



Information zum SanoViva Aktivkohlefilter



Einleitung

1. Struktur, Oberflächeneigenschaften und Adsorption
2. Herstellungsverfahren
3. Wasseraufbereitung mit Aktivkohle

Einleitung

Aktivkohle ist ein auf natürlichen Rohstoffen basierendes Material, welches durch seine poröse Struktur und der dadurch extrem großen inneren Oberfläche chemische Verbindungen und Moleküle bindet. Traditionelle Anwendung findet Aktivkohle in vielen Verfahren der chemischen Industrie. Durch die hohe adsorptive Eigenschaft kommt sie hauptsächlich bei der Reinigung von Abluft, Trink- und Abwasser sowie in der Lebensmitteltechnik, Pharmazie und Chemie zum Einsatz. Die Ausgangsmaterialien zur Herstellung von Aktivkohle sind kohlenstoffhaltige Rohstoffe wie Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Fruchtkerne oder Kokosnussschalen. Aber auch andere kohlenstoffhaltige Materialien, wie Kunststoffabfälle oder Erdölprodukte, können aufgrund des hohen Kohlenstoffanteils zu Aktivkohle verarbeitet werden. Diese kohlenstoffhaltigen Materialien werden ähnlich der Holzkohleherstellung gewonnen und anschließend, wie der Name es sagt, aktiviert. Dieser Aktivierungsprozess vergrößert die adsorptive Eigenschaft der Kohle und führt zu einer Verbesserung der Reinigungsleistung im Vergleich zu herkömmlicher Holzkohle

1. Struktur, Oberflächeneigenschaften und Adsorption

Das Porensystem von Aktivkohle:

Aktivkohle besteht aus einem unregelmäßig angeordneten Kristallgitter von Kohlenstoffatomen. Diese wahllos verschobenen Gitterebenen führen zu einer sehr porösen Struktur und damit einer großen inneren Oberfläche. Sie kann bei handelsüblicher Aktivkohle im Bereich von 500 bis 1500 Quadratmetern pro Gramm liegen. Zum Vergleich: 4 bis 5 Gramm Aktivkohle beinhalten die Fläche eines kompletten Fußballfeldes. Die innere Fläche der Aktivkohle wird anhand des Porensystems charakterisiert, vereinfacht unterscheidet man Poren verschiedener Größen bzw. Durchmesser (d)

$d > 50 \text{ nm}$	Makroporen (Zuleitungsporen)
$25 \text{ nm} > d > 2,0 \text{ nm}$	Mesoporen
$2 \text{ nm} > d > 0,4 \text{ nm}$	Mikroporen (Adsorptionsporen)
$d < 0,4 \text{ nm}$	Submikroporen

So wird zwischen Makroporen (den Zuleitungsporen ins Korninnere) und Adsorptionsporen (also den Poren, in denen die eigentliche Anlagerung der Moleküle an die innere Oberfläche stattfindet) differenziert. Die Struktur des Porensystems beeinflusst den Transport der Sorptive vom Kornrand in das Korninnere ebenso wie die Adsorptionseigenschaft des jeweiligen Stoffes an der Oberfläche. In Abbildung A ist die Porenstruktur eines Aktivkohlekorns dargestellt.

