

## Nutzbare Filterfläche beim Sternfilter

HARTWIG STRAUB

Täglich werden neue Anwendungsgebiete für Sternfilter erschlossen. Bekannt ist dieser Filtertyp auch unter den Namen Kartuschenfilter oder Patronenfilter.

Seit Jahrzehnten werden z.B. im Baumaschinenbereich Hochleistungsluftfilterpatronen eingesetzt. Sie haben dort die Aufgabe, die Ansaugluft der großen Verbrennungsmotoren zu filtern. Die Anwendung erfolgt als Sammel- bzw. Speicherfilter. Zum Teil werden diese Filterpatronen jetzt als Sternfilter in der Verfahrenstechnik eingesetzt. Die Versuche, die Filterkartuschen aus der Flüssigkeitsfiltration in der Schüttgutabscheidung einzusetzen, nehmen zu.

In der Verfahrenstechnik bei der Schüttgutabscheidung hat sich der Schlauchfilter seit Jahrzehnten bewährt und garantiert eine sichere Anwendung dieser Abscheidetechnik. Durch ihn wurden Absatzkammern und Zyklone abgelöst. Die rohrförmige Ausführung des Schlauchs hat keine Vertiefungen, so dass sich das abgeschiedene Produkt nirgends festhaken oder gar einklemmen kann. Durch Verlängerung des Schlauchs wird die Filterfläche vergrößert. Hier sind allerdings physikalische Grenzen zu beachten, da die Luft den Weg des geringsten Widerstandes geht. Bei Schlauchlängen über 1 m sind Abschlüge für die nutzbare Filterfläche zu berücksichtigen.

Es stellte sich die Entwicklungsaufgabe, einen Schlauch zu finden, der eine größere wirksame Filterfläche bei gleichem Platzbedarf bietet. So wurde die Taschenform entwickelt. Bei einer angenommenen Schlauchfilterfläche von 10 m<sup>2</sup> kann durch den Einbau einer Taschenfilterkonstruktion die Filterfläche um 30% auf 13 m<sup>2</sup> erhöht werden. Verwendet man allerdings einen Sternfilter, kann die Filterfläche im Vergleich zum Schlauchfilter bei gleichem Platzbedarf auf das Dreifache (30 m<sup>2</sup>) vergrößert werden.

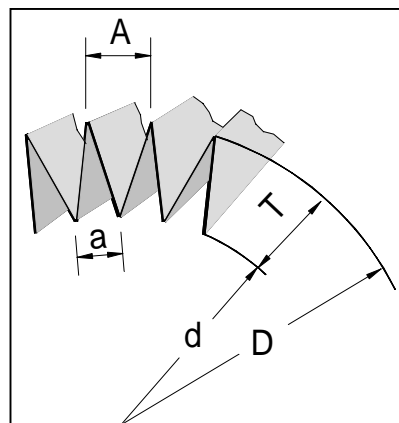
Es gab verschiedene Änderungen – der Gassenabstand und die Taschenbreite wurden mehrfach variiert. Die gesammelten Anwendungserfahrungen von

Schlauch- und Taschenfiltern in Filterapparaten führten dazu, dass diese technischen Lösungen inzwischen sicher angewendet werden können.

Ende der 70er Jahre wurden dann die ersten Patronenfilter in der Schüttgutabscheidung eingesetzt. Die Erfahrungen waren unterschiedlich. Eines der schwierigsten technischen Probleme war, dass die zur Verfügung stehenden, faltfähigen Filtermedien nicht die hohe mechanische Festigkeit eines Nadel- und Textilmediums erreicht haben. In den letzten 10 Jahren hat hier ein regelrechter Entwicklungsboom eingesetzt, so dass heute fast jedes Filtermedium faltfähig ist und in der Verfahrenstechnik eingesetzt werden kann.

Es werden immer mehr Anwendungsgebiete für sterngefaltete »Schläuche« erschlossen. Hieraus ergibt sich nun die Aufgabe, ein Beurteilungskriterium zu schaffen, um die nutzbare Filterfläche und somit eine Nutzungskennziffer bei der Anwendung von Sternfiltern zu entwickeln.

