

RIVM rapport 348802 016

**Acute blootstelling aan chloorgas in zweminrichtingen**  
Incidentiecijfers, oorzaken en behandelingsadviezen

W. Beltman, I. de Vries, J. Meulenbelt

juni 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Hoofdinspectie voor de Gezondheidszorg, ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS), in het kader van project nr. 348802, Informatie intoxicaties.

## Abstract

Annually, at least 4-5 accidents with acute exposure to chlorine gas in swimming pools take place in the Netherlands. The National Poisons Control Centre (NVIC), a department of the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), has the monitoring task of registering information requests on the health effects and treatment of acute exposure to chlorine gas. This report is intended to update the 1988 report on this subject. Furthermore, an attempt has been made to gain more insight into the cause of chlorine gas accidents in swimming pools.

Most chlorine gas accidents are due to the malfunctioning of the circulatory system, ranging from electronic defects in the monitoring and dosing equipment to inadequate water drains. It is recommended that additional detectors be installed especially at hypochlorite and acid inlets. This would facilitate a feedback mechanism with the dosing equipment. Also the circulation pumps should have a shutdown mechanism that activates on interruption of the circulation. Installation diagrams might come in handy when tracking down the cause of a malfunction.

The health effects and first-aid treatment of acute chlorine gas exposure are also discussed. For the information sheets of the Labour Inspectorate changing the text of some first-aid measures may be considered. Administration of corticosteroids after the inhalation of chlorine gas is not advised because there is as yet no proper clinical support for this.

# Inhoud

<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INHOUD</b>	<b>3</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>4</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>6</b>
1.1 CHEMIE VAN HET ZWEMBAD	6
<b>2. OPZET VAN HET ONDERZOEK</b>	<b>9</b>
<b>3. RESULTATEN</b>	<b>10</b>
3.1 INFORMATIEVERZOEKEN CHLOORGASINTOXICATIES	10
3.2 SCHEMATISCHE BESCHRIJVING VAN HET BEHEERSPROCES VAN DE WATERKWALITEIT	11
3.3 OORZAKENANALYSE CHLOORGASINCIDENTEN IN ZWEMBADEN	12
3.4 EFFECTEN VAN ACUTE BLOOTSTELLING AAN CHLOORGAS	13
3.4.1 <i>Inhalatoire intoxicaties</i>	13
3.4.2 <i>Acute effecten van blootstelling aan chloorgas</i>	14
3.4.3 <i>Langetermijneffecten</i>	15
3.4.4 <i>Waargenomen effecten in deze studie</i>	15
<b>4. BEHANDELING VAN ACUTE BLOOTSTELLING AAN CHLOORGAS</b>	<b>16</b>
4.1 INHALATIE	16
4.2 HUIDCONTACT	18
4.3 OOGCONTACT	18
4.4 INGESTIE	18
<b>5. AANBEVELINGEN</b>	<b>19</b>
<i>Aanbevelingen t.b.v. technisch zwembadpersoneel</i>	20
<i>Aanbevelingen t.b.v. toezichthoudend zwembadpersoneel</i>	21
<i>Instructies voor eerstehulpverlenend ambulancepersoneel en artsen</i>	22
<b>LITERATUUR</b>	<b>23</b>
<b>BIJLAGE 1 ENKELE CASUSBESCHRIJVINGEN</b>	<b>24</b>
<b>BIJLAGE 2 VERZENDLIJST</b>	<b>27</b>

## Samenvatting

In Nederland vinden minstens 4 à 5 keer per jaar accidenten plaats in zwembaden, waarbij te hoge concentraties chloorgas vrijkomen. Hieraan wordt een variabel aantal bezoekers en/of badpersoneel blootgesteld. Het aantal getroffen personen kan echter sterk oplopen, afhankelijk van de grootte van de zweminrichting en het aantal aanwezige personen. Eén en ander blijkt uit de gegevens van het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC), een onderdeel van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Het NVIC vervult een monitoringfunctie ten aanzien van dit soort accidenten door registratie van de informatieverzoeken over de gezondheidseffecten en behandeling van acute blootstelling aan chloorgas.

Dit rapport heeft als doel de gegevens uit het in 1988 verschenen rapport<sup>[1]</sup> te actualiseren met gegevens over de afgelopen 10 jaar (1988-1997). De gezondheidseffecten van acute blootstelling aan chloorgas en de behandeling ervan zijn in dit rapport beschreven. Verder is getracht meer inzicht te krijgen in de toedracht van chloorgasaccidenten in zwembaden door incidenten in de periode 1995 tot en met 1997 nader te beschouwen.

Verhoogde blootstelling aan chloorgas kan ontstaan door toevoeging van een overmaat aan hypochloriet aan het zwembadwater of lokaal door onvoldoende snelle menging met het zwembadwater. Heftige chloorgasvorming ontstaat vooral bij de directe vermenging van hypochloriet en een zuur.

De meeste blootstellingen aan te hoge concentraties chloorgas worden veroorzaakt door technische defecten aan apparatuur. Deze defecten variëren van onder andere defecten in de elektronische meetapparatuur en doseersystemen tot onvoldoende functionerende afvoersystemen.

Ten aanzien van de meetapparatuur en doseersystemen wordt aanbevolen op verschillende plaatsen in de circulatie (geautomatiseerde) controlemetingen te verrichten, met name op de punten waar hypochloriet en zuur aan de circulatie worden toegevoegd. Hierdoor is terugkoppeling met de doseersystemen mogelijk en kan op geleide van deze controlemetingen de toevoeging van hypochloriet en zuur worden aangepast of gestopt. Verder verdient het aanbeveling om het pompsysteem uit te rusten met een waarschuwingssysteem waardoor de pompen afslaan als de circulatie wordt onderbroken. Bij storingen kan dan ook sneller duidelijk worden wat het probleem precies is en hoe dit het beste opgelost kan worden. Daarnaast zou een schematisch overzicht van het waterbeheerssysteem in de zweminrichting uitkomst kunnen bieden bij het juist interpreteren van storingen. Dit is met name van belang omdat in een aantal gevallen het accident juist ontstond op het moment dat men een defect trachtte te herstellen. Omdat men zich onvoldoende de consequenties van zo'n herstellpoging realiseerde, is in die gevallen niet de meest optimale werkwijze gevolgd.

De voorlichtingsbladen van de Arbeidsinspectie –welke betrekking hebben op (handelingen) met corrosieve verbindingen in zweminrichtingen– zijn gericht op de preventie van mengfouten. Deze aanwijzingen hebben meestal betrekking op grote zwembaden. Met name in kleine zweminrichtingen dient extra aandacht uit te gaan naar de omgang met corrosieve verbindingen omdat in dat geval meerdere handelingen handmatig worden uitgevoerd. Hierbij dient gedacht te worden aan het geven van nadrukkelijke instructies, het opstellen van duidelijke werkprocedures en het gebruik van (persoonlijke) beschermingmiddelen.

Met betrekking tot de eerstehulpmaatregelen zoals die in deze voorlichtingsbladen worden genoemd zijn enkele aanpassingen gewenst. De belangrijkste is dat de toediening van corticosteroïden in geval van inhalatoire blootstelling aan chloorgas wordt afgeraden omdat de effectiviteit hiervan niet onderbouwd is met klinische studies. Dierexperimenteel onderzoek naar de effecten van corticosteroïden bij geïnduceerd toxische longschade toont juist nadelige effecten en een vertraagde wondgenezing. Mensen die behandeld worden voor chronisch longlijden kunnen hun voorgeschreven medicijnen blijven gebruiken, ook als bij deze middelen corticosteroïden zijn voorgeschreven.

## 1. Inleiding

Het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verstrekt 24 uur per dag telefonische informatie over mogelijke acute intoxicaties aan artsen, dierenartsen en apothekers, alsmede aan overheidsinstellingen. De verstrekte informatie wordt gegeven vanuit een geautomatiseerd systeem. Hierin worden de informatieverzoeken opgeslagen en verwerkt, waardoor het signaleren van trends en ontwikkelingen op het gebied van vergiftigingen relatief eenvoudig is. Zo wordt het NVIC jaarlijks een aantal malen geconfronteerd met het verzoek om informatie over de gevolgen van acute blootstelling aan chloorgas in zwembaden. Omdat meestal de bezoekers van de zweminrichtingen worden getroffen kan in geval van een incident het aantal blootgestelde personen relatief groot zijn. Zo vond in 1996 in een groot zwembad een chloorgasincident plaats waarbij ca. 1500 bezoekers werden blootgesteld (zie dit rapport).

Vaak wenden de getroffen en hun huisarts of een nabij gelegen ziekenhuis, welke op hun beurt veelal het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) consulteren over de gezondheidseffecten en behandeling van acute inhalatoire blootstelling aan chloorgas. Het werkelijke aantal accidenten dat in Nederland plaatsvindt zal hoger kunnen zijn dan door het NVIC wordt geregistreerd, omdat niet in alle gevallen het NVIC om informatie wordt verzocht.

In 1988 publiceerde het NVIC op verzoek van de toenmalige Geneeskundige Hoofdinspectie een rapport met incidentcijfers en instructies voor de eerste hulpverlening voor badpersoneel en EHBO'ers<sup>[1]</sup>. Het voorliggende rapport is gemaakt met de bedoeling de gegevens uit het eerder verschenen rapport te actualiseren, waarbij met name aandacht is besteed aan de oorzaken van het vrijkomen van een overmaat aan chloorgas. Preventieve adviezen en maatregelen zijn immers pas effectief als ze ondersteund worden door een zorgvuldige analyse van de oorzaken.

