
Veiligheid en milieu in laboratoria

Ir. Iris van 't Leven

Zesde druk

Syntax Media – Utrecht

Inhoud

1	Inleiding	9
2	Omgaan met risico's	11
2.1	Risicobeoordeling	11
2.2	Risicobeleving op de werkvloer	14
2.3	Risicoacceptatie	16
2.4	Normstelling gevaarlijke stoffen	17
2.5	Aanpak van risico's binnen de eigen organisatie	19
2.6	Referenties	21
3	Strategie voor risicobeheersing	23
3.1	Inschatten van risico's	23
3.2	Formuleren van preventieve maatregelen	24
3.2.1	Organisatorische maatregelen	24
3.2.2	Technische maatregelen	25
3.3	Calamiteitenprocedures	31
3.4	Referenties	34
4	Chemicaliën	35
4.1	Inschatten van risico's	35
4.1.1	Brandbaar, explosief, zelfontbrandend, oxiderend	35
4.1.2	Vergiftig, bijtend, schadelijk, irriterend, sensibiliserend	39
4.1.3	Kankerverwekkend, reprotoxisch, mutageen	42
4.1.4	Reactiviteit van stoffen	45
4.1.5	Schadelijkheid voor het milieu	46
4.1.6	Beoordeling van de eigen werksituatie	48
4.2	Preventieve maatregelen	52
4.2.1	Organisatorische maatregelen	52
4.2.2	Technische maatregelen	55
4.3	Calamiteitenprocedures	64
4.4	Referenties	66
5	Biologische agentia	69
5.1	Inschatten van risico's	71
5.1.1	Arbeidsgebonden risico's	71
5.1.2	Milieugebonden risico's	77
5.2	Preventieve maatregelen	79
5.2.1	Organisatorische maatregelen	79
5.2.2	Technische maatregelen	81
5.3	Calamiteitenprocedures	91
5.4	Referenties	93

6	Ioniserende straling	95
6.1	Inschatten van risico's	95
6.1.1	Arbeidsgebonden risico's	95
6.1.2	Milieugebonden risico's	98
6.2	Preventieve maatregelen	99
6.2.1	Organisatorische maatregelen	99
6.2.2	Technische maatregelen	100
6.3	Calamiteitenprocedures	105
6.4	Referenties	106
7	Apparatuur	107
7.1	Inschatten van risico's	107
7.2	Algemene preventieve maatregelen	111
7.3	Autoclaven	111
7.4	UV-lampen	115
7.5	Lasers	117
7.6	Magnetische velden	120
7.7	Centrifuges	121
7.8	Opstellingen met pompen	123
7.9	Verwarmingsplaten, branders en ovens	125
7.10	Referenties	128
8	Gascilinders	131
8.1	Inschatten van risico's	131
8.2	Preventieve maatregelen	132
8.3	Calamiteitenprocedures	137
8.4	Referenties	137
9	Cryogene stoffen	139
9.1	Inschatten van risico's	139
9.2	Preventieve maatregelen	141
9.3	Calamiteitenprocedures	143
9.4	Referenties	143
10	Glaswerk	145
10.1	Inschatten van risico's	146
10.2	Preventieve maatregelen	146
10.3	Calamiteitenprocedures	152
10.4	Referenties	152
11	Fysieke belasting bij labwerkzaamheden	153
11.1	Inschatten van risico's	153
11.2	Preventieve maatregelen	154
11.2.1	Organisatorische maatregelen	154
11.2.2	Werkplekinrichting en werkwijze	155
11.2.3	Werkomgeving	159
11.3	Calamiteitenprocedures	159
11.4	Referenties	160

