

**CHLOOR IN ZWEMBADEN;
LOPEND ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP DE LUCHTWEGEN**

Opdrachtgever(s)	VROM W. Reinhold
CC	
Auteur(s)	A. Dusseldorp (RIVM-IMD), P. Fischer (RIVM-MGO)
Versie rapport	2
Status rapport	Definitief
Datum	29-11-2006
Rapportnummer	20061130 IMD ad
Dit rapport bestaat uit	17 pagina's (inclusief deze pagina)
IMD vraagnummer	2651
Projectnummer	M/734301/06/DA

Paraaf afdelingshoofd

d.d.

INHOUD

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
2. BEOORDELING ARTIKEL NICKMILDER EN BERNARD (2006)	5
2.1 SAMENVATTING ARTIKEL	5
2.2 BEOORDELING	6
3. (INTERNATIONAAL) ONDERZOEK	8
3.1 OVERZICHT BEGIN 2006	8
3.2 LITERATUUR	8
3.3 LOPEND ONDERZOEK	8
4. NEDERLANDSE SITUATIE	13
4.1 CHLORERING	13
4.2 CONCENTRATIE (TRI)CHLOORAMINES	13
5. CONCLUSIE	14
6. REFERENTIES	15
7. MET DANK AAN.....	17

SAMENVATTING

Recent publiceerden Nickmilder en Bernard een studie naar het verband tussen astmaprevalentie bij kinderen en de aanwezigheid van binnenzwembaden. VROM vroeg het RIVM deze studie te beoordelen. De studie is gedaan volgens een zogenaamd ecologisch design, waarbij het verband wordt onderzocht op groepsniveau (in dit geval land of gebied binnen een land), in plaats van de informatie over blootstelling en effect te bekijken op individueel niveau. De interpretatie van deze studies is lastig en vol valkuilen. In deze studie komt daarbij, dat het verband tussen zwembaden en astma alleen wordt gevonden als de gegevens van alle landen (totaal 21) in de analyse worden betrokken. Een aantal landen had meerdere centra waar het onderzoek is uitgevoerd. In deze landen zelf is het verband niet aanwezig. Het kan niet uitgesloten worden dat andere factoren dan zwembadbezoek het 'verband' veroorzaken. Daarnaast bemoeilijkt het feit dat zwemmen vaak wordt aangeraden als meest geschikte sport voor astmatici, de interpretatie van bijna alle dwarsdoorsnede studies onder kinderen op dit terrein. Al met al komt het erop neer dat op grond van de studie van Nickmilder en Bernard geen conclusie kan worden getrokken ten aanzien van het verband tussen zwemmen in binnenzwembaden en astma.

Lopend (internationaal) onderzoek

Dit wil niet zeggen dat er geen reden is het zwemmen in binnenzwembaden onder de loep te nemen. In diverse studies wordt dat ook gedaan. VROM vroeg het RIVM een overzicht te geven van lopend (internationaal) onderzoek. Hiervoor is overleg geweest met IRAS (universiteit Utrecht) en zijn een aantal buitenlandse onderzoeksgroepen benaderd. Uit het overzicht blijkt dat in de loop van 2007 en in 2008 diverse resultaten beschikbaar komen over de concentratie van (tri)chlooramines in zwembaden. Diverse onderzoeksgroepen bekijken daarnaast gezondheidseffecten (via vragenlijsten) en ook biologische markers worden onder de loep genomen. Overigens moet worden opgemerkt dat lopend onderzoek, voor zover wij weten, niet direct gericht is op het ontstaan van astma bij kinderen. De lopende onderzoeken kunnen wel het werkingsmechanisme van chlooramines verhelderen en daardoor bijdragen aan het inzicht of astma al dan niet aan chlooramines kan worden toegeschreven.

Nederlandse situatie in vergelijking met het buitenland

Omdat er nog onduidelijkheid is over de precieze relatie tussen het verblijf in binnenluchtwembaden en astma en/of het mechanisme daarvan, is het vertalen van buitenlandse onderzoeksresultaten naar de Nederlandse situatie (nog) niet zomaar te maken. Aangenomen dat chlooramines inderdaad een belangrijke rol hebben in het ontstaan van klachten, is de concentratie daarvan in elk geval één van de factoren die voor een vergelijking interessant is. Omdat de voorgeschreven dosering chloor in Nederland aan de hoge kant is ten opzichte van het buitenland, kunnen –bij verdere gelijke omstandigheden als aantal bezoekers en temperatuur van het water en de lucht – meer chlooramines worden gevormd. Of de concentraties chlooramines in de lucht ook hoger zijn, is verder mede afhankelijk van de ventilatie. Op grond van een beperkt aantal metingen lijken de concentraties chlooramines in

Nederland iets aan de hoge kant¹. Wegens analytische verschillen en het beperkte aantal metingen is dit overigens niet met zekerheid te zeggen.

