



# **Ist Asbest gleich Asbest?**

## **Vorkommen, Einsatzgebiete und Abgrenzung zu anderen mineralischen Fasern**

**Wohnmedizin / Innenraumhygiene**

**— 24. WaBoLu Innenraumtage —**

Dipl.-Biol. Armin Schuster, 16.05.2017

# das Asbestverbot

- **Gefahrstoffverordnung (2010), mit CAS-Nrn.**

**Asbest...sind...folgende Silikate mit Faserstruktur**

**Farbgebung variabel**

Aktinolith 77536-66-4

...dunkelgrün...

Amosit 12172-73-5

..."Braunasbest", braun, grau, grünlich...

Anthophyllit 77536-67-5

...grau, graubraun, weiß, gelblich, grün...

Chrysotil 12001-29-5 bzw. 132207-32-0

..."Weißasbest", weiß, grau, grün, gelblich...

Krokydolith 12001-28-4

..."Blauasbest", blau, blaugrün...

Tremolit 77536-68-6

...weiß, graugrün...

Anhang (Abschnitt 2: Asbest) ChemikalienverbotsV außer Kraft seit 27.01.2017, Verbot ist in die GefStoffV (Anhang II, Nummer 1) übergegangen, weiterhin gilt die Grenze von 0,1% (Masse)

- **IARC-Einstufung als Kanzerogene der Gruppe 1, mit CAS-Nrn.**

**Asbestos (all forms, including actinolite, amosite, anthophyllite, chrysotile, crocidolite, tremolite)**

Asbestos 1332-21-4 (unspecified)

Chrysotile 12001-29-5

Crocidolite 12001-28-4

Amosite 12172-73-5

Anthophyllite 77536-66-4\*

Actinolite 77536-67-5\*

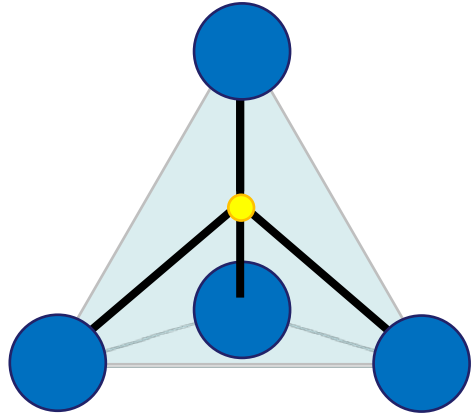
Tremolite 77536-68-6\*

\*substance with no regular CA index by CAS

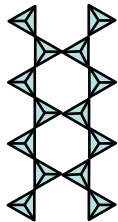
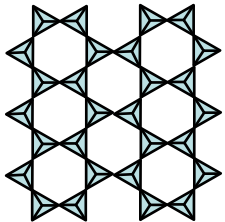
# Verwendung definiert Asbest

- **Asbest = diverse natürlich in Faserform vorkommende Minerale**  
genutzt, da thermisch und chemisch weitgehend stabil, elektrisch und thermisch isolierend, nicht brennbar, spinnbar ... Namensgebung: ἀσβεστος (altgriechisch für unvergänglich)
- **Asbest ist keine mineralogische oder toxikologische Kategorie, sondern eine technische**  
alle Asbeste wurden/werden technisch genutzt (global noch ca. 2 Mio Tonnen p.a.) – alle sind krebserzeugend – es gibt weitere asbestiforme Minerale, die nie als Asbest genutzt wurden
- **WHO-Fasern – Risiko weit unterhalb asbestiformer Dimensionen**  
bei Inhalation potenziell gefährliche Fasergeometrie: Länge > 5 µm, Durchmesser < 3 µm und Verhältnis Länge:Durchmesser > 3:1 – 5 von 6 Asbestmineralen kommen auch nicht asbestiform vor
- **TRGS 517 erweitert Definition auf nicht asbestiforme Minerale**  
alle Minerale, die Partikel der verbotenen Asbeste in WHO-Dimensionen freisetzen, sind Asbest, auch wenn das Ursprungsmineral nicht asbestiform ist
- **inhalative Krebsrisiken außerhalb der Asbest-Kategorie?**  
möglich bei nicht als Asbest genutzten, biopersistenten asbestiformen bzw. allen längsspaltenden Mineralen – auch nicht faserförmige Mineralpartikel können inhalativ kanzerogen sein (z.B. Quarz und Cristobalit) – "alte" KMF, E-Glas, 475 Glas, Keramikfasern (RCF): IARC 2b

