

Lekkage van gelaatstukken van ademhalingsbeschermingsmiddelen

ir. P. C. Stamperius

Chemisch laboratorium TNO, Rijswijk

Al heel lang worden ademhalingsbeschermingsmiddelen gebruikt om de mens te beschermen tegen gezondheid schadelijke bestanddelen in de lucht waarin hij zich bevindt. Uiteraard heeft veel ontwikkeling op dit gebied plaatsgevonden en tegenwoordig beschikt men over filtermaterialen die met betrekking tot beschermingseigenschappen aan bijna iedere denkbare eis voldoen. Voorts is men in staat ventielen te vervaardigen die snel en bijzonder goed afdichten. Op grond hiervan zou het dus mogelijk moeten zijn een nagenoeg volledige zekerheid te bieden tegen het binnendringen van ongewenste stoffen in de binnenruimte van het masker.

Toch is de bescherming van de ademhalingswegen tegen schadelijke stoffen in de omgevingslucht nooit volledig. Er bestaat bij inademing altijd een zekere lekkage van ongefiltreerde omgevingslucht naar het inwendige van de gelaatstukken, die de verbinding vormen van een filter of een verse-luchtbron met het gezicht van de gebruiker.

Bronnen van lek

Lek door het filterelement

Zwevende deeltjes kunnen in het aerosolfiltermateriaal niet volledig worden afgevangen en een gedeelte bereikt ongefiltreerd de ademhalingswegen van de drager. Bij de filtratie van schadelijke gasen uit de omgevingslucht kan, bij te klein gedimensioneerde filters of bij filters met een slechte pakking van het adsorbens, passage plaatsvinden van niet geadsorbeerd gas. Ter geruststelling kan worden gezegd dat, gezien de huidige kwaliteit van aerosolfiltermateriaal en gasfilters, deze lek uitermate gering is en in de grootte-orde van 10^{-3} à $10^{-4}\%$ ligt.

Lek via het uitlaatventiel

Tijdens het functioneren van het uitlaatventiel bestaat de kans dat door onderdruk omgevingslucht naar binnen wordt gezogen. Dit verschijnsel wordt

de dynamische lek van het uitlaatventiel genoemd. Door een goede constructie van het ventiel, o.a. door het te voorzien van een beschermkap, is de dynamische lek uiterst laag te houden. Ook hier moet men, voor wat de orde van grootte van de lekken betreft, denken aan $10^{-3}\%$.

Lek via de afdichtingsrand op het gelaat (periferale lek)

Deze heeft in het algemeen de grootste waarde, tot in procenten. De oorzaak van de lekkage via de afdichtingsrand van het gelaatstuk op het gezicht van de drager is de onderdruk die tijdens de inademingsperioden heerst en die, afhankelijk van de aangezogen hoeveelheid lucht, wel kan oplopen tot 100 à 150 mm waterkolom. Met technische oplossingen is de periferale lek sterk te beperken. Dit is in de loop der tijden bereikt door verschillende typen afsluitranden te ontwerpen. Het is echter zo, dat de grootte van de periferale lek niet alleen door technische factoren wordt bepaald (zoals type afdichtingsrand, materiaal, bevestiging van het bandenstel), maar ook door factoren als gelaatsafmetingen, vorm van het gelaat, manier van opzetten, baardgroei en andere met de gebruiker samenhangende factoren. Vooral deze laatste factoren kunnen oorzaak zijn dat men bewust bij het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen, waarin ten gevolge van het inademen onderdruk heerst, minder goed is beschermd dan men wel denkt [1].

De drie verschillende lekbijdragen bij elkaar opgeteld noemt men de *totale lek*, die, zoals uit het voorgaande blijkt, voornamelijk bestaat uit de bijdrage van de periferale lek.

De meting van de totale lek

De periferale lek wordt in het algemeen niet afzonderlijk gemeten, maar men meet de totale lek. Kwalitatieve methoden om de afdichting van gelaatstukken te controleren, maken gebruik van

goed aan de geur te herkennen testgassen, zoals iso-amylacetaat, en van traanverwekkers. De laatste vijftien jaar is een aantal kwantitatieve methoden ontwikkeld, die alle berusten op de meting van de zg. reductiewaarde. Dit is de verhouding tussen de ten gevolge van de lek in het masker aanwezige concentratie en de buiten het masker aanwezige concentratie van een bepaalde teststof.

De lekmetingen worden altijd uitgevoerd met proefpersonen. De kwantitatieve methoden om de lek te meten, zijn te verdelen in drie categorieën:

- de proefpersonen nemen plaats in een omgeving met bekende concentraties aan onschadelijke gassen, waarvoor argon, helium en freon-12 worden gebruikt;
- de proefpersonen nemen plaats in een omgeving met bekende concentraties aan onschadelijke aerosols, waarvoor NaCl-, dioctylftalaat- en uranine-aërosol worden gebruikt;
- de proefpersonen nemen plaats in een omgeving met bekende concentraties aan onschadelijke

Afb. 1 Proefpersoon op ergonometriefiets



bacteriën, waarvoor de bacillus globigii wordt gebruikt.

