Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid

Gebruik van ademhalings-beschermingsmiddelen bij het ingeperkt gebruik van genetisch gemodificeerde organismen en/of pathogenen

Afdeling Bioveiligheid en Biotechnologie
Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid

Koninklijke bibliotheek van België, depotnummer: 2007/2505/64
december 2007

Auteurs: **Dr. Ir. K. Pauwels**
F. Coppens
Dr. C. Verheust
B. Van Vaerenbergh
C.D. Do Thi
Dr. P. Herman

Afdelingshoofd: Dr. Ir. Myriam Sneyers

Waarschuwing: De inhoud van dit document werd gebaseerd op beschikbare literatuur-gegevens en de van kracht zijnde normen, ze dienen als bioveiligheidsaanbevelingen te worden beschouwd en zijn niet bindend of normatief.

Ce document est également disponible en français.

Postadres:
J. Wytsmanstraat, 14 B-1050 Brussel
http://www.iph.fgov.be

.be

Adres bezoekers:
Kroonlaan, 153 B-1050 Brussel
http://www.biosafety.be

Inhoudstafel

1. Inleiding **4**

2. Blootstelling aan bioaerosols: risico-evaluatie **5**

3. Types ademhalingsbeschermers **8**

Maskers *8*

Filters *9*

Chirurgische maskers *11*

4. Vorming bij gebruik van ademhalingsmaskers **12**

Pasvormcontrole (fit-test) *13*

Afdichtingstesten (seal check) *14*

Onderhoud en ontsmetting *15*

Opleiding *15*

5. Praktische voorbeelden **18**

Hantaanvirus *18*

Immunoassay voor het opsporen van Bovine Spongiform Encephalopathy *19*

Productie van humane influenza vaccin *20*

Diagnostische activiteiten met klinische stalen van patiënten met Severe Acute Respiratory Syndrome *20*

Diagnostische en onderzoeksactiviteiten met M. tuberculosis complex isolaten *21*

6. Referenties **22**

7. Verdere informatie **25**

Bijlagen **26**

Bijlage 1: Terminologie en verklarende woordenlijst *26*

Bijlage 2: Veiligheidsuitrusting volgens de Gewestelijke besluiten betreffende het ingeperkt gebruik van pathogene en/of genetisch gemodificeerde organismen. *28*

1. Inleiding

Dit document heeft als doel een overzicht te geven van beslissingscriteria die leiden tot de keuze van type ademhalingsbeschermingsmiddelen bij blootstelling aan infectieuze aerosols tijdens het ingeperkt gebruik van pathogene en/of genetisch gemodificeerde organismen.

Uiteraard heeft dit onderwerp verschillende raakvlakken met de regelgeving inzake bescherming van de werknemer. Werkgevers zijn namelijk wettelijk verplicht hun werknemers tegen gevaren te beschermen, zeker wanneer de risico's onvoldoende door collectieve technische beschermingsmiddelen of werkprocedures kunnen worden beperkt (Kader 1).
Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) worden dan ook gedefinieerd als iedere uitrusting die bestemd is om door de gebruiker gedragen of vastgehouden te worden ten einde hem te beschermen tegen één of meer risico's die zijn veiligheid of gezondheid op het werk kunnen bedreigen, alsmede als alle aanvullingen of accessoires die daartoe kunnen bijdragen.

Maskers zijn dus op de eerste plaats bedoeld als persoonlijk beschermingsmiddel voor personen die in aanraking komen met besmette lucht. In sommige gevallen biedt het dragen van een masker echter ook een bijkomende bescherming voor de volksgezondheid en/of het leefmilieu.

Kader 1: Juridische basis

Op Europees niveau onderscheidt men twee richtlijnen met betrekking tot persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM). De eerste is de richtlijn 89/686/EEG (30), welke tot doel heeft de vrije beweging van persoonlijke beschermingsmiddelen binnen de Europese markt te verzekeren door volledige harmonisatie van de essentiële veiligheidsvereisten waaraan de beschermingsmiddelen moeten voldoen. Deze is in het Belgisch recht vertaald onder de vorm van het KB van 31 december 1992 (31).
De tweede richtlijn, met name richtlijn 89/656/EEG (32), streeft naar de invoering van minimumvoorschriften voor de beoordeling, keuze en het goed gebruik van PBMs. Deze is grotendeels omgezet in het KB van 7 augustus 1995, welke vervangen werd door een nieuw KB van 13 juni 2005 (13).
Op basis van deze richtlijnen werden tevens geharmoniseerde normen vastgelegd die de fabrikant van een PBM aangeven op welke wijze kan worden voldaan aan de door de Richtlijn vastgestelde eisen.
Een derde reglementering betreft deze over de bescherming van medewerkers tegen blootstelling aan biologische agentia. De huidige van kracht zijnde reglementering in België is het KB van 29 april 1999 (33). Deze reglementering komt overeen met de omzetting van de Europese richtlijnen 90/679/EEG, 93/88/EEG, 95/30/EG, 97/59/EG en 97/65/EG. De richtlijn 90/679/EEG werd in september 2000 ingetrokken en vervangen door de Richtlijn 2000/54/EG (34).

In het kader van de Gewestelijke besluiten (1,2,3) betreffende het ingeperkt gebruik van pathogene en/of genetisch gemodificeerde organismen dient dit laatste aspect tevens overwogen te worden bij de keuze van het type masker.

2. Blootstelling aan bioaerosols: risico-evaluatie

Een belangrijke parameter bij de blootstelling aan risico's die de veiligheid en/of de gezondheid van de gebruiker kunnen bedreigen, is de risicocoëfficiënt. De risicocoëfficiënt is de relatie tussen de gemeten concentratie van de contaminant en de 'grenswaarde', m.a.w. de concentratie waaraan gebruikers gedurende een bepaalde referentieperiode (meestal bepaald op 8 uur) mogen blootgesteld worden zonder dat er negatieve gezondheidseffecten optreden. Deze grenswaarden werden vastgelegd door de verschillende lidstaten in het kader van de omzetting van de Richtlijn 2000/39/EG (4).
Voor infectieuze bioaerosols werden deze grenswaarden echter niet bepaald, er zijn met andere woorden geen aanvaardbare blootstellingswaarden vastgelegd.

Bij blootstelling aan bioaerosols is de risicoanalyse derhalve gebaseerd op een kwalitatieve maar methodologische aanpak (5), die enerzijds gebaseerd is op de identificatie van de biologische gevaren (karakteristieken inherent aan het micro-organisme) en anderzijds rekening houdt met het type uitgevoerde activiteiten/manipulaties. Deze methodologie is te vergelijken met deze die wordt toegepast bij de risico-evaluatie van activiteiten van ingeperkt gebruik[1].

Aerosols[2] kunnen worden geclassificeerd op basis van de partikelgrootte en algemeen kan men stellen dat hoe kleiner de diameter van het partikel, hoe langer het zal duren eer het sedimenteert. Kleinere partikels blijven met andere woorden langer in de luchtcirculatie waardoor ze ook gedurende langere tijd potentieel ingeademd kunnen worden door de gebruiker.

Bij blootstelling aan micro-organismen wordt het biologisch gevaar mede bepaald door de natuurlijke verspreidingswijze van het organisme.

- Druppeloverdracht: spatten van druppeltjes groter dan 5 µm (droplets) komen in rechtstreeks contact met slijmvliezen van de ogen en de luchtwegen (bv. Respiratoir Syncytieel Virus, RSV)

- Overdracht via de lucht (aerogeen overdracht) door inademing van dropletsnuclei kleiner dan 5 µm. Deze aerosolen slaan zeer langzaam neer en kunnen bij inademing tot in de longblaasjes terechtkomen (bv. *Mycobacterium tuberculosis*).

[1] http://www.biosafety.be/CU/RA_Fiches/Intro_and_menu.html
[2] http://www.biosafety.be/CU/Bioaerosols/bioaerosols.html

- Overdracht via de lucht door inademing van sporen. Sporen kunnen afkomstig zijn van schimmels of algen, de grootte varieert van 1 tot 100 µm waarvan vele tussen 2 tot 20 µm groot zijn (*Aspergillus* spp.). Sommige bacteriën kunnen ook endosporen vormen dewelke een zeer goede overlevingscapaciteit hebben en in vele gevallen kleiner kunnen zijn dan 5µm (bv. *B. anthracis* endosporen).

Met betrekking tot het type manipulatie/activiteit, dienen vooral deze te worden geëvalueerd die spatten en/of aerosols kunnen genereren omdat deze uiteraard het blootstellingsgevaar verhogen (6). In laboratoria leiden manipulaties zoals centrifugeren, pipetteren, het gebruik van entnaalden, mechanisch homogeniseren (vortexen, mengen, mixen, (ver)malen), soniceren, verwarmen of koken van stalen (bv. voor extractie van nucleïnezuurmateriaal) of nog lyophilisatie tot een verhoogde kans op de vorming van infectieuze aerosols. Bij de huisvesting en/of manipulatie van al dan niet doelbewust geïnfecteerde proefdieren vormen handelingen zoals intranasale inoculatie of het verwijderen van beddingsmateriaal een bijkomend risico (7).