# Asbeste sind Silikate



- Baustein aller Silikate sind  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  Tetraeder
- in den Kristallgittern lagern sich Kationen ein
- Tetraeder können über die Ecken verknüpft sein  
je nach Organisationsgrad bilden sich Inselsilikate, Gruppensilikate, Ringsilikate, Kettensilikate (Einfachketten und Doppelketten), Schichtsilikate oder Gerüstsilikate)



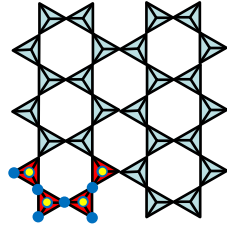
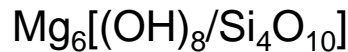
- Chrysotil ist ein Schichtsilikat
- alle anderen 5 Asbeste sind Doppelkettensilikate  
Amphibole – Kristallstruktur bedingt extrem gute Längsspaltung



- keine Asbeste bei Einfachkettensilikaten  
Pyroxene – Kristallstruktur bewirkt gute Längsspaltung, keine gefährlichen Minerale bekannt (?), beim Hoherhitzen ( $1.000^\circ\text{C}$ ) von Amphibolen bilden sich typischerweise Pyroxene

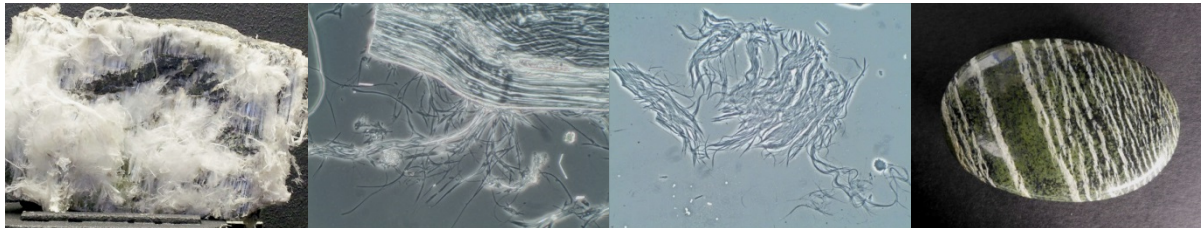
# Chrysotil=Faserserpentin

- ist ein Schichtsilikat



- wechselt die Krümmung ab, bildet sich schuppiger Lizardit oder Antigorit (Blätterserpentin) 

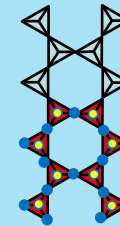
- bleibt die Krümmung gleich, rollt sich die Schichtebene ein  
bei der Gesteinsbildung bilden sich ggf. ca. 20 nm dünne Röhren (=Asbest)



- aus Blätterserpentin entsteht bei Bearbeitung kein Chrysotil
- selten Hohlfasern anderer Schichtsilikate – Gesundheitsrisiken?  
Palygorskit, Metahalloysit, Pecorait, Greenalit, Amesit, Garnierit...?  
keine Verwendung der Faserform, Palygorskit als Asbestersatz u.a.

