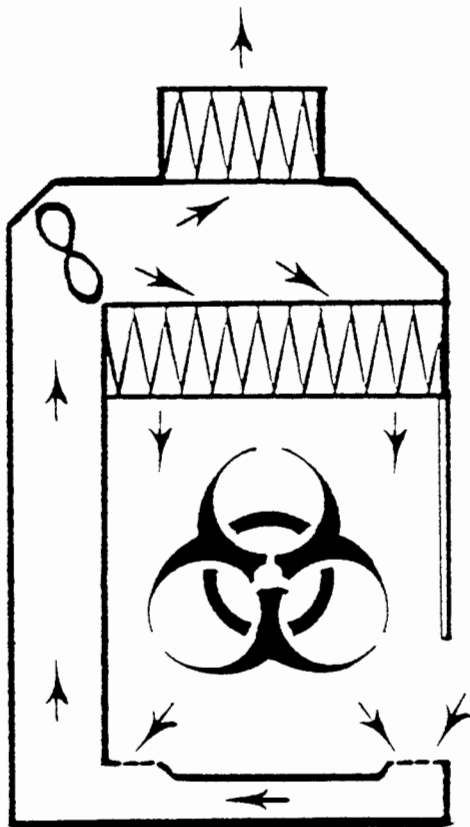




Microbiologische Veiligheidskabinetten KLASSE II



IAVM
Rapport nr. 20
september 1990

Interuniversitaire Adviescommissie Veiligheids- en Milieuwetgeving

Auteurs: Subgroep "veiligheidskabinetten" van de werkgroep voor Biologische Veiligheid.

Overname van de tekst of gedeelten daarvan is uitsluitend toegestaan met vermelding van de bron.

Inhoud:	blz.
1 Inleiding	1
2 Klasse indeling van microbiologische veiligheidskabinetten	3
3 Soorten en uitvoeringen van veiligheidskabinetten Klasse II	5
3.1 Veiligheidskabinet Klasse II met enkelvoudige HEPAfiltering	6
3.2 Veiligheidskabinet Klasse II met dubbele HEPAfiltering	7
3.3 Veiligheidskabinet Klasse II met "Total Exhaust"	8
4 Aanbevelingen voor het aanschaffen van veiligheidskabinetten Klasse II	9
4.1 Uitwendige maten	10
4.2 Constructiemateriaal	10
4.3 Constructiestijfheid	10
4.4 Raam	10
4.5 Constructie inwendig	11
4.6 Werkruimte	11
4.7 Doorvoeren	11
4.8 Werklengte en werkdiepte	11
4.9 Werkblad	12
4.10 Lekbak	12
4.11 Armsteun	12
4.12 Afsluitpaneel voor werkopening	12
4.13 Electrische installatie	13
4.14 Verlichting	13
4.15 Aardgas aansluiting	13
4.16 Ultra-violette Lampen	13
4.17 Geluidsniveau	13
4.18 Vibratieniveau	14
4.19 Temperatuurverhoging	14
4.20 Luchttechnisch ontwerp	14
4.21 High Efficiency Particulate Airfilter (HEPAfilter)	14
4.22 Voorfilter	15
4.23 Ventilator	15
4.24 Terugslagklep	15
4.25 Luchtsnelheidssignalering	15
4.26 Downflow	16
4.27 Intredesnelheid	16
4.28 Testpoort	16
4.29 Nachtstand	16
4.30 Gebruiksaanwijzing	17
4.31 Onderhoudskontraakt	17
4.32 Testen	17
5 De plaats van een veiligheidskabinet in een laboratorium	19
5.1 Invloed van wanden, ramen en deuren	19
5.2 Invloed van vaste objecten	20
5.3 Invloed van bewegende objecten	20
5.4 Ventilatie van het laboratorium	20
5.5 Lokale afzuigsystemen	21

		blz
6	Testprocedures voor veiligheidskabinetten Klasse II	23
6.1	Gaslekttest van het casco van het kabinet	24
6.2	Deeltjeslekttest van het casco van het kabinet	24
6.3	Deeltjeslekttest van HEPAfilters	24
6.4	Luchtsnelheidsmetingen	25
6.5	Bepaling van luchtstroomrichtingen (rookproeven)	26
6.6	Werkerbeschermingstest	27
6.7	Produktbeschermingstest	28
6.8	Kruisbesmettingstest	29
6.9	Geluidsniveau meting	29
6.10	Electrische veiligheidstest	29
6.11	Stabiliteitstest voor het gehele veiligheidskabinet	29
6.12	Vibratiemeting op het werkblad van het kabinet	30
6.13	Volume bepaling van lekbak onder werkblad	30
6.14	Lichtintensiteitsmeting op werkblad	30
6.15	Temperatuur meting in het kabinet bij langdurig gebruik	30
7	Aanbevelingen voor het gebruik van veiligheidskabinetten Klasse II	31
8	Desinfectie en sterilisatie van veiligheidskabinetten	35
8.1	Begrippen	35
8.2	Gebruik van desinfectiemiddelen	35
8.3	Desinfectie met behulp van UVC-straling	35
8.4	Gassterilisatie m.b.v. formaldehyde	36
8.4.1	Verdampen van een formalineoplossing	36
8.4.2	Sublimatie van paraformaldehyde	36
8.4.3	Reactie van paraformaldehyde en kaliumpermanganaat	37
9	Literatuur	39
	Bijlagen:	
1	HEPAfilters voor veiligheidskabinetten	41
2	Fysische inperking en klassificatie van micro-organismen door NVVM	45
3	Microbiologisch veiligheidskabinet Klasse I	47
4	Microbiologisch veiligheidskabinet Klasse III	49
5	Steriele luchtstroomkast	51
6	Luchtafvoer van veiligheidskabinet direct naar buitenlucht	53
7	Koppeling afvoerlucht veiligheidskabinet en ventilatie laboratorium	55
8	Berekening van de beschermingsfactor van veiligheidskabinetten	57
9	Microbiologisch werk in combinatie met andere risico's	59

1 Inleiding

Werkzaamheden met pathogene micro-organismen zullen voor een deel in een microbiologisch veiligheidskabinet moeten worden uitgevoerd. Op dit moment is er in Nederland geen norm waarin de eisen zijn vastgelegd waaraan een veiligheidskabinet moet voldoen. Het ontbreken van een Nederlandse norm voor deze veiligheidsvoorzieningen blijkt bij het aanschaffen van een dergelijk kabinet een gemis te zijn. De bedoeling van dit rapport, dat voor een belangrijk deel gebaseerd is op Engelse en Amerikaanse voorschriften, is meer duidelijkheid te verschaffen over de zaken die van belang zijn bij het aanschaffen van microbiologische veiligheidskabinetten.

Meestal wordt door leveranciers gerefereerd aan de British Standard: BS 5726; Specification for Microbiological Safety Cabinets (lit.7) of aan de Deutsche Norm: DIN 12950; Sicherheitswerkbanke für mikrobiologische und biotechnologische Arbeiten (lit.12).

De volgende Amerikaanse publicaties zijn echter ook van belang: National Institutes of Health, Lab. Saf. Monograph, supplement NIH Guidelines for Recombinant DNA research, july 1978 (lit.17) en National Sanitation Foundation; Standard Number 49, Class II (Laminar Flow) Biohazard Cabinetry (lit.18). In de laatstgenoemde publicatie wordt uitgebreid beschreven aan welke eisen een veiligheidskabinet Klasse II moet voldoen en op welke wijze dient te worden getest.

De beschrijvingen en testen van microbiologische veiligheidskabinetten zoals deze voorkomen in de buitenlandse normen en richtlijnen, zijn over het algemeen niet direct toepasbaar op de veiligheidskabinetten die op dit moment in ons land worden geproduceerd of geleverd.

De samenstellers van dit rapport hebben zijn uitgegaan van de Engelse en Amerikaanse richtlijnen. Zij hebben deze naar eigen oordeel aangepast en uitgebreid aan de hand van ontwikkelingen en onderzoek dat, sinds het verschijnen van de richtlijnen in 1983, heeft plaatsgevonden.

Vragen over deze veiligheidsvoorzieningen die aan veiligheidskundigen gesteld werden, beperkten zich niet alleen tot de aanschaf van veiligheidskabinetten. Ook de informatie over het testen, gebruik en onderhoud van deze kabinetten bleek moeilijk toegankelijk.

De Werkgroep Biologische Veiligheid van de IAVM signaleerde de behoefte aan een overzichtsrapport over microbiologische veiligheidskabinetten. Er werd daarom een "subcommissie Veiligheidskabinetten" ingesteld met als opdracht de informatie over veiligheidskabinetten meer toegankelijk te maken.

**In Nederland zijn vrijwel alleen veiligheidskabinetten Klasse II in gebruik.
Dit rapport beperkt zich daarom in hoofdzaak tot deze klasse kabinetten.**

Doelgroepen:

Met dit rapport hoopt de commissie allen die betrokken zijn bij de aanschaf van veiligheidskabinetten, maar ook de leidinggevenden, de gebruikers en de bij het onderhoud betrokken technische medewerkers, inzicht te geven in de belangrijkste zaken die deze veiligheidsvoorzieningen betreffen.

Voor de verschillende doelgroepen zijn de volgende hoofdstukken van speciaal belang:

Veiligheidskundigen	totaal
Leidinggevenden	totaal
Leveranciers	totaal
Gebruikers	1 t/m 3, 5 t/m 8
Inkopers en adviseurs van inkoop	1 t/m 6
Technische diensten	1 t/m 6 en 8
Test- en onderhoudsfirma's	1 t/m 6 en 8

De samenstellers van dit rapport:

Het voor U liggende rapport is samengesteld door, in alfabetische volgorde,:

- Ir. H.K. Bakker: Hoofd Dienst Veiligheid en Milieuhygiëne van de Erasmusuniversiteit, te Rotterdam.
- H. van Ballegoy: Veiligheidskundige bij het Bureau voor Veiligheid en Milieu van de Universiteit van Amsterdam, te Amsterdam.
- J. Bock: Veiligheidskundige bij het Medisch Biologisch Laboratorium TNO, te Rijswijk.
- P.H. Dignum: Stralingshygiënist bij Dienst voor Veiligheid en Milieu van de Vrije Universiteit, te Amsterdam.

2 Klasse indeling van microbiologische veiligheidskabinetten

Een microbiologisch veiligheidskabinet is een omkasting van de werkplek waarin op een veilige manier met micro-organismen kan worden gewerkt. Veilig voor de medewerker en de omgeving mits de regels voor het gebruik en de werkprocedures opgevolgd worden.

Een veiligheidskabinet wijkt af van andere laboratoriumafzuigsystemen door het gebruik van filters die in staat zijn ook kleine deeltjes, zoals bacteriën en virussen, efficiënt af te vangen (bijlage 1).

De filters die hiervoor gebruikt worden staan bekend als HEPAfilters (High Efficiency Particulate Air filters) (lit.23 en 1).

Onder testomstandigheden mogen van 10.000 deeltjes met een diameter van 0.3 µm maximaal 3 deeltjes het filter passeren (99,97 % afvang). Omdat de filters voor deeltjes met een andere diameter (dus ook voor kleinere deeltjes!) een nog grotere vangefficiëntie hebben wordt de genoemde 99,97 % afvang bij elke willekeurige deeltjesgrootte bereikt (lit.22).

De HEPAfilters (meestal meer dan één) zitten ingebouwd in het kabinet en kunnen alleen door specialisten op hun werking gecontroleerd worden.

De kabinetten zijn voorzien van één of meer ventilatoren en kunnen daardoor onafhankelijk van de ventilatie van het laboratorium werken. Dit houdt niet in dat ze de ventilatie van het laboratorium niet kunnen beïnvloeden. De ventilatie van het laboratorium en de luchttechniek van het veiligheidskabinet moeten op elkaar afgestemd zijn.

Er zijn veel verschillende typen microbiologische veiligheidskabinetten op de markt. Ze zijn in drie hoofdklassen onderverdeeld: Klasse I, Klasse II en Klasse III.

Afhankelijk van het risico van het microbiologisch materiaal en het soort bewerkingen, dat er mee wordt uitgevoerd, wordt het gebruik van een veiligheidskabinet Klasse I, II of III aanbevolen.

In Nederland zijn door de Ned. Ver. voor Microbiologie, de Voorlopige Commissie Genetische Modificatie en de Arbeidsinspectie regels opgesteld voor het veilig werken met micro-organismen. Zij geven eveneens aan wanneer het gewenst of noodzakelijk is microbiologische veiligheidskabinetten te gebruiken (lit.19, 16 en 2).

Een **veiligheidskabinet Klasse I** kan gebruikt worden bij aerosolvormende werkzaamheden met micro-organismen uit de pathogenen-groepen PG 1, PG 2 en PG M (bijlage 2) als alleen bescherming van experimentator en milieu nodig is. Lucht uit het laboratorium stroomt door de werkopening over het experiment en neemt vrijkomende deeltjes mee naar het uitstroom HEPAfilter.

Een **veiligheidskabinet Klasse II** wordt gebruikt bij aerosolvormende werkzaamheden met micro-organismen uit de pathogenen-groepen PG 1, PG 2 en PG M waarbij zowel de experimentator, het milieu als het experiment beschermd moeten worden. De steriele neerdalende lucht (downflow) in het kabinet houdt het experiment vrij van ongewenste deeltjes en de lucht die bij de werkopening omlaag gezogen wordt, zorgt voor bescherming van de experimentator. Het uitstroomfilter beschermt het milieu.

Een **veiligheidskabinet Klasse III** is geschikt voor het werken met micro-organismen uit alle pathogenen-groepen. Het kabinet is volledig gesloten en in de werkruimte heerst onderdruk. Alle lucht, die het kabinet in of uitstroomt, wordt gefilterd door twee HEPAfilters. De werkzaamheden worden met behulp van armlange handschoenen uitgevoerd en de noodzakelijke materialen worden via een met gas te steriliseren sluisje het kabinet in of uit gebracht. Het veiligheidskabinet met handschoenen en sluis vormt de fysische afscherming tussen experiment en experimentator. De HEPAfilters beschermen het experiment en het milieu.

Alleen het veiligheidskabinet Klasse II wordt in dit rapport uitgebreid behandeld omdat het in Nederland veruit het meest gebruikte veiligheidskabinet is. Bij de meeste werkzaamheden biedt dit type kabinet een goede bescherming aan werker, experiment en milieu.

Van de veiligheidskabinetten Klasse I en Klasse III is in de bijlagen 3 en 4 een korte beschrijving opgenomen.

waarschuwing

Verwar steriele luchtstroomkasten niet met veiligheidskabinetten.

Want: steriele luchtstroomkasten beschermen alleen het experiment en niet de experimentator.

In bijlage 5 worden de steriele luchtstroomkasten summier beschreven.

Steriele luchtstroomkasten of schone luchtbanken worden vaak verward met veiligheidskabinetten. Dit is een gevolg van de aanduidingen die ervoor worden gebruikt (crossflow-kabinet, laminaire flowbank, e.d.) en de vele uitvoeringen waarin steriele luchtstroomkasten voorkomen. De steriele luchtstroomkast met downflow (bijlage 5) is op het eerste gezicht moeilijk te onderscheiden van sommige typen veiligheidskabinetten Klasse II.

Voorbeelden van werkzaamheden die ten onrechte in deze kasten worden uitgevoerd zijn: het werken met proefdieren (hierbij komen veel allergenen vrij), het steriel gereedmaken van cytostatica-oplossingen en het werken met radionucliden.

Gebruik de steriele luchtstroomkast alleen als u er zeker van bent dat tijdens de werkzaamheden geen gevaarlijke stoffen of micro-organismen kunnen vrijkomen!

3 Soorten en uitvoeringen van veiligheidskabinetten Klasse II

Microbiologische veiligheidskabinetten Klasse II zijn ontworpen voor het veilig werken met pathogene micro-organismen onder een steriele luchtstroom. Een Klasse II veiligheidskabinet is zo gebouwd dat kiemvrije lucht over het werkblad stroomt. Het luchtgordijn in de werkopening geeft bescherming tegen het uitreden van besmette deeltjes. De hiervoor in het algemeen gebruikte uitvoeringen worden onder 3.1, 3.2 en 3.3 beschreven.

Werk met potentieel besmet materiaal, dat niet in een steriele luchtstroom hoeft plaats te vinden, kan in een veiligheidskabinet Klasse I worden uitgevoerd. Vaak wordt voor dit type werk toch een veiligheidskabinet Klasse II gebruikt.

Nederlandse leveranciers van veiligheidskabinetten Klasse II onderscheiden in het algemeen twee hoofdtypen: Klasse IIA en Klasse IIB.

Deze terminologie is afgeleid van de Amerikaanse publicaties van NSF en NIH (lit.18 en 17). Een belangrijk verschil tussen de Klasse IIA en IIB volgens de Amerikaanse indeling is gelegen in het verschil in afvoer van de door het kabinet aangezogen lucht (bij het kabinet Klasse IIA wordt de lucht in het laboratorium teruggeblazen, bij Klasse IIB wordt de lucht via een luchtkanaal buiten het laboratorium afgevoerd) en de grotere naar binnen gerichte luchtstroom in de werkopening van het Klasse IIB kabinet. Het luchtafvoerkanaal moet voorkomen, dat bij lekkage van het uitstroom HEPAfilter of zijn bevestiging in het kabinet, deeltjes in het laboratorium terechtkomen. De verhoogde luchtsnelheid door de werkopening van het Klasse IIB kabinet moet zorgen voor een betere bescherming van de experimentator vóór het veiligheidskabinet.

Het in ons land gebruikelijke onderscheid tussen Klasse IIA en IIB heeft meestal alleen betrekking op de aanwezigheid van een extra HEPAfilter onder het werkblad. Dit wijkt sterk af van de Amerikaanse klasse-indeling. Om verwarring te voorkomen wordt in dit rapport daarom de aanduiding IIA of IIB verder niet gebruikt. Wel wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen enkele en dubbele HEPAfiltering en luchtafvoer buiten het laboratorium.

Een veiligheidskabinet met een extra HEPAfilter onder het werkblad wordt vaak aangeschaft als aansluiting van het kabinet op een luchtafvoerkanaal naar buiten moeilijkheden oplevert. De keuze van het extra HEPAfilter wordt dan beschouwd als een vervanging van een afvoerkanaal naar buiten. Een extra HEPAfilter is niet echter gelijkwaardig aan een luchtafvoerkanaal omdat ondanks dit tweede filter bij het ontbreken van een luchtafvoerkanaal, toxische en brandbare stoffen in het laboratorium terecht kunnen komen.

De Nederlandsche Vereniging voor Microbiologie heeft de pathogene micro-organismen, naar olopend risico, ingedeeld in de pathogenen groepen PG 1, PG 2 en PG 3. Verder wordt er een groep onderscheiden die gevaarlijk is voor het milieu nl. PG M. De meeste werkzaamheden met pathogenen uit de groepen PG 1, PG 2 en PG M (bijlage 2) mogen in Klasse II veiligheidskabinetten worden uitgevoerd. De experimentele omstandigheden bepalen welk type Klasse II veiligheidskabinet gebruikt dient te worden.

Veiligheidskabinetten Klasse II worden niet alleen gebruikt voor het werken met pathogene micro-organismen. Ook experimenten met niet pathogene micro-organismen in combinatie met toxische en/of radiotoxische stoffen worden vaak in een steriele luchtstroom uitgevoerd. Het gebruik van een Klasse II kabinet voorzien van een luchtafvoerkanaal naar buiten garandeert daarbij dat de toxische stoffen afgevoerd worden en het experiment niet met deeltjes, afkomstig uit de lucht van het laboratorium, verontreinigd wordt (bijlage 9).

3.1 Veiligheidskabinet Klasse II met enkelvoudige HEPAfiltering

Om het principe van de werking van een microbiologisch veiligheidskabinet Klasse II te verduidelijken volgt hier een beschrijving van de onderdelen en een schematische weergave van de luchtstromingen van dit type kabinet (fig. 3.1.1 en fig. 3.1.2).

Vanuit de werkruimte (1) wordt bij het werkblad (2) lucht afgezogen door een spleet aan de voorzijde (3) en een spleet aan de achterzijde (4). De ventilator (5) blaast de lucht die hij aanzuigt in een ruimte (6) die is afgesloten door een downflow HEPAfilter (7) en een uitstroom HEPAfilter (8).

Het uitstroom HEPAfilter mondt uit in het laboratorium of in een luchtafvoerkanaal naar buiten en het downflow HEPAfilter geeft verbinding met de werkruimte van het veiligheidskabinet. De luchtstroom onder dit downflow filter is overal gelijk van richting en snelheid. Deze laminaire luchtstroom (downflow) voert in de werkruimte van het kabinet vrijkomende deeltjes goed af. Dit in tegenstelling tot een wervelende luchtstroom, die deeltjes op ongewenste plaatsen kan afzetten. Daarvoor moet de downflow in het algemeen een gemiddelde snelheid van 0.35m/sec. hebben.

De naar binnen gerichte luchtstroom door de werkopening (9) moet gemiddeld tussen 0.35 en 0.7m/sec liggen (dit wordt de intredesnelheid genoemd). Bij de voorste aanzuigspleet (3) van het werkblad komen de lucht uit het laboratorium en de lucht van de downflow van het kabinet met elkaar in contact. Deze lucht uit het kabinet komt echter niet in het laboratorium en ook komt de lucht uit het laboratorium niet direct in de werkruimte van het kabinet. Via het raam (10) heeft de experimentator zicht op het experiment.

