

Meting en afbeelding van de ruimtelijke verdeling van schadelijke gassen op de werkplek

Willem M. ter Kuile, Bas Knoll en Paul G.M. Hesselink

Summary

Usual gas sampling methods for checking compliance with threshold limit values do not provide information on the cause of the observed exposure, nor is gas dispersion being visualized online. For effective improvement of noncompliance work situations, such information on causes and gas dispersion patterns is indispensable. The infrared gas cloud (IGC) scanner was developed for fast, remote, and quantitative identification of (hazardous) gases by imaging of gas dispersion in the work environment. The application of the prototype IGC-scanner to three real problems is described in this study. The first application is a laboratory investigation on the influence of ventilation parameters on the exposure of welders to welding fumes. As a result the problem of protecting very mobile welders could be solved. The second case describes carbon disulfide (CS_2) measurements by IGC-scanning

in a rayon factory. We found that the heavy CS_2 -gas could spread like a blanket on the floor of the factory and that IGC-determined concentrations at aspiration height compared well with independent personal measurements. Third, the IGC-scanner was used to monitor surface treatment in the polyester industry, where in a number of cases high exposure to volatile organic components (VOCs) was identified. Each application showed the IGC-scanner to be a successful, cost-effective instrument. Therefore, the scanner could be a useful addition to industrial hygiene facilities for controlling and improving the work environment as a rapid and powerful technique with advantages over existing air sampling instruments. ■

Inleiding

Gebruikelijke methoden voor de monsterneming van schadelijke gassen bij controlemetingen van de maximale aanvaarde concentratie (MAC) in de werkomgeving geven geen duidelijke informatie over de oorzaak van de waargenomen blootstelling, noch over de ruimtelijke verspreiding van het gas. Deze informatie is onmisbaar voor effectieve verbetering van werksituaties die niet aan de eisen voldoen.

De infrarood gaswolkscanner (IGC-scanner) werd ontwikkeld om snel en op afstand kwantitatieve metingen van schadelijke gassen in de werkomgeving te kunnen uitvoeren en gelijktijdig de ruimtelijke verspreiding ervan in een beeld vast te leggen.

In deze bijdrage wordt het gebruik van een prototype van de IGC-scanner in drie inmiddels afgeronde onderzoekprojecten beschreven. Deze toepassingen betreffen:

a. Een laboratoriumonderzoek naar de invloed van ventilatie parameters op de blootstelling van lassers aan lasrook. Dit werk heeft geleid tot een oplossing voor het probleem van de adembescherming bij zeer mobiele lassers.
b. Metingen van de ruimtelijke verdeling van CS_2 in een rayon fabriek. Als resultaat werd gevonden dat het zware CS_2 -gas zich als een deken over de vloer kan verspreiden. De daarbij op ademhoogte gemeten concentraties kwamen overeen met onafhankelijk uitgevoerde persoonlijke concentratiemetingen.

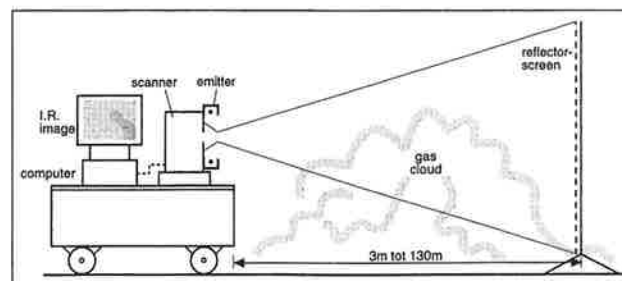
c. Onderzoek naar de oorzaken van de hoge blootstelling van werknemers aan vluchtige organische componenten (VOC) bij oppervlakte behandeling in de polyester industrie. In de gevallen van te hoge blootstelling aan VOC kon de oorzaak ervan zichtbaar gemaakt worden en werden effectieve verbeteringen ervan in het laboratorium getest. In elk van de beschreven toepassingen bleek de IGC-scanner een succesrijk en kostenbesparend instrument te zijn. De IGC-scanner kan dus een nuttige aanvulling zijn van de bestaande apparatuur voor het controleren en verbeteren van de werkomgeving. Belangrijke voordelen boven bestaande luchtmonsterapparaten zijn dat de IGC-scanner snel is, op afstand werkt en het risico van nabijgelegen bronnen zichtbaar maakt.

In voorschriften voor het controleren van de maximale

aanvaarde concentratie (MAC-waarde) van schadelijke gassen in de werkomgeving moet vaak persoonlijke monsterapparatuur gebruikt worden om de gemiddelde blootstelling gedurende een werkdag te bepalen [1,2]. Vaak leveren dergelijke over de tijd gemiddelde controlemetingen niet de juiste informatie voor het ontwerpen van effectieve verbeteringen van de werksituatie. Om in die gevallen de juiste maatregelen te kunnen nemen waardoor de blootstelling afneemt, moet er meer bekend zijn over de ruimtelijke verspreiding van het gas en de oorzaak ervan. Indien men bij controlemetingen van specifieke gascomponenten in de werkomgeving snel kwantitatief kan meten en de verspreiding ervan in beeld kan brengen, dan kunnen zonodig wel oplossingen aangegeven worden. Met dit doel werd de 'Infrarood gaswolkscanner', of IGC-scanner (figuur 1), ontwikkeld op basis van 'differentiële infrarood absorptie spectrometrie' (DIAS) [3]. Door het gebruik van DIAS worden met de IGC-scanner gassen en dampen selectief herkend en gemeten. De IGC-scanner is bedoeld voor onderzoek naar verbetering van de werkomgeving. Daarom werden aan het ontwerp de volgende eisen gesteld:

Figuur 1. Mobiele opstelling van de IGC-scanner

De parabolische infraroodstralers bevinden zich vlak onder en boven de ingangsoopening van de scanner. Tegenover de scanner, achterin de ruimte waarin het gas gemeten wordt, is een retro-reflector scherm opgesteld. Een deel van de gereflecteerde straling valt tussen de twee emitters in de scanner, die een ingestelde golflengte detecteert en hiervan een videosignaal maakt. Dit signaal wordt naar de computer gestuurd, die het absorptiebeeld van het gas berekent en op de monitor zichtbaar maakt.



