



# Kriterien, die bei der Filtration mit Filterbeuteln beachtet werden sollten

## Der richtige Umgang mit dem Klassiker!

W. Callaert\*

Die Filtration mit Filterbeuteln wird in vielen industriellen Prozessen verwendet, um unerwünschte Partikel aus einer Flüssigkeit zu entfernen. Bisher war diese Methode der Filtration eine grundlegende Option für unkritische Anwendungen mit nominaler Abscheiderate. Heute werden Filterbeutel verwendet, um viele verschiedene Flüssigkeiten, von

Wasser bis Klebstoff, in einem breiten Anwendungsspektrum und unter strengeren Bedingungen zu filtrieren. Bei der Auswahl eines Filterbeutels und der verschiedenen Optionen müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass das bestmögliche Leistungsniveau erreicht wird. Einige der wichtigsten Kriterien sind:

- Eigenschaften und Größe der zu entfernenden Partikel oder Feststoffe (absolut im Vergleich zu nominal)
- Prozessbedingungen (Durchflussrate, Druck, Temperatur)
- Typen von Filtermedien
- Möglichkeiten zur Verbesserung von Filtrationsprozessen
- Aspekte zur Auswahl von Filtergehäusen

### Eigenschaften und Größe der zu entfernenden Partikel (absolut im Vergleich zu nominal)

Beim Reinigen einer Flüssigkeit müssen möglicherweise nur bestimmte Verunreinigungen entfernt werden, während andere, die nicht kritisch oder sogar wertvoll sind, im Filtrat verbleiben können oder müssen. Wenn alle Partikel ab einer definierten Größe entfernt werden müssen, ist ein „absoluter“ Filter erforderlich. Die „absolute“ Abscheiderate gibt die Porengröße an, bei der ein Partikel ab einer bestimmten Größe zuverlässig vom Filter mit einer definierten Abscheideeffizienz (z. B. 99 %) unter genau definierten Testbedingungen zurückgehalten wird. Beispiel: 15 µm absolut: Partikel der Größe 15 µm werden bei einmaligem Durchströmen des Filters zu 99 % abgeschieden.

**\* Wim Callaert**  
 Senior Product Manager  
 Eaton's Filtration Division  
 Eaton Technologies GmbH  
 An den Nahewiesen 24  
 55450 Langenlonsheim, Germany  
 Tel.: +49 6704 204-169  
 www.eaton.com



Das leistungsstarke  
**LG Antifouling**  
**BWRO-Produktportfolio**  
 für die Herausforderungen  
 der Wiederverwendung  
 von Abwasser



COMPREHENSIVE LIQUID FILTRATION SOLUTIONS

## Innovation + Expertise

WE'RE COMMITTED TO YOUR VISION.

Whatever your filtration application, Rosedale Products, Inc. offers a product designed to meet your needs. From filters that accept high-efficiency filter cartridges to filter bags, Rosedale products deliver superb performance at an exceptional value.

Call or write us today for more information.  
 800.821.5373 • RosedaleProducts.com

Rosedale Products Inc.  
 3730 W. Liberty Rd. Ann Arbor, MI 48103  
 Email: Filters@RosedaleProducts.com  
 Phone: 734.665.8201 • Fax: 734.665.2214  
 ©2020 Rosedale Products Inc.



