

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

Asbest in E 560 „Natürliche Mischungen aus Steatiten und Chlorit“

Stellungnahme des BfR vom 22. September 2003

Die Überwachungsbehörden eines Bundeslandes haben festgestellt, dass der Futtermittelzusatzstoff E 560 „Natürliche Mischung aus Steatiten und Chlorit“ eines bestimmten Herstellers mit Asbest verunreinigt war.

Bei dem Futterzusatzstoff E 560 „Natürliche Mischung aus Steatiten und Chlorit“ handelt es sich um eine Mischung aus Magnesium- und Aluminiumsilikaten. Er wird entweder als Füllstoff oder als Fließhilfsmittel bei der Mischfutterherstellung in Dosierungen zwischen 0,3 % und 3 % verwendet. Dabei ist vorgeschrieben, dass der Zusatzstoff „asbestfrei“ sein muss. Allerdings ist im Futtermittelrecht im Gegensatz zum Chemikalienrecht nicht ausdrücklich definiert, was „asbestfrei“ bedeutet.

Die Ausgangsprodukte für E 560 (Speckstein oder andere Mineralien) können natürlicherweise auch Asbestfasern enthalten. Von Asbestfasern einer bestimmten Geometrie (Länge-Stärke-Verhältnis) ist bekannt, dass sie bei der Aufnahme über die Atemwege durch Reizung des Lungengewebes Krebs auslösen können. Das BfR hat deshalb Futtermittel mit möglicherweise asbestverunreinigtem E 560 hinsichtlich des gesundheitlichen Risikos für den Verbraucher, das lebensmittelliefernde Tier und das tierpflegende Personal (Anwender) bewertet.

Nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand liegt bei natürlicher Kontamination von Futterzusatzstoffen über Speckstein oder andere Mineralien wie im vorliegenden Fall keine konkrete gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers beim Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft vor, wenn Lebensmittel liefernde Tiere mit E 560-haltigen Futtermitteln gefüttert wurden. Auch für die Tiere selbst besteht keine Gefährdung. Für Personal, das Futtermittel mit möglicherweise asbestverunreinigtem E 560 verfüttert hat oder damit in Kontakt gekommen ist, ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand ebenfalls ein konkretes gesundheitliches Risiko nicht belegbar.

Ergebnis

Aus ernährungsmedizinischer und toxikologischer Sicht liegen keine Hinweise dafür vor, dass der Futtermittelzusatzstoff E 560 infolge einer natürlichen Kontamination mit Asbest eine konkrete Gefährdung der Gesundheit für den Verbraucher darstellen könnte.

Aus Sicht der Tierernährung liegen ebenfalls keine wissenschaftlichen Anhaltspunkte dafür vor, dass der Futtermittelzusatzstoff E 560 infolge einer Kontamination mit Asbest eine konkrete Gefährdung der Gesundheit des lebensmittelliefernden Tieres darstellen könnte.

Mit Blick auf die Anwendungs- und Anwendersicherheit beim Einsatz von Mischfuttermitteln, denen der Zusatzstoff E 560 beigegeben wurde, ist eine Gefährdung der Gesundheit des Anwenders, das heißt des tierpflegenden Personals, nicht belegbar.

Begründung:

Risikobewertung

Agens

1. Im vorliegenden Fall geht es um den **Futtermittelzusatzstoff E 560**, der derzeit durch die VO (EG) 2439/1999 (ABl. L 297 vom 18.11.1999, S. 8) in Verbindung mit der Verordnung (EG) Nr. 739/2000 (ABl. L 87 vom 8.4.2000, S. 14) geregelt und mit der Beschreibung "*Natürliche Mischungen von Steatiten und Chlorit, **asbestfrei**, Mindestreinheit 85%*" gelistet ist. Den vorliegenden Unterlagen zufolge handelt es sich hierbei überwiegend um eine Mischung aus Magnesium- und Aluminiumsilikaten, die aus technologischen Gründen zur Verbesserung der Homogenität der Futtermischung entweder als Füllstoff oder als Fließhilfsmittel verwendet wird.

