

# Handboek NBC



VERLIJVEN

Een naslagwerk voor het  
operationeel kader van de  
hulpverleningsdiensten



Ministerie van  
Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties

VERVALLEN

# Handboek NBC

Een naslagwerk voor het  
operationeel kader van de  
hulpverleningsdiensten

VERVALEN

Redactie: Th. Adrichem, M. Duyvis, K. Gerritse, R. Hofman, A. van Leest, G. Pouw.  
Vormgeving: Nibra, Margriet Elbersen  
Foto omslag: Dieter Schütte

Ondanks de aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan de samensteller geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade, die zou kunnen voortvloeien uit enige fout of onzorgvuldigheid, die in dit handboek zou kunnen voorkomen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op enigerlei andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie Rampenbeheersing en Brandweer van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

© Directie Rampenbeheersing en Brandweer, Den Haag, januari 2004

ISBN 90-5643-286-9

Uitgave:

Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding  
in opdracht van:

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Directie Rampenbeheersing en Brandweer

Cluster Voorbereiding Rampenbestrijding

Postbus 20011

2500 EA Den Haag

Deze uitgave is in een beperkte oplage verkrijgbaar bij het Nibra. U kunt, zolang de voorraad strekt, een exemplaar aanvragen bij de uitgeverij van het Nibra, e-mail [uitgeverij@nibra.nl](mailto:uitgeverij@nibra.nl)

## Voorwoord

Een aantal jaren geleden zijn ontwikkelingen in gang gezet welke zich onder meer op het gebied van de bestrijding van de gevolgen van nucleaire, biologische en chemische terroristische (NBC) activiteiten bevonden. Na de gebeurtenissen van 11 september 2001 zijn deze ontwikkelingen geïntensiveerd. In een vroeg stadium werd door de directie Rampenbeheersing en Brandweer van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties het onderwerp NBC-terrorisme hoge prioriteit gegeven. Dit resulteerde onder meer in het samenstellen van een projectgroep 'NBC-terrorisme'. Een van de taken van deze projectgroep was het samenstellen van een NBC-handboek. Dit handboek is thans gereed en wordt u hierbij aangeboden.

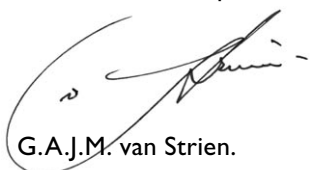
Terrorisme waarbij gebruik wordt gemaakt van nucleaire, biologische of chemische middelen heeft, anders dan ongevallen met gevaarlijke stoffen, een aantal bijzondere, vaak onvoorspelbare, eigenschappen. Een van die eigenschappen is het door middel van vaak bijzonder gevaarlijke stoffen onverwachts en opzettelijk in gevaar brengen van de bevolking, met als mogelijk gevolg een groot aantal slachtoffers. Om deze redenen stelt de bestrijding van de gevolgen van NBC-terrorisme, als aanvulling op de bestaande maatregelen bij de bestrijding van rampen en ongevallen waar bijzonder gevaarlijke stoffen bij betrokken zijn, bijzondere eisen. In dit handboek wordt getracht aan deze aanvulling gestalte te geven. De beschreven kennis en procedures vormen de basis voor de NBC-opleidingen van operationeel leidinggevendenden, adviseurs en hulpverleners bij de hulpdiensten.

De doelgroep bestaat in principe uit alle bovengenoemde medewerkers van brandweer, politie en geneeskundige hulpverleningsdiensten die bij een NBC-incident betrokken kunnen raken.

Dit handboek NBC is een uitgave van het Nibra in opdracht en onder auspiciën van de directie Rampenbeheersing en Brandweer van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en is samengesteld met medewerking van vertegenwoordigers uit het brandweer-, politie- en geneeskundige veld, het RIVM en van de departementen van VROM, VWS, SZW, Defensie en BZK.

Ik dank allen die aan de totstandkoming van het handboek NBC hebben bijgedragen en hoop dat onze gezamenlijke arbeid bij zal dragen tot een effectieve en efficiënte bestrijding van de gevolgen van NBC-terrorisme.

De directeur Rampenbeheersing en Brandweer,



G.A.J.M. van Strien.



# VERVALLEN



# INHOUD

<b>Hoofdstuk 1</b>	
<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>Hoofdstuk 2</b>	
<b>NBC-middelen</b>	<b>9</b>
<i>Inleiding</i>	<i>9</i>
<i>1. Nucleaire en radiologische middelen</i>	<i>9</i>
<i>2. Biologische middelen</i>	<i>23</i>
<i>3. Chemische middelen</i>	<i>31</i>
<i>Tabel 4 Spectrum van chemische en biologische strijdmiddelen</i>	<i>47</i>
<i>Tabel 5 Zenuwblokkerende middelen</i>	<i>49</i>
<i>Tabel 6 Blaartrekkende middelen</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 7 Verstikkende of longbeschadigende middelen</i>	<i>57</i>
<i>Tabel 8 Celvergiftigende middelen of bloedgassen</i>	<i>61</i>
<i>Tabel 9 Incapaciterende middelen</i>	<i>63</i>
<i>Tabel 10 Toxines</i>	<i>65</i>
<b>Hoofdstuk 3</b>	
<b>Scenario's</b>	<b>67</b>
<i>1. Nucleaire/radiologische incidenten</i>	<i>67</i>
<i>2. Biologische incidenten</i>	<i>72</i>
<i>3. Chemische incidenten</i>	<i>75</i>
<b>Hoofdstuk 4</b>	
<b>Meten van NBC-middelen</b>	<b>87</b>
<i>Inleiding</i>	<i>87</i>
<i>1. Meten algemeen</i>	<i>88</i>
<i>2. Meetplanorganisatie</i>	<i>90</i>
<i>3. Meetstrategie bij NBC-incidenten</i>	<i>93</i>
<i>4. Meten van nucleaire/radiologische strijdmiddelen</i>	<i>95</i>
<i>5. Meten van biologische strijdmiddelen</i>	<i>101</i>
<i>6. Meten van chemische strijdmiddelen</i>	<i>103</i>
<b>Hoofdstuk 5</b>	
<b>Persoonlijke bescherming</b>	<b>109</b>
<i>Inleiding</i>	<i>109</i>
<i>1. Bij incidenten met nucleaire/radiologische middelen</i>	<i>110</i>
<i>2. Bij incidenten met biologische middelen</i>	<i>113</i>
<i>3. Bij incidenten met chemische middelen</i>	<i>115</i>

<b>Hoofdstuk 6</b>	
<b>Bestrijding van NBC-incidenten</b>	<b>119</b>
<i>Inleiding</i>	119
1. <i>Begripsvorming</i>	119
2. <i>Bestrijding van incidenten met nucleaire/radiologische middelen</i>	124
3. <i>Bestrijding van incidenten met biologische middelen</i>	136
4. <i>Bestrijding van incidenten met chemische middelen</i>	140
<i>Bijlage: Het omgaan met besmettingsgevaar en de aanpak van ontsmetting in geval grote groepen personen zijn besmet</i>	157
<b>Hoofdstuk 7</b>	
<b>Therapie</b>	<b>169</b>
<i>Inleiding</i>	169
1. <i>Algemeen</i>	169
2. <i>Therapie bij nucleaire/radiologische incidenten</i>	170
3. <i>Therapie bij biologische incidenten</i>	176
4. <i>Therapie bij chemische incidenten</i>	181
<b>Hoofdstuk 8</b>	
<b>NBC-hulpmiddelen</b>	<b>189</b>
<i>Inleiding</i>	189
1. <i>NBC-beschermende kleding (MK 82)</i>	189
2. <i>NBC-masker (FM 12)</i>	195
3. <i>Dräger CDS - Simultaan-Test Set V</i>	198
4. <i>Huidontsmettingpoeder (HOP)</i>	202
5. <i>Enhanced Chemical Agent Monitor (E-CAM)</i>	203
<i>Bijlage detectielimieten</i>	211
<b>Referenties</b>	<b>215</b>
<b>Afkortingen</b>	<b>217</b>



# HOOFDSTUK 1

## Inleiding

Het optreden van de brandweer na een aanslag met nucleaire/radiologische, biologische of chemische middelen (NRBC-middelen of, kortweg, NBC-middelen) heeft veel raakvlakken met het optreden bij een 'gewoon' incident met gevaarlijke stoffen.

Er is echter een aantal essentiële verschillen met een normaal ongeval gevaarlijke stoffen te benoemen, die net een andere benadering bij de bestrijding van het incident kunnen vergen.

Aanslagen met NBC-middelen hebben over het algemeen een onvoorspelbaar karakter. Het kan zijn dat een aanslag van tevoren aangekondigd wordt, dat zelfs gemeld wordt hoeveel van welk middel, waar en wanneer gebruikt zal worden, en dat zodoende enige voorbereiding op de komende situatie mogelijk is. Er moet echter terdege rekening gehouden worden met situaties waarin het bijvoorbeeld volstrekt onduidelijk is welk middel met een spuitbus verspreid is, wat de aard van het poeder in een poederbrief is, welk radionuclide zich in het verdachte busje op de hoek van de straat bevindt, enzovoort.

Mogelijk valt in korte tijd een groot aantal slachtoffers, wat veel paniek en een omvangrijke hulpvraag kan veroorzaken. De doelgerichtheid van een aanslag en de angst voor een herhaling kunnen tot grote onrust onder de bevolking leiden.

In september 2000 startte het project NBC-terrorisme onder verantwoordelijkheid van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. De aanslagen in de Verenigde Staten op 11 september van het daaropvolgende jaar hebben de aandacht voor de rampenbestrijdingsorganisatie bij (mogelijke) aanslagen met NBC-middelen versterkt. Een onderdeel van dit grote geheel is de voorbereiding van de brandweer op haar taken bij de bestrijding van NBC-incidenten.

### **Een Handboek NBC voor de brandweer**

Dit Handboek NBC is primair bestemd voor de leidinggevendenden, adviseurs en hulpverleners van de brandweer, politie en geneeskundige hulpverleningsdiensten. Het beoogt inhoudelijke ondersteuning te bieden bij de voorbereiding van de brandweer op de inzet bij NBC-incidenten. Het doel van het handboek is enerzijds ertoe bij te dragen dat NBC-incidenten zo adequaat mogelijk bestreden kunnen worden, en anderzijds zeker ook dat de brandweer hierbij zo veilig mogelijk, met kennis van zaken en voorzien van de juiste beschermingsmiddelen, kan optreden.

### **Schets van de inhoud**

Het Handboek NBC bestaat bij benadering uit twee delen met een verschillend karakter. De hoofdstukken 2, 4 en 7 zijn theoretisch van aard en behandelen de achtergrond van NBC-middelen en -incidenten. Het andere deel van het Handboek is meer

op de praktijk gericht: de hoofdstukken 5, 6 en 8 zijn vooral bedoeld voor diegenen die geïnteresseerd zijn in praktische aspecten van de uitvoering van de operationele taken bij de bestrijding van een NBC-incident. Hoofdstuk 3 geeft een indruk van wat een NBC-incident zou kunnen inhouden, en is zowel voor de theoretisch als praktisch georiënteerde lezer bedoeld.

Hieronder wordt kort ingegaan op de inhoud van de verschillende hoofdstukken.

Hoofdstuk 2 is een algemeen hoofdstuk, dat NBC-middelen die bij een aanslag zouden kunnen voorkomen, behandelt. Het gaat onder andere in op de aard van NBC-agentia, de manieren waarop de verschillende middelen verspreid kunnen worden en de schadelijke effecten die zij kunnen hebben.

In hoofdstuk 3 wordt een aantal voorbeelden van NBC-incidenten gegeven om een beeld te helpen vormen van de situaties waar hulpverleningsorganisaties mee te maken zouden kunnen krijgen. Een paar van deze voorbeelden zijn verslagen van werkelijke gebeurtenissen. Daarnaast zijn een paar fictieve (maar daarom niet minder waarschijnlijke) scenario's opgenomen.

Hoofdstuk 4 behandelt het verrichten van metingen bij NBC-incidenten: de meetstrategie, de apparatuur die de brandweer hiervoor ter beschikking staat, en de mogelijkheden en beperkingen van de meetapparatuur van de brandweer.

Hoofdstuk 5 gaat in op de vraag hoe de brandweer zich bij de bestrijding van NBC-incidenten kan beschermen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen fysieke en medische bescherming.

In hoofdstuk 6 wordt de werkwijze bij de bestrijding van NBC-incidenten beschreven. Het hoofdstuk gaat in op de verschillen met de bestrijding van een 'gewoon' ongeval met gevaarlijke stoffen. Er wordt aandacht besteed aan bronbestrijding, effectbestrijding en de ontsmetting van individuen bij NBC-incidenten.

De bijlage bij dit hoofdstuk is een protocol voor het omgaan met het besmettingsgevaar bij en de ontsmetting van grote groepen slachtoffers van een nucleair/radiologisch incident. Protocollen voor grootschalige ontsmetting in geval van biologische en chemische incidenten worden ontwikkeld en zijn nog niet in dit Handboek opgenomen.

Hoofdstuk 7 gaat kort in op de medische behandeling van personen die bij een aanslag aan N-, B- of C-agentia zijn blootgesteld.

Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft in het kader van het project 'NBC-terrorisme' een zestal NBC-steunregio's in het leven geroepen en deze voorzien van materiaal dat de brandweer specifiek bij de inzet bij NBC-incidenten kan ondersteunen. Het gaat hier om persoonlijke beschermingsmiddelen en meetapparatuur voor chemische strijdmiddelen. Deze hulpmiddelen worden in hoofdstuk 8 behandeld.

## HOOFDSTUK 2

# NBC-middelen

### **Inleiding**

Een aanval met nucleaire/radiologische, biologische of chemische strijdmiddelen kan wel of niet vooraf worden aangekondigd. In de situatie waarbij geen waarschuwing vooraf heeft plaatsgevonden is dus niet bekend welke stof is ingezet.

Dit hoofdstuk behandelt NBC-middelen die bij een aanslag mogelijk zouden kunnen voorkomen. Het gaat onder andere in op de aard van achtereenvolgens nucleaire/radiologische, biologische en chemische agentia, de manieren waarop de verschillende middelen verspreid kunnen worden en de schadelijke effecten die zij kunnen veroorzaken.

### **1. Nucleaire en radiologische middelen**

In deze paragraaf worden een aantal aspecten van radioactiviteit en ioniserende straling, de schadelijke effecten van ioniserende straling en de verspreiding van nucleaire/radiologische strijdmiddelen besproken.

#### *1.1 Radioactiviteit en ioniserende straling*

##### *Radioactiviteit*

Becquerel ontdekte in 1896 dat uraniumzouten zwarte vlekken op een fotografische plaat veroorzaken, zelfs wanneer ze daarvan gescheiden worden door dunne laagjes metaal. Dit verschijnsel werd radioactiviteit genoemd.

Radioactiviteit is een eigenschap van stoffen met instabiele atoomkernen. Dit verschijnsel wordt gekenmerkt door spontaan optredende veranderingen in de atoomkern, waarbij ioniserende straling vrijkomt.

##### *Atomen*

Elke stof is opgebouwd uit uiterst kleine deeltjes, de atomen. Een atoom is het kleinste deel van een stof dat zelfstandig kan bestaan. Er bestaan ruim honderd verschillende atomen en/of elementen. Voorbeelden van elementen zijn onder meer zuurstof, ijzer, koolstof, waterstof, uranium.

Een atoom is opgebouwd uit een kern (met daaromheen een wolk van (negatief geladen) elektronen; de kern zelf bestaat weer uit twee soorten deeltjes, de protonen (positief geladen) en de neutronen (niet geladen). Het aantal protonen in de kern van het atoom bepaalt met welk soort element we van doen hebben: of het bijvoorbeeld ijzer, goud of waterstof is.

Van een bepaald element staat het aantal protonen dus vast. Het aantal neutronen in de kern kan echter variëren – men zegt dan dat er verschillende isotopen van dit element bestaan. Zo bestaan er van het element koolstof in de natuur drie verschillende isotopen: koolstof-12 heeft 6 protonen en 6 neutronen in zijn kern, koolstof-13 heeft

6 protonen en 7 neutronen en koolstof-14 heeft 6 protonen en 8 neutronen. Koolstof-12 komt het meest voor.

Meestal is een atoomkern een stabiel geheel. Sommige atoomkernen zijn echter instabiel, omdat de verdeling van het aantal protonen en neutronen in de kern niet in evenwicht is. Instabiele atoomkernen desintegreëren op den duur: ze zenden kleine deeltjes van het atoom (zoals  $\alpha$ -deeltjes of  $\beta$ -deeltjes) uit of vallen in delen uit elkaar, zodat een kleinere atoomkern ontstaat. Dit verval gaat net zolang door tot een stabiele atoomkern overblijft.

Dit verval is de oorzaak van radioactiviteit: bij het uiteenvallen van een atoomkern komt straling en veel energie vrij. Het woord 'radio' betekent straling, radioactiviteit betekent dus stralingsactiviteit. Atomen met een instabiele, vervallende kern worden radioactief genoemd. Een andere benaming voor een radioactief element is radionuclide.

Alle elementen met een atoomnummer hoger dan 83 vertonen van nature radioactief verval. De zware elementen vervallen via een serie van verschillende isotopen tot een stabiele atoomkern is bereikt.

Radioactief verval is een spontaan proces, dat niet door bijvoorbeeld laboratoriumomstandigheden veranderd kan worden.

#### *Halfwaardetijd/halveringstijd*

De snelheid waarmee radioactieve atoomkernen vervallen, is een specifieke eigenschap van de betreffende radioactieve stof: er zijn stoffen die hun radioactiviteit in een fractie van een seconde verliezen en er zijn er die daar eeuwen over doen. De halfwaardetijd of halveringstijd is de tijd waarin de helft van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid radioactieve atoomkernen vervalt, en dus de helft van de radioactiviteit verdwijnt. De halfwaardetijden van de verschillende radioactieve elementen variëren in orde van grootte van 0,1 microseconde tot  $10^9$  jaar.

#### *Ioniserende straling*

Er bestaan veel verschillende soorten straling. Of straling ioniserend is of niet, is afhankelijk van de energie-inhoud van de straling. Geluid, warmte (infrarode straling) en licht zijn voorbeelden van tamelijk laagenergetische straling waardoor wij voortdurend omgeven worden, en die wij grotendeels met onze zintuigen kunnen waarnemen; hier is sprake van niet-ioniserende straling.

Bij het verval van radioactieve atoomkernen komt altijd hoogenergetische, ioniserende straling vrij. Ioniserende straling kan ook doelbewust worden opgewekt in apparatuur (zoals een röntgentoestel, waarmee röntgenstraling kan worden opgewekt).

Ioniserende straling is niet met de zintuigen waar te nemen.

Ioniserende straling kan uit een atoom (of molecuul) dat door deze straling getroffen wordt, een elektron stoten, waardoor het atoom een elektrische lading krijgt (wordt geïoniseerd). Als dit in levend weefsel gebeurt, wordt het weefsel hierdoor bescha-

digd. Het herstellende vermogen van levende cellen is beperkt, en teveel ioniserende straling is dan ook gevaarlijk.

De meest algemene vormen van ioniserende straling zijn  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - en neutronenstraling, die vrij kan komen wanneer de kern van een radioactief element desintegreert.

#### *1.1.1 Besmetting en bestraling*

Bij blootstelling aan radioactieve stoffen zijn er twee gevaren: besmettingsgevaar en stralingsgevaar.

Als radioactieve deeltjes op huid, haar of kleding terechtkomen, spreekt men van uitwendige besmetting.

Als radioactieve deeltjes in het lichaam worden opgenomen, door inhalatie, ingestie, via open wonden in de huid, of rechtstreeks via de intacte huid (zoals mogelijk is bij een besmetting met bijvoorbeeld tritium of jodiumisotopen), raakt de blootgestelde persoon inwendig besmet. Inwendige besmetting is veel moeilijker te behandelen dan uitwendige besmetting.

Vanuit de plaats op of in het lichaam waar het radioactieve materiaal zich bevindt, wordt de besmette persoon intensief bestraald.

Als iemand aan ioniserende straling wordt blootgesteld doordat de persoon zich in de buurt van een radioactieve bron bevindt, spreekt men van bestraling. Voor bestraling is, anders dan in het geval van besmetting, geen direct contact tussen de persoon en het radioactieve materiaal nodig.

Iemand die (of materiaal dat) radioactief besmet is kan de besmetting verspreiden en daardoor zelf ook weer als bron van besmetting voor anderen en de omgeving fungeren.

#### *1.1.2 Soorten ioniserende straling*

Er bestaan verschillende soorten ioniserende straling:

- alfastraling ( $\alpha$ -straling)
- bètastraling ( $\beta$ -straling)
- gammastraling ( $\gamma$ -straling)
- neutronenstraling.

Deze soorten verschillen in hun aard en in de mate waarin de straling in materie door kan dringen.

#### *$\alpha$ -Straling*

Alfastraling bestaat uit  $\alpha$ -deeltjes (kern van een heliumatoom) die uit twee protonen en twee neutronen bestaan; tamelijk grote deeltjes met een positieve lading. De reikwijdte van  $\alpha$ -straling in de lucht is beperkt tot enkele centimeters. Van de verschillende soorten ioniserende straling is  $\alpha$ -straling het minst doordringend.

Wanneer  $\alpha$ -deeltjes een voorwerp raken, wordt al hun energie al volledig geabsorbeerd. Dit betekent dat *uitwendige besmetting*, mits de huid intact is en de ademhaling beschermd wordt, met, en *bestraling* door  $\alpha$ -stralers weinig gevaar oplevert voor mensen: een vel papier, gewone kleding, het buitenste laagje van de huid houdt  $\alpha$ -straling al tegen (zie figuur 2.1).

Bij uitwendige besmetting bestaat wel het gevaar van inhalatie en/of ingestie (eten of drinken) van  $\alpha$ -deeltjes, als er geen adembescherming gedragen wordt.

Inademen of inslikken van  $\alpha$ -deeltjes veroorzaakt *inwendige besmetting* en is erg schadelijk: plaatselijk zal veel energie afgegeven worden, wat lichaamscellen ernstig beschadigt.

Voorbeelden van  $\alpha$ -actieve atomen zijn uranium-238, radium-226, radon-222, polonium-218, -214 en -210, plutonium-239. Kenmerk van  $\alpha$ -deeltjes is hun zeer hoge snelheid en energie, waardoor zij in staat zijn biologisch weefsel te beschadigen.

### $\beta$ -Straling

Bètastraling ontstaat doordat een neutron verandert in een positief geladen proton. Dit gebeurt onder uitstoting van een elektron uit de kern, met hoge snelheid. Het atoomgetal wordt één hoger.

$\beta$ -Deeltjes kunnen in de lucht een afstand van 3 tot 10 meter afleggen.

$\beta$ -Straling is meer doordringend dan  $\alpha$ -straling, maar wordt al tegengehouden door een paar mm plexiglas of een laag water van 1 cm dikte.

$\beta$ -Deeltjes dringen, bij *uitwendige besmetting* van de huid, (enkele millimeters) door de huid heen en kunnen verbranding veroorzaken.

Inademen of inslikken van radioactieve stoffen die  $\beta$ -deeltjes uitstralen veroorzaakt *inwendige besmetting* en is erg schadelijk tot op enkele centimeters vanaf de bron.

Voorbeelden van  $\beta$ -stralers zijn lood-214, lood-210, bismuth-214 en bismuth-210.

### $\gamma$ -Straling

Gammastraling is elektromagnetische straling met een zeer kleine golflengte en hoge energie.  $\gamma$ -Straling lijkt op röntgenstraling, maar een belangrijk verschil is dat röntgenstraling kunstmatig in een röntgentoestel wordt opgewekt. Een röntgentoestel kan worden uitgeschakeld en als het toestel uitgeschakeld is wordt geen röntgenstraling meer uitgezonden.  $\gamma$ -Straling kan daarentegen niet worden uitgeschakeld.

De reikwijdtes van  $\gamma$ -straling en röntgenstraling in de lucht zijn in principe oneindig.

$\gamma$ -Straling heeft, net als röntgenstraling, een hoog doordringend vermogen en kan diep in het menselijk weefsel doordringen en daar ernstige schade aanrichten.

Zowel door *uitwendige besmetting* als door opname in het lichaam, kunnen  $\gamma$ -stralers schade toebrengen *in* het lichaam.

Om  $\gamma$ -straling en röntgenstraling tegen te houden is afscherming door materiaal met een grote soortelijke massa nodig, zoals een loden plaat of betonnen muur.

De halveringsdikte van een materiaal voor een bepaald type ioniserende straling is de dikte van dat materiaal die nodig is om de helft van die straling te absorberen.

Voorbeelden van  $\gamma$ -stralers zijn technetium<sup>m</sup>-99 en indium<sup>m</sup>-113.

### Neutronenstraling

Neutronenstraling bestaat uit neutronen die bij het uiteenvallen van atoomkernen met een hoge snelheid uit de kern worden gestoten. In bijvoorbeeld kerncentrales komt neutronenstraling vrij bij de kernsplijting van uranium.

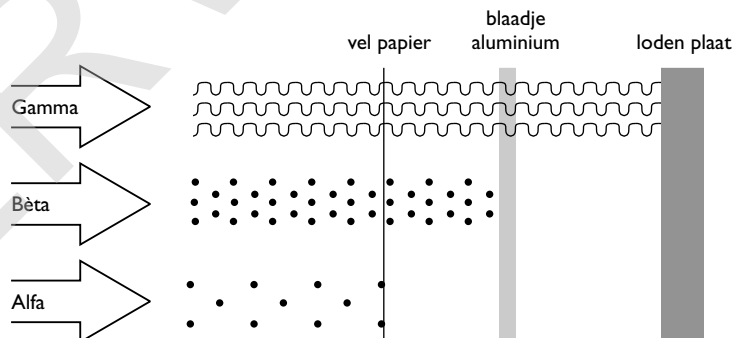
Het doordringende vermogen van neutronenstraling is hoog. Net als  $\gamma$ - en röntgenstraling kan neutronenstraling diep in beton doordringen. De beste bescherming tegen neutronenstraling wordt geboden door water of een kunststof zoals polyethyleen.

Neutronenstraling is in staat niet-radioactieve stoffen te 'activeren' en radioactief te maken.

### Kernsplijting

Als een uranium-235 kern of een plutonium-239 kern door een neutron wordt getroffen, kan de kern in twee delen splijten; hierbij komen neutronen vrij die op hun beurt, in kettingreactie, een kernsplijting in een volgende uraniumkern kunnen veroorzaken. Neutronen hebben geen elektrische lading en hebben een sterk doordringend vermogen; zij kunnen de zwaarste atomen met gemak doordringen. Neutronen worden geproduceerd in een cyclotron (deeltjesversneller) of kernreactor. Met behulp van neutronen worden radioactieve isotopen en andere radionucliden voor allerlei toepassingen (industrie, gebruik in ziekenhuizen) geproduceerd.

Bij kernsplijting komen grote hoeveelheden energie vrij: kernenergie. Kernenergie past men in kerncentrales toe voor het opwekken van elektrische stroom.



Figuur 2.1 Doordringend vermogen van ioniserende straling

### 1.1.3 Grootheden en eenheden voor ioniserende straling

De eenheid van activiteit voor een hoeveelheid radioactiviteit is de Becquerel (Bq): één Bq komt overeen met één vervallende atoomkern per seconde, of, een hoeveel-

heid materiaal heeft één Bq activiteit als er per seconde één atoomkern vervalst (desintegreert).

De radioactiviteit van een bepaalde stof, c.q. bron, wordt dus bepaald door de hoeveelheid van die stof, de hoeveelheid vervallende radionucliden in die stof én de halfwaardetijd van die stof.

Materie – en dus ook het menselijke lichaam – neemt stralingsenergie op (absorbeert die energie). De hoeveelheid stralingsenergie die door het lichaam per gewichtseenheid wordt geabsorbeerd, is de *dosis* (symbool D). De eenheid voor de dosis geabsorbeerde stralingsenergie is de Gray (Gy). (1 Gray = 1 Joule / kilogram lichaamsgewicht) Vroeger werd de rad als eenheid gebruikt (1 rd = 100 Gy).

Het *dosistempo* of de *dosissnelheid* is de snelheid waarmee het lichaam een bepaalde dosis stralingsenergie absorbeert: uitgedrukt in Gray per uur (Gy/hr). Het dosistempo is van belang, omdat levende cellen die aan ioniserende straling zijn blootgesteld, een herstellend vermogen hebben. Een bepaalde dosis is veel schadelijker wanneer deze in zijn geheel in korte tijd door het lichaam wordt geabsorbeerd, dan wanneer diezelfde dosis uitgesmeerd over een veel langduriger periode wordt geabsorbeerd.

De hoeveelheid activiteit, uitgedrukt in aantal Bq, zegt niets over de schadelijkheid van die radioactiviteit, omdat de verschillende soorten straling ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , neutronen) niet allemaal even schadelijk zijn: niet elk type ioniserende straling heeft hetzelfde biologische effect.

Het biologische effect van ioniserende straling wordt niet alleen door de dosis (in Gy) en het dosistempo (Gy/hr), maar ook door het type ioniserende straling en de gevoeligheid van het weefsel dat aan die straling wordt blootgesteld, bepaald. Vooral snel delende cellen zijn gevoelig voor ioniserende straling.

Met de verschillende biologische effecten van de verschillende soorten ioniserende straling wordt wel rekening gehouden wanneer het *dosisequivalent* (symbool H) bepaald wordt: dat geeft aan hoe schadelijk de betreffende hoeveelheid straling is. Het dosisequivalent is niet direct meetbaar: het dosisequivalent wordt verkregen door vermenigvuldiging van de dosis met een stralingsweefactor, die afhankelijk is van de soort ioniserende straling.

Het dosisequivalent wordt uitgedrukt in Sievert (Sv); 1 Sv is een erg hoge dosis en onder normale omstandigheden wordt gesproken van millisievert (mSv) en microsievert ( $\mu$ Sv). Een verouderde eenheid is de rem: 1 rem = 10 mSv.

Zodoende kan ook het dosisequivalenttempo, in mSv of  $\mu$ Sv per uur (i.p.v. het dosistempo in mGy/hr of  $\mu$ Gy/hr) worden bepaald.



$$H = W_R D$$

H = dosisequivalent (Sv)

D = dosis (Gy)

$W_R$  = weegfactor

$W_R = 1$  voor  $\beta$ -straling en  $\gamma$ -straling,

$W_R = 20$  voor  $\alpha$ -straling,

$W_R = 5$  tot  $20$  voor neutronenstraling

Bovendien is niet elk weefsel of orgaan even gevoelig voor celbeschadiging door ioniserende straling. De *effectieve dosis* wordt berekend door het dosisequivalent te vermenigvuldigen met een specifieke weegfactor voor het weefsel of orgaan in kwestie. De eenheid voor de effectieve dosis is eveneens de millisievert (mSv) of microsievert ( $\mu$ Sv).

#### *Achtergrondstraling*

Overall op aarde is van nature ioniserende straling aanwezig, afkomstig uit bijvoorbeeld de ruimte, de aardkorst die radioactieve stoffen bevat, uit voedsel en water die heel kleine hoeveelheden radioactieve stoffen bevatten (bijvoorbeeld kalium-40); ook bouwmaterialen bevatten radioactieve stoffen (bijvoorbeeld radon). Het gaat hier dus zowel om uitwendige bestraling als inwendige besmetting. Samen levert dit de zogeheten achtergrondstraling op; deze bedraagt in Nederland ongeveer 2 mSv per jaar per persoon.

De hoeveelheid natuurlijke achtergrondstraling verschilt per plaats. De achtergrondstraling neemt toe met de hoogte; daardoor leveren wintersportvakanties en vliegreizen een extra stralingsbelasting op.

Daarnaast is er ook achtergrondstraling afkomstig van, onder andere, medische apparatuur, televisietoestellen en sommige typen rookmelders. De gemiddelde Nederlander wordt op deze manier aan ongeveer 0,5 mSv aan ioniserende straling per jaar blootgesteld.

In Nederland bedraagt de jaarlijkse dosis door de dagelijkse achtergrondstraling dus gemiddeld ongeveer 2,5 mSv per jaar.

#### *1.1.4 Effecten van ioniserende straling*

Wanneer het menselijk lichaam aan ioniserende straling wordt blootgesteld, kan hierdoor schade aan lichaamsweefsel, cellen en complexe biologische moleculen - zoals DNA, de drager van de erfelijke eigenschappen - ontstaan.

Door de warmte waarin de energie van de straling wordt omgezet kan biologisch weefsel beschadigd raken. Dit uit zich bijvoorbeeld in het ontstaan van brandblaren. De menselijke cel is in bepaalde mate in staat de door ioniserende straling veroorzaakte schade te herstellen; vanaf een bepaalde dosis echter kan het herstelmechanisme het niet meer bijhouden en sterven de cellen af of worden ze blijvend veranderd. Intensieve blootstelling aan ioniserende straling kan dodelijk zijn.

De effecten van ioniserende straling op de mens kunnen in drie categorieën onderverdeeld worden:

1. *acute effecten*, ook wel *vroege effecten* genoemd. Deze directe effecten worden binnen ongeveer één tot twee maanden na bestraling waargenomen en zijn dosisafhankelijk. Soms kunnen deze effecten zelfs al na enkele uren optreden, afhankelijk van de ontvangen stralingsdosis.
2. *lange termijn effecten*, ook wel *late effecten* genoemd. Deze effecten kunnen na een periode van twee maanden tot tientallen jaren na blootstelling nog optreden. Het optreden van late effecten is kansgebonden en evenredig met de ontvangen dosis.
3. *genetische effecten*. Deze uiten zich of in de vorm van aangeboren afwijkingen of als onvruchtbaarheid in de eerste generatie, of als erfelijke afwijkingen in latere generaties.

Over het algemeen treden acute effecten op bij blootstelling aan hoge doses in een kort tijdsbestek (0,5 Gy of meer), en worden effecten van relatief lagere stralingsdoses pas na langere tijd zichtbaar.

#### Acute effecten

Voordat een acuut effect optreedt, zal eerst een bepaalde drempeldosis overschreden moeten worden. Deze drempeldosis is orgaanafhankelijk. Hoe hoger de stralingsdosis, hoe ernstiger het acute effect.

Effecten die boven een bepaalde dosis altijd zullen optreden worden *deterministisch* genoemd. Acute effecten zijn deterministische effecten. In tabel 1 zijn drempeldoses voor deterministische effecten op een aantal weefsels aangegeven.

weefsel en deterministisch effect	drempeldosis, kortdurende blootstelling (Gy)
Testes Tijdelijke steriliteit Blijvende steriliteit	0,15 > 3,5
Eierstokken Steriliteit	> 2,5
Ooglenzen Aantoonbare troebelingen (begin van staar) Gestoord gezichtsvermogen (staar)	> 0,5 > 2,0
Beenmerg Onderdrukking van de bloedvorming	> 0,5

Tabel 1 Deterministische effecten van ioniserende straling

### *Late effecten*

Lagere doses ioniserende straling veroorzaken wellicht niet acute effecten, maar wel moet rekening gehouden worden met mogelijke late effecten. Voor late effecten is er, in tegenstelling tot de acute effecten, niet altijd een drempeldosis. Voor late effecten geldt dat ze, in tegenstelling tot de acute effecten niet altijd hoeven op te treden (de effecten zijn dan niet deterministisch maar kansgebonden).

Late effecten zullen ernstiger zijn naarmate de ontvangen dosis hoger is geweest.

Eén van de belangrijkste late effecten is een verhoogde kans op kanker: er wordt algemeen aangenomen dat de stralingsdosis recht evenredig is met het risico van het krijgen van kanker.

Onder de late effecten vallen ook de zogeheten *teratogene effecten*: afwijkingen die na de bevruchting door de bestraling ontstaan in het ongeboren kind (de term teratogeen wordt ook gebruikt voor de effecten van medicijngebruik, alcoholgebruik en schadelijke chemische stoffen).

*Genetische effecten* zijn het gevolg van beschadiging van het erfelijke materiaal van de vader en/of de moeder door de ioniserende straling. Dit kan erfelijke afwijkingen in de volgende generatie veroorzaken. De beschadiging vindt dus al plaats vóór de zwangerschap.

Als iemand in korte tijd een stralingsdosis van meer dan ongeveer 0,5 Gy ontvangt, zal de blootgestelde persoon ziek worden. Stralingsziekte gaat gepaard met misselijkheid, hoofdpijn, en duizeligheid, en is tijdelijk van aard. Bij oplopende doses neemt de schade aan het lichaam in ernst toe en kunnen verschillende stralingssyndromen optreden. De  $LD_{50}$ -waarde (de dosis waarbij de helft van de populatie binnen een bepaalde tijdsperiode komt te overlijden) ligt voor de volwassen mens bij bestraling van het hele lichaam met röntgen- of  $\gamma$ -straling rond de 3 Gy.

Tabel 2 geeft het gemiddelde effect van een in korte tijd ontvangen dosis ioniserende straling.

Hoofdstuk 7, 'Therapie', gaat dieper in op de acute effecten van ioniserende straling op het lichaam en op behandelingsmogelijkheden.

in korte tijd toegediende dosis (Gy)	acuut effect
0 - 0,05	geen aantoonbaar effect
tot 0,25	geen klinische symptomen, mogelijk licht verhoogde frequentie chromosoomafwijkingen witte bloedcellen
tot 0,75	geen stralingsziekteverschijnselen; vanaf 250 mSv duidelijke afwijkingen in bloedbeeld
1	bij 2% van de blootgestelden gedurende enige tijd misselijkheid en braken
1,5	stralingsziekteverschijnselen bij 25% van de blootgestelden
2	50% van de blootgestelden krijgt stralingsziekte; geen doden
3	alle blootgestelden krijgen stralingsziekte; 20% overlijdt binnen 3 maanden
4	alle blootgestelden krijgen stralingsziekte; 50% overlijdt binnen 2 maanden
≥ 5	alle blootgestelden krijgen stralingsziekte en overlijden binnen enkele weken

Tabel 2 Stralingseffecten op het hele lichaam

### 1.2 Nucleaire strijdmiddelen

De termen 'nucleair' en 'radiologisch' worden nogal eens door elkaar gebruikt. De term nucleair wordt hier gebruikt wanneer het gebruik van radioactieve stoffen om kernenergie op te wekken bedoeld wordt, dus in kernwapens, kerncentrales of kernreactoren.

Kernwapens onderscheiden zich van conventionele wapens door een veel groter explosief vermogen, grote hittestraling en het vrijkomen van radioactief materiaal en ioniserende straling.

De energie die wordt verkregen door splitsing of fusie van atoomkernen, komt bij het gebruik van een kernwapen vrij in de vorm van een lichtflits, hitte, een drukgolf, ioniserende straling en een elektromagnetische puls.

De mate waarin deze verschijnselen zich voordoen is afhankelijk van het wapenvermogen en de hoogte waarop de explosie plaatsvindt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- een *luchtexplosie*: een kernwapenexplosie op zodanig grote hoogte dat de vuurbol de grond (of het wateroppervlak) niet raakt
- een *maaiveldexplosie*: een kernwapenexplosie op zodanige hoogte dat de vuurbol de grond (of het wateroppervlak) raakt
- een *ondergrondse explosie of onderwaterexplosie*: een kernwapenexplosie waarbij het middelpunt van de vuurbol beneden het aard- of wateroppervlak ligt.

In een betrekkelijk klein gebied rondom het explosiepunt zal, ondanks genomen beschermingsmaatregelen, het aantal overlevenden gering zijn. Aangezien de energie van de explosieverschijnselen snel afneemt naarmate de afstand tot de explosie toeneemt, zal zich buiten dit gebied een veel groter gebied bevinden waarin het al dan niet nemen van beschermende maatregelen van grote invloed is op de overlevingskans en de kans op wel of niet gewond raken.

### *Explosieverschijnselen en mogelijke gevolgen*

#### *Lichtflits*

Het eerste kenmerkende verschijnsel van een lucht- of maaiveldexplosie is een alom aanwezig verblindend licht. Dit licht is vele malen feller dan zonlicht. De lichtflits kan tijdelijke verblindings veroorzaken: overdag gedurende hoogstens enkele minuten, maar 's nachts tot enkele tientallen minuten omdat de pupillen dan wijd open staan. Indien naar de explosie wordt gekeken kan blijvende oogbeschadiging optreden door netvliesverbranding. De kans op blijvende blindheid is 's nachts groter dan overdag.

Bij een ondergrondse explosie of een onderwaterexplosie zal er nauwelijks sprake zijn van een lichtflits.

#### *Hitte*

Bij een luchtexplosie is de hittestraling zeer intens. Bij een maaiveldexplosie is de hittestraling minder sterk omdat een deel van de hitte in dat geval door de bodem of het water wordt geabsorbeerd. Bij een ondergrondse explosie of een onderwaterexplosie is het effect van de hittestraling gering.

Hittestraling kan brandwonden veroorzaken wanneer de huid onvoldoende is bedekt, en kan ontvlambaar materiaal laten ontbranden. Bij de kernwapenexplosies in Japan (1945) liepen mensen hierdoor tot op 4 kilometer van het explosiepunt brandwonden op. Het doordringende vermogen van hittestraling is gering: alles wat schaduw geeft, biedt bescherming tegen hittestraling.

#### *Druk golf*

Vooraf bij lucht- en maaiveldexplosies zal de luchtdruk over een uitgestrekt gebied verwoestingen veroorzaken. Deze luchtdruk wordt ervaren als een orkaanachtige windstoot, ook wel drukgolf genoemd.

De drukgolf plant zich met iets hogere snelheid (ca 350 m/sec) dan die van het geluid voort. Naargelang de afstand tot het explosiepunt groter wordt, neemt de kracht van de drukgolf af. De drukgolf oefent eerst vanuit het explosiepunt een enorme overdruk uit, gevolgd door een krachtige onderdruk (zuiging) in tegenovergestelde richting. Materieel, gebouwen en dergelijke worden dus twee maal getroffen waardoor de verwoesting aanzienlijk wordt vergroot. Pas na het passeren van de drukgolf wordt het explosiegeluid (gerommel als van een hevige onweer) gehoord.

Bij ondergrondse en explosies onder water zal de drukgolf een (lichte) aardbeving of een drukgolf onder water (springvloed) veroorzaken, maar weinig luchtdrukeffecten.

#### *Ioniserende straling*

Bij elke kernwapenexplosie ontstaat ioniserende straling. Er wordt onderscheid gemaakt tussen 'directe' en 'nablijvende' ioniserende straling. Het betreft hier  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - en neutronenstraling.

'Directe' ioniserende straling wordt veroorzaakt door de kernreactie van de radioactieve stoffen in het wapen. Vooral  $\gamma$ -straling en neutronenstraling vormen hier het acute stralingsgevaar.

De hoge stijgsnelheid van de vuurbol en de beperkte reikwijdte van de ioniserende straling verhinderen dat de straling daarna de grond nog bereikt. De directe ioniserende straling kan in een fractie van een seconde een dodelijke dosis (meer dan 8 Gy) veroorzaken.

'Geïndiceerde' of 'nablijvende' ioniserende straling komt vrij na de explosie en zal vooral voorkomen bij maaiveldexplosies waarbij de vuurbol de grond of het wateroppervlak raakt. Bij deze explosies worden grote hoeveelheden bodemmateriaal en/of water met de vuurbol mee omhoog gezogen. Zo ontstaat de voor een maaiveldexplosie typerende donkere paddestoelvormige wolk met stam. In deze wolk en stam wordt het meegezogen bodemmateriaal radioactief door de zeer intensieve bestraling met neutronen en  $\gamma$ -straling. Die geactiveerde stoffen vervallen weer tot andere nucliden, onder uitzending van ioniserende straling. Binnen korte tijd zal dit materiaal samen met de resten van de radioactieve stoffen en vervalproducten uit het kernwapen aan stofdeeltjes zijn geadsorbeerd en weer op aarde terugvallen. Dit radioactieve stof wordt *fall-out* genoemd. Hierdoor zal een (tientallen kilometers) groot gebied (het *fall-out* gebied) besmet worden.

De nablijvende ioniserende straling is dus afkomstig van de *fall-out*.

Luchtexplosies, herkenbaar aan de witte paddestoelvormige wolk, al dan niet met een op een stam gelijkend verschijnsel, veroorzaken veel minder *fall-out* dan een maaiveldexplosie.

Bij een kernwapenexplosie kan het gebied onder of rondom het explosiepunt door de inwerking van neutronenstraling radioactief worden en zo nablijvende ioniserende straling veroorzaken. Dit gebied is van beperkte omvang en bevindt zich binnen het gebied van totale verwoesting.

#### *Elektromagnetische puls (EMP)*

Door het momentaan vrijkomen van zoveel energie in de lucht, ontstaat een elektromagnetische puls (EMP), waardoor in elektronische en elektrische installaties een krachtige piekstroom wordt opgewekt. Radioverkeer wordt daardoor verstoord of enige tijd onmogelijk. De ontstane piekstroom slaat ook via antennes en bekabeling in elektronische apparatuur, waardoor deze apparatuur onherstelbaar wordt beschadigd. Militaire elektronische apparatuur is hier meestal tegen beveiligd.

### *Bescherming*

In het geval van een kernwapenexplosie is het van belang de ogen te beschermen tegen de lichtflits, de huid te beschermen tegen de hitte (schaduw, kleding) en dekking, tegen de gevolgen van de drukgolf en voor afscherming van ioniserende straling en fall-out, te zoeken. Men dient zo kort mogelijk in het gevarengedebied te blijven en contact met mogelijk besmette oppervlakken te vermijden.

Hoofdstuk 5, 'Persoonlijke bescherming' gaat dieper in op de bescherming tegen bestraling en besmetting met radioactieve stoffen.

### *1.3 Radiologische strijdmiddelen*

Onder radiologische strijdmiddelen worden radioactieve materialen, anders dan kernwapens, verstaan, die geschikt zijn gemaakt voor en gebruikt worden met het doel schade toe te brengen aan mensen en omgeving.

Ongevallen met radioactieve stoffen kunnen plaatsvinden door bijvoorbeeld sabotage, door een aanslag in inrichtingen waar radioactieve stoffen zijn opgeslagen (laboratoria, ziekenhuizen, industrie) of tijdens een transport van radioactieve stoffen. Kleine hoeveelheden radioactief materiaal kunnen ook vanuit een vliegtuig worden verspreid of gebruikt worden om voedsel of water te besmetten. Tevens kan radioactief materiaal in een 'vuile bom' worden verwerkt (zie onder).

Altijd bestaat het gevaar van bestraling door radioactieve stoffen die bij een dergelijk ongeval vrijkomen; in sommige gevallen bestaat het gevaar van uitwendige en inwendige besmetting.

Bij de bestrijding van een incident met radioactieve stoffen volgt de brandweer de vaste RA-inzetprocedure.

In hoofdstuk 3, 'Scenario's' wordt een ongeval met radioactief afval, afkomstig uit een ziekenhuis, beschreven.

### *Vuile bom*

Een 'vuile bom' is een primitief wapen dat zowel springstoffen als radioactieve stoffen bevat.

Wereldwijd zijn talrijke radioactieve bronnen aanwezig en te verkrijgen, die bruikbaar zijn voor het vervaardigen van een vuile bom. Hierbij valt te denken aan radioactief materiaal afkomstig uit ziekenhuizen, industrie, laboratoria, afval, et cetera. In een groot aantal landen wordt (de registratie van) radioactieve materialen niet goed beheerd, en is het mogelijk het benodigde materiaal te verkrijgen.

Voor een kleinschalige terroristische aanslag, bijvoorbeeld met het doel een terrein of gebouw te besmetten en veel paniek te zaaien, is niet veel materiaal nodig.

Radioactieve stoffen die in ziekenhuizen en industrie gebruikt worden zijn bijvoorbeeld: molybdeen-99, technetium<sup>m</sup>-99, cobalt-60, cesium-137, iridium-192, jodium-123, jodium-125, jodium-131, fosfor-32, radium-226, strontium-90, yttrium-90, americium-241.

Ook uranium-235, kernafval in het algemeen en plutonium-239 zijn te gebruiken voor het vervaardigen van een vuile bom.

Door de explosie van de vuile bom worden de radioactieve isotopen verneveld of verdampt, zodat ze in de lucht terecht komen en op die manier snel over een (grote) oppervlakte verspreid kunnen worden. De deeltjes die vrijkomen bij explosie van een vuile bom, zijn vergelijkbaar met de fall-out ten gevolge van een kernexplosie.

Radiologische terreurwapens kunnen radioactief materiaal over een relatief groot gebied verspreiden, met paniek, acute gezondheidsproblemen zoals stralingsziekten, late effecten zoals verhoogde kankercijfers, langdurig onbruikbaar terrein/infrastructuren en betrekkelijk dure reinigingsoperaties als gevolg.

De onderdelen en kennis om een vuile bom te construeren zijn redelijk eenvoudig te verkrijgen.

Een niet-ontplofte vuile bom is uiteraard ook zeer gevaarlijk, niet alleen vanwege de radioactieve bron, maar ook als explosief. Deze zal door de brandweer benaderd worden zoals bij een 'gewone' ongevalbestrijding met gevaarlijke stoffen, zodra er geen explosiegevaar meer is.

In hoofdstuk 3 wordt een 'vuile bom'-scenario beschreven.

#### *Bescherming*

De mogelijkheden van bescherming tegen ioniserende straling en besmetting met radioactieve stoffen, door middel van kleding, adembescherming, persoonlijke dosimetrie en algemene gedragsregels, worden besproken in hoofdstuk 5.

#### *Ontsmetten*

De belangrijkste ontsmettingsmaatregelen bij een mogelijke uitwendige besmetting met radioactief materiaal zijn het verwijderen van kleding en vervolgens het wassen van lichaam en haar. Het onderwerp ontsmetting komt in hoofdstuk 6, 'Bestrijding van NBC-incidenten' aan de orde.

#### *Behandeling*

Bij een stralingsincident waarbij de kans op inwendige besmetting met radioactief jodium bestaat, kan worden overwogen jodiumprofylaxe toe te dienen. Jodiumprofylaxe wordt behandeld in de hoofdstukken 5 en 7.

Bij een inwendige besmetting met radioactieve stoffen is geneeskundige begeleiding en behandeling nodig (zie hoofdstuk 7).



## 2. Biologische middelen

Deze paragraaf gaat in op, onder andere, algemene kenmerken van biologische agentia, besmetting en infectie en manieren van verspreiding. Tot slot worden bij wijze van voorbeeld pokken en antrax besproken.

### 2.1 Algemene kenmerken van biologische agentia

Tot de biologische strijdmiddelen behoren pathogene (ziekteverwekkende) micro-organismen zoals bacteriën, virussen en schimmels. Insecten en andere dieren die ofwel direct, ofwel als drager van bovengenoemde ziektekiemen, ziektes verwekken bij de mens worden ook tot de biologische agentia gerekend. Deze worden in dit Handboek echter buiten beschouwing gelaten. De pathogene micro-organismen nemen binnen de groep 'biologische strijdmiddelen' verreweg de belangrijkste plaats in.

Voorbeelden van ziekteverwekkende insecten zijn luizen (overbrengers van vlektyfus), vlooien (overbrengers van pest) en muggen (overbrengers van o.a. malaria en gele koorts).

Bekende pathogene bacteriën en virussen die als biologisch strijdmiddel gebruikt zouden kunnen worden zijn bijvoorbeeld *Bacillus anthracis* (antrax/miltvuur), het virus *Variola major* (pokken), *Francisella tularensis* (tularemie), *Yersinia pestis* (pest), Marburgvirus (VHF, virale hemorrhagische koorts), Ebolavirus (ebola), *Brucella* soorten (brucellose), influenzavirus (griep), etc.

### Toxines

Sommige micro-organismen zijn zelf niet pathogeen, maar produceren wel toxische stoffen: deze biologische *toxines* worden (in dit handboek) als chemische strijdmiddelen beschouwd. De reden daartoe is dat toxines geen organismen zijn maar 'dode stof', geen andere organismen infecteren en zich niet kunnen repliceren.

Tabel 4, opgenomen aan het eind van dit hoofdstuk, geeft een beeld van de breedte van het spectrum van biologische (en chemische) strijdmiddelen.

### 2.2 Eisen aan biologische strijdmiddelen

Van de duizenden pathogene micro-organismen is een 'beperkt' aantal bruikbaar als biologisch strijdmiddel vanwege de eisen waaraan het moet kunnen voldoen, zoals waarschijnlijk:

- ernstige ziekte/dood veroorzaken
- in kleine hoeveelheden al effectief zijn: hoog infectievermogen en hoge toxiciteit
- beperkte incubatietijd
- eenvoudig en snel te kweken (produceren)
- eenvoudig te verspreiden
- geen profylaxe en/of medicatie voor beschikbaar
- stabiliteit onder ongunstige omstandigheden
- moeilijk te detecteren
- snel en voorspelbaar resultaat.

Bij voorkeur is de incubatietijd niet al te lang en leidt de besmetting binnen korte tijd tot de ziekteverschijnselen. Daarom is bijvoorbeeld de veroorzaker van tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*) geen geschikt biologisch strijdmiddel, aangezien de effecten pas maanden na de besmetting tot uiting komen.

De stabiliteit van de ziekteverwekker onder bijzondere omstandigheden is van belang: de ziekteverwekker moet tegen de manier van verspreiding, wellicht tegen hitte en luchtdrukveranderingen (als de verspreiding bijvoorbeeld via een explosie geschiedt), tegen mogelijk langdurige opslag (in een zuurstofloze ruimte), en/of tegen zonlicht (UV-straling) bestand zijn.

Persistente ziekteverwekkers zijn ook onder ongunstige omstandigheden stabiel. Een voorbeeld van zulke persistente micro-organismen zijn de zogeheten sporenvormende bacteriën. Deze kunnen een structuur aannemen die spore genoemd wordt: een tijdelijke rusttoestand waarin het organisme zeer goed bestand is tegen extreme omstandigheden. Zodra de omstandigheden verbeteren wordt de normale vorm weer aangenomen en groeit de bacterie als voorheen. Een bekende sporenvormende bacterie is de verwekker van antrax (miltvuur), *Bacillus anthracis*.

Niet-persistente ziekteverwekkers zoals de verwekkers van cholera, pest, difterie, longontsteking en influenza gaan dood onder ongunstige omstandigheden.

Voor de productie van kwalitatief goede biologische agentia is specifieke expertise en een goed uitgerust laboratorium nodig. De pathogeniteit van een micro-organisme is een onveranderlijke eigenschap van dat organisme. De virulentie van het organisme, dat wil zeggen de mate waarin een organisme ziekteverwekkend is, kan echter veranderen. Bij het kweken van de ziekteverwekkers voor productiedoeleinden, op een kunstmatige voedingsbodem (in tegenstelling tot de groei van het organisme in zijn natuurlijke omgeving), is het goed mogelijk dat de ziekteverwekker zijn virulentie en dus zijn ziekmakend vermogen (deels) verliest.

Het bovenstaande geeft meteen een aantal nadelen van biologische strijdmiddelen aan:

- biologische agentia zijn gevoelig
- voor de kweek zijn specifieke expertise en middelen vereist
- biologische middelen geven niet meteen effect
- de effecten zijn niet controleerbaar (en kunnen dus voor de agressor zelf gevaar kunnen opleveren).

Voordelen, gezien vanuit het oogpunt van de pleger van de biologische aanslag, van biologische agentia zijn:

- biologische middelen zijn goedkoop
- in kleine hoeveelheden kunnen biologische agentia al zeer effectief zijn
- biologische middelen kunnen besmettelijk en dodelijk zijn.

Het is tamelijk eenvoudig grondstoffen voor het produceren van voldoende biologische agentia voor (kleinschalige) aanslagen te verkrijgen: ze zijn te koop of bijvoorbeeld uit laboratoria of de natuur te halen. Grootschalige productie van biologische middelen is echter lastiger.

Als een ziekteverwekker een slachtoffer via een ongebruikelijke weg infecteert (bijvoorbeeld via inhalatie in plaats van via ingestie), kan dat leiden tot een afwijkend ziektebeeld, wat identificatie van de ziekteverwekker bemoeilijkt.

Infectie met meer dan één ziekteverwekker tegelijkertijd zal waarschijnlijk een gecompliceerd ziektebeeld opleveren.

Een slachtoffer van een besmetting met een op mensen overdraagbare ziekte is in principe zelf een secundaire bron van besmetting, omdat het slachtoffer via ademhaling, sputum, ontlasting of huidschilfers, zelf weer levende ziekteverwekkers verspreidt.

### 2.3 Opname in het lichaam

Er zijn drie routes via welke stoffen voornamelijk in het lichaam worden opgenomen:

- de huid
- het spijsverteringskanaal (ingestie)
- de ademhalingswegen (inhalatie).

#### *Besmetting en infectie*

De belangrijkste wijze van besmetting met een biologisch strijdmiddel verloopt via inhalatie. Afhankelijk van de ziekteverwekker is besmetting ook mogelijk door ingestie of via open wonden in de huid, door steken of beten en in enkele gevallen via de ogen.

Er bestaat een duidelijk onderscheid tussen besmetting en infectie. Besmetting is ieder contact tussen een micro-organisme en een gastheer. Een besmette persoon is nog niet geïnfecteerd: men spreekt van infectie als een micro-organisme (tegen de weerstand van de gastheer in) zich in cellen/weefsel van de gastheer gaat vermenigvuldigen (en vervolgens de oorzaak van ziekteverschijnselen zou kunnen zijn).

Het menselijke lichaam beschikt over verschillende verdedigingsmechanismen om zich tegen infectie door micro-organismen te beschermen:

- fysieke, passieve verdediging, gevormd door onder andere de huid en de slijmvliezen (verwondingen doorbreken deze begrenzing)
- actieve verdedigingsmechanismen, die kunnen worden onderverdeeld in
  - de *humorale respons*, die is gebaseerd op de werking van tal van niet-cellulaire componenten, zoals specifieke antilichamen (immuunrespons) en verschillende enzymen
  - de *cellulaire respons*, die op de werking van witte bloedcellen berust, zoals verschillende fagocyten, cellen die lichaamsvreemd materiaal opnemen en vernietigen.

Micro-organismen zijn pathogeen als de bovengenoemde verdedigingsmechanismen falen en de ziekteverwekkers zich ten koste van hun gastheer, de patiënt, kunnen gaan vermenigvuldigen.

#### 2.4 Wijze van verspreiding

De meest waarschijnlijke bewuste verspreiding van biologische agentia is in de vorm van een aërosol (een wolk van zeer fijne zwevende vloeibare of vaste deeltjes, diameter 0,1  $\mu\text{m}$  tot 0,1 mm), die kan worden ingeademd.

Een aërosol kan verspreid worden met bijvoorbeeld raketten, door sproeien vanuit vliegtuigen, via luchtverversingssystemen, maar ook met behulp van een spuitbus. Op deze wijze kunnen grote gebieden worden besmet met een aërosol van een biologisch middel.

Sporenvormende bacteriën, zoals *Bacillus anthracis*, kunnen ook in gedroogde vorm, dat wil zeggen als poeder, verspreid worden (zie paragraaf 2.2).

Ook in poedervorm kan een biologisch agens door inhalatie diep in de luchtwegen terecht komen en vervolgens in het lichaam worden opgenomen.

Daarnaast kunnen met biologische middelen voedsel- en drinkwatervoorraden besmet worden.

Teven kunnen insecten en ratten overdracht van ziektekiemen op de mens veroorzaken.

Wanneer het een besmettelijke ziekte, i.e. overdraagbaar van mens op mens, betreft, kan een besmette persoon in de incubatieperiode onbewust zelf als (secundaire) bron fungeren en andere personen besmetten.

Aanwijzingen voor de aanwezigheid van biologische strijdmiddelen kunnen (voornamelijk in oorlogstijd) zijn:

- nevel of sproei verspreid door laagvliegende vliegtuigen of helikopters
- exploderende munitie met geringe explosieve lading en zonder direct waarneembaar effect
- aantreffen van munitierestanten
- plotseling optreden van zwermen insecten, bijvoorbeeld na het overkomen van een vliegtuig
- onverklaarbaar groot aantal zieken waarbij dezelfde ziekteverschijnselen worden waargenomen
- geleiachtige stoffen in grote hoeveelheden of in druppelvorm in het terrein of op het materieel
- vreemde verschijnselen in de natuur (bijvoorbeeld vreemd gedrag van dieren).

#### 2.5 Bescherming

Algemeen kan gesteld worden dat de chemie-, NBC- en gaspakkenuitrusting van de brandweer meer dan voldoende bescherming biedt tegen besmetting met biologische agentia.

Hoofdstuk 5 gaat dieper in op de bescherming tegen mogelijke gevolgen van biologische incidenten.

### 2.6 Ontdekking en bronbestrijding

Er zal altijd enige tijd overheen gaan voordat bij inzet van biologische agentia een effect merkbaar is.

Wanneer een onaangekondigde verspreiding van biologische strijdmiddelen in de open lucht plaatsvindt, is het niet mogelijk de bron op tijd te onderkennen, te detecteren en af te schermen. Er is geen sprake van een duidelijk brongebied, effectgebied en gevareng gebied, zoals vaak bij nucleaire/radiologische en chemische incidenten. Van een gebruikelijke uitruk van de hulpverleningsdiensten kan derhalve geen sprake zijn.

Directe detectie en zeker identificatie van een biologisch middel is meestal niet mogelijk. Voor detectie en identificatie van biologische agentia zijn meestal geavanceerde (en minimaal twee onafhankelijke en verschillende) laboratoriumtechnieken nodig. De identificatie van biologische agentia kost dikwijls een paar dagen tijd. Zie ook hoofdstuk 4, 'Meten van NBC-middelen'.

Als een duidelijke bron aanwezig is, kan monstername nog een probleem zijn. Voor verschillende biologische middelen behoeven de procedures voor monstername en de vervolgstappen nog verbetering. Biologische monsters moeten op de juiste manier genomen, behandeld en verzonden worden. Dit is van groot belang om een zinvolle uitkomst van het laboratoriumonderzoek te garanderen.

Een effectieve inzet van de brandweer is door dit alles bij biologische incidenten waarschijnlijk zeer beperkt. De brandweer kan een biologische bron afdekken met chloorbleekloog en de bron insluiten in 'overmaatse vaten', waarna de bron afgevoerd kan worden.

Hoofdstuk 6 behandelt de bestrijding van de effecten van biologische incidenten.

#### *Uitbraak*

Bij een biologisch incident zullen zich geen acute effecten voordoen: meestal is sprake van een, mogelijke lange (uren tot dagen), incubatietijd vóór de ziekte zich openbaart. In die tijd hebben de besmette personen zich, naar mag worden verwacht, verplaatst. Waarschijnlijk hebben zij al contact gehad met andere personen, wat, zeker wanneer het om een overdraagbare ziekte gaat, tot uitbreiding van de besmetting kan leiden.

De eerste tekenen van een ziekte-uitbraak als gevolg van een aanslag, zullen hoogstwaarschijnlijk patiënten zijn die zich bij de huisarts melden, en vervolgens in de geneeskundige lijn als zodanig ontdekt worden. Het kan gaan om een paar patiënten met heel bijzondere ziekteverschijnselen. Het stellen van de diagnose kan bijzonder lastig zijn als niet duidelijk is hoe en wanneer de besmetting heeft plaatsgevonden. Bovendien kan het ziektebeeld zeer ongebruikelijk of aspecifiek zijn. Als een besmetting via een andere dan de, voor dat biologische agens, gebruikelijke route (bijvoorbeeld via in-

halatie in plaats van via ingestie) heeft plaatsgevonden, kunnen de ziekteverschijnselen anders dan gebruikelijk zijn.

Wanneer een patiënt met een besmettelijke ziekte eenmaal ontdekt is, kan verdere besmetting (van andere personen) beperkt worden door bijvoorbeeld het geven van een profylactisch middel aan personen met wie de patiënt contact heeft gehad, of door quarantainemaatregelen (besmettingsbeheersing).

Voor een aantal (wettelijk vastgelegde) infectieziekten bestaat voor artsen een meldingsplicht aan de GGD en aan de Inspectie voor de Gezondheidszorg. De Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding (LCI), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en de Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ) hebben de taak verhoogde aantallen patiënten met dergelijke infectieziekten snel te signaleren.

