - Laborkalander
 - Stapelfaserschneider
- **Online-Qualitätssicherung**

Maschinen- und Verfahrensentwicklung

- **Verfahren**
 - Kardieren
 - Vliesherstellung
- **Maschinenentwicklung**
 - Komponentenentwurf
 - Konzeptentwurf
 - Fertigungszeichnung

Prozessanalyse und Messmethoden

- **Prozessanalyse**
 - Design of Experiment
 - Laser-Doppler-Anemometrie
 - Particle-Image-Velocimetry
 - High-Speed-Video Technik
- **Online- und Offline Messmethoden**
 - Druckmessfolien
 - Digitale Bildverarbeitung
 - Dielektrisches Messverfahren

Ausstattung der Abteilung Vliesstofftechnologie

Vorbereitung

- Ballenöffner Trützschler FBC
- Feinöffner Trützschler CVT3
- Uster MDTA3



Feinöffner Trützschler CVT3

Vliesbildung

- Karde Trützschler TC03
- Laborkrempel (Eigenentwicklung)
- Vliestonne (Eigenentwicklung, Aerodynamisches Verfahren)
- Bikomponenten Spinnanlage (Extrusion)
- Schmelzelektrospinnen (Herstellung von Nanofasern, DWI)



ITA-Laborkrempel

Vliesverfestigung

- Vernadelungsmaschine Dilo LMB 6
- Laborvernadelungseinheit (Eigenentwicklung)
- Laborkalander (Eigenentwicklung)



ITA-Laborkalander

Inhalt

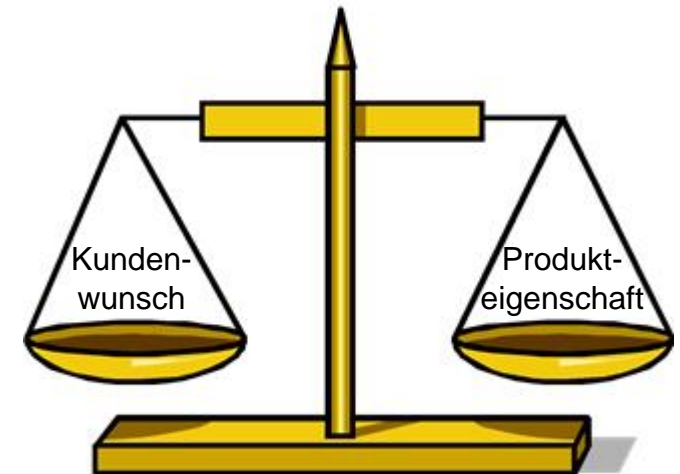
- Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
 - Vliesstoffe am ITA
- Qualität von Vliesstoffen
- QualiVlies - Kundenbezogene Qualitätssicherung in der Vliesherstellung
 - Stand der Technik
 - Problemstellung & Ziel
 - Lösungsweg
 - Ergebnisse
- Fazit und Ausblick



Qualität von Vliesstoffen - Definition des Qualitätsbegriffs

Was verbirgt sich hinter dem Begriff „Qualität“ ?

- „Qualitas“ lateinisch für „die Beschaffenheit“
- Im Rahmen des Qualitätsmanagements:
Qualität = Überschneidung von Kundenwünschen und
gelieferten Produkteigenschaften
- DIN EN ISO 9000:2005 definiert Qualität als:
„Vermögen einer Gesamtheit von Merkmalen eines
Produktes, Systems oder Prozesses zur Erfüllung von
Forderungen von Kunden und anderen interessierten
Partnern“



Qualität von Vliesstoffen - Objektive Qualität

- Qualität die mit Hilfe von objektiven Kriterien und Methoden bestimmt werden kann
- Ergebnisse werden in Form von rein wissenschaftlichen Größen wieder gegeben
- Subjektive Wahrnehmung der Kunden spielt innerhalb der Bestimmung der objektiven Qualität keine Rolle
- Zusammengefasst:
 - Die objektive Qualität ist sachlicher Natur.
 - Sie wird nicht von Gefühlen des Betrachters beeinflusst.
- Beispiele für objektive Vliesstoffmerkmale:
 - Flächengewicht
 - Dicke
 - Bubble-Point

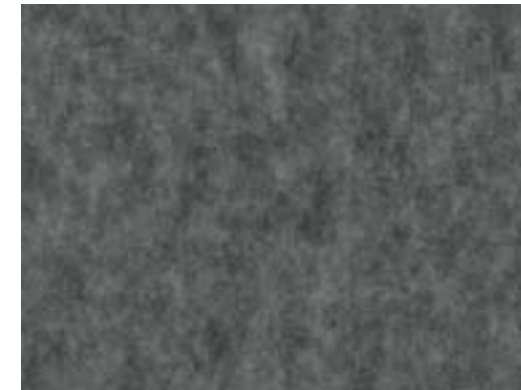


Qualität von Vliesstoffen - Subjektive Qualität

- Subjektive Qualität entspricht dem individuellen Empfinden des Betrachters.
- Vorstellungen und eigene Urteile prägen das subjektive Qualitätsempfinden maßgeblich.
- Bestandteile der visuell wahrgenommenen Informationen:
 - Helligkeit
 - Farbe
 - Struktur
 - Wolkigkeit
 - Streifen



Welches Vlies ist subjektiv „besser“?



