

**HARTMANN**



Hilft. Pflegt. Schützt.

## Nachhaltige Fasern auf dem Prüfstand



**+** Flächendesinfektion  
mit Cellulose-  
basierten Tuchfasern

Whitepaper

# Nachhaltige Fasern auf dem Prüfstand

## Flächendesinfektion mit Cellulose-basierten Tuchfasern

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
	<b>Vor der Anwendung...</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Wirksam. Vom ersten bis zum letzten Tuch</b>	<b>6</b>
	Die Flüssigkeit in Flowpacks sinkt während der Lagerung ab und das erste Tuch ist weniger getränkt. Trotzdem ist jedes Tuch wirksam.	
	<b>Glossar</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Einfluss der Faser auf die Chemie</b>	<b>10</b>
	Bestimmte Kombinationen von Tuchfaser und Aktivsubstanz können zu einem Wirkverlust bei der Desinfektion führen.	
<b>4</b>	<b>Effizienz durch hohe Reißfestigkeit</b>	<b>12</b>
	Vliestücher mit hoher Reißfestigkeit erhöhen die Effizienz, sparen Kosten und Material und hinterlassen weniger Faserrückstände.	
<b>5</b>	<b>Kleine Fussel, großes Risiko</b>	<b>14</b>
	Die Tücher der BacilloI®-Familie hinterlassen mehr als 5x weniger Faserrückstände auf der Fläche als andere Desinfektionstücher.	
<b>6</b>	<b>Neues Material mit altbekannter Reichweite</b>	<b>16</b>
	Auch bei Cellulose-basierten Desinfektionstüchern ist die Reichweite pro Tuch mit 1,5 m <sup>2</sup> überdurchschnittlich.	
	<b>... nach der Anwendung</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>18</b>
	<b>Referenzen</b>	<b>19</b>

# 1 Einleitung

## Einfach, sicher, schnell: vorgetränkte Desinfektionstücher

Sie sind aus dem Klinikalltag nicht mehr wegzudenken: gebrauchsfertige Wischtücher in sogenannten **Flowpack**-Verpackungen. Durch ihren Einsatz entfällt das Ansetzen von Desinfektionsmittellösungen sowie die Aufbereitung von Mehrwegsystemen; beides fehleranfällige Prozesse, die zu Lasten der **Patientensicherheit** durchgeführt werden [1,2].

Bis 2022 basierten Desinfektionstücher in medizinischen Einrichtungen - sowohl vorgetränkte als auch trockene Tuchsyste-me - größtenteils auf **Kunststoff-Tuchfasern** aus PP (Polypropylen) oder PET (Polyethylenterephthalat). In 2022 wurden so in deutschen Krankenhäusern ca. 1.800 Tonnen Plastikabfall erzeugt, der als potenziell kontaminiert letztendlich verbrannt wurde (**Abbildung 1**).

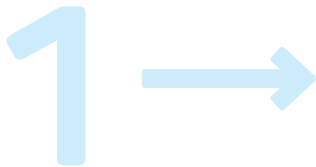
**Abbildung 1:** Die in 2022 in der Desinfektion eingesetzten Tücher aus Kunststofffasern verursachten allein in deutschen Krankenhäusern insgesamt ca. 1.800 Tonnen Kunststoffabfall, was dem Gewicht von 13 ausgewachsenen Blauwalen entspricht.



In 2023 kamen die Bacillol® Zero Tissues auf den Markt, bei denen neben einer neuartigen und nachhaltigen chemischen Formulierung Tuchfasern aus nachhaltiger Cellulose eingesetzt werden. Kurz darauf durchliefen die Bacillol® 30 Sensitive Tissues eine **Transformation** und kamen als Bacillol® 30 Sensitive Green Tissues nun ebenfalls mit nachhaltigen Cellulose-basierten Tuchfasern zurück.

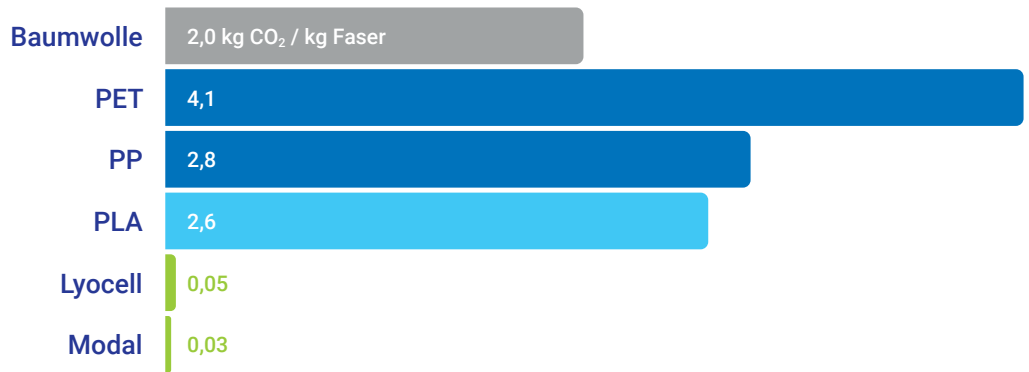
Durch den Einsatz Cellulose-basierter Fasermaterialien können so nicht nur enorme Mengen Kunststoff eingespart werden, sondern auch der **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck** in der Desinfektion und Hygiene weiter gesenkt werden.

# Einleitung



## Vliestuchfasern aus der Natur

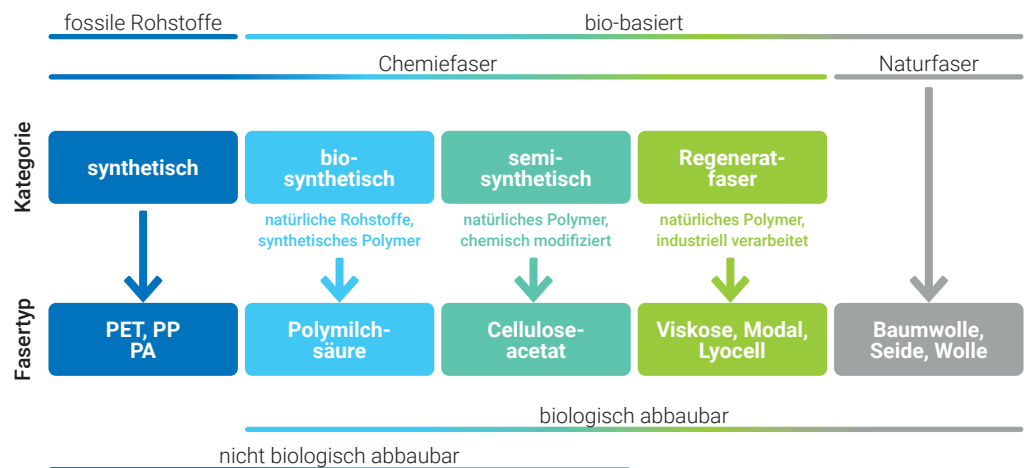
Das Interesse an nachhaltigen Fasern ist in den letzten Jahren stetig gestiegen, nicht nur für Desinfektionstücher, sondern auch für alltägliche Textilien. Denn wenn die Rohstoffe für diese Fasern aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen, können Cellulose-Fasern eine sehr günstige **Umweltbilanz** aufweisen (**Abbildung 2**) [3].



**Abbildung 2:** CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Fasertypen. Die Emissionen beziehen sich auf die Produktion pro Kilogramm Faser [3]. PET: Polyethylenterephthalat, PLA: Polymilchsäure, PP: Polypropylen.