Voor de bestrijding van de uitbraak van infectieziekten zijn via de LCI protocollen beschikbaar ([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)). De protocollen beschrijven tot in detail welke handelingen moeten worden uitgevoerd om een uitbraak van een infectieziekte te bestrijden. Er wordt de laatste jaren ook gewerkt aan protocollen, specifiek gericht op aanslagen met biologische middelen (bijvoorbeeld het antrax-protocol binnen het gewone LCI-protocol voor de bestrijding van antrax).

Een draaiboek pokken (voor GGD-medewerkers) is in concept gereed; hierin worden richtlijnen gegeven voor de reactie op moedwillige herintroductie van pokken en wordt aan de organisatorische aspecten van de bestrijding aandacht besteed. Een draaiboek massavaccinatie is gereed.

Zie ook hoofdstuk 6.

#### *Poederbrief*

Een ander geval is 'de poederbrief': hierbij is, in tegenstelling tot bovenstaande, sprake van een concrete bron. Verdachte pakketjes, brieven en dergelijke worden voor identificatie naar het onderzoeksinstituut CIDC-Lelystad gestuurd.

Voor het specifieke geval van een *Bacillus anthracis* verdenking (brieven, pakketten) bestaat voor de hulpverleningsdiensten een bijzonder protocol, waarin wordt beschreven hoe men hiermee om moet gaan ('NBC-protocol hulpverleners', zie ook hoofdstuk 6).

#### 2.7 *Besmettingsbeheersing*

Wanneer het een besmettelijke ziekte, i.e. overdraagbaar van mens op mens, betreft, kan een besmette persoon in de incubatieperiode onbewust zelf als (secundaire) bron fungeren en andere personen besmetten.

Besmettingsbeheersing is lastig, omdat de gevolgen van een besmetting met een biologisch agens niet meteen aan het licht komen. Vaak is niet bekend dat besmetting met een biologisch agens heeft plaatsgevonden en kan de bron niet worden afgeschermd (bijvoorbeeld door middel van quarantainemaatregelen).

Maatregelen die genomen kunnen worden om verdere uitbreiding van de ziekte te

voorkomen zijn quarantaine (verschillende vormen van medisch toezicht/afzondering), vaccinatie en profylaxe (als de ziekteverwekker tenminste bekend is en een vaccin bestaat). Zie ook hoofdstuk 6.

### 2.8 Ontsmetting

Bij besmetting met een biologisch agens is goed wassen met water en zeep meestal voldoende. Het is zaak grondig te ontsmetten: controle van de ontsmetting is niet mogelijk.

Besmette kleding en materieel kunnen door wassen met een oplossing van hypochloriet (chloorbleekloog), of eventueel met formaldehyde, ontsmet worden.

Drinkwater kan met chloor of door koken gedesinfecteerd worden.

Het onderwerp ontsmetting komt ook in hoofdstuk 6 ter sprake.

### 2.9 Therapie

Op mogelijkheden van behandeling bij besmetting met biologische agentia wordt in hoofdstuk 7 dieper ingegaan. Onderstaand wordt kort het onderwerp profylaxe behandeld.

Profylactische (voorbehoedende) middelen kunnen worden gebruikt om de gevolgen van een besmetting met een biologisch strijdmiddel zoveel mogelijk tegen te gaan. Hierbij wordt altijd een afweging gemaakt van het beschermende effect versus de bijwerkingen van de profylaxe. Profylaxe is het meest effectief wanneer deze voorafgaand aan de blootstelling wordt toegediend; tevens kan toedienen van profylaxe na de besmetting goede diensten bewijzen.

Voor de bescherming tegen de gevolgen van blootstelling aan een biologisch middel zijn in principe twee vormen van profylaxe mogelijk:

- immunoprofylaxe
- chemoprofylaxe.

Immunoprofylaxe betreft het toedienen van antilichamen of vaccins aan een specifieke doelgroep (hulpverleners, contacten van de patiënt) of de gehele bevolking, en, ter behandeling, van de patiënt zelf. Vaccins zijn zeer effectief voor de bescherming tegen infectieziekten.

De werking van een vaccin berust op het oproepen van een immuunreactie tegen een ongevaarlijke vorm van de ziekteverwekker. Door het inenten van de gastheer met een verzwakte of inactieve vorm van de ziekteverwekker wordt immuniteit tegen de werkelijke ziekteverwekker opgewekt.

In het ideale geval is de beschermende werking van de immunisatie voorspelbaar, langdurig, controleerbaar en manipuleerbaar en zijn bovendien de bijwerkingen van

de vaccinatie gering. Echter, dikwijls is het toedienen van immunoprofylaxe vóór de blootstelling aan de ziekteverwekker, dan wel voordat de infectie heeft plaatsgevonden, niet mogelijk. Tevens gelden niet voor alle bestaande vaccins de ideale kenmerken van voorspelbare, langdurige, controleerbare en manipuleerbare werking en geringe bijwerkingen, waardoor massale preventie op basis van vaccins niet altijd mogelijk is. Bovendien bestaan lang niet voor alle infectieziekten vaccins: dat is al het geval voor de 'gewone' infectieziekten en geldt zeker voor de biologische strijdmiddelen.

Antibiotica en antivirale middelen zijn chemoproylactische middelen tegen biologische agentia. Deze kunnen in de incubatieperiode (de periode tussen de (mogelijke) besmetting en het optreden van de eerste ziekteverschijnselen) toegediend worden (bijvoorbeeld antibiotica bij blootstelling aan *Bacillus anthracis*).

Voor de meeste bacteriële infectieziekten bestaan passende antibiotica. Voor lang niet alle virale infectieziekten bestaan antivirale middelen.

Er moet rekening gehouden worden met genetische modificatie van pathogene micro-organismen, waardoor zij bijvoorbeeld resistent gemaakt kunnen zijn tegen bepaalde antibiotica.

### 2.10 Voorbeelden van mogelijke biologische strijdmiddelen

Er bestaat een zeer groot aantal pathogene micro-organismen en infectieziekten. In het kader van voorbereiding op aanslagen met biologische agentia is door de overheid veel aandacht aan pokken en antrax besteed. Deze ziekten worden ter illustratie in deze paragraaf besproken. In hoofdstuk 7 wordt iets dieper ingegaan op de behandeling van deze infectieziekten.

#### Pokken

Pokken werd in 1980 officieel wereldwijd en definitief uitgeroeid verklaard. Na 1975 zijn in Nederland geen inentingen meer uitgevoerd. Het pokkenvirus (*Variola major*) bevindt zich officieel nog op twee plaatsen, in Atlanta (VS) en in Novosibirsk (Rusland) in verzekerde bewaring. Er bestaat echter grote zorg over de mogelijkheid van clandestiene voorraden.

Pokken wordt veroorzaakt door het virus *Variola major*. Pokken is een uiterst besmettelijke ziekte, overdraagbaar van mens op mens. Het virus wordt verspreid via aerosolen, of overgedragen via contact met besmet materiaal (kleding en beddengoed).

De incubatietijd bedraagt circa 12 dagen. De kenmerkende symptomen zijn blaasjes en hoge koorts.

Binnen 96 uur na de besmetting is volledige bescherming door middel van vaccinatie nog mogelijk. Latere vaccinatie leidt waarschijnlijk wel tot ziekte, maar in dat geval met mildere verschijnselen en een lagere mortaliteit. Er bestaat geen medicijn of specifieke behandeling tegen pokken: de bestaande antivirale middelen werken niet. De letaliteit is gemiddeld 30%.



Vanwege de extreme besmettelijkheid in combinatie met de hoge letaliteit van pokken, heeft de overheid verschillende acties ter bestrijding van een eventuele pokkenuitbraak ondernomen.

Er is een voorraad pokkenvaccin aangemaakt, voldoende voor de vaccinatie van de gehele bevolking van Nederland. Er bestaat een protocol voor de beheersing van pokken (via de LCI, [www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)) en sinds kort ook een uitgebreid (concept-) draaiboek pokken, waarin gedetailleerd beschreven is hoe gehandeld moet worden ter beheersing van pokkenbesmetting. Tevens is een outbreak-responsorganisatie opgezet.

#### *Antrax (miltvuur)*

Antrax wordt veroorzaakt door een (sporenvormende) bacterie, *Bacillus anthracis*. De besmetting kan via open wondjes in de huid, via het maagdarmkanaal of via inhalatie plaatsvinden. Antrax is niet besmettelijk, dat wil zeggen wordt niet overgedragen van mens op mens. De ziekte kan met antibiotica bestreden worden.

Bij besmetting via de huid is de incubatietijd 1 tot 14 dagen. De letaliteit bedraagt zonder medische behandeling ca 20%.

Als de besmetting door inhalatie van een aërosol met sporen van *Bacillus anthracis* (bijvoorbeeld via een poederbrief) verloopt, is het ziekteverloop anders. De incubatietijd kan in dat geval variëren van enkele dagen tot 8 weken na de besmetting. In dit geval is de letaliteit bij onbehandelde patiënten waarschijnlijk groter dan 80%.

De behandeling bestaat uit een langdurige kuur van penicillineachtige antibiotica (wanneer er geen sprake is van penicillineresistentie).

Via de LCI is een protocol antrax beschikbaar, waarin in een bijlage een bijzonder protocol 'Bacillus anthracis als biologisch wapen' is opgenomen ([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)).

### **3. Chemische middelen**

Deze paragraaf behandelt algemene kenmerken van de verschillende groepen van chemische strijdmiddelen, hun verspreiding en effecten. Tabel 4, aan het eind van dit hoofdstuk, geeft aan hoe breed het spectrum van chemische (en biologische) strijdmiddelen is. Vervolgens is een aantal tabellen opgenomen waarin de kenmerken van 'veelvoorkomende' chemische strijdmiddelen worden samengevat (tabellen 5 t/m 10).

#### *3.1 Algemeen*

In de Chemical Weapons Convention (CWC) uit 1997 is vastgelegd welke chemicaliën tot de chemische strijdmiddelen gerekend worden: hieronder vallen zowel toxische chemicaliën als de precursors van toxische stoffen, dat wil zeggen de stoffen die benodigd zijn om toxische stoffen te vervaardigen, en de munitie en middelen die voor hun verspreiding ontworpen zijn. Toxische chemicaliën zijn alle chemicaliën die door hun inwerking op levensprocessen de dood, tijdelijke uitschakeling of permanente schade kunnen toebrengen aan mensen of dieren.

In feite zijn chemische strijdmiddelen alle stoffen, met uitzondering van radioactieve stoffen, biologische agentia en explosieven, die in een oorlog of bij een terroristische aanslag gebruikt kunnen worden met het doel (indien gewenst op grote schaal) ernstig letsel of de dood toe te brengen aan mensen, zonder daarbij materiële schade aan te richten.

De Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, de OPCW, reguleert het bezit van dergelijke chemicaliën via specifieke regels.

Tevens worden in dit handboek de toxische stoffen die door organismen worden geproduceerd, de *toxines*, ondanks hun biologische oorsprong beschouwd als chemische strijdmiddelen. Toxines werken als giftige stoffen; zij veroorzaken geen infectie en kunnen zich niet vermenigvuldigen.

Chemische strijdmiddelen zijn over het algemeen relatief goedkoop te verkrijgen, gemakkelijk te verspreiden, dringen op allerlei plaatsen door, richten geen materiële schade aan en houden een bepaald gebied relatief korte tijd besmet.

Er bestaan duizenden giftige chemicaliën, maar deze zijn lang niet allemaal geschikt voor chemische oorlogvoering. In feite voldoen 'slechts' ongeveer 70 chemicaliën aan de eisen waaraan een chemisch strijdmiddel moet voldoen:

- hoge toxiciteit (maar wel hanteerbaar door eigen personeel)
- langdurige houdbaarheid bij opslag in containers
- redelijk bestand tegen zuurstof en vocht
- bestand tegen hitte (die bij explosie ontstaat).

In dit handboek worden rook- en nevelvormende chemicaliën (gebruikt voor hinderen en maskeren), brandstichtende stoffen zoals napalm en fosfor, en herbiciden en ontbladeringsmiddelen buiten beschouwing gelaten. Deze chemicaliën kunnen weliswaar toxisch zijn, maar toxiciteit (voor mensen) is niet het hoofddoel van het gebruik van deze middelen.

### 3.2 Aard van chemische strijdmiddelen

Chemische strijdmiddelen worden nog dikwijls 'strijdgassen' genoemd. Deze benaming is een overblijfsel uit de Eerste Wereldoorlog (chloor, fosgeen), maar is in feite niet correct: de chemische agentia van tegenwoordig zijn meestal vloeistoffen of vaste stoffen.

Het is wel zo dat de chemische strijdmiddelen het meest werkzaam zijn bij inademing. Een deel van het chemische strijdmiddel zal als gas aanwezig zijn, afhankelijk van de vluchtigheid van de stof; vloeibare of vaste stoffen kunnen ook in de vorm van aërosolen (zeer fijne nevel of zeer fijn stof) in de lucht verspreid worden en als zodanig, net als een gas, ingeademd worden.

#### *Persistentie*

Het begrip 'persistentie' is gedefinieerd als de verdampingssnelheid van het middel ten opzichte van de verdampingssnelheid van water (bij 15 °C). Een 'persistent middel' is een middel dat langzaam verdampt.

De beschermende maatregelen tegen een vloeibaar, persistent strijdmiddel moeten gedurende veel langere tijd worden gehandhaafd, omdat het uren, dagen of zelfs weken kan duren voordat alle vloeistof is verdampt (en de damp met de wind is weggedreven). Met andere woorden: een persistent strijdmiddel levert veel langduriger gevaar op dan een matig of niet-persistent middel. Persistente middelen kunnen zowel ademhalingsgif als contactgif zijn.

Niet-persistente strijdmiddelen zijn typische ademhalingsvergiften, dat wil zeggen dat zij schadelijk zijn via de ademhaling en de ogen. Bij een gas is het dikwijls voldoende om de ogen en de ademhaling te beschermen, maar bij een vloeibaar strijdmiddel (damp) is het bovendien noodzakelijk de huid te beschermen (handschoenen, laarzen, juiste kleding, gelaatmasker; zie hoofdstuk 5), omdat een vloeibaar middel ook via de huid in het lichaam opgenomen kan worden.

### 3.3 *Verspreiding van chemische strijdmiddelen*

Chemische strijdmiddelen kunnen voorkomen in vaste, vloeibare, aërosol-, damp- of gasvormige toestand.

Chemische (strijd)middelen kunnen niet alleen verspreid worden door artillerie- en mortiergranaten, landmijnen, vliegtuigbommen, sproeivliegtuigen, meerloopsraketgeschut, geleide projectielen en raketten, maar ook door het simpelweg opendraaien of kapot gooien van een fles of container met chemische middelen, een plastic zak met een vloeistof, of door een spuitbus te gebruiken, enzovoort.

Het effect van chemische strijdmiddelen is bij gebruik in de buitenlucht mede afhankelijk van het weer (wind, neerslag en temperatuur) en van de aard van het terrein. Zie hoofdstuk 6 voor een toelichting over dit onderwerp.

Verspreiding van een persistent chemisch strijdmiddel - in vloeibare vorm - is zeer verdraderlijk: benedenwinds van het aangevallen gebied ontstaat een gebied met dampgevaar, waarvan de grootte kan variëren van enkele tot tientallen kilometers.

De bestaande verspreidingsmodellen voor chemische strijdmiddelen zijn gebaseerd op militaire scenario's. In het geval van aanslagen (in een civiele situatie) zullen de omstandigheden anders zijn. Er moet rekening gehouden worden met een aanslag met een chemisch strijdmiddel in een stedelijke omgeving of in een besloten ruimte zoals een kantoorgebouw, een warenhuis, het openbaar vervoer, enzovoort.

Het geheel zal waarschijnlijk een minder grootschalig karakter hebben dan een militair scenario. Voor een dergelijk doeleinde zijn geen grote hoeveelheden chemicaliën nodig.

Bij een voldoende hoge concentratie treden de effecten van een chemisch strijdmiddel meestal zeer snel op. Als een dader in staat is voldoende van het middel in een voldoende hoge concentratie effectief over de gehele ruimte te verspreiden, zal het aantal (dodelijke) slachtoffers hoog zijn.

Zie ook hoofdstuk 6.

Bij sommige middelen treden de effecten pas na enige tijd op en wordt meestal pas na enkele uren duidelijk dat er een chemisch strijdmiddel is verspreid. Intussen kan het middel, afhankelijk van de vluchtigheid ervan, door besmette personen over een groot gebied worden verspreid en kan secundaire besmetting van derden optreden.

### 3.4 Toxiciteit

De toxiciteit van een stof wordt bepaald door:

- de concentratie
- de tijdsduur van de blootstelling
- de opnameroute
- de gevoeligheid van het individu.

Hieronder worden deze aspecten kort toegelicht.

#### Concentratie

Elke stof is giftig als de hoeveelheid die van die stof binnen een bepaalde tijd in het lichaam wordt opgenomen, maar groot genoeg is. Dat de concentratie waarin een stof giftig is, zeer verschillend is voor verschillende stoffen, is te zien in tabel 3.

stof	LD <sub>50, inhalatie</sub> (mg·min/m <sup>3</sup> )
cyanide	5000
fosgeen	3200
mosterdgas	1500
lewisiet	1500
tabun	200
sarin	100
soman	70
VX	10

**Tabel 3 Toxiciteit van verschillende stoffen**

(LD<sub>50</sub> = dosis waaraan de helft van de blootgestelden binnen een bepaalde tijdsperiode overlijdt)

#### Tijdsduur

Behalve van de concentratie is de giftigheid of toxiciteit van een stof afhankelijk van de tijd gedurende welke men aan de stof wordt blootgesteld. Daarbij komt bovendien dat blootstelling aan een hoge concentratie van deze categorie van stoffen gedurende korte tijd, veel gevaarlijker kan zijn dan een langdurige blootstelling aan een lage concentratie van die stof.

### *Opnameroute*

Het toxische effect van een stof is verder ook afhankelijk van de manier waarop men wordt blootgesteld aan de betreffende stof en dus via welke route de stof door het lichaam wordt opgenomen: door inhalatie, ingestie of via de huid.

Algemeen gesproken werkt een giftige stof het snelst als de stof wordt ingeademd. De longen hebben een grote oppervlakte en bevatten zeer veel bloedvaten, zodat een stof via de longen heel snel in de bloedsomloop terecht kan komen.

Wanneer een giftige stof via de huid wordt opgenomen, duurt het langer voor de stof de grote bloedvaten bereikt en de eerste symptomen van vergiftiging zichtbaar worden.

### *Gevoeligheid van het individu*

De gevoeligheid voor een bepaalde toxische stof en daarmee de fysieke reactie van iemand op blootstelling aan die stof ('host response'), kan per persoon verschillen.

Het toxische effect van een bepaalde stof wordt verder bepaald door de aanwezigheid van persoonlijke beschermingsmiddelen (zie hoofdstuk 5), door de snelheid waarmee een juiste diagnose gesteld kan worden (ook bij chemische strijdmiddelen is het stellen van een exacte diagnose niet makkelijk), en door de beschikbaarheid en werkzaamheid van antistoffen en een goede therapie tegen het betreffende middel (zie hoofdstuk 7).

### *3.5 Opname van chemische strijdmiddelen in het lichaam*

De stoffen kunnen via drie routes in het lichaam worden opgenomen:

- de huid
- het spijsverteringskanaal
- de ademhalingswegen.

*Via de huid* kunnen in principe zowel vaste stoffen, vloeistoffen als gassen binnendringen. In dit verband zijn vooral de ogen en open wondjes goede toegangswegen. Vaste stoffen moeten vetoplosbaar zijn om door de (vettige) beschermingslaag van de huid heen te kunnen dringen.

*Via het spijsverteringskanaal* kunnen vloeistoffen en vaste stoffen het lichaam binnendringen.

*Via de ademhalingswegen* kunnen zowel gassen, vloeistoffen (mits in de vorm van fijne nevel, aërosol) als vaste stoffen (mits in de vorm van fijn stof) in het lichaam worden opgenomen.

Chemische strijdmiddelen zijn het meest (het snelst) effectief bij inademing (in gasvorm of als aërosol), maar kunnen als gas, aërosol, damp, vloeistof of soms zelfs als vaste stof ook door de huid worden geabsorbeerd.

### 3.6 Indeling en effecten van chemische strijdmiddelen

Chemische (strijd)middelen veroorzaken een al dan niet tijdelijke verstoring van lichamelijke of geestelijke functies, verwondingen of zelfs de dood. Chemische strijdmiddelen worden vaak ingedeeld naar de aard van het toxische effect dat zij op het menselijk lichaam hebben:

- zenuwblokkerende middelen (zenuwgassen)
- blaartrekkende middelen
- verstikkende/longbeschadigende middelen
- celvergiftigende middelen (bloedgassen)
- incapaciterende middelen (traangassen, psychedelische middelen).

In de volgende paragrafen worden de kenmerken van deze chemische middelen en hun effecten besproken. De toxines worden hierbij als aparte groep behandeld.

Aan het eind van dit hoofdstuk is een aantal tabellen opgenomen waarin, onderverdeeld zoals bovenstaand, de kenmerken van 'veelvoorkomende' chemische strijdmiddelen worden samengevat (tabellen 5 t/m 10).

De verstikkende en celvergiftigende middelen zijn alle niet-persistent; de persistentie van de blaartrekkende middelen en de zenuwblokkerende middelen varieert van niet-persistent tot uiterst persistent.

#### 3.6.1 Zenuwblokkerende strijdmiddelen

Tot de zenuwblokkerende middelen behoren de zenuwgassen (zie tabel 5). Veel biologische toxines (tabel 10) hebben eveneens een zenuwblokkerende werking.

##### *Zenuwgassen*

Zenuwgassen zijn dodelijke chemische strijdmiddelen. Zij worden zo genoemd omdat zij de werking van het zenuwstelsel aantasten. Zenuwgassen zijn zeer giftig; het gevaar van zenuwgassen ligt echter vooral in de hoge snelheid van hun werking.

Zenuwgassen kunnen op tamelijk eenvoudige wijze geproduceerd worden uit goedkope en algemeen verkrijgbare materialen.

##### *Fysische eigenschappen van zenuwgassen*

Zenuwgassen zijn vloeibaar bij normale temperatuur en luchtdruk (25 °C en 1 bar). Zij zijn tamelijk stabiel en gemakkelijk te dispergeren tot aërosol. De meeste zenuwgassen zijn kleurloos (VX is licht geelbruin) en nagenoeg reukloos en de (giftige) dampen die zij afgeven zijn niet zichtbaar.

De vluchtigheid van de verschillende zenuwgassen verschilt enorm. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen:

- persistente zenuwgassen (V-agentia) die zeer langzaam verdampen en daardoor dagen tot weken besmettingsgevaar opleveren
- vluchtige zenuwgassen (G-agentia), die tamelijk snel verdampen en gedurende uren tot dagen besmettingsgevaar opleveren.

Door een verdikker toe te voegen kan een vluchtig zenuwgas meer persistent gemaakt worden.

Vergiftiging door zenuwgassen kan niet alleen plaatsvinden door inademing van damp of aërosol, maar ook door het binnendringen van damp/aërosol of vloeistof door de ogen of de huid, afhankelijk van de fysische toestand van het zenuwgas (gas/aërosol of vloeistof). In damp- of aërosolvorm veroorzaken zij dezelfde verschijnselen als in vloeistofvorm, maar deze verschijnselen treden dan sneller op.

Bekende zenuwgassen zijn *tabun (GA)*, *sarin (GB)*, *soman (GD)* en *cyclosarin (GF)* (G-agentia) en *VX* en *Russisch VX (R-VX)* (V-agentia).

VX behoort tot de groep van persistente chemische strijdmiddelen en werkt vooral via direct contact met de huid.

Sarin is vluchtig (vergelijkbaar met water) en wordt voornamelijk via de ademhaling in het lichaam opgenomen.

Tabun, soman en cyclosarin liggen wat persistentie betreft tussen VX en sarin in en werken zowel via inhalatie als door huidcontact.

#### *Werking van zenuwgassen*

Een kenmerk van zenuwgassen is dat zij zeer toxisch zijn en heel snel effect hebben.

Zenuwgassen kunnen via de ademhaling, de ogen en de huid worden opgenomen. De toxische effecten treden in meestal het snelst op bij opname via de ademhaling (hierbij komt de stof het snelst in de bloedsomloop terecht). Als iemand op deze manier aan bijvoorbeeld een hoge concentratie (50 mg/m<sup>3</sup>) soman wordt blootgesteld, kan hij binnen een minuut overlijden.

Bij opname van zenuwgas via de huid zullen de eerste symptomen 20 tot 30 minuten na de initiële blootstelling optreden.

Zenuwblokkerende middelen werken in op het zenuwstelsel. Wanneer een zenuwcel een signaal geeft aan een andere cel (bijvoorbeeld een spiercel) veroorzaakt dat signaal in die andere cel een reactie (in dit voorbeeld: samentrekking). Onder normale omstandigheden is dat signaal door de werking van het enzym acetylcholinesterase van tijdelijke aard.

Zenuwgassen blokkeren dit enzym en zorgen er zo voor dat het signaal niet meer wordt geremd; het gevolg is dat de reactie in de ontvangende cel voort blijft duren (in dit voorbeeld: een continue samentrekking (kramp) van de spier).

#### *Symptomen van vergiftiging*

Omdat zenuwgassen zo snel werken is het belangrijk snel de symptomen van een zenuwgasvergiftiging te herkennen.

- Typische symptomen van een lichte vergiftiging met een zenuwgas zijn onder andere: verhoogde slijmproductie, speekselvloed, loopneus, benauwdheid op de borst, vernauwing van de pupil, bloeddoorlopen ogen, slecht zicht op nabije afstand,

hoofdpijn, vermoeidheid, hallucinaties en misselijkheid. Besmetting met vloeibaar zenuwgas leidt tevens tot plaatselijke spiertrillingen.

- Bij een matige vergiftiging treden het opgeven van slijm, hoesten, ademhalingsproblemen en benauwdheid, tranenvloed, transpireren, spierzwakte, spierkrampen, stuip trekkingen, braken, ongecontroleerd urineren en diarree op.
- Bij een zware vergiftiging zijn alle hiervoor genoemde symptomen sterker; tevens wordt het ademhalingscentrum in het centrale zenuwstelsel aangetast en treft spierverslaving ook de ademhaling. Overlijden door zenuwgassen wordt in feite door verstikking veroorzaakt.

### Therapie

Omdat zenuwgassen zo snel werken is het noodzakelijk medicijnen onmiddellijk toe te dienen. De behandeling is gebaseerd op twee principes:

- reactivering van het door het zenuwgas geblokkeerde enzym acetylcholinesterase door behandeling met *oximen* (bijvoorbeeld HI-6)
- bestrijden van de symptomen van de vergiftiging door behandeling met *atropine*.

De beide medicijnen vullen elkaar in hun werking aan en versterken elkaars effect.

- *diazepam* (b.v. Valium) of een in water oplosbare vorm daarvan, pro-diazepam, kan worden toegediend om stuip trekkingen te verminderen.

Herstel kan ongeveer twee weken duren; de patiënt kan gedurende die tijd of langer last hebben van mentale problemen (geheugenverlies, concentratieproblemen, slaapproblemen, onrust) en spierzwakte.

Er bestaan ook preventieve middelen (chemoprophylaxe) tegen de werking van zenuwgassen (zoals *pyridostigmine*) die de werking van zenuwgassen beperken.

Hoofdstuk 7 gaat wat dieper op de behandeling van een zenuwgasvergiftiging in.

### Ontsmetten

Hydrolyse van zenuwgassen is de basis van de meeste decontaminatieprocedures. Zenuwgassen vallen (in waterig milieu bij neutrale pH) door hydrolyse vanzelf langzaam in de tijd uiteen (sneller in basisch milieu).

Bij de G-agentia (zoals tabun, sarin en soman) resulteert dit in het ontstaan van niet-giftige verbindingen (fosfaten). Dit betekent dat een gebied vervuild met G-agentia zichzelf in een paar dagen ontsmet. De reactie wordt gekatalyseerd door hogere temperatuur en door hypochloriet ( $\text{ClO}^-$ ), dat in bleekpoeder zit.

De V-agentia zijn persistent en kunnen weken op de grond blijven. Bij pH 7 tot 10 is het afbraakproduct (door hydrolyse) een niet-vluchtige, giftige stof, die echter niet in de huid kan doordringen.



### 3.6.2 Blaartrekkende strijdmiddelen

De blaartrekkende middelen (zie tabel 6), ook wel mosterdgassen genoemd, danken hun naam aan de ernstige blaren en (brandwondachtige) wonden die zij op de huid kunnen veroorzaken. Daarnaast veroorzaken zij ook ernstige schade aan ogen, ademhalingsstelsel en interne organen. Ruim 30 jaar na de Eerste Wereldoorlog leden veteranen nog aan oogaandoeningen en chronische ademhalingsstoornissen als gevolg van de blootstelling aan mosterdgas.

Er zijn verschillende mosterdgassen, waarvan zwavelmosterdgas (HD, bis(2-chloorethyl)sulfide) het meest bekend is. Zwavelmosterdgas is eenvoudig te produceren.

#### *Fysische en chemische eigenschappen van mosterdgas*

Bij kamertemperatuur is zwavelmosterdgas een kleurloze, olieachtige vloeistof, die langzaam verdampt. Anders dan de naam suggereert, is zuiver mosterdgas vrijwel geurloos.

Mosterdgas is weinig vluchtig en zeer stabiel tijdens opslag.

Zwavelmosterdgas stolt bij 14,4 °C; gemengd met Lewisiet (L) is het ook bij lagere temperaturen vloeibaar.

Het lost slecht op in water en goed in organische oplosmiddelen; het hydrolyseert langzaam in waterig milieu; het reageert heftig met bleekpoeder en chlooramines, waarbij niet-toxische producten gevormd worden. Bleekpoeder en chlooramines zijn geschikte decontaminatiemiddelen voor het verwijderen van een mosterdgasbesmetting.

#### *Werking van mosterdgas*

Vergiftiging door mosterdgas kan plaatsvinden door inademing van de damp of aërosol, of door het binnendringen van de aërosol of vloeistof via de ogen, open wonden of door de huid.

Zwavelmosterdgas bindt aan allerlei biologische moleculen, zoals DNA en eiwitten, en tast daardoor allerlei verschillende processen in het lichaam aan. Mosterdgas brengt schade toe aan de huid, ogen, longen, het maagdarmkanaal en aan interne organen (vooral aan de organen die bij de bloedvorming betrokken zijn).

Blootstelling aan mosterdgas heeft geen direct zichtbare en/of merkbare gevolgen: de eerste symptomen treden pas enkele uren tot zelfs dagen na blootstelling op. Op dat moment is celbeschadiging echter al in gang gezet.

#### *Symptomen van mosterdgasvergiftiging*

De symptomen van mosterdgasvergiftiging zijn divers.

- Symptomen van een milde vergiftiging met mosterdgas zijn irritatie van de ogen, tranenvloed, ontsteking van de huid, irritatie van de slijmvliezen, schorheid, hoesten en niezen, pijn in de borst.

- Zware, incapaciterende verwondingen door mosterdgas zijn bijvoorbeeld beschadiging van de ogen en zichtverlies, blaarvorming, misselijkheid, braken, diarree en ernstige ademhalingsproblemen.
- De acute sterfte als gevolg van mosterdgasvergiftiging is gering. Overlijden vindt meestal na een aantal dagen tot een week plaats: de meest algemene doodsoorzaak ten gevolge van mosterdgasen is beschadiging van het longweefsel en de bijkomende complicaties, zoals infecties van de luchtwegen.
- De effecten van mosterdgas op de huid treden het snelst op bij blootstelling aan mosterdgas in vloeibare vorm, maar ook aërosol/damp tast de huid aan. De gevolgen variëren van rood worden (zoals bij verbranding door de zon) tot ernstige blaarvorming en necrose (afsterven van weefsel). Het gevaar voor infectie is groot en herstel duurt lang. De effecten op de huid zijn sterker op plaatsen waar de huid warm en vochtig is zoals in de oksels en de liesstreek.
- De beschadiging van de ogen door mosterdgas kan nog decennia na de blootstelling aan mosterdgas gevolgen hebben. In het ernstigste geval leidt dit tot blindheid.
- Schade aan de interne organen betreft vooral beenmerg, milt en lymfweefsel. Het gevolg is een drastische afname van het aantal witte bloedcellen, met verzwakking van het afweermecanisme als gevolg.

### Therapie

Er is geen medicijn tegen de oorzaken van de schade door mosterdgasen voorhanden: het enige wat gedaan kan worden is symptomen bestrijden. De allerbelangrijkste maatregel is het slachtoffer grondig te ontsmetten (water en zeep, scheren). Hierbij moet men voorzichtig te werk te gaan: door het gebruik van water kan het mosterdgas over de huid verspreid raken en de besmetting verergeren. Infecties moeten met antibiotica bestreden worden. Zie ook hoofdstuk 7.

### Arsenenverbindingen: Lewisiet

In zuivere vorm is Lewisiet niet geschikt als chemisch strijdmiddel, omdat het sterk met water reageert en dus ook bij hoge luchtvochtigheid niet stabiel is. Het wordt gemengd met mosterdgas (HL) om het smeltpunt van mosterdgas te verhogen.

De verwondingen die Lewisiet toebrengt zijn vergelijkbaar met die door mosterdgasen. Een verschil is dat de vergiftigingsverschijnselen ten gevolge van Lewisiet zich sneller en heftiger voordoen en direct aan het licht komen.

Voor huid- en slijmvliesbeschadigingen als gevolg van Lewisietvergiftiging bestaat een tegengif: BAL, British Anti Lewisite. Zie ook hoofdstuk 7.

### 3.6.3 Verstikkende of longbeschadigende middelen

Verstikkende chemische middelen zijn bijvoorbeeld *chlor*, *fosgeen* (CG), *ammoniak* en *zwaveldioxide*: veel voorkomende 'gewone' industriële gassen (zie tabel 7). Deze kunnen tot fatale longschade leiden.

Bij inademing veroorzaken deze gassen (damp, aërosol) onmiddellijk hevige irritatie van de slijmvliezen, gevolgd door verstikkende hoest, hevige benauwdheid, pijn in de borst, misselijkheid, hoofdpijn, tranenvloed en (bij een hoge dosis) overlijden.

#### *3.6.4 Celvergiftigende middelen of bloedgassen*

Celvergiftigende middelen of bloedgassen (zie tabel 8), zoals waterstofcyanide, veroorzaken algehele vergiftiging.

##### *Fysische eigenschappen van waterstofcyanide (blauwzuur)*

Bij kamertemperatuur is waterstofcyanide een kleurloze vloeistof (het kookpunt ligt bij 26 °C). Het is bijzonder vluchtig en een uitermate giftige stof die bij opname in het lichaam snel tot de dood leidt.

De belangrijkste wijze van opname van waterstofcyanide in het lichaam is inhalatie, waarna de vergiftiging zeer snel tot celdood leidt. Waterstofcyanide kan ook via de huid geabsorbeerd worden. Waterstofcyanide veroorzaakt geen lokale schade: het resultaat is een uitgesproken toxisch effect op het gehele lichaam. Het exacte werkingsmechanisme van cyanide is nog onduidelijk.

##### *Symptomen van vergiftiging*

De symptomen van cyanidevergiftiging variëren van o.a. rusteloosheid, hoofdpijn, duizeligheid, diarree en ademhalingsmoeilijkheden, blauwe lippen en nagels, tot braken, stuip trekkingen en bewusteloosheid. Bij blootstelling aan zeer hoge concentraties kan een persoon zelfs plotseling instorten en ter plekke overlijden.

##### *Therapie*

Vanwege de snelle werking van cyanide is het van groot belang een cyanidevergiftiging zo snel mogelijk te behandelen. De behandeling berust deels op de capaciteit van het lichaam zichzelf van cyanide te ontdoen, en daarbij kunnen verschillende middelen worden toegediend om de ontgiftiging te versnellen. Zie hoofdstuk 7.

#### *3.6.5 Incapaciterende middelen*

Tot de incapaciterende middelen, dat wil zeggen stoffen die het normale functioneren tijdelijk onmogelijk maken, behoren de traangassen en psychedelische middelen, chemicaliën die de geest beïnvloeden (zie tabel 9).

##### *Traangassen*

Traangassen veroorzaken vrijwel onmiddellijk brandende pijn in de ogen, een grote tranenvloed, kramp in de oogleden en moeite de ogen open te houden. Traangassen werken sterk incapaciterend: de gevolgen van blootstelling aan traangas zijn zo onaangenaam dat slachtoffers niet langer in staat zijn rationeel te denken en handelen.

Traangassen worden vooral bij oefeningen (defensie, politie) gebruikt, voor het testen van gasmaskers en als middel voor beheersing van rellen ('riot control').

Dieren hebben meestal een lage gevoeligheid voor traangassen.

De meest gebruikte traangassen zijn CN (merknaam Mace®, chlooracetofenon), CS (ortho-chloorbenzylideenmalononitril) en CR (dibenzo[b,f]-1,4-oxazepine).

#### *Symptomen van traangasvergiftiging*

- In lage concentraties veroorzaken traangassen (gasvormig of in aërosol) vrijwel onmiddellijk brandende pijn in de ogen, een grote tranenvloed, kramp in de oogleden en moeite de ogen open te houden.
- Daarbij veroorzaken traangassen dikwijls ook irritatie van de luchtwegen en de huid, vooral daar waar de huid warm en vochtig is (liesstreek en oksels).
- Een ernstige blootstelling aan traangas kan braken veroorzaken. Alleen zeer hoge concentraties traangas in een afgesloten ruimte kunnen ernstige gevolgen hebben of zelfs dodelijk zijn.
- De gevoeligheid voor traangassen verschilt per individu en wordt mede beïnvloed door factoren zoals de emotionele toestand, druggebruik, temperatuur, luchtvochtigheid en fysieke activiteit.

De gevolgen van traangassen verdwijnen binnen 15 tot 30 minuten na beëindiging van de blootstelling. Er zijn geen blijvende effecten bekend.

#### *Fysische en chemische eigenschappen*

Traangassen zijn, bij kamertemperatuur, witte vaste stoffen. Zij zijn stabiel bij verhitting en hebben een lage dampdruk. Zij worden over het algemeen als aërosol toegepast.

Ze zijn slecht oplosbaar in water en goed oplosbaar in verschillende organische oplosmiddelen.

#### *Ontsmetten*

CS hydrolyseert eenvoudig in waterige oplossing en heeft een halfwaardetijd van ca. 15 minuten bij pH 7, en ca. 1 minuut bij pH 9. CN en CR zijn moeilijk afbreekbaar.

Een goede manier van decontaminatie is grondig wassen met water en zeep. Materieel vervuild met CS kan met een 5-10% oplossing van soda of met een 2% oplossing van natronloog in alcohol ontsmet worden.

#### *Psychedelische middelen*

Psychedelische middelen, in lage doses toegediend, veroorzaken verwarring, geheugenverlies en waanvoorstellingen en in het algemeen onbekwaamheid voor het uitvoeren van taken. Deze symptomen zijn vergelijkbaar met psychotische stoornissen of andere stoornissen gerelateerd aan het centrale zenuwstelsel: gevoelsverlies, verlamming, stijfheid, etc.

Een gevolg is dat het slachtoffer niet meer in staat is beslissingen te nemen, of compleet geïncapaciteerd raakt. Al deze gevolgen zijn meestal van tijdelijke aard.

De groep van psychedelische middelen is omvangrijk. Onderstaand worden enkele voorbeelden genoemd.

*Glycolaten* zoals BZ (3-quinucyclidinylbenzylaat) veroorzaken slecht voorspelbare symptomen die lijken op de effecten van hoge doses atropine: een verwijde pupil, droge mond, slecht zicht op korte afstand, bevingen na ongeveer 30 minuten. Ernstige gevolgen zijn een verhoging van de lichaamstemperatuur, hallucinaties en zelfs coma. De incapaciterende effecten kunnen 1 tot 3 weken aanhouden.

*Phencyclidine* heeft een pijnstillende en verdoovende werking. Symptomen van vergiftiging met dit middel zijn desoriëntatie en zeer levendige dromen; bij hogere doses bestaat het risico van onderdrukking van de ademhaling of overlijden. Phencyclidine is gemakkelijk te produceren.

*LSD* is een van de meest bekende hallucinogene verbindingen. Het heeft een lage stabiliteit en is daarom niet geschikt als chemisch strijdmiddel. Er bestaan meer stabiele amfetamineachtige verbindingen (bijvoorbeeld ecstacy, XTC) met een werking vergelijkbaar met LSD, die in theorie als aërosol verspreid zouden kunnen worden.

### 3.6.6 Toxines

Toxines zijn vergiften die door levende organismen worden geproduceerd, en hun synthetische equivalenten. Toxines kunnen beschouwd worden als chemische stoffen van biologische oorsprong en worden in dit handboek tot de chemische strijdmiddelen gerekend (zie paragraaf 3.1).

De organismen die toxines produceren worden zelf niet als chemisch strijdmiddel beschouwd. Pathogene micro-organismen (voornamelijk bacteriën en virussen) worden beschouwd als biologische strijdmiddelen (zie paragraaf 2.1).

De groep toxines omvat, wat betreft hun aard, werking en de mate van toxiciteit, een grote diversiteit aan verbindingen. Veel toxines kunnen worden ingedeeld bij de 'ze-nuwblokkerende middelen'.

In het verleden waren toxines niet bijzonder geschikt om als chemisch strijdmiddel te gebruiken. Vaak is het moeilijk voldoende grote hoeveelheden toxine via de natuurlijke weg te produceren. Bovendien zijn veel toxines niet bestand tegen hitte en tegen licht. De snelle ontwikkelingen in de moleculaire biologie en biotechnologie maken tegenwoordig een hoge productie van toxines, met mogelijk ook een verhoogde toxiciteit en stabiliteit, wel mogelijk.

Daarnaast zijn er ondertussen vaccins tegen sommige toxines (zoals tegen botuline toxine) ontwikkeld.

#### *Verspreiding van toxines*

De meeste efficiënte methode om toxines te verspreiden is als aërosol of in poedervorm. Net als andere strijdmiddelen hebben de toxines het meeste en het snelste effect wanneer ze geïnhaleerd worden.

Een andere manier van verspreiden is besmetting van voedsel en/of dranken.

De meeste toxines worden niet via de huid opgenomen (een uitzondering hierop vormt bijvoorbeeld T-2 mycotoxine).

#### *Vergiftiging met toxines*

Omdat de toxines ook wat hun werking betreft een gevarieerde groep vormen, is het niet verwonderlijk dat de effecten van toxinevergiftigingen zeer verschillend zijn en op verschillende systemen en lichaamsfuncties inwerken.

Een grote groep toxines tast het zenuwstelsel aan en kan dus onder de zenuwblokkerende middelen gerangschikt worden, zoals botuline toxine en saxitoxine. Andere toxines hebben een celvergiftigend effect.

Tabel 10 vat de eigenschappen en effecten van een aantal toxines samen.

#### *Enterotoxine B*

De bacterie *Staphylococcus aureus* produceert 7 verschillende enterotoxines, o.a. enterotoxine B (SEB). Dit toxine behoort tot een groep koortsinducerende toxines. Zij worden ook wel superantigenen genoemd vanwege hun krachtige invloed op het immuunsysteem.

SEB kan onder de incapaciterende middelen geschaard worden.

Enterotoxines kunnen via het voedsel of als aërosol door inademing in het lichaam worden opgenomen. Enterotoxines zijn de meest voorkomende veroorzakers van voedselvergiftiging en kunnen in hoge doses dodelijk zijn.

In lage dosis (aërosol) heeft enterotoxine B een incapaciterend effect: na 3 tot 12 uur treden hoofdpijn, plotselinge koorts, hoesten en spierpijn op. Als enterotoxine B is ingeslikt kunnen misselijkheid, diarree en overgeven tot de symptomen behoren.

#### *Therapie*

Zonder behandeling herstelt men binnen een dag of twee van een enterotoxinevergiftiging.

#### *Ricine*

Ricine is een giftig eiwit dat in de zaden van de wonderboom (*Ricinus communis*) wordt geproduceerd. Ongeveer een miljoen ton van deze zaden (bonen) wordt jaarlijks verpulverd voor de productie van wonderolie, en ongeveer 5% van het afval dat hierbij wordt geproduceerd is ricine.

Ricine inactieveert het proces van eiwitsynthese in de cel, hetgeen leidt tot celdood. Ricine is goed bestand tegen hitte, gemakkelijk verkrijgbaar en relatief eenvoudig in grote hoeveelheden te produceren, wat het als chemisch strijdmiddel mogelijk interessant maakt.

Besmetting met ricine vindt plaats door inademen of inslikken.

Wanneer ricine is ingeslikt variëren de vergiftigingssymptomen van misselijkheid,

maagpijn en braken tot koorts, daling van de bloeddruk en zelfs overlijden (in drie dagen tijd).

Inademen van ricine kan ademhalingsproblemen en daardoor zuurstoftekort in weefsels, en uiteindelijk overlijden veroorzaken.

Tegen ricine bestaat geen antgif. Zie ook hoofdstuk 7.

#### *Zenuwblokkerende toxines*

Er bestaan verschillende toxines die op het zenuwstelsel inwerken. Botuline toxine en saxitoxine worden hier kort behandeld.

#### *Botuline toxine (botox)*

Botuline toxine is een eiwit dat wordt geproduceerd door de bacterie *Clostridium botulinum*. De (anaërobe) bacterie komt overal in de grond of in het water voor, of in de kadavers van dieren (vaak eenden). Sporen van deze bacterie kunnen in voedsel terechtkomen en, als de omstandigheden gunstig zijn, de gewone bacterievorm weer aannemen en zich gaan vermenigvuldigen, waarbij botuline toxine weer wordt geproduceerd.

Botuline toxine is, voor zover bekend, de meest giftige stof op aarde. De letaliteit van dit toxine is sterk dosisafhankelijk en, als niet behandeld wordt, 60%. Er bestaan 7 verschillende vormen (type A tot G) waarvan type A de meest giftige is.

De meest bekende vorm van vergiftiging met botuline toxine is *botulisme*, een ernstige vorm van voedselvergiftiging en dikwijls het resultaat van het eten van besmet voedsel dat niet of onvoldoende is gekookt. Botuline toxine wordt namelijk door verhitting (10 minuten bij 85 °C) vernietigd.

Botuline toxine kan bovendien als aërosol verspreid worden en werkt dan via de ademhaling.

Botuline toxine remt de overdracht van impulsen van de zenuwcellen naar de spiercellen, waardoor uiteindelijk verlamming optreedt. De incubatietijd is 12 tot 72 uur. De eerste symptomen zijn effecten op de spieren van mond, kaak en keel; in het ernstigste geval wordt het ademhalingssysteem aangetast en volgt dood door verstikking.

De LCI wijdt een bijlage van het protocol 'Botulisme' aan botuline toxine als biologisch wapen ([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)).

#### *Therapie*

Er bestaat een antiserum (antitoxine) tegen botuline toxinevergiftiging. Zie ook hoofdstuk 7.

### *Saxitoxine*

Veel krachtige toxines worden door organismen afkomstig uit de zee, of bacteriën die in deze organismen voorkomen, geproduceerd.

Een voorbeeld is *saxitoxine*, een toxine dat door diverse blauwgroene algensoorten wordt geproduceerd. Een saxitoxinevergiftiging kan opgelopen worden bij het eten van schaaldieren. Het toxine tast de werking van het zenuwstelsel aan, waardoor verlamming optreedt en de ademhaling wordt geblokkeerd.

Ingestie van saxitoxine kan, als geen behandeling plaatsvindt, binnen 2 tot 12 uur tot de dood leiden. Bij inademen kan saxitoxine binnen een paar minuten de dood veroorzaken. Er bestaat geen antgif tegen saxitoxine.

Zie ook hoofdstuk 7.



**Tabel 4**

**Spectrum van chemische en biologische strijdmiddelen**

TOXISCH				INFECTIEUS	
mosterdgas zenuwgassen cyanide	toxisch industrieel farmaceutisch aërosolen	peptiden	toxines	gemodificeerde bacteriën en virussen	bacteriën, virussen, ricketsia
DESIGNER DRUGS		AGENS VAN BIOLOGISCHE OORSPRONG			
klassieke chemische strijdmiddelen	nieuw voorkomende chemische strijdmiddelen	bioregulatoren	toxines	genetisch gemanipuleerde biologische strijdmiddelen	traditionele biologische strijdmiddelen

# VERVALLEN

**Tabel 5 Zenuwblokkerende middelen**

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid en LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<p><b>Tabun (GA)</b></p> <p>O-ethyl N,N-dimethylfosforamidocyanidaat</p> <p><math>(\text{CH}_3)_2\text{NP}(\text{O})\text{-CNPOC}_2\text{H}_5</math></p>	<p>huid, ogen, inhalatie</p>	<p>- <i>via inhalatie</i>: enkele minuten</p> <p>- <i>huid</i>: 20-30 minuten</p> <p>LD<sub>50</sub> = 70–100 mg.min/m<sup>3</sup> (inhalatie)</p>	<p>- <i>uiterlijk</i>: kleurloze vloeistof</p> <p>- <i>verdamping</i> (25°C): dampspanning 0,07 mm Hg; persistentie 3-4 dagen tot enkele weken max. 600 mg/m<sup>3</sup></p> <p>- <i>oplosbaarheid</i>: water: matig</p> <p>- goed (10%)</p>	<p>acetylcholines-teraseremmer, waardoor geen afbraak meer van acetylcholine (neurotransmitter)</p>	<p><i>lichte - milde vergiftiging</i>: sterke slijmproductie, speekselvloed, loopneus, tranenvloed, tranpireren, benauwdheid (borst), ademnood, pupilvernauwing, bloeddoorlopen ogen, slecht zicht korte afstand, vermoeidheid, hoofdpijn, hallucinaties, misselijkheid, braken, buikkrimp, diarree, urinelozing, spierkrampen en -zwakte, stuiptrekking</p> <p><i>bij hogere concentraties</i>: bovenvermelde effecten in sterkere mate, soms overgeslagen, beven, stuipen, verlamming, bewusteloosheid, ademstilstand, overlijden</p>	<p>atropine en oximen</p>	<p><i>bescherming</i>: adembescherming gaspak<sup>1</sup>, NBC-pak</p> <p><i>ontsmetting</i>: HOP, water en zeep of b.v. 0,5% Naphochloriet</p>

<sup>1</sup> NB: niet alle gas- en chemiepakken die bij de brandweer in gebruik zijn, zijn bestand tegen zenuwgassen.

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid en LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Sarin (GB)</b>  <i>O</i> -isopropylmethylfosfono- fluoridaat  CH <sub>3</sub> P(O)- (F)OC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	vooral inhalatie	- <i>via inhalatie</i> : enkele minuten - <i>huid</i> : 20-30 minuten  LD <sub>50</sub> = 70–100 mg.min/m <sup>3</sup> (inhalatie)	- <i>uiterlijk</i> : kleur- loze vloeistof - <i>verdamping</i> (25°C): dampspanning 2,9 mm Hg, snel ver- dampend, max. 17 g/m <sup>3</sup> , persistentie 0,25 - 1 u - <i>oplosbaarheid</i> : water: zeer goed - onbe- perkt	”	”	”	”
<b>Soman (GD)</b>  1,2,2-trimethyl- propylmethyl- fosfonofluoridaat  CH <sub>3</sub> P(O)- (F)OC <sub>6</sub> H <sub>13</sub>	huid, inha- latie	- <i>via inhalatie</i> : enkele minuten - <i>huid</i> : 20-30 minuten  LD <sub>50</sub> = 70 – 100 mg.min/m <sup>3</sup> (inhalatie)	- <i>uiterlijk</i> : kleur- loze vloeistof - <i>verdamping</i> (25°C): matig, 0,3 mm Hg; persistentie uren tot dagen max. 3,9 g/m <sup>3</sup> - <i>oplosbaarheid</i> : water: slecht, max. 2%	”	”	”	”

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid en LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Cyclosarin (GF)</b> O-cyclohexylmethylfosforfluoridaat $\text{CH}_3\text{-P(=O)(-F)C}_6\text{H}_{11}$	huid, inhalatie	- <i>via inhalatie</i> : enkele minuten - <i>huid</i> : 20-30 minuten	- <i>uiterlijk</i> : kleurloze vloeistof - <i>verdamping</i> (25°C): traag, 0,06 mm Hg, max. 600 mg/m <sup>3</sup> - <i>oplosbaarheid</i> : water: slecht, ca. 2%	"	"	"	"
<b>VX</b> O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl)-methylfosfothioalaat $\text{CH}_3\text{P(O)(OR)SCH}_2\text{CH}_2\text{NR}_2$	huid, inhalatie	- <i>via inhalatie</i> : enkele minuten - <i>huid</i> : 20-30 minuten - LD <sub>50</sub> <i>inhalatie</i> : 10-50 mg.min/m <sup>3</sup> <i>huid</i> : 10 mg	- <i>uiterlijk</i> : licht geel-bruine vloeistof - <i>verdamping</i> (25°C): zeer traag, 0,7 µm Hg; persistentie 1 tot meerdere weken - <i>oplosbaarheid</i> : water: matig, 3% (bij temp. < 9,5°C onbeperkt)	"	"	"	afbraak in alkalisch of zuur milieu (langzaam vergeleken met G-agentia)

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid en LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>VE</b> O-ethyl-S-[2-(diethylamino)-ethyl]ethylfosfothionaat		- <i>via inhalatie</i> : enkele minuten - <i>huid</i> : 20-30 minuten - LD <sub>50</sub> ?	- <i>uiterlijk</i> : kleurloze vloeistof - <i>verdamping</i> : ? - <i>oplosbaarheid</i> : ?	”	”	”	”
<b>Novichok agentia</b> - Novichok 5 - Novichok 7		- zeer snel werkend - <i>Novichok 5</i> : 5-8 maal giftiger dan VX? - <i>Novichok 7</i> : 10 maal giftiger dan soman?	?	(gelijk aan bovenstaande?)	?	?	<i>bescherming</i> : zie tabun <i>ontsmetting</i> : ?

**Tabel 6**      **Blaartrekkende middelen**

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<p><b>(Zwavel-) mosterdgas (HD)</b></p> <p>bis(2-chloor-ethyl)sulfide</p> <p>(ClCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>S</p> <p>evt. additieven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fenyldichloorarsine</li> <li>- ethyldichloorarsine</li> </ul>	<p>huid, ogen, inhalatie, ingestie (zelden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking pas na enkele uren tot dagen</li> <li>- blaarvorming: 0,02 mg</li> <li>- LD<sub>50</sub> inhalatie: 1500 mg.min/m<sup>3</sup></li> <li>huid: 4,5-10 g</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: ui/knoflook</li> <li>- uiterlijk: kleurloze tot bruine vloeistof</li> <li>- smeltpunt: 14,4 °C</li> <li>- verdamping: langzaam (3-4 dgn) 0,11 mm Hg (25°C), max. 600 mg/m<sup>3</sup> (20°C)</li> <li>- oplosbaarheid: water: zeer slecht, ca. 0,08% (20°C) organisch: goed</li> </ul>	<p><i>longen:</i> irritatie, verstikkend</p> <p><i>huid:</i> blaartrekkend</p> <p>Absorptie via huid: druppel ca. 0,5 uur</p> <p><i>ogen:</i> irritatie, beschadiging</p>	<p><i>huid:</i> pijn (niet direct), roodheid (na 2-8 uur, lijkt op verbranding), na 12-24 uur blaarvorming (vloeistofbesmetting, bij damp later).</p> <p><i>ogen</i> (snelle reactie): branderig gevoel, tranenvloed, pijn, hoornvliesbeschadiging (evt. blindheid).</p> <p><i>longen:</i> schorheid, niezen, hoesten, pijn in borst, ademhalingsproblemen, zelden longfalen.</p> <p><i>algemeen:</i> misselijkheid, braken, diarree</p>	<p>geen</p>	<p><i>bescherming:</i> adembescherming NBC-/ chemiepak</p> <p><i>ontsmetting:</i> HOP (direct na besmetting, mits nog geen roodheid of blaren), of evt. water en zeep of b.v. 0,5% Na-hypochloriet</p> <p>NB: bij natte ontsmetting uitbreiding van besmetting voorkomen!</p>

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Stikstofmosterdgas (HN-1)</b>  $(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NC}_2\text{H}_5$	huid, ogen, inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking pas na enkele uren tot dagen</li> <li>- LD<sub>50</sub> inhalatie: 1500 mg.min/m<sup>3</sup> huid: ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: vis</li> <li>- uiterlijk: kleurloze tot gele vloeistof</li> <li>- smeltpunt: -34°C</li> <li>- verdamping: langzaam (sneller dan S-mosterd) 0,25 mm Hg (25°C)</li> <li>- oplosbaarheid: water: slecht, 160 mg/l (25°C)</li> </ul>	”	”  huiduitslag binnen paar uur, blaren binnen 6 tot 12 uur na blootstelling	geen	”
<b>Stikstofmosterdgas (HN-2)</b>  $(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NCH}_3$	huid, ogen, inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking pas na enkele uren tot dagen</li> <li>- LD<sub>50</sub> inhalatie: 3000 mg.min/m<sup>3</sup> huid: ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: zeep, fruit</li> <li>- uiterlijk: kleurloze tot gele vloeistof</li> <li>- smeltpunt: -65 - -60°C</li> <li>- verdamping: langzaam sneller dan S-mosterd) 0,43 mm Hg (25°C)</li> <li>- oplosbaarheid: water: slecht (als HN-1)</li> </ul>	”	”	geen	”



Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid LD <sub>50</sub>	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Stikstofmosterdgas (HN-3)</b>  $N(CH_2CH_2Cl)_3$	huid, ogen, inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking pas na enkele uren tot dagen</li> <li>- LD<sub>50</sub> inhalatie 1500 mg.min/m<sup>3</sup> huid: ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: geen</li> <li>- uiterlijk: kleurloze tot gele vloeistof</li> <li>- smeltpunt: -3,7°C</li> <li>- verdamping: langzamer dan S-mosterd, 0.011 mm Hg (25°C)</li> <li>- oplosbaarheid: water: zeer slecht, haast onoplosbaar</li> </ul>	"	"	geen	"
<b>Lewisiet (L)</b>  2-chloorvinyl-dichloorarsine  instabiel, vervalt snel tot lewisietoxide (ook blaar-trekkend)	huid, ogen, inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking na enkele minuten tot uren</li> <li>LD<sub>50</sub> inhalatie: 1300 mg.min/m<sup>3</sup> huid: &gt; 4500 mg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: geranium</li> <li>- uiterlijk: kleurloze tot bruine vloeistof</li> <li>- smeltpunt: -18°C</li> <li>- verdamping: langzaam 0,39 mm Hg (20°C)</li> <li>- oplosbaarheid: water: zeer slecht, instabiel</li> </ul>	longen: irritatie, verstikkend huid: blaartrekkend Absorptie via huid: druppel < 5 min. ogen: irritatie, evt. beschadiging	als zwavelmosterdgas maar sneller en heviger;  huid: direct stekende pijn, roodheid na 30 min, blaren binnen 12 uur	BAL (2,3-dimercaptopropanol)  (veel bijwerkingen)	"

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid LD <sub>50</sub>	Overige fysieke informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Mosterd-Lewisiet mengsel (HL)</b>	huid, ogen, inhalatie	zie Zwavelmosterd en Lewisiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>geur</i>: knoflook</li> <li>- <i>uiterlijk</i>: bruine vloeistof</li> <li>- <i>verdamping</i>: 0,25 mm Hg (20°C) zeer persistent</li> <li>- <i>smeltpunt</i>: -26°C</li> <li>- <i>oplosbaarheid</i>: water: haast onoplosbaar</li> </ul>	"	zie Lewisiet	geen	"
<b>Fosgeenoxim (CX)</b> dichloorformoxim	huid, ogen, inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- binnen enkele seconden</li> <li>- LD<sub>50</sub> <i>inhalatie</i>: 3200 mg.min/m<sup>3</sup></li> <li>- <i>huid</i>: ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>geur</i>: onaangenaam, sterk</li> <li>- <i>uiterlijk</i>: witte vaste stof, &gt; 39°C geelbruine vloeistof</li> <li>- <i>verdamping</i>: zeer vluchtig 11,2 mm Hg (25°C, (l)) 13 mm Hg (40°C, (s))</li> <li>- <i>oplosbaarheid</i>: water: goed, 70%</li> </ul>	"	zie Lewisiet; direct zeer pijnlijk	geen	<i>bescherming</i> : adembescherming, gaspak, NBC-pak  <i>ontsmetting</i> : water en zeep HOP

**Tabel 7 Verstikkende of longbeschadigende middelen**

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid MAC-waarde(n)	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Chloor</b>	inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werking direct</li> <li>- LC<sub>50</sub> inhalatie: 30 min. 250 ppm</li> <li>- MAC-(C)-waarde: 1 ppm, 3 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geur: stekend</li> <li>- uiterlijk: geel-groen gas</li> <li>- kookpunt: -34°C</li> <li>- verdamping: 5,2 mm Hg (20°C)</li> <li>- oplosbaarheid: matig, 0,7% (20°C)</li> </ul>	sterk oxiderend, veroorzaakt schade aan o.a. longweefsel met als gevolg vochtophoping in longen (longoedeem, 'verdrinking') en afname gasuitwisseling waardoor zuurstoftekort	<p>hevige irritatie slijmvliezen, tranenvloed, hoesten, pijn in borst, ademnood, hoofdpijn, misselijkheid.</p> <p><i>bij hoge dosis</i> overlijden.</p> <p>bij vloeistof op de huid: brandblaren</p>	geen	<p><i>bescherming:</i> adembescherming NBC-/ chemiepak</p> <p><i>ontsmetting:</i> water, daarna water en zeep</p>

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid MAC-waarde(n)	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Fosgeen (CG)</b> carbonylchloride (COCl <sub>2</sub> )	inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werkt bij lage dosis pas na enkele uren</li> <li>- MAC-waarde: 0,02 ppm, 0,08 mg/m<sup>3</sup></li> <li>- MAC TGG-15: 0,1 ppm, 0,4 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>geur</i>: hooi</li> <li>- <i>uiterlijk</i>: kleurloos gas</li> <li>- <i>kookpunt</i>: 8°C</li> <li>- <i>verdamping</i>: 1,2 mm Hg (20°C)</li> <li>persistentie 1-10 min.</li> <li>- <i>oplosbaarheid</i>: water: licht, reageert</li> </ul>	<p>”</p> <p>vormt met water (zweet, speeksel, traanvocht) zoutzuur en CO<sub>2</sub></p> <p>geen absorptie via de huid</p>	tranenvloed, hoesten, ademnood, onrust, angst, hartfalen	diazepam-codeïne	<p><i>bescherming</i>: adembescherming</p> <p><i>ontsmetting</i>: spoelen met veel water, daarna water en zeep</p>
<b>Difosgeen (DP)</b> trichloormethylchloroformaat (ClC(O)OCCl <sub>2</sub> )	inhalatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werkt bij lage dosis pas na enkele uren</li> <li>- MAC-waarde: 0,1 ppm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>geur</i>: hooi</li> <li>- <i>uiterlijk</i>: kleurloze tot gele vloeistof, vormt kleurloos gas</li> <li>- <i>verdamping</i>: dampspanning 1,57 bar</li> <li>persistentie 1-10 min.</li> <li>- <i>oplosbaarheid</i>: water: reageert!</li> </ul>	<p>”</p> <p>vormt met water (zweet, speeksel, traanvocht) zoutzuur en CO<sub>2</sub></p>	tranenvloed, hoesten, ademnood, onrust, angst, hartfalen	diazepam-codeïne	<p><i>bescherming</i>: adembescherming</p> <p><i>ontsmetting</i>: spoelen met veel water, daarna water en zeep</p>

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid MAC-waarde(n)	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Chloorpicrine (PS)</b>  trichloornitromethaan $\text{Cl}_3\text{CNO}_2$	inhalatie, huid, ingestie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- werkt bij lage dosis pas na enkele uren</li> <li>- MAC-waarde: 0,1 ppm, 0,7 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>geur</i>: stekend</li> <li>- <i>uiterlijk</i>: kleurloze olieachtige vloeistof</li> <li>- <i>verdamping</i>: dampspanning: 25 mbar; persististentie 1–10 min.</li> <li>- <i>oplosbaarheid water</i>: zeer slecht</li> </ul>	”	tranenvloed, hoesten, ademnood, onrust, angst, soms longoedeem, hartfalen  <i>bij contact met huid</i> irritatie, beschadiging	geen	<i>bescherming</i> : adembescherming, gaspak  <i>ontsmetting</i> : spoelen met veel water, water en zeep