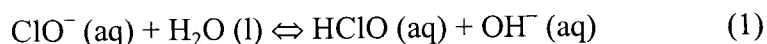
Teneinde inzicht te verkrijgen in de door de Hoofdinspectie voor de Gezondheidszorg gewenste specifieke gegevens, is naast registratie van de informatieverzoeken welke betrekking hadden op chloorgasincidenten in zwembaden, vanzelfsprekend ook getracht de toedracht van de verschillende accidenten in zwembaden te achterhalen.

Verder is de behandeling van aan chloorgas blootgestelde personen opnieuw geëvalueerd. De voorlichtingsbladen van de Arbeidsinspectie, welke betrekking hebben op de veiligheid in het gebruik van gevaarlijke stoffen in zweminrichtingen, zijn hierbij tevens beschouwd.

### 1.1 Chemie van het zwembad

Om de kwaliteit van het water in een zwembad op peil te houden is desinfectie nodig. Hiertoe kunnen verschillende middelen worden gebruikt, zoals ozon (O<sub>3</sub>), waterstofperoxyde (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), isocyanuurzuurderivaten en hypochloriet. Hypochloriet wordt in Nederland meestal gebruikt in de vorm van chloorbleekloog (natriumhypochloriet, NaClO) en soms als calciumhypochloriet (Ca(ClO)<sub>2</sub>).

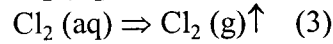
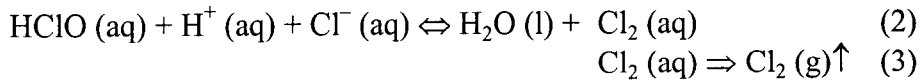
Opgelost in water ontstaat een sterk pH-afhankelijk evenwicht tussen het hypochloriet-ion (ClO<sup>-</sup>) en het hypochlorietzuur (of onderchlorigzuur, HClO):



*De afkorting (aq) geeft aan dat het molecuul of ion in water is opgelost; de afkorting (l) betekent vloeibaar.*

In de praktijk tracht men de concentratie vrij chloor (het totaal van hypochloriet en hypochlorietzuur) te handhaven op het wettelijke minimum van 0,5 mg/l, gemeten bij de circulatieafvoer.

Daarnaast is het in water opgelost hypochlorietzuur in evenwicht met chloor (Cl<sub>2</sub>) dat met name door beweging van het wateroppervlak kan ontsnappen als gas:



*De afkorting (aq) geeft aan dat het molecuul of ion in water is opgelost. De afkorting (l) betekent vloeibaar; (g) betekent gasvormig. Een pijl omhoog ↑ geeft aan dat het molecuul uit de oplossing verdwijnt (verdamping).*

Ook ultraviolette straling zorgt voor afbraak van het hypochloriet-ion.

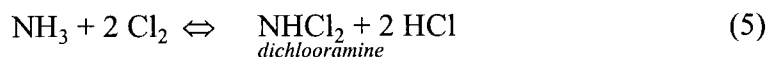
Hypochloriet bezit een oxydatieve werking en zorgt daarmee voor desinfectie, afbraak van organische afvalproducten en remming van algengroei. Het hypochloriet-ion kan door zijn negatieve lading moeilijker (bacterie)cellen binnendringen en is daardoor als desinfectans 80 keer minder effectief als het ongeïoniseerde zuur (HClO).

Evenwichtsreactie (1) verschuift bij toename van de pH (vooral bij pH > 8) naar links waardoor de desinfecterende werking van het chloormengsel afneemt. Bovendien treedt een onaangenaam prikkelend gevoel van de ogen op bij een pH > 7,8. Hoewel bij een hogere pH de concentratie HClO afneemt (en de concentratie ClO<sup>-</sup> toeneemt) wordt ook de integriteit van de huid aangetast, waardoor het HClO beter in de huid kan dringen en de zwemmer daardoor langere tijd een 'chloorlucht' met zich mee draagt.

Een te lage pH kan ook problemen geven: hierbij verschuift evenwichtsreactie (2) naar rechts, waardoor meer chloor ontstaat. Tevens veroorzaakt een lage pH irritatie van de ogen met een droog gevoel (bij pH < 6,6) en kan corrosievorming van cement en ijzer van de badwanden optreden.

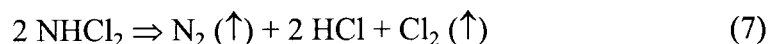
Het is dus om verschillende redenen van belang de pH van het zwembadwater tussen de gewenste pH-waarden van 7,2 en 7,6 te houden. Het onverdunde chloorbleekloog bevat meestal 4-7% NaOH (natronloog) ter stabilisatie. Daarom moet de zuurwaarde van gechloreerd water (water waaraan chloorbleekloog is toegevoegd) meestal worden verlaagd met behulp van bijvoorbeeld zoutzuur of zwavelzuur. De pH kan worden verhoogd door toevoeging van natrium(bi)carbonaat.

Verder speelt bij een juiste pH de irritatie van de slijmvliezen door chloorverbindingen nauwelijks een rol. De typische 'zwembadlucht' en de daarbij horende slijmvliesprikkeling is veeleer toe te schrijven aan zogenaamde chlooramines. Deze verbindingen ontstaan door reactie van chloor met ammonia, dat ontstaat uit stikstofverbindingen als eiwitten en ureum die door de badgasten in het water worden gebracht (reacties 4 en 5):

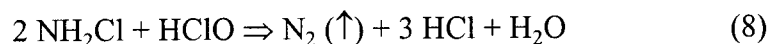


Met name trichloor- en dichlooramine zijn prikkelend voor de slijmvliezen. Trichlooramine is onder normale omstandigheden instabiel en komt alleen voor bij een pH < 4. Dichlooramine ontstaat vooral bij een pH lager dan die voor zwembadwater normaal is en is daarbij ook stabiel. Zoals genoemd is bij een lagere pH de desinfecterende werking van hypochloriet groter, echter daarbij neemt de prikkelende 'chloorlucht' dus ook toe.

Ook om deze reden is een pH tussen 7,2-7,6 het meest wenselijk. Bij deze pH is dichlooramine minder stabiel en valt sneller uiteen:



Monochlooramine is stabiel, maar kan in aanwezigheid van onderchlorigzuur worden afgebroken:



Wanneer de badgasten klagen over een prikkelende chloorlucht, dan kan dat dus komen door de vorming van chlooramines. In dat geval dient een ogenschijnlijk paradoxale verhoging van de toegevoegde hoeveelheid hypochloriet plaats te vinden. Hierdoor worden namelijk de chlooramines verder afgebroken als in de reacties 7 en 8.

Daarnaast kunnen in het zwembadwater tal van andere organische chloorverbindingen ontstaan, waarvan trichloormethaan (chloroform,  $\text{CHCl}_3$ ) één van de bekendste is. De chlooramines en andere chloorverbindingen worden gezamenlijk aangeduid als gebonden chloor. Gebonden chloor bezit een beduidend minder desinfecterend vermogen dan vrij chloor. Het gehalte gebonden chloor bedraagt doorgaans 0,25 mg/l. Bij een verhoogde aanvoer van organische verbindingen (meer bezoekers) kan de hoeveelheid gebonden chloor toenemen.<sup>[2,3]</sup>



## 2. Opzet van het onderzoek

Alle artsen die het NVIC om informatie verzochten over de gevolgen van inademing van chloorgas, werden op de gebruikelijke wijze geïnformeerd over het mogelijke klinische beeld dat na blootstelling zou kunnen ontstaan en de behandeling hiervan. Indien het informatieverzoek een chloorgasincident in een zweminrichting betrof, werd bij de betrokken instanties (zoals artsen, zwembadeigenaar en -personeel en brandweer) informatie ingewonnen over de toedracht en aard van het incident.

Daarnaast zijn in het kader van deze inventarisatie een aantal zwembaden bezocht door medewerkers van het NVIC met het doel nader inzicht te verkrijgen in de beheersing van de kwaliteit van het zwembadwater in het algemeen en de toedracht van ongevallen in het bijzonder.

De aan het NVIC gerichte informatieverzoeken over chloorgasaccidenten in zwembaden zijn bestudeerd over een periode van 10 jaar (1988 tot en met 1997).

### 3. Resultaten

#### 3.1 Informatieverzoeken chloorgasintoxicaties

In Tabel 3.1 is per jaar weergegeven hoe vaak het NVIC informatieverzoeken met betrekking tot de blootstelling aan chloorgas heeft ontvangen en hoeveel van die verzoeken een incident in een zweminrichting betreffen.

**Tabel 3.1 Informatieverzoeken ontvangen door het NVIC over blootstelling aan chloorgas in de periode 1988 tot en met 1997.**

<i>jaar</i>	<i>informatie-verzoeken m.b.t. chloorgas</i>	<i>aantal chloorgasincidenten in zwembaden</i>
1988	61	5
1989	58	4
1990	58	2
1991	65	4
1992	54	4
1993	56	5
1994	44	1
1995	49	4
1996	45	5
1997	50	5

Het NVIC is gemiddeld zo'n 54 keer per jaar gebeld met een verzoek informatie te verstrekken over blootstelling aan chloorgas. Circa vier informatieverzoeken per jaar hadden betrekking op een chloorgasincident in een zweminrichting. Het aantal daarbij betrokken personen was verschillend, evenals de mate van blootstelling en de ernst van de eventuele vergiftiging van deze betrokkenen.

