

Oriënterende metingen aan suppletiezuurkasten

A. E. Roodbeen¹,
M. Waegemaekers²

Summary

In many laboratories fumecupboards are used. Very often, one does not really know if they provide sufficient protection to the worker.

It is not easy to test the effectiveness of fumecupboards properly, and generally accepted standardization is lacking. In this paper a method is presented to test the effectiveness of fumecupboards, based on measurement of a test gas released within the cupboard.

Three different types of auxiliary air fumecupboards are compared. Each cupboard is investigated with various amounts of supplied air.

The results show, that there is an optimum working condition for each type of auxiliary air fumecupboard.

It is stressed that there is a difference between testing cupboards as installed in laboratories and as manufactured under standard conditions.

Each situation requires its own approach.

Inleiding

Een zuurkast is een grotendeels omsloten werkruimte, waarbij mechanisch een zo gelijkmatig mogelijke luchtstroom over het werkblad wordt afgezogen. Het is een belangrijke basisvoorziening in het laboratorium, die het werken met gevaarlijke stoffen mogelijk moet maken. Bijna alle zuurkastontwerpen zijn gebaseerd op het onttrekken van lucht aan de laboratoriumruimte. Bij een zuurkast met suppletielucht wordt echter een gedeelte van de benodigde lucht van buiten het werklokaal aangevoerd. Er bestaan hiervoor verschillende uitvoeringsvormen. De meeste kasten

verschillen in de manier waarop de suppletielucht in of voor de kast wordt gebracht. In dit artikel worden 3 typen suppletiekasten onderscheiden. Bij type 1 (fig. 1) wordt de suppletielucht vlak vóór het raamvlak over de gehele breedte van de kast ingebracht. Bij type 2 (fig. 2) wordt de suppletielucht vlak achter het raamvlak over de gehele breedte de kast ingeblazen. Bij type 3 (fig. 3) wordt de lucht aan beide zijkanten van de zuurkast de kast ingeblazen. Voor het gebruik van zuurkasten met suppletielucht kunnen verschillende redenen worden aangevoerd. Meestal wordt dit zuurkasttype toegepast om energie te besparen. De suppletielucht wordt in die gevallen niet of nauwelijks geconditioneerd. Door het temperatuurverschil tussen suppletie- en laboratoriumlucht kunnen dan wel problemen ontstaan, zoals condensatie en turbulentie in de zuurkast. Het gebruik van relatief koude suppletielucht houdt tevens in dat deze, om geen comfortproblemen voor de laborant te veroorzaken, binnen de kast moet worden toegevoerd.

Een tweede belangrijke reden om zuurkasten met suppletielucht toe te passen, is het beperken van het ruimteventilatievoud. Het maximaal aantal te plaatsen zuurkasten in een laboratorium wordt bij conventionele systemen begrensd door het maximaal toelaatbare ventilatievoud en het volume van de ruimte. Meestal wordt uitgegaan van een ventilatievoud van 10 à 15 per uur als bovengrens. Zodra die grens overschreden dreigt te worden, moet, om geen hinderlijke tochtverschijnselen te krijgen, naar andere oplossingen worden gezocht, zoals luchttoevoer via geperforeerde plafonds voor de zuurkast of het toepassen van zuurkasten met suppletielucht.

Ten slotte worden zuurkasten met suppletielucht ook toegepast om het werkcomfort van de laborant te verbeteren. Door het toepassen van ►

1. Veiligheidskundige bij bureau Veiligheid & Milieuhygiëne van de Landbouwniversiteit, Costerweg 50, 6701 BH Wageningen. Telefoon: 08370-84121.

2. Onderzoekster bij Buro voor Luchtonderzoek en advisering uit Wageningen, Costerweg 5, 6702 AA Wageningen. (Sinds 1 november 1990 werkzaam bij de BGD-West Brabant).

suppletieluchtsystemen, met name die waarbij de lucht direct in de kast wordt toegevoerd, is de luchtsnelheid in de werkopening veel lager dan bij de conventionele systemen of bij kasten met een suppletieluchttoevoer vlak voor de kast.

In dit artikel wordt een oriënterend onderzoek beschreven naar de afzuigeffectiviteit van verschillende typen suppletiekasten.

Kwaliteitsbeoordeling van zuurkasten

De discussie over de kwaliteit van een zuurkast en hoe deze te beoorde-

lucht niet via de raamopening wordt toegevoerd.