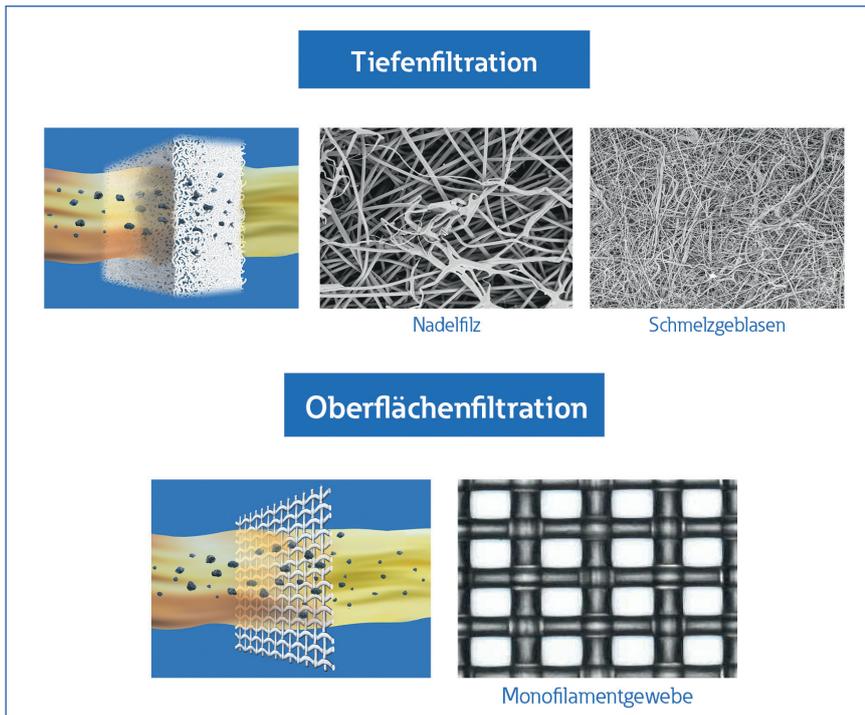


Abb. 1: Typische Filtermedien

Eine „nominale“ Abscheiderate, die normalerweise in Mikrometern ausgedrückt wird, bezieht sich auf einen Filter, der einen undefinierten Prozentsatz fester Partikel mit einer Größe von mehr als der angegebenen Porengröße zurückhält. Bedingungen während der Filtration, wie Betriebsdruck, Form und Konzentration von Partikeln, wirken sich erheblich auf die Rückhaltefähigkeit der Filter aus.

Die Diskussion über „nominal“ im Vergleich zu „absolut“ ist eines der wichtigsten Kriterien, das betrachtet werden sollte. „Nominal“ ist nicht schlechter als „absolut“. Der Schlüssel liegt darin, die Filter zu finden, die in der jeweiligen Anwendung am besten funktionieren, ohne dass die Leistungseigenschaften des

Filters überschritten werden oder feinere Filter eingesetzt werden als erforderlich wären. Dies erfolgt in der Regel durch Tests vor Ort. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis muss dabei sorgfältig in Betracht gezogen werden: Je feiner der Filter, desto teurer wird er sein. Außerdem verblocken feinere Filter in der Regel schneller, was wiederum zu Ausfallzeiten und weiteren Kostensteigerungen führt. Um Verblockungen zu vermeiden, setzt die Industrie oft auf zwei oder mehr Filtrationsschritte. Bei jedem Schritt werden die Filter feiner, um kleinere Partikel zu entfernen als im vorherigen Schritt. Dieser Vorfiltrationsprozess verringert das Risiko einer zu frühen Filterverblockung, bevor die endgültige Filtrationsqualität erreicht ist.



Abb. 2: Ein Filterbeutel mit einem plissierten Filtermedium

### Prozessbedingungen (Durchflussrate, Druck, Temperatur)

Die Prozessbedingungen sind für die Auswahl der richtigen Filtrationslösung wichtig. Je nach Anwendung kann eine bestimmte Temperaturbeständigkeit oder ein höherer Druckwiderstand notwendig sein. Neben der Auswahl des richtigen Filtertyps spielen Prozessparameter auch eine Rolle bei der Bestimmung der spezifischen Größe des Systems. Sobald der Filtertyp ausgewählt ist, definiert die erforderliche Durchflussrate die Anzahl der erforderlichen Filterbeutel. Je nach Prozessbedingungen kann die Anzahl der Filterbeutel erhöht werden. In einem Batch-Prozess müssen beispielsweise mehr Filterbeutel in Betracht gezogen werden, um Unterbrechungen beim Austausch von Filterbeuteln zu vermeiden. Das Befolgen eines geplanten Wechselintervalls ist möglicherweise angebracht, um eine bessere Wartungsplanung zu erreichen.