1. Kennziffer zur Beurteilung des Verhältnisses der Filtrationsgeschwindigkeit zur Faltengeometrie
2. Kennziffer zur Beurteilung des Verhältnisses der Nennfilterfläche zur Faltengeometrie
3. Kennziffer zur Beurteilung des Verhältnisses der Nennfilterfläche zum Volumen des Filterbehälters



- A Faltenabstand außen [mm]
- a Faltenabstand innen [mm]
- D Durchmesser Sternfilter außen [mm]
- d Durchmesser Sternfilter innen [mm]
- F<sub>AST</sub> Filterfläche pro Sternfilter [m<sup>2</sup>]
- F<sub>A</sub> Filterfläche gesamt [m<sup>2</sup>]
- i<sub>FA</sub> Verhältniszahl Faltenabstand zu Faltenhöhe
- i<sub>FV</sub> Verhältniszahl Faltenhöhe zu Faltenabstand
- K<sub>FR</sub> Kennziffer Filterraum zu Filterfläche [dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>]
- n Anzahl Falten pro Sternfilter
- n<sub>ST</sub> Anzahl Sternfilter pro Apparat
- T Faltenhöhe [mm]
- V<sub>B</sub> Volumen des Filterbehälters [dm<sup>3</sup>]

Abb. 1: Abmessungen am Sternfilter

Um die Effizienz der unterschiedlichen Filterpatronen vergleichen zu können, wurde von einem Filterbehälter gleicher Größe ausgegangen.

Der Fall A ist ein ungefalteter Filterschlauch. Die Beispiele B bis F zeigen Sternfilter mit unterschiedlichen Faltungen. Type B ist seit 4 Jahren und die Type C ist seit 22 Jahren am Markt.

	A	B	C	D	E	F
A [mm]	∞	9,0	12,4	7,4	6,1	8,0
D [mm]	∅ 125	∅ 110	∅ 118	∅ 118	∅ 140	∅ 325
F <sub>A</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,16	6,30	6,30	10,80	8,00	7,00
F <sub>AST</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,24	0,70	0,70	1,20	2,00	7,00
i <sub>FA</sub>	∞	0,6	0,7	0,4	0,2	0,2
i <sub>FV</sub>	0	1,6	1,5	2,6	4,1	6,0
K <sub>FR</sub> [dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	71	25	25	14	19	22
n	0	40	30	50	72	127
n <sub>ST</sub>	9	9	9	9	4	1
T [mm]	0	14	19	19	25	48
V <sub>B</sub> [dm <sup>3</sup> ]	154	154	154	154	154	154

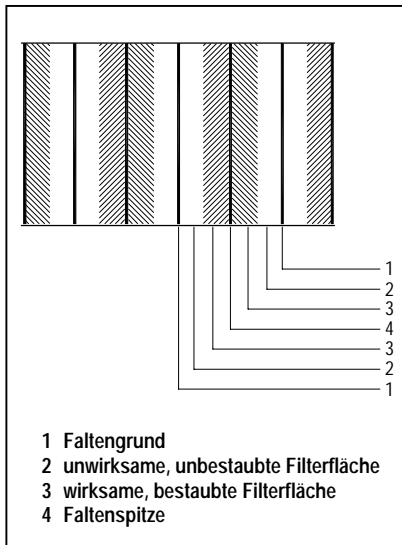


Abb. 2: Abwicklung eines gebrauchten Sternfilter

Die Verhältniszahl  $i_{FA}$  ist proportional zur Filterfläche. Die Kennziffer zur Beurteilung der Filtrationsgeschwindigkeit zur Faltengeometrie ist vergleichbar mit den Verhältnissen am Einlass einer U-Bahnstation. Gibt es an einer U-Bahnstation nur eine Kartenstation, so ergibt sich sofort ein Stau beim Zugang zur U-Bahn. Sind hingegen viele Stationen mit Entwertungsautomaten vorhanden, so gibt es in der Regel keinen Rückstau. Ähnlich verhält es sich bei der Filtration, wenn der Faltenabstand zur Falteniefe sehr groß ist. Je kleiner die Zahl, desto weniger Nutzfläche steht zur Produktabscheidung zur Verfügung. Bei kleinen Werten für  $i_{FA}$  besteht die Gefahr der Brückenbildung des abgeschiedenen Materials und damit der Reduzierung der wirksamen Filterfläche (ähnlich wie bei der Reduzierung der wirksamen Filterfläche bei zu langen Filterschläuchen).

Bei der Beurteilung des Verhältnisses der Nennfilterfläche zur Faltengeometrie ist die Verhältniszahl  $i_{FV}$  zu betrachten. Empirische Untersuchungen zeigen, dass je größer die Zahl – bei entsprechendem Schüttgut und entsprechender Filtrationstechnik – sich ein Zebamuster auf der Filteroberfläche bildet (Abb. 2). Dies bedeutet, dass ein Teil der Filterfläche ungenutzt und der andere Teil belastet, vielleicht sogar überlastet wird.