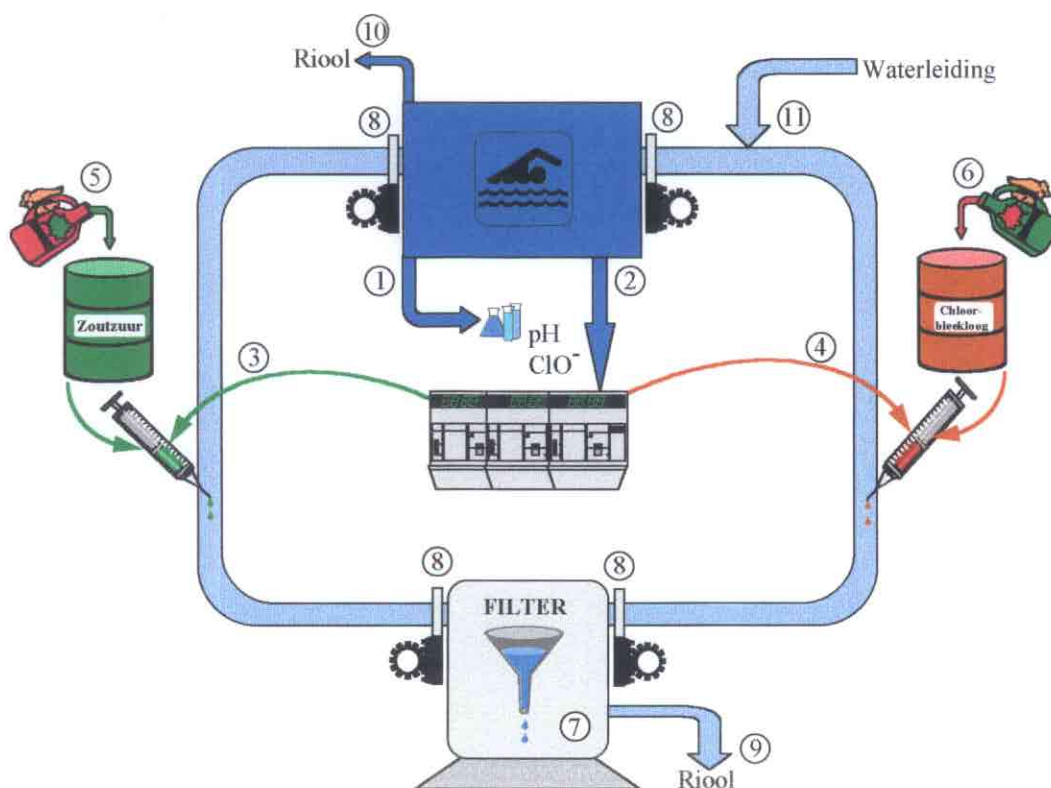
### 3.2 Schematische beschrijving van het beheersproces van de waterkwaliteit

Aan de hand van Figuur 1 wordt eerst een korte beschrijving gegeven van het beheersproces van de kwaliteit van het zwembadwater. In deze beschrijving wordt ervan uitgegaan dat het bad reeds in bedrijf is en dus gevuld is met water.

Dagelijks worden uit het badwater handmatig monsters genomen waarvan met eenvoudige kleurreacties de pH en de gehalten vrij en gebonden chloor worden bepaald (1). Deze waarden worden vergeleken met de waarden die het elektronisch meetsysteem (2) registreert.

Op geleide van de metingen van dit systeem worden de doseerpompen voor het zuur (3) en het chloorbleekloog (4) aangestuurd. Deze pompen zijn aangesloten op verschillende voorraadvaten, welke handmatig of geautomatiseerd worden bijgevuld (5 en 6).

Het water wordt uit het bad over een filter (7) gepompt, dat zorgt voor de mechanische verwijdering van grovere vuildeeltjes (haren, pleisters, e.d.). Meestal bestaat het filtermateriaal uit een groot zandbed dat deze ongerechtigheden opvangt. Ter reiniging van het filter wordt regelmatig de stroomrichting van de circulatie omgekeerd. Hiertoe wordt op bepaalde plaatsen de circulatie met afsluiters (8) onderbroken of geopend. Het residu op de filter wordt dan in het riool (9) weggespoeld.



Figuur 1. Schematische voorstelling van het beheersproces van de waterkwaliteit.

In het bad bevinden zich zogenaamde overloopputjes (10) die zorgen voor verwijdering van drijvend vuil. Deze komen eveneens uit op het rioleringsstelsel. Tegelijkertijd wordt op deze manier voldaan aan de eis om per bezoeker een deel van het circulerende water te vervangen door vers leidingwater (11).

### 3.3 Oorzakenanalyse chloorgasincidenten in zwembaden

Voor een analyse van de oorzaken van verhoogde expositie aan verbindingen kan de volgende gebruikelijke indeling in drie categorieën worden gebruikt. In de eerste plaats kunnen technische oorzaken worden onderscheiden: apparatuur kan defect raken of niet adequaat zijn geïnstalleerd. Daarnaast kunnen organisatorische oorzaken een rol spelen; hieronder vallen bijvoorbeeld werkprocedures (zowel ten aanzien van routinewerkzaamheden als ten aanzien van onderhoudswerkzaamheden en storingen), onderlinge communicatie en controle, alsmede begeleiding en instructie van personeel. Tenslotte zijn er persoonsgebonden oorzaken, waarbij kan worden gedacht aan de wijze van uitvoering van werkzaamheden (bijvoorbeeld nonchalant, slordig werken, gehaastheid e.d.), maar ook aan kennisniveau en ervaring van werknemers. Veelal spelen combinaties van deze drie oorzaken een rol in het tot stand komen van de blootstelling.

Zoals uit figuur 1 blijkt, kunnen zich op diverse punten in het beheersproces van de waterkwaliteit van een zwembad problemen voordoen, hetgeen uiteindelijk kan resulteren in de expositie van personen aan een verhoogde concentratie chloorgas. In het navolgende gedeelte wordt een aantal incidenten besproken, welke illustratief zijn voor de wijze waarop verhoogde concentraties chloorgas in zwembaden kunnen ontstaan. Deze gevallen zijn opgenomen in bijlage 1.

Technische problemen blijken regelmatig de oorzaak te zijn voor een verhoogde concentratie chloorgas rond het zwembadwater. Wordt als gevolg van een defect in de automatische meetapparatuur bijvoorbeeld een te laag chloorgehalte in het water gemeten, dan kan volkomen ten onrechte het automatische doseersysteem geactiveerd worden/blijven tot de extra afgifte van hypochloriet aan het water. Een defect in het doseersysteem zelf kan hier uiteraard ook debet aan zijn. In één geval bleek 's nachts een afsluiter voor het instroompunt van hypochloriet naar het zwembad defect te zijn geraakt en daardoor niet meer te kunnen openen (zie casus 6 in bijlage 1). Als gevolg daarvan kon hypochloriet niet meer in het zwembadwater worden geloosd, hetgeen leidde tot een te lage chloorconcentratie in het water. Dit werd ook als zodanig gemeten, waarop het automatische doseersysteem geactiveerd bleef om voortdurend hypochloriet af te geven, hetgeen zich verder ophoopte achter de afsluiter. Een tweede meetpunt ter controle in deze toevoerende leiding ontbrak. De volgende dag heeft men zich onvoldoende gerealiseerd wat er precies aan de hand was en de afsluiter zonder meer handmatig geopend, waarna het overgechlorideerde water in de achterliggende leiding snel in het badwater stroomde en ter plekke een veel te hoge concentratie chloorgas vrij kwam. Naast een technisch defect speelde hier ook onvoldoende kennis van het werkingsprincipe van de gehele installatie of een zich te weinig bewust zijn van de consequenties van een defect, een rol in het tot stand komen van de uiteindelijke expositie.

Dat niet alleen de apparatuur die direct bij het doseren van verschillende verbindingen of het meten daarvan, van belang is, illustreren de volgende gevallen. Een uitgevallen luchtbehandelingssysteem in een binnenbad zorgde voor onvoldoende afvoer van chloorgasdampen (zie casus 2 in bijlage 1). In combinatie met een juist verhoogde toevoer van chloorbleekloog aan het water in verband met de grote toeloop van bezoekers aan het zwembad, ontstond een verhoogde concentratie chloorgas in de lucht. In twee andere gevallen (casus 4 en 7) ontwikkelde zich - als gevolg van gebrekkige afvoer - in het riool chloorgas door vermenging van zoutzuur en natriumhypochloriet. Bovendien bleek dit chloorgas weer vrij te kunnen komen in de badruimte via putjes, die niet waren voorzien van een waterslot. Vermenging van zuur en hypochloriet geeft vrijwel altijd een vrij heftige chloorgasvorming. Meestal ontstaan dergelijke incidenten door het abusievelijk (handmatig) bijvullen van een vat

of voorraadtank hypochloriet met zuur. In de regel betreft het hier dan de werknemer die ernstig blootgesteld wordt aan chloorgas en worden niet zozeer de bezoekers van het zwembad getroffen. Een dergelijk blootstellingsscenario komt frequenter voor in kleine zwembaden zonder automatische doseerinstallaties zoals bijvoorbeeld op campings of in hotels.

### 3.4 Effecten van acute blootstelling aan chloorgas

#### 3.4.1 Inhalatoire intoxicaties

De inademing van toxische gassen en dampen kan resulteren in een intoxicatie. Afhankelijk van de ingeademde verbinding kunnen verschillende klinische beelden ontstaan. Voor de dagelijkse praktijk wordt een indeling in respectievelijk type I, type II en type III inhalatoire intoxicaties gemaakt.<sup>[4]</sup>

##### Type I inhalatoire intoxicaties

Deze categorie intoxicaties kunnen worden veroorzaakt door verbindingen als **chloor**, zoutzuur, ammoniak en zwaveldioxide. In het algemeen geldt dat verbindingen die goed in water oplosbaar zijn ook goed in het mucus van de luchtwegen oplossen, waardoor als gevolg van oxidatie of pH-veranderingen beschadiging van het slijmvlies van de grote luchtwegen (trachea en bronchiën) kan ontstaan. De reactie van deze stoffen met de mucosacellen volgt direct na het oplossen van deze verbindingen in de mucosa. Symptomen kunnen dan al tijdens of direct na de blootstelling worden waargenomen. De slijmvliesen van ogen, neus en keel zijn eveneens aangedaan, zich o.a. uitend in irritatie, tranenvloed en neusecretie. In de praktijk is dit van belang aangezien deze symptomen als indicator kunnen dienen of blootstelling aan de luchtwegen is opgetreden.

