S·C·A·T
Aktivkohle
als Schutz:
Worauf kommt es an?

Eine kurze Geschichte der Aktivkohle

Schon in prähistorischen Zeiten verwendeten Neandertaler verkohlte Rückstände von verbranntem Holz. Die Holzkohle wurde zur Färbung von Höhlenmalereien und zur Einbalsamierung von Verstorbenen verwendet. Fleisch, das damit eingerieben wurde, hatte eine wesentlich längere Haltbarkeit und unangenehme Gerüche wurden adsorbiert. Dies war eine wichtige Methode, um frisches Fleisch vor Insekten und Raubtieren zu verbergen. Im antiken Griechenland dokumentierte Hippokrates (460–370 v. Chr.) die Verwendung von Holzkohle zur Behandlung von Lebensmittelvergiftungen. Selbst heute noch wird Aktivkohle zur Behandlung von Durchfällen und Vergiftungen verwendet, da diese Toxine aus dem Magen-Darm-Trakt entfernen.

Im 15. Jahrhundert wusste man, dass das Auskohlen von Holzfässern dazu führt, dass Trinkwasser länger frisch bleibt. Bereits Christoph Kolumbus machte sich dieses Wissen zunutze. Holzkohle wurde erstmals industriell im Jahr 1794 von der englischen Zuckerindustrie zur Entfärbung von Rohzuckersirup eingesetzt. Die ersten Versuche zur Steigerung der Entfärbungskraft von Holzkohle bestanden darin, sie mit Dampf vorzubehandeln. Das „Chimecal Activation of Wood"-Patent des litauischen Chemikers Rafael Ostrejko aus dem Jahr 1900 markiert den Beginn der modernen Aktivkohleproduktion.

Was ist Aktivkohle?

Aktivkohle ist ein industriell hergestelltes Produkt aus kohlenstoffhaltigen Materialien mit einer hohen inneren adsorptiven Oberfläche. Sie besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff (> 90 %) und hat eine stark poröse Struktur. Die Poren sind miteinander verbunden wie bei einem Schwamm. Sie sind offenporig.

Abbildung 1: Verschiedene Kohletypen fanden bereits in der Urzeit Anwendung zum Schutz von Lebensmitteln und bei der Höhlenmalerei.

Herstellungsprozess

Als Ausgangsmaterial für die Produktion von Aktivkohle dienen kohlenstoffhaltige Rohstoffe wie Steinkohle, Braunkohle, Holz, Olivenkerne und Torf. Dieses Material wird dann ohne Zufuhr von Sauerstoff verkohlt. Dabei wird fast alles, was kein Kohlenstoff ist, verbrannt. So entsteht ein komplexes Porensystem mit sehr kleinen Poren. Diese Rohaktivkohle wird dann aktiviert, indem flüchtige Bestandteile (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel usw.) entfernt werden.

Anwendung zum Schutz im Labor

Durch ihre große innere Oberfläche bzw. Porosität eignet sie sich perfekt zur Adsorption flüchtiger sowie organischer Verbindungen, und kann daher eine beträchtliche Menge an Lösungsmitteldämpfen aus der Luft effizient binden. Lösungsmittel werden häufig in analytischen Laboren verwendet und sind hoch toxisch. Unkontrollierte Lösungsmitteldämpfe in der Luft gefährden die Gesundheit und begünstigen auch Brände und Explosionen. Durch den Einsatz von Aktivkohlefiltern werden diese potenziellen Gefahren minimiert und somit die Laborsicherheit gewährleistet. Ein unverzichtbarer Schutz, um die Gesundheit des Laborpersonals sicherzustellen und Unfälle zu vermeiden.