- De detectielimiet moet voor een aantal veel gebruikte gassen lager zijn dan de MAC-waarde (ca. 10 ppm);
- De meetduur voor het maken van een afbeelding van de gasverdeling moet korter zijn dan ca. 1 seconde;
- Het gezichtsveld van de scanner moet groot genoeg zijn om in de afbeelding ook herkenbare objecten op de werkplek te tonen. Daarvoor is een scanhoek van 10° verticaal en 20° horizontaal redelijk;
- De werkafstand moet groot genoeg zijn om de scanner buiten de gevaarzone van brandbare of explosieve gassen op een werkplek te kunnen gebruiken;
- De mobiliteit van de scanner moet zo goed zijn, dat het gebruik ervan in de meeste werksituaties mogelijk is.

Mogelijke toepassingsterreinen van de IGC-scanner zijn:

- Verbetering van werkomgeving (bijvoorbeeld bij overschrijding van MAC-waarde) voor verbrandingsgassen

(koolmonoxide, stikstofoxiden, enz.) en vluchtige oplosmiddelen (bijvoorbeeld: aceton, koolstofdioxide, toluen, styreen);

- Monitoren van gassen in de werkomgeving;
- Monitoren van procesemissies (zwaveldioxyde, CFK's, enz.);
- Testen van het rendement van ventilatiesystemen in de binnenlucht met behulp van een tracergas en detectie van gaslekken.

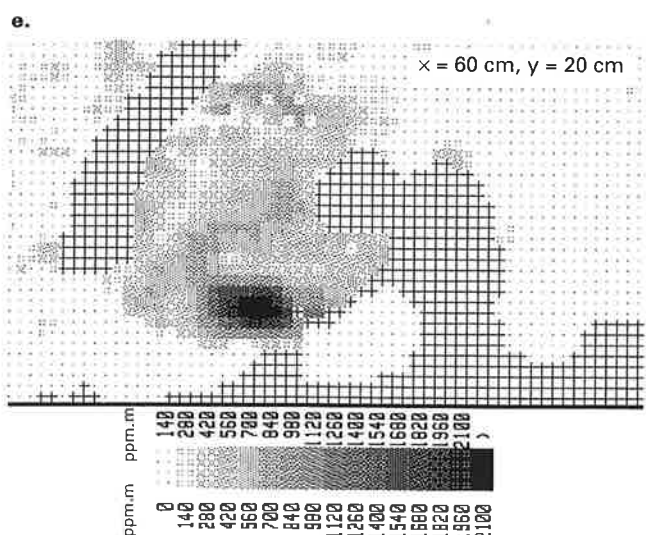
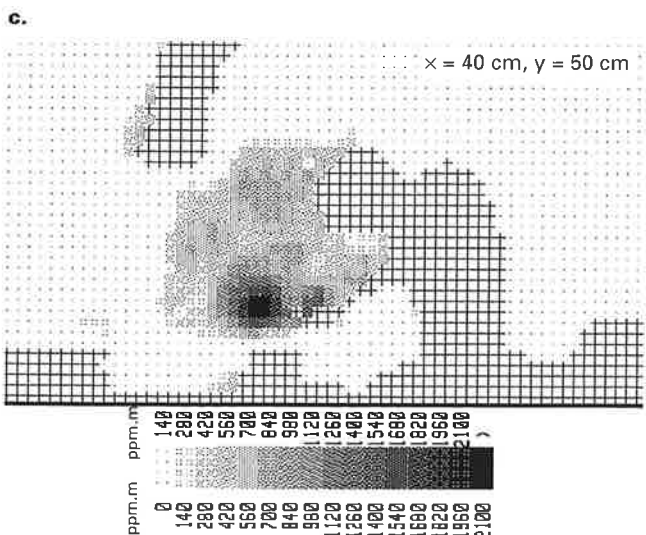
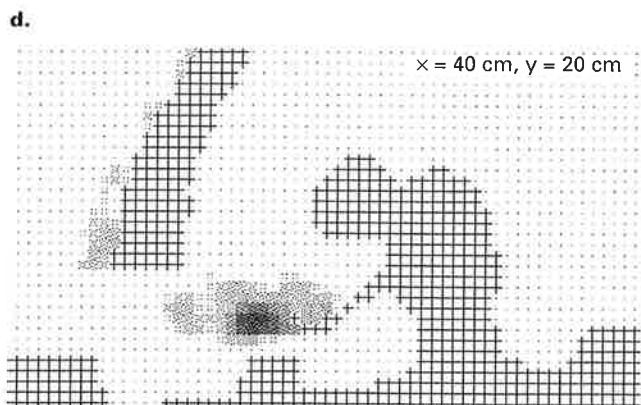
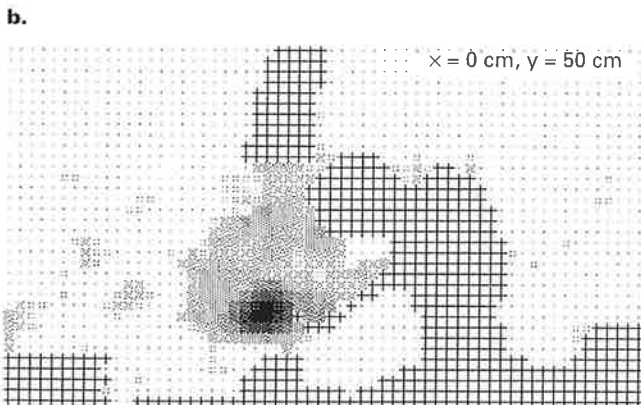
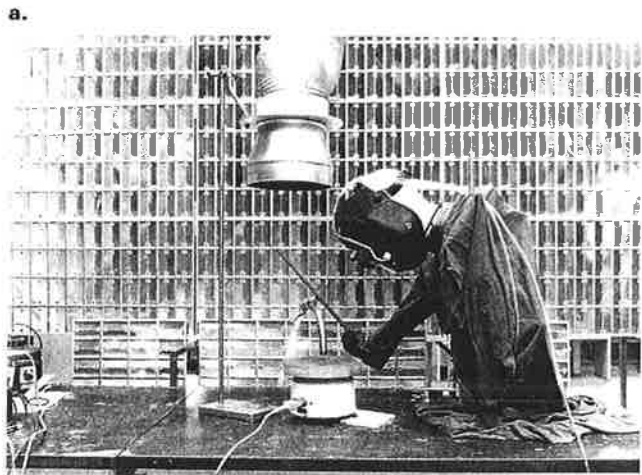
In principe kan de IGC-scanner gebruikt worden voor alle gassen met voldoende sterke infrarood absorptie. Hier beschrijven we de resultaten van het gebruik ervan voor drie verschillende werksituaties.

