



Luftreinigung

Wenn Lüften nicht genügt



Wo Menschen leben, verändern sie ihre Umwelt. Vielfach sind diese Veränderungen geeignet, sich negativ auf Gesundheit und Lebensqualität des Individuums auszuwirken. Das gilt in besonderem Ausmaß für die Qualität der Luft außerhalb und innerhalb unserer Wohnung. Während der Einzelne keinen direkten Einfluss auf eine schadstoffbelastete Umwelt nehmen kann, ist ihm das in seinem unmittelbaren Wohnumfeld sehr wohl möglich. Belastungen, ihre Beschreibung und Möglichkeiten, diese zu verringern, sind Gegenstand dieses Artikels.



Wenn es ein Reinheitsgebot für Atemluft gäbe, würde es als Bestandteile nur Stickstoff (78,08 %), Sauerstoff (20,95 %), Argon (0,93 %) und Restgase (0,04 %) zulassen. Deren Volumenrelationen veranschaulicht **Bild 1**. Die Restgase umfassen ein Gemisch aus Kohlendioxid (0,04 %), Neon (0,0018 %), Helium (0,0005 %), Methan (0,00018 %), Krypton (0,00011 %), Wasserstoff (0,00005 %), Kohlenmonoxid (0,00002 %) und Xenon (0,000009 % = 90 ppm). Hinzu kommen in Mitteleuropa noch Spurengase in verschwindend niedrigen Hintergrundkonzentrationen, wovon flüchtige organische Verbindungen (VOCs) mit 10–100 ppm und Ozon mit 30–50 ppm den größten Anteil haben. So gering die Anteile von Rest- und Spurengasen sind, so maßgeblich sind sie dennoch im Zusammenwirken mit Aerosolen (festen oder flüssigen Schwebeteilchen in der Luft) und freien Radikalen (besonders reaktionsfreudigen Sauerstoffmolekülen) für das menschliche Wohlbefinden. Schon geringe Grenzwertüberschreitungen können je nach Grad und Dauer ihres Bestehens Auswirkungen vom Unwohlsein bis zu schweren chronischen Erkrankungen hervorrufen. Wenn spezifische Schadstoffe nicht durch Austausch der belasteten durch die gerade beschriebene reine Luft beseitigt werden können, weil diese nicht zur Verfügung steht, ist Luftreinigung (Luftwäsche) der einzige Ausweg. Besonders bei schweren Smoglagen, in der bemannten Raumfahrt und in Unterseebooten gibt es keine Alternative dazu.

In den europäischen Ballungszentren wurden vor etwa 150 Jahren die Luftverhältnisse infolge einer zügellosen Industrialisierung ohne Rücksicht auf deren Schadstoffausstoß zunehmend unerträglicher. Vom Habsburger Kronprinz Rudolf wird berichtet, wie er im Sommer 1886 in Wien beobachtete, wie sich „die Scharen aus der staubigen Kohle-Atmosphäre der Stadt hinaus in das üppige Grün, in die reine Waldluft wälzen“. Eine Zurückbesinnung auf die Natur, die Flucht in Sommerfrischen und eine schnell wachsende Zahl von Lungenheilstätten in waldreichen Hochlagen kennzeichneten die Wende zum 20. Jahrhundert.

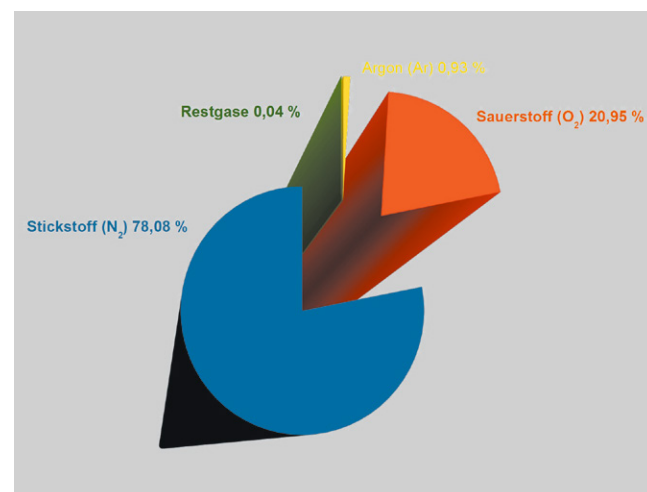


Bild 1: Das dünne, grüne Kuchenstück veranschaulicht den geringen Anteil von Restgasen (0,04 %) gegenüber den dominierenden Bestandteilen Stickstoff, Sauerstoff und Argon (zusammen 99,96 %) in der normalen Atemluft.