Inhalt

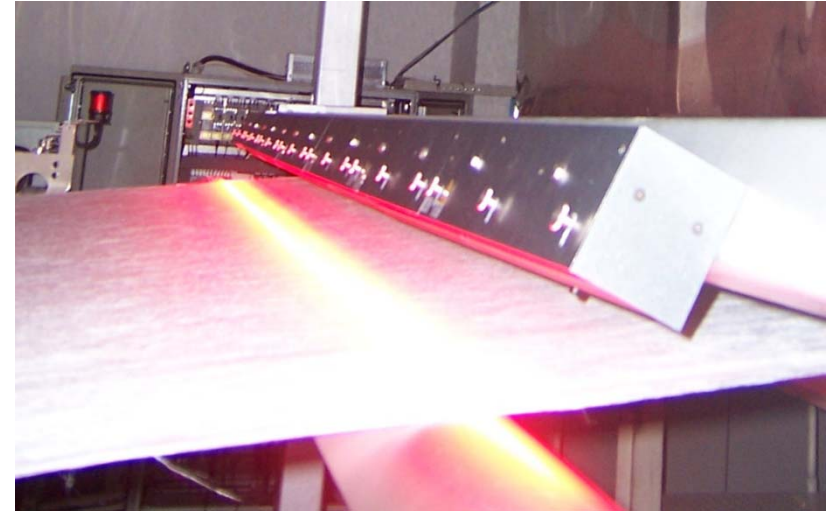
- Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
 - Vliesstoffe am ITA
- Qualität von Vliesstoffen
- QualiVlies - Kundenbezogene Qualitätssicherung in der Vliesherstellung
 - Stand der Technik
 - Problemstellung & Ziel
 - Lösungsweg
 - Ergebnisse
- Fazit und Ausblick



QualiVlies - Stand der Technik

- Qualitätsüberwachungssysteme sind in der Vliesherstellung nicht mehr wegzudenken.
- Online-Systeme werten die Qualität der Vliesbahnen in Echtzeit aus
- Zeitnahes Stoppen der Produktion bei zu großen Qualitätsdefiziten

- Analyse der Qualitätsmerkmale vermehrt auch durch Bildverarbeitung
 - Optische Inspektionssysteme
 - Erkennung von subjektiven Fehlern durch Bildanalyseverfahren



Optisches Inspektionssystem für Vliesstoffe

QualiVlies - Problemstellung & Ziel

Problemstellung

- Fehler wie Löcher, Fremdpartikel etc. können in Vliesstoffbahnen problemlos bestimmt werden.
- Technisch einwandfreie Vliesstoffe werden dennoch teilweise nicht vom Kunden akzeptiert.
- Kundenwahrnehmung von Vliesstoffen ist kein Teil von aktuellen Inspektionssystemen.

Ziel

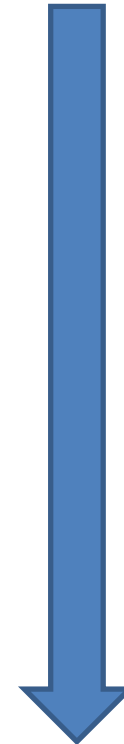
- Objektives Bewertungssystem, das die subjektive Qualität von Vliesstoffen vorhersagt



Manuelle Vliesbegutachtung an sog. Blackboard

QualiVlies - Lösungsweg

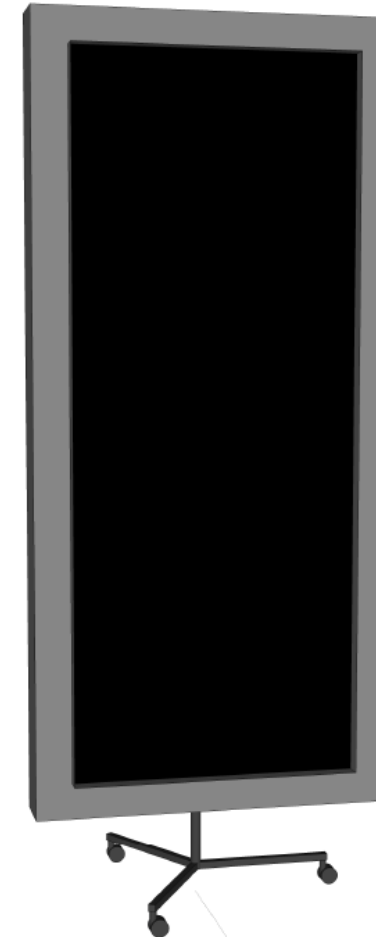
1. Bestimmung charakteristischer Vliesmerkmale
2. Erfassen der subjektive Qualitätsbeurteilung
 - Kundenbefragung in Showroom
 - Computerbasierte Kundenbefragung
3. Entwicklung einer Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung
4. Korrelation von subjektiver und objektiver Vliesbeurteilung



QualiVlies - Erfassen der Subjektive Qualitätsbeurteilung

Aufbau eines Showrooms für Vliesstoffe

- Entwicklung von speziellen Vliesbetrachtungseinheiten
- Sicherstellen der bestmöglichen visuellen Beurteilung der Vliesproben durch
 - Abgedunkelten Raum
 - Homogene Beleuchtung der Vliese
- Insgesamt 12 Betrachtungseinheiten mit unterschiedlichen Vliesstoffproben
- Einzeln steuerbare Beleuchtungen für jede Probe



Vliesbetrachtungseinheit

QualiVlies - Erfassen der Subjektive Qualitätsbeurteilung

Ablauf der Befragung im Fragebogen:

- Zunächst direkter Vergleich von je zwei Vliesen.