Het verdere medische beleid kan hier mede op worden afgestemd. De ernst van de symptomen hangt af van de mate van blootstelling, dat wil zeggen van de concentratie in de lucht en de duur van de blootstelling. Bij een betrekkelijk geringe blootstelling bestaan de verschijnselen vooral uit tranende ogen, neusirritatie en -uitvloed, keelpijn, hoesten (al of niet productief) en vaak een brandend gevoel achter het borstbeen en pijn bij doorzuchten. Bij blootstelling aan (zeer) hoge concentraties zal in het algemeen direct ernstige zwelling van het slijmvlies van glottis en grote luchtwegen ontstaan, resulterend in hevige bronchospasmen. Glottisoedeem is een levensbedreigende aandoening en verstikking kan het gevolg zijn. Bij zeer hoge concentraties kan bovendien necrose van het slijmvlies met hemoptoë ontstaan.

Voor de volledigheid worden hier de andere twee types inhalatoire intoxicaties kort besproken.

##### Type II inhalatoire intoxicaties

Tot de veroorzakers van dit type intoxicaties behoren verbindingen als stikstofoxiden (nitreuze dampen), fosgeen en ozon. Beschadiging ontstaat hier op het niveau van de bronchioli en alveoli. Als gevolg van het ontstaan van interstitieel en alveolair oedeem (ARDS) en ontstekingsinfiltraat ontstaat een gestoorde ventilatie-perfusie verhouding resulterend in respiratoire insufficiëntie. Deze processen kosten tijd en symptomen kunnen direct na de blootstelling ontbreken om pas uren later manifest te worden. Soms hebben patiënten aanvankelijk kortdurende irritatieve luchtwegklachten. Het klinisch beeld wordt gekenmerkt door een toenemende dyspnoe, cyanose en respiratoire insufficiëntie.

##### Type III inhalatoire intoxicaties

Tot de type III inhalatoire intoxicaties behoren intoxicaties veroorzaakt door verbindingen die geen of slechts geringe luchtweg- of longbeschadiging teweeg brengen, maar die via de

longen geabsorbeerd worden en elders in het lichaam hun effecten uitoefenen. Enige slijmvliesprikkeling van de luchtwegen kan zich hier overigens wel voordoen, echter dit resulteert niet in een daadwerkelijke beschadiging. De optredende symptomatologie is sterk afhankelijk van de aard van de intoxicerende verbinding.

### 3.4.2 Acute effecten van blootstelling aan chloorgas

Inademing van *chloorgas* geeft dus aanleiding tot een *type I inhalatoire intoxicatie*. De toxische werking van het chloorgas wordt grotendeels veroorzaakt doordat chloor met het vocht van de slijmvliesen van ogen en luchtwegen reageert tot zoutzuur (HCl) en hypochlorietzuur (HClO). Laatstgenoemde verbinding reageert weer verder tot HCl en zuurstof (O<sub>2</sub>).

De relatie tussen de concentratie van chloorgas in de lucht en mogelijke toxische effecten (gebaseerd op casuïstische gegevens) kan men uit Tabel 3.2 aflezen. Het optreden van toxische effecten ten gevolge van chloorgas is niet alleen afhankelijk van de concentratie in de lucht, maar ook van de tijdsduur van de blootstelling.

Bij blootstelling aan lage concentraties chloorgas (< 3 mg/m<sup>3</sup>) is het mogelijk dat zich geen verschijnselen voordoen, of dat slechts een milde irritatie (prikkelend gevoel) van ogen, neus en keel optreedt. Bij blootstelling aan hogere concentratie chloorgas (3–45 mg/m<sup>3</sup>) neemt ook de ernst van de verschijnselen toe. Deze kunnen bestaan uit heftig tranende ogen, niezen, hoesten en bij doorzuchten pijn achter het borstbeen. Bij blootstelling aan hoge concentraties (> 45 mg/m<sup>3</sup>) zullen de verschijnselen ernstiger zijn: forse irritatie van de slijmvliesen, piepende ademhaling, kortademigheid, misselijkheid en braken. Door ernstige slijmvliesbeschadigingen kan ook bloed opgehoest worden. Glottis-, larynx- en longoedeem kunnen aanleiding geven tot een ernstige respiratoire insufficiëntie. Systemische hyperchloremie en een hyperchloremische acidose kunnen optreden, maar worden slechts zelden waargenomen.

Bij een inhalatoire chloorgasintoxicatie is het mogelijk om vrijwel direct na de blootstelling de effecten in hun volledige omvang te beoordelen. Hierbij is de mate waarin de oogslimvliesen zijn aangedaan een goede indicatie voor de mate van blootstelling van de luchtwegen en de longen. Zonder oogirritatie zal de inhalatoire expositie naar alle waarschijnlijkheid ook wel meevallen.

**Tabel 3.2 Relatie tussen de concentratie in de lucht en effecten bij inhalatoire expositie aan chloorgas ( $3 \text{ mg/m}^3 \approx 1 \text{ ppm}$ )**

concentratie ( $\text{mg/m}^3$ )	toxische effecten (gebaseerd op casuïstische gegevens)
0,6 - 10	reukdrempel (er kan tolerantie ontstaan)
0,6	irritatie van neus, ogen en keel
3	branderige conjunctiva, droge keel, hoesten, bemoeilijkte ademhaling
4	na 30 minuten kortademheid en hoofdpijn
3 - 9	verdraagbaar gedurende circa 1 uur; milde irritatie slijmvliezen
9 - 18	brandende ogen, blepharospasmen, rode ogen, traanvorming, bij voortdurende blootstelling kan de gevoeligheid verminderen en kunnen de symptomen verdwijnen
15 - 45	(matige) irritatie van de bovenste luchtwegen, hoofdpijn
90	onmiddellijk hoesten, pijn op de borst, dyspnoe, braken
120 - 180	toxische pneumonitis, longoedeem
1300	binnen circa 30 minuten letaal
3000	binnen zeer korte tijd letaal

### 3.4.3 Langetermijneffecten

Langetermijneffecten na een inhalatoire chloorgas-intoxicatie treden slechts op in gevallen waar ook sprake was van acute effecten, dus ook hiervoor geldt, dat indien zich in aansluiting op de blootstelling geen symptomen hebben voorgedaan, geen lange-termijneffecten te verwachten zijn. Vooralnog blijven echter langetermijneffecten voornamelijk beperkt tot gevallen met blootstelling aan zeer hoge chloorconcentraties, veelal in een industriële setting. Bij een chloorgas-incident in een zwembadsituatie is in de regel sprake van een kortdurende blootstelling aan betrekkelijk lage concentraties. Tot op heden zijn geen langetermijneffecten beschreven ten gevolge van blootstellingen aan chloorgas in zweminrichtingen.

### 3.4.4 Waargenomen effecten in deze studie

De chloorgasaccidenten, welke zijn beschreven in bijlage 1, bestrijken een periode van 3 jaar. In 6 incidenten zijn 69 mensen blootgesteld geweest aan chloorgas in zweminrichtingen, waarvan 38 kinderen en 31 volwassenen. Tweederde van de blootgestelde mensen ontwikkelde klachten van irritatie aan ogen, keel en luchtwegen. Bij dertien personen werden de verschijnselen omschreven als sterke irritatie; 11 daarvan waren kinderen. Vijftien personen (11 kinderen en 4 volwassenen) werden opgenomen in een ziekenhuis, waarvan voor twee kinderen en een volwassene behandeling op een Intensive Care noodzakelijk werd geacht. Bij één accident (casus 4) resulteerde de blootstelling aan chloorgas in het braken van 2 kinderen.

In casus 5 waren ten tijde van het accident circa 1500 bezoekers aanwezig. Nauwkeurige cijfers ontbreken in dit geval, maar duidelijk is wel dat minstens enige tientallen getroffen zijn door blootstelling aan een te hoge concentratie chloorgas. Voor zover ons bekend zijn geen van de slachtoffers opgenomen in een ziekenhuis. De meesten hebben last gehad van relatief milde klachten van irritatie aan de slijmvliezen van ogen, keel en luchtwegen. Overigens moet ook een beduidend aantal mensen meer dan alleen milde irritatieklachten hebben ondervonden. Zo zijn in ieder geval twee personen doorverwezen naar een oogarts wegens aanhoudende irritatie van de ogen. Verder moesten enkele mensen braken.

## 4. Behandeling van acute blootstelling aan chloorgas

### 4.1 Inhalatie

Voor het medische beleid is het belangrijk dat de symptomatologie en daarmee de ernst van de intoxicatie (bij een type I inhalatoire intoxicatie) al bij het eerste onderzoek van de patiënt na de blootstelling duidelijk is. Bij dit type intoxicatie ontstaat niet na een betrekkelijk symptoomarm interval een plotselinge verslechtering van de klinische toestand van de patiënt, bijvoorbeeld door het ontstaan van longoedeem. Heeft een patiënt geringe klachten en/of verminderen deze snel na het beëindigen van de blootstelling dan is observatie in een ziekenhuis meestal niet nodig. Op grond van pre-existent aanwezige aandoeningen (astma, COPD, cardiale aandoeningen) kan in het individuele geval uiteraard anders worden besloten. Lijkt het bij eerste onderzoek daarentegen om een ernstige intoxicatie te gaan, dan is behandeling en observatie in een ziekenhuis aangewezen.