# vielfältige Amphibole !

Name	Amphiboltyp	Reihe	Formel	Asbestminerale
Anthophyllit ↔ Ferroanthophyllit	Mg-Fe-Mn	Mg ↔ Fe	$\square(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_7(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}$	Faserform des Anthophyllits (nur Mg, kein Fe)
Gedrit-Ferrogedrit	Mg-Fe-Mn	Mg ↔ Fe	$\square(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5\text{Al}_2[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Cummingtonit ↔ Grunerit	Mg-Fe-Mn	Mg ↔ Fe	$\square(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_7(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}$	Faserform des Grunerits=Amosit (nur Fe, kein Mg)
Holmquistit ↔ Ferroholmquistit	Li	Mg ↔ Fe	$\square\text{Li}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Klinoholmquistit ↔ Klinoferroholmquistit	Li	Mg ↔ Fe	$\square\text{Li}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Tremolit ↔ Aktinolith	Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	Faserformen von Tremolit und Aktinolith=Amiant o. Byssolith
Magnesiohornblende ↔ Ferrohornblende	Ca	Mg ↔ Fe und Al, Fe <sup>3+</sup>	$\square\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{OH})_2/\text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$	
Tschermakit ↔ Ferro/Tscharschermakit	Ca	Mg ↔ Fe und Al ↔ Fe <sup>3+</sup>	$\square\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Edenit ↔ Ferroedenit	Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[(\text{OH})_2/\text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$	
Pargasit ↔ Ferropargasit	Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Al}[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Magnesiohastingsit ↔ Hastingsit	Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Fe}^{3+}[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Kaersutit ↔ Ferrokaersutit	Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Ti}[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Richterit ↔ Ferrichterit	Na-Ca	Mg ↔ Fe	$\text{NaCaNa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Magnesiokataphorit ↔ Kataphorit	Na-Ca	Mg ↔ Fe und Al, Fe <sup>3+</sup>	$\text{NaCaNa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{OH})_2/\text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$	
Magnesiotaramit ↔ Taramit	Na-Ca	Mg ↔ Fe	$\text{NaCaNa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{AlFe}^{3+}[(\text{OH})_2/\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$	
Winchit ↔ Ferrowinchit	Na-Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{CaNa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Barroisit ↔ Ferrobarroisit	Na-Ca	Mg ↔ Fe	$\square\text{CaNa}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{AlFe}^{3+}[(\text{OH})_2/\text{AlSi}_7\text{O}_{22}]$	
Glaukophan ↔ Ferroglaukophan	Na	Mg ↔ Fe	$\square\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Magnesioriebeckit ↔ Riebeckit	Na	Mg ↔ Fe	$\square\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Fe}_2^{3+}[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	Faserform des Riebeckits=Krokydolith (nur Fe, kein Mg)
Eckermanit ↔ Ferroeckermanit	Na	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaNa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Al}[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	
Magnesioarfvedsonit ↔ Arfvedsonit	Na	Mg ↔ Fe	$\square\text{NaNa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Fe}^{3+}[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$	



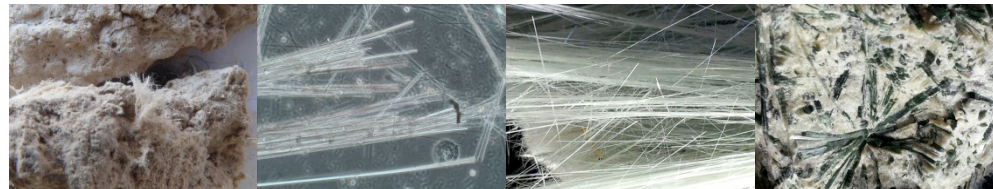
wichtige Amphibol-Endglieder, allgemeine Formel=  $\text{A}_{0-1}\text{B}_2\text{C}_5[(\text{OH}, \text{F})_2/\text{T}_8\text{O}_{22}]$ , Strunz listet 121 Amphibole!

A=Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, □(Leerstelle)

