Partikel-Poker – Die richtige Filterstrategie für produzierende Unternehmen

Die Auswahl der optimal passenden Absaug- und Filteranlage

Unsichtbare Partikel, sichtbare Folgen

Die moderne produzierende Industrie ist ein dynamisches Feld, in dem innovative Füge-, Trenn- und Oberflächenbearbeitungsverfahren oder die additive Fertigung tagtäglich Höchstleistungen vollbringen. Doch jede Medaille hat ihre Kehrseite: Diese Prozesse generieren Partikel unterschiedlichster Größe, Form und chemischer Zusammensetzung. Was oft unsichtbar in der Luft schwebt, kann gravierende Folgen haben.

Feinste Stäube und Rauche dringen tief in die Atemwege ein und können langfristig zu schweren Gesundheitsschäden führen. Ablagerungen in Maschinen und Anlagen beeinträchtigen deren Funktionalität, verursachen kostspielige Ausfälle und können sogar die Produktqualität negativ beeinflussen. Darüber hinaus belasten ungefilterte Emissionen die Umwelt.

Der Gesetzgeber hat die Dringlichkeit dieses Problems vor langer Zeit erkannt und strenge Richtlinien erlassen, z.B. die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Technische Anleitung zur

Reinhaltung der Luft (TA Luft) und die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS). Sie alle definieren klare Anforderungen an die Beseitigung luftgetragener Schadstoffe am Arbeitsplatz und in der Umwelt. Eine davon ist der Einsatz von Absaug- und Filtertechnologie

Herausforderung: Partikelvielfalt und -eigenschaften

Die Notwendigkeit effektiver Absaug- und Filtertechnik ist somit nicht nur eine Frage der unternehmerischen Verantwortung, sondern auch eine gesetzliche Pflicht. Doch die Auswahl des richtigen Systems ist keine triviale Aufgabe. Denn die Vielfalt der Produktionsprozesse spiegelt sich in der Komplexität der freigesetzten Partikel wider. Um die optimale Lösung zu finden, ist es unerlässlich, sich genauer mit den Eigenschaften dieser Emissionen auseinanderzusetzen.

Die Welt der industriellen Emissionen ist alles andere als homogen. Je nach angewandtem Verfahren entstehen unterschiedlichste luftgetragene Schadstoffe. Hierbei gilt es zunächst, zwischen partikelförmigen Stoffen wie Stäuben, Rauchen und Aerosolen sowie gasförmigen Stoffen und Dämpfen zu unterscheiden. Allerdings ist diese Trennung nicht immer scharf, denn unter bestimmten Bedingungen können gasförmige Stoffe auch miteinander reagieren und feine Partikel bilden.

Innerhalb der partikelförmigen Stoffe spielt die Größe eine entscheidende Rolle. Von groben Staubpartikeln im Mikrometerbereich bis hin zu winzigen Nanopartikeln, die moderne Verfahren wie das Laserschweißen oder die Nanomaterialbearbeitung hervorbringen, ist das Spektrum breit. Gerade die Nanopartikel stellen eine besondere Herausforderung dar, da sie aufgrund ihrer geringen Größe tief in den menschlichen Körper eindringen können (Lunge, Gehirn).