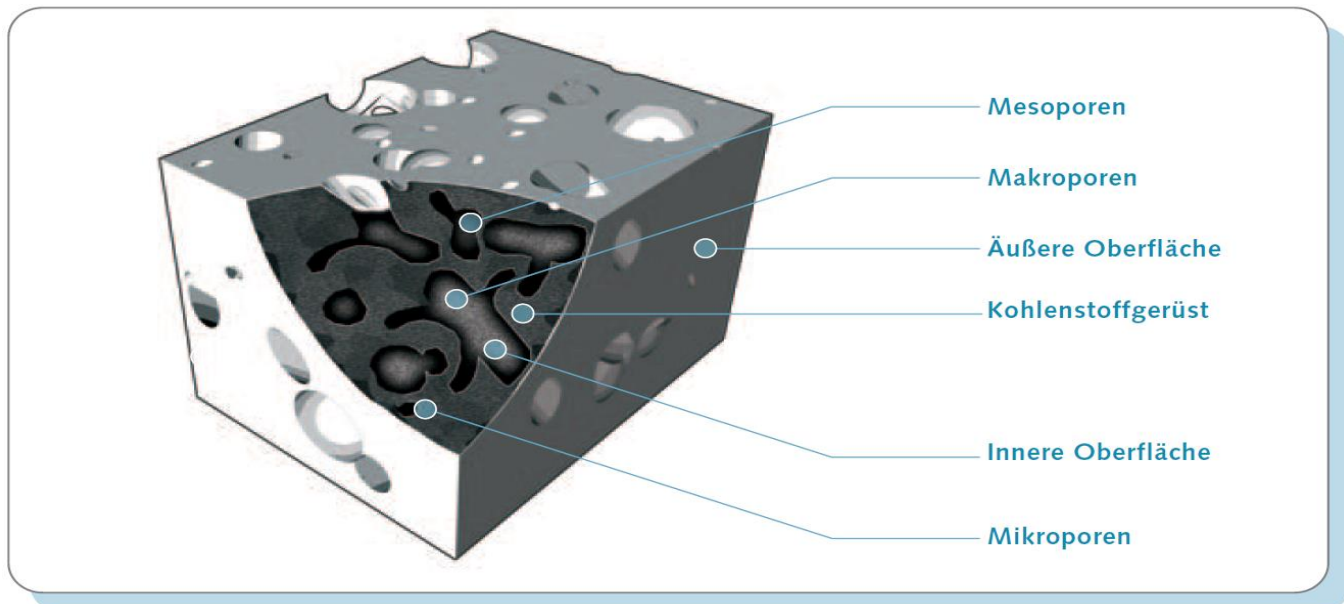


Abbildung: Oberflächeneigenschaften von Aktivkohle

Porensystem von Aktivkohle:

Neben der Porenstruktur hat die chemische Eigenschaft der Oberfläche einen weiteren entscheidenden Einfluss auf das Adsorptionsvermögen von Aktivkohle. Bei der Fülle an Verunreinigungen, wie sie im Wasser oder in der Luft vorkommen können, wird in der Praxis die Reinigungsleistung von Aktivkohle auf ganz bestimmte Stoffgruppen ausgerichtet. Eine Auswahl von Problemstoffen, wie sie am Beispiel der Trinkwasserreinigung vorkommen kann, sei im Folgenden genannt:

Geruchs- und Geschmacksstoffe, Farben, Mineralölkohlenwasserstoffe, halogenierte organische Kohlenwasserstoffe, organische Kohlenwasserstoffe, Chlor, Chlordioxid, Ozon, Permanganat, Schwermetalle, Ammonium, Nitrat, pharmazeutische Wirkstoffe

Da jede dieser Verbindungen aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung ein unterschiedliches Adsorptionsverhalten und Bindevermögen aufweist, werden die physikalischen Eigenschaften wie Korn- und Porengröße mit den chemischen Eigenschaften der Oberfläche kombiniert. Dies führt letztendlich zu einer optimalen Reinigungsleistung im jeweiligen Anwendungsfall

Adsorption

Als Adsorption bezeichnet man einen Vorgang, bei dem sich Stoffe an einer Oberfläche anlagern (Abb. B). Es sind zwei Typen der Adsorption bekannt. Zum einen spricht man von der physikalischen Adsorption, diese wird hauptsächlich durch die van der Waal'schen Kräfte verursacht. Die van der Waal'sche Kraft ist eine recht schwache Anziehungskraft, welche aber ausreicht, Moleküle bzw. Atome aufgrund ihrer Ladung an einer Oberfläche festzuhalten (zu adsorbieren). Diese Kraft ist reversibel, d.h. tritt eine stärkere Kraft auf, z.B. die Brownsche Molekularbewegung bei Erhöhung der Temperatur, kann der adsorbierte Stoff wieder zurückgelöst werden. Anders verhält es sich bei der chemischen Adsorption oder auch Chemisorption genannt. Hier ist wie bei allen chemischen Reaktionen eine Aktivierungsenergie zu überwinden, damit der Störstoff (Adsorptiv) eine chemische Bindung mit der Oberfläche der Aktivkohle (Adsorbens) eingeht. Die Chemisorption ist in ihrer Bindung stärker als die physikalische Adsorption. Grundsätzlich kann es aber auch hier zu einer Desorption (Rücklösung) der Stoffe führen, wenn Bindungskräfte anderer Stoffgruppen stärker ausgeprägt sind.

