

Asbest: een ongezond mineraal?

Ernst A.J. Burke en Wim J. Lustenhouwer
Laboratorium voor Microanalyse
Faculteit der Aardwetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam

Inleiding

Van alle stoffen waarover men zich omwille van mens of milieu zorgen maakt, geniet asbest misschien wel de grootste publieke belangstelling, wellicht op dioxine na. Is die grote interesse voor asbest terecht, of staat die aandacht niet in verhouding tot de risico's van dit materiaal? Bijna dagelijks kan men in kranten of op TV berichten aantreffen waarin weer een of andere vondst van asbest wordt vermeld, als puin op een camping, na de brand van een loods of een fabriek, op een legerplaats van Nederlandse militairen in Kosovo, in wandplaten van een school, of in de vensterbanken van een complete woonwijk. Burgemeesters of andere autoriteiten verschijnen met zorgelijke gezichten op de plaats des onheils, alras gevolgd door de bekende maanpakken. Daartegenover staan de uitspraken, in 1993, van de patholoog dr. H.T. Planteydt, in de jaren 1960 en 1970 een van de eerste Nederlandse onderzoekers naar de schadelijke gevolgen van asbest: "Een giller, die mannen in maanpakken. In verreweg de meeste gevallen gaat het om witte asbest. Die is helemaal niet gevaarlijk. Het heeft niets met wetenschap te maken, maar alles met psychologie en politiek. Je reinste hysterie. Wel kost het goud." Wat moet het publiek met deze tegenstrijdige berichten? Dit artikel probeert alle zaken op een rijtje te zetten.

Wat is asbest?

Een groot aantal in de natuur voorkomende chemische verbindingen (= mineralen) kunnen in een karakteristieke vezelige vorm kristalliseren. Er bestaat geen eenduidige definitie van het begrip *vezel*, maar gewoonlijk wordt het gebruikt voor korrels met een lengte groter dan 5 µm (micrometer = een duizendste millimeter), een diameter kleiner dan 5 µm, en met een verhouding lengte: diameter groter dan 3:1, in werkelijkheid tenminste 20:1, en vaak oplopend tot 1000:1. Heel veel mineralen komen als vezels voor, van milleriet tot mesoliet, en van kermesiet tot toermalijn, maar zijn daarom nog geen asbest.

De verzamelnaam en (commerciële) term asbest wordt thans gebruikt voor zes verschillende vezelige variëteiten van mineralen, verdeeld over twee groepen: serpentijn (asbestmineraal: chrysotiel) en amfibolen (asbestmineralen: actinoliet, amosiet, anthophylliet, krokidoliet, tremoliet). Deze mineralen hebben eigenschappen (zie verder) die het mogelijk maken om ze in bepaalde toepassingen te gebruiken, en worden daarom asbest genoemd; hun vezels moeten een lengte:diameter verhouding hebben van tenminste 20:1.

Serpentijn is een groep mineralen die tot de phyllosilicaten behoort, mineralen met een gelaagde structuur die gemakkelijk splijten. Biotiet en muscoviet zijn de bekendste phyllosilicaten. De drie meest voorkomende mineralen van de serpentijngroep zijn chrysotiel, antigoriet en lizardiet; het zijn drie polymorfe mineralen met dezelfde chemische samenstelling, $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (gehydrateerd magnesiumsilicaat), maar met verschillende structuren. Antigoriet en lizardiet hebben kristalstructuren waarvan de lagen leiden tot plaatvormige kristallen, maar in de structuur van chrysotiel zijn de lagen concentrisch opgerold zodat dit mineraal lange holle vezels vormt (zie de voorplaat en afb. 1).



Afb. 1. Stukje chrysotiel-asbest (beeldbreedte ca. 4 cm), Otago (Nieuw-Zeeland).

Amfibolen behoren tot de inosilicaten, mineralen waarvan de structuur uit evenwijdige lange ketens bestaat. Deze bouw veroorzaakt kristallen die langprismatisch of naaldvormig zijn; vezelige kristallen zijn de extreme consequentie van dergelijke groei. Van de vijf amfibolen die in asbestvorm voorkomen zijn er maar twee commercieel interessant: amosiet (de naam is een acronym voor **A**sbestos **M**ines of **S**outh **A**frica), een variëteit van gruneriet, $(\text{Fe,Mg})_3\text{Si}_3\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ (gehydrateerd ijzer-magnesiumsilicaat), en krokidoliet, een variëteit van riebeckiet, $\text{Na}_2(\text{Fe,Mg})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ (gehydrateerd natriumijzersilicaat), afb. 2. De drie overige asbestvormige amfibolen hebben slechts geringe commerciële betekenis gehad.

In de industrie en in de volksmond worden de drie commercieel belangrijke asbestsoorten aangeduid met hun meestal optredende macroscopische kleur: chrysotiel is "witte asbest", amosiet is



Afb. 2. Stukje riebeckiet-asbest (beeldbreedte ca. 4 cm), Kaapkolonie (Zuid-Afrika).

“bruine asbest”, en krokidoliet is “blauwe asbest”. Deze indeling en benoeming is niet altijd juist en handig, zeker niet voor fijne vezels, en vooral dotten van vezels kunnen macroscopisch misleidende kleuren vertonen.

Voorkomen en productie van asbest

Ongeveer 90 tot 95% van alle geproduceerde asbest is chrysotiel, witte asbest; de amfibolen amosiet en krokidoliet dragen dus voor slechts ongeveer 5 tot 10% bij aan het gebruik van asbest. Chrysotiel komt voor als aders en lichamen in serpentinieten, gesteenten die ontstaan zijn door hydrothermale omzetting van magnesiumrijke gesteenten als basalt, peridotiet en duniet. Witte asbest is vooral geëxploiteerd in Canada, USA, Zimbabwe, Rusland, Zuid-Afrika en Australië. Amfiboolasbest komt voor in metamorfe gesteenten, vooral door omvorming van ijzer- en magnesiumrijke magmatische gesteenten en carbonaten. De belangrijkste producent van bruine en blauwe asbest is Zuid-Afrika (Kaapprovincie en Transvaal). In Europa is hoofdzakelijk witte asbest geproduceerd, vooral in mijnen in Italië, Griekenland en Cyprus. De zeldzame anthophyllietasbest (“grijze asbest”) is slechts in kleine hoeveelheden geproduceerd, en alleen in Finland, tussen 1918 en 1975.



Afb. 3. Dot blauwe asbest met lange vezels (beeldbreedte ca. 25 cm), Chapara (Bolivië).

De asbesthoudende gesteenten komen aan het aardoppervlak voor, en zijn daar door hun natuurlijke verwerking de bron van de verspreiding van asbestvezels over de gehele wereld, in de lucht, in het water, en in sedimenten. Natuurlijke, onverwerkte asbestvezels hebben een lengte tot ongeveer 10 cm (witte asbest), of kunnen zelfs tot 1 meter lang zijn (blauwe asbest, afb. 3).

De totale productie van asbest (alle soorten bij elkaar) tot 1980 was ongeveer 100 miljoen ton (waarvan 93% chrysotiel). Ongeveer 75% van alle asbest die ooit geproduceerd is kwam uit slechts vier chrysotielmijndistricten: Quebec (Canada), Transvaal (Zuid-Afrika), en centrale en zuidelijke delen van de Oeral (Rusland). Na de invoering van de strenge asbestreglementering in veel landen vanaf de jaren 1970-1980 zijn de productie en het gebruik van asbest gehalveerd. De jaarlijkse productie bedraagt thans nog ongeveer 2,5 miljoen ton asbest, vooral in Canada, Rusland, China, Brazilië en Zuid-Afrika.

