

**Zeitschrift:** Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 106 (1999)

**Heft:** 2

**Artikel:** Untersuchungen zur Gestaltung von Fügeverbindung bei der Konfektion textiler Lamine : Teil 2 : Modellierung des Stofftransportes

**Autor:** Rödel, H. / Rabe, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-677651>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

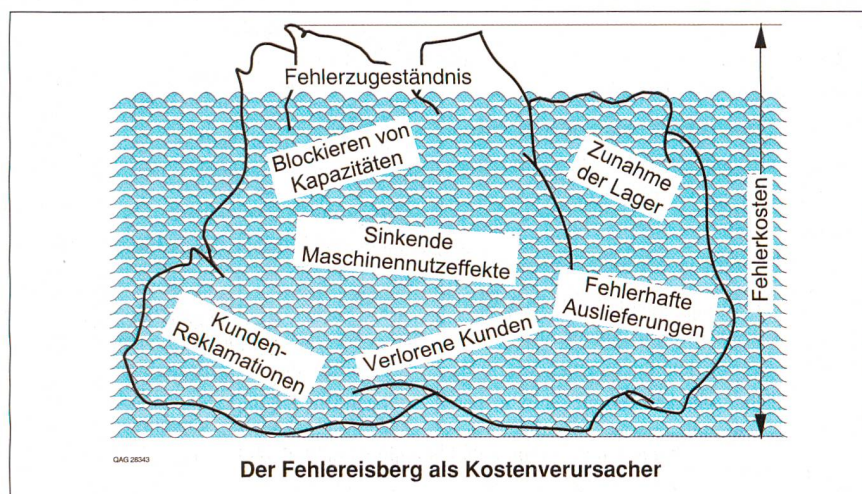


Abbildung 19

### Schlussbemerkung

Der Aufbau eines optimalen Qualitäts- und Führungssystems, ohne Formalismus und ohne Verlust der Flexibilität, ist ein Muss für Unternehmen, die auch im kommenden Jahrtausend noch ihre Position am Markt erfolgreich behaupten wollen. Je höher der Qualitätsanspruch des Kunden steigt, desto engere Toleranzgrenzen müssen gesetzt werden.

Über Qualität, Arbeit, Kosten und Produktivität sind vielfache Auslegungen und Meinungen bekannt; im folgenden sei abschliessend die persönliche Ansicht des Autors wiedergegeben:

1. Die Mitarbeiter in jeder Produktionsphase sollten den jeweils nächsten Arbeitsgang gleichsam als ihren Kunden betrachten.

2. Alles, was nicht der Wertschöpfung des Produktes (oder der Dienstleistung) dient, sollte soweit wie möglich ausgeschaltet werden.

### Literatur

- Crosby Philip B., Qualität bringt Gewinn, 1996 by McGraw-Hill Book Company GmbH, Hamburg.
- Masing W., Prof. Dr., Handbuch der Qualitätssicherung, Carl Hanser Verlag München, Wien 1980.
- Masing W., Prof. Dr., Handbuch des Qualitätsmanagements, Carl Hanser Verlag München, Wien 1994.
- Crosby Philip B., Qualität ist machbar, 1990 by McGraw-Hill Book Company GmbH, Hamburg.
- Deming W. E., Quality Productivity and Competitive, Position 1982

### Adresse des Autors:

Ing. (FH) Bondo Hauser, Projektleiter  
Qualicon AG, Industrie Neubof 21,  
CH-3422 Kirchberg, Telefon 034 448 33 33,  
Fax 034 448 33 31, E-Mail: info@qualicon.ch

## Untersuchungen zur Gestaltung von Fügeverbindungen bei der Konfektion textiler Lamine

### Teil 2: Modellierung des Stofftransportes

H. Rödel, M. Rabe, Institut für Textil- und Bekleidungstechnik, TU Dresden  
(Fortsetzung aus «mittex» Heft 1/1999, S. 17–19)

