

ONTWERP EN INRICHTING VAN LABORATORIUMRUIMTEN

AANBEVELINGEN GEZIEN VANUIT VEILIGHEIDSKUNDIG EN ARBEIDSHYGIENISCH PERSPECTIEF

IAVM-rapport nummer 28

juni 1995

Interuniversitaire Adviescommissie voor Veiligheids- en Milieuwetgeving
Werkgroep Chemische Arbeidshygiëne, subwerkgroep Lab 2000

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

Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier.

Samenstellers van het rapport

Ing. A. de Graaf	Nederlands Kanker Instituut/Antoni van Leeuwen- hoek Ziekenhuis, Amsterdam
Ing. T. Jonkhoff	Adviesbureau Veiligheid en Milieu, Purmerend
A.G. Kroes	Koninklijke/Shell-Laboratorium, Amsterdam
Ing. M. van der Steeg	Rijksuniversiteit Leiden

INHOUD

Inleiding	1
1. Ontwerp en inrichting: de 1e fase	3
1.1 Problematiek	3
1.2 Opstellen voorlopig Programma van Eisen	4
1.2.1 Aard en omvang van de werkzaamheden	4
1.2.2 Samenhang van de activiteiten	4
1.2.3 Verdeling en/of samenvoeging van bepaalde taken	4
1.2.4 Ruimte-eisen en -wensen	4
1.2.5 Nevenruimten	5
1.2.6 Overige primaire zaken	5
1.3 VGW-doelstellingen en -aandachtspunten	6
1.4 Milieuvoorzieningen	6
1.4.1 Water	6
1.4.2 Lucht	7
1.4.3 Milieuzonering	8
1.5 Het gewenste beschermingsniveau	8
1.6 Wettelijke eisen / richtlijnen	8
1.7 Overige literatuur	8
2. Ontwerp en inrichting: de 2e fase	9
2.1 Multifunctionaliteit en flexibiliteit bij de inrichting	9
2.1.1 Risico's	9
2.1.2 Inperkingsniveaus	10
2.2 Lay-out etage	11
2.2.1 Daglicht en uitzicht	12
2.3 Inrichting laboratoriumzaal	13
2.4 Inrichting werkplek	15
2.4.1 Verlichting	16
2.4.2 Afmetingen werkplek	16
2.5 De afgezogen (ingekaste) werkplek	17
2.6 Wettelijke eisen / richtlijnen	18
2.7 Overige literatuur	18
3. Opslag	19
3.1 Soorten opslagruimten	19
3.2 Opslagruimten zonder nadere eisen	20
3.3 Opslagruimten met alleen ventilatie	20
3.4 Opslagruimten met hoge/lage temperaturen	20
3.5 Opslagruimten voor gevaarlijke (niet radio-actieve) stoffen	21
3.5.1 Maximaal toegestane hoeveelheid in de werkruimte	22
3.5.2 Opstelplaats in de werkruimte	22
3.5.3 Constructie-eisen voor losse kasten en bouwkundige kasten	22
3.5.4 Opslag buiten de werkruimte (CPR 15-1)	23
3.5.5 Constructie-eisen voor kluizen (CPR 15-1)	23

3.6	Opstel- en opslagplaats van gasflessen	23
3.7	Opslag van chemisch en radioactief afval	24
3.8	Wettelijke eisen / richtlijnen	25
3.9	Overige literatuur	25
4.	Transport	26
4.1	Materialen	26
4.2	Logistiek	27
4.3	Risico	27
4.4	Maatregelen	28
4.4.1	Transportbeperking	28
4.4.2	Transportmiddelen	29
4.4.3	Transportrouting	30
4.4.4	Voorschriften / voorlichting	30
4.5	Wettelijke eisen / richtlijnen	31
4.6	Overige literatuur	31
5.	Faciliteiten voorzieningen	32
5.1	Aandachtspunten bij keuze distributiesysteem	32
5.2	Distributiesysteem	33
5.2.1	Gering aantal grote schachten	33
5.2.2	Meerdere kleine schachten	33
5.3	Keuze tussen centrale en decentrale gassenvoorziening	34
5.4	Institutionele voorzieningen en flexibiliteit	34
5.4.1	Gradaties in flexibiliteit	34
5.4.2	Uitvoering aansluitingen naar het afnamepunt	35
5.5	Milieu-aspecten	35
5.6	Wettelijke eisen / richtlijnen	37
5.7	Overige literatuur	37
6.	Klimaat, ventilatie en geluid	38
6.1	Thermisch binnenklimaat	38
6.2	Mechanische ruimteventilatie	39
6.3	Zuurkasten en veiligheidskabinetten	40
6.3.1	Zuurkasten	40
6.3.2	Zuurkast met suppletie-lucht	42
6.3.3	Veiligheidskabinetten	42
6.4	Plaatselijke afzuiging	43
6.5	Afvoeren van gebruikte lucht	43
6.5.1	Toepassing van koolstoffilters	43
6.6	Geluid	44
6.6.1	Ventilatie	44
6.6.2	Inrichting	45
6.7	Wettelijke eisen / richtlijnen	46
6.8	Overige literatuur	47
7.	Eisen aan meubilair, vloeren, wanden en werkbladen	49
7.1	Meubilair	49
7.2	Materialen en inrichtingseisen / normstelling	50
7.2.1	Vloeren	50

7.2.2	Wanden	52
7.2.3	Werkbladen	53
7.3	Wettelijke eisen / richtlijnen	54
7.4	Overige literatuur	55
8.	Veiligheidsvoorzieningen	56
8.1	Brandveiligheidsvoorzieningen	56
8.1.1	Brandmeldingssysteem	56
8.1.2	Ontruimingsinstallatie	56
8.1.3	Brandweerliften	57
8.1.4	Nooduitgangen, vluchtwegen	57
8.2	Nood- en oogdouches	57
8.3	Uitschakelmogelijkheid utiliteitsvoorzieningen	58
8.4	Diversen	58
8.5	Wettelijke eisen / richtlijnen	59
8.6	Overige literatuur	60
9.	Wetgeving	61
9.1	Bouwbesluit en Arbowet	61
9.1.1	De uitgangspunten van het Bouwbesluit	61
9.1.2	Verschillen tussen Bouwbesluit en Arbowet	62
9.1.3	Overlap tussen Arbowet en Bouwbesluit	63
9.1.4	Energiezuinigheid en prestatie-eisen	65
9.2	Ontwerp Arbobesluit	65
9.2.1	Risico-inventarisatie en -evaluatie	65
9.3	Wettelijke eisen / richtlijnen	66
9.4	Overige literatuur	66
	Lijst met termen en afkortingen	67
Bijlage:	Resultaten vragenlijst laboratoriumindeling en -inrichting en gebruik van de faciliteiten	68

INLEIDING

De subwerkgroep Lab 2000 van de IAVM werkgroep Chemische Arbeidshygiëne heeft dit rapport samengesteld met het doel de diverse bestaande informatie en literatuur over ontwerp en inrichting van met name chemische laboratoria te bundelen. Het accent ligt daarbij op de laboratoriumruimte zelf en de direct aan het laboratorium gerelateerde ruimten zoals opslagruimten, met als uitgangspunt de Arbowet en de gebruikers van de laboratoria. De lezer kan op deze wijze snel een overzicht krijgen van de bestaande wetten en normen alsmede de algemeen erkende regelen der techniek. In de eerste twee hoofdstukken wordt een overzicht gegeven wat er bij ontwerp en inrichting aan de orde komt. Diverse onderwerpen worden in de hoofdstukken drie t/m acht verder uitgewerkt. In de hoofdstukken "wettelijke eisen / richtlijnen" en "overige literatuur" wordt een opsomming gegeven van relevante achtergrond informatie. Aspecten als multifunctionaliteit en flexibiliteit, arbeidshygiëne en milieu van de in te richten ruimten krijgen in dit rapport de nodige aandacht. Recent is het Bouwbesluit van kracht geworden. De eisen in het Bouwbesluit zijn deels overlappend met de Arbowet. Omdat het Bouwbesluit slechts deels van kracht is voor laboratoria, maar wel veel relevante informatie bevat, is hierover in hoofdstuk 9 een korte samenvatting opgenomen. In dit hoofdstuk is in het kort het verschil geschetst tussen het Concept-Arbobesluit en de oude Veiligheidsbesluiten. Tijdens het opstellen van dit rapport was er nog geen duidelijkheid over de definitieve inhoud van het Arbobesluit. Duidelijk is wel dat exacte VBF bepalingen komen te vervallen. Specifieke maatregelen moeten meer dan ooit gestoeld zijn op de risico-inventarisatie en -evaluatie. In dit rapport wordt op daar verder niet op ingegaan.

Omdat dit rapport, gezien de hoeveelheid bestaande informatie, nooit volledig kan zijn, is het raadzaam de achtergrondinformatie zo nodig te raadplegen. Bepaalde aspecten zoals noodvoorzieningen en verlichting staan ook goed beschreven in de P/CP-bladen; voor de volledigheid zijn deze onderwerpen beknopt opgenomen.

Het rapport beoogt wel de huidige stand van zaken betreffende het ontwerp en inrichting van laboratoria weer te geven. Een enquête "Laboratorium-indeling en -inrichting en gebruik van faciliteiten" geeft een beeld van de ontwikkelingen op dit gebied.

Ieder laboratorium verschilt v.w.b. organisatie en bewoners. Er zijn daarom nooit uniforme richtlijnen te geven. De ene keer heeft flexibiliteit de voorkeur, een andere keer kunnen budgettaire redenen de oorzaak zijn voor het nemen van bepaalde beslissingen. Deze keuzes kunnen niet vooraf in dit rapport worden gemaakt. Het moet daarom worden gezien als een geheugensteun en wegwijzer naar overige literatuur betreffende ontwerp en inrichting.

Bij inrichting, bouw of verbouw is een goed programma van eisen onontbeerlijk. Vroegtijdige betrokkenheid van de gebruikers kan veel problemen achteraf voorkomen. Ook de keuze van de architect is in de ontwerpfase van groot belang. Deze moet in zijn ontwerp VGWM-aspecten meenemen en bereid zijn

zich hierin flexibel op te stellen.

Het is raadzaam bij het PvE nauwkeurig de prestatienormen te formuleren (b.v. zuurkasten, ventilatie) en deze bij oplevering te controleren. Afwijkingen kunnen dan tijdig hersteld worden. Voor de gebruiker is het zinvol om een gebruiksaanwijzing van het laboratoriumgebouw op te stellen. Hierbij valt te denken aan het juist gebruik van ventilatiesystemen, zuurkasten en nood- en nutsvoorzieningen.

De samenstellers van dit rapport hopen dat het rapport mede als hulpmiddel en ruggeleuning gebruikt kan worden bij het overleg van veiligheidskundigen met bouwkundigen.

1. ONTWERP EN INRICHTING: 1E FASE

1.1 Problematiek

De problematiek bij het ontwerpen en inrichten van een laboratoriumgebouw wordt in sterke mate bepaald door enerzijds de snelle veranderingen in type laboratoriumwerk met de daarbij behorende arbeidshygiënische en logistieke aspecten en anderzijds de steeds strengere milieunormen.

Kort samengevat zou men kunnen stellen, dat de problematiek zich toespitst op de volgende punten:

- Multifunctionaliteit/flexibiliteit van het gebouw, de werkruimte en de werkplek t.a.v. de wijziging in arbeidshygiënische eisen en in de aard van de werkzaamheden.
- Uitvoering van het ventilatiesysteem, waarbij o.a. te denken aan "basis-ventilatie" naast de "zuurkastventilatie" en aan de "afgezogen werkplek" versus de traditionele zuurkast. -
- De logistiek van grond-, hulp- en afvalstoffen en produkten zoals wat, waar en hoe en de te gebruiken transportroutes.
- Hoe bouwkundig en werktuigbouwkundig in te spelen op nog te verwachten milieu-eisen t.a.v. afvalwater en afvallucht.

Vragen die daarbij een rol spelen zijn:

- Wat zijn de verwachtingen ten aanzien van de ruimtelijke scheiding van functies op gebouw- en werkruimteniveau. Hierbij valt onder meer te denken aan scheiding van werk- en schrijfruimte en aan clustering van werkzaamheden met overeenkomstig beschermingsniveau.
- In welke mate valt flexibiliteit in te brengen in het gebouw met betrekking tot casco, techniek, inrichting.
- Welke veranderingen in de aard van het laboratoriumwerk zijn er nog te verwachten.

Hierbij valt te denken aan:

- verdergaande automatisering/computerisering;
- meer/of minder apparatuur;
- een toename of juist een afname in het gebruik van (zeer) toxische of anderszins gevaarlijke stoffen;
- de mogelijkheid van strenger wordende wetgeving, waardoor zwaardere eisen gesteld worden aan de opslag, het vervoer en het beheer van chemicaliën. Wat betekent dit voor de plaats van de opslagruimten en de grootte van de voorraden.

Al deze vragen dienen zo goed mogelijk beantwoord te zijn voordat met het ontwerpen van het gebouw of de etage wordt begonnen.

Zoals uit de vragen blijkt zal de toekomstige gebruiker een belangrijke rol spelen bij het opstellen van het programma van eisen.

1.2 Opstellen voorlopig Programma van Eisen

Voor het opstellen van een voorlopig Programma van Eisen (PvE) dient er duidelijkheid te zijn ten aanzien van de hierna genoemde punten.

1.2.1 Aard en omvang van de werkzaamheden

Type werk

Routinematig, controlerend, analytisch, synthetisch, chemisch/fysisch, fysisch, etc.

Omvang van het werk

Laboratoriumschaal, benchscale (ontwikkelingswerk in grotere apparatuur).

Aard van de risico's

- chemicaliën (brandbaar/giftig, agressief/schadelijk, kankerverwekkend /reprotoxisch);
- radio-actieve stoffen;
- micro-organismen;
- genetisch gemodificeerde organismen (ggo's);
- proefdieren;
- proefplanten;
- ioniserende straling en magnetische velden uitzendende apparatuur;
- overige fysische risico's/niet ioniserende straling (electra, geluid, UV, lasers)

Specifieke ruimte-eisen

- conditionering (temperatuur, relatieve vochtigheid);
- afscherming van straling (b.v. magneetvelden, lasers).

1.2.2 Samenhang van de activiteiten

Rekening dient te worden gehouden met:

- logistieke werkrelaties tussen afdelingen/secties/werkgroepen;
- het gezamenlijk gebruik van bepaalde voorzieningen/apparatuur;
- het gezamenlijk gebruik van bepaalde specifieke ruimten;
- het clusteren van werkzaamheden met eenzelfde risico of risico-niveau.

1.2.3 Verdeling en/of samenvoeging van bepaalde taken

Hierbij onder meer te denken aan het concentreren van bepaalde type werkzaamheden (analytische, radiologische, nat-chemische, droog-chemische, microbiologische, schrijf- en rekenwerkzaamheden, enz.).

1.2.4 Ruimte-eisen en -wensen

Vloeroppervlak, grootte van de werkplek (werktafel, zuurkast, veiligheidskabinet, opslagruimte, opstelruimte), kantoor- en schrijf(registratie)ruimte, dit alles

gegeven per laboratoriummedewerker.

Daarnaast dient geïnventariseerd te worden de aard en het oppervlak van alle gewenste nevenruimten en de relatie daarvan tot de werkruimte.

In de praktijk blijken deze getallen (per labmedewerker) sterk afhankelijk te zijn van het type labwerk. Er zijn dan ook geen regels voor te geven (zie ook enquête-resultaten in de bijlage).

1.2.5 Nevenruimten

Mogelijk vereiste of gewenste nevenruimten:

- Voldoende administratieve ruimten, rekening houdend met de steeds toenemende automatisering en dataverwerking. Ook het weren van permanente administratieve werkplekken uit laboratoriumwerkruimten met chemisch of ander besmettingsgevaar, speelt hierbij een belangrijke rol.
- Opslag (voorraad)faciliteiten nabij de werkruimten voor de diverse categorieën (gevaarlijke) stoffen en opstel- en voorraadruidten voor gasflessen.
- Opslag (voorraad)faciliteiten op grotere afstand van de werkruimten (in en/of buiten het gebouw) voor de grotere hoeveelheden.
- Opslagruimten voor apparatuur.
- Opslagruimten voor tijdelijke opslag van gevaarlijk (chemisch-, radioactief-, ggo- en specifiek ziekenhuisafval).

Overige nevenruimten, verspreid of geclusterd:

- pauzeruimten;
- kleding-, douche- en verkleedruimten;
- spoelruimte voor glaswerk;
- gehandicaptoilet;
- bibliotheek;
- ruimten met verhoogde of verlaagde temperatuur voor specifieke werkzaamheden of andere doeleinden;
- ruimten waar daglicht niet gewenst is, eventueel met speciale verlichting;
- computerruimten;
- meetkamers/weegkamers.

Zie ook de hoofdstukken 3 (Opslag) en 4 (Transport).

1.2.6 Overige primaire zaken

Hiertoe behoren onder andere de mogelijkheden en beperkingen van de bouwlokatie, de voorwaarden ten aanzien van de afmetingen, het beschikbare budget en de tijdsplanning.

Ook de keuze van de overleg- en ontwerpprocedures en de personele samenstelling van de bijbehorende commissies zijn primaire zaken.

1.3 VGW-doelstellingen en -aandachtspunten

Minimaal dient voldaan te worden aan de van toepassing zijnde wettelijke eisen en geaccepteerde normen en richtlijnen zoals de Arbowet, het toekomstige Arbobesluit en het Bouwbesluit zijn. Daarenboven kunnen ten aanzien van VGW-knelpunten ontwerpdoelstellingen geformuleerd worden, gebaseerd op een optimalisatie van de arbeidsomstandigheden. Sleutelbegrippen hierbij zijn: een brongericht beleid en een risicobeheersingsniveau gebaseerd op de algemeen erkende stand van techniek en wetenschap.

Aandachtspunten voor de VGW-doelstellingen zijn:

- Ergonomisch ontwerp van werkplek en werkomgeving (zie paragraaf 7.1, Meubilair).
- De te hanteren arbeidshygiënische normen (zie paragraaf 6.6, Geluid).
- Veiligheidsvoorzieningen afgestemd op optimale veiligheid:
 - brandcompartimentering, -preventie en -repressie;
 - nooddouches, blussers en andere eerste-hulp middelen volgens een vast patroon;
 - alarmeringen en noodstopvoorzieningen volgens een vast patroon;
 - duidelijke vluchtwegen;
 - noodstroomvoorzieningen ter voorkoming van onveilige situaties bij stroomuitval (zie hoofdstuk 8, Veiligheidsvoorzieningen).
- Bepalingen voor daglicht en uitzicht (zie paragraaf 2.2.1, Daglicht en uitzicht).

1.4 Milieuvoorzieningen

De milieu-eisen ten aanzien van af te voeren lucht, water en afval en ten aanzien van geluidproductie en milieuzonering worden steeds strenger. Het is aan te bevelen om de milieuvoorzieningen te baseren op de te verwachten toekomstige ontwikkelingen.

1.4.1 Water

De herziene nota d.d. juni 1989, van de Werkgroep VI van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (CUWVO), bevat de meest recente conclusies en aanbevelingen voor waterkwaliteitsbeheerders (vergunningverleners).

Het door het bedrijf/organisatie te voeren beleid t.a.v. de afvalwaterproblematiek van laboratoria dient gericht te zijn op het voorkomen van verontreiniging van het afvalwater door bedrijfsinterne maatregelen voor te schrijven of het nemen daarvan te bevorderen. Afhankelijk van de gestelde eisen in de WVO vergunning kunnen voorzieningen (putjes) voor het nemen van watermonsters noodzakelijk zijn. Naast verontreiniging van het te lozen water is beperking van het (drink)watergebruik uit milieu-oogpunt wenselijk (zie paragraaf 5.5, Milieu-aspecten).

Deze maatregelen dienen gericht te zijn op 'bestrijding aan de bron'.

Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn:

- Vermijden van het gebruik van stoffen die voorkomen op de zwarte lijst.
- Gebruik van best bestaande c.q. best uitvoerbare technieken ter beperking/voorkoming van lozing van bepaalde stoffen vanwege hun toxiciteit, persistentie of mate van bio-accumulatie.
- Lozing van andere stoffen beperken met best uitvoerbare technieken.
- Inzamelsysteem voor bepaalde categorieën van afvalstoffen.
- Bepaalde voorzieningen voor het voorspoelen van glaswerk.

Ook in het nieuwe milieuvergunningstelsel voor inrichtingen (Wet milieubeheer) blijft naast de toekomstige integrale milieuvergunning nog een aparte vergunning ingevolge de Wet verontreiniging oppervlaktewateren vereist.

1.4.2 Lucht

De Nederlandse Emissie Richtlijnen (NER) zijn in mei 1992 definitief vastgesteld.

De NER is bedoeld voor alle vergunningverlenende instanties in Nederland. De NER heeft tot doel de voorschriften in vergunningen m.b.t. emissies naar de lucht te harmoniseren.

De NER is van toepassing op alle proces-emissies naar de lucht met uitzondering van die inrichtingen waarvan de emissies naar de lucht op grond van andere wetgeving zijn geregeld.

In de NER is als uitgangspunt dezelfde systematiek gehanteerd als in de Duitse TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Bundesminister des Innern).

De NER gaat uit van concentratie-eisen die, afhankelijk van de massastroom, als bovengrens gelden voor te onderscheiden puntbronnen.

De emissie-eisen zijn gerelateerd aan de MAC-waarden.

Bij de voor te schrijven emissiebeperkende bepalingen wordt onderscheid gemaakt tussen stoffen met een minimalisatieverplichting (carcinogenen zonder drempelwaarde en extreem risicovolle stoffen) en componenten zonder dergelijke verplichting.

De emissiebeperkende bepalingen worden onderscheiden in:

- Procesgeïntegreerde maatregelen (aanpassing of verandering van de grond- en hulpstoffen etc.).
- Beperking van emissies (beperking massastroom en concentratie).
- Nageschakelde technieken.

De algemene mening is dat de NER moeilijk (letterlijk) toepasbaar is op laboratoria (dus geen emissiemetingen), maar dat de vergunningverlener de NER wel als richtlijn zal gaan gebruiken. In 1995 zullen specifieke voorwaarden aan research-laboratoria in een toegevoegd hoofdstuk in de NER worden opgenomen. De verwachting is dat controle van de emissies (emissiebeper-

king) wordt voorgeschreven via een milieuzorgsysteem (zie ook paragraaf 6.5.1, Toepassing van koolstoffilters).

Naast concentratie-eisen per stof volgens de NER kan de vergunningverlener in het verlengde van het actieprogramma Koolwaterstoffen 2000 (KWS-2000) een reductie-doelstelling opleggen aan de (totale) emissie van koolwaterstoffen (b.v. oplosmiddelen).

1.4.3 Milieuzonering

De VNG-uitgave "Bedrijven- en milieuzorg" is lange tijd als 'common practice' gebruikt. In juli 1992 is er een geheel herziene uitgave verschenen.