Ventilatievoorzieningen voor lassers

De eerste toepassing van de IGC-scanner betreft een laboratoriumonderzoek naar de invloed van ventilatieparame-

Figuur 2. Foto van de testopstelling voor ventilatie in de werkomgeving van lassers (a) en scannerbeelden (b, c, d, e) van die opstelling

Onder de figuren 2c en e is een schaal afgebeeld die voor elke grijswaarde de hoeveelheid gas in (ppm.m) geeft. Objecten voor het scherm worden als een patroon van kruisjes (++++) afgebeeld. De scannerbeelden tonen de invloed van de positie van een afzuigmond met een diameter van 22 cm en een debiet van 340 dm³/s op de blootstelling van de lasser. In de figuren 2b-e worden de horizontale (x) en verticale (y) van de afstand tussen de zuigmond en de lasplaats gegeven.



ters (debiet, positie en vorm van de afzuigopening) op de blootstelling van een lasser aan lasrook. In dit onderzoek werd een lasrookpluim gemodelleerd door een opstijgende luchtstrooming boven een elektrisch kookplaatje. Om extra turbulentie in de modelpluim te introduceren werd een luchtstraal, gemengd met lachgas (N_2O) als tracergas, op het kookplaatje geblazen. Op die wijze werd een brede pluim verkregen waarin de bijdragen van turbulentie en convectie goed in overeenstemming waren met de dynamische opbouw van eerder gemeten lasrookpluimen in praktijksituaties van elektrisch handlassen. In de testopstelling werd het kookplaatje geplaatst voor een dummypop met een laskap voor het gezicht, die de houding van een echte lasser had. Deze opstelling werd voor de reflectieschermen op ca. 10 m afstand van de IGC-scanner geplaatst (figuur 2a).

De scannerbeelden in de figuren 2b-e tonen opnamen van dit model voor verschillende posities van een ronde, naar beneden gerichte aanzuigopening van 22 cm doorsnee en een debiet van $340 \text{ dm}^3/\text{s}$. Elk scannerbeeld wordt gemaakt met een bijbehorende grijswaardeschaal (zoals onder figuur 2c en 2e), waarin voor elke 'grijswaarde', die aan het stippeltjespatroon te herkennen is, de hoeveelheid gas tussen scanner en reflectiescherm wordt aangegeven als het produkt van concentratie en afstand (ppm.m). De beelden in figuur 2 hebben alle dezelfde grijswaardeschaal. Door de grijswaarden in een beeld over het afgebeelde oppervlak te integreren kan men de totale hoeveelheid gas in de ruimte tussen de scanner en het reflectiescherm bepalen.

Figuur 2b toont een IGC-opname van de normale werksituatie, waarin de afzuigmond zich op 50 cm afstand verticaal boven de las bevindt. Uit de verspreiding van de pluim is hierin te zien dat de hoeveelheid gas in de inademlucht, bij de onderrand van de laskap, beneden de detectielimiet van 140 ppm.m ligt. Figuur 2c toont een opname van dezelfde situatie nadat de afzuigmond horizontaal over 40 cm verplaatst is. Daarin is een kleine toename van de N_2O concentratie zichtbaar als gevolg van de grotere afstand tussen de las en de afzuigmond. Figuur 2d toont de verspreiding van het gas in een scanneropname nadat de afzuigmond tot op een hoogte van 20 cm boven het vlak van de las is gezakt. Vanwege de kleinere afstand van las naar aanzuigmond is de zuigsnelheid van las naar zuigmond sterker dan de verticale stijgsnelheid van de opgewarmde lucht. Bovendien is de aanzuigriching zo dat het rookgas van de lasser weggezogen wordt. Deze effecten leiden tot een sterke verbetering van de situatie, waarvan de grootte mede afhangt van de diameter van de zuigmond.

Figuur 2e toont de gasverspreiding in een scanneropname nadat de afzuigmond horizontaal verplaatst is tot een afstand van 60 cm van de las, op dezelfde hoogte van 20 cm. Dit levert een sterke toename van de hoeveelheid gas in de ademzone bij de onderrand van de laskap op, tot meer dan 240 ppm.m .