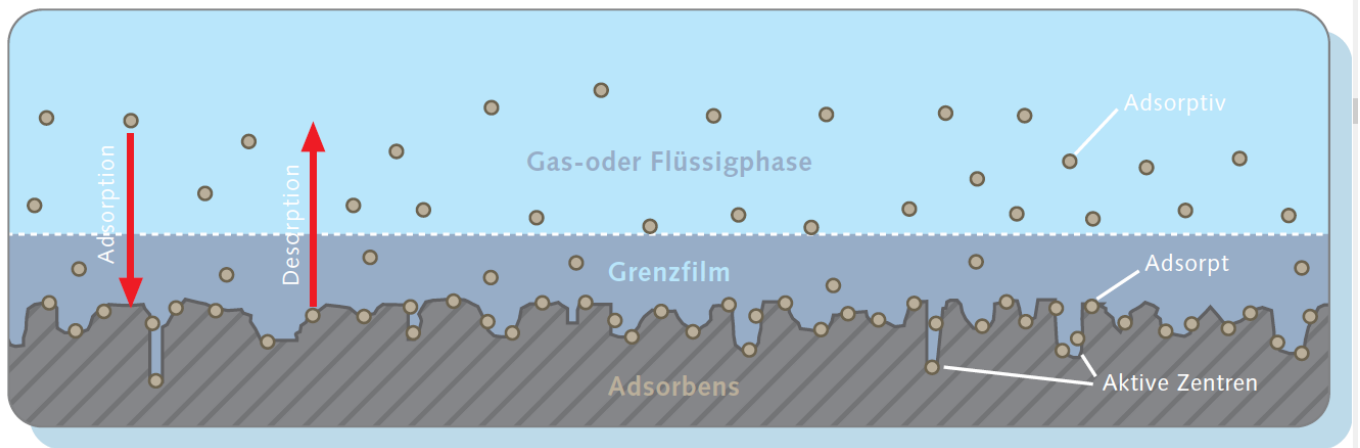


Abbildung: Adsorption von Aktivkohle

Ist die Kapazität (Aufnahmefähigkeit für Schadstoffe) eines Aktivkohlefilters erschöpft, so spricht in diesem Fall von einem beladenen Filter. Beladene Filter müssen jedoch nicht zwangsläufig entsorgt werden. Oftmals kann die im Filter enthaltene Aktivkohle regeneriert werden, indem die adsorbierten Stoffe von der Oberfläche der Aktivkohle wieder entfernt werden. Dieser Desorptionsvorgang (also der umgekehrte Adsorptionsvorgang) kann z. B. durch eine Druckerniedrigung oder Temperaturerhöhung bewirkt werden. Nach mehrmaliger Desorption oder auch bei der Adsorption schwer desorbierbarer Substanzen muss die beladene Aktivkohle jedoch vollständig reaktiviert werden. Hierbei durchläuft die beladene Aktivkohle einen erneuten — wenn auch kürzeren Aktivierungsvorgang mit dem Ziel, die innere Oberfläche wieder auf das ursprüngliche Niveau zu heben. Eine weitere Möglichkeit, um beladene Aktivkohle zu regenerieren, ist die Extraktion. Dabei werden die adsorbierten Stoffe mit Hilfe eines organischen Lösungsmittels von der Oberfläche der Kohle entfernt. Aber auch Mikroorganismen können (makroporöse) Aktivkohle regenerieren, indem sie organische leicht desorbierbare Verbindungen biologisch abbauen.

Insbesondere bei industriellen Anwendungen kommen regenerierte Aktivkohlen zum Einsatz, so zum Beispiel in Druckereien, in der Lebensmitteltechnik, der Trinkwasseraufbereitung und der Abwasserreinigung. Dabei können durch die Desorption oftmals wertvolle Stoffe zurück gewonnen werden, wie es die adsorptive Rückgewinnung von Toluol in Druckereien belegt, bei der das aus der Abluft zurück gewonnene Toluol wieder in den Druckereiprozess zurückgeführt wird.