12	Wetgeving en werkplek	161
12.1	De Arbeidsomstandighedenwet	161
12.2	Milieuwetgeving	162
12.3	De Kernenergiewet	164
12.4	Referenties	164
Bijlagen		165
1	Algemene aanwijzingen voor veilig werken	165
2	Veilig transporteren van gevaarlijke stoffen	167
3	Opslag van gevaarlijke stoffen	173
4	Afvalinzameling	175
5	Omgaan met zuurkasten	177
6	Veilige microbiologische techniek	179
7	Gebruik van het microbiologisch veiligheidskabinet klasse II	183
8	Chemiekaarten chloroform en methyleenchloride	185
9	Overzicht van veiligheidsborden	187
10	Etikettering van gevaarlijke stoffen	189
11	Self-assessment veiligheid van laboratorium- opstellingen	191
Index		193

Ontstekingsbronnen op het lab

Onderstaande voorbeelden hebben in laboratoria tot brand geleid:

- Roerders die niet explosie veilig zijn uitgevoerd
- Temperatuurregelaars die door verdamping boven de vloeistof komen te hangen of om technische redenen niet functioneren
- Niet explosie veilige koelkasten met lichtje
- Vonkvorming bij overhevelen van zeer brandbare vloeistoffen
- Vonkvorming bij aanschakelen van apparatuur
- Warmhoudplaatjes die niet goed meer functioneren
- Haspels die opgerold in gebruik worden genomen

Vlampunt, kookpunt en explosiegrenzen

De kans op brand is afhankelijk van het vlampunt, het kookpunt en de explosiegrenzen van de gebruikte stof. De indeling in ontvlambare, licht ontvlambare en zeer licht ontvlambare stoffen die gebruikt wordt bij etikettering is gebaseerd op het vlampunt en het kookpunt en geeft een indicatie van het brandrisico.

Stoffen die een vlampunt hebben onder 23 °C en een kookpunt hebben onder 35 °C worden zeer licht ontvlambaar genoemd.

Stoffen die een vlampunt hebben onder de 23 °C, maar een kookpunt boven de 35 °C worden licht ontvlambaar genoemd.

Stoffen met een vlampunt tussen de 23 °C en de 60 °C worden ontvlambaar genoemd.

Het vlampunt is de laagste temperatuur bij atmosferische druk (1013 mbar), waarbij een vloeistof zoveel brandbare damp afgeeft aan of nabij het vloeistofoppervlak dat deze damp, intensief met lucht gemengd, door een vlam of vonk kan worden ontstoken¹. Onder deze temperatuur is er simpelweg niet voldoende verdamping om een brandbaar damp-luchtmengsel te krijgen. Onder hoge druk en temperatuur kunnen daarentegen onverwachte reacties plaatsvinden.

Als het vlampunt lager ligt dan de koelkasttemperatuur, kan deze vloeistof bij koelkasttemperatuur nog voldoende verdampen om een brandbaar/explosiegevoelig gasmengsel te vormen: voorbeelden zijn ether, aceton en hexaan. Deze stoffen mogen alleen in een explosie veilige koelkast worden opgeslagen. Als het vlampunt hoger ligt dan kamertemperatuur kan er pas genoeg vloeistof verdampen en is er pas risico op brand als deze vloeistof verwarmd wordt: voorbeelden zijn lampolie en petroleum.

Voor het explosierisico zijn de explosiegrenzen relevant. Deze bepalen het gebied waarbinnen een mengsel van lucht met een gas, damp, nevel of poeder bij ontsteking kan ontbranden of exploderen.

Als een explosiegevoelige stof verwarmd wordt en tegelijkertijd verdampst, wordt bij onvoldoende afzuiging de onderste explosiegrens overschreden en is gelijktijdig een ontstekingsbron aanwezig.

Bij een verzadigd damp/luchtmengsel zakt de concentratie van de stof onder de bovenste explosiegrens als er lucht wordt toegevoerd. Dit gebeurt bijvoorbeeld in een voorraadfles die geopend wordt. Dit mengsel wordt ontstoken als er een vonkje bij komt. Ook bijna lege flessen met een restant oplosmiddel kunnen een explosiegevoelige mengverhouding damp/lucht bevatten. Omdat bij brand in een voorraadfles de druk niet weg kan, is er kans op drukopbouw en explosieve ontlading. Daarom worden bij de opslag en de aftapvoorzieningen van explosiegevoelige stoffen voorzieningen aangebracht om vonkvorming door statische elektriciteit te voorkomen.