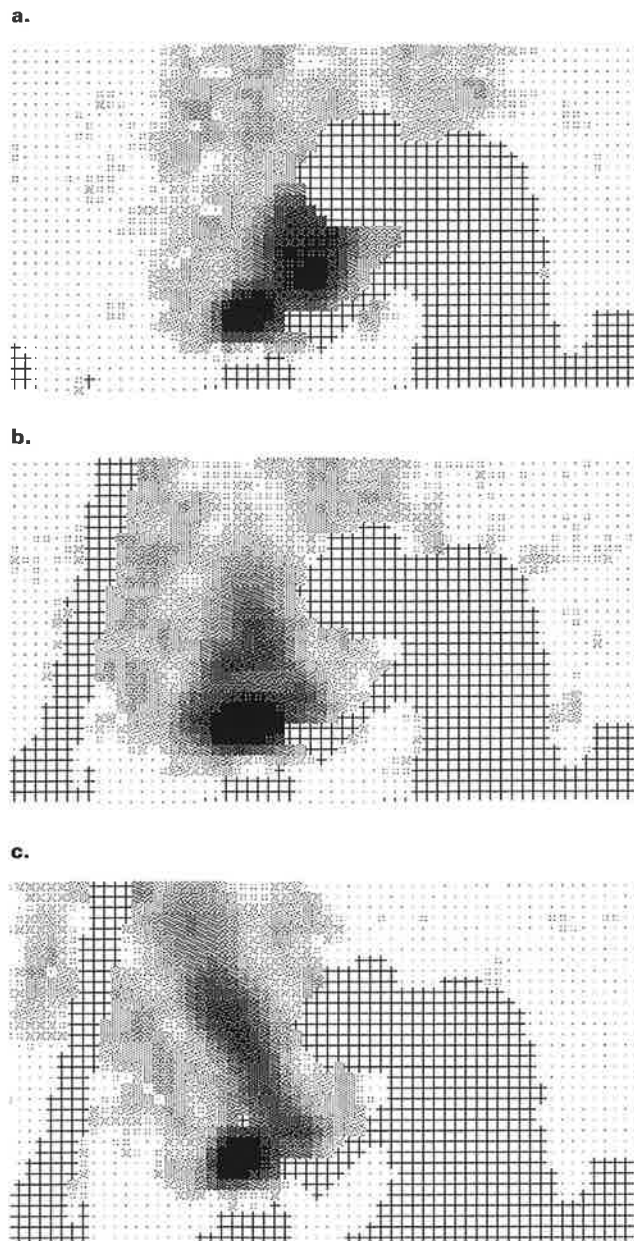
Op dezelfde manier werden de relaties onderzocht tussen de blootstelling van de lasser en andere variabelen, zoals:

- het debiet van de afzuiging;
- de vorm van de zuigmond, en
- de invloed van een uniforme dwarsstroming [5].

Behalve de afzuigingseffecten werden op gelijke wijze ook effecten van een vast opgestelde vlakke plaat en van een persoonlijk luchtblaasapparaat onderzocht. In figuur 3a wordt een IGC-opname getoond van dezelfde situatie, zonder beschermende maatregelen, waarin een zeer hoge blootstelling wordt waargenomen. Figuur 3b toont de verspreiding van het gas in de situatie dat er alleen een vlakke plaat tegenover de lasser is geplaatst zonder verdere maatregelen. Nu stijgt de lasrookpluim verticaal omhoog

Figuur 3. IGC-beeld van de hoge blootstelling aan lasrook, van de 'lasser' zonder afzuigmond, of andere beschermende ventilatie

De blootstelling van de lasser wordt bepaald door de gasconcentratie in de ademzone, bij de onderrand van de laskap (a). Door een vlak scherm tegenover de lasser te plaatsen vermindert de gasconcentratie in de ademzone (b). Door een klein ventilatortje op de borst van de lasser wordt schone lucht van de rugzijde aanzuigen en als een luchtscherm voor zijn gezicht langs geblazen (c).



en er wordt schone lucht van de rugzijde van de lasser over de schouders naar de ademzone gezogen. Er wordt een nog betere adembescherming bereikt als behalve de vlakke plaat ook nog schone lucht voor het gezicht van de lasser langs geblazen wordt, met behulp van een op de borst gedragen ventilatortje (figuur 3c). In het bijzonder als vast opgestelde beschermingsmiddelen niet goed werken vanwege de beweeglijkheid van de lasser, biedt deze ventilator uitkomst. Dit resultaat heeft geleid tot de ontwikkeling van een draagbare lasrookventilator voor adembescherming van lassers in constructiebedrijven [5,6].

Bij deze toepassingen kon de ruimtelijke verspreiding van het gas zo snel met de IGC-scanner gemeten worden, dat het mogelijk was om de metingen voor al deze parameters

binnen enkele dagen uit te voeren. De duur van deze metingen wordt daarbij vooral bepaald door de opbouw en stabilisatie van nieuwe meetsituaties. Zo is kosteneffectief onderzoek van ventilatiesystemen mogelijk.