Eigenschappen van asbest

Asbest heeft een aantal eigenschappen, sommige reeds van oudsher bekend, die het tot een interessant materiaal maken voor allerlei toepassingen. Uit de Griekse oudheid stammen de termen *asbestos* (“onblusbaar”, maar met de impliciete betekenis van “onbrandbaar”) en *amianto* (“onbezoedeld”, refererend aan het feit dat vuur vlekken kon verwijderen uit van asbest geweven stof). De laatste aanduiding vindt men terug in het Franse woord voor asbest, *amiante*.

Asbest vormt dunne, buigzame vezels die gemakkelijk van elkaar te scheiden zijn en geweven kunnen worden. Deze vezels zijn ook zeer slijtvast. Bovendien hebben zelfs de fijnste vezels een grote treksterkte. Asbest is bestendig tegen hoge temperaturen en dus brandwerend. Het is ook bestand tegen agressieve chemicaliën (zuren en logen). Asbest geleidt elektriciteit en warmte niet, en heeft derhalve een hoog isolerend vermogen. Tenslotte is een niet onbelangrijke eigenschap van asbest dat het goedkoop is.

In de Middeleeuwen verspreidden alchemisten het gerucht dat asbestvezels als haren groeiden op vuurbestendige salamanders,



Afb. 4. Handschoen van asbestvezels, zoals tot onlangs in gebruik bij de brandweer.

vandaar de aanduiding “salamandersteen”, die men nog steeds tegenkomt in boeken die het niet zo nauw nemen met de mineralogie. Het fraaie alchemistengerucht leeft voort in het gebruik om salamanders af te beelden op of bij vuurschermen van open haarden. In de 18e eeuw was er zelfs een groep creatieve oplichters die zich de Menselijke Salamanders noemden: zij gaven voorstellingen waarbij zij vlees in kampvuren braadden door het in de hand te houden; uiteraard vertelden zij aan de goedgelovige (en betalende) toeschouwers niet dat hun lange handschoenen uit asbest geweven waren (afb. 4).

Toepassingen van asbest

Asbest werd vanaf de oudheid gebruikt voor allerlei fantasierijke en, zoals boven vermeld, soms nogal bizarre toepassingen. Pas in het begin van de 19e eeuw onstonden de eerste indus-

triële toepassingen, eerst voor kleding van brandweerlieden, en vervolgens als brandgordijnen in theaters. Tenslotte kwam de grote doorbraak voor asbest door de stoommachine, waarvoor hittebestendige onderdelen nodig waren (pakkingen uit mengsels van rubber en asbestvezels). Het gebruik van brandwerend en rotbestendig teerpapier als dakbedekking kwam in de jaren 1860 op gang. Het mengen van cement met asbest als bouw- en isolatiemateriaal werd uitgevonden door de Oostenrijker Hatschek in het begin van de 20e eeuw. Daarna werd asbest zowat overal ingezet, van het bouwen van onbrandbare schepen tot in de kunststofindustrie, waar de treksterkte van de asbestvezels moest dienen om de kunststoffen te verstevigen. Zo werden de asbest-vinyltegels op een gegeven ogenblik een belangrijk vloerbedekkingsmateriaal. In de periode 1968-1980 is asbest gebruikt als vochtbestendige onderlaag van vinylzeil, dat in praktisch alle woningen gelegd werd.

Net voor het uitbreken van de 2e Wereldoorlog was de vraag naar asbest groter dan wat de mijnbouwindustrie kon leveren, en kwam asbest op de Amerikaanse lijst van strategische goederen te staan omdat zoveel oorlogsmaterialen asbest bevatten. Na de oorlog ontstond een nog grotere vraag naar asbest omdat de bouwnijverheid in Europa een nooit gekende bloei beleefde. De toepassing van spuitasbest op metalen gebinten maakte de constructie van brandveilige hoogbouw mogelijk. In het verleden is zeer veel asbest gebruikt in remvoeringen, remblokjes en koppelingen. Nieuwe personenauto's zijn asbestvrij, maar in oudere personenauto's, in vrachtwagens, vliegtuigen, liften, enz., kan nog asbest worden teruggevonden, en hetzelfde geldt voor reserveonderdelen. Op het hoogtepunt van het gebruik van asbest werd jaarlijks ongeveer 5 miljoen ton geproduceerd, een derde daarvan in Canada rond de stad Asbestos in Quebec. Het einde van het onbegrensde succes van asbest kwam in het midden van de jaren 1980, nadat in de jaren 1970 de eerste beperkende maatregelen uitgevaardigd werden in de USA, op grond van het feit dat asbest gezondheidsproblemen kan veroorzaken (zie verder).

De huidige jaarlijkse productie van ongeveer 2,5 miljoen ton asbest wordt voor 85% gebruikt voor het maken van asbestcement. Dit materiaal wordt toegepast in pijpen voor het transport van drinkwater, in dakpannen, in golfplaten, en in gegoten goederen. Slechts voor één ander materiaal worden ook grote hoeveelheden asbest gebruikt, namelijk voor (zachte) vezelplaat.



Afb. 5. Golfplaten (dak) en schoorsteen van asbestcement ("eternit").

Asbest bij u thuis?

In Nederland mag asbest inmiddels niet meer gebruikt worden (zie verder), en is asbest dus niet meer te koop. Maar in het verleden is asbest wel op grote schaal toegepast, en daarom kan asbest nog overal tegenwoordig zijn, ook bij u thuis, bv. in vloerbedekking, als golfplaat op een schuurtje (afb. 5), als

bloembak op de vensterbank, in plafondplaten, in afdichtkoord (afb. 6), en zelfs in strijkijzers.

Vooral woningen die vóór 1985 zijn gebouwd bevatten vaak nog steeds asbest.



Afb. 6. Afdichtkoord geweven van vezels van chrysotielasbest (beeldbreedte ca. 4 cm).

Voor het beoordelen van eventuele risico's en daarna te nemen maatregelen is het noodzakelijk om onderscheid te maken tussen twee vormen van asbest: hechtgebonden of niet-hechtgebonden. Hechtgebonden asbest betekent dat de aanwezige asbestvezels goed in het materiaal vastzitten. Onder normale omstandigheden, dus als het materiaal niet wordt bewerkt of verwijderd, en als het materiaal in goede staat verkeert, komen de vezels niet vrij. De aanduiding "hechtgebonden" geldt voor het nieuwe product, door slijtage kan de hechtgebondenheid in de loop der tijd afnemen. Van materialen met niet-hechtgebonden asbest kunnen gemakkelijk vezels vrijkomen, en het is veiliger om dit soort materialen te (laten) verwijderen. Regels en tips daarvoor komen verder in dit artikel ter sprake.