¹ Gemiddeld op 0,56 mg/m³ in Nederland, met een range van 0,1-1,3 mg/m³. De gemiddelde concentratie (tri)chlooramines in een aantal buitenlandse studies varieert van grofweg 0,2 mg/m³ tot 0,6 mg/m³

1. INLEIDING

Diverse studies uit België (Bernard et al. 2003, 2005) suggereren een relatie tussen het zwemmen in overdekte zwembaden en het ontstaan van astma. Als 'boosdoener' wordt daarbij op trichlooramine gewezen. Deze stof ontstaat door reactie van chloor met stikstofhoudende verbindingen in het zwemwater, afkomstig van onder andere zweet en urine. Duidelijkheid over deze hypothese is er echter vooralsnog niet en daarnaast is er ook gedegen methodologische kritiek geleverd op de studies van Bernard (Armstrong e.a., 2006). VROM heeft aangegeven de internationale ontwikkelingen op dit gebied te willen volgen. In juli 2006 is er een nieuwe studie van Nickmilder en Bernard verschenen. Naar aanleiding daarvan heeft VROM de volgende vragen gesteld aan het RIVM:

- Het beoordelen van het artikel 'ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe' (Nickmilder en Bernard, Occup Environ Med. 17 July 2006)
- Het geven van een overzicht van ander (lopend) buitenlands onderzoek naar zwemmen in chloorzwembaden en astma bij kinderen.
- Het maken van een vertaalslag naar de Nederlandse situatie, voor zover beschikbare gegevens dit mogelijk maken

Het opstellen van een afgewogen oordeel over zwemmen (door jonge kinderen) en de kans op astma maakt geen onderdeel uit van deze opdracht.

2. BEOORDELING ARTIKEL NICKMILDER EN BERNARD (2006)

2.1 *SAMENVATTING ARTIKEL*

Het artikel beschrijft een studie naar de relatie tussen de beschikbaarheid van binnenschloorzwembaden in een bepaald gebied (uitgedrukt als aantallen per 100.000 bewoners) en de astmaprevalentie bij 6-7 en 13-14 jarige kinderen die in dat gebied wonen. Hierbij is de veronderstelling dat naarmate er meer binnenschloorzwembaden beschikbaar zijn, er ook meer kinderen gebruik maken van deze baden.

Methodie

Om deze relatie te onderzoeken hebben de onderzoekers gebruik gemaakt van bestaande datasets. Enerzijds is gebruik gemaakt van gegevens van een groot wereldwijd onderzoek naar trends en prevalenties van astma en allergie onder kinderen (ISAAC studie). Hiervan zijn de gegevens van de 69 Europese onderzoekscentra (21 landen) geselecteerd. Anderzijds is gebruik gemaakt van bestaande informatie over aanwezigheid van binnenschloorzwembaden in de gebieden van de onderzoekscentra, op basis waarvan het aantal binnenschloorzwembaden per 100.000

inwoners kon worden berekend. Omdat bekend is dat andere factoren dan binnenzwembaden gerelateerd zijn aan astma, zijn zoveel mogelijk van deze factoren geïnventariseerd om mee te kunnen worden genomen in de statistische analyses. Het gaat om o.a. om het bruto binnenlands product, het gemiddeld aantal kinderen per vrouw, het aantal personenauto's per 1000 inwoners, de geografische hoogte van onderzoekslocaties en de gemiddelde jaarlijkse temperatuur.

Resultaten

Tussen regio's binnen Europa bleek er een grote diversiteit aan de dichtheid van binnenschloorzwembaden. Vooral in West-Europa bleek er een hogere dichtheid te zijn t.o.v. Oost-Europa, maar ook binnen een land kon er sprake zijn van een grote diversiteit. De prevalentie van astma verschilde minder tussen de landen, hoewel de prevalentie in de Oost-Europese landen wat lager ligt. In het bijzonder Ierland en het Verenigd Koninkrijk scoorden relatief hoog. In de statistische analyses bleek er, in de groep van 13-14 jarigen, over alle onderzoekscentra een relatie te zien tussen de astmaprevalentie en de dichtheid van de binnenschloorzwembaden in het onderzoeksgebied van het centrum. Het sterkst was deze relatie voor de Noord-Europese onderzoekscentra, terwijl de relatie voor Zuid-Europa zwakker was en voor Oost-Europa niet aanwezig was. Voor de groep van 6-7 jarigen was de relatie ook zwakker.