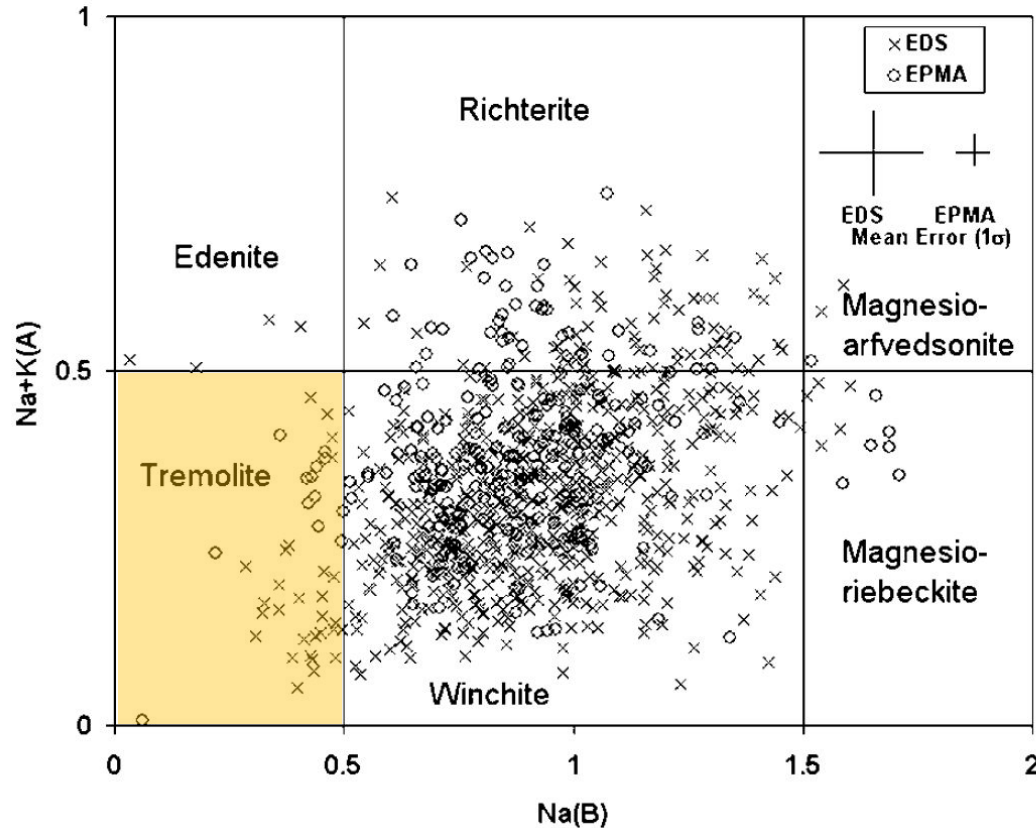
B=Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>

C=Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ti<sup>4+</sup>

T=Si<sup>4+</sup>, Al<sup>3+</sup>



# Beispiel für Amphibol-Varianz



- USA, Rainy Creek Complex nahe Libby (Montana): Vermiculit-Abbau
- Krebserkrankungen und Exposition von Beschäftigten und Anwohnern
- Untersuchung von 30 Gesteinsproben auf Amphibole
- Übergänge zwischen den Mineralen sind fließend, nur Tremolit-Fasern mit WHO-Dimensionen wären in diesem Beispiel eingestuft bzw. reguliert
- alle Morphologietypen kommen vor (massiv prismatisch, nadelförmig, asbestiform)
- teilweise wechselt Mineraltyp im Faserquerschnitt

aus Meeker GP, Bern AM, Brownfield IK, Lovers HA, Sutley SJ, Hoefen TM, Vance JS: *The Composition and Morphology of Amphiboles from the Rainy Creek Complex, Near Libby, Montana*. American Mineralogist 2003;88:1955–69

EDS=Energy disperse X-ray analysis, EPMA=Electron probe microanalysis



# wo kommt Asbest nicht vor?

- **in Sedimentgesteinen (Ablagerungsgesteine)**

Asbestfasern und alle Amphibole sind in geologischen Zeiträumen nicht verwitterungsbeständig und fehlen in Sandsteinen, Kalksteinen, Arkosen, Tonsteine...

- **in unveränderten Ergussgesteinen (Magmatiten)**

Asbestfasern fehlen in Ergussgesteinen (oberflächennahe Vulkanite und tiefe Plutonite wie Granit, Syenit, Basalt, Gabbro), nicht-asbestiforme Amphibole sind nicht selten

- **Achtung: TRGS 517 stellt Amphibolkristalle Asbest gleich**

Spaltbarkeit und Sprödigkeit: ggf. leichte Freisetzung von WHO-"Fasern", z.B. Riebeckit in Alkaligranit, andere Amphibole in Gesteinen, die reich an Ca, Mg, Fe sind (i.d.R. dunkel gefärbte Gesteine), sowohl Ergussgesteine als auch metamorphe Gesteine

- **in hocherhitzten Materialien**

Chrysotil verliert H<sub>2</sub>O ab 550°C und zersetzt sich völlig ab 800°C, Amphibole verlieren H<sub>2</sub>O ab ca. 400–600°C und zersetzen sich völlig ab ca. 900–1.000°C