# VERVALLEN

**Tabel 8 Celvergiftigende middelen of bloedgasen**

<b>Gebruiksnaam en chemische naam</b>	<b>Besmetting via</b>	<b>Reactiesnelheid MAC-waarde(n)</b>	<b>Overige fysische informatie</b>	<b>Effecten</b>	<b>Symptomen</b>	<b>Antigif</b>	<b>Bescherming en ontmetting</b>
<p><b>Blauwzuur (AC) / waterstofcyanide</b></p> <p>HCN</p> <p>(zeer brandgevaarlijk, explosief)</p>	<p>inhalatie, ingestie</p> <p>(via huid absorptie te traag voor letale dosis)</p>	<p>- werking direct</p> <p>- LD<sub>50</sub>: inhalatie: 2500-5000 mg.min/m<sup>3</sup> huid: 100 mg/kg</p> <p>- MAC-(C)-waarde 10 ppm, 11 mg/m<sup>3</sup></p>	<p>- geur: amandelen</p> <p>- uiterlijk: kleurloze vloeistof</p> <p>- kookpunt: 26 °C</p> <p>- verdamping: 618,7 mm Hg, persistentie 1-10 min.</p> <p>- oplosbaarheid: water: volledig</p>	<p>werkingsmechanisme nog onduidelijk. Remt o.a. enzymen van de ademhalingsketen in cel, wat leidt tot zuurstoftekort in de cel en celdood; toxisch effect op hele lichaam.</p>	<p>rusteloosheid, hoofdpijn, duizeligheid, ademnood, blauwe lippen/nagels, diarree, braken, stuip trekkingen, bewusteloosheid, overlijden</p>	<p>100% zuurstof, vitamine B12, 4-DMAP, natriumthiosulfaat, nitriet</p> <p>(lichaam ontgift zelf 0,017 mg/min.kg)</p>	<p><i>bescherming:</i> adembescherming NBC-/chemiepak</p> <p><i>ontmetting:</i> door hoge vluchtigheid waarsch. niet nodig; evt. spoelen met veel water, later water en zeep</p>
<p><b>Chloor- cyaan (CK)</b></p> <p>CICN</p>	<p>inhalatie, ingestie</p> <p>(via huid absorptie te traag voor letale dosis)</p>	<p>- werking direct</p> <p>- MAC-waarde 0,3 ppm, 0,6 mg/m<sup>3</sup></p>	<p>- geur: amandelen, stekend</p> <p>- uiterlijk: kleurloos gas</p> <p>- kookpunt: ca. 13°C</p> <p>- verdamping: 760 mm Hg (13,8°C) 1230 mm Hg (25°C) persistentie 1-10 min.</p> <p>- oplosbaarheid: water: goed</p>	<p>”</p> <p>ontleedt bij verhitting of verbranding onder vorming van o.a. blauwzuur en zoutzuur</p>	<p>”</p>	<p>100% zuurstof, vitamine B12, 4-DMAP, natriumthiosulfaat, nitriet</p> <p>(lichaam ontgift zelf 0,02-0,1 mg/min.kg)</p>	<p><i>bescherming:</i> adembescherming gaspak</p> <p><i>ontmetting:</i> door hoge vluchtigheid waarsch. niet nodig; evt. spoelen met veel water</p>

# VERVALLEN



**Tabel 9 Incapaciterende middelen**

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid MAC-waarde(n)	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Traangas 2 (CN, CAP)</b>  2-chlooraceto-phenon $C_6H_5COCH_2Cl$	inhalatie, ingestie	werkt direct  - MAC-waarde 0,5 ppm, 0,3 mg/m <sup>3</sup>	- <i>geur</i> : scherp (appelbloesem) - <i>uiterlijk</i> : kleurloze of grijze kristallen, witwitgeel poeder - <i>verdamping</i> : dampspanning 0,02 mbar - <i>oplosbaarheid</i> water: zeer slecht	irritatie van ogen, huid en luchtwegen, waardoor sterk incapaciterende werking	brandende pijn in ogen, tranenvloed, kramp in oogleden, soms irritatie van huid en luchtwegen, braken  bij zeer hoge concentratie overlijden mogelijk	n.v.t.  (snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : aembescherming, NBC-/chemiepak  <i>ontsmetting</i> : water en zeep
<b>Traangas O (CS)</b>  2-chloorbenzylideen-malonitril	inhalatie	werkt direct	- <i>geur</i> : geen - <i>persistentie</i> 1-10 min. - <i>oplosbaarheid</i> water: zeer slecht	irritatie van ogen, huid en luchtwegen, waardoor sterk incapaciterende werking	"	n.v.t.  (snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : adembescherming, NBC-/chemiepak  <i>ontsmetting</i> : water en zeep
<b>Traangas BBC</b>  broombenzylcyanide	inhalatie	werkt direct	- <i>geur</i> : gistend fruit - <i>persistentie</i> 1-10 min. - <i>oplosbaarheid</i> water: zeer slecht	irritatie van ogen, huid en luchtwegen, waardoor sterk incapaciterende werking	"	n.v.t.  (snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : adembescherming, NBC-/chemiepak  <i>ontsmetting</i> : water en zeep

Gebruiksnaam en chemische naam	Besmetting via	Reactiesnelheid MAC-waarde(n)	Overige fysische informatie	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Niesgas: Adamsiet (DM)</b>  10-chloor-5,10-dihydropeenaarsazine $(C_6H_4)_2NHA_sCl$	inhalatie	werkt direct	- <i>geur</i> : geen - <i>oplosbaarheid</i> : water: zeer slecht	aantasting slijmvliezen mond-, neus- en voorhoofdsholte en maagdarmkanaal	hoofdpijn, misselijkheid, aangezichtspijn	n.v.t.  (vrij snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : adembescherming
<b>Niesgas: Clark I (DA)</b>  difenylchlorarsine $(C_6H_5)_2AsCl$	inhalatie	werkt direct	- <i>geur</i> : geen - <i>oplosbaarheid</i> : water: zeer slecht	aantasting slijmvliezen mond-, neus- en voorhoofdsholte en maagdarmkanaal	hoofdpijn, misselijkheid, aangezichtspijn	n.v.t.  (vrij snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : adembescherming
<b>Niesgas: Clark II (DC)</b>  difenylcyanoarsine $(C_6H_5)_2AsCN$	inhalatie	werkt direct	- <i>geur</i> : knoflook - <i>oplosbaarheid</i> : water: zeer slecht	aantasting slijmvliezen mond-, neus- en voorhoofdsholte en maagdarmkanaal	hoofdpijn, misselijkheid, aangezichtspijn	n.v.t.  (vrij snelle ontgiftiging in het lichaam)	<i>bescherming</i> : adembescherming
<b>Psychedelicum 3 (BZ)</b>  3-quinuclidinylbenzylaat $C_6H_5C(OH)-RCOOC_5H_4N$ (vast, witte kristallen)	inhalatie	na ca.1 uur	- <i>geur</i> : geen - <i>persistentie</i> : 1-10 min - <i>oplosbaarheid</i> : water: slecht	symptomen lijken op effecten van atropine, sterk incapaciterend	slecht voorspelbaar: verwijde pupil, slecht zicht, droge mond, bevingen, hallucinaties, coma	fyso-, neo-, pyridostigmine	<i>bescherming</i> : adembescherming  <i>ontsmetting</i> : water en zeep

**Tabel 10 Toxines**

Naam	Besmetting via	Reactiesnelheid	Overige fysische gegevens	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Botuline toxine</b> type A-G  <i>(Clostridium botulinum)</i>	inhalatie, ingestie, wond in huid	- reactietijd: 12–72 uur	- verspreiding als aërosol, poeder niet uitgesloten - mortaliteit: 60% als geen behandeling - verspreiding relatief lastig, beperkte stabiliteit	zenuwblokkerende werking, waardoor spierverlamming optreedt	verlamming spieren, als eerst van mond, kaak en keel; in ergste geval verstikking door verlamming ademhalingspielen en overlijden	antitoxine werkzaam mits tijdig toegediend	<i>bescherming:</i> adembescherming, goede huidbedekking (NBC-/chemiepak)  <i>ontsmetting:</i> - water en zeep - (voorwerpen:) formaldehyde, 0,1% Na-hypochloriet  - verhitting 10 min. > 85°C - natuurlijk verval in water 7 dgn, in lucht 12 uur (in zonlicht 1-3 uur)
<b>Saxitoxine</b>  (blauwgroene algen)	ingestie, inhalatie, wond in huid	- <i>inhalatie:</i> letaal binnen paar minuten - <i>ingestie:</i> letaal binnen 2-12 uur - letale dosis: 10 µg/kg lichaamsgewicht	- aërosol, poeder niet uitgesloten	zenuwblokkerende werking, waardoor spierverlamming optreedt	duizeligheid, verlamming van het ademhalingsstelsel, overlijden	geen	<i>bescherming:</i> adembescherming goede huidbedekking (NBC-/chemiepak)  <i>ontsmetting:</i> - water en zeep - voorwerpen: formaldehyde, Na-hypochloriet

Naam	Besmetting via	Reactiesnelheid	Overige fysische gegevens	Effecten	Symptomen	Antigif	Bescherming en ontsmetting
<b>Enterotoxine B (SEB)</b>  <i>(Staphylococcus aureus)</i>	inhalatie, ingestie, wond in huid	werkt binnen 1-2 uur - <i>inhalatie</i> : letale dosis 30 ng - <i>ingestie</i> : langere tijd ziek, kans op overlijden klein	- stabiele aerosol, poeder niet uitgesloten	stimuleert immuunsysteem, inwendige ontstekingen	hoofdpijn, plotselinge koorts, rillingen, misselijkheid, diarree en overgeven (voedselvergiftiging)	geen (herstel meestal binnen paar dagen)	<i>bescherming</i> : adembescherming goede huidbedekking (NBC-/chemiepak)  <i>ontsmetting</i> : - water en zeep - voorwerpen: formaldehyde, Na-hypochloriet,
<b>Ricine</b>  (bonen van <i>Ricinus communis</i> , wonderboom)	inhalatie, ingestie, wond in huid	werkt binnen 5 min.-enkele uren - hoge letaliteit - letale dosis: 3-5 µg/kg lichaamsgewicht	- aerosol (evt. poeder), zeer stabiel	remt eiwitsynthese, leidt tot celdood	<i>ingestie</i> : misselijkheid, maagpijn, braken, koorts, daling bloeddruk, mogelijk overlijden <i>inhalatie</i> : ademhalingsproblemen en overlijden	geen	<i>bescherming</i> : adembescherming goede huidbedekking (NBC-/chemiepak)  <i>ontsmetting</i> : 10 min > 80°C, hoge concentratie chloor (100 mg/l)
<b>Mycotoxines</b> zoals trichothecenen (T2, yellow rain), deoxynivalenol (DON)  diverse schimmels ( <i>Fusarium sp.</i> , <i>Myrothecium</i> , <i>Stachybotrys etc.</i> )	huid, ogen, wonden, inhalatie, ingestie	- symptomen binnen 5 min. - overlijden binnen minuten - dagen	- aerosol (evt. poeder) - zeer hittestabiel en UV-bestendig	remt eiwitsynthese en DNA-synthese  effect op o.a. beenmerg, slijmvliezen	sterke irritatie vd huid blaarvorming en necrose, niezen, loopneus, tranenvloed, ademnood, hoesten, bloed opgeven, braken, diarree, buikkramp, duizeligheid, coördinatieproblemen, versnelde hartslag, overlijden	geen	<i>bescherming</i> : adembescherming huidbescherming (NBC-/chemiepak)  <i>ontsmetting</i> : formaldehyde, 1% Na-hypochloriet met 0,1 M NaOH

## HOOFDSTUK 3

### Scenario's

Het aantal NBC-scenario's waarmee de hulpverlening geconfronteerd kan worden zal, afhankelijk van het aantal parameters dat men in beschouwing neemt (onder meer: type agens, verspreidingsmethode, locatie en concentratie), uiteenlopen van enkele honderden tot enkele duizenden scenario's. Voor de hulpverlening is het daarom ondoenlijk zich op een specifieke wijze voor te bereiden op elk van deze scenario's. Dit gegeven rechtvaardigt een meer generieke benadering van de operationele aanpak van NBC-incidenten.

De voorbeelden en fictieve scenario's van NBC-incidenten in dit hoofdstuk zijn bedoeld om een idee te geven van wat een nucleaire/radiologische, biologische of chemische aanslag kan inhouden en met welke situaties de brandweer (en de andere hulpverleningsdiensten) te maken kan krijgen.

Er wordt met nadruk op gewezen dat de voorbeelden en scenario's die in dit hoofdstuk worden behandeld in geen geval uitputtend zijn.

#### **I. Nucleaire/radiologische incidenten**

Onder een nucleair incident wordt een incident verstaan waarbij sprake is van een kernexplosie, bijvoorbeeld het al of niet opzettelijk laten exploderen van een kernreactor of het gebruik van een kernwapen. Andere incidenten waarbij ook radioactief materiaal vrijkomt, maar waarbij geen sprake is van een kernexplosie, worden gerangschikt onder de radiologische incidenten. Voorbeelden van dit laatste type incident zijn het vrijkomen van radioactief materiaal na het ontsporen van een treinstel waarmee radioactief afval wordt getransporteerd, en het gebruik van een 'vuile bom' (zie ook hoofdstuk 2).

Een aanval op een nucleair object is een 'worst case' scenario. De omvang van een dergelijk incident - denkend aan het aantal slachtoffers, de grootte van het besmette gebied, alle maatregelen die genomen moeten worden, enzovoort - zal enorm zijn. In dit geval zal de coördinatie onmiddellijk door de rijksoverheid worden opgenomen en het Nationaal Plan voor de Kernongevallenbestrijding (NPK) in werking worden gezet. Dit type incident valt buiten het kader van dit handboek.

Ook op kleinere schaal zijn tal van scenario's van terrorisme met radioactief materiaal voor te stellen. De variatie kan liggen in de soort en hoeveelheid gebruikt materiaal, de manier van verspreiden, de locatie, het aantal personen dat besmet raakt, etc. Voorstelbaar zijn sabotage, brandstichting enzovoorts, op plaatsen waar regulier met radioactieve stoffen wordt gewerkt c.q. waar deze stoffen worden vervoerd. In dit handboek zal niet worden ingegaan op de aard, schaal en gevolgen van dergelijke scenario's, maar wordt volstaan met het schetsen van enige voorbeelden ter illustratie. Voor andere scenario's wordt verwezen naar de 'Leidraad Kernongevallenbestrijding'.

Radioactief materiaal werd en wordt niet overal even goed beheerd als in Nederland, en op verschillende plaatsen in de wereld zijn radioactieve bronnen verdwenen. Materiaal voor een radiologische aanslag is, met andere woorden, 'verkrijgbaar'.

Behalve het Tsjernobyl-incident zijn er in de geschiedenis nog enkele andere radiologische incidenten geweest. Paragraaf 1.1 geeft een ander bekend voorbeeld, waar veel uit te leren valt: het Goiânia-incident in Brazilië. Dit voorbeeld geeft een beeld van het tijdsverloop van radiologische incidenten en de moeilijkheden bij het onderkennen van radiologische incidenten. In paragraaf 1.2 wordt een fictief scenario van een aanslag met een 'vuile bom' uitgewerkt.

### 1.1 Goiânia-incident

Een radioactieve cesium-137 bron was achtergelaten in een verlaten kliniek in de Braziliaanse stad Goiânia. De cesiumbron werd vroeger gebruikt voor stralingstherapie, maar bij de verhuizing van de kliniek werd de bron niet meegenomen.

De cesiumbron bestond uit 28 gram cesiumchloride en 65 gram inert materiaal (bronsterkte 74,0 TBq =  $74 \cdot 10^{12}$  Bq). Door de halfwaardetijd van 30 jaar werd geschat dat er nog 19 gram radioactief cesium in de bron aanwezig was (geschatte overgebleven bronsterkte: 51,8 TBq).

Op 16 september 1987 verwijderden slopers het loden omhulsel van de bron en vonden daarbij een smalle staaf met cesiumchloride, dat een mooie blauwe gloed verspreidde.

De bron en het omhulsel werden door hen uit de kliniek gehaald en naar het bedrijfsterrein van de sloper gebracht. Het blauwglanzende cesiumchloride werd inmiddels door verscheidene mensen gebruikt als decoratie en/of ter versiering op de huid aangebracht.

Omdat enkele mensen in de omgeving van het sloopbedrijf last hadden van diarree, ging de vrouw van de sloper enkele dagen later met wat drinkwater naar de dokter. Er werd niets in het drinkwater gevonden.

Ongeveer een week na de vondst nam de sloper wat van dat mooie blauwe spul mee naar huis. Hij smeerde het op de grond om zijn spelende dochter van 6 jaar te amuseren. Terwijl het meisje op de grond aan het spelen was, at zij een boterham. Het dochttertje slikte zodoende wat cesiumstof door en liep een forse inwendige besmetting op. Op 23 oktober stierf het meisje. Ze werd begraven in een loden kist, omdat haar stralingsniveau nog steeds te hoog was om 'normaal' begraven te kunnen worden. Het meisje had een inwendige besmetting van naar schatting 4 Gy opgelopen.

Anderhalve week na de vondst, op 28 september, nam de vrouw van de sloper een beetje cesiumchloride mee naar een kliniek. Daar werd radioactiviteit geconstateerd en de alarmklok geluid. De vrouw stierf ongeveer een maand later.

Na ontdekking van het radioactieve materiaal werd alarm geslagen en werden maatregelen genomen:

- Ongeveer 112.000 mensen (10% van de bevolking van Goiânia) werden in het plaatselijke stadion nagemeten op besmetting.
- Ongeveer 250 mensen werden geïdentificeerd als besmet.
- 50 van deze besmette mensen werden apart geplaatst voor nadere screening en verzorging.
- Bovendien werden ongeveer 20 mensen gehospitaliseerd in speciale ziekenhuizen/opvangklinieken met uitgebreidere radiologische (zorg)faciliteiten.

Uiteindelijk zijn 4 mensen overleden (2 mannen, 1 vrouw en 1 kind). 14 patiënten ontwikkelden beenmergziekten.

Van het terrein bleek 2.000 m<sup>2</sup> besmet te zijn en werd 3.000 m<sup>3</sup> besmet materiaal verwijderd.

Bij de ontsmetting van bodem en gebouwen zijn veel fouten gemaakt:

- Er werd in het begin geen beschermende kleding gedragen. De opruimende eenheden en manschappen raakten dus ook besmet.
- De meetapparatuur raakte zelf besmet. Hierdoor werd de besmetting van het apparaat gemeten in plaats van de besmetting van de omgeving.
- Eén vrachtwagen met besmet afval kantelde 2 km verderop in een sloot, zodat daar een secundaire besmettingsbron ontstond.
- Na ontdekking duurde het nog dagen voor alle 'hot spots' duidelijk geïdentificeerd waren.
- De voorlichting was gebrekkig, waardoor veel onnodige angst en paniek ontstond.
- In het begin was de registratie van mensen die mogelijk in contact waren geweest met de bron, slecht geregeld, waardoor een aantal mogelijke patiënten laat getraceerd werd. Pas dagen later werd bekend dat een besmette persoon een bezoek had gebracht aan een plaats 60 km verderop. Uiteindelijk werd, onnodig laat, op de 2 bezochte adressen een verhoogd stralingsniveau gemeten.

### Conclusies

Uit het verloop van dit incident en de fouten die bij de bestrijding en afhandeling zijn gemaakt, blijkt het belang van:

- tijdige onderkenning van de feiten  
(Een eerdere ontdekking van de oorzaak van de ziekteverschijnselen had het aantal besmettingen kunnen beperken)
- informatievoorziening/bewustwording  
(Doordat men er niet op bedacht was dat het mooie blauwe materiaal gevaarlijk zou kunnen zijn, werden mensen onnodig blootgesteld aan het radioactieve cesiumchloride.)
- deskundigheid  
(Een deskundige omgang met radioactief materiaal en meetapparatuur had onder meer de besmetting van de meetapparatuur kunnen voorkomen)

- detectie  
(Door goede detectie is het besmette gebied sneller in kaart te brengen)
- bescherming  
(Voldoende en goede beschermende kleding voor het personeel van de opruimeenheden had onnodige besmetting kunnen voorkomen)
- ontsmetting en besmettingscontrole  
(Besmettingscontrole, registratie van besmette personen en goede ontsmetting kunnen verspreiding van de besmetting beperken)
- voorlichting en nazorg.  
(Goede voorlichting kan onnodige paniek en verdere besmetting voorkomen).

### 1.2 Scenario van een aanslag met een 'vuile bom'

Het hieronder beschreven (fictieve) scenario is vooral bedoeld om een beeld te schetsen van wat men kan verwachten bij een aanslag met een zogeheten 'vuile bom'.

Terroristen hebben in een van de staten van de voormalige Sovjet-Unie radioactief materiaal kunnen bemachtigen. Na het materiaal stevig ingepakt te hebben wordt het naar Nederland gesmokkeld.

In Nederland wordt het materiaal in een bestelbusje geladen en wordt het busje van een explosief voorzien. De terroristen verwachten dat voorbijgangers snel een letale dosis zullen oplopen als de beschermende laag rond het radioactieve materiaal eenmaal verwijderd is. Ook al zullen die mensen niet meteen onwel worden na het ontvangen van de letale dosis: er wordt toch besloten om weinig tijd te laten verstrijken tussen het moment van parkeren van het busje en het moment van laten afgaan van de bom.

Om niet op te vallen wordt het busje 's avonds in Den Haag gezet. De terrorist haalt de beschermende laag rond de bron weg en blaast zichzelf, het busje en de brandstofstaven op.

Terwijl de brandweer uitrukt om de ontstane brand te blussen, komt bij de politie een melding binnen dat bij de bomaanslag radioactief materiaal zou zijn verspreid. Deze melding wordt doorgegeven aan de brandweer. Bij aankomst wordt inderdaad een verhoogd stralingsniveau gemeten.

Aangezien het onduidelijk is welk radioactief materiaal is gebruikt, weet de brandweer dus van tevoren niet of behalve  $\gamma$ -straling ook  $\alpha$ - en/of  $\beta$ -straling vrijkomt. Dit zal door metingen bepaald moeten worden.

Als gevolg van de explosie verspreidt het radioactieve materiaal zich grotendeels als fijn stof. De plaats van de aanslag in Den Haag is het meest besmet. De windrichting en de windsnelheid zijn zodanig dat de radioactieve wolk 2 uur na de ontploffing over Amsterdam trekt.



Gezien de gemeten dosis vlakbij de ontploffing (2 mSv/hr) worden de volgende richtlijnen aangehouden:

- Alleen in een klein gebied rond de plaats van het incident is een 24-uurs dosis van meer dan 50 mSv ontvangen.
- Enkele vierkante kilometers (in pluimvorm vanaf de plaats van het incident) hebben een 24-uurs dosis tussen de 0,1 en 1 mSv ontvangen.
- Buiten dat gebied zijn de stralingsniveaus lager.

Hoe groot de inwendige besmetting is, is in dit geval op grond van dosistempometingen moeilijk in te schatten en moet op individuele basis worden bepaald.

Door de explosie zijn er voorbijgangers gewond geraakt en besmet. Deze mensen moeten gered, verzorgd en ontsmet worden.

Het eigen personeel (ongeveer 20 personen) dat ingezet is bij het bestrijden van de brand en het bemeten van het besmette gebied, zal ontsmet moeten worden.

Bovendien zullen alle mensen die in de directe omgeving van de bom wonen en/of bij de explosie verbleven, binnen moeten blijven. Overwogen moet worden of deze mensen binnen 24 uur ontsmet en geëvacueerd moeten worden (het lage interventieniveau voor schuilen en daarna evacuatie is vastgesteld op 5 mSv/24 hr).

Aangezien dit incident in het centrum van Den Haag plaatsvindt, kan het om enkele honderden tot duizenden mensen gaan.

De maximale jaardosis die als gevolg van deze aanslag wordt ontvangen, bedraagt 8 mSv. Naar schatting komt dat er op neer dat een gebied kleiner dan 0,1 km<sup>2</sup> een (extra) jaardosis van 2 tot 10 mSv ontvangen heeft. Ter vergelijking: de door een Nederlander als gevolg van achtergrondstraling ontvangen gemiddelde jaardosis wordt geschat op 2,5 mSv.

*Taken van de brandweer en benodigdheden bij een incident met een vuile bom:*

### *1. Bestrijden*

Voor bronbestrijding (bestrijding van de primaire bron) en het voorkomen van de emissie van de gevaarlijke stof is het (te) laat. Het radioactieve materiaal is als gevolg van de explosie deels als fijn stof vervlogen. Mogelijk is een klein gedeelte van het radioactieve materiaal nog als kleine brokstukken ('hot spots') verspreid over de omgeving terug te vinden.

### *2. Redden en technische hulpverlening*

Door de drukgolf van de explosie zijn de ruiten in de omtrek gesprongen. Enkele mensen hebben snijwonden opgelopen. Deze mensen dienen ontsmet en verzorgd te worden.

### *3. Meten*

Het is een goed idee om meten op radioactiviteit na een bomaanslag als standaardprocedure op te nemen.

Om de werkelijke veiligheidsgrenzen van het gevareng gebied (bij de eerste inzet bepaald op 25  $\mu\text{Gy/hr}$ ) te kunnen bepalen is voldoende meetapparatuur met deskundige bediening (bijvoorbeeld ook met behulp van een meetploeg van het RIVM) nodig.

#### 4. *Besmettingscontrole en organisatie van de ontsmetting*

Er moet voldoende meetapparatuur en ontsmettingscapaciteit voor het ontsmetten en controleren van het eigen ingezette personeel (ongeveer 20 personen) beschikbaar zijn.

De mensen in de directe omgeving (enkele honderden tot duizenden mensen) kunnen door zelfredzaamheid met behulp van eigen douches en/of via grotere complexen (sporthallen en dergelijke) ontsmet en geëvacueerd worden. Zie ook de bijlage in hoofdstuk 6.

#### 5. *Besmettingscontrole en organisatie ontsmetten voertuigen en infrastructuur*

Er moet voldoende meetapparatuur met deskundige bediening en interpretatie van de meetgegevens beschikbaar zijn, om de omgevingsbesmetting en de besmetting van voertuigen en dergelijke te kunnen bepalen.

Het ontsmetten van voertuigen en infrastructuur kan later aangepakt worden, volgens de plannen van het Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding.

## 2. **Biologische incidenten**

Ook voor terroristische aanslagen met biologische middelen zijn diverse scenario's denkbaar. Met allerlei verschillende pathogene micro-organismen kan bijvoorbeeld drinkwater, voedsel of een gebouw besmet worden, of op één of meerdere personen een gerichte aanslag worden gepleegd.

Ook hier wordt, net als in de andere delen van dit hoofdstuk, géén opsomming gegeven van mogelijke schaal en gevolgen van de scenario's, maar worden slechts enkele voorbeelden geschetst.

Als een aanslag met een biologisch agens wordt gepleegd, zullen geen directe effecten merkbaar zijn. Tenzij de aanslag op de één of andere wijze wordt gemeld, zal niet worden opgemerkt dat een aanslag is gepleegd voordat patiënten met bepaalde ziekteverschijnselen zich melden bij het reguliere zorgcircuit. De incubatietijd van een infectieziekte kan variëren van uren tot dagen, weken of zelfs maanden.

De consequentie hiervan is dat voor de bestrijding van de gevolgen van een biologische aanslag geen rol voor de brandweer lijkt te zijn weggelegd, afgezien van eventuele logistieke ondersteuning.

Alleen als er sprake is van een duidelijke bron (zoals een poederbrief), kan de brandweer een rol spelen.

In deze paragraaf wordt een bekend voorbeeld van een biologische aanslag behandeld: de poederbrief.

### 2.1 Aanslagen met poederbrieven in de Verenigde Staten

In de periode september - oktober 2001 werden in de Verenigde Staten in totaal 4 brieven gevuld met sporen van *Bacillus anthracis*, de verwekker van antrax (miltvuur), verstuurd. Als gevolg daarvan werden 22 mensen via verschillende besmettingsroutes daadwerkelijk met *Bacillus anthracis* geïnfecteerd, van wie vijf personen zijn overleden.

#### Eerste aanslag

Op 18 september 2001 werd zowel bij NBC News als bij de New York Post een brief met daarin een poeder bezorgd. Een week later vertoonde de 38-jarige vrouw die de brief had behandeld, de eerste symptomen van cutane antrax. Na behandeling met antibiotica herstelde zij van de ziekte.

Beide brieven bleken via de New Jersey Postal Facility in Hamilton (New Jersey) te zijn verstuurd.

Een week nadat de verdachte brief bij NBC News terecht was gekomen werd contact opgenomen met de politie.

In de daaropvolgende dagen traden verschillende gevallen van cutane antrax op (bij ABC, CBS, de New York Times en de New York Post); alle patiënten herstelden na behandeling met antibiotica.

Op 2 oktober 2001 werd het eerste geval van respiratoire (inhalatie-)antrax ontdekt: deze patiënt, een 63-jarige man, overleed drie dagen later. Zijn werkplek bij American Media Inc. bleek met *Bacillus anthracis* besmet te zijn. Zijn collega werd eveneens ziek, maar is wel genezen. De bron van de besmetting van deze patiënt is onbekend.

#### Tweede aanslag

Op 9 oktober 2001 werden weer twee brieven met heel zuiver en zeer fijn verpulverde sporen van *Bacillus anthracis* via de New Jersey Postal Facility in Hamilton, NJ, verstuurd, gericht aan een tweetal senatoren.

Toen één van de brieven bij opening door een medewerker een fijn poeder bleek te bevatten, werd er snel alarm geslagen. Een kwartier na de ontdekking van de brief werd door een monsternameteam een test uitgevoerd, die positief bleek voor *Bacillus anthracis*. Drie kwartier na de ontdekking werd het ventilatiesysteem van het gebouw uitgezet.

Vervolgens werden ongeveer 2.100 medewerkers (met behulp van een neusuitstrijkje) op besmetting gecontroleerd en van een antibioticumkuur voorzien; 28 van de besmette personen bleken positief te reageren op de *Bacillus anthracis*test.

Overigens hebben de hulpverleners die als eerste ter plekke waren (10 minuten na de ontdekking van het poeder) bij hun werkzaamheden geen bescherming gedragen.

Verspreiden van sporen van *Bacillus anthracis* als aërosol kan tot enorme omgevingsbesmetting leiden: zo raakten als gevolg van het openen van slechts één brief met 2 gram poeder vier ruimtes in Capitol Hill besmet. De besmetting van de ruimtes bleek niet eens zozeer via het ventilatiesysteem als wel vooral door loopbewegingen, het openen en sluiten van deuren en dergelijke te zijn veroorzaakt. Het gebouw was na het incident lange tijd onbruikbaar.

Twee medewerkers van de postkamer waar de brief behandeld was, zijn aan respiratoire antrax overleden.

In de derde week van oktober werd vervolgens een aantal gebouwen (de Supreme Court Building, het kantoor van de CIA, etc.) tijdelijk gesloten. Ongeveer 200 postkantoren werden op besmetting met *Bacillus anthracis* getest. Door kruisbesmetting bleken ook andere postcentra met sporen van *Bacillus anthracis* besmet geraakt te zijn. In twee maanden tijd zijn 3.200 omgevingsmonsters genomen ter controle op besmetting. In twee weken tijd zijn 2.700 humane monsters genomen om mensen te controleren op besmetting. Meer dan 2.200 medewerkers van postsorteer- en distributiecentra in Washington D.C. werden met antibiotica behandeld. Er is aan een zeer groot aantal mensen profylactisch antibiotica gegeven.

In totaal is uiteindelijk bij 22 patiënten de diagnose antrax gesteld. In de meeste gevallen bestond een relatie met de posteries van New Jersey, New York en Washington D.C. Besmetting vond vooral plaats bij het hanteren of openen van de brieven, of bij het betreden van de omgeving waar sporen van *Bacillus anthracis* vrijgekomen waren. Het aantal besmette personen is natuurlijk vele malen hoger geweest dan deze 22 daadwerkelijk ziek geworden mensen.

Van 11 van deze 22 gevallen is definitief vastgesteld dat het om respiratoire antrax ging. In 9 van deze 11 gevallen is de besmetting waarschijnlijk veroorzaakt door directe inhalatie van sporen van *Bacillus anthracis* afkomstig uit de envelop, bij de andere twee is dit niet met zekerheid vastgesteld. Uiteindelijk zijn 5 van deze patiënten met respiratoire antrax overleden.

Bij de overige 11 patiënten werd de diagnose cutane antrax gesteld (waarvan 7 bevestigd, 4 vermoedelijk). Alle patiënten met cutane antrax overleefden de ziekte na een behandeling met antibiotica.

#### *Poederbrieven in Nederland*

Vervolgens zijn ook in Nederland poederbrieven verstuurd. In 2001 en 2002 samen waren dit er ongeveer 900.

Al deze brieven zijn bij het CDC Lelystad op sporen van *Bacillus anthracis* onderzocht. Geen van deze brieven bevatte de bewuste sporen zoals uit de analyses is gebleken.

Hoewel het hier dus om relatief onschuldige gevallen ging, brengen dit soort acties veel tumult teweeg. Er kan paniek ontstaan, (delen van) gebouwen moeten tijdelijk worden afgezet, de hulpverleningsorganisaties worden gealarmeerd en in staat van

paraatheid gebracht etc. Een en ander heeft uiteraard ook economische en politieke gevolgen.

*Taken van de brandweer bij aantreffen van een poederbrief*

Zie ook het antraxprotocol in het 'NBC-protocol hulpverleners' van het ministerie van BZK.

#### *1. Bestrijden*

Voor het verwijderen en verpakken (isoleren) van de bron kan de brandweer worden ingezet. De brandweer beschikt over de juiste beschermingsmiddelen om dit op een veilige manier te kunnen doen.

#### *2. Ontsmetten van mensen*

Er is ontsmettingscapaciteit nodig voor het eigen personeel en voor andere mensen die mogelijk met het poeder in aanraking zijn gekomen. Iedereen is in staat zichzelf te ontsmetten (douchen en schone kleding aantrekken).

#### *3. Ontsmetten van de omgeving*

Zolang nog niet bekend is of het poeder sporen van *Bacillus anthracis* bevat, wordt de omgeving ontruimd en afgezet.

#### *Antraxprotocol*

Om op een verantwoorde manier met verdachte brieven en pakketjes, die mogelijk *Bacillus anthracis* bevatten, om te kunnen gaan is voor de hulpverleners een antrax-protocol opgesteld (bijlage in het 'NBC-protocol hulpverleners' van het ministerie van BZK).

#### *Andere inhoud*

Overigens moet er rekening mee worden gehouden dat een verdacht pakje of brief een andere ziekteverwekker dan (sporen van) *Bacillus anthracis* kan bevatten.

### **3. Chemische incidenten**

Ook voor chemische incidenten geldt dat een grote verscheidenheid aan scenario's voorstelbaar is. In dit handboek wordt verder geen uitwerking gegeven van alle scenario's die door sabotage aan of aanslagen op de reguliere keten van productie, opslag, vervoer en gebruik van gevaarlijke stoffen mogelijk zijn, omdat de kennis daarover bij de brandweer voldoende beschikbaar is.

In deze paragraaf worden twee scenario's behandeld van aanslagen met chemische stoffen met een snelle werking en waarvan slechts een beperkte hoeveelheid nodig is om een groot aantal slachtoffers (doden en gewonden) te maken. Paragraaf 3.1 behelst een fictieve chemische aanval in een winkelstraat, terwijl paragraaf 3.2 een beschrijving geeft van de aanslag met sarin in de metro in Tokio in 1995.

### 3.1 Operationele overwegingen; chemische aanval in een winkelstraat

In het onderstaand beschreven fictieve incident, een aanslag met een chemisch agens in een winkelstraat, worden de operationele overwegingen van een vijftal generieke elementen in dit scenario beschreven. De vijf generieke elementen betreffen:

- de eerste uitruk
- redding van mensen
- verspreide slachtoffers en secundaire besmetting
- detectie en meten
- 'grootschalige' ontsmetting.

De operationele leiding zal, onafhankelijk van het type scenario, altijd in een bepaalde mate met deze vijf elementen in aanraking komen. Afhankelijk van, onder andere, de plaats van het incident (in welke regio), de voor de hulpverleners beschikbare middelen, het aantal hulpverleners en de volgorde waarin en het tijdstip waarop de hulpverleners arriveren op de plaats van het incident, kan de operationele inzet voor één en hetzelfde scenario echter sterk variëren.

Er wordt in deze paragraaf bewust gesproken over operationele overwegingen. Waar mee wordt aangegeven dat de beschreven inzet slechts één van de mogelijkheden is om de operationele inzet te verrichten.

Het in deze paragraaf beschreven scenario en operationele overwegingen zijn bediscussieerd tijdens een workshop in aanwezigheid van vertegenwoordigers uit/van het OGS-netwerk, NBC-steunpuntregio's, Nibra en GHOR. De resultaten van die workshop zijn gebruikt als input voor deze paragraaf.

#### *Scenariobeschrijving, deel I*

Op een koopzondag gaan veel mensen rustig een dagje winkelen. Het is neutraal weer, 20 graden en een briesje van 1 m/s. Door het redelijke weer zijn er veel mensen op de been. Met een gemiddelde van 1 persoon per 4 m<sup>2</sup> en een tamelijk brede winkelstraat, zijn er totaal ongeveer 500 mensen in de buurt van een besmettingsbron. Ongeveer 250 mensen overlijden. Ongeveer 50 mensen blijven levend achter, maar zijn niet meer in staat zelf weg te komen. De ambulance en politie worden gebeld. Er wordt groot alarm gegeven. De GNK (geneeskundige combinatie) en traumahelikopter worden gesignaleerd. Enige hulpverleners gaan het effectgebied in en worden onwel. De brandweer wordt erbij gehaald vanwege de meetcapaciteit, het verzorgen van logistieke hand- en spandiensten en voor het verplaatsen en ontsmetten van slachtoffers. Er gaat een melding naar de brandweer: "groot aantal slachtoffers, vermoedelijk vanwege het vrijkomen van een toxische stof. Er zijn slachtoffers eigen eenheden".

#### *Activiteiten (eerste uitruk)*

Politie en een ambulance zijn als eerste ter plaatse. Na aankomst op de plaats incident zal door de politie via de centralist assistentie worden gevraagd aan de OvD-G en de brandweer.

Na ca. 10 minuten zijn de OvD-G en brandweer ter plaatse.

De OvD-G zal al heel spoedig om meer ambulances verzoeken, tevens zal de OvD-G een voorwaarschuwing naar de ziekenhuizen moeten laten uitgaan. Twee à drie extra

ambulances zijn binnen 15 minuten na oproep ter plekke. Voor meer ambulances moet op minimaal een half uur gerekend worden.

Omdat de melding een incident met een toxische stof en een groot aantal slachtoffers was, wordt uitgerukt met minimaal een tankautospuiter en hulpverleningsvoertuig en wordt de OvD gealarmeerd. (Afhankelijk van de aard van de melding (de informatie die de politie aan de meldkamer kan geven) wordt meteen ook de AGS gealarmeerd. Bij een heel duidelijke melding zou al tijdens het aanrijden tot opschalen kunnen worden besloten.)

Omdat de situatie onoverzichtelijk is en de betreffende stof(fen) onbekend, zal in eerste instantie bovenwinds op een afstand van minimaal 100 meter tot de 'zichtbare grens' van het ongeval worden opgesteld.

Van verkenning zal nog nauwelijks sprake zijn (er wordt nog niet gemeten): het incident is te grootschalig. De eerste brandweerlieden ter plaatse zullen zich vooral bezighouden met redden. De brandweer zal verzoeken om assistentie van de AGS.

Motorkapoverleg tussen vertegenwoordigers van de drie kolommen zal binnen 20 minuten na melding plaatsvinden. Een operationeel team wordt samengesteld. Het operationele team besluit tot opschaling (CTPI) en het NCC wordt gewaarschuwd.

Het CTPI is een uur na de melding operationeel. Dan is tevens zicht op de omvang van de situatie.

De meetplanorganisatie van de brandweer en NBC-steunpuntregio's worden gealarmeerd, evenals een regionaal OGS-peloton en gaspakkenteam(s) en voor ondersteuning. De brandweer roept de assistentie van extra meetploegen in, om zo spoedig mogelijk informatie te krijgen betreffende de aard van het agens en ter ondersteuning van de gebiedsindeling.

De gaspakkenteams kunnen binnen een uur inzetgereed zijn. Vanwege de geboden haast worden daarom de eerste reddingen in chemiepak uitgevoerd, mits men er zeker van is dat de chemiepakken tegen het agens bestand zijn.

Afhankelijk van de situatie zal de politie assistentie van de ME aanvragen.

#### *Aandachtspunten*

- *Informatiemanagement*

Wie verzamelt de informatie en draagt zorg voor verdere verspreiding? Dit lijkt een taak voor de coördinator van het operationele team, de OvD. Per regio kan dit echter verschillen. Het is eveneens mogelijk dat iedere kolom afzonderlijk de informatie verzamelt en verspreidt. Gemeenschappelijk interessante informatie kan dan alsnog via de coördinator van het operationele team gedeeld worden.

- *Gebiedsindeling*

Voor een correcte indeling zou er gemeten moeten worden. In de eerste fase van het incident zal er echter onvoldoende (personele en materiële) capaciteit voor het verrichten van metingen zijn. Extra meetploegen zullen doorgaans pas in een later stadium op de plaats incident arriveren en er zullen altijd situaties blijven bestaan waarbij het agens niet gemeten kan worden. De eerste metingen zullen, met behulp van gasmeetbuisjes, ca. 45 minuten na de melding verricht worden. De eerste gebiedsindeling zal daarom op grond van inschatting (waarneming, kennis van gebied) gemaakt moeten worden. De eenmaal bepaalde grenzen moeten her-

overwogen worden indien metingen of observaties daartoe aanleiding geven. Een bepaalde alertheid en flexibiliteit zijn hierbij gewenst. Een gecoördineerde informatiestroom afkomstig van ter plaatse aanwezige experts (AGS/OvD-G) is hierbij van groot belang.

- *Registratie van de slachtoffers*

Vooralsnog zijn de bij grootschalige incidenten betrokken hulpverleningsinstanties, vanwege gebrek aan capaciteit, niet uitgerust om dit type slachtoffers te registreren. Een deel van deze slachtoffers zal zich bovendien aan het incident onttrekken. Een eerste registratie vindt dan pas plaats als het slachtoffer in aanraking komt met het zorgcircuit. Een efficiënte communicatie-/informatiecampagne (gemeente) na het incident zou 'verborgen' slachtoffers/betrokkenen ertoe moeten bewegen zich, via het reguliere zorgcircuit, alsnog te laten registreren.

### *Scenariobeschrijving, deel 2*

Er ontstaat grote paniek en mensen proberen de plaats des onheils te ontvluchten door andere mensen weg te drukken. Behalve de 50 achtergebleven levende slachtoffers in het effectgebied, hebben er nog eens 200 mensen last van symptomen als pupilvernaauwing en sterke afscheiding van speeksel en slijm. Deze 200 personen weten zichzelf naar een veiliger gebied te manoeuvreren, maar een groot aantal (circa 50) wordt in het veiligere gebied onwel en zakt in elkaar. Enige toeschouwers die aan zijn komen snellen worden ook onwel, vanwege het uit de kleren dampen van de toxische stof bij de andere slachtoffers. Het ambulancepersoneel durft het gebied, vanwege mogelijk gevaar voor de eigen veiligheid, niet meer te betreden om slachtoffers te behandelen. Er is het vermoeden dat het om een terroristische aanslag met een zenuwstrijdgas gaat.

### *Activiteiten (redding)*

In deze fase van het incident is het uiterst belangrijk om een duidelijke gebiedsindeling te maken van besmet en veilig gebied, en deze gebiedsindeling te respecteren en desnoods directief te handhaven. De politie en brandweer spelen hierbij een cruciale rol: de brandweer zal de grenzen van de diverse gebieden vaststellen, al of niet gebaseerd op metingen; de politie zet de gebieden af en zal zorg moeten dragen dat de (herziene) gebiedsindeling wordt gerespecteerd, niet alleen door de ter plaatse aanwezige hulpverleners maar vooral ook door de ambulante slachtoffers. Het toesnellen van omstanders die vervolgens onwel worden, is aanleiding voor de politie om de afzetting van het gebied te verscherpen.

De politie moet tevens het hulpverleningsverkeer van en naar de plaats incident mogelijk maken, en regelt het verkeer in het omliggende gebied.

De brandweer staat voor de taak de ongeveer 50 nog levende slachtoffers die zichzelf niet meer in veiligheid kunnen brengen, uit het gevarengedebied te redden.

De situatie geeft direct aanleiding om maatregelen te treffen om zo mogelijk hulpverleners van beschermingsmiddelen te voorzien en voorbereidingen te treffen voor het



ontsmetten van hulpverleners in beschermende kleding en slachtoffers. De brandweer brengt ontsmettingsfaciliteiten voor het ontsmetten van de hulpverleners en ontsmettingsfaciliteiten voor het ontsmetten van slachtoffers in gereedheid. Met betrekking tot ontsmetting is advies van de AGS/OvD-G/GAGS nodig.

Alvorens de niet-ambulante slachtoffers (ca. 100) over te dragen aan de GHOR moeten de slachtoffers door de brandweer ontsmet worden. Een deel van de ambulante slachtoffers in het besmette gebied zal door de brandweer begeleid moeten worden om het besmette gebied zo snel mogelijk via een ontsmettingsstraat te verlaten.

Andere hulpverleners mogen het besmette gebied niet (meer) betreden. De ambulancediensten worden in gereedheid gebracht, via de OvD-G, voor het grootschalige patiëntentransport.

Een deel van de ambulante slachtoffers zal op eigen kracht, zonder ontsmetting, het besmette gebied verlaten. Ogenschijnlijk niet-besmette slachtoffers zullen vervolgens op eigen initiatief naar een ziekenhuis of huisarts gaan. Ziekenhuizen en huisartsen moeten via een voormelding gewaarschuwd worden (door de OvD-G, GAGS, GGD-functionarissen), voor de komst van deze mogelijk besmette slachtoffers.

#### *Aandachtspunten*

- *Capaciteit*

Een belangrijk knelpunt bij alle instanties van hulpverleners en voor alle hulpverleningsactiviteiten zal de personeels- en materieelcapaciteit zijn. Een tijdige herkenning van de situatie en een correcte opschalingprocedure zullen een deel van dit knelpunt teniet doen. In de eerste periode van het incident zal er echter altijd een tekort aan materieel en personeel zijn.

- *Beschermingsmiddelen*

Niet alle bij de brandweerkorpsen in gebruik zijnde gas-/chemiepakken zijn bestand tegen zenuwgassen. De NBC-pakken (Defensie, leenpakken) van de NBC-steunpuntregio's zijn wel afdoende beschermend. In verband met de aanrijtijd is een tijdige alarmering van de steunpuntregio's hierbij van belang. Voor hulp bij (nat) ontsmetten zijn de NBC-pakken juist weer niet geschikt.

Politiefunctionarissen en geneeskundig personeel komen in principe niet in het besmette gebied, maar bevinden zich wel in het grensgebied. (De eerst aangekomen hulpverleners bevonden zich in het gevarengedebied en zijn zelf slachtoffer geworden). Het ter beschikking stellen van eenvoudige beschermingsmiddelen (disposable overalls en handschoenen en adembeschermingsmiddelen) zou overwogen moeten worden. Zeker indien beschermingsmiddelen ontbreken, is het respecteren van de gebiedsindeling door de hulpverleners van groot belang.

- *Coördinatie*

De overdracht van patiënten vanuit het besmette gebied naar het niet besmette gebied vergt een goede coördinatie tussen de brandweer en geneeskundig personeel. Triage zou bij voorkeur in een zo vroeg mogelijk stadium moeten plaatsvinden. Echter, de onmogelijkheid voor het geneeskundige personeel om het besmette gebied te betreden verhindert dit. Triage vindt daarom plaats na overdracht van de ontsmette slachtoffers, in het veilige gebied. Het is van belang dat een arts (MMK) aanwezig is voor advies over (nood)behandeling.

### *Scenariobeschrijving, deel 3*

Van de 150 weggevluchte mensen melden er zich verscheidenen bij hun eigen huisarts. Ook mensen die eerder die dag boodschappen hebben gedaan maar geen besmetting hebben opgelopen, melden zich bij de dienstdoende huisarts of een ziekenhuis.

#### *Activiteiten (verspreide slachtoffers en secundaire besmetting)*

Naar verwachting zullen niet alle huisartsen rondom het gebied van het incident via een voormelding op de hoogte zijn gebracht van het incident en de te verwachten stroom van slachtoffers. Een cruciaal probleem in deze fase van het incident is de secundaire besmetting, teweeggebracht door de ambulante besmette personen. Ziekenhuizen moeten in deze fase van het incident, al of niet geïmproviseerde, decontaminatiefaciliteiten in gereedheid hebben gebracht<sup>1</sup>. Ook huisartsen moeten hierop bedacht zijn. Niet-ambulante slachtoffers zullen ontsmet worden aangevoerd door ambulances.

Extra voorlichting (gemeente) wordt via de omroepinstallaties op rondrijdende politieauto's en via radio/televisie gegeven. De voorlichting richt zich onder andere op het zichzelf ontsmetten en (alsnog) laten registreren van de ambulante slachtoffers<sup>2</sup>.

#### *Aandachtspunten*

- *Registratie van slachtoffers*  
Slachtoffers (patiënten) die zich bij een zorgaanbieder melden (huisartsen, ziekenhuizen, gezondheidscentra) zullen op de gebruikelijke wijze geregistreerd worden. Een centrale registratie van gegevens kan hiermee gestart worden. De GGD lijkt de aangewezen instantie om hiervoor zorg te dragen.
- *Voorlichting*  
Een goede voorlichtingsstrategie voor alle betrokkenen, zowel hulpverleners als slachtoffers, is momenteel niet voorhanden. Het is zaak om in een zo vroeg mogelijk stadium advies in te winnen bij professionele voorlichters bij de gemeentelijke instanties of mogelijk betrokken departementen (BZK, VROM en/of VWS). Een ontsmettingsinstructie voor ambulante slachtoffers kan op voorhand al geschreven worden.

### *Scenariobeschrijving, deel 4*

De hulpdiensten kunnen alleen goed functioneren als duidelijk is wat het veilige en het onveilige gebied is.

#### *Activiteiten (meten en detectie)*

De brandweer geeft de verschillende gebieden aan (besmet gebied, veilig gebied voor alleen hulpverleners en veilig gebied voor publiek). De gebieden worden bij voorkeur met lijnen/plastic band gemarkeerd door de politie. De politie zorgt ervoor dat alleen de brandweer het besmette gebied mag betreden en 'toeschouwers' op grote afstand blijven van zowel het besmette als het veilige gebied waar het geneeskundige personeel zich bevindt.

De juistheid van de gebiedsindeling moet zo snel mogelijk door metingen geverifieerd worden. Afhankelijk van de aard of de vermoedelijke aard van het agens kunnen diverse instanties opgeroepen worden, te weten:

- meetploegen van de brandweer (diverse chemicaliën, sommige strijdgassen en radiologische agentia)
- NBC-steunpuntregio's van de brandweer (sommige strijdgassen met behulp van de E-CAM)
- RIVM-MOD en TNO-PML via het NCC (en CM-VROM) (diverse strijdmiddelen en chemicaliën).

Gezien het vermoeden dat er sprake is van een zenuwgas is het van belang zo spoedig mogelijk de NBC-steunpuntregio's om assistentie te vragen. Met behulp van de bij deze regio's aanwezige E-CAM kan de juistheid van de gebiedsindeling semi-continu gevolgd worden.

Ten behoeve van het identificatieproces dienen er zo snel mogelijk op juiste wijze monsters genomen te worden. Voor een correcte monsternamen kunnen de monstername teams van het RIVM-MOD en TNO-PML geactiveerd (via het NCC/CM-VROM) worden.

Sporenonderzoek wordt door de politie gestart, hiertoe worden het NFI (Nederlands Forensisch Instituut) en de technische recherche geactiveerd.

Metingen zijn tevens van belang met het oog op ontsmettingscontrole en het bepalen van juiste medische behandeling van slachtoffers. Eventueel (telefonisch) overleg met het NVIC (Nederlands Vergiftigingen Informatiecentrum) kan al een goede indicatie van de aard van het agens opleveren, afgeleid uit de symptomen van slachtoffers.

Voor het opsporen van de bron is het, in verband met de vluchtigheid van het agens, te laat (bovendien kan hiermee pas worden begonnen als de chaos voorbij is).

#### *Aandachtspunten*

- *Metten*

Voor een zo correct mogelijke gebiedsindeling is het noodzakelijk dat er gemeten wordt. Capaciteit (mensen en middelen) is ook hier een probleem. De OvD dient hiertoe tijdig de juiste instantie om assistentie te verzoeken. Voor het oproepen van de RIVM-MOD of TNO-PML dient het telefoonnummer van het NCC beschikbaar te zijn. Ten behoeve van de inzet van de NBC-steunpuntregio's dienen er afspraken gemaakt te worden tussen de steunpuntregio's en de overige regio's.

Niet ieder agens kan gemeten worden: voor het beoordelen van de situatie dient daarom altijd overleg plaats te vinden met experts zoals GAGS, MMK en AGS.

- *Tijdsdruk*

Een probleem is het verstrijken van de tijd (en de vluchtigheid van het agens). De verwachting is dat de eerste metingen door de ontstane hectiek, capaciteitsprobleem en dergelijke, pas na ca. 45 minuten worden uitgevoerd (op aanwijzing van AGS). Gerichte metingen door deskundigen uit de NBC-steunpuntregio zullen na 1 tot 1,5 uur plaatsvinden. Voor geavanceerde metingen door experts van RIVM-MOD of TNO-PML wordt op 2 à 3 uur gerekend. Tegen die tijd is een vluchtig gas vervlogen.

### *Scenariobeschrijving, deel 5*

De slachtoffers die gered zijn uit het gevarengedebied en de mensen die op eigen kracht naar een veiliger gebied zijn gekomen zullen zo snel mogelijk moeten worden ontsmet, alvorens ze kunnen worden overgedragen aan de GHOR.

#### *Activiteiten (ontsmetten)*

Ontsmettingsfaciliteiten voor het personeel zijn in een eerder stadium van het incident al in gereedheid gebracht. Er wordt een inschatting gemaakt van de ontsmettingscapaciteit en zo nodig wordt de assistentie van omliggende regio's ingeroepen.

Ontsmettingsfaciliteiten voor slachtofferontsmetting zijn eveneens al in een eerder stadium van het incident in gereedheid gebracht. Slachtoffers worden door de brandweer in beschermende kleding (chemiepak) begeleid bij het ontsmetten.

De juiste ontsmettingsstrategie<sup>3</sup> moet worden gekozen (AGS, GAGS). Het beschermingsniveau van de beschermingsmiddelen van de brandweer kan in het gebied waar de ontsmetting plaatsvindt lager zijn dan het beschermingsniveau in het gevarengedebied. Er zijn kleding en/of dekens nodig voor de slachtoffers, na de ontsmetting.

Registratie is ook hier van belang: personen en hun persoonlijke bezittingen moeten worden geregistreerd.

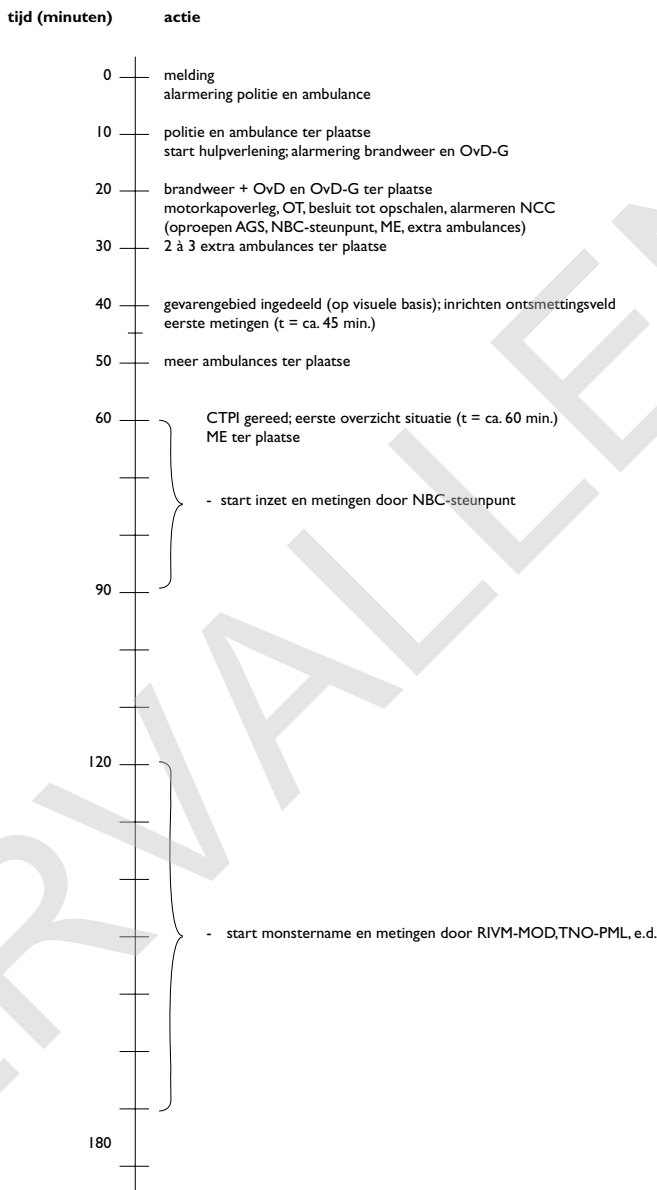
Er zal een grote vervoersstroom van en naar de locatie van het incident op gang gebracht worden. Een strikte controle en regulering door de politie op en van deze vervoersstromen is hierbij vereist.

Ontsmetting van het besmette materieel en infrastructuur is van later zorg.

#### *Aandachtspunten*

- *Natte ontsmetting*

De ontsmettingsfaciliteiten van de brandweer zijn toereikend voor het ontsmetten van de NBC-/chemie-/gaspakkendragers van de brandweer. Indien gewenst kunnen deze faciliteiten tevens gebruikt worden voor politiefunctiearissen en geneeskundig personeel. Vooralsnog zijn er geen middelen beschikbaar voor het 'grootschalig' ontsmetten van slachtoffers. In afwachting van een definitieve regeling en/of faciliteiten voor grootschalige ontsmetting van burgerslachtoffers, zal met de nodige improvisatie te werk gegaan moeten worden. Met behulp van bestaande middelen van de brandweer kan echter op vrij eenvoudige wijze een natte ontsmettingsstraat<sup>4</sup> geconstrueerd worden.



**Figuur 3.1** Mogelijk verloop inzet bij chemische aanval in winkelstraat

(paragraaf 3.2)

Niet aangegeven in de figuur: de hulpverlening (redden) start zodra dat verantwoord geacht wordt, ontsmetten start zodra dat mogelijk is. Beide processen worden zolang voortgezet als noodzakelijk is.  
(t = tijd vanaf de melding, in minuten)

### 3.2 Sarin-aanslag Tokio

De aanslag met sarin door de Japanse Aum-Shinrikyo-sekte in de metro in Tokio is het bekendste voorbeeld van een aanslag met een chemisch strijdmiddel, gericht tegen burgers.

In totaal heeft de sekte 11 pakketjes geplaatst in vijf metrowagons op drie verschillende lijnen. Deze metrolijnen zouden ongeveer tegelijkertijd hetzelfde metrostation in Tokio bereiken. Bij dat metrostation stonden een aantal regeringsgebouwen en het hoofdbureau van politie.

Het doel van de aanslag was, zoveel slachtoffers onder de (politie)mensen te maken, dat afgezien zou worden van een inval bij de Aum-sekte.

's Ochtends 20 maart 1995 gingen vijf teams van elk twee man op pad om de aanslag te plegen. Elk team bestond uit één bestuurder van een vluchtauto en één pakjesplaatser.

Vier pakjesplaatser hadden twee plastic zakken bij zich, met een dubbele laag. Een pakjesplaatser was in het bezit van drie zakken. Elke zak bevatte ongeveer 600 gram sarin. Het sarin-gas was, vanwege de haastige productie, slechts 30% zuiver. In totaal is ongeveer 6 liter onzuiver sarin gebruikt.

Op het drukste moment van de ochtendspits, rond 8.00 uur, plaatsten de daders hun pakketjes in de verschillende metrolijnen. Vervolgens prikten zij de zakken met de scherpe punt van een paraplu door. Een metrostation verder stapten ze uit.

De eerste meldingen, die ongeveer tien minuten later doorkwamen, spraken van een bomaanslag of een gasexplosie, waardoor er slachtoffers met brandwonden en koolstofmonoxidevergiftiging zouden zijn gevallen. De hulpverleners die ter plaatse kwamen hadden daarom bij aankomst een verkeerd beeld van de dreiging.

De metingen gaven acetonitril, isopropylalcohol en di-ethylaniline aan: oplosmiddelen of restanten van het sarinproductieproces.

Door het verkeerde dreigingsbeeld was de medische verzorging en behandeling ook niet adequaat. Pas ongeveer 3 uur na de aanslag vernamen veel ziekenhuizen (via de televisie) dat het gebruikte middel sarin was, waarna de behandelingen aangepast werden.

Uiteindelijk zijn 12 mensen overleden, 17 gewonden in kritische toestand opgenomen, raakten 37 mensen zwaar gewond en hadden 984 mensen ziekteverschijnselen (waarvan er 500 daadwerkelijk een behandeling in het ziekenhuis nodig hadden).

Ruim 4.000 mensen hadden geen echte vergiftigingsverschijnselen maar zochten wel medische assistentie. Deze mensen meldden zich op eigen gelegenheid bij de verschillende ziekenhuizen. Dit gaf een enorme druk op het medische systeem. Het bijbehorende aantal telefonische meldingen van mensen die hulp zochten, zorgde voor een overbelasting van de verschillende meldkamers.

Onder de gewonden waren 160 politieagenten, 135 ambulancemedewerkers (ongeveer 10% van alle ambulancepersoneel) en 110 man ziekenhuispersoneel. Door slechte (of ontbrekende) beschermende kleding, gebrekkige ontsmettingsapparatuur en een slechte besmettingsbeheersing (uitdampen van sarin uit de kleren van de slachtoffers in de ziekenauto's en ziekenhuizen) werd het personeel van de hulpdiensten in gevaar gebracht.

### *Conclusies*

Uit het verloop van deze aanslag kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Wat betreft het aantal slachtoffers viel de aanslag mee. Met een conventionele bom waren er waarschijnlijk meer slachtoffers gevallen. De angst en paniek onder de betrokkenen waren echter veel groter dan bij een 'normale' aanslag het geval zou zijn geweest.
- De ruim 4.000 mensen zonder echte vergiftigingsverschijnselen, die uit ongerustheid toch onderzocht wilden worden, legden een enorme druk op het medische systeem.
- Goede detectiemethoden en detectieapparatuur zijn van groot belang voor een effectieve bestrijding van de gevolgen van een chemisch incident (de eerste hulpverleners dachten dat het om een gasexplosie ging).
- Een duidelijk protocol en gedragsregels bij omgang met gevaarlijke (NBC-) stoffen ontbraken.
- Goede ontsmettingsprocedures en beschermingsmiddelen voor het personeel zijn bij incidenten met chemische agentia onontbeerlijk.
- Een goede communicatie- en meldpuntstructuur is noodzakelijk voor een goede verdeling van slachtoffers over de verschillende ziekenhuizen en voor het melden van nieuwe inzichten en ontwikkelingen (de medici vernamen via de televisie dat het sarin betrof).
- De deskundigheid om de situatie goed in te schatten ontbrak, waardoor er ook onnodige slachtoffers onder de hulpverleners zelf zijn gevallen. De kanalen naar C-deskundigen in bijvoorbeeld het Japanse leger waren onduidelijk en de formele kanalen waren zeer traag en inefficiënt, waardoor er veel te laat specifieke deskundigheid ter plaatse was.