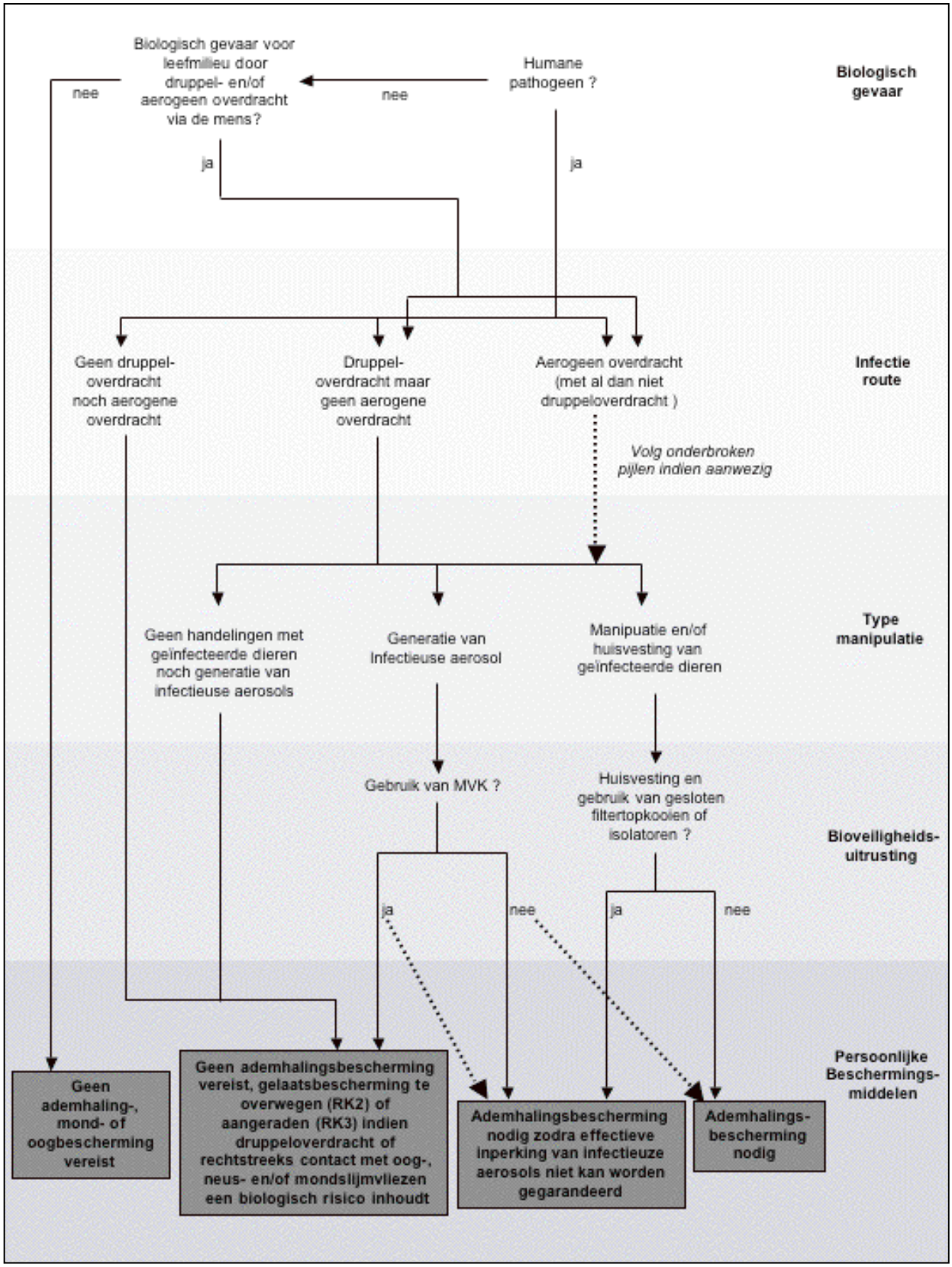
De blootstelling van de gebruiker aan infectieuze aerosols kan op doeltreffende wijze gereduceerd worden door het gebruik van welbepaalde technische hulpmiddelen. Bij activiteiten van ingeperkt gebruik dienen namelijk verschillende inperkingsmaatregelen te worden geïmplementeerd, zowel op vlak van werkpraktijken, technische karakteristieken van het lokaal als de technische uitrusting (1,2,3).
Een niet weg te denken uitrusting in vele laboratoria is een microbiologische veiligheidswerkkast (MVK). Men onderscheidt 3 types MVK, maar elk type biedt bescherming van de gebruiker en het leefmilieu bij manipulaties die infectieuze aerosols kunnen genereren. Het gebruik van een MVK[3] (wanneer gevalideerd en correct gebruikt) dient dus tevens in rekening te worden gebracht bij de overweging van het gebruik of bij de keuze van een ademhalingsbeschermingsmiddel.

Er dient te worden benadrukt dat in situaties waar te weinig informatie voorhanden is over de potentiële risico's, steeds het voorzorgsprincipe moet worden gehanteerd.
Tot slot moet worden opgemerkt dat gebruikers kunnen blootgesteld worden aan gecombineerde risico's (bv. gassen/dampen van chemische agentia).

Op de vraag of het gebruik van een ademhalingsmasker vereist is bij activiteiten van ingeperkt gebruik, dienen een aantal criteria te worden beschouwd die door middel van onderstaande beslissingsboom (Fig. 1) worden samengevat.

Mede doordat de keuze van een adequaat ademhalingsbeschermingsmiddel in het geval van blootstelling aan infectieuze aerosols gebaseerd is op een *kwalitatieve* beoordeling van de biologische risico's, is de onderstaande beslissingsboom enkel bedoeld als een hulpmiddel bij de selectieprocedure van een gepaste PBM. Er dient te worden benadrukt dat gevalsspecifieke en werksituatie gebonden aspecten belangrijke aandachtspunten blijven en meespelen in de globale overwegingen.

[3] http://www.biosafety.be/CU/ESM/ESM_Menu_NL.html



Figuur 1: Beslissingsboom aangaande de criteria voor het al dan niet gebruik van een PBM bij activiteiten van ingeperkt gebruik. (RK = risicoklasse)

3. Types ademhalingsbeschermers

Beschermingsmiddelen bestemd voor de bescherming van de luchtwegen voorzien de gebruiker van voor inademing geschikte lucht. Hiertoe worden methoden toegepast zoals filtering van de verontreinigende lucht of luchttoevoer vanuit een niet-verontreinigende bron.
Algemeen kan worden gesteld dat ademhalingbeschermers bestaan uit een filter en een masker, al dan niet voorzien van een motoraangedreven systeem voor luchttoevoer.

Dit document biedt geen exhaustief overzicht van ademhalingsbeschermers die kunnen worden aangewend bij blootstelling aan infectieuze aerosols, wel zullen de meest gebruikte worden toegelicht.

Maskers

De keuze van het masker is in de eerste plaats afhankelijk van de gewenste beschermingsfactor maar ook van het draagcomfort. Volgende maskers kunnen worden onderscheiden:

Onderhoudsvrije maskers: bedekken mond, neus en kin, het masker bestaat volledig uit filtermateriaal (Fig. 2, p. 16). Hygiënisch daar ze na gebruik worden weggegooid.

Halfgelaatsmaskers: bedekken mond, neus en kin en zijn verkrijgbaar in uitvoeringen met 1 of 2 filters (Fig. 3, p. 16). Herbruikbaar, maar onderhoud en reiniging is noodzakelijk.

Volgelaatsmaskers: beschermt het volledige gezicht. Dit masker beschermt dan ook de ogen en heeft de beste aansluiting op het gezicht (Fig. 4, p. 16). Herbruikbaar, maar onderhoud en reiniging is noodzakelijk. Bij een groter aantal filters wordt de ademweerstand lager en het comfort dus groter.

Luchtkappen: loszittende maskers die het hoofd bedekken tot op schouderlengte (Fig. 5, p. 16), de lucht wordt via een luchtbuis aangevoerd met behulp van een motoraangedreven systeem. Deze loszittende maskers kunnen worden gedragen door personen met een baard.

Motoraangedreven systemen: de omgevingslucht wordt door middel van een pomp over filtereenheden aangeblazen, dit zijn de zogenaamde 'PAPR' of Powered Air-Purifying Respirator (Fig. 6, p. 17). Alternatief kunnen systemen met perslucht worden gebruikt waarbij zuivere lucht rechtstreeks wordt toegediend en waarbij filters dus overbodig zijn. Motoraangedreven systemen kunnen in combinatie met halfgelaatsmaskers, volgelaatsmaskers of luchtkappen worden aangetroffen.

Filters

Er bestaan filters die stof tegenhouden (deze worden aangeduid met de letter P), filters die gassen/dampen absorberen (deze worden aangeduid met de letter A) en er zijn filters die zowel stof als gassen/dampen kunnen tegenhouden, de zogenaamde combinatiefilters.

