



Der Einfluss der Filtertechnik auf die effiziente Beseitigung luftgetragener Schadstoffe

Die produzierende Industrie ist geprägt von einer Vielzahl an Verfahren. Verbindungs- und Trenntechniken mittels Lasern, Löten, Schweißen oder Kleben, Oberflächenbearbeitungen wie Bohren, Sintern oder Fräsen, der Einsatz von Flussmitteln bis hin zu Produktionsmethoden wie Additive Fertigung oder Rapid Prototyping – die Palette ist breit und mannigfaltig. All diese Prozeduren vereint, dass sie Partikel unterschiedlicher Größen, Formen und Zusammensetzungen generieren. Diese Partikel sind allerdings ein unerwünschter Nebeneffekt, da sie aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften negative Einflüsse auf Menschen, Anlagen, Produkte und die Umwelt haben können. So können sie Krankheiten auslösen, die Maschinenfunktionalität beeinträchtigen – und somit auch für Fehlproduktionen verantwortlich sein –, oder aber Produkte verschmutzen.

Hinzu gesellt sich die Tatsache, dass der Gesetzgeber vorschreibt, wie Schadstoffe in der Atemluft beseitigt werden müssen. Dies ist geregelt durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) und Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).

Einfach nur Absaugen reicht nicht

Der Einsatz einer Absauganlage scheint an dieser Stelle logisch. Ist er auch. Allerdings ist Absauganlage nicht gleich Absauganlage, gibt es doch eine Reihe Parameter zu beachten, die bei der Auswahl des geeigneten Absaug- und Filtersystems wichtig sind. Die restlose Beseitigung sämtlicher anfallender Stäube, Rauche, Dämpfe, Gase oder Gerüche gelingt nur dann, wenn auch die entsprechenden Filtertechnologien eingesetzt werden. Dabei sollte grundsätzlich Kenntnis darüber herrschen, welche Art luftgetragener Schadstoffe beim jeweiligen Prozess entstehen. Man unterscheidet hierbei zwischen partikelförmigen und gasförmigen Stoffen. Zum Teil können gasförmige Stoffe auch wieder reagieren und zu Partikeln werden. Moderne Verfahren wie Schweißen, Lasern oder anderen thermische Prozesse bedingen die Entstehung von Partikeln, die immer kleiner werden und mittlerweile im Nanometer-Bereich angekommen sind.

Die Größe der Partikel ist ein Kriterium, das über den Einsatz des geeigneten Filtermediums entscheidet.

Auch die Eigenschaften des zu filternden Mediums sind von Bedeutung. Dabei sollte Kenntnis darüber herrschen, ob die entstehenden Partikel etwa adhäsiv, kondensierend etc. sind, wie hoch der Gasanteil ist oder ob es sich etwa um brennbare Gefahrstoffe handelt. Diese Faktoren beeinträchtigen die Auswahl des geeigneten Filters ebenso.

Luftfilterarten und deren Unterteilung

Filtern bedeutet die Trennung von festen Stoffen und Gas. Dafür werden unterschiedlichste Verfahren eingesetzt:

- Schwerkraftabscheider (z.B. Absetzkammern)
- Zentrifugalkraftabscheider (z.B. Zyklone)
- Nassabscheider (z.B. Wäscher)
- Elektrische Abscheider (Elektrofilter)
- Filternde Abscheider (Gewebefilter, Patronenfilter)
- Adsorptive Filter (z.B. Aktivkohle)

Im Rahmen dieses Artikels liegt der Fokus auf den filternden Abscheidern, auch Filtrationsabscheider oder Faserfilter genannt, da diese in weiten Teilen der Industrie zum Einsatz kommen.

Der VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) differenziert in seiner aktualisierten Ausgabe der „VDMA Luftfilterinformation (2015-02)“ filternde Abscheider in unterschiedliche Filterklassen (siehe Bild 1). Demnach wird zwischen Fein- und Grobstaubfiltern (nach DIN EN 779:2012) sowie Schwebstofffiltern (nach DIN EN 1822:2011)¹ unterschieden.