Allgemein werden Fließhilfsstoffe bei der Mischfutterherstellung mit dem Ziel der Verbesserung der Fließfähigkeit von Rohmaterialien, der Verbesserung der Homogenität der Mischung, einer verbesserten Reinhaltung von Leitungen und Geräten sowie zur Verbesserung der Pressenleistung und der Fließfähigkeit des Mischfutters (Endprodukt) eingesetzt. Solche Futtermittelzusatzstoffe finden bei der Mischfutterherstellung - in Abhängigkeit von der jeweiligen Rezeptur - üblicherweise in Dosierungen von 0,3 bis 2 Prozent Verwendung. Der Einsatz erfolgt sowohl bei pelletierten als auch bei mehlförmigen Mischfuttermitteln.

In Analogie zum Futtermittelbereich ist im **Lebensmittelbereich** Talkum (CAS-Nr. 14807-96-6; Synonyme: Speckstein, Steatit, Talk) definiert als ausgewähltes, pulverisiertes, hydratisiertes, natürliches Magnesiumsilikat, das unterschiedliche Mengen von Aluminium- und Eisen-Silikaten enthält. Es wird aus natürlich vorkommenden Hydroxylsilikaten durch Pulverisierung und Entfernung unerwünschter Silikate gewonnen. Es handelt sich um ein leichtes, weißes, geruchloses, sich fettig anfühlendes, in Wasser unlösliches Pulver, das vom Körper nicht resorbiert wird, sich aber je nach Einschleppungsart lokal ablagern kann (1).

2. Im Lebensmittelbereich ist ein Zusatz von *Talkum* und anderen silikathaltigen Verbindungen zu technologischen Zwecken zulässig, und zwar als Trenn- und Überzugsmittel sowie als Füllstoff. Allerdings trägt das hier verwendete Talkum die *E-Nummer 553b*, eine Verwendung von Talkum mit der E-Nummer E 560 im Lebensmittelbereich ist gemäß Zusatzstoff-Verkehrsverordnung (ZVerkV) nicht vorgesehen und mithin nicht zulässig.

Nach Anlage 4 der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung (ZZuV) vom 29. Januar 1998 in der aktuellen Fassung darf *E 553b TALKUM* Lebensmitteln in Form von Komprimaten oder Dragées, Nahrungsergänzungsmitteln, Reis und Kaugummi sowie zur Oberflächenbehandlung von bestimmten Süßwaren, außer Schokolade, und Würsten ohne Höchstmengenbegrenzung ("quantum satis") zugesetzt werden. Dagegen ist bei Zusatz zu Trockenlebensmitteln in Pulverform (einschließlich Zuckerarten), Kochsalz und Kochsalzersatz, bestimmten Käsesorten (in Scheiben oder gerieben), Würzmitteln und Erzeugnissen zum Einfetten von Backformen eine Höchstmengenbegrenzung vorgesehen (10 bzw. 30 g/kg).

In Anlage 2 Liste 7 ZVerkV aus dem Jahr 1984, die noch für Zusatzstoffe gilt, die vor dem 25. November 2000 hergestellt worden sind, werden für Talkum (E 553b) folgende Reinheitsanforderungen genannt:

Wasserlösliche Bestandteile (30 Min., 100°C):	max. 0,2 %
Salzsäurelösliche Bestandteile:	max. 2 %
Fluorid:	max. 20 mg/kg
Asbest:	n.n. (mikroskopisch)
pH-Wert	neutral

Entsprechend der Zusatzstoff-Reinheitskriterien-Richtlinie 96/77/EG der Kommission vom 2. Dezember 1996 handelt es sich bei E 553b TALKUM um eine in der Natur vorkommende Form des wasserhaltigen Magnesiumsilikats mit verschiedenen Anteilen gleichzeitig vorhandener Mineralien wie Alpha-Quarz, Calcit, Chlorit, Dolomit, Magnesit und Phlogopit (chemische Bezeichnung: **Magnesiumhydrogenmetasilikat**, Molekulargewicht: 379,22, chemische Formel: $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$; EINECS: 238-877-9). Zu Merkmalen und Reinheit werden folgende Angaben gemacht:

IR-Absorption:	charakteristische Peaks bei 3677, 1018 und 669 cm^{-1}
Röntgendiffraktion	Peaks bei 9,34 / 4,66 / 3,12 Å
Löslichkeit	unlöslich in Wasser und Ethanol
Trocknungsverlust	höchstens 0,5 % (105°C, 1 Std.)
Säurelösliche Bestandteile	höchstens 6%
Wasserlösliche Bestandteile	höchstens 0,2%
Säurelösliches Eisen	nicht nachweisbar
Arsen	höchstens 10 mg/kg
Blei	höchstens 5 mg/kg

In der für später hergestellte Zusatzstoffe geltenden Fassung der ZVerkV vom 29. Januar 1998, zuletzt geändert durch Artikel 1 der 2. Änderungsverordnung vom 24.06.2003, wird zu den Reinheitsanforderungen für Talk E 553b auf die Richtlinie 96/77/EG vom 02.12.1996, geändert durch die Richtlinie 2002/82/EG vom 15.10.2002, verwiesen, in der die Asbestfreiheit von Talkum nicht erwähnt ist. Allerdings wird in dieser Richtlinie auf die Richtlinie 95/2/EG Bezug genommen, in der für Talkum (E 553b) "Asbestfreiheit" gefordert wird (Anhang IV, amtliche Anmerkung). Damit sind die Reinheitsanforderungen an Talkum als Lebensmittelzusatzstoff denjenigen in den futtermittelrechtlichen Vorschriften vergleichbar.

3. Im **pharmazeutischen** Bereich wird Talkum als Fließregulierungsmittel zur Verbesserung der Gleitfähigkeit von Tablettiermassen verwendet und Wundpudern zugesetzt. Ferner wird es in kosmetischen Pudern verwendet (1). Aus dem Kommentar zum Europäischen Arzneibuch (2) geht hervor, dass für die medizinische und pharmazeutische Verwendung von Talkum eine Reinheit von mindestens 80 % festzulegen ist. Es wird darauf hingewiesen, dass Talkum faserige Silikate wie Asbest enthalten kann. Als Methoden für die Detektion dieser Verunreinigung werden genannt:

- *IR-Spektroskopie* mit charakteristischen Absorptionsbanden für Asbest, z.B. bei 758 cm^{-1} ;
- *Röntgenbeugung* zum Nachweis der typischen Kristallstruktur von Silikaten mit Bänderstruktur;
- *Lichtmikroskopie*: Diese Methode wird dann zur Verifizierung eingesetzt, wenn durch die beiden anderen Methoden ein Verdacht auf Asbest besteht. Das Vorliegen von Asbest gilt als nachgewiesen bei Fasern mit einem Längen-/Breiten-Verhältnis von 20:1 bis 100:1 oder größer für Fasern mit einer Länge von mehr als 5 μm und bei Fasern, die sich an den Enden zu Fibrillen aufspalten. Es wird erwähnt, dass die lichtmikroskopische Untersuchung zur Zeit schwer quantifizierbar ist.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, "dass die Forderung der Ph.EUR. 'frei von Asbest' nicht erfüllbar ist, da jede analytische Methode eine endliche Detektionsgrenze besitzt". Zur Prüfung auf Identität werden die typischen Banden bei 3677, 1018 und 669 cm^{-1} in der IR-Spektroskopie herangezogen.

Gemäß dem Kommentar zum Europäischen Arzneibuch setzt die Prüfung auf Asbest sehr komplexe und aufwendige instrumentelle Methoden voraus, die von Untersuchungsämtern und Laboratorien der Industrie deshalb nicht oder nur sehr bedingt durchgeführt werden (2).

Im Deutschen Arzneibuch (3) wird ausgeführt, dass Talkum "frei von mikroskopisch sichtbaren Asbestfasern" sein muss.