Voor adembescherming tegen infectieuze aerosols kunnen stoffilters worden aangewend, hierbij moet echter worden genoteerd dat deze stoffilters geen bescherming bieden tegen gassen of dampen. Op basis van de filterpenetratie worden ze onderverdeeld in drie klassen: P1, P2 en P3. Filters die in overeenstemming zijn met de Europese norm EN 143:2000 (8) (Tabel 1) zijn als volgt gemerkt: EN143 Px (met x is 1,2 of 3).

Tabel 1: Classificatie van stoffilters volgens de norm EN 143: 2000 (8)

Klasse van de filter	Filterpenetratie (%)
P1	20
P2	6
P3	0.05

Filterende halfmaskers

Maskers kunnen volledig uit filtermateriaal bestaan zoals dit het geval is bij de zogenaamde '*Filtering Facepiece Particles'* of filterende halfmaskers. Deze dragen de code FFP1, FFP2 of FFP3, waarbij de lettercodering 'D' achter de FFP codering aangeeft dat een dergelijk masker meermalig mag gebruikt worden binnen een 8-urige werkdag.
De beschermingsklasse en minimum vereisten voor filterende halfmaskers (Tabel 2) wordt gegeven door de norm EN149:2001 (9) (welke de EN 149:1991 vervangt).

Tabel 2: Minimumvereisten voor filterende halfmaskers volgens de norm EN 149: 2001

Beschermingsklasse	Filterefficiëntie in %	Totale inwaartse lekkage in %	Protectiefactor
FFP1	78	22	4
FFP2	92	8	10
FFP3	98	2	50

De filterefficiëntie geeft het minimum percentage aan deeltjes aan dat weerhouden wordt bij een aerosol van partikels met een gemiddelde grootte van 0,6 micrometer aan een debiet van 95l/min. Voor een partikelgrootte van 1 micrometer bedraagt de filterefficiëntie 99,8% voor FFP2 en 99,9% voor FFP3.

Opmerkingen: 1. Type N95 maskers verwijzen naar de Amerikaanse norm 42CFR84. Deze test is erkend door het National Institute of Occupational Safety and Health en controleert enkel het filtermateriaal (niet het masker) met homogene partikels bestaande uit NaCl van gemiddeld 0,3

µm aan een debiet van 85 l/min. N95 betekent dat 95% moet gefilterd zijn, bij N99 en N100 is dat respectievelijk 99% en 99,7%.
Daar waar de CDC en WHO het gebruik van NIOSH- gecertificeerde N-95 maskers voorschrijven, dient in Europa een vergelijkbaar Europees CE-gecertificeerd EN143 P2 / EN149 FFP2 / EN149: 2001 masker te worden gekozen (8,9).

2. In iedere inrichting waar gewerkt wordt met potentieel biologisch gevaarlijk materiaal dient er een "spill-kit" voorhanden te zijn. Na een spill-incident is de kans op blootstelling aan infectieuze aerosols reëel. Derhalve wordt aangeraden om de "spill-kit" te voorzien van een filterend halfmasker (FFP2).

Motoraangedreven stoffiltersystemen

Stoffilters kunnen tevens als stoffilterpatroon of inlegfilter gebruikt worden in combinatie met een halfmasker of volgelaatmasker. Meerdere filters verlagen hierbij de ademweerstand en verhogen het comfort voor de gebruiker.

Om het comfort te verhogen kan tevens worden geopteerd voor een masker met motoraangedreven aanblaaseenheid. Bij motoraangedreven stoffiltersystemen bijvoorbeeld, onderverdeeld onder de categorieën THP1,THP2, en THP3, bestaat de uitrusting uit een helm of kap met een aanzetstuk (om het aangezicht te bedekken), een motoraangedreven ventilator en één of meer stoffilters die in één unit ingebouwd kunnen worden.
De ventilator bezorgt de drager een stroom van gefilterde omgevingslucht en uitademventielen verwijderen de lucht die de drager niet nodig heeft. De Europese norm NBN EN 12941 (10) beschrijft de minimumvereisten, aangegeven in tabel 3.

Tabel 3: Classificatie van aangedreven stoffiltersystemen volgens de norm EN 12941:1998

Classificatie van type	Maximaal inwaartse lekkage (%)	Maximale partikelpenetratie (%)
TH1	10	10
TH2	2	2
TH3	0.2	0.2

Opmerking: Een P3-filter met een volgelaatsmasker biedt niet dezelfde bescherming als bijvoorbeeld een FFP3 stofmasker. Hoewel het over hetzelfde type stoffilters gaat, is de lekkage langs de randen sterk verschillend.
Verschillende types van ademhalingsbeschermingsmiddelen kunnen echter worden vergeleken op basis van de nominale protectiefactor (Bijlage 1) die de theoretische graad van bescherming weergeeft en omgekeerd evenredig is met de totale inwaartse lekkage.

In het algemeen wordt de keuze van het type ademhalingsbeschermer echter bepaald door de toegekende protectiefactor (TPF) (Bijlage 1) die, voor een bepaalde werkplaats en/of situatie, steeds groter moet zijn dan de risicocoëfficiënt.

Tabel 4 geeft een weergave van TPFs bekomen door de ANSI (American National Standards Institute) en BSI (Britisch Standards Institute) voor een aantal ademhalingsbeschermers (11). In de laatste kolom wordt de nominale protectiefactor weergegeven.

Tabel 4: Vergelijking van toegekende en nominale protectiefactoren voor verschillende maskertypes

MASKERTYPE	FILTERTYPE	TPF BS 4275	TPF ANSI Z88.2	NPF
Filterende halfmaskers	FFP1	4		4
	FFP2	10		10
	FFP3	20	10	50
Half- of kwartgelaatsmasker met filter	P1	4		5
	P2	10		12
	P3	20	10	50
Filterend halfmasker zonder inademingsventiel	FMP1	4		5
	FMP2	10		12
	FMP3	20	10	50
Volgelaatsmasker met filter	P1	4		5
	P2	10		16
	P3	40	100	200
Aangedreven filters met helm of kap	TH1 alle types	10	100	5/16
	TH2 alle types	20	100	16/50
	TH3 kap	40	1000	50/500
Aangedreven filters met vol-, half- of kwartgelaatsmasker	TM1 alle types	10	50 (halfgelaats), 100 (volgelaats)	20
	TM2 alle types	20	50 (halfgelaats), 100 (volgelaats)	100
	TM3 (halfgelaats) partikel, gas of gecombineerde filter	20	50	
	TM3 (volgelaats) gas of gecombineerde filter	40	1000	

Opmerking: Indien een TPF gelijk is aan 10, zal de hoeveelheid contaminatie welke de longen van de drager bereikt met een factor 10 verminderd worden.

Chirurgische maskers

De meeste chirurgische maskers zijn niet ontworpen om de drager bescherming te bieden tegen inhalatie van aerosols. De voornaamste reden waarom ze bijvoorbeeld door zorgverleners worden gebruikt, is de bescherming van de patiënt tegen de blootstelling aan micro-organismen die vrijkomen tijdens praten, hoesten en niezen van de zorgverlener.
De filtercapaciteit van chirurgische maskers werkt dus van *binnen naar buiten* en kan erg variëren (van 0,5 micron tot 5 micron of meer).

Hoewel chirurgische maskers (Fig. 7, p. 17) geen ademhalingsmaskers zijn, kunnen ze de proefnemer wel bescherming bieden bij manipulatie van infectieuze micro-organismen. Ze vormen namelijk een fysische barrière voor neus- en mondslijmvliezen, waardoor de overdracht van micro-organismen via druppels of bij spatten van geïnfecteerd materiaal kan worden verhinderd.

Chirurgische maskers worden door de Europese wetgeving beschouwd als medische hulpmiddelen en vallen onder de richtlijn 93/42/EEG (12). De vrij recente Europese norm EN14683 bepaalt de minimale prestatie-eisen waaraan deze maskers moeten voldoen (Tabel 5).

Tabel 5: Minimale prestatievereisten voor chirurgische maskers volgens de norm EN 14683

	Type I	Type IR	Type II	Type IIR
Bacteriële filterefficiëntie (%)	≥95	≥95	≥98	≥98
Ademweerstand (mm. H_20/cm^2)	3,0	5,0	3,0	5,0
Spatweerstand (druk: mm/Hg)	Niet vereist	≥120	Niet vereist	≥120

De bacteriële filterefficiëntie is de effectiviteit van een chirurgisch masker in het tegenhouden van aerosole druppels, afkomstig van de drager, die bacteriën bevatten. Bij langdurige ingrepen wordt een masker met hoge filterefficiëntie aangeraden.

Daarnaast wordt tevens de spatweerstand beschouwd. Chirurgische maskers zijn enkel bestand tegen het doordringen van spatten als deze uit geschikt filtermateriaal zijn vervaardigd (aangegeven met de letter 'R'). Hoe hoger de spatweerstand, hoe beter de gebruiker beschermd is tegen spatten.