Ziel: Kennenlernen aller Vliese durch Probanden.

- Einteilung der Vliese in 3 Gruppen: gut – mittelmäßig – schlecht.
- Erstellung einer Rangfolge von 1-12 für alle Vliese.

Vliesoptik
Bewertungsbogen

Benennen Sie die vier besten und vier schlechtesten Proben.

Bestimmen Sie die vier besten und vier schlechtesten Proben bezüglich der Qualität .					
4 besten Proben		4 mittleren Proben		4 schlechtesten Proben	
Probe		Probe		Probe	
Probe		Probe		Probe	
Probe		Probe		Probe	
Probe		Probe		Probe	

Stellen Sie eine Rangliste aller Proben her.
(Tragen Sie die Proben A bis M ein.)

Proben **A bis M**

Vergleich der Qualität :	Probe
Platz 1 (beste Probe)	
Platz 2	
Platz 3	
Platz 4	
Platz 5	
Platz 6	
Platz 7	
Platz 8	
Platz 9	
Platz 10	
Platz 11	
Platz 12 (schlechteste Probe)	

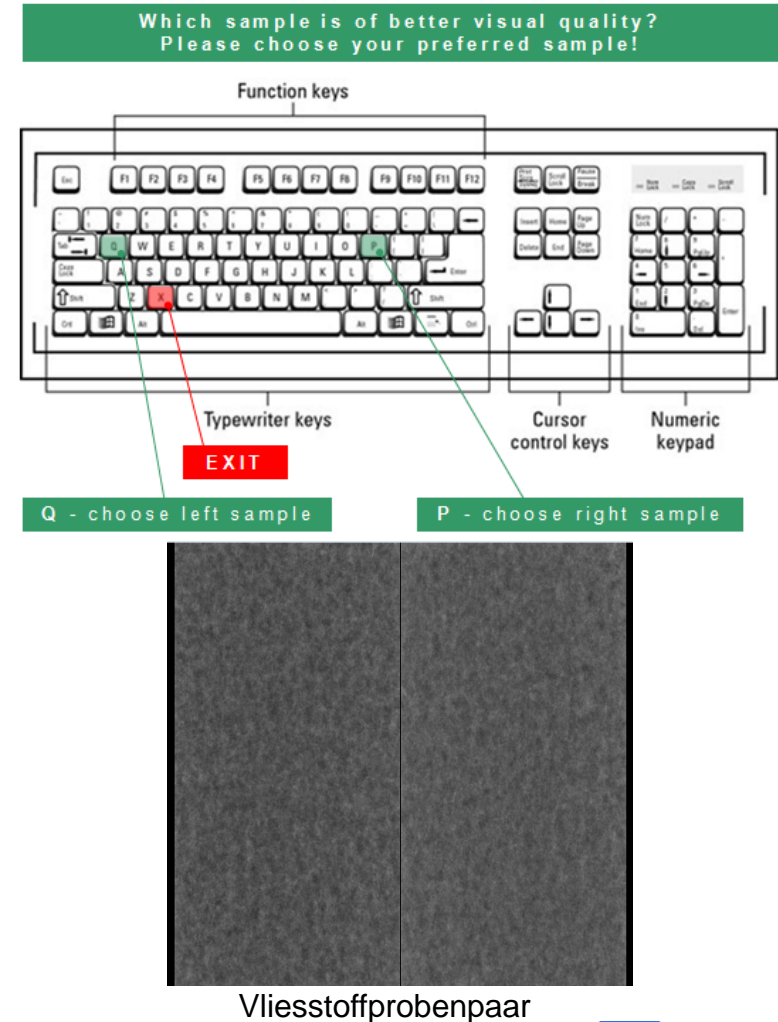
4

Bewertungsfragebogen

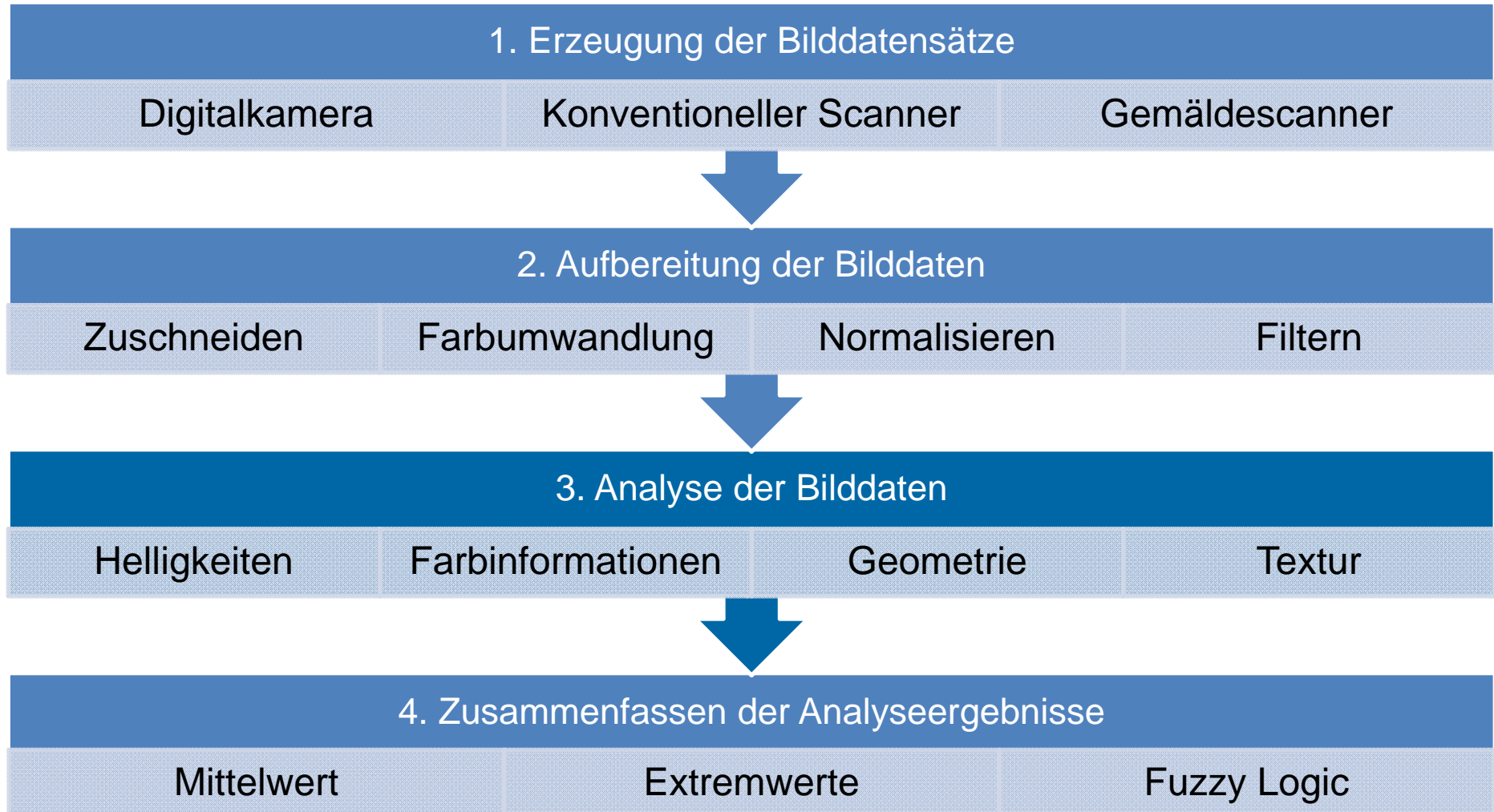
QualiVlies - Erfassen der Subjektive Qualitätsbeurteilung