## Noten

- <sup>1</sup> Slachtoffers moeten bij voorkeur voor het betreden van het ziekenhuis van hun kleding ontdaan worden en worden ontsmet met water. Indien dit niet kan worden gerealiseerd, kan gekozen worden om dit in pandig te doen in een zo koud en goed geventileerde ruimte als mogelijk is. Kleding dient zo spoedig mogelijk uit de ruimte verwijderd te worden (bij voorkeur in afgesloten plastic zakken).
- <sup>2</sup> Personen moeten zich uitkleden en hun 'mogelijk' besmette kleding in een plastic zak verpakken, zonder daarbij secundaire besmetting van het huis en dergelijke te veroorzaken. Vervolgens moeten de personen zich goed douchen. Er wordt voorlichting gegeven over de behandeling van de besmette kleding.
- <sup>3</sup> Ontsmettingsstrategie: afhankelijk van het type besmetting moet de meest efficiënte en veilige ontsmettingsstrategie gekozen worden. De onderstaande indeling is gebaseerd op de aanwezigheid van een beperkt aantal ontsmettingsmiddelen en een beperkte hoeveelheid informatie betreffende het gebruikte agens. Indien men beschikt over meer middelen en informatie kan de strategie verfijnd worden. Op grond van het bovenstaande zijn er globaal drie strategieën te onderscheiden, te weten:
  - a) *gasbesmetting*: slachtoffer ontkleden en eventuele restbesmetting meten
  - b) *vloeistofbesmetting*: slachtoffer ontkleden, afspoelen met water (douchen) en restbesmetting meten, eventueel het spoelen herhalen (als het bijvoorbeeld een blaartrekkend middel betreft moet uitbreiding van de besmetting bij wassen worden vermeden)
  - c) *vaste besmetting*: slachtoffer ontkleden, droog ontsmetten, restbesmetting meten, eventueel afspoelen (douchen met water) en restbesmetting wederom meten. Indien er geen droge ontsmettingsmiddelen aanwezig zijn, dan direct overgaan op het spoelen van het slachtoffer.
- <sup>4</sup> Het vormen van een 'wasstraat' door twee tankautosputten parallel naast elkaar te plaatsen, met 5 meter tussenruimte. Vanaf iedere tankautospuiter worden er één of twee stralen lage druk aangelegd. De stralen zijn naar elkaar toe gericht, eventueel kan er een extra straal vanaf het dak van een van de tankautosputten worden verzorgd. Deze methode vraagt weinig voorbereidingstijd en kan uitgevoerd worden met twee tankautosputten. Daar waar noodzakelijk kan deze methode eenvoudig op meerdere plaatsen (uitgangen) bovenwinds opgebouwd worden, zodat de capaciteit zeer gemakkelijk te vergroten is. De capaciteit van één 'wasstraat' wordt geschat op 10 personen per minuut.



## HOOFDSTUK 4

# Metten van NBC-middelen

### Inleiding

Om bij een ongeval met gevaarlijke stoffen of bij een vermoeden van de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen te kunnen bepalen of er risico's bestaan voor hulpverleners, slachtoffers, eventuele omstanders en de bevolking, of om te kunnen bepalen hoe groot het gevareng gebied is, is het noodzakelijk metingen te verrichten.

Doelstellingen van meten zijn:

- aantonen of gevaarlijke stoffen aanwezig zijn en/of ioniserende straling vrijkomt
- bepalen of de stoffen in kwestie explosief, brandbaar, giftig, of bijtend van aard zijn
- bepalen wat de concentratie gevaarlijke stoffen is en of dat een schadelijke concentratie is
- vaststellen van het gevareng gebied (bron- en effectgebied)
- identificatie van de gevaarlijke stof
- bepalen of personen, apparatuur, materieel en/of omgeving besmet zijn
- bepalen of een ontsmetting afdoende is geweest.

Aan de hand van de meetresultaten kunnen bepaalde (bestrijding-)acties onderbouwd gestart of juist beëindigd worden. Voorbeelden zijn voorlichten, waarschuwen of evacueren van de bevolking, afsluiten van een bepaald gebied, ontsmetten, gerichte medische behandeling en ontalmeren.

Een NBC-incident heeft veel raakvlakken met een 'gewoon' ongeval waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn. De brandweer is, met behulp van de organisatie Ongevalbestrijding Gevaarlijke Stoffen (OGS), voorbereid op de bestrijding van ongevallen met gevaarlijke stoffen en heeft kennis en repressieve ervaring op dit terrein opgebouwd. Dit geldt in het bijzonder voor incidenten waarbij chemicaliën betrokken zijn.

Bij NBC-incidenten zal de OGS-organisatie grotendeels op dezelfde wijze functioneren als bij 'normale' incidenten met gevaarlijke stoffen en zal de brandweer grotendeels volgens de procedure ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen (OGS-procedure) te werk gaan.

Bij NBC-incidenten kunnen echter bijvoorbeeld de plaats en de omvang van het incident afwijken van wat men bij reguliere incidenten zou verwachten. Ook kunnen de concrete werkwijze en de daarbij gebruikte middelen, zowel bij bronbestrijding, effectbestrijding als ontsmetting, op onderdelen verschillen van de aanpak bij normale incidenten. Deze verschillen komen aan bod in hoofdstuk 6, 'Bestrijding van NBC-incidenten'.

Ook de wijze waarop het meten is georganiseerd en de middelen die daarbij gebruikt worden, kunnen bij NBC-incidenten afwijken van de middelen en de werkwijze bij 'gewone' ongevallen met gevaarlijke stoffen.

In paragraaf 1 van dit hoofdstuk worden een paar algemene aspecten van 'meten' besproken. Paragraaf 2 gaat in op de taakverdeling binnen de meetplanorganisatie. De meetstrategie bij NBC-incidenten komt in paragraaf 3 aan bod. Paragrafen 4, 5 en 6 gaan dieper in op het meten bij respectievelijk nucleaire/radiologische, biologische en chemische incidenten en de meetapparatuur die de brandweer hierbij ter beschikking staat.

## I. Meten algemeen

### 1.1 Begrippen

Er zijn verschillende gradaties in 'meten' te onderscheiden: detecteren, kwantificeren en identificeren.

*Detecteren* betekent aantonen dat nucleaire/radiologische, biologische of chemische agentia in een concentratie boven een bepaald niveau aanwezig zijn, bijvoorbeeld boven de grens veilig/niet veilig. Detecteren hoeft niet noodzakelijk een actieve handeling te betreffen: het kan bijvoorbeeld gaan om een alarm dat bij een bepaalde concentratie in werking treedt of een detectiesticker die van kleur verandert.

*Kwantificeren* is het vaststellen van de concentratie, de dosis of het dosistempo van de betreffende stof of ioniserende straling; hiermee kan de mate van vervuiling/besmetting worden vastgesteld.

Voor de blootstelling (van hulpverleners en bevolking) aan verschillende gevaarlijke stoffen en stralingsdoses bestaan interventiewaarden: concentraties/doses waarboven bepaalde beschermingsmaatregelen genomen moeten worden. Zo zijn bijvoorbeeld voor een aantal gevaarlijke chemische stoffen drie interventiewaarden vastgesteld:

- de voorlichtingsrichtwaarde (VRW) is de concentratie die door een groot deel van de bevolking hinderlijk wordt waargenomen of waarboven lichte, snel omkeerbare gezondheidsklachten mogelijk zijn, bij een blootstelling gedurende één uur
- de alarmeringsgrenswaarde (AGW) is de concentratie waarboven een irreversibele of anderszins ernstige gezondheidsschade door directe toxische effecten kan optreden, bij een blootstelling gedurende één uur
- de levensbedreigende waarde (LBW) is de concentratie waarboven mogelijk binnen enkele dagen sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden, na een blootstelling gedurende één uur.

*Identificeren* is het onomstotelijk vaststellen van de identiteit van de stof, verontreiniging, etcetera waar men mee te maken heeft. Voor een correcte identificatie is het noodzakelijk minimaal twee verschillende en onafhankelijke analysemethoden toe te passen.

In veel gevallen is identificatie van nucleaire/radiologische, biologische of chemische middelen ter plaatse van het incident niet mogelijk (dit punt komt in de paragrafen 3 tot en met 6 van dit hoofdstuk aan de orde).

### 1.2 Foutenbronnen bij meten

Algemeen geldt dat bij de interpretatie van meetresultaten terdege rekening gehouden moet worden met mogelijke invloeden van de omgeving (op de aanwezigheid en/of de verspreiding van de stof, op de meting zelf en op het meetinstrument) en met de aard van de gevaarlijke stoffen in kwestie.

Metingen zijn plaats- en tijdgebonden: één meetresultaat geldt uitsluitend voor de plaats waar en het tijdstip waarop de meting is verricht. Even later of een paar meter verderop kan de situatie anders zijn, in verband met de verschillende dichtheden van gassen en dampen, luchtstromingen die de verspreiding van stoffen beïnvloeden, mogelijke toename of afname van concentraties, vervuiling van apparatuur, zuurstoftekort, aanwezigheid van storende factoren, etcetera. Metingen moeten dan ook op verschillende tijdstippen, gedurende kortere of langere tijd, én op verschillende plaatsen worden uitgevoerd.

Men spreekt van een *vals-positief* meetresultaat als de aanwezigheid van stof x gedetecteerd wordt, terwijl de betreffende stof niet aanwezig is. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van de aanwezigheid van andere stoffen die gelijkenis met stof x vertonen, door onjuist gebruik van meetapparatuur of door gebruik van meetapparatuur onder verkeerde omstandigheden.

Het omgekeerde kan ook gebeuren: stof x wordt ondanks zijn aanwezigheid in het monster niet gedetecteerd. De oorzaak van een dergelijk *vals-negatief* meetresultaat kan bijvoorbeeld zijn: onjuist gebruik van de meetapparatuur, gebruik van de verkeerde meetapparatuur, de aanwezigheid van andere stoffen die het meetproces beïnvloeden, of gebruik van de meetapparatuur onder verkeerde omstandigheden. Een vals-negatief meetresultaat kan natuurlijk zeer ernstige verschijnselen met betrekking tot de blootstelling aan de gevaarlijke stof in kwestie tot gevolg hebben.

### 1.3 Gevareng gebied

Het gevareng gebied omvat het brongebied en het effectgebied (zie hoofdstuk 6); het is het gebied waarbinnen men aan (te hoge concentraties) gevaarlijke stoffen en/of ioniserende straling kan worden blootgesteld.

Bij ongevallen met gevaarlijke stoffen worden in eerste instantie de contouren van het gevareng gebied en het gebied dat besmet kan zijn bepaald, door gebruik te maken van *mallen, rekenmodellen en/of inschattingen*, gebaseerd op aannamen over het vrijkomen en verspreiden van de gevaarlijke stof. In de verschillende OGS-procedures zijn daarvoor richtwaarden gegeven.

De opstelplaats is de plaats waar de brandweer bij aankomst het materieel opstelt en waar het personeel 'stand-by' blijft staan. De opstelplaats bevindt zich ten minste 25 meter bovenwinds van de zichtbare grens van het ongeval. De 'zichtbare grens van het ongeval' is de rand van een vloeistofplas, de rand van een zichtbare wolk gas, damp of aërosol, of de rand van het object. Zie ook hoofdstuk 6.

Met behulp van *metingen* worden de grenzen van het gevareng gebied en van het besmette gebied bepaald. Voor dit doel wordt de meetplanorganisatie van de brandweer ingeschakeld en zondig de hulp van externe deskundigen ingeroepen (RIVM-MOD of, uitsluitend bij B- en C-incidenten, niet bij 'gewone' ongevallen met gevaarlijke stoffen, TNO-PML).

Bij de volgende situaties moet een voorlopige opstelplaats op grotere afstand van de grens van het ongeval worden aangehouden, namelijk tenminste 100 meter bovenwinds (zie ook hoofdstuk 6):

- als er stoffen in de lucht komen bij windstilte
- als de ongevalsituatie gecompliceerd of onoverzichtelijk is
- als nog niet bekend is welke stoffen er bij het incident zijn betrokken.

Bij een dreigende explosie van ontplofbare stoffen of reservoirs (tot vloeistof verdicht) gas is zelfs 100 meter geen veilige afstand. In dat geval moet men op tenminste 500 meter afstand blijven. Men moet ook zoveel mogelijk dekking zoeken en uit de buurt blijven van ramen (in verband met glasscherven).

De grens van het gevareng gebied wordt overschreden:

- wanneer, in het geval van brandbare gassen en dampen, de explosiemeter een eerste alarm geeft, en/of
- wanneer, bij een nucleair/radiologisch incident, de dosistempometer of de dosimeter alarm geeft (25  $\mu\text{Gy/hr}$ , respectievelijk 2 mGy), en/of
- wanneer, met behulp van meetbuisjes of een specifieke gasdetector, wordt aangetoond dat de concentratie van gevaarlijke gassen of dampen in de lucht de interventiewaarde of, in het geval dat deze niet beschikbaar is, de MAC-waarde overschrijdt.

Het vaststellen van de grenzen van het gevareng gebied met behulp van meetmiddelen wordt daarom mede bepaald door de wijze van gebruik, de instellingen en de mogelijkheden en beperkingen van de gebruikte meetapparatuur.

Dit impliceert hoe belangrijk het is de aard van het gevaar goed te herkennen, kennis te hebben van het gebruik van de meetapparatuur en de beperkingen van het meetproces te onderkennen. Deze beperkingen hebben niet alleen betrekking op de apparatuur en methode op zich, maar ook op de omstandigheden waaronder de meting wordt verricht.

## 2. Meetplanorganisatie

De eerst aankomende brandweereenheden maken, onder leiding van de bevelvoerder, de eerste gevaarsinschatting op basis van waarneming, het toepassen van werkprocedures en/of het hanteren van schade- of concentratiemallen. De Officier van Dienst (OvD) zal bij aankomst eveneens een gevaarsinschatting maken, mogelijk met behulp van (telefonisch) advies van de Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS). Op basis van zijn inschatting van het gevaar bepaalt de OvD vervolgens de inzetstrategie.

### 2.1 Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS)

De taken van de AGS zijn, samengevat:

- specifieke gevaarsinschatting
- advies over bronbestrijding en veiligheidsmaatregelen aan het lokale commando (in eerste instantie de OvD)
- intermediair tussen lokaal commando (OvD) en externe (bedrijfs-) deskundigheid.

De primaire taak van de AGS is het lokale commando (de OvD, het CTPI (Coördinatieteam Plaats Incident), of het CoRT (Commando Rampterrein)) te adviseren over geschikte manieren van redding, bronbestrijding, effectbestrijding, persoonlijke bescherming van de hulpverleners, ontsmetting en de afhandeling van het incident na de stabilisatie.

De AGS heeft bovendien de taak de OvD te adviseren welke metingen verricht moeten worden op de plaats en in de omgeving van het ongeval, welke meetapparatuur daarvoor benodigd is en welke andere deskundigen en/of hulpdiensten eventueel geraadpleegd moeten worden.

Over het algemeen is tijdige opschaling bij ongevalbestrijding van groot belang. Voor de AGS betekent dit dat de AGS zo snel mogelijk onderkent wanneer het meetplan moet worden gestart. Voor veel incidenten kan (en moet) dit al op grond van de eerste melding gebeuren.

De meetplanleider (zie paragraaf 2.3) kan door de AGS gevraagd worden om nadere inlichtingen te verzamelen over bijvoorbeeld de betrokken stof en de bestrijdingsmogelijkheden.

De AGS-functie is een piketfunctie. De AGS moet altijd beschikbaar zijn en binnen 30 minuten ter plaatse zijn. In sommige gevallen wordt gekozen voor een opkomsttijd van maximaal 60 minuten, maar in die gevallen wordt ervoor gezorgd dat uiterlijk binnen een half uur een OvD met enige OGS-opleiding ter plaatse is om de adviestaak tijdelijk, tot de AGS-functionaris aanwezig is, waar te nemen. Vanaf het moment van alarmering kan de AGS al telefonisch advies geven aan de OvD.

### 2.2 Regionaal meetplan

Wanneer er sprake is van ongecontroleerd verspreiden van gevaarlijke stoffen buiten de directe omgeving van het incident, zal het regionale meetplan worden gestart. Onderdeel van het meetplan is de verkenning van het gevarengedebied door meetploegen, in opdracht van de meetplanleider (zie paragraaf 2.3).

De communicatie met de meetploegen behoort tot het bedrijfsproces van de betrokken Regionale Alarmcentrale (RAC).

In het regionale meetplan worden de technische- en organisatorische aspecten beschreven hoe met behulp van de regionale meetploegen en andere informatie (zoals informatie via een milieuklachtenlijn of het Nationaal Meetnet Radioactiviteit, NMR) de verspreiding van een gevaarlijke stof in kaart kan worden gebracht. Het meetplan

kan als draaiboek voor de meetplanleider worden beschouwd.

In het regionale meetplan staat tevens beschreven hoe meetploegen worden gealarmeerd en ingezet, hoe de meetploegen communiceren met de meetplanleider en vice versa, hoe de advisering door de meetplanleider via de RAC aan het bestuur geschiedt, enzovoort.

### 2.3 Meetplanleider

De taken van de meetplanleider, MPL, ook wel Leider Meetplanorganisatie (LMPO) genoemd (voorheen WVD-deskundige (Waarschuwings- en Verkenningdienst-deskundige)) zijn in het kort:

- aansturen van de meetploegen (zie paragraaf 2.4)
- interpretatie van de meetgegevens en advisering over vereiste maatregelen
- verzamelen en presenteren van operationele informatie.

De in de RAC of het Regionaal Operationeel Team (ROT) aanwezige meetplanleider stuurt de meetploegen aan, interpreteert de meetresultaten en bepaalt de omvang van het gevareng gebied. Op basis van deze interpretatie maar nadrukkelijk óók op basis van andere informatie informeert de meetplanleider het ROT en het bestuur over de aard van de dreiging in het effectgebied en over de te nemen maatregelen ter bescherming van de bevolking.

De meetplanleider heeft zodoende tevens als expliciete taak het actief verzamelen van alle informatie die tot een compleet beeld van de situatie leidt. Vanuit die taak ziet hij ook toe op de eenduidigheid van het beeld van de situatie dat bij het CTPI, het ROT en de gemeentelijke rampenstaf (GRS) bestaat.

Het advies van de meetplanleider zal in eerste instantie gebaseerd zijn op de informatie die hij via de RAC van de Ovd of de AGS krijgt.

De meetplanleider heeft een piketfunctie. De meetplanleider moet altijd beschikbaar zijn en binnen 30 minuten ter plaatse zijn. Vanaf het moment van alarmering kan de meetplanleider al direct telefonisch of per mobilfoon advies geven en meetploegen aansturen. De meetplanleider kan eventueel telefonisch de RAC opdracht geven op specifieke punten bepaalde metingen te laten verrichten; de RAC stuurt dan de meetploegen aan.

Als bijlage is, aan het eind van deze paragraaf, een checklist voor de meetplanleider, afkomstig uit het concept- 'Operationeel Handboek Ongevalbestrijding Gevaarlijke Stoffen' (versie maart 2003), opgenomen.

### 2.4 Meetploegen

De meetploegen, bestaande uit twee daartoe opgeleide reguliere brandweerfunctionarissen (module hoofdbrandwacht verkenner gevaarlijke stoffen) kunnen door verkenning of door metingen de verspreiding van een gevaarlijke stof in kaart brengen.

De meetploegen zullen in eerste instantie metingen aan de vermoedelijke rand van het gevareng gebied verrichten. Het kan enige tijd duren voor de werkelijke grenzen en daarmee de omvang van het gevareng gebied in kaart zijn gebracht.

De organisatie van bronbestrijding en effectbestrijding bij NBC-incidenten wordt uitgebreid toegelicht in hoofdstuk 6.

#### **Bijlage**

##### **Checklist meetplanleider**

Afkomstig uit: concept- 'Operationeel Handboek Ongevalbestrijding Gevaarlijke Stoffen' (versie maart 2003)

##### **Checklist meetplanleider**

###### *Opstellen van eerste meetopdrachten:*

- aantal meetploegen vaststellen
- bepalen waar gemeten moet worden
- bepalen welke meetbuisjes/welke apparatuur gebruikt moet worden
- rijroute bepalen
- bepalen welke persoonlijke bescherming nodig is.

###### *Criteria voor plaats van de meetpunten:*

- tussen bron en woningen (c.q. werkgebied)
- in bebouwd gebied: elke kilometer
- op herkenbare punten
- op laaggelegen punten, met vrij zicht rondom.

###### *Doorgeven in meetopdracht:*

- type meting: puntmeting of continue meting
- welke beschermende middelen gebruiken
- nadere instructies (aangaande plaats en tijd)
- tijdstip van ontalarmen.

###### *Bij overschrijden van de MAC-waarde:*

- meetploeg over aanrijroute instrueren
- haaks op windrichting laten meten
- theoretische mal moet door meerdere metingen bevestigd worden.

###### *Opstellen van meetopdrachten:*

- meten op coördinaat of in bepaalde richting, om de () meter en bij uitslag, coördinaat en resultaat van de meting doorgeven
- continue wolk: bewaken op omvang met herhaalde metingen
- instantane wolk: wolk opwachten bij bevolkingsconcentratie en controleren wanneer deze verdwenen is
- bepaal aankomsttijd: wacht wolk op met één of meer meetploegen en meet op gezette intervalltijden (bij binnenkomst in (woon- of werk)gebied)
- bepaal vertrektijd: controleer met meetploegen vertrek op plaats waar wolk woongebied verlaat; meet met vaste tussenpozen
- verkenning t.b.v. ontalarmering; doorkruis het gebied met de meetploegen, meet regelmatig, meet nabij risico-objecten.

###### *Vervolgopdrachten:*

- meld aan meetploegen wanneer het gevaar geweken is
- laat meetploegen inrukken, controleren en zonodig ontsmetten
- houd bij opstellen van de meetopdracht het volgende in de gaten:
  - hoeveelheid ademlucht
  - type en aantal gasmeetbuisjes (regel aanvulling)
  - mogelijke inzet van nieuwe meetploegen.

### **3. Meetstrategie bij NBC-incidenten**

Bij een 'gewoon' ongeval met gevaarlijke stoffen beschikt men dikwijls al in een vroeg stadium van de inzet over allerlei gegevens betreffende het ongeval en de gevaarlijke stoffen die hierbij betrokken zijn. Voorbeelden van zulke gegevens zijn informatie van deskundigen ter plaatse, opschriften, borden en (vervoer)documenten.

In het geval van een (mogelijke) terroristische aanslag is het echter goed denkbaar dat het volstrekt onduidelijk is met welke gevaarlijke stoffen men van doen heeft. Het is zelfs denkbaar dat het niet direct duidelijk is of men met een nucleair/radiologisch, chemisch of biologisch incident te maken heeft. Is, bijvoorbeeld, het poeder in een poederbrief van chemische of biologische aard?

Een chemische aanslag zal als zodanig gemakkelijker te herkennen zijn dan een biologisch incident, vanwege het (waarschijnlijk) snellere optreden van de symptomen bij de slachtoffers. Tenzij van tevoren informatie beschikbaar is, zal de eerste aanwijzing dat een aanslag met een biologisch infectieus agens heeft plaatsgevonden, uit de geneeskundige lijn (GHOR) komen, omdat de incubatietijd van een ziekte enkele dagen kan bedragen (zie hoofdstukken 2 en 6).

### 3.1 Detectie en identificatie

Voor het verrichten van metingen bij NBC-incidenten heeft de brandweer de beschikking over verschillende meetinstrumenten en -methoden.

Als niet duidelijk is met welke gevaren men te maken heeft, zal een speciale verkenningploeg bij de eerste, snelle verkenning met *alle* meetapparatuur ingezet moeten worden:

- explosiemeter (standaardapparatuur, bediening door meetploeg c.q. AGS)
- O<sub>2</sub>-meter (standaardapparatuur, bediening door meetploeg c.q. AGS)
- CO-meter (standaardapparatuur, bediening door meetploeg c.q. AGS)
- dosis(tempo)meter (Automess 6150 ADI en Automess ADOS)
- gasmeetbuisjes simultaantesten: test I t/m III (stoffen aanwezig in brandgassen) en test V (strijdgassen) (speciale meetapparatuur, toe te passen door AGS)
- E-CAM (speciale meetapparatuur te bedienen door AGS, uitsluitend beschikbaar via de NBC-steunpuntregio's (Amsterdam e.o., Haaglanden, Stedendriehoek/ Gelderland-Noord, Rotterdam-Rijnmond, Groningen en Zuidoost Noord-Brabant).

Met deze meetapparatuur kunnen geen biologische agentia aangetoond worden. Detectie en zeker identificatie van biologische agentia ter plaatse is ook voor specialisten nog maar zeer beperkt mogelijk (zie paragraaf 5 van dit hoofdstuk).

Met een deel van de bovengenoemde meetapparatuur en meetmethoden kan al wel snel vastgesteld worden of er radioactief materiaal aanwezig is of niet, en hoe groot het gevaar van blootstelling aan ioniserende straling is (zie paragraaf 4 van dit hoofdstuk).

De vier verschillende simultaantesten voor chemische stoffen kunnen een globale indruk geven van de aard van de chemische vervuiling in de lucht (indien aanwezig). De E-CAM, aanwezig bij de NBC-steunpuntregio's, detecteert en onderscheidt zenuwgassen en blaartrekkende middelen (zie paragraaf 6 van dit hoofdstuk).

Naast het verrichten van metingen is het van belang aandacht te besteden aan andere aspecten van het incident. Wellicht is het een en ander af te leiden uit verschijnselen



in het gevarengedebied: geur, kleur, aggregatietoestand van stoffen en symptomen van blootgestelden. Een simpele zuur-basetest met behulp van een stukje pH-papier kan al zeer verhelderend werken.

Met de beschikbare apparatuur is detectie of identificatie van de bij een NBC-incident betrokken stof(fen) vaak niet mogelijk. Wel kan met bovengenoemde middelen het gevarengedebied bij een nucleair/radiologisch of, bij gebruik van specifieke chemische strijdmiddelen, een chemisch incident in kaart worden gebracht.

### 3.2 *Specifieke deskundigheid en advies*

Als er sprake is van een verdachte situatie en het vermoeden van een terroristische aanslag bestaat moet altijd, ongeacht de grootte en de aard van de hulpvraag, het Nationaal Coördinatiecentrum (NCC) worden ingelicht (telefoonnummer 070-3453300). Via het NCC kan specifieke deskundigheid ingezet worden voor monsternamen en extra meetcapaciteit, voor detectie en identificatie (bijvoorbeeld RIVM-MOD, TNO-PML). De betrokken en relevante instanties worden door het NCC via CM-VROM benaderd.

Voor advisering over de verdere afwikkeling van een nucleair/radiologisch of chemisch incident is het BOT-mi (Beleidsondersteunend Team - milieu-incidenten) beschikbaar. Het BOT-mi, dat onder het ministerie van VROM valt, wordt via CM-VROM door het NCC benaderd.

Voor advies bij biologische aanslagen is de Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding (LCI) beschikbaar (eveneens te bereiken via het NCC).

Tevens kan het LACB (Landelijk Actiecentrum Brandweer) voor het inwinnen van operationeel advies en eventuele mogelijkheden voor bijstand worden benaderd (rechtstreeks bereikbaar via telefoonnummer 010-446 86 60).

## 4. **Metten van nucleaire / radiologische strijdmiddelen**

Ioniserende straling is niet met de menselijke zintuigen waarneembaar. Daarom is speciale meetapparatuur nodig voor de detectie van ioniserende straling en de aanwezigheid van radioactieve stoffen.

Deze meetapparatuur is enerzijds bedoeld om de grenzen van het gevarengedebied te kunnen vaststellen en is, anderzijds, nodig ter bescherming van de hulpverleners bij de inzet. Naast het beperken van de blootstellingduur, het bewaren van afstand en het afschermen van de bron, is het bijhouden van de opgelopen dosis ioniserende straling een juiste beschermingsmethode. Dit geeft de mogelijkheid gefundeerde besluiten te nemen over het (moment van) terugtrekken uit het stralingsveld, zodat onnodige blootstelling wordt voorkomen.

Als het mogelijk is dat radioactieve stoffen bij een incident betrokken zijn en er ioniserende straling vrijkomt, moet de verkenningsploeg een alarmdosis(tempo)meter meenemen en inschakelen.

#### 4.1 Detectie en identificatie van nucleaire/radiologische middelen

Voor het uitvoeren van metingen bij nucleaire/radiologische incidenten staan de brandweer enkele meetinstrumenten ter beschikking, waarmee in principe het grootste deel van de  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -straling gedetecteerd kan worden. Met deze meetapparatuur kan de opgelopen dosis en het *dosistempo* als gevolg van de ioniserende straling (afkomstig van radioactieve bronnen of besmettingen) gemeten worden.

De brandweer kan de radiologische meetapparatuur gebruiken voor het meten van

- het stralingsniveau in de omgeving (voor het bepalen van de grenzen van het gevaargebied, het opsporen van bronnen, e.d.)
- de *uitwendige* radioactieve besmetting (mensen, objecten, etcetera)
- de persoonlijk opgelopen dosis (persoonlijke dosimetrie).

Inwendige radioactieve besmetting kan alleen door deskundigen in bepaalde instituten en ziekenhuizen gemeten worden (zie hoofdstuk 7, 'Therapie').

De brandweer kan, als de radioactieve bron bekend is, aan de hand van het radionuclidenboek de halfwaardetijd van de bron schatten. Het is niet mogelijk met de meetapparatuur de soort radionuclide te identificeren.

#### Begrippen

Hoofdstuk 2 (NBC-middelen) behandelt onder andere de begrippen radioactiviteit, ioniserende straling, etcetera. Hieronder worden de begrippen dosis, dosistempo en besmetting kort samengevat.

Radioactieve *besmetting* wordt uitgedrukt in  $\text{Bq}/\text{cm}^2$ . De Becquerel (Bq) is de eenheid van activiteit, voor radioactiviteit: een hoeveelheid materiaal heeft één Bq radioactiviteit als er per seconde één atoomkern vervalst (desintegreert). De meetapparatuur van de brandweer meet besmettingen in counts per seconde (cps). Als bekend is om welk radionuclide het gaat en wat de efficiency van de meter voor dat radionuclide is, kan het aantal cps aan de hand van tabellen omgerekend worden naar de grootte van de besmetting is ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ). Zie ook paragraaf 4.4.1.

De opgelopen *dosis* is de hoeveelheid (stralings)energie die per gewichtseenheid door het lichaam wordt geabsorbeerd. De eenheid voor de dosis geabsorbeerde stralingsenergie is de Gray (Gy).

De verschillende typen ioniserende straling ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - en neutronenstraling) hebben verschillende biologische effecten (zie hoofdstuk 2). Met deze verschillen wordt rekening gehouden als in plaats van de dosis het *dosisequivalent*, als maat voor de mogelijke biologische schade, wordt bepaald. Het dosisequivalent wordt uitgedrukt in Sievert (Sv). Het dosisequivalent wordt verkregen door vermenigvuldiging van de dosis met een specifieke stralingsweegfactor,  $W_R$  ( $W_R = 1$  voor  $\beta$ - en  $\gamma$ -straling,  $W_R = 20$  voor  $\alpha$ -straling,  $W_R = 5$  tot  $20$  voor neutronenstraling).

Het *dosistempo* is de snelheid waarmee het lichaam een bepaalde dosis stralingsenergie absorbeert: uitgedrukt in Gray of Sievert per uur (Gy/hr of Sv/hr).

De meetapparatuur van de brandweer meet in Gy en Gy/hr. Het is wenselijk dat de apparatuur in de toekomst wordt gekalibreerd naar Sv en Sv/hr.

#### 4.2 *Bepalen van het gevarengedebied*

Bij aankomst van de eerste eenheden ligt de grens van het gevarengedebied daar, waar het dosistempo 25  $\mu\text{Gy/hr}$  bedraagt. De overheid heeft geadviseerd dat er voor hulpverleners van een van de standaardprocedure afwijkende situatie sprake is, als het dosistempo hoger is dan 25  $\mu\text{Gy/hr}$ . Tot het tegendeel bewezen is wordt ervan uitgegaan dat ieder die binnen het grensgebied van 25  $\mu\text{Gy/hr}$  aanwezig is geweest, uitwendig besmet kan zijn. Hetzelfde geldt uiteraard ook voor materieel en dergelijke. Als een dergelijke situatie zicht voordoet, dient specifieke deskundigheid (AGS) te worden ingezet.

De dosis die het brandweerpersoneel bij een inzet, onder leiding van de eigen bevelvoerder of Ovd, maximaal mag oplopen is vastgesteld op 2 mGy (uitzonderingssituaties buiten beschouwing gelaten, zie hoofdstuk 6).

De apparatuur die de brandweer gebruikt voor het meten van radioactiviteit is ingesteld op dosis- en dosistempolimieten. Bij het bereiken van de gestelde limiet (25  $\mu\text{Gy/hr}$  en 2 mGy) gaat een alarm. Er kunnen ook hogere alarmniveaus worden ingesteld als dat voor een inzet, onder leiding van stralingsdeskundigen, noodzakelijk wordt geacht.

#### 4.3 *Besmettings- en ontsmettingscontrole*

Een (uitwendige) besmetting met radioactieve stoffen wordt gedetecteerd met behulp van een besmettingsmonitor (zie paragraaf 4.4.1). Met deze besmettingsmonitor wordt ook gecontroleerd of de ontsmetting voldoende is.

#### 4.4 *Meetapparatuur*

Om ioniserende straling te kunnen meten, moet de straling in de meetcel (Automess ADI en ADOS: Geiger-Müller-telbuis) van de meetapparatuur terechtkomen. Of de ioniserende straling (afkomstig van de radioactieve bron) de meetcel bereikt, hangt af van het doordringende en het ioniserende vermogen van de straling.

Alfastraling kan dan ook alleen gemeten worden, en dan vaak alleen indicatief, als het venster van de meetcel zeer dun (en dus ook gevoelig voor beschadigingen) is. Slechts een klein deel van de  $\alpha$ -deeltjes zal hierbij worden gedetecteerd.

Bètastraling is, vanwege het grotere doordringend vermogen, wel te meten. Wanneer dat niet gewenst is, kan de bètastraling door een rubber kapje op het venster te plaatsen, eenvoudig afgeschermd worden.

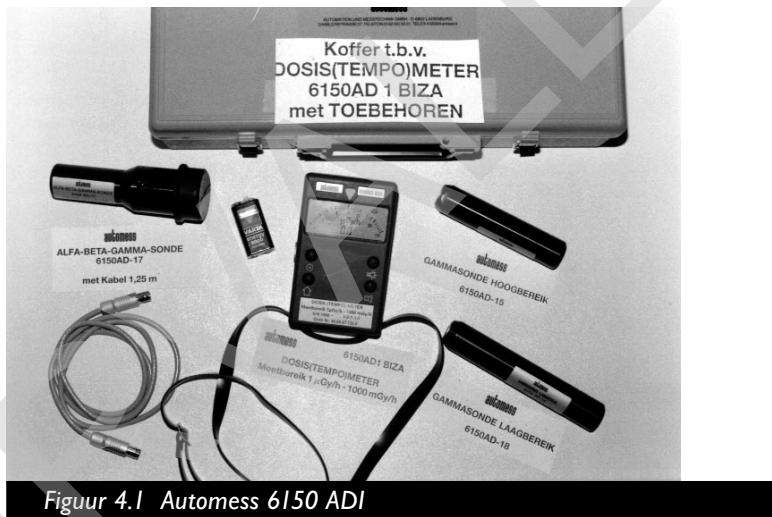
Gammastraling heeft een hoog doordringend vermogen en kan, mits de energie niet te laag is, met de meeste stralingsmeters goed gemeten worden.

Neutronenstraling komt slechts weinig voor. Voor het meten van neutronenstraling

is specialistische apparatuur nodig, die de brandweer niet bezit. Enkele onderzoekscentra beschikken over meetapparatuur voor het meten van neutronenstraling (zoals RIVM/LSO, kerncentrales, instituten met versnellers of met losse neutronenbronnen).

Dosis(tempo)meters zijn erg gevoelig voor de energie van de ioniserende straling. Afhankelijk van de apparatuur is deze bruikbaar in het energiegebied van, grofweg, 50 keV (kilo-electronvolt) tot 3 MeV (Mega-electronvolt). Straling met lagere energie wordt grotendeels door de behuizing van de meter geabsorbeerd en zal dus niet worden gemeten. Straling met een energie hoger dan de bovengrens zal 'door de meter heengaan' zonder een puls te genereren en gedetecteerd te worden.

Onderstaand volgt een korte beschrijving van de verschillende meetinstrumenten; voor specialistische beschrijvingen van de mogelijkheden en beperkingen van de apparatuur, de wijze van gebruik en de interpretatie van de meetresultaten, wordt verwezen naar de door de leverancier bijgeleverde gebruiksaanwijzingen en handleidingen.



Figuur 4.1 Automes 6150 ADI

#### 4.4.1 Automes 6150 ADI

(Zie tevens de bij de apparatuur behorende gebruikshandleiding.)

Voor detectie van de aanwezigheid van radioactieve stoffen en het meten van ioniserende straling beschikt de brandweer over de Automes 6150 ADI. Op de ADI kunnen verschillende sondes worden aangesloten (zie tabel 4.1) waarmee dosistempo, dosis en besmetting gemeten kunnen worden.

De ADI geeft bovendien een akoestisch alarmsignaal als de ingestelde limiet voor de (totaal opgelopen) dosis of de limiet voor het dosistempo of teltempo overschreden wordt, en fungeert dus tevens als alarmdosis(tempo)meter.

De alarmwaarde voor de dosislimiet en de dosistempolimiet is per sonde standaard ingesteld, maar is bij de meeste sondes ook in te stellen op andere (hogere) waarden.

ADI + sonde	functie	beschikbaarheid
AD15	$\gamma$ -straling: hoog stralingsniveau	beperkt
AD18	$\gamma$ -straling: laag stralingsniveau	beperkt, voor AGS
AD17	besmetting: alfa-bèta-gammasonde, klein meetoppervlak	voor alle meetploegen
AD-k	besmetting: alfa-bèta-gammasonde, groot meetoppervlak	beperkt, voor AGS

**Tabel 4.2 Sondes bij de Automess 6150 ADI**

#### ADI

De ADI, ingebouwd in de Automess 6150 ADI met telbuis voor  $\gamma$ -straling, is geschikt om tijdens de inzet het actuele *dosistempo* en de *dosis  $\gamma$ -straling* te meten. Het meetbereik voor het *dosistempo* is 0.001  $\mu\text{Gy/hr}$  – 999 mGy/hr (digitaal). Het alarm voor het *dosistempo* is standaard ingesteld op 25  $\mu\text{Gy/hr}$ . Het meetbereik voor de *dosis*, in totaal opgelopen vanaf het inschakelen van het apparaat, is 1  $\mu\text{Gy}$  tot 999 mGy (digitaal). Het alarm voor de *dosis* is standaard ingesteld op 2 mGy.

#### Sonde AD15: gammasonde, hoog bereik

Op de ADI kan de externe gammasonde AD15 aangesloten worden voor het meten van  $\gamma$ -straling in een *dosistempo* van 0.01 mGy/hr tot 9.99 Gy/hr (digitaal). Het alarm-niveau is ingesteld op 0.1 mGy/hr. Tevens kan de totale *dosis  $\gamma$ -straling* (in  $\mu\text{Gy}$  of mGy) bepaald worden.

#### Sonde AD18: gammasonde, laag bereik

De externe gammasonde AD18 is bestemd voor het meten van  $\gamma$ -straling in een *dosistempo* van 0.01  $\mu\text{Gy/hr}$  tot 9.99 mGy/hr (digitaal). Het alarm is standaard ingesteld op 1  $\mu\text{Gy/hr}$ . Ook kan de totaal ontvangen *dosis  $\gamma$ -straling* (in  $\mu\text{Gy}$  of mGy) bepaald worden. Het is niet mogelijk alle radionucliden te detecteren met de Automess ADI en AD18. Radionucliden die laagenergetische  $\beta$ -straling uitzenden, zoals tritium ( $^3\text{H}$ ), jodium-125 ( $^{125}\text{I}$ ) en nikkel-63 ( $^{63}\text{Ni}$ ), zijn niet tot nauwelijks meetbaar.

#### Besmettingsmonitor

Met een besmettingsmonitor kan radioactieve besmetting gemeten worden, in de lucht of in vloeistof. Bij een besmettingsmeting wordt de sonde dicht bij het te controleren oppervlak gehouden.

Een besmettingsmonitor wordt vooral gebruikt om personen, kleding en materiaal op radioactieve besmetting te controleren.

Een besmettingsmonitor registreert de radioactieve besmetting in aantal desintegraties of tikken per seconde (cps). Als bekend is om welk radionuclide het gaat en wat de efficiency van de meter voor dat radionuclide is, kan omgerekend worden hoe groot de besmetting is ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ).

Een besmettingsmonitor is gevoelig afgesteld (enkele cps) en al bij een lichte verhoging ten opzichte van de natuurlijke achtergrond (bijvoorbeeld  $10 \mu\text{Gy}/\text{hr}$ ) wordt het alarmniveau van de besmettingsmonitor (1 cps) bereikt.

Een voorwaarde voor het opmerken van een besmetting is dus dat er geen andere ioniserende straling aanwezig is dan de straling die afkomstig is van de besmetting zelf. Aan deze voorwaarde wordt bijvoorbeeld niet voldaan als de achtergrond te veel besmet is of als iemand kort geleden een medische behandeling met radioactieve stoffen heeft ondergaan.

Als besmetting geconstateerd is of waarschijnlijk is, verdient het aanbeveling om nauwkeuriger besmettingsmetingen te laten verrichten door gespecialiseerde deskundigen (RIVM, ziekenhuis, DBW/RIZA bij besmetting van oppervlaktewater).

#### *Sonde AD17: alfa-bèta-gammasonde, besmettingsmonitor*

Op de ADI kan de sonde AD17 aangesloten worden. Deze heeft een klein meetoppervlak en kan  $\alpha$ -,  $\beta$ - en (beperkt)  $\gamma$ -straling detecteren, zodat besmettingen met de meeste radionucliden gemeten kunnen worden.

Het meetbereik is  $0.01 \text{ s}^{-1}$  tot  $9.999 \text{ ms}^{-1}$ . Het alarm is standaard ingesteld op 1 cps; het alarm kan op een ander niveau ingesteld worden.

#### *Sonde AD-k: alfa-bèta-gammasonde, besmettingsmonitor*

De AGS beschikt in aanvulling op de AD17 over een meer gevoelige besmettingsmeter dan de AD17, de AD-k. Deze heeft een aanmerkelijk groter meetoppervlak dan de AD17. Door het grotere oppervlak is de meting effectiever. De hogere gevoeligheid betekent dat ook besmettingen met lagere intensiteit gedetecteerd kunnen worden.

Met de AD-k kan, afhankelijk van de opstelling, alleen  $\alpha$ -straling gemeten worden, alleen  $\gamma$ -straling gemeten worden, of  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -straling tegelijkertijd gemeten worden. De hoeveelheid  $\beta$ -straling kan eenvoudig uit deze drie metingen worden berekend. Het meetbereik is  $0.01 \text{ s}^{-1}$  tot ca  $40 \text{ ms}^{-1}$ . De standaard instelling voor het alarm is 25 cps; andere waarden zijn instelbaar.

#### *4.4.2 Persoonlijke dosismeter*

Een persoonlijke dosismeter is bedoeld om te registreren hoeveel ioniserende straling iemand gedurende de inzet oploopt.

Een dosismeter registreert de opgelopen dosis per persoon in mGy of mSv. Dosistemometers (ook wel stralingsniveaumeters genoemd) registreren de dosis per tijdseenheid, in  $\mu\text{Gy}/\text{hr}$  of  $\mu\text{Sv}/\text{hr}$ .

De persoonlijke dosis(tempo)meter wordt op de borst onder de uitrukkleding gedragen, zodanig dat een eventueel alarmsignaal (als het een elektronisch apparaat betreft) te horen is.

#### ADOS

De meest gebruikte persoonlijke dosimeter is de ADOS. De ADOS meet  $\gamma$ -straling. Naast de dosis meet de ADOS ook het dosistempo.

Het alarm voor de dosis is standaard ingesteld op 2 mGy. Het meetbereik voor de dosis is 1  $\mu$ Gy tot 9.999 Gy.

Ook bij overschrijding van een dosistempo van 30  $\mu$ Gy/hr geeft de meter een alarm.

#### tld

Een andere, niet-afleesbare persoonlijke dosimeter is de tld-badge (thermoluminescentiedetectie). Deze geeft geen alarmsignaal, maar wordt na de inzet uitgelezen door een erkende instantie. Ook de tld wordt onder de uitrukkleding gedragen.

#### 4.5 Nationaal Meetnet Radioactiviteit

Het Nationaal Meetnet Radioactiviteit (NMR) is een geautomatiseerd meet- en datacommunicatienetwerk. Het bestaat uit

- een landelijk gespreid netwerk van 163  $\gamma$ -monitoren: ongeveer een meetpaal per 25 km<sup>2</sup>. Deze meten continu het  $\gamma$ -stralingsniveau. De meetgegevens komen binnen bij werkstations bij de regionale brandweer en worden daarvandaan doorgegeven aan de landelijke centrale (bij het RIVM).
- 12  $\alpha/\beta$ -monitoren. De meetgegevens van deze monitoren worden rechtstreeks aan de landelijke centrale doorgegeven.
- 1 radionuclide-specifieke monitor die bij het RIVM is geplaatst.

Met dit meetnet wordt de radiologische situatie in Nederland continu in de gaten gehouden.

Bij een verhoogd stralingsniveau gaat het systeem van de waaktoestand, afhankelijk van de hoogte van het stralingsniveau, over in een waarschuwingstoestand of alarmtoestand.

Een alarm wordt pas gegeven als twee meetpalen in het  $\gamma$ -monitorennetwerk of een van de  $\alpha/\beta$ -monitoren een verhoogd stralingsniveau meten. Een vuile bom zal door het NMR waarschijnlijk niet gedetecteerd worden.

### 5. Meten van biologische strijdmiddelen

Wanneer een onaangekondigde verspreiding van biologische middelen als aërosol in de open lucht of via ventilatiekanalen plaatsvindt, is het niet mogelijk de bron op tijd te onderkennen, te detecteren en af te schermen: er is dan geen duidelijk afgebakende bron.

Er gaat altijd enige tijd overheen voordat een effect van biologische agentia merkbaar is. De eerste detectie van biologische middelen zal dan ook waarschijnlijk indirect zijn en via de geneeskundige lijn geschieden (zie ook hoofdstukken 2 en 6).

### 5.1 *Detectie en identificatie van biologische middelen*

Als het vermoeden bestaat dat gevaarlijk biologisch materiaal aanwezig is, moet via het NCC specifieke deskundigheid ingeroepen worden voor monsternamen en identificatie van het biologische agens, en voor advisering ten aanzien van de verdere afwikkeling van het incident.

Tevens dient de GGD ingeschakeld te worden voor lokale ondersteuning.

De brandweer beschikt niet over apparatuur of methoden waarmee biologische agentia kunnen worden aangetoond en is niet in staat biologische middelen te detecteren. Ook wanneer er wel een duidelijke bron is (bijvoorbeeld een pakje of poederbrief), zijn directe detectie en zeker identificatie van biologische middelen meestal niet mogelijk.

Voor detectie ter plaatse bestaat ook nog nauwelijks meetapparatuur, afgezien van enkele detectie-testkits (onder andere voor de veroorzakers van antrax en pest). Voor de brandweer zijn deze testkits echter niet beschikbaar.

Veld-PCR (polymerase chain reaction) -apparatuur, waarbij door snelle RNA/DNA-vermenigvuldiging detectie of identificatie plaatsvindt, vereist een doorgaans gecompliceerde monsternamen en/of monsterbewerking voordat er gemeten kan worden.

Voor detectie en identificatie van biologische agentia zijn meestal geavanceerde laboratoriumtechnieken nodig. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in gespecialiseerde laboratoria (zoals CIDC Lelystad). De identificatie van biologische agentia kost minimaal uren, tot een paar dagen tijd.

#### *Monsternamen en behandeling van biologische monsters*

De monsternamen moet op deskundige wijze worden uitgevoerd. Biologisch materiaal is kwetsbaar en biologische monsters moeten op de juiste manier genomen, behandeld en verzonden worden. Dit is van groot belang om een zinvolle uitkomst van het laboratoriumonderzoek te garanderen.

De brandweer heeft bij biologische incidenten middelen voor bronbestrijding. Een drastische behandeling met chloorbleekloogmiddelen of formaldehyde kan biologisch materiaal echter zodanig beschadigen dat latere identificatie van het agens onmogelijk is. Het is dan ook aan te bevelen om, als dat kan, alleen de buitenkant van de bron (bijvoorbeeld een verdacht pakje) met deze middelen te behandelen teneinde het eventuele identificatieproces niet te bemoeilijken.

### 5.2 *Bepalen van het gevarengedebiet en besmetting- en ontsmettingscontrole*

Aangezien de brandweer niet over middelen beschikt om biologische agentia te meten, is het lastig een gevarengedebiet nauwkeurig af te bakenen. Als (bijvoorbeeld) in een gebouw een poederbesmetting heeft plaatsgevonden wordt dat gebouw in zijn geheel of een groot deel van het gebouw als het gevarengedebiet beschouwd. De gezondheidskundige adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS) of medisch milieukundige (MMK) kan infor-



matie verschaffen over het eventuele infectiegevaar, zodat een eerste inschatting van het mogelijke verdere gevareng gebied en het risico van besmetting kan worden gedaan.

Dat biologische agentia niet door de brandweer gemeten kunnen worden, betekent ook dat het voor de brandweer niet mogelijk is een biologische besmetting vast te stellen en de kwaliteit van ontsmetting te controleren.

## 6. Meten van chemische strijdmiddelen

De brandweer beschikt over de kennis en middelen om een aantal gevaarlijke gassen te detecteren, te kwantificeren en te identificeren.

### 6.1 Detectie en identificatie van chemische middelen

Detectie van chemische strijdmiddelen komt neer op het meten van de lucht op de aanwezigheid van specifieke gassen of dampen. De bekende Dräger-gasmeetbuisjes werken met een kleurreactie, de E-CAM (aanwezig bij de NBC-steunpuntregio's) geeft een akoestisch en een optisch signaal bij de aanwezigheid van een zenuwgas of een blaartrekkend middel boven een bepaalde concentratie.

Beide methoden zijn alleen detectiemethoden. Met geen van beide methoden kan de *concentratie* van de gedetecteerde chemische stoffen nauwkeurig worden bepaald noch de aanwezigheid onomstotelijk worden vastgesteld. Een positieve reactie wil alleen zeggen dat de concentratie van de gedetecteerde stof in het luchtmonster hoger dan een bepaalde drempelwaarde is.

Exacte bepalingen van de concentraties van stoffen zijn alleen mogelijk met geavanceerde chemische analyseapparatuur, zoals aanwezig in laboratoria (RIVM-MOD, TNO-PML).

Ook precieze *identificatie* van de chemische stof is met behulp van de gasmeetbuisjes en E-CAM niet mogelijk: beide methoden geven (weliswaar met verschillende gevoeligheid) kruisreacties met verwante stoffen. Het gaat dus vooral om het aantonen van bepaalde groepen van chemische verbindingen.

Voor een werkelijk ondubbelzinnige identificatie is chemische analyse van het monster (lucht, vloeistof) door deskundigen in een laboratorium nodig, waar met verschillende specialistische en gevoelige technieken de identiteit wordt vastgesteld (bijvoorbeeld gaschromatografie (GC), massaspectrometrie (MS), kernspinresonantie (NMR) en infraroodspectroscopie (IR)).

In het mobiele lab van RIVM-MOD is GC-MS-apparatuur aanwezig waarmee identificatie van een chemisch middel ter plekke mogelijk is (als het MS-spectrum van die stof in de databank is opgeslagen).

Bij personen die aan mosterdgas zijn blootgesteld, kunnen afbraakproducten in het bloed worden aangetoond: op die manier kan achteraf worden vastgesteld om welk chemisch strijdmiddel het ging.

Bij het vermoeden van een aanslag met chemische middelen wordt altijd, via het NCC, specialistische deskundigheid opgeroepen: TNO-PML of RIVM-MOD.

Monstername wordt op advies van en/of door experts (RIVM-MOD/TNO-PML) uitgevoerd.

### 6.2 Bepalen van het gevareng gebied

Bij een chemisch incident wordt de grens van het gevareng gebied overschreden:

- wanneer, in het geval van brandbare gassen en dampen, de explosiemeter alarm geeft, en/of
- wanneer met behulp van gasmeetbuisjes of een specifieke gasdetector wordt aangetoond dat de concentratie van gevaarlijke gassen of dampen in de lucht een drempelwaarde (VRW, AGW, LBW) overschrijdt.

Met behulp van de beschikbare meetapparatuur (gasmeebtuisjes, E-CAM, explosiemeter, zie paragraaf 6.4) kan de brandweer het gevareng gebied in kaart brengen. Het gevareng gebied verandert in de tijd. In verband met de verschillende dichtheden van gassen, luchtstromingen, mogelijke toename of afname van concentraties, vervuiling van de apparatuur, zuurstoftekort, enzovoort, moeten de metingen herhaaldelijk op verschillende tijdstippen, gedurende kortere of langere tijd en op verschillende plaatsen worden uitgevoerd.

### 6.3 Besmetting- en ontsmettingscontrole

De E-CAM kan gebruikt worden om lokale (rest)besmettingen met zenuwgassen of blaartrekkende middelen te detecteren, en om de ontsmetting te controleren. Behalve pH-papier en, indien voorhanden, fluoridedetectiepapier heeft de brandweer verder geen andere mogelijkheden om besmetting van personen en materieel met chemische middelen te controleren en een ontsmettingscontrole uit te voeren.

### 6.4 Meetapparatuur

Zoals gesteld in paragraaf 3.1 van dit hoofdstuk, zal de verkenningsploeg als het niet duidelijk is met welke gevaren men te maken heeft, bij de eerste verkenning met *alle* meetapparatuur ingezet worden. Voor de detectie van chemische middelen gaat het dan in ieder geval om de volgende meetinstrumenten:

- gasmeetbuisjes
- E-CAM (NBC-steunpuntregio's)
- explosiemeter/multigasmeter
- pH-papier.

Met behulp van deze middelen kan de AGS al snel een globaal beeld krijgen van de aanwezigheid van gevaarlijke gassen/dampen boven een bepaalde concentratie, en van de aard van deze stoffen.

#### 6.4.1 Gasmeetbuisjes

Gasmeetbuisjes (gasindicatorbuisjes) werken via een kleurreactie. Met behulp van een pomp wordt lucht door het meetbuisje gezogen; indien aanwezig, reageert het aan te tonen gas met een reagens in het meetbuisje, wat leidt tot een verkleuring.

Als niet bekend is welke stoffen in de lucht aanwezig zijn, is gericht gebruik van specifieke meetbuisjes niet mogelijk.

De snelste methode om dan in ieder geval een globaal beeld te krijgen is een aantal simultaantesten uit te voeren. Hiervoor kunnen de brandweerspecifieke simultaantesten I tot en met III (Dräger) en de simultaantest voor strijdgassen (set V, Dräger) gebruikt worden.

Met behulp van meetbuisjes kan de aanwezigheid van gevaarlijke gassen/dampen in de lucht worden aangetoond, wanneer zij boven een drempelconcentratie aanwezig zijn. Afhankelijk van het type meetbuisje kan, in sommige gevallen, de (lengte van de) verkleuring een maat voor de concentratie van de gevaarlijke stof in de lucht zijn. De exacte concentratie kan met deze methode echter niet worden bepaald.

#### *Betrouwbaarheid*

Dat de verkleuring in het meetbuisje optreedt, geeft in principe aan dat de betreffende stof in de lucht aanwezig is.

Dikwijls veroorzaken echter ook chemisch verwante stoffen een positieve kleurreactie (vals positief): zo wordt het meetbuisje voor chloor ook door broom gekleurd. Een positief resultaat wil dus niet zeggen dat exact die stof waarvoor het meetbuisje ontworpen is, in de lucht aanwezig is: het kan ook een stof zijn die er op lijkt. Vaak reageren chemisch verwante stoffen met een andere gevoeligheid (bijvoorbeeld alleen als ze in hogere concentratie aanwezig zijn) met het reagens in het meetbuisje.

Een negatief meetresultaat terwijl de stof wel aanwezig is (vals negatief) kan veroorzaakt worden door ongunstige meetomstandigheden (te hoge of te lage temperatuur, te hoge luchtvochtigheid) of onjuist gebruik van de meetbuisjes.

Bovendien betekent het uitblijven van een verkleuring niet dat er geen andere gevaarlijke stoffen in de lucht aanwezig zijn!

#### *Dräger Simultaantesten*

Voor de wijze van gebruik en de interpretatie van de meetresultaten, en een beschrijving van mogelijkheden en beperkingen van de meetbuisjes, wordt verwezen naar de door de leverancier bijgeleverde gebruiksaanwijzingen.

#### *Simultaantestset I*

Met simultaantestset I kan een aantal vluchtige stoffen die dikwijls in brandgassen aanwezig zijn, gelijktijdig worden gedetecteerd: *zure gassen (waterstofchloride), waterstofcyanide (blauwzuur), koolmonoxide, basische gassen (ammoniak) en nitreuze dampen (stikstofdioxide).*

### *Simultaantest-set II*

Met simultaantest-set II wordt eveneens een aantal veel in brandgassen voorkomende vluchtige stoffen tegelijkertijd aangetoond: *zwaveldioxide*, *chloor*, *waterstofsulfide*, *kooldioxide* en *fosgeen*.

### *Simultaantest-set III*

Simultaantest-set III wordt gebruikt om de aanwezigheid van vluchtige organische verbindingen te detecteren: *ketonen* (o.a. *aceton*), *aromaten* (o.a. *tolueen*), *alcoholen* (o.a. *methanol*), *alifatische koolwaterstoffen* (o.a. *n-hexaan*) en *gechloreerde koolwaterstoffen* (o.a. *perchloorethyleen*).

### *CDS - Simultaan Test Set V*

Specifiek voor strijdgasdetectie zijn aan de brandweerregio's meetbuisjes (Dräger) beschikbaar gesteld. Met behulp van deze 'CDS – Simultaan Test Set V' is het mogelijk tegelijkertijd de aanwezigheid van een aantal chemische strijdmiddelen aan te tonen: *chloorcyaan*, *thioether (zwavelmosterdgas)*, *fosgeen*, *chloor* en *fosforzure esters (zenuwgassen)*. Zie paragraaf 3 in hoofdstuk 8 'Dräger CDS - Simultaan Test Set V'.

### *6.4.2 Enhanced Chemical Agent Monitor (E-CAM)*

Sinds kort hebben de NBC-steunpuntregio's (Amsterdam e.o., Haaglanden, Stedendriehoek/Gelderland-Noord, Rotterdam-Rijnmond, Groningen en Zuidoost Noord-Brabant) de beschikking over de E-CAM, de Enhanced Chemical Agent Monitor. De E-CAM is een draagbaar detectieapparaat voor zenuwgassen en blaartrekkende middelen (mosterdgas) in de lucht (dus damp-/gasvormig). Het apparaat kan gebruikt worden om het gevaregebied in kaart te brengen, en om lokale besmettingen te detecteren en de kwaliteit van ontsmettingen te controleren.

De E-CAM geeft een akoestisch en een optisch alarmsignaal als de hoeveelheid van een zenuwgas of blaartrekkend middel boven een bepaalde concentratie komt.

Het is aan te bevelen de meetresultaten van de E-CAM met bijvoorbeeld Drägermeetbuisjes te controleren en nooit volledig te vertrouwen op alleen de resultaten van de metingen met de E-CAM.

De E-CAM bevat een radioactieve bron (nikkel-63, een zachte bètastraler) en wordt door de meetapparatuur die de brandweer voor de detectie van ioniserende straling gebruikt, niet gedetecteerd. Het is van belang dat de bronhouder regelmatig door een daarvoor geautoriseerd instituut op lekkage wordt getest (bijvoorbeeld tijdens het periodieke onderhoud).

Voor een beschrijving van de werking, mogelijkheden en beperkingen van de E-CAM wordt verwezen naar paragraaf 5 van hoofdstuk 8.

#### 6.4.3 Explosiemeter of multigasmeter

De verkenningploeg neemt standaard een (draagbare) explosiemeter of multigasmeter mee, om te voorkomen dat men onverwacht in een explosief gas/damp - zuurstof (lucht) -mengsel terecht komt.

Sommige explosiemeters bieden tevens de mogelijkheid de zuurstofconcentratie in de lucht te meten, en er bestaat explosiemeetapparatuur waarmee bovendien ook concentraties giftige stoffen zoals koolmonoxide (CO) of diwaterstofsulfide ( $H_2S$ ) in de lucht gemeten kunnen worden.

##### *Betrouwbaarheid meting*

De meetresultaten worden sterk beïnvloed door de heersende zuurstofspanning. Bij een lage zuurstofspanning is het meetresultaat onbetrouwbaar: in dat geval geeft de explosiemeter een lagere concentratie explosief gas/damp aan dan werkelijk het geval is.

Bijtende of sterk oxiderende gasen, zoals ammoniak ( $NH_3$ ), of nevels van brandbare vloeistoffen kunnen het meetelement van de explosiemeter beschadigen.

Bepaalde verbindingen, zoals loodhoudende componenten in benzine, kunnen de meetcel van de explosiemeter 'vergiftigen', waardoor de gevoeligheid van de cel verloren gaat en de metingen minder betrouwbaar zijn.

Voor de mogelijkheden en beperkingen van explosiemeters wordt verwezen naar de bij de apparatuur geleverde gebruiksaanwijzing of handleiding.

#### 6.4.4 Zuurstofmeter

Er zijn verschillende typen zuurstofmeters in omloop. De werking van de meeste zuurstofmeters berust op het principe van de elektrochemische cel.

Afhankelijk van het type geeft de zuurstofmeter, als de zuurstofspanning onder een minimumwaarde is gedaald of boven een maximumwaarde (brand- en/of explosiegevaar!) is gestegen, een optisch en/of akoestisch alarmsignaal.

##### *Betrouwbaarheid meting*

De betrouwbaarheid van zuurstofmetingen is afhankelijk van de temperatuur en de aanwezigheid van (hoge concentraties) koolmonoxide en diwaterstofsulfide. Zwaveldioxide kan (afhankelijk van het type elektrochemische cel) de meting storen.

Voor de mogelijkheden en beperkingen van zuurstofmeters wordt verder verwezen naar de bij de apparatuur geleverde gebruiksaanwijzing of handleiding.

#### 6.4.5 Overige detectiemiddelen

Voor een goede indicatie van de zuurgraad van vloeistoffen (druppels) kan pH-papier gebruikt worden.

Voor verschillende gevaarlijke gasen en dampen bestaat specifieke meetapparatuur. Er zijn explosiemeters die ook koolmonoxide en/of waterstofdissulfide kunnen detec-

teren. Daarnaast bestaat gasdetectieapparatuur voor de detectie van bijvoorbeeld stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) of cyanide.

Voor het aantonen van fluoride bestaat speciaal fluoridedetectiepapier (kleurindicatie).

Heel specifieke detectiemiddelen zijn vooral in gebruik bij de bedrijfsbrandweer (dan gaat het vaak om apparatuur die sterk op de eigen producten gericht is) en bij de brandweer in gebieden waar specifieke risico's, door de aanwezigheid van industrie, bestaan.

## HOOFDSTUK 5

# Persoonlijke bescherming

### Inleiding

Bij een incident met nucleaire/radiologische, biologische of chemische middelen kan brandweerpersoneel doorgaans niet in standaard uitrukkleding worden ingezet. Afhankelijk van de aard van de vrijgekomen stoffen zijn meestal extra persoonlijke beschermingsmiddelen nodig, zoals een NBC-pak of chemiepak en adembescherming.

Er kan bij NBC-bescherming (evenals bij 'normale' ongevallen met gevaarlijke stoffen, OGS) onderscheid gemaakt worden tussen fysieke bescherming en medische bescherming.

Onder fysieke bescherming verstaan we de beschermende kleding en hulpmiddelen, zoals een NBC-pak of chemiepak en adembescherming. Ook maatregelen zoals schuilen in schuilkelders of collectieve beschermingsystemen (Engels: colpro's, collective protection systems) en het zoeken van dekking zijn voorbeelden van fysieke bescherming. Fysieke beschermingsmiddelen of -maatregelen zijn bedoeld om het lichaam zowel uitwendig als inwendig te *beschermen tegen contact* met gevaarlijke stoffen. Medische handelingen zoals inenting behoren tot de medische bescherming van de hulpverlener. Deze handelingen zijn bedoeld om het lichaam te *beschermen tegen de schadelijke effecten* van gevaarlijke stoffen, waarmee de hulpverlener mogelijk in contact komt, of tegen kolonisatie door bacteriën of virussen.