## Cellulose-Fasern: Ähnlich und doch anders

Es gibt viele verschiedene Fasertypen auf Basis von Cellulose mit unterschiedlichen Eigenschaften. Am bekanntesten und weitesten verbreitet ist Viskose mit einer jährlichen Produktion von 5,8 Millionen Tonnen pro Jahr; das entspricht ca. 5,1 % der globalen Faserproduktion [4]. Andere bekannte Cellulose-basierte Faserarten sind z. B. Lyocell- oder Modal-Fasern (**Abbildung 3**).



**Abbildung 3:** Übersicht verschiedener Fasertypen für Vliestücher. Je nach Art der Herstellung sind gewisse Fasertypen biologisch abbaubar oder nicht. PA: Polyamid, PET: Polyethylenterephthalat, PP: Polypropylen.



## Vor der Anwendung... Der Kohlenstoff-Kreislauf

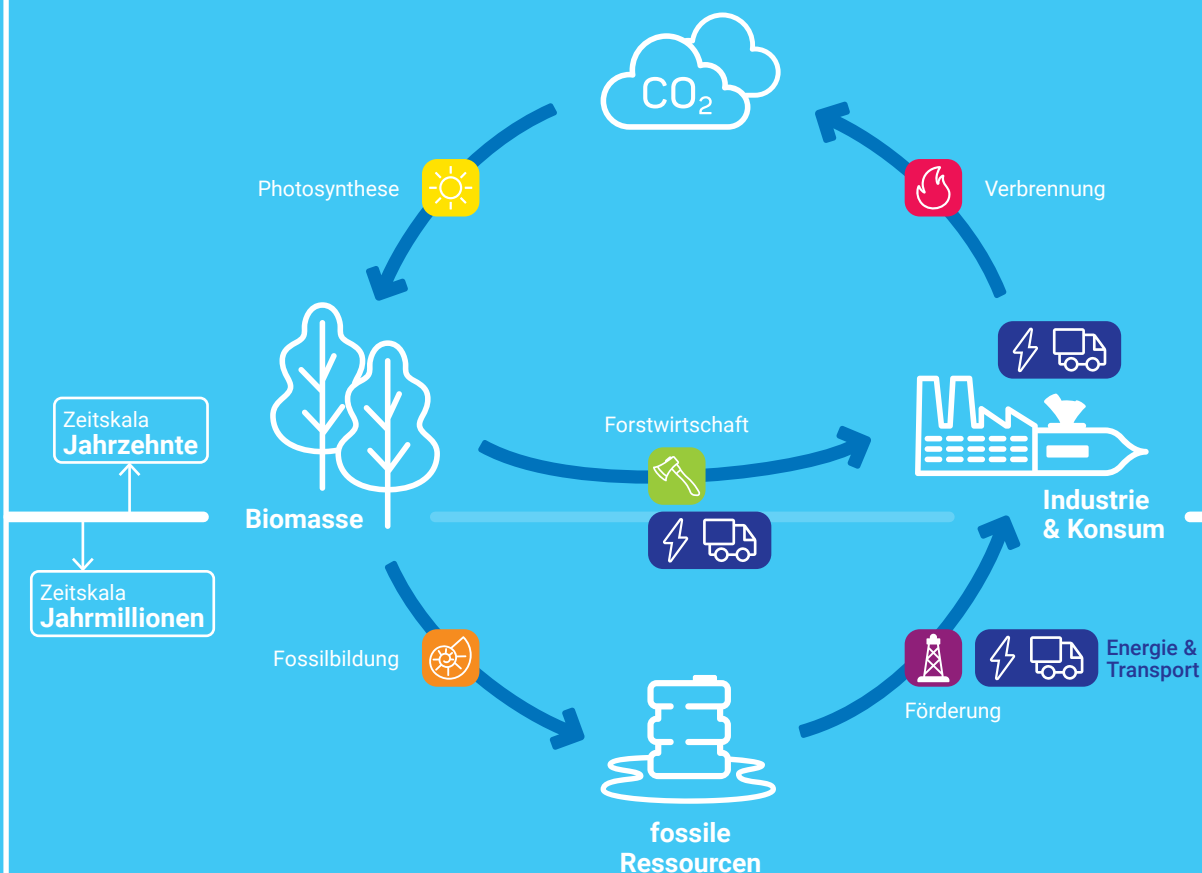
### "Desinfektionstücher werden am Ende doch eh verbrannt, warum also nachhaltig?"

In der Tat müssen potenziell kontaminierte Desinfektionstücher im Sinne des **Infektionsschutzes** der Verbrennung zugeführt werden, um das Infektionsrisiko für andere so gering wie möglich zu halten. Der Vorteil von Desinfektionstüchern aus nachhaltigen Rohstoffen erschließt sich daher erst auf den zweiten Blick:

Der Kohlenstoff-Kreislauf zeigt, dass sich bei Fasern auf Cellulosebasis der Kohlenstoff in einem Zyklus bewegt und ständig gebunden und freigesetzt wird (**Abbildung 4**). Im Großen und Ganzen ändert sich so also nicht die CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre (ausgenommen sind CO<sub>2</sub>-Emissionen durch z. B. Produktion und Transport) [5,6]. Hier ist es allerdings entscheidend, dass das Holz aus **nachhaltiger Forstwirtschaft** stammt.

Bei einem Tuch aus erdölbasierten Kunststoffen wird Kohlenstoff aus Millionen Jahre alten Speichern gefördert und letztendlich freigesetzt; die globale CO<sub>2</sub>-Menge in der Atmosphäre steigt.

**Somit gilt:** Auch wenn nachhaltige Desinfektionstücher nach der Verwendung verbrannt werden, leisten sie einen Beitrag zum **Klimaschutz**.



**Abbildung 4:**

Im globalen Kohlenstoffkreislauf wird deutlich, dass durch die direkte Verwendung von Biomasse in Produkten das letztendlich entstehende CO<sub>2</sub> schneller wieder gebunden wird als bei der Verwendung fossiler Ressourcen, deren Entstehung Millionen von Jahre dauert [5,6].

# 2

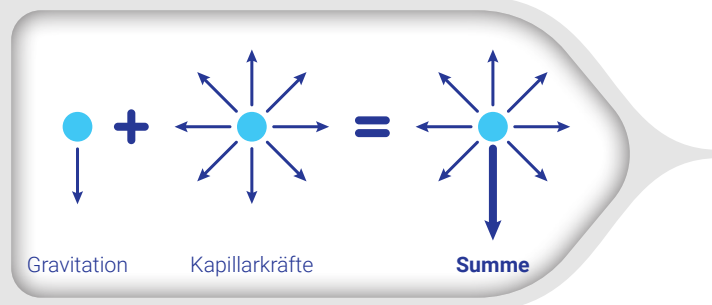
## Wirksam. Vom ersten bis zum letzten Tuch

### Schwerkraft zieht die Flüssigkeit nach unten

In Flowpacks mit vorgetränkten Desinfektionstüchern wirken kontinuierlich zwei Kräfte, die maßgeblich für die Verteilung der Flüssigkeit innerhalb des Tuchstapels verantwortlich sind:

Die **Gravitation**, die das Desinfektionsmittel nach unten zieht, und die **Kapillarkräfte** der Tuchfasern, die die Flüssigkeit innerhalb des Tuchstapels in alle Richtungen gleich (isotrop) verteilen (**Abbildung 5**). Die nach unten wirkenden Kräfte summieren sich auf und überwiegen gegenüber den isotropen Kapillarkräften, sodass es bei der Lagerung von Flowpacks über einen längeren Zeitraum zu einem Absinken der Flüssigkeit und somit einer ungleichmäßigen Verteilung kommen kann [7].

Dieser Gradient kann auch sichtbar gemacht werden, in dem das Desinfektionsmittel vor der Tränkung der noch trockenen Tücher eingefärbt wird. Aufgrund der Schwerkraft sammelt sich die Flüssigkeit und damit auch der Farbstoff im unteren Teil des Tuchstapels und die unteren Tücher sind dunkler (**Abbildung 6**).