Conclusie

De conclusie van de auteurs is dat deze studie laat zien dat binnen Europa de prevalentie van astma geassocieerd is met de beschikbaarheid van binnenschloorzwembaden.

2.2 BEOORDELING

De conclusie van de auteurs kan bij nadere bestudering van het artikel niet door ons gedeeld worden. Een probleem van de studie is dat zij 'ecologisch' van aard is. In de literatuur wordt dit deze opzet wel als 'onvolledig design' beschouwd door de beperkingen ervan. In een ecologisch design zijn slechts groeps-gemiddelde (centrum-gemiddelde) gegevens bekend over zowel de te onderzoeken ziekte (astma) als de te onderzoeken mogelijke veroorzakers van deze ziekte. Dit dient altijd gepaard te gaan met extra alertheid bij het analyseren, presenteren en interpreteren van de data. Correctie voor versturende variabelen is ondermeer een probleem als alleen op groepsniveau gegevens worden geanalyseerd en de kans op verkeerde associaties (in de literatuur wel de 'ecological fallacy' genoemd) is groot.

Kritiekpunten

Het eerste punt van kritiek is de mate waarin de gegevens van twee landen (Ierland en het Verenigd Koninkrijk) de resultaten bepalen. In een aantal illustraties in het artikel is eenvoudig te zien dat de conclusies anders zouden zijn wanneer de analyses zonder deze twee landen waren gedaan. Wanneer in figuur 3 alle observaties van het Verenigd Koninkrijk en Ierland worden weggestreept, blijkt de associatie (lijn) sterk naar een vlakke lijn te tenderen. De conclusie is dus sterk gebaseerd op de Engelse en Ierse data.

Het tweede punt van kritiek is dat er wordt gesuggereerd dat binnen hetzelfde land alle observaties onafhankelijk zijn. Zoals uit figuur 2 van het artikel blijkt, is de astmaprevalentie in Ierland en het Verenigd Koninkrijk beduidend hoger dan in de onderzoekscentra van de andere landen. Ook de andere landen verschillen in prevalenties. Het is nu de vraag of deze verschillen in prevalentie een gevolg zijn van verschillen in binnenschloorzwembaden dichtheid, of dat er, om wat voor andere redenen dan ook, binnen de landen verschillen in prevalentiegegevens bestaan. Als dat laatste het geval is, spreken we niet meer van onafhankelijke waarnemingen binnen de landen, maar noemen we deze waarnemingen ‘geclusterd’ en dient hiermee in de statistische analyses rekening te worden gehouden. In feite houdt dat in dat niet elke observatie een datapunt in de analyses is, maar dat eerst alle observaties per land ‘aangepast’ dienen te worden aan de ‘landspecifieke’ gegevens. Het aantal feitelijke observaties is dus ook minder dan de gepresenteerde (b.v. $n=89$ in een van de figuren). Ook naar aanleiding van een eerdere publicatie van deze groep is in een ingezonden brief op deze ommissie gewezen (Armstrong 2004) en is ook aangegeven dat als gevolg hiervan de gepresenteerde statistische significanties waarschijnlijk te precies zijn.

Invloed van de kritiekpunten

Hoe de hierboven genoemde zaken kunnen uitpakken in de conclusies kan worden geïllustreerd met behulp van figuur 4 van het artikel. Omdat nergens in het artikel een overzicht wordt gegeven van de daadwerkelijke getallen vergt het wat monnikenwerk om de individuele punten in figuur 4 per land te identificeren. Wanneer in de bovenste figuur, als voorbeeld, echter de punten behorend bij Spanje zo goed en zo kwaad als het kan, worden gemarkeerd, dan zal blijken dat er binnen Spanje geen relatie tussen binnenschloorzwembaden dichtheid en astmaprevalentie bestaat. Opmerkelijk in deze context is de zin “*Pursuing the analysis at the country level (6 countries had between 4 and 13 centres), we found no significant association between asthma and swimming pool availability.*” Met andere woorden; de auteurs geven aan dat binnen de landen zelf de relatie tussen de aanwezigheid van binnenschloorzwembaden en astma niet is aan te tonen. Het is onbegrijpelijk waarom de auteurs hier niet verder op in zijn gegaan.