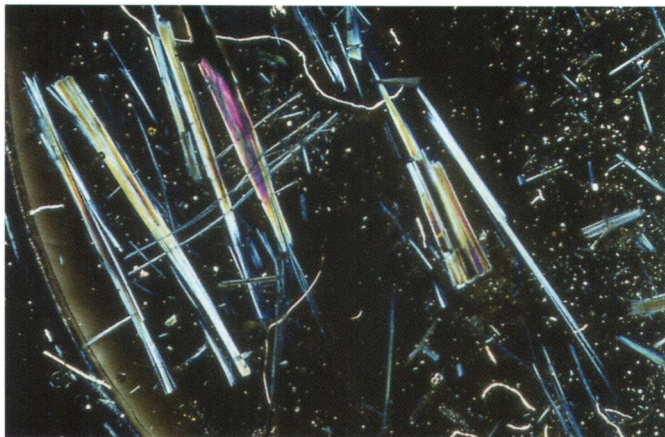
Tabel 1 geeft een overzicht van asbesthoudende producten die men in woningen kan aantreffen.

Herkennen van asbest

Voor een leek is het moeilijk om asbest te herkennen. Soms is het te herkennen aan de vezelstructuur en de grijswitte, blauwgrijze, of bruine kleur. Maar in de praktijk is het onmogelijk om zelf met zekerheid vast te stellen dat een materiaal asbest bevat. Alleen in een laboratorium kan met zekerheid worden vastgesteld of een materiaal inderdaad asbest bevat. Omdat asbest



Afb. 7. Vezels van chrysotielasbest onder de polarisatiemicroscop (gebruikt nicols): de vezels buigen gemakkelijk zonder te breken, krijgen rafelige uiteinden, en knikken loodrecht op de lengterichting (beeldbreedte ca. 3 cm).



Afb. 8 en 9. Vezels van amfiboolasbest splijten evenwijdig aan de lengterichting in steeds dunnere naalden, breken in kleinere stukjes, en hebben scherpe uiteinden. Afb. 8 en 9: beeldbreedte ca. 1 cm.



uit mineralen bestaat, gebruikt men in laboratoria voor het onderzoek naar asbest meestal een mineralogische methode: de polarisatiemicroscop. In de voorgaande paragrafen is asbest als één geheel behandeld, zonder onderscheid te maken naar witte, blauwe of bruine asbest. Bij het onderzoek naar de aanwezigheid van asbest kan men met de microscoop zeer eenvoudig vaststellen over welke soort asbest het gaat; dit is belangrijk in verband met het evalueren van eventuele risico's voor de gezondheid (zie verder). In afb. 7 t/m 9 kan men goed de verschillen zien tussen chrysotielasbest (witte asbest) en amfiboolasbest (blauwe en bruine asbest). De vezels van chrysotielasbest (afb. 7) buigen gemakkelijk zonder te breken, zij verviltten zonder te splitsen, zij krijgen rafelige uiteinden; de vezels knikken loodrecht op de lengterichting. De vezels van amfiboolasbest (afb. 8 en 9) zijn samengesteld uit afzonderlijke kristallen met onregelmatige doorsneden; de vezels splijten evenwijdig aan de lengterichting in steeds dunnere naalden, en breken in kleinere stukjes met scherpe uiteinden. Met de microscoop kan men niet alleen de verschillende soorten asbest van elkaar onderscheiden, maar ook andere soorten vezels herkennen: plantaardig materiaal (cellulose), glasvezels, andere synthetische vezels (kunststof, keramisch, enz.).

Asbest en gezondheidsrisico's

Vezels van zowel chrysotiel als van de amfibolen breken of splijten zeer gemakkelijk, vanaf asbest in niet-hechtgebonden materialen en vanaf asbest in zijn natuurlijke voorkomens in gesteenten aan het aardoppervlak. Daardoor gaan uiterst kleine vezels (kleiner dan 1 μm) in de lucht zweven, en kunnen dan door de mens worden ingeademd. De asbestvezels dringen diep in de longen door, en daar kunnen zij een aantal ernstige kwalen

veroorzaken. Het gevaar van asbest schuilt enkel in het inademen van de vezels, asbestvezels in water en voedsel leveren geen gevaar op voor de gezondheid.

De door asbest veroorzaakte kwalen zijn vooral onderzocht bij mensen die beroepshalve langdurig bloot hebben gestaan aan hoge concentraties van asbestvezels: arbeiders in de asbestmijnen en in de asbestverwerkende industrie, die vóór 1970 werkten in ongecontroleerde ruimten met concentraties van 20 tot meer dan 100 vezels per cm^3 lucht. De huidige maximumnormen in de USA variëren van 2 vezels/ cm^3 voor asbestmijnen tot slechts 0,2 vezel/ cm^3 voor de industrie als geheel, beide normen voor vezels langer dan 5 μm en voor alle soorten asbest; voor blauwe asbest geldt bovendien de strengere norm van 0,1 vezel/ cm^3 voor vezels korter dan 5 μm . Sinds het begin van de 20e eeuw is bekend dat asbestdeeltjes asbestose kunnen veroorzaken, een soort stoflong. Het verband tussen asbest en longkanker is bekend sinds de jaren 1950, en dat tussen asbest en mesotheliom (longvlies- en buikvlieskanker) sinds de jaren 1960. In 1969 promoveerde de arts J. Stumphius met een proefschrift over het verband tussen asbest en mesotheliom bij de scheepswerf De Schelde in Vlissingen.

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van deze drie asbestgerelateerde ziekten. Bij deze tabel moeten enige kanttekeningen gemaakt worden. Uit onderzoekingen, waarop de tabel gebaseerd is, blijken een aantal zaken: 1) alleen bij asbestose is er een verband tussen hoeveelheid vezels en ziekte; bij de andere kwalen is er geen drempelwaarde; 2) alleen bij longkanker is er een sterk verband met roken, dat is niet het geval bij mesotheliom; men schat dat een derde van alle asbestgerelateerde longkankers vermeden zou kunnen worden als asbestwerkers zouden ophouden met roken; 3) amfiboolasbest (blauwe en bruine asbest) vormt een veel groter risico voor de gezondheid dan witte asbest.

Hier moet wat meer aandacht geschonken worden, ook omwille van de publiciteit eromheen, aan de relatie tussen krokidoliet (blauwe asbest) en mesotheliom, de zeldzame kanker van long- en buikvlies. Er bestaat geen twijfel over het verband tussen beide: ongeveer 70-80% van alle mesotheliomgevallen wordt vastgesteld bij mensen die in contact gestaan hebben met deze asbestsoort. Het optreden van mesotheliom bij een relatief zeer klein aantal mensen uit de chrysotielindustrie wordt verklaard door het feit dat de witte asbest geringe verontreinigingen bevatte van tremoliet, een andere amfiboolasbest. Zuivere chrysotielasbest veroorzaakt geen mesotheliom.

Overall ter wereld is het sterven aan mesotheliom helaas een ware epidemie. In Nederland overlijden thans ongeveer 350 mensen per jaar aan deze ziekte. Door de lange incubatietijd (25 tot meer dan 40 jaar) zal de epidemie in de komende jaren nog groter worden, ondanks het feit dat amfiboolasbest al geruime tijd verboden is, en ondanks de huidige stringente beschermingsmaatregelen tegen het werken met amfiboolasbest. In West-Europa zijn in 1998 5.000 mensen aan mesotheliom gestorven. Men verwacht een toename tot ongeveer 9.000 gevallen per jaar rond 2020 (daarvan in Nederland 700 per jaar); daarna zal het aantal afnemen, maar het totaal aantal doden als gevolg van amfiboolasbest in de komende 35 jaar wordt geschat op 250.000, alleen in West-Europa.

