

Ozon-emissies veroorzaken klimaatproblemen

Marc Koene

Laserprinters stoten ozon uit. Moet daar iets tegen gedaan worden, bijvoorbeeld in de vorm van een extern ozonfilter? Ook produceren laserprinters stof en

warmte. Wanneer meer dan één PC of terminal op een printer aangesloten is, kan dit de werkplek van de mensen bij de printer onrustig maken.

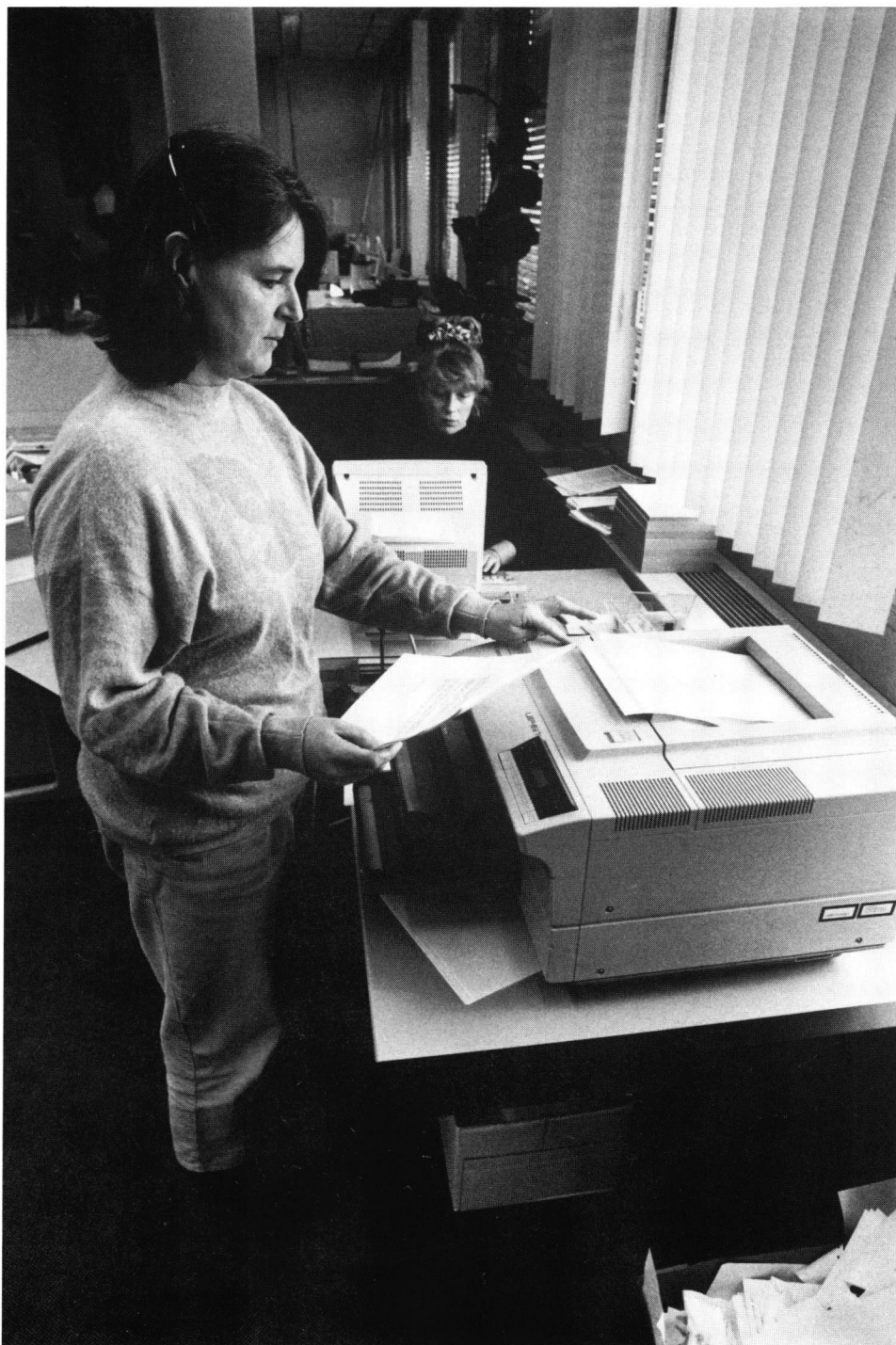
De Arbeidsinspectie vindt de problemen met laserprinters vergelijkbaar met die van kleine of middelgrote fotokopieerapparaten. Voor de opstelling van laserprinters gelden dus de richtlijnen uit PC 11-1 'Verantwoord werken met kopieerapparatuur, fotokopieerapparatuur' (1). Die richtlijnen komen er op neer dat een laserprinter op een goed geventileerde plaats moet staan. Wanneer er meer dan één PC op het apparaat is aangesloten kan deze het beste in een ruimte staan waar niet (of niet continu) gewerkt wordt.