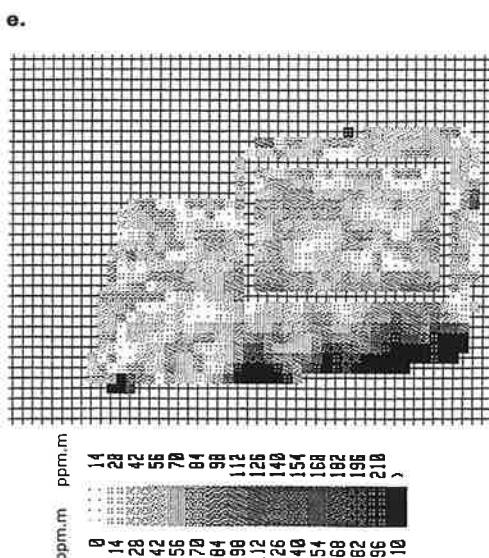
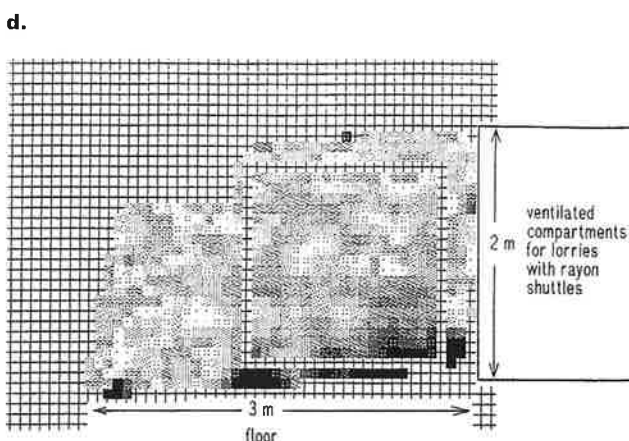
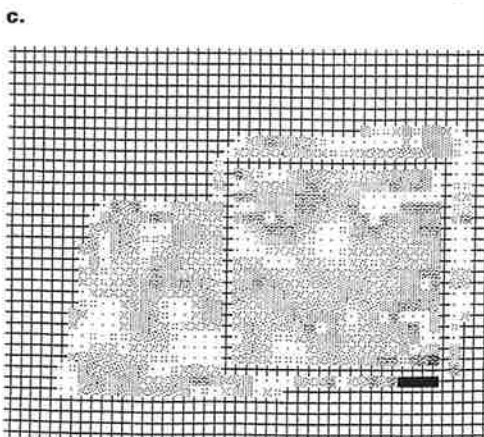
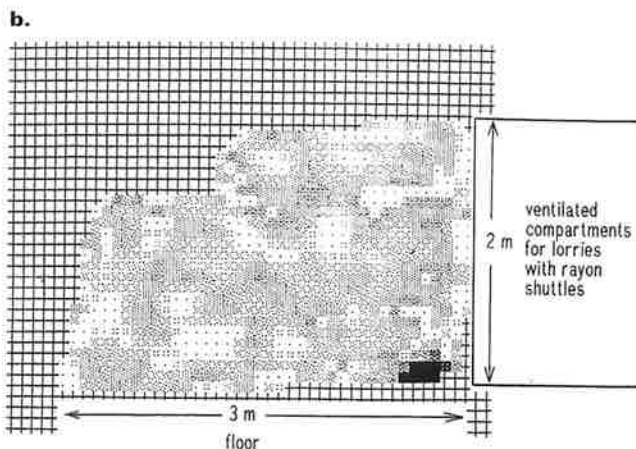
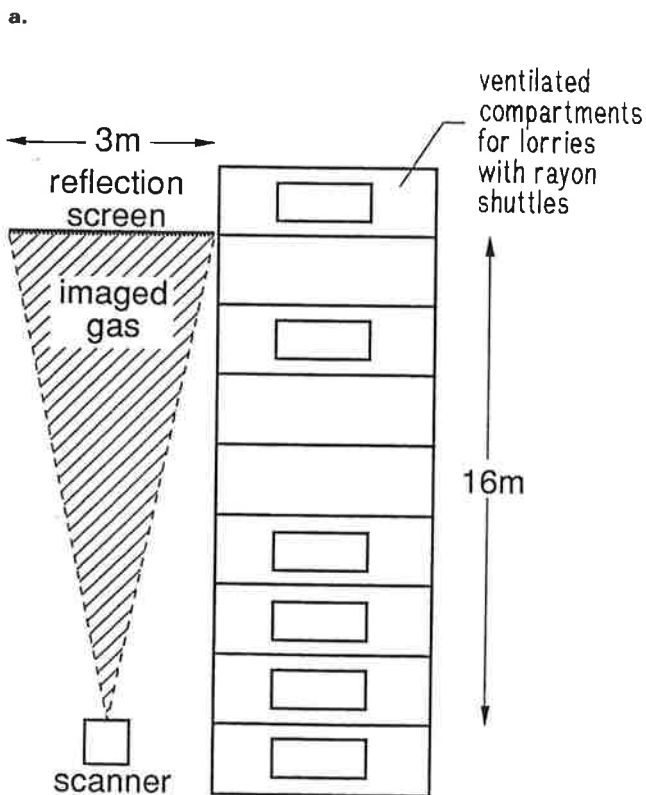
Metingen van zwavelkoolstof in een rayonfabriek

Zwavelkoolstof (CS₂)-concentraties in een rayonfabriek zijn een orde van grootte kleiner dan de lachgasconcentraties in het voorgaande model van de laspluim (met een schaal tot 1500 ppm.m). De maximale aanvaarde concentratie van CS₂ is namelijk 20 ppm, ofwel 200 ppm.m over een afstand van 10 m tussen scanner en reflectiescherm. Daarom moest de onderste detectiegrens van de IGC-scanner verbeterd worden door zowel een tijdgemiddelde te nemen over vier opeenvolgende beelden, alsook een plaatsgemiddelde over een gebied in het beeld waar de CS₂-concentratie redelijk constant is.