Lange tijd heeft men beweerd dat mesotheliom alleen kan ontstaan door contact met amfiboolasbest, de ca. 20-30% ziektegevallen bij mensen, waarvoor geen verband met enige vorm van asbest kon worden vastgesteld, werden verklaard met toevallige contacten ("één vezel asbest kan kanker veroorzaken"). Zeer recent heeft men echter een andere oorzaak voor het ontstaan van mesotheliom ontdekt. Het apenvirus 40 (SV40, van *simian virus*) blijkt een DNA tumorvirus te zijn dat mesotheliom veroorzaakt. Ongeveer 60% van alle menselijke mesotheliomen bevatten SV40, en daarmee is de suggestie gewekt dat SV40 bijdraagt tot de ontwikkeling van mesotheliom bij mensen die niet in contact gestaan hebben met amfiboolasbest, en dat SV40 het ontstaan van mesotheliom door contact met asbest kan vergemakkelijken.

Hoe is dit SV40 virus bij de mens terechtgekomen? Tussen 1955 en 1963 was het SV40 virus als verontreiniging aanwezig in het vaccin tegen kinderverlamming, en miljoenen mensen over de hele wereld zijn ermee ingespoten! Gezien de lange incubatietijd van mesothelioom openbaren zich nu pas langzaam de ziektegevallen.

Naast de alarmerende berichten over de verwoestende effecten van amfiboolasbest (krokidoliet wordt ook wel eens de "blauwe moordenaar" genoemd) zijn er gelukkig de geruststellende resultaten van onderzoeken naar de effecten van chrysotielasbest. Recente epidemiologische gegevens hebben aangetoond dat blootstelling aan chrysotielvezels volgens de huidige veiligheidsnormen de kans op asbestgerelateerde ziektes niet vergroot. De verklaring voor de verschillen in gezondheidseffecten tussen chrysotielasbest en amfiboolasbest is te vinden in hun verschillende eigenschappen. De rafelige vezels van chrysotiel dringen minder diep in de longen door dan de kleine, scherpe amfiboolnaalden. Het ijzergehalte van de blauwe en bruine asbest speelt een grote rol bij het ontstaan van tumoren; witte asbest bevat geen ijzer. Tenslotte lossen chrysotielvezels zeer snel op in longweefsel (in minder dan een jaar), maar amfiboolvezels niet: daardoor worden amfiboolvezels geaccumuleerd in de longen bij langdurige blootstelling, maar chrysotielvezels niet. Dit verschil in biologische effecten van de verschillende asbestsoorten (amfibolen zijn meer biologisch resistent en meer biologisch actief dan chrysotiel) heeft uiteraard verschillende gevolgen bij het ontstaan van longziekten. Daarom is het een deplorabele misvatting om alle asbestsoorten wettelijk onder één noemer te willen behandelen.

Asbest om ons heen

Omdat er voor longkanker en mesothelioom geen veilige drempelwaarden bestaan voor hoeveelheden van asbestvezels, hebben sommige overheidsinstanties beweerd dat één enkele asbestvezel al tot kanker zou kunnen leiden. Gelukkig kan dat beslist niet altijd waar zijn. De lucht die we inademen bevat immers zowel binnens- als buitenshuis gemiddeld altijd 0,0005 tot 0,001 asbestvezel/cm³ groter dan 5 µm, ofwel 0,5 tot 1 vezel per liter, ofwel 500 tot 1.000 vezels per m³. De mens ademt gemiddeld ongeveer 10 m³ lucht per dag in; dat betekent dat de mens op jaarbasis ongeveer 2 tot 3,5 miljoen asbestvezels groter dan 5 µm inademt. Het aantal asbestvezels kleiner dan 5 µm is nog eens ongeveer tien maal groter! Desondanks is de gemiddelde levensduur van mensen in Nederland zeer hoog. De hoeveelheden asbest in de binnen- en buitenlucht zijn dus zo klein dat het risico van kanker te verwaarlozen is. De eerder vermelde maximumnormen voor veilig werken in de industrie zijn in de USA 0,2 tot 2 vezels/cm³: deze waarden zijn 200 tot 4000 hoger dan de gemiddelde waarden van asbestvezels in lucht. Op verkeersdrukke plaatsen in de stad kan de concentratie van asbestvezels door het vrijkomen uit remvoeringen van auto's en vrachtwagens weliswaar oplopen tot 50 vezels per liter lucht, ofwel 0,05 vezel/cm³, maar zelfs een dergelijke extreme achtergrondwaarde is nog 40 maal lager dan de veilige maximumnorm voor asbestmijnen! De natuurlijke achtergrondwaarden, vezels die overal ter wereld in de lucht voorkomen, zijn afkomstig van asbest in allerlei producten, maar vooral van de aanwezigheid van asbest in gesteenten die aan het aardoppervlak verwerken. Op eilanden in de Stille Oceaan waar geen asbest aan het oppervlak voorkomt, en die ver verwijderd zijn van enig geïndustrialiseerd land, meet men per liter lucht eveneens ca. 10 asbestvezels kleiner dan 5 µm. Aan de Zuidpool bevat sneeuw 20.000 asbestvezels per liter vaste stof, ook de sneeuw van enkele duizenden jaren oud die men uit boorkernen haalt, dus van ver voor onze industriële vervuiling. Al die achtergrondwaarden van asbestvezels betreffen uitsluitend chrysotielasbest, amfiboolasbest treft men praktisch niet aan. In dichtbewoonde gebieden zijn die vezels zeer zeker voor een deel veroorzaakt door het gebruik van asbest door de mens. Maar het overgrote gedeelte

van de alomtegenwoordige 10 vezels (kleiner dan 5 µm) per liter lucht in het Noordelijk Halfrond is afkomstig van gebieden zoals New Idria in Californië (USA); aldaar komt over slechts 130 km² oppervlakte een gesteente voor (serpentiniet) dat voor 90% uit witte asbest bestaat. Door de werking van de natuur (weer en wind) komen daar sinds minstens 5.000 jaar enorme hoeveelheden asbestvezels in de atmosfeer terecht, plaatselijk zijn daar waarden van niet minder dan 5.300 asbestvezels per liter lucht gemeten. Voor de verspreiding van chrysotielvezels over het Zuidelijk Halfrond zijn gebieden in Zuid-Afrika en Australië verantwoordelijk.

In Australië zijn over grote oppervlakten eveneens gesteenten ontsloten die belangrijke hoeveelheden krokidoliet (blauwe asbest) bevatten. Amfibool splitst heel anders dan chrysotiel, en de resulterende vezels worden, in tegenstelling tot de witte asbest van New Idria, niet ver van de bron getransporteerd, de reden waarom men deze soort asbestvezels niet aantreft over de hele wereld. Maar de opinie, dat vezels van blauwe asbest ook reeds in geringe hoeveelheden mesothelioom kunnen veroorzaken, wordt bevestigd door het feit dat Australië het hoogste voorkomen van deze ziekte heeft van de hele wereld.