Andere Faktoren können ergonomischer Natur oder auch Beschränkungen in Bezug auf Stellfläche oder Höhe sein. Häufig werden kleinere, kompaktere Filter bevorzugt, da sie höhenteknisch besser zu erreichen oder auch leichter auszuwechseln sind. Beim Filtrieren viskoser Flüssigkeiten wie Klebstoffen, Farben oder Harzen ist es möglicherweise praktischer ein kleineres Filtergehäuse mit einem entsprechenden Filterbeutel, welches einen niedrigeren Zugangspunkt hat, zu verwenden. Die Kapazität wird nur halb so groß sein wie bei der gängigsten Größe, aber der ergonomische Vorteil macht diesen Filtertyp zur bevorzugten Option.

### Typen von Filtermedien

Filterbeutel sind in vielen Prozessen und Branchen beliebt, von einfachem Wasser über Lebensmittelprodukte, Farben und Beschichtungen bis hin zu verschiedenen Chemikalien und Lösungsmitteln. In diesem Anwendungsspektrum bestehen häufig unterschiedliche Umgebungstemperaturen. Typische Filtermaterialien sind Polypropylen, Polyester und Polyamid (Nylon). Jedes Material weist spezifische Eigenschaften auf, wodurch es unter bestimmten Bedingungen mit der entsprechenden Anwendung kompatibel ist. Es gibt drei grundlegende Typen von Filtermedien: Nadelfilze, gewebe Monofilamentgewebe und schmelzgeblasene Medien.

Nadelfilze sind die beliebtesten Filtermedien und werden durch Mischen verschiedener Fasergrößen und Verdichten durch Vernadelung gebildet. Sie verfügen über eine nominale Abscheiderate zwischen 1 µm und 200 µm. Häufig kommen hier Polypropylen und Polyester



zum Einsatz. Diese Filtermaterialien sind in genähten oder geschweißten Ausführungen erhältlich. Während früher ein genähter Filterbeutel mit einem Metallring das Medium der Wahl war, hat sich diese Variante zu einer vollständig geschweißten Version mit einem bypassfreien Kunststoffdichtring entwickelt. Die Struktur aus gemischten Fasern macht Nadelfilze zu einem Tiefenfilter. Das bedeutet, dass Partikel in der Matrix des Filters zurückgehalten werden können. Während große Partikel an der Oberfläche abgetrennt werden, wandern kleinere Partikel durch die Medienstruktur und können je nach Größe zurückgehalten werden oder den Filter passieren. Nadelfilzfilter ermöglichen hohe Durchflussraten bei geringem Anfangsdifferenzdruck. Um die Freisetzung von Fasern in das Filtrat zu begrenzen, verfügen die Ausführungen aus Polypropylen und Polyester über eine thermisch behandelte Oberfläche. Für den Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie sind spezielle Versionen erhältlich. Diese eingesetzten Kunststoffe erfüllen die Anforderungen für Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen. Typische Anwendungen in der Lebensmittelindustrie sind

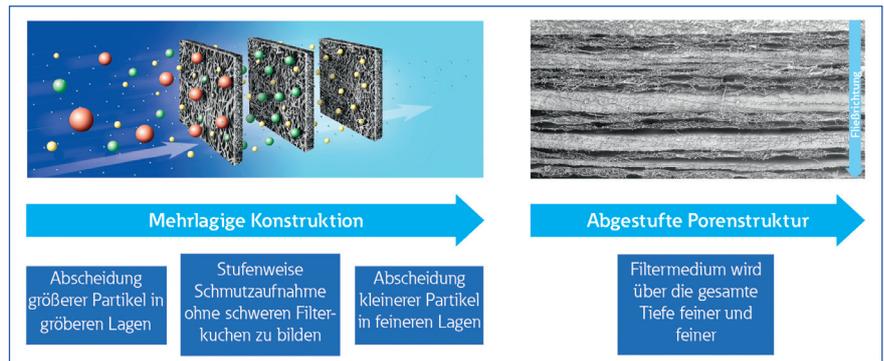


Abb. 3: Durchfluss durch eine mehrlagige Konstruktion

Pflanzenöle, Fette und Zuckerlösungen. Nadelfilzbeutel sind in der Regel einlagig und in Standardausführung oder mit höherer Standzeit erhältlich.