- **Handelsnamen von Gesteinen oft unwissenschaftlich**

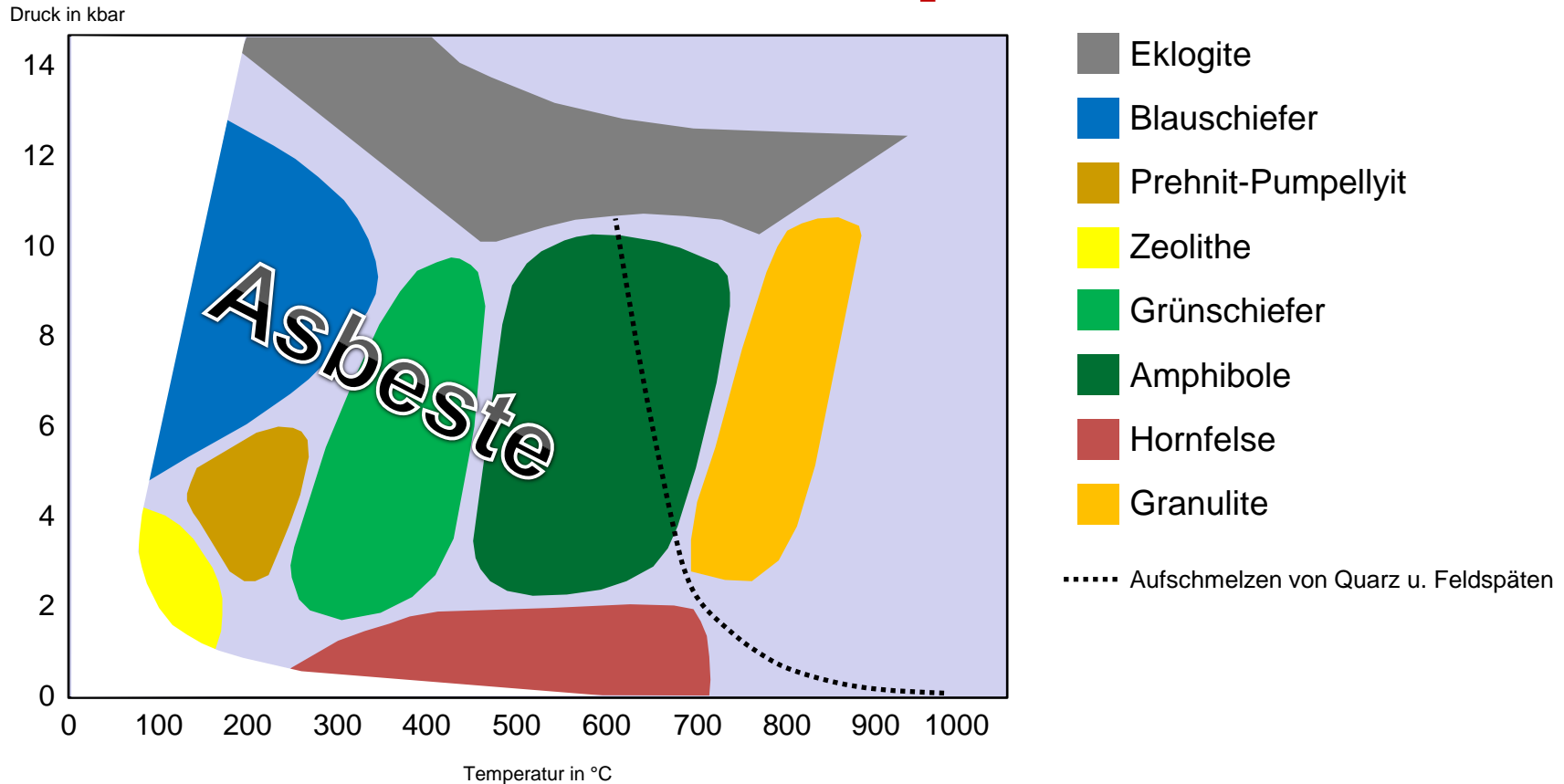
bekannte Bezeichnungen wie Basalt, Granit oder Marmor werden häufig für Gesteine verwendet, die nicht der petrographischen Definition entsprechen