Computerbasierte Bewertung

- Im Showroom gezeigten Vliesproben unverändert in ein Bewertungsprogramm integriert
- Methodik zur Bewertung der Vliese ist paarweiser Vergleich
- Probanden wählen aus zwei gleichzeitig angezeigten Vliesproben das subjektiv bessere aus
 - Keine direkte Rangfolge
- Insgesamt 66 paarweise Vergleiche
- Validierung des Verfahrens durch Kontrollgruppe mit 55 Probanden



QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung



QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung

1. Erzeugung der Bilddatensätze

Herausforderungen:

- Große Probenabmessungen (Ca. 80 cm x 200 cm)
- Mindestens gleiches Auflösungsvermögen des Aufnahmesystems wie ein menschlicher Betrachter
- Gleichmäßige Beleuchtungs- und Aufnahmebedingungen

Lösung:

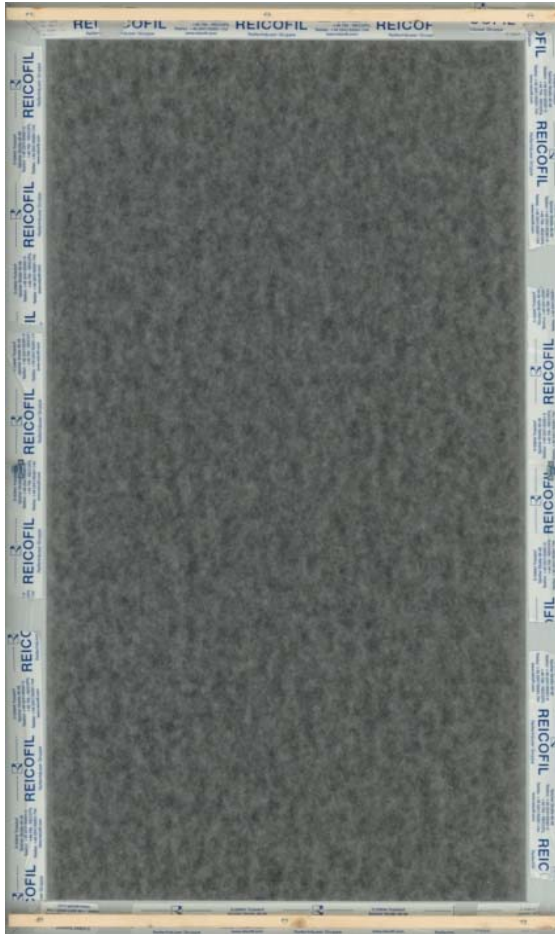
- Zusammenarbeit mit der FH Köln mit dem Ziel, die geeignetste Aufnahmetechnik zu ermitteln
- Aufnahme der Vliesbilder mit geeignetem GemäldeScanner



