



*Das wischende Reinigen ist wesentlich durch die handgerechte Formung des Reinigungstuchs gekennzeichnet, welche allen wischenden Reinigungsprozeduren mit Tüchern vorangeht. Bei Beginn einer Reinigungsprozedur wird das Tuch so geformt, dass es vom Anwender bequem in der Hand gehalten und reinigungswirksam über die verunreinigte Oberfläche geführt wird. Hierfür haben sich im Wesentlichen vier Handhabungsvarianten herausgebildet, welche nachstehend beschrieben sind. Dieser Aufsatz ist der Frage gewidmet, in welchem Maß die Handhabung von Reinigungstüchern beim Reinigen deren wirksame Oberfläche bestimmt und damit auch die benötigte Reinigungszeit beeinflusst.*

# Reinigungstücher

## Handhabungs-Varianten und wirksame Oberfläche bei Reinigungsprozeduren

Win Labuda, Sven Siegmann  
Clear & Clean - Forschungslabor

### Die Knautschball-Formung

Zur Entfernung großflächiger bzw. stark haftender Verunreinigungen wird das Reinigungstuch oftmals zu einem „Knautschball“ geformt, welcher so „in der Hand liegt“, dass er einerseits festgehalten werden kann und andererseits eine möglichst große, freiliegende Oberfläche bildet, welche die Verunreinigung aufnimmt. Bei dieser Formung lässt sich auf die zu reinigende Oberfläche zudem von allen Formungen der größte Druck ausüben.

### Die Tampon 1-Formung

Hierbei wird das Reinigungstuch geknüllt und der so entstandene „Tampon“ zwischen Daumen, Zeige-, Mittel- und Ringfinger positioniert. Diese Art der Formung wird bei Reinigungstüchern kleinerer Abmessungen bzw. für die Entfernung kleinflächiger Verunreinigungen eingesetzt. Zu dieser Formung kommt es, wenn von einer zu großen Hand ein zu kleines Tuch gehalten wird. Der Nachteil ergibt sich aus Abb. 8.



**Abb. 1** Knautschball-Formung



**Abb. 2** Tampon 1-Formung



**Abb. 3** Tampon 2-Formung



**Abb. 4** Lagen-Formung

### Die Tampon 2-Formung

Bei dieser Art der Formung wird das Tuch ohne es zu knüllen, mehrfach gefaltet, so dass ein rollenähnliches Längsgebilde mit acht reinigungswirksamen Lagen pro Tuchseite entsteht. Dies wird während der Reinigungsarbeiten am oberen Teil gegriffen und zwischen die Daumen-Daumenballen-Linie auf der einen und auf der anderen Seite die Fingerspitzen von Zeige-, Mittel und Ringfinger geklemmt. Der Vorteil dieser Formung liegt in der reinigungseffizienten Nutzung von maximal 16 Teilflächen durch die progressive Faltsystematik.

### Die Lagen-Formung

Für die Entfernung kleinerer Verunreinigungen wird oftmals die Lagen-Formung gebraucht. Das Tuch wird dabei zwei Mal mittig gefaltet, so dass vier Lagen entstehen. Das so gefalte-

te Tuch wird an einer Ecke zwischen Daumen und Zeigefinger geklemmt und unter dem Druck der vier Finger über die zu reinigende Oberfläche bewegt. Insbesondere in der Reinraum-Industrie gilt diese Methode der Benutzung von Reinigungstüchern als die Effizienteste. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich auf das Abreinigen kleiner und mittelgroßer flächiger Verunreinigungen, je nach Verunreinigungsgrad bis zu maximal 30 x 30 cm. Dies gilt für Tücher einer Fläche von 15 x 15 bis zu 22 x 22 cm. Für die Entfernung von Verunreinigungen aus Rillen und Kavitäten sind oftmals spezielle Tücher-Formungen nötig, welche hier nicht berücksichtigt werden können. Das gilt auch für die Entfernung großflächiger Flüssigkeits-Lachen. Abhängig von der für das Reinigen gewählten Handhabungs-Variante ergeben sich in der Praxis unterschiedlich große, reinigungswirksame Flächen-

teile des Tuchs. Wir wollten mit den in dieser Arbeit beschriebenen Versuchen die folgenden Erkenntnisse gewinnen:

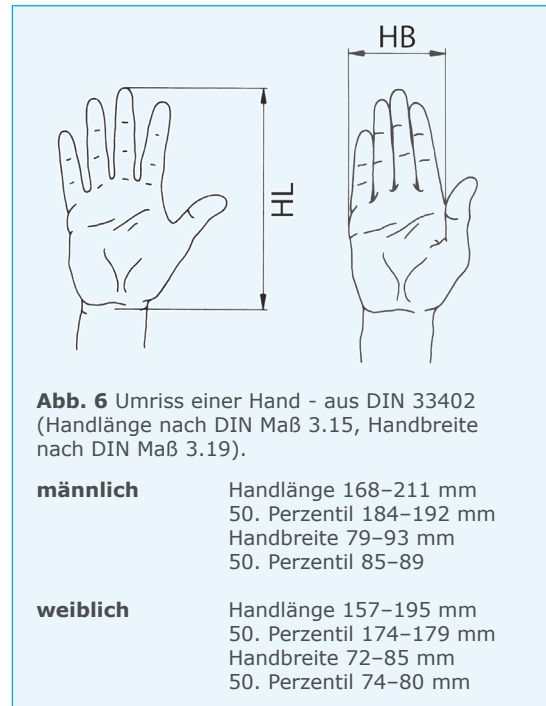
- A** Wie groß ist die effektiv genutzte Fläche eines Reinigungstuchs unter Berücksichtigung der vier Handhabungs-Varianten?
- B** Gibt es eine für Reinraum-Anwendungen förderliche Handhabungsvariante?
- C** Gibt es das optimal dimensionierte Reinigungstuch?

### Reinigungs-Prozeduren mit der Knautschball Formung

Zunächst war es notwendig, eine Methode zu entwickeln, mit der es möglich ist, das Volumen eines Reinigungstuchs im geknüllten Zustand zu ermitteln. Dies wurde möglich, indem wir einen transparenten, zylindrischen Hohlkörper beschafften und darin einen Kolben anordneten, welcher zunächst mit einem Gewicht von 1.200 g und alternativ noch einmal mit 10.000 g beschwert wurde. Anhand der sichtbaren Höhe des Kolbens über der Bodenfläche ließ sich das geknüllte Tuchvolumen errechnen. Dabei ergaben sich über jeweils fünf Messungen verteilt, Variationskoeffizienten zwischen 1,6 und 3,6 %. Auf der Basis dieser Messungen stellten wir fest, dass beispielsweise die Volumina der Reinigungstücher des Clear & Clean Fertigungs-Programms große Unterschiede aufweisen. Die Tabelle 5 zeigt die Volumina der einzelnen Tücher. Ein kleines Reinigungstuch von geringem Volumen lässt sich von einer großen Hand bei einer Reinigungsprozedur evtl. nicht optimal führen, insbesondere nicht bei der Knautschball-Formung. Daher war nach dem Stauchvolumen der nächst wichtige Parameter, den es zu erarbeiten galt, das Volumen der hohl geformten Hand, in die das Tuch gebettet ist. Dieses

Tuch (Typ)	Format in cm	Volumen cm <sup>3</sup>	VarKo
<b>Microweb 2</b>	22 x 22	45,4	1,6
<b>Sonit MD-A</b>	22 x 22	43,4	2,4
<b>Laboclear</b>	22 x 22	34,4	3,6
<b>Sonit HD-M</b>	22 x 22	26	1,8
<b>Microweb</b>	22 x 22	26	3,7
<b>Viscot</b>	22 x 22	24,4	1,6
<b>Sonit MD-M</b>	22 x 22	22,3	3,6
<b>Absormat</b>	22 x 22	18,8	3,0
<b>DryTech</b>	22 x 22	10,2	3,6

**Abb. 5** Messungen zum Stauchvolumen Typ,  $\bar{x}$  und VarKo. Alle Daten auf Standard-Tuchgrößen von 22 x 22 cm umgerechnet.