Metingen werden uitgevoerd langs de voorkant van zeven geventileerde boxen (figuur 4a). In de boxen zijn kleine wagentjes geplaatst, met enkele tientallen vers gesponnen rayonspoelen. Om het oplosmiddel CS₂ uit de spoelen te laten verdampen worden de boxen met schone lucht geventileerd. Na een tijdje worden de boxen één voor één geopend om de wagentjes met spoelen te vervangen door nieuwe. Resultaten van twee IGC-metingen worden getoond in de figuren 4b en 4d, terwijl figuur 4c en 4e andere verwerkingen zijn van dezelfde opnamen. Het beeld van de eerste IGC-meting (figuur 4b) toont de hoe-

Figuur 4. Metingen in een rayonfabriek

Plattegrond van de metingen voor de hokken langs waarin wagentjes staan, met verse rayonspoelen die CS₂ uitdampen (a). Meting van CS₂ voor de 9 geventileerde kamertjes langs. Alle deuren zijn gesloten (b). Beeld (c) is dezelfde meting als 'b', maar er is een vierkant gebied aangegeven waarover een gemiddelde concentratie van 2,5 ppm berekend is. Figuur (d) toont een andere CS₂-meting op dezelfde plaats. Nu zijn 3 van de 9 deuren geopend. De gemiddelde concentratie in hetzelfde gebied van de ruimte is nu gestegen tot 4,4 ppm. In (e) is de gemiddelde concentratie in een gebied op ademhoogte berekend. Deze is 3,7 ppm. De donkere beeldpunten langs de bovenrand van de figuren d en e zijn artefacten



veelheid CS_2 tussen de scanner en het bijna rechthoekige reflectorscherm van 2 m hoog en 3 m breed. Alle boxen bevinden zich aan de rechterkant en zijn gesloten. Het beeld van het rechthoekige reflectorscherm is enigszins vertekend als gevolg van het niet-lineaire scanningmechanisme. Deze vervorming kan gecorrigeerd worden. Bij de rechter onderhoek van het scherm is een CS_2 -bron van meer dan 196 ppm.m zichtbaar. In figuur 4c is een rechthoekig gebied aangegeven waarover de gemiddelde hoeveelheid CS_2 -gas van 40 ppm.m is berekend. Dat is gelijk aan een gemiddelde concentratie van 2,5 ppm over de afstand van 16 m tussen scanner en reflectiescherm. Het tweede IGC-beeld (figuur 4d) werd gemaakt terwijl drie van de boxen aan de rechterkant geopend waren (tijdens de normale productie zijn nooit meerdere boxen gelijktijdig geopend). Het effect van de geopende deuren is goed zichtbaar. Het zware CS_2 -gas stroomt over de vloer uit de boxen de werkruimte in. De gemiddelde hoeveelheid gas over het in figuur 4d aangegeven gebied steeg daardoor niet alleen van 40 tot 71 ppm.m en de gemiddelde van de concentratie over 16 m van 2,5 tot 4,4 ppm, maar bovendien steeg de gemiddelde hoeveelheid gas op ademhoogte tot 59 ppm.m (gemiddeld over de aangegeven rechthoek in figuur 4e). Dat is een gemiddelde concentratie van 3,7 ppm over 16 m. De hoogste CS_2 -concentraties bevinden zich in een dunne laag vlak boven de vloer. Dat betekent dat de werkelijke lokale concentraties in deze gaslaag op de vloer veel hoger moeten zijn dan het gemiddelde van de gemeten hoeveelheid (196 ppm.m) over de afstand van 16 m. Dat komt omdat de infraroodstraling slechts over een klein deel van de afstand tussen scanner en reflectiescherm door deze gaslaag gaat (figuur 5a, 5b). Deze metingen laten zien dat de IGC-scanner de juiste informatie geeft voor het ontwerpen van de meest effectieve bestrijdingsmiddelen. In het beschouwde geval blijkt uit de beelden dat de bestrijding van het CS_2 -gas uit de geopende boxen het meest effectief kan worden uitgevoerd door lucht via een rooster in de vloer voor de boxen af te zuigen. Normale metingen voor het beoordelen van de gezondheidsrisico's worden altijd op ademhoogte uitgevoerd. Daarmee zouden de hoge concentraties bij de vloer nooit gevonden zijn, terwijl die van wezenlijke betekenis zijn voor het ontwikkelen van effectieve bestrijdingsmaatregelen.

Uit onafhankelijk uitgevoerde concentratiemetingen met persoonlijke monsterneming in combinatie met biologische monsterneming werd voor de gemiddelde blootstelling van de werknemers op die plek een CS_2 -concentratie van 4 ppm gevonden [7]. Deze waarde is in goede overeenstemming met onze resultaten die op ademhoogte tussen 2,5 en 3,7 ppm liggen, als we hierbij in aanmerking nemen dat de persoonlijke metingen doorgaan terwijl deze mensen de wagentjes met nieuwe spoelen in de

