

# Beroepsmatige blootstelling aan ozon in een drinkwaterproductiebedrijf

Werken met ozon kán problemen opleveren voor de gezondheid. Toen deze gedachte begon te spelen onder de medewerkers van het productiebedrijf Kralingen van de Drinkwaterleiding Rotterdam werd uit ARBO-achtige overwegingen besloten een onderzoek te laten doen. De directie verkoos het onderzoek uit te laten voeren door een externe groep. Hieronder het verslag van de Vakgroepen Gezondheidsleer en Luchthygiëne en -verontreiniging van de Landbouwhogeschool te Wageningen.



HAN WILLEMS<sup>1</sup>



JAN BOLEIJ<sup>2</sup>

CHRIS ZWERVER<sup>3</sup>

BERNARD MAURITZ<sup>3</sup>

JOS BOEREN<sup>3</sup>

DON SPITSBERGEN<sup>3</sup>

## Inleiding

Maaswater, afkomstig uit spaarbekkens in de Biesbosch, wordt door het Drinkwaterproductiebedrijf Kralingen in fasen geschikt gemaakt voor distributie via het waterleidingnet van Rotterdam en omstreken. Een van de zuiveringsstappen die het water daarbij ondergaat is een zgn. ozonisatie. Ter plaatse uit droge lucht bereide ozon wordt in een zestal ozoncontactkamers intensief met het reeds gedeeltelijk gereinigde water gemengd. Door deze behandeling wordt o.a. bereikt dat micro-organismen en andere microverontreinigingen worden afgebroken en smaakstoffen worden verwijderd. Het gehele zuiveringsproces is op ruime schaal geautomatiseerd en wordt bewaakt vanuit een centrale ruimte. Personeel komt vnl. in de bedrijfsruimten voor onderhoud en tijdens eventuele storingen. Uit oriënterende metingen in een aantal bedrijfsruimten was gebleken dat de ozonisatie gepaard kan gaan

met het vrijkomen van kleine hoeveelheden ozon. Hoewel door de verre gaande automatisering de kans op blootstelling voor werknemers gering leek, werd, gezien de toxische eigenschappen van ozon, op verzoek van de directie besloten een onderzoek te verrichten naar de concentraties van dit gas binnen de daarvoor in aanmerking komende bedrijfsruimten.

Daarbij werd gekozen voor de vastlegging van de ozonconcentratie gedurende langere tijd tijdens het normale, niet door calamiteiten verstoorte productieproces. Op deze wijze zou een uitspraak gedaan kunnen worden omtrent de onder het personeel levende vraag: is de basisbelasting aan ozon wellicht schadelijk voor de gezondheid van productiemedewerkers?

## Ozon

In zuivere vorm is ozon een onstabiel en potentieel explosief gas. Hoewel het zwaarder is dan lucht zal bij geringe hoeveelheden volledige menging met lucht plaatsvinden, in de hand gewerkt door altijd aanwezige luchtstromingen [Gompf, 1980]. De sterk oxidatieve eigenschappen van ozon bepalen, bij aanwezigheid van te oxideren stoffen en beïnvloed door de luchtvochtigheid, de halfwaardetijd. Deze is i.h.a. zeer kort: circa 30 minuten in de buitenlucht onder gemiddelde klimatologische omstandigheden. In binnenruimten is deze halfwaardetijd nog veel korter (tot enige minuten) door de vele oxidatiemogelijkheden.

De toxiciteit van ozon wordt eveneens bepaald door het sterk oxidatieve karakter. Veel van de verzamelde gegevens over de gezondheidseffecten van blootstelling aan ozon berusten op dier-experimenteel onderzoek. Verstoringen van respiratoire functies gepaard gaande met morfologische veranderingen in longweefsel zijn vastgesteld na 2 tot 5 uur blootstelling aan 0,26-1,00 ppm ozon bij verscheidene diersoorten [WHO, 1979]. Blootstelling van zwangere muizen aan ozonconcentraties van 0,1-0,2 ppm gedurende 15 dagen, 7 uur per dag, verhoogde de neonatale sterfte [WHO, 1979]. Naar de effecten van ozon op de mens zijn eveneens enige studies verricht. De reukgrens van ozon bleek te liggen tussen

0,008 en 0,02 ppm. Oogirritatie treedt op bij concentraties van 0,1 ppm en hoger terwijl het gezichtsvermogen afneemt na kortdurende blootstelling aan ozonconcentraties van 0,2-0,5 ppm. Effecten op de luchtwegen (verhoogde luchtweerstand, verminderde ventilatiecapaciteit) werden geconstateerd na blootstelling van gezonde mannelijke proefpersonen aan ozonconcentraties van 0,1-1 ppm [Folinsbee, 1981]. Expositie tijdens inspanning en gelijktijdige expositie aan SO<sub>2</sub> vergroten deze effecten. Mensen die lijden aan chronische aandoeningen van de luchtwegen kunnen soms eerder en heftiger reageren op blootstelling aan ozon.