**Abbildung 5:** Gravitation und Kapillarkräfte sind Kräfte innerhalb eines Stapels vorgetränkter Desinfektionstücher. Die Kräfte summieren sich auf und verursachen langfristig ein Absinken der Flüssigkeit.

**Abbildung 6:** Das Desinfektionsmittel wurde vor der Tränkung eines Flowpacks blau eingefärbt. Nachdem das Flowpack 3 Tage mit dem Deckel nach oben gelagert wurde, wurde der Tuchstapel aus dem Flowpack entnommen und fotografiert.



# Wirksam. Vom ersten bis zum letzten Tuch

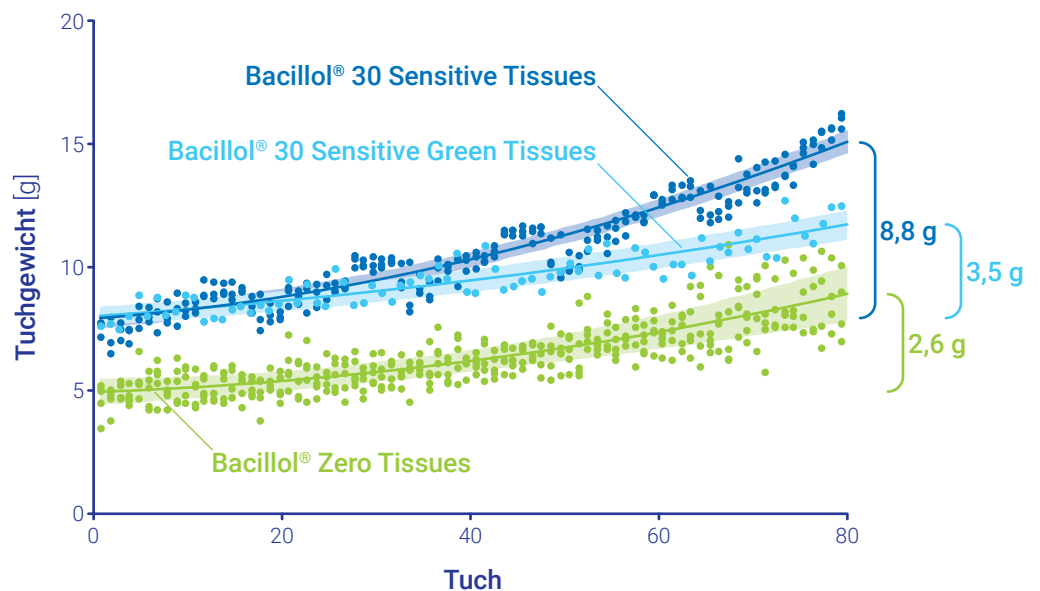
## 2 →

### Bei nachhaltigen Tuchfasern ist die Flüssigkeit gleichmäßiger verteilt

Nachhaltige, Cellulose-basierte Tuchfasern sind chemisch anders aufgebaut als petrochemische Tuchfasern beispielsweise aus PET. Daher wirken in Cellulose-basierten Fasern andere Kapillarkräfte.

Erste Vorversuche zeigten, dass sich die Verteilung der Flüssigkeit in einem Flowpack nach 3 Tagen stabilisiert und keine weiteren Veränderungen zu erwarten sind. Daher wurden Flowpacks mit PET- oder **Cellulose-basierter Tuchfaser** 3 Tage mit dem Deckel nach oben gelagert. Die Flowpacks waren entweder mit einem niedrig-alkoholischen Desinfektionsmittel getränkt oder mit einem Mittel auf Basis organischer Säuren. Nach der Lagerung wurde das Gewicht jedes Tuchs bestimmt (**Abbildung 7**).

Für die getesteten Flowpacks wurde gezeigt, dass die ersten Tücher leichter und somit weniger getränkt waren als die Tücher weiter unten im Tuchstapel. Der Gewichtsunterschied war bei den PET-basierten Tüchern von Bacillo® 30 Sensitive (8,8 g) mehr als doppelt so groß im Vergleich zu **Bacillo® 30 Sensitive Green Tissues** (3,5 g) oder **Bacillo® Zero Tissues** (2,6 g), die beide Cellulose-basierte Tücher enthalten.



**Abbildung 7:**

Gewicht der Tücher in Flowpacks der Bacillo®-Produktfamilie, nachdem die Flowpacks 3 Tage mit dem Deckel nach oben gelagert wurden. Tücher weiter unten im Stapel wiesen ein höheres Gewicht und somit eine höhere Tränkung auf als die ersten Tücher. Die Differenz im mittleren Gewicht zwischen erstem und letztem Tuch ist angegeben. Linien zeigen den Durchschnitt. Das 95 %-Konfidenzintervall ist als hellere Bande dargestellt.

# Wirksam. Vom ersten bis zum letzten Tuch

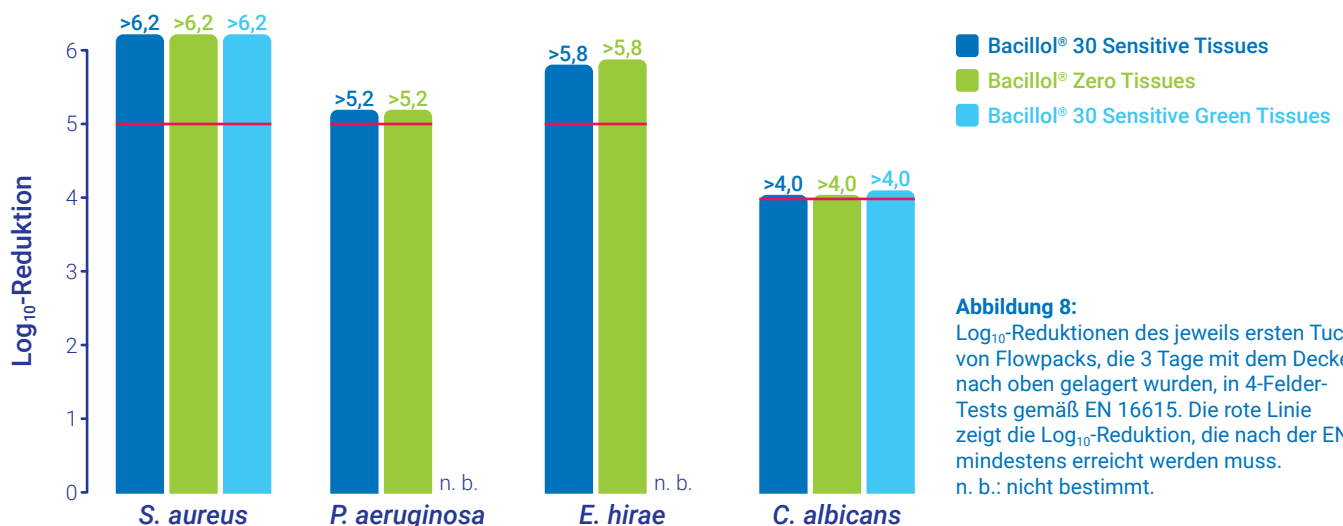
## 2 →

### Trotz Unterschiede in der Tränkung, jedes Tuch ist wirksam

Die **mikrobiologische Wirksamkeit** eines Desinfektionstuchs hängt neben anderen Faktoren auch vom Grad der Tränkung und der Menge an Flüssigkeit ab, die auf die Fläche abgegeben wird [7]. Die ersten Tücher in den getesteten Flowpacks haben eine geringere Tränkung als der Durchschnitt aller Tücher (**Abbildung 7**) und die antimikrobielle Wirksamkeit kann hinterfragt werden.