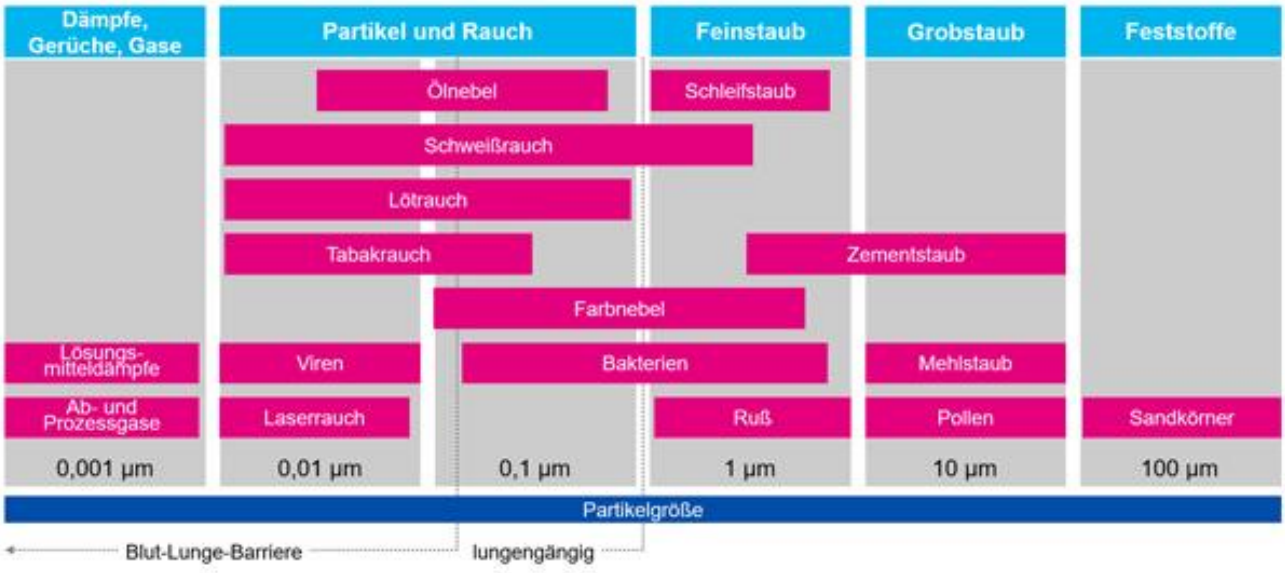

Bild 1: Partikelgrößen

Doch nicht nur die Größe ist relevant. Auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Partikel beeinflussen die Wahl des geeigneten Filtersystems maßgeblich. Sind die Partikel beispielsweise adhäsiv und neigen zum Verkleben, können Filter schnell zusetzen. Kondensierende Dämpfe können Filtermedien durchfeuchten und deren Effizienz mindern. Und im Umgang mit brennbaren Gefahrstoffen sind besondere Sicherheitsvorkehrungen und Filtertechnologien erforderlich, um Brand- und Explosionsrisiken zu minimieren.

Grundlegende Abscheideverfahren im Überblick

Um die passgenaue Absaug- und Filterlösung zu finden, ist ein grundlegendes Verständnis der verschiedenen zur Verfügung stehenden Abscheideverfahren unerlässlich. Die industrielle Luftreinhaltung bedient sich einer Reihe unterschiedlicher Prinzipien, um Partikel und Gase aus der Luft zu entfernen. Zu den gängigsten Verfahren gehören:

- **Schwerkraftabscheider** (z.B. Absetzkammern): Nutzen die Schwerkraft, um schwere Partikel aus dem Luftstrom zu sedimentieren.
- **Zentrifugalkraftabscheider** (z.B. Zyklone): Setzen die Zentrifugalkraft ein, um Partikel durch Richtungsänderung des Luftstroms abzutrennen.
- **Nassabscheider** (z.B. Wäscher): Binden Partikel und Gase in einer Flüssigkeit.
- **Elektrische Abscheider** (Elektrofilter): Ionisieren Partikel und scheiden sie an geladenen Oberflächen ab.
- **Filternde Abscheider** (Gewebefilter, Patronenfilter): Nutzen poröse Materialien, um Partikel mechanisch zurückzuhalten.
- **Adsorptionsfilter** (z.B. Aktivkohle/Chemisorption): Binden gasförmige Schadstoffe und Gerüche an der Oberfläche eines Adsorbens.

Im Folgenden liegt der Fokus primär auf den filternden Abscheidern, da diese im breitesten Spektrum industrieller Anwendungen zum Einsatz kommen und eine Schlüsselrolle bei der Abscheidung partikelförmiger Emissionen spielen.