4. Vorming bij gebruik van ademhalingsmaskers

Bij het ingeperkt gebruik van pathogene en/of genetisch gemodificeerde organismen bestaat een zekere hiërarchie van controlemaatregelen om het blootstellingsgevaar van de proefnemer (alsook van de volksgezondheid en het leefmilieu) zo sterk mogelijk te verminderen. Dit start met het strikt naleven van goede microbiologische werkpraktijken, het gebruik van een adequate infrastructuur en het gebruik van specifiek en goed onderhouden bioveiligheidsapparatuur. Deze maatregelen dienen prioritair te worden geïmplementeerd, omdat deze het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen in vele situaties overbodig maakt.

Zoals hieronder wordt toegelicht, impliceert het correct gebruik van een PBM veel aandacht en inzet van de proefnemer, zoniet komen de ademhalingbeschermende karakeristieken van het masker in het gedrang. De naleving van onderstaande aspecten dienen dus mede in overweging

te worden genomen, zeker in situaties waarbij het gebruik van een ademhalings-beschermingsmiddel optioneel is.

De werkgever dient de nodige maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat de dragers over voldoende informatie en instructies beschikken bij het gebruik van PBM (13).
De informatienota dient schriftelijk te worden opgesteld en moet aanduidingen bevatten omtrent de risico's waartegen de PBM de gebruiker beschermen, de diverse soorten PBM die voorhanden zijn of ter beschikking worden gesteld door de gebruiker, de omstandigheden waarin de PBM dienen te worden gebruikt, de voorzienbare abnormale situaties die zich kunnen voordoen en de conclusies die op basis van ervaring bij het gebruik van PBM werden getrokken. Instructienota's dienen opgesteld te worden voor elke type PBM dat wordt aangewend en moeten aanduidingen bevatten aangaande de werking, het gebruik, het nazicht, het onderhoud, de opslag en de vervaldatum.

Bijkomend dient de exploitant voor een opleiding te zorgen en organiseert hij, in voorkomend geval, een trainingscursus voor het gebruik van de PBM.
De pasvormcontrole, de afdichtingstest en het onderhoud zijn alvast aspecten die in het kader van een opleiding en/of trainingscursus aan bod dienen te komen. Vaak bieden de fabrikanten van PBM ook adequate opleidingen en trainingscursussen voor de door hun gefabrikeerde producten.

Pasvormcontrole (fit-test)

In tegenstelling tot loszittende ademhalingsbeschermers (zoals PAPR's), moeten nauw aansluitende ademhalingsbeschermers correct passen op het gezicht van de drager teneinde lekkage te vermijden. Gezichtshaar, littekens of het dragen van een bril kunnen namelijk zorgen voor lekkage.

Er bestaan kwalitatieve en kwantitatieve testen om er zich van te vergewissen dat het gezichtsstuk op een correcte manier aansluit. Deze dienen ten minste jaarlijks te worden uitgevoerd, bij een eerste gebruik, bij een verschillend merk, model of maat en indien er veranderingen zijn in de fysieke toestand van de gebruiker (bvb. gewichtsveranderingen, littekens, plastische chirurgie), welke een effect op het aansluiten van het masker kunnen hebben.

Kwantitatieve testen berusten op het tellen van partikels binnen en buiten de ademhalingsbeschermer.
Kwalitatieve testen maken gebruik van een stof die rond de beschermer wordt verstoven en die kan onderscheiden worden op basis van geur of smaak, bijvoorbeeld sucrose of Bitrex (zeer bittere stof) en dus door de drager kan geïdentificeerd worden indien het gezichtsstuk niet goed past.
Vergelijkende studies met betrekking tot de verschillende fit-test methodes benadrukken hoe belangrijk deze controle is binnen het kader van een ademhalingsbeschermingsprogramma (14,15).

Afdichtingstesten (seal check)

Het is raadzaam om bij elk gebruik van een ademhalingsbeschermingsmiddel de gebruiker een afdichtingstest te laten uitvoeren.
In tegenstelling tot de pasvormcontrole, die bedoeld is om de juiste maat en vorm te bepalen voor de gebruiker, is een afdichtingstest een uiterst nuttige en eenvoudig uit te voeren methode om na te gaan of de gebruiker het ademhalingsbeschermingsmiddel correct heeft aangebracht. Indien de afdichtingstesten problemen aantonen, moet nagegaan worden of er geen lekkage is en/of moet overwogen worden om een andere maat of type ademhalingsbeschermingsmiddel te gebruiken.

Er zijn twee typen afdichtingstesten, met name deze waarbij een positieve druk en deze waarbij een negatieve druk wordt uitgeoefend.
Bij een negatieve druk dienen volgende stappen te worden gevolgd (Fig. 8):

- bevestig het ademhalingsbeschermingsmasker en pas de beugel aan zodanig dat het comfortabel aanvoelt;
- blokkeer de filter of de filtereenheid met de handen zonder deze te vervormen;
- schakel de luchttoevoer uit in geval het om een motoraangedreven ademhalingsbeschermer gaat;
- adem voorzichtig in teneinde een vacuüm te creëren en kijk na of de ademhalingsbeschermer lichtjes ingedeukt is.

Nadat de afdichtingstest onder negatieve druk werd uitgevoerd, kan de test onder positieve druk worden uitgevoerd (Fig. 8). Deze bestaat enkel uit 2 stappen: bedek het uitademventiel en/of de luchtslang met de handen zodat geen lucht uit het gelaatsstuk kan worden weggevoerd. Adem vervolgens voorzichtig uit. Er ontstaat een lichte positieve druk in het gelaatsstuk waardoor het lichtjes bol zal staan.

Opmerking: Bij onderhoudsvrije maskers verloopt de afdichtingstest een beetje anders. Voor deze zonder uitademventiel dienen beide handen volledig over het masker te worden geplaatst terwijl de persoon uitademt (Fig. 9). Het masker moet nu lichtjes bol staan.

Kader 2: Gegevens die men dient terug te vinden op de PBM

- CE-markering: geeft aan dat een product overeenstemt met de door de Europese richtlijnen vastgestelde niveaus van bescherming en dat al de door de richtlijnen vastgestelde conformiteitsbeoordelingsprocedures met betrekking tot het product werden gevolgd. De CE-markering moet worden gevolgd door het erkenningsnummer van het keuringsorganisme dat bewijst dat het controlerend orgaan bij de Europese Commissie erkend is als homologatie-orgaan.
- een merkteken ter identificatie van de fabrikant
- de kenmerken van het type beschermingsmiddel

Ingeval van filtreertoestellen, dient de uiterste opslagdatum voor filters die nog verpakt zijn in de oorspronkelijke verpakking te worden vermeld.

Ingeval het masker uitgerust is met een uitademventiel dient de persoon kort en krachtig in te ademen terwijl de handen volledig over het masker zijn geplaatst. In dit geval moet het masker lichtjes ingedeukt zijn.

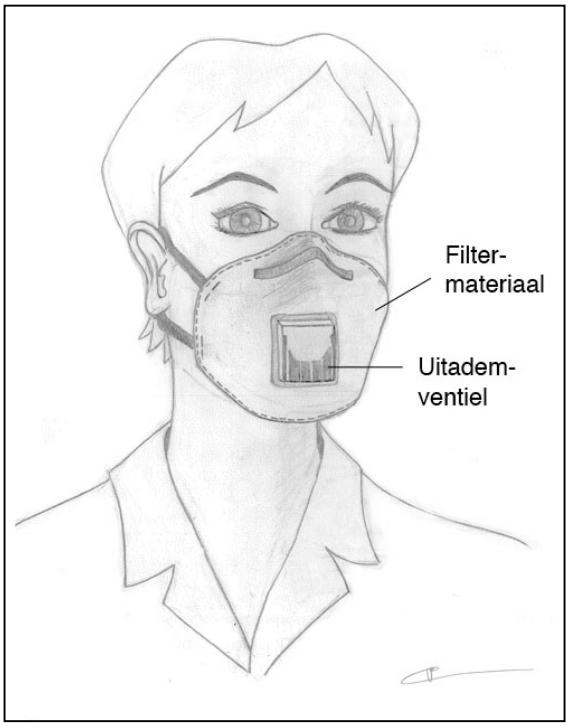
Onderhoud en ontsmetting

Herbruikbare onderdelen van een ademhalingsbeschermingsmiddel dienen volgens de voorschriften van de fabrikant te worden bewaard en onderhouden.
Bij de opslag van ademhalingsbeschermingsmiddelen dienen deze voldoende afgeschermd te zijn van contaminatie, stof, extreme temperaturen, extreme vochtigheid of schadelijke stoffen om mogelijke vermindering van de filterefficiëntie te voorkomen.
Mogelijke vervorming, door ze bijvoorbeeld op te hangen aan een haak of kapstok, moet worden vermeden alsook het bewaren in hermetisch afsluitbare plastieken zakken onmiddellijk na gebruik. Vochtige filters in hermetisch afsluitbare zakken kunnen namelijk niet drogen met als gevolg dat microbiële groei kan optreden (14,16).
Voor het reinigen en ontsmetten van ademhalingsbeschermers worden in het algemeen volgende stappen doorlopen: reinigen, ontsmetten, spoelen, drogen, reassemblage en het nakijken alvorens gebruik (17).