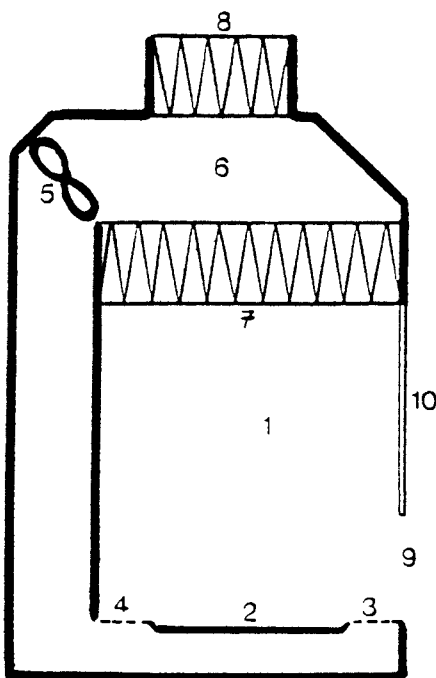


fig. 3.1.1 onderdelen

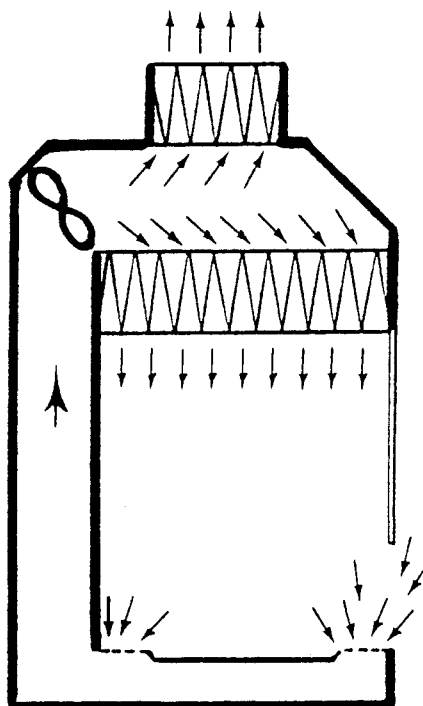


fig. 3.1.2 luchtstromen

Het microbiologisch veiligheidskabinet Klasse II kan bij goed gebruik de werker beschermen tegen aërosolen afkomstig van het experiment.

Het experiment wordt goed beschermd tegen deeltjes afkomstig uit de lucht van het laboratorium en van de werker voor het kabinet.

De downflow zorgt voor een redelijke bescherming tegen kruiskontaminatie tijdens het experiment.

Een veiligheidskabinet van bovenstaand type zuigt tussen de 400 en 600 m³/uur lucht uit het laboratorium aan. Deze hoeveelheid lucht wordt weer in het laboratorium teruggevoerd of, als het kabinet op een luchtafvoerkanaal is aangesloten, naar buiten afgevoerd.

Bij het werken met micro-organismen uit de groep PG II moet het veiligheidskabinet uitgerust zijn met een luchtafvoerkanaal naar buiten.

3.2 Veiligheidskabinet Klasse II met dubbele HEPAfiltering.

Bij deze veiligheidskabinetten is onder het werkblad een extra HEPAfilter aangebracht om een betere bescherming van het milieu tegen pathogene micro-organismen te verkrijgen (fig. 3.2.1).

Vanuit de werkruimte van het kabinet (1) wordt bij het werkblad (2) lucht weggezogen (fig. 3.2.2) door een spleet aan de voorzijde (3) en aan de achterzijde (4). Via een HEPAfilter (5) wordt de lucht naar een ventilator (6) gezogen. Deze ventilator blaast de lucht in een ruimte (7) die is afgesloten met een downflow HEPAfilter (8) en een uitstroom HEPAfilter (9). Het uitstroom HEPAfilter mondt uit in het laboratorium of in een luchtafvoerkanal naar buiten. Het downflow HEPAfilter geeft verbinding met de werkruimte van het veiligheidskabinet. In aanzuigspleet 3 komen de luchtstromen van de downflow en de door de werkopening (10) binnenstromende lucht bij elkaar. Via het raam (11) heeft de experimentator zicht op het experiment.

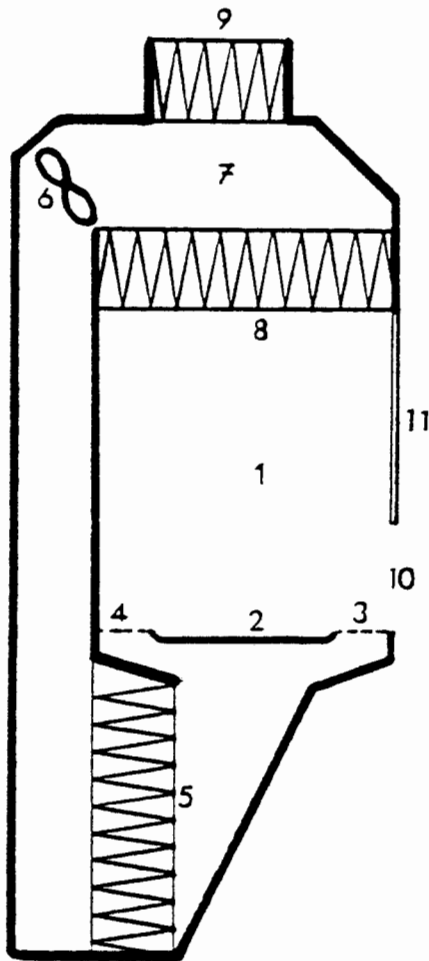


fig. 3.2.1 onderdelen

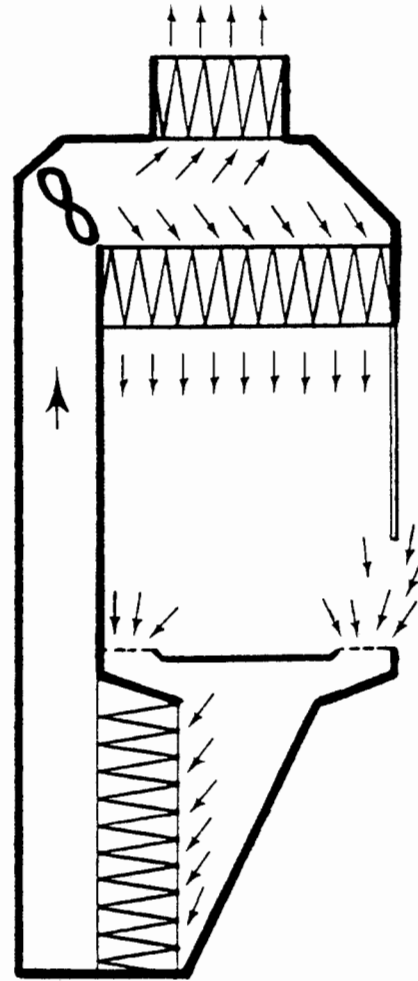


fig. 3.2.2 luchtstromen

Dit type veiligheidskabinet geeft een grotere bescherming dan een kabinet waarin de lucht slechts eenmaal een HEPAfilter passeert.

Het eerste HEPAfilter vangt bijna alle deeltjes af waardoor het gedeelte van het veiligheidskabinet na het filter niet snel besmet raakt (Dit geldt alleen bij een lekvrj filter met goede afdichting).

Doorslag die het gevolg is van lekkage van het eerste HEPAfilter, of de afdichting van het filterframe op het kabinet, wordt door het tweede filter opgevangen.

3.3 Veiligheidskabinet Klasse II met "Total Exhaust".

Een veiligheidskabinet zonder enige vorm van recirculatie wordt ook wel een veiligheidskabinet met "Total Exhaust" genoemd (fig. 3.3.1). In een dergelijk kabinet wordt de lucht voor de downflow met behulp van een ventilator (1) uit het laboratorium aangezogen (fig. 3.3.2) en door het downflow HEPAfilter (2) in de werkruimte van het kabinet (3) geblazen. Het werkblad (4) is aan de voor- en achterzijde voorzien van aanzuigpleten (5,6) waardoor de lucht uit de werkruimte van het kabinet kan worden weggezogen.

Een tweede ventilator (7) voert deze lucht via een uitstroom HEPAfilter (8) naar een afvoerkanaal (9) dat in de buitenlucht uitmondt. Door het ventilatiedebiet van ventilator (7) hoger in te stellen dan het debiet van ventilator (1), ontstaat door de werkopening (10) een naar binnen gerichte luchtstroom, die via afzuigpleet (5) weggezogen wordt. Via het raam (11) heeft de experimentator zicht op het experiment.

Om te voorkomen dat bij uitval van de luchtafvoerventilator besmette lucht door de werkopening in het laboratorium geblazen wordt moeten de ventilatoren elektrisch gekoppeld worden.

Wil men meer zekerheid hebben dat er geen deeltjes in het luchtafvoerkanaal en verder in het milieu komen, dan kan dit kabinet voorzien worden van een extra HEPAfilter onder het werkblad.

De hoeveelheid lucht die een Total Exhaust kabinet met een lengte van 1.2 m afvoert bedraagt ongeveer 1400 m³/uur. Deze hoeveelheid lucht moet (meestal geconditioneerd) ook naar het laboratorium worden toegevoerd.

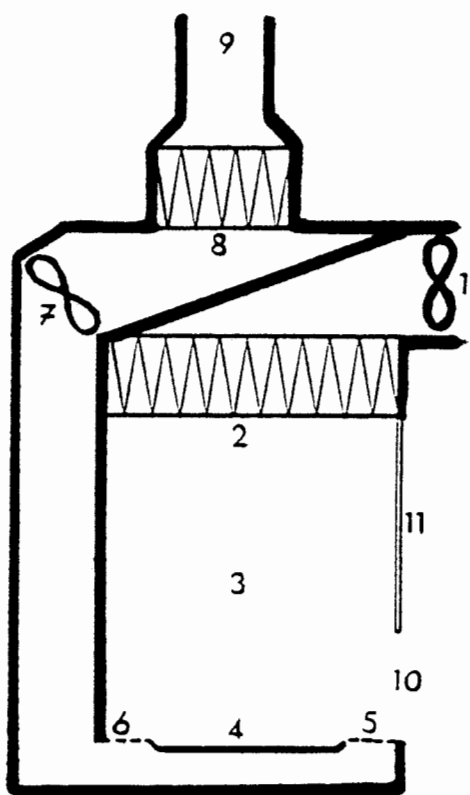


fig. 3.3.1 onderdelen

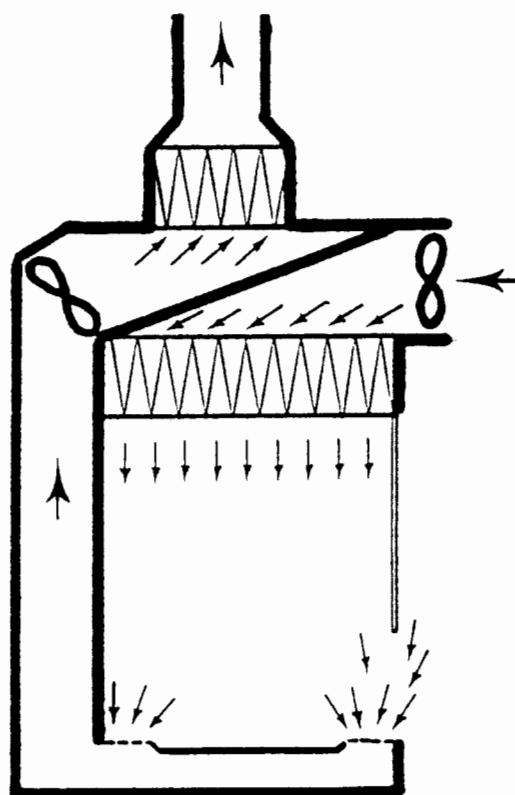


fig. 3.3.2 luchtstromen

In dit type kabinet mag ook gewerkt worden met toxische stoffen, brandbare oplosmiddelen en radionucliden omdat alle uitstromende lucht via een luchtkanaal naar buiten afgevoerd wordt en er geen recirculatie in het kabinet plaatsvindt.

4 Aanbevelingen voor het aanschaffen van microbiologische veiligheidskabinetten klasse II

Over de volgende onderwerpen zijn aanbevelingen opgenomen:

- 1 Uitwendige maten
- 2 Constructie materiaal
- 3 Constructie stijfheid
- 4 Raam
- 5 Constructie inwendig
- 6 Werkruimte
- 7 Doorvoeren
- 8 Werklengte en werkdiepte
- 9 Werkblad
- 10 Lekbak
- 11 Armsteun
- 12 Afsluitpaneel voor werkopening
- 13 Electriche installatie
- 14 Verlichting
- 15 Aardgas-aansluiting
- 16 Ultra-violette Lampen
- 17 Geluidsniveau
- 18 Vibratie
- 19 Temperatuurverhoging
- 20 Luchttechnisch ontwerp
- 21 High Efficiency Particulate Airfilter (HEPAfilter)
- 22 Voorfilter
- 23 Ventilator
- 24 Terugslagklep
- 25 Luchtsnelheidssignalering
- 26 Downflow
- 27 Intredesnelheid
- 28 Testpoort
- 29 Nachtstand
- 30 Gebruiksaanwijzing
- 31 Onderhoudskontraakt
- 32 Testen

Aanbevelingen voor het aanschaffen van microbiologische veiligheidskabinetten Klasse II

Aanbeveling = A Toelichting = T

- A 1 Uitwendige maten**
De uitwendige maten van het veiligheidskabinet, of de delen waaruit het kan worden opgebouwd, moeten kleiner zijn dan de doorgangen(deuren e.d.) die gepasseerd moeten worden.
- T 1** Trappenhuizen, liften en sluizen bij laboratoriumlokalen kunnen grote problemen opleveren bij het transport van een kabinet. Doorgangen van deuren zijn over het algemeen 0.85m breed. Houd er verder rekening mee dat een veiligheidskabinet honderden kilo's kan wegen.
- A 2 Constructie materiaal**
Het microbiologisch veiligheidskabinet dient vervaardigd te zijn van corrosiebestendig en brandveilig materiaal (zoals roestvast staal).
- T 2** De corrosiebestendigheid geldt in ieder geval voor het inwendige van het kabinet dat in contact kan komen met (gasvormige) desinfectantia. Dit betekent dat als materialen van een coating zijn voorzien, deze in de loop van de jaren niet mag barsten of scheuren.
Indien het gebruik van gasbranders noodzakelijk is, is een brandveilige werkruimte van het kabinet vereist. Het gebruik van gasbranders in microbiologische veiligheidskabinetten dient tot het uiterste te worden beperkt omdat de daarbij vrijkomende hete (en dus opstijgende) lucht de laminaire downflow volledig verstoort. Ook de luchtstroom door de werkopening wordt verstoord door het gebruik van een gasbrander. Een metalen, niet-temperatuur geïsoleerd veiligheidskabinet kan de warmte die er in wordt geproduceerd gemakkelijker naar het laboratorium afvoeren dan een kabinet dat opgebouwd is uit materialen met een grotere isolatiewaarde.
- A 3 Constructie stijfheid**
Het veiligheidskabinet moet een goede stijfheid en stevigheid bezitten.
- T 3** Het blijvend lekdicht afdichten van de grote HEPAfilters in het kabinet is alleen goed mogelijk als het kabinet stevig gebouwd is. Bij lichte constructies kunnen problemen met afdichtingen ontstaan als het kabinet niet op een stabiele vloer geplaatst is. Ook het verplaatsen van een dergelijk veiligheidskabinet heeft tot gevolg dat afdichtingen opnieuw getest zullen moeten worden.
- A 4 Raam**
De ramen moeten van gehard of gelamineerd glas zijn gemaakt of van een geschikte kunststof (b.v. "Lexan" of "Luran").
Aan de onderzijde van het raam mogen geen uitsteeksels aanwezig zijn.
Er moet een constructie aanwezig zijn om het raam zover weg te kunnen klappen, schuiven of draaien, dat het inwendige van de werkruimte gemakkelijk bereikbaar is.
Raamstanden die afwijken van de door de fabrikant aanbevolen werkstand moeten duidelijk gesignaleerd worden. Bij voorkeur met een rode lamp en een zoemer.

- T 4 Kunststoffen bezitten een slechte krasvastheid waardoor het zicht in de werkruimte in de loop van de tijd slechter wordt. Glas verdient daarom de voorkeur. Een aantal heldere kunststoffen is bovendien niet bestand tegen ultravioletlicht (denk ook aan lampen die voor desinfectie van het laboratorium kunnen zijn aangebracht). Sommige kunststoffen kleuren geel, anderen zoals de acrylaten (b.v. "Perspex") worden na enige tijd bros en er ontstaan oppervlakkige barstjes die het zicht bemoeilijken.
Uitsteeksels aan de onderzijde van het raam (b.v. handgrepen) veroorzaken luchtwervelingen die de beschermende werking van het veiligheidskabinet kunnen verminderen.
De werkopening is zo gering (meestal $\pm 0.2\text{m}$), dat schoonmaken van de werkruimte en het naar binnen brengen van grote apparatuur, niet mogelijk is zonder dat het raam omhooggeschoven of opgeklapt wordt.
- A 5 **Constructie inwendig**
In die delen van het veiligheidskabinet waar drukopbouw van ongefilterde, en dus mogelijk besmette, lucht plaatsvindt moet extra zorg worden besteed aan afdichtingsnaden en doorvoeren. Alle hoeken in de werkruimte van het kabinet moeten afgerond zijn.
- T 5 Scherpe hoeken zijn verzamelplaatsen van vuil. Ze zijn lastig schoon te maken en te ontsmetten.
- A 6 **Werkruimte**
De werkruimte van het kabinet moet zo ontworpen zijn dat de verstoring van de laminaire downflow minimaal is.
- T 6 Verlichtingsarmaturen en UV lampen zijn voorbeelden van versturende elementen.
Openingen die in de wand van de werkruimte van het veiligheidskabinet zijn aangebracht (b.v. openingen voor pipetkokers of doorgeefsluisjes) kunnen lastige wervelingen veroorzaken.
- A 7 **Doorvoeren**
Afhankelijk van de constructie van het veiligheidskabinet kunnen doorvoeren voor gassen en vloeistoffen in de zij- en achterwand van de werkruimte zijn aangebracht.
- T 7 Het gebruik van deze doorvoeren vermindert het aantal mogelijke verstoringen van de luchtstroom door de werkopening.
Doorvoeren maken het mogelijk de werkopening met een "nachtpaneel" af te sluiten zonder dat apparatuur uit de werkruimte van het kabinet genomen behoeft te worden.
- A 8 **Werklengte en werkdiepte**
De werklengte van een kabinet moet tussen de 1.0m en 1.9m liggen.
De afstand van raam tot de achterste rand van het werkblad mag maximaal 0.6m bedragen. De hoogte van de werkopening mag maximaal 0.3m bedragen.
- T 8 Bij een lengte van minder dan 1.0m verstoort de werker vóór het kabinet de aanstromende lucht zodanig dat sterke luchtwervelingen kunnen optreden. De beschermende werking van het kabinet wordt dan te klein. Bij een langer kabinet zullen factoren als tocht en het lopen langs het kabinet de luchtstromen eerder verstoren.
Een kabinet met een lengte tussen de 1.2m en 1.5m heeft de minste last van mogelijke verstoringen.
Hoe hoger de werkopening, des te meer kans is er dat bewegingen binnen of buiten het kabinet het beschermend luchtgordijn verstoren.
De hoogte van de werkopening is een compromis tussen bescherming en toegankelijkheid. In de meeste gevallen is voor $\pm 0.2\text{m}$ gekozen.

- A 9 Werkblad**
Het werkblad dient stevig uitgevoerd te zijn, mag geen scherpe uitsteeksels of randen hebben en moet gemakkelijk uit te nemen of te kantelen zijn.
Geperforeerde werkbladen dienen vermeden te worden.
- T 9** Aan de onderzijde van het werkblad, vooral in de buurt van de voorste aanzuigspeten, zetten zich stof en micro-organismen af. Dit materiaal wordt door ontsmettingsmiddelen, die bij het schoonmaken van de voorste aanzuigspleet onder het werkblad "kruipen", vastgeplakt. Schoonhouden van de onderzijde van het werkblad is alleen mogelijk als de onderzijde van het werkblad eenvoudig bereikbaar is.
Bij gebruik van een geperforeerd werkblad worden deeltjes die in de werkruimte vrijkomen direct naar het filter afgevoerd. Hoewel dit een goede manier van luchtafvoer is, verdienen gesloten werkbladen de voorkeur boven geperforeerde. De perforatie vormt namelijk een deel van het luchtbalanssysteem van het kabinet en gedeeltelijke afsluiting van de perforatie, door belading van het werkblad, brengt de luchtstromen uit balans.
- A 10 Lekbak**
Onder de aanzuigspeten aan de voor- en achterzijde van het werkblad moeten één of meer lekbakken aanwezig zijn. Ook als het werkblad verdiept is uitgevoerd moeten onder de luchtaanzuigspeten lekbakken zijn aangebracht.
Een lekbak moet de hoeveelheid vloeistof kunnen bevatten die bij een ongeval in het veiligheidskabinet kan vrijkomen. Daarbij moet nog een aantal liters ontsmettingsvloeistof kunnen worden toegevoegd.
- T 10** Een verdiept werkblad mag ook als een deel van de lekbak beschouwd worden.
Lekbakken onder de aanzuigspeten aan de voor- en achterzijde van het werkblad zijn noodzakelijk om vloeistof op te vangen die bij het schoonmaken van de speten en eventueel bij morsen van vloeistoffen naar beneden kan lopen.
- A 11 Armsteun**
Aan de voorzijde van het veiligheidskabinet moet een armsteun zijn aangebracht. De bovenzijde van de armsteun moet een paar centimeter boven het niveau van de voorste aanzuigspleet uitsteken.
Bij sommige veiligheidskabinetten wordt de armsteun gevormd door een luchtgeleider aan de onderste rand van de werkopening.
- T 11** De armsteun moet voorkomen dat de armen regelmatig in aanraking komen met de voorste aanzuigspleet of deze gedeeltelijk afsluiten. Deeltjes die rond de aanzuigspeten worden afgezet kunnen met de mouwen worden opgeveegd en later losraken binnen of buiten het kabinet.
- A 12 Afsluitpaneel voor werkopening**
Het veiligheidskabinet moet voorzien zijn van een schuifraam of paneel ("nachtpaneel") dat de werkopening kan afsluiten.
- T 12** Het schuifraam of paneel voorkomt verontreiniging van de werkruimte van het kabinet met deeltjes uit de lucht van het laboratorium.
Bij **uitgeschakelde** veiligheidskabinetten die zijn aangesloten op een afzuigventilatiekanaal dat op onderdruk staat, kan nl het downflow filter aan de "schone zijde" vervuilen doordat lucht met stofdeeltjes uit het laboratorium aangezogen wordt via de werkopening. Deze aangezogen lucht stroomt niet automatisch via de voorste aanzuigspleet van het werkblad naar het inwendige van het kabinet. De lucht kan ook rechtstreeks door het downflow filter naar het afzuigkanaal stromen. Op de in principe "schone zijde" van het downflow filter afgezette deeltjes kunnen losraken als het kabinet weer in gebruik genomen wordt. Het afsluiten van de werkopening voorkomt deze vervuiling.