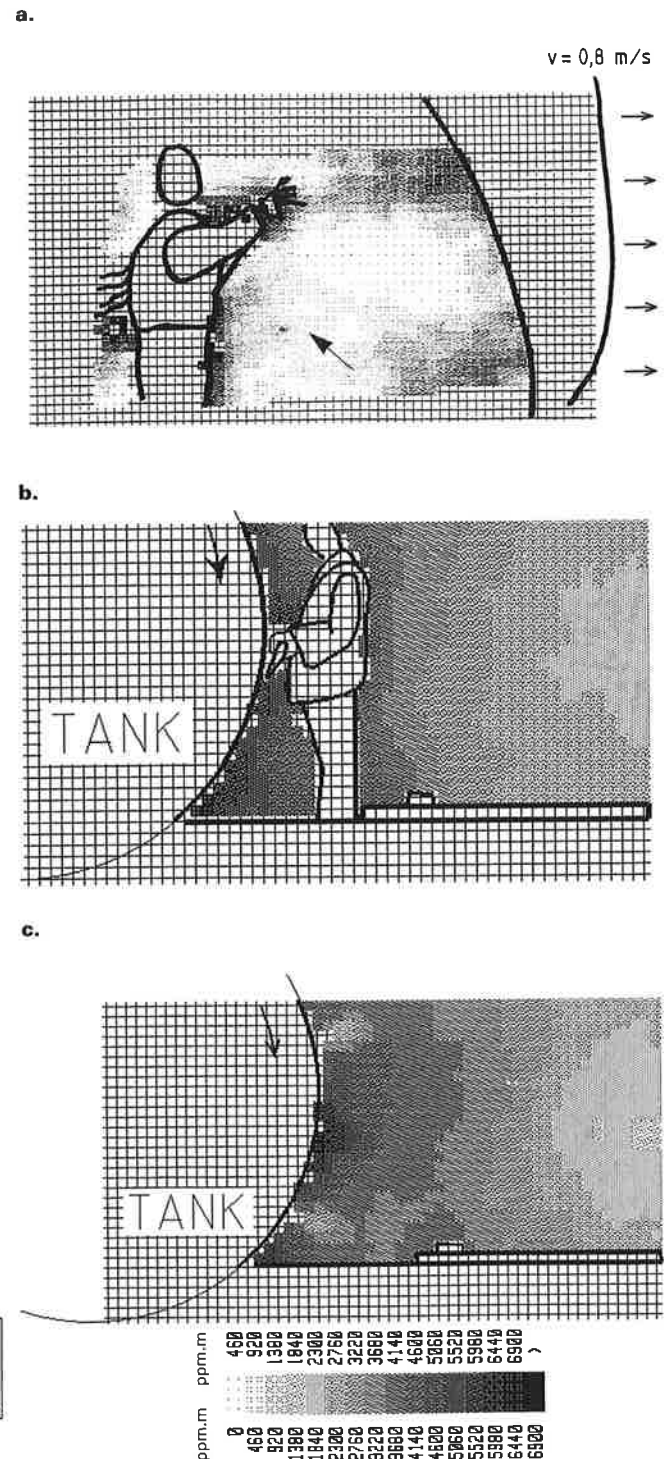
geventileerde boxen met zeer hoge CS_2 -concentraties duwen. Omdat de productie-afdeling van rayon is vernieuwd na de IGC-metingen is de situatie daar nu veranderd.

Blootstelling aan vluchtige organische componenten bij industriële oppervlakte behandeling

Doelstelling van de metingen van vluchtige organische componenten (VOC) was het ontwikkelen van passende

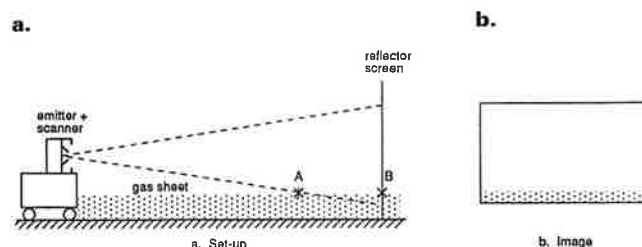
Figuur 6. Metingen van VOC in de polyesterindustrie

(a) Een werknemer die een glasvezel/hars-mengsel in een holle open mal spuit is blootgesteld aan de recirculerende luchtstroom (beneden in fig. 6a) en wordt door het object afgeschermd van de lokale afzuiging aan de rechterkant. Figuur 6b toont de styreen-emissie uit een grote tank die gewikkeld wordt, terwijl een werknemer het oppervlak aanrolt. Figuur 6c: Situatie direct nadat het wikkelen van de tank klaar is.



Figuur 5. Interpretatie van beelden met gelaagde gasconcentraties

Als het scannerbeeld een laag met hoge gasconcentratie boven de vloer laat zien (als fig. 4e) dan wordt de werkelijke concentratie in die laag onderschat, omdat de lichtweg (A-B) door het gas veel korter is dan de afstand tussen scanner en reflectiescherm.



maatregelen voor lokale ventilatie, als onderdeel van een campagne voor werkplekverbetering in de polyesterindustrie. Om de werksituatie te karakteriseren werd in dit onderzoek de dispersie van VOC's naar de ademzone van de werkers bestudeerd. Omdat styreen als een van de oplosmiddelen van polyesters gebruikt wordt, werd de IGC-scanner hiervoor gekozen. Oppervlakte coatings worden aangebracht met een spray en met gebruik van rolborstels. Uit voorgaand onderzoek was gebleken dat deze technieken resulteerden in blootstellingsconcentraties tot twintig maal de MAC.

Figuur 6a toont een IGC-opname van het spuiten van een groot, hol voorwerp in een spuitwerkplaats. De plaatselijke afzuiging van ca. 4 m³/s bevindt zich rechts beneden achter het voorwerp. De gasstroom wordt hier duidelijk afgebogen in de richting van de werknemer en tegen de richting van de afzuiging. Zodoende ontstaat een ophoping van VOC-gassen in de inademplucht van de werknemer, ondanks een goed functionerende lokale afzuiging en ruimte ventilatie. Figuur 6b toont een IGC-opname van een werknemer die tijdens het wikkelen van een grote tank het oppervlak ervan aanrolt en vlak borstelt. Bij de tank is een kleine concentratiegradiënt zichtbaar tegen een hoge achtergrondconcentratie die ontstaat door het ontbreken van een plaatselijke afzuiging. Figuur 6c toont een IGC-opname van dezelfde situatie direct na afloop van de werkzaamheden. In het patroon van de styreen-emissie is hier nauwelijks enig verschil zichtbaar met de situatie tijdens het werk. In beide gevallen is dezelfde concentratiegradiënt zichtbaar. Hieruit wordt geconcludeerd dat de blootstelling van de werknemer vooral door de emissie van het oppervlak zelf is veroorzaakt en in mindere mate door de toegepaste werkwijze. Uit de hoge achtergrondconcentratie blijkt bovendien dat de aanwezige ruimteventilatie hier ontoereikend was. Daarom werd een speciaal plaatselijk ventilatiesysteem aanbevolen met een beheersbare luchtstroming om de werknemer en het werkstuk.