Behandeling bestaat in principe uit het opheffen van de blootstelling, het toedienen van bronchospasmolytica (xanthinederivaten,  $\beta_2$ -sympathicomimetica of een parasymphatholyticum als ipratropium) en zo nodig zuurstof en beademing. Bij ernstig slijmvliesoedeem en bronchospasmen dringen aërosolen niet diep genoeg in de luchtwegen door om effectief werkzaam te kunnen zijn. De  $\beta_2$ -sympathicomimetica kunnen dan subcutaan worden toegediend. Bij levensbedreigend glottisoedeem kan het uitvoeren van een spoedconiotomie noodzakelijk zijn. In geval van een secundaire bacteriële infectie kunnen antibiotica worden toegediend. Het profylactisch toedienen van antibiotica is niet zinvol, aangezien dit bacteriële infecties niet blijkt te voorkomen.

Er zijn geen goede klinische studies die de effectiviteit van toediening van corticosteroiden bij inhalatoire intoxicaties aantonen. Dierexperimenteel onderzoek naar de effecten van corticosteroiden bij geïnduceerde acute toxische longschade toont juist nadelige effecten: een toename van collageen depositie, een langer aanhoudende ontstekingsreactie, remming van type-II-alveolaire celproliferatie en daardoor een vertraagde genezing. Er lijkt derhalve geen grond te zijn voor de toediening van corticosteroiden bij patiënten met acute toxische longschade.

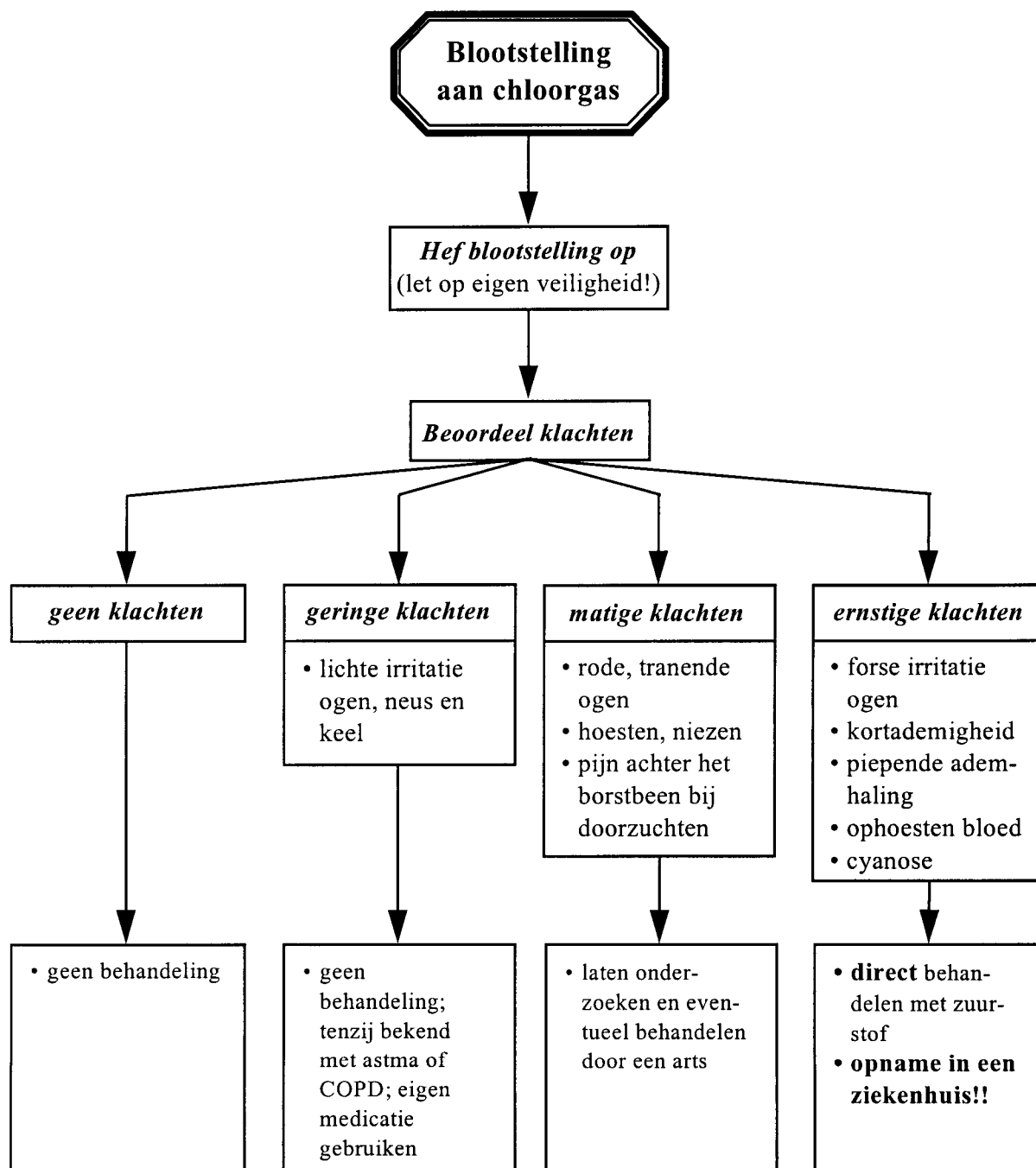
Bij verschijnselen van milde irritatie van ogen, neus en/of keel heeft de getroffen persoon geen andere behandeling dan het opheffen van de blootstelling.

Is er sprake van ernstiger verschijnselen, zoals rode tranende ogen en/of pijn achter het borstbeen, dan kan men overwegen de ogen te spoelen met een fysiologische zoutoplossing of, wanneer deze oplossing niet voorhanden is, met leidingwater. Verder dienen de patiënten medisch te worden onderzocht om de ernst van de irritatie van de slijmvliezen en eventuele ademhalingsproblemen c.q. spasmen van de luchtwegen vast te stellen.

Bij een ernstige intoxicatie zal er sprake zijn van forse irritatie van de ogen, piepende ademhaling, kortademigheid, misselijkheid en/of braken. Deze slachtoffers moeten uit de besmette omgeving worden gehaald, waarbij inspanning door de patiënt dient te worden vermeden omdat hierdoor de zuurstofbehoefte toeneemt. De patiënt is gebaat bij onmiddellijke behandeling en opname in een ziekenhuis ter observatie en bewaking van de vitale functies, met name de ademhaling.



In de praktijk kan het volgende stroomschema worden gehanteerd (zie figuur 2):



**Figuur 2.** Schematische weergave van de eerstehulpverlening na inhalatoire blootstelling aan chloorgas.

*Aanvullende instructies voor ambulanceverpleegkundigen en/of eerstehulpartsen*

- Zuurstoftoediening via
  - neuscatheter of Venturimasker: 4 l/min.
  - mondneuskapje met 40 % O<sub>2</sub>
- $\beta_2$ -sympathomimetica subcutaan, bijvoorbeeld 1 ampul terbutaline 0,5 mg/ml. Bij matig ernstige klachten kan het medicament ook als aërosol worden toegediend. Bij ernstig slijmvliesoedeem en hevige bronchospasmen dringen de aërosolen meestal niet diep genoeg in de luchtwegen door om effectief werkzaam te kunnen zijn.
- Theofylline (in ampul à 200 mg) wordt intraveneus toegediend in een oplaaddosis van 4,5 mg/kg in 100 ml glucose 5% in 15 minuten (voor personen die normaliter geen theofylline gebruiken), gevolgd door een onderhoudsdosis van 0,4 - 0,7 mg/kg/uur.  
Voor kinderen en rokers is de onderhoudsdosis 0,7 mg/kg/uur.  
Voor personen ouder dan 40 jaar is de onderhoudsdosis 0,5 mg/kg/uur.  
Bij personen met lever- en/of hartfalen bedraagt de onderhoudsdosis 0,3 mg/kg/uur.  
**N.B.:** 200 mg theofylline  $\approx$  240 aminofylline
- Bij levensbedreigend glottisoedeem: spoedconiotomie overwegen.

## 4.2 Huidcontact

Na huidcontact met chloorgas, (zout)zuur of natriumhypochloriet is onmiddellijk langdurig (30 minuten) spoelen met stromend water aangewezen; besmette kleding verwijderen.

## 4.3 Oogcontact

Na oogcontact met chloorgas, (zout)zuur of natriumhypochloriet eveneens onmiddellijk spoelen met stromend water (circa 15 minuten). Bij aanhoudende pijn of visusstoornissen dient een oogarts te worden geconsulteerd.

## 4.4 Ingestie

Voor ingestie, hoewel in dit kader minder frequent voorkomend, geldt dat geen braken moet worden opgewekt. De eerstehulpregel dat men de patiënt veel water moet laten drinken, doet geen opgang meer, aangezien bij inname van te grote volumina braken door maagdilatatie kan ontstaan. Na inname van corrosieve verbindingen verdient het aanbeveling kinderen circa 150 ml en volwassenen circa 250 ml water te laten drinken.

## 5. Aanbevelingen

Het jaarlijkse aantal informatieverzoeken aan het NVIC over acute blootstelling aan chloorgas in zweminrichtingen is enigszins variabel. Het afgelopen decennium (1988-1997) varieerde het aantal van dergelijke chloorgasincidenten waarover het NVIC benaderd is, van 1 tot 5 keer per jaar. In de vorige onderzoeksperiode (1982-1987) varieerde het aantal van 0 tot 13 keer per jaar. Het gemiddelde over beide periodes is echter nagenoeg gelijk gebleven, respectievelijk 3,7 nu en 3,8 destijds. Het werkelijke aantal incidenten zal hoger zijn, aangezien het NVIC niet bij elk incident geconsulteerd wordt.