- A 13 **Electrische installatie**
De elektrische installatie van moet voldoen aan de veiligheidsvoorschriften voor laagspanningsinstallaties NEN 1010.
Wandcontactdozen die in werkruimte van het veiligheidskabinet zijn aangebracht moeten spatwaterdicht zijn uitgevoerd.
De metalen delen van het veiligheidskabinet moeten geaard zijn.
Aanbevolen wordt het veiligheidskabinet op een noodstroomvoorziening aan te sluiten.
- T 13 NEN 1010 bevat de normen voor elektrische laagspanningsinstallaties.
De noodstroomvoorziening wordt aanbevolen omdat bij uitval van de ventilatie van het kabinet de eventueel besmette lucht uit de werkruimte van het kabinet in het laboratorium kan komen.
- T 14 **Verlichting**
De lichtintensiteit op het werkblad moet minimaal 1000 lux zijn.
- T 14 De verlichtingsarmaturen moeten bij voorkeur aan de buitenzijde van een veiligheidskabinet zijn aangebracht om verstoring van de downflow te voorkomen en het vervangen van lampen mogelijk te maken zonder het kabinet te steriliseren.
De verlichting moet zodanig zijn aangebracht dat reflecties zo veel mogelijk worden voorkomen en dat zo min mogelijk warmte in het kabinet wordt produceerd. De voorkeur gaat uit naar "TL" buisverlichting.
- A 15 **Aardgasaansluiting**
De aardgasaansluitingen moeten voldoen aan NEN 1078
De gastoevoer naar gasbranders in een veiligheidskabinet moet geschakeld worden via een magneetventiel dat alleen geopend kan worden bij ingeschakeld kabinet in de werkstand.
Vermijdt het gebruik van bunsenbranders in een veiligheidskabinet!
Indien het gebruik van bunsenbranders onvermijdelijk is dient een brander met elektrische ontsteking te worden gebruikt.
- T 15 Het verdient aanbeveling de gasstroom te ontsteken met behulp van een piezo-element i.p.v. een waakvlam, omdat een waakvlam door de downflow uitgeblazen kan worden.
Een bunsenbrander (ook een minibrander) heeft een zo grote verstoring van de laminaire downflow tot gevolg dat het gebruik ervan sterk ontraden moet worden.
Voor een groot aantal werkzaamheden zijn er goede alternatieven zoals: afnemen van flesdoppen met alcohol en het gebruik van wegwerp pipetten, entstaafjes, afzuigrietjes e.d..
- A 16 **Ultra-violette lampen**
Lagedruk kwiklampen moeten een sterke spectraal lijn hebben bij 254nm.
Deze UVC-straling is optimaal voor het doden van micro-organismen.
Eventueel in het kabinet aangebrachte armaturen mogen de downflow niet verstoren.
Het gebruik van UVC lampen wordt ontraden!
- T 16 Laboratoriummedewerkers kunnen, als de werkopening van het kabinet niet met een geschikt materiaal is afgesloten, in het laboratorium aan UVC worden blootgesteld.
- A 17 **Geluidsniveau**
Het geluidsniveau mag niet hoger zijn dan 60dB(A).
De meting van het geluidsniveau moet uitgevoerd worden voor het midden van de werkopening op 0.3m afstand van het kabinet.

- T 17 Bij langdurig gebruik van het kabinet is een geluidsniveau van 60dB(A) al vaak hinderlijk. Het aanbevolen geluidsniveau in het laboratorium is 55dB(A). Het verdient aanbeveling een kabinet met een zo laag mogelijk geluidsniveau aan te schaffen.
- A 18 **Vibratie**
Een veiligheidskabinet mag niet teveel trillen.
De RMS amplitude van de trillingen mag in het frequentiegebied van 20 tot 20.000 Hertz niet meer dan 0.005mm bedragen.
- T 18 Vibraties kunnen in een veiligheidskabinet opgewekt worden door b.v. onbalans van een ventilator. Sterke trillingen van het werkblad kunnen zowel op experimenten (zoals celkweek op een voedingsbodem) als op de werkers een negatieve uitwerking hebben.
- A 19 **Temperatuurverhoging**
Van een kabinet dat 4 uren ononderbroken in werking is mag de temperatuur in de werkruimte van het kabinet niet meer dan 8 graden hoger zijn dan de temperatuur in het laboratorium.
- T 19 In de werkopening van het kabinet wordt de lucht uit het laboratorium en een deel van de lucht van de downflow aangezogen in de voorste aanzuigpleet van het werkblad. Hoe groter het temperatuurverschil tussen deze stromen des te groter is de kans dat wervelingen ontstaan die de beschermingsfactoren van het kabinet negatief beïnvloeden.
Gebruik van een bunsenbrander kan in korte tijd te hoge temperaturen veroorzaken.
- A 20 **Luchttechnisch ontwerp**
De balans tussen de luchtstromen in de werkopening en in de werkruimte van het kabinet is bepalend voor de werkerbescherming en productbescherming. De instelling van deze luchtstromen is kritisch. Bij het ontwerp moet rekening gehouden worden met vele versturende factoren zoals vervuiling van filters, temperatuurveranderingen e.d..
Een luchtgeleidingsrand (airfoil) aan de onderzijde van de werkopening kan bijdragen aan een goed stromingspatroon in de werkopening.
- T 20 Bij een slecht ontwerp kan b.v. ongelijkmatige vervuiling van HEPAfilters tot onbalans van luchtstromen leiden.
N.B. De gebruiker van het kabinet kan op vele manieren de luchtstroming beïnvloeden. Het gedeeltelijk afsluiten van de voorste aanzuigpleet kan de beschermende werking van het kabinet geheel teniet doen. In extreme gevallen, zoals afdekken van de aanzuigpleet met papieren, worden zowel grote als kleine deeltjes in het laboratorium geblazen. Dit benadrukt de noodzaak van een goede gebruiksaanwijzing voor het veiligheidskabinet en instructie aan de degenen die de experimenten uitvoeren.
- A 21 **High efficiency particulate air-filter (HEPA-filter)**
Aanbevolen worden HEPAfilters die minimaal 99,97% van deeltjes met een grootte van 0.3µm afvangen.
Downflow filters moeten bij voorkeur uit één geheel bestaan. Koppelingen van kleinere filters veroorzaken wervelingen in de werkruimte van het kabinet. Om wervelingen te voorkomen aan de bovenzijde van de wanden van de werkruimte mag het frame van het downflow filter niet doorlopen tot in de werkruimte van het kabinet (zie voor verdere details bijlage 1).
- T 21 Voor rendementstesten van HEPAfilters zijn verschillende methoden in gebruik. De meest gebruikte test maakt gebruik van een aërosol van DOP (Di Octyl Phtalaat) waarvan de druppelgrootte 0.3 µm bedraagt.
De bescherming van werker, product en omgeving is afhankelijk van de goede werking van de HEPAfilters en de wijze waarop ze in het kabinet zijn bevestigd.

- A 22 **Voorfilter**
Het verdient aanbeveling in de luchtweg naar de HEPAfilters voorfilters (grofstoffilters) aan te brengen.
- T 22 Een voorfilter kan voorkomen dat de kostbare HEPAfilters snel vervuilen. Vooral als de lucht die vanuit het laboratorium wordt aangezogen veel stof bevat of als bij de werkzaamheden veel stof vrijkomt, is een voorfilter nuttig. Een voorbeeld van een grote stofbelasting voor het HEPAfilter is een experiment met proefdieren in een veiligheidskabinet.
Om obstructie en/of doorslag van het voorfilter te voorkomen, moeten deze voorfilters regelmatig vervangen worden. Om bij het manipuleren met de filters het losraken van stofdeeltjes te verminderen kan men de filters met fotolijm of haarlak bespuiten.
- A 23 **Ventilator**
De ventilatoren moeten geen onstekingsbron voor brandbare gassen vormen. Ook moeten zij bij veranderende luchtweerstand in het kabinet een ongeveer gelijke hoeveelheid lucht blijven verplaatsen. De ventilator moet zo dicht mogelijk bij de afvoeropening van het kabinet geplaatst zijn (bij voorkeur aan de "schone zijde" van het HEPAfilter).
Bij gebruik van meerdere ventilatoren moeten deze elektrisch zo geschakeld zijn dat bij uitval van één van de ventilatoren de andere(n) eveneens uitgeschakeld worden.
Het aantal ventilatoren dient i.v.m. afregelen en bedrijfszekerheid zo klein mogelijk te worden gehouden.
- T 23 Door de ventilator zo dicht mogelijk bij de afvoeropening van het kabinet te plaatsen blijft een groot deel van het veiligheidskabinet op onderdruk t.o.v. het laboratorium. De kans op lek van **besmette** lucht naar het laboratorium vermindert hierdoor.
Bij ventilatoren met een stijle karakteristiek is de hoeveelheid lucht die per tijdseenheid verplaatst kan worden sterk afhankelijk van tegendruk. Vervuiling van filters en wisselende weerstanden in luchtafvoerkanaal kunnen bij gebruik van ventilatoren met een stijle karakteristiek onbalans van de luchtstromen veroorzaken. Ventilatoren met een vlakke karakteristiek zijn veel minder gevoelig voor tegendruk.
- A 24 **Terugslagklep**
Een veiligheidskabinet dat is aangesloten op een ventilatiekanaal, moet van een terugslagklep voorzien zijn die bevestigd is in een doorzichtige behuizing.
- T 24 Bij uitgeschakeld veiligheidskabinet en niet werkend ventilatiesysteem kan lucht terugstromen in het laboratorium waarbij eerder op de filters afgevangen deeltjes in het laboratorium kunnen komen.
- A 25 **Luchtsnelheidsignalering**
Op het kabinet moeten één of meerdere luchtstroomindicatoren aanwezig zijn die aangeven of de luchtstromen in het kabinet juist zijn ingesteld. Vanuit de werkpositie moet de luchtsnelheidsignalering zichtbaar zijn.
Te hoge- en te lage luchtsnelheden moeten d.m.v. een geluidssignaal kenbaar gemaakt worden.
- T 25 Het bepalen van luchtsnelheden met behulp van drukvalmetingen over de HEPAfilters geeft geen betrouwbare indruk van de luchtsnelheden in het veiligheidskabinet.
Luchtsnelheidsmeters werkend volgens het hittedraad principe kunnen, als ze onvoldoende voor temperatuursveranderingen gecompenseerd zijn, valse alarmen geven bij gebruik van bunsenbranders of andere warmte producerende apparaten.

- A 26 **Downflow**
De gemiddelde snelheid van de omlaaggerichte luchtstroom (downflow) in de werkruimte van het kabinet moet liggen tussen de 0.25m/sec en 0.50m/sec.
De turbulenties in de downflow moeten zo klein mogelijk zijn (laminaire stroming).
- T 26 Met laminaire luchtstroom wordt hier bedoeld een luchtstroom die overal gelijk van richting en snelheid is.
Een lage downflow wordt snel verstoord door bewegingen in het kabinet. Gebruikelijk is daarom de downflow in te stellen op ± 0.35 m/sec. Bij luchtsnelheden groter dan 0.5 m/sec. ontstaan sterke wervelingen rondom de armen en de voorwerpen in de werkruimte van het veiligheidskabinet. Op de afzonderlijke meetpunten mag de luchtsnelheid daarom niet meer dan 20% afwijken van de gemiddelde luchtsnelheid.
- A 27 **Intredesnelheid**
De gemiddelde snelheid van de naar binnengerichte luchtstroom aan de voorzijde van het veiligheidskabinet mag niet minder dan 0.35m/sec. en niet meer dan 0.7m/sec. bedragen.
- T 27 Het debiet van de luchtstroom door de werkopening kan door het complexe patroon van het toestromen van de lucht moeilijk direct gemeten worden.
De gemiddelde luchtsnelheid door de werkopening wordt daarom in het algemeen berekend uit het uitstroomdebiet van de luchtuitblaasopening van het kabinet.
Een intredesnelheid van meer dan 0.7m/sec. geeft wervelingen in de werkopening die de bescherming, die het kabinet behoort te geven, nadelig beïnvloeden.
Een intredesnelheid die sterk afwijkt van de luchtsnelheid van de downflow, veroorzaakt wervelingen op de plaats waar de downflow en de aan de voorzijde aangezogen lucht elkaar ontmoeten.
- A 28 **Testpoort**
Een testpoort is een afsluitbare opening in het casco van het veiligheidskabinet van waaruit men de "schone zijde" van de HEPAfilters met een testprobe kan afzoeken naar lekken.
Aan de "vuile zijde" van een HEPAfilter moet de mogelijkheid aanwezig zijn om een testaërosol te genereren en luchtmonsters te nemen.
- T 28 Vanuit de testpoort aan de "schone zijde" van het HEPAfilter moet het mogelijk zijn het gehele oppervlak van het filter te scannen om alle lekken te kunnen opsporen.
Lekken in HEPAfilters kunnen onopgemerkt blijven als men met de monsterbuis niet in alle hoeken kan komen.
De plaats waar een testaërosol wordt vrijgemaakt moet zo gekozen zijn, dat een goede menging van de aërosol met de luchtstroom naar het filter verzekerd is.
- A 29 **Nachtstand**
De ventilatie van het veiligheidskabinet kan van een nachtstand zijn voorzien. De ventilatie wordt daarmee terug gebracht tot 50% of minder van de werkinstelling van de ventilator.
Om verontreiniging van het werkblad met deeltjes uit de lucht van het laboratorium te voorkomen, is het aan te bevelen de hoogte van de werkopening tot minimaal de helft te verlagen.
- T 29 De bedoeling van de nachtstand is dat als het veiligheidskabinet niet in gebruik is toch de werkruimte van het kabinet doorspoeld wordt met steriele lucht.
Het stromingspatroon van de lucht in de werkopening van het kabinet verandert bij het verlagen van de luchtstroomsnelheid. Bij een verkeerd gekozen nachtstand kunnen alsnog deeltjes uit de lucht van het laboratorium op het werkblad neerslaan.
Indien een veiligheidskabinet, buiten het normale gebruik, altijd op de nachtstand wordt geschakeld moet rekening gehouden worden met een sterk verkorte levensduur van de filters. Een nachtpaneel heeft daarom de voorkeur.

- A 30 **Gebruiksaanwijzing**
Bij een veiligheidskabinet behoort een duidelijke gebruiksaanwijzing in de Nederlandse taal te worden geleverd. De gebruiksaanwijzing moet bewaard worden in een houder die aan het kabinet is bevestigd.
- T 30 Gebruiksaanwijzingen, die geen vaste plaats hebben, plegen in bureauladen te verdwijnen en komen daardoor niet meer onder de aandacht van de experimentator.
- A 31 **Onderhoudskontraakt**
Er behoort een onderhoudskontraakt voor het veiligheidskabinet te worden afgesloten.
- T 31 Een veiligheidskabinet is een veiligheidsvoorziening waarvan de goede werking regelmatig gecontroleerd moet worden. Een onderhoudskontraakt afgesloten met een betrouwbare firma garandeert dat de noodzakelijke controle en onderhoudswerkzaamheden niet vergeten worden of naar een latere datum worden verschoven.
In het algemeen hebben technische diensten van instellingen of bedrijven waar veiligheidskabinetten aanwezig zijn niet de kennis en de speciale apparatuur in huis om deze veiligheidsvoorzieningen op de juiste wijze te kunnen controleren en af te stellen.
Werken met een niet goed onderhouden veiligheidskabinet kan meer gevaar opleveren dan het werken op een open tafel in het laboratorium!
- A 32 **Testen**
Een veiligheidskabinet moet een typekeuring ondergaan waarin de volgende testen opgenomen zijn:
- 1) Gaslekttest van het casco van het kabinet
 - 2) Deeltjeslekttest van het casco van het kabinet
 - 3) Deeltjeslekttest van HEPAfilter(s)
 - 4) Luchtsnelheidsmetingen
 - 5) Bepaling van luchtstroomrichtingen (rookproeven)
 - 6) Werkerbeschermingstest
 - 7) Experimentbeschermingstest
 - 8) Kruisbesmettingstest
 - 9) Geluidsniveau meting
 - 10) Electriciteitstest
 - 11) Stabiliteitstest voor het gehele veiligheidskabinet
 - 12) Vibratiemeting op het werkblad van het kabinet
 - 13) Volume bepaling van lekbak onder werkblad
 - 14) Lichtintensiteitsmeting op werkblad
 - 15) Temperatuur meting in het kabinet bij langdurig gebruik
- Na de installatie van een veiligheidskabinet, bij de periodieke controle of nadat het kabinet verplaatst is moeten een aantal van de bovenstaande testen opnieuw worden uitgevoerd.
- T 32 In **hoofdstuk 6** zijn deze testen beschreven en ook is aangegeven wanneer de testen uitgevoerd dienen te worden.

5 De plaats van een veiligheidskabinet in een laboratorium

De goede werking van een veiligheidskabinet kan zeer nadelig worden beïnvloed door verstoring van de luchtstromen in de werkopening van het kabinet. De plaats van het kabinet moet zo gekozen worden dat deze verstoringen zo weinig mogelijk zullen optreden.

In een vrij groot gebied rond de werkopening van het veiligheidskabinet mogen geen luchtstromingen aanwezig zijn waarvan de snelheid veel groter is dan luchtsnelheid in de werkopening van het kabinet. Ook luchtstromen met snelheden die in dezelfde orde van grote liggen als de luchtsnelheid in de werkopening kunnen de bescherming die het kabinet biedt negatief beïnvloeden (lit.21).

Opstelling van een veiligheidskabinet in een laboratorium dat tijdens de werkzaamheden niet door anderen gebruikt wordt, verdient in het algemeen de voorkeur boven een plaats in een groot, door meerdere personen gebruikt, laboratorium.

Gegevens over mogelijke verstoringen evenals aanbevelingen om te komen tot een optimale opstelling van een veiligheidskabinet in een laboratorium, zijn in de literatuur slechts summier aanwezig. Globale aanwijzingen zijn te vinden in de publicaties van de Arbeidsinspectie CP 1, P 130 en CP 16-1 (lit.2, 3 en 4). Omdat de problematiek van de plaats van het veiligheidskabinet in het laboratorium in grote trekken overeenkomt met die van het plaatsen van zuurkasten, is gekeken naar publicaties over dat onderwerp. Recent is over dit onderwerp door de IAVM in rapport 17; "De zuurkast nader beschouwd" gerapporteerd (lit.13). Duidelijke aanbevelingen staan ook in een concept standaard van de British Standard Institution (lit.6).

Uitgangspunt is dat in de buurt van het veiligheidskabinet een gebied wordt gecreëerd waar zo weinig mogelijk verstorende factoren de vrije instroom van lucht beïnvloeden.

Uit de vele mogelijke invloeden is hier een keuze gemaakt. De volgende zes verstorende factoren worden hier besproken:

- Wanden, ramen en deuren van de ruimte waarin het kabinet staat.
- Vaste objecten zoals zuilen, kasten, apparaten en tafels.
- Bewegende objecten, meestal mensen.
- Ventilatie van het laboratorium.
- Lokale afzuigsystemen.
- Temperatuurverschillen in laboratorium.

5.1 Invloed van wanden, ramen en deuren

De invloed van wanden, ramen en deuren op het luchtstromingspatroon in het laboratorium kan vrij goed worden bekeken. Er kunnen dan ook concrete aanbevelingen gegeven worden voor een plaats van het veiligheidskabinet waarbij deze invloeden minimaal zijn.

5.1.1 Wanden

De achterzijde van het veiligheidskabinet kan nagenoeg tegen de wand van het laboratorium geplaatst worden. Wel moet er ruimte zijn voor onderhoud en afregeling.

Aan de voorzijde moet de wand zich minimaal op 1.5m afstand bevinden.

Deze ruimte mag niet als looppad worden gebruikt.

De zijkanten van het kabinet moeten minimaal 0.3m van een wand verwijderd zijn.

5.1.2 Ramen

Het verdient aanbeveling om in een laboratorium waarin een veiligheidskabinet is opgesteld geen te openen ramen toe te staan.

Ramen met enkel glas kunnen in de winter een sterk naar beneden gerichte luchtstroming veroorzaken (koude val). Alleen goed gesloten en geïsoleerde (dubbel glas) ramen zijn te beschouwen als wanden en dan gelden dezelfde aanbevelingen. In geval van ramen met enkel glas kan beter worden afgezien van het plaatsen van het kabinet in de directe omgeving van ramen.