Discussie en conclusies

De IGC-scanner functioneerde in overeenstemming met de vanuit de arbeidshygiëne geformuleerde ontwerpdoelstellingen. De principes van remote sensing en de snelle en gemakkelijke interpretatie van kwantitatieve afbeeldingen van gasconcentratie en verspreiding met een gecalibreerde grijswaardenschaal bleken goed te werken in combinatie met de grote flexibiliteit (voor veel verschillende gassen te gebruiken) en mobiliteit van het apparaat. De resultaten van de drie beschreven onderzoekprojecten bevestigen dat de scanner goed te gebruiken is voor zowel kwantitatieve gasmetingen als voor het ontwerpen en controleren van effectieve maatregelen ter verbetering van de werkomgeving.

De IGC-scanner voorziet in de vraag van arbeidshygiënist naar betere informatie over de ruimtelijke verdeling van schadelijke gassen en is niet onderhevig aan de problemen die samenhangen met monsterneming, opslag en chemische analyse achteraf.

De meetinspanning van de IGC-scanner is vergelijkbaar met 3000 puntmetingen per minuut. In de daaruit samengestelde IGC-beelden zijn gasbronnen en achtergrondconcentraties goed te zien evenals opeenhoping en verspreiding van gassen op onverwachte of moeilijk bereikbare plaatsen. Hoewel de IGC-scanner niet voor compliance-metingen werd ontwikkeld en niet geschikt is om de vereiste tijdgemiddelde metingen te verrichten die het werkdag-gemiddelde in de ademzone benaderen, biedt hij wel de mogelijkheid om snel de inadembare concentratie te schatten en inzicht te krijgen in het risico van blootstelling aan andere nabij gelegen bronnen.

De IGC-scanner is een instrument voor onderzoek naar de blootstelling aan schadelijke gassen in de werkomgeving. Het heeft zijn sterke en zwakke eigenschappen.

Sterke eigenschappen zijn:

- niet verstorende detectie op afstand van bekende en onbekende gasbronnen waaraan mensen tijdens het werk blootstaan;

- visualisatie van gastransport en ventilatie mechanismen;

- momentane en 'in situ' afbeelding van de gevolgen van persoonlijk gedrag op de blootstelling aan gassen uit dichtbijzijnde potentiële bronnen;

- beoordeling van de effectiviteit van maatregelen voor verbetering van het werkmilieu;

- omvangrijk toepassingsgebied omdat het voor veel verschillende gassen te gebruiken is.

Door onderzoek zijn de volgende eigenschappen van dit prototype IGC-scanner te verbeteren:

- de calibratieprocedure, speciaal voor gevaarlijke giftige gassen;

- de huidige IR-stralers, die niet in een omgeving met explosieve gassen gebruikt kunnen worden moeten vervangen worden door een kleine meescannende IR-bron die van de omgeving is afgeschermd;

- de juiste interpretatie van de resultaten vraagt enige kennis van de IGC-scanner. Interactief gebruik van de scanner met verschillende bekende gasbronnen maakt het mogelijk om de juiste beeldinterpretatie snel te leren.

Daarom kan het gebruik van de IGC-scanner voor snelle en kwantitatieve afbeelding van gassen als gereedschap voor werkplekverbetering efficiënt en economisch aantrekkelijk zijn, terwijl het gebruik voor compliance-metingen nader beschouwd zou kunnen worden.

De technische uitvoering en de werking van de IGC-scanner zijn nader beschreven in [8 en 9].

Verantwoording

Het beschreven onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door het Directoraat Generaal van de Arbeid (DGA) van het Ministerie van sociale zaken en werkgelegenheid, AKZO Fibres B.V. en de Unie van glasfiber versterkte polyester fabrikanten (GVK, te Leidschendam).

Literatuur

- [1] Brown, R.H., R.P. Harvey, C.J. Purhell, K.J. Saunders; A diffusive sampler evaluation protocol. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 45(2): 67-75, 1984.
- [2] Berlin, A., R.H. Brown, K.J. Saunders; Diffusive sampling - An alternative approach. *Appl. Ind. Hyg.* 3(2): R2-R6, 1988.
- [3] Beyer, R.L.; Infrared differential absorption for atmospheric pollutant detection. *ML Report Nr. 2357*, Microwave lab, Stanford University, Stanford, California, 1974.
- [4] Nationale MAC lijst, 1989. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg, 1989.
- [5] Knoll, B.; Ventilatie bij het lassen. *MT-TNO*, R87/85, Delft, 1987.
- [6] Knoll, B., R. van de Belt; Field test of the prototype of a portable TM-welding fume expeller. *MT-TNO*, R90/122, Delft, 1990.
- [7] Meuling, W.J.A., P.C. Bragt en C.L.J. Braun; Biologische Monitoring van Carbonsulfide. *Arbovisie* 3, p. 1-2, 1987.
- [8] Kuile, W.M. ter, B. Knoll en P.G.M. Hesselink; Measurement and Imaging of gases in Industrial Environments with the Infrared Gas Cloud Scanner. *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, vol. 8(1), 1993.
- [9] Kuile, W.M. ter; Infrarood gaswolks scanner voor het meten en afbeelden van de ruimtelijke verdeling van gassen. *Nederlands Tijdschrift voor Fotonica*, Vol. 20(2), 1994. ■