# wo kommt Asbest vor?

- **Asbeste sind Minerale metamorpher Gesteine (kristalline Schiefer)**  
Einwirkung von Druck, Temperatur, Bewegung, z.T. Lösungen verändert Mineralbestand von Ausgangsgesteinen ohne Aufschmelzprozess
- **Typische metamorphe Gesteine mit Asbest**  
basische Ausgangsgesteine (viel Ca, Mg, Fe) liefern Amphibolite oder Serpentinite (aus Magmatiten, Ophicalcite entstehen aus Sedimenten – Asbest i.d.R. als Kluftfüllung)
- **Asbeste kommen oft zusammen vor**  
Chrysotil+Amphibol-Asbeste, Lagerstätten oft mit gesetzlich nicht regulierten Amphibolen
- **Asbestanteile in Produkten aus metamorphen Lagerstätten**  
z.B. metamorphes Schichtsilikat Talk (Babypuder, Arzneimittel...) oder Speckstein\*, enthält vorwiegend Talk, Magnesit und Serpentin (Öfen, Bastelstein...), Asbest in Vermiculit\* (\*nach Glühen Amphibolasbest umgewandelt in Pyroxene)
- **Asbeste können sich wieder in andere Minerale umwandeln**  
z.T. unter Beibehaltung ihrer Faserform=Pseudomorphosen, oft nicht vollständig (Tigerauge und Falkenauge sind  $\pm$ Pseudomorphosen von Quarz nach Krokydolith, Pseudomorphosen von Talk nach Anthophyllit...

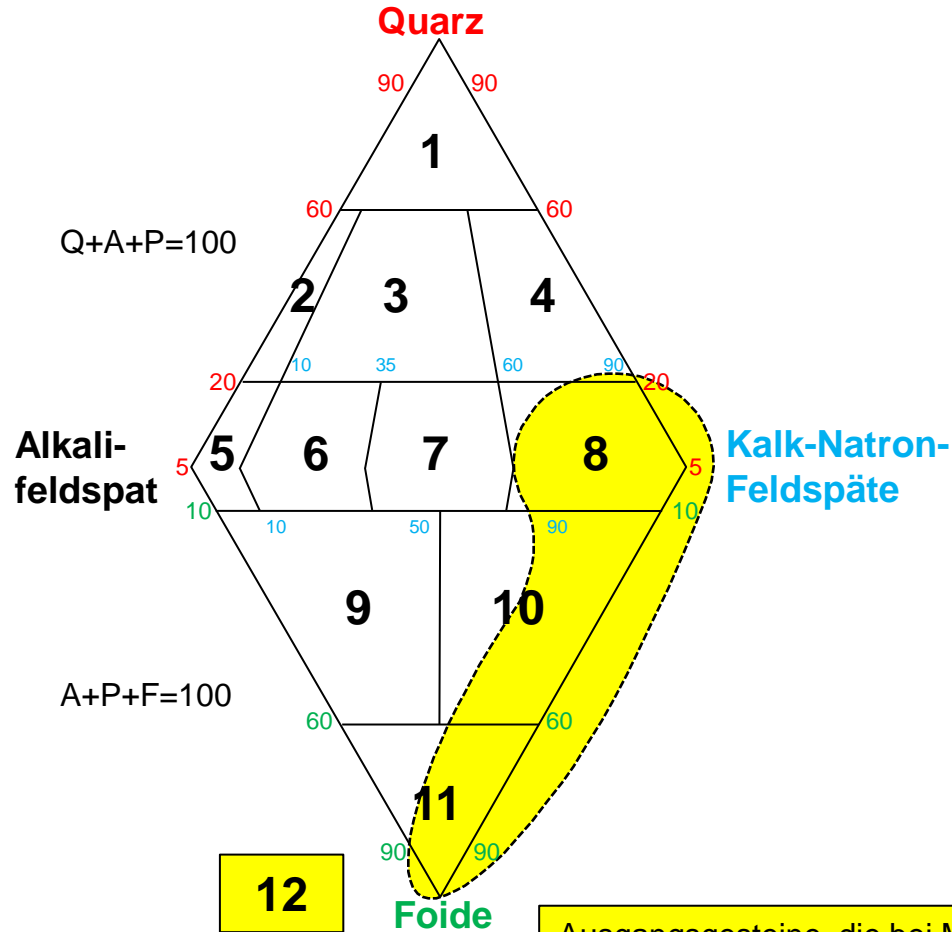
# Metamorphose



Ausgangsgesteine können Magmatite oder Sedimente sein, z.T. Materialzufuhr über Lösungen (hydrothermal), als häufigste Ausgangsgesteine für Asbeste gelten Magmatite mit hohen Gehalten an Ca, Mg, Fe...

