

# Oriënterend onderzoek naar het vóórkomen van asbest in het Nederlandse drinkwater

Rapport van de Werkgroep Drinkwater \*) van de Begeleidingscommissie Asbest-expositie van de Gezondheidsorganisatie TNO

## Samenvatting

Ingegaan wordt op de resultaten van studies, die sterke indicaties geven, dat opname van grote hoeveelheden asbest in het menselijk lichaam schadelijk voor de gezondheid kan zijn. Veel minder is bekend omtrent de relatie tussen gezondheid en asbestexpositie, indien de opgenomen hoeveelheden asbest aanzienlijk kleiner zijn dan in de bestudeerde gevallen. In verband met bovengenoemde problematiek werd een oriënterend onderzoek ingesteld naar het vóórkomen van asbest in

Nederlandse waterdistributienet uit asbest-cementbuizen bestaat, heeft dit oriënterend onderzoek zich beperkt tot water uit asbest-cement hoofdleidingen en hierop aangesloten binnenleidingen. Het lijkt niet onwaarschijnlijk dat een deel van het aangetroffen asbest uit deze buizen afkomstig is.

Tenslotte zij opgemerkt, dat de hoeveelheid asbest, die via drinkwater uit asbestcementleidingen door de bevolking kan worden opgenomen, gering lijkt te zijn. Vooralsnog mag dan ook worden geconcludeerd, dat hier geen duidelijke gevaren voor de volksgezondheid schuilen en dat de bron van het asbestgevaar voornamelijk in de beroepssfeer wordt gevonden.

wordt gevonden bij grote blootstelling aan asbeststof in de beroepssfeer, ongeacht welke soort asbest. Het ziektebeeld wordt gekenmerkt door een voortschrijdende longverbindweefseling. De ziekte wordt gevonden bij uitgesproken asbestwerkers, zoals bijv. asbesttextielarbeiders en isoleerders.

*Asbestose en longkanker.* Een duidelijke complicatie van de asbestose is het sterk verhoogd vóórkomen van longkanker bij lijdens van asbestose. Expositie aan asbeststof, gecombineerd met sigaretten roken, veroorzaakt een nog sterkere stijging van het vóórkomen van longkanker.

*Pleuramesotheloom.* Dit voor kort als zeer zeldzaam gekenmerkt kwaadaardig gezwel van de longvliezen blijkt een uitgesproken relatie te hebben met de inademing van asbeststof.

De grootte van de blootstelling is in deze gevallen aanzienlijk minder dan die voor de asbestose. Een getalsmatige weergave van deze grootte is niet te geven; dit wordt bovendien bemoeilijkt door de zeer lange incubatietijd (20 - 40 jaar) van deze ziekte. De bron van het asbest wordt hierbij in de meeste gevallen teruggevonden in de beroepssfeer, echter meestal bij hen, die zelf geen asbestwerkers waren. Er is dan vaak sprake van een indirecte besmetting, zoals werk in de nabijheid van asbestwerkers en het be- en verwerken van asbesthoudende materialen, waarbij het in deze materialen gebonden asbest vrij kan komen (asbestcement, asbestplastic, remvoeringen, etc.). Bovendien is in een aantal gevallen van mesotheloom het asbest buiten de beroepssfeer terug te vinden in de vorm van luchtverontreiniging, afkomstig van fabrieken en mijnen of via kleding van huisgenoten, merkzaam in de asbestcement-industrie.

*Peritoneummesotheloom.* Het buikvlies, evenals het longvlies van een laag zogenaamde mesothelcellen voorzien, kan evenzeer een mesotheloom ontwikkelen. Ook hiervoor moet asbestopname als oorzaak worden beschouwd. Het peritoneummesotheloom kan eveneens ontstaan als gevolg van doorgroei van een pleuramesotheloom door het middenrif; daarnaast kan het ontstaan worden verklaard door het doorslikken van asbesthoudend sputum van patiënten waarbij asbest in de longen aanwezig is.

*2.2. Opname van asbest via het spijsverteringskanaal en mogelijke gevolgen Peritoneummesotheloom.* Als onder 2.1 beschreven, wordt deze tumor gevonden bij



C. H. J. ELZENGA



IR. P. B. MEYER



DR. J. STUMPHIUS

drinkwater uit voorzieningsgebieden van een 9-tal waterleidingbedrijven. Uit dit onderzoek blijkt, dat asbestdeeltjes met afmetingen groter dan 20  $\mu\text{m}$  onder normale omstandigheden de consument niet bereiken. Er zijn echter aanwijzingen, dat kleine asbestvezels (met gemiddelde dikte van ca. 0,2  $\mu\text{m}$  en gemiddelde lengte van ca. 10  $\mu\text{m}$ ) in het water aanwezig zijn. De orde van grootte van de gevonden concentratie is: 100 vezels per  $\text{cm}^3$ . Er werd geen onderzoek ingesteld naar de herkomst van de asbestvezels. Gezien het feit, dat een belangrijk gedeelte (in 1971 was dit 46 % = ca. 32.000 km) van het