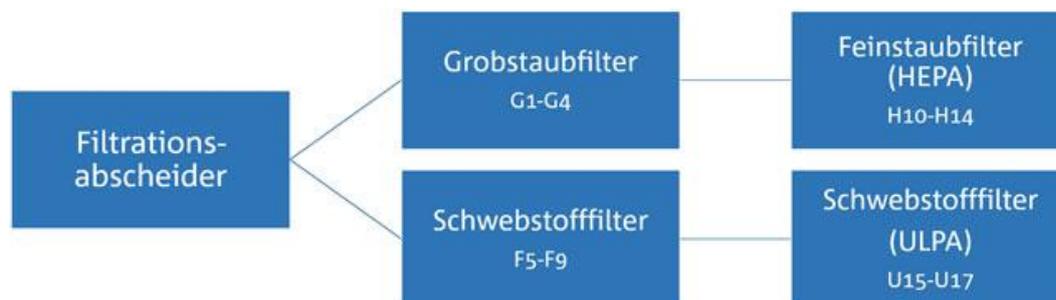


Bild 1: Unterteilung Filterklassen

Die Partikelgröße ist demnach entscheidend für den Einsatz des jeweiligen Filtertyps. Wesentliche Bestimmungs- und Leistungsgrößen für den praktischen Einsatz von Luftfiltern sind bei gegebener Luftmenge der Abscheidegrad bezogen auf:

¹ VDMA Luftfilterinformation (2015-02), VDMA, Allgemeine Lufttechnik, Februar 2015

- Anfallende Partikel
- Anfangsdruckdifferenz und der Druckdifferenzverlauf
- Standzeiten bzw. mögliche Einsatzdauer ²

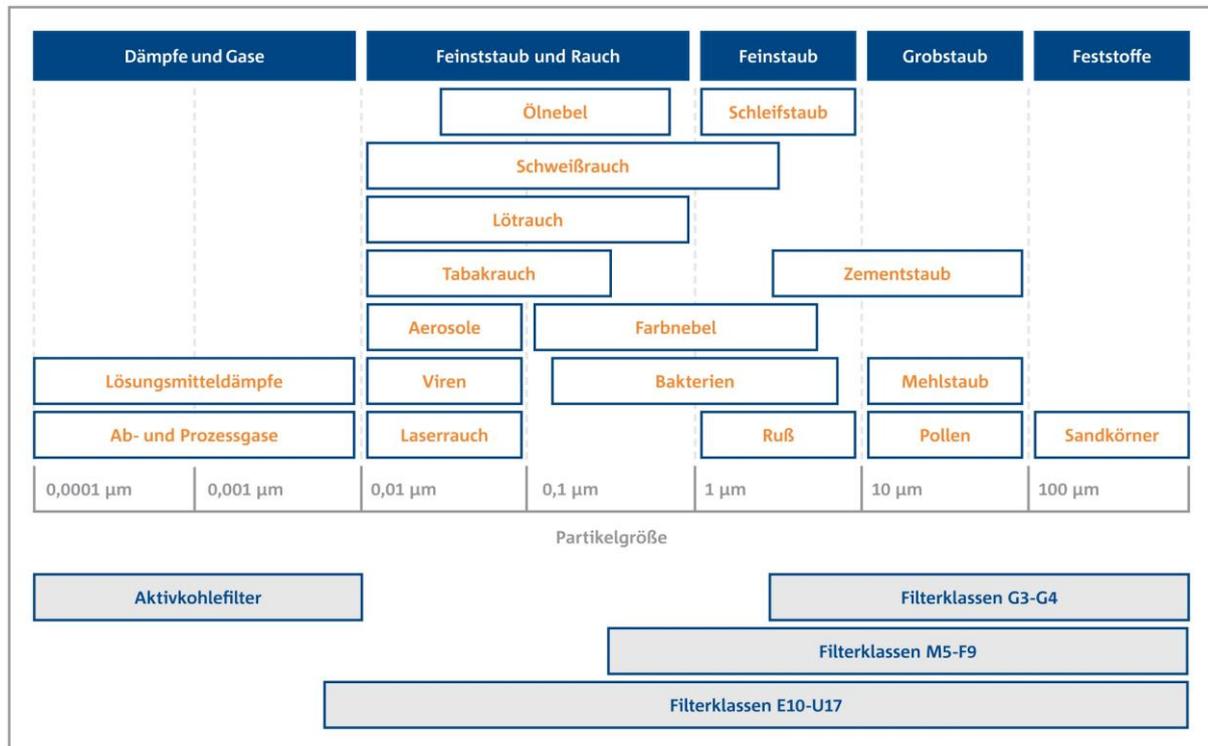


Bild 2: Einsatz der Filterklassen entsprechend Partikelgrößen

Filterleistung (Abscheidegrad/Wirkungsgrad), Druckverlust und Partikeltyp sind die wesentlichsten Entscheidungskriterien zur Auswahl des geeigneten Luftfilters. Dabei sollte aber auch der Energieaspekt in Betracht gezogen werden, denn die ersten beiden Kriterien haben erheblichen Einfluss darauf.