5.1.3 Deuren

Geopende deuren veroorzaken wervelende luchtstromen.

In het laboratorium waarin het kabinet is geplaatst, moeten toegangsdeuren zo veel mogelijk gesloten worden gehouden. Het openen en sluiten van deuren veroorzaakt een verstoring van de luchtstroom in het laboratorium. Dit effect wordt nog versterkt door de drukverschillen die meestal tussen het laboratorium en de aangrenzende ruimte heersen.

N.B. Een laboratorium waarin werk met verhoogd risico wordt uitgevoerd, staat in het algemeen op onderdruk t.o.v. van de omliggende ruimten.

Deuren die tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden als doorgang moeten worden gebruikt moeten in elk geval meer dan 1.5m verwijderd zijn van de werkopening van het veiligheidskabinet.

5.2 Invloed van vaste objecten

Vaste objecten verstoren het luchtstromingspatroon in het laboratorium. De mate waarin dat gebeurt hangt af van de lichtsnelheid in het laboratorium en ook van de omvang en hoogte van het object.

Het is aan te bevelen om de voorkant van het kabinet tot een afstand van minimaal 1.5m en de zijkanten tot 0.3m vrij te houden van objecten die hoger zijn dan ± 1 m.

Als er loopruimte tussen de voorzijde van het kabinet en een object noodzakelijk is, moet de afstand van de voorzijde van het kabinet tot dit looppad 2m bedragen.

Als meer veiligheidskabinetten in het laboratorium worden geplaatst verdient het aanbeveling ze naast elkaar (0.3m tussenruimte) op te stellen. Als de werkopeningen naar elkaar toestaan, dan moet de afstand tussen de kabinetten minimaal 3m bedragen.

5.3 Invloed van bewegende objecten

Bewegende objecten verstoren in hoge mate het luchtstromingspatroon. Het gaat hierbij meestal om personen. Denk ook aan de wervelingen die transportwagentjes kunnen veroorzaken. De lichtsnelheid veroorzaakt door een langlopende medewerker is al gauw een factor 3 groter dan de intredesnelheid van de lucht in de werkopening van het kabinet.

De opstelling van het veiligheidskabinet moet zo worden gekozen dat zo weinig mogelijk loopverkeer langs de voorzijde van het kabinet nodig is. Indien loopverkeer onvermijdelijk is moet minstens 2m voor de werkopening vrijgehouden worden. Afhankelijk van de inrichting van het laboratorium kan het aanbeveling verdienen een dergelijke zone te markeren.

Bij de inrichting van het laboratorium dient men ook rekening te houden met vluchtroutes. Aanbevolen wordt de plaats van het kabinet zo te kiezen dat degene die ermee werkt een vrij looppad heeft in de richting van de vluchtweg en dat zo weinig mogelijk personen langs het kabinet behoeven te lopen om de vluchtdeur te bereiken. Dit voor het geval dat het veiligheidskabinet bij een calamiteit betrokken is.

5.4 Ventilatie van het laboratorium

Voor laboratoria gelden normen ten aanzien van het aantal malen per uur dat de lucht in een ruimte geheel vervangen wordt (ventilatievoud). De Arbeidsinspectie (lit.2) geeft geen bijzondere aanwijzingen voor de ventilatie van microbiologische laboratoria maar adviseert voor niet instrumentele laboratoria een ventilatievoud van 4 tot 6 per uur (lit.4). Voor een laboratorium van 8 x 5 meter en een hoogte van 3m betekent een ventilatievoud van 6 maal, dat 720m³/uur lucht uit het laboratorium moet worden afgevoerd. Omdat een veiligheidskabinet Klasse II een gedeelte van de lucht die het voor zijn goede werking nodig heeft aanzuigt uit het laboratorium, kan de ventilatie van het laboratorium beïnvloed worden door het kabinet.

Als de aangezogen- en gefilterde lucht weer geheel in het laboratorium wordt teruggevoerd beïnvloedt het veiligheidskabinet het ventilatievoud van het laboratorium niet.

Als de door het kabinet aangezogen lucht buiten het laboratorium wordt afgevoerd, moet wel rekening gehouden worden met de ventilatie van het veiligheidskabinet bij de bepaling van het ventilatievoud van het laboratorium.

Een voor een deel inwendig recirculerend veiligheidskabinet van 1.2m lang voert per uur ongeveer 400m³/uur lucht uit het laboratorium af. Voor een Total Exhaust veiligheidskabinet is dit ongeveer 1400m³/uur.

Afhankelijk van de grootte van het laboratorium en het type veiligheidskabinet dat in gebruik is moet onderzocht worden of ook nog op een andere wijze lucht uit het laboratorium moet worden afgezogen. De plaats van de afzuigopeningen in het laboratorium en de manier waarop de lucht wordt toegevoerd bepalen voor een groot deel het stromingspatroon van de lucht in het laboratorium.

Het is noodzakelijk dat wordt gezorgd voor een zo gelijkmatig mogelijke luchtstroom in het laboratorium waarbij de luchtsnelheden overal laag blijven.

De afstand tussen veiligheidskabinet en de luchttoevoeropeningen van het laboratorium dienen daarom zo ver mogelijk uit elkaar te liggen. Aanbevolen wordt de lucht via een geperforeerd plafond in het laboratorium te brengen omdat dan de luchtsnelheden zo laag mogelijk gehouden worden.

Verwarmingsradiatoren kunnen sterke opwaartse luchtstromingen veroorzaken. Andere apparaten die veel warmte produceren (gaschromatografen, stoven e.d.) beïnvloeden ook het toestromen van lucht naar de werkopening van het veiligheidskabinet.

Een veiligheidskabinet waarvan de uitgeblazen lucht naar buiten moet worden afgevoerd, moet vanzelfsprekend van een luchtafvoerkanaal worden voorzien (bijlage 6).

Rechtstreeks door de buitenmuur uitblazen heeft een aantal nadelen. Afhankelijk van de plaats waar het veiligheidskabinet lucht afvoert door de gevel bestaat de mogelijkheid dat de uitgeblazen lucht (eventueel besmet door een lek HEPAfilter) via ramen of andere openingen in de gevel het gebouw weer binnenkomt. Een tweede nadeel van direct uitblazen door de buitenmuur is het probleem van de wisselende winddruk op de gevel. Deze winddruk kan de goede werking van het veiligheidskabinet sterk beïnvloeden (lit.10). Beter is het kabinet aan te sluiten op een afzuigstelsel. Er is dan wel een open verbinding (bypass) tussen kabinet en afzuigstelsel nodig om onderlinge beïnvloeding te voorkomen (bijlage 6).

N.B. In laboratoria waarin met radionucliden gewerkt mag worden, staat de Arbeidsinspectie een dergelijke open verbinding niet zonder meer toe. Hier moet de open verbinding van een terugslagklep zijn voorzien (bijlage 6).

In het algemeen zal het laboratorium op onderdruk staan t.o.v. de belendende ruimten en de buitenlucht. Dat heeft vaak tot gevolg dat bij het uitschakelen van het veiligheidskabinet lucht via het veiligheidskabinet in het laboratorium stroomt. Deeltjes die zich in het veiligheidskabinet bevinden kunnen door deze luchtstroom in het laboratorium terecht komen. Een goed afsluitende terugslagklep is bij deze opstelling dan ook noodzakelijk.

5.5 Lokale afzuigsystemen

Daar waar de luchtafvoer van een veiligheidskabinet wordt gecombineerd met een ander lokaal afzuigstelsel, zoals een zuurkast of een ander veiligheidskabinet, moet men rekening houden met wederzijdse beïnvloeding.

Zonder tussenuimte naast elkaar opstellen van veiligheidskabinetten heeft als bezwaar dat de intrede luchtstroom van het ene kabinet beïnvloed wordt door werkzaamheden voor het andere kabinet. Direct naast elkaar opstellen is wel mogelijk als de werkzaamheden in de kabinetten niet gelijktijdig plaatsvinden. Verschillende afzuigsystemen in één laboratorium kunnen elkaar sterk beïnvloeden vooral als ze niet tegelijk in- en uitgeschakeld worden.

Aanbevolen wordt om alle afzuigsystemen in een laboratoriumruimte (veiligheidskabinet, zuurkast, afzuigpunt gaschromatograaf e.d.) op één afzuigkanaal aan te sluiten (bijlage 7). Denk bij de gekoppelde afzuigsystemen aan een bypass waardoor lucht uit het laboratorium afgezogen kan worden als het veiligheidskabinet is uitgeschakeld!

6 Testprocedures voor veiligheidskabinetten Klasse II

Veiligheidskabinetten zijn complex; kleine ontwerp- en inregelingsfouten kunnen een slechte bescherming van de experimentator, het experiment of het milieu tot gevolg hebben.

Fabrikanten en leveranciers van microbiologische veiligheidskabinetten refereren in hun produktinformatie over het algemeen een aantal buitenlandse normen waar hun produkt aan zou voldoen (lit.7,12,17 en 18). Onduidelijk blijft echter vaak of een bepaald type veiligheidskabinet aan een volledige serie testen is onderworpen. Het overleggen van een HEPAfilter-testcertificaat geeft b.v. geen enkele garantie dat het kabinet een goede werker- of produktbescherming geeft.

Een veiligheidskabinet moet een groot aantal testen met goed gevolg kunnen doorstaan. Een goed resultaat in een werkerbeschermingstest is wel erg belangrijk, maar wil niet zeggen dat het veiligheidskabinet geschikt is voor alle werkzaamheden die er in moeten worden uitgevoerd.

Een goed overzicht van de testen waaraan een veiligheidskabinet Klasse II moet voldoen is Standard 49 (lit.18) in 1983 uitgebracht door de Amerikaanse National Sanitation Foundation. De onderstaande testen zijn afkomstig uit deze standaard, zo nodig van commentaar voorzien en aangepast aan de Nederlandse situatie.

De volgende testen worden in dit rapport beschreven:

- 6.1 Gaslekttest van het casco van het kabinet
- 6.2 Deeltjes lekttest van het casco van het kabinet
- 6.3 Deeltjes lekttest van HEPAfilter(s)
- 6.4 Luchtsnelheidsmetingen
- 6.5 Bepaling van luchtstroomrichtingen (rookproeven)
- 6.6 Werkerbeschermingstest
- 6.7 Experimentbeschermingstest
- 6.8 Kruisbesmettingstest
- 6.9 Geluidsniveaumeting
- 6.10 Electricische veiligheidstest
- 6.11 Stabiliteitstest voor het gehele veiligheidskabinet
- 6.12 Vibratiemeting op het werkblad van het kabinet
- 6.13 Volume bepaling van lekbak onder werkblad
- 6.14 Lichtintensiteitsmeting op werkblad
- 6.15 Temperatuurmeting in het kabinet bij langdurig gebruik

De typekeuring van het veiligheidskabinet omvat de testen 6.1 t/m 6.15.

De testen 6.1 of 6.2 en de testen 6.3 t/m 6.10 moeten nadat het veiligheidskabinet is afgeleverd en aangesloten, worden uitgevoerd.

Jaarlijks moeten, behalve de normale onderhoudscontroles, de testen 6.2, 6.3, 6.4, 6.10, 6.14 en 6.15 worden uitgevoerd.

Bij verplaatsing van een kabinet moeten opnieuw de testen worden uitgevoerd die bij aflevering van een veiligheidskabinet plaats vinden.

Het testen van veiligheidskabinetten vereist specialistische kennis.

Aanbevolen wordt om een hiervoor een onderhoudskontraakt met een hierin gespecialiseerde firma af te sluiten.

Testen

Naast de beschrijving van de testen is ook beknopt getracht de achtergrond en het nut van een test aan te geven.

Om de testen goed te kunnen uitvoeren moet van de oorspronkelijke publicaties gebruik gemaakt worden.

Test 6.1 Gaslekttest van het casco van het veiligheidskabinet

6.1.1 Methode 1:

De gasdichtheid van het casco van het kabinet moet getest worden door alle openingen af te dichten en het kabinet onder een overdruk van 50mm waterkolom te brengen.

In 30 minuten mag de druk in het kabinet niet meer dan 10% teruggelopen zijn. Is dit wel het geval, dan moeten de naden, lassen en schroefkoppen met zeepsop ingesmeerd worden om het lek te vinden.

De zeepsop lekttest heeft als nadeel dat smalle kieren met vloeistof gevuld worden waardoor kleine lekkages niet zijn aan te tonen.

6.1.1 Methode 2:

Deze test is vooral bedoeld om die delen van het kabinet te testen die besmette lucht onder overdruk kunnen bevatten.

Het kabinet wordt na afplakken gedeeltelijk gevuld met een testgas (freon) en weer op een druk van 50mm waterkolom gebracht.

De naden, lassen, doorvoeren en schroefkoppen worden met een gevoelige detector (onderste detectiegrens 5×10^{-7} ml/sec) nagelopen.

Test 6.2 Deeltjeslekttest van het casco van het veiligheidskabinet

Ook deze test is bedoeld om die delen van het kabinet te testen die besmette lucht onder overdruk kunnen bevatten.

In de werkruimte van het kabinet worden kleine druppeltjes DOP (Di Octyl Phtalaat) gegenereerd (zie: Test 6.3). Alle naden, lassen, doorvoeren en schroefkoppen waarachter zich besmette lucht onder overdruk kan bevinden moeten met een deeltjesteller (onderste detectiegrens $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) worden nagelopen.

Test 6.3 Deeltjes lekttest van HEPAfilters

Microbiologische veiligheidskabinetten ontleen hun beschermende werking voor een groot deel aan een goede afvang van pathogene deeltjes. Het testen van de HEPAfilters is daarom essentieel.

Voordat een HEPAfilter de fabriek verlaat wordt een rendementstest uitgevoerd waarbij de efficiëntie van het afvangen wordt bepaald. Voor het genereren van de benodigde deeltjes, met een diameter van 0.3 micron, wordt natriumchloride of DOP gebruikt. Het testresultaat wordt door de fabrikant op ieder individueel filter aangegeven (b.v.: eff.>99,97%). In dit geval wil dat zeggen dat van de 10.000 aan het filter aangeboden deeltjes er minder dan 3 het filter passeren. Omdat de hoeveelheid deeltjes die door een filter afgevangen wordt voor een deel bepaald wordt door de luchtsnelheid door het filter, moet de luchtsnelheid bij het testen ongeveer gelijk zijn aan de snelheid waarmee de lucht in het veiligheidskabinet door het filter stroomt.

Een HEPAfilter is kwetsbaar. Bij montage en vervoer kunnen beschadigingen optreden. Bij aflevering of verplaatsing van het kabinet moet daarom opnieuw een lekttest met deeltjes uitgevoerd worden. Hierbij wordt tegelijkertijd de afdichting tussen het HEPAfilter en het filterframe van het kabinet getest.

Een vereenvoudigde test gaat uit van de "normale" stofbelasting van het laboratorium. Aan de "schone zijde" van het HEPAfilter kan met een particle counter de afvang van deeltjes gemeten worden.

De deeltjes in de lucht van het laboratorium kunnen onderling sterk in grootte verschillen en eerst moet vastgesteld worden of voldoende deeltjes van $0.3\mu\text{m}$ aanwezig zijn om een betrouwbare test uit te voeren. Om een filterlekttest goed uit te kunnen voeren is het noodzakelijk dat de deeltjes gelijkmatig verdeeld over het gehele filter worden aangeboden. Wordt niet aan deze voorwaarde voldaan, dan bestaat de kans dat zelfs grote lekken niet aangetoond worden omdat bij het lek te weinig deeltjes worden aangeboden. Via testpoorten aan de "schone zijde" van het HEPAfilter moet het gehele oppervlak van het filter met een testprobe onderzocht worden om zeker te zijn dat alle eventuele lekken aangetoond worden.

Test 6.4 Luchtstnsnelheidsmetingen

Luchtstnsnelheidsmetingen moeten uitgevoerd worden met geschikte en geijkte meetapparatuur. Vleugelrad anemometers zijn niet betrouwbaar als het gaat het meten van luchtstnsnelheden lager dan 1m/sec , anemometers volgens het hittedraad principe dienen voorzien te zijn van een goed ingestelde integrator.

6.4.1 Downflow

Meetpunten voor de downflow moeten liggen in het horizontale vlak ter hoogte van de onderste raamrand. Gemeten moet worden in het gehele vlak op 0.15m van de achterwand, de zijwanden en het raam op meetpunten die niet meer dan 0.15m van elkaar verwijderd zijn.

De luchtstnsnelheid moet liggen tussen de 0.25m/sec en 0.5m/sec en de meetwaarden mogen onderling niet meer dan 20% verschillen.

6.4.2 Intredesnelheid

De intredesnelheid (snelheid van de lucht in de werkopening) is moeilijk direct te meten. De stroomrichting van de aangezogen lucht in de werkopening is niet overal gelijk.

Luchtstnsnelheidsmeters die bij het testen van veiligheidskabinetten worden gebruikt zijn veelal richtinggevoelig en geven alleen de juiste luchtstnsnelheid aan als de stroomrichting loodrecht op de meetkop staat.

Er zijn echter wel een aantal methoden om de intredesnelheid bij benadering vast te stellen.

6.4.2.1 Methode 1:

Nadat een stuk luchtgeleidingskanaal is aangebracht wordt de luchtstnsnelheid direct boven de uitblaasopening van het kabinet op een aantal punten gemeten en aan de hand van het oppervlak van de uitblaasopening wordt het afgevoerde volume per seconde bepaald.

Het volume van de afgevoerde lucht is gelijk aan de hoeveelheid lucht die door de werkopening van het kabinet wordt aangezogen.

Uit de hoeveelheid afgevoerde lucht en het oppervlak van de werkopening kan de gemiddelde intredesnelheid berekend worden.

6.4.2.2 Methode 2:

Bij een meer directe meting van de intredesnelheid wordt gebruik gemaakt van een luchtgeleidingskoker die dezelfde maten heeft als de werkopening. Deze koker leidt de luchtstroom in één richting. In de opening van de koker kan dan met een anemometer worden gemeten.

6.4.2.3 Methode 3:

Eerst wordt de intredesnelheid bepaald met behulp van methode 1 of 2. Nadat de intredesnelheid op de gewenste waarde is ingesteld wordt de werkopening afgesloten met een luik waarin een opening is uitgespaard. In deze opening wordt de luchtsnelheid gemeten. De meetwaarde geeft niet de intredesnelheid weer maar is als controle op afwijkingen van de ingestelde snelheid goed bruikbaar. Als de in deze opening gemeten luchtsnelheid niet verandert in de loop van de tijd, dan kan men er van uitgaan dat de luchtsnelheid in de gehele werkopening ook gelijk is gebleven.

Deze methode kan gebruikt worden om te controleren of de intredesnelheid in de loop van de tijd is veranderd. Hierbij wordt dus niet de exacte luchtsnelheid in de werkopening bepaald.

Als het veiligheidskabinet is aangesloten op een luchtafvoerkanaal zijn de methoden 2 en 3 goed bruikbaar.

Test 6.5 Bepaling van luchtstroomrichtingen (rookproeven)

Met behulp van rook worden luchtstromingen in en rondom het veiligheidskabinet zichtbaar gemaakt. Op deze wijze zien we ongewenste luchtstromingen die met de andere testen onopgemerkt blijven (lit.15). Hierbij moet gebruik gemaakt worden van rookgeneratoren die continu een bepaalde hoeveelheid rook produceren. Deze apparaten moeten de rook met een zo lage snelheid uitblazen dat de luchtstromingen zo min mogelijk verstoord worden.

6.5.1.1 Men beweegt de uitstroomopening van de rookgenerator langzaam in het gehele vlak van de werkopening.

-Alle rook moet in de voorste afzuigspleet van het kabinet afgezogen worden. De rook mag niet over het werkblad stromen of in het laboratorium komen.

6.5.1.2 Men beweegt de uitstroomopening van de rookgenerator langzaam langs de binnenzijde van het raam op 0.025m afstand van het raam op 0.15m boven de onderste raamrand.

-Alle rook moet in de voorste afzuigspleet van het kabinet worden afgezogen. De rook mag niet omhoog wervelen of buiten de werkopening van het kabinet komen.

6.5.1.3 Men beweegt de uitstroomopening van de rookgenerator langzaam op 0.1m boven het gehele werkblad.

-Bij een geperforeerd werkblad (een gesloten werkblad verdient de voorkeur, zie aanbeveling A9, hoofdstuk 4), moet de rook direct in de omgeving van de uitstroomopening van de rookgenerator afgevoerd worden. Bij een gesloten werkblad moet de rook via de kortste weg naar de afzuigspleten worden afgevoerd.

6.5.2 Rookgeneratoren

Geschikt zijn b.v.:

6.5.2.1 Rookbuisjes, als ze rook produceren met behulp van een continue luchtstroom.

6.5.2.2 Sigaretten, als ze rook produceren met behulp van een continue luchtstroom.

6.5.2.3 Waterdampgenerator die rook produceert met behulp van water en vast koolzuur (droogijs).

6.5.2.4 Waterdampgenerator die rook produceert d.m.v. ultrasonore verneveling van water.

6.5.2.5 Rookgenerator op basis van propyleenglycol en triethyleenglycol.

Ongeschikt zijn b.v.:

6.5.2.6 Rook van titaniumchloride i.v.m. de corrosieve eigenschappen.

6.5.2.7 Rookpotten i.v.m. de grote warmteproductie, die de luchtstroming in het kabinet verstoort.

6.5.2.8 Rookbuisjes als ze alleen gebruikt worden om kortdurende rookpluimpjes te genereren

Grote hoeveelheden rook verkorten de levensduur van de HEPAfilters. Een uitzondering hierop vormen de rook van waterdampgeneratoren en waterdamp/koolzuur generatoren.