Filternde Abscheider – Klassen und Prinzipien

Filternden Abscheider, auch als Faserfilter oder Filtrationsabscheider bezeichnet, bilden eine zentrale Säule in der industriellen Luftreinigung. Ihre Funktionsweise beruht auf dem Prinzip der mechanischen Zurückhaltung von Partikeln beim Durchströmen eines porösen Filtermediums. Die Effizienz dieser Abscheider hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Filtermediums und der Größe der abzuscheidenden Partikel ab.

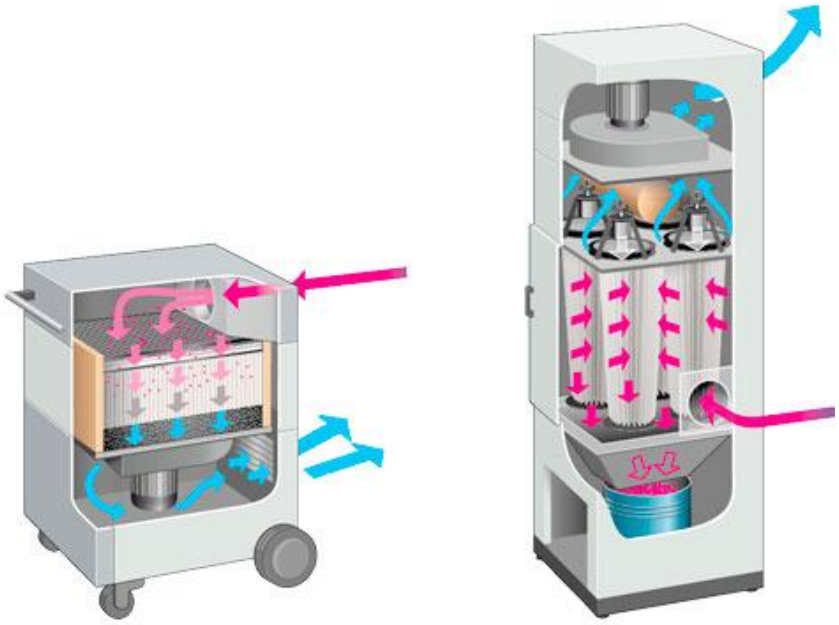

Bild 2: Filtrationsprinzipien Patronenfilter (links) und Speicherfilter (rechts)

Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) hat in seiner Publikation "Luftfilterinformation" eine klare Klassifizierung filternder Abscheider etabliert, die sich in der DIN EN 779:2012 für Grob- und Feinstaubfilter sowie in der DIN EN 1822:2011 für Schwebstofffilter widerspiegelt. Diese Normen definieren verschiedene Filterklassen basierend auf ihrem Abscheidegrad für unterschiedliche Partikelgrößen.

Die Partikelgröße ist somit ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl der geeigneten Filterklasse. Während Grobstaubfilter primär Partikel über 10 µm abscheiden, sind Feinstaubfilter für Partikel größer als 1 µm konzipiert. Für die Abscheidung kleinster Schwebstoffe, einschließlich Nanopartikel, kommen hocheffiziente Schwebstofffilter (HEPA- und ULPA-Filter) zum Einsatz.

Neben dem Abscheidegrad sind weitere Leistungsgrößen für den praktischen Einsatz von Luftfiltern von Bedeutung. Dazu gehören die Anfangsdruckdifferenz und deren Verlauf während der Filterbeladung, welche direkten Einfluss auf den Energieverbrauch des Systems haben. Auch die Standzeit des Filters, also die Zeit bis zum notwendigen Austausch oder zur Abreinigung, spielt eine wichtige Rolle für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs. Bei der Auswahl des optimalen Luftfilters sollte daher stets ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Filterleistung und Energieeffizienz angestrebt werden.

Natürlich spielt auch die optimale Erfassung der Luftschadstoffe eine entscheidende Rolle, doch darauf soll nicht näher eingegangen werden.