Gemäß der Richtlinie 2003/18/EG (4) sind zum Zwecke der Messung von Asbestfasern in der Luft nur Fasern mit einer Länge von mehr als 5 μm und einer Breite von weniger als 3 μm sowie einem Verhältnis Länge/Breite von mehr als 3:1 zu berücksichtigen.

Gefährdungspotential

Hinsichtlich der Aufnahme von Fließhilfsstoffen durch das **Tier** sind grundsätzlich zwei Wege von Relevanz: der inhalative Weg sowie der orale Weg.

Eine inhalative Aufnahme der im Verlauf des Herstellungsprozesses in die Mischfuttermittel eingemischten Fließhilfsmittel-Komponenten ist grundsätzlich nicht auszuschließen, jedoch sprechen zwei Gründe für die Annahme, dass der Umfang und die Menge des inhalativ aufgenommenen Erzeugnisses sehr gering sein dürfte:

- a) Große Anteile der in Verkehr gebrachten Mischfuttermittel werden in Form von Pellets vertrieben bzw. verfüttert; der Prozess der Pelletierung bewirkt, dass die Staubentwicklung bei Pellet-Fütterung sehr gering ist.
- b) Mehlartige Mischfuttermittel kommen insbesondere bei der Fütterung von Legehennen zum Einsatz, finden aber auch Anwendung bei der Ernährung von Mastschweinen. Allerdings ist es ein Ziel der Mischfutterhersteller, die Komposition der Futtermittel unter Verwendung staubbindender Materialien so zu gestalten, dass Staubentwicklung sowohl beim "handling", d.h. bei dem Futtertransport sowie bei der Futterdosierung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, als auch bei der Futtervorlage im Stall/Trog weitgehend vermieden wird.

Grundsätzlich können beim **Menschen** sowohl Talkumpartikel als auch der chemisch verwandte Asbest Fremdkörpergranulome und Tumore auslösen (1).

- Es ist bekannt, dass durch die Einatmung von Silikatstäuben Pneumokoniosen provoziert werden können, d.h. die Stäube können sich in der Lunge ablagern und Gewebsreaktionen mit der Neubildung von Bindegewebsfasern auslösen. Durch Talkum kann die Staublungenerkrankung "Talkose" hervorgerufen werden, wobei noch nicht eindeutig geklärt ist, ob es sich hierbei um ein eigenständiges Krankheitsbild handelt oder ob Verunreinigungen durch Asbestfasern ("Asbestose") oder Quarz ("Silikose") die ursächlichen Faktoren sind. Das Gefährdungspotenzial anorganischer Stäube ist offensichtlich von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z.B. Größe und Form der Staubteilchen, Staubmenge und Expositionszeit, spezifischen Eigenschaften des Staubes sowie der individuellen Reaktionsweise der exponierten Personen.

In die Lunge gelangen i.d.R. nur Teilchen mit einer Partikelgröße mit einem aerodynamischen Durchmesser (AD) von unter 5 µm. Für *Asbest* werden Fasern mit einer Länge von > 5 µm und einem AD < 3 µm als kritisch angesehen (4). Kanzerogene Wirkungen gehen vor allem von Asbestfasern mit einer Länge von mehr als 10 µm und einem Durchmesser von < 0,5 µm aus. Es besteht ein überadditiver bis multiplikativer Effekt bei zusätzlichem Nikotinabusus (5).

- Bei kutaner Anwendung talkumhaltiger Puder wurde über das Auftreten granulomatöser Veränderungen bei bestehenden Hautläsionen und über die Entwicklung von Ovarialtumoren bei vaginaler Applikation berichtet (3).
- Unter oraler Verabreichung sind nach Wissen des BfR bisher keine Risiken beschrieben worden.