Samenvattend

Op basis van een onjuiste statistische analyse, waarbij geen rekening is gehouden met de clustering van de data binnen een land, is in dit onderzoek een onjuiste conclusie getrokken m.b.t. de relatie astmaprevalentie en de beschikbaarheid van binnenschloorzwembaden. Hiermee willen wij niet beweren dat deze relatie niet zou bestaan, omdat op basis van eerdere studies en een zeer recente publicatie (Bernard e.a. 2006²), die qua opzet aanzienlijk beter van aard is, deze relatie voorsnog niet kan worden uitgesloten. Bovendien zijn ook andere luchtwegklachten in verband gebracht met blootstelling aan trichlooramines (bijvoorbeeld Massin e.a. 1998, Nystad e.a. 2003, Stav en Stav 2005, Jacobs e.a. 2006).

² Uitgekomen ná het artikel van Nickmilder en Bernard dat in dit briefrapport wordt beoordeeld.

3. (INTERNATIONAAL) ONDERZOEK

3.1 OVERZICHT BEGIN 2006

Een uitgebreid overzicht van onderzoek op het terrein van binnenzwembaden en gezondheidsklachten, wordt gegeven door Jacobs e.a. (IRAS, 2006). De conclusies, die op grond van de literatuurstudie van IRAS en de eigen studie van IRAS onder zwembadpersoneel kunnen worden getrokken, laten zich als volgt samenvatten:

- Klachten aan vooral de hogere luchtwegen (keel- en neusklachten) komen bij zwembadpersoneel significant vaker voor dan bij de algemene Nederlandse bevolking;
- De chlooramineconcentratie in de lucht is in sterke mate afhankelijk van de chloordosering en aantal bezoekers in het zwembad;
- De relatie tussen blootstelling aan chlooramines en *ontstaan* van astma is nog omstreden, *verergering* van bestaande astma en allergie door chlooramines verklaart waarschijnlijk een groot deel van optredende klachten;
- Eén van de geopperde mechanismen hierbij is een verandering in de longpermeabiliteit door chlooramines.

Bij het opstellen van een overzicht van buitenlandse studies voor dit briefrapport is vooral gezocht naar recente ontwikkelingen, gezien het uitgebreide onderzoek van IRAS. Hiertoe is onder andere contact opgenomen met de buitenlandse onderzoeksgroepen die reeds in het IRAS rapport worden genoemd, om de stand van zaken na te vragen. Tevens zijn enkele nieuwe contactpersonen benaderd. Dit heeft geresulteerd in het overzicht van lopend onderzoek (paragraaf 3.3.). Dit overzicht is naar verwachting niet helemaal compleet; er zijn mogelijk andere onderzoeksgroepen actief waar we niet achter zijn gekomen.

3.2 LITERATUUR

In de literatuurbestanden PUBMED en MEDLINE (1996-heden) is gezocht met de termen asthma, swimming, chloram*. Dit leverde ca. 20 artikelen op. Daarvan gaat een deel over de vorming van amines, markers in de longen, en een groot deel over de positieve effecten van zwemmen voor astmapatiënten. Waar relevant, worden de publicaties aangehaald in dit briefrapport. Geen van de publicaties geeft echter een dekkend beeld over het gehele onderwerp (zwemmen en risico op astma bij kinderen).

3.3 LOPEND ONDERZOEK

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1. borduurt dit overzicht voort op het overzicht van Jacobs e.a. (2006). Hieronder is weergegeven in welke fase de diverse onderzoeken zich bevinden. Ook wordt een aantal zeer recente publicaties (uit 2006) aangehaald, waar we op gestuit zijn bij het nagaan van lopend onderzoek.

Australië

De universiteit van West Australië heeft Vluchtige Organische Stoffen (VOS) gemeten in de lucht van een aantal binnenzwembaden. Trichlooramines zijn vooralsnog alleen in het water gemeten. Voor het meten van trichlooramines in de lucht is deze groep op zoek naar een laboratorium dat de analysemethode kan opzetten.

Momenteel analyseert men de gegevens van een dwarsdoorsnede onderzoek onder werknemers van elf zwembaden. Deze hebben vragenlijsten ingevuld met de volgende onderwerpen:

1. Werkgeschiedenis;
2. Gegevens over astma of hyperreactiviteit van de luchtwegen (datum van diagnose, ernst, medicijngebruik etc);
3. Beschrijving van optredende luchtwegklachten, in en buiten het werk;
4. Andere gezondheidsklachten (hoofdpijn, oogirritatie etc);
5. Rookgewoonten.

De resultaten worden in 2007 verwacht.

Een tweede studie, die net van start is gegaan, kijkt naar de prevalentie van luchtwegklachten en astmasymptomen onder kinderen met astma (op basis van medische diagnose) in zwembaden. Onderdeel van deze studie is de risicoperceptie onder deze groep. Deze studie zal nog een paar maanden lopen. (pers. med. mw. K Chisholm, november 2006).