Grobstaubfilter/Speicherfilter

Grobstaubfilter finden ihren Einsatz häufig als Vorfilter. Dabei werden in erster Linie grobe Stäube >10 µm abgeschieden. Bewährt haben sich im industriellen Einsatz vor allem die Bauformen als Filtermatten, Filterkassetten, Taschenfilter, Metallgestrick- oder Drahtrahmenfilter. Da es sich bei groben Stäuben zumeist um trockene Stäube handelt, beruht der Einsatz dieser Filterart auf dem Pralleffekt, d.h. die Trägheitskraft der Partikel wird ausgenutzt, um diese auf der Oberfläche des Filters zu binden. Nach Entstehen eines sogenannten Filterkuchens und entsprechender Sättigung der Filter können diese abgereinigt und erneut verwendet werden. Voraussetzung ist ein konstanter Luftstrom.

² „Grundlagen der Filtertechnik“. Luftfilterbau GmbH, V2.4, 5/2012

Taschen- oder Speicherfilter bieten den Vorteil geringer Investitionskosten und hoher Flexibilität, bedürfen allerdings eines hohen Wartungsaufwandes und relativ hoher Betriebskosten.

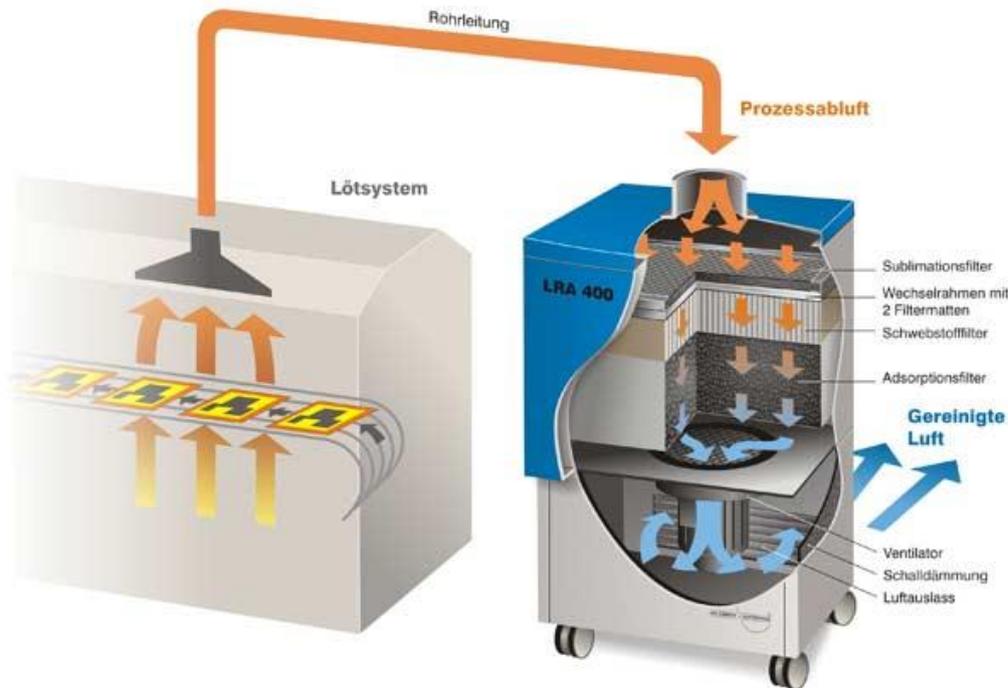


Bild 3: Filterprinzip Speicherfiltersystem

Feinstaubfilter/Patronenfilter

Feinstaubfilter werden vorrangig zur Abscheidung von luftgetragenen Schadstoffen $>1 \mu\text{m}$ eingesetzt. Auch wenn sie als Taschenfilter oder Kompaktkassetten erhältlich sind, hat sich der Einsatz in Form von abreinigbaren bzw. regenerativen Filtern, z.B. in Form von Patronen, in der Industrie bewährt. Der Vorteil von Patronenfiltern liegt in deren relativ langer Standzeit, d.h. der Abscheidegrad ist auch bei schwankendem Luftstrom stets hoch (bis 98%).

Vorteilhaft sind weiterhin ein geringer Wartungsbedarf und geringe Energiekosten. Allerdings sind Patronenfilter wenig flexibel und generieren einen höheren Investitionsaufwand.