Optreden tegen asbest

Alhoewel men reeds aan het begin van de 20e eeuw op de hoogte was van diverse gezondheidsproblemen in verband met het inademen van buitengewoon grote hoeveelheden van asbestvezels, is de eerste beperkende maatregel tegen het overmatig gebruik van asbest pas in 1931 uitgevaardigd. Dit gebeurde in Groot-Brittannië, op grond van rapporten over het optreden van asbestose bij arbeiders in de stoffige textielindustrie. Desalniettemin werd in de daaropvolgende tientallen jaren weinig aandacht aan dit probleem geschonken, ondanks het feit dat medische onderzoekers een zorgbarend verband vaststelden tussen asbest en longkanker, vooral bij rokers. In het midden van de jaren 1960 kwam daar verandering in, toen het duidelijk werd dat ook kleine hoeveelheden asbest een risico voor de gezondheid vormen. In die tijd vaardigden de meeste industriële landen maatregelen uit die de blootstelling aan asbest beperkten, met name aan amfiboolasbest. Zo werd het gebruik van asbest in Zweden reeds in 1964 aan banden gelegd. In de USA zijn vooral twee diensten actief op het gebied van bescherming tegen de gevaren van asbest: de *Occupational Safety and Health Agency*, OSHA (vergelijkbaar met onze huidige Arbodiensten), en de *Environmental Protection Agency*, EPA (vergelijkbaar met onze Milieudiensten). De OSHA vaardigde in 1972 zijn eerste norm uit, maximaal 5 vezels/cm³, groter dan 5 µm en gemiddeld gemeten over een werktijd van 8 uur. Die norm voor de industrie als geheel is herhaaldelijk verlaagd, tot 0,2 vezel/cm³ in 1986. Overigens is dit echt een superveilige norm, volgens de EPA is er pas risico voor kanker bij asbestconcentraties van meer dan 4 vezels/cm³. De eerste daad van de EPA op asbestgebied was het verbieden van het zeer gevaarlijke spuitasbest in 1973; spuitasbest zit vol met niet-hechtgebonden blauwe asbest. In 1986 kreeg de EPA van het Amerikaanse Congres via de *Asbestos Hazard Emergency Response Act* de opdracht om schoolkinderen en hun leerkrachten te beschermen tegen de gevaren van geringe hoeveelheden asbest. Deze goedbedoelde wet is helaas uitgemond in algemene hysterie, waarbij enorme bedragen gespendeerd werden (en worden) om extreem lage hoeveelheden asbest te verwijderen uit scholen, waarna vaak blijkt dat na de verwijdering van de asbesthoudende materialen de hoeveelheden asbest in de lucht van die scholen hoger zijn dan voor de sanering. Op grond van die verspilling publiceerde de EPA in 1991 een advies aan het publiek over asbest in gebouwen, waarin men probeerde de desbetreffende autoriteiten weer tot de rede terug te brengen: er wordt o.a. in gezegd dat het verwijderen van asbest niet altijd de beste maatregel is voor openbare gezondheid, integendeel, ondeskundig verwijderen doet meer slecht dan goed!

Dezelfde EPA had in 1989 reeds een besluit uitgevaardigd, de *Asbestos Ban and Phase Out Rule*, dat alle productie, invoer, verwerking en verspreiding van asbest in de USA verbodt, en waarbij alle asbesthoudende producten gefaseerd uit de USA moesten verdwijnen in drie stadia, van 1990 tot 1996. De asbestindustrie ging tegen dit besluit in beroep, het werd na twee jaar van rechtszaken in oktober 1991 door een Hof van Beroep ingetrokken voor producten die na juli 1989 nog in de handel waren. Dat houdt in dat er thans geen enkele beperking is voor de productie, invoer of installatie in de USA van asbest-cement pijpen en platen, dakbedekkingen, auto-onderdelen (remvoeringen, koppelingsplaten) en een aantal andere toepassingen. Maar de toepassing van asbest is en blijft een zeer omstreden en emotioneel gebeuren in de USA. Het huidige gebruik van asbest van 21.500 ton per jaar is een schijntje vergeleken met het hoogtepunt van gebruik van asbest, ongeveer 1 miljoen ton per jaar in het midden van de jaren 1980. Ondanks alle goedbedoelde aanbevelingen van de EPA gaat men door met het verwijderen van asbesthoudende producten uit openbare gebouwen, ten koste van zeer veel geld.

Wetgeving en normen in Nederland

Pas in 1977 heeft de Nederlandse overheid consequenties getrokken uit de toen al enige tijd bekende gegevens over de gevolgen van beroepsmatige blootstelling aan asbest; de arts Stumphius had immers al in 1969 zijn proefschrift geschreven over het verband tussen asbest en mesotheliom. Het Asbestbesluit van 1977 verbodt spuitasbest, en tevens het bewerken, verwerken en ter verkoop hebben van krokidoliet. Voor het be- en verwerken van andere asbestsoorten werden arbeidbeschermende voorschriften ingevoerd. Dit Asbestbesluit van 1977 werd in 1988 vervangen door het Asbestbesluit van de Arbeidsomstandighedenwet. Dit besluit geeft regels ter bescherming van werknemers tegen de risico's van blootstelling aan asbest op het werk, o.a. voor concentraties van asbestvezels in lucht, en voor te nemen maatregelen als de maximumconcentraties overschreden worden. Voor wit en bruin asbest geldt een grenswaarde van 0,3 vezel/cm³, en voor blauwe asbest een grenswaarde van 0,1 vezel/cm³, beide als gemiddelde over een achturige werkdag. Deze waarden hebben een wettelijke status en mogen daarom niet worden overschreden. Het Asbestbesluit van 1988 is tweemaal aangepast, in 1991 en in 1993. De wijziging van 1991 betrof specifieke regels voor sloopwerkzaamheden aan asbesthoudende materialen, en een vrijstellingsregeling voor werkzaamheden waarvoor de voorschriften in de praktijk onuitvoerbaar zijn. De wijziging van 1993 was een zeer belangrijke: met ingang van 1 juli 1993 geldt een verbod op bewerking, verwerking en het in voorraad houden voor verkoop van alle asbestsoorten. Ondanks het verbod blijft het maken van aanboringen, het uitvoeren van reparatie- of onderhoudswerkzaamheden aan asbest, en het slopen of verwijderen van asbest toegestaan, zij het uiteraard onder naleving van de voorschriften hiervoor. Vóór het absolute asbestverbod per 1 juli 1993 waren al verbodsbepalingen op deelterreinen uitgevaardigd: in 1983 voor asbest in vinylzeil, en in 1991 voor de gehele bouw. Het Ministerie van VROM heeft asbestconcentratienormen voor het milieu uitgevaardigd. Het milieubeleid is gericht op vermindering van de risico's van blootstelling via de lucht tot in elk geval het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) en, zo mogelijk, tot het verwaarloosbaar risiconiveau (VR). Voor zowel de binnen- als buitenlucht gelden de volgende normen: 0,1 vezelequivalent per cm³ lucht (MTR) en 0,001 vezelequivalent per cm³ lucht (VR). Om deze normen om te zetten naar aantallen vezels moeten zogenaamde equivalentiefactoren toegepast worden; die komen er op neer dat de MTR-norm per cm³ lucht 0,1 vezel chrysotiel > 5 µm toelaat of 1 vezel chrysotiel < 5 µm; voor amfiboolasbest moeten die vezelaantallen door 10 gedeeld worden, dus 0,01 vezel amfibool > 5 µm of 0,1 vezel amfibool < 5 µm, alle getallen per cm³ lucht. De VR-normen zijn 100 maal

lager, die is voor bv. chrysotiel van > 5 µm dan 0,001 vezel/cm³. De aanduiding "verwaarloosbaar risico" is hier wel zeer op zijn plaats, want in het eerder genoemde Asbestbesluit "wordt om meettechnische redenen voor alle asbestsoorten een vrijgavegrens van 0,01 vezel/cm³ lucht gehanteerd". Met andere woorden: de overheid heeft een risiconiveau vastgesteld dat tien maal lager is dan men meten kan! De eerderesignaleerde meetwaarden van 50 asbestvezels per liter lucht (0,05 vezel/cm³) op drukke kruispunten vallen overigens ruimschoots binnen de MTR-norm.