In de nieuwe uitgave blijft voor chemische en biochemische laboratoria de afstand tot woonbebouwing op 50 m. Deze afstand is gebaseerd op het aspect 'gevaar'. Deze laboratoria vallen onder categorie 3, dat wil zeggen "Op grond van hun milieubelasting toelaatbaar aan de rand van woonwijken".

Voor medisch en hoger onderwijs is de afstand 30 m en de betreffende categorie 2, dat wil zeggen "Op grond van hun milieubelasting toelaatbaar tussen of in directe nabijheid van woningen".

1.5 Het gewenste beschermingsniveau

Werkzaamheden met micro-organismen, radioactieve stoffen en ggo's (recombinant DNA werkzaamheden) zijn ingedeeld in gevarenklassen met bijbehorend beschermingsniveau. Het beschermingsniveau wordt bereikt met een specifiek pakket aan bouwkundige- en inrichtingseisen alsmede organisatorische maatregelen en voorzieningen. Op analoge wijze is ook een aantal risiconiveaus voor het werken met chemische stoffen beschreven (zie paragrafen 2.1.1, Risico's en 2.1.2, Inperkingsniveaus).

1.6 Wettelijke eisen / richtlijnen

- Herziene nota d.d. juni 1989, van de Werkgroep VI van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (CUWVO).
- NER/TA-luft; de NER (ISBN 90-6960-023-4) is te bestellen bij: Stafbureau NER, p/a RIVM/LAE, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven.
- De Nationale MAC-lijst 1994, publicatieblad 145, Arbeidsinspectie.

1.7 Overige literatuur

- Lees, R and Smith, A.F. (eds). Design, Construction and Refurbishment of laboratories, Ellis Horwood Ltd., Chichester, UK, 1984. ISBN 0-85312-645-3.
- Ashbrook, P.C. and Renfrew, M.M. (eds), Safe laboratories: Principles and Practices for Design and Remodelling, Levis Publishers Inc., Michigan, USA, 1991. ISBN 0-87371-200-5.
- Bedrijven en milieuzorg, VNG-uitgave, geheel herziene uitgave 1992, ISBN 90-322-3315-7.

2. ONTWERP EN INRICHTING: DE 2E FASE

2.1 Multifunctionaliteit en flexibiliteit bij de inrichting

De aard van de werkzaamheden, werkpatronen, te gebruiken apparatuur, werkorganisatie zijn continu in ontwikkeling en onderhevig aan verandering. Aanpassing van bouw en inrichting zullen daardoor regelmatig plaatsvinden. Daartoe is het gewenst bij het bouwkundig ontwerp en de inrichting zoveel mogelijk rekening te houden met *multifunctionaliteit* (afmetingen, afwerking, containment) en *flexibiliteit* (ventilatiesysteem, distributiesystemen, type scheidingswand en meubilair).

Aandachtspunten zijn:

- Bij het ventilatiesysteem zijn er variabelen in luchtdoorzet, luchtbehandeling en plaatsing van afzuigpunten en scheidingswanden.
- Reserve in de mediadistributiesystemen.
- Verplaatsbare wanden waardoor ruimten niet alleen groter of kleiner gemaakt kunnen worden, maar ook een andere bestemming kunnen krijgen.

Zie ook hoofdstuk 5, Faciliteiten voorzieningen.

2.1.1 Risico's

Werkzaamheden in laboratoria kunnen, op grond van grootte en aard van het (potentieel) risico ingedeeld worden in een aantal risicoklassen. Afhankelijk van het niveau van risico worden er onder andere eisen gesteld aan de inrichting van het laboratorium en aan de gedragsregels van de medewerkers. Onderscheiden worden 4 inperkings(risico)niveaus, variërend van laag tot zeer hoog, waarbij de omvang en strengheid van de maatregelen en de voorzieningen toenemen bij een hoger inperkingsniveau. In bepaalde gevallen is er sprake van een wettelijk voorschrift, in andere gevallen is er sprake van richtlijnen die zijn opgesteld door deskundigen.

Al naar gelang het soort werk zijn er specifieke risico's. Hierbij kunnen we onderscheiden:

- Het werken met schadelijke / gevaarlijke chemicaliën. Hierbij kunnen er directe effecten op de medewerkers zijn, b.v. bij toxische of corrosieve stoffen, en effecten op lange-termijn, b.v. bij carcinogene stoffen.
- Het werken met radioactieve materialen. In het algemeen is hierbij sprake van lange-termijn effecten.
- Het werken met biologische materialen. Effecten kunnen hierbij o.a. besmetting en het direct of op lange-termijn veroorzaken van ziekte zijn.
- Het werken met genetisch gemodificeerde organismen. Ook hierbij kan een ziekte worden veroorzaakt. Tevens bestaat hierbij het risico dat b.v. nieuwe resistente bacteriën in het milieu worden geïntroduceerd.
- Overige risico's zoals fysische risico's (b.v. lasers, elektroforese appa-

ratuur) en mechanische risico's (knellen, snijden) door apparatuur- en materiaalgebruik.

Afhankelijk van de grootte van de risico's die gepaard gaan met het werken met bovenstaande materialen dienen beschermende maatregelen te worden genomen. Beschermende maatregelen kunnen bestaan uit het hanteren van een bepaalde werkwijze, het toepassen van speciale apparatuur, het gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen en het werken in laboratoria met speciale voorzieningen. Al naar gelang het voorzieningenniveau van laboratoria spreekt men over een bepaald inperkingsniveau.

2.1.2 Inperkingsniveaus

Bij elk inperkingsniveau behoort een pakket eisen voor de bescherming van de labmedewerkers en de bescherming van de omgeving in en buiten het gebouw. Dit betreft onder meer:

- de toegang tot het laboratorium (vrij / beperkt, wel of geen sluis);
- het dragen van werkkleding;
- de uitvoering van vloeren, wanden en labmeubilair;
- de ventilatie (algemeen en lokaal, onderdruk);
- het aanwezig zijn van speciale voorzieningen, zoals b.v. zuurkasten, biohazard kasten, zelfinperkende/gesloten apparatuur, etc.;
- opslag van stoffen;
- afvoer afval en lozing.

Voor het werken met (niet-radioactieve) chemicaliën zijn van een lage tot zeer hoge inperking de niveaus 1 t/m 4 te onderscheiden. Voor het werken met radioactieve chemicaliën wordt een onderscheid gemaakt in D, C, B en A laboratoria. Bij het werken met genetisch gemodificeerde organismen is sprake van VMT, C-I, C-II en C-III laboratoria en bij overige biologische werkzaamheden van FIN-1, FIN-2 en FIN-3 laboratoria (N.B.: alle genoemde classificaties zijn gerangschikt van laag naar hoog).

Bij de bouw en inrichting van een laboratorium zal vooraf bepaald moeten worden welke werkzaamheden worden uitgevoerd en welk niveau van inperking hiervoor vereist is. De snelle ontwikkelingen in het onderzoek, het gebruik maken van steeds weer nieuwe, snellere en geautomatiseerde apparatuur, dwingt echter menig bedrijf / instituut tot het steeds weer verbouwen en aanpassen van de werkruimte. Uiteraard kan men niet uit voorzorgsmaatregel ieder laboratorium op een zo hoog mogelijk niveau bouwen, zodat men later minder aanpassingen hoeft te maken. Wel kan men in een aantal gevallen kiezen voor faciliteiten die in principe voor een hoger niveau laboratorium bedoeld zijn, maar bij de bouw tot weinig kostenverhogingen leiden en geen of weinig belemmeringen in de werkzaamheden vormen.

In het IAVM rapport nummer 27 "Inperkingsniveaus voor laboratoriumwerkzaamheden met gevaarlijke stoffen en micro-organismen" van september 1993, is getracht om voor de verschillende soorten risico's van gelijke grootte, tot een coherent en inzichtelijk stelsel van maatregelen en voorzieningen te komen.

Geadviseerd wordt om dit rapport als leidraad te hanteren bij het vastleggen van het (potentieel) aan te brengen inperkingsniveau.

2.2 Lay-out etage

Een laboratoriumetage kan op verschillende wijzen worden ingedeeld. Veel voorkomende indelingen zijn een verdeling in twee gevelzones met een middengang (fig. 1) of een verdeling in 2 gevelzones en een middenzone met aan weerszijden van de middenzone een gang (fig. 2).

Eén gevelzone bestaat uit laboratoria en de andere gevelzone bestaat ook uit laboratoria of uit nevenruimten (zoals kantoren), of uit beide.

De middenzone wordt gebruikt voor de nevenruimten en eventuele specifieke laboratoria.

Uiteraard bestaan er diverse varianten zoals het gebruik van de kopse kanten van de etage voor bijvoorbeeld kantoren (fig. 3).

De keuze van de etage-indeling is afhankelijk van een groot aantal zaken waarvan de ervaring met bestaande indelingen zeker niet de minst belangrijke is. Andere punten van overweging kunnen zijn:

- de gewenste flexibiliteit ten aanzien van wijziging in ruimtelijke verdeling en gebruik van de ruimten;
- wensen ten aanzien van de logistiek, plaats van de opslagruimten;
- de beperking van de toegankelijkheid bij containments met een hoog inperkingsniveau;
- wensen ten aanzien van afstanden tot kantoren, schrijfruimten, specifieke ruimten enz.

Fig. 1 Twee gevelszones met een middengang

laboratoria

gang

laboratoria of
nevenruimten cq. kantoren

Fig. 2 Gevelzones met verschillende functies

laboratoria

gang

nevenruimten en/of
specifieke laboratoria

gang

laboratoria of
kantoren

Fig. 3 Gebruik van kopse kanten van etage

laboratoria	kan- toren
gang	
laboratoria en/of nevenruimten	

2.2.1 Daglicht en uitzicht

De regelgeving met betrekking tot daglicht en uitzicht is soms verwarrend. Zowel in het VBF als het VBR staan hierover de wettelijke bepalingen. In het Ontwerp-Arbobesluit is de uitzichtbepaling komen te vervallen; de uitzichtbepaling staat wel weer in het Bouwbesluit (zie hoofdstuk 9, Wetgeving).

Soms zijn er ruimten waar het werk zich verzet tegen daglicht, bijvoorbeeld in doka's. Het komt echter ook voor dat door veranderingen in de functie van het gebouw werk verricht moet worden in min of meer inpandige ruimten. In laboratoria zijn vaak meet-, weeg- en klimaatkamers inpandig. Het direct invallend zonlicht moet met een adequate zonwering tegengehouden kunnen worden (bij voorkeur aan de buitenkant indien de zonwering ook een warmtewerende functie moet hebben).

Kwalitatief slecht daglicht en uitzicht geven aanleiding tot een hoge mate van onvrede. Uit onderzoek blijkt dat mensen meestal daglicht en uitzicht nodig hebben om zich prettig te voelen. Vanuit die invalshoek is de vraag of een ruimte met weinig daglicht of uitzicht "mag" niet zo belangrijk: het streven zal altijd zijn om voldoende daglicht en uitzicht te creëren.

Voor laboratoria en werkplaatsen staan bepalingen in het Veiligheidsbesluit Fabrieken of Werkplaatsen (VBF), voor kantoren in het Veiligheidsbesluit Restgroepen (VBR). In het algemeen geldt:

- De hoeveelheid daglicht is aan een minimum gebonden; voor dat minimum geldt de bepaling dat het gezamenlijk oppervlak van de lichtopeningen minimaal 1/20-ste deel van het vloeroppervlak van de ruimte moet zijn.

- De gezamenlijke breedte van de lichtopeningen (waardoor uitzicht op de omgeving verkregen wordt) moet minimaal 1/10-de van de omtrek van de ruimte zijn.

Een advies van de Arboraad over de uitzichtbepaling wijst met name op het kunnen waarnemen van de omgeving buiten het gebouw, vanaf de plaats waar arbeid wordt verricht. Concreet houdt dat in dat de onderste glaslijn ligt op een hoogte van ten hoogste 0.9 meter en de bovenste glaslijn op een hoogte van ten minste 2.1 meter.

In bepaalde situaties gelden de voorgaande algemene bepalingen niet.

- Voor kantines geldt dat die "voorzien moeten zijn van een voldoende aantal ramen waardoor de buitenomgeving in voldoende mate kan worden waargenomen".
- Als overdag niemand gedurende meer dan *twee uur* totaal in een ruimte volgens het VBF werkt (b.v. laboratoria, werkplaatsen), of als het werk zich tegen de toetreding van daglicht verzet (b.v. een doka), is daglicht en uitzicht in die ruimte niet verplicht. Die twee uur hoeft niet aaneengesloten te zijn.
- Indien in kantoorachtige ruimten veel contacten met andere mensen zijn, zoals klanten of bezoekers, gelden de daglicht- en uitzichtbepalingen niet. Meestal betreft het werkplekken als kassa's en balies. De regering gaat er van uit dat het gevoel van opgeslotenheid door veel sociale contacten wordt tegengegaan.

Voor (kantoor)gebouwen die vóór november 1991 in gebruik zijn genomen en VBF-ruimten van vóór 1978 gelden de algemene bepalingen voor zover dat redelijkerwijs kan worden gevergd.

2.3 Inrichting laboratoriumzaal

Een laboratorium is, in de lengterichting, opgebouwd uit stramienen, modulen of traveën. Vroeger was 3 m een veelgebruikte modulemaat. De laboratoriumtafel en de ruimte tussen de tafels waren ieder ca. 1,5 m. Met deze 1,5 m tussenafstand tussen 2 laboratoriumtafels wordt voldaan aan de minimum-eis uit CP 16-1 (Laboratoria, bouw en inrichting). Deze modulemaat biedt echter weinig flexibiliteit t.a.v. de indeling van de ruimte. Tussen twee tafelhelften blijft weinig loopruimte over voor b.v. de bereikbaarheid van apparatuur. Een thans veel toegepaste modulemaat is 3,6 m; deze afmeting biedt voldoende flexibiliteit.

De basiseenheid (het standaardlaboratorium) kan bestaan uit 1 of 2 modulen. Het laboratorium kan -indien die flexibiliteit is ingebouwd- door het verwijderen of plaatsen van wanden met 1 of meer modulen worden uitgebreid of ingekort (fig. 4). De breedte van de zaal is ondermeer afhankelijk van de gekozen lengte van de werkplek.

Bij het ontwerp van het laboratorium zijn de navolgende facetten van belang:

- bescherming experimentator;
- bescherming directe omgeving van de laboratoriumzaal;
- bescherming omgeving buiten het laboratoriumgebouw;
- multifunctionaliteit en flexibiliteit;
- de efficiency en het gemak van het werk.

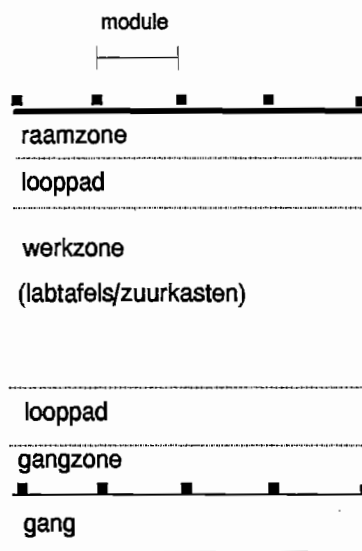
De traditionele indeling bestaat uit schrijftafels aan de raamzijde, in het midden, dwars op de lengteas geplaatste laboratoriumtafels en langs de gangwand de zuurkasten.

Bij een nu meer toegepaste indeling zijn de zuurkasten (afgezogen werkplekken) niet meer langs de gangwand geplaatst maar staan tegen de dwarswanden of op de plaats van de laboratoriumtafels (fig. 4). Beide indelingen hebben bepaalde voor- en nadelen.

Echter bij de tweede opstelling wordt uitgegaan van de gedachte dat steeds meer chemisch werk alleen nog in zuurkasten mag worden uitgevoerd en er daardoor, minder behoefte is aan laboratoriumtafels voor dit type werk.

De traditionele laboratoriumtafel is dan vaak vervangen door een verstelbaar werkblad waar hulpapparatuur staat opgesteld.

Fig. 4 Zuurkasten staan tegen dwarswanden



Langs de wand aan de gangzijde kunnen kasten en dergelijke geplaatst worden. Ook moet rekening worden met het plaatsen van met elkaar onderling samenhangende apparatuur en voorzieningen. Het is logisch om opslagfaciliteiten voor glaswerk, afwasmachine en droogstoof in elkaars nabijheid te plaatsen.

Een belangrijke consequentie van de toename van afgezogen werkplekken (of de ingebouwde mogelijkheid daartoe) is een vergroting van het ventilatievoud. Het ventilatievoud kan zoveel mogelijk beperkt worden gehouden indien de luchtdoorzet flexibel kan worden aangepast aan de directe behoefte voor veilig werk.

Aandachtspunten

- Inrichting en voorzieningen afgestemd op (te verwachten) gebruiksdoel en gericht op bescherming van experimentator, directe omgeving en verdere omgeving in en buiten gebouw.
- Modulaire inrichting (op vaste modulemaat).
- Een regelmatig voorzieningenpatroon.
- Mogelijkheid tot vergroting van basislab-eenheid (b.v. x2, x3) door onder andere gebruik van verwijderbare wanden.
- Keuze ventilatiesysteem en ventilatievoud in samenhang met maximaal vereist aantal en type zuurkasten c.q. andere typen afgezogen werkplekken.

2.4 Inrichting werkplek

Zoals reeds aangegeven in 2.3 wordt de traditionele labtafel steeds meer vervangen door een multifunctionele werkplek met werkbladen. Deze bladen bestaan desgewenst weer uit verschillende delen (modulaire systemen) en zijn op meer dan één hoogte instelbaar.

Indien de module-/stramienbreedte het toestaat is ook de achterzijde van de werkbladen voor installatie/aansluiten/onderhoud van de opgestelde apparatuur bereikbaar. Tussen de werkbladen (op één werkplek) wordt dan een smal looppad vrijgelaten. Indien er te weinig modulebreedte beschikbaar is kan ook gebruik gemaakt worden van verplaatsbare tafels.

Om het zittend werken aan de tafel ergonomisch verantwoord mogelijk te maken, zijn de onderkasten doorgaans eenvoudig verplaatsbaar of zelfs afwezig. In plaats daarvan wordt voor opslag gebruik gemaakt van hoge kasten langs de gangwand of tegen de dwarswanden.

Om arbeidshygiënische- en veiligheidsoverwegingen is elke tafel voorzien van puntafzuiging.

Bij de keuze van het meubilair (en de leverancier) zijn belangrijke aspecten:

- is het een geïntegreerd en flexibel systeem (wijzigingen in opstellingen mogelijk zonder hak- en breekwerk);
- is het ergonomisch van vormgeving (kranen bereikbaar en bedienbaar, goede herkenbaarheid kranen, bedienbaarheid kastjes en laden, geen scherpe randen op hoeken enz.);
- kan aan speciale wensen voldaan worden zoals materiaal en kleuren blad en kastjes, mogelijkheid voor stellingen i.p.v. halve of hele tafels, extra veel draagvermogen enz.;
- wordt het al ergens voor overeenkomstig werk gebruikt, hoe ziet 't eruit na enkele jaren en wat is de gebruikservaring.

Zie verder paragraaf 7.1, Meubilair.

2.4.1 Verlichting

Een aanvaardbaar niveau van verlichting kan bereikt worden door daglicht, daglicht en kunstlicht of alleen kunstlicht.

In laboratoria wordt in het algemeen veel kunstlicht toegepast. Hinderlijke glans, flikkeringen of scherpe contrasten moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. TL-lampen voorzien van kappen of roosters voorkomen dat direct in de lichtbron gekeken kan worden. Door de lichtverstrooiing wordt een aangenamere verlichting verkregen. De lichtkleur heeft een belangrijke invloed op de "kleurechtheid". Voor een natuurlijke kleurweergave is een kleurweergave-index (Ra) groter of gelijk aan 80 vereist. De kleurtemperatuur geeft aan hoe 'gelig' of 'blauwig' het licht is.

Warme kleuren hebben een kleurtemperatuur van 2700-3000 K.

Met toepassing van beeldschermarmaturen en 100 Hz dimbare TL verlichting kan de verlichting individueel worden aangepast. Hoogfrequent verlichting geeft minder last door het "knipperen" en is energiezuiniger.

Bij het bepalen van het verlichtingsniveau zijn tal van aspecten van invloed. Te noemen valt:

- soort werkzaamheden en nauwkeurigheid;
- leeftijd werknemer;
- snelheid van werken.

De toe te passen verlichtingssterkte is afhankelijk van de aard van de werkzaamheden:

- oriëntatie: 15-200 lux;
- normale werkverlichting: 200-800 lux;
- speciale verlichting: 800-3000 lux.

Voor laboratoria is een verlichtingsniveau tussen de 500 en 1000 lux geschikt. Plaatsing van armaturen in de dwars op de richting van de labtafel kan hinderlijke reflecties vermijden; plaatsing in de lengterichting voorkomt schaduwwerking. Voor kantoorwerk en beeldschermwerk wordt een verlichtingsniveau van ca. 500 lux gehanteerd.

De verlichtingsnorm is NEN 3087 "Visuele ergonomie in relatie tot verlichting; principes en toepassingen".

2.4.2 Afmetingen werkplek

De minimale maten die voor een werkplek gelden staan vermeld in het VBF, artikel 6. De vrije luchtruimte per persoon bedraagt minimaal 10 m³ boven een hoogte van 1,80 meter. Bij een plafondhoogte van 3 meter is de bijbehorende minimale maat $10/1,2 = 8$ m² per persoon. Dit komt overeen met de NEN-norm voor kantoorwerkplekken.

2.5 De afgezogen (ingekaste) werkplek

De eisen die hieraan worden gesteld hangen sterk af van de uit te voeren werkzaamheden (zie ook hoofdstuk 6, Klimaat ventilatie en geluid).

- Bescherming tegen uittreden van:
 - . brandbare dampen en aerosolen;
 - . agressieve/bijtende/irriterende/schadelijke dampen en aerosolen.
Hieraan wordt voldoende voldaan met (mits goed geplaatst) de 'standaard'-zuurkast, DIN 12924 en een minimale raamsnelheid van ca. 0,25 m/s. Om de flexibiliteit van het gebruik van zuurkasten te vergroten is het aan te bevelen om zuurkasten te laten voldoen aan de onder punt 3 gestelde eisen.
Een andere mogelijkheid is een ingekaste en afgezogen labtafel (werkplek) met beperkende voorwaarden voor het gebruik, zoals een maximaal te openen raamgedeelte.
- Bescherming tegen spatten en geringe explosies
Hieraan wordt voldaan door het afschermen met een veiligheidsglassoort en het vermijden van ontstekingsbronnen in de vaste inrichting.
- Extra bescherming tegen uittreden van:
 - . giftige/hoog-toxische/kankerverwekkende/reprotoxische stoffen, dampen en aerosolen;
 - . radioactief materiaal;
 - . ggo's, hoog-pathogeen materiaal.Ook hier geldt dat minimaal een zuurkast moet voldoen aan DIN 12924. Nog meer dan bij punt 1 is een goede plaatsing in de werkruimte van wezenlijk belang.
Om de kans op lek naar buiten bij manipulaties in de kast te beperken, is een raamsnelheid van 0,35 - 0,4 m/s gewenst.
In een aantal gevallen zal alleen de handschoenenkast (glovebox) de vereiste bescherming kunnen bieden.
Voor werkzaamheden met radioactief materiaal worden aanvullende eisen gesteld t.a.v. de afwerking van de zuurkast.
- Bescherming bij werk met:
 - . genetisch gemodificeerde organismen (ggo's);
 - . microbiologische agentia.Hieraan kan worden voldaan met biologische veiligheids kabinetten van klasse I (wel persoonsbescherming, geen produktbescherming) of klasse II (zowel persoons- als produktbescherming).