Test 6.6, 6.7 en 6.8 Beschermingstesten

Inleiding:

Met behulp van het vernevelen van grote hoeveelheden bacteriesporen boven het werkblad van een veiligheidskabinet en het nemen van luchtmonsters in het laboratorium, kan een goede indruk worden verkregen van de beschermende werking van het veiligheidskabinet.

Tijdens deze test wordt in het kabinet een kunstarm aangebracht om de verstoring door de arm van de experimentator na te bootsen.

Om reproduceerbare resultaten te verkrijgen met deze test zijn in de Engelse, Amerikaanse en Duitse normen (lit.7, 18 en 12) zowel de te gebruiken apparatuur, chemicaliën, bacteriesuspensies en de randvoorwaarden voor het testen in detail beschreven.

Aan de hand van de hoeveelheid vernevelde bacteriën en het aantal kolonievormende eenheden dat in de luchtmonsters buiten het kabinet wordt gevonden, wordt de beschermingsfaktor (ook wel protectiefactor genoemd) van het kabinet bepaald.

Voor de berekening van deze beschermingsfaktor wordt verwezen naar bijlage 8.

Een voordeel van de bacteriesporentest is dat getest wordt met micro-organismen en het zijn juist de micro-organismen waartegen het veiligheidskabinet ons dient te beschermen.

Een nadeel van de testmethode is dat alleen microbiologisch geschoolde medewerkers de test op een juiste wijze kunnen uitvoeren.

Een tweede nadeel is dat pas na 24 tot 48 uur de bacteriegroei beoordeeld kan worden.

Valt de beschermingsfaktor te laag uit, dan moeten in of buiten het veiligheidskabinet voorzieningen worden getroffen om een betere bescherming te verkrijgen. Het instellen van veiligheidskabinetten is specialistenwerk en een specialist op dit gebied zal meestal niet in het eigen laboratorium werkzaam zijn. Het zal daarom enige tijd kunnen duren voordat het kabinet opnieuw aangepast en ingeregeld is.

Een derde nadeel van de bacterieverneveling is dat, vooral bij het testen van de produktbescherming, grote hoeveelheden bacteriesporen in het laboratorium komen. Dit kan verstrend werken op andere microbiologische experimenten die in het laboratorium moeten worden uitgevoerd.

Om aan deze bezwaren tegemoet te komen is een testmethode ontwikkeld waarbij de verneveling van bacteriën vervangen is door verneveling van kaliumjodide (KI). De complete benodigde apparatuur bestaat uit een vernevelaar die via een snel draaiende schijf (spinning disk) kaliumjodide druppeltjes produceert, een tweetal aanzuigmonden met afvangfilters en een kunstarm (lit.8).

Het bedienen van apparatuur vereist geen microbiologische kennis maar wel een goed inzicht in de factoren die het testresultaat kunnen beïnvloeden.

Iedere testcyclus duurt 15 minuten en nadat de kaliumjodidekristalletjes met een kleurbad zichtbaar gemaakt zijn kan het aantal afgevangen deeltjes met behulp van een loep geteld worden

De beschermingsfaktor is direct bekend en eventuele aanpassingen of instellingen aan het veiligheidskabinet kunnen direct uitgevoerd worden.

Het vernevelen van kaliumjodide is een goede vervanging van de verneveling van bacteriën (lit.9). De verneveling van bacteriën wordt bijna alleen nog gebruikt voor typekeuringen van veiligheidskabinetten.

Test 6.6 Werkerbeschermingstest

Door Kennedy is de werkerbeschermingstest, zoals deze in de Engelse norm wordt beschreven, op een aantal punten kritisch bekeken. Zijn experimenten gingen uit van een Klasse II veiligheidskabinet dat met goed gevolg de werkerbeschermingstest, uitgevoerd volgens de standaard Engelse norm, had doorstaan. De werkerbescherming nam duidelijk af als op andere plaatsen in de werkruimte van het kabinet werd verneveld of buiten het kabinet op andere plaatsen monsters werden getrokken (lit.15). De hier beschreven werkerbeschermingstest volgt nog de Engelse norm is niet aangepast aan de uitkomsten van het onderzoek van Kennedy.

Met deze test wordt gecontroleerd of de luchtgordijnen in en buiten het veiligheidskabinet zoveel deeltjes tegenhouden dat de experimentator voldoende beschermd is tegen micro-organismen die in het veiligheidskabinet kunnen vrijkomen.

De bij de test gebruikte vernevelaar mondt uit in het kabinet 0.1m achter het raam ter hoogte van de onderste raamrand. De uitstroomrichting van de vernevelaar is gericht naar de raamzijde van het kabinet. De vernevelaar wordt zodanig ingesteld dat per minuut 10^8 bacteriesporen verneveld worden. De zuigmonden van de monsternameapparaten bevinden zich 0.15m buiten de raamrand van het kabinet op verschillende plaatsen vóór en boven de werkopening. Haaks op de werkopening wordt boven het werkblad een kunstarm met een diameter van 0.065m geplaatst. De afstand tussen de onderzijde van de kunstarm en het werkblad moet 0.075m bedragen. De kunstarm moet minimaal 0.2m buiten de werkopening uitsteken.

De beschermingsfaktor (zie bijlage 8), die berekend wordt uit de verhouding tussen het aantal vernevelde bacteriën (of KI kristallen) en het aantal bacteriën (of KI kristallen) dat in de monstername apparaten is afgevangen, moet in deze test minimaal 10^5 bedragen.

Grote lekken in het uitblaasHEPAfilter kunnen de testresultaten nadelig beïnvloeden. Voorafgaand aan de werkerbeschermingstest moet daarom eerst een HEPAfilterlekttest worden uitgevoerd.

Test 6.7 Produktbeschermingstest

Met deze test wordt gecontroleerd of de luchtgordijnen in en buiten het veiligheidskabinet voldoende deeltjes kunnen tegenhouden om het experiment in het kabinet voldoende te beschermen tegen de micro-organismen die in de lucht van het laboratorium aanwezig zijn.

6.7.1 Bacterieverneveling

De uitmonding van de vernevelaar bevindt zich buiten het kabinet 0.1m vóór het raam ter hoogte van de raamrand. De nevel wordt in de richting van de raamrand geblazen. Ook hier worden 10^8 bacteriesporen verneveld. De kunstarm wordt op dezelfde wijze geplaatst als bij de werkerbeschermingstest. Gelijkmatic over het werkblad verdeeld worden minimaal 12 agarplaten geplaatst.

Bij een goede produktbescherming mogen per testcyclus niet meer dan 5 kolonievormende eenheden op het totale aantal agarplaten aanwezig zijn.

6.7.2 Kaliumjodideverneveling

De "spinning disc" bevindt zich buiten het kabinet 0.1m vóór het raam ter hoogte van de raamrand. De nevel verspreidt zich in een horizontaal vlak ter hoogte van de raamrand. De kunstarm wordt op dezelfde wijze geplaatst als bij de werkerbeschermingstest. In de werkruimte van het kabinet wordt een aanzuigmond aan beide zijden van de kunstarm geplaatst op 0.1m afstand van de kunstarm en op de halve diepte van het kabinet.

Bij een goede produktbescherming mogen per testcyclus niet meer dan 40 kaliumjodidekristallen op de filters van de monsternamekoppen aanwezig zijn.

Bij de kaliumjodidetest wordt, in tegenstelling tot bij de bacterietest, maar op twee plaatsen boven het werkblad gemonsterd. Als produktbescherming van essentieel belang is verdient het daarom aanbeveling de test op meer plaatsen boven het werkblad uit te voeren.

Test 6.8 Kruisbesmettingstest

Met deze test wordt gecontroleerd of de luchtstromingen in de werkruimte van het veiligheidskabinet deeltjes op een goede wijze afvoeren, zonder dat deze deeltjes zich ver over het werkblad verspreiden en het experiment verstoren.

Vooraf langs de zijwanden van het kabinet kunnen ongewenste wervelingen ontstaan die deeltjes over het werkblad transporteren.

6.8.1 Bacterieverneveling

De uitmonding van de vernevelaar bevindt zich in de werkruimte van het kabinet, zo dicht mogelijk bij de zijwand 0.1m boven het werkblad. De nevel wordt nu parallel aan de werkopening over het werkblad geblazen. De kunstarm wordt op dezelfde wijze geplaatst als bij de werkerbeschermingstest. Op het werkblad worden minimaal 12 agarplaten geplaatst.

Na een testcyclus mogen agarplaten op 0.35m van de zijwand geplaatst in totaal niet meer dan 5 kolonievormende eenheden bevatten.

6.8.2 Kaliumjodideverneveling

De "spinning disc" bevindt zich in de werkruimte van het kabinet, zo dicht mogelijk bij de zijwand 100mm boven het werkblad. De nevel verspreidt zich parallel aan de werkopening over het werkblad. De kunstarm wordt op dezelfde wijze geplaatst als bij de werkerbeschermingstest. De aanzuigmonden worden op 0.35m afstand van de zijwand, direct boven het werkblad geplaatst.

Bij een goede kruisbesmettingstest mogen op de filters van de monsternametekoppen niet meer dan 40 kaliumjodidekristallen bevatten.

Bij de kaliumjodidetest wordt op minder punten bemonsterd dan bij de bacterietest. Het verdient daarom aanbeveling om op meer punten boven het werkvlak te bemonsteren.

Test 6.9 Geluidniveaumeting

Met deze test wordt gecontroleerd of het door het veiligheidskabinet geproduceerde geluidsniveau niet te hoog is.

Het geluidsniveau mag niet hoger zijn dan 60dB(A).

De meetkop van de geluidsterktemeter wordt opgesteld midden voor het veiligheidskabinet op 0.3m afstand van het raam en 0.4m hoger dan het werkblad.

Tijdens de meting mag het geluidsniveau in het laboratorium, veroorzaakt door andere apparaten of installaties, niet hoger zijn dan 55dB(A).

Test 6.10 Elektrische veiligheidstest

Met deze test wordt gecontroleerd of die metalen delen van het veiligheidskabinet waarmee de experimentator in contact kan komen, een voldoende lage weerstand t.o.v. de netaarde bezitten.

De gevonden meetwaarden moeten voldoen aan het gestelde in NEN 1010: Veiligheidsvoorschriften voor laagspanningsinstallaties.

Test 6.11 Stabiliteitstesten

Met deze testen kan gecontroleerd worden of het zwaartepunt van het veiligheidskabinet op een zodanige plaats ligt dat, als zowel een horizontale- als verticale kracht op het kabinet wordt uitgeoefend, het kabinet niet zal kantelen.

Test 6.11.1 Zo hoog mogelijk in het midden van de achterzijde van het kabinet wordt getracht met een drukkracht van 250 newton het kabinet naar voren te kantelen.

Test 6.11.2 Op de voorste rand van het werkblad of armsteun wordt met een drukkracht van 500 newton getracht het kabinet naar voren te laten kantelen.

Kantelt het veiligheidskabinet bij deze één van deze testen, dan moet het kabinet aan de wand of de muur vastgezet worden.

Een luchtafvoerkanaal van een veiligheidskabinet mag niet worden beschouwd als een vastzetinrichting.

Test 6.12 Vibratiemeting

Met deze test kan gecontroleerd worden of de ventilator (of ventilatoren) niet te veel trillingen in het werkblad veroorzaken.

De test is van belang als celkweek in het veiligheidskabinet wordt uitgevoerd o.a. omdat sterke trillingen celkweek op een voedingsbodem nadelig kunnen verstoren.

Een vibratiemeter wordt in het midden van het werkblad opgesteld.

Met uitgeschakeld veiligheidskabinet wordt de trilling gemeten die door installaties en apparatuur in het gebouw opgewekt wordt.

Nadat de luchtstromen in het veiligheidskabinet op de juiste wijze zijn ingesteld wordt vibratie van het kabinet zelf gemeten.

Het criterium voor deze test is dat in het totale frequentiegebied van 20 tot 20.000 hertz de wortel van het quadratisch gemiddelde RMS van de amplitude kleiner blijft dan 0.005mm.

Test 6.13 Volumebepaling lekbak

Met deze test wordt gecontroleerd of de lekbak(ken) onder het werkblad in het geval van ontsmetten of ongewild vrijkomen van vloeistof op het werkblad, genoeg vloeistof kunnen bevatten.

De inhoud van de lekbak(ken) moet afgestemd zijn op de maximale hoeveelheid vloeistof die bij de experimenten kan vrijkomen, plus een aantal liters ontsmettingsvloeistof.

Test 6.14 Lichtintensiteit

Met deze test wordt gecontroleerd of de hoeveelheid licht die op het werkblad valt voldoende is om veilig te kunnen werken.

Op het werkblad, op 0.3m achter de raamrand, wordt met tussenafstanden van 0.3m de lichtintensiteit gemeten.

De lichtintensiteit mag nergens minder zijn dan 1000 lux.

Test 6.15 Temperatuurverhoging

Met deze test wordt gecontroleerd of de temperatuur in de werkruimte van het veiligheidskabinet bij langdurig gebruik niet te hoog oploopt.

Te grote temperatuurverschillen tussen de lucht van de downflow en de instromende lucht kunnen leiden tot een vermindering van de beschermingsfaktor.

Wanneer na verloop van tijd de weerstand van de filters groter wordt, moet de ventilator (of ventilatoren) een groter drukverschil overwinnen. Dit leidt tot een grotere warmteproductie.

Het veiligheidskabinet moet op de juiste wijze zijn ingesteld en de verlichting moet zijn ingeschakeld.

De meting moet verricht worden nadat het kabinet minimaal 4 uur continu in werking is.

Gemeten op 0.3m boven het middelpunt van het werkblad mag de temperatuurstijging niet meer bedragen dan 8°C t.o.v de temperatuur van de door het kabinet aangezogen lucht uit het laboratorium.

7 Aanbevelingen voor het veilig gebruik van microbiologische veiligheidskabinetten klasse II.

Deze aanbevelingen dienen te worden aangevuld met specifieke regels en werkvoorschriften die op de eigen laboratoriumomstandigheden en het type werk betrekking hebben. De handelingen zijn beschreven in chronologische volgorde.

A = Aanbeveling T = Toelichting

- A 1 Het laboratorium waarin een microbiologisch veiligheidskabinet is geplaatst moet voldoen aan de richtlijnen van de Arbeidsinspectie.**
T 1 Enkele specifieke richtlijnen zijn: CP 1, P 130 en CP 16-1 (lit.2, 3 en 4).
- A 2 Het laboratorium moet voldoen aan de richtlijnen voor het werken met micro-organismen en zo nodig voor werkzaamheden met recombinant DNA.**
T 2 De richtlijnen voor het inrichten van een veilig microbiologisch laboratorium zijn door de Ned. Vereniging voor Microbiologie vastgelegd (lit.19).
De Voorlopige Commissie Genetische Modificatie heeft de inrichtingseisen voor laboratoria, waarin met rec-DNA gewerkt wordt, vastgesteld (lit.16).
- A 3 Controleer of de uit te voeren werkzaamheden uitgevoerd mogen worden in het betreffende klasse II veiligheidskabinet.**
T 3 De regels voor het manipuleren met bepaalde micro-organismen kunnen b.v.eisen dat het veiligheidskabinet is voorzien van dubbele HEPAfiltering of een verbod om de afvoerlucht van het kabinet in het laboratorium terug te voeren.
- A 4 Draag een goed gesloten jas met goed aansluitende manchetten.**
T 4 De jas dient bij voorkeur elastische, op de armen aansluitende, manchetten te hebben en van achteren sluiten. Als de handschoenen niet ver genoeg over de manchetten heengaan kan gebruik gemaakt worden van "overmouwtjes".
Bij het gebruik van korte handschoenen en jassen met wijde mouwen bestaat bij handelingen waarbij de handen omhoog worden gehouden de kans dat deeltjes in de mouwen worden geblazen.
- A 5 Plaats de materialen zo dat voldaan wordt aan een van de basisregels van de goede microbiologische techniek:**
"Kom nooit met besmet materiaal boven schoon materiaal!"
T 5 Bij het werken in microbiologische veiligheidskabinetten geldt deze regel nog sterker omdat de downflow deeltjes losmaakt die voor besmetting kunnen zorgen.
Plaats de materialen ook niet te dicht bij de voorste afzuigspelen.
- A 6 Werk als het enigszins mogelijk is niet met twee personen tegelijk aan een veiligheidskabinet.**
T 6 Wanneer twee personen aan een veiligheidskabinet werken wordt, door interactie van de bewegingen van beiden met de luchtstromen in- en voor het kabinet, de bescherming die het kabinet kan bieden verminderd.
- A 7 Verzamel vooraf de materialen die voor het experiment nodig zijn.**
T 7 Materialen in het kabinet brengen tijdens de werkzaamheden vergroot de kans op besmettingen. Ook moeten materialen aanwezig zijn om bij ongevallen te kunnen ontsmetten en op te ruimen.
- A 8 Tracht te voorkomen dat men dicht langs het kabinet loopt en dat deuren geopend worden.**
T 8 Deze bewegingen veroorzaken sterke luchtstromen die de beschermingsfaktor van het kabinet kunnen verminderen.

- A 9 **Neem het nachtpaneel uit de werkopening.**
T 9 Het nachtpaneel behoort de werkopening af te sluiten als het kabinet niet in gebruik is. Het voorkomt dat het inwendige van het veiligheidskabinet, door uitwisseling van lucht, met deeltjes uit de lucht van het laboratorium in aanraking komt.
- A 10 **Schakel het veiligheidskabinet in.**
T 10 Bij kabinetten waarbij de verlichting inwendig is aangebracht, moet deze direct ingeschakeld worden. De luchtstromen en de temperatuur zullen dan sneller gestabiliseerd zijn.
- A 11 **Neem, 10 minuten na het inschakelen van het veiligheidskabinet, het werkblad en de luchtaanstroomranden af met 70% alcohol.**
T 11 De aanstroomranden rond de werkopening en vooral de voorste aanzuigspleet moeten goed gedesinfecteerd worden omdat juist hierop de meeste deeltjes worden afgezet.
- A 12 **Stel de stoel op de goede hoogte af.**
T 12 De smalle werkopening geeft maar weinig ruimte voor de verticale bewegingen van de armen. Maak gebruik van een ergonomisch goede stoel met verstelbare rugleuning en voetensteun. Een verkeerde zithoogte zal een verkrampde houding geven. Dat bevordert het veilig werken niet.
- A 13 **Ringen, horloge en armbanden afdoen.**
T 13 Goed wassen van handen en armen is anders slecht uitvoerbaar. De kans op perforatie van de handschoenen wordt zo verminderd.
- A 14 **Handschoenen indien nodig wassen.**
T 14 Draag steriele operatiehandschoenen. De gepoederde niet-steriele handschoenen zoals b.v. de PVC disposabels laten tijdens het werk deeltjes los die het materiaal kunnen besmetten. Dit wordt nog bevorderd door de snelheid van de lucht van de "downflow".
- A 15 **Breng de benodigde materialen in de werkruimte van het kabinet na ze met 70% alcohol te hebben afgenomen.**
T 15 Het veiligheidskabinet werkt het best als er zich geen materialen in bevinden. Bij alles wat we in het kabinet zetten moeten we rekening houden met verstoring van de luchtstromen. Breng alleen de voor het experiment noodzakelijke materialen in de werkruimte van het kabinet; dus geen voorraden e.d..
- A 16 **Controleer de werking van het kabinet.**
T 16 De luchtstromen zijn na ongeveer 10 minuten gestabiliseerd en eventueel zwevende deeltjes zijn door de downflow afgevoerd. De goede werking van het kabinet moet blijken uit de juiste signaleringen van de ventilatie (lampje, meter en/of zoemer).
- A 17 **Verstoer de luchtstroom tijdens de werkzaamheden zo min mogelijk.**
T 17 Snelle bewegingen zorgen voor luchtwervelingen die de laminaire luchtstroom verstoren. Bij bewegingen van de armen in- en uit het kabinet worden deeltjes gemakkelijk meegezogen.
- A 18 **Houd de afzuigspelen aan de voor- en achterzijde van het werkblad altijd vrij.**
T 18 Vooral het afdekken van de voorste afzuigspleet met b.v. tissue, werkjournaals of ander materiaal kan een luchtstroming naar buiten veroorzaken. **Afdekken van zelfs een klein deel van de voorste afzuigspleet zal de bescherming verminderen.** Bij geperforeerde werkbladen kan gedeeltelijk afdekken van deze perforatie, door filterpapier of te grote belading van het werkblad, ook tot een lagere werkerbeschermingsfaktor van het kabinet leiden.