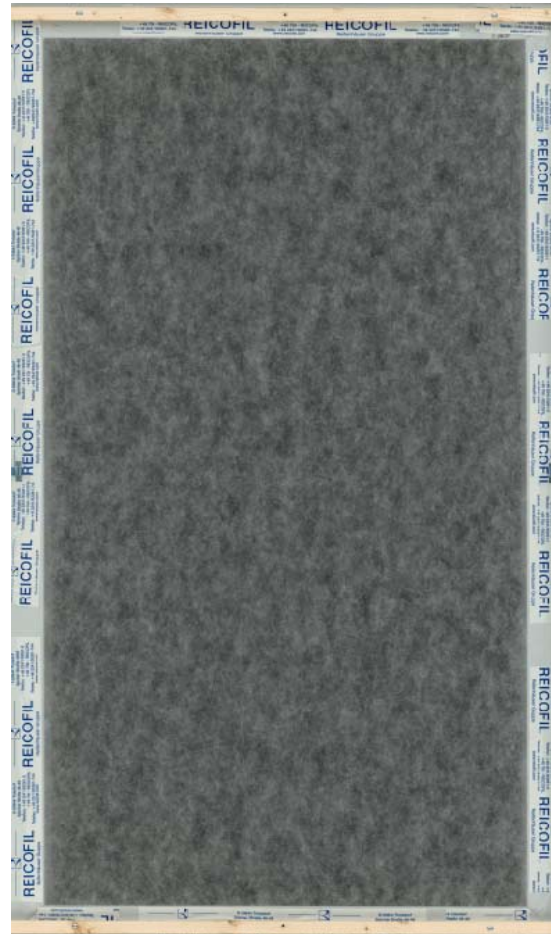
Großformatiger GemäldeScanner

QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung

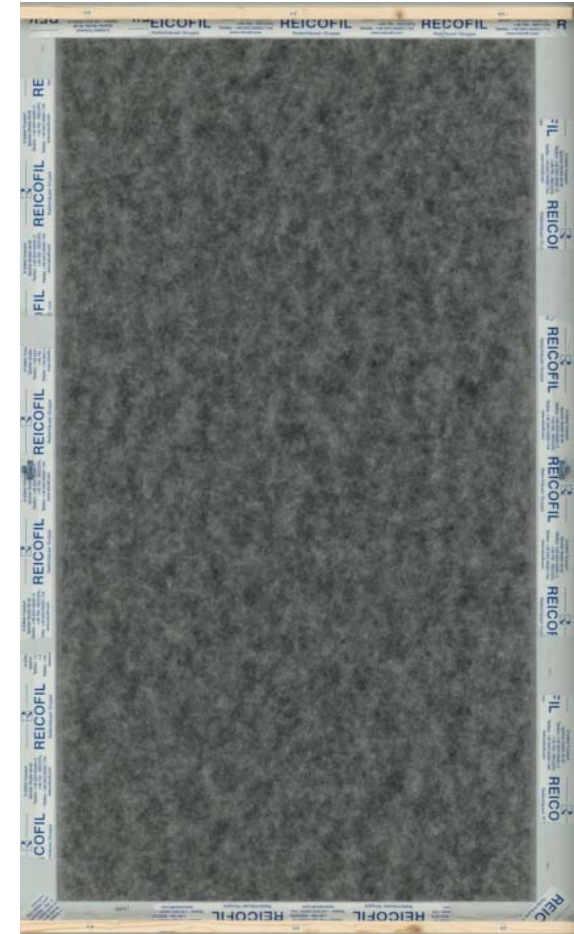
Beispiele für erfasste Vliesbilder (nach Wertung sortiert)



Probe mit hoher Wertung



Probe mit mittlerer Wertung

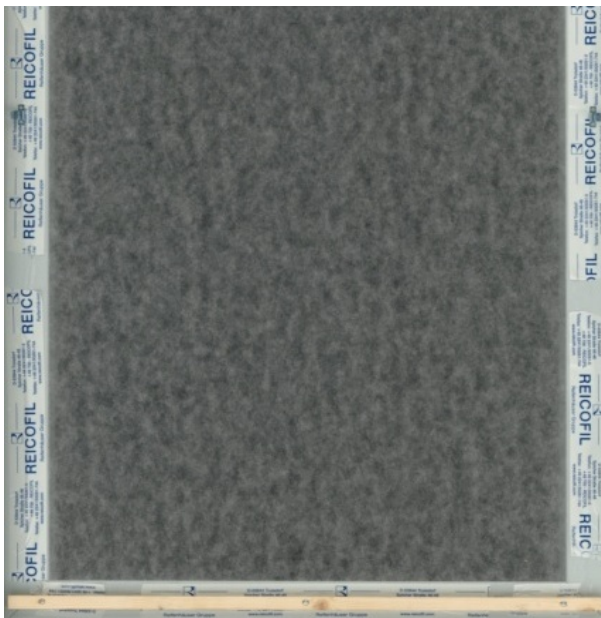


Probe mit niedriger Wertung

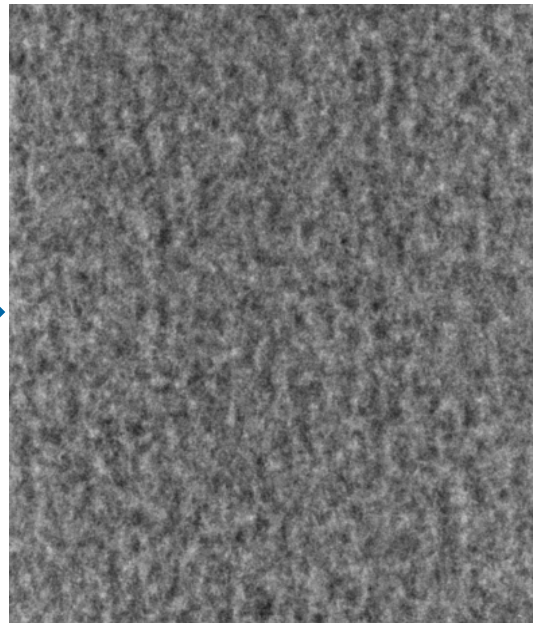
QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung

2. Aufbereitung der Bilddaten

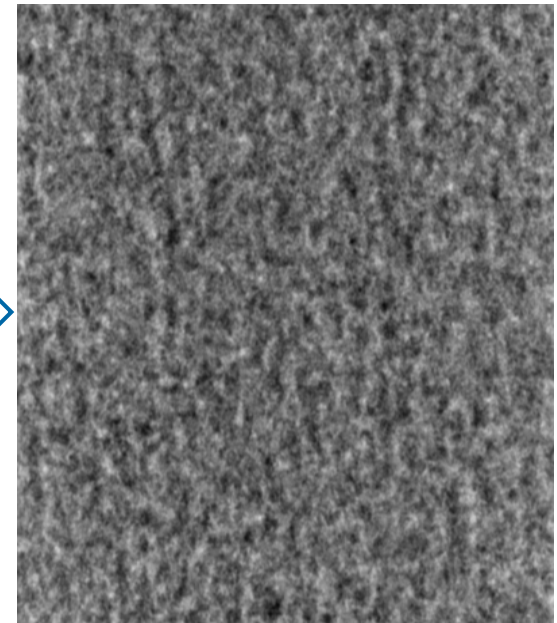
- Die wesentliche Strukturen der Vliesstoffe treten verstärkt hervor.
- Trotz Reduktion der Bilddaten um Faktor 3 (Farbumwandlung) tritt kein unzulässiger Informationsverlust auf.



Originalbild



Farbumwandlung & Normalisieren



Filtern (Gauß-Pyramide)

QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung

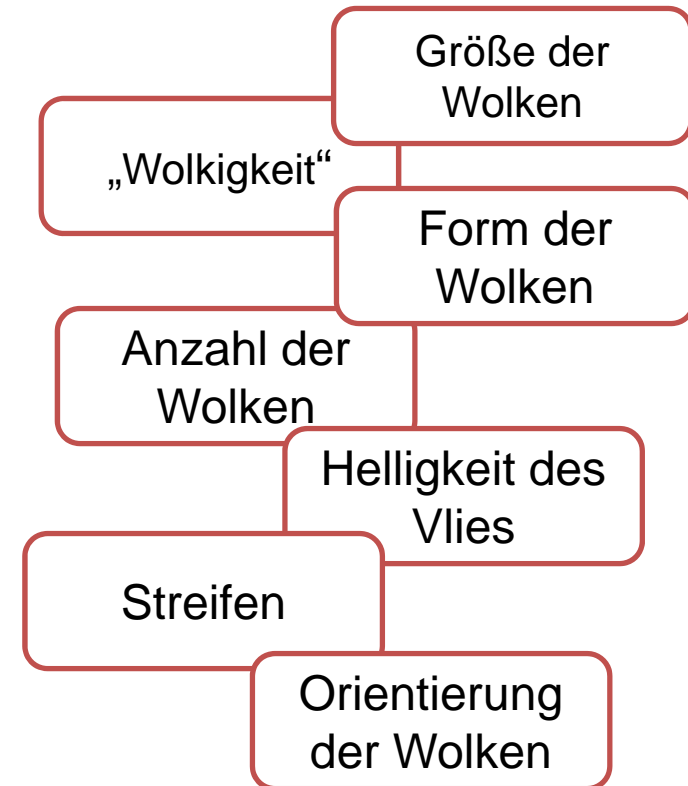
3. Analyse der Bilddaten

Zielsetzung:

- Extraktion von charakteristischen optischen Vlies-Merkmalen

Lösungsweg:

- Nutzung der Informationen aus Brainstorming und Fragebögen
- Nachbilden von wahrgenommenen Qualitätskriterien durch Bilderkennungsmethoden.
 - Texturanalyse
 - Morphologische Analyse



QualiVlies - Bildanalyse zur objektiven Vliesbeurteilung

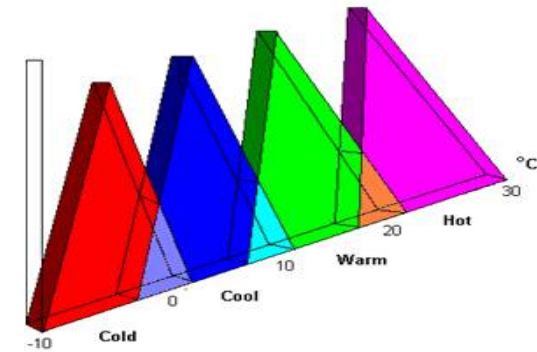
4. Zusammenfassen der Analyseergebnisse

Zielsetzung:

- Unterschiedliche Kennwerte aus der Bildanalyse zu einem charakteristischen Vliesmerkmal zusammenfassen

Lösungsweg:

- Getrennter Test der Korrelation für einzelne Analysekennwerte
- Ableiten von Fuzzy Regeln aus den Ergebnissen der Korrelation