2.6 Wettelijke eisen / richtlijnen

- DIN 12924, Teil 1, Abzüge für Allgemeinen Gebrauch, August 1991.
- Normen Biologische veiligheidscabinetten:
 - BS 5726, Specification for microbiological safety cabinets;
 - DIN 12950, Sicherheitswerkbänke für mikrobiologische und biotechnologische Arbeiten.
- P-130, P 130-1, CP 16-1 t/m 16-3; inrichtingseisen voor standaard-laboratoria (met laag risico) worden door de Arbeidsinspectie in deze publikatiebladen gegeven.
- P 186 Kantoren, hoofdstuk 6 "verwijzingen"; hierin staan diverse verwijzingen naar overige literatuur betreffende binnenklimaat, licht, geluid, meubilair en NEN-normen.
- NEN 1890, Binnenverlichting-functionele eisen.
- NEN 3087, Visuele ergonomie in relatie tot verlichting, principes en toepassing.
- VROM-publikatie 94-02: "Richtlijn Radionucliden-laboratoria"; voor inperkingsniveaus die samenhangen met het werken met radioactief materiaal zijn door het Ministerie van VROM deze richtlijnen opgesteld.
- Besluit genetisch gemodificeerde organismen Wet milieugevaarlijke stoffen; voor het werken met genetisch gemodificeerde organismen worden wettelijke voorschriften gegeven in de "Ministeriële regeling ingeperkt gebruik genetisch gemodificeerde organismen", behorende bij het "Besluit genetisch gemodificeerde organismen Wet milieugevaarlijke stoffen". Daarnaast worden ook door de Commissie Genetische Modificatie (COGEM) voorschriften gegeven in de "Richtlijnen voor de vervaardiging van en de handelingen met genetisch gemodificeerde organismen". Tevens is er door de Arbeidsinspectie een concept-publicatieblad uitgegeven: CP-1 "Recombinant DNA-onderzoek. Het werken met recombinant DNA in CI en CII-laboratoria".
- Besluit biologische agentia, mei 1994; dit besluit benadrukt het belang van het treffen van maatregelen om besmetting zowel in het laboratorium als daarbuiten te voorkomen.

2.7 Overige literatuur

- IAVM rapport 20 "Microbiologische veiligheidscabinetten klasse II"; daarin wordt een beschrijving gegeven van de aanbevelingen voor aanschaf, de plaatsing in het laboratorium, testprocedures en gebruik van deze veiligheidscabinetten.
- Publicatie van de Nederlandse Vereniging voor Microbiologie "Aanbevelingen voor veilig microbiologisch werk"; aanbevelingen met betrekking tot overige biologische werkzaamheden worden hierin gegeven.
- IAVM rapport 27 "Inperkingsniveaus voor laboratoriumwerkzaamheden met gevaarlijke stoffen en micro-organismen".

3. OPSLAG

3.1 Soorten opslagruimten

In laboratoria zullen, afhankelijk van de aard van de werkzaamheden, een verscheidenheid van stoffen en materialen worden bewaard/in voorraad worden gehouden/zijn opgeslagen. Hierbij valt te denken aan opslagruimten voor glaswerk, huishoudelijke artikelen en kantoorbehoeften, ongevaarlijke en gevaarlijke stoffen, monsters en produkten, gasflessen, afvalstoffen en apparatuur.

In het laboratoriumgebouw zelf zijn doorgaans diverse tussenopslagen en bewaarruimten ingericht, die onder meer vanuit het centrale magazijn bevoorraad worden.

De tussenopslagen dienen voor het in voorraad houden, dan wel tijdelijk opslaan, van de in de nabij gelegen werkruimten veelvuldig gebruikte goederen en chemicaliën.

De voorraadkasten in de werkruimten zijn bedoeld voor het in kleine hoeveelheden opbergen van de dagelijks benodigde stoffen en goederen.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de tussenopslagen/bewaarruimte in het laboratoriumgebouw en de voorraadkasten in de werkruimten.

Aan een groot deel van de benodigde opslag- en bewaarruimten zal geen speciale eisen gesteld worden ten aanzien van de temperatuurbeheersing, de ventilatie en de brandwerendheid.

De overige opslagruimten (en kasten) kunnen op grond van de daaraan gestelde eisen onderscheiden worden in:

- Ruimten met alleen een minimale (mechanische) ventilatie; hierbij onder meer te denken aan opstelpunten voor cryogene vloeistoffen en vast koolzuur.
- Ruimten met een temperatuurbeheersing en enige ventilatie; hierbij te denken aan vriescellen, koelruimten, tropenkamers, kweekkamers.
- Ruimten met eisen ten aanzien van de ventilatie, de explosieveiligheid en de brandwerendheid; hierbij te denken aan de opslag c.q. het bewaren van (licht)ontvlambare vloeistoffen, gasflessen, chemisch afval en r.a.-stoffen.

Ten aanzien van de lokatie van de tussenopslagruimten moet rekening gehouden worden met:

- de bevoorradingsroute;
- de afstand tot de werkplek;
- de bouwkundige eisen ten aanzien van ventilatie, temperatuurbeheersing, brandwerendheid, toegestane maxima en de vereiste compartimentering.

Zie ook hoofdstuk 4, Transport

3.2 Opslagruimten zonder nadere eisen

In dit type ruimte kunnen worden opgeslagen/bewaard zaken zoals: glaswerk, apparatuur, instrumenten en overige laboratoriumbenodigdheden zoals statieven en klemmen.

De grootte en de lokatie dienen afgestemd te zijn op een efficiënt gebruik van de ruimte, korte loopafstand voor de gebruikers en een efficiënte transportroute voor de bevoorrading.

3.3 Opslagruimten met alleen ventilatie

Indien er gebruik gemaakt wordt van cryogene vloeistoffen en vast koolzuur kan het "handmatige" transport vanaf het aanleverpunt beperkt worden door op korte afstand van de gebruikers een soort tussenopslagpunt voor de dagvoorraad te creëren. Het risico van het lopen met open containers met cryogene vloeistoffen en het vervoer op deze wijze via de personenlift wordt hierdoor beperkt.

Om verstikkingsgevaar in de opstelruimte te voorkomen is mechanische ventilatie vereist (ca. 2-4 x per uur). Ook voor het bewaren van onwelriekende maar anderszins ongevaarlijke stoffen is een geventileerde opslagkast/-ruimte gewenst.

3.4 Opslagruimten met hoge/lage temperaturen

Voor het bewaren/opslaan van diverse stoffen en preparaten kan er behoefte bestaan aan een opslagkast of -ruimte met een (zeer) lage of verhoogde temperatuur.

Indien de te bewaren stoffen behoren tot een categorie gevaarlijke stoffen, bijvoorbeeld organische peroxiden, is soms een van andere stoffen gescheiden opslag vereist en worden ook nadere eisen gesteld ten aanzien van de brandpreventie.

Indien het de bedoeling is dat er in dit type ruimten ook werkzaamheden verricht moeten kunnen worden, heeft dit consequenties voor het minimum vereiste ventilatievoud en het alarmeringssysteem.

Ook ten aanzien van de duur van de werkzaamheden gelden beperkingen. Indien er onvoldoende uitzicht naar buiten is, mag niemand er langer werken dan 2 uur per dag.

Deze beperking geldt niet indien de aard van het werk zich tegen toetreding van daglicht verzet zoals bijv. in doka's.

Indien de te bewaren stoffen (licht) ontvlambaar zijn, mag de binnenzijde van de ruimte of kist/kast geen ontstekingsbron bevatten.

Overige aandachtspunten zijn:

- het plaatsen van lekbakken bij breekbare emballage;

- koelkasten/vrieskasten explosie veilig uitvoeren (relais aan de buitenkant);
- temperatuur-alarmering bij temperatuurgevoelige stoffen (b.v. peroxides);
- bij biologisch materiaal moet verspreiding worden voorkomen.

3.5 Opslagruimten voor gevaarlijke (niet radio-actieve) stoffen

Op deze bewaarplaatsen zijn van toepassing CP 16-2 "Laboratoria, algemeen" en CPR 15-1 "Opslag gevaarlijke stoffen in emballage, 0-10 ton" betreffende de volgende WMS categorieën:

- oxiderende stoffen, met uitzondering van organische peroxiden en nitraathoudende kunstmeststoffen;
- (licht)ontvlambare stoffen;
- (zeer) vergiftige stoffen;
- schadelijke stoffen;
- corrosieve stoffen;
- irriterende stoffen.

Aangezien het CP 16 nog steeds een concept is, wordt door de Arbeidsinspectie meer waarde toegekend aan het CPR 15-1.

In beide richtlijnen worden regels gegeven ten aanzien van de maximaal toegestane hoeveelheid in de werkruimte en ten aanzien van de wijze van bewaren.

Het CPR 15-1 geeft verder regels voor de wijze van opslag buiten de werkruimte en voor het compartimenteren van onverenigbare combinaties.

Compartimentering kan verkregen worden door:

- opdeling van de opslagruimte in bouwkundige compartimenten;
- het gebruik van aparte losse of bouwkundige kasten per te compartimenteren categorie;
- het gebruik van aparte lekbakken in een kast voor de van elkaar te scheiden categorieën gevaarlijke stoffen.

Voor de opslag van gevaarlijke stoffen in emballage in een (tussen)magazijn in het laboratoriumgebouw kan, indien dit zich op de begane grond bevindt, gekozen worden voor:

- één of meer kluizen langs een buitenmuur;
- één of meer bouwkundige kasten.

Indien het tussenmagazijn zich op een etage bevindt kan gekozen worden voor:

- één of meer bouwkundige kasten;
- één of meer losse kasten.

De ruimte waarin de bouwkundige kast is opgesteld moet gescheiden zijn van de rest van het gebouw door wanden, vloeren en plafonds met een brandwe-

rendheid van 60 minuten (uitgezonderd de deur). Zowel bouwkundige kasten als losse kasten moeten licht geventileerd worden.

3.5.1 *Maximaal toegestane hoeveelheid in de werkruimte*

Voor de opslag/voorraad in de werkruimte geldt:

- In een werkruimte mogen niet meer chemicaliën aanwezig zijn dan voor het werk noodzakelijk is en de constructie en de inrichting van de ruimte toelaten (CP 16-2).
- Indien de hoeveelheid opgeslagen gevaarlijke stoffen in de werkruimte (brandwerendheid ten minste 60 minuten) niet meer bedraagt dan 25 liter of kg wordt er geen wijze van opslag voorgeschreven (CPR 15-1). De werkvoorraad, noodzakelijk voor een goede bedrijfsvoering, wordt hierbij buiten beschouwing gelaten.
- De voorraad brandbare vloeistoffen mag uitsluitend bestemd zijn voor direct gebruik. In principe is een hoeveelheid van 1 liter per m² vloeroppervlak toegestaan (CP 16-2).
- Indien de hoeveelheid groter is dan 25 liter of kg dan geldt als maximum voor de (licht)ontvlambare stoffen 1 liter per m² vloeroppervlak en dient de niet in gebruik zijnde hoeveelheid gevaarlijke stoffen te worden bewaard in losse of bouwkundige kasten.
- Indien in een losse kast ook (licht)ontvlambare stoffen worden bewaard, mag per 50 m² vloeroppervlak slechts één losse kast met deze stoffen aanwezig zijn. In een losse kast mag 150 liter of kg (b.v. brandgevaarlijke, toxische, irriterende stoffen) worden bewaard (CPR 15-1).
- Indien in een bouwkundige kast (licht)ontvlambare stoffen worden bewaard, dan niet meer dan één bouwkundige kast per ruimte met een brandwerendheid van ten minste 60 minuten (wanden, vloeren, plafonds); in een bouwkundige kast max. 250 liter of kg (CPR 15-1).

3.5.2 *Opstelplaats in de werkruimte*

- Een kast moet zodanig zijn geplaatst, dat binnen een afstand van 1 meter geen werkzaamheden met open vuur kunnen plaatsvinden (CP 16-2).
- Losse kasten niet binnen 1 meter afstand van deuren plaatsen (CPR 15-1).
- Losse kasten niet gebruiken ter afscherming van ruimten (CPR 15-1).
- Geen losse kasten tegen elkaar plaatsen in ruimten met verhoogd brandgevaar (CPR 15-1). Een normaal laboratorium is in principe géén ruimte met verhoogd brandgevaar.

3.5.3 *Constructie-eisen voor losse kasten en bouwkundige kasten*

- Losse kasten moeten voldoen aan NEN 2678. Dit type kasten is commercieel verkrijgbaar. De kasten hebben een "veiligheidsperiode" van minimaal 40 minuten en kunnen op een mechanische afzuiging worden aangesloten.

- Van een bouwkundige kast dienen vloer, wanden, deur en afdekking een brandwerendheid te bezitten van ten minste 60 minuten. Indien geen brandbare stoffen worden opgeslagen kan worden volstaan met een constructie met een brandwerendheid van ten minste 30 minuten. De bouwkundige kast moet rechtstreeks op de buitenlucht worden geventileerd.
- In losse, zowel als in bouwkundige kasten dient de voorgeschreven compartimentering te geschieden door het gebruik van aparte lekbakken.

3.5.4 Opslag buiten de werkruimte (CPR 15-1)

- Losse kasten mogen niet geplaatst worden in een kelder, souterrain, trappenhuis of een gang indien deze laatste als vluchtweg dienst moet doen.
- Bouwkundige kasten mogen niet geplaatst worden in een kelder of trappenhuis of een gang die smaller is dan 2 meter.
- Op de begane grond van een gebouw mag ook een kluis als opslagruimte gebruikt worden. In een gebouw met verdiepingen is per kluis *maximaal* toegestaan 500 liter of kg; in een gebouw zonder verdiepingen 2500 liter of kg.

3.5.5 Constructie-eisen voor kluizen (CPR 15-1)

- De vloer, wanden, deur en afdekking van een kluis moeten een brandwerendheid van 60 minuten hebben (in bepaalde gevallen maximaal 30 minuten).
- De kluis moet voorzien zijn van een goede natuurlijke ventilatie.
- Indien (licht)ontvlambare stoffen bewaard worden moet één wand van de kluis een buitenwand zijn en moet in een wand een zwakke plek aanwezig zijn.
- Compartimentering moet geschieden door het aanbrengen van scheidingswanden (60 minuten brandwerend) of door gebruik te maken van maximaal één losse kast of één bouwkundige kast.

3.6 Opstel- en opslagplaats van gasflessen

Hierop is van toepassing "CP 16-3 Laboratoria, samengeperste, opgeloste of tot vloeistof verdichte gassen".

Het uitgangspunt van dit concept-publicatieblad is dat de aanwezigheid en opslag van gasflessen in het laboratoriumgebouw zoveel mogelijk moet worden voorkomen. Er is daarom een sterke voorkeur voor opslag van gasflessen buiten het lab.-gebouw en voor opstelling van gasflessen (batterijen) op speciaal daarvoor bestemde plaatsen buiten het gebouw. Vanaf dit opstelpunt wordt het gas d.m.v. een gasleidingsysteem in het gebouw gedistribueerd. Voor de toepassing van corrosieve of giftige gassen is het gebruik van leiding-

systemen af te raden. De voorkeur gaat uit naar het gebruik van lecture bottles in of nabij de experimenteer-opstelling.

Bij een gasflessendepot is een indeling in drie aparte compartimenten voor de gescheiden opslag van brandbare, oxyderende en giftige gasen noodzakelijk.

Indien een opstelling buiten, in combinatie met een gasdistributiesysteem onmogelijk blijkt, of om andere redenen op grote bezwaren stuit, mogen de gasflessen in speciaal daartoe bestemde ruimten of nissen in het gebouw worden geplaatst.

Om de risico's bij lekkage te beperken dient de ruimte of nis, volgens het CP 16-3, minimaal 6 maal per uur te worden geventileerd.

Vanuit de opstelruimte of nis voert een gasleiding naar de betreffende werkruimte.

In sommige gevallen is het gebruik van een gasfles in de laboratoriumwerkruimte onvermijdelijk. In een dergelijke situatie mogen in principe alleen gasflessen worden gebruikt met een waterinhoud van 5 liter of minder. Indien grotere flessen noodzakelijk zijn, moeten zij snel van de werkplek verwijderd kunnen worden.

Een gasfles/lecture bottle met een giftig of corrosief gas mag alleen in een goed geventileerde ruimte worden gebruikt.

Voor nieuwbouw of verbouw van laboratoria heeft het bovenstaande de navolgende consequenties:

- Veel-gebruikte gasen van buiten het gebouw via een leidingnet naar de werkplek aanvoeren, behalve giftige/corrosieve gasen. De leidingen moeten bij voorkeur niet door andere ruimtes lopen, waar niet met de gasen wordt gewerkt.
- Voor het gebruik van gasflessen, in het gebouw, zorg dragen voor:
 - speciale geventileerde ruimte met een brandwerendheid van 30 min., en/of
 - speciale gasflessenkasten (met ventilatie, brandwerendheid 30 minuten), te plaatsen in nissen in de gang, of in bepaalde gevallen in de werkruimte. De vluchtwegen mogen in geen geval worden versperd door het opstellen en verwisselen van gasflessen.
- Bij de inrichting van de werkruimte denken aan de mogelijkheid tot het veilig opstellen van gasflessen.

3.7 Opslag van chemisch en radioactief afval

Chemisch afval

In hoofdstuk 3 van het CPR 15-1 staat vermeld dat de richtlijn tevens kan worden gebruikt voor het realiseren van een veilige en milieuhygiënisch verantwoorde opslag van chemische afvalstoffen, alvorens afvoer uit de inrichting plaatsvindt.

Vertaald naar de praktijk betekent dit dat grotere hoeveelheden (brandbaar) chemisch afval op gelijke wijze moet worden bewaard als de oorspronkelijke stoffen met dezelfde gevaarseigenschappen.

Dit houdt een beperking in van de hoeveelheid afvalstoffen in de werkruimte tot hetgeen voor een goede bedrijfsvoering noodzakelijk is en, daarmee samenhangend, een regelmatige afvoer naar een tussen-opslagpunt in het gebouw dat voldoet aan de eisen gesteld in CPR 15-1.

Radioactief afval

Kortlevend radioactief afval (b.v. S 35, P 32, Cr 51) kan in een "uitstraalruimte" worden opgeslagen. Na ca. 10 halfwaardetijden is het afval uitgestraald en kan dan als bijzonder bedrijfsafval worden verwijderd. De "uitstraalruimte" moet voorzien zijn van decontamineerbare wanden, een kuipvloer en ruimteventilatie. Zie voor de verdere eisen paragraaf 2.6, Wettelijke eisen / richtlijnen (de VROM-publikatie 94-02: "Richtlijn Radionucliden-laboratoria").

3.8 Wettelijke eisen / richtlijnen

- Arbeidsinspectiepublicatie "CP 16-1, CP 16-2 en CP 16-3, Laboratoria, Samengeperste, opgeloste of tot vloeistof verdichte gassen".
- Publikatie van de Commissie Preventie van Rampen "CPR 15-1, Opslag gevaarlijke stoffen in emballage".
Deze publikatie is van toepassing op de gevaarscategorieën:
 - oxiderende stoffen, met uitzondering van organische peroxiden en nitraathoudende kunstmeststoffen;
 - (licht)ontvlambare stoffen;
 - (zeer) vergiftige stoffen;
 - schadelijke stoffen;
 - corrosieve stoffen;
 - irriterende stoffen.
- NEN 2678, Losse kasten voor de opslag van brandbare vloeistoffen. Algemene eisen en beproevingsmethode ten aanzien van brandgedrag.
- DIN 12925, veiligheidskasten voor brandbare stoffen.
- CP-19, Tapruimten en taplokalen voor gevaarlijke stoffen.

3.9 Overige literatuur

- Opslag gevaarlijke stoffen en chemisch afval, J.M.M. Große Stüve, NVVK Info 2.3, augustus 1993.
- Opslag chemicaliën in laboratoria en werkplaatsen, T. Wijsman, W. van Alphen en I. Jansen, NVVK Info 3.2, mei 1994.
- Het gebruik van gasflessen in laboratoria, T. Mels en W. van Alphen, NVVK Info 4.1, maart 1995.

4. TRANSPORT

In laboratoria vindt dagelijks transport plaats van een diversiteit aan goederen. Grotere hoeveelheden worden aangevoerd door leverancier of transportfirma bij een centraal aanleverpunt en/of magazijn. Verder intern transport geschiedt meestal door de medewerkers naar diverse werkplekken of door een transportdienst (al dan niet uitbesteed).

Een goede logistiek van het afnamepunt naar de werkplek verhoogt de efficiency en de veiligheid van het werk.

Om dit transport in goede banen te leiden is inzicht nodig in:

- goederenstromen;
- de wijze waarop het transport geschiedt;
- wie het transport uitvoert.

Centraal staat het intern transport en de bijbehorende veiligheidsmaatregelen en -voorzieningen. In dit deel wordt niet het transport met b.v. heftrucks of transport over de openbare weg besproken. Indien dat aan de orde is moeten de voorschriften opgevolgd worden zoals aangegeven in de Wet Gevaarlijke Stoffen.

De wens om kleine hoeveelheden in te kopen kan niet altijd door de leverancier gehonoreerd worden. Indien her-emballage van chemicaliën in het eigen magazijn plaatsvindt moet met specifieke randvoorwaarden op transportgebied rekening worden gehouden, zoals kennis van de betreffende medewerkers over het te verwerken materiaal en de bijbehorende verpakkingseisen en etikettering.

4.1 Materialen

In een laboratoriumorganisatie speelt chemicaliëntransport een belangrijke rol. Daarnaast zijn er nog vele andere materialen die een potentieel risico vormen bij onzorgvuldig transport. Een overzicht van de te transporteren materialen:

naar/tussen werkplekken

- oplosmiddelen;
- zuren/basen;
- (vaste) chemicaliën al dan niet in breekbare verpakkingen;
- RA-stoffen;
- biologische agentia;

- gasflessen/lecture bottles;
- cryogene gassen;
- vast CO₂;

- glaswerk;
- delen van opstellingen/apparaten.

afvoer van de werkplek

- monsters/produkten;
- (chemisch) laboratorium afval (vast en vloeibaar);
- radioactieve stoffen en -afval;
- biologisch afval.

4.2 Logistiek

Meestal vindt transport plaats vanuit een centraal magazijn; voor diverse materialen zijn er ook andere distributiepunten. Het volgende schema geeft een indruk van mogelijke transportpatronen:

vanuit:

- bezorgpunt gebouw/laad- en losperron;
- centraal magazijn;
- taplokaal/oplosmiddelenmagazijn/tussenopslag;
- emballageruimte;
- gasflessenopslag;
- tappunt vloeibare stikstof.

bestemmingen/onderling transport:

- laboratoriumruimte;
- werkplaats;
- specifieke experimenteerruimte (autoclavenlab, nachtlab, techn. lab);
- koelcel/vriescel;
- laboratoriumopslag;
- afvalopslag.