Monofilamentgewebe bilden einen zweidimensionalen Oberflächenfilter. Sie sind in der Regel für Partikelgrößen von 5 µm bis 1200 µm erhältlich. In Bezug auf runde und kristalline Partikel können diese Filter als „absolut“ eingestuft werden. Als solche bieten sie eine wesentlich schärfere Trenngrenze, wenn es entscheidend ist, alle Partikel ab einer bestimmten Größe zu entfernen. Eine typische Anwendung kann hier der Schutz von Düsen sein, um

ein Blockieren der Öffnung zu verhindern. Am häufigsten wird in diesem Fall Polyamid verwendet (siehe Abb. 1).

Eine weitere Gruppe an Filtermedien sind schmelzgeblasene Vliese, für die Polypropylen oder Polyester am häufigsten verwendet werden. Diese Filtermedien werden direkt aus einem Polymer hergestellt, ohne dass Tenside oder spezifische Additive verwendet werden müssen, wie es für die Verarbeitung von Fasern oder beim Vernadeln notwendig ist. Das Filtermedium hat daher eine reinere, feinere Faserstruktur, was eine Rückhalterate von kleineren Partikelgrößen ermöglicht.

**Quality matters.**

Filtration plants must guarantee a reliable separation performance and a long service life - the quality of the membranes is critical to achieve these goals.

With its **ceramic membranes atech innovations gmbh** provides quality in every respect: State-of-the-art ceramic know-how, many decades of experience with materials and process technology, use of high-purity materials for internationally unrivalled products in top quality at affordable prices.

**atech innovations gmbh**

Am Wiesenbusch 26  
45966 Gladbeck, Germany  
Tel. 0 20 43 | 94 34-0  
www.atech-innovations.com  
info@atech-innovations.com

**bopp.ch**

**Premium Gewebelaminat und Filterelemente**

Individuelle Entwicklungen und Produktion

**SWISS PRECISION**

**G. BOPP + CO. AG**  
CH-8046 Zürich  
T. +41 44 377 66 66  
info@bopp.ch



Abb. 4: Beutelfiltergehäuse mit seitlichem Einlass (A) und Einlass von oben (B)

Abgestufte mehrlagige Konstruktionen bieten einen stufenweisen Filtrationsprozess und eine optimale Filtrationskapazität. Diese Filterbeutel werden in der Regel verwendet, wenn Partikel mit einer Größe von bis zu 1 µm hochgradig entfernt werden müssen. Sie haben in der Regel eine „absolute“ Rückhalterate.

### Möglichkeiten zur Verbesserung von Filtrationsprozessen

Eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Dimensionierung und Auswahl des Filtermediums ist die Suche nach dem Filtertyp, der dem optimalen Wartungsintervall am nächsten kommt. In der Industrie sind viele Arten von Filterbeuteln verfügbar, die die gleiche Partikelrückhalteeffizienz bieten, aber über verschiedene Kapazitätsniveaus verfügen. All diese Filterbeutel können auch im gleichen Filtergehäuse verwendet werden, wobei einige jedoch möglicherweise zusätzliche Werkzeuge oder spezielle Aufnahmekörbe benötigen.

Sollte das Filtrationssystem erweitert werden müssen, können Filterbeutel mit einer besseren Kapazität ausgewählt werden, welche auch bei bereits laufenden Anwendungen problemlos eingesetzt werden können. Durch die Erhöhung der Kapazität und Lebensdauer eines Filterbeutels sind weniger Wartungsintervalle notwendig, Produktverluste werden verringert und Entsorgungskosten eingespart. Selbst wenn der Filterbeutel teurer ist, kann eine optimale Auswahl diesen zusätzlichen Aufwand ausgleichen, indem Einsparungen bei den Prozesskosten erzielt werden.