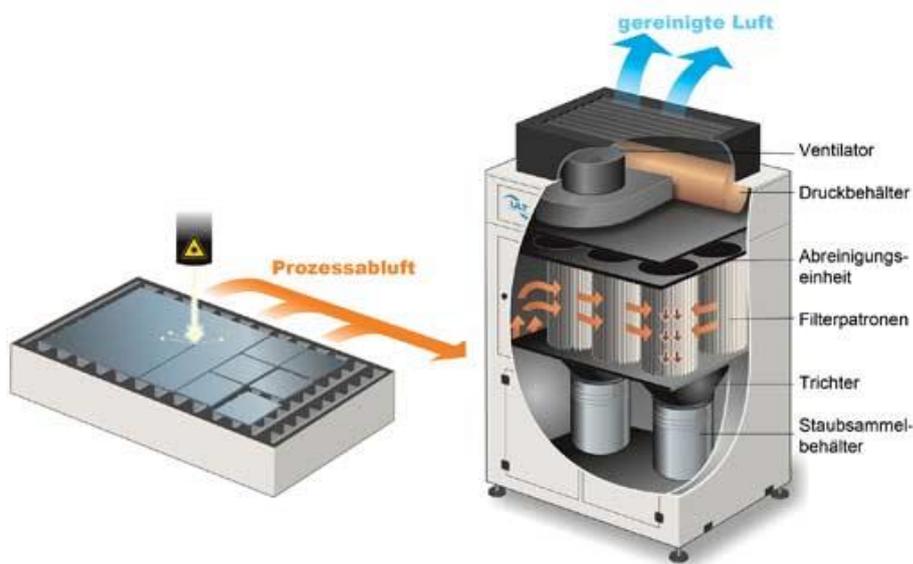


Bild 4: Filterprinzip Patronenfiltersystem

Schwebstofffilter

Besonders kritisch sind Prozesse, die augenscheinlich wenige Schadstoffe produzieren, weil bei geringen Schadstoffmengen im Nanometer-Bereich keine Agglomeration mehr stattfindet und die Nanopartikel ihre Größe behalten ($< 1\mu\text{m}$). Diese gelangen dann in Lunge und Blut und können im schlimmsten Fall die Lebenserwartung verkürzen. Entscheidend für eine effektive Filtration dieser Nanopartikel ist der Einsatz von HEPA Filtern/ H-Klasse Filtern (High Efficiency Particulate Air Filter). HEPA-Filter werden zur Reinigung der Luft zu 99,995% eingesetzt.

Sie werden überwiegend als Speicherfilter in Form von Kassetten verwendet. Im Bereich der Reinraumtechnik finden sie ihren Einsatz aber auch als Plattenfilter oder aber Fan Filter Units (FFUs), was eine Kombination aus HEPA-Filter mit geregelter Lüfter und/oder Vorfilter bedeutet.

ULPA-Filter (Ultra Low Penetration Air Filter) kommen dann zum Einsatz, wenn der Luftstrom nahezu partikelfrei sein muss (Abscheidegrad ab 99,9995%).

Modulare Systeme

Da luftgetragene Schadstoffe in der Praxis weder nur grob noch nur fein sind, sondern oftmals Partikelgrößen zwischen $>1\mu\text{m}$ und $<10\mu\text{m}$ entstehen, haben sich Absaug- und Filtersysteme bewährt, welche die Vorteile der jeweiligen Filterprinzipien vereinen.

Dabei handelt es sich um spezielle Geräte- und Filtereigenschaften, die je nach Anwendung konzipiert werden können. Weitere Vorteile sind eine kurzfristige Verfügbarkeit der Anlagentechnik, preisliche Attraktivität sowie Flexibilität bei Änderung der Anwendungsbedingungen.

Adsorption gasförmiger Luftschadstoffe

Gas- oder dampfförmige Stoffe sowie Gerüche können in Aktivkohle oder anderen Sorbentien gespeichert werden. Aktivkohle wird aus organischen Stoffen (z.B. Torf oder Nussschalen) hergestellt und bieten eine adsorptionsfähige Oberfläche bis zu 1.700 m²/g. Dadurch ergeben sich ein sehr hoher Abscheidegrad und eine enorme Speicherkapazität, was in äußerst hohen Standzeiten resultiert.

Bei höheren Konzentrationen wären auch Verbrennungsprozesse sinnvoll, lohnen sich energetisch aber erst dann richtig, wenn der Verbrennungsprozess stabil ist und ohne eigene Energiezufuhr laufen kann. Eine Zwischenstufe sind katalytische Prozesse, die aber stets einen gleichbleibenden Schadstoffmix erfordern. Unterm Strich sind Sorbentien flexibler einsetzbar, bedürfen allerdings eine genaue Befolgung der organisatorischen Maßnahmen bzw. der Wechselintervalle.