Afbeelding 4.1

Aftappen van explosiegevoelige stoffen geeft explosierisico, *good practice*: zorg dat de opslagvoorziening is voorzien van aarding en dat dampen worden afgezogen.

Zelfontbrandingstemperatuur

De zelfontbrandingstemperatuur is de temperatuur waarbij een brandbare stof zonder externe ontstekingsbron gaat branden. Deze temperatuur is een maat voor het risico dat de stof ontbrandt als deze in contact komt met warme oppervlakken van apparatuur¹. Deze waarde kan bepalend zijn voor de keuze van veilig elektrisch gereedschap. Elektrisch gereedschap is verdeeld in temperatuurgroepen T1, T2, T3, T4, T5 en T6. Apparatuur uit de groep T6 blijft beneden de 85 °C en is geschikt voor werkzaamheden met vloeistoffen met een lage zelfontbrandingstemperatuur.

Sommige stoffen kunnen spontaan aan de lucht ontbranden, in dat geval staat het als waarschuwing op de verpakking.

of erger. In bijlage 11 is een vragenlijst opgenomen voor het beoordelen van de veiligheid van een laboratoriumopstelling voordat deze in gebruik wordt genomen. Voor de veiligheid maar ook ten behoeve van de continuïteit van de proef is het aan te bevelen een informatiekaart bij de opstelling te hangen. Op zo'n kaart staan onder andere de naam en het telefoonnummer van de eigenaar, de in de opstelling toegepaste gevaarlijke stoffen met de bijbehorende risico's en de te nemen maatregelen bij calamiteiten.

Nadat de opstelling in gebruik is genomen is periodieke controle van de opstelling belangrijk. Dit om te voorkomen dat door veroudering, slijtage of breuk van het materiaal de veiligheid van een goed ontworpen opstelling weer afneemt. Een korte checklist is opgenomen in het kader.

Checklist voor periodieke controle van continu-opstellingen

- Check de kwaliteit van glaswerk en leidingen, vervang deze als ze beschadigd zijn of scheurtjes vertonen.
- Check of aansluitingen van leidingen lekvrij zijn. Gasleidingen kunnen gecontroleerd worden met wat zeepsop of een gaslekspray.
- Check visueel of elektrische snoeren nog in goede staat zijn.
- Check of chemicaliën die vrijkomen goed worden opgevangen en opgeruimd.
- Zorg dat periodiek onderhoud voor apparatuur geregeld is en verifieer of dit ook wordt uitgevoerd (zie ook hoofdstuk 7).



Afbeelding 4.5

Vooraf glaswerk en slangen van opstellingen zijn aan slijtage onderhevig. Aansluitingen kunnen in de loop van de tijd losser gaan zitten en gaan lekken.

Alleen werken en werken buiten normale bedrijfsuren

Omdat aan het werken met chemicaliën bijzondere risico's zijn verbonden lopen medewerkers extra risico's als ze alleen werken. Er is dan immers niemand die te hulp kan schieten. Experimenten kunnen ongecontroleerd verlopen, er kunnen gevaarlijke dampen vrijkomen en zo zijn er nog meer zaken te bedenken waardoor een experiment uit de hand loopt. Alleen werken is af te raden en is in veel laboratoria aan regels gebonden. Werken buiten normale bedrijfsuren is in de regel niet toegestaan omdat de bedrijfshulpverleningsorganisatie dan niet operationeel is.

Overige organisatorische aandachtspunten

- Van tevoren procedures en gebruiksaanwijzingen doornemen met aandacht voor de veiligheids- en milieuaspecten.
- Chemicaliënvoorraden, monsterrestanten en dergelijke periodiek opschonen.
- Besmette apparatuur direct schoonmaken ten behoeve van de veiligheid van de volgende gebruikers en degenen die de apparatuur onderhouden.
- De zuurkast bij elk gebruik controleren op een goede werking.
- Veiligheidsmaatregelen regelmatig op geschiktheid beoordelen.