Transport tussen bepaalde werkplekken onderling vindt vooral plaats als het materiaal eenmaal het magazijn heeft verlaten. Voorbeelden: gebroken glaswerk naar de werkplaats brengen, opstelling verplaatsen naar een experimenteerruimte, preparaten opbergen in de vriescel, verplaatsen van de oplosmiddelen uit oplosmiddelenkast naar de labtafel.

4.3 Risico

Het materiaaltransport kent verschillende risico's. In de eerste plaats het primair risico van het materiaal zelf bij het ongewild vrijkomen uit de verpakking. Tevens zijn secundaire risico's zoals verpakkingsgrootte, uitglijden/vallen, knellen, snijden, stoten en breuk van belang. Gevaarlijke combinaties van materialen kunnen bij breuk aanleiding geven tot (onverwachte) gevaren b.v. oxiderende stoffen en brandbare vloeistoffen, zuren en basen, water en hydrides.

Ruimtelijke aspecten kunnen risico's vergroten. Het transport van vloeibare stikstof of vast CO₂ in open containers met de personenlift is gevaarlijk door vrijkomende verstikkende gassen in een beperkte ruimte. Het plotseling vrijkomen van schadelijke dampen in niet geventileerde ruimten is extra gevaarlijk voor zowel de transporteur als overige medewerkers.

4.4 Maatregelen

Om risico's zoveel mogelijk in te perken zijn diverse maatregelen mogelijk. De aandachtsgebieden kunnen grofweg ingedeeld worden in:

- transportbeperking;
- transportmiddelen;
- transportrouting;
- voorschriften/voorlichting.

4.4.1 Transportbeperking

Minder transport(bewegingen) van risicovolle materialen betekent minder risico's. Het transport kan beperkt worden door rekening te houden met:

- *Centraliseren/concentreren:*

het aantal transportbewegingen kan teruggebracht worden als grotere aantallen van een kleinere verpakking in één keer vervoerd worden. Voorbeelden hiervan zijn het bijvullen van oplosmiddelkasten, afvoeren van lege emballage, ophalen van afval.

Hetzelfde geldt voor gebroken laboratoriumglaswerk; het is beter kapot glaswerk te verzamelen en periodiek met een geschikt transportmiddel af te voeren/laten repareren.

Voor frequent transport is een centrale professionele transportdienst aan te bevelen boven individueel vervoer.

- *Geklassificeerde laboratoria:*

aan- en afvoer van radioactieve of biologische materialen naar en van geklassificeerde ruimten moet zodanig gebeuren dat de materialen zo min mogelijk via de algemene ruimten in een gebouw getransporteerd worden. Een aan- en afvoerpunt direct bij een geklassificeerd lab is daarom aan te bevelen.

- *Volume:*

voorkomen moet worden dat individuele werknemers breekbare chemicaliën verpakkingen groter dan 2.5 liter handmatig vervoeren. In verband met de veiligheid en hanteerbaarheid zijn blikverpakkingen groter dan 5 liter voor werkplekgebruik minder geschikt.

- *Aftappunten vloeibare stikstof:*

indien een afdeling regelmatig vloeibare stikstof nodig heeft is het aan te bevelen een speciale transportcontainer met aftapmogelijkheid dicht bij de werkplek te plaatsen.

- *Leidingennet:*

voor gassen die regelmatig in grotere hoeveelheden gebruik worden (stikstof, argon, techn. lucht, waterstof) is het aan te raden een gasdistributiesysteem aan te leggen. Dit is af te raden voor giftige of corrosieve gassen; gebruik van lecture bottles is hiervoor de aangewezen oplossing. Distributie van acetyleen via leidingen kan alleen plaatsvinden vanuit een flessenbatterij- of pakket.

- *Algemene voorzieningen:*

bepaalde algemene voorzieningen mogen niet te ver van de dagelijkse werkplek verwijderd zijn. Koelcellen/kasten, experimenteerruimten, meet/weegkamers, afwasmachines moeten makkelijk en snel te bereiken zijn.

Voorkomen moet worden dat er grote voorraden op de werkplek aangelegd worden omdat het ophalen van materialen veel tijd kost. Bij dergelijke situaties is het zinvol de logistiek in kaart te brengen en zo nodig een tussenopslag te creëren op dezelfde etage of vleugel.

4.4.2 Transportmiddelen

Voor het transportdoel geschikte en in goede technische staat verkerende transportmiddelen zijn een eerste vereiste om de materialen veilig te vervoeren.

- *Transportkarren:*

deze moeten stabiel zijn en voorzien van een gesloten laadvlak met opstaande randen. Zware materialen moeten op een lage transportkar vervoerd worden; omhoog tillen van voorwerpen zwaarder dan 25 kg moet voorkomen worden. Wielen van karren moeten vergrendeld kunnen worden om ongewenste bewegingen te voorkomen.

- *Gasfleswagens:*

deze moeten in verhouding staan tot de afmeting van de gasfles; vervoer van flessen met te kleine wagentjes en -wieltjes is levensgevaarlijk. Transport van gasflessen groter dan 5 liter naar de werkplek is in principe niet aan te raden. Bij grotere volumina moeten de flessen snel en eenvoudig te verwijderen zijn. Voor giftige/corrosieve gassen geldt dat volumina niet groter mogen zijn dan voor het experiment strikt noodzakelijk is (lecture bottles).

- *Draagrekken/emmers:*

voor incidenteel transport van flessen met gevaarlijke chemicaliën is het gebruik van draagrekken/emmers vereist. Deze moeten in voldoende aantallen op het lab beschikbaar zijn.

Voor vast CO₂ zijn geïsoleerde draagemmers in de handel verkrijgbaar.

- *Transportliften:*

een geventileerde goederenlift en/of een kleine transportlift (niet voor personen) is gewenst voor het verticaal transport van grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen of geringe hoeveelheden risicovolle materialen. De werknemers moeten op de hoogte zijn van deze voorziening en er moeten duidelijke afspraken zijn over het gebruik van de goederenliften.

- *Dewarvaten:*

Vervoer van cryogenen in open kleine dewarvaatjes moet voorkomen worden. Voor transport naar de werkplek behoren speciale draagbare dewarvaten met deksel en ontluchting gebruikt te worden.

Als meer open systemen per lift vervoerd worden mogen er zich geen perso-

nen in de lift bevinden. Als dit in de praktijk niet te realiseren is moeten speciale volledig gesloten transportcontainers gebruikt worden.

4.4.3 Transportrouting

Werkplekken waar materialen naar toe vervoerd worden behoren met de transportmiddelen makkelijk en snel bereikbaar te zijn.

Aan deuren, drempels, (door)gangen, liftingangen en vloeren moet speciale aandacht worden gegeven.

Een lekkende gasfles moeten zo snel mogelijk buiten het gebouw of in een goed geventileerde ruimte gebracht kunnen worden. Zowel opslag als opstelling van gasflessen buiten een laboratoriumgebouw verdient de voorkeur.

- Deuren moeten makkelijk te openen zijn; zware drangers zijn af te raden uit oogpunt van veiligheid en het voorkomen van beschadigingen. Deuren in zeer frequent gebruikte transportroutes moeten:
 - extra breed zijn;
 - vastgezet kunnen worden (b.v. kleefmagneten) of
 - automatisch geopend en gesloten kunnen worden.
- Drempels in transportroutes zoveel mogelijk voorkomen; daar waar dit absoluut noodzakelijk is het aan te raden afgevlakte drempels te gebruiken.
- Gangen en doorgangen moeten voldoende breed zijn. Alle in gebruik zijnde transportmiddelen moeten afgestemd zijn op de afmetingen van de transportroutes. De plaats van bestemming moet altijd voor 100% bereikbaar zijn; vroegtijdige onderbreking van transport kan risicovolle situaties introduceren. Personendeuren met een doorgangsbreedte van 80 cm. kunnen worden voorzien van een 'verhuisstijl'.
- Liften moeten voldoen aan de wettelijke eisen. Goederentransport dient zo veel mogelijk via een speciaal daarvoor bestemde goederenlift geschieden. Deze moet zo dicht mogelijk bij de magazijnen/centrale opslag gesitueerd zijn.
- Gladde vloeren in transport of looproutes moeten voorkomen worden; de vloeren behoren egaal, doch voldoende stroef (zie 7.2.1) te zijn. Eventueel kan een thermoplastische wasemulsie (extra stroeve was voor homogene vloeren -hout, kurk, tegels, linoleum-) worden toegepast.
- Langs de hoofd-transportroutes moeten snel bereikbare telefoons met intern alarmnummer aanwezig zijn evenals blusmiddelen en universele absorbentia.

4.4.4 Voorschriften/voorlichting

Beknpte en heldere transportvoorschriften moeten voor iedere belanghebbende beschikbaar zijn. Speciale aandacht verdient het transport van cryogene gassen, gasflessen, chemicaliën en afval; hiervoor moeten regelingen opgesteld worden.

Medewerkers die zich dagelijks bezighouden met transport en (her)emballage moeten hier speciaal voor worden opgeleid. Zij moeten op de hoogte zijn van

o.a. de materiaaleigenschappen, etikettering, voorschriften, transportmiddelen en repressieve maatregelen (opruimen, eerste hulp).

4.5 Wettelijke eisen/richtlijnen

- P 30, Bouw en inrichting van bedrijfsruimten; daarin staan de wettelijke afmetingen van deuren, gangen, trappen e.d.; het gebruik van transportmiddelen moet hierop afgestemd zijn.
- P 47, Deuren en beweegbare hekken; geeft aan waar deuren en beweegbare hekken geplaatst worden en wat gevaarlijke knelpunten bij bepaalde typen deuren zijn.
- Serie P 130 en P 130-1, Laboratoria; geven maatregelen bij verplaatsing of transport van gasflessen en dewar vaten (cryogene gassen).
- Serie CP 16-1 t/m 3, Laboratoria; geven richtlijnen voor gasflessen (binnen een gebouw), gasdistributie, etikettering, breuk van toestellen en flessen, vervoer van kwik en inzameling chemisch afval.
- P 139, Verfverwerking; geeft richtlijnen voor intern transport, transport na her-emballage, verpakking en transportmiddelen.
- P 143, Transport en opslag in bedrijven; geeft richtlijnen voor met name het transport van grotere goederen (heftruck), transportroutes en stapelplaatsen.
- NEN-EN 81-1 en 81-2; NEN normen voor liften
- Wet gevaarlijke werktuigen, Liftenbesluit
- Wet Gevaarlijke Stoffen, reglement Vervoer over Land van Gevaarlijke Stoffen (ADR/VLG); bevat de wettelijke voorschriften inzake transport over de openbare weg.

4.6 Overige literatuur

- Praktijkgids Arbeidsveiligheid (1993 uitg. Samsom); beknopte weergave van behandeling van gassen zoals distributie, leidingnetten, vervoer, gedragsregels bij vervoer van gasflessen.
- Stikstof gevaarlijk? Alleen als het ijs- en ijskoud is, I. Hutten, W. van Alphen, Laboratorium Praktijk 11, december 1994.

5. FACILITEITEN VOORZIENINGEN

Onder institutionele voorzieningen voor laboratoria worden verstaan:

- Water (drinkwater, koelwater, demiwater, warm water);
- Elektriciteit (220 V, 380 V, "schone" spanning, instrumentaarde);
- Gassen (de "standaard" voorzieningen waaronder vacuüm en de relatief exotische gassen);
- Waterafvoer (gecontroleerde en ongecontroleerde afvoer).

Naast het distributiesysteem voor gas, water en electra is er ook het distributiesysteem voor de toe- en afvoer van de ventilatielucht en voor de data- en communicatienetwerken.

Het geheel van deze voorzieningen kan worden omschreven met het begrip "faciliteitsvoorziening".

Bij de keuze voor en de uitvoering van het voorzieningssysteem speelt uiteraard het geheel van de faciliteitsvoorziening een voornamelijk rol. De uitvoering van de aansluitingen op de werkplek zoals voorzieningszuil of voorzieningsstrook, minimum aantal wandcontactdozen 220 V etc., hangt veelal samen met de keuze van het meubilair (zie paragraaf 7.1, Meubilair). Gezien de toename van het aantal apparatuur in het laboratorium, moeten er voldoende wandcontactdozen aanwezig zijn.

Bij het aanleggen van leidingen moet rekening worden gehouden met de aan te brengen leidingcodering (b.v. water, stoom, aardgas). Het is van belang in geval van een calamiteit of bij onderhouds/reparatiewerkzaamheden te weten wat de stromingsrichting en de inhoud van de leiding is. Vergissingen kunnen daarmee worden voorkomen.

5.1 Aandachtspunten bij keuze distributiesysteem

Bij de keuze van het distributiesysteem, zoals waar de verticale en waar de horizontale gedeelten, komen de volgende aspecten ter sprake:

- Architectonische vormgeving van het gebouw;
- Aantal labetages;
- Afmetingen van de etages;
- Indeling van de etage (labruimten-nevenruimten-kantoren);
- Wijze waarop de institutionele voorzieningen aan het gebouw worden toegevoerd (leidingbrug, ondergronds);
- Wel of niet een "technische ruimte" (= verlaagd plafond) boven de labruimten en de maximale hoogte daarvan;
- Veiligheidsvoorzieningen bij toevoer van brandbare gassen en van zuurstof, hierbij te denken aan het voorkomen van ongewenste situaties bij lekkages in de leidingsystemen buiten de werkruimten en het (selectief) kunnen afsluiten van de toevoer bij ongewenste gebeurtenissen in de werkruimten;
- Goede bereikbaarheid van de mechanische en regel-systemen met zo min mogelijke verstoring van de werkzaamheden in de betreffende

- ruimte;
- De gewenste flexibiliteit in:
 - bouwkundige (toekomstige) indeling;
 - de aard van het laboratoriumwerk met de daarbij behorende specifieke (uitbreiding van de) voorzieningen;
 - mogelijkheid tot wijziging/uitbreiding van het systeem met minimale verstoring van werkzaamheden;
 - de kosten van de diverse mogelijkheden en van de gewenste flexibiliteit.

5.2 Distributiesysteem

Uitgaande van een laboratorium met meerdere etages is er altijd sprake van verticale en horizontale transportleidingen, waarbij diverse combinaties mogelijk zijn.

5.2.1 Gering aantal grote schachten

Een gering aantal grote schachten, centraal gelegen en/of aan de uiteinden van het gebouw in combinatie met lange horizontale leidingen boven een verlaagd plafond van de labruimten of boven de gang langs de labruimten.

Voordelen zijn:

- het verticale transport neemt op deze wijze de geringste ruimte in;
- het aantal meters leiding wordt beperkt (kostenaspect) en
- een grote blijvende flexibiliteit in de bouwkundige inrichting van een etage.

Nadelen zijn:

- indien ook het luchttransport voor de ventilatie door dit beperkt aantal schachten gaat, grote leidingdiameters voor het horizontale transport met daardoor hoge "technische ruimten" tussen de etages;
- een beperkte flexibiliteit t.a.v. wijzigingen in de aard van de voorzieningen en/of de distributie naar specifieke punten.

5.2.2 Meerdere kleinere schachten

Een aantal kleinere schachten aan de buitenzijde van het gebouw of in het gebouw langs de gangwand in combinatie met korte horizontale leidingen boven een verlaagd plafond, in het zicht onder het plafond of rechtstreeks naar de werkplekken en zuurkasten indien deze grenzen aan de schacht.

Voordelen zijn:

- korte horizontale stukken waardoor geringere diameters van de ventilatiekanalen;
- in de schacht eenvoudige toegang tot de afsluiters en
- grotere flexibiliteit in toevoer specifieke gassen naar bepaalde werkplekken en de mogelijkheid voor grotere flexibiliteit in het ventilatiesysteem.

Nadelen zijn:

- veel schachten verminderen de netto/bruto verhouding;
- een groot aantal schachten zijn evenzoveel bouwkundige obstakels bij wijziging van de etage-indeling en verminderen daarmee de bouwkundige flexibiliteit;
- vooral bij hoogbouw vele meters verticale leidingen (kostenaspect).

5.3 *Keuze tussen centrale en decentrale gassenvoorziening*

Op grond van veiligheidsoverwegingen dient de aanwezigheid van gasflessen in laboratoria zoveel mogelijk te worden voorkomen (zie CP 16-3 Laboratoria, samengeperste, opgeloste of tot vloeistof verdichte gassen).

Opslag en opstelling van gasflessen vindt dan ook zoveel mogelijk plaats buiten het laboratoriumgebouw in speciaal daarvoor bestemde open of gesloten ruimten. Vanaf dit opstelpunt wordt het gas via een leidingennet naar de diverse afnamepunten gevoerd. Bij een groot aantal afnamepunten heeft een centrale opstelling met een distributienet ook op grond van praktische en economische overwegingen, de voorkeur boven veel decentrale opstellingen.

Indien een opstelling buiten onmogelijk blijkt, of om andere redenen op grote bezwaren stuit, mogen de gasflessen in speciaal daartoe bestemde ruimten of nissen in het gebouw worden geplaatst. Vanuit de opstelruimte of nis voert een gasleiding naar de betreffende werkruimte (zie ook paragraaf 3.6, Opstel- en opslagplaats van gasflessen).

5.4 *Institutionele voorzieningen en flexibiliteit*

5.4.1 *Gradaties in flexibiliteit*

- *De mogelijkheid om op/in eenzelfde ruimtelijke vorm (werktafel-zuurkast) geheel andersoortig werk uit te voeren.*
Hiertoe is het noodzakelijk dat er een ruime mogelijkheid is voor het toevoeren van diverse gassen en voor het aanpassen van de ventilatievoorziening op de betreffende werkplek.
Deze flexibiliteit is het meest realiseerbaar bij een groot aantal verticale schachten voor de voorzieningen en het ventilatiesysteem, zodanig dat de kleinst bouwkundig realiseerbare labeenheid in dit opzicht self-supporting is.
- *De mogelijkheid tot wijziging van de ruimtelijke indeling.*
Hiertoe is het noodzakelijk dat niet per definitie in de werkruimte voor een vast verdeelpatroon van gefixeerde servicestroken wordt gekozen maar de vrijheid aanwezig is om, binnen bepaalde grenzen, servicezuilen met aansluitpunten te plaatsen.
Ook voor deze vorm van flexibiliteit is voorziening vanuit een nabijgelegen schacht te prefereren.
- *De mogelijkheid tot wijziging van de labgrootte en/of de indeling van een etage of vleugel.*
Hiertoe is het noodzakelijk dat het aantal permanente wanden beperkt

blijft tot de vereiste brandscheidingen en dat de overige wanden verderbaarder en relatief eenvoudig plaatsbaar zijn.
Daarnaast dient het aantal bouwkundige obstakels tot het minimum te worden beperkt.

5.4.2 Uitvoering van de aansluitingen naar het afnamepunt

Hoofdstrengen in lengterichting boven het verlaagd plafond van de labruimte.
Vanaf de hoofdstreng eindigt een aftakking met afsluiter onder het verlaagd plafond. Het maken van nieuwe aansluitingen is in deze opzet niet eenvoudig. Ook de flexibiliteit t.a.v. wijziging ruimtelijke opstelling in de labruimte is vrij beperkt.

Hoofdstrengen in lengterichting in de gang boven een verlaagd plafond in de gang.

De afsluiter in de aftakking kan zich bevinden boven het verlaagde plafond, in het zicht in de gang (zinvol bij incidenten) of in de werkruimte.

Ook hier is het maken van nieuwe aansluitingen niet eenvoudig tenzij gekozen is voor een voeding van twee kanten met tussenafsluiters.

De flexibiliteit t.a.v. wijziging in de ruimtelijke indeling van de labruimte is, indien de aftakkingen in de gang of boven de gang zijn, duidelijk groter dan indien deze zich boven de labruimte bevinden.

Voor beide uitvoeringen geldt dat flexibiliteit in wijziging/uitbreiding van de voorzieningen niet eenvoudig is.

Hoofdstrengen in groot aantal schachten waarvan aftakkingen naar de aangrenzende labruimte.

De aftakkingen kunnen zich bevinden boven een verlaagd plafond, onder het plafond of rechtstreeks lopen naar werkplekken grenzend aan de schachten. Indien de aftakkingen nog een horizontaal stuk hebben boven het verlaagde plafond dan wel onder het plafond dan kan de afsluiter zich bevinden onder het plafond op een servicezuil.

Dit systeem, dus met een groot aantal schachten, bezit de grootste flexibiliteit t.a.v. wijziging/uitbreiding van de voorzieningen en t.a.v. de ruimtelijke indeling in de labruimte.

Voorwaarde is wel dat er in de leidingsystemen voldoende reserveruimten aanwezig is.

5.5 Milieu-aspecten

De milieu-aspecten van de institutionele voorzieningen beperken zich tot het voorkomen van lekkages van voor het milieu schadelijke gassen, de opvang en afvoer van de afwaterstromen, beperking van het watergebruik en de bescherming van de watervoorziening.

Voor een bespreking van de milieu-aspecten van de luchthuishouding wordt verwezen naar het hoofdstuk 6, Klimaat, ventilatie en geluid.

Ten aanzien van de waterafvoer wordt het volgende opgemerkt.

Op grond van specifieke wet- en regelgeving dienen bepaalde afvalwaterstromen altijd gecontroleerd te worden opgevangen (b.v. in radionucliden laboratoria) en kunnen deze in bepaalde gevallen na meting op het rioolsysteem worden geloosd of moeten altijd aan een speciale behandeling worden onderworpen.

Daarnaast dient het door het bedrijf/instelling te voeren beleid t.a.v. afvalwaterproblematiek van laboratoria, gericht te zijn op het voorkomen van verontreiniging van het afvalwater door bedrijfsinterne maatregelen voor te schrijven of het nemen daarvan te bevorderen.

Deze maatregelen dienen gericht te zijn op "bestrijding aan de bron".

Naast voorkoming van verontreiniging van het te lozen water is het beperken van het drinkwatergebruik uit milieu-oogpunt uitermate wenselijk. Met name de permanente koeling van grote apparaten met drinkwater dragen aanzienlijk bij aan het totale waterverbruik.

Diverse technische voorzieningen kunnen het watergebruik terugdringen, zoals doorstroombegrenzers, recirculatiesystemen of alternatieve technieken zoals het gebruik van membraanpompen i.p.v. waterstraalpompen. Bijkomende voordelen van membraanpompen zijn de reductie van de lozing van oplosmiddelen via het riool en de beperking van geluidsoverlast t.o.v. de waterstraalpompe.

Aspecten voor het beperken van energiegebruik zijn vastgelegd in het Bouwbesluit (zie hoofdstuk 9). Voor de laboratoriumwerkzaamheden moet er een zo goed mogelijk evenwicht zijn tussen de eisen voor arbeidsomstandigheden (b.v. ventilatie, onderdruk) en energiegebruik. Het is bijvoorbeeld niet altijd noodzakelijk een hoog ventilatievoud te handhaven als er geen werkzaamheden worden verricht. Een regelbare ventilatievoud kan het energiegebruik beperken.