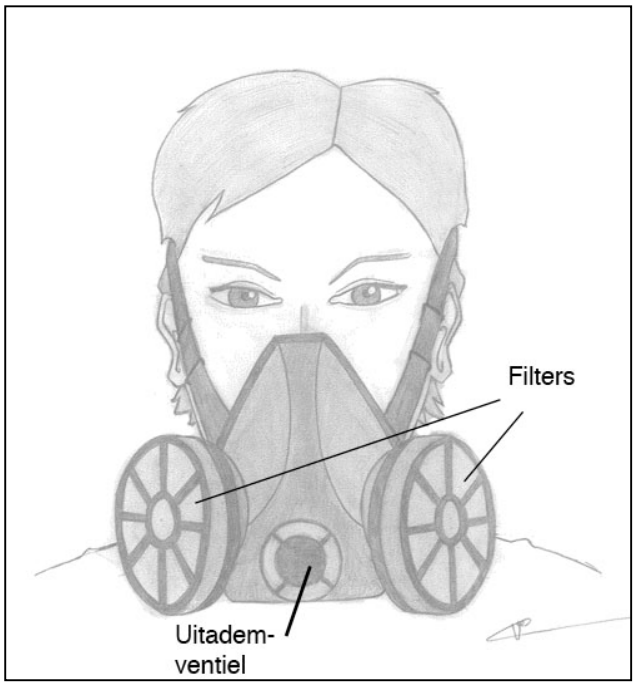
Ook bij de vervanging van onderdelen, zoals bijvoorbeeld de filtereenheden bij een motoraangedreven ademhalingsbeschermingsmiddel (bijvoorbeeld zogenaamde PAPR), dienen welbepaalde procedures te worden gevolgd om besmetting te voorkomen en de potentiële risico's voor de gebruiker en het leefmilieu tot een minimum te herleiden.
Alle gebruikte filters dienen derhalve te worden beschouwd als potentieel biologisch besmet afval en moeten op een juiste manier verwijderd worden (18).

Opleiding

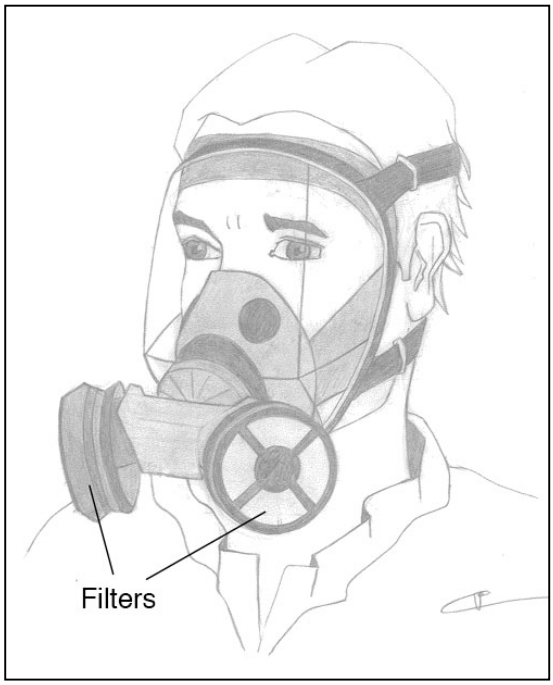
Dragers van ademhalingsbeschermers dienen correct opgeleid te worden.
De Britse standaard (BS 4275:1997) (19) biedt hierbij een gids voor het implementeren van een effectief ademhalingsbeschermingsprogramma. Samengevat beschrijft deze standaard dat het introduceren van een adembeschermingsmiddel moet deel uitmaken van een volledige ademhalingsbeschermingsprogramma bestaande uit een risico-evaluatie, selectie van een ademhalingsmiddel, fit-testing, onderhoud- en bewaringsprocedures.
Een studie betreffende het gebruik van FFP2 maskers illustreert het belang van een correcte opleiding: aan de hand van de fit-test werd ondermeer aangetoond dat 64% van de gebruikers die geen vorming genoten hebben, het masker op een verkeerde wijze droegen. De meest voorkomende fout was het foutief plooien van de neusbeugel (48%), gevolgd door een slechte positie van de elastiekjes (47%) en tenslotte de slechte positionering van het filtermedium (35%) (20).



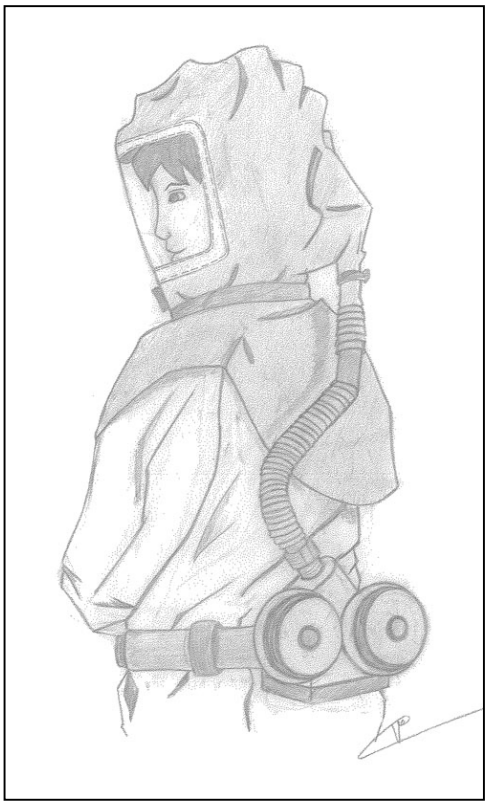
Figuur 2: Onderhoudsvrij halfgelaatsmasker