Het aantal accidenten met verhoogde chloorgasconcentraties zal, in relatie tot het totale aantal zweminrichtingen en kleine zwembaden in Nederland, relatief klein zijn. Daarentegen kan het aantal aan chloorgas blootgestelde personen per incident zeer sterk oplopen. Tijdens één geval bijvoorbeeld waren 1500 bezoekers in de zweminrichting aanwezig. Afhankelijk van de mate van blootstelling (concentratie en tijdsduur van blootstelling) ontstaan bij een variabel aantal personen klachten. In dit onderzoek liep het aantal getroffen personen per incident uiteen van twee tot vele tientallen.

De klachten bestonden vooral uit acute en soms zeer sterke irritatie van de slijmvliezen van ogen, neus, keel en luchtwegen, gepaard gaande met hoesten en kortademigheid. In ongeveer een kwart van de gevallen (15 maal) bleek observatie in een ziekenhuis noodzakelijk, een aantal malen (3 maal) zelfs op een Intensive Care afdeling. In deze patiëntengroep is één maal beademing noodzakelijk gebleken.

Verhoogde blootstelling aan chloorgas kan ontstaan door toevoeging van een overmaat aan hypochloriet aan het zwembadwater of lokaal door onvoldoende snelle menging met het zwembadwater. Heftige chloorgasvorming ontstaat vooral bij de directe vermenging van hypochloriet en zuur.

Technische defecten aan apparatuur liggen meestal ten grondslag aan blootstellingen aan te hoge concentraties chloorgas. Daarbij gaat het zowel om defecten in de elektronische meetapparatuur en doseersystemen als om onvoldoende functionerende afvoersystemen.

Met betrekking tot de bouw en de bedrijfsvoering van zweminrichtingen is in Nederland sinds 1 november 1984 de Wet Hygiëne en Veiligheid in Zweminrichtingen (WHVZ) van kracht. De opslag en het gebruik van gevaarlijke stoffen in zweminrichtingen wordt gereguleerd in de veiligheidsbladen van de Arbeidsinspectie.<sup>[5, 6, 7]</sup>

Hoewel in Europees verband er wel richtlijnen zijn t.a.v. de kwaliteitseisen van zwemwater heeft deze regelgeving betrekking op de open zwembaden. Voor zover bekend ontbreekt een Europese regelgeving voor zweminrichtingen zoals in Nederland in de WHVZ is vastgelegd. Wellicht dat dit te maken heeft met de verschillende vormen van desinfectie die in andere landen worden toegepast.

Ter preventie van chloorgasincidenten in zweminrichtingen en/of de behandeling van slachtoffers ervan blijken de bestaande regelgevingen voldoende complementair te zijn met adviezen die in dit rapport worden gegeven.

Voor de bij een eventueel chloorgasaccident betrokken beroepsgroepen kunnen enkele aanbevelingen worden gedaan die de preventie van chloorgasaccidenten en de behandeling van slachtoffers daarvan zouden kunnen optimaliseren.

***Aanbevelingen t.b.v. technisch zwembadpersoneel***

1. Ten aanzien van de meetapparatuur en doseersystemen is de belangrijkste aanbeveling op verschillende plaatsen in de circulatie (geautomatiseerde) controlemetingen te verrichten, met name op de punten waar hypochloriet en zuur aan de circulatie worden toegevoegd. Hierdoor is terugkoppeling met de doseersystemen mogelijk en kan op geleide van deze controlemetingen de toevoeging van hypochloriet en zuur worden aangepast of gestopt.
2. Een andere aanbeveling is het pompsysteem uit te rusten met een waarschuwingssysteem waardoor de pompen afslaan als de circulatie wordt onderbroken. Bij storingen kan dan ook sneller duidelijk worden wat het probleem precies is en hoe dit het beste opgelost kan worden. Dit is met name van belang aangezien in een aantal gevallen de expositie juist ontstond op het moment van het trachten te herstellen van een defect. Hierbij realiseerde men zich onvoldoende de consequenties van het niet goed functioneren van de apparatuur, zodat niet de meest adequate werkwijze werd gevolgd om het probleem op te lossen.
3. Een goed schematisch overzicht van het waterbeheerssysteem in de zweminrichting zou behulpzaam kunnen zijn bij het juist interpreteren van storingen. Met name voor nieuwe medewerkers is een dergelijk schema van belang.
4. In de voorlichtingsbladen van de Arbeidsinspectie ten aanzien van zweminrichtingen wordt ruim aandacht besteed aan de opslag en het gebruik van natriumhypochloriet<sup>[5]</sup>, zoutzuur<sup>[6]</sup> en zwavelzuur<sup>[7]</sup>. Bij het juist hanteren van deze aanwijzingen zouden mengfouten niet voor hoeven te komen, echter veel van deze aanwijzingen zijn gericht op grote reservoirs. Met name in kleine zweminrichtingen is extra aandacht voor deze aanwijzingen noodzakelijk aangezien hier de reservoirs in de regel klein zijn en doorgaans ook handmatig worden bijgevuld. In geval van foutieve handelingen zijn het hier niet zozeer de badgasten alswel de medewerkers die potentieel worden blootgesteld aan te hoge concentraties chloorgas. Het opstellen van duidelijke werkprocedures en nadrukkelijke instructie hierin is noodzakelijk om mengongevallen te voorkomen. Daarbij dient tevens op het zo nodig gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen te worden gewezen.
5. Speciale aandacht moet worden besteed aan de afvoer van het water en de gebruikte chemicaliën. Het afvalwater verdwijnt via het riool. In dit onderzoek is gebleken dat een aantal exposities tot stand zijn gekomen als gevolg van vermenging van hypochloriet en zuur in het riool. Een dergelijke directe vermenging zou voorkomen kunnen worden door lozingen van hypochloriet en zuur ruim in de tijd te scheiden en tussentijds de rioolputten te legen c.q. door te spoelen. Daarnaast verdient het aanbeveling alle putjes in de badruimte(s) te voorzien van een waterslot, zodat van een openluchtverbinding met het riool geen sprake meer kan zijn en er op die manier dus geen chloorgas (of andere ongewenste gassen) uit het riool in de badruimte kan ontsnappen.
6. Het technisch badpersoneel kan een bijdrage leveren in het beperken van de omvang van de calamiteit (aantal slachtoffers en de ernst van de symptomen) door het zo spoedig mogelijk opheffen van de blootstelling. Dit kan door het tegengaan van verdere uitstoot van het chloorgas naar kritieke plaatsen binnen het gebouw.

*Opmerkingen:* Deze taak zou alleen door een deskundige uitgevoerd kunnen worden. Echter nooit zonder beschermende maatregelen! Gelet op de tijd waarbinnen hulp van de brandweer aanwezig kan zijn, is het de vraag of het personeel dit zelf zou moeten doen. Wanneer het ongeval echter beperkt lijkt en de indruk bestaat dat door snel ingrijpen bij de bron verdere escalatie van het probleem zou kunnen worden voorkomen, zal een dergelijke actie zinvol kunnen zijn.

***Aanbevelingen t.b.v. toezichthoudend zwembadpersoneel***

Als zich in een zweminrichting een accident met chloorgas voordoet, dient men zich het volgende te realiseren:

1. Een overmaat aan chloorgas is herkenbaar aan de prikkeling van de slijmvliezen. Bij hoge concentraties kan dit gepaard gaan met (soms heftige) ademnood. Wees erop bedacht dat dit vaak voorkomt bij mensen die bekend zijn met andere ziekten, zoals chronische longziekten of hartafwijkingen.
2. Getroffen personen zullen aan verdere blootstelling willen ontkomen en kunnen daarbij in paniek raken. De vluchtreactie van getroffenen kan overslaan op niet-blootgestelde personen, waardoor grote aantallen mensen zich kunnen gaan verplaatsen. Hierbij kunnen –behalve toxicologische gevolgen– ook problemen van onder de voet gelopen mensen ontstaan. Het zal hierdoor niet altijd eenvoudig zijn om snel de omvang en de ernst van het accident te beoordelen.
3. Gebruikelijke wegen naar uitgangen (vaak via douche- en kleedruimtes) zijn in het algemeen niet berekend op grote groepen mensen die in korte tijd willen passeren. Bovendien kunnen de routes naar deze uitgangen en nooduitgangen leiden langs plaatsen met hogere chloorgasconcentraties.
4. Het toezichthoudend badpersoneel kan een bijdrage leveren in het beperken van de omvang van de calamiteit (aantal slachtoffers en de ernst van de symptomen) door het zo spoedig mogelijk opheffen van de blootstelling. Dit kan door de (potentiële) slachtoffers de gecontamineerde ruimte te doen verlaten.

***Opmerkingen:***

De beste plaats waar de personen heengeloodst dienen te worden is een ruimte in de buurt, aannemende dat daar geen blootstelling meer zal plaatsvinden. De eventueel noodzakelijke medische behandeling dient in principe ook daar plaats te vinden. Dit voorkomt onnodige blootstelling van hulpverleners. Het badpersoneel dient zich te realiseren dat zij zelf ook het slachtoffer kunnen worden van blootstelling. Om die reden zouden achtergebleven getroffenen, afhankelijk van de situatie, soms beter door hulpverleners met adembescherming (brandweer) kunnen worden opgespoord. De coördinatie van de opvang en het vervoer van slachtoffers dient in principe door de GG&GD te geschieden.