	1 Tuch	2 Tücher	3 Tücher	4 Tücher	5 Tücher
<b>Tuchoberfläche in cm<sup>2</sup></b>	550	1100	1650	2200	2750
<b>Kontaktfläche in cm<sup>2</sup></b>	42,4	49,1	54	76	97,1
<b>VarKo</b>	16	16,3	12,9	10,9	8,1

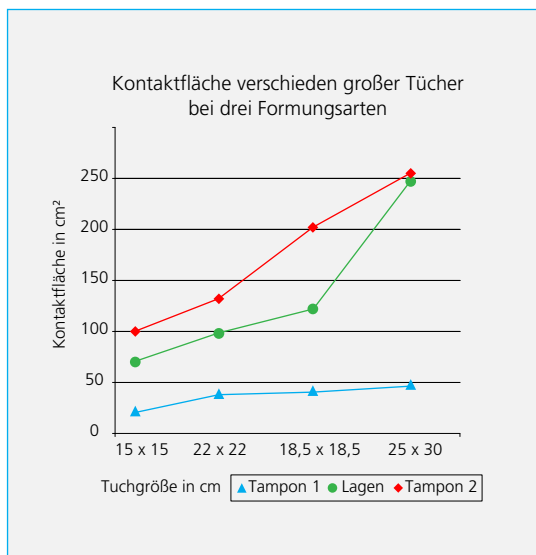
**Abb. 7** Kontaktflächengröße bei Knautschball-Formung mit mehreren Tüchern.

Volumen korreliert naturgemäß mit der Handlänge (HL) und in gewissem Maße auch mit der Handbreite. Um eine erste rechnerische Näherung zu erreichen, gingen wir davon aus, dass die Länge der Hand von der Handwurzel bis zur Fingerkuppe des Mittelfingers die Hälfte des optimalen Kreisumfangs eines geknüllten Tuchs bildet. Danach hat ein Reinigungstuch, welches nach der Knautschball-Methode vorgeformt ist, einen optimalen Durchmesser von  $D_{opt} = 0,62 \cdot ((2HL) : 3,14)$ . Das entspricht bei einer normal ausgebildeten Männerhand von 19 cm gestreckter Länge (gemessen an der Innenhand) einem empirisch ermittelten Knautschball-Durchmesser von 7,25 cm. So ergibt sich der Korrekturfaktor von 0,62. Dieser Korrekturfaktor mag nicht für alle Handformen genau gleich sein aber uns steht zur Zeit keine bessere Information zur Verfügung, so dass wir uns bis auf weiteres damit behelfen wollen. Die Einführung eines Korrekturfaktors wird deswegen notwendig, weil die Fett- und Gewebepolster der Hand beim Krümmen derselben kleine konvexe Wölbungen bilden, wodurch sich das Verhältnis von Längslinie zu Halbkreis-Umfang verändert. In der Spezifikation DIN 33402 Teil 2 vom Oktober 1986 sind die Handlängen und -breiten männlicher und weiblicher deutscher Personen angegeben als auch diejenigen für italienische, jugoslawische und türkische Arbeitnehmer in Deutschland. Daraus ergeben sich folgende physiologische

Daten für einen Personenkreis des Lebensalters von 18–65 Jahren. Es lässt sich also feststellen, dass Reinigungstücher von Personen mit Händen der Länge von 15,7–21,1 cm und Handbreiten zwischen 7,2 und 9,3 cm benutzt werden. Aus dem Gesagten ergibt sich eine große Variationsbreite der Tücher-Volumina, welche nötig sind, um eine „hohle Hand“ ausreichend mit einem Tuch zu füllen. Dies ist die wesentliche Problematik der Knautschball-Formung.