- A 19 **Vermijd het gebruik van bunsenbranders.**
T 19 Een bunsenbrander (ook een minibrander) geeft een zo grote verstoring van de laminaire downflow dat de beschermende werking van het kabinet grotendeels verloren gaat. Voor een groot aantal werkzaamheden kan voor een alternatief gekozen worden zoals: afnemen van flesdoppen met alcohol en het gebruik van wegwerp-pipetten, entstaafjes e.d.. Als men het gebruik van bunsenbranders niet kan voorkomen, moet gekozen worden voor branders waarvan de gastoevoer d.m.v. een magneetventiel gestuurd wordt en het gas tot ontbranding gebracht wordt m.b.v. een piëzo-element. Gebruik de branders zo kort mogelijk!
De gastoevoer mag i.v.m. explosiegevaar alleen plaatsvinden als de ventilatie van het veiligheidskabinet ingeschakeld is.
- A 20 **Na afloop van de werkzaamheden moet de werkruimte van het kabinet met een desinfectans worden afgenomen.**
T 20 Het soort micro-organisme dat bij het experiment gebruikt is, bepaalt met welke soort desinfectans gewerkt moet worden.
- A 21 **Laat na het beëindigen van de werkzaamheden de ventilatie van het kabinet nog minimaal 5 minuten in werking.**
T 21 De in het veiligheidskabinet recirculerende lucht heeft een hogere temperatuur dan de lucht in het laboratorium. Schakelen we het kabinet direct na het beëindigen van het werk uit dan kunnen door uitstroom van warme lucht uit het kabinet deeltjes in het laboratorium komen. Als na afloop van de werkzaamheden het veiligheidskabinet nog enige tijd in werking blijft worden alle zwevende deeltjes naar de HEPAfilters afgevoerd.
- A 22 **Plaats het nachtpaneel in de werkopening.**
T 22 Het afsluiten van de werkopening voorkomt dat deeltjes uit de lucht van het laboratorium in het kabinet terechtkomen. Dit geldt in nog sterkere mate voor kabinetten die aangesloten zijn op een ventilatiesysteem omdat zich hierbij deeltjes kunnen afzetten aan de "schone zijde" van het downflow HEPAfilter.
- A 23 **Vul het logboek van het veiligheidskabinet in.**
T 23 In het logboek moet in ieder geval het volgende worden vastgelegd: datum, naam gebruiker, type werkzaamheden, gebruikte micro-organisme, gebruikte chemische verbinding (b.v. carcinogenen) en eventueel gebruikte radionucliden.
Ook moeten vastgelegd worden: testen, reparaties, vervangen van voorfilters en HEPAfilters. Een goed bijgehouden logboek geeft de mogelijkheid om de juiste beslissingen te nemen over de uit te voeren desinfectieprocedure voordat met onderhoud of reparatie van het kabinet kan worden begonnen.
- A 24 **Voorafgaand aan onderhoudswerkzaamheden is men verplicht een microbiologisch veiligheidskabinet met formaldehyde uit te gassen.**
T 24 Het laten uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan het inwendige van het kabinet is alleen toegestaan als zeker is dat geen pathogene micro-organismen in het kabinet aanwezig zijn. De voor het gebruik van het veiligheidskabinet verantwoordelijke onderzoeker moet, met gebruikmaking van de door de leverancier verstrekte gegevens, een ontsmettingsprocedure opstellen.
Na afloop van en na controle op de ontsmetting geeft de onderzoeker het veiligheidskabinet vrij voor onderhoudswerk.
- A 25 **Sluit bij uitval van de ventilatie van het veiligheidskabinet direct de werkopening af met het afsluitpaneel.**
T 25 Bij uitval van de ventilatie (stroomstoring of defect raken van kabinet) zal een gedeelte van de lucht uit de werkruimte van het kabinet in het laboratorium stromen.
Ook als de storing na korte tijd is opgeheven; moet men nagaan of ontsmetting van het laboratorium noodzakelijk is.
N.B. Denk er ook aan dat het afsluitpaneel aan de binnenzijde besmet kan zijn.

8 Desinfectie en sterilisatie van veiligheidskabinetten

8.1 Begrippen

Desinfectie: Met behulp van desinfectantia kan het besmettingsniveau van materialen verlaagd worden.

Sterilisatie: In gesteriliseerd materiaal zijn geen levende micro-organismen meer aanwezig.

8.2 Desinfectiemiddelen

Voor het ontsmetten van veiligheidskabinetten zijn verschillende soorten desinfectiemiddelen in gebruik. De keuze van het desinfectiemiddel wordt in de eerste plaats bepaald door het micro-organisme dat er mee moet worden bestreden. In de tweede plaats is het van belang te weten of de materialen waarmee de desinfectans in aanraking komt bestand zijn tegen de inwerking ervan. Verder is het van belang dat nagegaan wordt of een desinfectans een residu achterlaat.

De meest gebruikte desinfectantia zijn: alcoholen en verbindingen van chloor, quaternaire ammonium, jodium en fenol. Deze stoffen kunnen materialen sterk verkleuren of aantasten.

De quaternaire ammoniumverbindingen en desinfectantia die fenol bevatten laten op materialen een residu na. Het voordeel hiervan is de langdurige werking. De mogelijkheid bestaat echter dat later via de downflow of door het opwarrelen van deze stoffen het experiment verstoord wordt.

Volledig verdampende desinfectiemiddelen verdienen daarom de voorkeur (b.v. ethanol en isopropylalcohol).

Het desinfecteren van een veiligheidskabinet moet gecombineerd worden met het huishoudelijk schoonmaken. Bij het schoonmaken van de werkruimte van het veiligheidskabinet worden niet alle micro-organismen gedood. Sprayen met een desinfectans na het schoonmaken is noodzakelijk om een voldoende lange contacttijd tussen micro-organisme en desinfectans te verkrijgen.

8.3 Desinfectie met behulp van uvc-straling

UVC-straling met een golflengte van 254nm is geschikt voor het doden van micro-organismen als de intensiteit van de straling hoog genoeg is en de micro-organismen voldoende lang blootgesteld worden (lit.14).

Een aantal factoren leidt ertoe dat desinfectie van de werkruimte van een veiligheidskabinet met UVC-straling afgeraden moet worden (lit.7 en 14):

- Blootstelling van personen aan UVC-straling kan leiden tot beschadiging van huid en ogen. Vooral de ogen zijn gevoelig voor deze straling.
- Niet alle micro-organismen zijn even gevoelig voor UVC-straling. De gevoeligheid van virussen en bacteriesporen kan b.v. een factor 100 van elkaar verschillen. Micro-organismen zijn ook minder gevoelig voor UVC-straling als ze ingekapseld zitten in b.v. opgedroogd bloedserum.
- Alleen directe straling is effectief. De micro-organismen kunnen slecht bereikt worden als ze zich in de "schaduw" van materialen of zelfs stofdeeltjes bevinden.
- Vervuiling van de UVC-lampen kan een groot deel van de effectieve straling afschermen. Regelmatig schoonmaken met een geschikt middel is noodzakelijk. Schoonmaken moet voorzichtig gebeuren i.v.m. met mogelijk implosiegevaar van de vacuumgetrokken lampen.
- Het aantal bedrijfsuren van UVC-lampen moet bijgehouden worden omdat na verloop van tijd de lamp minder bactericide straling uitzendt (Ze geven dan nog wel zichtbaar blauw licht).
- In de werkruimte van het veiligheidskabinet zal de lamp met zijn armatuur de downflow voor een deel verstoren.
- UVC-straling heeft een sterk verouderende werking op veel materialen in het bijzonder op kunststoffen.

Naar aanleiding van de hiervoor genoemde factoren moet het gebruik van UVC-straling voor het desinfecteren van veiligheidskabinetten worden ontraden!

8.4 Gassterilisatie met behulp van formaldehyde

Voorafgaand aan onderhoudswerkzaamheden is men verplicht een microbiologisch veiligheidskabinet goed te steriliseren.

In Nederland is het gebruikelijk hiervoor formaldehyde of paraformaldehyde te gebruiken.

Formaldehyde en paraformaldehyde hebben een aantal gevaarlijke eigenschappen. Daarom moet men bij het werken met deze stoffen de nodige voorzichtigheid betrachten.

Formaldehyde is bij kamertemperatuur gasvormig.

Formaline is formaldehyde opgelost in water in een concentratie tussen de 35% en 40%. In deze oplossing polymeriseert het gas tot paraformaldehyde dat in de oplossing uitvlokt. Om dit proces te vertragen is aan de oplossing ongeveer 10% methanol toegevoegd.

De formaldehyde-sterilisatie is pas effectief als het microbiologisch materiaal een goede vochtigheidsgraad bezit. Een minimale vochtigheid van 60% RV wordt in het algemeen voorgeschreven.

Een te hoge vochtigheidsgraad kan leiden tot condensatie van water in het veiligheidskabinet. Formaldehyde lost erg goed op in water. Dit heeft tot gevolg dat de concentratie van het gas in het kabinet niet hoog genoeg wordt omdat het water formaldehyde afvangt.

Poreuze materialen (zoals filters) kunnen, vooral als ze met vocht verzadigd zijn, grote hoeveelheden formaldehydegas absorberen.

Voor sterilisatie van veiligheidskabinetten wordt een formaldehyde gasconcentratie van 50mg/ m³ lucht aanbevolen (lit.7, 11 en 20).

Formaldehyde werkt effectiever bij verhoogde temperatuur. De temperatuur in het veiligheidskabinet moet daarom bij voorkeur minimaal 30°C bedragen.

De concentratie formaldehyde moet minimaal 6 uren hoger dan 50mg/m³ gehouden worden.

Paraformaldehyde is een vaste stof die bij verhitting snel verdampt.

Een gevaar hierbij is dat de zelfontbrandingstemperatuur van 300°C snel bereikt kan worden. Het apparaat dat de paraformaldehyde verhit moet dus goed gethermostreerd zijn, liefst voorzien van een extra temperatuurbegrenzer.

Het vlammpunt van formaldehyde is 60 graden Celsius.

De explosiegrenzen van formaldehyde liggen tussen 7 en 70 volume procent. Tijdens de sterilisatie van het veiligheidskabinet mogen daarin alleen vonkvrij schakelende apparaten aanwezig zijn.

N.B. De meeste verwarmingselementen die in laboratoria worden gebruikt zijn niet uitgerust met vonkvrije schakelaars en thermostaten!

De MAC waarde van formaldehyde is 1 ppm hetgeen ongeveer overeenkomt met de reukgrens (MAC= Maximale Aanvaarde Concentratie).

Gassterilisatie-methoden:

8.4.1 Verdampen van een formalineoplossing

Bij het werken met een formalineoplossing wordt een concentratie en hoeveelheid gekozen die na volledige verdamping in het kabinet er toe leidt dat de juiste relatieve vochtigheid wordt bereikt. Over het algemeen worden vooraf bepaalde hoeveelheden formaline en water tezamen drooggekookt in de werkruimte van het veiligheidskabinet. De warmteafgifte van de kookplaat zorgt dan direct voor een verhoogde temperatuur in het kabinet.

In de literatuur wordt aanbevolen 35ml van een 40% formalineoplossing (handelsconcentratie) droog te koken voor iedere m³ te steriliseren veiligheidskabinet.

8.4.2 Sublimatie van paraformaldehyde

Het sublimeren van paraformaldehyde wordt over het algemeen uitgevoerd op een heet oppervlak b.v. een kookplaat of verwarmingsplaat, beiden met thermostaat. Verwarming met bijvoorbeeld een föhn met een open gloeispiraal is i.v.m. brandgevaar af te raden. Bij gebruik van paraformaldehyde is extra toevoeren van waterdamp in het kabinet een vereiste.

In de literatuur wordt aanbevolen eerst in het veiligheidskabinet een hoeveelheid water te verdampen die ervoor moet zorgen dat de vochtigheid boven de 65%RV komt.

Per m³ te steriliseren veiligheidskabinet wordt 10.5g paraformaldehyde door verwarming gesublimeerd.

8.4.3 Reactie van paraformaldehyde en kaliumpermanganaat

Door een mengsel van paraformaldehyde en kaliumpermanganaat samen te brengen met een hoeveelheid water ontstaat een reactie waarbij formaldehydegas, waterdamp en warmte vrijkomt.

In de literatuur wordt aanbevolen 18ml van een 40% formalineoplossing en 6g kaliumpermanganaat per m³ te steriliseren volume samen te brengen in een reactievat.

N.B. Opvallend is het grote verschil tussen de gewenste concentratie formaldehydegas (50mg/m³) en de hoeveelheid formaline en paraformaldehyde die voor het bereiken van die concentratie verdampt moeten worden.

Om het veiligheidskabinet goed te kunnen steriliseren moeten alle openingen afgedicht worden (plasticfolie en plakband). Lekken kunnen aangetoond worden door het kabinet op een geringe overdruk te brengen en op drukverlies te controleren.

Om te controleren of gedurende een voldoende lange tijd de concentratie van de formaldehyde in het veiligheidskabinet hoog genoeg is geweest moeten vóór de sterilisatie strips met bacteriesporen in het kabinet worden aangebracht. Het gebruik van strips van filtreerpapier wordt ontraden. Gebleken is dat deze strips nadat het kabinet met lucht gespoeld is nog veel formaldehyde kunnen bevatten. Op de strips vindt daardoor een "nadoding" plaats die een vals (te optimistisch) beeld kan geven van de effectiviteit van het sterilisatieproces. Aanbevolen wordt om bacteriesporen op glasvezelfilters of aluminiumfolie te gebruiken. Het veiligheidskabinet is i.v.m. met het opkweken van deze sporen pas twee dagen na de gassterilisatie voor onderhoud beschikbaar.

Met formaldehyde kunnen bacteriën, bacteriesporen, virussen, schimmels en gisten inactief gemaakt worden door reactie met de ceiwitten.

Er is een grote spreiding in de gevoeligheid van micro-organismen voor formaldehyde. De tijd die nodig is om met dezelfde concentratie formaldehyde inactivatie te verkrijgen verhoudt zich bij een aantal micro-organismen als volgt; *Pseudomonas aeruginosa*: *Staphylococcus aureus*: *Streptococcus faecalis*: *Bacillus Subtilis*: *Bacillus staerothermophilus* = 1: 10: 30: 300: 3000.

Als tijdens het sterilisatieproces formaldehydegas in het laboratorium komt, moet men toch het laboratorium kunnen betreden. Buiten het laboratorium dienen daarom enkele gasmaskers aanwezig te zijn met voor formaldehyde geschikte filterbussen.

Op de deuren van het laboratorium moet een aanduiding aangebracht worden die het betreden van het laboratorium tijdens het sterilisatieproces verbiedt.

Nadat het veiligheidskabinet een aantal uren (vaak de nacht over!) gevuld is geweest met formaldehydegas moet het kabinet langdurig met lucht gespoeld worden. Filters en andere absorberende oppervlakken in het inwendige van het kabinet kunnen vrij lang formaldehydegas afgeven. Denk er aan dat als te kort gespoeld wordt een experiment verstoord kan worden door zelfs een lage concentratie formaldehydegas die via de in het kabinet recirculerende lucht over het experiment strijkt! Bij veiligheidskabinetten die in het laboratorium recirculeren levert het spoelen met lucht problemen op. De uitblaasopening van het kabinet moet tijdelijk op een luchtkanaal aangesloten worden dat in de buitenlucht of in een afzuigstelsel eindigt. Men kan ook gebruik maken van een apparaat waarbij formaldehydegas en waterdamp via twee aansluitingen op het veiligheidskabinet worden rondgepompt en waarbij na een aantal uren met behulp van ammoniakgas de formaldehyde wordt geneutraliseerd.

Gasgesteerdiseerde HEPAfilters zijn microbiologisch schoon en kunnen als bedrijfs-afval worden afgevoerd. Zijn in het veiligheidskabinet werkzaamheden uitgevoerd met radionucliden dan zullen de gesteerdiseerde HEPAfilters volgens de daarvoor geldende richtlijnen moeten worden opgeslagen of afgevoerd. Bij gebruik van niet vluchtige toxische stoffen (b.v. de meeste carcinogenen en PCB's) zullen de filters als chemisch afval moeten worden afgevoerd. Dit is alleen noodzakelijk als de in de HEPAfilters afgezette hoeveelheid toxische stof hoger is dan de grenswaarde (mg toxische stof per kg afval) van de stof.

Om na te kunnen gaan welke maatregelen bij de afvoer van filters genomen moeten worden, is het vastleggen van de werkzaamheden, die in het kabinet zijn verricht, noodzakelijk. Deze gegevens moeten bij voorkeur in een bij het veiligheidskabinet behorend logboek worden vastgelegd.

9 Literatuur

- 1 Anderson W.L.
Making sense of HEPA filtration
Filtration & Separation 12, 439-442 (1989)
- 2 Arbeidsinspectie
Concept Publicatieblad CP 1
Het werken met recombinant DNA in CI en CII laboratoria
Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg (1980)
- 3 Arbeidsinspectie
Concept Publicatie P 130
Laboratoria; Veiligheid bij het gebruik van gevaarlijke stoffen
Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg (1982)
- 4 Arbeidsinspectie
Concept Publicatie CP16-1
Laboratoria; Bouw en inrichting
Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg (1988)
- 5 Arbeidsinspectie
Concept Publicatie CP 16-2
Laboratoria; Algemeen
Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg (1989)
- 6 British Standards Institution
Draft DD 80; part 2
Draft for development laboratory fume cupboards
2 Park Street London W1A 2BS, England (1982)
- 7 British Standards Institution
BS 5726: 1979 Specification for Microbiological Safety Cabinets
2 Park Street London W1A 2BS, England (1983)
- 8 Clark R.P., Goff M.R.
The potassium iodide method for determining protection factors in open-fronted microbiological safety cabinets
J.Applied Bacteriology 51, 439-460 (1981)
- 9 Clark R.P., Elliot C.J., Lister P.A.
A comparison of methods to measure operator protection factors in open-fronted microbiological safety cabinets
J.Applied Bacteriology 51, 461-473 (1981)
- 10 Clark R.P.
The performance, installation, testing and limitations of microbiological safety cabinets.
Occupational Hygiene Monograph No.9 (1983)
- 11 Darlow H.M.
The practical aspects of formaldehyde fumigation
Mon. Bull. Minist. Hlth 17, 207-273 (1958)

- 12 Deutsches Institut für Normung
Deutsche Norm DIN 12.950, Sicherheitswerkbänke (Teil 1,2 und 3)
Beuth Verlag GmbH, Berlin, B.R.Deutschland (1986)
- 13 Interuniversitaire Adviescommissie voor Veiligheids- en Milieuwetgeving
De zuurkast nader beschouwd
IAVM rapport nr. 17
Bureau Veiligheid RUL, Leiden (1989)
- 14 Kennis H.M.
Ultraviolette straling en desinfectie
Rapport van Veiligheidsdienst Kath. Univ. Nijmegen
Universiteitsdrukkerij Nijmegen (1989)
- 15 Kennedy D.A.
Evaluation of microbiological safety cabinets
BHHS Newsletter 15, 22-31 (july 1987)
- 16 Voorlopige Commissie Genetische Modificatie
Richtlijnen voor de vervaardiging van en de handelingen met genetisch gemodificeerde organismen
Ministerie VOMIL Leidschendam (maart 1990)
- 17 National Institutes of Health
A supplement to the NIH guidelines for Recombinant DNA research
National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA (july 1978)
- 18 National Sanitation Foundation
Standard 49 for Class II (laminar flow) biohazard cabinetry
National Sanitation Foundation, Ann Arbor, Michigan, USA, may 1983
- 19 Nederlandsche Vereniging voor Microbiologie
Richtlijnen voor veilig microbiologisch werk
Ned. Ver. Microbiol., p.a. RIVM, Bilthoven
(juli 1987)
- 20 Newsom S.W.B., Walsingham B.M.
Sterilisation of the biological safety cabinet
J. clin. Path. 27, 921-924 (1974)
- 21 Rake B.W.
Influence of crossdrafts on the performance of biological safety cabinets
Appl. and Environmental Microbiol. 36, 278-283 (1978)
- 22 Scholten L.C.
Testmethodes voor absoluutfilters
PT/Procestechniek 37, 92-97 (1982)
- 23 Scholten L.C.
Absoluutfiltratie van lucht
PT/Procestechniek 39, 39-44 (1984)

Hepafilters voor veiligheidskabinetten

BIJLAGE 1

HEPAfilters vormen het hart van veiligheidskabinetten. Ze moeten instaat zijn pathogene micro-organismen met een dermate hoge efficiëntie af te vangen dat er geen gevaar voor de mens of zijn omgeving optreedt. HEPAfilter staat voor: High Efficiency Particulate Air filter
Deze filters zijn ontwikkeld om submicron-deeltjes af te vangen. Ze vangen **geen** gassen af!

Deeltjesafvang

Het afvangen van deeltjes door HEPAfilters berust niet alleen op zeefwerking.

De belangrijkste andere afvangmechanismen zijn:

- Botsing:** Deeltjes raken op hun weg door het filter een glasvezel en blijven daaraan kleven.
- Massatraagheid:** Deeltjes groter dan $1\mu\text{m}$ wijken af van de steeds afbuigende luchtstroom door het filter. De deeltjes raken daardoor de glasvezel die de luchtstroom afbuigt.
- Brownse beweging:** Deeltjes kleiner dan $0.1\mu\text{m}$ krijgen door botsing met lichtmoleculen willekeurige bewegingen waardoor ze meer kans hebben een glasvezel te raken.

De combinatie van deze afvangmechanismen is er de oorzaak van dat deeltjes met een diameter van $\pm 0.3\mu\text{m}$ het minst efficiënt worden afgevangen. Een opgave van een filterrendement afkomstig van een test die uitgevoerd is met deeltjes van deze grootte geeft de zekerheid dat zowel grotere als kleinere deeltjes met een nog hogere efficiëntie zullen worden afgevangen.

Kwaliteit

De kwaliteit van een filter is afhankelijk van het gebruikte filtermateriaal, wijze van lijmen van het filtermateriaal en separatoren in het frame, stevigheid van het filterframe en uitvoering van de afdichtingsrand.

Materiaal

Het filtermateriaal is een "Non woven" doek van glasvezels met een diameter van $\pm 1\mu\text{m}$. De glasvezels zijn op de raakvlakken aan elkaar gekit. De dikte van het glasfilterdoek is meestal ongeveer 1mm.

Opbouw

Het gevouwen filtermateriaal is met behulp van lijm in een frame vastgezet.

Om het filtermateriaal op de gewenste plaats binnen het frame te houden zijn twee methoden in gebruik. De "Anglo Amerikaanse" vouwmethode gebruikt separatoren van dun gegolfd metaal, geïmpregneerd papier of kunststof. Bij de "Europese" vouwmethode krijgt het filter zijn stevigheid door middel van plaatselijke verlijming van het filtermateriaal en opgelijmde stroken.