# Chemie Magmatite

Streckeisen-Diagramm: Anteil der hellen Minerale Quarz, Alkali- und Kalknatronfeldspat (Plagioklas) und Feldspatvertreter (Foide)



Nr.	Plutonit	Vulkanit
1	Quarzgesteine	
2	Alkaligranit	Alkalirhyolith
3	Granit	Rhyolith
4	Granodiorit u. Tonalit	Dacit u. Plagicacit
5	Alkali-Syenit	Alkali-Trachyt
6	Syenit	Trachyt
7	Monzonit	Latit
8	Monzodiorit, Gabbro	Andesit, Basalt
9	Foyait	Phonolith
10	Essexit, Theralith	Tephrit, Basanit
11	Foidolith	Foidit
12	wenn helle Minerale <10%	
	Ultramafit*	Pikrit

\*Dunit, Harzburgit, Lherzolith, Wehrlit, Pyroxenit, Websterit, Peridotit

Ausgangsgesteine, die bei Metamorphose Asbeste bilden können

# Anwendung TRGS 517

- **Zielrichtung Steinbrüche, Bau- u. Recycling**

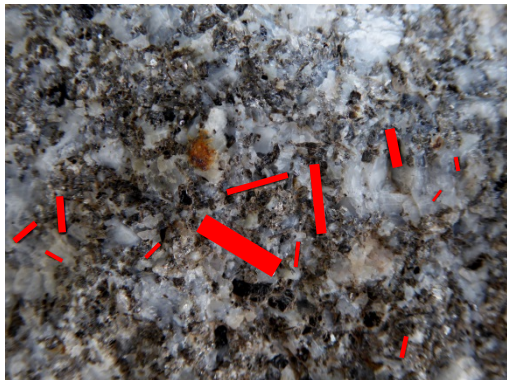
enthalten Gesteine nichtasbestiformen Anthophyllit, Grunerit, Tremolit, Aktinolith, Riebeckit, so werden dabei Partikel erzeugt, die als "Asbest" klassifiziert werden

- **Gesteine mit nicht asbestiformen Mineralen**

z.B. Aktinolith in Gabbro oder Riebeckit in Alkali-Granit (Ergussgesteine), Amphibole in Granit, Amphibolit besteht überwiegend aus Amphibolen

- **Schmucksteine mit Chrysotil und Amphibolasbesten**

Schmuckserpentin enthält z.T. deutlich Chrysotil, Falkenauge und Tigerauge enthalten ±Krokydolith, Nephrit besteht aus verfilztem Aktinolith/Tremolit, Prasem enthält Aktinolith, Krokydolith-Blauquarz...



linkes Bild

Amphibol-Granit mit Aktinolith (—)

rechtes Bild

Anhänger aus Serpentin (links oben)

Trommelstein Tigerauge (rechts oben )

Trommelstein Nephrit (links unten)

Trommelstein Falkenauge (rechts unten)

# andere Fasermanerale

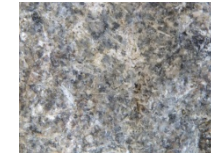
- **Gips und Anhydrit**

$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CaSO}_4$ , nicht biopersistent



- **Wollastonit**

$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ , ein Pyroxenoid, Asbest-Ersatz, nicht biopersistent



- **Sepiolith (Meerschaum)**

$\text{Mg}_8[(\text{OH})_2[\text{Si}_6\text{O}_{15}]_2 \cdot (4+8) \text{H}_2\text{O}]$ , ein Schichtsilikat, auch als Fasern. Asbest-Ersatz

- **Palygorskit (Attapulgit)**

$(\text{Mg},\text{Al})_4[\text{OH}](\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}]_2 \cdot (4+4) \text{H}_2\text{O}$ , ein Schichtsilikat, auch als Fasern. Asbest-Ersatz oder für z.B. Katzenstreu. Lange Fasern ( $>5\mu\text{m}$ ) mögliches Humankanzerogen (IARC 2B), kurze Fasern sind IARC-Gruppe 3 (nicht klassifizierbar)