In dit hoofdstuk wordt toegelicht welke fysieke en medische persoonlijke beschermingsmiddelen nodig zijn bij incidenten met achtereenvolgens nucleaire/radiologische, biologische en chemische middelen.

Hierbij wordt uitgegaan van de situatie dat nog niet exact bekend is om welke stoffen het gaat en het mogelijk tevens onbekend is of het een biologisch of een chemisch middel betreft (de aanwezigheid van nucleaire/radiologische middelen is met de beschikbare meetapparatuur bijna altijd vrij eenvoudig vast te stellen). Er kan immers een inzet in het gevarengedebied nodig zijn, nog voordat de betrokken stoffen zijn gedetecteerd en geïdentificeerd, bijvoorbeeld om slachtoffers in veiligheid te brengen.

De persoonlijke beschermingsmiddelen voor incidenten met nucleaire/radiologische middelen zijn al beschikbaar, binnen de bestaande brandweeruitrusting voor de ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen. Hetzelfde geldt voor chemische incidenten (chemiepak en gaspak). Voor bescherming bij incidenten met chemische strijdmiddelen is bovendien extra uitrusting aan de brandweer beschikbaar gesteld: het NBC-pak en het NBC-masker. Deze uitrusting is tevens geschikt voor de bescherming bij incidenten met biologische middelen.

In hoofdstuk 8 van dit handboek, 'NBC-hulpmiddelen' wordt het gebruik en onderhoud van enkele persoonlijke beschermingsmiddelen beschreven. In dit hoofdstuk wordt daar waar van toepassing naar hoofdstuk 8 verwezen.

## **I. Persoonlijke bescherming bij incidenten met nucleaire/radiologische middelen**

Hulpverleners moeten zich kunnen beschermen bij allerlei nucleaire/radiologische incidenten zoals 'gewone' ongevallen met radioactieve stoffen, sabotage aan nucleaire installaties en aanslagen met vuile bommen.

*Besmetting* en *bestraling* zijn de risico's waartegen hulpverleners zich bij nucleaire/radiologische incidenten moeten beschermen. Besmetting (ofwel contact met de betreffende radioactieve stof(fen)) kan worden voorkomen door zoveel mogelijk contact met de radioactieve stof te beperken en verder de huid en ademhaling volledig van de omgeving af te sluiten. Goed sluitende kleding en handschoenen beschermen tegen  $\alpha$ -straling en  $\beta$ -straling. Blootstelling aan een bepaalde hoeveelheid straling kan soms echter niet worden voorkomen.  $\gamma$ -Straling bijvoorbeeld dringt dwars door de beschermende kleding heen.

De (fysieke) bescherming is er hier op gericht om de stralingsdosis die de hulpverlener oploopt tot een aanvaardbaar maximum te beperken.

### *1.1 Fysieke bescherming*

De fysieke bescherming van hulpverleners bij nucleaire/radiologische incidenten bestaat uit de volgende onderdelen:

- besmetting en bestraling zo veel mogelijk voorkomen door toepassing van de basisprincipes
- het gebruik van persoonlijke meetapparatuur
- beschermende kleding
- basisveiligheidsregels.

### *Basisprincipes*

Om de stralingsdosis, die hulpverleners bij de inzet kunnen oplopen, te beperken moeten de basisprincipes van de stralingshygiëne worden toegepast. Deze basisprincipes zijn bedoeld om het (bestralings)risico te minimaliseren (aanvaardbaar te maken). Dit doel wordt ook wel aangeduid met de term 'ALARA' (As Low As Reasonably Achievable). De basisprincipes betreffen afscherming, tijd (aflossing) en afstand.

### *1. Afscherming*

Bij het brandweeroptreden kan, zo mogelijk, de dosis worden beperkt door bijvoorbeeld gebruik te maken van de afschermende werking van betonnen muren, voertuigen etcetera. Hoe compacter en dikker het materiaal, hoe beter dat materiaal de stralingsenergie absorbeert en des te beter de afscherming is.



## 2. *Tijd (aflossing)*

Elke minuut die een hulpverlener in het stralingsgebied verkeert, neemt zijn opgelopen dosis toe. Hij mag daarom maar zo kort mogelijk in het stralingsveld actief zijn. Inzettijd en effectiviteit van een veilige inzet dienen daarom goed op elkaar te worden afgestemd (aflossing!).

## 3. *Afstand*

Hoe verder de hulpverlener van de bron verwijderd is, des te lager het *dosistempo* is.

Het dosistempo is de snelheid waarmee het lichaam een bepaalde dosis stralingsenergie (uitgedrukt in Gray of Sievert per uur (Gy/hr of Sv/hr) absorbeert (zie hoofdstuk 2, 'NBC-middelen'). Het dosistempo neemt bij een toename van de afstand tot de stralingsbron kwadratisch met de toename van de afstand af. (Als de afstand tot de bron  $x$  keer zo groot wordt, wordt het dosistempo  $x^2$  keer zo laag. En omgekeerd: als de afstand tot de bron  $y$  keer zo klein wordt, wordt het dosistempo  $y^2$  keer zo groot.)

### *Voorbeeld*

Op 20 meter van een radioactieve bron wordt  $40 \mu\text{Gy/hr}$  gemeten. Op 10 meter van de bron wijst de meter dan  $2^2 \times 40 = 160 \mu\text{Gy/hr}$  aan.

Door deze drie basisprincipes consequent toe te passen, kan de opgelopen dosis stralingsenergie zo klein mogelijk worden gehouden.

### *Beperking van de inzet(duur)*

Voordat hulpverleners blootgesteld mogen worden aan ioniserende straling, moet worden bepaald of de inzet gerechtvaardigd is: is het nodig om personeel het stralingsveld in te sturen? Niet direct nodige handelingen in het brongebied moeten achterwege blijven.

De taak van de brandweer bij incidenten met nucleaire/radiologische middelen is het redden van slachtoffers en het voorkomen van verdere uitbreiding van het incident. Het afschermen en isoleren van de bron behoort ook tot deze taak.

Het uitgangspunt is dat hulpverleners bij een incident met radioactieve stoffen tot een dosis van 2 mGy door hun bevelvoerder mogen worden ingezet (en dat uitsluitend voor het uitvoeren van een redding). Onder leiding van een stralingsdeskundige (niveau 3) mogen hulpverleners voor het veiligstellen van grote materiële belangen ingezet worden tot een dosis van 250 mGy. In het geval van spoedeisende levensreddende handelingen mag men zelfs tot 750 mGy gaan. Elke belasting boven 100 mGy mag alleen met de uitdrukkelijke instemming van de hulpverlener zelf gebeuren; deze gaat in dat geval op basis van vrijwilligheid en goede voorlichting omtrent de risico's het stralingsgebied binnen.

### *Persoonlijke meetapparatuur*

De dosis die bij de inzet opgelopen kan worden, kan uitsluitend vastgesteld worden met geschikte meetapparatuur. Ieder team van twee hulpverleners dat de opstelling passeert, moet voorzien zijn van een direct afleesbare dosis(tempo)meter (zie ook hoofdstuk 4, 'Meten van NBC-middelen').

De brandweer heeft de beschikking over dosis(tempo)meters die, naast het registreren van de dosis, ook het dosistempo aangeven. Zowel bij het overschrijden van het ingestelde dosistempo-alarm als van het dosisalarm klinkt een akoestisch signaal. Daarnaast moeten hulpverleners elk een eigen persoonlijke dosimeter (tld-badge of ADOS) bij zich dragen. Op deze wijze kan dan altijd per persoon (achteraf of ter plaatse) de exacte opgelopen dosis worden vastgesteld.

De dosis(tempo)meter moet zodanig meegenomen worden, dat het alarm goed te horen is en de meter ter plaatse af te lezen is. De hulpverleners moeten alert zijn op een mogelijke besmetting van de meter met de radioactieve stof. Een tld-badge of ADOS moet altijd onder de beschermende kleding gedragen worden. De kans op besmetting van de tld of ADOS is dan minimaal.

### *Beschermende kleding*

Zowel inwendige besmetting als uitwendige besmetting van de huid van de hulpverlener kan eenvoudig worden beperkt door adembescherming te gebruiken in combinatie met de standaard uitrukkleding of een chemiepak. Indien ter plaatse aanwezig, kan ook gebruik worden gemaakt van het NBC-pak en het NBC-masker met filterbus (zie hoofdstuk 8).

Deze kleding beschermt tegen  $\alpha$ -straling en  $\beta$ -straling; tegen  $\gamma$ -straling en neutronenstraling is door middel van kleding nauwelijks (behalve door een loden voorschoot) bescherming mogelijk.

### *Basisveiligheidsregels*

Bij elke inzet gelden de basisveiligheidsregels, waaronder:

- niet eten, drinken en roken
- zoveel mogelijk bovenwinds blijven (afstand)
- contact met de gevaarlijke stof vermijden (afscherming)
- zo kort mogelijk in het gevarengedebied blijven (tijd en aflossing).

Daarnaast gelden altijd de al eerder genoemde basisprincipes voor bronbestrijding bij incidenten met radioactieve stoffen: afscherming, tijd (aflossing) en afstand. Iedereen die het gevarengedebied ingaat, moet bekend zijn met deze regels. Verder moet de bevelvoerder een gerichte opdracht meegeven om binnen een zo kort mogelijke tijd de benodigde informatie beschikbaar te krijgen.

### *Kernwapenexplosie*

Bij een kernwapenexplosie dient men zich niet alleen tegen bestraling en besmetting (fall-out) te beschermen, zoals bovenstaand beschreven, maar ook tegen de lichtflits, de vrijkomende hitte en de drukgolf.

Het is van belang de ogen gesloten te houden en niet in de lichtflits te kijken. Alles wat schaduw biedt (de muur van een huis, een boom etc.) en de huid bedekt, beschermt enigszins tegen de hittestraling. Bescherming tegen de drukgolf kan gezocht worden door te schuilen in een kelder, het stevigste deel van een huis, plat op de grond te gaan liggen, en dergelijke.

### *1.2 Medische bescherming*

Indien bij een nucleair/radiologisch incident personen mogelijk met radioactief jodium zijn besmet, kan overwogen worden jodiumprofylaxe toe te dienen.

Door de inname van jodiumtabletten kunnen hulpverleners en bevolking medisch worden beschermd tegen de schadelijke effecten van ioniserende straling afkomstig van geïnhaleerd radioactief jodium in hun lichaam.

#### *Jodiumprofylaxe*

Bij een nucleair/radiologisch incident kan radioactief jodium vrijkomen. Wanneer jodium via inademing of voedsel in het lichaam terechtkomt, wordt het opgenomen in de schildklier. Dit geldt zowel voor radioactief als niet-radioactief jodium. Door mensen (niet-radioactieve) jodiumtabletten te laten innemen, raakt hun schildklier verzadigd, waardoor deze geen radioactief jodium meer opneemt. Op deze manier kan de bevolking worden beschermd tegen beschadiging van de schildklier door radioactief jodium.

Jodiumprofylaxe biedt geen bescherming tegen andere stoffen dan radioactief jodium, of tegen stralingsbronnen buiten het lichaam.

Jodiumtabletten bieden de beste bescherming als ze vlak voor of aan het begin van een lozing van radioactief jodium worden ingenomen (tot maximaal 6 uur na de lozing). Met een lozing wordt de verspreiding van radioactief materiaal bedoeld. De tabletten moeten dus zo spoedig mogelijk na het bekend worden van een lozing aan de bevolking worden verstrekt. In geval van een terroristische dreiging met kernwapens of vuile bommen zouden deze tabletten eventueel preventief kunnen worden verstrekt.

De distributie en inname van jodium geschiedt alléén op aanwijzing van de overheid!

Zie voor de behandeling van mensen die zijn besmet met radioactieve stoffen of zijn bestraald door nucleaire/radiologische bronnen, hoofdstuk 7 ('Therapie').

## **2. Persoonlijke bescherming bij incidenten met biologische middelen**

Bij biologische incidenten, zoals de opzettelijke verspreiding van ziektekiemen, moet worden voorkomen dat de ziektekiem (bijvoorbeeld een virus) via de ademhaling, de spijsvertering of de huid het lichaam kan binnendringen. De fysieke bescherming hier tegen vindt plaats door bescherming van de ademhaling en afscherming van de huid. Daarnaast zouden hulpverleners wellicht kunnen worden gevaccineerd tegen ziekteverwekkers. Een dergelijke maatregel betreft de medische bescherming van hulpverleners bij incidenten met biologische middelen.

### 2.1 Fysieke bescherming

Het doel van de fysieke bescherming bij biologische incidenten is het voorkomen en beperken van contact met en opname van de micro-organismen.

Omdat inhalatie de belangrijkste bron van biologische besmetting is, zullen alle hulpverleners die in het gevarengedebied worden ingezet een gasmasker met een aërosolfilter (P3-filter), zoals het NBC-masker (zie hoofdstuk 8), moeten dragen. Het gebruik van onafhankelijke adembescherming is eveneens mogelijk, maar beperkt wel de duur van de inzet.

Om een eventuele infectie via de ogen te voorkomen kan overwogen worden een volgelaatmasker (NBC-masker) te dragen.

Voor de huid biedt kleding (bijvoorbeeld een wegwerpoverall) voldoende bescherming tegen biologische middelen, mits alle openingen in de kleding goed afgesloten worden (randen van handschoenen, mouwen, broekspijpen, ritssluitingen etcetera). Een chemiepak of NBC-pak biedt, in combinatie met een adequate ontsmettingsprocedure, maximale fysieke bescherming (van de huid) bij incidenten met biologische middelen.

Daarnaast dragen goede hygiënische maatregelen sterk bij aan de persoonlijke bescherming.

In tegenstelling tot nucleaire/radiologische incidenten, waarbij de fysieke bescherming is gebaseerd op drie basisprincipes (afscherming, tijd (aflossing) en afstand), is de fysieke bescherming bij biologische incidenten gebaseerd op slechts één basisprincipe: het vermijden van direct contact (aanraken, ingestie, inhalatie).

### 2.2 Medische bescherming

Van een biologisch agens is in principe maar weinig nodig om gezondheidsschade te veroorzaken. Wel moet men aan een bepaalde hoeveelheid van het agens blootgesteld worden om geïnfecteerd te raken en ziek te worden. In principe kan één micro-organisme zich in het lichaam natuurlijk tot enorme aantallen vermenigvuldigen; van de besmetting zal echter veel door de natuurlijke verdediging van het lichaam (zie hoofdstuk 2) worden tegengehouden.

Een belangrijk verschil met radioactieve en chemische stoffen is dat biologische middelen (micro-organismen) zich in en op een slachtoffer kunnen vermenigvuldigen. Als het om een besmettelijke ziekte gaat kunnen de betreffende micro-organismen via dit slachtoffer bovendien andere personen infecteren.

#### *Profylaxe*

Profylactische middelen (voorbehoedende middelen) zijn bedoeld om de gevolgen van een besmetting zoveel mogelijk tegen te gaan. De toepassing van een dergelijk middel (meestal een vaccin) ter voorbereiding op biologische incidenten wordt profylaxe genoemd. Profylaxe is het meest effectief wanneer deze wordt gebruikt vóór een

blootstelling, maar kan meestal ook kort na een besmetting nog worden toegepast. De effectiviteit van de profylactische middelen moet steeds worden afgewogen tegen de mogelijke bijwerkingen.

De toediening van vaccins aan mensen nog voordat die aan de ziekteverwekker zijn blootgesteld wordt *immunoprofylaxe* genoemd. Vaccins zijn bij uitstek geschikt voor bescherming tegen infectieziekten. De medische sector beschikt over voorraden vaccins tegen bijvoorbeeld polio, tbc en pokken.

Als hulpverleners zonder persoonlijke bescherming moeten worden ingezet en er kans bestaat op contact met een biologische ziekteverwekker en tevens de gevolgen daarvan (ziek worden) voorkomen dienen te worden, dan zullen deze hulpverleners vooraf moeten worden ingeënt met een vaccin (mits dat beschikbaar is). Uiteraard is deze preventieve vaccinatie alleen mogelijk als de potentiële ziekteverwekker bekend is. Om bijwerkingen van vaccins te voorkomen, zal echter niet ondoordacht tot deze immunoprofylaxe worden overgegaan: er wordt altijd een afweging gemaakt van de risico's van het vaccin en van de ziekte. Ook bestaat voor sommige virussen geen vaccin. Een goede persoonlijke fysieke bescherming tijdens een inzet is daarom altijd van belang.

Sommige profylactische middelen bieden ook bescherming tegen een ziekteverwekker nadat de blootstelling eraan al heeft plaatsgevonden, maar er nog geen sprake is van ziekteverschijnselen. In deze periode (de incubatietijd) kunnen antibiotica of antivirale middelen al bescherming bieden. Een voorbeeld hiervan is het innemen van antibiotica bij een verdenking van blootstelling aan *Bacillus anthracis*. Een dergelijke ingreep wordt *chemoprofylaxe* genoemd. Antibiotica kunnen dus gebruikt worden als chemoprofylactische middelen.

Hoofdstuk 7, 'Therapie', gaat dieper in op het onderwerp profylaxe.

### **3. Persoonlijke bescherming bij incidenten met chemische middelen**

Ook bij incidenten met chemische middelen is de fysieke bescherming erop gericht om uitwendig en inwendig contact met de betrokken stof(fen) te voorkomen. De medische bescherming heeft betrekking op medicijnen, die de schadelijke effecten van bijvoorbeeld giftige gassen kunnen tegengaan.

#### *3.1 Fysieke bescherming*

Ook bij incidenten met chemische middelen gelden de drie basisprincipes afscherming, tijd (aflossing) en afstand.

Bij een aanslag met chemische strijdmiddelen zal de aard van de betrokken stof(fen) niet direct duidelijk zijn. De eerste acties om slachtoffers te redden en het incident te stabiliseren zullen daarom in principe altijd in een gaspak en met adembescherming moeten worden uitgevoerd.

Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het een uur kan duren voordat een regionaal gaspakkenteam op de 'plaats incident' operationeel is.

Het werken in een gaspak met adembescherming is fysiek zeer belastend en wat de tijdsduur betreft, gebonden aan de hoeveelheid lucht van één ademluchtfles (maximaal 20 minuten). Bij een eerste inzet, zoals een reddingsactie, hoeft dit geen onoverkomelijk bezwaar te zijn, maar bij een langdurige inzet kan beter worden gewerkt met NBC-maskers (zie hoofdstuk 8). Het ministerie van BZK heeft deze NBC-maskers ter beschikking gesteld aan zes brandweerregio's, de NBC-steunpuntregio's, die verderop in deze paragraaf worden genoemd.

Een andere oplossing biedt het werken met een meer-uren-ademluchtsysteem, hoewel dit systeem de fysieke belasting van de adembescherming niet opheft.

Het ministerie van BZK heeft recent aan zes NBC-steunpuntregio's van de brandweer, aanvullend op de al beschikbare gaspakken en chemiepakken, een aantal NBC-pakken (en andere middelen, zie hoofdstuk 8) ter beschikking gesteld. Het gaat hierbij om de volgende brandweerregio's:

- Amsterdam e.o.
- Rotterdam/Rijnmond
- Haaglanden
- Zuidoost Noord-Brabant
- Stedendriehoek/Gelderland-Noord
- Groningen.

Deze pakken zijn zo uitgevoerd, dat deze niet alleen in combinatie met adembescherming gedragen kunnen worden, maar ook in combinatie met het bovengenoemde NBC-masker met filterbus.

### *Redding*

Bij een aanslag met chemische middelen wordt er in eerste instantie alleen opgetreden in gaspak, zoals eerder in deze paragraaf is gesteld.

Ten behoeve van een snelle redding van slachtoffers door de eerst aankomende eenheid, zal echter soms van deze regel moeten worden afgeweken en kunnen chemiepakdragers worden ingezet.

Toch blijft altijd overeind staan dat een redding alleen wordt uitgevoerd als dit met het oog op de veiligheid van de hulpverleners verantwoord is. Bijvoorbeeld: bij een incident met giftige stoffen, zoals chemische strijdmiddelen, is het soms niet verantwoord om de eerste eenheid onder leiding van de bevelvoerder slachtoffers te laten redden uit het gevarengedebied. Denk hierbij aan een slachtoffer dat bekneeld in een giftige vloeistofplas ligt. Dit uitgangspunt is conform de standaard inzetprocedure ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen en wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 6 ('Bestrijding van NBC-incidenten').

Op een tankautospuit is standaard geen gaspak aanwezig, maar vaak wel een aantal chemiepakken. Het is aan de bevelvoerder van de eerste eenheid ter plaatse om te beoordelen of hij zijn mensen een redding in chemiepak kan laten uitvoeren. Vanaf het moment dat de Ovd ter plaatse is, moet de Ovd deze beslissing nemen (en daarbij advies van de AGS inwinnen).

Uitstellen van de redding betekent niet noodzakelijk afstel: de OvD zal, in overleg met de AGS, bij aankomst de situatie beoordelen. Hij kan besluiten om de redding van een beknelde slachtoffer alsnog in chemiepak te laten uitvoeren.

Hierna worden twee situaties beschreven waarin de redding onder leiding van de eerste bevelvoerder (en dus in chemiepak) kan plaatsvinden.

1. *Er is een incident met giftige stoffen, waarbij het slachtoffer in het gevarengedebied ligt, maar niet beknelde is.*

Dit slachtoffer mag onder leiding van de bevelvoerder uit het gevarengedebied gehaald worden. De reddingsactie zal namelijk slechts enkele minuten duren. Bij de actie zal wel een sproeitraal meegenomen moeten worden, zeker als het slachtoffer in een vloeistofplas of een zichtbare gaswolk ligt. Met de sproeitraal kan de gaswolk worden verdreven of verdund. Reageert de stof (gevaarlijk) met water, dan kan dit de inzet bemoeilijken.

2. *Er is een incident met giftige stoffen, waarbij het slachtoffer beknelde in het gevarengedebied ligt.*

In dit geval is redding van het slachtoffer in chemiepak onder leiding van de eerste bevelvoerder alleen verantwoord onder de voorwaarde dat er tijdens de redding geen kans op contact met de vloeistof is.

## 2.2 Medische bescherming

Hulpverleners die zijn blootgesteld aan een zenuwgas, kan atropine worden toegediend. Dit gaat de schadelijke effecten van het zenuwgas tegen. De GHOR heeft een beperkte hoeveelheid atropine aan boord van de ambulances. Ziekenhuizen beschikken over grotere hoeveelheden van dit effectbestrijdende middel.

Bij een uitwendige besmetting met blaartrekkende middelen of zenuwgassen moet direct overgegaan worden tot ontsmetting: zo snel mogelijk de kleding verwijderen en goed wassen met water en zeep. In het geval van blaartrekkende middelen moet hierbij wel uiterst zorgvuldig te werk worden gegaan: door het gebruik van water kan verspreiding van het mosterdgas over de huid veroorzaakt worden, waardoor het beschadigde oppervlak uitgebreid wordt.

# VERVALLEN



## HOOFDSTUK 6

# Bestrijding van NBC-incidenten

### **Inleiding**

Bij de bestrijding van incidenten met NBC-middelen kan, net zoals bij 'normale' OGS-incidenten, onderscheid gemaakt worden tussen:

- bronbestrijding
- effectbestrijding
- individuele ontsmetting
- collectieve ontsmetting.

In paragraaf 1 worden de begrippen bronbestrijding, effectbestrijding, individuele ontsmetting en collectieve ontsmetting toegelicht en in de context van de procedure ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen (OGS) geplaatst.

Vanaf paragraaf 2 worden bronbestrijding, effectbestrijding, individuele ontsmetting en collectieve ontsmetting zowel voor nucleaire/radiologische, biologische als chemische incidenten uitgewerkt.

### **1. Begripsvorming**

Bij een NBC-incident past de brandweer in principe de procedure ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen (OGS) toe.

De bestrijding van een NBC-incident waarbij de verdenking van een terroristische aanslag bestaat, gaat echter verder dan de 'gewone' ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen en dient direct te leiden tot een aangepaste procedure. Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft onlangs het 'NBC-protocol hulpverleners' uitgegeven, dat algemene richtlijnen geeft voor het optreden van de hulpverleningsorganisaties bij verdachte incidenten waarbij mogelijk NBC-middelen betrokken zijn.

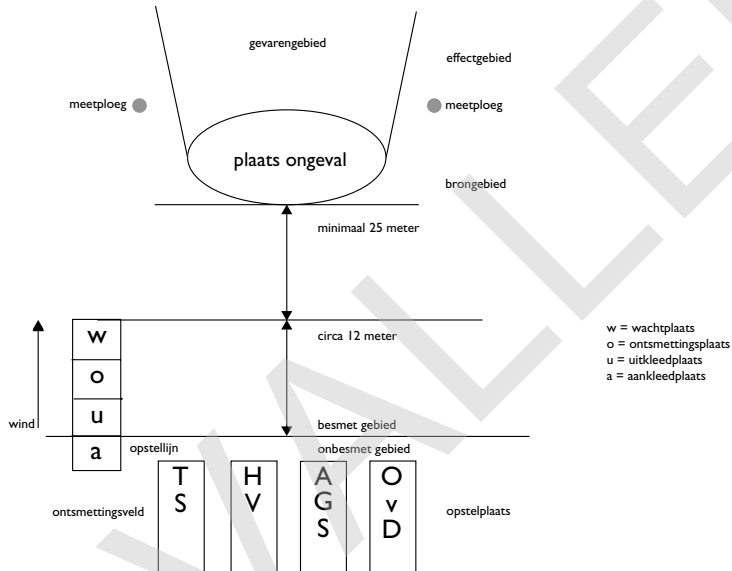
Als sprake is van een mogelijke terroristische aanslag met NBC-middelen moet voor het verkrijgen van specialistische kennis, ervaring en uitrusting ter ondersteuning van de lokale hulpverleningsdiensten, altijd onmiddellijk het Nationaal Coördinatie Centrum (NCC) gewaarschuwd worden.

Om de verschillende activiteiten van de brandweer bij een NBC-incident in de juiste context te plaatsen, gaan we eerst in op de gebiedsindeling bij een ongeval met gevaarlijke stoffen. Vervolgens worden er definities van bronbestrijding, effectbestrijding, individuele ontsmetting en collectieve ontsmetting gegeven.

### 1.1 De gebiedsindeling bij een NBC-incident

Evenals bij andere ongevallen met gevaarlijke stoffen bestaat het gebied rond een NBC-incident uit de volgende deelgebieden (zie figuur 6.1):

- brongebied
- effectgebied
- gevareng gebied
- besmet gebied
- onbesmet gebied.



**Figuur 6.1** Gebiedsindeling bij ongeval met gevaarlijke stoffen

N.B. De volgorde van ontsmetten en uitkleden zoals die in deze figuur gegeven is, is *alleen van toepassing voor hulpverleners met volledig beschermende kleding: chemie- of gaspak of NBC-pak (bij droge ontsmetting), met NBC-masker of adembescherming*. In dat geval wordt men in principe met kleding en al ontsmet en wordt pas daarna de kleding uitgetrokken.

Voor alle andere mogelijk besmette personen die niet over dergelijke persoonlijke beschermingsmiddelen beschikken, geldt dat de eerste stap van ontsmetting juist het uitkleden is en dat deze mensen daarna naakt ontsmet worden.

Voor hen moeten de ontsmettingsplaats en de uitkleedplaats in het hierboven schematisch weergegeven ontsmettingsveld dus juist omgekeerd worden.

#### Brongebied

Het brongebied betreft het gebied direct rond de plaats van het ongeval of het incident, zoals een aanslag met een nucleair/radiologisch, biologisch of chemisch middel. In dit gebied bevindt zich de bron van het incident (bijvoorbeeld een gasontsnapping, vloeistoflekkage of een pakje) en vindt de bronbestrijding door de brandweer plaats. De bron bij een nucleaire of radiologische aanslag kan bestaan uit een op een bepaalde

plaats opzettelijk verspreid radioactief materiaal. Een eveneens opzettelijk verspreide hoeveelheid giftig gas kan de bron bij een chemische aanslag zijn. Bij een biologische aanslag betreft de directe bron een (opzettelijk) verspreide ziektekiem, waarbij de bron vaak moeilijk is te lokaliseren. Een uitzondering hierop vormt bijvoorbeeld de verspreiding van ziektekiemen door middel van een brief (bijvoorbeeld de *Bacillus anthracis* bevattende brieven).

### *Effectgebied*

Het effectgebied is het benedenwindse deel van de omgeving (gezien vanaf de bron) dat als gevolg van het incident gevaar loopt. Dit gebied is meestal groter dan het brongebied.

In eerste instantie wordt de omvang van het effectgebied bij een nucleaire of radiologische aanslag bepaald door de afstand vanaf de bron of besmetting waarop nog een dosistempo groter dan of gelijk aan 25  $\mu\text{Gy/h}$  wordt gemeten, en/of er kans is op een verdere besmetting met, of verspreiding van radioactieve stoffen. Omdat het stralingsniveau van ioniserende straling onafhankelijk is van de windrichting en windkracht, zal het effectgebied zich cirkelvormig rondom de bron bevinden. Daarom zal tevens bovenwinds sprake zijn van stralingsgevaar. De neerslag van radioactieve deeltjes vindt wel benedenwinds plaats.

Bij een chemische aanslag wordt het effectgebied bepaald door het gedrag en de dichtheid van de gaswolk of damp. Met het gedrag wordt hier de benedenwindse verspreiding en verdunning van het gas/damp bedoeld. De dichtheid van dit gas/damp op een bepaalde plaats bepaalt het gevaar voor de omgeving. Hoe sneller het gas/damp verdunt, hoe lager de concentratie van het agens in de lucht en hoe kleiner het effect zal zijn.

Bij een biologische aanslag bepaalt de manier waarop het virus of de bacterie zich verspreidt onder de bevolking, het effectgebied. Evenals het brongebied is ook het effectgebied bij biologische aanslagen vaak moeilijk te lokaliseren. De verspreiding van een besmettelijke ziekte hangt immers af van de contacten die besmette personen met andere mensen hebben (gehad). Elke besmette persoon vormt (als het een besmettelijke ziekte betreft) een nieuwe bron met een nieuw effectgebied.

Er zijn bij biologische incidenten twee soorten besmetting te onderscheiden.

Bij een *primaire besmetting* is de persoon besmet met een ziekteverwekkend organisme. De ziekteverwekker kan eventueel kort na de besmetting door direct contact op anderen worden overgedragen (zolang men nog niet is ontsmet), net als bij een chemische of radiologische besmetting. Besmette personen kunnen, als zij de ziekteverwekker vervolgens binnen krijgen via wondjes, inademen of inslikken, zelf ziek worden. Bij een deel van de ziekteverwekkers houdt het daarmee op: de ziekteverwekker kan zich in het lichaam van het slachtoffer wel vermenigvuldigen en manifesteren, maar kan niet via natuurlijke wegen op een ander worden overgedragen. De ziekte zelf is dus niet 'besmettelijk'.

Sommige ziekteverwekkers zijn, zelfs voordat zij zich hebben gemanifesteerd, wel besmettelijk: als zij zich in het lichaam van het slachtoffer hebben vermenigvuldigd, kunnen zij bijvoorbeeld door hoesten of direct contact worden verspreid. In dat geval is er sprake van een *secundaire besmetting*. Tussen de primaire besmetting en het moment dat een slachtoffer een secundaire besmetting kan veroorzaken, zit een bepaalde periode die voor elke ziekteverwekker verschillend is.

#### *Gevarengebied*

Het gevarengebied wordt gevormd door het brongebied en effectgebied samen. In beide gebieden is er sprake van gevaren (of risico's).

Bij nucleaire/radiologische en chemische aanslagen nemen de risico's af naarmate de afstand tot de bron groter wordt.

Bij een biologische aanslag met besmettelijke ziektekiemen is elke besmette persoon een bron, die, afhankelijk van zijn reisgedrag en de contacten met anderen, op meer of minder grote afstand van de primaire bron een risico vormt. Bij chemische aanslagen bevindt het gevarengebied zich, tenzij transportmechanismen zoals stromend water in het geding zijn, (vrijwel uitsluitend) benedenwinds van de bron, bij radiologische/nucleaire en biologische aanslagen kan het gevarengebied zich ook bovenwinds van de bron uitstrekken.

#### *Besmet gebied*

Het besmette gebied is het gebied waarbinnen de verspreiding van gevaarlijke stoffen of ziektekiemen is waargenomen.

Een nucleair/radiologisch besmet gebied is het gebied waarbinnen radioactieve stoffeeltjes aanwezig zijn. Bij chemische aanslagen is het besmette gebied bijvoorbeeld het gebied waarbinnen vloeistofdruppels of gasdeeltjes van een chemisch strijdmiddel aanwezig zijn. Bovendien dragen de besmette personen zelf (en/of dieren, kleding, voeding etcetera), zolang zij nog niet ontsmet zijn, bij aan de omvang van het besmette gebied bij nucleaire/radiologische, biologische en chemische incidenten.

Wanneer er, bij een biologisch incident, sprake is van een besmettelijke ziekte kan bovendien secundaire besmetting plaatsvinden met de ziek geworden slachtoffers als nieuwe bronnen.

Wat de omvang betreft zal het besmette gebied binnen het gevarengebied liggen. Omdat de hulpverleners bij hun activiteiten in het gevarengebied moeten komen, kunnen ze daar zelf besmet raken.

Bij terugkeer naar het ontsmettingsveld kunnen ze de besmetting ook bovenwinds verspreiden; het ontsmettingsveld wordt immers altijd bovenwinds en op een veilige afstand van de bron (minimaal 25 meter) ingericht. In verband hiermee wordt de opstellijn als grens tussen het besmette en onbesmette gebied gehanteerd. De hulpverleners die in het gevarengebied zijn ingezet, mogen immers pas de opstellijn oversteken nadat ze ontsmet zijn. De afstand van de opstellijn tot de bron is de veiligheidsafstand + de lengte van het ontsmettingsveld (zie figuur 6.1). Hiermee wordt voorkomen dat de ontsmetting binnen de veiligheidsafstand, met alle risico's van dien, wordt uitgevoerd.

### *Onbesmet gebied*

Het onbesmette gebied is het gebied waarin geen verspreiding van gevaarlijke stoffen of ziektekiemen is waargenomen. In dit onbesmette gebied bevindt zich de opstelplaats van het materieel van de brandweer (en van andere hulpverleningsdiensten) en bevinden zich de hulpverleners voor of na de inzet in het gevarengedebied.

Hulpverleners mogen alleen met de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen en na een opdracht van de bevelvoerder het besmette gebied betreden.

### *Metingen*

De contouren van het gevarengedebied en van het besmette gebied worden, voorzover deze met apparatuur aantoonbaar zijn, bepaald met behulp van metingen. Voor dit doel wordt de meetplanorganisatie van de brandweer ingeschakeld en zo nodig RIVM-MOD / TNO-PML. Zie hoofdstuk 4, 'Meten van NBC-middelen'.

### *1.2 Bronbestrijding, effectbestrijding en ontsmetting*

Nadat de bron van een incident, zoals een aanslag, is gelokaliseerd en het gevarengedebied (en eventueel het besmette gebied) is bepaald, kan de brandweer aan de slag gaan om het incident te stabiliseren.

In deze zogenaemde *inzetfase* of *stabilisatiefase* kan onderscheid gemaakt worden tussen bronbestrijding en effectbestrijding.

De ontsmetting van slachtoffers en de tussentijdse ontsmetting van hulpverleners bij grootschalige, langdurige incidenten behoort tot de inzetfase van de incidentbestrijding.

### *Bronbestrijding*

Bronbestrijding betekent voor de brandweer 'alle activiteiten in het brongebied' gericht op het controleren, beperken en neutraliseren van de gevaarsdreiging vanuit de bron:

- een brand blussen
- een lekkage dichten
- een deel van het waterleidingnet afsluiten
- de bron inpakken c.q. isoleren en eventueel verplaatsen
- het redden van slachtoffers
- enzovoort.

Het brongebied vormt dus het werkveld van de brandweer rond de bron. De bron wordt hierbij gevormd door de veroorzaker van het incident (bijvoorbeeld een brief met een verdacht poeder).

### *Effectbestrijding*

Onder effectbestrijding wordt door de brandweer verstaan: 'alle handelingen gericht op het voorkomen en beperken van verspreiding van de stof in de omgeving of het effectgebied en het daar veroorzaken van verdere schade'. Het gaat hierbij om maatregelen ter bescherming van de bevolking en/of het milieu, zoals waarschuwingen (bijvoorbeeld binnen blijven en ramen en deuren sluiten, mechanische ventilatie uitschakelen) en ontruiming.

### *Ontsmetting*

Besmettingsbeperking en ontsmetting hebben als doel het voorkomen en/of beperken van contact van mensen, middelen, materieel en de omgeving met de gevaarlijke stof of vloeistof (niet met damp).

*Individuele ontsmetting* betreft de ontsmetting van individuele hulpverleners of (een klein aantal) slachtoffers in het besmette gebied.

Het ontsmetten van grotere aantallen slachtoffers in het besmette gebied en/of burgers in het effectgebied wordt *collectieve ontsmetting* genoemd. Het ministerie van BZK werkt momenteel aan protocollen voor een dergelijke grootschalige ontsmetting bij biologische en chemische incidenten. Een protocol voor de ontsmetting van grote groepen personen in geval van een nucleair/radiologisch incident, is aan het eind van dit hoofdstuk als bijlage toegevoegd.

Het onderscheid tussen bronbestrijding en effectbestrijding is enigszins kunstmatig: afhankelijk van de aard van de besmetting lopen deze processen in elkaar over. Als, bijvoorbeeld, de bron een vuile bom is zijn de radioactieve overblijfselen na explosie zelf weer (secundaire) bronnen van straling en eventueel besmetting. Een persoon besmet met een ziekteverwekkende bacterie of virus is zelf weer een bron van besmetting voor anderen.

## **2. Bestrijding van incidenten met nucleaire/radiologische middelen**

Incidenten met nucleaire/radiologische middelen kunnen zeer uiteenlopen: van een terroristische aanslag met een 'vuile bom' (radioactief materiaal dat door middel van een explosief verspreid wordt) tot het gebruik van kernwapens of aanslagen op nucleaire installaties.

Bij grootschalige nucleaire incidenten, zoals kernoorlogen en kernrampen, is bronbestrijding door de brandweer weinig zinvol. Om te overleven zal iedereen in die situaties ver van de bron moeten proberen te vluchten. Bij kleinschalige incidenten en minder 'explosieve' effecten zijn activiteiten in de buurt van de bron vaak wel mogelijk.

Met de term radiologische incidenten wordt hier bedoeld op incidenten met radioactieve stoffen. Wat betreft NBC-aanslagen kan hierbij worden gedacht aan het opzettelijk verspreiden van radioactieve stoffen, bijvoorbeeld door het laten exploderen van een 'vuile bom'.

Bij nucleaire/radiologische aanslagen ligt de inspanning van de hulpverleningsdiensten vooral bij effectbestrijding en ontsmetting. Toch kan de brandweer wel worden gevraagd om de radioactieve bron te isoleren, in te pakken en te verplaatsen. Aangezien deze activiteiten in het brongebied worden uitgevoerd, is hier sprake van bronbestrijding. Het redden van slachtoffers en het blussen van branden in het gevareng gebied zijn eveneens bronbestrijdingsactiviteiten.

## 2.1 Bronbestrijding

De wijze van bronbestrijding bij incidenten met nucleaire/radiologische middelen is gebaseerd op het *stralingsrisico* en *besmettingsrisico*. Bij elk incident moet de bronbestrijding zich richten op het voorkomen van besmetting en het beperken van de op te lopen dosis.

Voordat hulpverleners blootgesteld mogen worden aan ioniserende straling, speelt de vraag of de inzet gerechtvaardigd is: is het nodig om personeel het stralingsveld in te sturen? Niet direct noodzakelijke handelingen in het brongebied moeten derhalve achterwege blijven.

Hoofdstuk 5, 'Persoonlijke bescherming', gaat in op de bescherming van de hulpverlener tegen uitwendige en inwendige besmetting (zie ook hoofdstuk 8).

De primaire taak van de brandweer bij incidenten met radioactieve stoffen is het redden van slachtoffers en het voorkomen van verdere uitbreiding van het incident. Het afschermen en isoleren van de bron behoort ook tot deze taak.

### Basisprincipes

Om de stralingsdosis tijdens de bronbestrijding te beperken, moet de brandweer de basisprincipes van de stralingshygiëne toepassen.

#### 1. Afscherming.

Bij het optreden kan de dosis worden beperkt door, waar mogelijk, gebruik te maken van de afschermende werking van bijvoorbeeld muren of voertuigen.

#### 2. Tijd (aflossing).

De hulpverlener mag maar zo kort mogelijk in het stralingsveld actief zijn.

#### 3. Afstand van bron of besmetting.

Hoe verder de hulpverlener van de radioactieve bron verwijderd is, des te lager is het dosistempo (de relatie tussen afstand en dosistempo wordt beschreven door de kwadratenregel: als de afstand tot de bron  $x$  maal zo groot wordt, wordt het dosistempo  $x^2$  zo laag).

Door de basisprincipes consequent toe te passen kan de opgelopen dosis zo klein mogelijk gehouden worden. Dit moet wel **ALTIJD** continu door middel van metingen worden gecontroleerd!

In hoofdstuk 5 wordt dieper op de basisprincipes ingegaan.

### Inzetprocedure

Voor het uitvoeren van bronbestrijdingsactiviteiten in het stralingsgebied moet een zorgvuldige procedure worden gevolgd.

Het uitgangspunt is dat hulpverleners bij een incident met radioactieve stoffen tot een dosis van 2 mGy mogen worden ingezet, en dat uitsluitend voor het uitvoeren van een redding (zie ook hoofdstuk 5). Onder leiding van een stralingsdeskundige (niveau 3) mogen hulpverleners voor het veiligstellen van grote materiële belangen ingezet worden tot een dosis van 250 mGy. In het geval van spoedeisende levensreddende hande-

lingen mag men zelfs tot 750 mGy gaan. Elke belasting boven 100 mGy mag alleen met de uitdrukkelijke instemming van de hulpverlener zelf gebeuren; deze gaat in dat geval op basis van vrijwilligheid en goede voorlichting omtrent de risico's het stralingsgebied binnen.

Van tevoren moet de bevelvoerder schatten, welke dosis opgelopen wordt of hoe lang er in het gevarengedebiet verbleven mag worden.

Bij incidenten met radioactieve stoffen worden twee deskundigen van de brandweer direct gealarmeerd: de AGS, Adviseur Gevaarlijke Stoffen, (minimaal niveau 4) en, indien de AGS zelf geen niveau 3 heeft, de hoger opgeleide stralingsdeskundige (niveau 3). Maar voordat de AGS en/of de stralingsdeskundige niveau 3 ter plaatse zijn, moet de bevelvoerder handelend optreden. De handelingen van de bevelvoerder zijn alleen gericht op het bepalen van de omvang van het gevaar en het (mogelijk) redden van slachtoffers.

Bij een hoger dosistempo dan 25  $\mu\text{Gy/hr}$  mag de bevelvoerder, in afwachting van de Officier van Dienst (OvD) of de AGS, besluiten een redding uit te voeren. Hij mag dan zijn personeel inzetten tot een dosis van 2 mGy. In tegenstelling tot de inzet bij een dosistempo tot 25  $\mu\text{Gy/hr}$ , moet elke actie die geen directe betrekking heeft op het uitsluitend redden van een slachtoffer, achterwege blijven.

Het aanrijden naar het incident gebeurt bij voorkeur bovenwinds. De bevelvoerder heeft al tijdens het aanrijden zijn dosistempometer aan staan. Door het aanzetten van deze meter wordt de bevelvoerder gealarmeerd als een dosistempo van 25  $\mu\text{Gy/hr}$  wordt bereikt. Dit is het maximale dosistempo waarbij een bevelvoerder geheel zelfstandig mag optreden.

Als tijdens het naderen bij het voertuig het dosistempo-alarm van 25  $\mu\text{Gy/hr}$  bereikt is, moet het voertuig verder van het incident af worden opgesteld.

Als de meter niet alarmeert is de opstelplaats minimaal 25 meter bovenwinds, tenzij op grond van andere waarnemingen een grotere afstand nodig is. Denk hierbij aan bovenwindse bestraling of besmetting door andere transportmechanismen dan de wind. Dit kan veroorzaakt worden doordat iemand door de vloeistof of vaste stof gelopen is, of doordat er een spoor van radioactieve vloeistof of vaste stof op straat ligt. De opstellijn komt nu aan de rand van het besmette gebied. Op de opstellijn is dus geen stralingsgevaar meer te duchten. Door de bovenwindse opstelplaats is er geen besmettingsgevaar.

Er kunnen echter meerdere gevaren meespelen: de aanwezigheid van giftige of brandbare stoffen in de omgeving. De opstellijn moet ook met deze aspecten rekening houden.

De dosis die bij de inzet opgelopen kan worden, kan uitsluitend vastgesteld worden met geschikte meetapparatuur. Ieder team van twee hulpverleners dat de opstellijn passeert, moet voorzien zijn van een direct afleesbare dosis(tempo)meter, welke alarmeert wanneer de dosislimiet en/of de dosistempolimiet overschreden wordt (zie tevens hoofdstukken 4 en 5).



Ter voorbereiding op de inzet moet het volgende worden geregeld.

- Er moet geregistreerd worden wie welke dosis(tempo)meter en welke persoonlijke dosismeter krijgt.
- Er moet gecontroleerd worden of de juiste alarmdrempels zijn ingesteld (bijvoorbeeld 2 mGy en 25 µGy/hr).
- De beginstand van de dosis(tempo)meters moet gecontroleerd en genoteerd worden.
- De dosis(tempo)meters moeten na ontsmetting en controle weer ingenomen worden en de uitlezing moet gecontroleerd worden.
- Zolang de AGS en/of stralingsdeskundige niveau 3 nog niet ter plaatse is, is de bevelvoerder verantwoordelijk voor de dosisregistratie van zijn personeel.

Via het NCC kan specifieke deskundigheid worden opgeroepen voor assistentie bij de verdere afwikkeling van het ongeval (monsternamen, detectie/meten (TNO-PML), advies (BOT-mi)).

De AGS en de stralingsdeskundige niveau 3 weten welke instanties gealarmeerd moeten worden voor het opruimen en afvoeren van de vrijgekomen radioactieve stoffen. Hierbij heeft de (H)OvD meestal de leiding, de AGS geeft (in dit geval dwingend) advies.

In hoofdstuk 5 wordt uitgebreid ingegaan op de veiligheid (inzetduur en afstand ten opzichte van het radioactieve object) van hulpverleners in het stralingsgebied en de persoonlijke bescherming die moet worden gebruikt.

Als er naast radioactieve stoffen ook sprake is van brand, dan moet rekening worden gehouden met een mogelijke besmetting van de gebruikte blusstof(fen). Daarom verdient het aanbeveling om, indien mogelijk, andere blusmiddelen te gebruiken. Is er alleen water beschikbaar, dan mag in dat geval niet meer bluswater gebruikt worden dan strikt noodzakelijk. De gebruikte blusstof moet ingedamd en/of opgevangen worden.

## 2.2 Effectbestrijding

Het ministerie van BZK is systeemverantwoordelijk voor de basisorganisatie van de ongeval- en rampenbestrijding.

Het ministerie van VROM is systeemverantwoordelijk voor de voorbereiding en bestrijding van ongevallen met nucleaire installaties en radioactieve stoffen. Met de voorbereiding en bestrijding van ongevallen met nucleaire installaties en radioactieve stoffen wordt zoveel mogelijk aangesloten op de basisorganisatie van de ongeval- en rampenbestrijding. Radiologische- en kernongevallen worden bestreden zoals alle ongevallen en rampen, met dien verstande dat specifieke zaken zoals speciale kennis, uitrusting, maatregelen enzovoorts, aan de orde zijn. De bestrijding van deze ongevallen is voorbereid in het Nationaal Plan voor de Kernongevallenbestrijding (NPK), waarin tevens de taak van de brandweer is opgenomen.

Ten aanzien van maatregelen zijn in het NPK interventiewaarden vastgesteld aan de hand waarvan besloten kan worden tot evacuatie (preventieve, eerste dag of late evacuatie), schuilen, jodiumprofylaxe en ontsmetting. Deze waarden zijn primair op-

gesteld ten behoeve van grootschalige incidenten en gericht op het voorkomen van acute (deterministische) schade. Indien de schade van het ongeval dit mogelijk maakt, worden verdere maatregelen genomen teneinde tevens schade door late stralingsgebonden effecten te beperken. Hierbij wordt zoveel mogelijk het ALARA-principe gehanteerd (zie hoofdstuk 5).

Bij de effectbestrijding van incidenten met radiologische gevolgen staan de volgende activiteiten centraal:

- waarschuwen
- binnenshuis schuilen (ramen en deuren dicht)
- mechanische ventilatie uitschakelen
- evacuatie
- ontsmetting.

Persoonlijke ontsmetting (van hulpverleners) wordt behandeld in paragraaf 2.3 en collectieve ontsmetting in paragraaf 2.4 van dit hoofdstuk.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de eerste maatregelen ter bescherming van de bevolking. De schadelijke effecten van ioniserende straling op het menselijke lichaam worden besproken in hoofdstuk 2, 'NBC-middelen' en hoofdstuk 7, 'Therapie'.

De effectbestrijding richt zich op het beperken van stralingsgevaar én besmettingsgevaar voor de omgeving. Aan de hand van inschattingen, mallen en voorbereidende criteria, zoveel mogelijk geverifieerd door metingen, zal de brandweer zo spoedig mogelijk een gevaarlijk gebied aangeven waarbinnen de omgeving (eventueel) moet worden ontruimd. Maar ook verder benedenwinds van het directe gevarengedebied af kunnen er beschermende maatregelen nodig zijn, zoals binnenshuis schuilen en het uitschakelen van mechanische ventilatie. Verder kan worden gedacht aan meer indirecte maatregelen, zoals een verbod op de consumptie van gewassen en watervoorraden die aan besmetting zijn blootgesteld.

Omdat een eenmaal besmette persoon zelf straling naar anderen afgeeft of ook anderen met de radioactieve stof kan besmetten, is ontsmetting bij nucleaire/radiologische incidenten een belangrijke methode van effectbestrijding. Hierop gaan we in de volgende twee paragrafen in.

### 2.3 *Persoonlijke ontsmetting*

Ook bij nucleaire/radiologische incidenten heeft persoonlijke (individuele) ontsmetting, ofwel de ontsmetting van hulpverleners en individuele slachtoffers, de hoogste prioriteit.

Brandweermensen worden bij hun inzet in het gevarengedebied beschermd door hun standaard uitrukkleding, chemiepak of NBC-pak en gasmasker met filterbus of adembescherming (zie hoofdstuk 5 en hoofdstuk 8). Zij lopen daarom alleen kans op

uitwendige besmetting van hun kleding. Toch moeten ook zij op besmetting worden gecontroleerd om alle risico's uit te sluiten.

In het gevareng gebied kunnen ook slachtoffers en te hulp gesnelde omstanders besmet raken. Ook zij moeten op besmetting worden gecontroleerd en indien nodig worden ontsmet.

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- uitgangspunten van de ontsmetting
- organisatie van de ontsmetting
- besmettingscontrole
- inwendige ontsmetting
- uitwendige ontsmetting
- ontsmettingscontrole.

#### *Uitgangspunten van de ontsmetting*

Met besmettingbeperkende maatregelen en ontsmetting beoogt men verdere verspreiding van radioactiviteit te beperken en/of te voorkomen, de stralingsdosis van de besmette personen te beperken en verdere inwendige besmetting door inademing van de stof te voorkomen of beperken. Afhankelijk van de aard en omvang van het incident, worden de criteria bepaald door het voorkomen van acute schade (deterministisch) of het voorkomen en/of beperken van late effecten (ALARA-principe).

Om deze beide doelstellingen te bereiken, moeten de hulpverleners in principe zo snel mogelijk na de inzet in het gevareng gebied worden ontsmet en moet daarbij zo veel mogelijk van de besmetting worden verwijderd. Hetzelfde geldt voor slachtoffers en te hulp gesnelde omstanders.

De ontsmetting mag bij voorkeur niet leiden tot verdere verspreiding van de besmetting over de tot dusver nog onbesmette lichaamsdelen. De ontsmettingshandelingen moeten daarom worden gericht op de mogelijk besmette lichaamsdelen. Bij besmetting van slechts een deel van het lichaam (bijvoorbeeld hoofd, hals en handen) is douchen om die reden geen optimale ontsmettingsmethode: dit kan voor een verdere verspreiding van het radioactieve materiaal over het lichaam zorgen. Met de hand wassen (met behulp van een washandje of spons) is hier daarom een betere methode.

De ontsmettingshandelingen mogen verder niet leiden tot verwondingen of beschadigingen van de huid. Komt het op de huid aanwezige radioactieve materiaal in een wondje terecht, dan kan dit een inwendige besmetting veroorzaken, wat altijd voorkomen moet worden.

Het doel is altijd zo te ontsmetten dat zoveel mogelijk radioactief materiaal van het lichaam verwijderd wordt. Toch kan het niveau van de toelaatbare restbesmetting niet altijd worden gehaald. In die gevallen zal een herhaling van de ontsmetting niet tot

betere resultaten leiden. Dit staat in verband met het feit dat de effectiviteit van een ontsmettingshandeling na elke herhaling afneemt. Ook kan in verband met het gevaar van huidbeschadigingen een ontsmettingshandeling niet eindeloos herhaald worden. Overgaan op een agressievere ontsmettingsmethode is om die reden meestal ook geen optie.

#### *Organisatie van de ontsmetting*

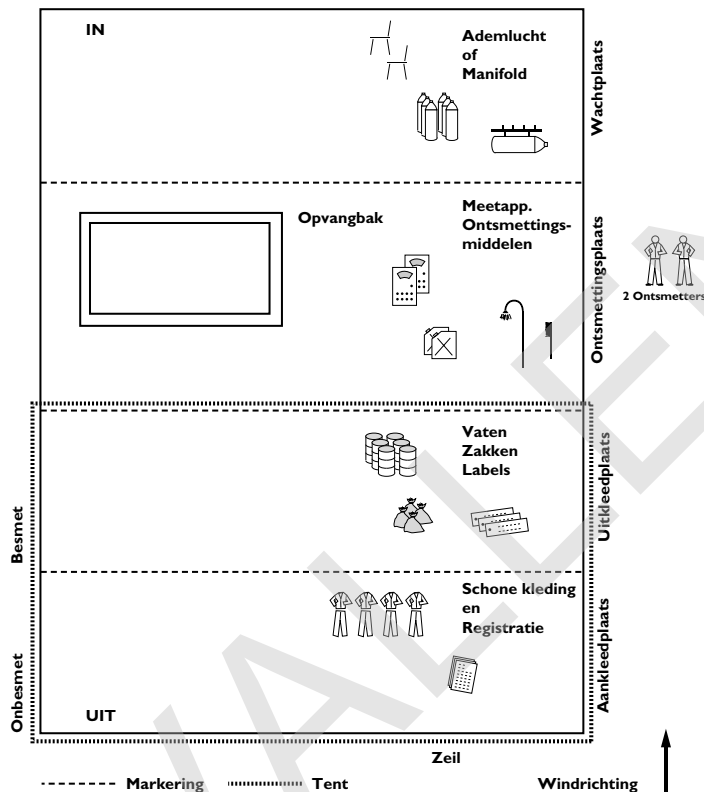
De brandweer beschikt in principe over voldoende kennis en middelen voor de ontsmetting van een klein aantal individuele slachtoffers en eigen personeel. Voor de ontsmetting van het eigen personeel beschikt de brandweer over een decontaminatiecontainer (zie figuur 6.2).



*Figuur 6.2 Decontaminatiecontainer*

Bij de persoonlijke (individuele) ontsmetting past de brandweer de normale procedure ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen toe. Dit houdt onder meer in dat de beslissing over het wel of niet starten van de ontsmettingsprocedure wordt genomen door de Ovd, eventueel op advies van de AGS.

Het ontsmettingsveld (zie figuur 6.3) wordt bovenwinds en op veilige afstand (minimaal 25 meter van de bron) ingericht.



**Figuur 6.3 Ontsmettingsveld**

N.B. De volgorde van ontsmetten en uitkleden zoals die in deze figuur gegeven is, is *alleen van toepassing voor hulpverleners met volledig beschermende kleding*: chemie- of gaspak, of NBC-pak (bij droge ontsmetting), met NBC-masker of adembescherming. In dat geval wordt men met kleding en al ontsmet en wordt pas daarna de kleding uitgetrokken.

Voor alle andere mogelijk besmette personen, die niet over dergelijke persoonlijke beschermingsmiddelen beschikken, geldt dat de eerste stap van ontsmetting juist het uitkleden is en dat deze mensen daarna naakt ontsmet worden.

Voor hen moeten de ontsmettingsplaats en de uitkleedplaats in het hierboven weergegeven ontsmettingsveld dus juist omgekeerd worden.

Waarschijnlijk zal een bevelvoerder als ontsmettingsleider worden aangewezen, die onder verantwoordelijkheid van de AGS opereert. Onder zijn leiding wordt het ontsmettingsveld opgebouwd en de besmettingscontrole en ontsmetting uitgevoerd.

De ontsmettingsleider heeft (in overleg met de AGS) vooral een controlerende taak met betrekking tot:

- het gebruik van reserve-ademlucht/manifold
- het nauwkeurig ontsmetten
- de opvang van ontsmettingsvloeistof

- het opbergen van gebruikte kleding in plastic zakken en afsluitbare vaten (voorzien van labels met daarop de aard en omvang van de besmetting, waaronder, zo mogelijk, de stofnaam)
- de aanwezigheid van voldoende materiaal
- de verzorging van ontsmet personeel.

#### *Besmettingscontrole*

De besmettingscontrole is de eerste stap in de ontsmettingsprocedure. Bij terugkomst bij de opstellijn (zie figuur 6.1) verlaat het personeel via een ontsmettingsveld of ontsmettingsstraat het gevareng gebied. Op die plaats vindt de besmettingscontrole plaats.

Een besmetting met radioactieve stoffen is eenvoudig te meten met de zogenoemde besmettingsmonitor (dosistempometer met besmettingssonde, zie hoofdstuk 4). Let er op dat de besmettingsmonitor zelf niet besmet raakt door deze in aanraking te laten komen met radioactief materiaal.

Een inzet bij een incident met radioactieve stoffen kan voor het personeel psychologisch zeer belastend zijn. Hulpverleners kunnen grote zorgen hebben over de hoeveelheid straling die zij hebben opgelopen. De besmettingscontrole zal hen in de meeste gevallen gerust kunnen stellen. Personeel dat ondanks die controle toch ongerust blijft, kan voor een extra controle naar het ziekenhuis worden gestuurd. (Niet omdat er iets mis is, maar om aan te tonen dat er niets mis is.)

#### *Inwendige ontsmetting*

Van een inwendige besmetting is sprake als radioactieve stofdeeltjes via de ademhaling, spijsvertering of open wonden in het lichaam terechtkomen.

De brandweer is niet toegerust op het uitvoeren van inwendige ontsmettingen. Hiervoor is de bijstand van medische specialisten nodig. Vaak is deze ontsmetting echter niet zinvol en dient men te volstaan met medische begeleiding en symptoombestrijding (zie hoofdstuk 7).

Indien het vervoer van slachtoffers en hulpverleners met inwendige besmettingen naar ziekenhuizen een te groot stralingsgevaar voor de omgeving met zich meebrengt, kan worden besloten om een noodhospitaal bij het ongevalterrein in te richten. De beslissing daartoe wordt genomen door de OvD-G van de Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen (GHOR).

Brandweermensen zijn door hun beschermende kleding en adembescherming in principe volledig beschermd tegen inwendige besmetting (zie hoofdstukken 5 en 8). Voor de hulpverleners van de politie en GHOR ligt dat anders. In principe kunnen deze hulpverleners niet besmet raken, omdat zij een besmet gebied pas na ontsmetting (en na toestemming van de brandweer) mogen betreden. In de praktijk is de politie echter doorgaans als eerste op het ongevalterrein aanwezig. Op dat moment is er nog geen door de brandweer afgezet en gemarkeerd gevareng gebied. Tevens is het mogelijk dat de grenzen tussen veilig en onveilig gebied veranderen ten gevolge van een veranderde

windrichting. Politiemensen, maar ook geneeskundige hulpverleners die eerder dan de brandweer ter plaatse zijn, kunnen daardoor onbewust een besmetting oplopen.

Bij een vermoeden van stralingsgevaar kunnen nog voordat het gevaar door middel van metingen is vastgesteld, direct noodmaatregelen worden genomen om een inwendige besmetting te voorkomen. Deze maatregelen zijn nodig als hulpverleners van de politie of de GHOR direct handelend moeten optreden in het gevareng gebied. Zij kunnen hun ademhalingswegen enigszins beschermen met behulp van een stofmasker.

#### *Uitwendige ontsmetting*

Bij een uitwendige besmetting is sprake van radioactieve stofdeeltjes op huid, haar of kleding. De uitwendige ontsmetting is erop gericht om zoveel mogelijk van deze deeltjes weg te krijgen. Besmette huid, haar, kleding (de beschermende kleding van de hulpverlener) en persoonlijke beschermingsmiddelen (zoals gasmasker, adembescherming, laarzen en handschoenen) moeten daarom na de inzet zo spoedig en grondig mogelijk worden gereinigd (zie ook eerder genoemde uitgangspunten van de ontsmetting).

Bij brandweermensen zal de besmetting vrijwel uitsluitend op de beschermende kleding zitten. Bij slachtoffers en te hulp gesnelde omstanders zit de besmetting behalve op de kleding ook op de huid van hoofd en handen. Hoe schaarser de kleding, hoe groter het gedeelte van de huid dat besmet kan zijn. In het geval van zomerse kleding kunnen ook grote delen van de huid van hals, schouder, armen en benen besmet zijn. Daarnaast kan er soms besmetting van de huid via de kleding plaatsvinden, hoewel de kans daarop klein is.

Een eerste handeling van de ontsmetting betreft het uittrekken van besmette bovenkleding.

Besmette kleding en persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen worden afgeborsteld en afgeklopt. Om een grondige ontsmetting te bereiken moeten deze uitrustingsstukken, zoals het chemiepak, in sommige gevallen ook worden gewassen.

Bij het uittrekken van besmette kleding kunnen er radioactieve stofdeeltjes van de kleding op de huid terechtkomen. In het geval van een zware besmetting moet daarom bij hulpverleners die hun beschermende kleding hebben uitgetrokken, daarna ook de huid op besmetting worden gecontroleerd en zo nodig worden ontsmet. Hun kleding is vóór het uittrekken weliswaar ontsmet, maar er zullen, zeker bij zware besmettingen, altijd radioactieve stofdeeltjes op de kleding achterblijven.

In het geval van een huidbesmetting bevinden de radioactieve deeltjes zich op het lichaam. De betreffende persoon zal daardoor een maximale stralingsdosis van die deeltjes ontvangen.

Besmette lichaamsdelen worden bij voorkeur afgeveegd of gewassen met water en zachte (vloeibare) zeep. Besteed daarbij speciale aandacht aan die delen van de huid

die tijdens het ontstaan van de besmetting niet door kleding bedekt waren en aan plaatsen waar de radioactieve stofdeeltjes gemakkelijk blijven zitten, zoals haren, oorschelpen, nagels en huidplooiën. Bij ernstige besmetting zou men zich kunnen kaal-scheren.

#### *Ontsmettingscontrole*

Nadat iemand is ontsmet, moet worden gecontroleerd of de aanvankelijke besmetting inderdaad is weggenomen. Niet alle radioactieve stofdeeltjes zullen bij de ontsmetting van de kleding en/of huid zijn verwijderd, maar dat hoeft geen probleem te zijn als de stralingsdosis die de persoon na de ontsmetting uitzendt onder een kritische waarde, die onder meer van de soort radionuclide afhankelijk is, ligt. De ontsmettingscontrole is bedoeld om dit vast te stellen. Blijkt uit deze controle dat de persoon nog steeds een te hoge dosis straling uitzendt, dan zal hij opnieuw ontsmet moeten worden.