Weichenstellung für saubere Luft – Detaillierte Auswahlkriterien für Ihre optimale Absaug- und Filteranlage

Bild 3: Weichenstellung Richtung sauberer Luft

Die Investition in eine optimal passende Absaug- und Filteranlage ist ein strategischer Schritt, der weit über die reine Einhaltung gesetzlicher Vorschriften hinausgeht. Sie ist ein maßgeblicher Faktor für den Schutz von Mitarbeitern, die Effizienz von Produktionsprozessen und die Produktqualität. Um die richtige Wahl zu treffen, bedarf es einer detaillierten Analyse verschiedener Kriterien, die auf dem Verständnis der zuvor erläuterten Grundlagen aufbauen:

- **Spezifische Analyse der Emissionen**: Es ist unerlässlich, die Entstehung und die Eigenschaften (Art, Größe, Reaktivität, Konzentration) der im Produktionsprozess freigesetzten Partikel und Gase präzise zu analysieren. Dabei sollte berücksichtigt werden, ob es sich um kombinierte Emissionen handelt und welche spezifischen Herausforderungen (z.B. Klebrigkeit, Brennbarkeit) bestehen.
- **Prozessbedingte Rahmenbedingungen**: Die Besonderheiten des Produktionsablaufs sind in die Auswahl zu integrieren. Der Betriebsmodus (kontinuierlich vs. diskontinuierlich), mögliche Lastschwankungen und die räumlichen Gegebenheiten spielen eine Rolle. Gegebenenfalls erfordern spezielle Umstände (z.B. ATEX-Zonen) besondere Anlagentechnik.

- **Ableitung erforderlicher Filterleistung:** Die Anforderungen aus den gesetzlichen Grenzwerten und den internen Schutzbedürfnissen sind in konkrete Anforderungen an den Abscheidegrad der Filterstufen zu übersetzen. Dabei sind die kritischen Partikelgrößen, die effektiv abgeschieden werden müssen (Grob-, Fein- oder Schwebstoffe), zu berücksichtigen.
- **Optimierung des Energieverbrauchs**: Die angestrebte Filterleistung ist gegen den resultierenden Druckverlust abzuwägen. Auf energieeffiziente Filtermedien ist zu achten, und eine regelmäßige Wartung zur langfristigen Reduzierung des Druckverlusts ist einzuplanen.
- **Wirtschaftlichkeit im Blick**: Neben den initialen Investitionskosten sind die laufenden Betriebskosten, die durch den Energieverbrauch und den Wartungsaufwand (inklusive Filterwechselintervalle) entstehen, zu berücksichtigen. Abreinigbare Filtersysteme können hier langfristig Vorteile bieten.
- **Integration der Erfassung**: Die Absaugung ist so zu planen, dass die Emissionen möglichst nah an der Entstehungsquelle erfasst werden. Die räumlichen Einschränkungen sind zu berücksichtigen, und die passenden Erfassungselemente sowie die entsprechende Dimensionierung der Luftführung sind zu wählen.

Eine fundierte Bewertung dieser anwendungsbezogenen Kriterien, basierend auf dem in den vorherigen Kapiteln gelegten Fundament, ermöglicht die Wahl einer maßgeschneiderten Absaug- und Filteranlage, die die spezifischen Bedürfnisse optimal erfüllt und einen wertvollen Beitrag zu einer sauberen, sicheren und effizienten Produktion leistet.

Fazit

Die Auswahl der idealen Absaug- und Filteranlage gründet auf einer präzisen Analyse der prozessbedingten Emissionen und betrieblichen Notwendigkeiten. Wesentliche Aspekte sind die erforderliche Reinigungsleistung, der Energieaufwand und die langfristige Wirtschaftlichkeit des Systems. Eine effiziente Erfassung der Schadstoffe direkt am Entstehungsort ist ebenso bedeutend wie die Beachtung rechtlicher Rahmenbedingungen. Mittels einer fundierten Bewertung dieser Kriterien kann eine individuelle Lösung für eine reine, gefahrlose und effiziente Fertigung umgesetzt werden. Die Investition in die passende Anlagentechnik stellt somit einen strategischen Gewinn für jedes produzierende Gewerbe dar.