

*Der Autor Win Labuda stellte in GIT ReinRaumTechnik 2/2007 eine neuartige Prüfmethode zur Ermittlung der spezifischen Reinigungszeit und -leistung von Fein- und Präzisions-Reinigungstüchern vor. Zu dieser Produktgruppe gehören auch die so genannten Reinraumtücher. Mit Hilfe der 2007 vorgestellten Geräte, die eine standardisierte Reinigungsprozedur ermöglichen, wurde nun eine Studie durchgeführt. Daraus ergibt sich eine interessante Übersicht über die Gebrauchsgüte der bekanntesten, auf dem internationalen Markt erhältlichen Fein- und Präzisions-Reinigungstücher.*

## Klassierung von Reinraumtüchern nach Reinigungs-Leistung

### Neue Studie zu Zeitbedarf und erzielbarer Oberflächenreinheit

*Katja Habermüller, Win Labuda,*

Die Studie zeigt, dass sich auch für Reinigungstücher aussagekräftige Leistungs-Kennwerte etablieren lassen, die dann eine anwendungsorientierte, technische Klassierung erlauben. Dies ist ein wesentlicher Beitrag zur Beseitigung der weltweit bestehenden Unsicherheit auf diesem Gebiet. Die wichtigsten Ergebnisse der Studie möchten wir Ihnen im Folgenden kurz vorstellen:

In der Studie wurden Gestricke- und Vliesstoff-Tücher von sechs bekannten Herstellern auf die Parameter spezifische Reinigungszeit und spezifische Reinigungseffizienz hin untersucht (Berkshire, USA; Clear & Clean, Deutschland; Contec, USA; Dupont, USA; ITW-Exwipe, USA; Milliken & Co., USA). Alle Messergebnisse werden kodiert dargestellt.

#### Reinigungszeit

Ein entscheidender Parameter jeder Reinigungsprozedur ist der durchschnittliche Zeitbedarf in Abhängigkeit von dem jeweils eingesetzten Reinigungstuch (Reinigungszeit). Dieser hat insbesondere für industrielle Großanwender von

Reinigungstüchern eine hohe ökonomische Bedeutung. Das Diagramm in Abb. 1 zeigt, dass die jeweilige spezifische Reinigungszeit der geprüften Tücher bei gleichen Prüfbedingungen zwischen 4,5 und 26,5 Sekunden erheblich variiert. Die spezifische Reinigungszeit wird bei dieser Messung definiert über die Reduzierung einer Standard-Verunreinigung um 5.000 Masse-Einheiten (ME).

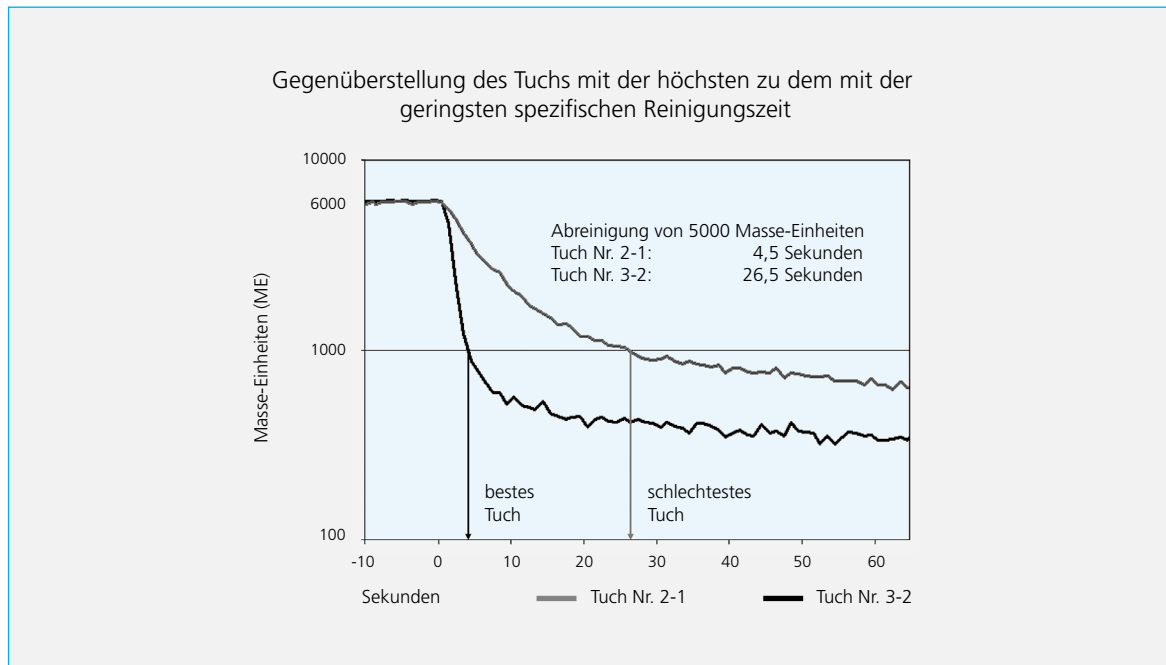
Damit ist der Beweis erbracht, dass es bei den im Markt erhältlichen Reinigungstüchern erhebliche Unterschiede in deren Reinigungsleistung pro Zeiteinheit gibt. Dies sind letztlich Qualitätsunterschiede, welche ganz wesentlich den Zeitaufwand für eine Reinigungsprozedur bestimmen. Somit beeinflussen sie auch die Reinigungskosten bei der Instandhaltung von Maschinen, Apparaten und Geräten.