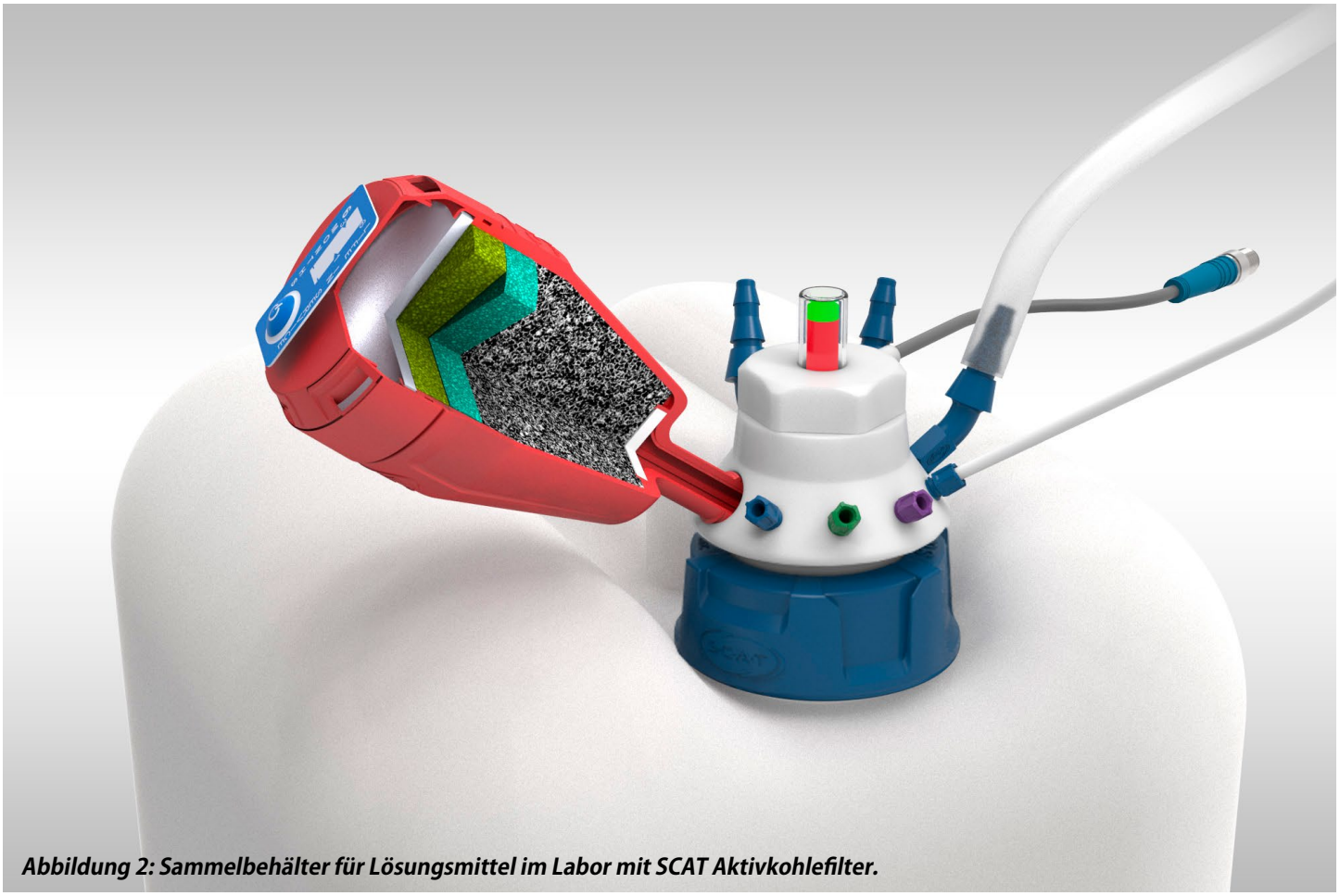

Abbildung 2: Sammelbehälter für Lösungsmittel im Labor mit SCAT Aktivkohlefilter.