Van de klimaatproblemen door laserprinters staat de ozonuitstoot het meest in de aandacht. Externe filterapparaten komen in toenemende mate op de markt als oplossing voor ozonemissies. Veel laserprinters hebben tegenwoordig al een filter voor stof en ozon ingebouwd. Hebben deze externe filtersystemen nut? Centraal daarbij staan de gezondheidsrisico's van een te hoge uitstoot van ozon.

Schadelijke effecten

Ozon ontstaat uit gewone, stabiele luchtzuurstof onder invloed van ultra-violette straling, hoge elektrische spanning of statische ontladingen. Ozon is instabiel: het ontleedt na het ontstaan weer snel tot gewone zuurstof. Hoe snel is afhankelijk van temperatuur, luchtvochtigheid en van het aan- of afwezig zijn van een katalysator. Bij gemiddelde omstandigheden in een kantoor wordt de halfwaardetijd geschat op minder dan drie uur.

De eerste gezondheidseffecten zijn irritatie van de ogen en luchtwegen. Bij hogere concentraties is schade aan de luchtwegen ook objectief vast te stellen. CARA-patiënten zijn gevoeliger voor deze effecten dan andere mensen. Bij concentraties boven 1 ppm gedurende een half uur zijn hoofdpijn en malaise het gevolg. Longoedeem en bloedingen, mogelijk ►



CARA-patiënten hebben eerder last van de werking van ozon. Foto: Marcel van der Stap

met de dood tot gevolg, kunnen optreden bij concentraties boven 10 ppm. Het Amerikaanse National Institute for Occupational Safety and Health heeft de 'immediately dangerous to life or health concentration' (idlh-waarde) derhalve op 10 ppm vastgesteld. Herhaalde blootstelling aan hoge concentraties (rond 5 ppm, zoals tijdens laswerkzaamheden kan voorkomen) kan op den duur tot blijvende en invalide makende schade aan de luchtwegen leiden. Ook worden aan ozon mutagene eigenschappen toegeschreven. Op grond van deze laatste eigenschap zijn in de Verenigde Staten apparaten verboden die de lucht 'verfrissen' door een kleine hoeveelheid ozon in de lucht te brengen. (2)

De MAC-waarde voor ozon is 0,1 ppm (0,2 mg/m³). Voor het buitenmilieu zijn grenswaarden vastgesteld die rekening houden met gevoelige groepen, zoals bejaarden en CARA-patiënten. Als grenswaarde voor de gemiddelde concentratie over een periode van één uur in een etmaal wordt 0,08 ppm aangehouden en gedurende een periode van acht uur van 0,06 ppm. Op 5 - 10% van de dagen worden deze grenswaarden in Nederland overschreden ten gevolge van fotochemische luchtverontreiniging, oftewel smog. Een uitgebreide onderbouwing van deze grenswaarden is te vinden in het criteriadocument ozon (3). In de evaluatie van de onderzoeksgegevens is echter niet de mogelijke mutageniteit van ozon meegenomen.

Werkplek

De statische elektriciteit waarmee laserprinters bij hoge spanningen werken, wordt opgewekt met een Corona-apparaat. Bij het Corona-apparaat ontstaat ozon. De hoeveelheid verschilt per apparaat. Verder hebben veel laserprinters een ingebouwd filter in de uitlaat voor de luchtkoeling. Het verschilt van apparaat tot apparaat hoe goed dit filter werkt, afhankelijk van het soort filter, de luchtstromen in het apparaat en de staat van onderhoud van het filter. Indicatief voor de verschillen tussen de laserprinters zijn de waarden die gemeten zijn in een onderzoek bij fotokopieerapparaten (4). De uitstoot varieerde bij deze apparaten tussen 20 en 800 µg/min met uitschieters tot boven 1000 µg/min.

Geur is een eerste indicatie dat een laserprinter teveel ozon uitstoot voor de ruimte waarin hij staat. Een volgende stap ter beoordeling van de ozonverontreiniging is om de specificaties van het apparaat bij de fabri-

Lijst van indicatieve waarden ter beoordeling van de technische specificaties van laserprinters

Hoeveel warmte produceert het apparaat? Dat moet gespecificeerd zijn voor het apparaat stand-by en het apparaat "in actie". Het kan zijn dat een apparaat na verloop van tijd meer warmte gaat afgeven. Ook kan het zijn dat een apparaat gemiddeld meer warmte per kopie gaat uitstoten wanneer het intensiever gebruikt wordt. Ook aan deze mogelijkheden moet aandacht besteed worden.