4.2.2 Technische maatregelen

Wegnemen van de risicobron

Inzicht in de risico's van de gebruikte stoffen kan aanleiding geven tot een zoektocht naar een alternatieve, minder gevaarlijke onderzoeksmethode. Preventie richt zich op twee sporen:

- Vermindering van gebruik van gevaarlijke stoffen
- Vervanging van gevaarlijke door minder gevaarlijke stoffen

Voor de zeer zorgwekkende stoffen zoals kankerverwekkende en mutagene stoffen is vervanging en vermindering van gebruik zelfs verplicht (zie kader).

Verschillende laboratoria zijn erin geslaagd het gebruik van gevaarlijke stoffen drastisch te verminderen. Moderne apparatuur werkt met steeds kleinere hoeveelheden chemicaliën. Soms loont het zelf nieuwe methoden voor het uitvoeren van bepaalde standaardproeven te ontwikkelen. Chemicaliënreductie van 90% is niet ongebruikelijk. Het is daarmee niet alleen veiliger, maar ook kosteneffectief om over te stappen op nieuwere apparatuur en methoden. Als een onderzoek net wordt opgezet is het de moeite waard de mogelijkheden in dit opzicht te inventariseren.

Als een stof wordt vervangen mag het alternatief natuurlijk niet schadelijker zijn. Bij vervanging van stoffen vergelijkt men daarom de eigenschappen van beide stoffen met elkaar op risico. Aan een alternatief kleven meestal ook arbeids- en milieuhygiënische bezwaren waarvoor veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen. In het kader in paragraaf 4.1.6 is een vergelijking gegeven van chloroform en dichloormethaan.



Afbeelding 5.9

Het deksel van het afvalvat moet voor transport hermetisch gesloten zijn. Druk daarom de verpakking zorgvuldig en met aandacht dicht, zodat alle lipjes op hun plek komen.



Afbeelding 5.10

Kies een geschikte zak voor het autoclavieren van biologisch afval.

Afval dat dierlijke bijproducten bevat, zoals beddingafval en delen van proefdieren, moet worden afgevoerd als een aparte afvalstroom.

Voor opslag en transport van afval, besmet met biologische agentia, of ggo's gelden specifieke eisen^{13,16,21,22}. Zo vindt opslag plaats in een voor onbevoegden afgesloten ruimte en worden eisen gesteld aan de koeling en de verwijderingstermijn van het afval. De verpakking moet geschikt en toegelaten zijn voor het vervoer van de betreffende afvalstroom. De verpakking moet in ieder geval luchtdicht, lekdicht en uitwendig gedecontamineerd zijn. Dit ter beperking van besmettingsgevaar, maar ook ter voorkoming van stankoverlast.

Afval uit ML-III- en ML-IV-laboratoria moet altijd worden afgedood met een gevalideerde methode, voordat het afval het laboratorium verlaat. Op deze laboratoria staat daarom een autoclaaf. Let erop dat niet al het afval in de autoclaaf kan. Als het afval besmet is met radioactieve stoffen kan de autoclaaf bijvoorbeeld besmet raken. En niet alle chemische stoffen kunnen worden verhit. Ontsmet het afval in dat geval op een andere manier.

Ook voor ander afval met pathogene en genetisch gemodificeerde micro-organismen kan het vanuit hygiënisch oogpunt de voorkeur hebben het afval af te doden voor verwijdering. In veel ML-II-laboratoria en pathogenenlaboratoria doet men dat ook. Met name als een lab expliciet micro-organismen categorie 2, 3 of 4 opkweekt, is extra zorg nodig bij de verwijdering van het afval.