Die Sinkgeschwindigkeit des Schüttguts wirkt der Steiggeschwindigkeit entgegen. Je kleiner die Sinkgeschwindigkeit, desto schwieriger die Regenerierung der Filterfläche. Die Regenerierungsarbeit des Filterapparates bei gleichbleibender Druckdifferenz in der Arbeitsphase ist abhängig von der Kennziffer  $K_{FR}$ . Sie gibt das Verhältnis des Rohgasraumvolumens zur Filterfläche an. Je größer  $K_{FR}$ , desto kleiner ist die Steiggeschwindigkeit im Filterapparat.

In Abb. 2 wurde ein gebrauchter Sternfilter mit tiefer Falte ausgeschnitten und aufgezogen. Das Muster zeigt deutlich einen »Zebrastrreifen«. Dies bedeutet, dass die Flächen 2 ungenutzte Filterflächen sind, weil in der Tiefe der Falte die Filtration wegen Brückenbildung des Schüttguts und die Regeneration nicht stattfinden kann. Dieser Sternfilter weist eine große Filterfläche auf, die jedoch nicht komplett wirksam ist.

Abb. 3 zeigt einen Filterapparat bestückt mit einem Schlauchfilter. Zwischen den Filterschläuchen findet die Anströmung durch das staubbeladene Trägergas statt. Der Filterschlauch ist in der Regel rund. Dadurch entstehen unterschiedliche Abstände zwischen den Filterschläuchen in der Rohgaskammer. Die daraus resultierende unterschiedliche Steiggeschwindigkeit ermöglicht eine effektive Regenerierung durch den Druckluftimpuls.

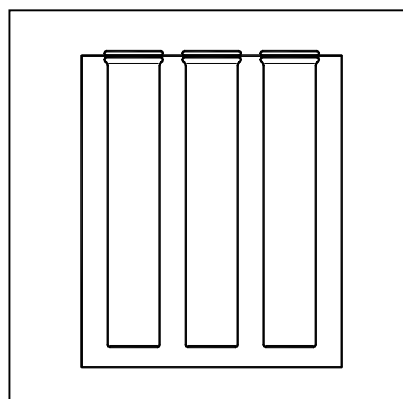


Abb. 3: Schlauchfilter

Die Regenerierung bei Schlauch- und Sternfilterapparaten erfolgt in Wellen ent-

lang des Filterkörpers in etwa 10- bis 20-cm-Abständen.

In Abb. 4 wird ein Taschenfilter dargestellt. Bei der Tasche ist die Regenerierung technisch schwieriger, weil je nach Taschenabstand der abgeworfene Filterkuchen auf die benachbarte Tasche fällt und so in Abhängigkeit vom Schüttgut und den Klimaverhältnissen eine Brückenbildung erfolgt, die zum Verstopfen des Filterapparates führen kann.

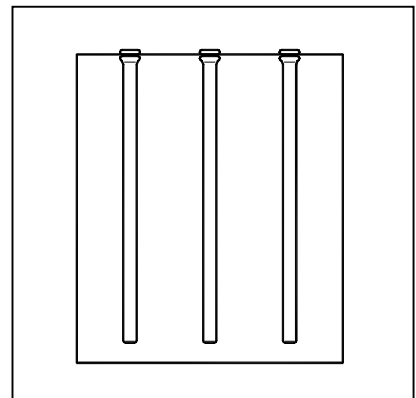


Abb 4: Taschenfilter

In Abb. 5 wird ein mit Sternfiltern bestückter Filterapparat gezeigt. Die Geschwindigkeitsverhältnisse sind ähnlich wie die beim Schlauchfilterapparat. Wird die Filtrationsgeschwindigkeit genauso wie beim Schlauchfilter gewählt, ist die Steiggeschwindigkeit zwischen den Sternfiltern bis zu 3-mal so hoch wie beim Schlauchfilter. Dadurch wird die Regenerierungsarbeit durch Druckluftimpulse erheblich beeinflusst. Dies kann im Extremfall bis zum Zusetzen und Verstopfen des Filterapparates führen.

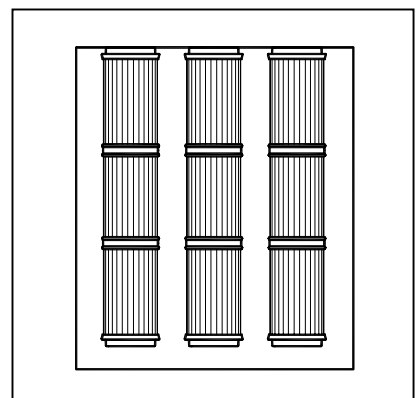


Abb. 5: Sternfilter