

Oberflächen-Berechnung von Filamentgarn

Die Motivation für die Durchführung dieser komplizierten und zeitaufwändigen Untersuchungen war auch die Aussicht auf eine weitere Durchdringung der sehr komplexen Wechselwirkungen zwischen Wischmittel-Filamenten, Objekt-Oberfläche und den beiden Kontaminanten (von derjenigen Objekt-Oberfläche und Wischmittel-Oberfläche) bei wischenden Reinigungsprozeduren zur Beseitigung einer Kardinal-Kontamination (z. B. Silikonöl) zu schaffen. In diesem Fall treffen also 3 chemische Komponenten auf 2 stofflich unterschiedliche Oberflächen.

Durch unsere Forschung und insbesondere durch die Anwendung des Rotations-Wischsimulators nach Labuda konnte experimentell gezeigt werden, dass organisch-filmische Oberflächen-Verunreinigungen durch HiTech-Reinigungs-Tücher mit feineren Filamenten und höherer Maschenzahl sehr viel schneller und effektiver entfernt werden können, als dies bei gröberen textilen Konstruktionen der Fall ist. Dies erlaubt dem Anwender in vielen Fällen, filmische Verunreinigungen von hochempfindlichen Objekt-Oberflächen wie beispielsweise optischen Gläsern, Sensoren oder Displays ohne den Einsatz von Lösungsmitteln zu entfernen, was ein großer Vorteil sein kann.

Wir hatten angenommen, dass die bessere Reinigungs-Wirkung fein strukturierter Tücher darauf zurückzuführen ist, dass bei dünneren Filamenten und höherer Maschenzahl auf gleicher Fläche bei einer Wischprozedur wesentlich mehr Filamente mit der Objekt-Oberfläche in Kontakt kommen. Zudem haben wir erwartet, dass das Volumen der Kapillare zwischen den Einzel-Filamenten im Garnstrang bei höherer Garnfeinheit abnimmt und hierdurch eine Kapillar-Wirkung auf fließfähige Verunreinigungen wirkt, wenn diese mit dem Tuch in Kontakt kommen.

Generell bestehen in gestrickten HiTech-Reinigungstüchern zwei Arten von Kavitäten. Bei der ersten Art handelt es sich um die Kapillarbildenden Zwischenräume zwischen den einzelnen Gestricken-Maschen. Wir haben dafür die Bezeichnung Papillen- oder Maschen-Abstand etabliert. Die zweite Art Kavität tritt zwischen den einzelnen Filamenten eines Garnstrangs auf:

- Tuch-Kavität Typ A: Papillen-Abstand. Abstand zwischen den einzelnen Maschen des gestrickten HiTech-Reinigungstuchs
- Tuch-Kavität Typ B: Mittlerer Filament-Abstand. Dabei handelt es sich um den statistisch verteilten Filamente-Abstand zwischen den Einzel-Filamenten eines Garnstrangs des gestrickten HiTech-Reinigungstuchs

In Tabelle 1 sind die beiden Kavitäts-Arten für die HiTech-Reinigungstücher Typ SONIT MDM und das wesentlich feinere Tuch Typ MICROWEB UDG aufgeführt. Man beachte, dass der mittlere Filament-Abstand bei lediglich einigen hundert Nanometern liegt. Hierdurch kann vermutlich eine starke Kapillar-Wirkung auf flüssige Verunreinigungen erreicht und zudem auch sehr kleine Partikel abgereinigt werden, wenn: und das ist die Bedingung - die Oberfläche der Polyester- bzw. Polyamid-Filamente hydrophil eingestellt ist.

Ist die Querschnitts-Geometrie der Filamente erst einmal bekannt, kann die Gesamt-Oberfläche aller Filamente eines jeden Prüflings errechnet werden. Wie in Tab. 2 dargestellt, hat die Feinheit der Filamente einen sehr großen Einfluss auf die Gesamt-Oberfläche.

Diese Untersuchung lässt sich zudem auf Mehrweg-Reinraum-overalls auf Polyester-Basis erweitern. Wie in Abb. 2 ersichtlich, handelt es sich dabei um eine andere textile Konstruktion als bei HiTech-Reinigungstüchern. Dies ist dadurch begründet, dass durch das eng gewebte Textil eine

Barriere-Funktion für Kontaminations-Partikel geschaffen werden soll, die der Träger des Overalls unvermeidlich generiert. Gleichzeitig ist eine gewisse Gas-(Dampf-)Durchlässigkeit für die Gewährleistung des Trage-Komforts erforderlich. Es überrascht daher nicht, dass sich viele Filamente unmittelbar berühren und keine Kavitäten beobachtet werden können. Diese würden zudem die Wiederaufbereitung des Overalls erheblich erschweren.

Tab. 1: Tuch-Kavitäten der HiTech-Reinigungstücher Typ SONIT MDM und MICROWEB UDG.

Prüfling / Bezeichnung	Tuch-Kavität Typ A: Papillen-Abstand [µm]	Tuch-Kavität Typ B: Mittlerer Filament-Abstand [µm]
SONIT MDM	270,8	4,2
MICROWEB UDG	72,1	0,37

Tab. 2: Textile Parameter ausgewählter HiTech-Reinigungstücher (Hersteller codiert). Block II folgt zu Ende 2021.