Duitsland

In Duitsland wordt onderzoek uitgevoerd door het Bundesverband der Unfallkassen, samen met het Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz. Men is gestart met de evaluatie van een meetmethode voor trichlooramine, ten bate van de vervolprojecten. De meetmethode is onlangs gepubliceerd (BGIA, 2006). Deze meetmethode wordt ingezet om de concentratie van trichlooramines in ongeveer 70 zwembaden te bepalen. Hierbij worden diverse typen zwembaden bekeken, waaronder therapeutische baden en schoolzwembaden. Tijdens de metingen wordt een groot aantal andere parameters meegenomen, zoals ventilatie, temperatuur en waterkwaliteit. Het onderzoek richt zich puur op de trichlooramine concentraties in de zwembaden, en niet op klachten van bezoekers en/of werknemers. De resultaten worden in de loop van 2007 verwacht (pers. med. Dhr. Breuer, BGIA en Dhr. R. Kellner, Bundesverband der Unfallkassen, nov 2006).

Zeer recent verscheen een studie over zwembadbezoek en hooikoorts. In deze retrospectieve studie onder ca. 2600 volwassenen is een verband gevonden tussen hooikoorts en zwembadbezoek (in schooltijd en de afgelopen 12 maanden). De auteurs concluderen dat blootstelling aan bijproducten van chlorering leidt tot beschadiging van het longepitheel en men daardoor gevoeliger wordt voor andere allergenen (Kohlhammer e.a., 2006). Van deze onderzoeksgroep (the KORA study group) zal mogelijk ook in de nabije toekomst een review verschijnen over zwemmen en luchtwegklachten, waarin ca. 20 studies worden besproken. Deze review is onlangs opgestuurd ter publicatie (pers. med. Dhr. J Heinrich, nov 2006).

Engeland

De universiteit van Bristol beschikt over gegevens die mogelijk meer licht kunnen werpen op een eventueel verband tussen zwemmen en astma. Op het moment worden deze data niet geanalyseerd vanwege een gebrek aan financiering (pers. med. dhr. J Golding, nov. 2006).

Industrie

Op initiatief van Eurochlor (een onderdeel van de World Chlorine Council) wordt een review opgesteld ten aanzien van het gebruik van Clara Cells (CC16) als een biomarker voor het ontstaan van acute of chronische effecten op de luchtwegen (in een aantal zwembadstudies wordt CC16 als biomarker meegenomen). Het concept is begin 2006 besproken en becommentarieerd en wordt momenteel bijgesteld. Vervolgens is de bedoeling deze review in 2007 te publiceren in een wetenschappelijk tijdschrift.

Daarnaast wordt een 'state of the art' paper opgesteld ten aanzien van de blootstelling aan desinfectantia of bijproducten en de relatie met het ontstaan of verergeren van astma. Het concept is onlangs besproken op een bijeenkomst in Brussel met onder andere diverse wetenschappers. Als vervolg zal in 2007 een workshop georganiseerd worden met diverse onderzoekers die op dit terrein bezig zijn, om op basis van de 'state of the art' te discussiëren over het onderwerp en indien mogelijk te komen tot een gezamenlijk standpunt. (pers. med. mw. Van de Mast, Akzo NL en mw. V. Garny, Eurochlor, nov 2006).

Italië

Een aantal onderzoekers van de universiteit van Padua en van Florence publiceerden oktober j.l. een studie naar NO in uitademingslucht van 240 kinderen die regelmatig zwemmen. NO is één van de biomarkers voor luchtweginfectie. In deze studie werd geen verschil gevonden van deze biomarker tussen kinderen die wel en die niet regelmatig een binnenzwembad bezoeken. Ook werd geen verschil gevonden in astma-symptomen (Carraro e.a., 2006). Eveneens verscheen van deze onderzoekers dit najaar een studie naar biomarkers en longfunctie bij kinderen na een incident met chloor in een zwembad (Bonetto e.a. 2006). Op dit moment lopen er geen nieuwe studies (pers. med. E. Baraldi, nov 2006).

Spanje

In Barcelona werkt IMIM (Institut Municipal d'Investigació Medica) aan onderzoek naar (tri)chlooramines in zwembaden. Doel van het onderzoek is het beoordelen van de blootstelling en toxiciteit van bijproducten van chlorering in zwembaden. Het mechanisme waarop de blootstelling tot gezondheidseffecten kan leiden wordt hierin ook meegenomen. Er worden twee deelstudies uitgevoerd:

1. Studie onder ca. 3500 schoolkinderen, gebaseerd op vragenlijsten met onder andere vragen over luchtwegklachten en zwembadbezoek. Momenteel wordt de database opgeschoond, om binnenkort met de analyses te kunnen beginnen. Men hoopt de resultaten in 2007 te kunnen presenteren.