Voorbeelden van technische/bouwkundige maatregelen zijn:

- *Gebruik van best bestaande c.q. best uitvoerbare technieken ter beperking van lozing van bepaalde stoffen.*
Dit kan onder meer betekenen de aanleg van een apart afvalwaterverzamelstelsel of het gebruik van lokale afvaltankjes, voor bepaalde stromen verontreinigd afvalwater.
Daarnaast of tevens kunnen tussenopvangtanks vereist zijn waarvan het water bemonsterd kan worden alvorens het te lozen. Overigens kunnen tussenopvangtanks ook vereist worden als algemene maatregel ter bescherming van het rioolsysteem bij een incident in het laboratorium.
Door het toepassen van (lokale) watermeters en verbruiksregistratie kan het waterverbruik beter in kaart worden gebracht.
- *Een inzamelstelsel voor bepaalde categorieën van afvalstoffen.*
De hoeveelheden en de diversiteit van de in te zamelen stromen

bepalen de benodigde ruimte voor inzameling in de werkruimte, de ruimte voor de tijdelijke bewaring/opslag op de etage of in het gebouw en de middelen en mogelijkheden voor afvoer naar een opslag buiten het gebouw.

Door de waterleverancier wordt doorgaans een break-unit in de wateraanvoer vereist. Om ook het interne waternet te beschermen worden proceswatervoorzieningen aangesloten met tussenplaatsing van een terugslagvoorziening.

Drinkwater-aftappunten kunnen rechtstreeks worden aangesloten op het interne waternet.

5.6 Wettelijke eisen / richtlijnen

- NEN 1010, Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties.
- NEN 1078, Gasinstallaties.
- NEN 3050, Kleuren voor het merken van pijpleidingen voor het vervoer van vloeibare of gasvormige stoffen in landinstallaties en aan boord van schepen.

5.7 Overige literatuur

- Handbook of facilities planning, Volume 1, Laboratory Facilities, Th. Ruys ed., AIA, Van Nostrand Reinhold, New York.

6. KLIMAAT, VENTILATIE EN GELUID

Bij ventilatie van (chemische) laboratoria kan niet worden volstaan met natuurlijke ventilatie. Bovendien is natuurlijke ventilatie doorgaans een zeer slecht controleerbaar proces. Ook recirculatieventilatie is in het algemeen voor een chemisch laboratorium niet toegestaan (zie CP 16-1, par. 5.3.3).

Ventilatie op een chemisch laboratorium dient veelal twee doelen. In de eerste plaats de verwijdering van schadelijke gassen/dampen en daarnaast de beheersing van het thermisch binnenklimaat.

6.1 *Thermisch binnenklimaat*

De wettelijke bepaling op dit punt zijn vervat in art. 80 van het VBF in de vorm van de L-index. Deze beschrijft echter slechts minimumnormen en sluit zeker niet aan op de stand der techniek zoals art. 3 van de Arbowet omschrijft. Het Besluit Arbeidsplaatsen gaat er van uit dat de temperatuur afgestemd dient te zijn op de werkmethoden en de lichamelijke inspanning van werknemers. In een omgeving met gematigde temperaturen is een geschikte temperatuur te bepalen aan de hand van de Predicted Mean Vote (PMV) en de Predicted Percentage of Dissatisfaction (PPD). Meer informatie is te vinden in o.a. P 186 en de NEN-ISO 7730.

Het behaaglijkheidsmodel van de Deense fysioloog Fanger hanteert de volgende grootheden:

- luchttemperatuur ($^{\circ}\text{C}$);
- stralingstemperatuur ($^{\circ}\text{C}$);
- relatieve vochtigheid (%);
- luchtsnelheid (m/s);
- kledingisolatie (clo);
- inspanningsniveau van de mens (W/m^2).

De zes genoemde parameters zijn zodanig gemodelleerd dat hieruit de PMV kan worden berekend.

Dit is de gemiddelde temperatuurbeleving van een grote groep mensen en loopt van -3 (zeer koud) tot +3 (zeer warm). De PMV is vervolgens gerelateerd aan het Predicted Percentage Dissatisfied. Dan blijkt bij $\text{PMV} = 0$ (neutraal) het PPD nog steeds 5 te bedragen. Het is dus per definitie onmogelijk om het iedereen naar de zin te maken. Zo hanteert de Rijksgebouwen dienst (RGD) bij nieuwbouw een ontwerpnorm van $\text{PPD} < 10$. Dat betekent een PMV-waarde tussen de -0,5 en +0,5. In de praktijk wordt een *onderschrijding* gedurende 1% van de tijd toegestaan en een *overschrijding* van 5% van de tijd. Als personeel regelmatig in twee verschillende aan elkaar grenzende ruimten moet werken, mag tussen deze twee ruimten geen groter verschil in PMV zijn dan 1.0. De luchtsnelheid, onder 2 meter hoogte, mag nergens meer bedragen dan 0,2 m/s en is verder afhankelijk van de temperatuur.

De basis hoeveelheid ventilatie benodigd voor b.v. kantoren bedraagt 35 m^3 per persoon per uur [minimale toevoer van 25 m^3 verse lucht per persoon per uur -P 186-]. In een laboratorium moet verder nog rekening worden gehouden

met de afvoer van warmte alsook schadelijke gassen en dampen. De relatieve vochtigheid moet minimaal 30% zijn, bij voorkeur boven de 40%. De bevochtigingscapaciteit kan eventueel d.m.v. stoombevochtiging (minder kans op microbiële verontreinigingen) gerealiseerd worden.

6.2 *Mechanische ruimteventilatie*

Als basisvoorziening ter voorkoming van blootstelling aan schadelijke gassen en dampen wordt vaak een ruimteventilatie toegepast met een verversingsvoud van $2-8 \text{ h}^{-1}$. De grootte van het vereiste verversingsvoud is sterk afhankelijk van de verspreidingskans van de gebruikte chemicaliën; ze wordt ze veelal bepaald door de afzuigcapaciteit van de aanwezige puntafzuigingen en zuurkasten.

De werking van de zuurkasten kan negatief worden beïnvloed door een slechte manier van luchttoevoer. Zelfs de werking van goede zuurkasten met een relatief hoge intrede-snelheid ($0.35-0.4 \text{ m/s}$) kan teniet worden gedaan als t.g.v. een slechte luchttoevoer turbulenties voor de zuurkast ontstaan. Hogere lekwaarden van de zuurkast dan de norm (zie volgende paragraaf) zijn het gevolg. Het installatiebureau moet garant kunnen staan voor het realiseren van de gestelde eisen aan het ventilatiesysteem.

Turbulente menging

De meest toegepaste vorm van ruimteventilatie is de turbulente menging van lucht.

Bij turbulente menging van lucht wordt de door een installatie toegevoerde lucht gemengd met de reeds aanwezige lucht en het mengsel na doorspoeling van de ruimte weer afgevoerd. Moderne toevoerroosters kunnen een goede menging opleveren. Deze wijze van ruimteventilatie is dus niet altijd effectief maar wel bruikbaar voor situaties waarbij de plaats en het tijdstip van emissies niet voorspelbaar zijn als aanvulling op plaatselijke afzuiging en bij geringe luchtverontreiniging. Verder kan turbulente lucht tochtklachten geven als het systeem niet goed is aangelegd.

Verdringingsventilatie

Een andere vorm van ventilatie is verdringingsventilatie. Hierbij wordt lucht met lage snelheid over een groot oppervlak toegevoerd, waarbij de reeds aanwezige lucht naar de afvoeropening wordt "gedrukt". De verontreinigde lucht wordt vrijwel niet gemengd met schone lucht. Stroomopwaarts van de verontreiniging (b.v. de ademhalingszone) is de lucht dan schoon. Verdringingsventilatie verdient in principe de voorkeur boven menging van lucht.

De eisen te stellen aan ruimteventilatie worden veelal slechts uitgedrukt in het gewenste ventilatievoud. Te weinig wordt nog gekeken naar het effect daarvan. Een methode om hierin nader inzicht te krijgen is om met behulp van een tracergas de verblijftijd van de lucht te bepalen. Deze methode zou normatief verder ontwikkeld moeten worden zodat ventilatie-eisen in termen van luchtverblijftijd kunnen worden geformuleerd.

Zo zou, bij volledige opmenging en goede doorspoeling, een ventilatievoud van

10 h⁻¹ een luchtverblijftijd van 6 min. moeten opleveren op alle plaatsen in de werkruimte.

Het ventilatiesysteem moet zodanig worden afgesteld dat altijd iets meer lucht wordt afgezogen dan toegevoerd. Een onderdruk van 5 Pa kan hiervoor een streefwaarde zijn als een bepaalde onderdruk vereist is. De lab-onderdruk-indikatie dient dan bij de toegangsdeur te zijn aangebracht.

Het verdient sterke aanbeveling om de hoeveelheid toegevoerde lucht via een meet/regelsysteem aan de hoeveelheid afgezogen lucht te koppelen teneinde de vereiste onder/overdruk te handhaven. Extra luchttoevoer in de gangen kan de afhankelijkheid van het sluiten van deuren verkleinen; meestal worden de deuren echter voorzien van drangers en mogen de ramen niet geopend kunnen worden. Het al dan niet aanbrengen van drangers moet in samenhang met de over- en onderdruk handhaving worden bekeken.

Het is niet toegestaan de van een laboratorium afgezogen lucht te recirculeren. Kortsluiting tussen luchttoevoer en luchtafvoer moet worden vermeden. Dit kan worden gerealiseerd door de luchttoevoerroosters zo ver mogelijk van de luchtafvoer te situeren.

6.3 *Zuurkasten en veiligheidskabinetten*

Het IAVM rapport "De zuurkast nader beschouwd" geeft veel informatie over technische bijzonderheden van (verschillende typen) zuurkasten, de plaatsing en het gebruik. Vooral chemisch werk vindt plaats in een zuurkast.

Veiligheidskabinetten worden in het algemeen gebruikt voor microbiologisch werk.

6.3.1 *Zuurkasten*

Een zuurkast dient tenminste te voldoen aan DIN 12924, met dien verstande dat het aan te raden is om voor de in Tabel II van deze DIN genoemde lekwaarden strenger te zijn. Dat betekent dat de lek naar buiten resp. 0.01, 0.05 en 0.1 ppm mag bedragen bij de verschillende raamstanden. Dit om te voorkomen dat de zuurkast bij een te lage lineaire luchtsnelheid aan de DIN voldoet. Daarom wordt aanbevolen om *daarnaast* de eis te stellen dat de lineaire luchtsnelheid in het geheel geopende raamvlak tenminste gemiddeld 0,25 m/s bedraagt (de standaardafwijking van het gemiddelde, van de op meerdere plaatsen in het raamvlak gemeten luchtsnelheid, mag niet meer dan 20% van het gemiddelde bedragen). In feite gelden dus de DIN 12924 en de luchtsnelheidseis van 0.25 m/s tezamen. Bij nieuw te installeren zuurkasten en bij toepassingen waarbij een hoger containment vereist is, is het aan te raden de luchtsnelheid hoger te kiezen (ca. 0.35-0.4 m/s). Aangezien in de loop der jaren de afzuigeffectiviteit afneemt, kan met deze keuze worden voorkomen dat de luchtsnelheid na verloop van tijd beneden de 0.25 m/s komt. Het kan aan te bevelen zijn de zuurkasten op de werkplek door de fabrikant te laten testen; de fabrikant moet kunnen garanderen dat de kasten aan de specificaties voldoen.

Tabel II DIN 12924:

DIN 12924		
Raamstand	Toegestane lekwaarden: (max. SF ₆ concentratie ml/m ³)	Strengere lekwaarden: (max. SF ₆ concentratie ml/m ³)
gesloten	0.2	0.01
eenderde geopend	0.5	0.05
geheel geopend	0.8	0.1

Om de luchtsnelheid continu te bewaken kan een luchtdoorstroom-bewaking geïnstalleerd worden. Met LED's en/of geluidssignalen wordt een alarm gegeven bij een te lage luchtsnelheid. De signalering of een zuurkast in- of uitgeschakeld staat moet duidelijk zichtbaar zijn.

Een zuurkast behoeft niet noodzakelijkerwijs van een by-pass voorzien te zijn indien voorkomen wordt dat de lineaire luchtsnelheid in het raamvlak hoger wordt dan 1 m/s.

Bij het werken met zware gassen wordt aanbevolen de dorpel van het werkblad te voorzien van een air-foil. Indien de onderkastjes worden afgezogen, dan dient dit gescheiden van het werkblad te gebeuren en moet het verversingsvoud tenminste 20 h⁻¹ bedragen.

Het zuurkastraam dient bij voorkeur te zijn uitgevoerd in gehard glas. Dit heeft een betere temperatuurbestendigheid dan gelamineerd glas.

De situering van de zuurkast in de ruimte is van groot belang voor zijn goede werking. Zo moet de afstand tot deuren zo groot zijn dat de deuren bij open en dicht gaan de luchtstroom in het raam niet negatief beïnvloeden. De afstand van de zuurkast tot de labtafel dient tenminste 1.80 meter te bedragen. Indien zuurkasten tegenover elkaar worden geplaatst dan moet de onderlinge afstand minstens een paar meter te zijn. De minimale afstand wordt onder meer bepaald door de breedte van de luchttoevoeropeningen.

Indien voor een bepaald ventilatievoud is gekozen dan ligt daarmee de beschikbare hoeveelheid lucht vast. Omdat de fabrikant vaste hoeveelheden lucht per zuurkast voorschrijft, is het aantal te plaatsen zuurkasten in principe bepaald door het ventilatievoud.

Mocht door een groter aantal zuurkasten het beschikbare ventilatievoud worden overschreden, dan kan het gebruik van zuurkasten met suppletie-lucht worden overwogen (zie volgende paragraaf).

In verband met het energieverbruik is een dag/nachtstand van de zuurkasten te overwegen. Als de ruimte-ventilatie afvoer via de zuurkasten verloopt is het

aan te raden minimaal één zuurkast permanent ingeschakeld te houden; deze is dus niet handmatig af te schakelen.

6.3.2 Zuurkast met suppletie-lucht

Uit oogpunt van energiegebruik lijkt een zuurkast met suppletie lucht ideaal. Immers, bij een conventionele zuurkast wordt geconditioneerde lucht na een kortstondig verblijf in de ruimte het gebouw uitgeblazen. Bij een zuurkast met suppletie-lucht wordt er direct lucht van buiten aangezogen en gebruikt voor een deel van de directe inblaas en doorspoeling van de zuurkast. Deze hoeveelheid lucht hoeft dus in principe niet geconditioneerd te worden, hetgeen energie bespaart.

De American Industrial Hygiene Association noemt een aantal relevante nadelen van suppletie-zuurkasten genoemd. Deze moeten zeker worden meegenomen in de overweging om suppletie-zuurkasten toe te passen. De nadelen zijn:

- de toegevoerde lucht moet eveneens, zij het minder, verwarmd te worden om verstoringen t.g.v. grote temperatuurverschillen te voorkomen;
- de kosten van installatie, gebruik en onderhoud kunnen hoger zijn dan de kostenbesparingen;
- er kan discomfort bij medewerkers optreden bij langdurig gebruik;
- er is een nauwkeurige installatie en gebruik nodig, anders kan verlies optreden van de beschermingsfactor en de mogelijke besparingen.

6.3.3. Veiligheidskabinetten

Het type veiligheidskabinet dat zowel de gebruiker als het produkt beschermd wordt aangeduid als klasse II. Binnen de klasse II kabinetten bestaan onderling verschillende HEPA (High Efficiency Particulate Air filter) filtersystemen. Het onderscheid bestaat uit de plaats van de filters (wel of niet onder het werkblad). Klasse IIB heeft een extra filter in de luchtstroom achter het werkblad. Dit extra filter kan in principe als een alternatief voor een luchtafvoerkanaal worden beschouwd; het is altijd beter om de lucht direct via een afvoerkanaal naar buiten af te voeren. Indien gebruik gemaakt wordt van een continue werkend (centraal) afvoersysteem is het raadzaam om de afvoer van een veiligheidskast niet luchtdicht aan te sluiten op een afzuigpunt c.q. te voorzien van een by-pass, om te voorkomen dat lucht continue door het filter wordt gezogen ook als de kast niet in gebruik is. Het filter kan hierdoor snel verzadigd raken met verontreinigingen uit de lucht.

De HEPA filters vangen alleen deeltjes af en geen gassen. Het voordeel van een IIB kast, aangesloten op een afvoerkanaal, is dat met biologische agentia uit categorie 3 gewerkt kan worden in combinatie met radionucliden of chemicaliën. De flexibiliteit voor de verschillende soorten werkzaamheden is dus groot.

Volgens een ontwerp Europese norm voor veiligheidskabinetten dient de

gemiddelde luchtsnelheid in de raamopening meer dan 0.4 m/s te zijn; de snelheid van de downflow dient minstens 0.25 m/s te zijn.

De goede werking van de veiligheidskabinetten is afhankelijk van het onderhoud. Door vervuiling van de filters neemt de ventilatie af en het risico op besmetting toe. Het periodiek testen, m.b.v. een deeltjesteller, van de kast en filters is noodzakelijk. Verder moet de ventilatie van het laboratorium wel gewaarborgd blijven (d.m.v. een by-pass) als de veiligheidskabinetten niet in gebruik zijn.

6.4 Plaatselijke afzuiging

Soms wordt bij goed-gedefinieerde emissiepunten plaatselijke afzuiging toegepast. De effectiviteit van deze afzuiging wordt vaak overschat. Op een afstand van 1 maal de diameter van de afzuigopening is de lineaire luchtsnelheid reeds afgenomen tot 5% van die in de afzuigopening. Het toepassen van zijflenzen bij de afzuigopening geeft enige verbetering.

Het verdient aanbeveling om met zichtbare rook te controleren of de eventuele onzichtbare contaminant inderdaad voldoende wordt afgezogen. Ook afzuigkappen vallen in deze categorie.

6.5 Afvoeren van gebruikte lucht

Zuurkastafzuiging is niet bedoeld als een regulier "afgassysteem" maar dient ter bescherming van de laboratoriummedewerker tegen vrijkomende dampen/gassen/aerosolen (bij uitvoeren van de normale werkzaamheden of in geval van een verkeerde handeling/ongeluk). Ondanks de relatief lage dampconcentratie in de zuurkastafvoer dient te worden voorkomen dat de afgevoerde gebruikte lucht, die in principe gecontamineerd kan zijn, weer (onverdund) in een ventilatietoevoer terecht komt. Hiertoe dient vertikaal te worden afgeblazen met een minimale snelheid van 7 m/s en minimaal 2m boven het dak. De hoogte van de afvoer boven het dak is mede afhankelijk van de afstand tot hogere gebouwen in de omgeving. Deze verticale afblaas mag niet verstoord worden door ongelukkig geplaatste regenkapen.

Meestal worden zuurkasten aangesloten via een eigen afvoerkanaal met aparte ventilator. Het is ook mogelijk 3 of 4 zuurkasten via aparte afzuigkanalen op één ventilator aan te sluiten. Met het toepassen van een plenum, een systeem met één of twee grote ventilatoren voor alle zuurkasten (waardoor er één uitlaat voor alle zuurkasten wordt gecreëerd), is nog relatief weinig ervaring opgedaan. De werkgever moet altijd wel het veilig gebruik van zuurkasten kunnen garanderen. Afvoerlucht uit laboratoria met een hoog inperkingsniveau moet in ieder geval via een apart kanaal worden afgevoerd.

6.5.1 Toepassing van koolstoffilters

Koolstoffilters kunnen in principe voor twee doeleinden worden gebruikt:

- voor de zogenaamde opzetzuurkasten; bij veel van dit soort types komt

- de uitgeblazen lucht weer in de werkruimte;
om de emissie van schadelijke gassen en dampen naar het buitenmilieu te beperken.

In geen van deze situaties is het gebruik van de koolstoffilters aan te raden. In het eerste geval komt gerecirculeerde lucht toch weer terug in de werkruimte. Noodzakelijk onderhoud en vervanging blijkt in de praktijk veelal achterwege te blijven. In het tweede geval kan er zoveel weerstand in het afzuigsysteem ontstaan dat de zuurkasten niet goed meer werken. De algemene nadelen van koolstoffilters zijn:

- de doorslag van stoffen is moeilijk te voorspellen;
- de filters zijn niet geschikt voor aerosolen;
- laag-moleculaire stoffen worden van het koolstof 'gestript', waardoor er alsnog verspreiding plaats kan vinden;
- koolstoffilters zijn niet geschikt voor een brede range van chemicaliën;
- een toenemend brandrisico door de aanwezigheid van vaak brandbare oplosmiddelen in het filter.

6.6 Geluid

Schadelijk geluid (> 80 dB(A)) zal in het algemeen niet in laboratoria voorkomen. Bepaalde apparaten kunnen echter wel schadelijk geluid produceren zoals centrifuges, ultrasoon-apparatuur of mixers. Voor geluidhinder moeten er richtlijnen gehanteerd worden om geluidshinder en de nagalm te voorkomen. Tevens moeten hinderlijke geluidsfrequenties (b.v. afkomstig van apparatuur) zo veel mogelijk beperkt worden.

In de voornorm NVN 3438 wordt een relatie gelegd tussen het geluidsniveau en de mate van communicatie met de aan de functie verbonden concentratie.

Geluid in laboratoria wordt onder meer veroorzaakt door infrastructurele voorzieningen, zoals de ventilatie. Ook de apparatuur in laboratoria (specifieke geluidsbronnen) draagt bij aan het totale geluidsniveau.

De gebruikte inrichtingsmaterialen (plafond en vloeren) hebben met name effect op de nagalmtijd.

6.6.1 Ventilatie

Bij het ontwerpen van het ventilatiesysteem, zoals de dimensionering van luchtkanalen, moet rekening gehouden worden met de lichtsnelheid; lucht begint hoorbaar te worden bij ca. 9 m/s en zelfs heel vervelend bij 11 à 12 m/s. Diezelfde kanalen, eenmaal in trilling gebracht, kunnen deze trillingen uitstekend voortplanten. Daarom is het beter de zuurkasten altijd via een geluiddemper op de rest van de afzuiginrichting aan te sluiten.

De voorlichtingsbrochure V 20-1 geeft richtlijnen voor geluidsvermindering ontstaan door ventilatie-kanalen en ventilatoren. De achtergrond geluidsnorm t.g.v. installatiegeluid mag niet hoger zijn dan 40 dB(A). In werking zijnde zuurkasten in een laboratorium verhogen het achtergrondgeluid; in de laborato-

ruimte dient een hoger geluidsniveau dan 45-50 dB(A) t.g.v. de zuurkasten te worden voorkomen.

Om geluidhinder in naastgelegen vertrekken te beperken geldt een minimale luchtgeluidisolatieindex van $I_{lu} \geq -14$. Afhankelijk van de werkzaamheden die in de buurt van laboratoria plaatsvindt (kantoorwerk, vergaderruimte) kan een hogere isolatie-index nodig zijn.

Frequenties: het komt voor dat door ventilatie soms een laag dreunend geluid veroorzaakt wordt. Deze hinderlijke frequenties mogen niet voorkomen. Ook frequentie-wisselingen moeten worden voorkomen.