\*) De samenstelling van de Werkgroep was als volgt:  
dr. K. Biersteker, Gemeentelijke-Geneeskundige en Gezondheidsdienst te Rotterdam;  
C. H. J. Elzenga, Ingenieur A bij de Afdeling Speurwerk van het KIWA;  
ir. P. B. Meyer, Hoofd Afdeling Binnenlucht van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO;  
dr. H. T. Planteydt, Patholoog-anatoom te Middelburg;  
dr. J. Stumphius, Bedrijfsarts bij de BV Koninklijke Maatschappij 'De Schelde';  
drs. J. C. van der Vlugt, Bioloog bij het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

## 1. Inleiding

De potentiële gevaren van asbest voor de menselijke gezondheid zijn reeds jaren bekend; de bron van het asbestgevaar werd — en wordt nog steeds — voornamelijk in de beroepssfeer gevonden.

Sedert de zestiger jaren is door een groeiend aantal onderzoekers gewezen op de eventuele consequenties voor de volksgezondheid samenhangend met het toenemend gebruik van asbest.

In verband met dit aspect heeft het bestuur van de Gezondheidsorganisatie TNO in 1969 de Studiecommissie Asbestexpositie TNO ingesteld. Deze commissie heeft zich o.a. bezig gehouden met de vraag of asbestvezels in drinkwater vóórkomen. Bron van deze asbestvezels zouden bijv. asbest cement leidingen kunnen zijn. Dit type leiding wordt in Nederland op grote schaal voor het transport van drinkwater gebruikt.

Na eerst op de medische aspecten van de opname van asbest te zijn ingegaan, worden in het volgende toepassing van asbest-cement buizen in het Nederlandse waterleidingsstelsel en een oriënterend onderzoek naar het vóórkomen van asbestvezels in enige monsters drinkwater, behandeld.

## 2. Medische consequenties van de opname van asbest in het menselijk lichaam

Veel onderzoeken en publicaties op dit gebied betreffen de luchtwegen als toegangsweg voor asbest; in vele mindere mate geldt dit voor de opname van asbest via het spijsverteringskanaal met schadelijke gevolgen voor de gezondheid. Volledigheidshalve wordt op beide aspecten ingegaan, hoewel vooral laatstgenoemde vorm in aanmerking wordt genomen in het kader van dit onderzoek.

### 2.1. Opname van asbest via inademing en mogelijke gevolgen

*Asbestose.* Deze typische beroepsziekte

hen die vroeger aan asbest in de werksituatie waren blootgesteld. Hieronder zijn een aantal uitgesproken asbestwerkers. De mogelijkheid van opname van asbest, hetzij direct, hetzij via inslikken van opgehoest sputum, moet aangenomen worden.

*Kwaadaardige gezwellen van maag, dikke darm en endeldarm.* Er zijn duidelijke aanwijzingen, dat opname van asbest via het spijsverteringskanaal leidt tot een verhoogd voorkomen van deze gezwellen. Een tweetal publikaties worden hiertoe besproken: beide betreffen een onderzoek bij groepen asbestwerkers.

*Elmes en Simpson, 1971 [1]*

Dit onderzoek naar de sterfte in een groep van 165 isoleerders in Belfast levert het duidelijke bewijs, dat de sterfte onder deze groep de te verwachten sterfte onder de gehele bevolking sterk overtreft: 98 doden tegen 37. Hetzelfde geldt voor diverse vormen van kanker bij deze groep: voor de verdeling van de diverse doodsoorzaken wordt verwezen naar tabel 6 in deze publikatie, die opgesteld kon worden na revisie van de officieel opgegeven doodsoorzaken in het verleden (tabel I). Deze tabel is samengevat aldus:

TABEL I.

Kwaadaardige gezwellen	Overige oorzaken
Luchtwegen	Luchtwegen 32
Pleuramesothelioom	Hart-vaatziekten 13
Peritoneummesothelioom	Overige 8
mesothelioom	
Spijsverteringskanaal	
Urinewegen	
Totaal	Totaal 53

Het grote aantal zieken van de luchtwegen, bij beide categorieën kwaadaardige- en niet-kwaadaardige zijn te verklaren door de asbestexpositie, waaraan deze groep heeft blootgestaan. Opvallend is het aantal van 12 gevallen van kanker van het spijsverteringskanaal, samen met de drie gevallen van peritoneummesothelioom. De opname van asbest via het spijsverteringskanaal zal hierbij een grote rol hebben gespeeld.