Daher wurde die Wirksamkeit des jeweils ersten Tuchs der Flowpacks nach 3-tägiger Lagerung mit dem Deckel nach oben in **4-Felder-Tests gemäß EN 16615** bestimmt. Die Testung fand unter hoher organischer Belastung mit Einwirkzeiten gemäß den Produktauslobungen statt.

Flowpacks von Bacillol® 30 Sensitive Tissues und Bacillol® Zero Tissues wurden gegen die Erreger *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus hirae* und *Candida albicans* getestet, bei Bacillol® 30 Sensitive Green Tissues wurde eine Eckwertüberprüfung mit *S. aureus* und *C. albicans* durchgeführt (**Abbildung 8**).



Bei längerer Lagerung sinkt die Flüssigkeit bei vorgetränkten Desinfektionstüchern ab.



Die ersten Tücher eines Flowpacks sind weniger getränkt als die letzten Tücher. Diese Differenz ist deutlich geringer bei Cellulosebasierten Tüchern als bei PET-Tüchern.



Trotz der unterschiedlichen Tränkung sind die getesteten *ready-to-use* Tücher der Bacillol®-Range wirksam vom ersten bis zum letzten Tuch.



# Glossar

## Grammatur

Um verschiedene Tücher vergleichen zu können, wird deren Gewicht oft in Gramm pro Quadratmeter ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) angegeben. Dieser Wert wird auch Grammatur genannt und hängt von der Faserart, Faserdicke und -dichte ab. Tücher zur Flächendesinfektion haben meist eine Grammatur zwischen 30-60  $\text{g}/\text{m}^2$ .

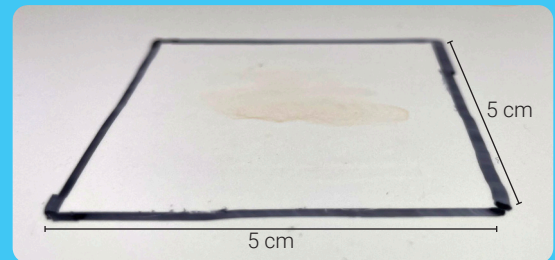


## Organische Belastung

Flächen-Desinfektionsmittel können unter zwei verschiedenen Bedingungen getestet werden: mit geringer organischer Belastung (*clean conditions*) oder mit hoher organischer Belastung (*dirty conditions*). Bei geringer Belastung wird zur Testung 0,3 % Rinderalbumin hinzugefügt. Produkte, die mit dieser Belastung ausgelobt werden, dürfen nur auf optisch sauberen Flächen eingesetzt werden.

Produkte, die unter **hoher organischer Belastung** getestet wurden (**Abbildung 9**), dürfen hingegen auch auf Flächen eingesetzt werden, die optisch leicht verschmutzt sind. Getestet wurden diese Produkte unter Zugabe von 3 % Rinderalbumin und 3 % Schaferythrozyten.

Bei sehr starken Verschmutzungen ist immer das zweistufige Verfahren vorzuziehen, bei dem im ersten Reinigungsschritt die Verschmutzung entfernt und anschließend in einem zweiten Schritt die Desinfektion durchgeführt wird.



**Abbildung 9:**

0,05 mL einer hohen organischen Belastung wurden auf einem 5x5  $\text{cm}^2$  großen Feld verteilt und 60 Minuten eingetrocknet gemäß 4-Felder-Test (EN 16615).

## Pulpe

Bei der Herstellung holzbasierter Fasern stellt Pulpe die Watte-ähnliche Zwischenstufe zwischen Holz und Faser dar. Pulpe wird durch chemischen Aufschluss aus Holz hergestellt und besteht aus hochreiner Cellulose, dem Ausgangsmaterial für nachhaltige Vliestuchfasern.



## Tränkung

Der Tränkungsgrad beschreibt die Menge an Flüssigkeit, mit der das trockene Tuch getränkt wird. Die maximale Tränkungsmenge ist limitiert durch Parameter wie Tuchgröße, -material, Grammatur oder chemische Zusammensetzung der Tränklösung.

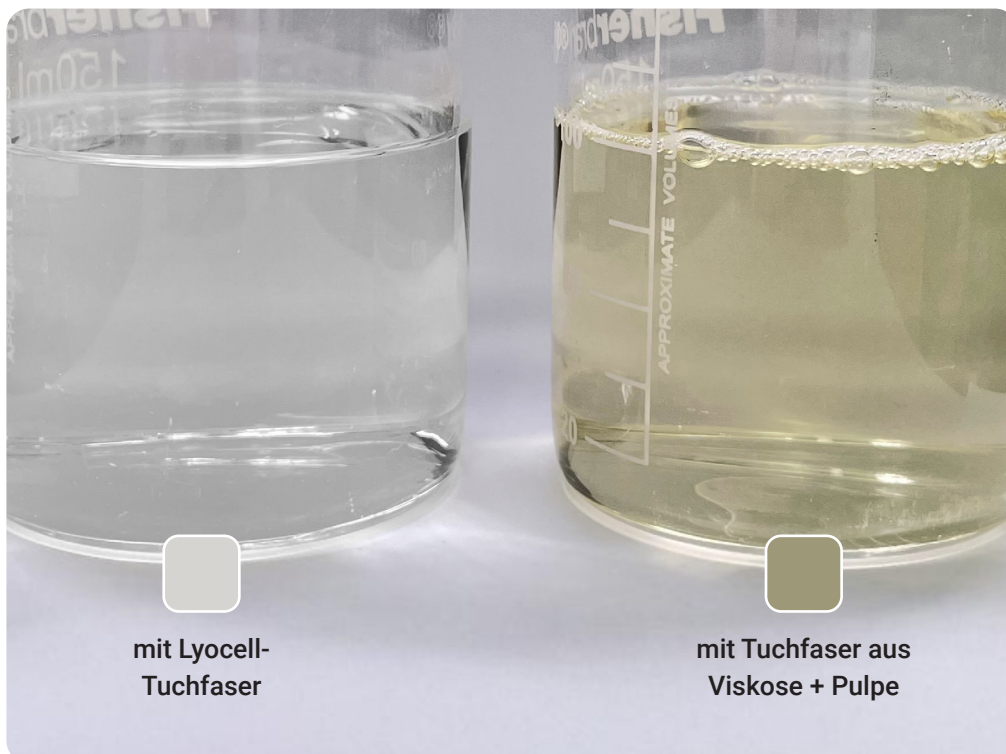


# 3 Einfluss der Faser auf die Chemie

## Die Faser beeinflusst die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels

Cellulose ist ein biologisches Molekül und kann aufgrund seiner komplexen Struktur anders als zum Beispiel PET mit den Chemikalien in Desinfektionsmitteln **interagieren**. Dies kann im schlimmsten Fall die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels reduzieren. Von manchen Kombinationen von Faser und Wirkstoff ist bereits bekannt, dass es zu einem **Wirkstoffverlust** kommen kann [8] und auch für moderne, nachhaltige Viskose-Fasern auf Cellulose-Basis ist schon beschrieben, dass sie Wirkstoffe wie quartäre Ammoniumverbindungen (QAV) zurückhalten können [9].

Der Einfluss der Vliestuchfaser auf das Desinfektionsmittel ist dabei nicht immer subtil und nur durch aufwendige Nachweismethoden zu identifizieren. Bei bestimmten Kombinationen von Faserqualität und Desinfektionsmittel kann es zu einer Farbveränderung kommen, die sogar mit dem bloßen Auge zu erkennen ist (**Abbildung 10**).



**Abbildung 10:** Ausgepresste Flüssigkeit aus zwei Flowpacks. Beide enthielten das gleiche Desinfektionsmittel, allerdings entweder mit Lyocell (links) oder mit einer Faser aus Viskose + Pulpe (rechts) als Vliestuchmaterial. Durch eine Reaktion von Viskose + Pulpe mit dem Desinfektionsmittel kann es zu einer Verfärbung der Lösung kommen.