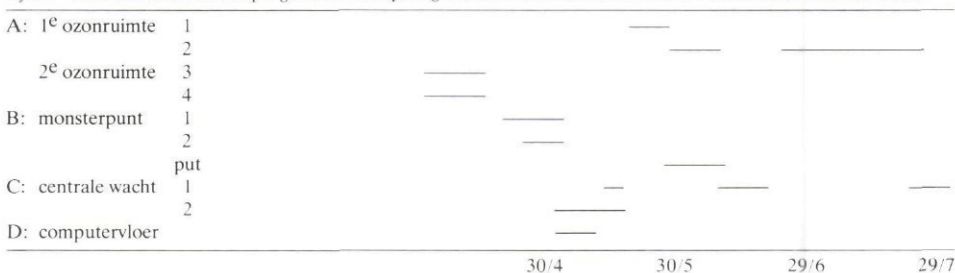
Ernstige ozonintoxicaties zijn gerapporteerd bij lassers. Het betreft hier echter i.h.a. blootstelling aan hogere (> 0,3 ppm) concentraties. I.h.a. kan gesteld worden dat, voor zover bekend, blootstelling aan ozon beneden een concentratie van 0,1 ppm ook na enige uren geen meetbare schade voor de gezondheid oplevert. Resultaten van dierexperimenteel en humaan onderzoek lijken elkaar in deze conclusie te steunen [WHO, 1979; Miller, 1978 a en b; Folinsbee, 1981]. Bij het vaststellen van toelaatbare concentraties zijn overheden i.h.a. dan ook van deze conclusie uitgegaan. De voor Nederland geldende maximaal aanvaarde concentratie (MAC) als tijdgewogen gemiddelde (TGG) op de arbeidsplaats voor ozon is vastgesteld op 0,1 ppm. Deze concentratie mag gemiddeld over een 8-urige werkdag niet worden overschreden, waarbij wordt uitgegaan van een 40-urige werkweek.

## Materiaal en methode

Om uitspraken te kunnen doen over de verdeling van ozonconcentratie in de tijd is gekozen voor continu monitoring. Bij de selectie van de ruimten die voor deze monitoring in aanmerking zouden moeten komen werd uitgegaan van de volgende criteria:

- vrijkomen van ozon ter plaatse niet uitgesloten;
  - regelmatige aanwezigheid van personeel.
- Op deze wijze werden vier ruimten aangewezen voor bemonstering:
- A. de ruimten waar ozon uit lucht

Afb. 1 - Overzicht van het meetprogramma ter bepaling van ozonconcentraties in diverse ruimtes m.b.v. twee monitors.



<sup>1</sup> bedrijfsarts, wetenschappelijk hoofdmedewerker vakgroep Gezondheidsleer.

<sup>2</sup> chemicus, wetenschappelijk hoofdmedewerker vakgroep Luchthygiëne en luchtverontreiniging.

<sup>3</sup> kandidaatstudenten Landbouwhogeschool Wageningen.

TABEL I – Ozonconcentraties per monsterpunt gedurende minimaal een gehele werkweek, in fractielen weergegeven.

monsterpunt	0,00-0,02 %	0,02-0,04 %	0,04-0,06 %	0,06-0,08 %	0,08-0,10 %
A1	100				
A2	91,6	8,2	0,2		
A3	64,6	20,8	9,9	4,7	
A4	83,3	10	6,7		
B1	96,9	3,1			
B2	96,4	1,8	1,8		
C1	100				
C2	91,7	6,3	1,6	0,4	
D	100				

gegenereerd wordt;

B. de ruimte waar zich monsterpunten van het nog ozon-rijke water bevinden;

C. de plaats van waaruit het proces geregeld wordt. Ozon zou hier de ruimte in gezogen kunnen worden door een ventilatiesysteem dat vrij dicht bij een ozon emissiepunt was aangebracht. Overigens was dit ventilatiekanaal d.m.v. een ozon-detector automatisch beveiligd;

D. de computervloer onder ruimte C. De laatste ruimten staan met elkaar in verbinding.

Aangezien slechts 2 monitors ter beschikking stonden en voor het gehele onderzoek 3 maanden kon worden uitgetrokken werd een meetschema opgesteld volgens afb. 1. Elke ruimte werd, soms op meer dan een punt, minimaal 8 dagen continu bemeaten. In vele gevallen was deze periode langer, in een geval tot 28 dagen, doch niet altijd aaneengesloten, zoals op een der meetplaatsen in ruimte A.