*Selikoff c.s., 1972 [2]*

Op het congres over de biologische effecten van asbest in Lyon (okt. 1972) meldde Selikoff het resultaat van een reeds jaren voortgezet onderzoek bij isoleerders in New York.

Het is een onderzoek naar de doodsoorzaken bij een groep van oorspronkelijk 625 personen, dat zich uitstrekt over de periode 1 januari 1943 - 31 december 1971.

Daarnaast gaf hij het verslag van een soortgelijk onderzoek bij een groep van 17.800 asbestisoleerders in de Verenigde Staten over de periode 1 januari 1967 - 31 december 1971.

In beide onderzoeken werd wederom een grote oversterfte gevonden.

Kort samengevat gaf hij de volgende cijfers (tabel II en III).

TABEL II - 625 isoleerders New York 1943-1971.

Kwaadaardige gezwellen	Verwacht	Gevonden
Luchtwegen	11,4	84
Pleuramesothelioom	—	8
Peritoneummesothelioom	—	24
Maag, dikke darm, endeldarm	12,5	41
Overige	28,3	32
Asbestose	—	33
Overige oorzaken	236,3	234
Totaal alle oorzaken	288,5	456

TABEL III - 17.800 isoleerders USA 1967-1971.

Kwaadaardige gezwellen	Verwacht	Gevonden
Luchtwegen	44,42	213
Pleuramesothelioom	—	26
Peritoneummesothelioom	—	51
Maag	6,62	16
Dikke darm, endeldarm	17,51	26
Slokdam	3,21	13
Overige	72,33	115
Asbestose	—	78
Overige oorzaken	661,54	555
Totaal alle oorzaken	805,54	1093

Men vindt hier dezelfde aanwijzingen voor de relatie tussen asbest en kanker, wederom overtuigend voor zover het de luchtwegen betreft. In iets mindere mate geldt dit voor kanker van het spijsverteringskanaal, waarbij de oorzaak: opname van asbest via dit kanaal, zich opdringt.

Samenvattend moet worden gekonkludeerd, dat het bepaald niet ondenkbaar is, dat

opname van asbest via het spijsverteringskanaal, zeker indien dit in hoeveelheden gebeurt zoals deze bij beroepsexpositie plaatsvindt, een toename van de frekwentie van kanker in dit orgaan tot gevolg heeft. In alle situaties, waarbij asbest als veroorzaker van ziekten kan worden aangemerkt, blijft de moeilijk te bepalen faktor van de dosis - effect relatie en de getalsmatige benadering hiervan.

Helaas komt men hierbij tot nu toe niet verder dan zeer grove schattingen over de hoeveelheid opgenomen asbestvezels, die tot de bovenomschreven gevolgen kan leiden. Bij de bekende asbestziekten kan de hoeveelheid asbestvezels worden uitgedrukt met de termen als zeer veel, veel en matig. Er bestaan tot nu toe geen aanwijzingen, dat asbestconcentraties zoals die op het ogenblik in het milieu, drinkwater en voedsel voorkomen een aanwijsbaar effect hebben op de gezondheid.

### 3. Toepassing van buizen van asbestcement voor transport van drinkwater in Nederland

#### 3.1. Produktie en samenstelling van asbestcementbuizen.

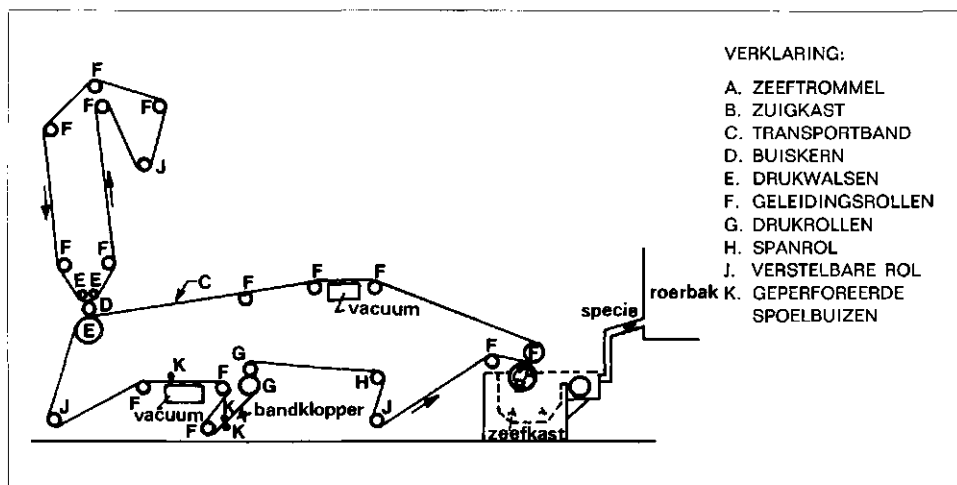
Asbestcementbuizen bestaan, zoals de naam reeds aanduidt, uit een mengsel van asbest en cement.