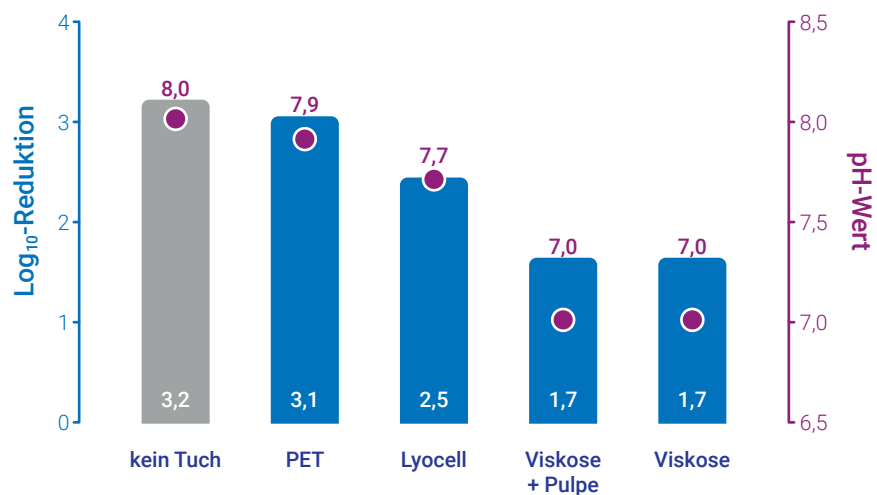
# Einfluss der Faser auf die Chemie

## 3 →

Um die Wechselwirkung von Faser und Desinfektionsmittel näher zu charakterisieren, wurden vier verschiedene Vliestücher mit einem Alkoholgemisch getränkt (**Tabelle 1**), für 72 Stunden gelagert und anschließend die aus den Tüchern ausgepresste Flüssigkeit untersucht. Es wurden der **pH-Wert** und die **Wirksamkeit gegen Adenoviren** gemäß EN 14476 unter hoher organischer Belastung bestimmt (**Abbildung 11**). Adenoviren sind wirksamkeitslimitierend bei niedrig-alkoholischen Desinfektionsmitteln, sodass sich hier bereits eine geringe Beeinflussung durch das Tuchmaterial bemerkbar macht. Getestet wurden Vliestücher aus (a) PET-Faser, (b) Lyocell, (c) einer Mischung aus Viskose und Pulpe und (d) Viskose allein.

**Tabelle 1:** Zusammensetzung des verwendeten Alkoholgemischs.

Komponente	Menge (% w/w)
Ethanol	14 %
1-Propanol	6 %
2-Propanol	10 %
Wasser	ad 100 %
pH-Stellmittel	ad pH 8



**Abbildung 11:**

Charakterisierung der Tränkflüssigkeit ausgepresst aus verschiedenen Cellulose-basierten Tüchern. Zum Vergleich sind auch die Werte der Alkohol-Tränklösung (**Tabelle 1**) ohne Tuch gezeigt. Es wurde die Log<sub>10</sub>-Reduktion der ausgepressten Lösung gegen Adenoviren bestimmt (Balken) sowie der pH-Wert (Punkte).



↓pH

Cellulose-Fasern verringern den pH-Wert alkoholischer Tränklösungen.



Bei einfachen alkoholischen Gemischen sinkt die Wirksamkeit nach Kontakt mit Cellulose-basierten Tuchfasern; bei komplexeren Formulierungen ist eine ausreichende Wirksamkeit unabhängig des Fasermaterials zu erwarten.



Viskose beeinflusst den pH-Wert am stärksten ( $\Delta\text{pH} = 1,0$ ) und reduziert die Wirksamkeit um 1,5 Log<sub>10</sub>-Stufen. Lyocell hat einen deutlich geringeren Einfluss.

# 4 Effizienz durch hohe Reißfestigkeit

## Reißfeste Desinfektionstücher bieten viele Vorteile im Alltag

Auch wenn auf den ersten Blick nicht ersichtlich ist, warum ein Einweg-Desinfektionstuch eine hohe Reißfestigkeit aufweisen sollte, so hat diese Eigenschaft einen subtilen aber wichtigen Einfluss auf die Effizienz beim Desinfizieren:



**Kraftvolle Anwendung:** Ein starkes und reißfestes Tuch kann mit mehr Druck über die Fläche geführt werden. So werden Verschmutzungen oder Kontaminationen effektiver beseitigt.



**Unabhängig von der Oberfläche:** Manche Oberflächen sind strukturiert oder rau, wie beispielsweise Patientenliegen. Reißfeste Desinfektionstücher können hier unabhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche genutzt werden ohne auszufransen.



**Kosteneinsparung und mehr Nachhaltigkeit:** Bei reißfesten Vliestüchern sind für eine Anwendung weniger Tücher notwendig und das reflexartige Herausziehen mehrerer Tücher entfällt.



**Reißfestigkeit und Faserrückstände:** Eine hohe Reißfestigkeit bedeutet, dass die Fasern nicht so schnell brechen und somit weniger kleine Faserfragmente (Fussel) auf der Fläche zurückbleiben (siehe **Kapitel 5**).