Die folgende Tabelle enthält beschreibende Angaben zum Asbest (Faserstaub) (CAS-Nummer 1332-21-4):

Mineral	Asbest	Summenformel	CAS-Nummer
Amphibolgruppe			
Aktinolith	Aktinolith	$\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5 \text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$	13768-00-8
Anthophyllit	Anthophyllit	$(\text{Fe}, \text{Mg})_7 \text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$	17068-78-9
Cummingtonit	Amosit brauner Asbest	$(\text{Fe}, \text{Mg})_7 \text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$	12172-73-5
Riebeckit	Krokydolith blauer Asbest	$\text{Na}_2 \text{Fe}_3 \text{Mg} \text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$	12001-28-4
Grammatit	Tremolit	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5 \text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2$	14567-73-8
Serpentingruppe			
Serpentin	Chrysotil weißer Asbest Faserserpentin	$\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	12001-29-5

Exposition (hier: nur orale Aufnahme)

Für den **oralen** Aufnahmeweg von Asbestfasern ergeben sich mehrere Aspekte. Solange das mucociliare Reinigungssystem der Lunge nicht "überfordert" ist ("Überladungs-Phänomen"), werden kontinuierlich Partikel/Fasern aus den Atemwegen zum Larynx transportiert, wo sie zu einem hohen Prozentsatz abgeschluckt werden und somit in den Gastrointestinaltrakt gelangen.

Bei den epidemiologischen Studien konnte keine eindeutige Erhöhung des Risikos für intestinale Tumoren (Darm/Pankreas) ermittelt werden. Im Tierversuch ergaben sich ebenfalls mehrheitlich negative Befunde. Eine erhöhte Anzahl von gutartigen Darmpolypen konnte bei männlichen Ratten nach Gabe von 500 mg/kg/Tag eines Futters mit 65% Chrysotil-Fasern mit einer Länge von > 10 µm beobachtet werden (NTP 1985) (14). Diese Befunde konnten weder bei den Weibchen noch bei Syrischen Goldhamstern bei gleichen Bedingungen beobachtet werden. Diese Befunde aus Langzeittierexperimenten wurden als ausreichend für

"some evidence of carcinogenicity for intermediate range chrysotile fibers" angesehen. Untersuchungen mit kürzeren Expositionszeiten zeigten übereinstimmend negative Befunde.

Ein kürzlich veröffentlichter Bericht des U.S. Department of Health and Human Services (2001) (7) schätzt das Risiko der durch oral aufgenommene Asbestfasern bedingten kanzerogenen Wirkung als relativ gering ein, weist aber darauf hin, dass wegen der Schwierigkeit des Vergleiches von "natürlichen" Aufnahmebedingungen beim Menschen und den möglichen Applikationsformen beim Tier (Trinkwasser, Futter, Schlundsondenapplikation) Vorsicht geboten sei und Forschungsbedarf bestehe (U.S. Dept. Health 2001).

Da die Verwendung von Talkum mit der E-Nummer 560 im Lebensmittelbereich nicht vorgesehen ist, kommt eine direkte Aufnahme über diese Quelle bei rechtskonformer Lebensmittelherstellung nicht in Betracht. Theoretisch denkbar wäre eine indirekte Aufnahme von Asbest in den menschlichen Organismus über die Nahrungskette durch den Verzehr asbesthaltiger tierischer Lebensmittel. Dieses würde aber im Vorfeld eine Gefährdung der Tiergesundheit voraussetzen, d.h. Asbest-Anreicherung im tierischen Organismus durch die orale Zufuhr eines asbesthaltigen Futtermittels. Nach Kenntnisstand des BfR liegen hierüber keine wissenschaftlichen Daten vor.

Es liegen auch keine wissenschaftlichen begründeten Schätzungen über die Höhe der Zufuhr über die Nahrungskette der für den Lebensmittelbereich zugelassenen Talkumverbindung E 553b vor (6). Unter Berücksichtigung der o.g. Spezifikationen und Reinheitskriterien müsste zu erwarten sein, dass das Risiko für eine nennenswerte orale Asbestaufnahme gering ist.