### Experimentelles

Um die reinigungswirksame Fläche eines Reinigungstuchs unter Berücksichtigung der verschiedenen oben angeführten Formungsvarianten zu ermitteln, wurde im Walzenauftrag schwarze Ölfarbe großflächig auf eine Glasplatte aufgebracht. Auf der Glasplatte befindliche Farbe wurde unter Berücksichtigung der drei beschriebenen Handhabungsvarianten durch Wischen entfernt, zunächst ohne dass das Tuch in seiner manuellen Halteposition z.B. durch Umlegen verändert wurde, um beim Reinigungsvorgang einen größeren Teil der Gesamtfläche des Tuchs zu nutzen. Mit Hilfe eines Scanners und eines geeigneten Vermessungs-Programms wurden die auf diese Weise geschwärzten Teilflächen des Reinigungstuchs vermessen und summiert. Der Vorgang wurde jeweils vier Mal wiederholt um sicherzustellen, dass sich auch durch Standardabweichung und Variationskoeffizient der Messreihe Hinweise auf eine statistisch gesicherte Methode ergaben. Die Ergebnisse finden sich in den nachstehenden Tabellen. Bei der Knautschball-Formung wurde ein handge rechter Ballen gebildet, der beim ersten Versuch aus einem Tuch bestand und mit zunehmender Anzahl an Versuchen wurde die Anzahl der Tücher aus denen der Ballen gebildet wurde, jeweils um eins erhöht. Einer Erhöhung der eingesetzten Tuchfläche um 500 % stand bei der Knautschball-Formung lediglich eine Erhöhung der reinigungswirksamen Fläche von 129 % gegenüber. Bei der Betrachtung der Flächennutzung ergab sich im Rahmen der Knautschball-Methode ohne Umlegen lediglich ein Nutzungsgrad von 7,7 % bei einem Tuch im Knäuel bis hin zu 3,5 % bei fünf Tüchern. Die Knautschballmethode nutzt also nur einen geringen Teil der Tüchoberfläche, und ist somit nur für solche Reinigungsaufgaben empfehlenswert, bei denen das Reinigungstuch

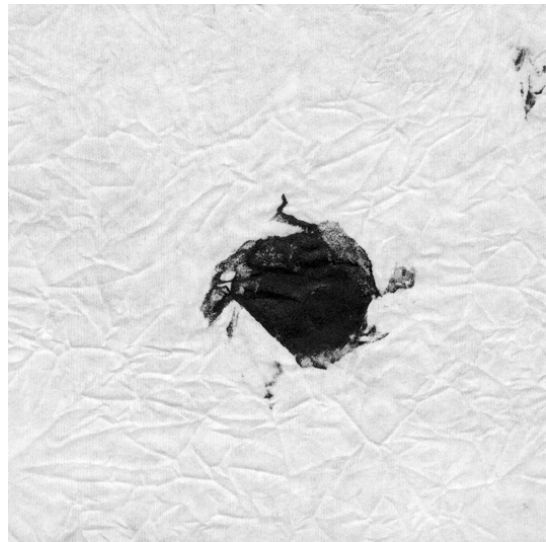


**Abb. 8** Kontaktflächen verschieden großer Reinigungstücher unterschiedlicher Formung

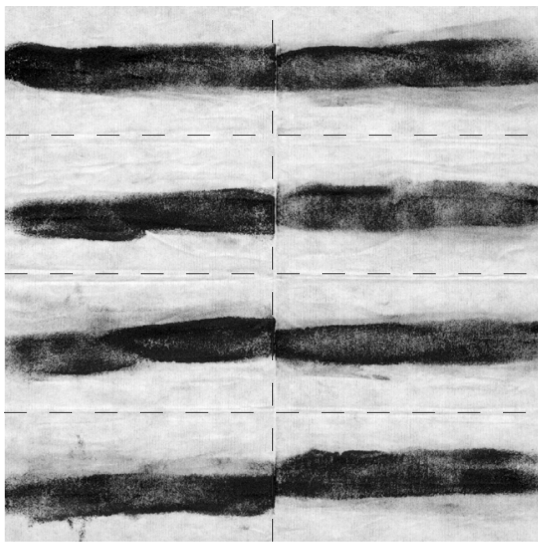




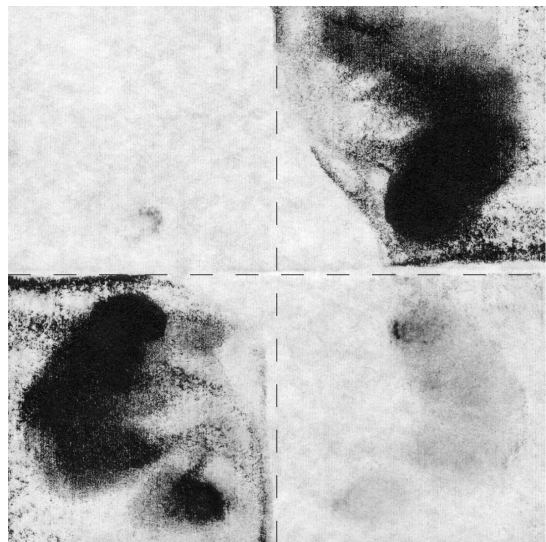
**Abb. 9** Spurenbild 1: Knautschball-Formung (bei fünf Tüchern als Ballen)