Er bestaat nog (veel) meer wetgeving over asbest, o.a. het Asbestbesluit milieubeheer (1993, voorschriften voor uitstoot van asbest in de lucht door bedrijven), het Warenwetbesluit asbest (1994, verboden asbestbevattende producten en etikettering van asbestbevattende producten), het Besluit asbestvrije frictiematerialen (1991, verbod op asbesthoudende frictiematerialen in auto's), het Besluit aanwijzing gevaarlijke afvalstoffen (1993), de Provinciale milieuverordening (afvoer en verwerking van asbesthoudend afval), de Gemeentelijke afvalstoffenverordening en de Algemene Plaatselijke Verordening (afvalstoffen), de EG-verordening overbrenging van afvalstoffen (1993, uitvoer van asbesthoudend afval), het Bouwbesluit Materialen (Asbest) (1998, blootstelling aan asbest in het binnenmilieu). Voor particulieren is de belangrijkste wetgeving het Asbestverwijderingsbesluit, dat in een van de volgende paragrafen behandeld wordt.

Europese wetgeving

In 1991 heeft de EU het gebruik van blauwe en bruine asbest in alle lidstaten verboden. Nederland was in 1993 met zijn absolute verbod voor het gebruik van alle soorten asbest één van de eerste EU-lidstaten die ook witte asbest verbodt, zij het dat veel landen al veel eerder gedeeltelijke verbodsbepalingen kenden. Per april 1999 hadden acht andere EU-lidstaten ook een asbestverbod ingevoerd; drie andere lidstaten (Groot-Brittannië, Ierland en Luxemburg) staan positief tegenover het principe van een verbod; Spanje, Portugal en Griekenland verzetten zich om wetenschappelijke en technische redenen tegen een algemeen asbestverbod binnen de EU. De Europese Commissie wil een algeheel Europees asbestverbod, maar het kan jaren duren voordat een dergelijk voorstel door de Europese Raad wordt aangenomen. In mei 1999 hebben dertien van de vijftien lidstaten voor een dergelijk verbod gestemd, maar de wetgeving waarbij van de lidstaten gevergd wordt dat zij in 2005 een asbestverbod hebben, moet nog worden opgesteld.

Verwijderen van asbest

In een eerdere paragraaf is aan de hand van Tabel 1 een overzicht gegeven van asbesthoudende materialen die u thuis eventueel kunt aantreffen. Het met zekerheid vaststellen van asbest in materialen moet in een laboratorium gebeuren. De auteurs van dit artikel verrichten deze bepalingen al enige jaren tegen een geringe vergoeding voor de leden van de Vereniging Eigen Huis. Donateurs van GEA kunnen onder dezelfde voorwaarden bij hen om advies vragen. Als vastgesteld is dat er asbesthoudend materiaal in huis is, dan is er geen enkele reden tot paniek. Uit het voorgaande moet duidelijk zijn dat de gemiddelde concentraties van asbestvezels in woningen zeer laag zijn, zelfs als die asbestmaterialen bevatten. De volgende vuistregels zijn van toepassing. Het is niet verplicht om asbest uit gebouwen te verwijderen. Verwijder asbest niet als het niet nodig is: hechtgebonden asbestvezels kunnen niet in de lucht van de woning terechtkomen, tenzij het materiaal aan slijtage onderhevig is, of tenzij men eraan gaat werken. Laat materialen met hechtgebonden chrysotielasbest dus rustig zitten. Verwijder asbesthoudende materialen alleen als het niet anders kan, bv. als zij beschadigd zijn of als eraan gewerkt moet

worden bij een verbouwing. De gewenstheid van het verwijderen van materialen met amfiboolasbest moet van geval tot geval bekeken worden, ook als de vezels hechtgebonden zijn. Hoe dan ook geldt, dat het ondeskundig slopen of verwijderen van asbestmaterialen uit woningen aanzienlijk meer vezels in de lucht zal brengen dan er ooit vanzelf zouden vrijkomen, zeker uit hechtgebonden materiaal.

De term "verwijder" betekent niet dat iedere particulier dat zelf kan of mag gaan doen. Omdat bij het slopen of verwijderen van asbesthoudende materialen asbestvezels vrijkomen, heeft de overheid regels opgesteld voor het slopen, opslaan en afvoeren van asbest. Daarvoor is per 1 oktober 1993 het Asbestverwijderingsbesluit in werking getreden. Dit is een Algemene Maatregel van Bestuur, gebaseerd op de Wet Milieugevaarlijke Stoffen en de Woningwet. De in het Asbestverwijderingsbesluit opgenomen voorschriften voor het verwijderen van asbest uit bouwwerken of objecten werken niet rechtstreeks, maar moeten zijn opgenomen in de gemeentelijke bouwverordening. De gemeente en de politie zien toe op de naleving van de voorschriften voor verwijdering van asbest uit bouwwerken. De regels voor particulieren gelden alleen voor asbesthoudende materialen (bv. gespijkerd, geschroefd of gelijmd) aan een bouwwerk. Een bouwwerk is bijvoorbeeld een huis, woonwagen, schuur, garage, tuinhuisje of vakantiewoning.

De officiële weg voor het (laten) verwijderen van asbest uit een bouwwerk gaat als volgt. Daarvoor moet u toestemming vragen aan uw gemeente (meestal bij de afdeling Bouw- en Woningtoezicht). Daarbij maakt het niet uit hoeveel asbest u wilt slopen. De gemeente bepaalt of een sloopvergunning nodig is of een zogenaamde mededeling onder voorschriften. Als een sloopvergunning nodig is, moet u het asbest laten verwijderen door een deskundig asbestverwijderend bedrijf. Een mededeling onder voorschriften betekent dat u de sloop zelf mag uitvoeren, mits u de voorschriften naleeft die u van de gemeente ontvangt.

Een mededeling onder voorschriften moet de gemeente binnen acht werkdagen na uw verzoek om toestemming tot sloop afgeven. Reageert de gemeente niet op tijd, dan mag u het asbesthoudende materiaal zelf verwijderen. Het afgeven van een sloopvergunning kan langer dan acht dagen duren, neem daarom contact op met uw gemeente als u binnen acht dagen nog niets vernomen heeft, het kan namelijk zijn dat u een sloopvergunning krijgt.