### 4 Modellierung des Stofftransportes

Eine prinzipielle Modellierung des Stofftransportes und der Stoffabscheidung bei Krankenhaustextilien ist anhand der physikalisch-chemischen Zusammenhänge der Benetzung fester Polymere mit medizinisch-hygienisch relevanten Flüssigkeiten und den Mechanismen der Filtration fest/flüssiger und fest/gasförmiger Systeme möglich. Dabei wird berücksichtigt, dass Textilien und auch Fügeverbindungen, vereinfacht betrachtet, eine Aneinanderreihung grösserer und kleinerer, teilweise miteinander verbundener, Kapillaren darstellen, durch welche Flüssigkeiten und Gasströme transportiert werden können; sie lassen sich somit als poröse

Strukturen auffassen. Diese Kapillaren und ihre physikalischen Eigenschaften ergeben sich bei einlagigen Flächengebilden aus den Faser- und Garnparametern und der Technik der Flächenerzeugung, bei textilen Folienlaminaten zusätzlich durch die Struktur der Membran. Bei konfektionierten Fertigprodukten kommen im Nahtbereich Perforationen durch Nadeleinstiche sowie Hohlräume im Stossbereich der verbundenen Flächengebilde hinzu. Neben diesen physikalischen sind die chemischen Eigenschaften des Kapillarsystems, die vorwiegend durch die molekulare Struktur der Faserstoffpolymere und die Ausrüstung der Textilien in der Veredlung bestimmt werden, verantwortlich für die Stofftransportvorgänge.

Die Separation feststoffgetragener Infektionserreger bzw. partikulärer Substanzen aus Luftströmen durch Schutzausrüstungen im Gesundheitswesen erfolgt vornehmlich mechanisch in Abhängigkeit der Porengrösse und ist den Rückhalteprozessen an textilen Filtermedien gleichzusetzen. Die Eignung einer textilen Fläche bzw. einer daraus konfektionierten 3D-Hülle kann danach mittels einer Ermittlung des Nenndurchmessers der Poren und einem Vergleich mit den abzutrennenden Substanzen recht einfach nachvollzogen werden. Problematisch erweist sich jedoch, dass die Partikel sich nicht nur nach dem Modell der Oberflächenfiltration auf der textilen Oberfläche ablagern, sondern sie durch Mechanik (z. B.



Reibung) in und durch die poröse Struktur migrieren können. In Bereichen hoher Relativbewegung wie Achseln oder Ärmeln kann es, wenn z. B. der Nenndurchmesser nur geringfügig unter der Partikelgröße liegt oder die Poren mechanisch verformbar sind, deshalb eventuell zu einer Durchdringung oder einer Anreicherung in der porösen Struktur, die damit als ein Teilspeicher funktioniert, kommen. Da die Textilien aus Gründen des Tragekomforts und Fallverhaltens nur eine geringe Dicke aufweisen, ist eine mechanische und adsorptive Filtrationswirkung auf dem Wege der Tiefenfiltration in diesem Falle nicht zu erwarten /11–13/.

Bei der Abtrennung heterogener, fluider Systeme wird die Trennwirkung der Produkte neben dem Porendurchmesser durch das Benetzungsverhalten insgesamt beeinflusst. Unter der *Benetzung* von Textilien versteht man das Eindringen einer Flüssigkeit in das Kapillarsystem eines Textilgutes, wobei Luft aus den Textilgutzwischenräumen verdrängt wird. Dieser Vorgang führt zur Ausbildung einer Grenzfläche fest/flüssig anstelle der ursprünglichen Grenzfläche fest/gasförmig /10/. Für das Benetzungsverhalten von Textilien bzw. das Penetrationsverhalten von Flüssigkeiten durch Textilien oder daraus konfektionierte Fertigprodukte sind deshalb sowohl die physikalischen als auch die chemischen Eigenschaften der äusseren und inneren Oberfläche der Textilien wesentlich. Massgeblichen Einfluss haben einerseits die *Oberflächenspannungen* der Flüssigkeiten und Festkörper bzw. die resultierenden Grenzflächenspannungen und andererseits die *Grösse* und *Struktur* der Kapillaren bzw. Poren in den textilen Flächengebilden. Der quantitative Zusammenhang zwischen Benetzungsbzw. Kapillardruck und dem Durchmesser der Kapillare ergibt sich in Anlehnung an die Laplace'sche Gleichung für den kapillaren Krümmungsdruck /7/:

$$P_B = \frac{4 \cdot K \cdot \sigma_L \cdot \cos \Theta}{d_{p \max}}$$

- $P_B$  = Benetzungsdruck [Pa bzw. N/m<sup>2</sup>]  
 $\sigma_L$  = Oberflächenspannung der Flüssigkeit [mN/m]  
 $\Theta$  = Randwinkel, Kontaktwinkel  
 $d_{p \max}$  = maximaler Porendurchmesser  
 $K$  = dimensionsloser Umrechnungsfaktor, abhängig von der Kapillarform im Flächengebilde ( $\approx 1$ )

Eine näherungsweise Vorhersage über das Verhalten mikroporöser Strukturen wie textiler Flächengebilde oder Nahtverbindungen gegenüber *Körperflüssigkeiten* und einem bestimmten äusseren Druck ist auf dieser Basis nach Bestimmung des Oberflächenbenetzungsverhaltens möglich.

Für die Eindringgeschwindigkeit einer Flüssigkeit in ein Kapillarsystem lässt sich Gleichung (1) erweitern. Die Kinetik der Benetzungsprozesse von Kapillarsystemen wie z. B. textilen Flächengebilden kommt dann in der sogenannten Washburnschen Gleichung, die auf das Hagen-Poiseuillesche Gesetz der laminaren Strömung zurückführbar ist, zum Ausdruck /14/:

#### Washburnsche Gleichung

$$\frac{h^2}{t} = \frac{rj}{2\eta}$$

- $h$  = Steighöhe der benetzenden Flüssigkeit [m]  
 $t$  = Zeit [s]  
 $r$  = Kapillarradius  
 $j$  = Benetzungsspannung =  $\sigma_L \cdot \cos \Theta$  [mN/m]  
 $\eta$  = dynamische Viskosität der Messflüssigkeit [Pa · s]

Für Textilien ist der Kapillarradius durch eine Konstante  $F$  zu ersetzen, die von der Gesamtheit aller Kapillaren der textilen Probe bestimmt wird. Sie lässt sich mittels Messung der Benetzungsgeschwindigkeit in spreitenden Flüssigkeiten bestimmen /14/.

#### Hagen-Poiseuille-Gesetz für laminare Strömungen von Flüssigkeiten

$$V = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot (p_1 - p_2)}{8 \cdot l \cdot \eta}$$

- $V$  = Volumenstrom m<sup>3</sup>/s  
 $r$  = Radius einer Kapillare [m]  
 $l$  = Länge einer Kapillare [m]  
 $p_1$  = Druck am Kapillareingang [Pa, N/m<sup>2</sup>]  
 $p_2$  = Druck am Kapillarausgang [Pa, N/m<sup>2</sup>]  
 $\eta$  = dynamische Viskosität [Pa · s]

#### 5 Barrieretextilien

Anhand von Anwendungsbeispielen aus der Pflegestation und dem OP-Bereich werden die notwendigen funktionellen Eigenschaften der textilen Flächengebilde, die eine ausreichende Schutzwirkung ermöglichen, sowie die zugehörigen Methoden der Prüftechnik geschildert:

- Ermittlung des hydrostatischen Druckes nach DIN EN 20811
- Ermittlung der Barriere gegenüber Bakterien und Viren
  - ASTM F 1670 und 1671 (ASTM-ES 21 und 22-92)
  - EDANA 200.89 (Finger-Test) / SS 876001
  - Penetrationstests nach Dr. Mergeryan
  - Ellenbogentest