Bij de ontsmettingscontrole wordt dezelfde meetapparatuur gebruikt als bij de besmettingscontrole (een dosistempometer met besmettingssonde). Bij een negatief meetresultaat (dat wil zeggen, straling onder de kritische waarde) kan de persoon ontsmet worden verklaard. De ontsmetting kan dan worden afgerond met het invullen van het 'registratieformulier ontsmetting' (zie figuur 6.4). Op dit formulier noteert de ontsmettingsleider (de bevelvoerder van het ontsmettingsteam) onder andere de aard en de dosis van de besmetting, de gebruikte ontsmettingsmiddelen en de toegepaste ontsmettingsmethode.

#### *2.4 Collectieve ontsmetting*

Collectieve ontsmetting betreft de ontsmetting van grotere aantallen hulpverleners en slachtoffers in het gevarengedebied en/of burgers in het effectgebied. Aan het eind van dit hoofdstuk (bijlage) is een protocol voor grootschalige ontsmetting, opgesteld door het ministerie van BZK, toegevoegd.

Bij grootschalige nucleaire/radiologische incidenten kunnen er veel besmettingen onder de minder goed beschermde geneeskundige hulpverleners optreden. Deze besmette hulpverleners kunnen er net zo slecht aan toe zijn als de andere slachtoffers. Alle levensreddende handelingen ten aanzien van deze besmette slachtoffers moeten ter plaatse uitgevoerd worden. Het uitgangspunt hierbij is dat, om uitbreiding van de besmetting te voorkomen, niemand besmet wordt overgedragen aan de GHOR.

Een probleem bij grootschalige incidenten is dat veel besmette mensen uit eigen beweging naar het ziekenhuis zullen gaan. Op deze wijze kunnen zij ook anderen besmetten.

In het effectgebied besmette burgers zijn in eerste instantie aangewezen op zelfontsmetting.


De eerste en belangrijkste stap in de ontsmetting is het verwijderen van besmette kleding.

Vervolgens zal de blootgestelde personen worden geadviseerd om zich grondig te wassen met water en zachte (vloeibare) zeep. Dit advies kan in principe altijd worden



gegeven wanneer een besmetting van burgers in het effectgebied wordt vermoed. Al deze burgers kunnen immers onmogelijk direct op besmetting worden gecontroleerd. Een dergelijk advies zal dan ook onderdeel uitmaken van de maatregelen ter bescherming van de bevolking (zie ook paragraaf 2.2).

Bij evacuatie zullen de evacués eventueel moeten worden opgevangen in een groot complex zoals een sporthal, zodat zaken als registratie en besmettingscontrole goed geregeld kunnen worden (zie tevens de bijlage over de ontsmetting van grote groepen personen, aan het eind van dit hoofdstuk).

Registratieformulier ontsmetting		
Naam ontsmette persoon _____	Korps _____	
Tijdsduur inzet in _____	Datum _____	
Beschermende kleding _____	Uitruknr. _____	
Ongevalsbeschrijving _____		
<b>VERMOEDELIJKE BESMETTING</b>		
Chemisch	Stofnaam _____	<input type="radio"/> Vaste Stof
	UN-nummer _____	<input type="radio"/> Vloeistof
		<input type="radio"/> Gas
	Bijzonderheden _____	
Radioactief	Stofnaam _____	<input type="radio"/> Vaste Stof
	Stralingsdosis _____	<input type="radio"/> Vloeistof
		<input type="radio"/> Gas
Biologisch	Omschrijving _____	
Beschermende kleding (ontsmette persoon)	<input type="radio"/> Gaspak → nr. _____	
	<input type="radio"/> Chemicaliëoverall → nr. _____	
	<input type="radio"/> Uitrukkleding → kledingnr. _____	
	<input type="radio"/> NBC pak → _____	
Adembescherming (ontsmette persoon)	<input type="radio"/> Ademlucht	
	<input type="radio"/> Filterbus	
Beschermende kleding (ontsmetter)	<input type="radio"/> Chemicaliëoverall → nr. _____	
	<input type="radio"/> Uitrukkleding → kledingnr. _____	
Adembescherming (ontsmetter)	<input type="radio"/> Ademlucht	
	<input type="radio"/> Filterbus	
Ontsmetingsmiddelen	_____	
Ontsmetingsmethode	_____	
Bijzonderheden	_____	
	_____	
Naam ontsmettingsleider _____	Paraaf _____	
Na invullen:	Afschrift administratie (t.b.v. personeelsdossier)	
	Afschrift technische dienst (t.b.v. kledingregistratie)	

Figuur 6.4 Voorbeeld van een registratieformulier ontsmetting

### 3. Bestrijding van incidenten met biologische middelen

Bij incidenten met biologische middelen gaat het om de al dan niet opzettelijke verspreiding van ziektekiemen zoals bacteriën, virussen en schimmels. Voorbeelden hiervan zijn de veroorzakers van miltvuur (veroorzaakt door *Bacillus anthracis*) en pokken. Zie ook hoofdstuk 2.

Terroristen kunnen ziektekiemen opzettelijk verspreiden via bijvoorbeeld sprei- vliegtuigen, ventilatiesystemen in gebouwen, pakjes, brieven, flessen, spuitbussen, verwaaien vanaf gebouwen, voedsel- en drinkwatervoorraden en dieren (zoals vee, insecten en ratten) etcetera. Het bekendste voorbeeld van een biologische aanslag is de verspreiding van enveloppen met sporen van *Bacillus anthracis* (in poedervorm), de zogeheten antraxbrieven of poederbrieven.

Biologische incidenten hebben de volgende kenmerken:

- Inhalatie is de belangrijkste oorzaak van besmettingsgevaar.
- De reactie (ziektesymptomen) kan in verband met de incubatietijd lang op zich laten wachten.
- Acute ontsmetting is meestal niet nodig, maar is, als de besmetting direct wordt geconstateerd, natuurlijk wel aan te raden om verspreiding van de besmetting te voorkomen.
- Directe snelle detectie en identificatie van de stof is meestal niet mogelijk.

Bij biologische incidenten heeft de brandweer alleen een taak als er bronbestrijding en/of een facilitaire en ondersteunende taak ten aanzien van informatievoorziening en dergelijke, nodig is. Het kan zijn dat een biologische aanslag pas na dagen, wanneer er ziektegevallen ontstaan, wordt geconstateerd; in dat geval is er geen sprake van een duidelijke concrete bron.

Bij biologische incidenten is de effectbestrijding primair een taak van de GHOR en aanverwante medische diensten, zoals praktijken van huisartsen en ziekenhuizen. Afhankelijk van de aard van de te verrichten handelingen en de daarbij benodigde midde- len kan de brandweer hierbij wel om bijstand worden gevraagd.

#### 3.1 Bronbestrijding

Bij biologische incidenten is bronbestrijding nodig in die gevallen waarin een verdacht pakketje of een verdachte situatie wordt aangetroffen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de ontdekking van een brief met een verdacht poeder.

Het is mogelijk een verdeling te maken in kleinschalige en grootschalige incidenten. Oorlogsdreiging zal vaak grootschalig zijn, terwijl terroristische aanslagen voor het merendeel onder kleinschalig zullen vallen. Het betreft dan vaak een kleinschalige 'bedreiging of het vermoeden van'.

Mogelijke scenario's zijn:

- kleinschalig, vermoeden van bedreiging, brieven, pakjes, flesjes, etcetera
- grootschalig, vaak duidelijk merkbaar, vliegtuigen, explosies, etcetera

- schijnbaar natuurlijke oorzaken, soms onmerkbaar
- sabotage, soms merkbaar, vaak niet.

Voor een terroristische aanslag met biologische strijdmiddelen kunnen de volgende aanwijzingen zijn:

- een door laagliggende vliegtuigen verspreide nevel
- exploderende munitie met geringe explosieve lading en zonder direct waarneembaar effect
- munitierestanten
- de plotselinge verschijning van zwermen insecten, bijvoorbeeld na het overkomen van een vliegtuig
- een onverklaarbaar groot aantal zieken met dezelfde verschijnselen
- geleiachtige stoffen in grote hoeveelheden of in druppelvorm op verdachte plaatsen
- vreemde verschijnselen in de natuur, zoals afwijkend gedrag van dieren.

Wanneer de brandweer naar aanleiding van een verdachte situatie wordt gealarmeerd en er wordt vermoed dat het een biologisch incident betreft, moet deze direct de omgeving van het pakketje, het voorval of de situatie door de politie laten afzetten.

Via het NCC moet specifieke deskundigheid opgeroepen worden voor monsternamen en identificatie van het biologische agens (RIVM), en advisering ten aanzien van de verdere afwikkeling van het incident (BOT-mi).

De bronbestrijding richt zich op besmettingbeperkende maatregelen zoals isolatie van de agentia en/of stabilisatie van de situatie.

Verdachte pakketjes, zoals brieven met een poeder, moeten zo snel mogelijk worden geïsoleerd van de omgeving en wanneer mogelijk ook direct worden geneutraliseerd. In relatie tot antrax geldt een bijzonder protocol, met richtlijnen hoe om te gaan met mogelijk met *Bacillus anthracis* besmette pakketten/enveloppen (bijlage in het 'NBC-protocol hulpverleners' van het ministerie van BZK).

Bij de ontdekking van verdachte pakjes, brieven en dergelijke, of verdachte ziektegevallen in gebouwen, zal zo snel mogelijk het ventilatiesysteem worden uitgeschakeld en worden overgegaan tot ontruiming. Hierbij moet wel eerst worden vastgesteld of de zieken ook naar buiten mogen, of dat deze om verdere verspreiding van de ziekte te voorkomen binnen moeten blijven. Misschien moet zelfs worden besloten tot het in quarantaine stellen van alle in het gebouw aanwezige personen. Tot dergelijke maatregelen zal alléén na inwinnen van professioneel medisch/infectiologisch advies, op aanbeveling van de GHOR worden overgegaan.

De brandweer kan materialen die mogelijk besmet zijn met ziektekiemen, ontsmetten door de ziektekiemen onschadelijk te maken (neutraliseren) met chloorbleekmiddelen (bijvoorbeeld 0,5% natriumhypochlorietoplossing) of formaldehyde. Het is aan te bevelen om, als dat mogelijk is, alleen de buitenkant van een verdacht pakje te behandelen met deze middelen, om te voorkomen dat de latere identificatie van het biologische agens door de behandeling onmogelijk gemaakt wordt.

Na de chloorbehandeling kan de stof of het pakketje (de biologische bron) worden in-

gesloten in een (overmaats) vat. Vervolgens wordt het vat voor nader onderzoek van de biologische bron (detectie en identificatie) naar een onderzoeksinstituut gebracht (bijvoorbeeld CDC-Lelystad).

Wanneer de bron een besmette persoon betreft, kan de GHOR adviseren om deze persoon te isoleren (bijvoorbeeld in een afgesloten ruimte van het gebouw).

Hoofdstuk 5 gaat in op de bescherming van de hulpverlener tegen besmetting met biologische agentia (zie ook hoofdstuk 8). Om beschermd te zijn tegen inhalatie van ziektekiemen zullen de hulpverleners bij het optreden minimaal een filtermasker moeten dragen.

### 3.2 *Effectbestrijding*

Bij biologische incidenten is de effectbestrijding primair een taak van de GHOR en aanverwante medische diensten, zoals huisartsen en ziekenhuizen.

Overigens zal de detectie van ziektekiemen in de meeste gevallen ook in het medische circuit plaatsvinden. Denk hierbij aan huisartsen die in een bepaalde stad of regio in korte tijd met een groot aantal vergelijkbare ziektegevallen worden geconfronteerd.

Voor de aanpak van de uitbraak van infectieziekten is de Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding (LCI) beschikbaar. Deze beheert de behandelprotocollen voor de bestrijding van infectieziekten; tevens wordt gewerkt aan protocollen voor bioterrorisme-agentia. De behandelprotocollen beschrijven in detail welke activiteiten de gezondheidszorg moet ondernemen om een (verergering van een) epidemie te voorkomen ([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)).

De in het kader van de effectbestrijding te nemen maatregelen hangen nogal af van de aard van het biologische agens en de manier en de omvang van de verspreiding. Bij verspreiding via de voedselketen kan het bijvoorbeeld nodig geacht worden om voedselvoorraden terug te halen uit de winkels en deze vervolgens te vernietigen. Bij verspreiding via drinkwatervoorzieningen kan tijdelijke afsluiting van waterleidingen nodig zijn, omdat het water en de desbetreffende leidingen eerst gezuiverd moet worden.

Wanneer mensen eenmaal zijn besmet met een virus of bacterie, kan de verspreiding van de ziekte meestal alleen worden beperkt door maatregelen zoals preventieve vaccinatie (immunoprofylaxe), chemoprofylaxe of quarantaine. Op profylaxe wordt in hoofdstuk 5 uitgebreid ingegaan.

### 3.3 *Persoonlijke ontsmetting*

De organisatie van de ontsmetting van mensen met biologische besmettingen is weliswaar een brandweertaak, maar het moge duidelijk zijn dat bij de uitvoering de medische diensten een belangrijke rol spelen.

Bij besmetting met een biologisch agens is goed wassen met water en zeep, met extra aandacht voor huidplooiën en dergelijke, meestal voldoende. Het is zaak grondig te ontsmetten: controle van de ontsmetting is niet mogelijk.

De brandweer zal na een inzet bij een biologisch incident deze ontsmettingsmethode ook altijd op het eigen personeel toepassen, waarbij in de meeste gevallen kan worden volstaan met het reinigen van het chemie- of NBC-pak of de uitrukkleding.

Overigens zijn ook hier vergelijkbare 'uitgangspunten van de ontsmetting', zoals besproken voor ontsmetting bij nucleaire/radiologische incidenten (paragraaf 2.3 van dit hoofdstuk), van toepassing.

- het doel is de omvang van de besmetting zoveel mogelijk te beperken
- de ontsmetting mag niet leiden tot besmetting van tot dusver onbesmette lichaamsdelen
- de ontsmetting mag niet leiden tot beschadiging van de huid.

Biologisch besmette kleren en beschermingsmiddelen kunnen worden ontsmet met behulp van bijvoorbeeld een oplossing van natriumhypochloriet (chloorbleekloog), formaldehyde, speciale desinfectiemiddelen of door autoclaveren. Het gaat hier om grondige ontsmettingsmethoden waar de brandweer op de plaats van het incident meestal niet aan toekomt. Daarom moeten biologisch besmette kleren en beschermingsmiddelen geïsoleerd worden verpakt (in dubbel plastic) en opgeborgen, zodat ze op een later tijdstip alsnog veilig kunnen worden ontsmet, dan wel worden opgeruimd (bijvoorbeeld worden verbrand bij een afvalverwerkend bedrijf).

### 3.4 Collectieve ontsmetting

Raken er als gevolg van een biologisch incident grote aantallen burgers besmet, dan zal dat in de meeste gevallen om een inwendige besmetting via inhalatie van verontreinigde lucht of inname van verontreinigd voedsel of drank gaan.

Inwendige ontsmetting van biologisch besmette personen betreft feitelijk de specialistische medische behandeling van patiënten en is als zodanig geen taak van repressieve hulpverleningsdiensten.

Hoofdstuk 7 gaat in op medische behandeling bij biologische incidenten.

Vernietiging van aan ziektekiemen blootgestelde levensmiddelen, desinfectie van drinkwater met bijvoorbeeld chloor of door koken, en bestrijding van besmette insecten kunnen ook worden opgevat als vormen van collectieve ontsmetting. Het betreft hier immers maatregelen om verspreiding van de ziekte (nieuwe besmettingen) onder de bevolking te voorkomen of beperken.



Figuur 6.5 Ontsmetting van eigen hulpverleners

#### 4. Bestrijding van incidenten met chemische middelen

In het dagelijkse leven worden tal van chemische middelen gebruikt. Denk hierbij aan schoonmaakmiddelen en cosmetica. Om de productie, de verkoop en het gebruik van al deze middelen mogelijk te maken, worden er grote hoeveelheden chemische stoffen verwerkt in de industrie en vervoerd in het verkeer. Daarbij gaat er regelmatig wat mis. De brandweer is met behulp van de organisatie van de Ongevalbestrijding Gevaarlijke Stoffen (OGS) op dit risico voorbereid en heeft inmiddels ook een ruime ervaring op het gebied van repressieve inzet opgebouwd. Om die reden is de brandweer in principe beter voorbereid op incidenten met chemische middelen dan op incidenten met (nucleaire en) biologische middelen.

Ook hier weer zien we een mogelijke verdeling in drie scenario's:

- reguliere OGS
- OGS door sabotage
- inzet als gevolg van het gebruik van strijdgassen.

Relevant is of hierbij persistente of niet-persistente strijdmiddelen betrokken zijn.

In het eerste geval bestaan de maatregelen vooral uit besmettingsbeperking en ontsmetting. In het tweede geval ligt de concentratie vooral op kortdurende blootstelling aan gas en voorkomen van inademing.

In deze paragraaf wordt ervan uitgegaan dat de OGS-organisatie van de brandweer bij chemische aanslagen op dezelfde wijze functioneert als bij 'normale' chemische incidenten. Immers, bij elk chemisch incident, of het nu om een transportongeval of een aanslag gaat, zal de brandweer volgens de procedure ongevalbestrijding gevaarlijke

stoffen (OGS-procedure) te werk gaan. In het kader van deze procedure moet elke brandwacht als chemiepakdrager kunnen worden ingezet en kunnen daarnaast gespecialiseerde (regionale) gaspakkenteams worden ingeschakeld. Bij chemische aanslagen kunnen de concrete werkwijze en de daarbij gebruikte middelen zowel bij bronbestrijding, effectbestrijding als bij ontsmetting echter op onderdelen verschillen van de aanpak bij 'normale' incidenten.

De normale OGS-procedure wordt in deze paragraaf in de context van aanslagen met chemische strijdmiddelen geplaatst. Het betreft dan vooral de procedure zoals de brandweer die toepast bij incidenten met:

- giftige gassen (stofklasse 2.3)
- giftige vaste stoffen (stofklasse 6.1)
- giftige vloeibare stoffen (stofklasse 6.1)
- bijtende stoffen (stofklasse 8).

Chemische strijdmiddelen kunnen als volgt worden ingedeeld (zie ook hoofdstuk 2):

- zenuwblokkerende middelen (zenuwgassen, o.a. sarin)
- blaartrekkende middelen (o.a. mosterdgas)
- verstikkende/longbeschadigende middelen (o.a. fosgeen)
- celvergiftigende middelen (o.a. waterstofcyanide)
- incapaciterende middelen (o.a. traangassen zoals CS en CN).

Voor het brandweeroptreden is vooral het onderscheid tussen *persistente* en *niet-persistente* chemische strijdmiddelen van belang. Persistente chemische strijdmiddelen, zoals blaartrekkende middelen en zenuwblokkerende middelen, verdampen onder normale temperatuur en druk slechts zeer langzaam. Niet-persistente chemische strijdmiddelen, zoals incapaciterende en verstikkende middelen, verdampen onder normale temperatuur en druk snel.

Bij de behandeling, hierna, van bronbestrijding, effectbestrijding, persoonlijke ontsmetting en collectieve ontsmetting zal waar nodig op de indeling van chemische strijdmiddelen en het onderscheid tussen persistente en niet-persistente chemische strijdmiddelen worden teruggegrepen.

#### 4.1 Bronbestrijding

Bij incidenten met chemische strijdmiddelen gaat het om chemische stoffen of mengsels van chemische stoffen die als gas, damp, vloeistof, vaste stof, nevel of rook (opzettelijk) worden verspreid en al in kleine hoeveelheden (snel) schadelijk kunnen inwerken op mens en dier.

#### Kenmerken van een aanslag

Een aanslag met chemische strijdmiddelen kan de volgende kenmerken hebben:

- besmetting van een groot aantal mensen in het (benedenwindse) effectgebied
- inademing en opname via de huid zijn de belangrijkste oorzaken van besmetting
- veel slachtoffers zonder uiterlijk letsel, ook onder de hulpverleners

- dode planten en dieren
- mogelijke symptomen van slachtoffers zijn:
  - spontaan neervallen
  - veel speeksel
  - spontane ontlasting
  - rode huid
  - huidblaren
  - ademhalingsmoeilijkheden.
- ongewone geuren:
  - fruitig
  - kamfer
  - zwavel
  - knoflook
  - gebrande amandelen.
- (vreemd) gekleurde rook(pluimen) en wolken.

#### *Prioriteiten en volgorde van activiteiten*

Redding en stabilisatie hebben bij elk incident met gevaarlijke stoffen de prioriteit. Bij een incident met chemische strijdmiddelen worden deze prioriteiten in de volgorde van de activiteiten vertaald:

#### *1. Gevaarherkenning*

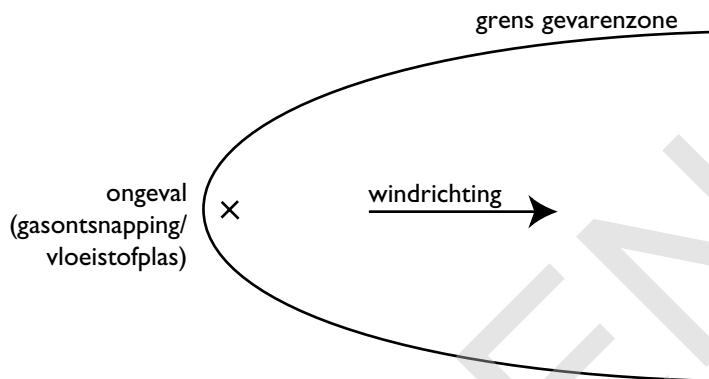
Een directe detectie, kwantificering en identificatie van de betrokken stof(fen) is meestal niet mogelijk. Op basis van de symptomen van slachtoffers en eventuele andere kenmerken, zoals geuren en kleuren, zal zo snel mogelijk moeten worden vastgesteld of het om een (persistent of niet-persistent) chemisch strijdmiddel gaat en zo ja, welk type strijdmiddel het waarschijnlijk betreft. Zijn er bijvoorbeeld veel slachtoffers met huidblaren, dan kan worden geconstateerd dat het om een blaartrekkende stof gaat en dat deze stof waarschijnlijk persistent is.

#### *2. Afzetten van het onveilige gebied*

Omdat de aard van de betrokken stof meestal niet direct bekend zal zijn, moet (voorlopig) een veilige bovenwindse afstand van 100 meter tot, indien aanwezig, de zichtbare grens van het ongeval aangehouden worden. Deze geldt tevens als de grens van het gevarengedebied en wordt gevormd door de rand van de vloeistofplas of (vaak onzichtbare) gaswolk (zie figuur 6.6). Binnen deze straal mogen alleen hulpverleners komen, die beschermd zijn met een geschikt gaspak (in combinatie met adembescherming).

Wanneer later meer bekend wordt over de aard van de stof, kan mogelijk met behulp van gasmeetbuisjes en de E-CAM ('enhanced chemical agent monitor' voor detectie van zenuwgas en blaartrekkende middelen, is aanwezig bij de eerdergenoemde NBC-steunpuntregio's) een nieuwe, meer nauwkeurige, veiligheidsafstand worden bepaald. Zie ook hoofdstukken 4 en 8.





**Figuur 6.6** De grens van het incident/ongeval bij een gaswolk

(gevaarszone = gevaarsgebied)

Het benedenwindse deel van het onveilige gebied wordt gevormd door het brongebied en het effectgebied. Het bepalen van het effectgebied maakt onderdeel uit van de effectbestrijding en wordt in paragraaf 4.2 besproken.

Van belang is wel de constatering dat hulpverleners soms in het gevaarsgebied moeten komen, omdat er slachtoffers benedenwinds van de plaats van het incident (de bron) kunnen liggen. Met adequate bescherming (geschikt gaspak of chemiepak met adembescherming; in een later stadium eventueel een geschikt chemiepak of NBC-pak met gasmasker en filterbus) is een inzet in het gevaarsgebied verantwoord. Het onveilige gebied zal (met uitzondering van het effectgebied) zo snel mogelijk moeten worden afgezet en ontruimd, waarna overgegaan kan worden tot de inzet van hulpverleners in dat gebied.

### 3. Alarmeren van specifieke deskundigheid

Bij het vermoeden van de betrokkenheid van strijdmiddelen, dus van een chemische aanslag, moet het Nationaal Coördinatie Centrum (NCC) altijd worden ingelicht. Wanneer de betrokken gevaarlijke stof niet direct kan worden geïdentificeerd, moeten via het NCC deskundigen worden gealarmeerd voor monsternamen, detectie en identificatie van de chemische stof (TNO-PML) en voor advisering bij de verdere afwikkeling van het incident (BOT-mi).

### 4. Maken van een bovenwindse ontsmettingsplaats

In het onveilige (besmette) gebied aanwezige hulpverleners en slachtoffers moeten binnen dat gebied worden ontsmet, alvorens zij de grens met het veilige gebied passeren. Met deze procedure wordt onnodige verspreiding van de besmetting voorkomen. Om deze reden moet de ontsmettingsplaats in het onveilige gebied, maar wel zo dicht mogelijk tegen de grens met het veilige gebied (om onnodige blootstelling aan het agens te voorkomen) worden ingericht.

Personen die met een chemisch agens besmet zijn geraakt, moeten direct worden ontsmet, om de schadelijke gevolgen van de besmetting zoveel mogelijk te beperken en om te voorkomen dat het agens verder verspreid wordt. Zie ook paragraaf 4.3, 'Individuele ontsmetting'.

Als alle stabilisatiemaatregelen zijn uitgevoerd en er geen enkel slachtoffer meer in het onveilige gebied aanwezig is, moeten ook de in het besmette gebied ingezette hulpverleners zelf worden ontsmet. Zie paragraaf 4.3.

#### 5. Redden van slachtoffers

Nadat de ontsmettingsplaats is ingericht kunnen de hulpverleners slachtoffers uit het besmette gebied gaan halen en naar de ontsmettingsplaats brengen. Het inrichten van de ontsmettingsplaats en het redden van slachtoffers zal in verband met de vereiste spoed gelijktijdig moeten gebeuren. Verderop in deze paragraaf (4.1.1) wordt uitgebreider ingegaan op het redden van slachtoffers.

#### 6. Stabilisatiemaatregelen

Met stabilisatiemaatregelen worden hier alle maatregelen bedoeld waarmee het vrijkomen en/of de verspreiding van de betrokken stof(fen) zoveel mogelijk wordt voorkomen of beperkt. Denk hierbij aan het opruimen van vaste stoffen (poeders), het neutraliseren van een vloeistofplas en het neerslaan van een gaswolk. Persistente chemische strijdmiddelen zullen bijvoorbeeld lang in de vorm van vloeistoffen blijven liggen, niet-persistente strijdmiddelen verdampen snel tot een gaswolk of vormen bij het vrijkomen ervan al direct een nevel. Hierop wordt later in deze paragraaf (4.1.2) uitgebreider ingegaan.

##### 4.1.1 Redding

Bij een aanslag met chemische middelen wordt er in principe alleen opgetreden in een geschikt gaspak, zoals eerder in deze paragraaf is gesteld (in een later stadium, als de aard van de stof bekend is, kan eventueel in een NBC-pak of een geschikt chemiepak worden opgetreden). Ten behoeve van een snelle redding van slachtoffers door de eerst aankomende eenheid zal echter soms van deze regel moeten worden afgeweken.

Het is aan de bevelvoerder van de eerste eenheid ter plaatse om te beoordelen of hij zijn mensen een redding in chemiepak of NBC-pak kan laten uitvoeren. Vanaf het moment dat de OVD ter plaatse is, is het de verantwoordelijkheid van de OVD om, in overleg met de AGS, al of niet deze beslissing te nemen.

Altijd blijft overeind staan dat een redding alleen wordt uitgevoerd als dit met het oog op de veiligheid van de hulpverleners én het nuttige effect ten aanzien van de redding verantwoord is.

Op deze materie (de persoonlijke veiligheid en bescherming van de hulpverleners bij een spoedeisende inzet in chemiepak of NBC-pak) wordt in hoofdstuk 5 uitgebreid ingegaan.

Geredde en ontsmette slachtoffers zullen bij de opstellijn overgedragen worden aan de GHOR. De GHOR moet weten of het slachtoffer in aanraking is gekomen met de giftige stof en, indien mogelijk, wat de naam en het gevaar van deze stof is.

Het vervoeren van een besmet slachtoffer in de ambulance levert problemen op. De ambulance en het ambulancepersoneel kunnen immers besmet raken. Daarnaast kan de giftige stof verdampen, waardoor er in de ambulance een gevaarlijke dampconcentratie ontstaat. In principe wordt een slachtoffer pas na ontsmetting aan de GHOR overgedragen. Dit alles vraagt om een goede informatie-uitwisseling tussen bevelvoerder en GHOR.

Het ambulancepersoneel, dat in het rampgebied moet werken, kan als extra bescherming gebruik maken van beschermende kleding (coverall, een wegwercoverall die over de kleding kan worden gedragen, en een filtermasker). Het is eventueel ook mogelijk de coverall te gebruiken voor isolatie van de patiënt tijdens het vervoer.

De brandweer kan op aanwijzing van de GHOR een ontsmetting verrichten, dat wil zeggen: de besmette kleding verwijderen en het slachtoffer met water en zeep wassen en afspoelen.

Een aanvullende mogelijkheid om verspreiding van het chemische agens te voorkomen, is het slachtoffer bijvoorbeeld in plastic te wikkelen. Dit zou een tijdelijke oplossing kunnen zijn wanneer een slachtoffer voor de ontsmetting naar een andere locatie moet worden vervoerd. Overigens is het zaak bij besmetting met een chemisch agens zo snel mogelijk te ontsmetten.

Het voorkomen van verdere verspreiding van de stof is altijd een aandachtspunt bij de ontsmetting.

Voorgaande opmerkingen over ontsmetting van het slachtoffer zijn vooral van toepassing in situaties met zwaar gewonde slachtoffers en/of in gevallen waarin er nog geen ontsmettingsplaats is ingericht. Zie voor andere (minder spoedeisende) situaties paragraaf 4.3.

#### 4.1.2 Stabilisatie

De mogelijkheden om het vrijkomen en/of de verdere verspreiding van de stof te beperken, ofwel het incident te stabiliseren, hangen sterk af van de mate waarin de bron is te lokaliseren en in te dammen.

Bij incidenten met chemische strijdmiddelen hangen de mogelijkheden tot lokalisatie en indamming af van:

- de methode van verspreiding
- de aard van het agens (persistent of niet-persistent)
- de weersomstandigheden.

Een aanslag met chemische strijdmiddelen kan globaal op twee manieren plaatsvinden:

1. De eerste methode betreft het sproeien van het strijdmiddel, zonder gebruik te maken van projectielen. Dit kan actief, bijvoorbeeld met behulp van een sproei-vliegtuig of spuitfles, of passief, bijvoorbeeld door het opendraaien of leksteken van een fles met chemische strijdmiddelen. Deze methode is uiteraard beperkt tot vloeibare chemische strijdmiddelen, zoals blaartrekkende middelen.
2. De tweede methode betreft de verspreiding van strijdmiddelen met behulp van projectielen, zoals bommen, granaten en dergelijke. Terroristen zullen veelal gebruik maken van geïmproviseerde methoden tot verspreiding. Gedacht moet worden aan:
  - spuitbussen
  - plastic zakken, rubberen ballonnen
  - (glazen) flessen
  - kartonnen pakjes
  - allerlei (breekbare) verpakkingsmaterialen.

Bij toepassing van de sproeimethode daalt het chemische strijdmiddel in de vorm van druppels langzaam naar beneden, terwijl de druppels tegelijkertijd door de wind worden verspreid. De grootte van het besmette oppervlak en de dichtheid van de besmetting zijn bij deze methode onder andere afhankelijk van de hoogte waarop het strijdmiddel wordt geloosd en van de windkracht en -richting. In principe kan met deze methode een vrij groot oppervlak worden besmet.

Bij het gebruik van projectielen kan, afhankelijk van de omvang van het gebruikte projectiel, een grote hoeveelheid van een chemisch strijdmiddel op een klein oppervlak terecht komen. Behalve een explosieve of pyrotechnische lading die voor de ontploffing van het projectiel moet zorgen, bevat het projectiel ook een lading strijdmiddel die als gevolg van de ontploffing vrijkomt. Deze methode kan worden gebruikt om niet-persistente strijdmiddelen, zoals verstikkende gassen en G-zenuwgassen, te verspreiden.

Lokalisatie en indamming van de bron zullen bij verspreiding door sproeien moeilijker zijn dan na een explosieve afgifte van chemische strijdmiddelen, omdat de oppervlakte waarop het middel terecht is gekomen in het eerste geval meestal veel groter zal zijn.

Ook de aard van het middel is van invloed op de mogelijkheden voor lokalisatie en indamming.

Persistente chemische strijdmiddelen zoals mosterdgas zullen onder gemiddelde weersomstandigheden niet snel verdampen. Ze kunnen daarom gedurende lange tijd op de plaats van verspreiding gevaar opleveren. Op die plaats zijn ze daarom ook gemakkelijker te lokaliseren en in te dammen; er kan sprake zijn van een vloeistofplas die langzaam verdampt en daardoor uren of dagen blijft liggen. Hoe sneller de plas wordt opgeruimd, hoe beter de verspreiding van de stof via verdamping wordt beperkt. Sommige chemische strijdmiddelen zijn zelfs zo persistent dat de mate van verdamping vrijwel te verwaarlozen is. Alleen contact met de vloeistof levert dan een besmetting op; de kans op besmetting via inademing van de damp is in dat geval klein.

Niet-persistente chemische strijdmiddelen, zoals traangas, verdampen relatief snel en zijn daarom op de plaats van verspreiding minder dan ongeveer een half uur gevaarlijk. Het gaat hierbij om gasvormige of snel verdampende vloeibare middelen, of om vloeibare of vaste stoffen die bij verspreiding zo fijn worden verdeeld dat ze zich als niet-persistent (vluchtig) gaan gedragen. Poeders of vloeistoffen kunnen immers in de vorm van een aërosol of nevel (damp) worden verspreid; denk hierbij aan de sproei-methode.

Niet-persistente chemische strijdmiddelen zijn vaak moeilijk in te dammen, omdat de damp zich door de wind verspreidt. De kans op besmetting via (huid)contact is klein.

Weersomstandigheden zoals de windrichting, de windsnelheid, neerslag en temperatuur zijn van invloed op de snelheid waarmee dampen en gassen zich verdunnen en verspreiden. Hierop wordt in paragraaf 4.2 teruggekomen. Chemische strijdmiddelen die bij een zwakke wind of windstilte worden verspreid, zullen laag bij de grond blijven hangen en daardoor makkelijker zijn in te dammen (neer te slaan) dan strijdmiddelen die bij een matige tot harde wind worden verspreid.

De mogelijkheden om een chemisch strijdmiddel te lokaliseren en in te dammen hangen dus af van verschillende factoren. In principe is het echter mogelijk om een eenmaal gelokaliseerde hoeveelheid poeder, vloeistof of gas op te ruimen en/of in te dammen c.q. af te dekken.

Door dit te doen wordt de verdere verspreiding van het middel beperkt en het incident gestabiliseerd. In dit verband wordt hierna op de volgende stabilisatiemaatregelen ingegaan:

- het opruimen van vaste stoffen (poeders)
- het indammen en opruimen van een vloeistofplas
- het neerslaan/afdekken van een damp of gaswolk.

#### *Het opruimen van vaste stoffen (poeders)*

Stel dat er bij een chemische aanslag een giftig poeder wordt verspreid dat in een bepaald gebied terechtkomt. Bij een zeer dunne verstuiwing van het poeder zal het nauwelijks mogelijk zijn om het poeder op de grond te lokaliseren en op te ruimen. Maar overal waar er relatief grotere hoeveelheden van dit poeder terechtkomen, zal de brandweer de bron moeten bestrijden door het poeder op te ruimen.

Met behulp van een afdekzeil kan verspreiding van een laagje poeder door de wind (verstuiwing) worden voorkomen. Daarna kan worden geprobeerd om zoveel mogelijk poeder onder het zeil weg te scheppen en in vaten te doen.

Het bevochtigen van poeder of het afdekken ervan met zand om verspreiding te voorkomen leidt van kwaad tot erger: er ontstaat dan een grotere hoeveelheid op te ruimen stof, terwijl het gebruik van water tot bodemverontreiniging kan leiden. Het poeder wordt dan immers met het water mee de bodem in gespoeld.

### *Het indammen en opruimen van een vloeistofplas*

Een chemische aanslag zou ook gericht kunnen zijn op het opzettelijk veroorzaken van een lekkage met een giftige vloeistof, bijvoorbeeld in de chemische industrie. In dat geval moet de bron (de vloeistof) niet alleen worden ingedamd, afgedekt en opgeruimd, maar zo spoedig mogelijk worden gestopt. Een lekkage kan bijvoorbeeld op de volgende manieren worden gestopt:

- het dichtdraaien of aandraaien van afsluiters
- het dichtknippen van leidingen
- het kantelen van een vat, zodat een lek in de gasfase komt
- het dichten van een gat met:
  - keggen en wiggen (hout/kunststof)
  - lekdichtkussens
  - metalen plaat met pakkingmateriaal.
- het dichten van lekkages bij pakkingen en afsluiters met:
  - densoband
  - dichtingpasta's.
- het dichten van leidingen met diverse opblaasbare of anderszins in de leiding vast te zetten materialen.

Bij een lekkage is het verder van belang dat de vloeistof direct onder het lek wordt opgevangen, bijvoorbeeld door een overmaats vat onder het lek te plaatsen.

Bij een aanslag met een vloeibaar chemisch strijdmiddel kan, afhankelijk van de mate van persistentie van het middel en de weersomstandigheden, een vloeistofplas op de grond ontstaan. Deze vloeistofplas zal moeten worden ingedamd, afgedekt en opgeruimd, terwijl ook de verdamping ervan zoveel als mogelijk moet worden beperkt. Uiteraard geldt dit ook voor een vloeistofplas als gevolg van een lekkage.

Een vloeistofplas kan bijvoorbeeld met behulp van een bassin (zeil met opstaande randen), zandzakken of zand worden ingedamd. Hiermee wordt het vloeistofoppervlak zo klein mogelijk gehouden, wat de verspreiding en verdamping van de vloeistof beperkt.

De verdamping van een vloeistofplas kan ook worden beperkt door het opbrengen van een schuimlaag. Deze schuimlaag moet dan wel goed onderhouden worden. Verder kunnen er absorberende materialen (worsten of korrels) worden gebruikt om de vloeistofplas te absorberen, wat eveneens verspreiding en verdamping beperkt.

Absorberende materialen kunnen ook worden gebruikt om de vloeistof op te ruimen. Het absorptiemateriaal kan na gebruik in vaten worden geschept, waarmee ook de vloeistof voor het grootste deel zal zijn opgeruimd. Eventueel kan ook een vloeistof-ongevallenpomp worden ingezet om de vloeistofplas op te ruimen.

### *Het neerslaan/afdekken van een damp of gaswolk*

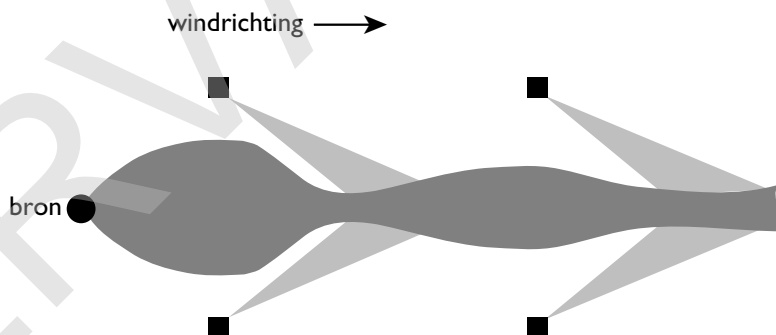
Bij een aanslag met chemische strijdmiddelen kan al snel een gaswolk of damp ontstaan. Gasvormige middelen zullen direct als gas vrij komen, bijvoorbeeld na explosie

van een projectiel. Niet-persistente strijdmiddelen zullen al snel een damp vormen, want ook al worden ze verspreid als vloeistof, door hun vluchtigheid zullen ze snel verdampen. Alleen zeer persistente strijdmiddelen zullen lang in de vloeistoffase blijven.

Door een giftige, prikkelende, verstikkende of anderszins schadelijke damp of gaswolk met sproeistralen of waterkanonnen neer te slaan, kan de verspreiding van het gas worden beperkt. Stoffen die goed oplossen in water, zoals veel bijtende stoffen, zullen gedeeltelijk in het water van de sproeistralen of waterkanonnen oplossen.

Niet alle stofdeeltjes in de damp of gaswolk zullen zich binden aan de waterdruppels en op die manier neerslaan. Bij de inzet van waterkanonnen of sproeistralen zal er in ieder geval een verdunning van de damp- of gaswolk optreden, waardoor de dampconcentratie en daarmee de schadelijkheid van de stof afneemt. Iedere liter water die gespreid of verneveld wordt, zuigt 2 kubieke meter lucht aan ('Venturi-effect'); het is dit effect dat voor snelle verdunning van het gas zorgt. Gebruik daarom ter verdunning van een damp of gaswolk nooit gebonden stralen, maar probeer een waternevel te creëren. Dit lukt het beste met sproeistralen en/of waterkanonnen.

De luchtaanzuigende waternevel kan zelfs worden toegepast om de damp of gaswolk een bepaalde richting in te duwen, bijvoorbeeld in een richting waarin het gas zo weinig mogelijk gevaar voor de omgeving oplevert. Figuur 6.7 illustreert de inzet van waterkanonnen ter verdunning van een gaswolk, waarbij het water met de windrichting mee wordt verneveld.



**Figuur 6.7 Verdunning van gaswolk met behulp van waterkanonnen**

(donkergrijs = gaswolk, lichtgrijs = nevel, blokje = waterkanon)

#### 4.2 Effectbestrijding

Ook voor de effectbestrijding van incidenten met chemische strijdmiddelen is het onderscheid tussen persistente strijdmiddelen en niet-persistente strijdmiddelen van groot belang.

Persistente chemische strijdmiddelen, zoals blaartrekkende middelen en V-zenuwgassen, kunnen behalve via de ogen en luchtwegen ook (als vloeistof) via de huid het lichaam binnendringen. De effectbestrijding zal er daarom niet alleen op moeten zijn gericht om inademing van deze agentia door de bevolking te voorkomen, maar ook huidcontact met deze middelen.

Als gevolg van de langzame verdamping van persistente strijdmiddelen is de kans op het ontstaan van een damp die over bijvoorbeeld een woonwijk trekt, kleiner.

Niet-persistente chemische strijdmiddelen, zoals G-zenuwgassen en verstikkende middelen, zullen vooral via de ogen en luchtwegen het lichaam binnendringen. Ze kunnen weliswaar in vloeibare vorm worden verspreid, maar verdampen snel. Huidcontact levert daarom nauwelijks gevaar op; de vloeistof verdampt snel van de huid. Effectbestrijding bij niet-persistente strijdmiddelen zal er daarom vooral op gericht moeten zijn om inademing van gas of damp door de bevolking te voorkomen.

#### *Verspreiding*

Om de effecten van een incident met chemische strijdmiddelen op de omgeving vast te kunnen stellen, is het van belang om de verspreiding van deze gassen vooraf te kunnen schatten. Ook op dit punt is het onderscheid tussen persistente en niet-persistente strijdmiddelen van belang.

Chemische strijdmiddelen kunnen op allerlei verschillende manieren worden verspreid (zie paragraaf 4.1).

Bij persistente chemische strijdmiddelen gaat het meestal om de verspreiding van een vloeistof. In het geval van een aanval met een persistent strijdmiddel zal er daarom een met vloeistof besmet gebied ontstaan, evenals een benedenwinds gelegen dampgebied. In het vloeibaar besmette gebied wordt het gevaar zowel door het vloeibare strijdmiddel als door de damp veroorzaakt. In het benedenwindse dampgebied, dat wordt gevormd en onderhouden door verdamping van de verspreide vloeistofdruppels, heerst alleen inademinggevaar.

In het vloeibaar besmette gebied is er ook contactgevaar doordat niet of nauwelijks waarneembare druppeltjes via de huid grote schade kunnen veroorzaken.

Bij een aanval met een niet-persistent chemisch strijdmiddel wordt door zeer snelle verdamping van het strijdmiddel een gaswolk gevormd die in zijn geheel met de wind zal meedrijven. In het benedenwindse dampgebied waar de gaswolk passeert, heerst inhalatiegevaar.

De weersomstandigheden hebben een grote invloed op het gedrag en dus de verspreiding van het strijdmiddel. Het gaat hierbij vooral om de volgende factoren:

- windrichting
- windsnelheid
- toestand van de atmosfeer
- temperatuur
- neerslag.



### *Windrichting*

De vorm van een met gasvormig chemisch strijdmiddel verontreinigd gebied is sterk afhankelijk van de windrichting. De gaswolk of damp beweegt immers met de wind mee. Over een afstand van enkele kilometers kan de windrichting echter aanmerkelijk veranderen.

Verder is het van belang dat de windrichting ruimt met de hoogte. Dit houdt in dat de windrichting in hogere luchtlagen met de richting van de klok verandert. Met dit effect moet bij het bepalen van het effectgebied rekening gehouden worden.

### *Windsnelheid*

De windsnelheid bepaalt de snelheid waarmee de gaswolk zich verspreidt. Hoe sneller de verspreiding, hoe sneller het gas door de menging met lucht wordt verdund. Een verdubbeling van de windsnelheid levert bij benadering een halvering op van de afstand (tot de bron) waarop de gaswolk nog een gevaarlijke dampconcentratie heeft. Chemische strijdmiddelen zullen bij een hoge windsnelheid sneller verdampen en verdunnen dan bij een lage windsnelheid.

### *Toestand van de atmosfeer*

De verspreiding van gassen wordt vooral bepaald door de bewegingen van de onderste luchtlagen.

Een instabiele atmosfeer gaat gepaard met veel wervelingen in de onderste luchtlagen. Hoe meer wervelingen, hoe beter het gas zich in die luchtlagen mengt met lucht en hoe sneller het gas zal verdunnen. Een instabiele atmosfeer gaat overdag gepaard met een onbewolkte hemel en zonneschijn. Er is dan veel thermiek, waardoor dampen van chemische strijdmiddelen snel worden verwarmd en opstijgen. Na zonsondergang koelt het aardoppervlak echter sneller af dan de hogere luchtlagen en zal de atmosfeer stabiel worden.

Een heldere (sterren)hemel is 's nachts het kenmerk van een stabiele atmosfeer.

### *Temperatuur*

Hoe hoger de temperatuur, hoe sneller vloeistoffen verdampen. Dit effect is vooral merkbaar bij vloeistoffen die bij een normale temperatuur langzaam verdampen, zoals de persistente chemische strijdmiddelen. Niet-persistente strijdmiddelen verdampen zo snel, dat de temperatuur daar nauwelijks invloed op heeft. Het gedrag van deze strijdmiddelen wordt wel beïnvloed door temperatuurverschillen in de verschillende luchtlagen, die de wervelingen in deze luchtlagen en daarmee de toestand van de atmosfeer bepalen.

### *Neerslag*

Neerslag is vooral van invloed op het gedrag van persistente strijdmiddelen. Als die in water oplosbaar zijn, zullen ze door het (regen)water worden weggespoeld. Mist kan een nevel van een chemisch strijdmiddel aan het oog onttrekken en vormt daarom vooral een complicatie voor de hulpverleningsdiensten. Bij mist is de atmosfeer meestal stabiel; chemische strijdmiddelen zullen dan minder snel verdunnen.

### *Omgevingskenmerken*

Ook de kenmerken van de omgeving, zoals terrein en bebouwing, beïnvloeden de verspreiding van chemische strijdmiddelen.

In open terrein heeft de wind vrij toegang, waardoor de gaswolk sneller voorbij trekt. Afhankelijk van de windsnelheid en de hoeveelheid gas duurt het passeren van een instantane gaswolk tussen de 10 en 30 minuten.

Een in open terrein vrijkomend chemisch strijdmiddel zal ongehinderd langs de grond met de wind meebewegen. Obstakels zoals huizen en bossen zullen de richting van de gaswolk weinig beïnvloeden, omdat hij daar overheen of omheen trekt. In de luwte van een dergelijk obstakel zal de dampconcentratie wel lager zijn, afhankelijk van de omvang van het object. In een heuvelachtig gebied zal een gaswolk de dalen volgen. Gas is verder geneigd om de loop van een rivier een stukje te volgen.

In een begroeid terrein kunnen zich vloeistofdruppels op bladeren bevinden. Verder kunnen allerlei materialen waarin de vloeistof is geabsorbeerd, nog lang nadat de omgeving gasvrij is verklaard gevaar opleveren.

In de bebouwde kom zijn er veel meer beschutte plaatsen waar de gaswolk langere tijd kan blijven hangen.

Een gaswolk zal eerst de straten die in de windrichting liggen bereiken. Het gas trekt pas later zijstraten in. Dit duurt langer naarmate deze zijstraten een scherpere hoek met de windrichting maken.

De brede straten zullen het eerst gasvrij zijn. Beschutte plaatsen waar weinig ventilatie is, zoals smalle straten, portieken en kelders, kunnen lange tijd gevaarlijk blijven omdat het strijdmiddel daar slechts langzaam verdampt en/of omdat de damp daar slechts langzaam door de wind wordt weggedreven.

Een globale, doch betrouwbare, vaststelling van het effectgebied is nodig om te kunnen bepalen in welke straal of op welke plaatsen bepaalde maatregelen ter bescherming van de bevolking nodig zijn. Deze maatregelen vormen de kern van de effectbestrijding.

Door de vele invloeden die het weer en de omgeving op de verspreiding van een chemisch strijdmiddel hebben, zijn er in de omgeving van de plaats waar het agens vrijkomt op diverse meetpunten herhaalde metingen nodig om het effectgebied betrouwbaar in kaart te kunnen brengen. Verder zijn er visuele inspecties van de omgeving nodig om in te kunnen schatten op welke plaatsen de verspreiding van het gas anders zal verlopen dan alleen op basis van de windrichting en de windsnelheid aannemelijk is.

### *Maatregelen ter bescherming van de bevolking*

Mensen kunnen globaal via drie routes besmet raken met een chemisch strijdmiddel:

- via de huid en de ogen
- via de ademhalingswegen
- via het spijsverteringskanaal.

De kans op besmetting via de huid (uitwendige besmetting) is het grootst bij persistente stoffen. De vloeistofdruppels van deze stoffen zullen niet snel verdampen en krijgen daardoor de tijd om via de huid in het lichaam binnen te dringen. De damp die van deze vloeistoffen afkomt, kan ook voor besmetting via de ogen en de ademhalingsorganen zorgen.

De kans op deze manieren van besmetting is het grootst bij niet-persistente chemische strijdmiddelen, die snel overgaan van de vloeistoffase naar de gasfase.

De kans op inwendige besmetting via ingestie is het grootst bij persistente middelen; via voedsel of drank kunnen immers schadelijke druppels van een persistente stof in het lichaam terechtkomen.

Om burgers in het effectgebied te beschermen tegen de besmetting met een chemisch strijdmiddel via de huid, de ogen of de ademhaling, kunnen zij het beste worden geadviseerd om binnen te blijven. De kans op een vloeistofbesmetting is dan nihil.

Door de kieren van (een schuilruimte in) het huis af te plakken met afdichtingsmateriaal, kunnen burgers zich ook beschermen tegen een gasbesmetting (via de ogen of de luchtwegen). Opgemerkt moet worden dat het gasdicht afsluiten van de woning op voorhand erg lastig is. Bij een langdurig verblijf (enkele dagen) in een gasdichte ruimte kunnen problemen met de ventilatie en het zuurstofgehalte optreden.

Een inwendige besmetting via de spijsvertering kan worden voorkomen door voedsel- en drankvoorraden die in contact zijn geweest met chemische strijdmiddelen, uit de consumptie te halen en vervolgens te vernietigen.

#### *Relatie met bronbestrijding*

Ook bij chemische aanslagen heeft de effectbestrijding een directe relatie met de bronbestrijding. Het betreft hier alle maatregelen die in het werkveld van de brandweer (het brongebied) worden verricht om de verspreiding van het chemisch strijdmiddel te beperken. Zie paragraaf 4.1.

#### *4.3 Persoonlijke ontsmetting*

Over het algemeen is bij een besmetting met een chemisch agens wat betreft de ontsmetting meer haast geboden dan bij een radiologische of biologische besmetting. Hulpverleners en andere slachtoffers moeten na een besmetting met chemische strijdmiddelen direct persoonlijk worden ontsmet. Alleen dan kunnen de gevolgen van de besmetting tot een minimum worden beperkt.

Bij de ontsmetting dient men voorzichtig te werk te gaan en niet vanzelfsprekend met veel water te gaan spoelen. Door het gebruik van water kan het agens over de huid verspreid worden. Zeker wanneer het blaartrekkende middelen betreft, is het hierdoor mogelijk dat het beschadigde huidoppervlak aanzienlijk vergroot wordt.

De huid kan bij besmetting met blaartrekkende strijdmiddelen ontsmet worden met behulp van huidontsmettingspoeder (HOP). HOP bestaat uit een mengsel van chloor-

kalk en magnesiumoxide. De werking van HOP berust op oxidatie van het strijdmiddel. Het magnesiumoxide is tevens toegevoegd ter verdunning, omdat chloorkalk een zeer corrosieve stof is die de huid kan beschadigen.

HOP is weliswaar in de eerste plaats bedoeld als ontsmettingsmiddel voor de huid, maar kan daarnaast ook worden gebruikt om uitrustingsstukken te ontsmetten.

Ontsmetting met HOP heeft alleen succes als daar direct na de besmetting (bij voorkeur binnen één minuut) mee wordt begonnen. Wanneer er te lang mee wordt gewacht, kan al zoveel van het chemische strijdmiddel via de huid het lichaam zijn binnengedrongen dat een vergiftiging niet meer te voorkomen is.

HOP is dan ook alleen effectief bij een geringe uitwendige (huid)besmetting die tijdig wordt opgemerkt. Denk hierbij aan een ontsmetter die in het besmette gebied zijn handschoen scheurt en daardoor een besmetting oploopt. Bij iemand die zich tijdens een sproeiaanval met zenuwgas zonder beschermende kleding buiten bevindt en op hoofd en beide schouders besmet raakt, zal HOP weinig baten. In dat geval moet met water en (zachte) zeep gewassen worden.

Als reeds sprake is van roodkleuring van de huid, mag HOP niet meer worden gebruikt.

#### *Werkwijze*

Bij (uitwendige) besmetting van een hulpverlener of slachtoffer met een vloeibaar chemisch strijdmiddel gaat de ontsmetter als volgt te werk:

1. op de besmette plaats wordt een laag HOP van ongeveer een halve centimeter dik aangebracht
2. het HOP wordt gedurende een halve minuut krachtig ingewreven
3. na inwrijven wordt de besmette plek gewassen met water en (zachte) zeep.

Het wassen met water en zeep is in deze werkwijze niet van wezenlijk belang voor de ontsmetting, maar heeft als doel om het teveel aan HOP van de huid te verwijderen. Hiermee wordt de huid gespaard tegen de corrosieve inwerking van HOP.

Er dient grote aandacht aan te worden besteed dat HOP in geen geval in de ogen van de besmette persoon terecht komt. In het ergste geval kan oogcontact met HOP zelfs tot blindheid leiden.

Bij besmetting van meerdere lichaamsdelen moeten eerst de ogen met water (pas op voor HOP in ogen), en vervolgens het gezicht, de nek en de hals en tot slot de handen worden ontsmet. De (gesloten!) ogen mogen alleen worden ontsmet met zacht stromend water, waarbij moet worden voorkomen dat besmet water van het ene oog in het andere loopt. Daarom moet het water van de neus naar de buitenkant van het gezicht worden gespoeld.

### *Organisatie*

Hulpverleners en individuele slachtoffers die in het onveilige gebied besmet zijn geraakt mogen alleen door de ontsmettingsploegen van de brandweer ontsmet worden. Na ontsmetting draagt de brandweer het ontsmette slachtoffer over aan de GHOR (OvD-Geneeskundig) voor de geneeskundige opvang en verdere verzorging.

Voor het ontsmetten van grotere aantallen slachtoffers en hulpverleners van andere diensten heeft de brandweer niet direct voldoende capaciteit. Hierop wordt in de volgende paragraaf teruggekomen.

Overigens is de eerste ontsmetting van slachtoffers ter plaatse erop gericht om het grootste gevaar voor zichzelf weg te nemen en verspreiding van het chemische strijdmiddel via het slachtoffer buiten het besmette gebied te voorkomen. Het slachtoffer moet zonder grote risico's door de GHOR verder kunnen worden vervoerd en/of behandeld.

#### *4.4 Collectieve ontsmetting*

Zoals opgemerkt in paragraaf 4.2, hangt de kans op besmetting van burgers in het benedenwindse effectgebied af van het type chemisch strijdmiddel (persistent of niet-persistent) en van de wijze waarop dat strijdmiddel zich (afhankelijk van weersomstandigheden en omgevingskenmerken) verspreidt. Ook is daar gesteld dat burgers zich redelijk eenvoudig kunnen beschermen tegen een inwendige en uitwendige besmetting door binnenshuis te schuilen.

Bij een grootschalige besmetting moet er rekening mee gehouden worden dat besmette burgers op eigen gelegenheid naar ziekenhuizen in de regio zullen gaan. Voorkomen moet worden dat burgers elkaar en andere patiënten in het ziekenhuis besmetten. Om die reden is het inrichten van een ontsmettingsstraat voor de ingang van het ziekenhuis aan te raden.

Als eerste collectieve ontsmettingsmaatregel zou besmette burgers kunnen worden geadviseerd om besmette kleding uit te trekken (verzamelen in afsluitbare afvalzakken) en zich (eventueel thuis) grondig te wassen met water en zeep.

Bij een groot aantal slachtoffers op de plaats incident is feitelijk ook sprake van collectieve ontsmetting. De brandweer is hierop in principe niet berekend. Wel kan de brandweer ondersteuning vragen van personeel in beschermende kleding uit de NBC-steunpuntregio's.

# VERVALLEN

## BIJLAGE

# Het omgaan met besmettingsgevaar en de aanpak van ontsmetting in geval grote groepen personen zijn besmet

Protocol, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

### Inleiding

In de Brandweerwet is het verrichten van ontsmettingen en het verkennen van gevaarlijke stoffen bij de regionale brandweer neergelegd. Praktisch wordt daarmee bedoeld dat de regionale brandweer zorgdraagt voor de organisatie van het ontsmettingsproces, waar mogelijk en nodig zelf ontsmettingsmaatregelen uitvoert/ondersteunt en metingen in het kader van de besmettingscontrole uitvoert met de beschikbare meetapparatuur. Duidelijk zal zijn dat ook de GHOR hierbij een belangrijke taak heeft waar het gaat om het bepalen van nut en noodzaak van ontsmettingsmaatregelen, het formuleren van criteria die daarbij gehanteerd dienen te worden en de verdere begeleiding van de bevolking in het kader van de volksgezondheidszorg.

De voorbereiding van georganiseerde ontsmettingsacties heeft in Nederland steeds lage prioriteit gekregen en is planmatig en operationeel niet goed van de grond gekomen. Toch zijn rampsituaties waarbij grootschalige besmetting aan de orde is voorstelbaar, zeker als rekening gehouden moet worden met de mogelijkheid van terroristische aanslagen en sabotage van industriële activiteiten met gevaarlijke stoffen.

De bedoeling van dit document is daarvoor enige kaders en een aantal praktische tips en trucs aan te reiken, opdat de regionale planvorming voor de grootschalige besmettingsproblematiek eenvoudiger van de grond kan komen.

Onder grootschalig wordt hierbij verstaan dat het om honderden tot maximaal duizenden besmette burgers gaat.

### Relevante besmettingsscenario's

Er is sprake van grootschalige besmetting indien een gevaarlijke stof zich zodanig heeft verspreid over een groot gebied, dat in dat gebied kortere of langere tijd blootstelling van grote groepen bevolking plaatsvindt.

Grootschalige besmetting is te verwachten bij ernstige storingen en ongevallen bij industriële en vervoersactiviteiten met zeer gevaarlijke stoffen (chloor, pesticiden, dioxines, radioactieve stoffen). Verder is er de mogelijkheid van terroristische activiteiten waarbij door bewuste sabotage of aanslagen industriële installaties zijn beschadigd, of radioactieve, chemische of biologische reagentia (als strijdmiddel) zijn vrijgekomen en in de omgeving zijn verspreid met het doel schade te veroorzaken.

Bij al deze scenario's zijn als gevolg van een lozing gevaarlijke stoffen gasvormig, vloeibaar (nevel) of als aërosolgebonden deeltjes in de omgeving verspreid. De bevolking

kan op verschillende wijzen aan die stoffen worden blootgesteld ('besmet'): door inademing, via voedsel (inwendige besmetting) en door neerslag op huid/kleding en in de leefomgeving (oppervlaktesbesmetting van goederen, voertuigen, bodem).

Beschermende maatregelen voor de bevolking richten zich op het voorkomen/beperken van de blootstelling door inademing (verkorten van de blootstellingstijd, adembescherming, evacuatie, schuilen, enz.) en de blootstelling door inname via voedsel (verbod op gebruik van vers voedsel, drinkwaterdistributie, enz.), op het voorkomen/beperken van besmetting van huid/kleding en directe leefomgeving (schuilen, besmettingsbeperkende maatregelen), het wegnemen/beperken van besmetting (het ontkleden, het ontsmetten van huid, kleding, goederen, voertuigen, enz.) en op medische behandelingen die verdere gezondheidsschade beperken (jodiumprofylaxe, atropine, enz.). Ontsmetting is dus uitdrukkelijk een onderdeel van een totaal pakket aan maatregelen en deze moeten voortdurend op samenhang, relevantie, uitvoerbaarheid en effect op de uiteindelijke blootstelling van mensen in een concrete rampsituatie worden beoordeeld.

Belangrijk is onderscheid te maken tussen de verschillende soorten van besmettingen:

- a. radiologische besmetting (radioactieve stoffen)
- b. biologische besmetting (ziekteverwekkende organismen)
- c. chemische besmetting (gevaarlijke stoffen en chemische aanvalsmiddelen).

Protocollen voor grootschalige ontsmetting bij biologische en chemische incidenten zijn momenteel nog in ontwikkeling. Hieronder volgen richtlijnen voor de aanpak van de ontsmetting bij grootschalige radiologische besmetting.

### **Ad a. Radiologische besmettingen**

#### *Scenario's*

Een grootschalige wolk radioactieve stof (gasvormig, aërosol of vaste stofdeeltjes) kan veroorzaakt zijn door een lozing vanuit een kerncentrale waar een zeer ernstige storing is, een of meerdere grote stralingsbronnen die bij een hevige brand zijn betrokken, of het met springstoffen versplinteren van grote stralingsbronnen waarbij de radioactieve component in de omgeving wordt weggeslingerd. De wolk verspreidt zich in de omgeving en vanuit de wolk zal besmetting neerslaan/uitregenen. De besmetting kan over vele kilometers worden verspreid en in dat gebied langdurig gezondheidsschade veroorzaken.

Blootstelling van de bevolking kan plaatsvinden door:

- bestraling vanuit de wolk (alleen tijdens passeren van de wolk)
- bestraling vanuit de omgeving, door neergeslagen radioactiviteit in de leefomgeving op bodem, woningen, goederen, voertuigen enz.
- het inademen van besmette lucht (vooral tijdens het passeren van de wolk, maar tevens - in mindere mate - door opwervelen/opdwarrelen van radioactieve stofdeeltjes door het lopen door besmet terrein, contact met besmette personen of huisdieren, enz.)



- bestraling vanaf de besmette huid/kleding, besmette personen en huisdieren of de directe omgeving
- door inname van besmet voedsel en drank (dit betreft in eerste instantie voornamelijk onverpakt voedsel, eigen teelt groenten e.d., die door de wolk en neergeslagen radioactiviteit besmet zijn geraakt).