2. Studie onder 100 volwassen zwemmers, waarbij verschillende markers zullen worden gemeten in biologische monsters. Deze studie start begin 2007, de resultaten worden op zijn vroegst eind 2007 verwacht.

In de zwembaden in het studiegebied worden trihalomethanen en chlooramines in het water en de lucht van zwembaden gemeten. In een aantal zwembaden worden de bijproducten van chlooring gedurende een jaar gemonitord (pers. med. mw. C. Villanueva, nov. 2006).

Tabel 3.1. Overzicht van de bij ons bekende lopende (en zeer recente) onderzoeken

Land	Metingen chlooramines in de lucht	Gezondheids-effecten ³	Biologische markers	Populatie	Resultaten
Australië	Nee	Ja	Nee	Volwassenen	2007
Australië	Nee	Ja	Nee	Kinderen	2007/2008
Duitsland	70 zwembaden, diverse typen	Nee	Nee	Nvt	2007
Duitsland	Nee	Ja (review)	Nee	Volwassenen en kinderen	2007
Duitsland	Nee	Ja	Nee	Volwassenen	2006 ⁴
Engeland	Diverse gegevens aanwezig, voorlopig geen analyse				?
Industrie	Nee	Ja (review)	Ja (review)	Volwassenen en kinderen	2007
Industrie	Nee	Nee	Ja (review)	Volwassenen en kinderen	2007
Italië	Nee	Ja	Ja	Kinderen	2006 ⁵
Spanje	Ja	Ja	Ja	Volwassenen en kinderen	2007
Zweden	Ja, zes zwembaden en -paradijzen	Ja	Ja	Volwassenen	2007, 2008
Zweden	Ja	Ja	Nee	Volwassenen	2008

Zweden

De universiteit van Umeå bestudeert de blootstelling aan chlooramines in zwembaden en zwemparadijzen. In ongeveer zes baden zal de concentratie chlooramines in de lucht worden gemeten, apart voor de winter en de zomer. Daarnaast wordt bij gezonde vrijwilligers en werknemers van zwembaden gekeken naar longfunctie voor en na blootstelling aan chlooramines, tijdens lichte inspanning. In het bloed van deze populatie wordt (ook voor en na

³ (ook met ja beantwoord als longfunctie testen worden gedaan).

⁴ Kohlhammer e.a. 2006

⁵ Carraro e.a. en Bonetto e.a. 2006

blootstelling) gekeken naar CC16 (een marker voor ontstekingen aan de luchtwegen), en aan de deelnemers wordt gevraagd naar ervaren acute effecten.

De universiteit start daarnaast in 2007 met metingen van de persoonlijke blootstelling van werknemers in zes zwembaden (totaal 20 tot 30 werknemers). Chlooramine blootstelling gedurende een dag wordt in kaart gebracht en gerelateerd aan longfunctie voor en na de werkdag. Tevens wordt NO in uitgeademde lucht gemeten als marker voor luchtwegontstekingen (pers. med. dhr. K Eriksson, nov. 2006).

Concluderend

In de bij ons bekende studies (los van het onderzoek dat in België wordt gedaan) blijkt dat het ontstaan van astma bij kinderen niet direct wordt onderzocht. Los daarvan kunnen de resultaten van diverse studies wel een aanwijzing zijn voor het mechanisme waarlangs chlooramines (of andere bijproducten van chlorering) effecten op de gezondheid teweeg brengen. Op grond hiervan wordt mogelijk het inzicht vergroot of het ontstaan van astma al dan niet aan chlooramines kan worden toegeschreven.

4. NEDERLANDSE SITUATIE

Omdat er nog onduidelijkheid is over de precieze relatie tussen het verblijf in binnenluchtzwembaden en astma en/of het mechanisme daarvan, is het vertalen van buitenlandse onderzoeksresultaten (voor zover aanwezig) naar de Nederlandse situatie (nog) niet zomaar te maken. Aangenomen dat chlooramines inderdaad een belangrijke rol spelen in het ontstaan van klachten, is de concentratie daarvan in elk geval één van de factoren die voor een vergelijking interessant zijn.

4.1 CHLORERING

De dosis chloor die aan het water wordt toegevoegd is van invloed op de hoeveelheid trichlooramines die kan ontstaan. Dit is dus één van de factoren die in ogenschouw moet worden genomen wanneer wordt vergeleken met buitenlandse studies.