De "Europese" vouwmethode maakt het mogelijk het gewenste filteroppervlak van het filtermedium in een kleinere ruimte onder te brengen. Bij dezelfde capaciteit zijn "Europese" filters dan ook dunner dan de "Anglo-Amerikaanse" HEPAfilters.

Afmetingen

De afmetingen van HEPAfilters zijn over het algemeen genormaliseerd. De buitenmaten zijn vastgesteld op 610 x 610 mm. Grotere filters worden geleverd in veelvouden van 610 mm.

Luchtsnelheid door HEPAfilterdoek

Bij een snelheid van de lucht, loodrecht op het HEPAfilterdoek, van $\pm 2.5\text{cm/sec}$ worden submicron-deeltjes efficiënt afgevangen. Een goede laminaire downflow in een veiligheidskabinet heeft een snelheid die ligt tussen de 25 en 50cm/sec. Het oppervlak van het filterdoek zal daarom ongeveer 20 maal groter moeten zijn dan de opening die met het HEPAfilter moet worden afgesloten. In een HEPAfilter is daarom het filterdoek zig-zags gewijze in een omkasting gelijmd.

Voor submicron-deeltjes geldt dat: hoe lager de luchtsnelheid door het filtermedium des te groter de afvang. Omgekeerd kan een verdubbeling van de luchtsnelheid door het filter, de afvang van deeltjes een factor 10 doen afnemen.

Testen

HEPAfilters voor veiligheidskabinetten moeten een rendementtest ondergaan. Voor het genereren van de benodigde deeltjes wordt natriumchloride of DOP (Di Octyl Phtalaat) gebruikt.

In een filtertestbank mogen van 10.000 deeltjes met een diameter van 0.3 micron die aan het filter worden aangeboden er maximaal 3 deeltjes het filter passeren (99,97 % afvang). Omdat de filters voor deeltjes met een andere diameter (dus ook voor kleinere deeltjes!) een nog groter filterrendement hebben wordt de genoemde 99,97 % afvang bij elke willekeurige deeltjesgrootte bereikt.

Lektesten van in veiligheidskabinetten ingebouwde filters zijn **geen** rendementstesten omdat een gelijkmatige verdeling van de deeltjes over het gehele filteroppervlak moeilijk te realiseren is.

Lektesten waarbij het filter met behulp van een "zuigmond" afgetast wordt, zijn belangrijk omdat onder kleine gaatjes ("pinpoints") in het filter gemakkelijk hoge concentraties deeltjes aan te tonen zijn.

Afdichting

Op het filterframe is een afdichtingsrand aangebracht die ervoor moet zorgen dat het frame in het veiligheidskabinet kan worden aangebracht zonder dat er lucht langs het filter stroomt. De afdichtingsrand is over het algemeen uitgevoerd als een schuimrubberrand met gesloten celstructuur. De rand moet naadloos gevormd zijn of de verbindingsnaad moet zorgvuldig afgewerkt zijn. De plaats in het veiligheidskabinet waar het filter is geplaatst moet goed vlak zijn om een permanente afdichting te verzekeren. Het filterframe dient met verende klemmen op zijn plaats gehouden te worden om te voorkomen dat bij veroudering van de afdichtingsrand lekkages ontstaan.

Kwetsbaarheid

Het glasvezeldoek heeft een geringe mechanische sterkte. Bij montage van HEPAfilters raken dan ook regelmatig filters lek.

Om de kwetsbaarheid van het filter te verminderen wordt door sommige fabrikanten een beschermrooster van metaalgaas aangebracht.

Bij het verplaatsen van een veiligheidskabinet, waarvan het casco een geringe stijfheid bezit, kunnen door buiging van de HEPAfilters lekken ontstaan. Kleine lekken kunnen eventueel met siliconenkit worden gedicht.

Chemische bestendigheid

Hierbij moet niet alleen gedacht worden aan het gebruik van desinfectiemiddelen, maar ook aan stoffen die tijdens de experimenten kunnen vrijkomen.

Het glasfilterdoek is bestand tegen bijna alle chemicaliën. Eén van de uitzonderingen is fluorwaterstof.

Het filterframe is, als het van staalplaat is gemaakt, van een goede verfcoating voorzien. Een frame van watervast multiplex geeft ook weinig problemen.

HEPAfilters met seperatoren van kunststof en geïmpregneerd papier blijken in veiligheidskabinetten ook weinig moeilijkheden te veroorzaken. De dunne aluminium seperatoren kunnen echter aangetast worden door chloorbleekloog. In de praktijk is echter gebleken, dat bij HEPAfilters van veiligheidskabinetten die regelmatig met chloorbleekloog zijn ontsmet, geen zichtbare aantasting van de seperatoren heeft plaats gevonden. Er is daarom geen reden om het gebruik van HEPAfilters met aluminium seperatoren te ontraden.

Levensduur

De levensduur van een HEPAfilter in een veiligheidskabinet is niet alleen afhankelijk van de vervuiling van het filter maar ook van het type ventilator dat is toegepast. Vervuiling betekent een hogere luchtweerstand. Afhankelijk van de vervuiling kan met een hogere luchtdruk hetzelfde volume lucht door een filter verplaatst worden door de ventilatordruk op te voeren. Een ventilator met een geringe mogelijkheid tot druknaregeling heeft tot gevolg dat HEPAfilters betrekkelijk snel vervangen moeten worden.

Over het algemeen kan voor een HEPAfilter in een veiligheidskabinet een standtijd van 5 tot 8 jaar aangehouden worden.

Het afvoeren van filters

Bij het verwijderen van filters uit een veiligheidskabinet moet vrijkomen van deeltjes zoveel mogelijk worden voorkomen. Bespuiten van de filters met haarlak of fotolijm verkleint de kans hierop.

Filters die uitsluitend voor afvang van micro-organismen zijn gebruikt mogen nadat ze gasgesteriliseerd zijn of op andere wijze zekerheid is verkregen dat geen schadelijke micro-organismen meer aanwezig zijn, afgevoerd worden als bedrijfsafval.

Chemisch verontreinigde filters moeten eerst gesteriliseerd worden en daarna, afhankelijk van de gebruikte chemische verbinding, als chemisch afval worden afgevoerd.

Met radionucliden verontreinigde filters moeten ook eerst gesteriliseerd worden en daarna op de voorgeschreven wijze worden afgevoerd.

Voorfilters

Voorfilters (grofstoffilters) kunnen de levensduur van HEPAfilters aanzienlijk verlengen. De standtijd van deze voorfilters wordt bepaald door de stofbelasting van de lucht in het laboratorium en de hoeveelheid deeltjes die bij het experiment in het veiligheidskabinet kunnen vrijkomen.

In HEPAfilters kunnen stofdeeltjes zich tussen de vouwen van het HEPAfilter ophopen. De standtijd van het HEPAfilter wordt hierdoor verkort. Filters gevouwen volgens de "Europese" methode zijn hierdoor gevoeliger voor ophoping van grof stof dan de filters gevouwen volgens de "Anglo- Amerikaanse" methode. Voorfilters kunnen te sterke vervuiling van HEPAfilters met grote deeltjes voorkomen.

Fysische inperking en klassificatie van micro-organismen

Overgenomen uit:

Aanbevelingen voor veilig microbiologisch werk

Nederlandse Vereniging Voor Microbiologie

juli 1987

Bij het werken met verschillende microorganismen, in vitro, op laboratoria-schaal, worden verschillende eisen gesteld aan de mate van fysische inperking. Hieronder volgt een klassificatie in vier niveaus van Fysische Inperking (FIN 1, 2, 3 en M), die correleert met de indeling van microorganismen in vier groepen, pathogenen groep 1 (PG 1), 2 (PG 2), 3 (PG 3), en M (PG M).

PG 1 Microorganismen, die ziekten bij mensen veroorzaken. Zij kunnen een risico voor laboratoriumwerkers betekenen, maar niet voor omwonenden. Ernstige laboratorium-infecties komen zelden voor: effectieve behandeling is mogelijk en preventieve maatregelen kunnen ook genomen worden (WHO-definitie: low individual and community risk).

FIN 1 De vereiste fysische inperking wordt bereikt door middel van "verantwoord werken", zoals omschreven in hoofdstuk I. De werkzaamheden vinden plaats op de werktafel, tenzij de kans op het creëren van aerosolen wordt vergroot, zoals b.v. bij blenders en ultrasoon trillen. Bij dit soort handelingen dient zelf-inperkende apparatuur te worden gebruikt. Indien niet-zelf-inperkende apparatuur wordt gebruikt, dient deze in een veiligheidskabinet te worden geplaatst.

PG 2 Microorganismen, waarvan bekend is dat ze ernstige ziekten kunnen veroorzaken bij de mens (WHO-definitie: severe individual and limited community risk).

FIN 2 Onderzoek met op zich levensgevaarlijke microorganismen, die geen gevaar vormen bij verspreiding in de buitenwereld, kan onder FIN 2-condities worden verricht. Zo mogelijk dient er bij de werker een profylaxe toegepast te worden.

De vereiste fysische inperking wordt bereikt door middel van:

1. Alle FIN 1-condities.
2. Alle werk, waarbij geopende buizen of andere receptacula met microorganismen met de buitenwereld in contact komen, dient in een veiligheidskabinet klasse I of II te worden uitgevoerd.
3. De laboratoriumjas is van achteren gesloten en heeft bij voorkeur korte mouwen. De mouwen van de eigen kleding dienen opgestroopt te zijn. Werken zonder horloges, armbanden, ringen etc. Handen en armen desinfecteren na beëindiging van het werk.
4. Indien vaccinatie noodzakelijk is, hebben niet-gevaccineerden geen toegang.

PG 3 Voor de mens levensgevaarlijke microorganismen, die een gevaar vormen bij verspreiding in de buitenwereld, omdat deze er niet tegen beschermd is (WHO-definitie: high individual and community risk).

FIN 3 Het laboratorium moet zodanig zijn ingericht en de wijze van betreden en verlaten van dien aard zijn, dat met de grootst mogelijke zekerheid kan worden gewaarborgd, dat het microorganisme het laboratorium niet ongewild verlaat. Omdat de laboratoriumwerker bij verspreiding ongewild een rol kan spelen, dient een fysische afscheiding tussen werker en microorganisme te worden aangebracht.

PG M (milieu) Pathogenen, welke een groot risico voor dieren opleveren, terwijl het risico voor de laboratoriumwerker niet groter is dan in de pathogengroep 1. [1]

FIN M

1. alle FIN 1-condities.
2. afdoende afscherming ten opzichte van de buitenwereld.

De te treffen voorzieningen zijn van de aard van de microorganismen afhankelijk. Te overwegen maatregelen zijn: éénrichting-luchtcirculatie met afvoer van de lucht via smetstofdichte filters, ontsmetting van apparatuur, materiaal, kleding, vast en vloeibaar afval en verplicht douchen van personen bij het verlaten van de besmette zone.

[1] Ook indien de microorganismen geen risico vormen voor de laboratoriumwerker moeten zij onder FIN M-condities worden gehanteerd, tenzij géén gastheren in het milieu voorkomen, of dat er reeds een bestaande besmetting heerst, zodat de schade door extra verspreiding niet zal toenemen. Deze voorwaarde geldt ook voor specifieke vis-pathogene microorganismen, die hier nog niet verder worden beschouwd.

Microbiologisch Veiligheidskabinet Klasse I

De in deze klasse vallende microbiologische veiligheidskabinetten hebben een werkopening (1) die in direct contact staat met het laboratorium (fig. B3.1).

De lengte van de werkopening is in het algemeen 1.0m en de hoogte 0.2m.

Alle plaatsen op het werkblad (2) moeten met de handen bereikbaar zijn zonder met het hoofd in het kabinet te hoeven komen.

De lucht uit de werkruimte (3) van het kabinet wordt door een ventilator (4) aan de bovenzijde van het kabinet afgevoerd (fig. B3.2). Door toestromen van lucht uit het laboratorium ontstaat een gerichte luchtstroom over het werkblad. De snelheid van deze luchtstroom (0.7m/sec) is zodanig gekozen dat de kans zeer klein is dat deeltjes die in de werkruimte van het veiligheidskabinet vrijkomen in het laboratorium komen.

De lucht die aan de bovenzijde van het kabinet wordt afgevoerd is eerst een uitstroom HEPAfilter (5) gepasseerd.

Deze microbiologisch schone lucht mag in principe weer in het laboratorium teruggevoerd worden.

N.B. Dit terugvoeren van de lucht door het veiligheidskabinet in het laboratorium is niet toegestaan als tevens gewerkt wordt met toxische gassen en dampen en bij het werken met radionucliden.

De lucht uit het laboratorium stroomt langs de experimentator over het werkblad van het kabinet. Deze lucht is niet kiemvrij en de experimenten kunnen dus niet onder steriele omstandigheden worden uitgevoerd.

Het raam (6) geeft zicht op het experiment en de benodigde materialen.

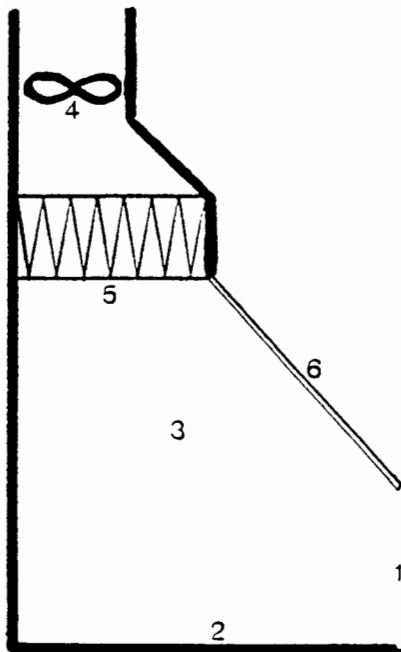


fig. B3.1 onderdelen

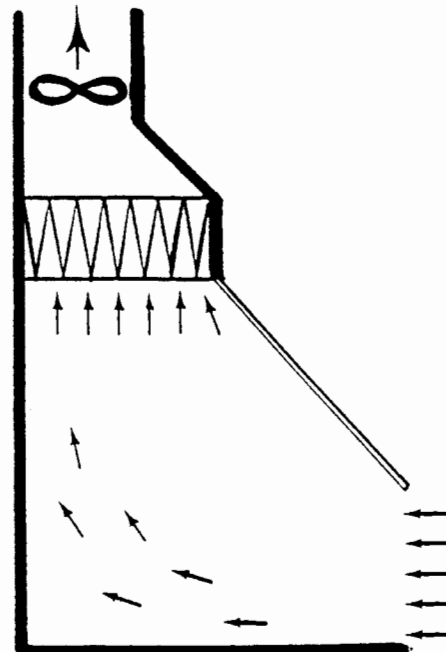


fig. B3.2 luchtstromen

Het microbiologisch veiligheidskabinet klasse I beschermt de werker goed tegen aerosolen afkomstig van het experiment.

Het experiment in het kabinet kan echter wel besmet worden met kiemen uit de lucht van het laboratorium of door kiemen afkomstig van de werker voor het kabinet.

Het veiligheidskabinet is geschikt voor werk met pathogene micro-organismen uit de groepen: PG 1, PG 2 en PG M.

Microbiologisch veiligheidskabinet Klasse III

BIJLAGE 4

Deze veiligheidskabinetten geven van alle kabinetten de grootste bescherming tegen pathogene micro-organismen (fig. B4.1).

De werkopening is afgesloten met een paneel waarin armlange rubber-handschoenen (1) zijn aangebracht. Het kabinet heeft, behalve de met HEPAfilters afgesloten openingen voor de luchttoevoer (2) en de luchtafvoer (3), geen open verbindingen met het laboratorium. Om materialen in en uit het veiligheidskabinet te kunnen brengen is een gassterilisatiesluis (4) voor het doorvoeren van materialen aangebracht. Om de deeltjes uit de werkruimte (5) naar het uitstroom HEPAfilter (3) af te voeren is aan de bovenzijde van het kabinet een ventilator (6) aangebracht. In de werkruimte (5) moet doorlopend onderdruk heersen om, bij lekkage van het kabinet zelf of de handschoenen, te voorkomen dat kiemen op de armen van de werker of in de lucht van het laboratorium komen (fig. B4.2). Om deze onderdruk te bewaken is op het kabinet een manometer (7) aangebracht. Via het raam (8) heeft de experimentator zicht op het experiment.

Omdat in microbiologische veiligheidskabinetten Klasse III werkzaamheden worden uitgevoerd in de hoogste risicoklasse mag de lucht van het kabinet niet teruggevoerd worden in het laboratorium maar moet deze afgevoerd worden via een afvoerkanaal naar de buitenlucht. In dit afvoerkanaal moet onderdruk heersen t.o.v. de omgeving. Een extra beveiliging wordt gevormd door een tweede HEPAfilter dat in het luchtafvoerkanaal moet worden opgenomen. In plaats van dit tweede HEPAfilter mag de door het kabinet afgevoerde lucht ook via een hittesterilisator naar buiten afgevoerd worden.

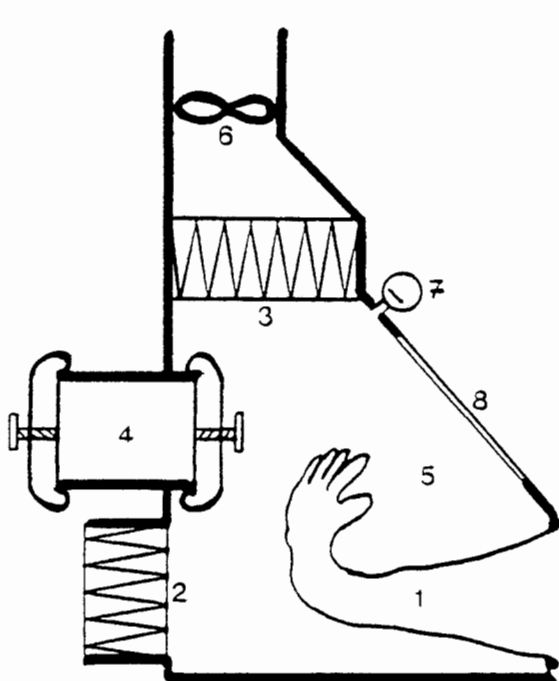


fig. B4.1 onderdelen

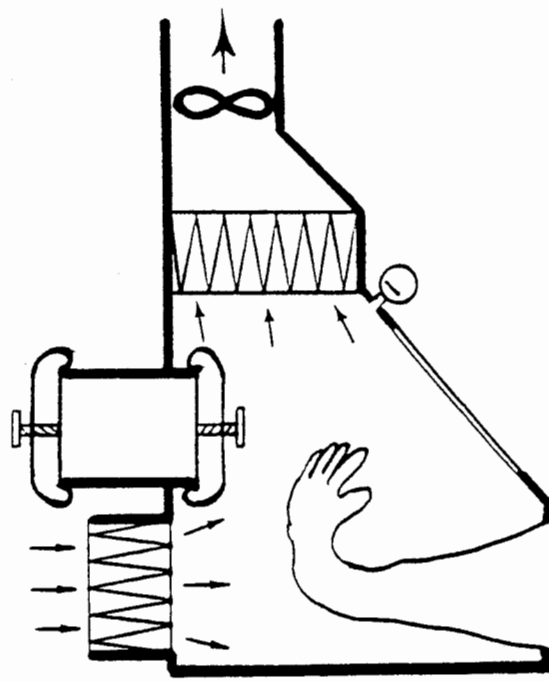


fig. B4.2 luchtstromen

Het microbiologisch veiligheidskabinet Klasse III beschermt de werker uitstekend tegen aerosolen afkomstig van het experiment. Het experiment kan niet besmet worden met kiemen uit de lucht van het laboratorium of door kiemen afkomstig van de werker voor het kabinet.

Door het ontbreken van een downflow is er bij het werken in een kabinet Klasse III een grotere kans op kruiskontaminatie dan bij werken in een veiligheidskabinet Klasse II.

Het veiligheidskabinet Klasse III is geschikt voor werk met micro-organismen uit alle pathogenengroepen.

Steriele luchtstroomkast

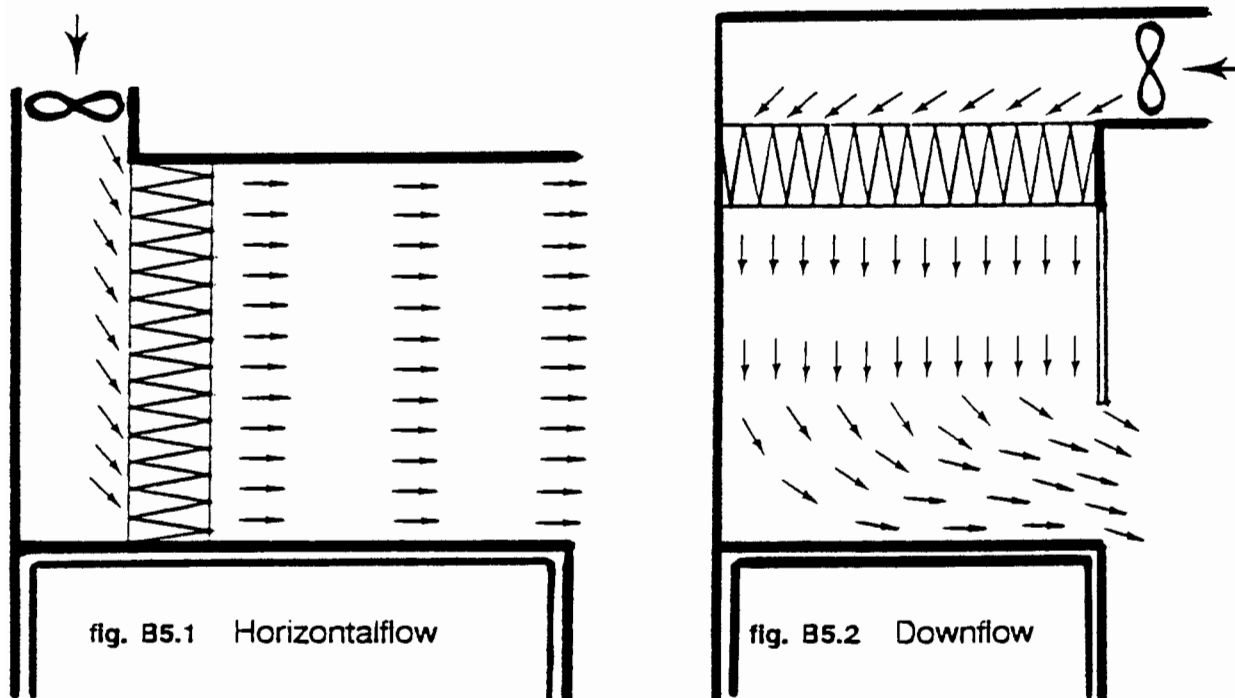
Steriele luchtstroomkasten zijn geen veiligheidskabinetten!!!