5. Voor een goede inschatting van de ernst van de symptomen en de te nemen eerstehulpmaatregelen in geval van blootstelling aan te hoge concentraties chloorgas kan Figuur 2 in hoofdstuk 4 hierbij behulpzaam zijn. Kort samengevat kan worden gesteld dat, indien tijdens en na het opheffen van de blootstelling geen klachten aanwezig zijn, er geen klachten meer te verwachten zijn die samenhangen met de blootstelling aan chloorgas.

***Instructies voor eerstehulpverlenend ambulancepersoneel en artsen***

1. Voor een goede inschatting van de ernst van de symptomen en de te nemen eerstehulpmaatregelen in geval van blootstelling aan te hoge concentraties chloorgas, kan gebruik worden gemaakt van de behandelingsadviezen in hoofdstuk 4 van dit rapport. Figuur 2 kan hierbij behulpzaam zijn. De klachten na blootstelling aan chloorgas zijn direct aanwezig en meestal ook direct in maximale intensiteit. Daarom is het mogelijk snel een inventarisatie te maken welke mensen in verhoogde mate zijn blootgesteld.
2. De toediening van corticosteroïden in geval van inademen van chloorgas wordt afgeraden. Er zijn geen goede klinische studies die de effectiviteit van toediening van corticosteroïden bij inhalatoire intoxicaties ondersteunen. Dierexperimenteel onderzoek naar de effecten van corticosteroïden bij geïnduceerde acute toxische longschade toont na 24-48 uur zelfs nadelige effecten met onder andere een verlengde ontstekingsreactie. Mensen die behandeld worden voor chronisch longlijden kunnen hun voorgeschreven medicijnen blijven gebruiken, ook als bij deze middelen corticosteroïden zijn voorgeschreven.

## Literatuur

1. Meulenbelt J, Remmert HP, Hofstee AWM, Savelkoul TJF. Acute blootstelling aan chloorgas in zweminrichtingen. Instructie voor eerste hulpverlening. RIVM rapport nr. 348201005, november 1988.
2. Stout G. Een duik in de chemie van het zwembad. Chemisch Magazine augustus 1991; 395-8.
3. Andriessen WC. Waterkwaliteitsbehandeling ten behoeve van circulatiebaden. Scriptie HTS-A Milieuhygiëne - specialisatie water. Amsterdam, 1988.
4. Meulenbelt J, de Vries I, Joore JCA. Behandeling van acute vergiftigingen - praktische richtlijnen. Houten/Diegem: Bohn Stafleu Van Loghum, 1996.
5. Arbeidsinspectie. Zweminrichtingen - De opslag en het gebruik van natriumhypochloriet (=chloorbleekloog). P-blad 134-2, vierde druk, 1988. Uitgave van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg.
6. Arbeidsinspectie. Zweminrichtingen - De opslag en het gebruik van zoutzuur. P-blad 134-3, vierde druk, 1988. Uitgave van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg.
7. Arbeidsinspectie. Zweminrichtingen - De opslag en het gebruik van zwavelzuur. P-blad 134-4, vierde druk, 1988. Uitgave van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg.

## Bijlage 1 Enkele casusbeschrijvingen

Een aantal illustratieve chloorgasincidenten in zweminrichtingen welke voorkwamen in de jaren 1995 tot en met 1997 worden hier kort beschreven. Hierbij worden genoemd: type zwembad, datum, aantal betrokken personen, de medisch-toxicologische gevolgen en de toedracht van het incident.

### Casus 1

*Zwembad:* Overdekt motelzwembad  
*Datum:* 5 januari 1995.  
*Aantal personen:* 8 kinderen en 4 volwassenen.  
*Gevolgen:* Sterke irritatie luchtwegen en dyspnoe, waardoor bij 6 kinderen en 2 volwassenen ziekenhuisopname noodzakelijk bleek.  
*Toedracht:* Door een onbekend defect in de doseerinstallatie is in de loop van de nacht een achtvoudig verhoogde hypochlorietconcentratie in het water gekomen.

### Casus 2

*Zwembad:* Openbaar binnenzwembad  
*Datum:* 4 augustus 1995.  
*Aantal personen:* 6 kinderen.  
*Gevolgen:* Milde irritatie van ogen en luchtwegen bij 6 kinderen.  
*Toedracht:* Er bleek een grote toeloop van bezoekers te zijn in verband met het afkeuren van oppervlaktewateren in de omgeving. In verband hiermee werd de hoeveelheid chloorbleekloog verhoogd tot 1½ keer boven de toegestane concentratie. In combinatie met een uitgevallen luchtbehandelingsstelsel in het zwembad leidde dit tot vorming van een hoeveelheid chloorgas die aanleiding gaf tot milde irritatieklachten.

### Casus 3

*Zwembad:* Klein binnenzwembad in hotel  
*Datum:* 6 maart 1996.  
*Aantal personen:* Ten minste 9 personen (waarschijnlijk circa 12 personen).  
*Gevolgen:* Irritatie ogen, keel en luchtwegen bij ten minste 9 personen. Twee personen werden opgenomen in een ziekenhuis. Bij één persoon bleek beademing met extra zuurstof op een Intensive Care-afdeling nodig.  
*Toedracht:* Een hypochlorietvat van 100 liter werd abusievelijk bijgevuld met zoutzuur. Nog aanwezige resten hypochloriet reageerden onmiddellijk onder vorming van chloorgas. Eén van de medewerkers heeft toen, uit zorg voor derden, het vat opgepakt en in een lift meegenomen om dit vat zo snel mogelijk buiten te zetten. Hij werd het zwaarst getroffen door de chloordampen.



#### Casus 4

*Zwembad:* Openbaar binnenbad.

*Datum:* 23 september 1996.

*Aantal personen:* 2 peuters.

*Gevolgen:* Sterke irritatie van ogen en luchtwegen en braken bij 2 peuters, waarvoor ziekenhuisopname noodzakelijk bleek.

*Toedracht:* Na ontluchting van de doseervaten voor HCl en NaClO, zijn restanten hiervan met water in het riool gespoeld. Daar heeft zich door vermenging chloorgas gevormd. In het zwembad kon dit chloorgas via een putje in het peuterbad vrijkomen omdat het putdeksel niet van een waterslot voorzien was. De bron van problemen kon pas gelokaliseerd worden door op 'kinderhoogte' te gaan ruiken; chloorgas is namelijk zwaarder dan lucht (relatieve dampdichtheid = 2,5).

#### Casus 5

*Zwembad:* Groot overdekt binnenbad.

*Datum:* 24 oktober 1996.

*Aantal personen:* Circa 1500 bezoekers, waarvan enige tientallen met klachten.

*Gevolgen:* Acute irritatie ogen en luchtwegen, misselijkheid en braken bij verschillende personen. Enkelen van hen hebben huisartsen en ziekenhuizen in de regio bezocht. Voor geen van hen bleek ziekenhuisopname noodzakelijk; twee personen werden doorverwezen naar een oogarts wegens hinderlijke irritatie van de ogen.

*Toedracht:* In de loop van de dag bleek de chloorpomp te zijn afgeslagen. Toen deze onmiddellijk daarop weer werd ingeschakeld bleken de zuurgraad en het gehalte vrij chloor op normale waarden te liggen (respectievelijk pH = 7,2 en 0,5 mg/l). Door het hoge aantal bezoekers was echter het gehalte gebonden chloor 12 keer hoger dan gebruikelijk, namelijk 3,0 mg/l. De alsnog toegevoegde hypochloriet bleek echter niet meer in staat het gebonden chloor in voldoende mate af te breken, hetgeen resulteerde in een verhoging van de chloorconcentratie van de lucht.

#### Casus 6

*Zwembad:* Overdekt binnenbad.

*Datum:* 28 maart 1997.

*Aantal personen:* 5 kinderen en 12 volwassenen.

*Gevolgen:* Irritatie van de luchtwegen en de ogen bij 17 personen. Voor één van hen bleek opname en observatie op een Intensive Care noodzakelijk.

*Toedracht:* Een afsluiter vóór het instroompunt naar het zwembad bleek de nacht voor het incident niet te zijn opengegaan. Doordat vlak voor deze blokkade hypochloriet aan het water werd toegevoegd, kon het chloorgehalte van het badwater niet op peil worden gehouden. De controle van dit chloorgehalte vindt plaats ná het uitstroompunt. Daar werd dus een te laag chloorgehalte geregistreerd, waardoor het automatische doseersysteem voortdurend geactiveerd bleef tot afgifte van hypochloriet.

Een onderhoudstechnicus constateerde een defect in het relais dat de luchtdruk regelt waarmee de afsluiter wordt aangestuurd. Door een luchtslang van deze afsluiter los te trekken, werd deze weer geopend. Het gevolg was dat het geblokkeerde overgechlorideerde water vrijelijk in het bad

stroomde en vrijwel direct voor een chloorgaswolk zorgde, met de eerder genoemde gevolgen voor 17 personen.

### Casus 7

*Zwembad:* Overdekt zwembad.

*Datum:* 9 mei 1997.

*Aantal personen:* 17 kinderen en 3 volwassenen.

*Gevolgen:* Acute irritatie ogen en luchtwegen bij 20 personen. Hiervan bleek voor 4 kinderen ziekenhuisopname noodzakelijk, waarvan één op een Intensive Care-afdeling in verband met zuurstoftoediening.