Ten behoeve van de produktie van deze buizen wordt aangevoerd asbest zoveel mogelijk tot losse vezels verdeeld ten einde het contactoppervlak asbestcement te vergroten.

De in Nederland verwerkte buizen zijn in het algemeen vervaardigd volgens de door de Italianen Mazza en Mattei ontwikkelde methode (zie afb. 1) [3 en 4].

Een laag van 0,2 mm asbestcementbrij wordt via een op een zeeftrammel gemontereerde koperdoek en een transportband

Afb. 1 - Schema van de vervaardiging van asbestcementbuizen.



op een buiskern gebracht totdat de juiste banddikte is bereikt. De buis met kern wordt in eerste instantie aan de lucht verhard. De stalen kern wordt nu verwijderd en de buizen worden in grote waterbassins verzameld. Volledige uitharding vindt plaats gedurende de hierop volgende 2 à 3 weken. Daarna wordt de buis op de juiste lengte afgesneden.

De samenstelling van het volgens deze methode gefabriceerde asbestcement — in het vervolg als AC aangeduid — is in tabel IV weergegeven.

TABEL IV.

	Asbest	Cement	Aanmaakwater
	(gew. %)	(gew. %)	(gew. %)
Tijdens het wikkelen	ca. 10	ca. 60	ca. 30
Na het uitharden	ca. 12	ca. 70	ca. 18

### 3.2. Statistische gegevens omtrent de omvang van het AC hoofdleidingnet in Nederland

Gebruik makende van de periodiek door de VEWIN gepubliceerde 'Statistische overzichten van de waterleidingen in Nederland' kan gesteld worden dat de AC-waterleidingbuis omstreeks 1930 zijn intrede in Nederland heeft gedaan. In onderstaande tabel V is het aantal waterleidingbedrijven weergegeven dat reeds voor de tweede wereldoorlog meer dan 1 km AC-waterleiding had geïnstalleerd. In de rechterkolom is vermeld het totaal aantal km geïnstalleerde AC-hoofdleidingbuizen met een diameter groter dan 50 mm.

TABEL V.

Jaar	Aantal bedrijven met meer dan 1 km AC-hoofdleiding	Totaal aan AC-hoofdleiding (km)
1933	3	24
1934	7	48
1935	9	115
1936	13	230
1937	18	302
1938	35	737
1939	43	964

Over de jaren 1940 - 1952 zijn geen statistische gegevens bekend. Vooral na 1952 zijn AC-leidingen op grote schaal voor drinkwatertransport toegepast.

Navolgende tabel VI geeft de omvang van het AC-hoofdleidingnet in Nederland weer in de tijdsperiode 1953 tot en met 1971. In de rechterkolom is het aandeel van de AC-leiding ten opzichte van het totale leidingnet weergegeven.

### 3.3. Waterleidingbedrijven welke nog geen AC-leidingen voor het hoofdleidingnet hebben toegepast

Een opsomming van de lengte van het hoofdleidingnet per waterleidingbedrijf

TABEL VI.

Jaar	Hoofdleidingnet (km)	AC-hoofdleidingnet (km)	% AC t.o.v. totale hoofdleidingnet
1953	27.770	5.409	19,5
1954	29.520	6.504	22
1955	31.700	8.209	26
1956	33.800	9.771	29
1957	36.098	11.446	32
1958	37.552	12.654	33,5
1959	39.741	14.045	35,5
1960	42.243	15.738	37,5
1961	44.921	17.459	39
1962	47.959	19.320	40,5
1963	50.934	21.052	41,5
1964	54.398	23.261	42,5
1965	57.502	25.067	43,5
1966	60.141	26.642	44,5
1967	62.090	27.628	44,5
1970	57.154	30.928	46,1
1971	68.946	31.803	46,1

onderverdeeld in de diverse materialen is weergegeven in tabel 3 van de 'Waterleidingstatistiek 1971' deel 1 van de VEWIN.

Uit deze tabel kan afgeleid worden dat in de voorzieningsgebieden van 11 waterleidingbedrijven geen AC-hoofdleidingen geïnstalleerd zijn.