Een van de weinige richtlijnen op dit gebied is de Duitse ontwerpnorm DIN 12 924 (mei 1990). De uitvoering van de in de Duitse norm beschreven keuring, blijkt echter gecompliceerd en kan alleen goed worden verricht in speciale testruimtes (Zwaard e.a., 1989). Hiermee krijgt men een verantwoorde typekeuring van de zuurkast. Het is dan echter nog niet bekend hoe de kast op een werkplek functioneert. Door een slechte plaatsing van een goede zuurkast kan het functioneren ervan sterk

20 cm vanaf de binnenzijde van de dorpel een gasverspreidingsbuis geplaatst (fig. 4). In deze buis zijn aan voor- en achterzijde op afstanden van 2 cm gaatjes met een diameter van 1 mm aangebracht. Via deze buis wordt het testgas (10% zwavelhexafluoride – SF₆ – in stikstof) in een horizontaal vlak in de zuurkast gebracht. De emissie wordt ingesteld op grond van het zuurkastdebit en bedraagt volgens voorschrift 50 ml/s per 1000 m³/uur afzuigcapaciteit. Met behulp van een meetrek wordt (in dit geval) op acht meetpunten gelijktijdig de lucht in het raamvlak bemonsterd (fig. 5). Per meetpunt wordt de lucht in een zak verzameld. Met behulp van een gaschromatograaf wordt later de SF₆-concentratie per punt bepaald.

De resultaten worden uitgedrukt in een kwaliteitsparameter, de zogenaamde P(rotecion)-factor. Deze is als volgt gedefinieerd:

$$p(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{\text{Emissie (ml/s)}}{\text{gemeten concentratie (ml/m}^3\text{)}}$$

Een grotere waarde voor P duidt op een betere bescherming. Het eerdergenoemde IAVM-rapport kwalificeert kasten met een P-factor groter dan 100 m³/s als goed. In de DIN 12 924 wordt een maximum toegestane concentratie in het raamvlak genoemd van 0,5 ppm bij het raam voor 1/3 geopend. Bij de door de DIN gebruikte emissie van 55 ml 10% SF₆ per seconde geeft dat een P-waarde van 11 m³/s. De meetmethodes zijn echter niet helemaal gelijk. De keuze van de testlokatie kan van grote invloed zijn op de testresultaten. Alleen metingen die onder identieke omstandigheden hebben plaatsgevonden, zijn onderling vergelijkbaar.

In dit onderzoek zijn de drie verschillende typen zuurkasten (zie inleiding) achtereenvolgend onderzocht in een testruimte (een grote practicumzaal) onder gelijke omstandigheden, steeds op dezelfde plaats. De luchttoevoer in de ruimte vond mechanisch plaats. De metingen zijn uitgevoerd bij verschillende verhoudingen van de toegevoerde hoeveelheden suppletielucht en ruimtelucht. Deze konden traploos worden ingesteld met behulp van een regelklep in het toe- en afvoerkanal. Controle vond plaats door meting van de luchtsnelheid in de kanalen met een thermische anemometer. Op het moment van de metingen vonden in die ruimte geen andere activiteiten plaats. De totale afzuigcapaciteit werd ingesteld op 650 m³/uur per meter zuurkastbreedte. De emissie