Risikocharakterisierung

Nach dem Kenntnisstand des BfR sind bisher keine konkreten Risiken für den Menschen durch die orale Zufuhr von mit Asbest kontaminiertem Talkum beschrieben worden.

Ein Risiko durch die orale Zufuhr des Futtermittelzusatzstoffes E 560 besteht für das lebensmittelliefernde Tier nicht.

Lebensmittel tierischer Herkunft, welche von Nutztieren stammen, die E 560 als Teil ihres Mischfutters verabreicht bekamen, stellen für den Verbraucher kein gesundheitliches Risiko dar.

Auch liegen zur Zeit keine Hinweise dafür vor, dass das in Lebensmitteln zu technologischen Zwecken eingesetzte und entsprechend mit der Nahrung aufgenommene Talkum E 553b für den Menschen gesundheitsschädlich sein könnte.

Weitere Aspekte

Eine Definition des Begriffes "asbestfrei", die sowohl die analytische Nachweisbarkeit als auch die gesundheitliche Unbedenklichkeit sehr geringer Mengen einbezieht, liegt in futtermittelrechtlichen Vorschriften nicht vor.

Bei einem geringen Gehalt von ca. 0,1 bis 0,2% liegt wahrscheinlich nur ein sehr geringes Risiko vor. Wegen der großen Unsicherheit aufgrund mangelnder Daten muss die Forderung nach einer vollständigen Elimination der Asbestfasern im Grunde bestehen bleiben. Es erscheint jedoch nicht vernünftig und wäre schwer zu vermitteln, Stoffe und Produkte nur deshalb als "asbestbelastet" zu beanstanden, weil die Nachweismethoden empfindlicher geworden sind.

Für eine entsprechende Festlegung einer quantitativen Obergrenze für Asbest in E 560 erscheint eine technologisch-analytisch orientierte, rein pragmatische Festlegung gerechtfertigt, auch wenn sich ein solcher Grenzwert nicht exakt gesundheitlich begründen lässt. Ein mögliche analytische Grenze könnte sich an den Grenzwerten für Asbest-Nachweise aus anderen Regelungsbereichen orientieren. Die in Deutschland verbindlichen Regelungen zum Schutz von Arbeitnehmern beim Umgang mit Asbest sind in der Gefahrstoffverordnung und einer Reihe von Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) niedergelegt. So untersagt die Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) die Vermarktung ("Inverkehrbringen") von natürlich vorkommenden mineralischen Rohstoffen (z. B. Speckstein), die freie Asbestfasern mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 % enthalten (Abschnitt 2 im Anhang zu §1 der ChemVerbotsV) (9, 12).

Auch die Weiterverarbeitung natürlich vorkommender mineralischer Rohstoffe, die freie Asbestfasern mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 % enthalten, ist verboten (Anhang IV Nr. 1 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) (9, 10, 12).

Es erscheint gerechtfertigt, die einschlägigen Bestimmungen und Rechtsvorschriften der ChemVerbotsV, der GefStoffV sowie der TRGS 500 und TRGS 900 heranzuziehen, und die dort vorgenommenen Grenzziehungen zur Auslegung des Begriffs "asbestfrei" beim Futtermittelzusatzstoff E 560, der derzeit durch die VO (EG) 2439/1999 (ABl. L 297 vom 18.11.1999, S. 8) in Verbindung mit der Verordnung (EG) Nr. 739/2000 (ABl. L 87 vom 8.4.2000, S. 14) geregelt und mit der Beschreibung "*Natürliche Mischungen von Steatiten und Chlorit, asbestfrei, Mindestreinheit 85%*" gelistet ist.