Aangezien het zeer wel mogelijk is dat water ingekocht wordt van andere waterleidingbedrijven en levering via het AC-leidingen bevattende leidingnet van de laatstgenoemde bedrijven plaatsvindt, is nagegaan in hoeverre er bedrijven zijn die, rekening houdende met het bovenstaande, inderdaad water leveren via leidingnetten waarin geen AC-buizen verwerkt zijn. Met behulp van tabel 1 van de reeds genoemde 'Waterleidingstatistiek' kan afgeleid worden dat dit slechts voor twee waterleidingbedrijven, elk met een klein voorzieningsgebied en een lage jaarproductie, het geval is. Het betreft hier de Gemeentelijke Energiebedrijven Gorinchem en het Gemeentelijk Waterleidingbedrijf Tegelen. Betreffende het hoofdleidingnet van de Nederlandse waterleidingbedrijven kan samenvattend worden opgemerkt, dat dit voor een groot deel uit asbestcementleidingen bestaat. Per 31 december 1971 vormden AC-leidingen 46,1 % van de totale lengte van het Nederlandse hoofdleidingnet. Dit komt neer op 31.784 km aan geïnstalleerde AC-buis.

Aangezien AC-buizen in het begin van de jaren dertig geïntroduceerd zijn, is de oudste AC-leiding momenteel ca. 40 jaar in bedrijf. Eerst in de beginjaren vijftig zijn AC-buizen op zeer grote schaal voor drinkwatertransport toegepast.

De grote omvang van de toepassing van deze buizen heeft erin geresulteerd dat slechts twee kleine waterleidingbedrijven water leveren door leidingnetten waarin in het geheel geen AC is verwerkt. Hierbij

dient nog opgemerkt te worden dat ook bij de waterwinning AC-buizen als stijgbuizen voor putfilters worden gebruikt. De omvang hiervan is niet verder nagegaan.

## 4. Asbestvezels in drinkwater uit hoofdleidingnetten en binneninstallaties

### 4.1. Inleiding

Naar aanleiding van het verschijnen in 1969 van de dissertatie van dr. J. Stumphius 'Asbest in een bedrijfsbevolking' heeft het KIWA in samenwerking met het RID in 1969 en 1970 een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van asbestdeeltjes (groter dan 20  $\mu\text{m}$ ) in drinkwater. Dit oriënterende onderzoek werd in 1972 door het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO uitgebreid met een onderzoek naar het voorkomen van alle in het water aanwezige asbestvezels.

### 4.2. Methodiek van het KIWA-onderzoek

De methode van onderzoek is, gezien het oriënterende karakter ervan, eenvoudig gehouden. Met behulp van optische microscopie zijn watermonsters, afkomstig uit diverse AC-hoofdleidingen en uit daarop aangesloten binnenleidingen, onderzocht op de aanwezigheid van asbestdeeltjes.

Hierbij werd gebruik gemaakt van een stereomicroscop van het fabrikaat Zeiss; gewerkt werd bij een vergroting van 50 x. In de voorzieningsgebieden van 9 waterleidingbedrijven werden totaal 22 AC-hoofdleidingen en 22 hierop aangesloten binneninstallaties bemonsterd. De AC-hoofdleidingen varieerden in ouderdom tussen 0,5 en 33 jaar; de diameters varieerden tussen 100 en 500 mm. In de vermelde gevallen is de binnenleiding via een zover mogelijk geopende tapkraan in de keuken na ca. 1, 3 en 5 minuten doorstroming bemonsterd. Op de vermelde drie tijdstippen zijn reeds 5 l monsters genomen. De betreffende hoofdleiding van AC is in aansluiting hierop steeds gedurende 1 - 3 minuten via een brandkraan afgespuid. Gedurende deze periode werd een bekend deel van het spuiwater over een planktonnet met een poriënwijdte van 32  $\mu\text{m}$  afgezeefd. Het afgezeefde materiaal werd daarna overgespoeld in een monsterfles. Tenslotte werd nog een 5 l tapmonster genomen.

De zich in de genoemde monsters bevindende asbestdeeltjes zijn hierna op het laboratorium afgefilterd, waarbij van een membraanfilter met een poriënwijdte van 3  $\mu\text{m}$  gebruik werd gemaakt. In verband met plaatselijke omstandigheden moest soms op enkele ondergeschikte punten van de beschreven methode worden afgeweken. Ten einde een indruk te krijgen van de koolzuuragressiviteit ten opzichte van

calciumcarbonaat van het water werden ter plaatse het koolzuur-, het bicarbonaat- en het carbonaatgehalte bepaald. In het laboratorium werd de pH van de watermonsters vastgesteld.