Es gibt vier verschiedene Ansätze zur Erhöhung der Kapazität:

1. Hinzufügen von mehr oder größeren Filterbeuteln (traditionelle Methode)
2. Wechsel zu Filtermedien mit höherer Kapazität
3. Vergrößerung der Filterfläche im vorhandenen Filter
4. Mehrstufige Filtration (Vorfilter/Endfilter) mit verschiedenen Porengrößen

### Die traditionelle Methode

Der traditionellste Ansatz zur Erhöhung der Kapazität besteht darin, die Anzahl oder Größe der Filter zu erhöhen. Dies kann durch Einbau eines zusätzlichen Filters oder durch Austausch des Beutelfiltergehäuses gegen ein größeres erreicht werden. Es ist jedoch eine kostspielige Option, die Investitionen, Prozessausfallzeiten und zusätzlichen Platzbedarf erfordert. Es gibt jedoch geschicktere Möglichkeiten, dieses Problem zu lösen. Basierend auf dieser Lösung gibt es Möglichkeiten, die Kapazität um den Faktor 2, 5 oder sogar um bis zu 10 im Vergleich zu Standard-Nadelfilzmedien zu steigern. Hierbei spielen zwei Kriterien eine Rolle. Eine ist die Kapazität des verwendeten Mediums, die zweite ist die Oberfläche, die in einem einzigen Filter untergebracht ist.

### Filtermedien mit höherer Kapazität

Anstatt zusätzliche Filter hinzuzufügen, gibt es die Möglichkeit, zu Filtermedien mit höherer Kapazität zu wechseln. Wie schon oben erwähnt handelt es sich beim Standard-Nadelfilz um ein Tiefenmedium. Hier wird die Verunreinigung zwischen den Fasern des Mediums eingeschlossen und füllt das Hohlräumvolumen in diesem Medium. Standard-Nadelfilzmedien (Polypropylen oder Polyester) sind in der Regel 2 bis 3 mm dick. Es sind Medien mit hoher Kapazität – oder auch

längerer Lebensdauer – erhältlich. Sie weisen die gleichen Rückhalteeffizienzen auf und halten Partikel derselben Größe zurück, sind jedoch mindestens doppelt so dick und haben mehr als doppelt so viel Hohlräumvolumen. Daher ist bei optimaler Beladung eine Kapazitätssteigerung um das 2- bis 3-fache zu erwarten. Ein zusätzlicher Vorteil der Verwendung dickerer Filter ist die verbesserte Rückhalteeffizienz für gelatineartige oder verformbare Stoffe. Der Filterbeutel selbst ist bis auf die Dicke des Mediums optisch ähnlich.

### Vergrößerung der Filterfläche

Eine weitere Möglichkeit, die Kapazität zu erhöhen, besteht darin, die Filterfläche im Beutel zu erhöhen. Es gibt verschiedene Ausführungen, die jedoch jeweils spezifische Vorteile und Einschränkungen aufweisen. Eine Erhöhung der Filterfläche verringert die Geschwindigkeit der Flüssigkeit durch das Filtermedium. Es gibt auch eine direkte Korrelation zwischen der Geschwindigkeit durch einen Filter und der Fähigkeit, das Hohlräumvolumen in der Tiefe des Mediums optimal zu beladen. Es gibt eine Theorie, die besagt, dass beim Verdoppeln der Filteroberfläche die Kapazität um den Faktor 2 bis 4 erhöht werden kann. Der Kapazitätsgewinn bezieht sich eher auf Anwendungen, bei denen es zu einer konstanten Filterkuchenbildung kristalliner Partikel derselben Größe kommt. Dies ist nicht immer der Fall und in Wirklichkeit liegt der Kapazitätsgewinn irgendwo in der Mitte. Es stimmt jedoch, dass die Kapazität über die reine Zunahme der Oberfläche hinaus erhöht wird.