Chloreren van zwembadwater is in Nederland verplicht voor de desinfectie, op grond van het Besluit Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden. Als norm voor de chloorconcentratie geldt dat het vrij beschikbaar chloor tussen 0,5 en 1,5 mg/l moet zijn. Ook in andere landen gelden normen voor de concentratie (vrij en/of gebonden) chloor in zwembadwater. Jacobs e.a.(2006) heeft deze grenzen op een rij gezet en daaruit blijkt dat in de meeste landen de range vergelijkbaar is met Nederland. Eigenlijk heeft alleen Duitsland een duidelijk lagere grens (0,3-0,6 mg/l vrij chloor).

4.2 CONCENTRATIE (TRI)CHLOORAMINES

In Nederlandse zwembaden ligt de concentratie chlooramines in de lucht, op basis van beperkte metingen, gemiddeld op 0,56 mg/m³, met een range van 0,1-1,3 mg/m³ (Jacobs e.a. 2006). De gemiddelde concentratie (tri)chlooramines in een aantal buitenlandse studies varieert van grofweg 0,2 mg/m³ tot 0,6 mg/m³ (Jacobs e.a. 2006, tabel 17). In aanvulling op deze tabel zijn er nog de volgende gegevens: Een Spaanse studie geeft een gemiddelde concentratie chlooramines van 0,42 (+/- 0,24) mg/m³ in de ademzone van zwemmers (Drobnic e.a, 1996). Thickett e.a. (2002) heeft gemeten op ca. 1 meter hoogte bij de rand van het zwembad en vond daar concentraties trichlooramine in de range 0,1-0,57 mg/m³.

In vergelijking met de buitenlandse resultaten lijken de in Nederland gemeten concentraties (tri)chlooramines aan de hoge kant. Omdat het aantal metingen beperkt is en in een aantal gevallen verschillen bestaan tussen de analysemethoden, is dit echter geen harde conclusie.

5. CONCLUSIE

Op grond van het beoordeelde artikel is de conclusie niet hard te maken dat er een verband is tussen het zwemmen in binnenzwembaden en het vóórkomen van astma bij kinderen, laat staan dat het zwemmen hiervan de oorzaak is. Voornaamste reden is het feit dat de gegevens niet op een wijze zijn geanalyseerd die rekening houdt met het feit dat de verzamelde gegevens binnen één land met elkaar samenhangen. Wanneer de resultaten nader worden bekeken, blijkt bovendien dat ook binnen de landen geen verband aanwezig is. De auteurs geven dit zelf ook aan maar zijn er verder niet op ingegaan.

In andere studies wordt ook geen eenduidig beeld gevonden (zie ook rapport IRAS) al zal dit in een aantal gevallen samenhangen met methodologische beperkingen van studies. Anderzijds worden in een paar studies resultaten gevonden op grond waarvan voldoende aanleiding bestaat om het zwemmen in binnenzwembaden nader te bekijken. Uit de reacties van buitenlandse onderzoeksgroepen blijkt dan ook dat er diverse onderzoeken lopen. In de loop van 2007 en in 2008 zullen diverse resultaten beschikbaar komen over de concentratie van chlooramines in zwembaden. Diverse onderzoeksgroepen bekijken daarnaast gezondheidseffecten (via vragenlijsten) en ook biologische markers worden onder de loep genomen. Overigens moet worden opgemerkt dat lopend onderzoek, voor zover wij weten, niet gericht is op het ontstaan van astma bij kinderen. De lopende onderzoeken kunnen wel het werkingsmechanisme van chlooramines verhelderen en daardoor bijdragen aan het inzicht of astma al dan niet aan chlooramines kan worden toegeschreven.

Voor het vertalen van deze resultaten naar de Nederlandse situatie is onder andere van belang te weten in hoeverre de concentraties chlooramines in de Nederlandse zwembaden vergelijkbaar zijn. Een eerste indruk is dat deze mogelijk aan de hoge kant zijn ten opzichte van het buitenland.

6. REFERENTIES

Armstrong, B. and D. Strachan (2004). "Asthma and swimming pools: statistical issues." *Occup. Environ Med* 61(5): 475; author reply 476.

Baraldi E., Department of Pediatrics, University of Padua, Italië. E-mail dd 28 nov 2006.

BGIA- Arbeidsmappe 36. Lfg. V/06. Stickstofftrichlorid 8623. Messverfahren für Gefahrstoffe.