Typ / Code	Anzahl der Gestricke-Maschen [Maschen/cm²]	Flächen-bezogene Masse [g/m²]	Tuch-Masse [g]	Filament-Durchmesser [µm]	Filament-Länge [m]	Filament-Oberfläche		
						[m²/g]	[m²]	
Vliesstoff-Tücher Block I	1-1	NA	60	3,289	12,1	2054	0,0238	0,0784
	1-2	NA	71	4,004	15,7	1667	0,0195	0,0779
	1-3	NA	120	5,032	19,5	1223	0,0149	0,0748
	1-4	NA	70	3,822	NA	NA	NA	NA
	1-5	NA	23	1,301	NA	NA	NA	NA
Gestrick-Tücher Block III	2-1	899	151	8,057	5,5*	19027	0,1215	0,9790
	2-2	645	173	9,812	6,1*	23211	0,1266	1,2419
	2-3	540	185	10,675	8,8*	12654	0,0328	0,3506
	2-4	400	265	14,278	7,2*	20521	0,0967	1,3806
	2-5	376	147	8,661	12,5	5116	0,0232	0,2008
Gestrick-Tücher Block IV	4-1	380	240	12,796	7,7*	15545	0,0909	1,1637
	4-2	375	140	6,676	18,7	1762	0,0155	0,1035
	4-3	341	135	6,859	16,8	2251	0,0173	0,1185
	4-4	297	134	6,700	16,2	2353	0,0179	0,1198
	4-5	225	130	6,334	19,6	1525	0,0148	0,0937

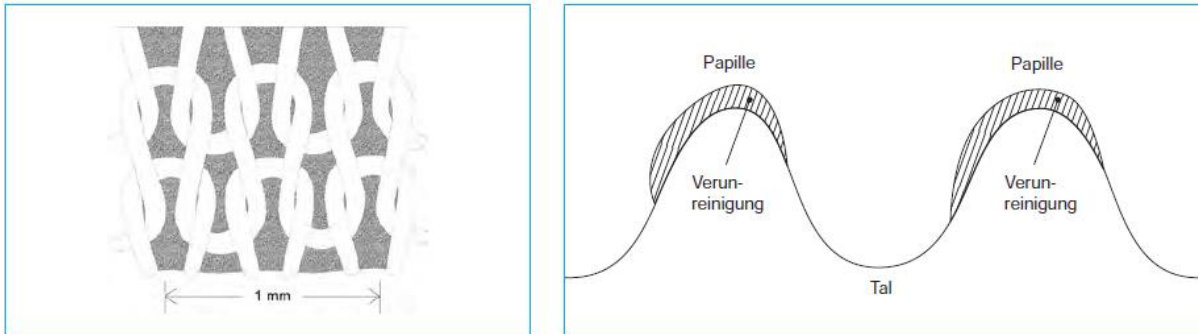


Abb. 1: Topografisch ausgebildetes Textil, geeignet für die Verschleibe- und Flüssigkeits-Adhäsion. Der wischende Reinigungs-Vorgang basiert für höhenviskose, schichtbildende Materialien auf einer adhäsiven Massen-Verschiebung durch ein topografisches textiles Gebilde. Für niederviskose Materialien und Fluids basiert er auf den Kräften der Kapillarität.

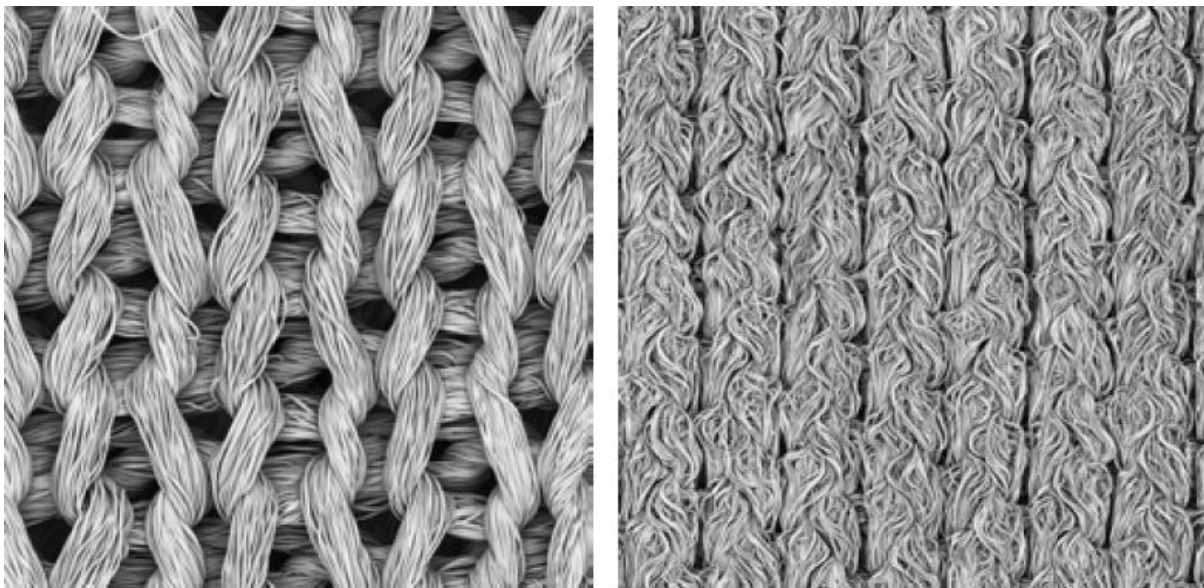


Abb. 2: Elektronen-mikroskopische Aufnahme der HiTech-Reinigungstücher Typ SONIT MDM (links) und MICORWEB UDG (rechts). Die Bildbreite beträgt jeweils 2,2 Millimeter.



Abb. 3: Elektronen-Mikroskopische Aufnahme der Filamente des HiTech-Reinigungstuchs Typ VISCOT (links), SONIT MDM (Mitte), Microweb UDG (rechts).



Abb. 4: Elektronen-Mikroskopische Aufnahme der Filamente eines Mehrweg-Reinraumoveralls (Bildbreite 537 μm).