Es gibt zwei gängige Möglichkeiten, die Oberfläche im Filterbeutel zu vergrößern. Eine Konstruktion hat eine normale äußere Form, verfügt aber auch über einen zusätzlichen inneren Zylinder mit einem kleineren Durchmesser, der im äußeren Zylinder invertiert ist. Beide sind unten durch einen einfachen Flansch verbunden. Die Filterfläche kann um bis zu 65 % vergrößert werden. Ein weiterer und sehr wichtiger Vorteil ist, dass das Innenvolumen des Filterbeutels um 75 % reduziert wird. Dies ist ein Volumen, das nicht verwendet wird und von ungefilterter Flüssigkeit aufgenommen werden kann, die verloren geht, wenn der Filter schwer zu entleeren ist.

Eine zweite und häufige angewendete Methode die Oberfläche in einem Filter zu vergrößern, ist das Plissierverfahren (siehe Abb. 2). Allerdings muss das richtige Gleichgewicht zwischen Oberfläche und Falttiefe gefunden werden. Bei der Beutelfiltration spielt ein weiterer Faktor eine entscheidende Rolle, und zwar die Durchflussrichtung. Ein Kerzenfilter arbeitet mit einem Durchfluss von außen nach innen. Bei einer kreisförmig plis-

sierten Konstruktion kommt die ungefilterte Flüssigkeit dort an, wo die Falten gut geöffnet sind. Das Filtrat verlässt die Falten an den Stellen, an denen sie dicht und komprimiert sind – hier gibt es keine Ansammlung von Partikeln. Bei einem Filterbeutel funktioniert dies jedoch umgekehrt. Daher ist es wichtig, den Filter so zu konstruieren, dass Flüssigkeit und Partikel durch die Plisseestruktur an die Innenseite des Filtermediums gelangen und im Filtermedium eingeschlossen werden können. Eine ordnungsgemäße Verwendung von Trenn- und Drainageschichten kann hier hilfreich sein.

**Mehrstufige Filtration**

Nicht zuletzt lohnt es sich, eine mehrstufige Filtration in Erwägung zu ziehen, um die Filterkapazität zu erhöhen. Dieses Konzept kombiniert zwei oder mehr Filterstufen mit verschiedenen Porengrößen: Vor- und Endfiltration. Wenn eine Verunreinigung mit einer sehr großen Streuung der Partikelgrößen vorliegt, ist es sicherlich sinnvoll, Verunreinigungen in verschiedenen Stufen zu entfernen. Diese Konstruktion kann sogar mit verschiedenen Filtersystemen verwendet werden (siehe Abb. 3).

Bei herkömmlichen Filterbeuteln besteht die Möglichkeit mehrere Filtergehäuse zu installieren, die dieses Mal in Reihe geschaltet werden. Filterbeutel mit einer niedrigeren bis einer höheren Rückhalterate werden dann nacheinander durchlaufen.

Alternativ können mehrschichtige Filterbeutel ausgewählt werden. Der Vorteil besteht in diesem Fall darin, dass nur ein Gehäuse benötigt wird und die Stellfläche reduziert wird. Diese Art der Installation wird für Filterbeutel mit höherer Effizienz verwendet, bei denen Partikel in absteigender Größe durch die abgestufte Tiefe des Filters zurückgehalten werden.

**Überlegungen zur Gehäuseauswahl**

Es gibt zwei grundlegende Durchflussoptionen: Einlass von oben oder seitlicher Einlass (siehe Abb. 4). Bei Ausführungen mit oberem Einlass wird der Dichtungsring des Filterbeutels direkt durch den verschraubten Deckel zusammengedrückt. Dies verbessert die Abdichtung und verhindert einen möglichen Bypass. Der Filterbeutel befindet sich außerdem auf einer Ebene oben am Filter und ist daher leichter auszuwechseln. Diese Version wird für alle Filter mit höherer Effizienz empfohlen. Die Gehäuse haben außerdem eine geringere Höhe und bessere Zugänglichkeit im Vergleich zu den Modellen mit seitlichem Einlass.