Werkingsprincipes van de verschillende typen zuurkasten

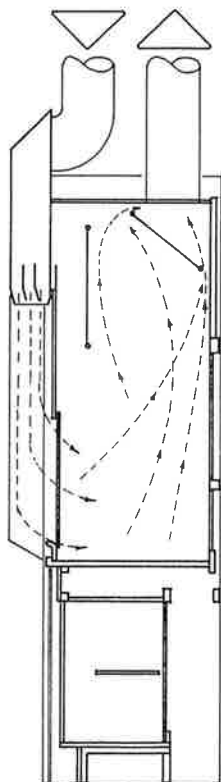


fig.1: KAST 1

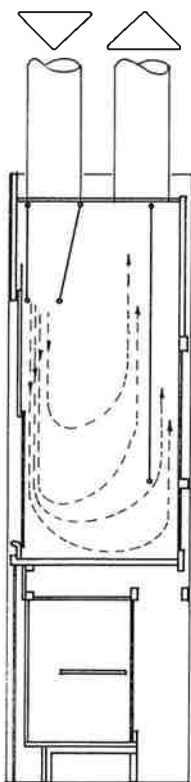


fig.2: KAST 2

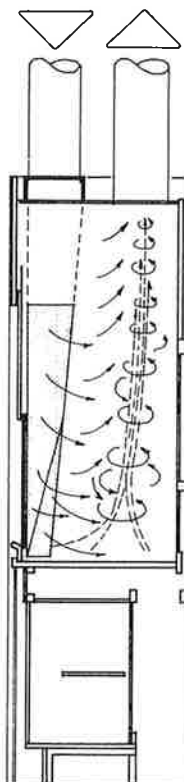


fig.3: KAST 3

len komt in Nederland langzaam op gang. Tot nu toe beperkte men zich bij de beoordeling van de afzuigeffectiviteit tot het meten van de luchtsnelheid in de raamopening, maar het is inmiddels bekend dat dat een beperkt beeld geeft (IAVM, 1989). Beter is het om een zuurkast te beoordelen op basis van het ontsnappen (lekken) van stoffen naar de laboratoriumruimte. Ook de normering zou hierop gebaseerd moeten worden. Bij suppletiekasten is het meten van de luchtsnelheid in de raamopening bovendien niet goed mogelijk, omdat immers een groot gedeelte van de

afnemen. Het is daarom belangrijk dat een zuurkast ook wordt getest, nadat hij op de plaats van gebruik is geïnstalleerd.

Methode

De basis van de hier gevolgde meetmethode is beschreven door de Interuniversitaire Adviescommissie Veiligheids- & Milieuwetgeving (IAVM, 1989).

Als uitgangspunt dient een 'ongestoorde' zuurkast. Dit betekent dat de kast leeg is en er geen obstakels voor het raamvlak aanwezig zijn. In de zuurkast wordt op 10 cm hoogte en

van SF6 was gekoppeld aan de afzuigcapaciteit en bedroeg 33 ml/s per strekkende meter. Met behulp van het meetrek en luchtpompjes werd de lucht in het raamvlak, bij een gekozen werkopening van 50 cm, bemonsterd in polytheen monsterzakken. Het aanzuigdebiet bedroeg $3 \pm 0,05$ ml/s.

Nadat het systeem 6 minuten was gespoeld, werd er gedurende 6 minuten bemonsterd. De spoeling werd eveneens opgevangen in polytheenzakken. Alle metingen zijn twee keer achtereenvolgend uitgevoerd.

Resultaten

In tabel 1 is per zuurkast de gemiddelde concentratie SF6 in het raamvlak voor de verschillende suppletieverhoudingen weergegeven. Deze gemiddelde waarde is tot stand gekomen door zowel over de afzonderlijke punten in het raamvlak als over de duplometingen rekenkundig te middelen. In de laatste kolom is de kwaliteitsparameter P vermeld.

Uit de resultaten blijkt dat de spreiding van de concentratie in het raamvlak erg groot is. Een relatieve stan-

daardafwijking van meer dan 100% is geen uitzondering. Dit benadrukt het belang van de puntsgewijze bemonstering in verband met het opsporen van mogelijke ontwerpfouten.

Discussie

Uit tabel 1 blijkt dat elk type suppletiekast zijn eigen optimale werkcondities heeft. De oriënterende metingen bij een conventionele zuurkast met by-pass, in dezelfde situatie, geven een slecht resultaat, zoals dat ook het geval is bij kast 1 wanneer 100% ruimtelucht wordt afgezogen. Wordt de grens van $P = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ van de IAVM werkgroep gehanteerd, dan voldoet type 1 zowel bij een suppletieverhouding van 80-20 als 65-35, terwijl de beide andere typen bij een suppletieverhouding van 50-50 voldoen. Echter deze grens is zeer arbitrair en er moet dan ook geen absolute betekenis aan worden toegekend. De vergelijkbare grenswaarde van P zoals die in de DIN wordt vermeld, is veel lager. In dat geval voldoet bijna iedere suppletiekast onder elke conditie aan de norm.

De hiervoor beschreven methode wijkt echter af van de meetmethode zoals die wordt beschreven in de DIN 12 924 en de resultaten kunnen dan ook niet zonder meer met elkaar vergeleken worden.