Erfassung der Schadstoffe

Das richtige Erfassungselement hat entscheidenden Einfluss auf die Filterleistung und somit die Effizienz des kompletten Absaug- und Filtersystems. Denn die Höhe des Erfassungsgrades bildet die Grundlage für die nachträglich stattfindende möglichst hochgradige Filtration, was schlussendlich im Wirkungsgrad der Gesamtanlage und daher den Schadstoffresten in der rückgeführten Luft resultiert.

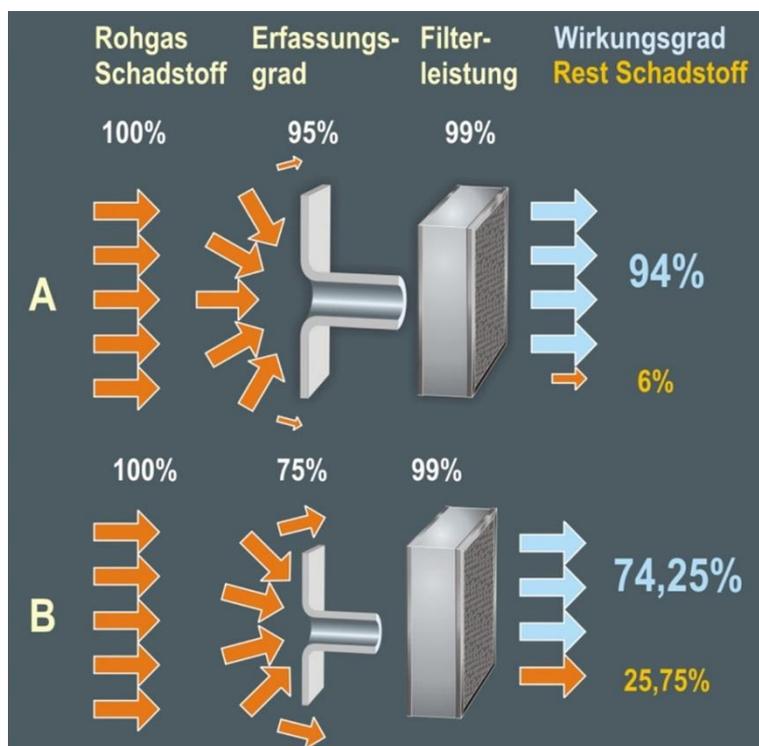


Bild 5: Reinigungsgrad im Verhältnis zum Erfassungsgrad (Quelle: VDMA)

Auch der Ort der Erfassung spielt eine wichtige Rolle. Laut einer Faustregel erfordert der doppelte Abstand zwischen Emissionsquelle und dem Erfassungselement die mindestens vierfache Ansaugleistung des Absaugsystems.

Gesetzliche Vorgaben

Im April 2014 hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) den neuen Allgemeinen Staubgrenzwert für granulare biobeständige Stäube der A-Fraktion (lungengängig) auf $1,25 \text{ mg/m}^3$ herabgesetzt. Festgelegt wurde der neue Arbeitsplatzgrenzwert in der TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) 900 bezogen auf eine mittlere Dichte von $2,5 \text{ g/cm}^3$.

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) der Bundesregierung regelt Emissions- und Immissionsgrenzwerte. Sie gibt unter anderem vor, dass sich der Gesamtstaub, inkl. Feinstaub auf eine maximale Massenkonzentration von 20 mg/m^3 belaufen darf. Dies gilt allerdings nicht für gesundheitlich unbedenkliche Stäube und auch nicht für KMR-Stoffe (karzinogen, mutagen, reproduktionstoxisch). Hier liegen die oberen Grenzwerte je nach Klasseneinteilung (I, II oder III) teils weit unter diesem Wert³.

Wer nicht absaugt und filtert, schadet sich selbst

Absaug- und Filteranlagen haben heute in vielen Unternehmen ihren festen Platz – sei es an Handarbeitsplätzen, in automatisierten oder teilautomatisierten Fertigungen.

Arbeits- und Gesundheitsschutz in produzierenden Unternehmen haben demnach in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen. Zurecht, denn die Auswirkungen luftgetragener Schadstoffen auf Mitarbeiter, Maschinen, Produkte sind Bestandteil indirekter Aktivitäten, die entscheidenden Einfluss auf die Wertschöpfungskette haben.

Die Instandhaltung von Produktionsmitteln und -räumen, die Fehlerfreiheit durch Produktqualität und -funktionalität sowie Arbeitsschutzmaßnahmen generieren teilweise hohe Kosten. Diese zu minimieren sollte der Anspruch eines jeden Unternehmens sein, das qualitativ hochwertige Güter produziert. Die geeignete Absaug- und Filteranlage hilft dabei.

Autor:

Stefan Meißner, Leiter Unternehmenskommunikation bei der ULT AG