2. Herstellungsverfahren

Aktivkohle kann fast aus jedem kohlenstoffhaltigen Material hergestellt werden. Diese Ausgangsmaterialien können sowohl in unverkohlter Form als auch in Form von Kohlen und Koksen vorliegen. Das Grundprinzip der Aktivierung besteht darin, einen Teil des Kohlenstoffes unter geeigneten Bedingungen selektiv abzubauen. Der selektive Abbau hat zur Folge, dass durch das Entweichen flüchtiger Stoffe zahlreiche Poren, Spalten und Risse entstehen, in denen die Adsorption von Substanzen stattfinden kann (Abb. A). Bei der Herstellung von Aktivkohle unterscheidet man zwei Methoden: die chemische Aktivierung und die Gasaktivierung.

Bei der chemischen Aktivierung werden unverkohlte Rohstoffe wie Torf oder Sägemehl mit einem dehydratisierend (wasserentziehend) wirkenden Mittel, z.B. Zinkchlorid oder Phosphorsäure, vermischt und anschließend bei Temperaturen von 400 bis 600 °C aktiviert. Hierbei entstehen hauptsächlich grobporige Aktivkohlen, welche aufgrund ihrer Eigenschaften beispielsweise zum Entfärben von Flüssigkeiten eingesetzt werden können.

Die zweite Variante ist die Gasaktivierung. Bei ihr werden im Allgemeinen bereits verkohlte Naturprodukte wie z.B. Holzkohle (Abb. C), Torfkoks, Kokosnussschalenkoks, Steinkohle oder Braunkohle genutzt. Diese besitzen bereits vor der Aktivierung wenige kleine Poren und damit eine erste, allerdings noch wenig ausgeprägte Adsorptionsoberfläche (Abb. D). Durch den Aktivierungsprozess wird die Anzahl der Poren und damit die Größe der Oberfläche erheblich gesteigert.

Die Aktivierung wird bei Temperaturen von 700 bis 1000 °C und unter Verwendung von Wasserdampf und Kohlendioxid durchgeführt. Der Wasserdampf und das Kohlendioxid führen zu einer Teiloxidation insbesondere des nicht-kristallinen Kohlenstoffes.



Abbildung: Holzkohle (Rohstoff vor der Aktivierung)

Dabei werden teerartige Produkte, die die Feinporen verstopfen, ausgetrieben und das Kohlenstoffgerüst weitgehend freigelegt. Im Inneren des Rohstoffes werden nun die gewünschten Poren für eine feinporige Aktivkohle gebildet. Da es bei der Aktivierung einer hohen Temperatur bedarf, hat sich in der Industrie die Nutzung von Drehroh-, Etagen- bzw. Schachtofen etabliert. Hier können Aktivkohlen und ihre Porenverteilung für die verschiedenen Anwendungsfälle maßgeschneidert werden.

Aktivkohle wird als Pulver oder Kornkohle bzw. Formkohle vertrieben. Bei der Herstellung von Formkohle z.B. für Wasserfilter (Aktivkohle-Blockfilter) wird das verkohlte Halbprodukt pulverisiert, aktiviert und sodann mit einem Bindemittel vermischt und je nach Bedarf extrudiert oder gesintert. Die einige millimetergroße Kornkohle gibt es als gebrochene Partikel oder als stäbchenförmige Presslinge. Kornkohle wird in Adsorberbehältern verwendet, durch die der zu reinigende Gas oder Flüssigkeitsstrom hindurch geleitet wird. Die gebrochene, scharfkantige Aktivkohle wird bevorzugt für die Wasserreinigung eingesetzt.

Durch seine kompakte Bauweise ersetzt ein Aktivkohle-Blockfilter voluminöse lose Schüttungen aus Pulverkohle. Auch ist das Aufnahmevermögen zur Anlagerung unerwünschter Stoffe deutlich erhöht und die Tendenz zur Abgabe einmal angelagerter Substanzen (sogenannter chromatographischer Effekt) geringer. Bei feinporigen Blockfiltern von hoher Filterfeinheit besteht neben der chemischphysikalischen Adsorption auch eine gute mechanische Filtrationseigenschaft gegenüber Partikeln und Mikroorganismen.