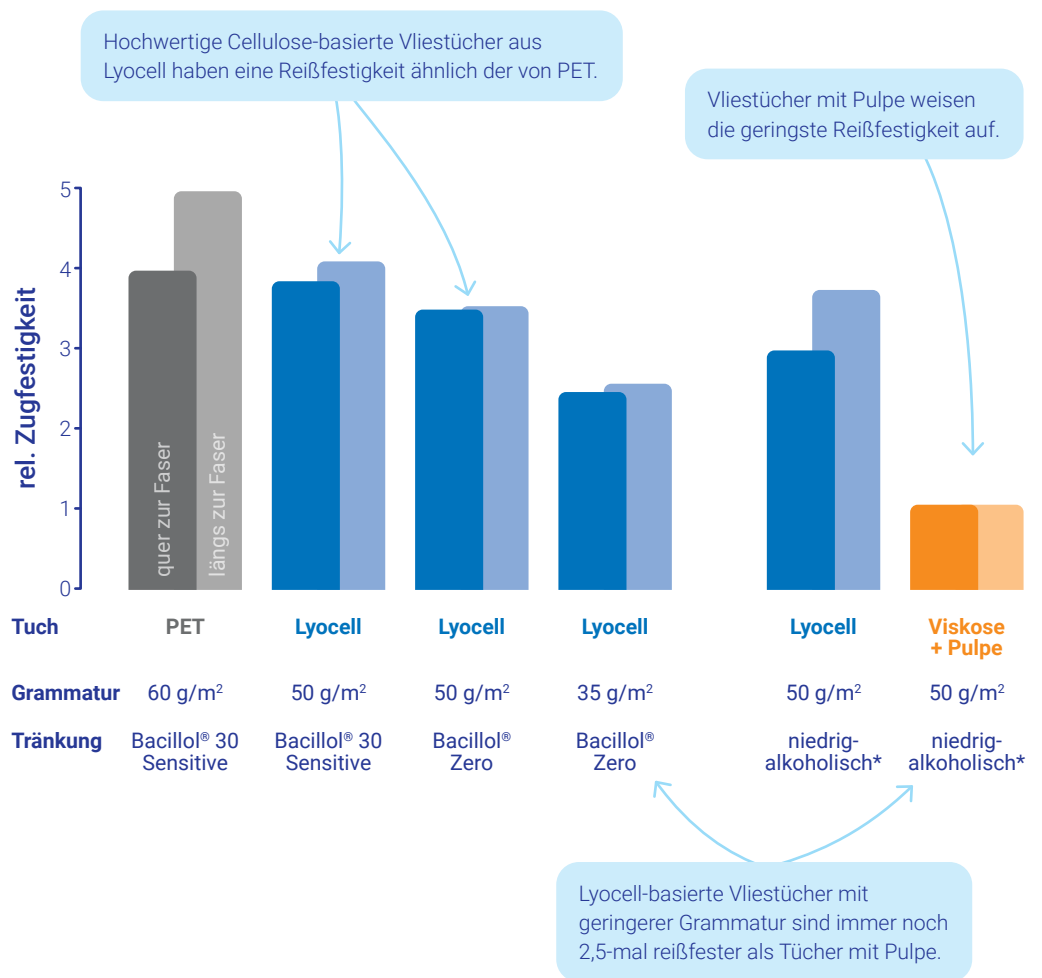


# Effizienz durch hohe Reißfestigkeit



Die Höchstzugkraft von Vliestüchern aus unterschiedlichen Fasern und mit unterschiedlichen Grammaturen und Tränkungen wurde gemäß **DIN EN 29073** in einem unabhängigen Labor bestimmt (**Abbildung 12**). Eine schematische Darstellung der verschiedenen Fasern ist auf **Seite 15** zu finden.

**Abbildung 12:** Höchstzugkraft bzw. Reißfestigkeit von getränkten Tüchern aus verschiedenen Vliestuchfasern gemäß DIN EN 29073. Die Zugkraft der Tücher wurde längs und quer zur Faser bestimmt.



Nicht alle Cellulose-basierten Vliestuchfasern zeigen die gleiche Reißfestigkeit: Hochwertige Lyocell-Fasern sind ähnlich stabil wie PET-Fasern und bis zu viermal reißfester als Kombinationen aus Viskose und Pulpe.

\*ca. 30 % Gesamt-Alkohol

# 5

## Kleine Fussel, großes Risiko

### Faserrückstände können ernsthafte Probleme verursachen

Faserrückstände und Fussel von OP-Textilien bargen früher ein Risiko für die Patientensicherheit. Moderne Textilien im OP-Saal sind besonders fusselarm, wodurch das Risiko für den Patienten deutlich reduziert wird. Die Transformation des Gesundheitswesens hin zu mehr Nachhaltigkeit erfordert allerdings den Einsatz neuer Materialien, wie zum Beispiel Cellulose-basierter Tuchfasern für die Flächendesinfektion. Alte, überwunden geglaubte Probleme wie Faserrückstände könnten somit wiederkehren (**Abbildung 13**).



**Kontaminationsrisiko:** Faserrückstände können potenziell mit Erregern kontaminiert sein und die Pathogene zu Patienten transportieren; auch bei Desinfektionstüchern, wenn ein Wirkstoff wie z. B. Alkohol verfliegen ist.



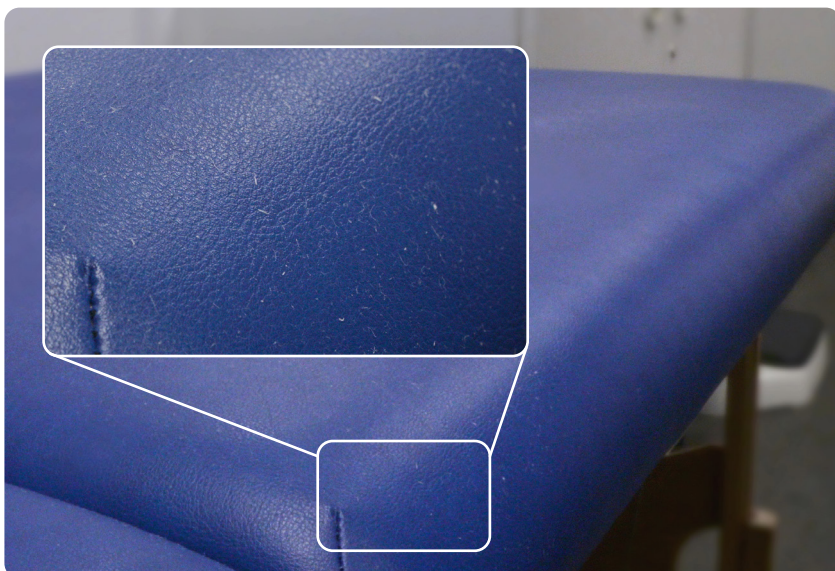
**Wundheilung:** Wenn eingebracht in eine Wunde, können Cellulose-Partikel von wenigen Mikrometern Größe den Heilungsprozess behindern, Granulome verursachen und zu Verwachsungen von Geweben führen [10,11].



**Hygiene-Compliance:** Fusselnde Tücher können von Anwendern als ineffizient wahrgenommen werden. Zudem müssen Flächen öfter gereinigt werden, um Faserrückstände zu entfernen. Beides kann negative Auswirkungen auf die Compliance haben.



**Sensible Geräte:** Faserrückstände können bei Geräten Störungen verursachen. Sie können sich in Geräten ansammeln oder z. B. präzise Messungen beeinflussen.



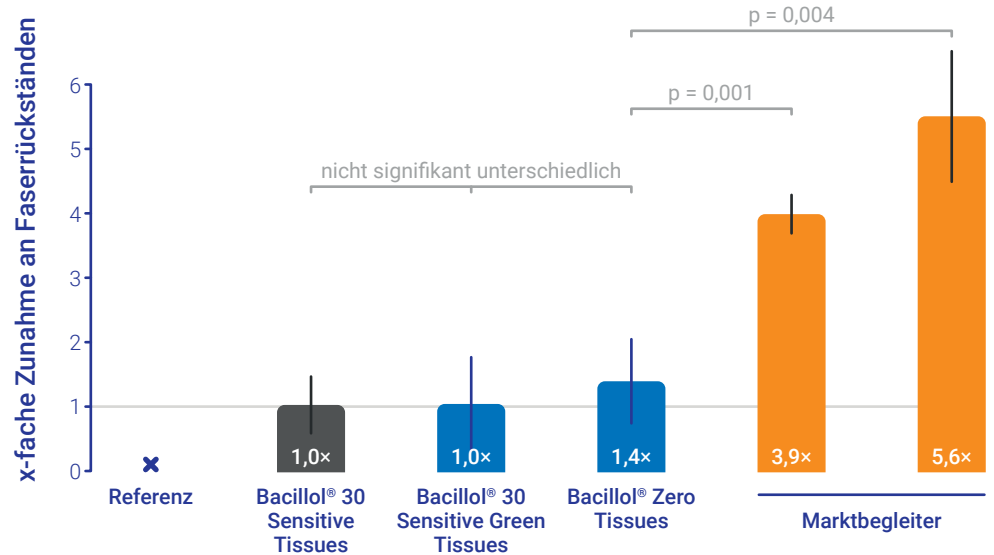
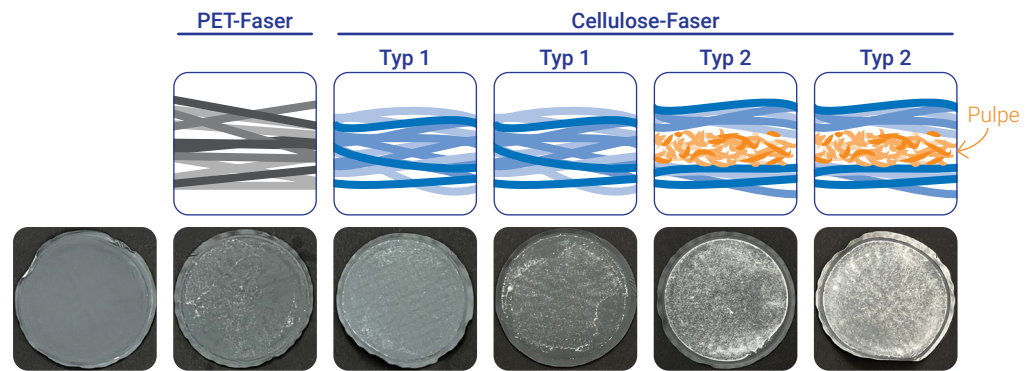
**Abbildung 13:** Faserrückstände nach dem Desinfizieren mit einem stark fusselnden Desinfektionstuch auf einer Patientenliege mit strukturierter Oberfläche.