Analytische Verfahren

Beim gegenwärtigen Stand der Analytik kann mit ausreichender Empfindlichkeit eine Bestimmung des Asbestgehaltes in Talkum offenbar nur nach dem „Verfahren zur getrennten Bestimmung von lungengängigen Asbestfasern und anderen anorganischen Fasern – Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren“ (BGI 505-46)¹ in Verbindung mit der in der BIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“, Blatt 7487 „Verfahren zur Bestimmung geringer Massengehalte von Asbestfasern in Pulvern, Pudern und Stäuben mit REM/EDX“², beschriebenen Probenaufbereitung durchgeführt werden. Dabei werden die Asbestfasern über die Faserform mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) erfasst und über die Analyse ihrer chemischen Zusammensetzung durch energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX) den verschiedenen Asbestmineralien zugeordnet. Die Nachweisgrenze des Verfahrens wird für pulverförmige Materialien auf 0,01 Massen-% abgeschätzt³.

Andere Methoden (Phasenkontrastmikroskopie, Röntgendiffraktion, IR-Spektroskopie) erlauben den Nachweis von Asbestfasern nicht unter 1-5 Masse-%.

Referenzen

1. Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Band 9: Stoffe: P-Z. F. von Bruchhausen, G. Dannhardt, S. Ebel, A.W. Frahm, D. Hackenthal, U. Holzgrabe (Hrsg.). 5. Vollst. neubearbeitete Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1994

¹ Die Methode kann unter der folgenden Internetadresse abgerufen werden:

<http://www.hvbg.de/d/pages/service/daten/bgvr/bgvr1.html>

² BIA-Arbeitsmappe – Messung von Gefahrstoffen, Loseblatt-Ausgabe, Erich-Schmidt-Verlag, Bielefeld

³ Mattenklott, M.: Bestimmung von Asbestfasern in Stäuben mineralischer Rohstoffe, VDI-Berichte (1998) Nr. 417, S. 201 ff

2. Kommentar zum Europäischen Arzneibuch. Talkum. K. Hardtke, H. Hartke, E. Mutschler, G. Rücker, M. Wichtl (Hrsg.). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mgH Stuttgart, Govi-Verlag, Pharmazeutischer Verlag GmbH, Eschborn, 15. Lieferung (2002).
3. Deutsches Arzneibuch. Band 3: Monographien M-Z. Amtliche Ausgabe. 10. Ausgabe. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, Govi-Verlag GmbH, Frankfurt (1991).
4. Richtlinie 2003/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. März 2003 über die Änderung der Richtlinie 83/477/EWG des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Asbest am Arbeitsplatz. Amtsblatt der Europäischen Union L 97/48 - 52 vom 15.04.2003.
5. Thiemes Innere Medizin: TIM. - Stuttgart, New York. Thieme, 1999.
6. Report from the Commission on Dietary Food Additive Intake in the European Union, http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/addit_flavor/flav15_en.pdf
7. Toxicological profile for asbestos, 2001, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Agency for toxic substances and disease registry
8. Aerosole, MAK- und BAT-Werte-Liste 2003, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 39, Weinheim, 2003, 170-178
9. Asbest in Speckstein. Informationen des Berufsgenossenschaftlichen Institutes für Arbeitssicherheit - BIA, Sankt Augustin
<http://www.hvbg.de/d/bia/akt/archiv/ar2003/speckst1.pdf>
10. Asbestgefahr durch Speckstein nur bei Bearbeitung, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVGB), <http://enius.de/presse/2081.html>
11. Europäische Union, STELLUNGNAHME des Wirtschafts- und Sozialausschusses zum Thema "**Asbest**" (Initiativstellungnahme), CES 330/99 (EN/FR) UR/ue; SOC/004; (EX-SOZ/340) "ASBEST" (Initiativstellungnahme), Brüssel, den 21. April 1999
12. Speckstein (Seifenstein, Steatit) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA), <http://www.baua.de/prax/ags/speckstein.htm>
13. H.J. Entel, N. Förster, E. Hinckers, Futtermittelrecht, Stand: Dezember 2001, Parey Buchverlag im Blackwell Verlag, Berlin
14. NTP 1985 Technical report no.: 295: Toxicology and carcinogenesis studies of chrysotile asbestos (CAS no. 12001-29-5) in F 344/N rats (feed studie). NHI Publication No.: 986-2551
15. Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten, "Faserstäube" 1993, VCH Verlag