#### 6 Fügeverbindungen

Die genannten Trenngrenzen müssen ebenfalls für die Fügeverbindungen in der Konfektion der Flächengebilde als Massstab angesetzt werden, will man im Nahtbereich eine Sperrwirkung gegenüber Bakterien und Viren erzielen. Durch Nähen können flüssigkeits- und bakteriendichte Verbindungen nicht erzeugt werden; bei Medizinlaminaten sowie verschiedensten wasserdichten Flächengebilden kann mittels Doppelkappnaht mit Doppelsteppstich unter Verwendung einer möglichst dünnen Nadel mit Kugelspitze die Dichtigkeit gegenüber Wasser und Kochsalzlösungen auf max. 30 mbar hydrostatischer Druck gesteigert werden. Für Körperflüssigkeiten liegen die Werte noch 10–15 mbar niedriger. Hydrophobe Nähgarne erweisen sich nur bei wasserabweisenden Barrieretextilien als geeignet, für Medizinlaminat, die überwiegend hydrophile Oberfläche aufweisen, werden die wasserabweisenden Eigenschaften der Garne überlagert. Darüber hinaus müssen Krankenhaus-textilien einer hohen Anzahl von Pflegezyklen unterzogen werden. Marktübliche, permanent hydrophobe Nähgarne, können diesen Anforderungen zwar teilweise standhalten, jedoch kann in Waschversuchen mit validierten Waschverfahren gezeigt werden, dass geringe Tensidreste am Faden den Ausrüstungseffekt stark reduzieren, so dass auch aus diesem Grunde der Einsatz hydrophober Garne für zu waschende Laminat im allgemeinen nicht empfehlenswert ist. Absolute Dichtigkeit der Fügeverbindungen ist nur erreichbar, wenn die

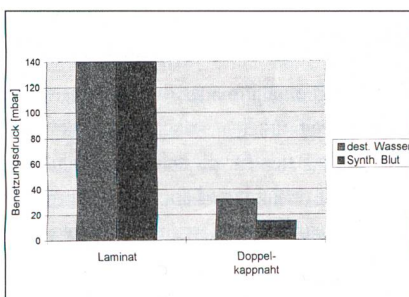


Anforderungen	Textile Flächengebilde					
	Mehrwegprodukte					Einwegprodukte
	CO-Gewebe	CO/PES-Gewebe	CO/PES-Gewebe hydrophob	Microfaserstoffe, hydrophob	Lamine, beschichtete Stoffe	Vliesstofflaminat (z. B. mit PE-Folie)
Flüssigkeits- und keimdichte bzw. -abweisende Eigenschaften	—	—	0	0	+	+
Wasserdampfdurchlässigkeit zur Sicherstellung der Dampfsterilisation und des Tragekomforts	+	+	+	+	+	0

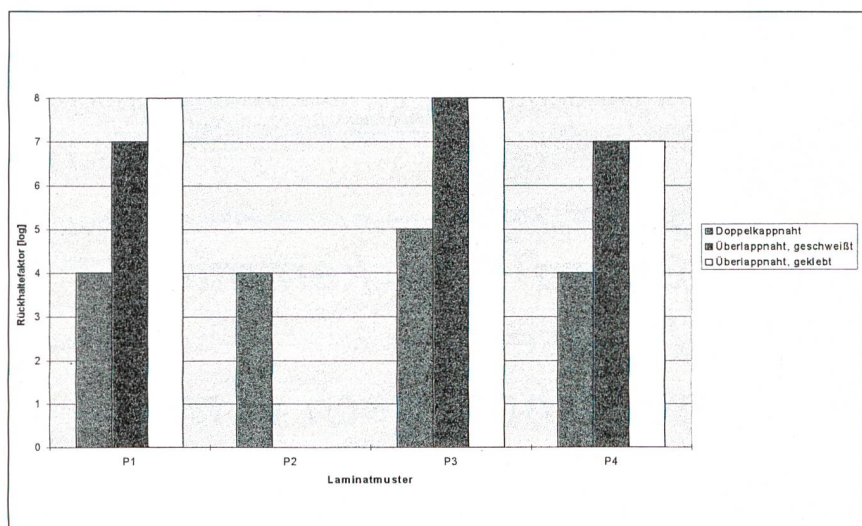
(+ erfüllt, 0 nur bedingt erfüllt, - nicht erfüllt) /11-13/