Hoeveel papierstof en tonerstof stoot het apparaat uit? Relevant zijn de gemiddelde hoeveelheid stof per kopie wanneer het filter net vervangen is, na 10 000 kopieën en de gemiddelde uitstoot bij intensief gebruik (meer dan 1000 kopieën per dag).

Hoeveel ozon stoot het apparaat uit? Ook bij deze vraag is een uitsplitsing relevant naar de gemiddelde hoeveelheid per kopie met een nieuw filter, na 10 000 kopieën en bij intensief gebruik.

Wat voor soort filter zit er in het apparaat? Zit er een apart stoffilter in het apparaat?

Op welke plaatsen verlaat de koelingslucht het apparaat, behalve via het luchtfilter. Welk deel van de luchtstroom gaat via het filter, welk deel verlaat ongefilterd het apparaat?

Hoe groot is de luchtsnelheid van de koelingslucht in de uitlaat van het apparaat? (Dit gegeven is van invloed op de efficiëntie van het interne ozonfilter.)

Werkt het Corona-apparaat op negatieve gelijkstroom, op positieve gelijkstroom of op wisselstroom? (Van dit gegeven is het sterk afhankelijk hoeveel ozon er in het apparaat gevormd wordt.)

Zit er een beveiliging tegen overbelasting door het afdrukken van teveel kopieën achter elkaar op de printer?

Het energieverbruik van laserprinters ligt in de orde van 750 - 1000 Watt (max), 150 Watt (stand-by). Het stand-by verbruik komt minimaal vrij als warmte. Rendementscijfers worden niet vaak verstrekt. Een indicatieve warmteproductie van laserprinters is derhalve moeilijk te geven.

Bij fotokopieerapparaten zijn emissies van 0,1 - 0,5 mg/m³ gemeten. De emissie moet zo laag mogelijk zijn.

Bij fotokopieerapparaten zijn emissies van 20 - 800 µg/min gemeten met uitschieters tot boven de 1000 µg/min. Emissies van minder dan 200 µg/min moeten technisch goed te realiseren zijn. De emissie moet zo laag mogelijk zijn.

Interne filters waarbij actieve koolstof gehecht is aan een kunststof drager blijken minder efficiënt dat gepakte actief kool filters, met name na wat langer gebruik. Filters met een laag van 14 mm actieve koolstof hebben een goede efficiëntie ook bij hoge luchtsnelheden in de uitlaat en na langer gebruik.

Wanneer de luchtweerstand van het filter te groot is, gaat de vuile lucht anders dan via het filter uit het apparaat stromen. Met name via de papieropening ontsnapt vaak niet gefilterde lucht. Deze ongezuiverde luchtstromen moeten zo laag mogelijk zijn.

Bij fotokopieerapparaten komen luchtsnelheden tussen 10 - 100 m/min voor. De efficiëntie van filters op een drager nemen met toenemende luchtsnelheid af. De efficiëntie van koolstof-filters is vrijwel onafhankelijk van deze parameter.

Negatieve gelijkstroom produceert het meeste ozon, positieve gelijkstroom het minst. Wisselstroom zit er tussenin. Een hogere spanning produceert meer ozon. Er zijn laserprinters in ontwikkeling die geen Corona-apparaat meer hebben, dus ook geen ozon meer uitstoten.

Gebruiksaanwijzing

In de gebruiksaanwijzing moet aan de volgende punten aandacht zijn besteed: Waaraan moet de ruimte voldoen waarin de laserprinter opgesteld gaat worden?

Er moeten ondergrenzen voor de inhoud van de ruimte en het ventilatievolumen van de luchtverversing aangegeven worden. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen apparaten die meer of minder intensief gebruikt worden. Er moet dan wel gespecificeerd worden wat de fabrikant onder 'intensief gebruik' verstaat.

Hoe moet het apparaat onderhouden worden?

Na hoeveel kopieën moet het filter schoongemaakt of vervangen worden? Hoe moet de toner bijgevuld worden of de tonercassette verwisseld worden? Zijn er nog speciale maatregelen nodig tegen de verspreiding van toner in de lucht tijdens deze handelingen? Moeten er tijdens het onderhoud nog specifieke voorzorgsmaatregelen getroffen worden of persoonlijke beschermingsmiddelen toegepast worden?

Bestaat de mogelijkheid dat de printer overbelast wordt, doordat er teveel kopieën achter elkaar afgedrukt worden?

Zo ja, bij hoeveel kopieën gebeurt dit en wat gebeurt er dan? Is het apparaat hiertegen beveiligd?

kant op te vragen. Belangrijke gegevens zijn dan hoeveel ozon het apparaat per kopie of per minuut uitstoot, hoe groot de luchtsnelheid bij de uitlaat van de koeling is, of en zo ja welk soort filter er in de uitlaat zit, of er nog op andere plaatsen lucht ontsnapt dan via het filter en na hoeveel kopieën het filter vervangen moet worden. Deze gegevens moeten liefst bevestigd worden in een testrapport van een onafhankelijk instituut, bijvoorbeeld TNO.