Filterklasse	Partikelgröße	Filterleistung	Anwendungsbeispiele
G1	>10 µm	Am= 50-65 %	einfache Anwendungen (z. B. als Schutz in Kompaktgeräten vor Insekten, Textilfasern und Haaren, Sand, Flugasche, Pollen, Sporen, Zementstaub ...)
G2	>10 µm	Am= 65-80 %	
G3	>10 µm	Am= 80-90 %	
G4	>10 µm	Am= >90 %	
M5	1-10 µm	Em= 40-60 %	Außenluftfilter für Räume mit geringen Anforderungen (z. B. Werkhallen, Lagerräume, Garagen), Feinstaubfilter für Klima- und Lüftungsanlagen mit niedrigen Anforderungen (z. B. Hallenbäder, Schaltschranklüftungen, Pollenfilter, Fotolabore, Trocknungsanlagen), Klimaanlage mit hoher Luftreinheit, Vorfilter für Schwebstoff-Filter.
M6	1-10 µm	Em= 60-80 %	
F7	1-10 µm	Em= 80-90 %	Vor- und Umluftfiltrierung in Lüftungszentralen; Endfilter in Klimaanlage für Warenhäuser, Büros, Produktionsräume, Schaltzentralen, Krankenhäuser, EDV-Zentralen; Vorfilter für Filterklassen F9 bis E11; Vorfilter für Filterklassen E11 bis H13 und Aktivkohle; Feinstaubabscheidung in klima-technischen Systemen mit hoher Luftreinheit, Restaurant- und Saallüftung, hochwertige Montageräume, Schaltanlagen, Lebensmittelerzeugung, Mindestanforderung als Filterklasse der Hygieneverordnung VDI 6022, Vorfilter für Reinraumanlagen in der pharmazeutischen Industrie.
F8	1-10 µm	Em= 90-95 %	
F9	1-10 µm	Em>95 %	

Bild 2: Klasseigenschaften von Grob- und Feinstofffilterklassen G1 bis F9 nach DIN EN 779

Filterklassen

Entsprechend der Partikelgröße in der zu filternden staubbelasteten Luft unterscheidet man zwischen

- Grobstaubfiltern (Partikelgröße > 10 µm),
- Feinstaubfiltern (Partikelgröße 1–10 µm) und
- Schwebstofffiltern (Partikelgröße < 1 µm).

Während bei Grobstaubfiltern mit den Klassen G1 bis G4 ein mittlerer Abscheidegrad (Am) als Leistungscharakteristikum herangezogen wird, kennzeichnet der mittlere Wirkungsgrad (Em) die Leistungsfähigkeit von Feinstaubfiltern der Filterklassen M5 bis F9. Die Klasseigenschaften von Grob- und Feinstofffilterklassen G1 bis F9 nach DIN EN 779 fasst die Tabelle in Bild 2 zusammen.

Für feinste Schwebstoffe (Partikelgröße < 1 µm) legt die EN 1822:2011 acht Filterstufen fest (Bild 3). Hier werden zwei Abscheidegrade unterschieden: der gesamte Abscheidegrad und der lokale Abscheidegrad. Letzterer wird durch ein zeilenweises Abscannen der Abströmfläche des Filters auf die lokal vorzufindende Partikeldichte nach der Filterung eines kalibrierten Prüfpartikelaerosols ermittelt. Aus physikalischen Gründen sind Partikel der Größenordnung 0,1–0,3 µm am schwersten zurückzuhalten. Ihre Größe wird auch als MPPS (Most Penetrating Particle Size = meistdurchdringende Partikelgröße) bezeichnet. Deshalb sind die lokal innerhalb einer Scanspur auftretenden Abscheidegrade

Filterklasse	Partikelgröße	Abscheidegrad (gesamt)	Abscheidegrad (lokal)	Anwendungen
E10	<1 µm	>85 %	-	Endfilter für Räume hoher und höchster Anforderungen (z. B. Laboratorien, Produktionsräume in Nahrungsmittel-, Pharma- und Elektroindustrie, Medizin, ...)
E11	<1 µm	>95 %	-	
E12	<1 µm	>99,5 %	-	
H13	<1 µm	>99,95 %	>99,75 %	E12-H13: Endfilter für Reinnräume der Klassen ISO 7 und ISO 5, Endfilter in Zivilschutzanlagen, Abluftfilter in kerntechnischen Anlagen
H14	<1 µm	>99,995 %	>99,975 %	
U15	<1 µm	>99,9995 %	>99,9975 %	H14-U16: Endfilter für Reinnräume der Klassen ISO 4 und ISO 3
U16	<1 µm	>99,99995 %	>99,99975 %	
U17	<1 µm	>99,999995 %	>9,9999 %	

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Partikeelfilterklassen>

Bild 3: Für feinste Schwebstoffe (Partikelgröße < 1 µm) legt die EN 1822:2011 acht Filterstufen fest.

stets geringfügig kleiner als der integrale, über den gesamten Filter gemittelte Abscheidegrad.

Eine äußerst detaillierte Zusammenstellung zum Thema Filterklassen ist in einer Tabelle unter [1] zu finden. Die DIN EN 779 wird voraussichtlich ab 2017 durch die im Verabschiedungsprozess befindliche ISO 16890 ersetzt. Darin werden die Filterwirkungsgrade auf die von der WHO (World Health Organization = Weltgesundheitsorganisation) verwendeten Feinstaubklassifikation PM1, PM2,5 und PM10 zurückgeführt. Näheres unter [2].