#### *Veiligheidsmaatregelen bij kernongevallen*

Voor de inschatting van gezondheidsrisico's en het bepalen van beschermingsmaatregelen wordt in de praktijk onderscheid gemaakt tussen:

- de fase waarin nog radioactief materiaal wordt geloosd en (atmosferisch) verspreid en tal van acute maatregelen aan de orde zijn
- de eerste dagen daarna, waarin sprake is van een omvangrijk besmet gebied met een mogelijk hoge stralingsbelasting voor personen die zich in dat gebied ophouden, en nog beperkte verdere verspreiding vanuit het besmette gebied door activiteiten van mensen, verdere atmosferische verspreiding van opwervend stof en verspreiding door regenwaterafvoer, e.d. In die periode kan worden besloten tot aanvullende veiligheidsmaatregelen zoals late evacuatie, landbouwmaatregelen, stralingshygiënische controle op de toegang tot het gebied, vervoersbeperkingen, ontsmettingsmaatregelen, enz. In het NPK wordt hierbij uitgegaan van (relatief hoge) waarden gericht op een zodanige dosisbeperking dat géén acute effecten en beperkte risico's door de stralingsbelasting worden veroorzaakt.
- de jarenlange periode daarna waarin stapsgewijs overgestapt wordt op meer alledaagse stralingshygiënische normen en veiligheidsmaatregelen, waarbij een hogere mate van risicobeperking wordt nagestreefd en ook meer rekening kan worden gehouden met de kans op late effecten van straling.

De voornaamste acute beschermingsmaatregelen zijn:

- voorkomen/beperken van bestraling vanuit de wolk of neergeslagen besmetting op huid, kleding of omgeving, door schuilen, afscherming, beperken van de blootstellingstijd (wegnemen van besmetting of evacueren uit besmet gebied voordat de wolk overtrekt of nadat deze voorbij getrokken is)
- voorkomen van inademing door adembescherming en/of schuilen (alleen effectief als de lozingsduur korter is dan enkele uren, omdat met de tijd ook de concentratie/besmetting binnenshuis steeds groter wordt)
- beperken van verdere verspreiding van en blootstelling aan radioactieve besmetting door besmettingsbeperkende maatregelen (toegangscontrole en vervoersbeperkingen in besmet gebied, ontsmetting van besmette mensen, huisdieren, voertuigen en leefomgeving)
- voorkomen/beperken van inname van radioactieve stof via besmette waren (gebruiksverbod, advies extra wassen van etenswaren en groenten (dit levert overigens vaak weinig dosisreductie op), advies alleen verpakte etenswaren te gebruiken).

Het nemen van ontsmettingsmaatregelen is daarbij een uitdrukkelijk onderdeel van een totaal pakket van maatregelen en dient consequent te worden toegepast en gecommuniceerd naar de bevolking, waarbij deze ook zelf erg veel kan doen.

### *NPK-normen voor maatregelen*

Voor radiologische scenario's met kernreactoren zijn in NPK-verband een aantal interventiecriteria voor maatregelen voorbereid. Deze criteria zijn vooral geënt op de uitvoerbaarheid van betreffende maatregelen bij grootschalige ongevallen en het voorkomen/beperken van de acute gevolgen en verdere risico's voor mensen in dat getroffen gebied. Verder zijn de uitgangspunten het samenstel van radioactieve stoffen dat bij dit soort van kernongevallen kan vrijkomen, en de bijdrage van de verschillende soorten straling en de belastingspaden aan de effectieve lichaam- of orgaandosis.

De belangrijkste interventiecriteria voor maatregelen bij ongevallen met kernreactoren zijn:

- *evacuatie*:
  - *directe evacuatie* bij stralingsbelasting  $\text{Heff} \geq 1000 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $40 \text{ mSv/h}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald)
  - *eerste dag evacuatie* indien stralingsbelasting  $\text{Heff}$  tussen  $50$  en  $500 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $2 - 20 \text{ mSv/hr}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald)
  - *late evacuatie* voor  $\text{Heff} \geq 50 - 250 \text{ mSv/}$ eerste jaar.
- *schuilen bij*
  - $\text{Heff} \geq 5 \text{ mSv/24 uur}$  (lage drempel)
  - $\text{Heff} \geq 50 \text{ mSv/24 uur}$  (hoge drempel) ( $0,2 - 2 \text{ mSv/h}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald).
- *ontsmet huid/kleding* indien stralingsbelasting  $\text{Hhuid} > 50 - 500 \text{ mSv/24 uur}$
- *toelaatbare restbesmetting*:  $\text{Hhuid} \leq 50 \text{ mSv/24 uur}$ .

Verder is in NPK-verband voor de eerste periode (d.w.z. eerste dagen nadat de lozing is gestopt en de wolk radioactief materiaal enigszins stabiel is verspreid in de omgeving) om pragmatische redenen het besmette gebied ingedeeld in:

- *uitzonderingszone* (na evacuatie minimale inzet hulpverleners en afgesloten voor burgers): stralingsbelasting  $\text{Heff} \geq 100 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $5 \text{ mSv/hr}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald).  
Het gebied met een stralingsniveau hoger dan  $1000 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $50 \text{ mSv/h}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald) is verboden voor iedereen.
- *bepaalde zone* (schuilzone, na evacuatie van de bevolking verder afgesloten voor bevolking, voor hulpverleners beperkte toegang onder stralingshygiënische controle): stralingsbelasting  $\text{Heff} \geq 5 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $0,2 \text{ mSv/h}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald)
- *'onbepaalde' zone* (vrij toegankelijk, zonder persoonlijke stralingshygiënische controle): stralingsbelasting  $\text{Heff} \leq 5 \text{ mSv/24 uur}$  ( $\leq 0,2 \text{ mSv/h}$  indien  $\text{Heff}$  alleen door externe bestraling wordt bepaald).

De grens van het als besmette zone aangemerkt gebied is daarmee in het NPK voor de eerste dagen "na de lozing" vastgesteld op een zodanig besmettingsniveau dat de stralingsbelasting maximaal  $5 \text{ mSv/24 uur}$  (circa  $0,2 \text{ mSv/hr}$ ) is. In dat gebied kunnen in die latere bestrijdingsfase nog wel extra veiligheidsmaatregelen noodzakelijk geacht

worden, bijvoorbeeld ten aanzien van langdurend verblijf/bewoning, landbouwmaatregelen enz., als tevens rekening gehouden wordt met de indirecte belasting (besmette waren) en late effecten van aanwezige besmetting en een verhoogd stralingsniveau. Te verwachten is dan ook dat in de periode na de eerste periode meerdere zonegrenzen, gekoppeld aan bepaalde maatregelen, worden ingesteld waarbij lagere stralingswaarden zullen worden gehanteerd.

Normaliter is voor het alledaagse brandweeroptreden een grenswaarde van 25  $\mu\text{Sv/hr}$  (circa 0,5 mSv/24 uur) (laagste alarmdrempel ADOS en ADI) de drempel waarboven slechts na raadplegen van een stralingsdeskundige mag worden opgetreden. In het geval van ernstige kernongevallen bestrijkt deze grenswaarde echter zo'n omvangrijk gebied dat die normen nauwelijks hanteerbaar zijn en tot onuitvoerbare veiligheids- en werkafspraken kunnen leiden. Filosofie blijft echter dat steeds vanuit het ALARA-principe (as low as reasonably achievable) wordt beslist over de inzet, en verder dat zo snel als mogelijk en uitvoerbaar is teruggevallen wordt op de normen vastgelegd in de dagelijkse werkprocedures.

#### *Ontsmettingsmaatregelen grote groepen bevolking*

Het nemen van ontsmettingsmaatregelen kan leiden tot een belangrijke reductie in blootstelling en daarmee volgschade. Het is dus zaak snel te beginnen met de organisatie van besmettingsbeperkende maatregelen, besmettingscontrole en ontsmetting. Er zijn daarbij een drietal doelgroepen voor ontsmetting van personen denkbaar:

- ingezet hulpverleningspersoneel in beschermende kleding en met adembescherming
- een beperkt aantal slachtoffers, dat verdere medische behandeling vraagt
- grotere groepen bevolking.

Het is organisatorisch van belang altijd onderscheid te maken tussen een drietal gescheiden en herkenbare zones: *besmet gebied*, *onbesmet gebied* en een *overgangsgebied* daartussen, waar ontsmettingsactiviteiten plaatsvinden.

In het kader van dit document wordt verder alleen de ontsmetting van grotere groepen bevolking besproken.

Grootschalige radioactieve besmetting is ontstaan door het neerslaan/uitregenen van radioactieve stof vanuit de zich verspreidende wolk. Van personen die zich in de wolk bevinden zullen huid en kleding besmet raken met radioactief stof: dit is op zich voor een belangrijk deel snel weg te nemen door het uitdoen van de kleding (voorzichtig uitkleden van boven naar beneden, en opwervelen en inademen van radioactieve stofdeeltjes voorkomen/beperken) en het normaal wassen/douchen van haren en huid. Dit is natuurlijk vooral zinvol wanneer geen of nauwelijks nieuwe besmetting is te verwachten en de betreffende personen uit de wolk en/of het besmette gebied zijn weggehaald. Ontsmetting dient dus idealiter plaats te vinden buiten de wolk en aan de rand van het besmette gebied, dan wel in een geschikte opvanglocatie verder weg in onbesmet gebied. Niet altijd zal dit echter haalbaar zijn.

Een criterium dat gehanteerd kan worden om te bepalen of iemand ontsmet moet worden of niet, is moeilijk te vertalen in praktische meetwaarden omdat de aanwijzing op die apparatuur sterk afhankelijk is van de soort radioactieve stoffen (nucliden) die bij het incident betrokken zijn. Relevant is bijvoorbeeld of dit alfa-, bèta- of gammastralers zijn en wat het telrendement is van de gebruikte meetapparatuur. De regionale brandweer heeft daarvoor de beschikking over de Automess ADI, waarop tevens diverse sondes (ADI7 en AD-k) zijn aan te sluiten (zie hoofdstuk 4).

Globaal te hanteren criteria voor de nuclidenmix die kan vrijkomen uit kernreactoren zijn:

*Besmet en advies tot douchen* (Heff derden < 5 mSv/24 uur en Huid maximaal 50 mSv/24 uur):

- als gemeten wordt met ADI: niveau > 0,025 mGy/h op 1 meter (globaal > 2,5 mGy/h op 10 cm, onderste alarmprempe dosistempo)
- als gemeten wordt met ADI7: niveau > 50 cps (> 1 kBq/cm<sup>2</sup>) op 10 cm.

Ten aanzien van de schaal van de besmettingsproblematiek kan worden onderscheiden:

- a) *besmetting van slechts tientallen burgers en ontsmettingscapaciteit is aan of nabij de rand van het besmette gebied beschikbaar.*

Voor kleinere aantallen personen (hulpverleners, gewonde slachtoffers, enkele tientallen burgers) is dit eenvoudig te organiseren met bij de regionale brandweer beschikbare ontsmettingscapaciteit, of door een locatie vlak bij de rand van het besmette gebied met voldoende douchegelegenheid, zoals een sporthal, in te richten. Daar kunnen de mensen dan eerst globaal worden gecontroleerd op relevante besmetting en zich, indien nodig, voorzichtig ontkleden (van boven naar beneden) en douchen, en vervolgens weer gecontroleerd worden op restbesmetting.

- b) *besmetting van honderden tot duizenden mensen die geëvacueerd moeten worden uit het gebied, nadat de lozing is gestopt en de wolk voorbij is getrokken, en ontsmetting is te organiseren op een geschikte opvanglocatie buiten besmet gebied.*

Voor grote aantallen mensen (honderden tot duizenden) zal veelal gekozen moeten worden voor opvang in een stralingshygiënisch te controleren omgeving buiten het besmette gebied, waar vervolgens georganiseerd besmettingscontrole en ontsmetting kan plaatsvinden. Denk daarbij eveneens aan grotere sporthallen met douchegelegenheden en opvangruimten voor medische begeleiding.

- c) *besmetting van honderden tot duizenden mensen en ontsmetting is niet snel te organiseren op een geschikte locatie buiten besmet gebied.*

Verblijf in de eigen omgeving is nog verantwoord omdat de wolk voorbij is, doch evacuatie naar een gebied met een lager besmettingsniveau wordt alsnog noodzakelijk geacht.

Aan de bevolking worden adviezen voor zelfontsmetting thuis gegeven (ontkleden, douchen en schone kleding aan) en verdere stralingshygiënische veiligheidsadviezen aangereikt, zoals adviezen ten aanzien van verdere besmettingsbeperkende maatregelen en adviezen met betrekking tot voeding en drinken.

Later kan na de evacuatie nogmaals een ontsmettingsadvies, voor op de opvanglocatie, worden gegeven of tot een georganiseerde opvang en ontsmetting conform b) worden besloten.

### *Praktische uitvoering van de ontsmetting van mensen*

#### *Het opvangcentrum*

Als de capaciteit het toelaat dienen bij evacuatie de evacués eerst naar een opvangcentrum gebracht te worden.

Een geschikte locatie dient aan de volgende eisen te voldoen:

- voldoende opvangcapaciteit
- wasgelegenheid met warm water
- voldoende facilitaire voorzieningen (o.a. goede verbindingen, ruimtes voor medisch onderzoek, verwarming en verlichting)
- locatie in veilig gebied (in ieder geval buiten de schuilzone, liefst verder en buiten de zone 0,5 mSv/24 uur: de laagste alarmdrempel van de ADOS en ADI)
- goede bereikbaarheid (in de nabijheid van evacuatie- en ontsluitingsroutes)
- ruime parkeergelegenheid (voor besmette en schone voertuigen)
- in korte tijd (uren na de melding) operationeel kunnen zijn.

Locaties zoals sport(hal)complexen, grote scholengemeenschappen, congres- en tentoonstellingscentra en dergelijke komen gezien hun omvang als opvangcentra in aanmerking.

In het opvangcentrum dient medische begeleiding aanwezig te zijn.

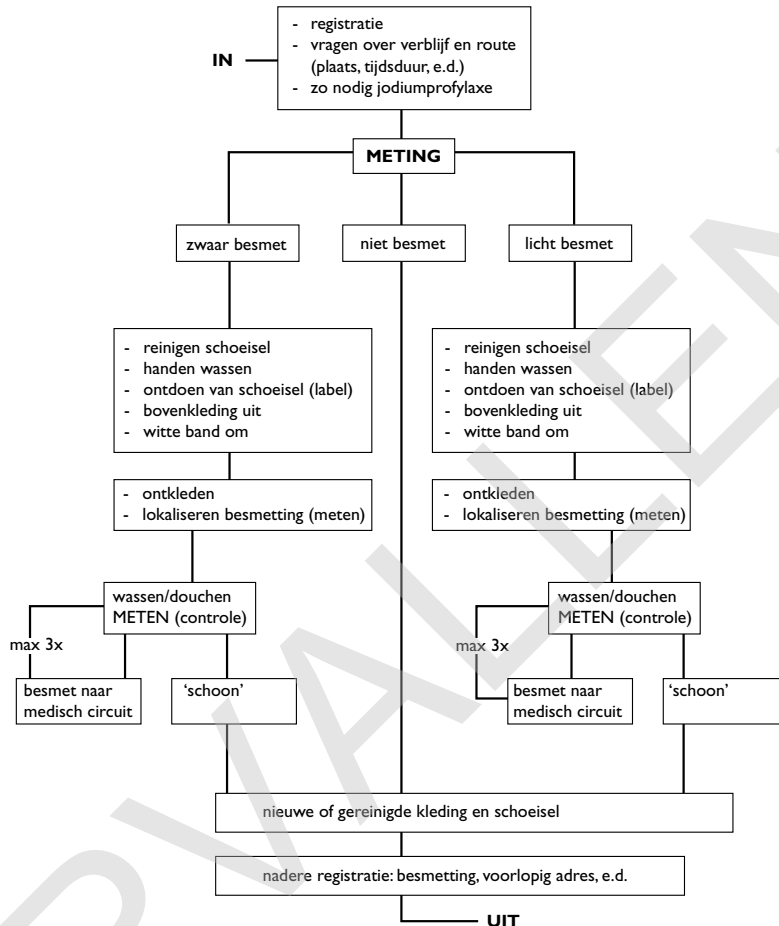
Uitgangspunt is een zo kort mogelijk verblijf in het opvangcentrum (zeker geen overnachtingen).

Ontsmetten van voertuigen, huisdieren en persoonlijke eigendommen vindt buiten het opvangcentrum plaats.

Voorlichting is essentieel om ook de mensen te bereiken die op eigen gelegenheid zijn weggetrokken of niet noodzakelijkerwijs geëvacueerd hoeven te worden. Voor deze groep dient een medisch aanspreekpunt opgesteld te worden. Met goede voorlichting kunnen mensen zich eventueel ook thuis ontsmetten.

#### *Het proces*

De scheiding tussen 'zwaar besmet' en 'licht besmet' (figuur 6.8) wordt gemaakt om verdere mens-op-mens besmetting (van zwaar besmette personen naar niet/licht besmette personen) te voorkomen en omdat zodoende, indien meetapparatuur een beperkende factor is, het monitoren en begeleiden van zwaar besmette mensen makkelijker prioriteit gegeven kan worden.



**Figuur 6.8** Stroomschema ontmetting besmette burgers

Kleding en schoenen worden gemeten en vervolgens gereinigd of als afval afgevoerd.

Het ontmettingsproces is in de volgende stappen onder te verdelen (zie figuur 6.8):

### 1. Registratie / intake

In het ontmettingsproces is de meetcapaciteit waarschijnlijk de beperkende factor. Door een goede registratie en gerichte vraagstelling kan een eerste prioritering worden aangegeven (zwaar besmette mensen gaan voor minder besmette mensen). Een goede registratie is van essentieel belang voor de nazorg en advisering over verdere behandeling. Bij grote drukte zal op basis van *inschatting* (plaats van blootstelling, aard van de besmetting, blootstellingduur, verblijftijd in besmet gebied e.d.) de prioriteit van ontmetting moeten worden aangegeven.

## 2. Meting en indeling

Mocht er voldoende meetapparatuur aanwezig zijn, dan kan een eerste grove meting (met behulp van een meetpoort of door meting aan handen/neus) worden uitgevoerd, waardoor mensen kunnen worden ingedeeld in niet-besmet en licht/zwaar besmet.

Voor de termen niet/licht/zwaar besmet worden vanuit de medische organisatie de volgende normen, met betrekking tot het stralingsrisico van de besmette persoon zelf, gehanteerd:

- *zwaar besmet*, Heff > 50 mSv/24 uur en Hhuid > 500 mSv/24 uur: categorie R (rood)
- *licht besmet*, Heff 5 - 50 mSv/24 uur en Hhuid 50 - 500 mSv/24 uur: categorie B (blauw)
- *niet besmet*, Heff < 5 mSv/ 24 uur en Hhuid < 50 mSv/24 uur: categorie G (groen).

De niet-besmette personen kunnen met schone kleding en schoeisel en een goede registratie naar een opvangadres worden gestuurd.

## 3. Ontdoen schoeisel/kleding

Na de eerste grove meting worden de schoenen en bovenkleding verzameld, aangezien radiologische besmetting vaak een uitwendige besmetting is. De licht en zwaar besmette personen dienen zichzelf te ontkleden. De schoenen en kleren worden opgeborgen in gesloten, gelabelde plastic zakken. Later kan (na meting) worden besloten in hoeverre deze kleding wordt gereinigd of wordt afgevoerd.

## 4. Wassen/douchen

Begin met wassen met (warm) water en zeep. De meeste besmetting zal te vinden zijn bij de onbedekte gedeeltes: hoofd(haar), gezicht, keel, hals, handen.

- Het wassen dient van boven naar beneden te gebeuren: te beginnen met het hoofd(haar) en dan pas de rest van het lichaam, om verdere verspreiding tegen te gaan (lang haar opsteken).
- Huid met zachte borstel en (warm) water en zeep schoonmaken. Vloeibare zeep/douchegel heeft de voorkeur boven een vast stuk zeep.
- Extra aandacht schenken aan huidplooien en nagels.

## 5. Meting en indeling

Na de wasbeurt wordt opnieuw gemeten. Zodra iemand boven de norm voor Heff van 5 mSv/24 uur en Hhuid van 50 mSv/24 uur blijft, dient deze persoon zich opnieuw te wassen. Als na maximaal 3 keer wassen de besmetting nog te hoog blijft, dient deze persoon medische behandeling te krijgen. Eventueel kan nog worden overwogen om over te gaan op 'strippen': plakbandjes op de huid plakken en weer verwijderen.

Als na meting blijkt dat de besmetting tot een Heff van minder dan 5 mSv/24 uur en Huid van minder dan 50 mSv/24 uur leidt, dan kan deze persoon met nieuwe kleren en schoenen naar verdere opvang gestuurd worden.

### 6. *Uitreiken nieuwe/vervangende kleding en registratie*

Zodra iemand onder de norm voor de Heff van 5 mSv/24 uur en Hhuid van 50 mSv/24 uur komt, kan deze persoon nieuwe kleren en schoenen krijgen en naar verdere opvang of naar huis worden gestuurd. De schone kleding dient in de schone zone aan te worden getrokken.

Belangrijk is verder een goede registratie. In de registratie dient te worden bijgehouden wie welke decontaminatiestap heeft doorlopen, wat de meetwaarden van de tussentijdse metingen waren en wat het voorlopig contactadres is.

Globaal te hanteren criteria bij een ongeval met een kernreactor zijn:

*Besmet en advies tot douchen* (Heff derden < 5 mSv/24 uur en Hhuid maximaal 50 mSv/24 uur):

- als gemeten wordt met AD1: niveau > 0,025 mGy/h op 1 meter (globaal > 2,5 mGy/hr op 10 cm, onderste alarmdrempel dosistempo)
- als gemeten wordt met AD17: niveau > 50 cps (> 1 kBq/cm<sup>2</sup>) op 10 cm.

### *Indeling opvangcentrum*

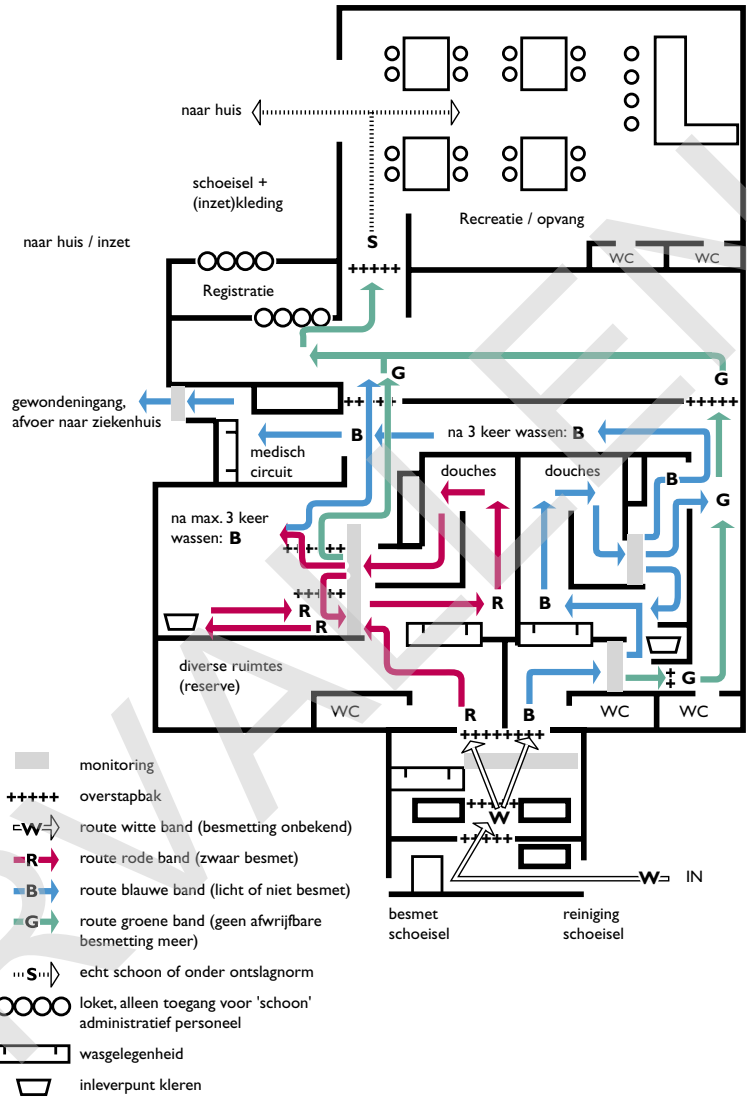
De indeling van het opvangcentrum en het verloop van het proces kunnen er dan zoals in figuur 6.9 uitzien.

### *Benodigd materieel*

Hieronder volgt een globale opsomming van de benodigdheden voor een grootschalige ontsmetting:

- overdekte en verwarmde doucheruimtes met (liefst) warm water
- meetapparatuur (een globale schatting is 2 besmettingsmeters per 100 personen)
- ontsmettingsmiddelen (vloeibare zeep, shampoo, zachte borstels)
- afdek materiaal (plastic folie)
- markeringslint
- registratiekaarten
- voorzieningen voor het registreren en bewaren van persoonlijke bezittingen (geld, papieren en dergelijke)
- handdoeken
- vervangende kleding en schoeisel (diverse maatvoeringen)
- ruimte voor opslag van radioactief materiaal (bijvoorbeeld besmette kleding)
- afvalzakken, tape en containers
- kleding voor het personeel (handschoenen, slossen, overall)
- persoonlijke dosimeters
- ademhalingsbescherming en kleding voor personeel dat omgaat met besmette kleding/radioactief afval
- extra materiaal voor het medische circuit
- extra materiaal voor de inrichting van ambulances bij de afvoer van besmette personen (lakens/dekens ten behoeve van patiënten).





**Figuur 6.9** Mogelijke indeling van ontmettingsruimte

Mogelijke indeling van een sporthal voor gebruik als ontsmettingsruimte

VERVALLEN

## HOOFDSTUK 7

# Therapie

### Inleiding

Onder *therapie* worden in dit hoofdstuk al die maatregelen en handelingen verstaan, die tot doel hebben te voorkomen dat iemand die (mogelijk) is blootgesteld aan een nucleair/radiologisch, biologisch of chemisch strijdmiddel, ten gevolge van deze blootstelling negatieve gezondheidseffecten ondervindt, direct of op termijn ziek wordt, of overlijdt.

Daarbij gaat het om de maatregelen die genomen worden ná ontsmetting.

In dit hoofdstuk worden mogelijkheden van behandeling van de effecten van blootstelling aan nucleaire/radiologische, biologische en chemische strijdmiddelen in achtereenvolgende paragrafen besproken.

### I. Algemeen

Een aanslag met nucleaire/radiologische, biologische of chemische middelen kan on-aangekondigd plaatsvinden. In dat geval kan men zich niet voorbereiden door bijvoorbeeld profylaxe (een middel ter voorkoming van ziekte) toe te dienen ter voorkoming van negatieve gezondheidseffecten. Als al bekend is of het om een N/R-, een B- of een C-incident gaat, is de kans bovendien groot dat niet direct duidelijk is welk middel precies is ingezet. Vooral de identificatie van biologische agentia is een tijdrovende aangelegenheid.

Het is dan ook van belang dat de medische hulpverleners goed op de hoogte zijn van de symptomen die een besmetting met de verschillende strijdmiddelen kan veroorzaken, en deze derhalve snel kunnen herkennen. Dikwijls is het essentieel zo snel mogelijk na de blootstelling met de medische behandeling te beginnen om ernstige gezondheidsschade te kunnen voorkomen.

#### *Profylaxe*

Om de gevolgen van een besmetting met een nucleair/radiologisch, biologisch of chemisch middel zoveel mogelijk tegen te gaan, kunnen in een aantal gevallen profylactisch bepaalde middelen worden toegediend (zie ook de hoofdstukken 2, 'NBC-middelen', en 5, 'Persoonlijke bescherming'). Er wordt onderscheid gemaakt tussen chemoprofylaxe en immunoprofylaxe.

Chemoprofylaxe kan zinvol zijn in de volgende gevallen:

- bij een nucleair/radiologisch incident waarbij de kans op blootstelling aan radioactief jodium bestaat, kan worden overwogen *jodiumprofylaxe* toe te dienen (paragraaf 2.2)
- bij mogelijke blootstelling aan biologische middelen kunnen in de incubatieperiode *antibiotica* of *antivirale middelen* toegediend worden (paragraaf 3.1)
- bij een dreiging van een aanval met zenuwgassen kan preventief het middel *pyridostigmine* toegediend worden (zie paragraaf 4.1).

Immunoprofylaxe kan preventief toegediend worden, als middel tegen het ontstaan van een infectieziekte. Dat kan *actief*, in de vorm van het toedienen van een vaccin, of *passief*, in de vorm van het toedienen van een specifieke immunoglobuline, kort na de besmetting, in de incubatieperiode.

Ook bestaan er vaccins tegen sommige toxines van biologische oorsprong, zoals in het geval van botulisme (alleen in de Verenigde Staten).

Profylaxe is het meest effectief wanneer deze voorafgaand aan de blootstelling wordt toegediend. Bij een aanslag met NBC-middelen is dit echter vaak niet mogelijk.

## **2. Therapie bij nucleaire/radiologische incidenten**

Bij blootstelling aan radioactieve stoffen zijn er twee gevaren: besmettingsgevaar en stralingsgevaar. Stralingsletsel kan ontstaan door externe bestraling, door uitwendige besmetting en door inwendige besmetting met radionucliden (zie hoofdstuk 2).

### *2.1 Bestraling*

Bij bestraling kan onderscheid gemaakt worden tussen bestraling van het hele lichaam of een groot gedeelte van het lichaam, en lokale bestraling.

Van een (over)bestraald persoon spreekt men indien hij/zij over zijn gehele lichaam of een gedeelte daarvan in korte tijd een hoge ( $> 0,5$  Gy) stralingsdosis heeft ontvangen. Bij blootstelling van het gehele lichaam of grote gedeelten van het lichaam aan betrekkelijk hoge doses ioniserende straling, kunnen verschillende complexe ziekteverschijnselen optreden, de zogeheten stralingssyndromen, die eventueel tot de dood kunnen leiden. Deze syndromen zijn gerelateerd aan dosis en tijd. De behandeling bij stralingsyndromen is sterk afhankelijk van de grootte van de bestraalde oppervlakte en van de stralingsdosis. Paragraaf 2.3 gaat hier verder op in.

Behalve bij een zeer ernstige overbestraling vertoont de blootgestelde persoon in de eerste uren na het ongeval geen met de bestraling samenhangende ziekteverschijnselen.

Als een klein deel van het lichaam aan een hoge stralingsdosis heeft blootgestaan spreekt men van lokale overbestraling. Dit kan door alle soorten stralingsbronnen worden veroorzaakt, maar ook door een (ernstige) besmetting van de huid met  $\beta$ -actieve stoffen ( $\beta$ -stralers).

Lokale overbestraling uit zich voornamelijk in huidverschijnselen die vrijwel identiek zijn aan de verschijnselen die optreden bij verbranding: pijn, roodheid en zwelling, blaarvorming en in het ergste geval necrose (afsterven van weefsel).

Als binnen enkele uren tot een dag na de bestraling geen verschijnselen zijn opgetreden, is behandeling niet noodzakelijk. Is dit wel het geval, dan zal een behandeling identiek aan die voor een eerste- of tweedegraads verbranding worden gevolgd.

Als echter direct na de bestraling symptomen als pijn, roodheid en zwellingen optreden, zijn ernstiger problemen te verwachten en is ziekenhuisopname en specialistische behandeling beslist noodzakelijk.

## 2.2 Besmetting

Bij besmetting wordt onderscheid gemaakt worden tussen uitwendige besmetting, waarbij radioactieve deeltjes zich op de persoon bevinden, en inwendige besmetting wanneer radioactieve deeltjes in het lichaam zijn opgenomen (zie hoofdstuk 2).

### *Uitwendige besmetting*

Een uitwendig besmette persoon vertoont gewoonlijk geen enkel met de besmetting samenhangend ziekteverschijnsel. Bij een ernstige besmetting met sommige  $\beta$ -actieve stoffen kunnen als gevolg van lokale overbestraling, bovengenoemde huidverschijnselen na verloop van tijd optreden. Bij uitwendige besmetting is het meestal niet nodig de besmette persoon na grondige ontsmetting (gevolgd door besmettingscontrole) op te nemen in een ziekenhuis, tenzij daar andere redenen (zoals een ander letsel, opgelopen bij het incident) voor zijn.

### *Inwendige besmetting*

De omvang van een inwendige besmetting met  $\gamma$ -stralers of 'harde'  $\beta$ -stralers kan alleen met zeer gevoelige apparatuur, een zogeheten 'whole body counter' of 'totale lichaamsteller', aanwezig bij enkele instituten en ziekenhuizen in Nederland, gemeten worden.

Specifieke controle van de schildklier wordt uitgevoerd met behulp van een zogenoemde schildklierteller.

De in het lichaam opgenomen radioactieve stoffen concentreren zich meestal in bepaalde organen of weefsels (bijvoorbeeld jodium-131 in de schildklier). Vanuit de plaats op of in het lichaam waar het radioactieve materiaal zich bevindt, wordt de besmette persoon intensief bestraald. De stralingsdosis als gevolg van een inwendige besmetting is dus meestal niet homogeen over het hele lichaam verspreid.

Na kortere of langere tijd worden de opgenomen stoffen weer uitgescheiden.

Voor elk orgaan of weefsel is de ontvangen stralingsdosis afhankelijk van de eigenschappen van het betreffende radionuclide, het gedrag van dat radionuclide in het lichaam en de snelheid van uitscheiding.

Meestal vertoont ook iemand die inwendig besmet is geen enkel met de besmetting samenhangend ziekteverschijnsel en is directe deskundige hulp niet noodzakelijk.

### *Maatregelen bij inwendige besmetting*

Bij een inwendige besmetting met radioactieve stoffen kan een aantal algemene maatregelen genomen worden:

- tegengaan van opname van de stof in het lichaam (bijvoorbeeld door toedienen van actieve kool, laten braken, irrigatie van neus en keel, etc.)
- bevordering van de eliminatie van de stof uit het lichaam (bijvoorbeeld vocht toedienen bij besmetting met tritium)
- symptoombestrijding (zie paragraaf 2.3).

Een *specifieke* behandeling, gericht op de aard van de besmettende radioactieve stof, is slechts zelden mogelijk.

Voor sommige radionucliden zijn wel gerichte maatregelen te nemen:

- Bij besmetting met radioactief jodium ( $^{131}\text{I}$ ) kunnen kaliumjodaat- of kaliumjodidetabletten voorgeschreven worden (jodiumprofylaxe). Dit is alleen zinvol als dit kort vóór of binnen enkele uren na de besmetting gebeurt.
- Bij besmetting met radioactief cesium ( $^{137}\text{Cs}$ ) kan Pruisisch of Berlijns Blauw worden toegediend, om absorptie in het lichaam te verhinderen.
- Bij besmetting met plutonium en americium kunnen chelatoren (stoffen die metalen binden, bijvoorbeeld DTPA, dat plutonium bindt) de uitscheiding van het metaal uit het lichaam bevorderen.

### 2.3 Effecten van ioniserende straling, en therapie

In hoofdstuk 2 zijn de effecten die ioniserende straling op het menselijk lichaam kan hebben, behandeld.

De effecten van ioniserende straling op de mens kunnen in drie categorieën onderverdeeld worden:

1. *acute effecten*, ook wel 'vroeg effecten' genoemd; deze directe effecten worden binnen ongeveer één tot twee maanden na bestraling waargenomen en zijn dosisafhankelijk. Soms kunnen deze effecten al na enkele uren optreden, afhankelijk van de ontvangen stralingsdosis.
2. *lange termijn effecten*, ook wel 'late effecten' genoemd. Deze effecten kunnen na een periode van twee maanden tot tientallen jaren na blootstelling nog optreden. Het optreden van late effecten is kansgebonden en evenredig met de ontvangen dosis.
3. *genetische effecten*: deze uiten zich of in de vorm van aangeboren afwijkingen of als onvruchtbaarheid in de eerste generatie, of als mutaties in latere generaties.

In deze paragraaf wordt dieper ingegaan op acute effecten (dat wil zeggen, effecten die boven een bepaalde dosis korte tijd na de bestraling zullen optreden) en op de medische behandeling daarvan. Tabel 7.1 geeft een globaal overzicht van de effecten die kunnen optreden na een in korte tijd opgelopen hoge dosis straling. Tevens worden in deze tabel behandelingsmogelijkheden aangegeven.

#### *Stralingsziekte*

Stralingsziekte kan optreden bij doses boven circa 0,5 Gy, de zogenoemde drempeldosis, en gaat gepaard met misselijkheid, hoofdpijn, duizeligheid en eventueel braken: het lijkt op wagenziekte of zeeziekte. Deze verschijnselen kunnen al binnen enkele uren optreden.

Indien de dosis beperkt blijft is dit relatief onschuldige ziektebeeld na enige uren tot dagen weer verdwenen. In verband met de verdere klinische behandeling van het slachtoffer is het van groot belang zo snel mogelijk een schatting te maken van de geabsorbeerde dosis. Veranderingen in het bloedbeeld kunnen al geconstateerd worden na bestraling met doses vanaf 0,25 Gy.

### *Stralingssyndroom*

Bij bestraling van het gehele lichaam met een dosis van enkele Gy's of meer treden binnen enkele uren tot dagen of weken na de bestraling bepaalde symptomen op: men spreekt van een *stralingssyndroom*.

Bij oplopende doses kunnen de volgende stralingssyndromen optreden: het beenmergsyndroom, het maagdarkanaalsyndroom en het centraal zenuwstelselsyndroom (CZS-syndroom). Deze syndromen kunnen allemaal uiteindelijk de dood tot gevolg hebben.

Daarnaast bestaat het huidsyndroom. Bij dit laatste syndroom treden zeer ernstige en moeilijk te behandelen brandwonden op.

Een groot extra probleem bij de behandeling van personen die een hoge dosis ioniserende straling hebben ontvangen, is dat de verschillende stralingssyndromen meestal niet op zichzelf staan maar dat patiënten met meer syndromen tegelijkertijd of na elkaar te kampen kunnen krijgen.

Als iemand bijvoorbeeld het maagdarkanaalsyndroom als gevolg van bestraling met een dosis boven 8 Gy (net) heeft overleefd, kan het beenmergsyndroom zich vervolgens openbaren. De patiënt kan dan zo verzwakt zijn dat hij dit laatste syndroom niet overleeft.

### *Beenmergsyndroom*

Een totale lichaamsdosis van meer dan 1 Gy kan de bloedvormende organen beschadigen, wat het beenmergsyndroom veroorzaakt. Het beenmergsyndroom treedt meestal pas na één tot enkele weken na de blootstelling op en wordt gekenmerkt door een tekort of afwezigheid van essentiële bloedcellen. Dit kan leiden tot een verhoogde kans op infecties (door een tekort aan witte bloedcellen) en bloedingen (door een tekort aan bloedplaatjes). Het beenmergsyndroom is tegenwoordig goed behandelbaar.

Bij een blootstelling aan 1 - 2 Gy ontstaat een milde vorm van het beenmergsyndroom. De behandeling bestaat vooral uit preventie van bovengenoemde bloedingen en infecties.

Bij een matig tot ernstig beenmergsyndroom (2 - 6 Gy) bestaat de behandeling uit het zoveel mogelijk voorkomen van infecties en bloedingen, en eventueel suppletie van bloedcomponenten en bloedtransfusie.

Een dosis van 6 - 10 Gy veroorzaakt een zeer ernstig beenmergsyndroom, waarbij de overlijdenskans hoog is. Dit is mede het gevolg van het samengaan van een ernstige depressie van het beenmerg en stralingsschade aan andere organen. In dit geval kan, indien een passende donor wordt gevonden, een beenmergtransplantatie overwogen worden.

Indien weinig medische hulp aanwezig is, ligt de LD<sub>50</sub>-waarde (de dosis waarbij de helft van de populatie binnen een bepaalde tijdsperiode komt te overlijden) voor de volwassen mens bij totale lichaamsbestraling met röntgen of  $\gamma$ -straling rond de 3 Gy. Als 'normale' medische zorg (zoals bloedtransfusie en behandeling met antibiotica)

beschikbaar is, ligt de  $LD_{50}$ -waarde voor totale lichaambestraling bij ca 4,5 Gy. Indien zeer goede medische zorg beschikbaar is, zoals een behandeling met specifieke groeifactoren, kan het beenmerg zichzelf regenereren, tot een dosis van 10 Gy; zonodig wordt een beenmergtransplantatie uitgevoerd.

#### *Maagdarmkanaalsyndroom*

Het maagdarmkanaalsyndroom treedt enige (3 - 7) dagen na bestraling boven circa 5 Gy op. Het wordt gekenmerkt door diarree, verlies van eiwitten en zouten, bloedingen en zweren in het maagdarmkanaal en gaat gepaard met uitdroging en ernstige infecties.

Het maagdarmkanaalsyndroom is tot circa 8 - 10 Gy met zeer goede medische verzorging te overleven, als het beenmerg zich tenminste eveneens voldoende herstelt. Hoewel dus herstel van darmschade mogelijk is kan toch op een later tijdstip alsnog letaliteit optreden door vernietiging van het bloedvormend weefsel, dat voornamelijk in het beenmerg is gelokaliseerd.

#### *Centraal zenuwstelselsyndroom (CZS-syndroom)*

Het centrale zenuwstelselsyndroom (CZS-syndroom, of Central Nervous System Syndrome, CNS-syndroom) treedt op na blootstelling van het lichaam, inclusief het hoofd, aan meer dan 10 Gy (50-100 Gy). De symptomen zijn karakteristiek voor beschadiging van het centrale zenuwstelsel en met name van de kleine hersenen: braken, misselijkheid, stuip trekkingen, verhoogde motorische prikkelbaarheid van spieren en zintuigen, desoriëntatie en depressiviteit. Het CZS-syndroom treedt, afhankelijk van de ontvangen dosis, binnen enkele minuten tot uren na bestraling op en men sterft na enkele uren tot 1 à 2 dagen.



in korte tijd ontvangen dosis (Gy)	effecten	tijdpad	therapie
0 - 0,05	geen aantoonbaar effect	n.v.t.	-
tot 0,25	- geen klinische symptomen - mogelijk licht verhoogde frequentie chromosoomafwijkingen witte bloedcellen	n.v.t.	-
0,25 - 0,5	- eventueel lichte misselijkheid - vanaf 0,25 Gy duidelijke afwijkingen in bloedbeeld	- uren - dagen - dagen	-
0,5 - 1	- eventueel lichte misselijkheid - duidelijke afwijkingen in bloedbeeld	- uren - uren - dagen	evt. poliklinische observatie
1 - 2	- misselijkheid, braken, soms diarree - lichte beenmergschade	- uren - dagen - uren - dagen	poliklinische observatie, (o.a.) preventie van infecties en bloedingen
2 - 4	- misselijkheid, braken, diarree - infecties, bloedingen - matige tot ernstige beenmergschade 3 Gy: 20% overlijdt binnen 3 maanden 4 Gy: 50% overlijdt binnen 2 maanden	- uren - weken - 10 - 30 dagen na blootstelling	opname ziekenhuis, (o.a.) bestrijding infecties, suppletie bloedcomponenten
4 - 6	- misselijkheid, braken, diarree, - koorts - zwellingen slijmvliezen en huid - ernstig beenmergsyndroom	- 0,5 - 1 uur - 2 weken  - direct - 2 à 3 weken	intensive care, evt. toedienen groeifactoren
6 - 10	- misselijkheid, braken - diarree - infecties, koorts - grote kans op overlijden - zeer ernstig beenmergsyndroom	- < 0,5 uur - na 1- 2 uur - 2 weken - na 2 weken - < 0,5 uur	evt. beenmerg-transplantatie  meestal letaal
> 8	- misselijkheid, braken - infecties, koorts, darmsyndroom, hevige diarree - dehydratie - zeer ernstig beenmergsyndroom - zeer grote overlijdenskans	- vanaf 1 <sup>e</sup> dag - 2 weken  - na ca 3 weken  - vanaf 2 weken	prognose: overlijden (2-3 weken)
> 10	CZS-syndroom braken, heftige diarree, convulsies, shock, bewusteloosheid	direct - ca. 6 dagen	prognose: overlijden binnen max. 2 weken

CZS = centraal zenuwstelsel

**Tabel 7.1**

Directe acute effecten van ioniserende straling, en behandelmogelijkheden (bij doses in korte tijd ontvangen door het gehele lichaam)

### 3. Therapie bij biologische incidenten

Tot de biologische agentia worden ziekteverwekkende bacteriën, virussen en schimmels gerekend. Insecten en andere dieren die als drager van dergelijke pathogene micro-organismen fungeren, kunnen ook als biologische agentia beschouwd worden maar worden in dit handboek buiten beschouwing gelaten. Zie ook hoofdstuk 2.

De toxines worden, ondanks hun biologische oorsprong (bijvoorbeeld toxines geproduceerd door bacteriën of planten), in dit handboek tot de chemische agentia gerekend. Toxines zijn giftige stoffen die, in tegenstelling tot biologische agentia, geen infectie veroorzaken en zich niet vermenigvuldigen.

Een besmetting met een biologisch agens zal niet tot acute effecten leiden: er is altijd sprake van een, van de ziekteverwekker en van de gastheer afhankelijke, incubatietijd voordat de ziekte zich manifesteert. Deze incubatietijd kan uren tot weken bedragen. De overdracht geschiedt vaak door direct contact tussen mens en ziekteverwekker via aërosolen, of door contact met besmet materiaal via kleding etc., voeding of drinkwater.

Vrijwel alle biologische agentia veroorzaken syndromen die identiek zijn aan of sterk vergelijkbaar zijn met natuurlijk voorkomende ziekten. De behandeling van patiënten met een ziekte veroorzaakt door een biologisch strijdmiddel zal op dezelfde wijze aanpak worden als de behandeling van een dergelijke ziekte die op de 'gewone' manier veroorzaakt is.

Het kan voor de arts lastig zijn de diagnose te stellen. Bij ziekten veroorzaakt door een biologisch strijdmiddel kan het aanvankelijke ziektebeeld bijvoorbeeld zeer ongebruikelijk of aspecifiek zijn. Het kan gaan om een zeldzame ziekte waarvan de verschijnselen bij de artsen niet algemeen bekend zijn. Een afwijkende besmettingsroute (bijvoorbeeld besmetting door ingestie in plaats van inhalatie) kan voor een afwijkend ziektebeeld zorgen.

De protocollen van de LCI (Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding, [www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)) besteden onder andere aandacht aan de ziekteverschijnselen, diagnostiek, therapie en preventie van een groot aantal infectieziekten.

Deze protocollen beschrijven tevens welke handelingen moeten worden uitgevoerd om een uitbraak van een infectieziekte te bestrijden. Bij besmettingsbeheersing kan gedacht worden aan vaccinatie (indien mogelijk) van personen met wie de patiënt contact heeft gehad en aan quarantainemaatregelen (zie hoofdstuk 6, 'Bestrijding van NBC-incidenten').

#### 3.1 Ziektepreventie en behandeling

Profylactische middelen kunnen worden gebruikt om de gevolgen van een besmetting met een biologisch agens zoveel mogelijk tegen te gaan. Hierbij wordt altijd een afweziging gemaakt van het beschermende effect versus de bijwerkingen van de profylaxe.

Voor de bescherming tegen de gevolgen van blootstelling aan een biologisch agens zijn in principe twee vormen van profylaxe mogelijk (zie ook hoofdstukken 2 en 5):

- Immunoprofylaxe
- Chemoprofylaxe.

#### *Immunoprofylaxe*

Immunoprofylaxe (inerten) betreft het toedienen van vaccins, antilichamen of beide aan een specifieke doelgroep (hulpverleners, contacten van de patiënt) of de gehele bevolking, en, ter behandeling, aan de patiënt zelf. Vaccins zijn in principe zeer geschikt voor de bescherming tegen infectieziekten.

In het geval van een aanslag met biologische middelen is het waarschijnlijk niet mogelijk preventief immunoprofylaxe (indien voorhanden) toe te dienen. In sommige gevallen kan immunoprofylaxe ook nog effect hebben wanneer deze snel na de besmetting (in de incubatietijd) wordt toegediend.

Het verhogen van de bescherming tegen de effecten van biologische ziekteverwekkers kan op twee manieren gebeuren, namelijk actief of passief:

- door het inspuiten van verzwakte of dode micro-organismen (het vaccin) wordt de mens een beetje ziek (gemaakt); hierdoor zal het lichaam zelf antistoffen gaan aanmaken en daardoor immuniteit op bouwen. Deze *actieve immuniteit* komt langzaam tot stand, maar blijft lang bestaan (maanden, jaren of een heel leven lang).
- door het inspuiten van (specifieke) antistoffen wordt directe immuniteit verkregen. De *passieve immuniteit* die hierdoor verkregen wordt, is van zeer tijdelijke aard (dagen tot weken).

Eerder genoemde knelpunten bij immunoprofylaxe zijn dat lang niet voor alle infectieziekten vaccins bestaan, dat niet alle vaccins even goed werken en dat sommige vaccins ernstige bijwerkingen kunnen geven (denk bijvoorbeeld aan het vaccin tegen het pokkenvirus). Dit is echter *nooit* een reden om een vaccin niet te gebruiken wanneer het risico van besmetting hoog is.

#### *Chemoprofylaxe*

Antibiotica en antivirale middelen kunnen tijdens de incubatieperiode als chemoprophylactische middelen tegen biologische agentia worden toegediend.

Bij de preventie van ziektes veroorzaakt door een bacteriële infectie kan dikwijls gebruik gemaakt worden van antibiotica.

Tegen sommige virale infectieziekten kunnen antivirale middelen als chemoprofylaxe toegediend worden, maar tegen veel virale infectieziekten bestaan geen antivirale middelen. In dat geval moet men 'gewoon' uitzieken en het lichaam zelf het genezende werk laten doen.

Overigens worden antibiotica en antivirale middelen ook therapeutisch gebruikt, dat wil zeggen wanneer de ziekte zich reeds heeft geopenbaard.

Bacteriën en virussen kunnen door onzorgvuldig en/of overmatig gebruik van antibiotica en antivirale middelen resistentie tegen deze middelen ontwikkelen. Sommige virussen muteren van nature snel (bijvoorbeeld griepvirussen). Er moet, in het kader van bioterrorisme, bovendien rekening gehouden worden met doelbewuste genetische modificatie van pathogene micro-organismen, waardoor zij bijvoorbeeld immuun kunnen zijn gemaakt tegen antibiotica en deze geneesmiddelen dus niet werkzaam zijn tegen de gemodificeerde variant.

### 3.2 Voorbeelden

Er bestaan enorm veel verschillende biologische agentia en even zoveel infectieziekten. Hoewel deze zeker niet allemaal 'geschikt' zijn als biologisch strijdmiddel (zie hoofdstuk 2), valt het ver buiten de context van dit handboek deze agentia en infectieziekten allemaal te noemen. Als illustratie worden in tabel 7.2 en tabel 7.3 enkele infectieziekten en mogelijke middelen voor therapie genoemd; hieronder wordt iets dieper op pokken en antrax ingegaan. Voor meer informatie over infectieziekten kan bijvoorbeeld de website van de LCI geraadpleegd worden ([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info)).

#### 3.2.1 Pokken

Pokken is een zeer ernstige infectieziekte die wordt veroorzaakt door het virus *Variola major*. Het pokkenvirus wordt verspreid via aërosolen of overgedragen via contact met besmet materiaal (kleding, beddengoed, etc.).

Dankzij een grootscheeps vaccinatieprogramma onder leiding van de World Health Organisation is de ziekte wereldwijd uitgeroeid: in 1980 is de wereld officieel pokkenvrij verklaard en is de vaccinatie wereldwijd gestaakt.

Officieel wordt het pokkenvirus op slechts twee plaatsen in de wereld streng bewaakt (in de Verenigde Staten en in Rusland). Het is echter niet ondenkbaar dat het virus toch in handen van andere landen of organisaties terecht is gekomen.

Vanwege de extreme besmettelijkheid van deze ziekte en het ontbreken van medicatie is vanuit de overheid de afgelopen tijd dan ook veel aandacht aan pokken besteed (zie ook hoofdstuk 2).

De incubatietijd van pokken bedraagt circa 12 dagen. Na besmetting door inhalatie van aërosolen komt het virus via de slijmvliezen van de mondholte of de luchtwegen terecht in de lymfeklieren, de milt en het beenmerg, waar het zich vermenigvuldigt. Kenmerkende symptomen van een pokkeninfectie zijn blaasjes op de huid en hoge koorts. Kinderen en ouderen hebben een grotere kans op overlijden. De letaliteit is ca 30%.

#### Therapie bij pokken

Als vaccin tegen pokken wordt (een verzwakte vorm van) het virus *Vaccinia* (koepokken) toegediend. Er is in Nederland recent een nieuwe voorraad vaccin aangelegd. De vaccinatie met het Vacciniavirus kan voor sommige mensen ernstige bijwerkingen tot gevolg hebben. De ernst van deze bijwerkingen is persoonsafhankelijk.

Binnen 96 uur na de besmetting met het virus is vaccinatie nog mogelijk. Latere vaccinatie leidt waarschijnlijk wel tot ziekte, maar met mildere verschijnselen en een lagere mortaliteit dan wanneer niet wordt gevaccineerd.

Er bestaat geen medicijn of specifieke behandeling tegen pokken: de bestaande antivirale middelen werken niet. Er is dus alleen symptomatische en ondersteunende therapie mogelijk.

### 3.2.2 Antrax

Antrax (miltvuur) wordt veroorzaakt door de sporenvormende bacterie *Bacillus anthracis*. De besmetting kan via open wondjes in de huid, via inhalatie of via ingestie plaatsvinden. De verschillende besmettingsroutes geven aanleiding tot de drie vormen van antrax: respectievelijk cutane antrax, pulmonaire of respiratoire antrax en gastro-intestinale antrax.

In 95% van de normale antraxinfecties betreft het de cutane vorm; bij een opzettelijke verspreiding van *Bacillus anthracis* is de respiratoire vorm het meest waarschijnlijk.

Antrax is niet besmettelijk, dat wil zeggen dat geen van de bovengenoemde vormen van antrax van mens op mens wordt overgedragen.

Na ontkieming van de sporen in het lichaam van de patiënt vermenigvuldigt de bacterie zich snel. De bacterie produceert drie verschillende toxines, waaronder de zogeheten 'lethal factor' en 'edema factor' die weefselnecrose en oedeem veroorzaken. De toxines veroorzaken uiteindelijk levensgevaarlijke inwendige bloedingen.

#### *Cutane antrax*

Bij besmetting via de *huid* (cutane antrax) is de incubatietijd 1 tot 14 dagen. Ziekteverschijnselen zijn zwarte zweren, blaasjes en zwellingen op de plaats van infectie, hoofdpijn, (hoge) koorts en in ernstige gevallen lymfeklierzwellings.

De letaliteit bedraagt 20% bij onbehandelde patiënten.

#### *Respiratoire antrax*

Als de besmetting door *inhalatie* van een aërosol met sporen van *Bacillus anthracis* (bijvoorbeeld door het openen van een poederbrief) verloopt, is het ziekteverloop anders. De incubatietijd kan in dat geval variëren van enkele dagen tot mogelijk 8 weken na de inhalatie. Mogelijke gevolgen zijn in eerste instantie aspecifieke symptomen zoals hoofdpijn, koorts, hoesten, en na twee tot vier dagen tevens ademhalingsmoeilijkheden, inwendige bloedingen, shock en overlijden. De letaliteit bij onbehandelde patiënten die lijden aan respiratoire antrax bedraagt meer dan 80%; dikwijls overlijden patiënten binnen 24 uur na het optreden van de eerste specifieke symptomen.

#### *Gastro-intestinale antrax*

Bij *ingestie* van met *Bacillus anthracis* besmet voedsel bedraagt de incubatietijd 1 tot 7 dagen. Er bestaan twee verschillende klinische beelden, waarvan het ene gepaard gaat met onder andere misselijkheid, braken, koorts en bloederige diarree, en het andere met koorts en lymfeklierzwellings. Ook bij gastro-intestinale antrax is de sterfte hoog: zelfs met behandeling overlijdt ongeveer 50% van de patiënten.

### Therapie bij antrax

In Nederland is geen antraxvaccin voor menselijk gebruik beschikbaar.

Het antraxvaccin (een niet-virulente vorm van *Bacillus anthracis*) dat in de Verenigde Staten wordt toegepast, beschermt goed tegen cutane antrax maar de gegevens over de bescherming tegen respiratoire antrax zijn niet eensluidend. Het vaccin heeft nogal wat bijwerkingen.

Antrax kan met antibiotica bestreden worden. De antibiotica doden wel de bacterie, maar maken niet de toxines die door de bacterie geproduceerd worden en de ziekte veroorzaken, onschadelijk.

In principe zijn alle *Bacillus anthracis*-stammen gevoelig voor penicilline; als alternatief kan met erythromycine of een tetracycline (doxycycline) behandeld worden.

Bij een aanslag moet er echter rekening mee worden gehouden dat mogelijk gebruik gemaakt wordt van penicillineresistente *Bacillus anthracis*-stammen (in dat geval kan behandeld worden met ciprofloxacin of doxycycline).

ziekte	vaccin in Nederland	antibiotica	opmerkingen
antrax	-	penicilline, tetracycline (doxycycline), erythromycine bij een aanslag: ciprofloxacin of doxycycline	wel vaccin in VS, bijwerkingen
brucellose	-	doxycycline en rifampicine (of gentamicine, threthoprimsulfa en rifampicine)	soms resistentie tegen alle vormen van therapie
cholera	(+) (o.a. slechte en kortdurende bescherming)	tetracycline, cotrimoxazol of erythromycine, ciprofloxacin	rehydratie noodzakelijk
pest	-	streptomycine, doxycycline, tetracycline	
tularemie	-	gentamycine, doxycycline, ciprofloxacin	
tyfus (buiktyfus)	(+)	ciprofloxacin, cotrimoxazol, amoxicilline, cefalosporine	bescherming na vaccinatie is kortdurend en onvolledig
Q-koorts	-	tetracycline, chlooramphenicol	

**Tabel 7.2**

Voorbeelden van behandelingsmogelijkheden bij bacteriële infecties

ziekte	vaccin	antiviraal middel	opmerkingen
pokken	+	-	symptomen behandelen
Dengue	-	-	symptomen behandelen
Ebola	-	-	symptomen behandelen
griep	+,-	neuraminidaseremmers of amantidine	

**Tabel 7.3**

Voorbeelden van behandelingsmogelijkheden bij virale infecties

#### 4. Therapie bij chemische incidenten

De effecten van een chemisch strijdmiddel op het menselijk lichaam treden bij een voldoende hoge concentratie van het agens meestal zeer snel op. Bij sommige agentia kan het echter enkele uren duren voordat effecten zichtbaar worden en het duidelijk wordt dat een chemisch strijdmiddel is ingezet. Chemische strijdmiddelen oefenen hun schadelijke werking het snelst uit als ze geïnhaleerd worden.

In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van de verschillende groepen chemische strijdmiddelen, hun werking en de symptomen van vergiftiging. In dit hoofdstuk wordt vooral ingegaan op de therapie. Tabel 7.4 geeft een overzicht van mogelijke middelen voor de behandeling bij vergiftiging met chemische strijdmiddelen, tabel 7.5 geeft specifiek een overzicht van behandelingsmogelijkheden bij vergiftiging met chemische middelen van biologische oorsprong: toxines.

##### 4.1 Zenuwblokkerende middelen

Zenuwblokkerende middelen of zenuwgassen werken in op het zenuwstelsel. Een ernstige vergiftiging met een zenuwgas kan door verlamming van het ademhalingsstelsel de dood tot gevolg hebben.

Een kenmerk van zenuwgassen is dat zij zeer toxisch zijn en heel snel tot effecten kunnen leiden.

Als iemand bijvoorbeeld een hoge concentratie ( $50 \text{ mg/m}^3$ ) soman inademt, kan hij binnen een minuut overlijden. Bij opname van zenuwgas via de huid zullen de eerste symptomen van de vergiftiging 20 tot 30 minuten na blootstelling optreden.

### Therapie

Omdat zenuwgassen zo snel werken is het noodzakelijk medicijnen onmiddellijk toe te dienen. De behandeling is (over het algemeen) gebaseerd op toepassing van twee principes:

- behandeling met *atropine*, dat de symptomen van de vergiftiging vermindert/bestrijdt
- behandeling met *oximen*, bijvoorbeeld HI-6 of toxogonine, die de oorzaak van de werking van het zenuwgas bestrijden door het door het zenuwgas geblokkeerde enzym acetylcholinesterase te reactiveren. Als echter te lang met deze medicatie wordt gewacht, is deze niet meer effectief (met name bij de zenuwgassen soman en cyclosarin).

De beide medicijnen vullen elkaar in hun werking aan en versterken hun effecten wederzijds.

- *diazepam* (bijvoorbeeld Valium) of een wateroplosbare vorm, pro-diazepam, kan in ernstige gevallen bovendien worden toegediend om stuip trekkingen te verminderen.

Daarnaast kan bij ademhalingsproblemen zuurstof toegediend worden.

Militairen beschikken over auto-injectoren waarmee men zichzelf (of een ander) bij een zenuwgasvergiftiging een standaardhoeveelheid van een mengsel van atropine, een oxim en pro-diazepam kan toedienen.

Personen met een lichte zenuwgasvergiftiging herstellen meestal na een behandeling met atropine.

In ernstiger gevallen kan het herstel wel twee weken duren; de patiënt kan gedurende die tijd of langer last hebben van mentale problemen (geheugenverlies, concentratieproblemen, slaapproblemen, onrust) en spierzwakte.

Er bestaan ook preventieve middelen (chemoprotectie) tegen de werking van zenuwgassen: inname van pyridostigminetabletten (minimaal 30 minuten) voorafgaand aan de blootstelling vermindert de gevolgen van de vergiftiging met zenuwgassen. Pyridostigmine blokkeert tijdelijk een deel van het enzym acetylcholinesterase, waardoor dit enzym tegen de werking van zenuwgassen wordt beschermd. In de loop van de tijd komt voldoende van het enzym weer vrij om het zenuwstelsel toch te laten blijven functioneren.

#### 4.2 Blaartrekkende middelen

Zwavelmosterdgas bindt aan allerlei biologische moleculen, zoals DNA en eiwitten, en verstoort daardoor verschillende processen in het lichaam. Mosterdgas brengt ernstige schade toe aan de huid, ogen, longen, het maagdarmkanaal en aan beenmerg, milt en lymfweefsel.

De symptomen van een mosterdgasvergiftiging zijn zeer divers.



Blootstelling aan mosterdgas veroorzaakt zelden acute klinische effecten: de eerste gevolgen openbaren zich vaak pas een paar uur na de blootstelling (op dat moment is celbeschadiging echter al in gang gezet). Dit betekent dat iedereen die mogelijk aan mosterdgas is blootgesteld (via inhalatie of de huid), minstens 24 uur onder observatie gehouden moet worden.

De acute sterfte als gevolg van mosterdgasvergiftiging is gering. De meest algemene doodsoorzaak als gevolg van inhalatie van mosterdgas is beschadiging van het longweefsel en bijkomende complicaties, zoals infecties van de luchtwegen, bij inhalatie van mosterdgas.

#### *Therapie*

Tegen mosterdgasvergiftiging bestaat geen antigif en er is geen specifieke behandeling: De enige remedie is de symptomen van de vergiftiging te bestrijden.

De allerbelangrijkste maatregel is het slachtoffer na de blootstelling zo snel mogelijk grondig te ontsmetten (veel water en zeep, scheren). Bij de ontsmetting dient men wel voorzichtig te werk te gaan: door het gebruik van water zou men het mosterdgas over de huid kunnen verspreiden, waardoor het beschadigde huidoppervlak mogelijk uitgebreid wordt.

Infecties worden met antibiotica bestreden.

#### *Lewisiet*

De verwondingen die blootstelling aan Lewisiet toebrengt, zijn vergelijkbaar met de effecten die mosterdgas kunnen veroorzaken. Een verschil is dat de vergiftigingsverschijnselen als gevolg van Lewisiet zich sneller en heftiger voordoen en al direct aan het licht komen.

Er bestaat een antigif tegen Lewisiet: British Anti Lewisite (BAL, dimercaptopropanol). Als dit middel op tijd wordt toegediend zal het de door Lewisiet toegebrachte interne schade enigszins verminderen; het medicijn helpt echter niet bij beschadiging van de huid, luchtwegen of ogen.

#### *4.3 Verstikkende of longbeschadigende middelen*

Longbeschadigende middelen zoals chloor, fosgeen, ammoniak en zwaveldioxide kunnen, bij inademen van een hoge dosis, tot fatale longschade leiden.