Wichtige Kennzahlen

Nicht jede Aktivkohle ist gleichermaßen geeignet für einen sicheren Schutz vor Lösungsmitteldämpfen. Folgende Kennzahlen geben einen Hinweis auf die Leistungsfähigkeit des verwendeten Aktivkohletyps: Die **Abriebzahl** oder **Ball-Pan-Härte** misst die Widerstandsfähigkeit der Aktivkohle gegen Abnutzung und wird in Gewichtsprozent gemessen. Durch mechanische Einflüsse (z. B. beim Transport) entsteht Reibung der Aktivkohlepartikel gegeneinander. Dies führt zu Abrieb in Form kleinster Partikel (Pulver). Erhöhter Abrieb führt zu Verstopfungen und Klumpenbildung, was die Filterleistung beeinträchtigt. Ein höherer Wert bei der Ball-Pan-Härte bedeutet eine höhere Resistenz und damit eine konstantere Filterleistung. **Die innere Oberfläche** bezieht sich auf die Gesamtheit der Oberflächen in porösen oder körnigen Feststoffen, einschließlich derjenigen zwischen den Körnern und den Porenrändern. Je höher die innere Oberfläche ist, desto mehr Fläche steht zur Verfügung, um Lösungsmitteldämpfe zu binden. Durchschnittliche Aktivkohle in Pulverform hat eine innere Oberfläche von 500–600 m^2/g. Der Marktführer SCAT hat die innere Oberfläche seiner Aktivkohle von 1.100 auf 1.500 m^2/g gesteigert und belegt damit unangefochten den Spitzenplatz bei den industriellen Aktivkohlen. Die **Adsorption** bezeichnet die Fähigkeit der Aktivkohle, Schadstoffe aufzunehmen. Ein höherer Prozentsatz bedeutet eine bessere Aufnahmefähigkeit. Bei der CTC-Adsorption nach ASTM D3467 erreicht die SCAT-Aktivkohle (mittlerweile in der 3. Generation) den Höchstwert von 90 % (bisher: 70 %). Die **Korngröße** beschreibt die Größe der einzelnen Partikel in der Aktivkohle, was je nach Anwendung wichtig ist. Die richtige Partikelgröße sorgt für eine optimale Strömung und Adsorption der Lösungsmitteldämpfe innerhalb der Aktivkohle. Zu kleine Partikel behindern den Strom und führen zu Verstopfungen, zu große Partikel bilden Zwischenräume, durch die Lösungsmitteldämpfe ungefiltert entweichen können. Für eine optimale Balance zwischen geringem Strömungswiderstand und hoher Filterleistung werden SCAT-Aktivkohlepartikel mit einer Größe von 1,4 bis 3 mm hergestellt. **Aschegehalt und Wassergehalt** sind ebenfalls relevante Kennzahlen. Der Aschegehalt ist ein Indikator für die Reinheit der Aktivkohle. Er bezeichnet den Anteil an Fremdstoffen bzw. Elementen, die nach Herstellung der Aktivkohle in Restmengen vorhanden sind. Ein niedriger Asche- und Wassergehalt bedeutet mehr wirksamen Kohlenstoff und eine höhere Filterleistung der Aktivkohle.