Prinzipien der Luftreinigung

Im Wesentlichen kann belastete Luft durch Ausfiltrierung der unerwünschten Bestandteile gereinigt werden. Man unterscheidet:

- HEPA-Filter
- Aktivkohlefilter
- Elektrostatische Filter
- Photokatalytische Filter

HEPA-Filter verwenden Filtermaterialien, die für Forschung, Medizin, Luft- und Raumfahrt entwickelt wurden. HEPA ist die Abkürzung für „High Efficiency Particulate Arrestance“. Damit beschreibt man das hoch effiziente Abscheiden fester Schwebstoffe aus der Luft.

Das Funktionsprinzip der HEPA-Filter beruht auf Matten aus unregelmäßig angeordneten Glasfasern mit Durchmessern zwischen 1 und 10 µm. Eine solche Matte kann beispielsweise zickzackförmig um Aluminiumseparatoren gefaltet werden und bildet mit diesen einen Filterblock (Bild 4). HEPA-Filter können Partikel bis zu einer Größe von 0,1 µm zurückhalten. Die Filterwirkung beruht bei den kleinen Partikelgrößen nicht auf einer einfachen Siebwirkung (dazu wären die Zwischenräume zwischen den Glasfasern der Filtermatte zu groß), sondern auf drei weiteren Effekten:

Der *Abfang- oder Sperreffekt (Interception Effect)* beruht auf der Massenanziehung. Hier werden die kleinen Staubpartikel von den Filterfasern angezogen und bleiben an ihnen haften.

Der *Trägheitseffekt (Impact Effect)* ist bei Teilchen mit größerer Masse wirksam. Diese folgen der Luft beim Umströmen der Filterfasern infolge ihrer Trägheit nicht und prallen deshalb auf die Fasern, wo sie verbleiben.

Der *Diffusionseffekt (Diffusion Effect)* tritt bei kleinsten Staubpartikeln auf, welche bereits eine unregelmäßige Eigenbewegung (Brownsche Molekularbewegung) ausführen, die meist von der Bewegungsrichtung der Luftströmung abweicht. Damit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Partikel die Filterfasern berühren und von ihnen eingefangen werden.

Bei der Grobfiltrierung größerer Partikel sind die Zwischenräume zwischen den Filterfasern kleiner als die zurückgehaltenen Teilchen, sodass sie gleich beim Eintritt in die HEPA-Filter aus der partikelbeladenen Luft entfernt werden. Häufig ist deshalb ein solches auf dem Siebeffekt beruhender Filter dem HEPA-Filter vorgeschaltet, um dessen unnötig schnelles Verstopfen der Anströmseite durch größere Partikel zu vermeiden.



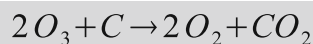
HEPA-Filter sind in der EN 1822-1:2009 mit den Filterklassen E10–E12 (EPA), H13–H14 (HEPA) und U15–U17 (ULPA) klassifiziert (Bild 3).

Wegen ihres breiten Filterspektrums sind HEPA-Filter zur Luftreinigung von Wohnräumen eine gute Wahl. Bis zu 99,95 % der Partikel bis zu einer Größe von 0,3 µm werden durch gute Luftreiniger abgefiltert und gebunden. Im Einzelnen können dies anorganische Stäube (Hausstaub, Feinstaub, Metalle ...), organische Stäube (Blütenstaub, Pollen ...), Rauch (Tabak, Kamine, Öfen ...), Allergene (Schimmel, Sporen, Milbenkot, Tierhaare ...) und flüchtige Stoffe (VOCs), Gerüche, Gase, Bakterien und Viren sein. Eine Atemluft, der all diese Schadstoffe entzogen wurden, ist ein Muss für Menschen, die unter Krankheiten wie Asthma, Allergien, Neurodermitis, chronische Kopfschmerzen, Müdigkeit und Unwohlsein leiden.

Aktivkohlefilter: Aktivkohle besteht überwiegend aus Kohlenstoff (chemisches Zeichen C, meist > 90 %) mit hochporöser, offenporiger Struktur [3] (Bild 5). Durch ihre enorm große innere Oberfläche von bis zu 2000 m²/g ist Aktivkohle äußerst adsorptionsfreudig. Unter Adsorption versteht man die Anlagerung von Stoffen aus Gasen oder Flüssigkeiten (Schadstoffen) an der Oberfläche eines Festkörpers (Aktivkohle).

Bei der Filterung und Adsorption durch Aktivkohle werden die zu entfernenden Substanzen aufgenommen und in der Kohlenstoffmasse angereichert. Es finden dabei keine chemischen Reaktionen statt, aber die Wirksamkeit des Aktivkohlefilters geht zurück.