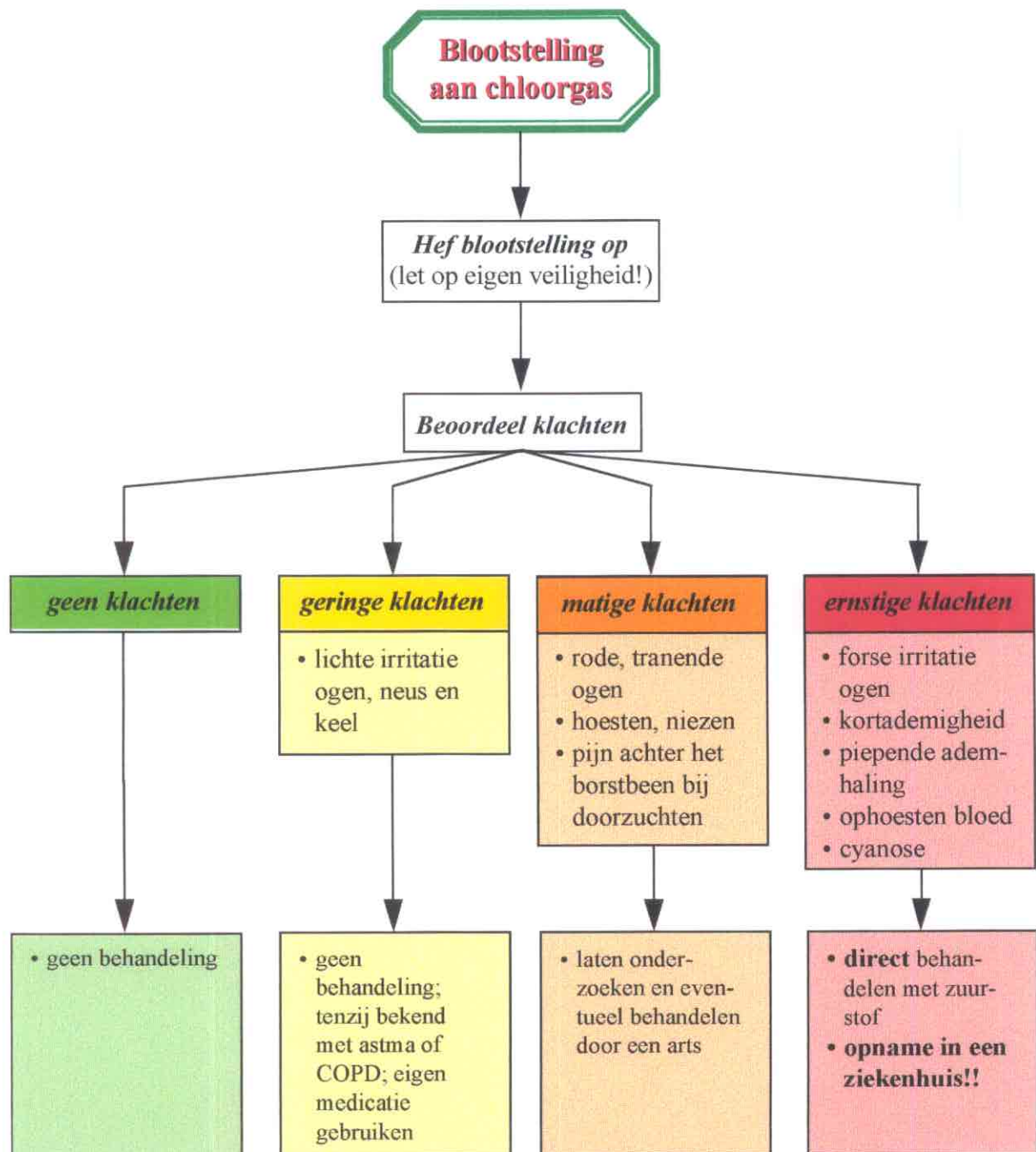
*Toedracht:* Bij onderhoud aan het pompsysteem werd hypochlorietoplossing geloosd op een rioolput van de camping. Deze bevond zich onder het straatniveau en werd periodiek middels een vlotterpomp gelegegd in de riolering. Kort daarna werd een hoeveelheid zoutzuur op de rioolput geloosd. Deze put was tussentijds nog niet gelegegd, zodat een reactie met de nog aanwezige hypochlorietoplossing optrad, waarbij chloorgas gevormd werd. Omdat de overloopputjes in het zwembad in open verbinding met deze rioolput stonden bereikte het chloorgas ook de badruimte. Bovendien bleek bij latere controle het elektronische meetsysteem onbetrouwbare waarden voor het chloorgehalte en de pH-waarde weer te geven, zodat het hierop aangesloten doseersysteem vermoedelijk ook niet correct gefunctioneerd heeft.

## Bijlage 2 Verzendlijst

1-10	Hoofdinspecteur voor de Gezondheidszorg, VWS, dr. J. Verhoeff
11-15	Directeur Generaal Volksgezondheid, VWS, dr. H.J. Schneider
16-20	Directeur Curatieve Somatische Zorg, VWS, drs. N.C. Oudendijk
21-25	Directeur Gezondheidsbeleid, VWS, mr. S. van Hoogstraten
26-30	Hoofdinspecteur voor de Gezondheidsbescherming, VWS, dr. F. Schuring
31	Dhr. H.B. Paats, Hoofdinspectie voor de Gezondheidszorg, VWS
32	Drs. A.H. Dal, Crisis Management, VROM
33	Mr. L.A.C. de Bruijn, Crisis Management, VROM
34	Ing. J.P.A. Grootens, Crisis Management, VROM
35	Ir. A.M.M. van Leest, Directie Brandweer en Rampenbestrijding, BiZa
36	Drs P.P.H. Swinkels, Directie Brandweer en Rampenbestrijding, BiZa
37-39	Dr. P.C. Noordam, hoofd Afdeling Arbeidsmilieu, SoZaWe
40-53	Medisch Milieukundigen
54	Directeur Stoffen en Risico, RIVM, dr.ir. G. de Mik
55	Inspectie-onderzoek en Milieu-ongevallendienst, RIVM, ir. J.J.G. Kliest
56-58	Auteurs
59	Afdeling Voorlichting en Public-Relations
60	Rapportenregistratie
61	Bibliotheek
62-80	Afdeling Verkoop
81-100	Reserve

Dit rapport zal tevens gezonden worden aan:

- Gemeentelijke Geneeskundige en Gezondheidsdiensten (GG&GD's)
- Ambulancediensten
- EHBO-afdelingen van ziekenhuizen
- Gemeentelijke zwembaden
- Zwembaden in recreatieparken
- Hotelzwembaden
- Zwembaden van particuliere organisaties



### ***Aanbevelingen t.b.v. technisch zwembadpersoneel***

1. Bij een ongeval kan snel ingrijpen bij de bron een verdere escalatie voorkomen.  
Alleen door een deskundige voorzien van voldoende beschermende maatregelen! Laat bij twijfel de interventie aan de brandweer over.

### ***Aanbevelingen t.b.v. toezichthoudend zwembadpersoneel***

1. Chloorgas werkt prikkelend op de slijmvliezen en geeft bij hoge concentraties soms (heftige) ademnood.
2. Houdt rekening met paniek- en vluchtreacties van zowel getroffen als niet-blootgestelde personen. Dit bemoeilijkt een snelle beoordeling van de omvang en de ernst van het accident.
3. Wees erop bedacht dat routes naar (nood)uitgangen kunnen leiden langs plaatsen met hogere chloorgasconcentraties.
4. Zorg dat (potentiële) slachtoffers de gecontamineerde ruimte verlaten naar een ruimte in de buurt, waar ook medische behandeling plaats kan vinden. Het badpersoneel dient zich te realiseren dat zij zelf ook het slachtoffer kunnen worden van blootstelling. Achtergebleven slachtoffers kunnen, afhankelijk van de situatie, soms beter door de brandweer worden opgespoord.
5. Bij de inschatting van de ernst van de symptomen en de te nemen eerstehulpmaatregelen kan de figuur aan de ommezijde behulpzaam zijn. Indien tijdens en na het opheffen van de blootstelling geen klachten aanwezig zijn, zijn er ook geen klachten meer te verwachten.

### ***Aanbevelingen voor eerstehulpverlenend ambulancepersoneel en artsen***

1. Voor een goede inschatting van de ernst van de klachten kan de figuur aan de ommezijde behulpzaam zijn. De klachten na blootstelling aan chloorgas zijn direct aanwezig en meestal ook direct in maximale intensiteit. Daarom is het mogelijk snel een inventarisatie te maken welke mensen in verhoogde mate zijn blootgesteld.
2. De toediening van corticosteroïden in geval van inademen van chloorgas wordt afgeraden. Mensen die behandeld worden voor longaandoeningen kunnen hun voorgeschreven medicijnen gebruiken, ook als bij deze middelen corticosteroïden zijn voorgeschreven.
3. Zuurstofoediening via
  - neuscatheter of Venturimasker: 4 l/min.
  - mondneuskapje met 40 % O<sub>2</sub>
4.  $\beta_2$ -sympathicomimetica subcutaan, bijv. 1 ampul terbutaline 0,5 mg/ml of als aërosol bij matig ernstige klachten.
5. Theofylline i.v. in een oplaaddosis van 4,5 mg/kg in 100 ml glucose 5% in 15 minuten (voor personen die normaliter geen theofylline gebruiken), gevolgd door een onderhoudsdosis van 0,4 - 0,7 mg/kg/uur. Voor kinderen en rokers is de onderhoudsdosis 0,7 mg/kg/uur. Voor personen ouder dan 40 jaar is de onderhoudsdosis 0,5 mg/kg/uur. Bij personen met lever- en/of hartfalen bedraagt de onderhoudsdosis 0,3 mg/kg/uur. (N.B.: 200 mg theofylline  $\approx$  240 aminofylline)
6. Bij levensbedreigend glottisoedeem spoedconiotomie overwegen.