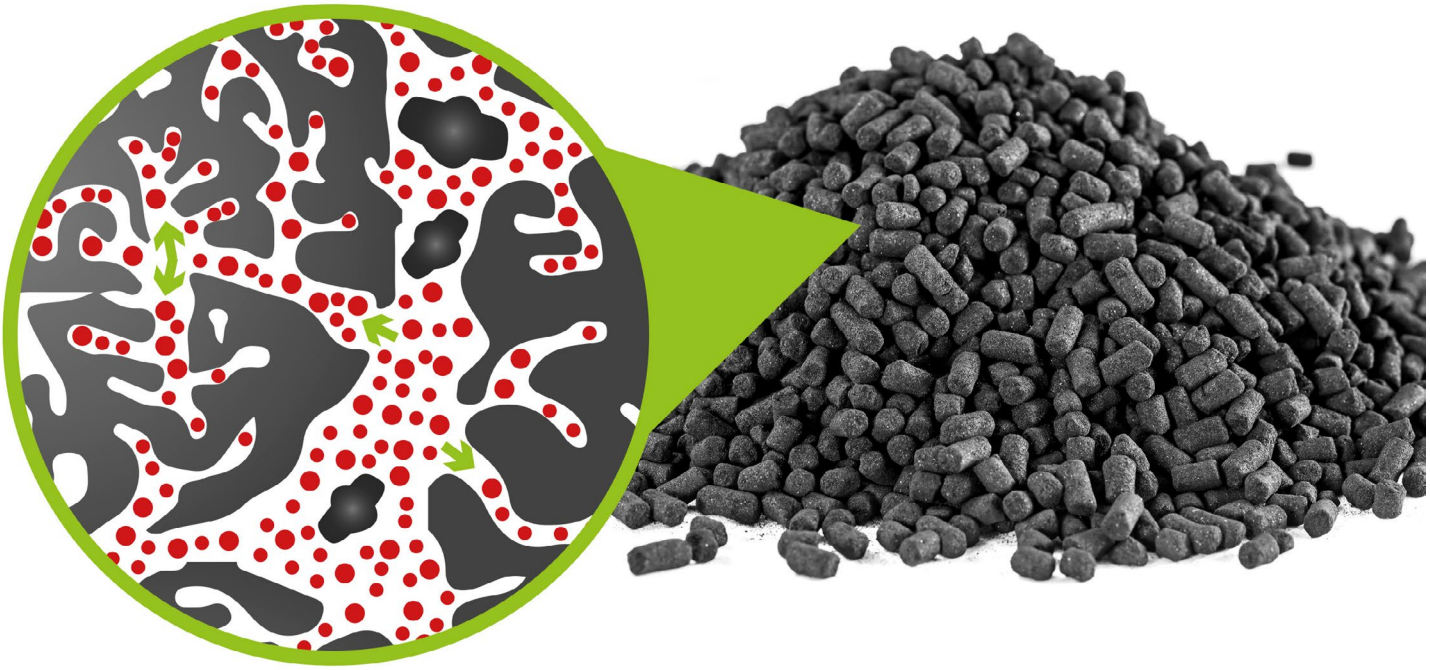

Abbildung 3: Die Porenstruktur der Aktivkohle sorgt für eine große aktive Oberfläche zur Adsorption organischer Schadstoffe.

Tipp: Um auf der sicheren Seite zu sein, lassen Sie sich von Ihren Herstellern immer das Datenblatt ihrer Aktivkohle geben.

Sonderfall: HPLC-Puffer sicher sammeln

Um den pH-Wert eines Eluenten einzustellen, werden diesem alkalische (basische) oder saure Additive bzw. Puffer zugesetzt. Nachdem das Eluent die HPLC-Anlage durchlaufen hat, wird es in einem Sammelbehälter aufgefangen. Dieser ist mit einem Aktivkohlefilter versehen, um austretende Dämpfe zu adsorbieren.

Der Nachteil: Klassische Aktivkohle für Lösungsmittel ist für Säuren oder Laugen ungeeignet. Zur Bindung alkalischer und saurer Gase verfügen SCAT-Abluftfilter daher über zwei zusätzliche Aktivkohleschichten: Die **erste Schicht** wandelt alkalische Dämpfe durch Chemsorption um und bindet sie als „reagierte" Komponenten. Die **zweite Schicht** besteht ebenfalls aus hochaktivierter Aktivkohle, die saure, gasförmige Komponenten bindet. Mit ihren 3 Schichten deckt die neueste Generation der SCAT Abluftfilter das derzeit breiteste Stoffspektrum im Bereich HPLC-Sicherheit ab. Der Vorteil für den Anwender liegt vor allem darin, dass ein einziger Filtertyp für alle Anwendungen verwendet wird – selbst, falls sich Methode oder Lösungsmittelzusammensetzung ändern. In Sachen Lebensdauer bietet SCAT nach wie vor 3 Größen (3, 6 und 12 Monate) an. Diese Unterscheidung hat sich bei Anwendern bewährt: Mit kleineren Größen bleibt man flexibler bei unterschiedlicher Auslastung der HPLC-Geräte. Möchte man seinen Jahresbedarf optimieren, z. B. bei Dauerbetrieb der HPLC, dann bieten die größeren Filter eine Kostenersparnis von bis zu 35 %. Der Laborbetreiber kann somit nicht nur den höchsten Sicherheitsstandard bei Arbeitssicherheit und Umweltschutz erfüllen, sondern profitiert gleichzeitig durch Planbarkeit und Wirtschaftlichkeit auf der Kostenseite – damit wird die Arbeit im Labor „doppelt" sicher.

Kennzahl	Wert	Testmethode
Ball-Pan-Härte (Gewichtsprozent)	96 %	ASTM D 3802
Innere Oberfläche	1.500 m^2/g	DIN ISO 9277
Rütteldichte	415 ± 30 kg/m^3	ASTM D 2854
CTC-Adsorption (Gewichtsprozent)	> 90 %	ASTM D 3467
Korndurchmesser	1,4 - 3 mm	ASTM D 2862
Aschegehalt (Gewichtsprozent)	max. 5 %	ASTM D 2866
Wassergehalt (Gewichtsprozent)	max. 5 %	ASTM D 2867
Imprägnierung	n. v.	ASTM D 4069-95

Tabelle 1: Leistungskennzahlen der SCAT-Aktivkohle.

Autor. Peter Rebehn
Geschäftsführer / Managing Partner
SCAT Europe GmbH