Aktivkohle kann aber auch durch Reduktion Oxidationsmittel wie Ozon (O₃) und Chlor (Cl) aus der Luft entfernen. Aus der Reaktionsgleichung (1) geht hervor, dass 2 Ozonmoleküle und ein Kohlenstoffatom in 2 Sauerstoffmoleküle und 1 Kohlendioxidmolekül übergehen. Es wird also ein Teil des Kohlenstoffs durch Umwandlung in Kohlendioxid verbraucht und steht damit nicht mehr als Aktivkohle zur Verfügung, wodurch ebenfalls die Wirksamkeit der Aktivkohle abnimmt.



Gleichung (1)

Aktivkohleluftfilter bestehen meist aus mehreren Lagen von Aktivkohlematten. Damit sich ein Aktivkohlefilter nicht zu schnell mit Staub zusetzt, wird ihm auf der Anströmseite meist ein Vorfilter vorgeschaltet, der leicht ausgetauscht oder gereinigt werden kann. So wird die Gebrauchsdauer der Aktivkohlematten deutlich gesteigert.

Eine weitere Steigerung der gefilterten Luft ist durch die Kaskadierung eines Aktivkohle- und eines HEPA-Filterabschnitts möglich (Bild 6). Damit sind die meisten Luftschadstoffe bis zu 0,3 µm Durchmesser zu 99,98 % eliminiert.

Elektrostatische Filter beruhen darauf, dass zwei gegensätzlich geladene Objekte eine Anziehungskraft aufeinander ausüben. Im elektrostatischen Filter werden die Partikel im beladenen Luftstrom durch Abtrennen von Elektronen zunächst positiv ionisiert, um dann beim Passieren negativ geladener Platten sich an diesen anzulagern. Demzufolge bestehen elektrostatische Filter aus zwei Funktionsabschnitten, dem Ionisator und dem Abscheider. Bild 7 zeigt schematisch, wie die zu reinigende schadstoff- und staubbeladene Luft zwischen unter Hochspannung (typ. 10 kV) stehenden „Sprühdrahten“ und ihren Gegenelektroden durch das dort erzeugte elektrische Feld hindurchgeleitet wird. Dabei werden die Gaspartikel durch Abtrennen eines Elektrons positiv ionisiert (Stoßionisation) und beim Passieren der

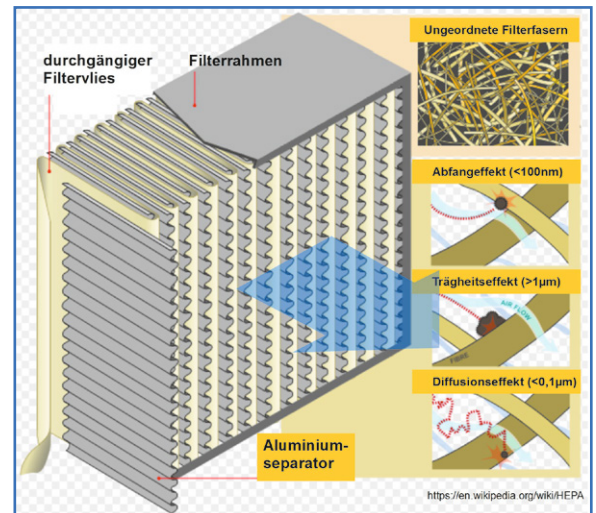
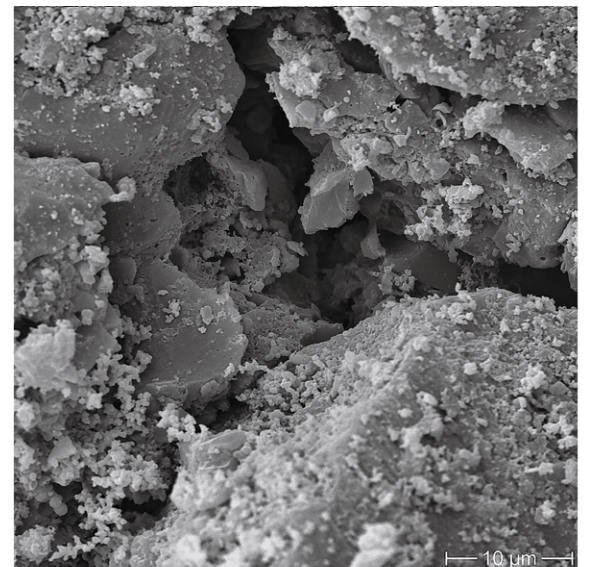


Bild 4: Das Funktionsprinzip von HEPA-Filtern beruht bei kleinsten Schwebstoffen nicht auf der reinen Siebwirkung, sondern auf den Abfang-, Trägheits- und Diffusionseffekten.



Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/65/Activated_Charcoal.jpg/1024px-Activated_Charcoal.jpg

Bild 5: Die enorm große innere Oberfläche von Aktivkohle (bis zu 2000 m²/g) macht sie äußerst adsorptionsfreudig.