3. Wasseraufbereitung mit Aktivkohle

Die Filterung von Trinkwasser mittels Aktivkohle ist ein vielfältiges und weit verbreitetes Verfahren. Die Anwendungen reichen von der Trinkwasseraufbereitung für den täglichen Bedarf oder für die Getränkeindustrie bis hin zur Abwasserreinigung in der Industrie oder der Aufbereitung des Wassers in Schwimmbädern.

Abwasserreinigung: In vielen Industriezweigen fallen Wässer an, welche aufgrund gesetzlicher Verordnungen und ihrer schädlichen Wirkung auf die Biologie der Kläranlagen nicht ohne Vorreinigung in die Kanalisation eingeleitet werden dürfen. Um die Kosten für Abwassergebühren zu verringern, behandeln einige Unternehmen ihre Abwässer vor der Einleitung in das Kanalsystem mit Aktivkohle.

Reinigungsverfahren mit Aktivkohle finden aber auch dort Anwendung, wo enorme Mengen Wasser verbraucht werden. Zum Beispiel lohnt es sich in Schwimmbädern nicht, das Wasser komplett auszutauschen, sondern es wird durch Desinfektion (z.B. mit Chlor) und Filterung über Aktivkohle im Kreislauf geführt. Das schont nicht Ressourcen schonenden Stoffe Aktivkohle zur Entlastung der Umwelt bei.

Trinkwasseraufbereitung: Trinkwasser wird meist aus Grundwasserleitern, aber auch in Grundwasser armen Regionen beispielsweise aus dem Uferfiltrat von Flüssen gewonnen. Ein großer Anteil der Verbindungen und Störstoffe, welche der Mensch in die Natur entlässt, wird bei der Versickerung durch Bodenbakterien biologisch abgebaut. Dennoch treten immer wieder Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte auf, die dazu führen, dass das gewonnene Wasser vor der Einspeisung



SanoViva Shop

Eigenständige Niederlassung

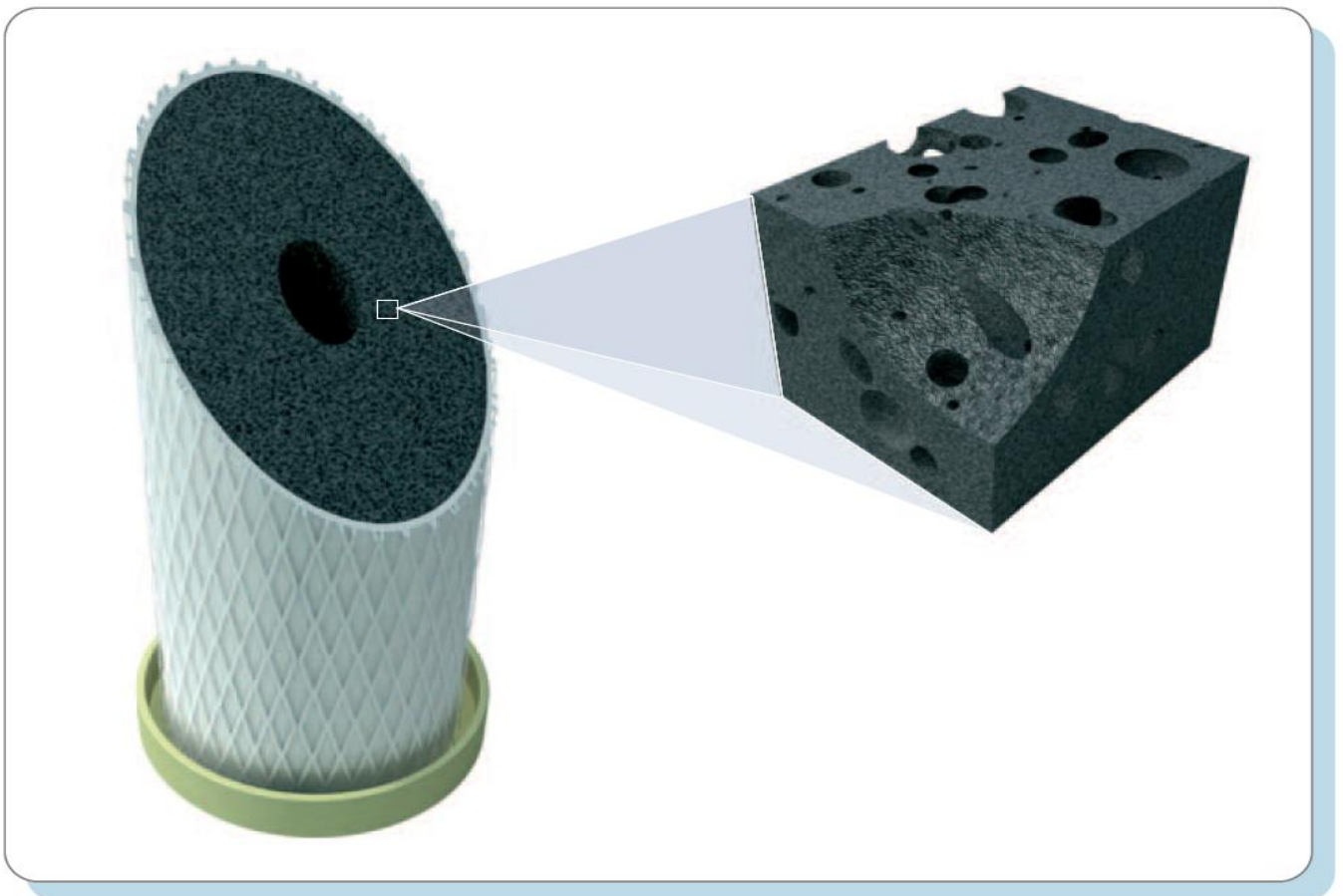
in das Trinkwassernetz aufbereitet werden muss. Die hierfür verwendeten Stahlmeilers zur HolzkohlegeFilter nennt man Einschichtoder Mehrschichtfilter. Einschichtfilter bestehen komplett aus nur einem Filtermaterial, wohingegen die Mehrschichtfilter aus einer Kombination von verschiedenartigen Filtermaterialien zusammengesetzt sind. Die Mehrschichtfilter bestehen meist aus einer Schicht (z.B. Sand) für den Rückhalt grober Partikel und einer Schicht Aktivkohle. Da Versorger laut Gesetz die Trinkwasserqualität nur bis zum Hausanschluss garantieren, kommen auch im privaten Bereich zunehmend Trinkwasserfilter zum Einsatz.