#### 4.3. Uitkomsten van het KIWA-onderzoek

De resultaten van het onderzoek zijn samengevat in tabel VII. Samenvattend lijkt het gerechtvaardigd om voorlopig te mogen concluderen dat losse asbestdeeltjes met afmetingen groter dan 20  $\mu\text{m}$  in spuiwater afkomstig uit AC-hoofdleidingen aanwezig kunnen zijn. Deze constatering geldt zowel voor oude als nieuwe leidingen waarbij geen verband tussen de aanwezigheid van relatief grote asbestdeeltjes en de agressiviteit van het water kan worden vastgesteld. Er zijn echter geen aanwijzingen verkregen dat asbestdeeltjes van groter dan 20  $\mu\text{m}$  onder normale omstandigheden de consument kunnen bereiken.

In hoeverre deze constatering voor asbestdeeltjes kleiner dan 20  $\mu\text{m}$  geldig is, kan uit het vorengenoemde onderzoek niet worden afgeleid. Ten einde ook omtrent dit punt enig inzicht te verkrijgen is een aanvullend onderzoek uitgevoerd. Hiertoe zijn op 6 juni 1972 wederom watermonsters uit een tweetal reeds eerder in het onderzoek betrokken hoofd- en binnenleidingen genomen.

In het hierna volgende hoofdstuk zal nader op het uitgevoerde onderzoek worden ingegaan, waarbij de als AH en AB gecodeerde monsters respectievelijk afkomstig zijn uit de destijds 29 jaar oude, in tabel VII onder waterleidingbedrijf 4 genoemde hoofdleiding en de daarop aangesloten binnenleiding. De als BH en BB gecodeerde monsters hebben resp. betrekking op de destijds 33 jaar oude hoofdleiding met de daarop aangesloten binnenleiding genoemd onder waterleiding nr. 9.

#### 4.4. Methodiek van het door TNO uitgevoerde onderzoek

De overeengekomen onderzoeksmethode werd door Pontefract en Cunningham in Nature beschreven [5]. Bij deze methode worden de in het water zwevende deeltjes door centrifugeren afgescheiden. Organisch materiaal wordt door verhitten tot 500 °C verwijderd, waarna het residu in gedestilleerd water wordt gedispergeerd.

Uitgaande van deze vloeistof werden preparaten voor transmissie-elektronenmicroscopie, rasterelektronenmicroscopie en optische microscopie bereid. Er werden 4 drinkwatermonsters en een blanco onderzocht. Dit laatste bestond uit tripel gedestilleerd water vóór het onderzoek gefiltreerd over een membraanfilter, type

millipore met een gemiddelde poriënwijde van 0,1  $\mu\text{m}$ .

De resultaten van het onderzoek met de rasterelektronenmicroscopie is voortaan met REM aangeduid en zijn in tabel VIII, die met optische microscopie verkregen zijn in tabel IX samengevat.

#### 4.5. Bespreking

De gedetecteerde vezels hebben afmetingen, die op de grens van het scheidend ver-

mogen van de optische microscoop liggen. Dit in overweging nemend is de overeenkomst tussen tabel VIII en IX bevredigend. Identificatie van de vezels met alleen optische microscopische methoden bleek niet mogelijk te zijn. Door de resultaten van de onderzoeken met de optische, raster- en transmissie-elektronenmicroscopische methoden met elkaar te combineren werd de aanwezigheid van asbest bevestigd. Tenslotte zij nog vermeld dat onafhankelijk

TABEL VII

Waterleidingbedrijf	Hoofdleiding ouderdom (jaar)	AC diameter (mm)	Maximum aantal asbestdeeltjes */1 afm. $\geq 20 \mu\text{m}$		Agressiviteit t.o.v. CaCO <sub>3</sub> ***
			hoofdleiding (spuimonster)	binnenleiding	
1	1	100	< 1	0	+
	1	100	0	0	—
	12	100	0	0	+
	15	250	0	0	—
2	8	100	0	0	—
	8	100	< 1	0	—
	12	125	< 1	0	—
3	1	150	< 5	< 1**	—
	18	100	0	0	—
4	0,5	200	ca. 4	0	+
	5	100	< 1	0	+
	29	100	ca. 1	0	+
5	1	200	0	< 1**	—
	9	200	> 5	0	—
	15	150	1	0	—
6	5	200	< 1	0	—
	7	500	0	0	—
8	1	100	ca. 3	0	—
	4	100	< 1	0	—
	8	200	> 6	—	—
9	33	150	0	0	++
	10	100	0	0	++

\* De asbestdeeltjes kunnen uit meerdere vezels bestaan.

\*\* Nieuwe aansluiting.

\*\*\* — = negatief; + = zwak positief; ++ = sterk positief.

#### Opmerking

$\geq$  = groter of gelijk aan

< = kleiner dan

TABEL VIII - Met REM (vergroting 10.000 x) bepaalde concentraties van vezels in aantallen per cm<sup>3</sup> leidingwater.