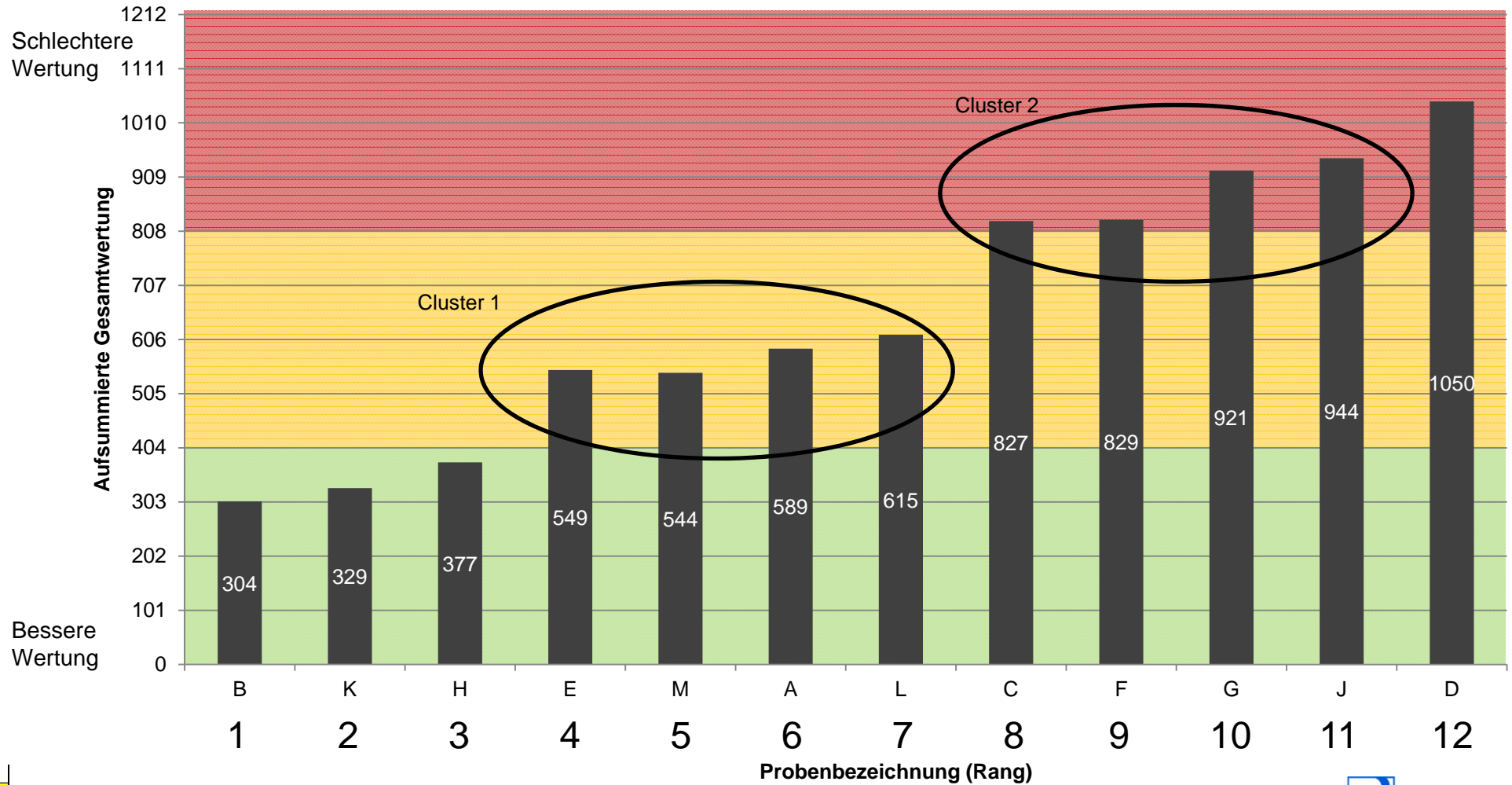
Fuzzy Logic (Quelle: ITA)

	Textur		Homogenität		Kontrast		Qualität
Regel 1	Hoch	UND	Hoch	UND	Niedrig	=	Hoch
Regel 2	Mittel	UND	Mittel	UND	Niedrig-Mittel	=	Mittel
Regel 3	Niedrig	UND	Niedrig	UND	Hoch	=	Schlecht