Tabelle 5: Textile Flächengebilde und ihre Barrierewirkung

Perforation an den Stichlöchern aufgehoben und der Durchtritt von Flüssigkeiten zwischen den Stoffen unterbunden wird. Durch Versiegelung kritischer Nähte mit Hilfe eines Heissiegelbandes ist die Dichtigkeit gegenüber Flüssigkeiten auf ein ausreichendes Mass von 150 mbar hydrostatischer Druck zu erhöhen. An Zweilagendlaminaten aus thermoplastischen Polymeren, insbesondere mit Polyurethan beschichteten Barriertextilien, können Nahtverbindungen mit ausreichender Festigkeit durch



Widerstand gegen das Durchdringen von destilliertem Wasser und synthetischem Blut



Rückhaltevermögen verschiedener Fügeverbindungen in Laminaten von Escherichia coli (ATCC 11229) im feuchtnassen Milieu (Blut) unter Druckeinwirkung von 200 g/cm<sup>2</sup> (Penetrationstest Methode I nach Dr. Mergeryan, Universitätsklinikum Göttingen)

P1: Dreilagendlaminat, Polyesterwirkware mit Polyurethanmembran, 252,02 g/m<sup>2</sup>

P2: Dreilagendlaminat, Polyesterwirkware mit Polyurethanmembran, 103,19 g/m<sup>2</sup>

P3: mikropröse Beschichtung (PUR) auf Polyesterwirkware, 212,75 g/m<sup>2</sup>

P4: Dreilagendlaminat, Velourswirkware (PES) mit Polyurethanmembran, 331,09 g/m<sup>2</sup>  
(Rückhaltefaktor log 4: Von 1x10<sup>8</sup> KBE (koloniebildende Einheit) werden 10<sup>4</sup> KBE zurückgehalten)

Kontakt-, Konvektions- und Ultraschallschweißverfahren erzeugt werden. Die Dichtigkeit der Verbindungen wird näherungsweise durch ein einfach realisierbares Verfahren (hydrostatischer Druckversuch, DIN 20811 oder ASTM F 1670, modifiziert) und anschließend für ausgewählte Muster durch bakteriologische Tests bestimmt /15/.

Die Problematik der Nahtdichtigkeit kann in bestimmten Fällen, insbesondere bei Schutzbekleidung, auch durch eine geeignete Schnittkonstruktion entschärft werden, indem die Nahtverbindungen in Bereiche verlegt werden, die im Gebrauch geringer beansprucht werden.

### Danksagung

Die Autoren danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil e. V. für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens AiF.-Nr. 10363B, die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuss der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AiF) erfolgte. Der Forschungsbericht liegt seit Dezember 1997 vor.

(Eine Literaturliste kann von der Redaktion bezogen werden.)

## Neue Möglichkeiten mit OpenWeave

**Vor zwei Jahren stellte EAT – The DesignScope Company aus Kempen am Niederrhein «OpenWeave» vor. OpenWeave als offenes Datei-Format dient der Konvertierung von Jacquard-Daten (JC-files) zwischen verschiedenen Maschinenformaten.**

Seitdem hat EAT viel Kraft in den Fortschritt von OpenWeave gesteckt. Heute stellt EAT dem Kunden mit den SoftwarePaketen OpenWeave Basic, OpenWeave Advance, OpenWeave JC-Punch und OpenWeave JCNet wesentlich vielfältigere Nutzungsmöglichkeiten auf