Afval dat volgens de vervoersregelgeving wordt geclassificeerd als categorie A en niet is afgedood, mag niet met het gewone ziekenhuisafval mee, maar moet in een ander type verpakking als een aparte stroom worden afgevoerd. Het gaat bijvoorbeeld om categorie 4-organismen en diverse categorie 3-organismen, maar ook om opgekweekte pathogenen die iets minder gevaarlijk zijn, maar door de hoge titer een grotere kans op besmetting geven. Er staat ook een aantal organismen op de lijst die besmettelijk zijn voor dieren, zoals mond en klauwzeer. Een nadere toelichting staat in bijlage 2.

Let op! Gedecontamineerd afval mag niet worden gemengd met het gewone restafval, maar moet apart worden afgevoerd, ook als het onschadelijk is. De transporteisen zijn dan wel minder streng.

De afvalprocedure wordt afgestemd op het type afval dat vrijkomt in uw laboratorium. Ga na welke eisen op uw laboratorium van toepassing zijn.

Persoonlijke beschermingsmiddelen

De laboratoriumjassen mogen niet buiten de laboratoria worden gedragen om verspreiding van biologische agentia te voorkomen. Laboratoriumjassen die worden gebruikt voor werkzaamheden met biologische agentia moeten gescheiden van andere kleding worden bewaard. Voor een goede hygiëne moeten ze geregeld worden gewas-



Afbeelding 5.11

Laboratoriumjassen moeten direct de was in als ze vies zijn geworden.

sen, dat wil zeggen minimaal eenmaal per week en bij zichtbare verontreiniging direct. Bij ggo-werkzaamheden vanaf ML-II-niveau is het verplicht de jassen eerst te autoclavieren voor ze te wassen. Bij werk met biologische agentia categorie 2 is dit ook aan te bevelen.

Dragen van handschoenen betekent niet dat na de werkzaamheden de handen vrij zijn van pathogenen of genetisch gemodificeerde organismen. De meeste besmetting na het dragen van handschoenen komt doordat men de handschoenen niet op de juiste wijze uittrekt en met de blote handen het vuile deel van de handschoen aanraakt. Ook kunnen de handen tijdens het werk door penetratie van de handschoen of via de polsen besmet zijn geraakt. Regelmatig handen wassen blijft noodzakelijk.

Door een goede organisatie is het mogelijk handcontact te beperken. Let vooral op het aanraken van gezicht, ogen en mond! Veel mensen doen dit onbewust. Niet slim: de kans op besmetting via de slijmvliezen is relatief groot.

Kan ingestie of inhalatie van het betreffende organisme infectie veroorzaken dan is gebruik van op de situatie afgestemde adembescherming noodzakelijk.

5.3 Calamiteitenprocedures

In elk biologisch laboratorium zijn specifieke procedures aanwezig om de gevolgen van ongevallen zoveel mogelijk te beperken. De biologische veiligheidsfunctionaris kan aangeven welke ongevalsprocedures voor uw situatie van toepassing zijn.

Zorg dat u weet wat u moet doen als u uzelf of uw omgeving besmet. Hierbij enkele algemene tips^{23,24}.

Persoonlijke ongevallen, prik-, snij- en spat-accidenten

Laat bij prik- en snijwonden of andere wonden waarbij contact is geweest met biologische agentia de wonden zo lang mogelijk doorbloeden, spoel goed af onder de kraan en desinfecteer daarna met 70% alcohol, chloorhexidine oplossing of jodiumtinctuur. Bij slijmvliescontact (mond, ogen), bijvoorbeeld bij spatten van vloeistoffen, de slijmvliezen met veel water spoelen. Meld het ongeval en raadpleeg altijd een (bedrijfs)arts.

Morsen

In elk laboratorium wordt zo nu en dan wat materiaal gemorst. Ga na wat de interne procedures zijn bij het opruimen van kleine en grote hoeveelheden besmet materiaal. Neem in geval van morsen in elk geval de volgende maatregelen:

- Was zo nodig handen en gezicht.
- Doe besmette kleding direct uit en leg deze in de container om geautoclaveerd te worden.