- **Fluoro-Edenit**

$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}\text{F}_2$ , kanzerogener Amphibol, in Biancavilla (Sizilien) geogene Exposition löst Mesotheliome aus, IARC-Einstufung Humankanzerogen Gruppe 1

- **Erionit**

$\text{Na}_{10}[\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72}] \cdot 24,6 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_{10}[\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72}] \cdot 32 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_5[\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72}] \cdot 31 \text{H}_2\text{O}$ , ein Zeolith, geogen ausgelöste Mesotheliome (Extremfall Tuzkoy): IARC Gruppe 1

# Zusammenfassung

- sechs natürlich vorkommende Faserminerale sind technisch als Asbest genutzt worden
- alle wurden reguliert, weil sie als krebserzeugend erkannt wurden
- Minerale der 5 Amphibolasbeste überwiegend nicht asbestiform, sie splintern ggf. Partikel ab, die Asbest gleichzusetzen sind
- auch ohne Asbestverwendung gibt es eine Asbestexposition
- weitere 115 Amphibole sind gesundheitlich nicht bewertet, aber potenziell gefährlich – Fluoro-Edenit ist kanzerogen – die Übergänge zwischen Amphibolen sind fließend
- lange Attapulgitfasern evtl. kanzerogen, weitere faserförmige Schichtsilikate sind gesundheitlich nicht bewertet
- Erionit ist ein stark krebserzeugendes Fasermineral



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit





# Literatur

DGUV BK-Report 1/2013: Faserjahre [http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bk\\_rep0113.pdf](http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bk_rep0113.pdf)

Gunter ME, Belluso E, Mottana A: Amphiboles: Environmental and Health Concerns. Reviews in Mineralogy & Geochemistry 2007;67:453–516

Höper WE: *Asbest in der Moderne. Industrielle Produktion, Verarbeitung, Verbot, Substitution und Entsorgung*. Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Band 32. Waxmann 2008 (Hrsg. Günter Bayerl)

IARC: Asbestos (Chrysotile, Amosite, Crocidolite, Tremolite, Actinolite and Anthophyllite). Monographie der internationalen Krebsagentur 2012: 100C (14, Supplement 7)  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-11.pdf>

IARC: List of classifications, volume 1–114 [http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest\\_classif.php](http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php)

Meeker GP, Bern AM, Brownfield IK, Lowers HA, Sutley SJ, Hoefen TM, Vance JS: *The Composition and Morphology of Amphiboles from the Rainy Creek Complex, Near Libby, Montana*. American Mineralogist 2003;88:1955–69

Okrusch M, Matthes S: *Mineralogie. Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde*. Springer Spektrum, 9. Aufl. 2014, Springer Verlag Berlin Heidelberg

# Literatur

Roller M: Bedeutung von In-vitro-Methoden zur Beurteilung der chronischen Toxizität und Karzinogenität von Nanomaterialien, Feinstäuben und Fasern (baua 2011)

[http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2043.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2043.pdf?__blob=publicationFile&v=7)

Röhr C: – *Asbest – Von der Wunderfaser zur Altlast*. Seminarfolien 2013. Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Universität Freiburg

[http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/Seminare/asbest\\_agp\\_2013.pdf](http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/Seminare/asbest_agp_2013.pdf)

TRGS 517: Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen. Ausschuss für Gefahrstoffe, 02-2013

[www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-517.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-517.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

TRGS 519: Asbest Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten. Ausschuss für Gefahrstoffe, 01-2014

[http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-519.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-519.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

TRGS 519, Bekanntmachung 910: Begründung zur Exposition-Risiko-Beziehung für Asbest. Ausschuss für Gefahrstoffe, 05-2008

[www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/910/910-asbest.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/910/910-asbest.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), Stand 2010. Anhang II Nummer 2 "Partikelförmige Gefahrstoffe", 2.2 Begriffsbestimmungen. Abs. 3

[https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gefstoffv\\_2010/gesamt.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gefstoffv_2010/gesamt.pdf)