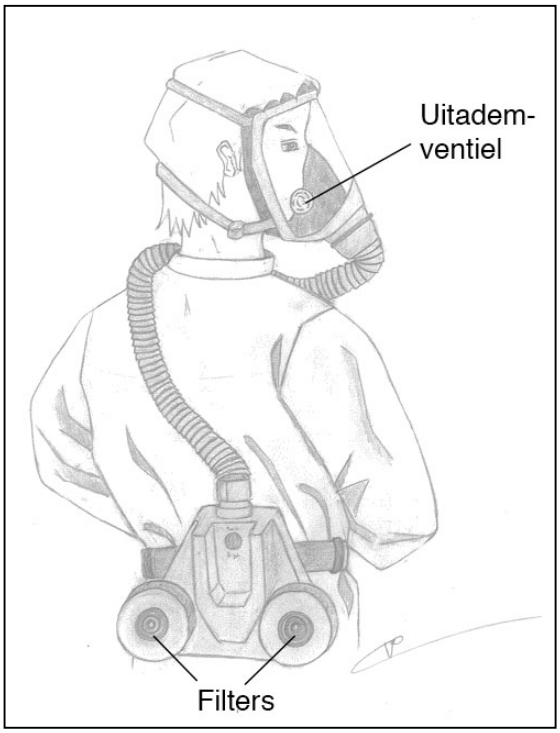
Figuur 3: Halfgelaatsmasker



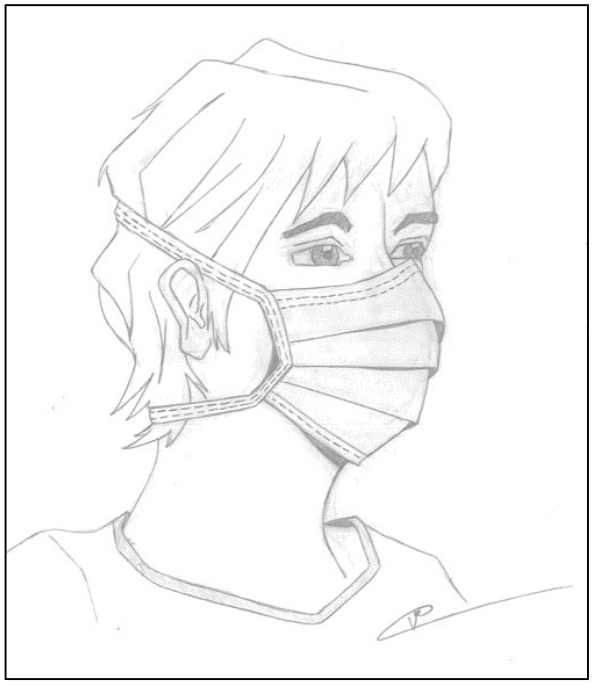
Figuur 4: Volgelaatsmasker



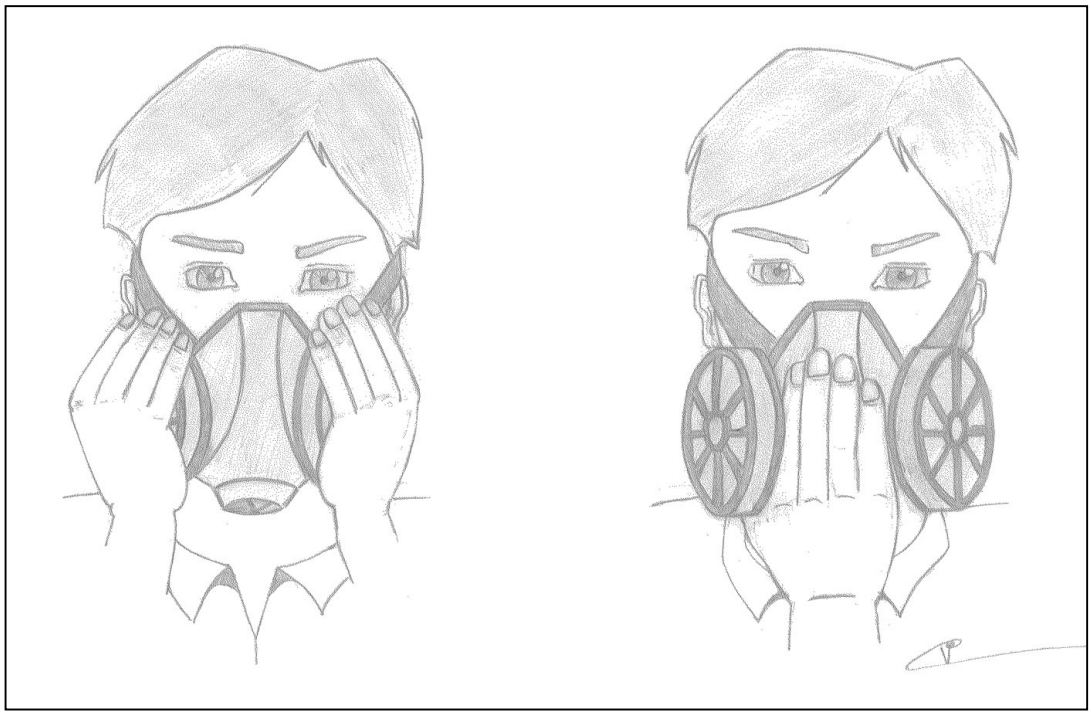
Figuur 5: Luchtkap



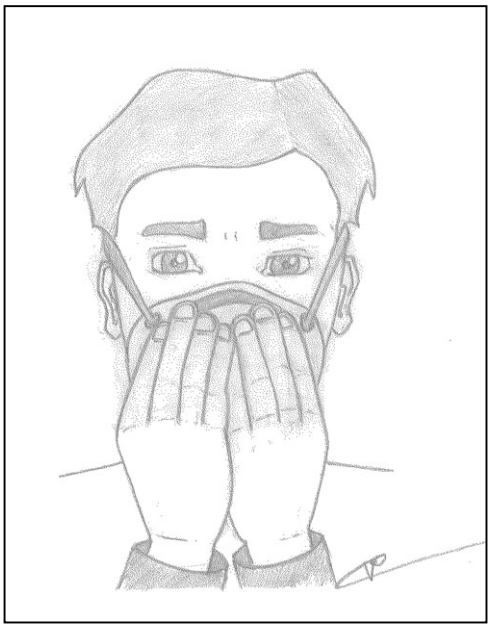
Figuur 6: Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)



Figuur 7: Chirurgisch masker



Figuur 8: Afdichtingstest met negatieve druk (links) en positieve druk (rechts)



Figuur 9: Afdichtingstest met een onderhoudsvrij masker

5. Praktische voorbeelden

Voor de keuze van het persoonlijk (ademhalings)beschermingsmiddel ingeval van blootstelling aan bepaalde pathogene agentia kan men zich in sommige gevallen baseren op bestaande richtlijnen. Er dient echter te worden opgemerkt dat deze richtlijnen vaak niet gereglementeerd zijn, bovendien kunnen ze verschillen van land tot land.
Ook zijn het vaak richtlijnen voor activiteiten die buiten het laboratorium plaatsvinden. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de CDC richtlijnen aangaande blootstelling aan Hantavirussen tijdens veldstudies (21) of de SARS-CoV richtlijnen in het kader van eerstelijnszorg (22).
Hieronder volgen een aantal praktische voorbeelden in geval er potentieel blootstellingsgevaar bestaat in het kader van activiteiten van ingeperkt gebruik.

Hantaanvirus

Hantaanvirus, behorende tot de groep van Hantavirussen, is een humaan pathogeen dat onder risicoklasse 3 wordt geclassificeerd en veroorzaakt een ernstige en soms dodelijke ziekte (Hantavirus pulmonary syndrome). Het virus heeft een vrij goede overlevingscapaciteit en besmette knaagdieren kunnen het virus naar de mens overdragen ondermeer via de aerogene route (23). In animalaria bijvoorbeeld gaan excreties van besmette proefdieren, de manipulatie van necropsie-materiaal of de verwijdering van beddingen gepaard met het genereren van infectieuze aerosols die een ernstig biologisch gevaar betekenen voor de proefnemer. Het hantaanvirus werd overigens meermaals geassocieerd met in het laboratorium opgedane HFRS (hemorrhagic fever with renal syndrome) (24,25).

Bij de uitvoering van manipulaties onder een microbiologische veiligheidskast volstaat een gelaatsbescherming (bescherming van muceuze membranen tegen spatten).
Indien manipulaties worden uitgevoerd buiten een microbiologische veiligheidskast is het gebruik van een FFP3 (of PAPR voorzien van P3 filtratie ingeval de gebruiker bijvoorbeeld een baard draagt) aangewezen.

Immunoassay voor het opsporen van Bovine Spongiform Encephalopathy

Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) is een neurodegeneratieve ziekte bij runderen als gevolg van infectie met prionen en wordt in verband gebracht met de ziekte van Creutzfeld-Jacob (vCJD) bij de mens.
Prionen zijn eigenlijk gemodificeerde vormen (PrP^{Sc} isoformen) van anders normaal functionerende eiwitten. Ze zijn bijzonder resistent tegen de meeste conventionele inactivatieprocedures, maar tot nog toe bestaan geen aanwijzingen dat deze agentia via de lucht overdraagbaar zouden zijn. Wel dient de generatie van infectieuze aerosols of druppels en spatten zoveel mogelijk vermeden te worden of ingeperkt, bv. bij het versnijden van hersenmateriaal.

Het opsporen van BSE door middel van een immunoassay vereist een inperkingsniveau L3-BSE en het gebruik van een microbiologische veiligheidskast wanneer manipulaties in open fase worden uitgevoerd. Derhalve is een ademhalingsbeschermingsmiddel niet vereist, maar wel het gebruik van gelaatsbescherming waarbij muceuze membranen van ogen, mond en slijmvliezen beschermd zijn (bv. chirurgische maskers bestand tegen spatten in combinatie met veiligheidsbril) (7).

Kader 3: Moet een ademhalingsmasker worden gedragen wanneer manipulaties worden uitgevoerd onder een microbiologische veiligheidskast ?

Wanneer manipulaties worden uitgevoerd onder een correct functionerende en gevalideerde MVK van klasse I of II en de gepaste werkpraktijken in acht worden genomen om de goede werking van de microbiologische veiligheidskast te garanderen, is de kans dat de proefnemer rechtstreeks blootgesteld wordt aan infectieuze aerosols aanzienlijk verkleind, alsook de nood om een ademhalingsmasker te dragen. Toch kunnen situaties zich voordoen waarbij infectieuze aerosols niet voldoende kunnen worden ingeperkt, zelfs wanneer manipulaties worden uitgevoerd onder een MVK (bijvoorbeeld spat- en morsincidenten, al dan niet bij het terugtrekken van de handen buiten de MVK).
Ook blijft voor de manipulatie van culturen van bepaalde via de lucht overdraagbare pathogene agentia het dragen van een ademhalingsmasker aanbevolen (zie voorbeelden uit hoofdstuk 5).
Er kan met andere woorden geen algemene regel worden gesteld. Wel moet worden opgemerkt dat een ademhalingsbeschermingsmasker enkel afdoende bescherming kan bieden indien deze aangepast is aan de proefnemer (juiste maat), deze correct wordt gedragen (afdichtingstest en training) en dat deze correct werd onderhouden/bewaard alvorens gebruik (hoofdstuk 4).

Productie van humane influenza vaccin

In het vooruitzicht van een mogelijke pandemie met het influenza virus wordt veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van experimentele reassortant influenza vaccins.
Hoewel deze reassortant vaccin-stammen van risicoklasse 1 zijn, is het niet uitgesloten dat deze een subklinische infectie kunnen veroorzaken. Indien dit het geval mocht zijn, is het zeer onwaarschijnlijk dat diezelfde reassortant stam kan worden overgedragen op de mens, gezien de replicatie geattenueerd is en bij shedding de titers onvoldoende zijn om infectie te veroorzaken.

Er moet echter rekening worden gehouden met de theoretische kans op vorming van een secundaire reassortant indien een subklinische infectie optreedt bij een personeelslid die bovendien op dat moment ook drager is van het wilde type influenza virus. De infectiviteit en pathogeniciteit van deze nieuwe secundaire reassortant kan dan mogelijk wel een gevaar vormen voor de menselijke gezondheid.