Auszug aus Fuzzy Regeln

QualiVlies - Ergebnisse

Gesamtranking der Vliesproben QualiVlies



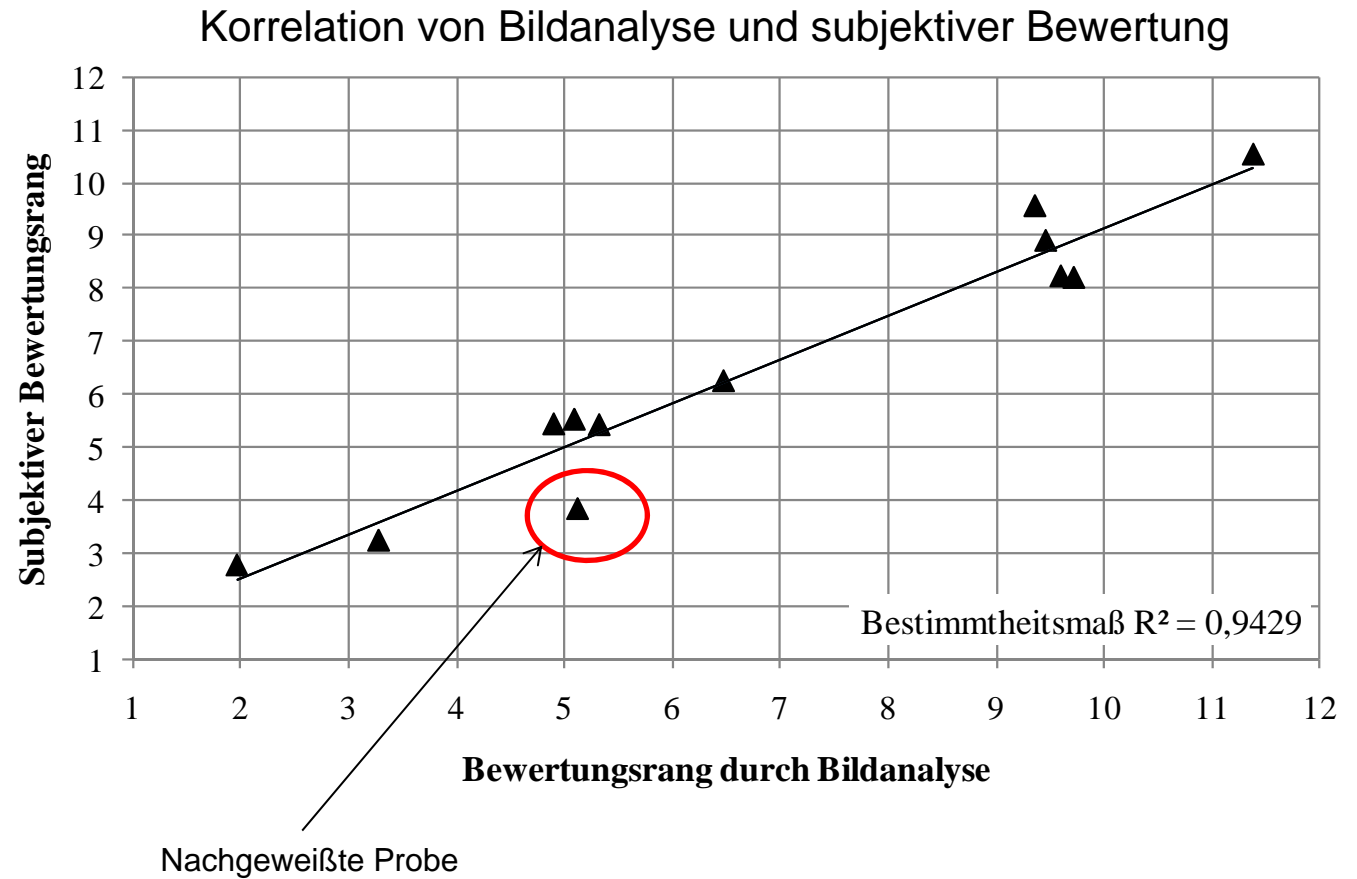
QualiVlies - Ergebnisse

Kennwerte aus Bildanalyse

Probe	Texturkennung 1	Texturkennung 2	Texturkennung 3	Verteilung
1	3,0481	6,6103	23,4528	6,7180
2	3,5571	4,8858	22,7198	8,0093
3	3,5540	4,8794	22,7462	8,0089
4	3,6357	4,8490	22,6191	7,9491
5	3,9618	4,7392	22,1880	7,7325
6	3,8221	4,6050	22,3694	8,1812
7	3,8269	4,5402	22,4185	8,3095
8	3,8530	4,3609	22,2941	8,2746
9	4,3485	3,9622	21,7372	8,7277
10	4,5702	3,8453	21,4625	8,7437
11	5,3359	3,1347	20,8298	9,9526
12	6,7510	2,6322	19,7434	10,5255

QualiVlies - Ergebnisse

- Direkter Vergleich von gemittelten Bewertungsrängen durch Probanden und durch Bildanalyse
- Gute Übereinstimmung der Bewertungsränge (R^2 von 0,94)
- Größte Abweichung bei nachgeweisster Probe mit TiO_2



Inhalt

- Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
 - Vliesstoffe am ITA
- Qualität von Vliesstoffen
- QualiVlies - Kundenbezogene Qualitätssicherung in der Vliesherstellung
 - Stand der Technik
 - Problemstellung & Ziel
 - Lösungsweg
 - Ergebnisse
- Fazit und Ausblick



Fazit und Ausblick

- Die subjektive Qualität von Vliesstoffen lässt sich sicher erfassen.
- Die Integration der subjektiven Qualitätswahrnehmung in Qualitätssicherungssysteme ist möglich.
- Die geringen Rechenzeiten der verwendeten Bildanalyse qualifizieren das Verfahren für die Online-Auswertung.
- Durch die Verwendung von Fuzzy-Logik lassen sich weitere Analyse-Methoden ergänzen.
- Der Einfluss von unterschiedlichen Beleuchtungen bei Online-Bahnüberwachungssystemen auf die Analyseergebnisse wird in Zukunft untersucht.

Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung des ZIM-Projektes KF2497108KMO danken wir dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Die Förderung durch das BMWi erfolgt aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Außerdem möchten wir uns bei dem Projektpartner, der Reifenhäuser REICOFIL GmbH & Co. KG, für die positive Zusammenarbeit bedanken.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