De meetapparatuur bestond uit twee automatisch registrerende monitoren (Envico model 560 en Bendix model 8002). Beide apparaten waren tevoren geijkt, en dit werd vervolgens wettelijk herhaald. De meting van ozon door beide apparaten berust op een door de Environmental Protection Agency (EPA) gekozen referentiemethode voor de bepaling van atmosferische ozon. Ze berust op chemoluminescentie m.b.v. ethyleen.

## Resultaten

Per meetpunt is vastgesteld aan welke concentratie ozon werknemers maximaal gedurende minimaal een gehele werkweek (men werkte in ploegendienst) zouden kunnen worden blootgesteld. Hoewel deze concentraties voor elk der drie ploegen (ochtend, middag, nacht) per meetpunt zijn vastgesteld weken de resultaten per ploeg weinig uiteen. Tabel I vermeldt de gemiddelden van de ploeg met de hoogst gevonden waarden. Ter wille van de duidelijkheid zijn de resultaten in blootstellingsfractielen weergegeven en is gewerkt met kwantitatief cumulatieve waarden. Het ingestelde meetbereik van de beide monitors, dat liep van 0,00 tot 0,1 parts per million (ppm) werd hiertoe in 5 fractielen

van 0,02 ppm gesplitst, waarbij elk fractiel 0,02 hoger is geïnclassificeerd dan het daaraan voorafgaande. Per monsterpunt is voorts aangegeven gedurende welk percentage van de gemeten tijd de ozonconcentratie binnen de bij de fractielen aangegeven waarden viel. Op monsterpunt A3, waar de hoogste waarden gemeten zijn, heerste bijv. 64,6% van de tijd in de meetweek een ozonconcentratie van minder dan 0,02 ppm. Ozonwaarden van 0,06-0,08 ppm werden in 4,7% van de tijd in die week gemeten, waarbij het niet noodzakelijk om één aangesloten periode hoeft te gaan. Waarden boven 0,08 ppm werden nergens gemeten, op een piekje gedurende enkele minuten van circa 0,1 ppm na, gemeten op monsterpunt A2. Het zal duidelijk zijn dat zelfs in het ongunstigste geval, wanneer werknemers gedurende de gehele werkweek bij de meetpunten aanwezig zouden zijn geweest (hetgeen nooit het geval was) de blootstelling ver onder het wettelijk toegestane niveau blijft.

## Discussie en conclusie

Uit de literatuur blijkt dat meetbare functieveranderingen van de luchtwegen optreden bij concentraties tussen 0,1 en 0,3 ppm [Folinsbee, 1981], terwijl op cellulair niveau bij nog lagere concentraties effecten kunnen worden aangetroffen [WHO, 1979]. Het is echter niet duidelijk wat de relatie is tussen morfologische effecten op cellulair niveau en functionele effecten op orgaaniveau. Verder onderzoek zal hieromtrent meer duidelijkheid moeten brengen. Vooralsnog moet worden aangenomen dat ook langer durende blootstelling aan ozonconcentraties beneden 0,1 ppm niet schadelijk is voor de gezondheid. Een veiligheidsmarge tussen de op 0,1 ppm gestelde norm (MAC-waarde) en het niveau waarop gezondheidseffecten kunnen optreden is echter nauwelijks aanwezig.

Op geen van de meetdagen tijdens de 3 maanden durende studie werd echter de MAC-waarde ook maar enigszins benaderd. De gemeten blootstellingsniveaus laten daarentegen waarden zien die zo laag zijn dat onder normale omstandigheden een kans op normoverschrijding niet aanwezig is.

Met deze conclusie konden de werknemers dan ook worden gerustgesteld.

*Met dank aan de directie en medewerkers van het drinkwaterproductiebedrijf Kralingen voor hun medewerking bij de uitvoering van dit onderzoek.*

## Literatuur

- Folinsbee, J. L. (1981) *Effects of ozone exposure on lung function in man: a review*. Reviews of Env. Health. Vol. III, 3, 211-240.  
 Gompf, K. H. (1980) *Ozonontwikkeling in kantoormachines volgens de Duitse arbeidswetgeving*. De Veiligheid 56, 10.  
 Miller, F. J. (1978) *Assessment of Ozone Toxicity using a biometrical model*. Tox. Appl. Pharm. 45, 1, 301 (a).  
 Miller, F. J. et al. (1978) *Similarity between man and laboratory animals in regional deposition of ozone*. Env. Res. 17, 84-101.  
 World Health Organisation (1979). *Environmental Health Criteria no. 7: Photochemical Oxidants*. WHO, Geneva.