Ook naar het leefmilieu toe moeten voorzorgen worden genomen: bij productie van bijvoorbeeld H5N1/PR8 reassortanten, wordt de bindingsspecificiteit voor aviaire receptoren behouden, waardoor vogels gevoelige doelwitten zijn.

Bij de productie van influenza pandemie vaccins beveelt de Wereld Gezondheidsorganisatie derhalve het dragen van een ademhalingsbeschermer FFP3 aan wanneer activiteiten niet worden ingeperkt door een primaire inperking of bij het uitvoeren van open activiteiten (26).

Diagnostische activiteiten met klinische stalen van patiënten met Severe Acute Respiratory Syndrome

De wijze waarop Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) precies wordt overgedragen is nog niet helemaal duidelijk, het is mogelijk dat het etiologisch agens (het SARS-coronavirus) op verschillende manieren kan worden verspreid. Persoonlijk contact en blootstelling aan infectieuze druppels afkomstig van ademhalings-secreties blijkt hierbij de belangrijkste route te zijn.

Voor de manipulatie van klinische stalen afkomstig van SARS-patiënen dient een inperkingsniveau L2 te worden geïmplementeerd met L3 werkpraktijken[4].
Hierbij is het dragen van een FFP2 of FFP3 aangewezen indien infectieuze aerosols niet doelmatig kunnen worden ingeperkt (27, 28).
Gezien transmissie van het SARS-CoV ook door onrechtstreeks contact kan plaatsvinden, dient bijzondere aandacht te worden geschonken aan het correct verwijderen van gebruikte ademhalingsmaskers.

[4] http://www.biosafety.be/CU/SARS/SARSMenu.html

Diagnostische en onderzoeksactiviteiten met M. tuberculosis complex isolaten

Verschillende stammen van het *Mycobacterium tuberculosis* complex kunnen leiden tot tuberculose. In de westerse landen wordt tuberculose bij de mens voornamelijk veroorzaakt door *Mycobacterium tuberculosis*, een bacterie die onder risicoklasse 3 wordt gebracht.
Naast het feit dat deze bacterie via de lucht wordt overgedragen, is de infectieuze dosis bij de mens bijzonder laag (ID_{50} 1-10 bacillen).

De manipulatie van het *M. tuberculosis* complex in het kader van diagnostische en onderzoekslaboratoria vergt minimaal een inperkingsniveau L2 met L3 werkpraktijken[5] wanneer klinische stalen worden behandeld.
Een inperkingsniveau L3[6] is vereist zodra secundaire culturen worden aangewend (bijvoorbeeld voor de verdere karakterisatie). Hierbij dient ademhalingsbescherming (FFP2 of FFP3) te worden gedragen wanneer infectieuze aerosols niet doelmatig worden ingeperkt of bij manipulatie van positieve culturen onder een microbiologische veiligheidskast (29).

[5] http://www.biosafety.be/CU/ClinLab/L2MycoNL.html
[6] http://www.bioveiligheid.be/CU/refdocs/SBB0306CU003NL.html

6. Referenties

1. **Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 8 november 2001** betreffende het ingeperkt gebruik van genetisch gemodificeerde en/of pathogene organismen en betreffende de indeling van de betrokken installaties. BS 26.10.2002, 7209.

2. **Besluit van de Waalse Regering van 4 juli 2002** tot bepaling van de sectorale voorwaarden inzake het ingeperkt gebruik van genetisch gemodificeerde of pathogene organismen. BS 21.09.2002, 41925.

3. **Besluit van de Vlaamse regering van 6 februari 2004** tot wijziging van het besluit van de Vlaamse regering van 6 februari 1991 houdende de vaststelling van het Vlaamse reglement betreffende de milieuvergunning, en van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne. BS 01.04.2004, 18281.

4. **Richtlijn 2000/39/EG van de Commissie van 8 juni 2000** tot vaststelling van een eerste lijst van indicatieve grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling ter uitvoering van Richtlijn 98/24/EG van de Raad betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van werknemers tegen risico's van chemische agentia op het werk. PB L 142 van 16/06/2000, 47–50.

5. Lenhart SW, Seitz T, Trout D, Bollinger N. **Issues Affecting Respirator Selection for Workers Exposed to Infectious Aerosols: Emphasis on Healthcare Settings.** Applied Biosafety, 2004; **9**(1), 2-36.

6. Bennett A, Parks S. **Microbial aerosol generation during laboratory accidents and subsequent risk assessment.** J Appl Microbiol, 2006; **100** (4), 658-663.

7. CDC and NIH. **Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories**. Fifth edition. Centers for Disease Control and Prevention and National Institute of Health, 2007; http://www.cdc.gov/OD/ohs/biosfty/bmbl5/bmbl5toc.htm, accessed online 2007.

8. **NBN EN 143** Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Deeltjesfilters – Eisen, beproeving, merken, 12 april 2000.

9. **NBN EN 149** Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Filterende halfmaskers ter bescherming tegen deeltjes – Eisen, proeven, merken, 7 juni 2001.

10. **NBN EN 12941** Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven filters gecombineerd met een helm of kap – Eisen, beproeving, merken, 9 december 1998.

11. Brouwer DH, Marquart H, Van Hemmen JJ. **Proposal for an approach with default values for the protection offered by PPE, under European new or existing substance regulations.** Ann Occup Hyg, 2001; **45** (7),543-553.

12. **Richtlijn 93/42/EEG van de Raad van 14 juni 1993** betreffende medische hulpmiddelen, PB L 169 12.7.1993,1- 43.

13. **Koninklijk besluit van 13 juni 2005** betreffende het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. BS 14.07.2005, 32322.

14. Rengasamy A, Zhuang Z, BerryAnn R. **Respiratory protection against bioaerosols: Literature review and research needs.** Am J Infect Control, 2004; **32**(6), 345-354.

15. Coffey C, Lawrence R, Campbell D, Zhuang Z, Calvert C, Jensen P. Fitting **Characteristics of eighteen N95 filtering-facepiece respirators.** J Occup Environ Hyg, 2004; **1**(4), 262-71.

16. Brosseau L, McCullough N, Vesley D. **Bacterial Survival on Respiratory Filters and Surgical masks. Journal American Biological Safety Association**, 1998; **2**(3), 32-43.

17. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2006) **OSHA Guidance Update on Protecting Employees from Avian Flu (Avian Influenza) Viruses.** U.S. Departement of Labor, Occupational Safety and Helath Administration, OHSA 3323-10N.

18. **Comité ministériel sur les mesures de précaution contre le syndrome respiratoire aigu sévère** (SRAS), Rapport Final, Santé et services sociaux, Québec, 2004.

19. **BS 4275:1997** Guide to implementing an effective respiratory protective device programme. PB 15.12.97

20. Gérard M, Suys M. **De Fit-test van FFP2 respiratoire maskers. Een ervaring in de praktijk.** NOSO-info, **10** (3), 2-3.

21. CDC. **Hantavirus pulmonary syndrome United States: Updated Recommendations for risk reduction.** Centers for Disease Control and Prevention, 2002; Morb Mort Wkly Rep, **51**(RR09), 1-12. http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5109.pdf

22. **Hospital Infection Control Guidance for Severe Acute Respiratory Syndrome** (SARS). World Heatlth Organisation, 2003; http://www.who.int/csr/sars/biosafety2003_04_25/en/, accessed online 2007

23. **Material safety data sheet- infectious substances**. Public Health Agency of Canada, http://www.phac-aspc.gc.ca/msds-ftss/index.html, accessed online 2007

24. Kawamata J, Yamanouchi T, Dohmae K *et al*. **Control of laboratory acquired hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) in Japan**. Lab Anim Sci, 1987; **37**, 431-436.

25. Lloyd G, Jones N. **Infection of laboratory workers with hantavirus acquired from immunocytomas propagated in laboratory rats.** J Infect, 1986; **12**(2), 117-25.

26. **WHO biosafety risk assessment and guidelines for the production and quality control of human influenza pandemic vaccines.** World Health Organization, 2006; http://www.who.int/biologicals/publications/ECBS%202005%20Annex%205%20Influenza.pdf , accessed online 2007.

27. **WHO biosafety guidelines for handling of SARS specimens.** World Health Organisation, 2003; http://www.who.int/csr/sars/biosafety2003_04_25/en/, accessed online 2007.

28. Herman P, Verlinden Y, Breyer D, Van Cleemput E, Brochier B, Sneyers M, Snacken R, Hermans P, Kerkhofs P, Liesnard C, Rombau B, Van Ranst M, van der Groen G, Goubau P and Moens W. **Biosafety risk Assessment of the Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) Coronavirus and Containment Measures for the Diagnostic and Research Laboratories.** Applied Biosafety, 2004; **9**(3), 128-142.