# Kleine Fussel, großes Risiko

5 →

## Cellulose-Faser ist nicht gleich Cellulose-Faser

Um die Menge an Faserrückständen zu bestimmen, wurde die Flüssigkeit aus den Tuchstapeln von **Flowpacks ausgepresst und filtriert** (Porengröße des Filter: 0,45 µm). Die Filter wurden über Nacht getrocknet und das Gewicht der Faserrückstände ausgewogen. Das ermittelte Gewicht der Faserrückstände wurde zu einem PET-Faser enthaltenden Produkt ins Verhältnis gesetzt (**Abbildung 14**).



**Abbildung 14:** Die Menge an Faserrückständen in Flowpacks wurde durch Auspressen der Flüssigkeit und Filtrieren bestimmt. Cellulose-basierte Tücher, die Pulpe als Zwischenschicht enthielten (Typ 2), hinterließen mehr als fünfmal so viele Faserrückstände als Tücher ohne Pulpe. Zum Vergleich ist auch ein Filter dargestellt, durch den nur Wasser filtriert wurde (Referenz).



Die getesteten Tücher der Bacillol®-Produktfamilie hinterlassen ungefähr die gleiche Menge an Faserrückständen, unabhängig ob es sich um PET- oder Cellulose-basierte Tücher handelt.

5x

Vliestücher, die Pulpe enthalten, hinterlassen mehr als fünfmal so viele Faserrückstände.

# B Neues Material mit altbekannter Reichweite

## Die Reichweite wird von vielen Faktoren beeinflusst

Als Reichweite oder auch Flächenleistung wird die Gesamtheit der Fläche bezeichnet, die mit einem mit Flüssigkeit getränktem Wischtuch durchgängig benetzt werden kann, bevor der **Flüssigkeitsfilm auf der Oberfläche** abreißt.

Dabei hängt die Reichweite von vorgetränkten Desinfektionstüchern nicht nur von der Größe der Tücher ab. Es gibt eine Vielzahl weiterer Faktoren, die gemeinsam die Reichweite von gebrauchsfertigen Desinfektionsmitteltüchern beeinflussen:



### Größe & Gewicht

Je größer ein Tuch und je dichter die Fasern miteinander verfestigt sind (siehe Grammatik, **Seite 9**), desto mehr Flüssigkeit kann aufgenommen und an die Fläche abgegeben werden.



### Inhaltsstoffe

Die chemische Formulierung beeinflusst die Oberflächenspannung der Flüssigkeit und damit die Verteilung auf einer Oberfläche.



### Tuchmaterial

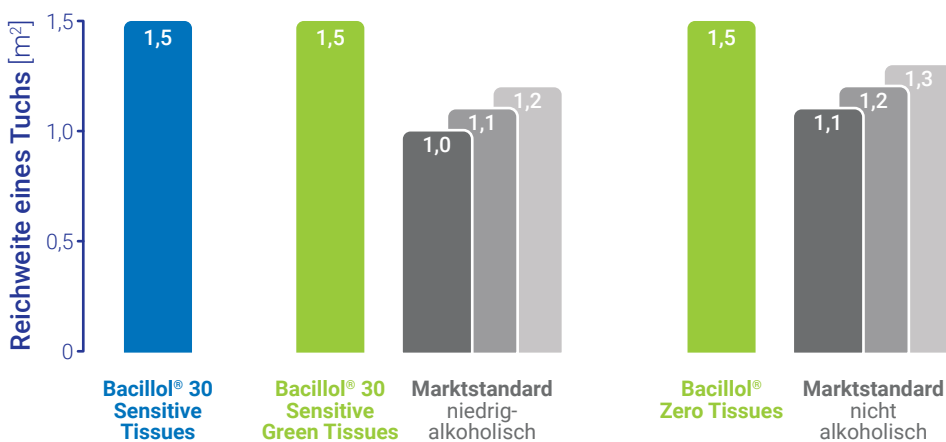
Beispiele verschiedener Tuchmaterialien siehe **Seite 4**.



### Tränkungsgrad

Detaillierte Erklärung siehe **Seite 9**.

Die durchschnittliche Reichweite eines Desinfektionsmitteltuchs kann von spezialisierten Prüf- und Textillaboren ermittelt werden. Dabei wird unter kontrollierten Bedingungen mit dem Tuch über eine standardisierte Oberfläche gewischt bis der Flüssigkeitsfilm abreißt. Abschließend wird die Größe der benetzten Fläche bestimmt (**Abbildung 15**).



**Abbildung 15:** Die Reichweiten von Bacillo® Tüchern und Wettbewerbsprodukten wurden von einem unabhängigen Institut bestimmt.



Mit einer durchschnittlichen Reichweite von 1,5 m<sup>2</sup> pro Tuch erzielten Bacillo® Zero Tissues und Bacillo® 30 Sensitive (Green) Tissues die höchste Reichweite.



## ... nach der Anwendung

"Desinfektionstücher werden am Ende doch eh verbrannt, warum also nachhaltig?"

### Akkumulation von Mikroplastik

Schon während der Verwendung aber auch danach im Zuge der Entsorgung lösen sich - beispielsweise durch Abrieb - Faserrückstände (siehe Seite 15) und Mikropartikel von Desinfektionstüchern. Diese Partikel sind teilweise wenige Mikrometer (tausendstel Millimeter) groß und mit bloßem Auge nicht zu erkennen.

Erdöl-basierte Kunststoffe sind nicht biologisch abbaubar. Kunststoffpartikel (Mikroplastik) akkumulieren in der Umwelt und auch in Lebewesen: In einer Studie von 2022 konnte in humaner Muttermilch Mikroplastik nachgewiesen werden [12]. Cellulose-basierte Desinfektionstücher hinterlassen zwar auch Mikropartikel, doch akkumulieren diese nicht in der Umwelt oder in Lebewesen (Abbildung 16) [13].