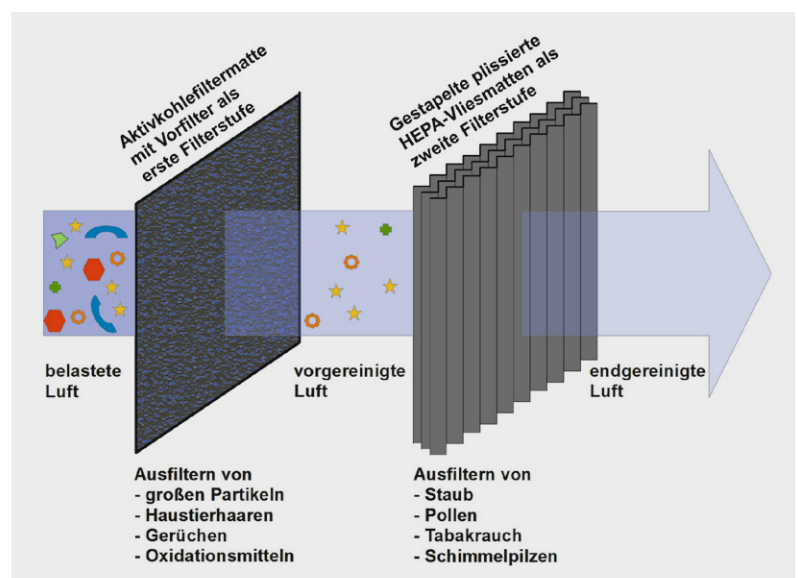


Bild 6: Die Hintereinanderschaltung eines Aktivkohlefilters und eines HEPA-Filters beseitigt bis zu 99,98 % der Luftschadstoffe mit weniger als 0,3 µm Durchmesser.

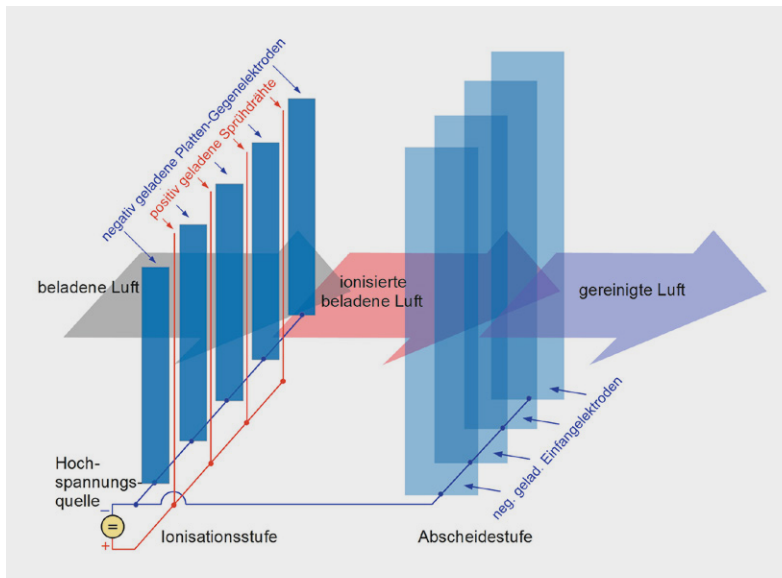


Bild 7: Die durch Sprühdüsen positiv ionisierten Staubteilchen lagern sich an Auffangplatten mit negativem Potenzial ab.

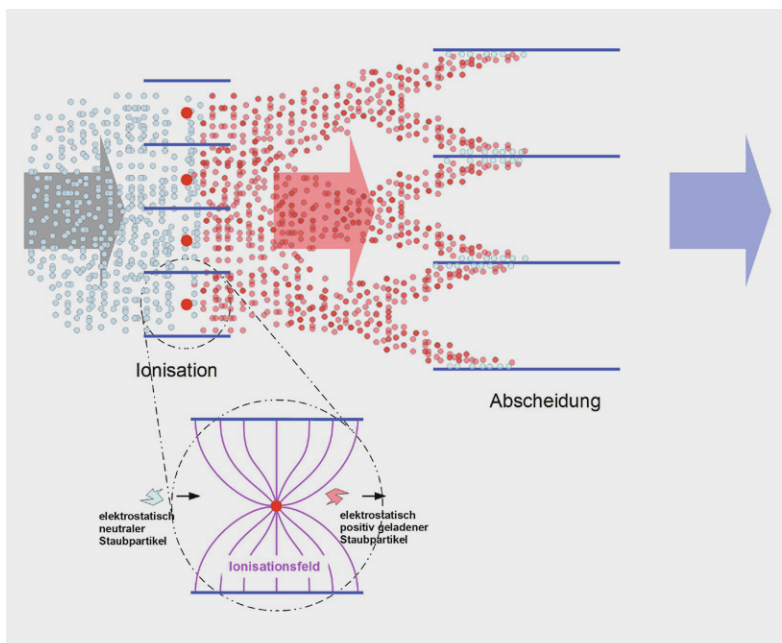


Bild 8: Der zweistufige elektrostatische Filter in der Draufsicht verdeutlicht die Wirkungen der beiden Stufen Ionisation und Abscheidung der Staubteilchen.