Bonetto G, Corradi M, Carraro S, Zanconato S, Alinovi R, Folesani G, Da Dalt L, Mutti A, Baraldi E. Longitudinal monitoring of lung injury in children after acute chlorine exposure in a swimming pool. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006 Sep 1;174(5):545-9.

Bernard A, Carbonnelle S, de Burbure C, Michel O, Nickmilder M. Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. *Environ Health Perspect*. 2006 Oct;114(10):1567-73.

Bernard A, Carbonelle S, Michel O, Higuët S, Burbure C de, Buchet JP, Hermans C, Dumont X, Doyle I. Lung Hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup. Environ. Med*. 2003; 60; 385-394.

Bernard A; Carbonnelle S; Nickmilder M; Burbure C de. Non-invasive biomarkers of pulmonary damage and inflammation: Application to children exposed to ozone and trichloramine. *Toxicol-Appl-Pharmacol*. 2005 Aug 7; 206(2): 185-90

Breuer D., Berufgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA), Sankt Augustin, Duitsland. E-mail dd 8 nov 2006.

S. Carraro, M. Pasquale, M. Da Frè, F. Rusconi, G. Bonetto, S. Zanconato, E. Baraldi. Swimming pool attendance and exhaled nitric oxide in children. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Volume 118, Issue 4, Pages 958-960

Chisholm K., School of Population Health, University of Western Australia. E-mail dd 19 nov 2006.

Drobnic, F. Freixa A, Casan P, Sanchis J, Guardino X. Assessment of chlorine exposure in swimmers during training. *Med. en science in sports and exercise*. 1996; 28:2, 271-274.

Eriksson K., Universiteit Umeå, Occupational and Environmental Medicine, Zweden. E-mail dd 16 nov 2006.

Garny V., Euro Chlor, Brussel, België. E-mail dd 14 nov 2006.

Golding, J. Department of Community Based Medicine, Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). Universiteit Bristol, UK. E-mail dd 19 nov 2006.

Jacobs J, Spaan S, van Rooy F, Meliefste K, Zaat V, Rooijackers J, Heederik D. Invloed van luchtkwaliteit op het voorkomen van klachten bij personeel van zwemgelegenheden. Een onderzoek in opdracht van SZW. IRAS, 2006.

Jacobs J, Spaan S, van Rooy F, Meliefste K, Zaat V, Rooijackers J, Heederik D. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J.* 2006 Nov 15. (E-pub, ahead of print).

Heinrich J. GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg, Duitsland. E-mail dd 13 nov 2006.

Kellner R., Department of chemical impacts, measurements, baths at the Bundesverband der Unfallkassen, München, Duitsland. E-mail dd 13 nov. 2006.

Kohlhammer Y, Döring A, Schäfer T, Wichmann HE, Heinrich J. Swimming pool attendance and hay fever rates later in life. *Allergy.* 2006; 61 1305-1309.

Levesque B, Duchesne JF, Gingras S, Lavoie R, Prud'homme D, Bernard E, Boulet LP, Ernst P. The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. *Int-Arch-Occup-Environ-Health.* 2006 Oct; 80(1): 32-9

Massin N, Bohadana AB, Wild P, Héry M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup. Environ. Med.* 1998; 55:258-263.

Mast L van der. Akzo Nobel Base Chemicals, Nederland. Telefonisch overleg dd 10 nov 2006.

Nickmilder M. and Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup. Environ. Med.* published online 17 Jul 2006

Nystad W, Nja F, Magnus P, Nafstad P. Baby swimming increases the risk of recurrent respiratory tract infections and otitis media. *Acta-Paediatr.* 2003 Aug; 92(8): 905-9

Stav D and Stav M. Asthma and Whirlpool Baths. *New England Journal of Medicine* 2005; 353:1635-1636.

Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur-Respir-J.* 2002 May; 19(5): 827-32

Villanueva Belmonte C. Centre de Recerca en Epidemiologia ambiental (CREAL). Institut Municipal d'Investigació Medica (IMIM), Barcelona, Spanje. E-mail dd 14 nov. 2006.

7. MET DANK AAN.....

Voor het samenstellen van een overzicht van lopend onderzoek zijn we uiteraard de onderzoekers erkentelijk die allen op korte termijn informatie hebben verschaft over hun projecten. Voor een startlijst van contactpersonen hebben wij dankbaar gebruik gemaakt van het netwerk van Suzanne Spaan (IRAS) en van Mark van Nieuwenhuijsen (Imperial College London). Dick Heederik van IRAS bedanken wij voor zijn waardevolle suggesties bij aanvang van dit project en het becommentariëren van het concept rapport.