De gemeente is verplicht u voor het slopen van de volgende materialen een mededeling onder voorschriften af te geven: gelijmde asbesthoudende vinylvloerbedekking (in de volksmond "zeil"), en gelijmde asbesthoudende vinylvloertegels. In de overige gevallen mag de gemeente zelf bepalen of het een vergunning of een mededeling afgeeft. De meeste gemeenten zullen voor het verwijderen van de volgende asbesthoudende materialen een mededeling onder voorschriften afgeven: hechtgebonden asbesthoudende bouwmaterialen die aan de binnenkant van het bouwwerk zijn geschroefd, en dezelfde materialen aan de buitenkant, maar dan maximaal 35 m²; de minister van VROM heeft standaardvoorschriften opgesteld voor materialen die met een mededeling onder voorschriften gesloopt mogen worden. Informeer naar het beleid van uw gemeente; deze kan u precies vertellen hoe u een verzoek tot toestemming tot slopen van asbest moet indienen, en wanneer de gemeente een vergunning of een mededeling verleent. Particulieren kunnen hun asbesthoudend afval meestal afgeven bij het Klein-Chemisch-Afval (KCA) depot van de gemeente. Dit afval dient in folie verpakt aangeleverd te worden, en voorzien te zijn van de tekst "asbesthoudend afval".

Als de gemeente beslist dat u een sloopvergunning krijgt, dan mag enkel een deskundig asbestverwijderend bedrijf de werkzaamheden uitvoeren; deze werkzaamheden moeten vooraf aan de regionale Arbeidsinspectie gemeld worden. De kosten voor deze asbestverwijdering kunnen zeer hoog zijn. Inpandig te verwijderen asbest is veel duurder dan uitpandig te verwijderen



Afb. 10. Asbestverwijdering in de aula van de Vrije Universiteit Amsterdam, najaar 1993.

asbest. Enige richtprijzen (exclusief BTW): demontage van uitpandige golfplaat, f 55 per m² van 1 cm dik; verwijdering van asbestplafondplaten en aanbrengen van nieuwe gipsplaten, f 100 per m²; verwijdering van asbestplaten als dakbeschot, inclusief verwijdering van pannen, etc., en het aanbrengen van multiplex- of hardschuimplaten, tot f 200 per m²; verwijdering van asbesthoudende vloertegels, f 10 tot f 150 per m²; verwijdering van asbesthoudend vinylzeil, tot f 300 per m². Een deskundig bedrijf dat asbest uit of van een gebouw verwijderd, zal zodanige maatregelen treffen dat zo weinig mogelijk asbestvezels in de omgeving terechtkomen. Omwonenden lopen daarom vrijwel geen risico. Omdat op de werkplek veel asbestvezels (kunnen) vrijkomen en omdat de werknemers van asbestverwijderende bedrijven vrijwel dagelijks met asbest in aanraking (kunnen) komen, dragen zij beschermende kleding, de zogenaamde "maanpakken" (afb. 10).

Besluit

Is asbest nu wel of niet gevaarlijk? Uit dit artikel blijkt dat het antwoord afhangt van de soort asbest en van de hoeveelheden vezels die in de lucht aanwezig zijn. Voor krokidoliet, de blauwe amfiboolasbest, is het antwoord duidelijk: deze asbest is gevaarlijk, ook in kleine hoeveelheden. Nog tot ver in de 21e eeuw zal deze asbest veel slachtoffers eisen door mesotheliom. Gelukkig omvat deze asbestsoort minder dan 5% van alle ooit gebruikte asbest. Voor amosiet geldt, net als voor krokidoliet, een verhoogd risico voor longkanker, zeker voor rokers; maar ook amosiet is relatief weinig toegepast. Het antwoord voor chrysotiel is eveneens duidelijk, maar dan in gunstige zin. Ondanks de aanwezigheid van asbesthoudende materialen in gebouwen, zowel in huizen als in openbare gebouwen, is de concentratie van asbestvezels in lucht zeer laag, meestal lager dan 0,001 vezel per cm³, en dat is een concentratie waarbij men geen extra risico voor de gezondheid loopt. Optreden tegen chrysotielasbest is eigenlijk alleen nodig als de materialen waarin het voorkomt beschadigd (dreigen te) raken. Waarom dan al die heisa over asbestsanering? Dit is een keuze van de overheid, of in onze opinie, het niet maken van een keuze. De enorme sommen geld, die thans uitgegeven worden om asbest uit woningen en openbare gebouwen te verwijderen als dat niet echt nodig is, zouden ook aan andere zaken uitgegeven kunnen worden. Op het gebied van volksgezondheid en milieu zou men eens een kosten-baten-analyse kunnen maken: risico's kan men kwantificeren, in aantallen extra doden door maatregelen achterwege te laten, of in guldens om levens te sparen als men maatregelen wenst te nemen. In Nederland is in totaal ongeveer 1 miljoen ton asbest verwerkt in woningen; de totale kosten van de verwijdering daarvan worden geschat op ongeveer 8 miljard gulden. Blootstelling gedurende vijf schooljaren aan de gemiddeld in scholen gemeten concentraties van chrysotielasbest leidt jaarlijks slechts tot 0,005 tot 0,01 doden per miljoen leerlingen (gebaseerd op een gemiddelde levensverwachting van 75 jaar). Een paar andere cijfers als contrast: in 1996 stierven in Nederland 327 mensen aan AIDS, 1200 door verkeersongevallen, en... ongeveer 20.000 (waaronder ca. 7.000 door longkanker) door de gevolgen van langdurig roken. Het voorkómen van roken, vooral bij de opgroeiende jeugd, is een meer logische en ook een betere methode om longkanker uit te roeien dan het verwijderen van asbest uit scholen. Zelfs het eenvoudige toezicht op het naleven van het rookverbod in openbare gebouwen zal meer levens sparen dan de verwijdering van witte asbest uit die gebouwen. In een tijd waarin de stijgende kosten voor de gezondheidszorg onze bewindslieden terecht grijze haren bezorgen, dwingen dezelfde bewindslieden de gemeenschap tot het uitgeven van zeer aanzienlijke bedragen voor de asbestsanering van gebouwen, een sanering die voor het overgrote gedeelte van de gevallen volstrekt overbodig is. Wanneer neemt de Nederlandse wetgever het wijze standpunt over van de Amerikaanse EPA, dat het echt niet nodig is om het merendeel van asbest te verwijderen?