Een steriele luchtstroomkast wordt vaak verward met een veiligheidskabinet. Dit is een gevolg van de aanduidingen die ervoor gebruikt worden (crossflow-kabinet, laminaire flowbank, e.d.) en de vele uitvoeringen ervan die sterk op veiligheidskabinetten kunnen lijken. De steriele luchtstroomkast met downflow is niet altijd gemakkelijk te onderscheiden van sommige Klasse II veiligheidskabinetten.

Er zijn twee hoofdgroepen steriele luchtstroomkasten: horizontalflow en downflow kasten.

De horizontalflow steriele luchtstroomkast (fig. B5.1) werkt als volgt een ventilator zuigt lucht uit het laboratorium en blaast dit in een plenum dat aan één zijde afgesloten is met een HEPAfilter. De lucht die door dit filter in de werkruimte van de luchtstroomkast en over het werkblad door de grote werkopening in het laboratorium stroomt is overal gelijk van richting en snelheid (laminair).

De downflow steriele luchtstroomkast (fig. B5.2) werkt grotendeels op dezelfde wijze als de horizontalflow kast. Aan de voorzijde is een werkopening uitgespaard. Door deze werkopening blaast de steriele lucht in het laboratorium. Omdat het uitstroom-oppervlak van het HEPAfilter groter is dan de werkopening ontstaat hierin een luchtstroom met hogere snelheid. Tengevolge hiervan is de produkt-beschermingsfactor groter dan bij een horizontalflow kast.



In een steriele luchtstroomkast kunnen experimenten goed steriel uitgevoerd worden. Vrijkomende deeltjes worden rechtstreeks in de richting van de experimentator en in het laboratorium geblazen. Werken met pathogenen, giftige chemicaliën, radionucliden en allergenen is in deze luchtstroomkasten gevaarlijk voor de experimentator.

Gebruik de steriele luchtstroomkast alleen als u er zeker van bent dat tijdens de werkzaamheden geen gevaarlijke stoffen of micro-organismen kunnen vrijkomen.

Steriele luchtstroomkasten zijn geen veiligheidskabinetten!!!

Luchtafvoer van het veiligheidskabinet direct naar de buitenlucht

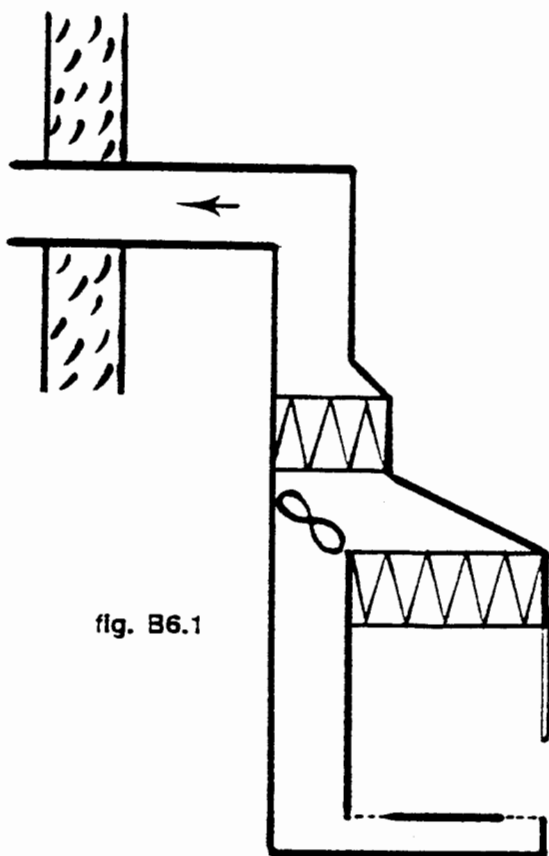


fig. B6.1

Van een veiligheidskabinet dat zijn lucht rechtstreeks naar buiten afvoert, worden de luchtstromen in het kabinet beïnvloed door de wisselende winddruk op het uiteinde van het luchtkanaal (fig. B6.1).

Dit kan ondervangen worden door gebruik te maken van een hulpventilator in het afzuigkanaal.

Deze hulpventilator heeft ook het voordeel dat, indien dit nodig mocht zijn, lange luchtafvoerkanalen gebruikt kunnen worden.

Tussen het veiligheidskabinet en de hulpventilator moet dan wel een open verbinding gemaakt worden om te voorkomen dat de twee ventilatoren elkaar te veel beïnvloeden (fig. B6.2). De ventilatoren moeten gelijktijdig werken en behoren daarom elektrisch gekoppeld te zijn.

In de literatuur wordt deze wijze van aansluiten de "Thimble" verbinding genoemd.

Bij deze wijze van aansluiten kan, als de hulpventilator uitvalt, besmette lucht in het laboratorium komen.

De Kernfysische Dienst van de Arbeidsinspectie wijst deze methode dan ook af bij het gebruik radionucliden.

Wel is toegestaan de open verbinding te vervangen door een bypass met terugslagklep en vlak boven het veiligheidskabinet een terugslagklep aan te brengen die moet voorkomen dat lucht in omgekeerde richting door het veiligheidskabinet stroomt (fig. B6.3).

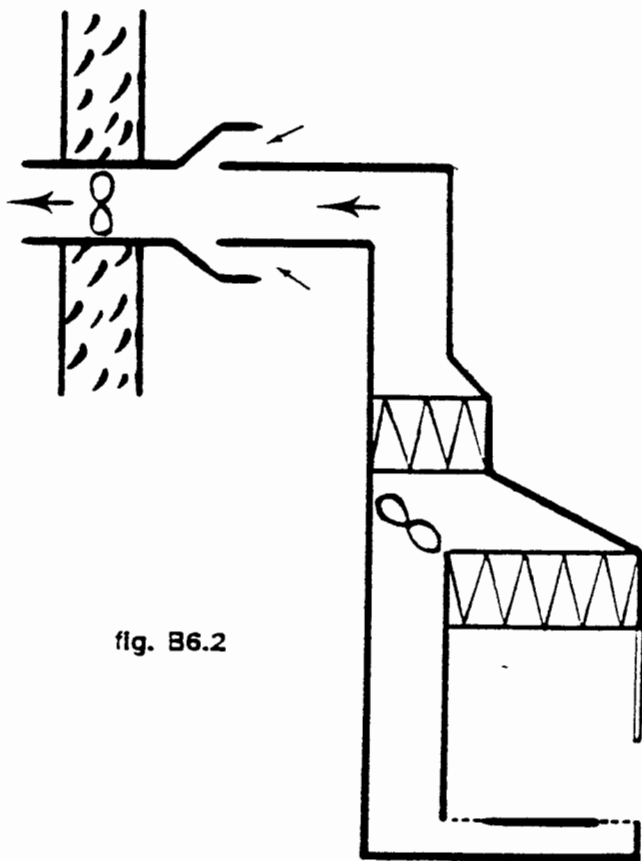


fig. B6.2

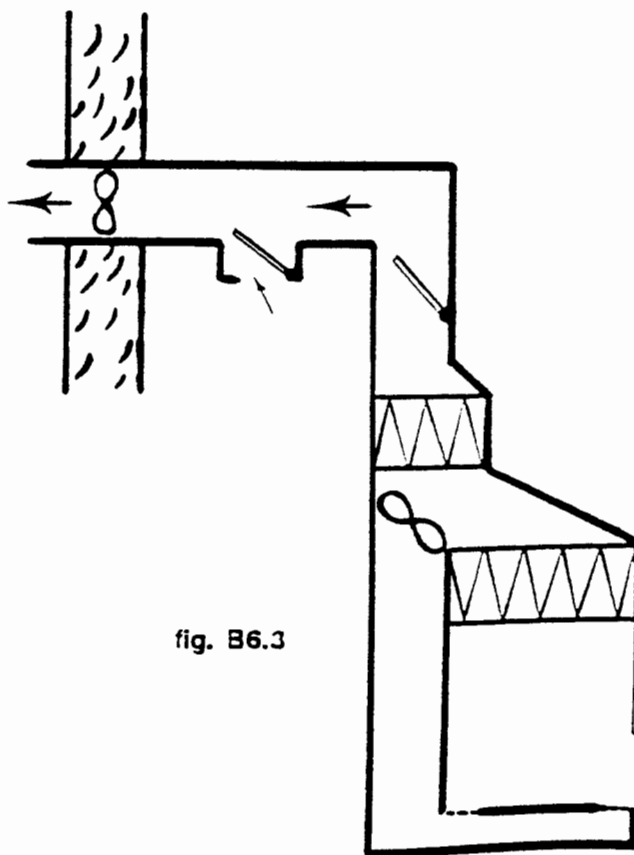
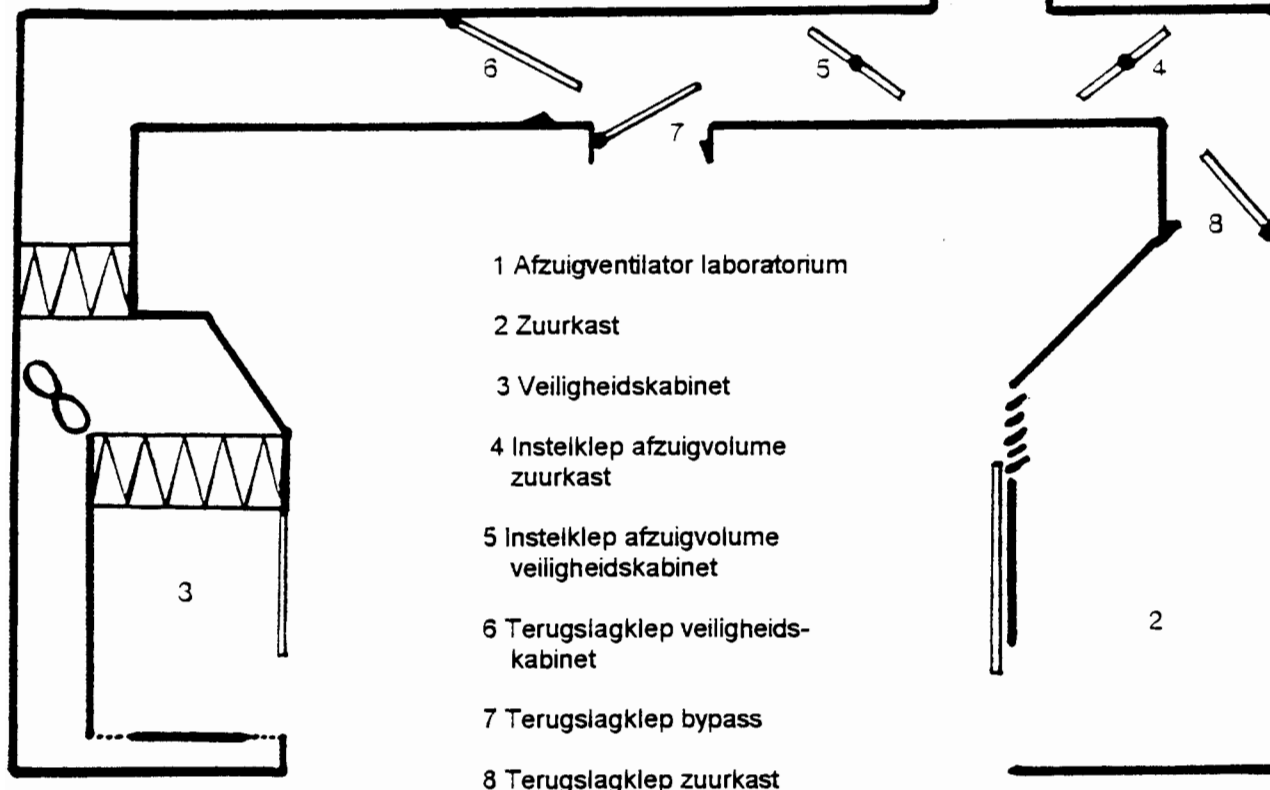


fig. B6.3

Koppeling van de afvoerlucht van het veiligheidskabinet met de laboratorium-ventilatie

BIJLAGE 7



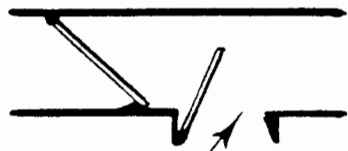
- 1 Afzuigventilator laboratorium
- 2 Zuurkast
- 3 Veiligheidskabinet
- 4 Instelklep afzuigvolume zuurkast
- 5 Instelklep afzuigvolume veiligheidskabinet
- 6 Terugslagklep veiligheidskabinet
- 7 Terugslagklep bypass
- 8 Terugslagklep zuurkast

Veiligheidskabinet Aan



Afzuiging laboratorium Aan

Veiligheidskabinet Uit



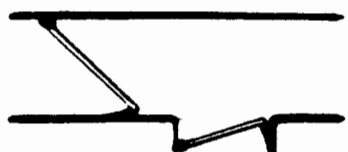
Afzuiging laboratorium Aan

Veiligheidskabinet Aan



Afzuiging laboratorium Uit

Veiligheidskabinet Uit



Afzuiging laboratorium Uit

Bepaling van de beschermingsfaktor van veiligheidskabinetten (met behulp van een bakterietest of een kaliumjodidetest)

De beschermingsfaktor wordt gedefinieerd als de verhouding tussen blootstelling aan aerosolen vrijgemaakt op een gewone laboratoriumtafel tot de blootstelling aan aerosolen, maar nu vrijgemaakt in de werkruimte van een werkend veiligheidskabinet.

Berekening:

Cdl = concentratie van deeltjes in de lucht van het laboratorium

$$\text{Beschermingsfaktor} = P = \frac{\text{Cdl (zonder gebruik veiligheidskabinet)}}{\text{Cdl (met gebruik veiligheidskabinet)}} \quad [1]$$

De volgende symbolen en definities worden gebruikt:

N = aantal deeltjes dat wordt vrijgemaakt

n = aantal deeltjes in een sample van de lucht in het laboratorium

V = effectieve ventilatie in het laboratorium (wordt op 600 m³/uur gesteld)

De lucht die door een veiligheidskabinet wordt aangezogen (± 400m³/uur)
draagt volledig bij aan deze 600m³/uur!

s = sample-aanzuigsnelheid in m³/uur

t = sampletijd in uren

$$\text{Als } t \geq \frac{\text{volume v.h.lab.}}{V}$$

dan geldt met goede benadering:

$$\text{Cdl (zonder gebruik veiligheidskabinet)} = \frac{N}{V \cdot t}$$

$$\text{Cdl (met gebruik veiligheidskabinet)} = \frac{n}{s \cdot t}$$

Met behulp van [1] volgt voor de beschermingsfaktor P:

$$P = \frac{N}{v \cdot t} / \frac{n}{s \cdot t} = \frac{N}{n} \cdot \frac{s}{V}$$

Met s = 6m³/uur en V = 600m³/uur volgt:

$$P = \frac{N}{100 n}$$

N kan worden berekend uit de hoeveelheid verneveld materiaal en de deeltjesgrootte en n kan bepaald worden door het aantal bakteriekolonies of kaliumjodidekristallen op het gebruikte filter te tellen.

Bij het testen van een veiligheidskabinet wordt de samplelucht vlak vóór de werkopening van het veiligheidskabinet aangezogen. Op deze plaats kan in het algemeen de hoogste concentratie van deeltjes, die uit het veiligheidskabinet ontsnappen, worden verwacht. Deze plaats ligt ook in de buurt van de ademzone van de experimentator die met het kabinet werkt.

"Lekkage" op andere plaatsen zal in het algemeen op de bovengenoemde meetplek een lagere concentratie veroorzaken bij eenzelfde bronsterkte.

Omdat alleen in het midden van het veiligheidskabinet deeltjes worden gegenereerd zal de deeltjesconcentratie aan de zijkanten van het kabinet veel lager zijn. Bovengenoemde twee effecten zijn er de oorzaak van dat lekkage aan de zijkanten van het veiligheidskabinet slechts sterk verzwakt tot uiting komt in de resultaten van de gebruikte testmethode.

Microbiologisch werk in combinatie met andere risico's

Werkzaamheden met microbiologisch materiaal, dat in een steriele luchtstroom moet worden uitgevoerd, komt vaak voor in combinatie met de volgende risico's:

B9.1 Toxische stoffen

Aanbevolen wordt de werkzaamheden uit te voeren in een veiligheidskabinet zonder interne recirculatie (Total Exhaust). Dit type veiligheidskabinet is voorzien van een luchtafvoerkanaal dat in de buitenlucht uitmondt.

Andere typen Klasse II veiligheidskabinetten zoals de uitvoeringen met enkelvoudige- en dubbele HEPAfiltering zijn ook bruikbaar mits dat ze aangesloten zijn op een luchtafvoerkanaal, in aanmerking genomen dat bij deze kabinetten vluchtige stoffen via de interne recirculatie van het veiligheidskabinet weer voor een deel over het experiment strijken.

Om het milieu te beschermen tegen vluchtige toxische stoffen die niet door de HEPAfilters worden afgevangen kan de afvoerlucht van het kabinet door een actief-koolfilter geleid worden.

Ten behoeve van het verwisselen en afvoeren van HEPAfilters dienen indien mogelijk voorzieningen zijn aangebracht. Deze voorzieningen moeten er voor zorgen dat eventueel van het HEPAfilter loskomende deeltjes in het laboratorium terecht komen of in aanraking komen met degene die de filters vervangt. Dit is vooral bij de standaardfilters van 1200x600mm en 1800x600mm een probleem. De filters dienen als chemisch afval te worden afgevoerd.

N.B. Vooral bij het werken met toxische stoffen die in zeer kleine hoeveelheden gezondheidsschade kunnen veroorzaken, kan het gebruik van een veiligheidskabinet zonder luchtafvoerkanaal risico's met zich mee brengen.

B9.2 Vluchtige brandbare stoffen

Ook hier wordt aanbevolen de werkzaamheden uit te voeren in een veiligheidskabinet zonder recirculatie (Total Exhaust). Dit type veiligheidskabinet is voorzien van een luchtafvoerkanaal dat in de buitenlucht uitmondt.

Wil men toch gebruik maken van een kabinet waarin een deel van de lucht terugkomt in de werkruimte van het kabinet dan moet men accepteren dat een deel van de afgevoerde vluchtige stoffen via de downflow over het experiment strijkt. Men dient rekening te houden met explosiegevaar in een kabinet met interne recirculatie. Er zal op gelet dienen te worden dat de concentratie van een brandbaar gas ver onder de explosiegrens blijft.

Ten aanzien van de bescherming van het milieu wordt verwezen naar de opmerkingen daarover in de vorige paragraaf (B9.1).

B9.3 Radionucliden

Zowel voor het werk met vluchtige- als niet vluchtige radionucliden moet het veiligheidskabinet van een luchtafvoerkanaal voorzien zijn dat in de buitenlucht uitmondt.

Schermen ten behoeve van afscherming van straling moeten zodanig boven de voorste afzuigspleet zijn geplaatst dat het stromingspatroon van de downflow en de instromende lucht in de werkopening zo min mogelijk worden verstoord.

Voor de problemen die kunnen optreden bij de bescherming van het milieu en het steriliseren van het veiligheidskabinet wordt verwezen naar paragraaf B9.1.

Radioactief besmette filters dienen als radioactief besmet afval te worden afgevoerd of enige tijd opgeslagen te worden afhankelijk van het radionuclide waarmee de filters besmet zijn. Ten behoeve van het verwisselen en afvoeren van HEPAfilters moeten dezelfde voorzieningen worden aangebracht en moet met dezelfde risico's rekening worden gehouden als genoemd in paragraaf B9.1.

B9.4 Allergenen

Bij het kweken en houden van proefdieren kunnen allergenen vrijkomen. Voor deze werkzaamheden kan een veiligheidskabinet gebruikt worden van het type dat in 3.1 wordt beschreven. De kans op het ontstaan van allergische reacties wordt sterk verkleind omdat de allergenen niet in het laboratorium terechtkomen. Als grote aantallen proefdieren tegelijk in het kabinet aanwezig zijn, kan de temperatuur in het kabinet (door gedeeltelijke recirculatie van de door de dieren geproduceerde warmte) tot ongewenste hoogte oplopen. Inbouw van een koelspiraal kan dit bezwaar ondervangen, maar een te lage temperatuur van het koelwater kan condensatieproblemen opleveren.

Het Total Exhaust veiligheidskabinet (zie: 3.3) voert de door de proefdieren geproduceerde warmte direct af en is bij uitstek geschikt voor het werken met proefdieren.