6.6.2 Inrichting

In verband met het toenemen van geluidsproducerende apparatuur en de niet optimale akoestiek van een labruimte wordt aangeraden de lengte van de labruimten te beperken tot 2 à 3 maal de modulebreedte (totaal max. 10 m). Indien geen passende maatregelen zijn genomen kan bij grotere labruimten een nagalmtijd ontstaan van meer dan 1,0 s, hetgeen ervaren wordt als geluidshinder.

Ter vermindering van het geluidsniveau in de werkruimte kan het plaatsen van lawaai producerende apparatuur in aparte ruimten zinvol zijn.

Het stellen van geluidseisen bij aanschaf van apparatuur voorkomt later (hoge) aanpassingskosten voor geluidsreductie. Gezien de ontwikkelingen in laboratoria (zie bijlage) moet rekening gehouden worden met:

- toenemend gebruik van computers;
- toenemend gebruik van desk-top apparatuur (o.a. massaspectrometrie);
- meer gebruik van hybride-apparatuur (koppelingen van apparatuur o.a. HPLC-MS);
- vager worden van grenzen tussen "soorten werkzaamheden" in laboratoria (een organisch lab. beschikt vaak over analyse apparatuur; meer tekst- en dataverwerking);
- (toenemend) gebruik van "technische- of aparte ruimten" waar werkzaamheden plaatsvinden zoals koelcellen, klimaatkamers of NMR ruimten.

Voorlichtingsbrochure V 20-2 geeft richtlijnen voor het geluidsarm installeren van apparatuur.

De diversiteit aan werkzaamheden en werkplekken maken een eenduidige normering lastig. Een drie-delende indeling in type werkzaamheden kan een zekere normering makkelijker maken; deze indeling kan zijn:

1. *(plaatsgebonden) werk met hoog concentratie-niveau*
voorbeelden: schrijf- en vergaderruimtes, weegkamers, computerwerk.
Richtwaarden: 45-50 dB(A); nagalmtijd 0.8 sec.

2. *(bewegelijk) werk met normaal concentratie-niveau*
voorbeelden: synthese-, chemisch-technische- of andere laboratoria waar gewerkt met verplaatsbare apparatuur, installaties.
Richtwaarden: 50-60 dB(A); nagalmtijd 1.0 sec.
3. *werkzaamheden in "technische ruimten"*
voorbeelden: koel- en klimaat cellen, proefdierruimtes, nachtlabs, plantenkassen.
Richtwaarden: 60-65 dB(A). Naarmate men per dag langere tijd aanwezig is in de technische ruimten, moet het geluidsniveau dichterbij de 60 dB(A) liggen.

Deze geluidsniveaus gelden voor ruimten die "in bedrijf" zijn.

Het gewenste geluidsniveau van werkzaamheden onder punt 1 is vergelijkbaar volgens P-30 met dat van kantoorruimtes (45-50 dB[A]), punt 2 met kantoorruimten en meet- en regelkamers (50 - 60 dB[A]), punt 3 met werkplaatsen voor licht onderhoud (tussen 60-70 dB[A]).

Frequenties: door (electronische) apparatuur kunnen soms hoge frequenties gegenereerd worden. Frequenties van 20.000 - 40.000 Hz kunnen aanwezig zijn. Bij aanschaf van apparatuur moeten deze aspecten bekend zijn om adequate installatie-eisen te formuleren.

6.7 Wettelijke eisen/richtlijnen

Klimaat, ventilatie

- DIN 12924, Teil 1, Abzüge für Allgemeinen Gebrauch, August 1991.
- BSI 7258: 1990, Laboratory fume cupboards.
Part 1. Specification for safety and performance.
Part 2. Recommendations for the exchange of information and for installations.
Part 3. Recommendation for selection, use and maintenance.
- S 21, Vaststelling van een meetmethode voor het thermisch klimaat, juni 1986.
- S 44-1, Een inventarisatiemethode voor klimaatomstandigheden in bedrijven, juni 1988.
- NEN-ISO 7730, Gematigde thermische binnencondities.
- P 186; Kantoren (ventilatie, binnenklimaat, PMV-index).
- Besluit Arbeidsplaatsen 1993.

Geluid

- In het VBF en VBR staan de wettelijke normen voor schadelijk geluid. Omdat schadelijk geluid überhaupt niet voor mag komen op laboratoria mag het geluidsniveau de 80 dB(A) grens niet overschrijden.
- P 30 (bouw en inrichting bedrijfsruimten); daarin wordt voor laboratoria een richtwaarde gegeven van 45 dB(A). Dit is een indicatieve waarde, gebaseerd op het concentratie niveau en de spraakverstaanbaarheid. Tevens zijn er richtwaarden vermeld voor nagalmtijden. Laboratoria

- worden niet genoemd; gezien de relaties met de tabel voor geluidsniveaus lijkt een nagalmtijd van ca. 1 sec. een goede richtwaarde.
- CP 16-1; geeft enkele algemene aspecten over geluidsniveaus, zonder daarbij exacte waarden aan te geven (ontwerp, geluidsisolatie en -absorptie).
 - P 186, Kantoren; geeft enkele algemene aanwijzingen over apparatuurkeuze, isoleren, scheidingswanden, indeling in relatie tot geluid. Deze principes kunnen bij laboratoria toegepast worden.
 - P 166-1, Lawaai op de arbeidsplaats; bevat de wettelijke bepalingen te vinden en technische en/of organisatorische maatregelen.
 - Voornorm NVN 3438 1995; beoordelingsmethode van geluid in arbeidssituaties met betrekking tot verstoring van communicatie en concentratie.
 - V 20-1 (geluidsarm construeren) geeft o.a. informatie over geluidsproductie t.g.v. ventilatoren en regels voor geluidsvermindering [voor laboratoria is verder geen nuttige informatie te vinden].
 - V 20-2 (geluidsarm installeren) kan misschien nuttig zijn i.v.m. maatregelen voor het geluidsarm installeren van machines (effecten van wanden, absorberende schermen, isolatie e.d.).
 - V 20-3 (geluid van perslucht) waarin aspecten van uitstromende lucht, blazen en afblazen behandeld worden.

6.8 Overige literatuur

Klimaat, ventilatie

- BOHS Technical Guide no. 7, Controlling airborne contaminants in the workplace.
ISBN 0-905927-42-7.
- ACGIH, Industrial Ventilation: A manual of recommended practice, 21ste edition 1992, Cincinnati, Ohio, ISBN 0-936712-97-X.
- American National Standard for Laboratory Ventilation ANSI/AIHA, Z9.5-1992, ISBN 0-932627-50-1
- McIntyre, D.A., Indoor Climate, Applied Science Publishers Ltd., 1980. ISBN 0-85334-868-5.
- C.W.J. Cox, Normen en richtlijnen voor het binnenmilieu, Klimaatbeheersing 19(1990) nr. 6, p. 192 - 197.
- De zuurkast nader beschouwd, IAVM rapport nr. 17, 1989.
- Normering voor zuurkasten, ook in Nederland?, verslag van IAVM/NVVK studiedag op 27 nov. 1990, IAVM rapport no. 21.
- Lokale ventilatiesystemen, W.J.T. van Alphen, Dienst voor Veiligheid en Milieu, VU en VU ziekenhuis, 1990 (interne publikatie)
- Microbiologische veiligheidskabinetten klasse II, werkgroep veiligheidskabinetten van de IAVM, september 1990.
- Ruys, T. Handbook of Facilities Planning, Vol. 1. Laboratory Facilities, Van Nostrand Reinhold NY. ISBN 0-442-318529-9 (v.1)
- Boerstra, A.C. e.a., Standaard Programma van Eisen betreffende de Arbeidsomstandigheden in kantoorgebouwen, Arbo-adviesbureau O&O, 1991. Projectnummer 91/306.

- Kurzlehrgang "Die neue DIN 12924 und ihre Auswirkungen auf die Abzugstechnik", 7-8 Oktober 1991, Friedrich Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg.
- A short course on Fume cupboard standards, performance testing and monitoring, 22 September 1992, Imperial College of Science Technology and Medicine, London.
- Grieve, P.W., "Measuring ventilation using tracer gases", 1989, Bruel & Kjaer, Denmark.
- Recknagel, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, 65. Ausgabe, 1991. ISBN 3-486-0.

Geluid

- Bruel & Kjaer publicatie "measuring sound".
- Risicobeheersing in laboratoria, H.P.W. Vermeeren, A.W. Zwaard, 1986; geluid, frequenties en risicobeheersing. Een geluidsniveau van 45 dB(A) kan communicatie en werkzaamheden verstoren (blz. 173).
- Het ergonomisch lab., Laboratorium Praktijk, okt. 1988; diverse hinderlijke geluidsbronnen op laboratoria worden genoemd o.a. ventilatievoorzieningen (o.a. zuurkasten), waterstraal- en oliepompen, printers.
- Effecten van geluid op de mens, W. Passchier-Vermeer, 1991; Verwijzing naar Duitse VDI-norm waar in het algemeen 55 dB(A) toelaatbaar is voor hoofdarbeid en 70 dB(A) voor eenvoudig/gemechaniseerd kantoorwerk.
- Geluidhinder in kantoorgebouwen, relatie tussen hinder en akoestische metingen, Stichting Bouwresearch, werkdokument: 84, Rotterdam, december 1992; hierin staan diverse normen over de L_{w} waarden in relatie tot de kantoorfunctie die in de betreffende ruimte wordt verricht.

7. EISEN AAN MEUBILAIR, VLOEREN, WANDEN EN WERKBLADEN

7.1 Meubilair

Van de taken van lab-medewerkers kan ca. 30-60% bestaan uit administratieve taken die niet noodzakelijk zijn gebonden aan het laboratorium zelf; traditioneel "staand" lab-werk komt steeds minder voor. Ruimte-problemen zijn een bekend verschijnsel in laboratoria. Het laboratorium is in principe niet geschikt (geluidsoverlast, lay-out etc.) voor dit soort kantoor- en PC-werkzaamheden. In de optimale situatie moeten de gescheiden werkplekken voor bureautaken voldoen aan P 186, Kantoren. De uit te voeren bureau-taken bestaan veelal uit telefoneren, archiveren, uitwerken, overleg, rapporteren en PC-gebruik.

Laboratorium-gerelateerde werkplekken hebben specifieke knelpunten zoals:

- onvoldoende opslagmogelijkheden: zuurkasten worden ten onrechte als opslagmogelijkheid gebruikt;
- onvoldoende plaats, bereikbaarheid en aansluitmogelijkheden voor (rand-)apparatuur;
- onderkastjes die zittend werk belemmeren;
- klassiek laboratorium-meubilair (krukken, labtafels) dat niet is afgestemd op het soort werkzaamheden;
- er komt onnodig staand werk voor.

Het meubilair dat toegepast wordt in een laboratorium-omgeving kan aldus opgesplitst worden in:

- 1. meubilair voor de laboratorium-ruimte;
- 2. meubilair voor de administratieve werkplek.

Ad. 1.

De werkplek in een laboratoriumruimte bestaat uit een verscheidenheid aan meubelstukken: de zuurkast, de labtafel, de PC-werkplek (bij een apparaat), opslagkasten, staand en zittend werk, "registratie"-werkplek. Hoofdaandachtspunten bij meubilairkeuze zijn flexibiliteit, modulaire opbouw en toepassing van ergonomische principes. Per laboratorium of afdeling moet bekeken worden welke werkzaamheden er worden uitgevoerd; aandachtspunten hierbij zijn:

- verhouding staand/zittend werk;
- verhouding lab. werk/bureauwerk;
- verhouding vaste versus flexibele opstellingen/apparatuur;
- hoeveelheid werk in zuurkasten;
- benodigde ruimte voor rand-apparatuur;
- benodigde opslag-, afleg- en documentatie-ruimte;
- hoeveelheid registratie-werkplekken (bij apparatuur, waarnemingen);
- terminal- en monitortaken incl. toetsenbord (o.a. apparatuurbesturing).

Voor de meeste knelpunten zijn enkele concrete oplossingen:

- loketstoelen (met voetensteun) voor labtafel-werkzaamheden;

- normale zitwerkplek indien men de meeste tijd zittend werk verricht;
- geen onderkastjes onder tafels/zuurkasten als er aan deze tafels en zuurkasten zittend werk verricht moet worden;
- geen of eenvoudig verplaats- of verschuifbare bureau's naast zuurkasten;
- verstelbare tafelhoogten; afstemming tafelhoogte aan de hoogte van apparatuur en bedieningsorganen en afleesbaarheid;
- geen beeldschermen op bureau's en direct voor het raam;
- waar nodig gecombineerde zit-sta werkplekken (tafel 900-950 mm zonder onderkastjes).

Het is verstandig het programma van eisen voor te leggen aan diverse leveranciers van laboratorium-meubilair. Met behulp van ontwerp-tekeningen kunnen zij de eisen vertalen naar soorten meubilair en afmetingen.

In de enquête (zie bijlage) staan diverse trends weergegeven die betrekking hebben op het soort toe te passen meubilair.

Ad 2.

De kantoorruimtes voor bureauwerkplekken in de onmiddellijke nabijheid van het laboratorium/laboratoriumruimte situeren, liefst met uitzicht op de laboratorium-ruimte. Voor de inrichting en meubiliar kan verwezen worden naar P 186.

7.2 Materialen en inrichtingseisen/normstelling

Aan vloeren, wanden en werkbladen in laboratoria dienen bepaalde eisen te worden gesteld ten aanzien van onder andere (chemische) bestendigheid, decontaminatie-mogelijkheid en de stroefheid. In verschillende overheidspublicaties worden voornamelijk globale eisen gesteld. Tot op heden zijn er geen duidelijke normen, voorschriften e.d., waaraan de te gebruiken materialen dienen te voldoen.

Omdat in laboratoria vele chemicaliën aanwezig kunnen zijn, is een goed schoon te maken inrichting aan te bevelen.

Hieronder worden voor vloeren, wanden en werkbladen suggesties gegeven om te komen tot een programma van eisen/normstelling.

7.2.1 Vloeren

Materialen

In laboratoria wordt in het algemeen gebruik gemaakt van PVC-vloerbedekking, van een tegelvloer of van, met epoxyverf behandelde betonnen vloeren. In oudere laboratoria zijn soms ook granieten vloeren toegepast. Onderstaand worden een aantal eigenschappen van PVC-vloerbedekking en tegelvloeren besproken.

PVC-vloerbedekking is er in een groot aantal verschillende soorten/typen en kleuren. Deze vloerbedekking is bestendig tegen een groot aantal chemicaliën, echter niet tegen alle (zie informatie fabrikant). Sommige kleuren kunnen

aangetast worden door organische oplosmiddelen.

Door een PVC-vloer te voorzien van een coating wordt de decontamineerbaarheid verbeterd. Zonder coating kunnen stoffen makkelijker in de vloerbedekking trekken en zijn deze niet of nauwelijks meer te verwijderen.

Normale dagelijkse schoonmaak is eenvoudig bij een PVC-vloer.

Een nadeel van de meeste PVC-vloeren is dat deze vrij glad zijn, vooral wanneer de vloer nat is. Daarnaast kan PVC slecht tegen vloeibare stikstof.

Sinds enige tijd is er een nieuwe slipvaste PVC-vloer op de markt. In deze vloer is carborundum verwerkt, wat een grote stroefheid veroorzaakt. In principe worden de stroeve eigenschappen niet verminderd in de loop der jaren. Deze vloer is getest door de onafhankelijke Britse Rubber and Plastics Research Association. Bij deze test zijn duidelijke voordelen gebleken op het terrein van slipvastheid. De vloer is wel gevoelig voor ketonen.

In veel laboratoria worden keramische tegels toegepast. Deze hebben een goede resistentie tegen chemicaliën. Om te zorgen dat stoffen niet in de voegen dringen, dient gebruik gemaakt te worden van een speciale specie, zoals epoxyhars. Wanneer er sprake is van een vochtige ruimte dient er een vochtkerende laag onder de tegels aangebracht te worden als de specie en tegels vocht kunnen doorlaten.

Afhankelijk van het soort toegepaste tegel kan de stroefheid variëren van slecht tot zeer goed bij zowel droge als natte vloeren.

Overgangen van vloer naar wand kunnen zowel bij het gebruik van PVC als bij het gebruik van tegelvloeren op een goede wijze plaatsvinden. Bij PVC-vloeren kunnen PVC-plinten worden gebruikt die op de vloer en tegen de wand worden aangeplakt. Voor tegelvloeren zijn speciale holle plinten verkrijgbaar, zodat de vloer als het ware tot op de wand doorloopt.

Inrichtingseisen/normstelling

Voor vloerbedekking in een laboratorium kunnen de eisen als volgt worden geformuleerd:

- De vloer dient bestand te zijn tegen diverse chemicaliën:
 - . zuren;
 - . basen;
 - . organische oplosmiddelen;
 - . kleurstoffen;
 - . desinfectiemiddelen.

Een testmethode wordt gegeven in de DIN 51958.

Uiteraard hangt het van het soort werkzaamheden in een laboratorium af, welke chemicaliën er worden gebruikt. Wanneer er in een laboratorium geen zuren worden gebruikt, is het in feite niet noodzakelijk dat het vloermateriaal bestand is tegen zuren. Wanneer we spreken over een flexibel laboratorium, waarin verschillende soorten werkzaamheden moeten kunnen worden verricht, dan is het noodzakelijk dat de gebruikte materialen bestendig zijn tegen een zo breed mogelijk scala aan chemische stoffen.

- De vloerbedekking moet vloeistofdicht zijn. Er mogen geen naden in de vloer voorkomen. Bij tegels dient met name gelet te worden op de specie die wordt gebruikt voor de voegen.
- De vloer moet goed schoon te maken zijn.
- De vloer moet voldoende stroef zijn en mag ook niet glad worden ten gevolge van water of gemorste chemicaliën. Er zijn verschillende methoden om de stroefheid van vloeren aan te geven.

Bij een Duitse methode (ZH 1/571) wordt de stroefheid bepaald op een meetbrug en weergegeven in een stroefheidsklasse (R10, R11, R12 en R13). Tevens wordt hierbij een verdringingsruimte voor verontreinigingen bepaald, weergegeven met een V-waarde (V4, V6, V8 en V10).

Naast deze Duitse methode zijn er ook ASTM-methodes, waarmee een waarde wordt bepaald voor de stroefheid, resp een wrijvingscoëfficiënt. Een als stroef beschouwde vloer wordt met 75 aangegeven. Een absoluut minimaal benodigde stroefheid wordt bij 40 bereikt.

Als wrijvingscoëfficiënt worden waarden $> 0,5$ als voldoende genoemd.

- De kleur van de vloerbedekking is van belang in relatie tot de werkzaamheden die worden verricht. Bij het werken met b.v. kleurstoffen en bloed heeft een lichte kleur het voordeel dat goed zichtbaar is wanneer men gemorst heeft. In verband met enige inwerking van kleurstoffen heeft een al te lichte kleur uiteraard ook weer nadelen. Er kan dan bijvoorbeeld beter voor een grijze kleur worden gekozen dan voor een witte.
- De vloer dient bij voorkeur door middel van een holle plint over te gaan in de wandbekleding.
- Bij leidingdoorvoer dient men er voor te zorgen dat er geen vloeistoffen langs de leidingen kunnen wegstromen. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van een mantel om de leiding, waarbij de vloerbedekking oploopt tegen deze mantel.

7.2.2 Wanden

Materialen

Om ervoor te zorgen dat wanden niet absorberend en goed afneembaar zijn bij spatten e.d. dienen ze behandeld te worden met een geschikte afwasbare verf. Een probleem hierbij is dat muren soms na enige tijd scheuren en gaten vertonen. Om dit te ondervangen is het mogelijk de muur eerst te beplakken met een elastische wandbekleding (micatex), waardoor scheuren niet optreden en de muur bovendien beschermd is tegen stoten. Vervolgens kan dit met een afwasbare verf worden behandeld.

Het is ook mogelijk de wand te betegelen. Evenals bij de vloertegel is er dan sprake van een goede chemische resistentie en afwasbaarheid. Wel dient ook hier voor de voegen een specie gebruikt te worden waar geen stoffen in kunnen dringen. Een nadeel van het betegelen van de wanden kan de langere nagalmtijd, en dus toename van de geluidshinder, zijn.

Inrichtingseisen/normstelling

Voor wandbekleding in een laboratorium kunnen de eisen als volgt worden geformuleerd:

- De wand dient enige bestendigheid te hebben tegen diverse chemicaliën en desinfectiemiddelen. Wanneer bij wandtafels een achterwand (met een hoogte van minimaal 50 cm) aanwezig is, geldt dit ook voor deze achterwand.
- De wand mag niet poreus zijn. Bij tegels dient met name gelet te worden op de specie die wordt gebruikt voor de voegen.
- De wand moet goed afneembaar zijn.
- Teneinde scheuren en beschadigingen bij stoten te voorkomen, kan de wand eerst beplakt worden met een elastische wandbekleding en vervolgens geschilderd.
- De kleur is van belang. Een lichte kleur heeft het voordeel dat vlekken bij spatten goed zichtbaar zijn. Tevens heeft een lichte kleur voordelen in verband met contrasten bij het aspect verlichting. Een nadeel kan zijn dat lichte wanden er sneller vuil uitzien.

7.2.3 Werkbladen

Materialen

Voor werkbladen kunnen een groot aantal verschillende materialen worden toegepast. Dit kan zijn:

- hardhout, afgewerkt met een twee-componenten lak;
- roestvrij staal;
- zuurvaste steen of tegels;
- multiplex met kunststof;
- volkern.

Het meest toegepaste materiaal is tegenwoordig volkern.

Volkern platen zijn bouwplaten op basis van thermohardende kunstharsen, versterkt met cellulosevezels, met een gesloten toplaag op basis van composietharsen (N.B.: bij ruwe zijkanten bestaat de kans dat water voor zwelling van het blad kan zorgen).

Sterke zuren en verschillende kleurstoffen kunnen problemen geven (uitbijten, vlekken). Vlekken van kleurstoffen zijn echter vaak te verwijderen met verdund zoutzuur.

Inrichtingseisen/normstelling

Voor werkbladen in een laboratorium kunnen de eisen als volgt worden geformuleerd:

- Het werkblad dient bestand te zijn tegen diverse chemicaliën:
 - . zuren;
 - . basen;
 - . organische oplosmiddelen;
 - . kleurstoffen;
 - . desinfectiemiddelen.

Een goede test en klassifikatiemethode wordt gegeven in de BS 3202-norm. De opmerking betreffende soort werkzaamheden versus bestendigheid materialen, zoals gemaakt bij de vloeren, is hier uiteraard ook van toepassing.