De belangrijkste verschilpunten tussen de twee methoden zijn het gebruikte testgas-emissiesysteem en monsternamesysteem en de toegepaste verstorning.

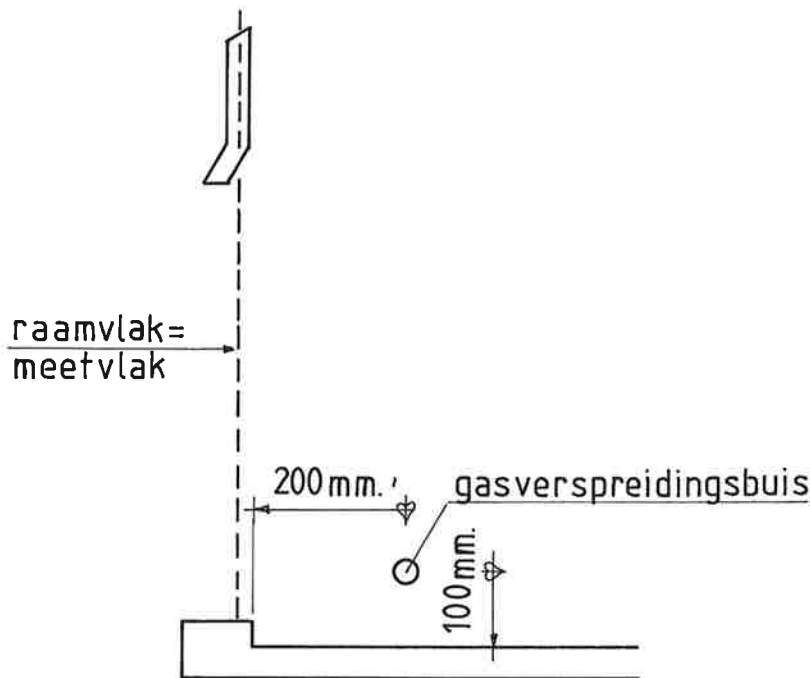
Testgas-emissiesysteem:

De DIN schrijft een emissiebron voor, die in het midden van de zuurkast wordt geplaatst. Echter door het testgas over de gehele breedte van de kast in te brengen, zoals bij de IAVM-methode het geval is, kunnen lekken aan de zijkant eerder worden opgespoord. Men werkt nu eenmaal ook niet altijd precies in het midden van de kast.

Monsternamesysteem:

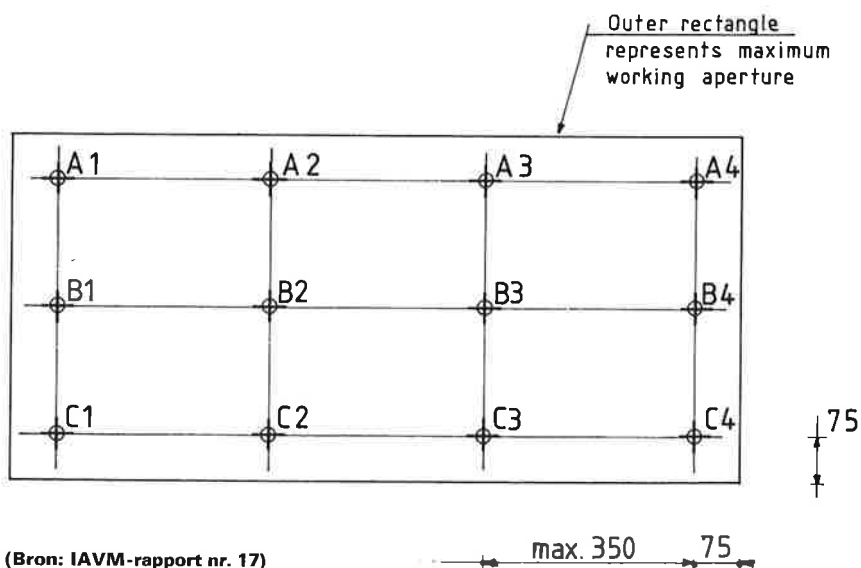
In de DIN wordt gekozen voor een verzamelmonster van de lucht 10 cm voor het raamvlak. De IAVM-methode spreekt zich niet expliciet uit voor een bepaalde monsternamemethode. In het hier beschreven onderzoek werd de lucht in het raamvlak per meetpunt apart geanalyseerd. Het afzonderlijk, maar wel gelijktijdig bemonsteren en analyseren van de luchtmonsters, heeft als belangrijk voordeel dat inzicht wordt verkregen in de concentratieverdeling in het raamvlak en de spreiding daarin. Dat zegt meer over de oorzaken van de