Code van het monster	Aantal gezichtsvelden	Gezichtsvelden met vezels	Onderzoek volume in cm <sup>3</sup>	Concentratie vezels/cm <sup>3</sup>	Gem. diameter in $\mu\text{m}$	Gem. lengte in $\mu\text{m}$
A H	3500	6	0,15	85	0,2	10
B H	3500	9	0,15	60	0,2	10
A B	2000	16	0,08	240	0,3	5
B B	1000	2	0,04	60	0,3	5
Blanco	2000	nihil	0,08	n.a.	n.v.t.	n.v.t.

n.a. = niet aantoonbaar

n.v.t. = niet van toepassing

TABEL IX - Met optische microscopie in fasecontrast (vergroting 500 x) bepaalde concentratie van vezelachtige structuren per cm<sup>3</sup> leidingwater.

Code van het watermonster	Aantal gezichtsvelden	Gezichtsvelden met vezels	Onderzocht volume in cm <sup>3</sup>	Concentratie volume in cm <sup>3</sup>
A H	25	1 à 2	0,4 ml	33
B H	25	1 à 2	0,4 ml	24
A B	25	1 à 2	0,4 ml	13
B B	25	1 à 2	0,4 ml	6
Blanco	25	1 à 2	0,4 ml	nihil

onderzoek van één der drinkwatermonsters door het Canadese 'Department of National Health and Welfare' binnen de geschatte foutengrenzen met ons resultaat overeenstemde.

Het onderzoek werd ten eerste bemoeilijkt door aanwezigheid van grote aantallen anorganische deeltjes, miljoenen per  $\text{cm}^3$  leidingwater. De verhouding vezels tot andere anorganische deeltjes blijkt in de buurt van 1 vezel op 50.000 à 100.000 andere deeltjes.

Afb. 2 levert een asbestvezel zoals die met de transmissie-elektronenmicroscop werd waargenomen.

Samenvattend kan worden opgemerkt, dat vier uit O-Nederland afkomstige watermonsters oriënterend werden onderzocht. Het onderzochte leidingwater werd uitsluitend uit grondwater gewonnen. Er zijn zeer sterke indicaties dat vezels die in dit leidingwater worden gevonden, asbestvezels zijn. De verhouding vezels ten opzichte van de andere verontreinigingen ligt zo ongunstig dat met de beschikbare middelen dicht bij de detectiegrens wordt gewerkt.

Aannemende dat de onderzochte monsters representatief zijn, liggen de concentraties van de in Nederland onderzochte monsters in de grootte orde van 100 vezels/ $\text{cm}^3$  leidingwater. Hierbij zij aangetekend dat onderzoek van het drinkwater van 10 steden in de Verenigde Staten gemiddelde concentraties opleverden die tussen 30 - 2000 vezels/ $\text{cm}^3$  lagen \*), terwijl in enige Canadese districten zelfs asbestconcentraties in het drinkwater zijn aangetoond die tussen de 8000 - 18000 vezels/ $\text{cm}^3$  liggen. Er zijn tot nu toe geen aanwijzingen dat de in de Verenigde Staten en Canada gemeten concentraties een nadelige invloed op de gezondheid hebben.

Tenslotte zij vermeld, dat de REM-opnamen bij het Centraal Laboratorium TNO zijn gemaakt, waar ook het centrifugeren van de watermonsters plaatsvond. Onderzoek met de transmissie-elektronenmicroscop werd door het Metaal Instituut TNO uitgevoerd. Röntgendiffractie-onderzoek werd door de Technisch Fysische Dienst TH-TNO verricht. Bijzondere dank spreken wij uit aan H. M. Cunningham van het Canadese 'Department of National Health and Welfare' voor zijn medewerking bij het uitgevoerde onderzoek.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

Gezien de zeer beperkte mate waarin

kwantitatieve gegevens omtrent het voorkomen van asbestvezels in drinkwater voorhanden zijn, is het nog niet mogelijk definitieve uitspraken te doen. Wel kan worden gezegd, dat de waarden voor aantallen asbestvezels in het drinkwater, afkomstig uit Nederlandse asbestcementleidingen, in overeenstemming zijn met concentraties zoals die in andere landen zijn aangetoond.

Vooralsnog mag worden geconcludeerd, dat hier geen duidelijke gevaren voor de volksgezondheid schuilen.