Schließlich werden zwei zusätzliche Zubehörteile verwendet, um den Einsatz von Filterbeuteln zu erleichtern. Das "Bag

lock", auch als Rückhaltestütze bezeichnet, wird zum einfachen und korrekten Einbau des Filterbeutels verwendet. Da die Eigenfestigkeit begrenzt ist, muss der Beutel von einem Metallkorb gestützt werden, der den gesamten Differenzdruck aufnimmt. Nicht unterstützte Beutel können anfällig für Schäden und Berstprobleme sein, insbesondere im unteren Nahtbereich. Das Zubehörteil kann während der Filtration im Gehäuse bleiben und verhindert, dass der Filter bei Rückspülungen zusammenfällt. Es kann auch während der nächsten Wartungsphase wiederverwendet werden. Diese Zubehörteile können auch mit magnetischen Stäben ausgestattet werden, die als zusätzliche Abscheider dienen und ferritische Partikel anziehen, bevor sie zum Filtermedium gelangen. Dies verlängert die Lebensdauer des Filters oder verhindert Schäden durch scharfe Metallpartikel.

Die Filterbeutel der Standardgröße 02 haben einen Durchmesser von 180 mm und eine Länge von 810 mm, was eine Filteroberfläche von ca. 0,47 m<sup>2</sup> ergibt. Im Inneren des Beutels befindet sich jedoch ein Volumen von fast 16 Litern, das größtenteils ungenutzt bleibt. Wenn der Filter verblockt ist und ausgetauscht werden muss, kann es manchmal schwierig sein, diese Flüssigkeit abzulassen, was zu Produktverlust führt und das Entfernen des Beutels erheblich erschwert. Ein Verdrängungsballon ist eine Konstruktion aus Metall und Edelstahl, der dieses ungenutzte Volumen im Filterbeutel einnimmt. Er wird in den Beutel gelegt und bleibt während der Filtration dort. Bevor der Filter zur Wartung entfernt wird, wird der Verdrängungsballon entnommen und das Volumen des Produkts im Filterbeutel fällt von 16 auf 7 Liter. Dieses Zubehörteil wird häufig für alle viskosen und kostspieligen Produkte, z. B. Lacke und Harze, verwendet.

**50 Jahre Beutelfiltration – ein Standard, der sich weiterentwickelt hat**

Die Beutelfiltration ist seit mehr als 50 Jahren im Einsatz und damit eine weltweit verwendete Standardtechnologie. Die einfache Bedienung und die hohe Kapazität waren schon immer die Hauptvorteile von Filterbeuteln. Mit den neuen Entwicklungen in den Bereichen Material und Technologie werden Filterbeutel immer beliebter – selbst bei hochgradig anspruchsvollen Anwendungen. Sie können in vielen Anwendungen mit anspruchsvollen Bedingungen eine gute Alternative sein, da sie „nominale“ und „absolute“ Abscheideraten aufweisen. Wie dieser Artikel ausgeführt hat, sind sorgfältige Planung und angemessene Skalierung der Schlüssel zum Erfolg bei der Auswahl der richtigen Filterbeutel.



**Cellulose für die Anschwemmfiltration**

FILTERHILFSMITTEL und ADSORBENTEN für herausragende Trennschärfe

**Optimierte Anschwemmfiltration**

Chemie  
Lebensmittel  
Getränke  
Metallindustrie

Besser. Grün. Intelligent.

Ersetzt Kieselgur und Perlite

J. RETTENMAIER & SÖHNE GMBH + CO. KG Fasern aus der Natur

Geschäftsbereich Filtration  
73494 Rosenberg (Germany)  
Tel.: +49 7967 152-300

[www.jrsfiltration.de](http://www.jrsfiltration.de)