Figuur 4. Plaats van de gasverspreidingsbuis



(Bron: IAVM-rapport nr. 17)

Figuur 5. Verdeling van meetpunten over het raamvlak, maten in mm



(Bron: IAVM-rapport nr. 17)

Tabel 1. Resultaten lektestmetingen

type kast	verhouding sup-ruimte	gem. conc. SF6 (n=16) (in 10-3 ppm) + range	P-waarde (in m ³ /s)
1	80-20	7,0 (2-22)	614
	65-35	1,9 (0-10)	2263
	50-50	200,6 (0-1666)	21
	0-100	4150,0 (0-14311)	1
2	80-20	670,8 (367-2621)	6
	65-35	130,9 (1-747)	33
	50-50	11,1 (4-51)	387
3	80-20	69,3 (10-269)	62
	65-35	111,5 (5-1135)	38
	50-50	14,1 (5-42)	305
conventionele kast		2125,5 (0-13209)	2

Sup-ruimte: verhouding suppletie lucht-ruimtelucht (in procenten).

lekkage, zoals bijvoorbeeld ontwerpfouten.

Verstoring:

In de DIN-test wordt een verstoring van zowel vóór als in de kast toegepast. Omdat iedere kast zijn eigen specifieke storingsgevoeligheden heeft, is het niet mogelijk om door middel van het opnemen van een standaardverstoring in de meetmethode de storingsgevoeligheid in het algemeen te bepalen. De keuze van een standaardverstoring is dus altijd willekeurig. Daarom is bij de hiervoor beschreven methode geen verstoring aangebracht. Bovendien zullen metingen aan zuurkasten altijd eerst in ongestoorde situaties moeten plaatsvinden om zo ontwerpfouten zichtbaar te maken. Metingen met verstoringen zeggen soms meer over de verstoring dan over de kast. Een kast dient in ieder geval goed te werken zonder dat er extra verstoringen zijn aangebracht.

Conclusie

Zuurkasten met suppletie lucht kunnen onder bepaalde omstandigheden goed functioneren. De afzuigeffectiviteit van deze zuurkasten blijkt sterk af te hangen van de verhouding suppletie lucht-ruimtelucht. Het is daarom belangrijk dat vooraf de optimale verhouding nauwkeurig wordt bepaald en dat deze daarna goed wordt ingesteld en regelmatig wordt gecontroleerd.

Om de afzuigeffectiviteit van een suppletiekast goed te kunnen beoordelen, is een praktische, eenvoudig uitvoerbare lektestmethode onontbeerlijk. Hoewel de hier gepresenteerde methode nog niet aan deze criteria

voldoet, is een voordeel van deze methode ten opzichte van de DIN-test dat hij relatief eenvoudig is uit te voeren onder de omstandigheden en op de plaats waar de zuurkast daadwerkelijk gebruikt wordt. De IAVM-methode is dan ook een belangrijke aanzet voor het testen van zuurkasten onder praktijkomstandigheden (as used), terwijl de DIN-methode wellicht meer geschikt is als typekeuring (as manufactured). Het zou echter goed zijn om een vergelijkend onderzoek uit te voeren tussen de DIN-methode en de hier gevolgde methode. Deze test zou dan bij verschillende typen zuurkasten uitgevoerd moeten worden. Over de verstoringgevoeligheid kan op basis van dit onderzoek weinig worden gezegd. Daarvoor zijn uitgebreide metingen met verschillende verstoringen nodig.

Naschrift:

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door de Landbouwniversiteit Wageningen en de leveranciers van de verschillende typen zuurkasten.

Literatuur

- Buro Blauw; Lekttestmetingen bij verschillende typen zuurkasten. December, 1989.
- DIN 12 924 Teil 1; Abzüge für allgemeine Gebrauch. Mai 1990.
- Interuniversitaire Adviescommissie Veiligheids- en Milieuwetgeving (IAVM); De zuurkast nader beschouwd. IAVM-rapport nr. 17, 1989.
- Zwaard, W. en A. Kroes; Haalt de huidige zuurkast 1992? Arbeidsomstandigheden (65, 439), 1989.