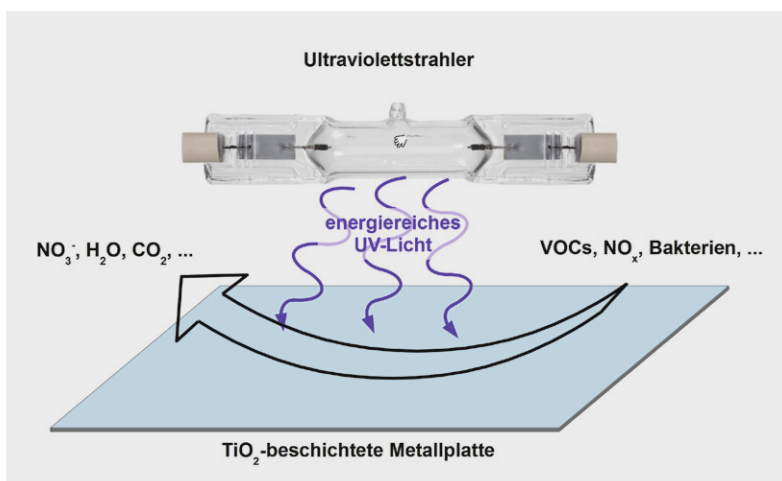


Bild 9: Photokatalytische Filter bauen an einer UV-bestrahlten Titandioxid-Oberfläche Stickoxide und VOCs ab und töten eine Vielzahl von Pilzen und Bakterien.

Abscheidestufe von den negativen Plattenelektroden eingefangen. Durch Anlagern an deren Oberfläche werden die Partikel neutralisiert und aus dem Luftstrom abgeschieden. Die Luft ist also nach dem Transfer durch den elektrostatischen Filter gereinigt.

Um die Vorgänge zu verdeutlichen, betrachten wir einen horizontalen Schnitt durch die Anordnung (Bild 8). Die Sprühdüsen (rot) und Platten (blau) zeigen nun aus der Bildebene heraus. Man sieht, wie sich die Staubpartikel nach ihrer Ionisation beim Eintreten in den Abscheider an dessen Platten anlagern. Mit der Zeit wächst die anhaftende Staubschicht immer mehr, wodurch die Anhaftwirkung zurückgeht. Deshalb müssen die Platten des Abscheiders gelegentlich gereinigt werden. Das kann durch Absaugen geschehen oder durch Klopfen, wodurch der Staub nach unten fällt und aufgenommen werden kann.

Elektrostatische Filter sind sehr kostengünstig. Zum einen benötigen sie keine Filtermedien und sind nach dem Abreinigen der Abscheiderplatten wieder einsatzbereit. Zum anderen erfährt die zu reinigende Luft nur geringe Druckverluste, wodurch wenig Betriebsenergie (Strom) erforderlich ist. Daraus resultieren langfristig geringe Betriebskosten.

Elektrostatische Filter können auch die Mikrobenkonzentration in der Raumluft verringern. Unter Mikroben versteht man kleinste (und deshalb unsichtbare) ein- bis wenigzellige organische Lebewesen (Mikroorganismen). Weil diese sich meistens an Staubpartikel anheften, werden sie gemeinsam mit dem Staub ausgefiltert. Es wird auch behauptet, dass die Ionisation die Mikrobenzellmembran sprengt, was den Tod der Mikrobe nach sich zieht. In jüngerer Zeit sieht man die Bedeutung einer mikrobiologisch gering oder unbelasteten Atemluft (TMC: Total Microbial Count) für den gesunden Menschen weniger kritisch, denn die meisten Mikroben in der Luft schaden uns kaum oder gar nicht, sondern sind vielfach nützlich oder gar unentbehrlich [4].

Als kritisch und umstritten wird bei der Ionisation von Staubpartikeln gesehen, dass dabei auch Ozon entstehen kann, welches dann existierende Schadstoffe zu schwer einschätzbaren Folgeprodukten verändern kann.

In der Akutmedizin hingegen ist bei der künstlichen Beatmung eines Patienten über längere Zeiträume hinweg eine elektrostatische Filterung der ein- und ausgeatmeten Luft zur Vermeidung von Infektionen des Atemapparats üblich.