**Abb. 10** Spurenbild 2 Tampon-1-Formung



**Abb. 11** Spurenbild 3: Tampon-2-Formung



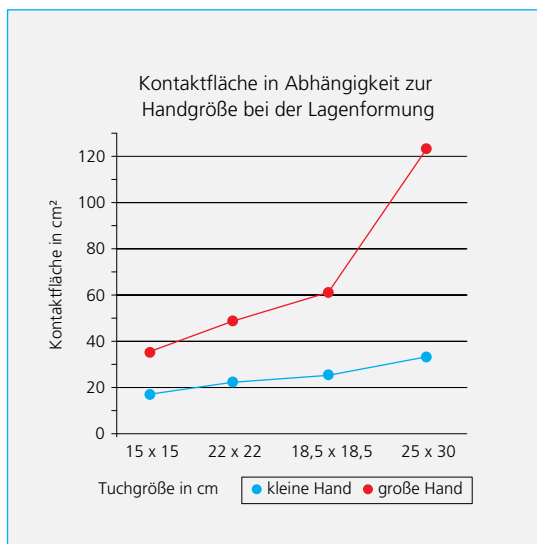
**Abb. 12** Spurenbild 4: Lagen-Formung

umgeschlagen weiterbenutzt werden kann. Dies ist beispielsweise in der Reinraumtechnik wegen der Unsichtbarkeit der Verunreinigungen aber auch wegen deren möglicher Rückübertragung aus dem Tuch auf die soeben gereinigten Flächen zumeist ausgeschlossen. Das Diagramm in Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse der Vergleichsmessungen an den drei

Tuchformungen Tampon 1, Tampon 2 und der Lagenformung. Für die Wischversuche wurde jeweils ein Tuch der angegebenen Größe in der entsprechenden Formung eingesetzt. Da die Knautschballformung lediglich einem Tuch der Tampon 1-Formung entspricht, ist diese hier nicht mit aufgeführt.

### Spurenbilder der verschiedenen Reinigungsversuche

Die Größe der Kontaktfläche zwischen Reinigungstuch und Oberfläche ist beim Wischen-Reinigen von der Handgröße des Reinigenden abhängig. Um den Beweis dafür zu erbringen, wurden die Messungen der Lagenformung von einem Probanden mit deutlich geringerer Handgröße wiederholt. Aus dem Diagramm Abbildung 13 wird ersichtlich, dass die Tüchoberfläche von einer kleinen Hand weniger gut genutzt werden kann. Ein Beispiel für die effektive Flächennutzung beim Wischen-Reinigen sind die von Clear & Clean entwickelten Gripfold-Reinigungstücher, bei denen durch Ihre handumschließende Form die reinigungseffiziente Fläche deutlich erhöht ist. Die Vermessung der genutzten Fläche des Handschuhtuchs ergab eine Nutzung von über 49 % der Tuchfläche, während die Nutzung bei gefalteten Tüchern im Schnitt zwischen 7 % und 25 % lag.



**Abb. 13** Kontaktflächen in Abhängigkeit der Handgröße bei der Lagen-Formung

### Ergebnisse

1. Die Knautschball-Formung lässt, unabhängig von der Anzahl der eingesetzten Tücher, keine ökonomische Art der Handhabung von Reinigungstüchern zu (siehe Abb. 7).
2. Die Tampon 1 und die Lagenformung sind insbesondere im Reinraum die sparsamsten Formungen von Reinigungstüchern und minimieren zudem die Gefahr der Rück-Kontamination der zuvor gereinigten Oberflächen (siehe Abb. 8).
3. Die Tamponformung 2 kann insbesondere bei kleinflächigen Verunreinigungen eine sehr gute Flächennutzung des Reinigungstuchs gewährleisten. Für großflächigere Verunreinigungen empfiehlt sich hingegen die Lagenformung (siehe Abb. 13).
4. Die Handgröße des Reinigenden hat bei der Lagenformung deutliche Auswirkungen auf die effektive Kontaktfläche (siehe Abb. 13).