29. Herman P, Fauville-Dufaux M, Breyer D, Van Vaerenbergh B, Do Thi CD, Sneyers M, Wanlin M, Snacken R. Moens W. **Biosafety Recommendations for the contained use of Mycobacterium tuberculosis Complex isolates in Industrialized Countries.** Scientific Institute of Public Health, Division of Biosafety and Biotechnology, 2006. D/2006/250/22.

30. **Richtlijn 89/686/EEG van de Raad van 21 december 1989** inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen, PB L 399 30.12.1989, 18-38.

31. **Koninklijk besluit van 31 december 1992** inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen, BS 04.02.1993, 2202.

32. **Richtlijn 89/656/EEG van de Raad van 30 november 1989** betreffende de minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van persoonlijke beschermingsmiddelen door de werknemers, PB L 393 30.12.1989, 18-28.

33. **Koninklijk besluit van 29 april 1999** tot wijziging van het Koninklijk besluit van 4 augustus 1996 betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's bij blootstelling aan biologische agentia op het werk BS, 07/10/1999, 37917.

34. **Richtlijn 2000/54/EG van het Europees Parlement en de Raad van 18 september 2000** betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan biologische agentia op het werk, PB L 262 van 17.10.2000, 21– 45.

7. Verdere informatie

Guidance notes on the UK Personal Equipment Regulations. Department for business Enterprise & regulatory Reform, 2002; http://www.berr.gov.uk/files/file11263.pdf, accessed online 2007.

Lavoie J, Cloutier Y, Lara J and Marchand G. **Guide on repiratory protection against bioaerosols**. Institut de Recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2007; ISBN: 978-2-89631-136-1

Mc Cullough MV. **Personal Respiratory Protection**. In Fleming DO & Hunt DL, (Eds.) (2000). Biological safety, principles and practices (3rd ed.), 339-353. Washington: ASM Press.

NIOSH Respirator Selection Logic. National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH), 2004; http://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-100/, accessed online 2007

Van Laer F, Haxhe JJ. **Des masques: lesquels, quand et comment?**, NOSO-info, 2003: 7(2), 4-7.

Bijlagen

Bijlage 1: Terminologie en verklarende woordenlijst

- **Ademweerstand**: Geeft de weerstand aan van een masker. Hoe lager de ademweerstand, des te groter het comfort van de gebruiker.
- **Aerosol**: Een colloïdale oplossing van vloeibare of vaste deeltjes verspreid in een gas (meestal lucht).
- **Bioaerosol**: Aerosols van partikels bestaande uit levende organismen zoals micro-organismen (bacteriën, virussen, fungi, algae, protozoa) en/of partikels afkomstig van levende organismen (pollen, endotoxines, proteïnen, dierlijke excreties, dode micro-organismen).
- **BGW – Belgische GrensWaarde**: De Belgische grenswaarde (BGW) is de maximale concentratie van een chemisch agens, als tijdsgewogen gemiddelde over 8 uur, waarboven geen enkele werknemer mag worden blootgesteld (TLV).
- **Dampen:** De gasvorm van materie die bij kamertemperatuur vloeistoffen of vaste stoffen zijn.
- **Deeltjes:** Stof, rook en nevels worden gegroepeerd onder de naam deeltjes.
- **Filterefficiëntie:** Ratio van aantal partikels weerhouden door de filter over het totaal aantal partikels in de omgevingslucht. De filterefficiëntie wordt meestal bepaald voor een bepaalde partikelgrootte maar het kan ook worden bepaald voor een waaier (range) van partikelgrootten. De filterefficiëntie is ook afhankelijk van het debiet waarmee de partikels op de filter worden losgelaten.
- **Filterpenetratie:** Maat voor de filterefficiëntie en wordt bepaald door de ratio van het aantal partikels aan de uitstroomzijde van de filter over het aantal partikels opwaarts van de filter.
- **FFP**: Filtering facepiece partikels of filterende halfmaskers.
- **Gas:** Stof in die aggregatietoestand waarin ze geen eigen vorm of volume heeft en waarbij de moleculen de neiging hebben zich zoveel mogelijk van elkaar te verwijderen. Voorbeelden zijn: zuurstof, koolstofmonoxide, koolstofdioxide en helium.
- **MVK:** Microbiologische veiligheidskast.
- **Nevel/mist:** Nevel of mist ontstaat meestal door condensatie van bij kamertemperatuur vloeibaar materiaal of door verneveling en bestaat uit kleine druppeltjes.
- **NBF - Nominale beschermingsfactor**: Het theoretische protectieniveau van een ademhalingsbeschermingsmiddel gebaseerd op de prestaties gemeten tijdens tests in laboratoria. De NBF wordt berekend door de totale toegelaten inwaartse lekkage (TIL), zoals die staat beschreven in de betreffende EN, te delen door 100. De maximale concentratie van een stof in de lucht, waartegen een adembeschermingsmiddel kan beschermen, wordt berekend door deze NPF te vermenigvuldigen met de BGW.
- **PAPR - Powered Air-Purifying Respirator**: Motoraangedreven systeem waarbij de omgevingslucht door middel van een pomp over filtereenheden aangeblazen wordt.

- **PBM - Persoonlijke beschermingsmiddel**: Iedere uitrusting die bestemd is om door de werknemer gedragen of vastgehouden te worden ten einde hem te beschermen tegen één of meer risico's die zijn veiligheid of gezondheid op het werk kunnen bedreigen, alsmede als alle aanvullingen of accessoires die daartoe kunnen bijdragen (13).
- **Rook**: Zichtbare deel van het mengsel - bestaande uit gas, dampen, vloeibare of vaste deeltjes - dat vrijkomt bij verbranding van materiaal.
- **Stof**: Vaste deeltjes, kleiner dan 200 µm, die door mechanische bewerkingsprocessen of door opdwarreling in de lucht kunnen worden gebracht. Inadembaar stof benadert de fractie van het in de lucht rondzwevend materiaal dat doordringt tot het gedeelte van de longen waar de gasuitwisseling plaatsheeft. (BS EN481: 1993 definieert stof als deeltjes met aerodynamische diameters van minder dan 15 micron (µm)) (19).
- **TPF - Toegekende protectiefactor:** Wordt bepaald naar aanleiding van praktijkproeven op de werkplaats. Hierbij wordt rekening gehouden met onvoldoende onderhoud, instructie, slecht opzetten, bewegen en dergelijke. Zoals beschreven in BS4275 (19) is dit het niveau van ademhalingsbescherming zoals dat realistisch kan worden bereikt bij 95% van opgeleide en gesuperviseerde gebruikers.
- **TH:** Turbo Helm
- **TIL - Totale inwaartse lekkage**: De totale inwaartse lekkage wordt gedefinieerd als de lekkage aan de rand (bij alle typen 2%) van het aangezicht en masker en indien van toepassing, de lekkage ter hoogte van het uitademingventiel en de penetratie van het filtermedium (FFP1: 20%, FFP2: 6% en FFP3: 2%). De EN149/2001 (9) goedgekeurde maskers zijn getest met vloeistoffen zoals NaCl en een aerosol van vloeibare deeltjes op basis van paraffine.
- **TM:** Turbo Masker

Bijlage 2: Veiligheidsuitrusting volgens de Gewestelijke besluiten betreffende het ingeperkt gebruik van pathogene en/of genetisch gemodificeerde organismen.

Inperkings- en beschermingsmaatregelen volgens de Gewestelijke besluiten			
Laboratoria	**L1**	**L2**	**L3**
Microbiologische veiligheidskast/isolatieruimte	Niet vereist	Optioneel (klasse I of II)	Vereist (klasse I of II)
Ademhalingsmasker	Niet vereist	Niet vereist	optioneel
Gelaatsbescherming (ogen/slijmvliezen)	Niet vereist	optioneel	vereist
Animalaria	**A1**	**A2**	**A3**
Microbiologische veiligheidskast/isolatieruimte	Niet vereist	Optioneel (klasse I of II)	optioneel (klasse I of II)
Ademhalingsmasker	Niet vereist	optioneel	optioneel
Gelaatsbescherming (ogen/slijmvliezen)	Niet vereist	optioneel	optioneel
Grootschalige activiteiten	**LS1**	**LS2**	**LS3**
Microbiologische veiligheidskast/isolatieruimte	Niet vereist	vereist (klasse I of II)	Vereist (klasse I of II)
Ademhalingsmasker	Niet vereist	Niet vereist	optioneel
Gelaatsbescherming (ogen/slijmvliezen)	Niet vereist	optioneel	optioneel
Ziekenkamers	**HR1**	**HR2**	**HR3**
Individuele geschikte veiligheidsuitrusting	Vereist	Vereist (en specifiek voor de inperkingszone)	Vereist (en specifiek voor de inperkingszone)

Opmerking: Voor activiteiten met inperkingsniveau L-Quarantaine waarbij al dan niet genetisch gemodificeerde organismen worden aangewend uit de lijst van organismen die schadelijk zijn voor planten en plantaardige producten, is het gebruik van ademhalingsmasker of gelaatsbescherming niet vereist. Het gebruik van een microbiologische veiligheidskast (klasse I en II) is optioneel.