Photokatalytische Filter haben zwei Hauptbestandteile: eine ultraviolette Lichtquelle und chemisch vorbehandelte Filterplatten. Ähnlich wie bei der elektrostatischen Filterung wird die Luft über diese mit Titandioxid (TiO_2) beschichteten Metallplatten geleitet. Bei UV-Bestrahlung wirkt das Titandioxid als Katalysator und es entstehen aus H_2O und O_2 Hydroxyl- und Perohydroxyl-Radikale ($-\text{OH}$ und $-\text{HO}_2$). Diese Radikale sind äußerst reaktionsfreudig und haben eine stark oxidierende Wirkung auf alle nicht vollständig oxidierten, gasförmigen Stoffe; darunter sind auch die besonders gesundheitsschädlichen Stickoxide (Bild 9). Ebenso werden Pilze und Bakte-



Bild 10: Eine geeignete Pflanze auf 9 m² Wohnfläche sorgt bereits für gute Luft in der Wohnung.

rien dabei abgetötet. Einzelheiten über die photokatalytischen Selbstreinigungseffekte kann man unter [5] nachlesen.

Auch bei der Trinkwasserreinigung ist die Verwendung photokatalytischer Filter eine besonders nachhaltige Methode zur Oxidation organischer und anorganischer Verunreinigungen zu den korrespondierenden Mineralsalzen. Insbesondere zur Beseitigung von Belastungen durch Arzneimittelrückstände, Bakterien und Spurenstoffe gewinnt die Photokatalyse zunehmend an Bedeutung.

Luftreiniger für den Wohnbereich.

Eine ständig wachsende Zahl von immer mehr Menschen, die unter einer schlechten Luftqualität in ihrer Wohnung oder dem Büro leiden (hierzu sei auf den Artikel „Indoor Air Quality“ in ELVjournal 3/2016 und 4/2016 verwiesen), können sich leider oft nicht durch kräftiges Lüften von ihren Beschwerden befreien. Nehmen wir als Beispiel den Pollenallergiker, der mit dem Öffnen des Fensters den Plagegeistern erst Zutritt gewährt, oder den Asthmatiker, für den Feinstaub eine Hauptursache seiner Krankheit ist: Beide müssen die Luft im Wohnbereich reinigen. Dabei ist es selbst bei hochwertiger Außenluft nicht mit Lüften alleine getan, denn ein Großteil der Staubbelastung der Raumluft wird nicht von draußen eingetragen, sondern entsteht in der Wohnung selbst. Entsprechendes gilt für den MCS-Kranken (MCS: Multiple Chemical Sensibility = vielfache Chemikalienunverträglichkeit), der hochsensibel auf bestimmte Chemikalien bzw. Kombinationen von ihnen reagiert. Man sieht an diesen Beispielen, dass für empfindliche Menschen eine hochwertige Raumluft nur durch aktives Filtern sowohl der von außen in die Wohnung eingeleiteten Luft als auch der Innenluft verfügbar gemacht werden kann.

Beim letztgenannten Beispiel der MCS-Kranken ist die Luftreinigung freilich nur ein Herumdoktern

an den Symptomen. Besser wäre es, die Ursachen für die schlechte Raumluft zu beseitigen, um eine Luftreinigung gar nicht erst erforderlich zu machen. Generell gilt es, Quellen des Schadstoffeintrags in die Wohnraumluft aus dem Innenbereich zu vermeiden. Die Liste der zu verbannenden Materialien ist lang: Kleber, Isolierschaum, Möbel, Kunststoffe, Druckerabluft, ätherische Öle aus Reinigungsmitteln, Duftölen und Körpersprays, Zigarettenrauch, offene Flammen (so unromantisch es sein mag, auch die Kerzen zählen dazu), Pilzsporen, Milbenkot usw. Dazu sind allerdings meist grundlegende Veränderungen an der Wohnungsgestaltung und im Verhalten ihrer Bewohner bei Nutzung und Reinigung erforderlich.

Nach Aussage des Bundesumweltamts gehören Raumluftverbesserer in Amerika, Kanada, England und den smogbelasteten Ballungszentren Chinas bereits zur Haus- bzw. Wohnungseinrichtung wie der Staubsauger und die Kaffeemaschine. In Deutschland und den anderen europäischen Ländern sind Luftreiniger noch nicht so verbreitet, jedoch wächst die Nachfrage stetig. Das ist gut so, denn Luftreiniger verschaffen nicht nur dem Kranken Linderung, sondern helfen auch dem Gesunden, gesund zu bleiben.

Die einfachste Art, die Wohnraumluft zu verbessern, ist übrigens eine angemessene Begrünung des Wohnbereichs (Bild 10). Untersuchungen der NASA [6] haben ergeben, dass mit einer Pflanze (die richtige muss es sein!) pro 9 m² Wohnfläche eine ausreichende Luftreinigungswirkung erzielt werden kann.

Jede Innenraumluftreinigung setzt voraus, dass die zu reinigende Luft den Luftreiniger durchströmt. Es muss also eine aktive oder passive Luftzirkulation vorhanden sein. Deshalb ist bei den meisten Luftreinigern ein Ventilator eingebaut. Bei der Entscheidungsfindung sollte daher auch der von ihm verursachte Geräuschpegel geprüft werden. Ein beständiges, als unangenehm empfundenen Rauschen oder hochfrequentes, an- und abschwelliges Lauf-



geräusch kann nämlich auch krank machen. Dann würde der Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben!