Literatuur

- Alleman, J.E., Mossman, B.T. (1997) Asbestos revisited. *Scientific American*, July 1997, 54-57.
- Bennett, M.J. (1991) The asbestos racket: an environmental parable. Free Enterprise Press, Bellevue (Washington), 241 p.
- Carbone, M., Rizzo, P., Pass, H.I. (1997) Simian virus 40, polio-vaccines and human tumors. - A review of recent developments. *Oncogene*, Vol. 15, 1877-1888.
- Carbone, M., Fisher, S., Powers, A., Pass, H.I., Rizzo, P. (1999) New molecular and epidemiological issues in mesothelioma: role of SV40. *Journal of Cellular Physiology*, Vol. 180, 167-182.
- Goñi, J., Bignon, J., Bonnaud, G. (1974) Les asbestos: leurs menaces sur l'environnement urbain et sur la santé. *Nuisances et Environnement*, Janvier/Février et Mars 1974, 11 p.
- Gunter, M.E. (1994) Asbestos as a metaphor for teaching risk perception. *Journal of Geological Education*, Vol. 42, 17-24.
- Guthrie, G.D., Jr. (1992) Biological effects of inhaled minerals. *American Mineralogist*, Vol. 77, 225-243.
- Guthrie, G.D., Jr., Mossman, B.T., editors (1993) Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, Vol. 28, 584 p.
- Hume, L.A., Rimstidt, J.D. (1992) The biodegradability of chrysotile asbestos. *American Mineralogist*, Vol. 77, 1125-1128.
- Ledoux, R.L., editor (1979) Short course in mineralogical techniques of asbestos determination. *Mineralogical Association of Canada Short Course Handbook*, Vol. 4, 279 p.
- Mossman, B.T., Bignon, J., Corn, M., Seaton, A., Gee, J.B.L. (1990) Asbestos: scientific developments and implications for public society. *Science*, Vol. 247, 294-301.
- Peto, J., Decarli, A., La Vecchia, C., Levis, F., Negri, E. (1999) The European mesothelioma epidemic. *British Journal of Cancer*, Vol. 79, 666-672.
- Ross, M. (1981) The geologic occurrences and health hazards of amphibole and serpentine asbestos. *Reviews in Mineralogy*, Vol. 9A, 279-319.
- Ross, M. (1992) Minerals and health: the asbestos problem. In: "Rational readings on environmental concerns", J.H. Lehr (editor), Van Nostrand Reinhold, New York, 101-115.
- Skinner, H.C.W., Ross, M., Frondel, C. (1988) Asbestos and other fibrous materials. Oxford University Press, Oxford, 204 p.
- Stenton, S.C. (1997) Asbestos, simian virus 40, and malignant mesothelioma. *Thorax*, Vol. 52 (Suppl. 3), S52-S57.
- Wood, R.M. (1991) Dust to dust. *Terra Nova*, Vol. 3, 331-333.

Artikelen in de Woonconsument, tijdschrift van de Vereniging Eigen Huis:
Meldingsplicht asbestverwijdering. September 1993, p. 17.
Ga na of er asbest in uw woning zit. Laten zitten of verwijderen? Maart 1994, p. 12-13.
Artikelen in de Consumentengids, tijdschrift van de Consumentenbond:
Asbestvinyl zelf verwijderen kan, maar het blijft link. Oktober 1992, p. 670-671.
Strengere regels voor sloop asbest drijven kosten op. Maart 1994, p. 164-167.

Websites op het Internet:

Nederlands:

http://www.fibrecount.com/nl_site/
<http://www.arbeid.tno.nl/gasten/nvvk/623.htm>
<http://www.horyon.nl/asbest.htm>
<http://home.concepts.nl/~gijoe/asbest.htm>
<http://www.vanarnhem.nl/asbest.html>

Engels:

<http://www.ehso.com/ehshome/asbestLnk.htm>
<http://www.asbestos-institute.ca/>
<http://www.epa.gov/ttnuatw1/hlthef/asbestos.html>

Tabel 1. Overzicht van asbesthoudende producten in woningen

Product	Waar kunt u dit aantreffen?	Hoe ziet het eruit?
Hechtgebonden		
Asbestcement, vlakke plaat	Gevels, dakbeschot, rondom schoorstenen	Grijze plaat van 3 tot 8 mm dik, vaak aan 1 kant "wafelstructuur"
Asbestcement, vlakke gevelplaat met coating	Decoratieve buitengevels, galerijen van flats	Als vlakke plaat, maar met aan 1 kant gekleurde of gespoten coating
Asbestcement, schoorsteen of luchtkanaal	Bij kachel of CV-installatie, ventilatiekanalen	Rond of vierkant kanaal, verder als vlakke plaat
Asbestcement, bloembak	Zowel buiten als binnen, balkons	In diverse vormen, verder als vlakke plaat, meestal dunner dan betonnen bak
Asbestcement, golfplaat	Daken van schuren en garages	Als golfplaat in diverse diktes
Asbestcement met cellulosevezels (asbestboard)	Binnentoepassingen: inpandige kasten, aftimmeringen	Geelbruine dunne plaat, lijkt op hardboard
Asbestcement, dakleien	Imitatieleien	Vlakke plaatjes, gecoat
Asbestcement, standleidingen, rioleringen	Toilet	Als luchtkanaal, maar dikker
Asbestcement, imitatiemarmer	Vensterbanken en schoorsteenmantels	Als marmer, met in de breuk- of zaagvlakken dunne witte vezels
Harde asbesthoudende vinyltegels	Toiletten, keukens gevlamd motief	Harde tegels met meestal wit
Niet-hechtgebonden		
Afdichtkoord	Afdichting schoorstenen, kachelruitjes en -deurtjes, in oude haarden en allesbranders	Wit tot vuilgrijs pluizig koord
Asbesthoudend stucwerk	Op (vochtige) muren en plafonds	Vezelige korrelstructuur
Isolatieschalen	Rond oude CV-leidingen	Poreuze gips met vezels
Brandwerend board	Onder CV-ketels, wanden CV-kast, stoppenkast, plafonds, trapbeschot	Lichtbruin tot geel, zachtboardachtig
Asbestkarton	Bekleding zoldering	Lichtgrijs, kartonachtig
Asbestplaatje	Vlamverdelers	Grijs, kartonachtig, in metalen frame
Wonderplug	Doe-het-zelf-materiaal	Mengsel van losse asbestvezels en gips
Hittebestendige elektrische isolatie	Strijkijzers, broodroosters	Grijs, kartonachtig
Vinylzeil met asbesthoudende onderlaag	Keukens, trappen, enz.	Zeer divers, alleen te herkennen door analyse van de onderlaag

Tabel 2. Asbestgerelateerde ziekten

Ziekte	Verschuinselen
Asbestose (vergelijkbaar met stoflongen)	Asbestvezels veroorzaken ontstekingsreacties waardoor kleine littekens in het longweefsel ontstaan. Hierdoor wordt het longoppervlak kleiner, en verslechtert de CO ₂ /O ₂ -uitwisseling: daardoor ontstaat kortademigheid en raakt het hart overbelast. Ontstaat alleen bij hoge blootstelling (dosis-effect relatie). Chronische ziekte, in ernstige gevallen overlijden na vele jaren. Behandeling is niet mogelijk. Sinds de invoering van de maximumnormen voor vezels/cm ³ in lucht zijn er geen nieuwe gevallen van asbestose meer.
Bronchuscarcinoom (longkanker)	Tumor ontstaat uit de snel delende oppervlaktecellen van de luchtwegen (bronchiën). Asbest speelt een rol, samen met andere factoren (roken!!). Incubatietijd: 20-30 jaar. Behandeling is mogelijk. 60% van de patiënten sterft binnen een jaar na diagnose. Het percentage van arbeiders in de chrysotielindustrie dat aan longkanker overlijdt is hetzelfde als dat van de bevolking als geheel. Arbeiders die amfiboolasbest verwerken hebben daarentegen wel een grotere kans (ca. het dubbele) op longkanker.
Mesotheliom (longvlies- en buikvlieskanker)	Tumor ontstaat uit het weefsel dat de borstkas en de buikholte bekleedt (respectievelijk <i>pleura</i> en <i>peritoneum</i>). Deze zeldzame vorm van kanker wordt voor 70-80% van de gevallen veroorzaakt door blootstelling aan amfiboolasbest, vooral blauwe asbest. Incubatietijd: 25-40 jaar. Behandeling is niet mogelijk. 80% van de patiënten sterft binnen een jaar na diagnose. Ca. 15-20% van de arbeiders die met amfiboolasbest gewerkt hebben sterven eraan.