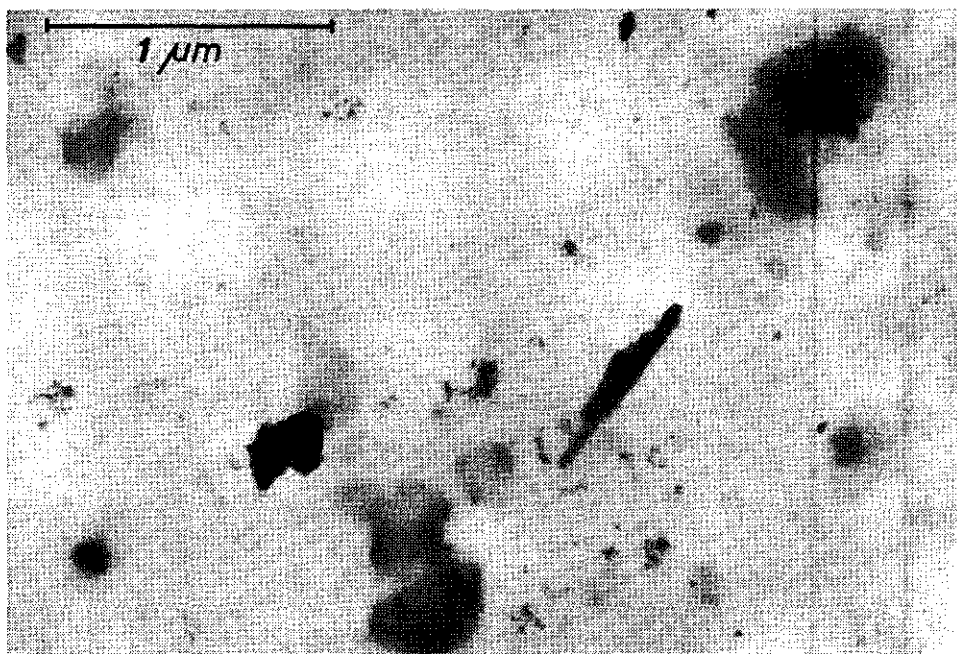
Onafhankelijk van het bovengenoemde mag als bekend worden verondersteld, dat bij bewerken van asbestcement vrij gemakkelijk losse asbestvezels vrijkomen. Dit is te verwachten bij aanleg, reparatie, onderhoud en aanboren van AC-leidingen.

De commissie wil in dit verband een tweetal aanbevelingen doen:

1. Na repareren en aanboren van bestaande AC-drinkwaterleidingen dienen deze leidingen zorgvuldig te worden afgespuid.
2. Waterleidingbedrijven die AC-leidingen in hun net gebruiken dienen te beseffen, dat het personeel, belast met aanleg, onderhoud en reparatie van deze leidingen beschouwd moet worden als een beroepsgroep, die duidelijk aan asbest is blootgesteld.

De commissie heeft bij enkele mesotheliomgevallen in Nederland dit soort werkzaamheden als oorzaak kunnen aanwijzen.

Afb. 2 - Elektronenmicroscopische opname van asbest afkomstig uit een watermonster (vergroting 35.000 x).



Met betrekking hiertoe wordt verwezen naar het recent verschenen persbericht van de WHO na afloop van het congres in Lyon en naar de aanbevelingen die de Arbeidsinspectie met betrekking tot werken met asbest en asbesthoudende materialen deed verschijnen [6].

Tenslotte kan nog vermeld worden dat inmiddels op advies van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening door de Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid, belast met het toezicht op de Hygiëne van het Milieu, aan de Directeur van het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid verzocht is te bezien in hoeverre de gezondheidsaspecten van het mogelijk voorkomen van asbestvezels in drinkwater nog nader onderzocht kunnen worden.

## Literatuur

1. Elmes, P. C. and Marion J. C. Simpson: *Insulation Workers in Belfast. Mortality 1940 - 1966*. Brit. Journ. Ind. Med. 28 (1971), pag. 226 - 236.
2. Selikoff, I. J., Hammond, E. C. and Seidman: *Cancer Risk of Insulation Workers in the United States*. Biol. Eff. Asbest, Lyon 1972, paper 33.
3. Rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen, 1948. (Deze Studiecommissie was een subcommissie van de destijds bestaande commissie voor de bestudering van het Waterleidingvak).
4. 'Toepassing van asbestcementbuizen voor waterleidingen'. Aanvullend rapport van de KIWA-commissie Niet-metalen Leidingen, Mededelingen nr. 5.
5. Cunningham, H. M. and Pontefract, R.: *Asbestos fibres in beverages and drinking water*. Nature 232 (1971) 5309, pag. 332-333.
6. Arbeidsinspectie (1971). Werken met asbest P nr. 116.

\*) Medegedeeld tijdens het van 18 - 20 november 1973 te Durham NC (USA) gehouden symposium 'On biological effects of ingested asbestos'.