Op de werkplek zelf moet nagegaan worden hoe groot de ruimte is waarin de printer staat, hoe vaak de lucht in de ruimte ververst wordt, wanneer de printer voor het laatst een onderhoudsbeurt heeft gehad en of daarbij ook het filter vervangen is (zie kader). Met deze gegevens over het apparaat en de werkplek is het mogelijk een vrij grove berekening te maken van de maximale ozonconcentratie die in de ruimte kan ontstaan. In het artikel van Hansen en Andersen (4) is die berekening uitgevoerd voor fotokopieerapparaten. De berekeningswijze is voor laserprinters dezelfde.

Hoewel metingen van ozon niet uitgebreid gerapporteerd zijn in de vakliteratuur, valt er wel iets over te zeggen. Regelmatig worden concen-

traties tussen 0,05 en 0,1 ppm gemeten (5). Bij elke andere verbinding zou dit op een alarmerende situatie duiden. Bij ozon komen de gemeten concentraties echter ternauwernood boven de achtergrondconcentraties uit. Deze achtergrondconcentratie ligt namelijk relatief dicht tegen de grenswaarden voor het milieu en de werkplek aan. De gemeten waarden zijn niet ongebruikelijk voor de blootstelling op een zomerse dag. Vrijwel nooit worden overschrijdingen van de MAC-waarden geconstateerd, ook niet wanneer het merendeel van de kantoorbevolking klaagt over de geuroverlast van het apparaat. Dit duidt erop dat ozon in de kantooromgeving relatief snel ontleedt. De (momentane) waarneming van de geur gaat dan verschillen van de arbeidshygiënische meting, die een tijdgewogen gemiddelde concentratie weergeeft. Sommige mensen hebben ook bij ozonconcentraties onder de MAC-waarden al last van het apparaat. Mensen met CARA-klachten bijvoorbeeld hebben eerder last van de irriterende werking van ozon. Ook een combinatie van belastende factoren (temperatuur, geurhinder en een onrustige werkplek) kan een aanleiding zijn voor klachten.

Oplossingen

Er bestaan grote verschillen tussen de apparaten wat betreft ozonuitstoot. Ook andere negatieve invloeden op het binnenklimaat verschillen van apparaat tot apparaat. Het is dus nuttig om bij de aanschaf van een nieuwe laserprinter rekening te houden met dit soort ongewenste effecten. De aandachtspuntenlijst is samengesteld met het oog op een vergelijking van laserprinters wat betreft hun invloed op het binnenklimaat. Het is een eerste, indicatieve lijst. Aanvullingen zijn ongetwijfeld mogelijk. Graag ontvangen wij reacties op deze eerste aanzet voor een checklist.

Maatregelen hangen af van de oorzaak van de hoge ozonconcentraties: beter onderhoud, eerder vervangen of het apparaat in een andere ruimte zetten. Ook een directe afvoer van de luchtstroom uit de uitlaat naar buiten wordt weleens als oplossing voorgesteld.

Is de opstelling eenmaal in orde, dan is onderhoud de aangewezen weg om overlast en klachten te voorkomen. Het verdient dan ook aanbeveling om iemand die taak expliciet op te dragen.

Ook bestaat de mogelijkheid voor het afsluiten van een onderhoudscontract. In het onderhoudscontract

moet dan geregeld zijn dat men zich houdt aan de gebruiksaanwijzing voor het vervangen van de filters. In elk geval komt een goed onderhoud van de apparatuur ook het storingsvrij functioneren ervan ten goede.

Pas als met al deze maatregelen de klachten niet verholpen zijn kan overwogen worden of een extern ozonfilter uitkomst kan brengen. Voorwaarde is dat het apparaat een hoge ozon- en stofemissie heeft en dat het externe filter zo aangesloten kan worden dat de emissie belangrijk teruggedrongen wordt.

De auteur

Marc Koene is medewerker van het Informatiecentrum van het NIA

Literatuur

1. 'Verantwoord werken met kopieerapparatuur, fotokopieerapparatuur'; Directoraat Generaal van de Arbeid, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg, 1988, bestelcode CP 11-1.
2. Stokinger, H.E.; 'Ozone', in L. Parmegiani (technical editor), *Encyclopedia of Occupational Safety and Health*, 3rd revised ed., International Labour Office, Geneva, 1989.
3. Slooff, W., et al; 'Integrated Criteria Document Ozone', Report no. 758474008, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, the Netherlands, 1989.
4. Hansen T.B. & B. Andersen; 'Ozone and Other Pollutants from Photocopying Machines', *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47 (1986) 10 p. 659 - 665.
5. Mondelinge mededeling F Nijman; Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden, Amsterdam.