Diese Filter haben die Aufgabe, eventuell durch das Rohrleitungsnetz eingetragene Partikel, Bakterien, Geruchs- und Geschmacksstoffe sowie Schwermetalle zu eliminieren. Auch kann es passieren, dass Schadstoffe nicht vollständig im Wasserwerk zurückgehalten werden. Das können Pflanzenschutzmittel, Medikamentenrückstände oder gar hormonelle Substanzen sein, die durch diffusen Eintrag in das Grundwasser gelangen und das Wasserwerk ungehindert passieren. Ungeeignete oder veraltete Hausinstallationen können Schwermetalle an das Trinkwasser abgeben.

Wird bei der Auswahl der Rohrleitungsmaterialien die örtlich verschiedene Trinkwasserbeschaffenheit nur ungenügend berücksichtigt, so können Schwermetallionen gelöst werden. Das sind Ionen der Elemente Kupfer, Nickel, Zink und Blei. In all diesen Fällen ist es ratsam, direkt vor der Entnahmestelle des Trinkwassers einen Aktivkohlefilter zu installieren, der diese Schwermetalle, Arzneimittelrückstände und Pflanzenschutzmittel aus dem Trinkwasser entfernen kann (Abb. P). Die für den menschlichen Organismus essentiellen Mineralien, Salze und Spurenelemente bleiben davon unberührt. Sie passieren aufgrund ihrer geringen Größe und guten Beweglichkeit den Filter und stehen somit auch nach der Filterung zur Verfügung.

Nachhaltigkeit

Aktivkohle ist ein Naturprodukt. Aufgrund der Herstellung aus nachwachsenden Rohstoffen spricht man auch von einem CO₂-neutralen Produkt. Durch die Nutzung von Aktivkohle zur Aufbereitung von Wasser beugen wir nicht nur Gesundheitsrisiken vor, sondern schützen auch eine zunehmend knapper werdende Ressource unsere Lebensgrundlage Wasser.



Abbildung; Porenstruktur von Aktivkohle