### Spezifische Reinigungseffizienz und Reinigungszeit – 10 Tücher im Test

Bei einem Teil der wischenden Reinigungs-Prozeduren steht nicht so sehr die Verringerung der Reinigungszeit im Vordergrund, sondern die Herbeiführung einer möglichst hohen Oberflächenreinheit. Dieser Tatsache wurde

bei der Entwicklung des Prüf-Instrumentariums Rechnung getragen. Das ermöglicht nun, die Masse der Verunreinigungs-Rückstände bis in den Bereich weniger Moleküllagen hinein einwandfrei zu messen. Durch die Kenntnis dieser Grenzbereiche ist es möglich geworden, auch das wischende Reinigen in die bekannten Verfahren der Oberflächenreinigung einzugliedern und dort zu etablieren, wo es verfahrenstechnisch gesehen, seinen angemessenen Platz findet.

Für den in Tabelle 1 dargestellten Vergleich wurden zehn in Deutschland bekannte Fein- und Präzisions-Reinigungstücher diverser Hersteller (ausschließlich Gestricke) ausgewählt. An diesen wurde sowohl die spezifische Reinigungszeit als auch die spezifische Reinigungseffizienz mit Hilfe des Labuda-Timeport-Gerätes gemessen. Als spezifische Reinigungszeit wurde die Dauer der Reduzierung einer Verunreinigungsmasse von 6000 auf 1000 Masseeinheiten angenommen. Dabei befand sich die Verunreinigung, eine dünne Ölschicht, auf einer rotierenden, metallischen Oberfläche der Rauigkeit  $R_z = 4\mu\text{m}$ . Als spezifische Reinigungseffizienz wurde die



**Abb. 1** Gegenüberstellung des Tuchs mit der höchsten zu dem mit der geringsten spezifischen Reinigungszeit

	A - im Trockenzustand		B - Tränkung: DI-Wasser-Alkohol (70:30)		C - Tränkung: reiner Alkohol	
Reinigungstuch (Produktcode)	Reinigungszeit in s für 5000 ME	Verunreinigungs-Rückstand in %	Reinigungszeit in s für 5000 ME	Verunreinigungs-Rückstand in %	Reinigungszeit in s für 5000 ME	Verunreinigungs-Rückstand in %
Nr. 1-1	11,7	6,2	6,5	5,64	80,3	11,3
Nr. 1-2	7,5	5,1	15,2	7,54	41,8	9,3
Nr. 2-1	4,5	4,6	4,5	4,24	11,8	5,5
Nr. 2-2	9,5	2,9	N/A	N/A	N/A	N/A
Nr. 3-1	22,8	7,9	15,9	8,28	71,7	10,6
Nr. 3-2	26,5	8	24,1	8,84	90,7	12,8
Nr. 4-1	3,8	4,1	5,3	5,33	28,5	7,8
Nr. 4-2	12,5	6,2	5,1	5,32	33,5	6,9
Nr. 5-1	4,2	4,3	5,3	5,96	42,5	9
Nr. 5-2	14,8	7,1	10,7	6,71	40,5	9,2