Im Übrigen müssen Luftreiniger mit Filtern unbedingt regelmäßig gewartet werden. Dazu sind verschmutzte Filtermedien rechtzeitig auszutauschen. Denn auf verbrauchten Aktivkohlefiltern oder verstopften HEPA-Filtern können sich mikrobielle Beläge bilden, deren Absonderungen der Luft-„Reiniger“ dann in die Raumluft einträgt.

Von Tannenbäumchen, Sprays, Duftölen, -lämpchen und -kerzen.

Frische Düfte, die muffige oder gar unangenehme Gerüche überdecken, werden in aller Regel durch zusätzliche, die Atemluft belastende VOCs – meist ätherische Öle – erkaufte (Bild 11). Der Eindruck einer „verbesserten“ Luft ist rein subjektiv. Objektiv bringt man beim Einsatz von Lufterfrischern chemische Substanzen in die Atemluft ein, die negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können. Allergiker und geruchsempfindliche Menschen reagieren vielfach mit Haut- und Bronchialreizungen.

Besonders komplex sind die Nebenwirkungen bei Duftkerzen und Duftlämpchen. Hier treten beim Verbrennungsvorgang Umwandlungsprodukte auf, die geeignet sind, Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen und Unwohlsein zu erzeugen. Diese Verbrennungsprodukte in der Raumluft erhöhen zudem das Risiko für chronische Atemwegserkrankungen. Asthmatiker reagieren entsprechend empfindlich angesichts der



Bild 11: In derartigen Duftölverduftern steigt das Duftöl in den Holzstäbchen wie in einem Docht hoch und gesellt sich außerhalb der Flasche zu den dort ohnehin vorhandenen Schadstoffen.

Absonderungen brennender Duftkerzen, Duftlämpchen und Räucherstäbchen wie Feinstaub, Rußpartikel, Kohlenmonoxid, Formaldehyd und manch anderer Schadstoffe.

Zusammenfassend kann man sagen, dass geruchsüberdeckende Methoden nur an den Symptomen herumdoktern, anstatt bei den Ursachen anzusetzen. Es leuchtet ein, dass es besser ist, belastende Stoffe zu entfernen, anstatt sie unverändert in den Wahrnehmungshintergrund zu drücken und dabei zusätzliche, die Luft belastende Reizstoffe einzutragen.

Schwer überschaubares Marktangebot

Auf dem Markt sind Hunderte von Luftreinigern aller Wirkprinzipien und Preisklassen. Die wirklich guten Geräte mit überzeugenden Leistungen vereinen mehrere Technologien und vermeiden die jeweils möglichen Nachteile. Dazu ist aber eine ausgefeilte mitlaufende Analyse der Luft durch leistungsfähige Sensoren notwendig, die natürlich auch ihr Geld kostet. Das Preisspektrum erstreckt sich von knapp 100 Euro bis in den vierstelligen Bereich.

Fazit

Die Verantwortung für die Luftqualität im Außen- und im Innenbereich von Häusern trägt in weiten Grenzen der Mensch. Idealerweise sollte er in der Luft keine globalen oder lokalen Spuren seiner Existenz hinterlassen. Weil er das aber tut, muss er die Folgen seines Wirkens (auch) auf die Raumluftqualität „ausbügelnd“. Dabei ist ein „Overkill“ zu vermeiden, wie im Zusammenhang mit der radikalen Beseitigung von Mikroben durch elektrostatische Filterverfahren beschrieben wurde. Besser wäre es, mit dem inzwischen angehäuften Wissen über Baustoffe, Energieeinsatz und Humanmedizin eine optimale Gestaltung des menschlichen Wohnumfelds zu erreichen, die Luftverbesserungsmaßnahmen bis auf wenige Ausnahmen entbehrlich machen würde. Angesichts weltweiter rücksichtsloser Ausbeutung unwiederbringlicher Ressourcen, industrieller Gewinnmaximierung, ungezügelter Nutzung fossiler Treibstoffe, energieineffizienter Architektur und schadstoffbelasteter Baumaterialien wird man aber auf absehbare Zeit wohl nicht um die aktive Optimierung der Innenraumluftqualität herumkommen. Langfristig jedoch gehören der ökologischen Bauweise und dem Einsatz regenerativer Energiequellen die Zukunft. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] www.freudenberg-filter.com/fileadmin/templates/downloads/Luftfilter_nach_Filterklassen.pdf
- [2] www.iso16890.de
- [3] <https://de.wikipedia.org/wiki/Aktivkohle>
- [4] www.nationalgeographic.de/reportagen/mikroben-unsere-kleinen-freunde
- [5] https://de.wikipedia.org/wiki/Photokatalytische_Selbstreinigung
- [6] https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_luftreinigenden_Pflanzen

Ein großes Angebot an Luftreinigern

finden Sie im Bereich Haustechnik im ELV Web-Shop unter:

www.elv.de: Webcode #10017