- Het werkblad moet bestand zijn tegen plaatselijke lage (-20°C) en hoge (100°C) temperaturen.
- Het werkblad dient goed krasbestendig te zijn.
- Het werkblad mag niet poreus zijn.
- Het werkblad dient glad te zijn, zodat het goed afneembaar is. Er mag hierdoor echter geen sprake zijn van een hinderlijke lichtreflectie door het werkblad.
- Evenals bij vloeren en wanden is de kleur van belang, waarbij in principe dezelfde voor- en nadelen van een bepaalde kleur aan te geven zijn.
- Er mogen geen naden in het werkblad voorkomen. Wanneer het werkblad uit meerdere delen bestaat dienen naden afgekit te worden met een kit die bestand is tegen diverse chemicaliën.
- De zijkanten dienen zodanig afgewerkt te zijn dat vloeistoffen niet via de zijwand in het werkblad kunnen dringen.
- De randen van de werkbladen dienen te zijn voorzien van een opstaande rand of druipprofiel aan de onderzijde. Uit hygiënisch oogpunt wordt een gootje afgeraden.
- Bij wandtafels wordt geadviseerd een opstaande rand van minimaal 50 cm tegen de muur aan te brengen. De verbinding tussen werkblad en opstaande rand dient afgekit te worden met een kit die bestand is tegen diverse chemicaliën.
- Bij leidingdoorvoer dient gebruik gemaakt te worden van een mantel om de leiding. De ruimte tussen mantel en werkblad dient afgekit te worden met een kit die bestand is tegen diverse chemicaliën.
- Het blad dient niet gemakkelijk ontbrandbaar te zijn (NEN 6064).
- Het blad dient wat betreft de brandvoortplanting minimaal te voldoen aan klasse 2 van NEN 6065.
- Bij brand mag de rookontwikkeling niet meer dan matig zijn (NEN 6066).
- Bij brand mogen er geen giftige gassen ontstaan.
- Er dient rekening gehouden te worden met de mechanische belasting van het werkblad (doorbuigen, scheuren e.d. dient voorkomen te worden).

In de praktijk komt het nogal eens voor dat er te weinig werkbladruimte is. Dit veroorzaakt onveilige werksituaties. Afhankelijk van het soort werk moet er voldoende werkbladruimte zijn met een minimumnorm van 0.75 m² per persoon met een tafeldiepte van 0.5 meter.

7.3 Wettelijke eisen / richtlijnen

- P 41, Zittend en staand werk; geeft richtlijnen voor de ergonomisch verantwoorde inrichting van de werkplek.

- P 130, Laboratoria; enkele algemene opmerkingen worden gegeven over de constructie van de werktafels en de doorvoer van leidingen.
- P 130-1, Laboratoria; bevat eveneens enkele algemene opmerkingen over werktafels. Tevens wordt hier aangegeven dat contactdozen zodanig dienen te zijn aangebracht dat er geen vloeistof kan intreden.
- CP 16-1, Laboratoria; globale eisen worden gesteld aan vloeren.
- CP-1, Het werken met recombinant DNA in CI- en CII-laboratoria; geeft een aantal eisen voor vloeren, wanden, deuren en tafels voor specifieke laboratoria waar werkzaamheden met recombinant DNA worden uitgevoerd op het niveau C-I en C-II.
- DIN 51958 Chemisch-physikalische Einwirkung von Prüfmitteln bis 24 stunden.
- BS 3202 Laboratory furniture and fittings.
- VROM-publikatie 94-02: "Radionucliden-laboratoria" geeft van alle overheidspublicaties het meest uitgebreid eisen met betrekking tot decontamineerbaarheid (vloeren, wanden, etc.), leidingwerk en laboratoriumtafels.
- NEN 6064 Bepaling van de onbrandbaarheid van bouw materiaal.
- NEN 6065 Bepaling van de bijdrage tot brandvoortplanting van een bouw materiaal.
- NEN 6066 Bepaling van de rookproductie bij brand van een bouw materiaal.

7.4 Overige literatuur

- Arbeidsomstandigheden 67, 1991, nr.3, pag. 175, Produktinfo slipvast vloermateriaal.
- ASTM E 303-83, Standard method for measuring surface frictional properties using the British pendulum tester.
- ASTM D 2047-82, Standard test method for static coefficient of friction of polish-coated floor surfaces as measured by the James Machine.
- Merkblatt ZH 1/571 "Merckblatt für Fussboden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit erhöhter Rutschgefahr".
- Vloer Technisch Magazine, juni 1991/3, pag. 34-37: "Gladheid van vloeren".
- K. Jung, Rutschremmende Eigenschaften von Bodenbelägen, Syllabus colloquium Industrieboden, Technische Akademie Esslingen 1991.

8. VEILIGHEIDSVORZIENINGEN

Bij ontwerp en inrichting van laboratoria dient rekening gehouden te worden met de noodzakelijke aanwezige veiligheidsvoorzieningen. Bepaalde gebouw-gebonden veiligheidsvoorzieningen hangen sterk samen met de infrastructuur van het laboratorium; achteraf aanbrengen is vaak lastig uitvoerbaar en ook duurder. De z.g. "roerende goederen", d.w.z. de middelen die los geplaatst moeten worden, worden grotendeels buiten beschouwing gelaten, omdat deze later achteraf zonder veel moeite kunnen worden opgesteld. Hierbij valt te denken aan b.v. kleine blusmiddelen.

Veiligheidsvoorzieningen die betrekking hebben op het gehele gebouw of complex en niet-specifiek zijn voor laboratoria worden kort omschreven. Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de beschikbare literatuur.

In CP 16-1 wordt bijvoorbeeld onder hoofdstuk 4, "Noodvoorzieningen" vrij volledig aangegeven welke voorzieningen moeten worden aangebracht bij nieuwbouw of verbouw van laboratoria.

Het Besluit arbeidsplaatsen en de bijbehorende EG-richtlijn geeft algemene voorschriften over de inrichting van een arbeidsplaats zoals vluchtwegen, nooduitgangen, brandmelding- en bestrijding en eerste-hulpposten. Het Besluit en de EG-bijlagen staan vermeld in P 186 (kantoren).

Dit hoofdstuk beoogt vooral om een praktische invulling te geven op die punten waar CP 16-1 in algemene bewoordingen is blijven "steken". Ook zullen aanvullende punten worden genoemd wanneer die ontbreken.

8.1 Brandveiligheidsvoorzieningen

Brandveiligheidsvoorzieningen zijn er in diverse categorieën (bouwkundig, installatie-technisch, interne organisatie). Zij behoren tot de preventieve maatregelen, welke onderdeel uitmaken van de totale veiligheidsketen: proactie, preventie, preaparatie, repressie en nazorg. Het is zinvol om tijdig met de brandweer te overleggen om maatregelen en voorzieningen met betrekking tot het totale brandveiligheidsniveau op elkaar af te stemmen.

8.1.1 Brandmeldingssysteem

Een brandmeldinstallatie moet zijn ontworpen en aangelegd volgens NEN 2535.

Informatie over sprinklerinstallaties is te vinden in het handboek voor "Automatische sprinklerinstallaties", Bureau voor Sprinklerbeveiliging (Rembrandtlaan 31, Postbus 61, 3720 AB Bilthoven).

8.1.2 Ontruimingsinstallatie

De noodzaak voor interne alarmering staat in CP 16-1.

Een ontruimingsinstallatie moet de volgende functie kunnen vervullen:

- het geven van een ontruimingssignaal;

- het bewaken van de installatie op storingen;
- het geven van statusinformatie (in bedrijf, in storing, diverse indicaties);
- mogelijkheid tot het geven van andere alarmsignalen, b.v. bommelding.

Het veelgebruikte ontruimingssignaal is het zgn. "slow-woop" signaal. Dit signaal is goed te onderscheiden van het achtergrondgeluidniveau. De ontruimingsinstallatie kan gekoppeld zijn aan de brandmeldinstallatie; het moet echter mogelijk zijn de ontruimingsinstallatie handmatig in werking te stellen.

8.1.3 Brandweerliften

Een gebouw waarvan een vloer van een verblijfsgebied hoger is gelegen dan 20 m boven het maaiveld moet voorzien zijn van één of meerdere brandweerliften. Dit zijn liften die door de brandweer in geval van brand veilig gebruikt kunnen worden. Uitgangspunt voor de normering is NEN 1081.

8.1.4 Nooduitgangen, vluchtwegen

De Algemene Richtlijnen Ontvluchting en Redding (A.R.O.R.) bevatten richtlijnen voor de te treffen voorzieningen en maatregelen ter bevordering van een snelle en doeltreffende ontvluchting en redding van personen bij brand. In deze richtlijnen zijn de afmetingen en aantal vluchtwegen, het aantal uitgangen, overige gelegenheden tot ontkoming, de uitvoering, verlichting, aanduiding, detectie en alarmering e.d. aangegeven. De verlichting van vluchtwegen, op vluchtroutes moet tenminste 10 lux bedragen. Deze richtlijnen zijn nu grotendeels opgenomen in het Bouwbesluit (zie hoofdstuk 9, Wetgeving).

Laboratoria moeten voorzien zijn van twee uitgangen, die zo ver mogelijk van elkaar zijn gelegen. Zie hiervoor ook CP 16-1.

Nooduitgangen moeten in ieder geval naar buiten toe te openen zijn, en niet uitgevoerd zijn als schuifdeuren of draaideuren.

8.2 Nood- en oogdouches

In CP 16-1 staan de noodzaak van de te stellen eisen aan nooddouches omschreven. In het algemeen is overvloedig spoelen met water het beste eerste-hulpmiddel bij verwondingen veroorzaakt door chemicaliën. Een variant op de vaste nooddouche is de afneembare douche waarmee gericht een deel van het lichaam kan worden afgespoeld. Oogdouches die als "slapende" systemen zijn gemonteerd hebben het risico niet te functioneren wanneer nodig is. Ook is het mogelijk dat kalk- of ijzerdeeltjes als verontreinigingen in het oog kunnen komen; een wekelijkse controle op de juiste werking zal in de praktijk niet haalbaar zijn.

Oogdouches moeten dan ook op leidingen aangesloten zijn die regelmatig worden gebruikt. Een slangetje met een sproeikop is een goed alternatief voor een vast gemonteerde oogdouche. Oogspoelflessen moeten sterk worden afgeraden omdat ze weg kunnen raken en omdat de vloeistof regelmatig vervast moet worden.

Het verdient aanbeveling om nooddouches te plaatsen op veilige plaatsen hetgeen kan inhouden dat dit soms buiten de werkruimte is. Het debiet van deze douches is een veel voorkomend discussiepunt. Als leidraad kan dienen de DIN 12899 welke tenminste 30 liter per minuut voorschrijft. Veel grotere (Amerikaanse) debieten zijn doorgaans slecht onderbouwd. Een voorziening waardoor het mogelijk is om slechts een gedeelte van het lichaam af te spoelen moet worden overwogen. Bij de plaatsing van nooddouches moet ook de afvoer van het water worden overwogen, dit om te voorkomen dat de wateroverlast overmatige vormen aanneemt. Het is aan te bevelen nooddouches geregeld te testen, in ieder geval minimaal 1 x per jaar.

Met betrekking tot oogdouches kan DIN 12899, deel 2 als leidraad dienen welke een debiet van tenminste 6 liter per minuut voorschrijft. In die gevallen dat een kans bestaat dat het hele gelaat moet worden afgespoeld, kunnen ook gelaatsdouches met b.v. 4 watersproeiers dienst doen. In het algemeen wordt geadviseerd, indien het werk dit noodzakelijk maakt, om per 4 à 6 labtafels een oogdouche te plaatsen, bij voorkeur met waterafloop in een gootsteen aan de kopse kant van de tafel.

Vaak wordt het ongerief van koud leidingwater aangevoerd. Hierbij kan bedacht worden dat koud water ook een verdovende werking heeft hetgeen soms weer een voordeel is.

8.3 Uitschakelmogelijkheid utiliteitsvoorzieningen

Het verdient ten zeerste aanbeveling om voorzieningen te treffen die het hulpverleners mogelijk maakt om in geval van nood een (groot) gedeelte van het gebouw "uit te zetten". Het gaat dan om het afschakelen van de toevoer van electriciteit en van brandbare en giftige gassen en het afzetten van (een deel van) de ventilatie. Dit moet kunnen gebeuren op een veilige plaats, dus bij voorkeur bij de ingang van een gebouw, verdieping of vleugel.

Hetzelfde kan worden overwogen voor kleinere eenheden b.v. per labtafel of een anderszins zelfstandige opstelling. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een noodknop die meerdere elektrische aansluitpunten stroomloos maakt. Het moet echter voor de gebruikers wel duidelijk zijn wat er wordt uitgeschakeld met een bepaalde noodknop.

Ook verdient het gebruik van aardlekbeveiligingen per labtafel en/of zuurkasten aanbeveling.

8.4 Diversen

Vluchtmaskers

Het plaatsen van vluchtmaskers kan zinvol zijn indien in geval van een calamiteit grotere afstanden in de gevarezone afgelegd moeten worden, b.v. in grote installaties met trappen en bordessen. In normale laboratorium zalen/kamers lijkt de noodzaak hiervoor niet aanwezig.

Indien de afstand tot de (nood)uitgang kort is (b.v. 10 meter) en er geen hindernissen zoals trappen, luiken of bordessen genomen moeten worden, is

het aanbrengen van vluchtmaskers af te raden (schijnveiligheid!).

Veiligheids- en gezondheidssignalering

Het Besluit veiligheids- en gezondheidssignalering regelt de kleur en vorm van de vereiste veiligheidssignalen. Voor laboratoria zijn de volgende signalen van belang:

- verbodssignalen (b.v. rookverbod);
- waarschuwingssignalen (b.v. giftige stoffen, bio-hazard);
- gebodssignalen (b.v. oogbescherming verplicht);
- reddingssignalen (b.v. eerste hulp-post, nooduitgang);
- brandbestrijdingsmateriaal en brandweeruitrusting (identificatie en lokalisatie).

Noodverlichting/Noodstroomvoorziening

Voorzieningen als brandweerliften, ontruimingsinstallaties en vluchtwegbewijzing moeten voorzien zijn van een secundaire energievoorziening, b.v. batterijen/accu's. Zie ook CP 16-1.

Absorbentia

Absorbtiemiddelen zijn in diverse uitvoeringen en voor verscheidene soorten chemicaliën te verkrijgen. Een overzicht staat vermeld in het IAVM rapport 'Absorbtiemiddelen'.

Er zijn absorbtiemiddelen voor algemeen gebruik en voor specifieke stoffen zoals oplosmiddelen, olie, zuren, basen, HF, cyaniden en kwik. Ze zijn verkrijgbaar in poedervorm of in 'doek/mat' of 'rol' vorm.

Als algemeen hulpmiddel op laboratoria lijkt de universele absorbens in poedervorm het meest geschikt. De bedrijfshulpverlening kan zo nodig beschikken over specifieke absorbtiemiddelen.

8.5 Wettelijke eisen/richtlijnen

- P-1, Inhoud verbandtrommels.
- P 130, Laboratoria (brandpreventie, noodvoorzieningen zuurkasten, reddings- en EHBO voorzieningen, brand en brandgevaar, explosie en explosiegevaar, rampenplan/noodorganisatie, etikettering en gevaarsaanduiding).
- P 130-1, Laboratoria (brandgevaar, het blussen van brand, vluchtwegen, het voorkomen en beperken van brand, brandbestrijding, EHBO).
- Besluit veiligheids- en gezondheidssignalering, 1993.
- Besluit Arbeidsplaatsen 1993.
- NEN 2535, Brandmeldinstallaties.
- NEN 1594, Droge stijgleidingen.
- NEN 1081, Veiligheidsvoorschriften voor elektrische personen en goederenliften met betreedbare kooi.
- NEN 3011, Veiligheidskleuren- en tekens.
- NEN 3569, Veiligheidsbeglazing in gebouwen.
- CP 16-1, Laboratoria (noodvoorzieningen).

- CP 16-2, Laboratoria (brand en explosie, noodvoorzieningen, rampenplan).
- VBF artikelen 20 en 47 (blusmiddelen); 33 t/m 43, 179 (vluchtwegen); 174 (EHBO middelen); 65 (noodverlichting).

8.6 Overige literatuur

- IAVM rapport no. 1, Absorptiemiddelen.
- IAVM rapport no. 5, Kleine blusmiddelen.
- IAVM rapport no. 11, Calamiteitenbestrijding.
- H. Boomsma, Nooddouche effectieve eerste-hulp-middel, Arbeidsomstandigheden, 68 (1992) nr. 12.
- W. van Alphen, Nooddouches: effectieve eerste-hulp-methode of schijnveiligheid, Arbeidsomstandigheden, 69 (1993) nr. 1.
- Brandveiligheidsconcept onderwijsgebouwen, Ministerie van Binnenlandse Zaken, Directie Brandweer en Rampenbestrijding, afdeling Preventiebeleid, Den Haag, maart 1994.

9. WETGEVING

9.1 *Bouwbesluit en Arbowet*

9.1.1 *De uitgangspunten van het Bouwbesluit*

In het Bouwbesluit worden de uitgangspunten van de Woningwet (veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid) centraal gesteld:

- Veiligheid
 - constructieve veiligheid
 - gebruiksveiligheid
 - brandveiligheid
 - sociale veiligheid
- Gezondheid
 - bescherming tegen schadelijke of hinderlijke invloeden en stoffen
 - vermindering van schadelijk of hinderlijk gedrag
 - watervoorziening
 - daglichttoetreding
- Bruikbaarheid
 - toegankelijkheid
 - (gemeenschappelijke) ruimten en opstelplaatsen
 - telecommunicatievoorzieningen
 - verplaatsing en vervorming
- Energiezuinigheid
 - beperking warmteverlies

Al deze vier uitgangspunten gelden bij nieuwbouw. Bij bestaande gebouwen gelden alleen de eerste drie aspecten.

Kenmerk van de voorschriften in het Bouwbesluit is dat ze zoveel mogelijk geformuleerd zijn in de zogenaamde "prestatie-eisen" (zie ook paragraaf 9.1.4, Energiezuinigheid en prestatie-eisen). Deze eisen bestaan uit de volgende elementen:

- een functionele omschrijving (doel van het voorschrift);
- een gekwantificeerde grenswaarde (prestatie-niveau);
- een bepalingsmethode (controle prestatie-niveau).

De bepalingsmethoden zijn veelal neergelegd in de NEN-normen.

In de tekst van het Bouwbesluit "Algemene technische voorschriften omtrent het bouwen van niet tot bewoning bestemde gebouwen" staan de specifieke eisen en (NEN-)normen vermeld conform de indeling van de vier uitgangspunten. In het Bouwbesluit wordt voor de nutsvoorzieningen (gas, water, electra) verwezen naar de model-aansluitvoorwaarden die zijn vastgesteld door de nutsbedrijven.

9.1.2 Verschillen tussen Bouwbesluit en Arbowet

De Arbowet en het Bouwbesluit overlappen elkaar voor een deel. Het Bouwbesluit is van toepassing bij bouw- en verbouw activiteiten. Het Bouwbesluit is een uitvoeringsbesluit van de Woningwet, waarvan de uitvoering op gemeentelijk niveau plaatsvindt. Gebouwen zoals industriegebouwen, kantoorgebouwen en onderwijsgebouwen vallen volgens de woningwet onder het begrip "niet tot bewoning bestemde gebouwen".

Het Bouwbesluit omvat de volgende hoofdstukken:

- algemeen technische voorschriften;
- nadere technische voorschriften.

Het Bouwbesluit bevat in de hoofdstukken "nadere technische eisen" alleen de eisen die nu nog betrekking hebben op "woon-, kantoor- en logiesgebouwen". De hoofdstukken met "algemene technische voorschriften" gelden voor *alle gebouwen*. De algemene technische voorschriften omvatten o.a. eisen voor constructieve veiligheid, gebruiksveiligheid, brandveiligheid, wering van schadelijk of hinderlijk gedierte, ruimten (toiletten, fietsenstalling, meterruimten gas/water etc.), en voorschriften i.v.m. energiezuinigheid. In deze algemene technische eisen wordt meestal verwezen naar van toepassing zijnde NEN normen.

In de toekomst (tweede fase Bouwbesluit) komen ook andere gebouwfuncties onder het bouwbesluit te vallen, zoals de gebouwfuncties "onderwijsgebouwen", "gezondheidszorggebouwen" en "industriegebouwen". Een *gebouwfunctie* behoeft niet betrekking te hebben op het gehele gebouw, maar kan betrekking hebben op slechts een deel daarvan.

In deze tweede fase van het Bouwbesluit (ca. 1996) worden ook de technische voorschriften in overeenstemming gebracht met andere wetgeving, w.o. de Arbowet.

Alhoewel de "nadere technische eisen" van het Bouwbesluit dus nog niet van kracht zijn voor laboratoria, wordt er in dit rapport vooruitlopend op de tweede fase, in beperkte mate op ingegaan. De overlappende gebieden tussen Arbowet en Bouwbesluit worden toegelicht.

De aanvraag voor de (ver)bouwvergunning wordt getoetst aan het Bouwbesluit; de werkplek moet voldoen aan de eisen van de Arbowet. Uiteindelijk moet aan beide wetten worden voldaan.

Daarbij is de opdrachtgever/eigenaar verantwoordelijk voor het voldoen aan de bouwregelgeving en de werkgever/gebruiker voor de arbeidsomstandigheden in het gebouw. De verschillen in regelgeving als gevolg van de wijze van benadering: vanuit gebouw (Bouwbesluit) versus werkplek (Arbowet), worden hierna toegelicht.

Kenmerken van Arbo- en bouwregelgeving:

Arbo-regelgeving	Bouwregelgeving
Arbidsomstandighedenwet	Woningwet/Bouwbesluit
<i>bescherming werknemers</i> veiligheid gezondheid welzijn	<i>minimumkwaliteit</i> veiligheid gezondheid bruikbaarheid energiezuinigheid
Werkgever/gebruiker	Opdrachtgever/eigenaar
<i>doelbepalingen, nadere voorschriften, beleidsregels</i> veiligheidsbesluiten arbobesluiten onderwerp besluiten P-bladen normen (NEN)	<i>functionele eisen, specificaties</i> gebouwfuncties ministeriële regelingen (model-)bouwverordening normen (NEN)
gebruik	staat en bouw
Arbidsinspectie	Bouw- en Woningtoezicht

9.1.3 Overlap tussen Arbowet en Bouwbesluit

De volgende onderwerpen zijn zowel in het Bouwbesluit als in de Arbowet beschreven:

- brand- en gebruiksveiligheid;
- ventilatie en binnenklimaat;
- verlichting en uitzicht;
- afmeting werkvertrekken.

Deze onderwerpen zijn terug te vinden in de eerder genoemde hoofd-indeling (veiligheid, gezondheid etc.). In de volgende hoofdstukken wordt de hoofd-indeling nader uitgewerkt, waarin de voor de arbowet, veiligheid of arbeidshygiene relevante onderwerpen zijn uitgelicht.

• Veiligheid

De *gebruiksveiligheid* omvat die aspecten die tot doel hebben ongevallen in het gebouw zoveel mogelijk te voorkomen. In het Bouwbesluit zijn hierover onder meer opgenomen:

- afscheiding van randen van vloeren;

- overbrugging van hoogteverschillen;
- begaanbaarheid van trappen en hellingbanen;
- verlichtingsinstallatie, aangesloten op noodstroomvoorziening, voor besloten verkeersruimten;
- eisen voor electriciteits- en gasinstallaties.