#### *Therapie*

Bij een vergiftiging met fosgeen of difosgeen kan diazepamcodeïne toegediend worden. Verder bestaat er geen antigif tegen longbeschadigende middelen.

Aan personen die blootgesteld zijn aan een longbeschadigend middel kan zuurstof toegediend worden; verder moeten de slachtoffers minstens 6 uur absolute rust houden. Tevens dient in verband met eventueel longoedeem een medisch toezicht van 24 uur in acht te worden genomen.

#### 4.4 Celvergiftigende middelen of bloedgassen

Celvergiftigende middelen zoals waterstofcyanide veroorzaken een complete vergiftiging. Blootstelling aan een zeer hoge concentratie cyanide kan vrijwel direct de dood tot gevolg hebben.

##### *Therapie*

Vanwege de snelle werking van cyanide is het zaak om de behandeling zo snel mogelijk te beginnen. Als de behandeling op tijd wordt gestart kan deze zeer effectief zijn.

De behandeling van cyanidevergiftiging berust deels op de capaciteit van het lichaam zichzelf van cyanide te ontdoen (door de werking van het lichaamseigen enzym rhodanase). Als een slachtoffer bij bewustzijn is en geen ademhalingsproblemen heeft, hoeft geen antgiftig toegediend te worden.

Om de detoxificatie te versnellen wordt een zwavelverbinding (natriumthiosulfaat), ijzeroxiderende middelen zoals natriumnitriet of dimethylaminofenol (DMAP), of het kobaltbevattende vitamine B12 (hydroxycobalamine) toegediend.

Tevens wordt zuurstof toegediend.

#### 4.5 Incapaciterende middelen

##### *Traangassen*

Traangassen veroorzaken sterke irritaties van de ogen, de luchtwegen en de huid en werken sterk incapaciterend. Traangassen zijn alleen bij zeer hoge concentraties in een afgesloten ruimte mogelijk dodelijk.

De effecten van traangassen verdwijnen over het algemeen binnen 15 tot 30 minuten na beëindiging van de blootstelling vanzelf, en er is geen specifieke behandeling nodig. Eventueel kan aan blootgestelde personen zuurstof worden toegediend. Er zijn geen blijvende effecten bekend.

##### *Psychedelische middelen*

*Glycolaten* zoals BZ veroorzaken slecht voorspelbare symptomen die op de effecten van een hoge dosis atropine lijken: een verwijde pupil, droge mond, slecht zicht op korte afstand en beven. Ernstige gevolgen zijn een verhoging van de lichaamstemperatuur, hallucinaties en zelfs coma. De effecten kunnen 1 tot 3 weken aanhouden.

Een vergiftiging met psychedelicum 3 (BZ) kan met pyridostigmine behandeld worden.

#### 4.6 Toxines

##### *4.6.1 Enterotoxines*

De bacterie *Staphylococcus aureus* produceert 7 verschillende enterotoxines, waaronder enterotoxine B (SEB). Enterotoxines zijn de meest voorkomende veroorzakers van voedselvergiftiging maar kunnen ook, in aërosolvorm, door inhalatie in het lichaam worden opgenomen.

In lage doses veroorzaakt inhalatie van enterotoxine B onder andere hoofdpijn, hoesten en koorts. Bij ingestie kunnen misselijkheid, braken en diarree tot de ziekteverschijnselen behoren. In hoge doses kan enterotoxine B dodelijk zijn.

#### *Therapie*

Zonder behandeling herstelt men in het algemeen binnen een dag of twee van een enterotoxinevergiftiging.

Er is geen vaccin of antitoxine beschikbaar. Als behandeling worden pijn- en hoestonderdrukkende middelen toegediend.

#### *4.6.2 Ricine*

Ricine inactieveert het proces van eiwitsynthese in de cel, wat leidt tot celdood.

Wanneer ricine is ingeslikt variëren de vergiftigingssymptomen van misselijkheid, maagpijn en braken tot koorts, daling van de bloeddruk en zelfs overlijden. Inhalatie van ricine kan ademhalingsproblemen, (daardoor) zuurstoftekort in weefsels, en uiteindelijk overlijden veroorzaken. Injectie van ricine (bijvoorbeeld: de 'paraplumoord' in 1978) veroorzaakt compleet orgaanfalen.

#### *Therapie*

Er bestaat geen vaccin, noch een specifiek antigif tegen ricine. De behandeling komt neer op symptoombestrijding.

Bij inhalatie van ricine wordt zuurstof toegediend en richt de behandeling zich op het remmen van ontstekingen en het ondersteunen van de hartfunctie en de longfunctie. Bij ingestie wordt de maag leeggepompt en koolstof toegediend. Rehydratie is van groot belang.

#### *4.6.3 Botuline toxine*

Botuline toxine remt de overdracht van impulsen van de zenuwcellen naar spiercellen, waardoor uiteindelijk verlamming optreedt. De incubatietijd bedraagt 12 tot 72 uur. In het ernstigste geval wordt het ademhalingssysteem aangetast en overlijdt het slachtoffer door verstikking.

#### *Therapie*

Er bestaat een antiserum (antitoxine) tegen botuline toxine (in de VS is bovendien een vaccin tegen botulisme beschikbaar). Bij verdenking van een botuline toxinevergiftiging moet het antitoxine zo snel mogelijk toegediend worden. Het antitoxine draait eenmaal ingezette verschijnselen (zoals verlamming) niet terug.

Herstel van een botuline toxinevergiftiging verloopt erg traag.

#### *4.6.4 Saxitoxine*

Ook saxitoxine werkt in op het zenuwstelsel en veroorzaakt verlamming. Ingestie kan zonder behandeling binnen 2 tot 12 uur overlijden veroorzaken. Tengevolge van inhalatie van saxitoxine kan iemand binnen een paar minuten sterven.

### Therapie

Er bestaat geen antgift tegen saxitoxine. Om de gevolgen van ingestie tegen te gaan kan braken opgewekt worden. Beademing kan noodzakelijk zijn.

De verschijnselen van een saxitoxinevergiftiging lijken op de symptomen van een zenuwgasvergiftiging, maar in dit geval moet juist zeker géén atropine toegediend worden.

agens	profylaxe	therapie	opmerking
zenuwgassen	pyridostigmine	atropine oxim (b.v. HI-6) (pro-)diazepam	zuurstof
blaartrekkende middelen: zwavelmosterdgas	-	-	antibiotica tegen infecties, symptomen behandelen
Lewisiet	-	BAL	
longbeschadigende middelen	-	-	zuurstof
fosgeen, difosgeen	-	diazepamcodeïne	
celvergiftigende middelen: cyanide	-	natriumthiosulfaat, nitriet, dimethylaminofenol (DMAP), vitamine B12	zuurstof
traangassen	-	-	evt. zuurstof
psychedelica: BZ	-	pyridostigmine	

Tabel 7.4

Behandelingsmogelijkheden bij vergiftiging met chemische agentia

toxine	gevormd door	ziekte	profylaxe	therapie (antitoxine)	opmerking
botuline toxine	<i>Clostridium botulinum</i>	botulisme	-	antitoxine	wel vaccin in VS
enterotoxine B	<i>Staphylococcus aureus</i>	Staphylococccen enterotoxine B intoxicatie	-	-	
saxitoxine	blauwgroene algen		-	-	symptomen behandelen
ricine	<i>Ricinus communis</i>	ricine intoxicatie	-		symptomen behandelen
trichothecene mycotoxinen	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Myrotecium</i> <i>Stachybotrys</i> etc.	trichothecene (T2) mycotoxinen intoxicatie	-	-	symptomen behandelen

Tabel 7.5

Behandelingsmogelijkheden bij vergiftiging met toxinen

# VERVALLEN

## HOOFDSTUK 8

# NBC-hulpmiddelen

### **Inleiding**

Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft aan de NBC-steunpuntregio's een aantal hulpmiddelen voor de bestrijding van de gevolgen van een aanslag met NBC-middelen, zoals beschermende middelen en meetapparatuur, ter beschikking gesteld. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe deze hulpmiddelen dienen te worden gebruikt. De paragrafen in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de instructiekaarten die door het ministerie van BZK samen met de betreffende hulpmiddelen aan de NBC-steunpuntregio's geleverd zijn.

In achtereenvolgende paragrafen treft u een gebruikersinstructie aan van de volgende hulpmiddelen:

- NBC-beschermende kleding (MK 82)
- NBC-masker (FM 12)
- Dräger CDS-Simultaan-Test Set V
- Huidontsmettingpoeder (HOP)
- E-CAM.

### **I. NBC-beschermende kleding (MK 82)**

#### *1.1 Inleiding*

De NBC-beschermende kleding MK 82 beschermt, samen met het NBC-masker (FM 12), tegen chemische en biologische strijdmiddelen. Tevens voorkomt de NBC-beschermende kleding direct contact van radioactieve stoffen met de huid. De bescherming tegen ioniserende ( $\gamma$ -)straling is vrijwel nihil.

#### *1.2 Samenstelling*

De NBC-beschermende kleding bestaat uit:

- parka en broek
- 3 paar katoenen binnenhandschoenen (figuur 8.1)
- 2 paar rubberen buitenhandschoenen (figuur 8.2)
- 1 paar overlaarzen (figuur 8.3).

De NBC-kleding MK82 wordt in combinatie met het NBC-masker FM 12 gedragen.



*Figuur 8.1 Binnenhandschoenen*



*Figuur 8.2 Buitenhandschoenen*



*Figuur 8.3 Overlaarzen*

### *1.3 Bescherming*

Biologische strijdmiddelen hebben geen nadelige invloed op de beschermende eigenschappen van de NBC-kleding. Door de uitwerking van chemische strijdmiddelen gaan de beschermende eigenschappen van de NBC-kleding op den duur echter wel verloren.



#### *Beschermingsduur van broek en parka*

Broek en parka beschermen tegen:

- chemische strijdmiddelen in *druppelvorm*: maximaal 4 uur
- chemische strijdmiddelen in *dampvorm*: minimaal 16 uur, maximaal 48 uur

Als op de kleding druk wordt uitgeoefend, bijvoorbeeld door direct contact met besmette objecten, vermindert de beschermingsduur van broek en parka.

#### *Beschermingsduur van handschoenen*

De handschoenen beschermen tegen:

- chemische strijdmiddelen in *druppelvorm*: maximaal 6 uur

Door slijtage (afhankelijk van de werkzaamheden) kan de beschermingsduur van de handschoenen afnemen.

#### *Beschermingsduur van overlaarzen*

De overlaarzen beschermen tegen:

- chemische strijdmiddelen in *druppelvorm*: maximaal 24 uur

Vocht (regen, transpiratie) heeft geen invloed op de beschermingsduur van de NBC-kleding. De NBC-kleding is geïmpregneerd en kan daardoor goed tegen vocht en werkt ook vlamvertragend.

De beschermende werking van de NBC-kleding is niet minder wanneer de NBC-kleding doornat is geworden (bijvoorbeeld ten gevolge van bluswerkzaamheden). Dit heeft alleen gevolgen voor het draagcomfort (de kleding wordt zwaar).

#### *1.4 Opslag en houdbaarheid*

De verschillende onderdelen van de NBC-beschermende kleding, behalve de laarzen, zijn afzonderlijk in luchtdicht plastic verpakt. De verpakking wordt pas verbroken bij NBC-dreiging.

Bij opslag moet de verpakking zo lang mogelijk gesloten blijven om de gewenste bescherming (zie paragraaf 1.3) te kunnen bieden.

Onder normale operationele omstandigheden:

- zijn broek en parka gedurende enkele weken draagbaar zonder vermindering van de beschermende eigenschappen
- blijven de laarzen meerdere dagen intact.

#### *1.5 Aantrekken NBC-beschermende kleding*

Trek de NBC-beschermende kleding in onderstaande volgorde aan:

1. broek
2. overlaarzen
3. parka
4. handschoenen.

Maak de banden van de broek en de veters van de overlaarzen uitsluitend met een strikssluiting vast, en druk klittenbandsluitingen stevig op elkaar.

Zorg ervoor dat tussen de capuchon (van de parka) en het NBC-masker geen huid meer zichtbaar is.

Draag een horloge, indien noodzakelijk, over de mouw van de parka, of berg het in de borstzak van de parka op.

### 1.6 *Uittrekken NBC-beschermende kleding*

#### *Onbesmette kleding*

Trek onbesmette NBC-beschermende kleding in onderstaande volgorde uit:

1. handschoenen
2. parka
3. overlaarzen
4. broek.

Berg de kleding na gebruik op in een draagzak.

#### *Besmette kleding*

Trek besmette NBC-beschermende kleding alleen uit op aanwijzing van de bevelvoerder/ontsmettingsleider.

Om het besmettingsrisico zoveel mogelijk te beperken wordt de besmette NBC-kleding samen met een collega, volgens een vaste procedure en op een locatie die vrij is van vloeibare besmetting, uitgetrokken.

Hierbij is een volle bus huidontsmettingpoeder (HOP) en een scherp mes nodig. Ontsmet elke keer dat een handeling op het lichaam moet worden uitgevoerd, de handschoenen met HOP.

Bij de ontsmetting van NBC-beschermende kleding alvorens deze wordt uitgetrokken zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- Wordt er in 'buddyparen' of NBC-teams gewerkt, dan ontsmet de helper de drager van de NBC-beschermende kleding.
- Zijn er afzonderlijke brandweerlieden met NBC-beschermende kleding ingezet (dus geen buddyparen of NBC-teams), zorg dan voor speciale ontsmetters.
- Op de grens tussen wachtplaats en ontsmettingsplaats moet een bak met HOP staan.
- De te ontsmetten drager van NBC-beschermende kleding moet met zijn laarzen in de bak met HOP stappen en er daarbij op toezien dat de gehele laarzen in contact met het poeder komen.
- Zowel de drager als de helper/ontsmetter houdt gedurende de hele ontsmetting zijn NBC-masker op en zijn NBC-handschoenen aan.
- De helper/ontsmetter ontsmet na elke ontsmettingshandeling zijn handschoenen.

De besmette NBC-kleding wordt tegen de windrichting in uitgetrokken.

*looprichting*



- ▶ 1. afleggen werkuitrusting
- ▶ 2. ontsmetten overlaarzen
- ▶ 3. uittrekken parka
- ▶ 4. uittrekken broek en overlaarzen



*windrichting*

De procedure voor het uittrekken van besmette NBC-kleding

#### *Uittrekken parka*

1. Maak het koord aan de onderzijde van de parka los.
2. Trek de stropsluiting van de capuchon omlaag.
3. Open de ritssluiting van de capuchon (indien aanwezig).
4. Trek de klittenbandsluiting van de mouwen en zakken van zowel parka als broek los.
5. Ontsmet de eigen handschoenen (met HOP).
6. Leeg de zakken van de parka en de broek en leg de inhoud op een onbesmette plaats (grens met aankleedplaats).
7. Snij met een mes vanaf de kin de capuchon (inclusief koord) en de voorzijde van de parka open (snijden/scheuren van boven naar beneden).
8. Ga achter de drager staan, pak de door het snijden/scheuren ontstane punten aan de capuchon vast, trek deze naar buiten en licht de capuchon van het hoofd.
9. Trek de parka aan beide mouwen uit en leg deze met de schone kant boven achter de drager.

#### *Uittrekken broek*

1. Maak de banden van de broek los en haal deze uit de lussen.
2. Haal de banden over de schouders naar achter en stop ze in één van de broekzakken.
3. Sla de bovenrand van de broek naar beneden om.
4. Trek de broek omlaag tot kniehoogte.
5. De drager gaat met behulp van de helper zitten op de binnenstebuiten gekeerde parka.
6. De helper snijdt/scheurt de broekspijpen vanaf de zoom aan de scheenbeenzijde open, tot ongeveer kniehoogte (snijden vanaf de zoom naar boven).
7. Pak de pijpen aan de onderkant vast en trek de broek uit.

#### *Uittrekken overlaarzen*

1. Snijd de veters helemaal los.
2. Pak de overlaarzen één voor één aan de voor- en achterzijde vast en trek ze uit.

3. Overlaarzen en broek worden beide in de overjas geplaatst. De overjas wordt dichtgevouwen en in een overmaats vat gedeponeerd.
4. Hierna wisselen helper en drager om, en wordt de helper op dezelfde wijze van zijn NBC-kleding ontdaan, op NBC-masker en handschoenen na.

#### *Afzetten NBC-masker*

1. Op de grens tussen ontsmettingsplaats en aankleedplaats worden beide personen gecontroleerd op restbesmetting.
2. Als er geen restbesmetting meer aanwezig is, ontsmetten beiden hun handschoenen en de buitenzijde van elkaars NBC-masker.
3. Ieder pakt zijn eigen gasmasker bij de uitlaat beet en zet het masker af. Het masker wordt in het overmaatse vat gedeponeerd.

#### *Uittrekken handschoenen*

1. Beide personen ontsmetten hun handschoenen (met HOP).
2. Eén rubberen handschoen wordt bij de boord gepakt en zover binnenstebuiten gestroopt dat de vingers vrij blijven.
3. Met deze vingers wordt de andere rubberen handschoen helemaal binnenstebuiten afgestroopt.
4. Vervolgens wordt de reeds gedeeltelijk afgestroopte handschoen bij het omgeslagen gedeelte vastgepakt en uitgetrokken.
5. Hierna worden de binnenhandschoenen uitgetrokken.
6. De handschoenen worden in het overmaatse vat gedeponeerd.

Uitgetrokken besmette NBC-kleding wordt als chemisch afval in een overmaats vat naar een afvalverwerkingsbedrijf afgevoerd.

## 2. NBC-masker (FM 12)

### 2.1 Inleiding

Het NBC-masker FM 12 (figuur 8.4) beschermt de luchtwegen, het gezicht en de ogen tegen biologische en chemische strijdmiddelen en gevaarlijke (stof)deeltjes in de lucht. Dit masker wordt gebruikt in combinatie met een daarbij behorende NBC-filterbus (figuur 8.5) en maakt deel uit van uw persoonlijke NBC-beschermingsmiddelen.



Figuur 8.4 NBC-masker FM 12



Figuur 8.5 NBC-filterbus FM 12

### 2.2 Samenstelling

Het NBC-masker FM 12 bestaat uit een volgelaatmasker met drinkvoorziening. Deze drinkvoorziening bestaat uit:

- een rietje in het mondstuk van het masker, dat vanaf de buitenzijde in de drinkstand kan worden gedraaid
- een drinkslang, gewikkeld om de voorzijde van het masker
- een koppelstuk aan het einde van de drinkslang
- een drinktuit met dop, die op de veldfles geschroefd kan worden.

Bij het masker is standaard een NBC-filterbus gevoegd. Het masker kan in principe ook worden gebruikt in combinatie met een industriële filterbus (niet bijgeleverd); daarvoor is een speciale verbindingsslang nodig. Ten behoeve van de communicatie per portofoon beschikt het masker over een spreekmembraan. Het NBC-masker en toebehoren worden opgeborgen in een draagtas.

### 2.3 Bescherming

Het NBC-masker FM 12 beschermt in combinatie met de bijgeleverde filter tegen:

- inademing van radioactieve deeltjes
- biologische ziekteverwekkers
- dampen en gassen van chemische strijdmiddelen.

Het masker beschermt *niet* tegen de ioniserende straling die vanuit de filterbus door radioactieve deeltjes wordt uitgezonden! Om de stralingsbelasting zoveel mogelijk te beperken moet in een radioactief besmette omgeving regelmatig het stralingsniveau van de filterbus worden gemeten. Bij gebruik van het masker worden radioactieve deeltjes weliswaar niet ingeademd, maar deze kunnen wel in de filterbus terecht komen en daar een stralingsbron naast het gezicht opbouwen.

Overigens zal deze opeenhoping bij een brandweerinzet meestal beperkt blijven, omdat brandweertaken alleen bij een relatief laag stralingsniveau en gedurende relatief korte tijd worden ingezet. Het risico op stralingsopbouw in de filterbus kan nog verder worden verkleind door de filterbus eerder te verwisselen.

Dit masker beschermt u niet tegen een zuurstoftekort in de omgeving. Het mag daarom *niet* worden gebruikt bij:

- binnenbrandbestrijding
- langdurig verblijf in afgesloten ruimten, zoals scheepsruimten of opslagtanks, tenzij men de beschikking heeft over een goed werkende zuurstofmeter.

### 2.4 Gebruik

#### *Gebruik van het masker*

Verander nooit iets aan het masker en gebruik het alleen:

- op aanwijzing van uw bevelvoerder
- na voldoende oefening in het snel opzetten van het masker
- na een controle voor gebruik (zie paragraaf 2.5)
- na een controle op lekkage (zie paragraaf 2.5).

#### *Gebruik van de drinkvoorziening*

Een veldfles met drinktuit kan indien gewenst separaat worden aangeschaft, maar wordt niet standaard bij het NBC-masker geleverd. De drinkvoorziening mag u alleen met toestemming van uw bevelvoerder gebruiken. Zorg dat er alleen (zuiver) water in uw veldfles zit. Elke andere vloeistof kan vervuiling van de drinkvoorziening veroorzaken en mag daarom *niet* worden gebruikt.

Het gebruik van de drinkvoorziening vergt de volgende handelingen:

1. Vervang de dop van de veldfles door de (schone!) drinktuit (zodanig reinigen).
2. Wikkel de drinkslang aan de voorzijde van het masker los (eerst het koppelstuk onderaan de voorzijde van het masker, daarna de slang).
3. Koppel de drinkslang aan de drinktuit van de veldfles.
4. Draai het rietje in de drinkstand met behulp van de hendel aan de voorzijde van het masker.
5. Neem het mondstuk van het rietje in de mond.
6. Houd de fles links van het masker ondersteboven, ter hoogte van uw kruin.
7. Zuig aan het rietje.

### 2.5 Controle

Controleer het NBC-masker alvorens u het gaat gebruiken. Deze controle bestaat uit een controle voor gebruik en een controle op lekkage. Ook de controle op lekkage moet voor gebruik plaatsvinden. Deze controle vindt echter ook na gebruik plaats (in het kader van onderhoud) en wordt hier daarom afzonderlijk vermeld.

onderdeel	onderhoud	voor gebruik	na gebruik	1 x per jaar
masker	reiniging		X	X
	desinfectie		X	X
	controle op lekkage	X	X	X
	controle voor gebruik	X		
	vervangning van vizier, bandenstel, gespen, binnenmasker en andere delen (indien nodig)		X	
spreek-membraan	controle op werking		X	X
	vervangning			
drinkvoorziening	reiniging		X	

Tabel 8.1 Onderhoud NBC-masker FM12

### *Controle voor gebruik*

Controleer het NBC-masker voor gebruik op:

- de algemene conditie van het gelaatstuk
- de conditie van de rubberen delen
- de conditie en elasticiteit van het bandenstel (trek de uiteinden in de uiterste stand)
- de reinheid van het gezichtscherf
- de montage van het spreekmembraan
- de montage van het uitlaatventiel
- het functioneren van het in- en uitlaatventiel
- de afsluiting van de opening van de drinkvoorziening
- het juiste type filter
- een eventuele beschadiging van de filterbus
- de verloopdatum van de filterbus.

### *Controle op lekkage*

Controleer het NBC-masker voor gebruik op lekkage door achtereenvolgens het masker op te zetten, de filteropening met uw hand af te sluiten en krachtig in te ademen. Het masker is luchtdicht wanneer het bij inademing tegen uw gezicht wordt gedrukt en, zolang de filterbus afgesloten blijft, in deze stand blijft staan. Komt het masker langzaam vrij, dan moet u:

- controleren of het inlaatventiel wel goed wordt dichtgedrukt
- controleren of de filterbus stevig genoeg is aangedraaid
- controleren of de randen van het masker goed zitten (niet dubbelgevouwen zijn)
- controleren of er geen plukken haar onder de rand van het masker zitten (mannen moeten zich goed scheren, baardgroei is funest voor de afdichting van het masker)
- het bandenstel strakker aanspannen.

## 6.6 *Onderhoud*

Houd bij het onderhoud van het NBC-masker het bovenstaande onderhoudsschema aan (zie tabel 8.1).

## **3. Dräger CDS - Simultaan-Test Set V**

### *3.1 Inleiding*

Met de CDS-Simultaan-Test Set V van Dräger kunt u de volgende vluchtige (stoffen in) chemische strijdmiddelen gelijktijdig detecteren: *chloorcyaan*, *thioether* (zwavelmosterdgas), *fosgeen*, *chloor* en *fosforzure esters* (zenuwgassen, bijvoorbeeld VX, tabun, sarin, soman).

### *3.2 Samenstelling*

De CDS-Simultaan-Test Set V bestaat uit 5 Dräger-meetbuisjes. Opener, adapter en houder zijn bijgeleverd. Op het OGS-voertuig is een pomp aanwezig.



### 3.3 Toepassing

#### *Weersomstandigheden*

Deze test levert alleen betrouwbare meetresultaten onder de volgende weersomstandigheden:

- temperatuur: 5°C tot 30°C
- luchtvochtigheid: 5 tot 15 mg (H<sub>2</sub>O)/l.

Heel fijne waterdruppeltjes (aërosolen), zoals bij mist, kunnen meetfouten veroorzaken en er in het ergste geval toe leiden dat de aanwezigheid van een strijdmiddel niet wordt gedetecteerd.

#### *Pomp*

De buisjes mogen uitsluitend samen met de volgende Dräger-pompen gebruikt worden: *model 21/31, Accuro, Accuro 2000 of Quantimeter 1000.*

#### *Controle voor gebruik*

Controleer voorafgaand aan de meting de combinatie pomp/adapter op lekkages. Doe dit met behulp van een set ongeopende meetbuisjes.

### 3.4 Gebruik

#### *Test pomp, adapter en simultaantest*

Plaats de (ongeoopende) simultaantest in de adapter, met de pijl in de richting van de pomp. Laat de buisjes in de houder. Knijp de pomp dicht. De pomp mag nu, gedurende 15 seconden, niet opengaan.

#### *Open de meetbuisjes*

Voor het nemen van het luchtmonster moeten eerst alle vijf meetbuisjes worden geopend. Ga hierbij als volgt te werk:

1. Open de meetbuisjes aan de kant die in de richting van de pomp/adapter wijst (zie pijlrichting op buisje) en doe dit op de volgende manier:
2. Plaats de keramische snijkant van de opener aan de schuine kant van de rubberrand van het buisje, en snij de punten van alle vijf buisjes licht in.
3. Schuif vervolgens de opener volledig over de rubberrand, met de keramische snijkant aan de bovenzijde.
4. Druk de handgreep naar beneden en breek de punten af.
5. Plaats de buisjes in de adapter (de pijl moet in de richting van de adapter wijzen).
6. Open de buisjes vervolgens op dezelfde manier aan het andere einde.

#### *Breek de ampul van het meetbuisje chloorcyaan*

Voordat u met de monsternamen kunt beginnen, moet u eerst het meetbuisje *chloorcyaan* (nr. 1) voorbereiden. Ga hierbij als volgt te werk:

1. Haal alleen het meetbuisje voor chloorcyaan (nr. 1) uit de houder en adapter.
2. Buig dit meetbuisje tussen de twee zwarte stippen (op het buisje) onder een hoek

- van ongeveer 45°, zodat de interne reagensampul breekt.
3. Controleer of bij het breken van de interne ampul, de buitenbescherming niet kapot gestoten is. Als dit wel het geval is, is het mogelijk dat verkeerde hoeveelheden (valse) lucht worden aangezogen.
  4. Schud de reagensvloeistof uit de ampul op de aanwijslaag en bevochtig deze helemaal.
  5. Plaats het meetbuisje vervolgens weer terug in de houder en adapter (de pijl moet in de richting van de adapter wijzen).

De simultaantest is nu gebruiksklaar.

#### *Monstername*

Zuig de lucht door de meetbuisjes. Het aantal pompslagen (N) is 50. De openingstijd is 2 tot 6 seconden.

De meetresultaten voor *chloorcyaan* (nr. 1), *fosgeen* (nr. 3) en *chloor* (nr. 4) kunnen meteen na deze 50 pompslagen beoordeeld worden - zie tabel 8.2. De meetbuisjes voor *fosforzure esters* (nr. 5) en *thioether* (nr. 2) moeten voor de meetbeoordeling eerst nog enkele behandelingen ondergaan (zie hierna).

#### *Nabewerking fosforzure esters (zenuwgassen, nr. 5)*

Ga als volgt te werk:

1. Neem het meetbuisje voor *fosforzure esters* (nr. 5) uit de houder en adapter.
2. Buig dit buisje tussen de zwarte stippen (op het buisje) ongeveer 45°, zodat de interne reagensampul breekt.
3. Schud de vloeistof voorzichtig uit de ampul op de eerste witte laag totdat deze helemaal bevochtigd is. Hierbij moet de volgende witte laag droog blijven.
4. Wacht 1 minuut.
5. Zuig de vloeistof met behulp van de pomp op de volgende witte laag, tot aan de dikke zwarte markeringsstreep. Hierbij moet de gele aanwijslaag droog blijven.
6. Wacht 1 minuut.
7. Zuig de vloeistof vervolgens met behulp van de pomp op de gele aanwijslaag. Als deze rood kleurt en de verkleuring gedurende 1 minuut stabiel blijft, zijn fosforzure esters (zenuwgassen) aanwezig.

#### *Meting thioether (zwavelmosterdgas, nr. 2)*

Ga als volgt te werk:

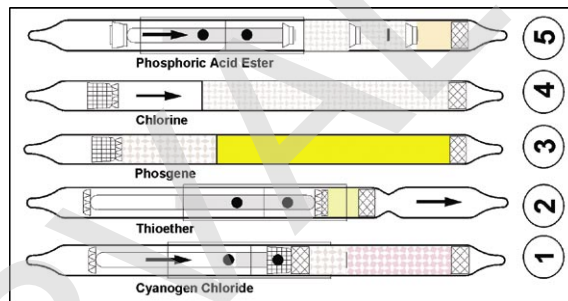
1. Neem het meetbuisje voor *thioether* (nr. 2) uit de houder en adapter.
2. Buig het meetbuisje tussen de zwarte stippen ca 45° zodat de interne reagensampul breekt.
3. Schud de vloeistof op de gele aanwijslaag. Als hierop een oranje ring zichtbaar wordt, is thioether (zwavelmosterdgas) aanwezig.

#### 3.5 *Beoordeling van meetresultaten*

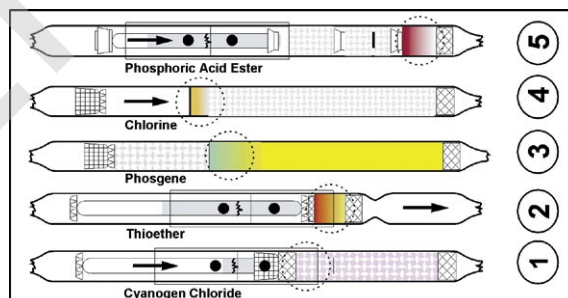
Aan de hand van de verkleuring van de aanwijslaag (zie figuur 8.6 en 8.7 en tabel 8.2) kunt u de resultaten van alle vijf metingen beoordelen.

nr.	stof	verkleuring	gevoeligheid	kruisgevoeligheid
1	chloorcyaan	wit → <b>roze</b>	> 0,25 ppm	broomcyaan
2	thioether (zwavelmosterd)	geel → <b>oranje</b>	1 mg/m <sup>3</sup>	alle thioethers, geen onderscheid mogelijk
3	fosgeen	geel → <b>blauwgroen</b>	0,2 ppm	> 100 ppm zoutzuur
4	chloor	wit → <b>geeloranje</b>	0,2 ppm	broom, stikstofdioxide
5	fosforzure esters	geel → <b>rood</b>	0,025 ppm di-chloorvos <sup>1</sup>	andere fosforzure esters (dan dichloorvos)

Tabel 8.2 Beoordeling meetresultaten



Figuur 8.6 Ongebruikte meetbuisjes



Figuur 8.7 Positief meetresultaat

1. dichloorvos is een fosforzure ester (2,2-dichloorvinyldimethylfosfaat), wordt gebruikt als pesticide.

### 3.6 Waarschuwing

Vermijd huidcontact met de inhoud van de meetbuisjes; de reagentia werken zeer bijtend. Draag daarom handschoenen bij het werken met de meetbuisjes.

### 3.7 Overig

Een negatief meetresultaat sluit de aanwezigheid van andere gevaarlijke stoffen niet uit!

Spoel de pomp na elke meting ruimschoots met schone lucht (minimaal  $N = 10$ ).

De meetbuisjes moeten droog en in het donker bewaard worden. De houdbaarheid is aangegeven op de verpakking.

De CDS-Simultaan-Test Set V kan (ook bij een negatief meetresultaat) slechts eenmaal gebruikt worden.

Gebruikte meetbuisjes moeten beschouwd worden als chemisch afval en als zodanig worden afgevoerd.

## 4. Huidontsmettingpoeder (HOP)

### 4.1 Inleiding

Huidontsmettingpoeder (HOP) bestaat uit een mengsel van chloorkalk en magnesiumoxide. De werking van HOP berust op oxidatie van het strijdmiddel. Het magnesiumoxide is toegevoegd ter verdunning, omdat chloorkalk een zeer bijtende stof is die de huid kan beschadigen. HOP wordt geleverd in poederbussen.

De brandweer kan HOP voor de volgende drie doeleinden gebruiken:

- de ontsmetting van chemiepakken en gaspakken
- de ontsmetting van NBC-beschermende kleding alvorens deze wordt uitgetrokken
- de ontsmetting van besmette slachtoffers.

Bij NBC-incidenten worden brandweermensen ingezet in chemiepak, gaspak of NBC-beschermende kleding. Brandweermensen lopen daarom in principe geen huidbesmetting op. In deze paragraaf wordt huidontsmetting met behulp van HOP daarom alleen behandeld in het kader van de ontsmetting van besmette slachtoffers.

### 4.2 Ontsmetting van chemiepakken, NBC-pakken en gaspakken

Bij ontsmetting van chemiepakken en gaspakken met HOP worden alle delen van deze pakken met dit poeder gereinigd, die anders met water en zeep zouden worden gereinigd. De ontsmettingsprocedure van deze pakken is verder zoals normaal, met alleen het gebruik van HOP als verschil.

De ontsmetting van NBC-beschermende kleding alvorens deze wordt uitgetrokken, wordt behandeld in paragraaf 1.6 van dit hoofdstuk.

### 4.3 Ontsmetting van besmette slachtoffers

Huidontsmetting met HOP heeft alleen resultaat als dit direct na de besmetting gebeurt (bij voorkeur binnen één minuut). Daarom is HOP alleen effectief bij een geringe uitwendige huidbesmetting die tijdig wordt opgemerkt. HOP mag *niet* worden gebruikt als de huid al rood is of als er blaarvorming optreedt.

#### Werkwijze

Ga bij het ontsmetten van een slachtoffer met een vloeibare besmetting als volgt te werk:

1. Als er sprake is van besmette ogen, spoel deze dan eerst, met zacht stromend water. Om te voorkomen dat besmet water van het ene in het andere oog loopt moet vanaf de neus naar de buitenkant van het gezicht gespoeld worden.
2. Strooi vervolgens een halve centimeter HOP op de besmette delen van de huid (volgorde: gezicht (ogen gesloten!), nek, hals, handen en overige huiddelen) en wrijf dit gedurende een halve minuut krachtig in. Let op: HOP in de ogen kan leiden tot blindheid!
3. Strooi HOP op de besmette kleding.
4. Verwijder de besmette kleding. Voorkom hierbij aanraking met onbesmette huid van het slachtoffer – als er twijfel bestaat over eventuele besmetting van huiddelen die met kleding bedekt waren, moeten deze huiddelen ook met HOP ingewreven worden.
5. Was de besmette huid met lauw water en zeep (eventueel twee keer).

## 5. Enhanced Chemical Agent Monitor (E-CAM)<sup>2</sup>

### 5.1. Toepassingsgebied

De Enhanced Chemical Agent Monitor (E-CAM) is een draagbare Ion Mobility Spectrometer (IMS), bestemd voor continue puntmeting van zenuwgassen en blaartrekkende middelen, in *gas-* en *damp*vorm.

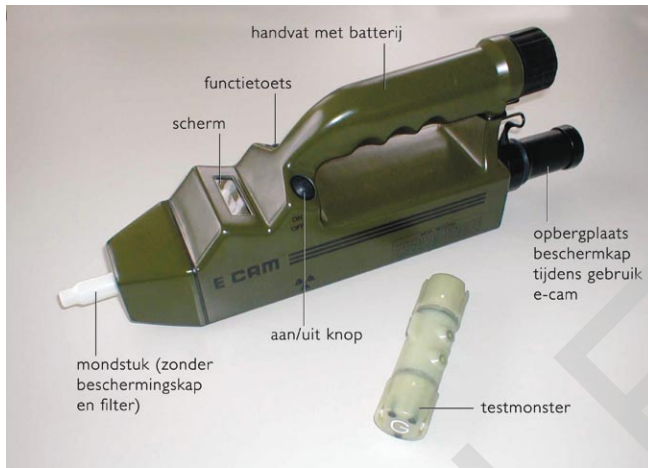
De E-CAM is geschikt voor:

- het bepalen van de grens schoon/vuil gebied
- het lokaliseren van besmetting
- de controle op het succes van een ontsmetting.

De E-CAM weegt 2,3 kg en heeft een monsternamesnelheid van 400 ml/minuut.

Het apparaat is ontworpen voor het gebruik met beschermende handschoenen: de functietoetsen zijn groot (en moeten stevig ingedrukt worden).

<sup>2</sup> Deze paragraaf is, op enkele tekstuele aanpassingen na, een kopie van de 'Gebruikshandleiding E-CAM' (versie 3, 1 oktober 2003), geschreven door ing. J. Middelkoop, Chemisch adviseur, Brandweer Amsterdam e.o.



*Figuur 8.8 De E-CAM*

## 5.2 Samenstelling

Figuur 8.9 geeft de verschillende onderdelen van de E-CAM weer.



*Figuur 8.9 Onderdelen van de E-CAM.*

Overige benodigheden:

- testmonster ('confidence sample') met een G-simulant (zenuwgas) en een H-simulant (blaartrekkend middel)

- een voorraad filters ('filtered nozzle stand-off')
- flesje voor opslag van de acetonbron
- reservebatterij
- draagriem (en reservedraagriem, te gebruiken wanneer de eerste besmet is geraakt)
- draagtas.

### 5.3 Starten

Zodra de E-CAM wordt ingeschakeld (knop links vóór, bij het handvat) start deze de volgende zelftest:

E-CAM+	(weergave van de softwareversie, gedurende ca 3 seconden zichtbaar)
TESTING	(starten van de testfase – tekst ca 12 seconden zichtbaar)
NOT READY Off 3:56	(uitvoering van de zelftest gedurende <i>minstens</i> 4 minuten (*). Tijdens de test kan de E-CAM desgewenst met de linker knop worden uitgeschakeld)
MODE 24:12 Scan Auto	(na het succesvol uitvoeren van de zelftest: keuze van de gewenste meetoptie)

(\*) als de E-CAM te lang niet is gebruikt, kan de zelftest tot 24 uur duren – waarmee de E-CAM op dat moment operationeel feitelijk onbruikbaar is. Het is daarom van groot belang de E-CAM minimaal wekelijks te starten. Voor nadere informatie: zie paragraaf 5.10, 'Onderhoud'.

### 5.4 Testen

De E-CAM kent twee standen: de 'G-mode', voor het meten van zenuwgassen en de 'H-mode', voor het meten van blaartrekkende middelen. Als de zelftest is afgerond moet de werking van de E-CAM in zowel de G- als in de H-mode worden getest met het testmonster.

Het testen kan zowel in de mode 'Scan' als in de mode 'Auto'. Mode 'Scan' is echter het meest handig, omdat de E-CAM zich dan tussentijds niet hoeft te reinigen (voor het gereed maken van het apparaat in de Scan-mode: zie paragraaf 5.5, 'Meten').

Voer de test als volgt uit:

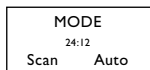
- selecteer in de Scan-mode: 'G'. De E-CAM begint aan te zuigen.
- open de 'G-zijde' van het testmonster door de afdekkap weg te klappen
- houd het mondstuk van de E-CAM voor één van beide openingen in het testmonster. *Doe dit korter dan 1 seconde* om oververzadiging te voorkomen. Het aantal blokjes op het scherm moet binnen 2 minuten weer zijn afgenomen tot 1 à 2 blokjes. Is dit niet het geval, vervang dan het filter.
- herhaal de procedure in Scan-mode 'H'.

### 5.5 Meten

Verwijder, zodra de E-CAM de keuze geeft voor Scan of Auto, de beschermkap van het mondstuk en plaats deze op de achterzijde van de E-CAM.

Wanneer er kans is op besmetting van de E-CAM met stof of vloeistof, breng dan een filter aan op het mondstuk. Open hiervoor de verpakking van de strip met filters slechts zóver dat alleen het eerstvolgende filter vrij komt. Druk het mondstuk van de E-CAM in het filter.

Voorkom zoveel mogelijk aanraking met het filter of het mondstuk om vervuiling van het mondstuk te voorkomen.



#### 5.5.1 Keuze SCAN

In de Scan-mode meet de E-CAM continu – en slechts één stof tegelijk (G of H).

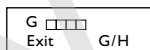
Selecteer Scan. Het volgende scherm verschijnt:



(keuze: *uitschakelen* of *start SCAN*)

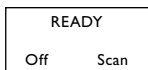


(scan staat momenteel ingesteld op G-meting. Maak een keuze: menu verlaten (met de linker knop) of de te meten stof met de rechter knop omzetten in H)



(indien G is gekozen en de E-CAM detecteert een zenuwgas of een zenuwgasassimulant, verschijnen zwarte balkjes op het scherm. Het aantal zwarte balkjes hangt af van de stofconcentratie (zie bijlage 'Detectielimieten'). Als de balkjes hol worden, is de E-CAM zichzelf aan het reinigen. Doordat de holle balkjes blijven staan kan het maximaal gemeten niveau nog steeds worden afgelezen)

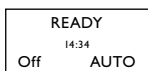




(na de reinigingscyclus start de E-CAM met de hercalibratie)

### 5.5.2 Keuze AUTO

In de Auto-mode voert de E-CAM slechts één meetcyclus uit. Beide stoffen (H en G) worden tegelijk weergegeven.



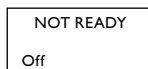
(keuze: uitschakelen of start AUTO)



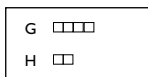
(na selectie AUTO verschijnt deze melding gedurende ca 30 seconden)



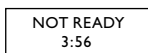
(weergave te meten stoffen gedurende ca 20 seconden)



(weergave gedurende ca 8 seconden)



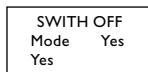
(indien de E-CAM een G- of H-stof of een simulant detecteert, verschijnen zwarte balkjes. Het aantal zwarte balkjes hangt af van de stofconcentratie. Als de balkjes hol worden, is de E-CAM zichzelf aan het reinigen)



(na het reinigen voert de E-CAM een hercalibratie uit. Gedurende deze tijd kan de E-CAM niet meten. Hierna gaat de E-CAM weer over op READY-mode)

Voor zowel de AUTO als de SCAN-mode geldt:

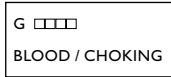
- De E-CAM hoort binnen twee minuten weer op 0 balkjes te komen. Als de E-CAM besmet is, kan dit oplopen tot 1 uur. Wanneer de E-CAM niet teruggaat naar 0 blokjes, verschijnt de melding "SYSTEM FAILURE" en moet hij worden gerepareerd.
- Om de mode te wijzigen van AUTO naar SCAN of andersom moet het gekozen mode-scherm (Auto of Scan) worden uitgeschakeld ('off' indrukken).



In het volgende keuzescherf kan men dan de nieuwe mode kiezen.

- De E-CAM raakt in een dampgebied snel verzadigd en raakt daardoor overbelast als hij continu blijft draaien. Zodra er een stabiele meetuitslag is, moet daarom worden teruggetrokken naar schoon gebied om het scherm weer leeg te krijgen. Als men het vuile gebied niet kan verlaten, moet de beschermkap op het mondstuk worden geplaatst zodat er geen strijdmiddel meer kan worden opgezogen. In dat geval dient periodiek (b.v. elke 15 minuten) een meting te worden uitgevoerd.

- De E-CAM kan ook verstikkende gassen detecteren. Dit wordt als volgt aangegeven:



### 5.6 Meettips

- Als het koud is verdampen vloeibare strijdmiddelen langzaam. Personeel en materieel dat 'schoon' lijkt, moet in zo'n geval opnieuw worden bemeten wanneer zij in een warmere omgeving komen.
- De aanwezigheid van vloeibare strijdmiddelen kan worden gecontroleerd met detectiepapier.
- Besmette personen moeten bovenwinds van de besmetting worden gecontroleerd.
- Besmetting van personen concentreert zich veelal op hoofd en schouders (sproei-besmetting) of onder de voeten (lopen op besmette grond).

### 5.7 Kruisgevoeligheid

De E-CAM is kruisgevoelig voor veel andere stoffen, zoals

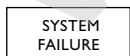
- *aromaten*, die bijvoorbeeld worden gebruikt in parfum en smaakstoffen. Sommige soorten aftershave en parfum kunnen een respons geven wanneer de E-CAM, in de G-mode, dichtbij de huid wordt gehouden. Pepermunt en hoestsnoepjes kunnen een uitslag in de G-mode geven wanneer vlakbij het mondstuk wordt uitgeademd.
- *schoonmaakmiddelen* en *desinfectiemiddelen* - met name geurstoffen hierin zoals menthol en methylsalicylaat - en chloorhoudende stoffen
- *rook* en *damp* zoals sommige uitlaatgassen
- anti-mug, remvloeistof, brandende olieproducten, brandend gas, ammonia.

De kans op een valse melding is het grootst in besloten ruimten of dichte rook.

Als de E-CAM een onbekende stof signaleert, wordt dit óf weergegeven als G- of H-stof (vooral G) maar soms ook met:  (interferent). Ook dit kan een gevaarlijke stof zijn!

Na de melding 'I' start de E-CAM met een revalidatie ('NOT READY') voordat opnieuw kan worden gemeten.

### 5.8 Bijzondere meldingen

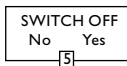


Deze melding kan wijzen op één van de volgende problemen:

- de zelftest tijdens de startprocedure is mislukt
- de E-CAM is niet binnen 15 minuten na inschakelen operationeel
- de optie 'NOT READY' staat al meer dan 60 minuten op het scherm.

### 5.9 Uitschakelen

Verwijder het filter en plaats de beschermkap over het mondstuk. Wanneer op het scherm de 'off'-optie wordt gegeven, druk dan op de linker knop.



Om de E-CAM daadwerkelijk uit te zetten moet binnen 5 seconden de optie 'yes' worden ingetoetst.

Zet de E-CAM pas uit als alle balkjes zijn verdwenen en de E-CAM schoon is, anders kan de volgende start lang duren.

Bij koud weer moet de E-CAM 5 minuten blijven draaien nadat het scherm 'schoon' heeft gemeld. De E-CAM moet zich dan bij voorkeur in een *warme* ruimte reinigen, om te voorkomen dat er later in een warmere omgeving alsnog damp vrijkomt.

*Controleer zo nodig met behulp van de tweede (reserve) E-CAM of de eerste besmet is!*

### 5.10 Onderhoud

De E-CAM moet minimaal eens per 2 weken gedurende 30 minuten draaien, om te voorkomen dat de zelftest te lang gaat duren!

Tevens moet de werking van de E-CAM dan worden getest met de testbron.

### 5.11 Opslag

Als de E-CAM langer dan een maand niet wordt gebruikt, moet de acetonbron uit de onderzijde van de E-CAM worden verwijderd en worden opgeslagen in het bijbehorende witte plastic flesje. Draag hierbij wegwerphandschoenen om beschadiging van de acetonbron en het inwendige van de E-CAM te voorkomen.

Wordt dit niet gedaan, dan kan de starttijd de eerstvolgende keer meer dan 24 uur bedragen.

Als de acetonbron uit de E-CAM is verwijderd, kan de E-CAM jarenlang worden opgeslagen zonder tussentijds te moeten worden gestart.

Wordt de E-CAM na langdurige opslag weer in gebruik genomen, dan moet deze na het plaatsen van de acetonbron 30 minuten draaien om weer op het vereiste gevoeligheidsniveau te komen.

Wanneer de E-CAM zich niet in het voertuig bevindt, moet hij zijn opgeslagen conform de opslageisen in de Kernenergiewetvergunning.

### 5.12 Stralingsbron

De E-CAM bevat een radioactieve bron met 370 MBq Ni-63. Deze zendt bètastraling uit van 67 keV. De energie is zo laag dat deze bij een intacte bron buiten de bronhouder niet meetbaar is.

### 5.13 Batterij

De E-CAM gebruikt één lithiumzwaveldioxide batterij (niet oplaadbaar). De gebruiksduur bedraagt bij 20°C ca 12 uur. Bij lagere temperaturen neemt de gebruiksduur af (bij -25°C met ca. 4½ uur), bij hogere temperaturen neemt de gebruiksduur toe (bij 45°C met ca 18 uur).

#### Batterij verwisselen

Om de batterij te kunnen verwisselen moeten de volgende handelingen worden verricht:

- Draai de kap achterop het handvat linksom.
- De batterij moet met de contacten richting het scherm in het handvat worden geplaatst.
- Draai de dop weer terug totdat hij in de nokken klikt en niet verder kan - de afsluiting is nu waterdicht.

In geval van kortsluiting of heet worden van de batterij, moet deze uit de E-CAM worden verwijderd en - indien mogelijk met de afstandstang - naar buiten of naar een goed geventileerd gebied worden gebracht om af te koelen.

Bij een lage batterijspanning kunnen de volgende meldingen op het scherm verschijnen:

NOT READY!/-  
03.45

(lage batterijspanning: tekst is grijs, gevolgd door een stroomsymbool)

BATTERY  
FAILURE

(dit scherm verschijnt als de batterij niet binnen 2 minuten na bovenstaande melding is vervangen)

### 5.14 Ten slotte

Leg de E-CAM niet in de zon. Temperaturen boven 40°C kunnen de werking nadelig beïnvloeden.

Probeer de E-CAM altijd zoveel mogelijk droog te houden. Vocht in de beschermkap of in het mondstuk is schadelijk.

## Bijlage Detectielimieten

Volgens de (Engelse) gebruikershandleiding reageert de E-CAM op de laagste concentratie van een zenuwgas of blaartrekkend middel die een effect kan hebben op personeel dat gedurende een korte tijd wordt blootgesteld. In augustus 2003 heeft de fabrikant, de firma Smiths Detection, opgegeven voor welke strijdmiddelen de E-CAM is geprogrammeerd, en hoe gevoelig de E-CAM voor deze stoffen is. Deze stoffen zijn vermeld in onderstaande tabellen. In de praktijk zal de E-CAM reageren op veel meer stoffen. Zie daarvoor paragraaf 5.7, 'Kruisgevoeligheid'.

Stofgroep	Stofnaam	Detectielimiet (mg/m <sup>3</sup> )	8 balken detectie (mg/m <sup>3</sup> )	AEL (mg/m <sup>3</sup> )	MAC AGW LBW (mg/m <sup>3</sup> )	MCt <sub>50</sub> (mg·min/m <sup>3</sup> )	LCt <sub>50</sub> (inhalatie: mg·min/m <sup>3</sup> ) (huid: mg)	LD <sub>50</sub> huid (mg)
G	tabun (GA)	0,02 +0,01 / -0,005	500	inhalatie, rust: 13 inhalatie, actief: 0,06 huid: 0,000 l		2-3	inhalatie, rust: 400	1000
G	sarin (GB)	0,02 +0,01 / -0,005	1000	inhalatie, rust: 3 inhalatie, actief: 0,01 huid: 0,000 l		3	inhalatie, rust: 100 inhalatie, actief: 70 huid: 15.000	1700
G	soman (GD)	0,02 +0,01 / -0,005	1000	inhalatie, rust: 2 inhalatie, actief: 0,01 huid: 0,00003		<1	inhalatie, actief 70 huid, geschat 10.000	50
G	VX	0,02 +0,01 / -0,005	10	inhalatie, rust: 3 inhalatie, actief: 0,01 huid: 0,0000 l		0,04	inhalatie, rust: 100 huid, gekleed: 6 - 360	10

Stofgroep	Stofnaam	Detectielimiet (mg/m <sup>3</sup> )	8 balken detectie (mg/m <sup>3</sup> )	AEL (mg/m <sup>3</sup> )	MAC AGW LBW (mg/m <sup>3</sup> )	MCt <sub>50</sub> (mg·min/m <sup>3</sup> )	LCt <sub>50</sub> (inhalatie: mg·min/m <sup>3</sup> ) (huid: mg)	LD <sub>50</sub> huid (mg)
H	zwavelmosterdgas (HD)	0.2 ± 0.025	600	inhalatie, rust: 50 inhalatie, actief: 0,03 huid: 0,003			inhalatie: 1.500 huid: 10.000	
H	stikstofmosterdgas (HN-2)	0.2 ± 0.025	600	inhalatie, rust: 50 inhalatie, actief: 0,03 huid: 0,003			inhalatie: 1.500 huid: 20.000	
H	Lewisiet (L)	0.2 ± 0.025	1000	inhalatie, rust: 50 inhalatie, actief: 0,06 huid: 0,003			inhalatie: 1.300 huid: 100.000	
H	mosterdlewisiet (HL)	0.2 ± 0.025		inhalatie, rust: 50 inhalatie, actief: 0,04 huid: 0,003			inhalatie 1.500 huid: > 10.000	

Stofgroep	Stofnaam	Detectie- limiet (mg/m <sup>3</sup> )	8 balken detectie (mg/m <sup>3</sup> )	AEL (mg/m <sup>3</sup> )	MAC AGW LBW (mg/m <sup>3</sup> )	M <sup>1</sup> <sub>incapacitatie t<sub>50</sub></sub> (mg·min/m <sup>3</sup> )	LCt <sub>50</sub> (inhalatie: mg·min/m <sup>3</sup> ) (huid: mg)	LD <sub>50</sub> huid
choking	chloor	10 ± 1	niet van toepassing		MAC: 3 AGW: 10 LBW: 50	inhalatie: 1800	inhalatie: 19.000 (293 ppm)	
choking	fosgeen (CG)	10 ± 1	niet van toepassing	inhalatie, rust: 100 inhalatie, actief: 0,33 huid: 0,002	MAC: 0,08 (MAC <sub>TGG15</sub> : 0,4) AGW: 1 LBW: 5		3.200	
blood	blauwzuur (AC)	10 ± 1	niet van toepassing	inhalatie, rust: 150 inhalatie, actief: onbekend huid: 0,003	MAC: 11 C, H AGW: 10 LBW: 50		Varieert met concentratie: 2000 mg·min/m <sup>3</sup> bij 200 mg/m <sup>3</sup> , 4500 mg·min/m <sup>3</sup> bij 150 mg/m <sup>3</sup>	

*Gebruikte grenswaarden:*

- LD<sub>50</sub> (vloeistof): dosis (in mg of mg/kg lichaamsgewicht) waarbij 50% van de blootgestelde populatie binnen een bepaalde tijdspanne komt te overlijden
- Ct<sub>50</sub> (damp of aërosol): het product van de concentratie C van een damp of aërosol waaraan iemand is blootgesteld en de blootstellingstijd. De eenheid is mg/m<sup>3</sup> voor C en minuut voor t. Men kan worden blootgesteld aan een Ct van 100 mg·min/m<sup>3</sup> door gedurende 10 minuten te verblijven in een concentratie van 10 mg/m<sup>3</sup>, 5 minuten bij 20 mg/m<sup>3</sup> of 20 minuten bij 5 mg/m<sup>3</sup>.
- LCt<sub>50</sub> (damp of aërosol): product van de concentratie en blootstellingstijd waarbij 50% van de blootgestelde populatie overlijdt. Gebaseerd op blootstellingstijd van minder dan 1 uur, maar meestal ook bruikbaar voor langere tijd.
- MCt<sub>50</sub> (damp of aërosol): concentratie die leidt tot pupilvernauwing (miosis – één van de eerste waarneembare effecten) bij 50% van de blootgestelde populatie. Bij

*8 balken detectie:*

een volledige uitslag (8 balken) van de meetschaal komt overeen met tenminste de concentratie die is vermeld in deze kolom

*betekenis afkortingen:*

G = zenuwgas,  
H = blaartrekkend middel  
choking & blood = verstik-  
kend middel & bloedgas

ontbreken van een AGW-waarde te beschouwen als een alternatieve richtwaarde voor het onveilige gebied.

- $M_{\text{incapacitating}}$ : concentratie die leidt tot het niet meer kunnen functioneren van 50% van de blootgestelde populatie.
- MAC: Maximaal Aanvaardbare Concentratie van een gas, damp, nevel of stof in de lucht op de werkplek, die bij herhaalde blootstelling gedurende 8 uur per dag gedurende het gehele arbeidsleven de gezondheid van de betrokkene en diens nageslacht niet benadeelt. Achtervoegsel C ('ceiling', bij stoffen met een snelle werking): overschrijding moet te allen tijde worden voorkomen. Achtervoegsel H: de stof wordt gemakkelijk door de huid opgenomen.
- AEL: Allowable Exposure Level (US): Amerikaanse MAC-waarde (definitie gelijk).

*Bron:*

'Strategies to Protect the Health of Deployed U.S. Forces: Detecting, Characterizing and Documenting Exposures', Commission on Engineering and Technical Systems (CETS), Commission on Life Sciences (CLS), 2000 (<http://books.nap.edu/books/0309068754/html/index.html>)



## Referenties

*NBC-protocol hulpverleners. Algemene richtlijnen voor hulpverleningsorganisaties bij incidenten waar mogelijk NBC-middelen zijn betrokken (versie 25/02/2003)*  
ministerie van BZK

*Voortgangsrapportage Tegengaan van terroristische aanslagen met NBC-middelen (2002)*  
ministerie van BZK

*Operationeel Handboek Ongevalsebestrijding Gevaarlijke Stoffen (concept, maart 2003)*  
NVBR Netwerk OGS

*Handleiding NBC-verdediging (hoofdstuk 13) voorschrift 3-755/1, Koninklijke Landmacht*

*Handboek voor de soldaat (hoofdstuk 25) (2002) Koninklijke Landmacht*

*Lezingen NBC informatiedag (februari 2003) en NBC instructiedag (maart 2003)*  
ministerie van BZK

*Leidraad ongevalsbestrijding gevaarlijke stoffen (2001) ministerie van BZK en Nibra*

*Jane's Chem-Bio Handbook (2002) 2<sup>nd</sup> edition, Jane's Information Group, Coulsdon, Engeland*

*Bescherming tegen chemische en biologische strijdmiddelen (1972) H. Evers & J.J. Krijnen, uitgave stichting 'de Paladijn', Den Haag*

*Onderbrandmeester gevaarlijke stoffen (2002) Nibra*

*Bouwsteen 1, Basiskennis rampenbestrijding (hoofdstuk 5, Gevaarlijke stoffen, beschermende maatregelen en ontsmetting) (1988) SBOiN (Nibra)*

*Bouwsteen 18, Leerstof Waarschuwings- en Verkenningsdienst (deel B, Buitengewone omstandigheden, hoofdstuk 2, Kennis van de strijdmiddelen) (1988) SBOiN (Nibra)*

*Leidraad kernongevallenbestrijding (1993) ministerie van Binnenlandse Zaken, directie Brandweer*

*GHI bulletin Stralingsongevallen (1989) Geneeskundige Hoofdinspectie van de Volksgezondheid*

*Meetstrategieën voor het Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding, Steunpunt NVIC (1997)*  
I.E.A. van Oostrum, J.C.A. Joore, J. Meulenbelt & T.J.F. Savelkoul, rapport  
nr. 348804002, RIVM

*Jodiumtabletten*, ministerie van VROM

*Stralingsbescherming 79 (1998)* EU, DG Milieuzaken, Nucleaire veiligheid en civiele bescherming

*Ontsmetting bij kernongevallen (1991)* ministerie van VROM, Hoofdinspectie Milieuhygiëne, NPK-Secretariaat

*Straling en kerninstallaties*, publicatie VROM 92265/h/1-93 9974/142, ministerie van VROM

*Veelgestelde vragen over ioniserende straling (1995)* NVS-publikatie nr. 25, Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne

*Handleidingen Automess 6150 ADI en ADOS*, ministerie van Binnenlandse Zaken

*Verdediging tegen bioterrorisme (2001)* en *Bioterrorisme: vervolgadvis (2002)*  
Gezondheidsraad, Den Haag

*Protocollen van de Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding*  
([www.infectieziekten.info](http://www.infectieziekten.info))

*Chemical weapons – threat, effects and protection (2002)* FOI briefing book 2,  
Swedish Defense Research Agency

*Chemische strijdmiddelen (november 2001)* GG&GD en Brandweer Amsterdam

*Gebruikshandleiding ECAM (oktober 2003)* J. Middelkoop, brandweer Amsterdam e.o.

*Interventiewaarden gevaarlijke stoffen, nr. 8 (2000)* ministerie van VROM en  
ministerie van BZK

## Afkortingen

AGS	adviseur gevaarlijke stoffen
AGW	alarmeringsgrenswaarde
ALARA	as low as reasonably achievable
BOT-mi	Beleidsondersteunend Team - milieu-incidenten
Bq	Becquerel
BZK	(ministerie van) Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
CIDC	Centraal Instituut voor Dierziektecontrole
CM-VROM	afdeling Crisismanagement van het ministerie van VROM
colpro	collective protection system
CNS	central nervous system
CoRT	commando rampterrein
cps	count(s) per second
CTPI	coördinatieteam plaats incident
CWC	Chemical Weapons Convention
CZS	centrale zenuwstelsel
DNA	desoxyribonucleic acid (desoxyribonucleïnezuur)
DTPA	diëthyleentriaminepenta-azijnzuur
E-CAM	Enhanced Chemical Agent Monitor
EMP	elektromagnetische puls
eV	electronvolt
GAGS	gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen
GC	gaschromatografie
GGD	Gemeentelijke Geneeskundige Dienst
GHOR	Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen
GNK	geneeskundige combinatie
GRS	gemeentelijke rampenstaf
Gy	Gray
Heff	effectieve dosis
Hhuid	huiddosis
HOP	huidontsmettingpoeder
HOvD	hoofdofficier van dienst
hr	uur (hour)
HV	hulpverleningsvoertuig
IGZ	Inspectie voor de Gezondheidszorg
LACB	Landelijk Actiecentrum Brandweer
LBW	levensbedreigende waarde
LCI	Landelijke Coördinatiestructuur Infectieziektebestrijding
LC	letale concentratie
LD	letale dosis
LMPO	leider meetplanorganisatie
LSD	lyserginezuurdiëthylamide

MAC	maximaal aanvaardbare concentratie
MMK	medisch milieukundige
MPL	meetplanleider
MS	massaspectrometrie
NCC	Nationaal Coördinatiecentrum
NFI	Nederlands Forensisch Instituut
NMR	Nationaal Meetnet Radioactiviteit
NPK	Nationaal Plan voor de Kernongevallenbestrijding
N(R)BC	nucleair (radiologisch), biologisch, chemisch
NVIC	Nederlands Vergiftigingen Informatiecentrum
OGS	ongevalbestrijding gevaarlijke stoffen
OPCW	Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons
OT	operationeel team
OvD	officier van dienst
OvD-G	geneeskundig officier van dienst
PCR	polymerase chain reaction
ppm	parts per million
RA inzetprocedure	inzetprocedure bij radiologische ongevallen
RAC	regionale alarmcentrale
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RIVM/LSO	Laboratorium voor Stralingsonderzoek (RIVM)
RIVM-MOD	Milieu Ongevallen Dienst (RIVM)
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RNA	ribonucleic acid (ribonucleïnezuur)
ROGS	regionaal officier gevaarlijke stoffen
ROT	regionaal operationeel team
Sv	Sievert
SZW	(ministerie van) Sociale Zaken en Werkgelegenheid
tld	thermoluminescentiedetectie
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TNO-PML	Prins Maurits Laboratorium (TNO)
TS	tankautospuit
UV	ultraviolet
VROM	(ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VRW	voorlichtingsrichtwaarde
WVD	Waarschuwings- en Verkenningdienst
VWS	(ministerie van) Volksgezondheid, Welzijn en Sport