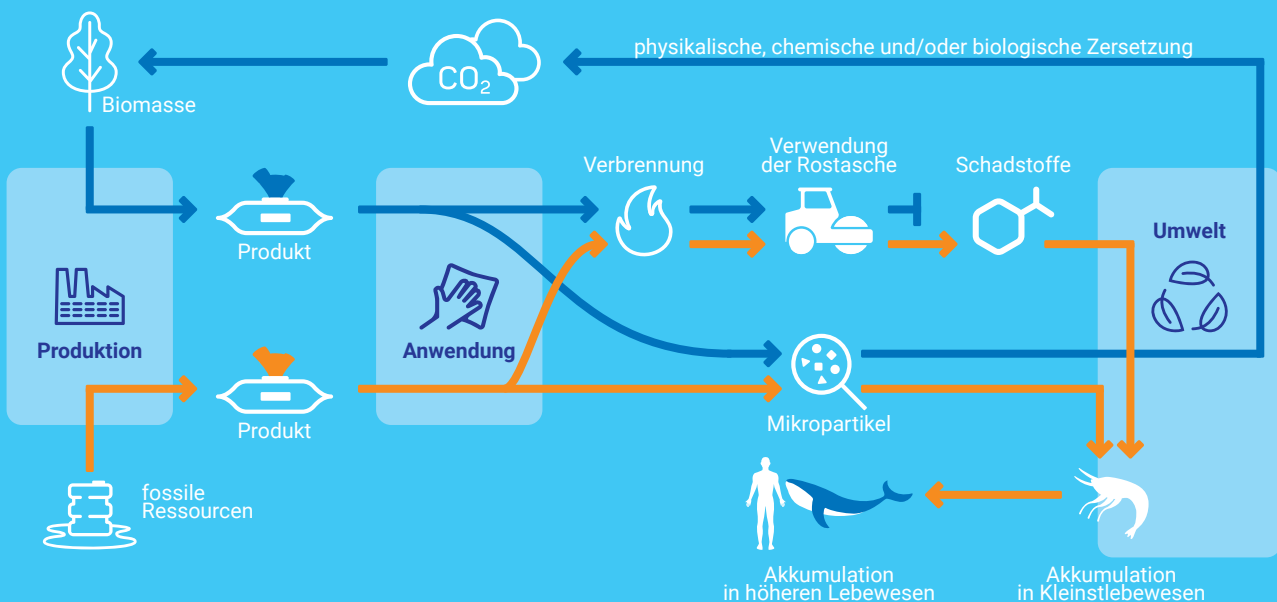


Abbildung 16:

Materialflüsse von Cellulose- (blau) und PET-basierten (orange) Desinfektionstüchern nach der Verwendung. Betrachtet werden der Weg nach der Benutzung und Verbrennung, sowie der Verbleib von Mikroplastik, die freigesetzt werden können.

### Die thermische Verwertung

Zum Schutz vor Infektionen müssen potenziell kontaminierte Desinfektionstücher nach der Verwendung verbrannt werden. Kompostierung oder Recycling selbst von nachweislich abbaubaren Tüchern sind hier nicht möglich [14]. Mit der Verbrennung von medizinischem Abfall in dafür vorgesehenen Verbrennungsanlagen geht eine thermische Verwertung einher: Die entstehende Wärme wird in Strom, Prozessdampf und/oder Fernwärme umgewandelt und die zurückbleibende Asche (sog. Rostasche) wird nach der Wiedergewinnung von Metallen u. a. im Straßenbau oder in Zement eingesetzt.

Die bei der Verbrennung entstehenden **hochgiftigen Substanzen** werden aus den Stäuben und der Rostasche entfernt, jedoch kann gemäß Heinrich-Böll-Stiftung und BUND das restlose Herausfiltern nicht sichergestellt werden [15]. So gelangen unter Umständen giftige Schadstoffe als Straßenbelag wieder in die Umwelt.

Studien haben gezeigt, dass die Verbrennung von Cellulose deutlich weniger toxische Emissionen und Rückstände verursacht [16] als die Verbrennung von Plastikabfällen [16-19]. **Somit gilt:** Cellulose-basierte Desinfektionstücher tragen also dazu bei die Belastung der Umwelt durch Schadstoffe zu reduzieren.

# Zusammenfassung



## Der Schwerkraft zum Trotz

Flüssigkeit in Flowpacks sinkt mit der Zeit nach unten und die ersten Tücher sind weniger getränkt als die letzten. Trotz des unterschiedlichen Grads der Tränkung sind die getesteten *ready-to-use* BacilloI®-Tücher wirksam vom ersten bis zum letzten Tuch.



## Einfluss der Faser auf die Chemie

Cellulose-Fasern können das Desinfektionsmittel beeinflussen: Es kann zu Veränderungen des pH-Werts und der Wirksamkeit kommen. Viskose hat dabei einen deutlich negativeren Einfluss als Lyocell-Fasern.



## Effizienz durch hohe Reißfestigkeit

Fasern aus PET oder Lyocell haben eine bis zu 4x höhere Reißfestigkeit als Fasern aus Viskose und Pulpe. Selbst bei einer Verringerung der Grammaturn ist Lyocell einem Tuch, das Pulpe enthält, in Puncto Reißfestigkeit überlegen.



## Kleine Fussel, großes Risiko

Egal ob PET- oder Cellulose-basierte Tücher, die Tücher der BacilloI®-Produktfamilie hinterlassen ungefähr die gleiche Menge an Fussel. Vliestücher, die Pulpe enthalten, können hingegen mehr als 5x so viele Faserrückstände hinterlassen.



## Neues Material mit altbekannter Reichweite

Die niedrig-alkoholischen und alkoholfreien Tücher der BacilloI®-Produktfamilie erreichen unabhängig vom Tuchmaterial eine Reichweite von 1,5 m<sup>2</sup> pro Tuch und sind damit ergiebiger als der Marktdurchschnitt.



# Referenzen

1. **Siani et al.** (2018). Impact of antimicrobial wipes compared with hypochlorite solution on environmental surface contamination in a health care setting: A double-crossover study. *Am J Infect Control*. 46(10):1180-1187.
2. **Song et al.** (2019). Efficacy of disinfectant-impregnated wipes used for surface disinfection in hospitals: a review. *Antimicrob Resis Infect Control*. 8:139.
3. **Shen & Patel** (2010). Life cycle assessment of man-made cellulose fibers. *Lenzinger Berichte*. 8:1-59.
4. **Opperskalski et al.** (2022). Preferred Fiber & Materials Market Report, Textile Exchange. (aufgerufen am 08/2024).
5. **Lenzing Group** (2023) Focus Paper: End of Use.
6. **Sudheshwar et al.** (2024). Unraveling the climate neutrality of wood derivatives and biopolymers. *RSC Sustain*. 2:1487-1497.
7. **Knieler** (2019). Quality and testing of ready-to-use disinfection wipes. *Hyg-Med*. 44(4): D33-D40.
8. **Bloß et al.** (2010). Adsorption of active ingredients of surface disinfectants depends on the type of fabric used for surface treatment. *J Hosp Infect*. 75(1):56-61.
9. **Pascoe et al.** (2022). Impact of material properties in determining quaternary ammonium compound adsorption and wipe product efficacy against biofilms. *J Hosp Infect*. 126:37-43.
10. **Janoff et al.** (1984). Foreign body reactions secondary to cellulose lint fibers. *Am J Surg*. 147(5):598-600.
11. **Truscott** (2004). Impact of microscopic foreign debris on post-surgical complications. *Surg Technol Int*. 12:34-36.
12. **Ragusa et al.** (2022). Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. *Polymers (Basel)*. 14(13):2700.
13. **Royer et al.** (2021). Degradation of synthetic and wood-based cellulose fabrics in the marine environment: Comparative assessment of field, aquarium, and bioreactor experiments. *Sci Total Environ*. 791:148060.
14. **Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)** (2021). Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes (aufgerufen am 01/2025).
15. **Heinrich-Böll-Stiftung & Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)** (2019). Plastikatlas (aufgerufen am 01/2025).
16. **Young et al.** (2013). Release of harmful air pollutants from open burning of domestic municipal solid wastes in a metropolitan area of Korea. *Aerosol Air Qual Res*. 13:1365-1372.
17. **Valavanidis et al.** (2008). Persistent free radicals, heavy metals and PAHs generated in particulate soot emissions and residue ash from controlled combustion of common types of plastic. *J Hazard Mater*. 156(1-3):277-284.
18. **Vijayakumar & Fink** (1982). Pyrolysis studies of aromatic polyesters. *Thermochimica Acta*. 59(1):51-61.
19. **Webb et al.** (2013). Plastic Degradation and its environmental implications with special reference to poly(ethylene terephthalate). *Polymers*. 5(1):1-18.



PAUL HARTMANN AG  
Paul-Hartmann-Straße 12  
89522 Heidenheim  
Germany

Telefon: +49-7321-36-0  
Telefax: +49-7321-36-3636  
info@hartmann.info  
www.hartmann.info



**Wir forschen für  
den Infektionsschutz**  
hartmann-science-center.de