De *brandveiligheid* heeft betrekking op de bouwkundige voorzieningen die de brandveiligheid omvatten. In het Bouwbesluit zijn onder meer opgenomen:

- beperken van brandgevaarlijke situaties;
- de beperking van ontwikkeling van brand en rook;
- veilige wijze van vluchten en redding bij brand;
- voorkomen en beperken van ongevallen bij brand;
- bestrijden van brand.

Naast het stellen van bouwkundige eisen kunnen door Gemeenten aanvullende *gebruiksbepalingen* (op grond van de Woningwet) worden gesteld. Deze bepalingen kunnen betrekking hebben op onder meer:

- opslag van brandgevaarlijke stoffen;
- aanwezigheid van kleine blusmiddelen en beschikbaarheid van bluswater;
- de aanwezigheid van een ontruimings- en brandmeldinstallatie;
- de bereikbaarheid van brandweervoertuigen;
- de inrichting van een gebouw.

Het brandveiligheidsniveau wordt dus bepaald door het samenstel van preventie (bouwkundige en niet-bouwkundige voorschriften) en repressie.

• *Gezondheid*

De voorschriften uit oogpunt van gezondheid hebben als algemeen doel het beperken van geluidsoverlast (van buiten) en vochtoverlast. Er worden specifieke bouwkundige eisen zoals geluidwerendheid van gevels en luchtdoorlatendheid van vloeren boven kruipruimten gesteld.

Daarnaast worden eisen gesteld om de kwaliteit van het *binnenklimaat* te waarborgen door eisen te stellen aan de afvoer van verbrandingsgassen (o.a. CO₂) en toevoer van verse lucht. Aan de hoogte van de concentratie van schadelijke stoffen (formaldehyde, radon) kunnen eisen worden gesteld ter voorkoming van gezondheidsklachten.

Om de kwaliteit van de binnenlucht op peil te houden worden eisen gesteld aan de *ventilatie* van de ruimte waarin mensen verblijven. Verontreinigingsbronnen zijn lichaamsgeuren, sigaretterook en uitademingslucht. Er moet dus een voldoende afvoer van verontreinigde lucht en voldoende toevoer van verse lucht zijn.

Daglicht en uitzichtbepalingen hebben tot doel dat er voldoende daglicht in een gebouw kan toetreden en dat de daarin werkzame personen voldoende uitzicht

hebben. Er worden dan ook eisen gesteld aan de gevelopeningen waarin de beglazing wordt geplaatst.

• *Bruikbaarheid*

De eisen in verband met de bruikbaarheid, in relatie tot de Arbowet, zijn de eisen voor de toegankelijkheid, ruimten en opstelplaatsen en de toegankelijkheid voor rolstoelgebruikers.

De eisen voor *ruimten* hebben betrekking op toiletruimten, technische-ruimten, meterruimten en liftschachten.

In verband met de *toegankelijkheid* worden eisen gesteld aan de vrije doorgang van deuren en gangen, de niveauverschillen tussen vloeren en de aanwezigheid van voorzieningen voor rolstoelgebruikers (lift, hellingbaan).

9.1.4 Energiezuinigheid en prestatie-eisen

De eisen in verband met de energiezuinigheid zijn vooral gericht op het terugdringen van het verbruik van gas en electriciteit t.b.v. de verwarming in een gebouw. De voorschriften zijn vooral gericht op de thermische isolatie en de beperking van de luchtdoorlatendheid van het gebouw. Deze terugdringing van het energiegebruik heeft immers een geringere milieubelasting tot gevolg.

Een prestatie-eis is meestal concreet in maten of getallen weergegeven. Meestal heeft dat betrekking op een eigenschap van een constructie of onderdeel daarvan. Een voorbeeld van zo'n prestatie-eis is dat een materiaal een thermische isolatie-index materiaal moet hebben van ten minste 14, bepaald volgens NEN 1068.

9.2 Ontwerp Arbobesluit

Het Ontwerp Arbobesluit (1994) heeft als doelstelling het herstructureren, opschonen en actualiseren van de 38 op de Arbowet gebaseerde besluiten. De verouderde en complexe 1200 bepalingen worden ingekort tot ca. 375 bepalingen, welke voor het grootste deel voortvloeien uit internationale verplichtingen. Een van de verplichtingen die in het Ontwerp Arbobesluit is komen te vervallen is de uitzichtbepaling op de arbeidsplaats (deze is nu opgenomen in het Bouwbesluit). Daarnaast vervallen detailvoorschriften die zoals die in VBF en VBR waren te vinden. De consequenties daarvan worden in 9.2.1 toegelicht.

9.2.1 Risico-inventarisatie en -evaluatie

De van toepassing zijnde hoofdstukken in het Ontwerp Arbobesluit voor ontwerp en inrichting zijn de hoofdstukken:

- 3, Inrichting Arbeidsplaatsen
 voorbeeld: vluchtwegen, nooduitgangen, luchtvolume van ruimten;
- 4, Gevaarlijke stoffen en biologische agentia

- *voorbeeld:* voorkomen van ongewilde gebeurtenissen, ventilatie;
- 5, Fysieke belasting
voorbeeld: ergonomie, beeldschermwerk;
- 6, Fysische factoren
voorbeeld: klimaat, verlichting, geluid;
- 8, Persoonlijke beschermingsmiddelen, veiligheids- en gezondheidssignalering en herkeuring
voorbeeld: veiligheids- en gezondheidssignalering.

In dit rapport wordt met enige regelmaat verwezen naar artikelen in het VBF op VBR. Vaak zijn het concrete normen, die als houvast kunnen dienen dan wel bepalen of iets al dan niet is toegestaan. Een voorbeeld hiervan is de VBF bepaling dat de "vrije luchtruimte per persoon minimaal 10 m³ per persoon bedraagt boven een hoogte van 1.8 meter". Een dergelijke exacte bepaling komt in het Arbobesluit niet meer voor. In dit rapport is in paragraaf 2.4.2 al aangegeven dat deze bepaling overeenkomt met de NEN norm voor kantoorwerkplekken, bij een plafondhoogte van ca. 3 meter. Dit voorbeeld geeft het volgende aan:

- bepaalde omslachtig geformuleerde bepalingen inmiddels opgenomen kunnen zijn in normen, zoals NEN normen;
- oude gedetailleerde bepalingen wel degelijk houvast kunnen bieden maar:
- dat de interpretatie van oude bepalingen niet los gezien kan worden van een risico-inventarisatie en -evaluatie.

De bepalingen in het Ontwerp Arbobesluit zijn nu meer open doelbepalingen, waarbij niet exact is aangegeven hoe het doel moet worden bereikt. Aan de ene kant geeft dat een bepaalde onzekerheid, want het "handvat" ontbreekt. Aan de andere kant bestaat er meer de mogelijkheid te reageren op recente ontwikkelingen en de stand van de techniek toe te passen. In de artikelen van het Arbobesluit wordt met name gewezen op risico-inventarisatie en -evaluatie. De onderbouwing van de specifieke maatregelen zal dus meer dan ooit gestoeld moeten zijn op de risico-evaluatie. Dat proces vergt gewenning, zowel voor de arbo-deskundige zelf als voor degene die om deskundig advies vraagt.

9.3 Wettelijke eisen / richtlijnen

- Ontwerp Arbobesluit, Sdu Uitgeverij, Den Haag 1994.
- Handboek Standaardregelingen in de bouw, delen 1a en 1b, Modelbouwverordening Bouwbesluit VNG uitgeverij, Den Haag.

9.4 Overige literatuur

- Euroforum, Bouwbesluit en Arbowet, 29 maart 1994.
- Bouwbesluit en Arbowet, J. Große Stüve, NVVK Info 3.2, mei 1994.

LIJST MET TERMEN EN AFKORTINGEN

In het rapport wordt vaak verwezen naar P-, CP-, CPR- en V-bladen. Onderstaand hierop een korte toelichting:

- P-bladen zijn publikatiebladen van I-SZW (voorheen Arbeidsinspectie), gebaseerd op wettelijke bepalingen en derhalve richtinggevend en hanteerbaar binnen het kader van de wet.
- CP-bladen zijn concept-publikatiebladen van I-SZW.
- V-bladen zijn voorlichtingsbladen die een voorlichtend, indicatief karakter dragen, maar waarbij geen directe relatie met wetgeving hoeft te bestaan. De I-SZW staat wel achter de inhoud.
- CPR-bladen zijn richtlijnen die onder auspiciën van de Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen tot stand zijn gebracht. Door I-SZW worden deze richtlijnen op dezelfde wijze gehanteerd als de P-bladen.

Een overzicht van alle beschikbare bladen wordt gegeven in de "Catalogus ARBEID, Kijk op gezond en veilig werk" (SDU Uitgeverij, Den Haag).

Onderstaand zijn afkortingen vermeld die op meerdere plaatsen in de tekst voorkomen. Wanneer een afkorting eenmalig gebruikt is, is de betekenis hiervan direkt in de tekst aangegeven.

-	BS	British Standard
-	DIN	Deutsche Industrie Norm
-	ggo's	genetisch gemodificeerde organismen
-	IAVM	Interuniversitaire Adviescommissie voor Veiligheids- en Milieuwetgeving
-	PvE	Programma van Eisen
-	MAC	Maximaal Aanvaarde Concentratie
-	NEN	Nederlandse Norm
-	NER	Nederlandse Emissie Richtlijn
-	NVN	Nederlandse Voornorm
-	VPF	Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen
-	VBR	Veiligheidsbesluit restgroepen
-	VGWM	Veiligheid, Gezondheid, Welzijn en Milieu
-	WMS	Wet Milieugevaarlijke Stoffen
-	WVO	Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren

BIJLAGE

RESULTATEN VRAGENLIJST LABORATORIUMINDELING EN -INRICHTING EN GEBRUIK VAN DE FACILITEITEN

Inleiding

Bij ontwerp en inrichting van laboratoriumruimten zijn onder meer gegevens nodig ten behoeve van de indelingsparameters en ten behoeve van aantal en aard van de nutsvoorzieningen.

Ten aanzien van de ruimtelijke indeling, de gewenste nutsvoorzieningen en het gebruik van tafels en zuurkasten, blijken er vaak grote verschillen te bestaan tussen de diverse labdisciplines. Zonder vergelijkingsmateriaal is het dan niet eenvoudig zich een goed oordeel te vormen over de gestelde eisen en wensen en in te schatten wat eventuele volgende gebruikers, met andere labfaciliteiten, anders of meer zouden wensen. In het kader van dit rapport zou een overzicht van de inrichtingseisen en -wensen van diverse labdisciplines nuttig kunnen zijn indien gestreefd wordt naar multifunctionaliteit van de te bouwen, of opnieuw in te richten, labruimten.

In het kader van een andere activiteit is door middel van een enquête onder labmedewerkers getracht een inzicht te krijgen in het huidige labgebruik en in de mening van de geënquêteerde ten aanzien van de te verwachten ontwikkelingen. De resultaten van deze enquête zijn opgenomen in deze bijlage. De getallenwaarden dienen niet als "absolute waarden" maar meer als indicatie- of vergelijkingsmateriaal gebruikt te worden.

De in de tabellen 'trends' genoemde begrippen 'meer' en 'minder' hebben betrekking op de verwachting of ontwikkeling in het werk van de geënquêteerde.

Deelnemende bedrijven en instellingen waren:

DSM, Koninklijke/Shell-Laboratorium Amsterdam, Billiton Research, AKZO-Pharma, Nederlands Kankerinstituut, RU Leiden, Solvay-Duphar, Unilever Research Laboratorium.

De collega-veiligheidskundigen bij de deelnemende bedrijven en instellingen en de invullers van de vragenlijsten worden hierbij nogmaals bedankt voor hun medewerking.

Voor het verkrijgen van de gegevens zijn er in totaal 40 enquêtes ingevuld betreffende 409 personen.

Deze personen zijn in te delen in de volgende groepen:

<u>Groepen</u>	<u>pagina</u>
Organische preparatief/research [58 personen]	70
Analytisch (chemisch en fysisch) [160 personen]	72
Chemisch-fysisch [17 personen]	74
Biochemisch [127 personen]	75
Radiochemisch [34 personen]	77
Materiaalonderzoek, fysisch [13 personen]	78
Samenvatting (conclusies)	79

Organisch preparatief/research

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in strekkende m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	21	2	1	3,5 ---> 4	1,5 ---> 2	1 ---> 2
Uni- versi- teit	28	5	1	3,4 ---> 4	2,5 ---> 2,5	1 ---> 3

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
50% experimenteel 30% instrumenteel 15% electronica 5% opslag	70% experimenteel 20% opslag 10% afvalvaten

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelpt: 8 x 220V/3m *Zuurkast:* 6 x 220V/1,5m + spec. waterafvoer

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel

aardgas

stikstof

argon

In zuurkast

aardgas

stikstof

argon

waterstof

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 33%

Tijdsbesteding

25% bureau

35% werktafel

50% zuurkast

Trends

bureau elders : meer

PC elders : meer

experimenteel werk : meer

instrumenteel werk	: meer
gebruik zuurkast	: meer
gebruik klassieke labtafel	: <i>minder</i>
gebruik vrij in te richten werkplek	: meer
gebruik afgezogen werkplek	: meer

Opmerkingen

* *Meer* afgezogen werkplekken (1 à 2 m/pers)

* Er is geluidsoverlast van semi-technische opstellingen

Analytisch (chemisch en fysisch)

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in strekkende m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	24	3,5	2	6 ---> 8,5	1,1 ---> 1,5	1 ---> 1,4
Univi- versi- teit						

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
23% experimenteel 40% instrumenteel 25% electronica 12% opslag	80% experimenteel 12% opslag 8% afvalvaten

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelpt: 10 x 220V/3m

Zuurkast: 6 x 220V/1,5m + spec. wateraf-
voer

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel
stikstof (schone)
waterstof
helium
(zuivere) lucht
zuurstof
koolzuurgas

In zuurkast
aardgas
stikstof
helium
koolzuurgas

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 62%

Tijdsbesteding
33% bureau
45% werktafel
17% zuurkast

Trends

bureau elders	: meer
PC op zaal	: meer
PC elders	: meer
experimenteel werk	: <i>minder</i>
instrumenteel werk	: meer
gebruik klassieke labtafel	: <i>minder</i>
gebruik vrij in te richten werkplek	: meer

Opmerkingen

- * Toename instrumenten + data- en besturingsstation ---> meer ruimte/pers.
- * Meer afgezogen (omkaste) werkplek, eventueel flexibele punt-afzuiging.
- * Meer (afgezogen) opslagkasten
- * Meer afgezogen (evt. gekoelde) opslagruimte (voor monsters)
- * Meer scheiding zit- werkruimte
- * Meer opslagruimte voor apparatuur
- * Afgezogen, brandveilige opslag van gasflessen
- * Meer ruimte voor toenemende gescheiden afvalinzameling
- * Gebruikersvriendelijke, ergonomische afvoer van oplosmiddelen
- * Standaard datanetwerk
- * Toenemende behoefte aan "vrij in te delen" werkbladen op bureauhoogte
- * Meer rekening houden met geluidsoverlast
- * De opstellingen worden groter, de zuurkasten niet!

Chemisch-fysisch

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in strekkende m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	36	6,5	5	8 ---> 7,5	2,2 ---> 1,8	2,8 ---> 2,8
Univi- versi- teit						

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
33% experimenteel 23% instrumenteel 30% electronica 13% opslag	83% experimenteel 8% opslag 9% afvalvaten

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelft: 8 x 220V/3m

Zuurkast: 4 x 220V/1,5m

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel

aardgas

stikstof

In zuurkast

aardgas

stikstof

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 53%

Tijdsbesteding

43% bureau

47% werktafel

10% zuurkast

Trends

bureau elders

: meer

PC op zaal

: meer

PC elders

: meer

experimenteel werk

: *minder*

instrumenteel werk

: meer

gebruik klassieke labtafel

: *minder*

gebruik vrij in te richten werkplek

: meer

Biochemisch

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in strekkende m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	13,5	1	1	2,8 ---> 3,6	0,38 ---> 0,32	0,6 ---> 0,8
Univi- versi- teit	7	3	1,3	2,1 ---> 2,8	0,2 ---> 0,23	0,1 ---> 0,2 ⁵

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
40% experimenteel 30% instrumenteel 25% electronica 15% opslag	60% experimenteel 15% opslag 25% afvalvaten

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelpt: 10 x 220V/3m

Zuurkast: 4 x 220V/1,5m + spec. wateraf-
voer

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel

aardgas

stikstof

argon

helium

zuurstof

In zuurkast

aardgas

stikstof

koolzuurgas

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 27%

Tijdsbesteding

23% bureau

56% werktafel

4% zuurkast

Trends

bureau elders

: meer

PC op zaal

: meer !!

experimenteel werk

: *minder*

instrumenteel werk

: meer

gebruik zuurkast

: meer

gebruik klassieke labtafel : meer
gebruik vrij in te richten werkplek : meer

Opmerkingen:

- * Toename apparatuur voor specifieke experimenten
- * Meer behoefte aan lage tafels voor PC's

Radiochemisch

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	23	12	10	5,5 ---> 5,5	2,9 ---> 2,9	1,7 ---> 1,7
Univi- versi- teit	27	3,5	1	3,5 ---> 5	1,2 ---> 1,5	0,4 ---> 0,6

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
65% experimenteel 15% instrumenteel 15% electronica 5% opslag	80% experimenteel 20% opslag

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelpt: 8 x 220V/3m

Zuurkast: 4 x 220V/1,5m + spec. wateraf-
voer

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel

aardgas

stikstof

argon

In zuurkast

aardgas

stikstof

argon

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 0%

Tijdsbesteding

40% bureau

35% werktafel

25% zuurkast

Trends

bureau elders : meer

PC op zaal : meer

PC elders : meer

gebruik zuurkast : meer

gebruik vrij in te richten werkplek : meer

Materiaal onderzoek (fysisch)

Oppervlak in m² per persoon:

Werkplek in m per persoon:

	Lab.	kantoor	opslag	tafel	zuurkast	opslagk.
Indus- trie	26	6	9,6	6	0,3	0,8
Univi- versi- teit						

Gebruik werktafel	Gebruik zuurkast
18% experimenteel 27% instrumenteel 25% electronica 30% opslag	50% experimenteel 50% opslag

Institutionele voorzieningen

Werktafelhelpt: 12 x 220V/3m

Zuurkast: 5 x 220V/1,5m

Gassen vaak / soms in gebruik (naast vacuüm en perslucht):

Op werktafel

In zuurkast

aardgas

zuurstof

Uitsluitend bureauwerk op labzaal: 0%

Tijdsbesteding

65% bureau

28% werktafel

2% zuurkast

Trends

instrumenteel werk

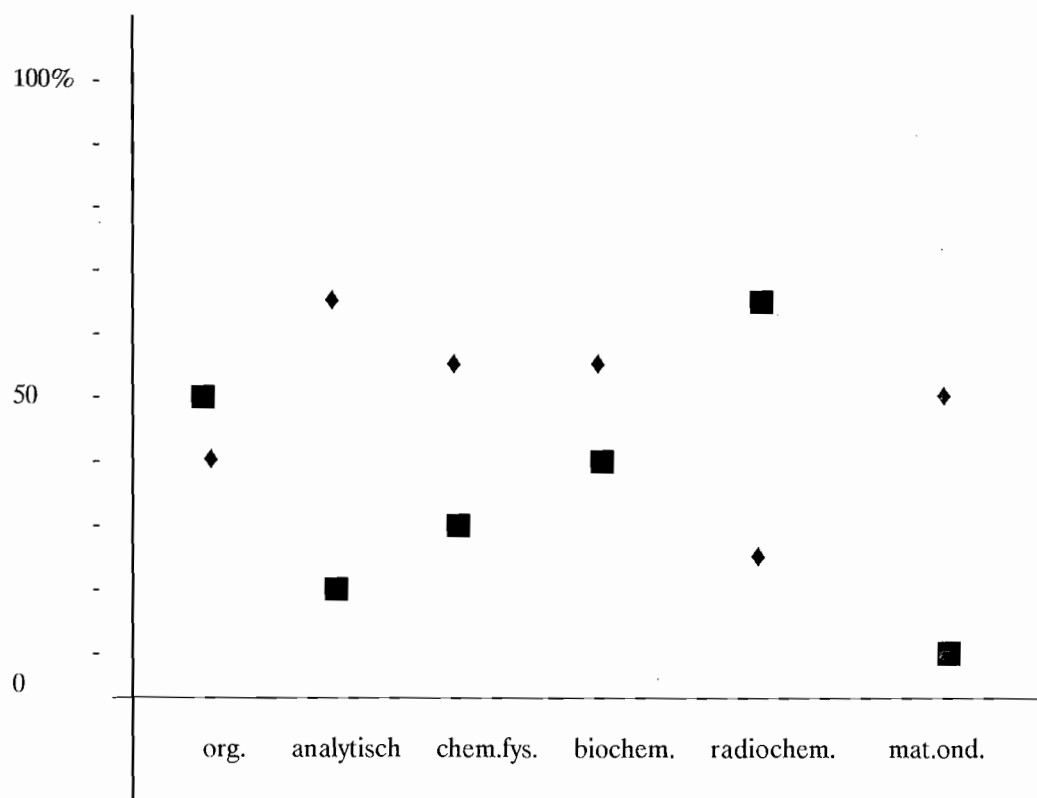
: meer

Samenvatting

1. Trends

Bureau elders	: meer
PC werk op zaal	: meer
PC werk elders	: meer
experimenteel werk	: <i>minder</i>
instrumenteel werk	: meer
zuurkast gebruik	: meer
gebruik klassieke labtafel	: <i>minder</i>
gebruik vrij in te delen werkplek	: meer

2. Huidig gebruik labtafel



Verhouding experimentele ruimte en instrumentele ruimte in relatie tot het type laboratorium.

■: experimenteel

◆: instrumenten + electronica

3.

	Lab m ² /pp	tafel strekken- de m/pers	zuurkast strek- kende/pers
organisch	21	3,5 (4)	2 (2)
analytisch	24	6 (8,5)	1 (1,5)
chem. fysisch	36	8 (7,5)	2 (2)
biochem.	10	3 (3,5)	0,3 (0,3)
radiochem.	25	5 (5)	2,5 (2,5)
mat. onderz.	26	6	0,3

De getallen tussen haakjes geven de door de geënquêteerden gewenste situatie aan.

4. Dus bij labinrichting voor:

organisch, analytisch, chem. fys., biochem., radiochem., mat. onderz.:

Minimale verhouding tafel : zuurkast = 2 (organisch)

Maximale verhouding tafel : zuurkast = 20 (materiaalonderzoek)

Minimale werkplek (m/pers) : 4 (biochemisch)

Maximale werkplek (m/pers) : 10 (chem. fysisch)

5. Benodigde gassen (naast vacuüm en perslucht)

aardgas

stikstof

argon

helium

incidenteel:

schone stikstof (analytisch)

waterstof

zuurstof

koolzuurgas

zuivere lucht

6. Meer:

* zit-/schrijf-/PC-ruimte (buiten labzaal)

* vrij in te delen werkplek

* afgezogen werkplek (incl. zuurkast)

* afgezogen/gekoelde/brandveilige opslag