**Tab. 1** Spezifische Reinigungszeit und maximale Reinigungsleistung (als Verunreinigungs-rückstand in ME = Masse-Einheiten) für zehn willkürlich ausgewählte, in Deutschland bekannte Reinigungstücher in jeweils drei Tränkungs-zuständen

mit einem bestimmten Tuch maximal erzielbare Reinigungsleistung, ausgedrückt als Verunreinigungs-Rückstand auf der Oberfläche nach der durchgeführten Standard-Reinigungs- Prozedur angenommen. In der Praxis werden Präzisions- und Feinreinigungstücher als sogenannte „Reinraumbtücher“ oftmals im Lösungsmittel-getränkten Zustand eingesetzt. Um dieser Gegebenheit experimentell gerecht zu werden, wurden alle Messungen zunächst mit Tüchern im Trockenzustand durchgeführt und später auch mit IPA (Isopropylalkohol)-getränkten Tüchern.

Aufgrund der in Tabelle 1 angeführten Zeitwerte für die Reinigungs-Prozeduren mit unterschiedlichen Tüchern und Tränkungs-zuständen ist es nun möglich geworden, Fein- und Präzisions-Reinigungstücher in z.B. drei oder fünf Leistungsklassen zu klassieren (Tabelle 2 a und b).

### Schichten und Partikel als gemeinsame Verunreiniger

Bei manchen technischen Systemen haben auch partikuläre Verunreinigungen Einfluss auf deren Funktionalität. Untersuchungen mittels des Labuda-Wischsimulators Mark III als auch mittels der Fluoreszenz- und Elektronenmikroskopie ergaben, dass mit der Entfernung eines Teils der schichtförmigen Verunreinigung auch die Partikelmenge um einen bedeutenden Teil reduziert wird. Es zeigte sich jedoch ebenfalls, dass nach wiederholten Reinigungsvorgängen mit jeweils unbenutzten Tüchern, ein Teil der Partikel an die Oberfläche gebunden bleibt und sich ab irgendeiner Grenzmenge durch wischendes Reinigen nicht weiter reduzieren lässt.

Die erzielten Ergebnisse lassen vermuten, dass solche Partikel, die entweder ohne ausreichende, verankernde Haftkräfte an die Gebrauchsoberfläche angelagert oder bereits in die organische Verunreinigungsschicht eingebettet sind oder aber solche, die ver-

Leistungsklassierung	Verunreinigungs-Rückstand in %	Reinigungstuch (codiert)
Klasse 1	1 - 2,49	
Klasse 2	2,5 - 4,99	2-2, 2-1, 2-4, 4-1, 5-1
Klasse 3	5 - 7,49	1-1, 1-2, 4-2, 5-2
Klasse 4	7,5 - 9,99	3-1, 3-2
Klasse 5	> 10	

Zeitklassierung	Reinigungsdauer in s	Reinigungstuch (codiert)
Klasse A	0,1 - 4,9	2-1, 2-4, 4-1, 5-1
Klasse B	5,0 - 9,9	1-2, 2-2
Klasse C	10 - 15	1-1, 4-2, 5-2
Klasse D	15 - 20	
Klasse E	> 20	3-1, 3-2

**Tab. 2 a+b** Klassifikation der Reinigungstücher im Trockenzustand nach -Reinigungszeit und -Verunreinigungs-rückstand (Reinigungsleistung)

mittels elektrischer Bindungskräfte in ihrer Eigenschaft als Flugpartikel die Schichtoberfläche als zufälligen Ruheort gefunden haben, durch die Scher- und Verschiebekräfte des wischenden Reinigungsvorgangs von der Gebrauchsoberfläche abgelöst und auf der Fibrillenoberfläche des Reinigungstuchs einen neuen Ruheort finden. Zur Absicherung dieser These sind weitere Experimente notwendig.

Neben den o.a. Ergebnissen ergab die Studie zwei weitere, interessante Erkenntnisse:

Gestricke-Tücher haben allgemein gesehen eine höhere Reinigungs-Effizienz als Vliesstoff-Tücher und: Mit Alkohol-getränkten Reinigungstüchern lassen sich leichte, organische Verunreinigungen wie etwa dünne Öl- und Schmierschichten nicht durchgehend besser reinigen als mit Trockentüchern.

Katja Habermüller

Autor der hier besprochenen Arbeit:  
Win Labuda