In de meeste gevallen wordt van aerosols gebruik gemaakt. Men kan zich afvragen of de lekmeting met gassen resultaten oplevert, die ook geldig zijn voor aerosols. In eerste instantie is men geneigd aan te nemen dat een meting met aerosols een lagere waarde voor de totale lek zal opleveren. In de kieren en kanaaltjes die aanleiding geven tot de lekken, kunnen zich deeltjes afzetten; ook kunnen geïnhalede deeltjes in de ademhalingswegen achterblijven. Door Hounam [2] en Persson [3] werd vastgesteld dat, binnen de spreiding van de metingen, testaerosols en testgassen gelijke resultaten opleveren.

Doorgaans bevinden de proefpersonen zich in een cabine of een tent, waarin het testgas of het test-aërosol wordt binnengevoerd. De in het masker gelekte concentratie wordt gemeten door luchtmonsters uit het binnenste van het masker weg te zuigen voor de analyse op gas of aërosol, of door bacteriën af te vangen op een geschikte ondergrond.

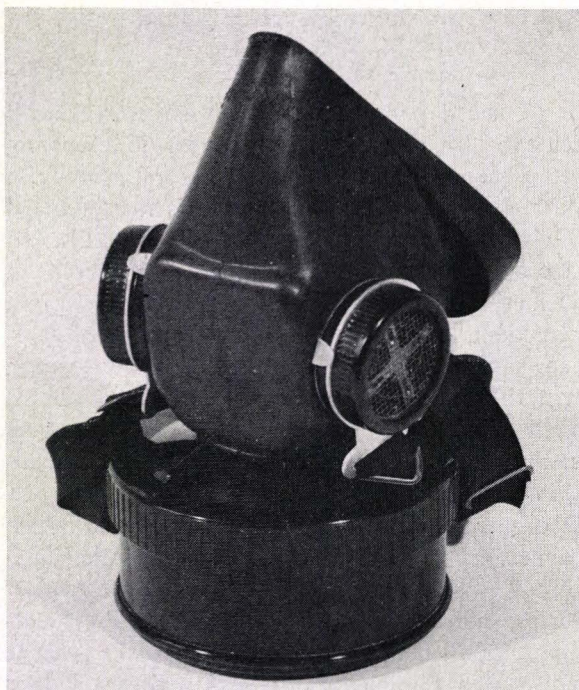
Meestal verrichten de proefpersonen in de cabine een bepaalde arbeid op bv. een tredmolen of een ergonometriefiets, of voeren bepaalde bewegingen met het hoofd uit (afb. 1).

Gemeten lekken

De waarden voor de totale lek kunnen sterk uiteenlopen: van 0,001% tot tientallen procenten, afhankelijk van het type gelaatstuk, de passing van het masker en de baardgroei bij de drager. In het volgende worden bepaalde categorieën ademhalingsbeschermingsmiddelen onderscheiden en de in diverse onderzoeken gemeten lekken vermeld.

1. Halfmaskers (afb. 2)

Totale-lekgegevens van halfmaskers worden vermeld in artikelen van Letts [4], die heeft gemeten met aerosols en bacteriesporen, en White and Beal [5], die de metingen uitvoerden met NaCl-aërosol. De resultaten van de metingen worden gegeven in tabel 1. Het merendeel van de proefpersonen vertoont lekkages rondom 1%; toch is er een niet te verwaarlozen percentage proefpersonen met totale lekken tussen 1 en 10%. Op grond hiervan komt Letts tot de uitspraak dat op de bescherming door halfmaskers niet moet worden vertrouwd bij concentraties in de omgevingslucht,



Afb. 2 Voorbeeld van een halfmasker

TABEL 1
Lekkage van halfmaskergelaatstukken

Lek in %	Percentage proefpersonen waarvoor de lekwaarde kleiner dan of gelijk is aan de aangegeven waarde	
	Letts	Beal en White
50	100	100
10	98	98
5	—	95
1	75	93
0,5	—	87
0,1	40	—
0,01	0	—

die groter zijn dan tienmaal de maximaal toelaatbare concentratie (MAK-waarde).

Door Hyatt [6] zijn gegevens gepubliceerd over een vergelijkend onderzoek van diverse typen halfmaskers. De groep proefpersonen bestond uit twee categorieën:

- 25 mensen die gewend waren aan het dragen van halfmaskers;
- 40 mensen die voor de eerste maal een halfmasker droegen.

Tijdens het meten werden enkele oefeningen — hoofdbewegingen, praten, snelle pas op de plaats — uitgevoerd. Als testagens werd dioctylftalaat-aërosol gebruikt. De resultaten zijn vermeld in tabel 2. Uit deze getallen blijkt overduidelijk dat

TABEL 2

Lek in %	Percentage proefpersonen waarvoor de lekwaarde kleiner dan of gelijk is aan de aangegeven waarde				
	masker A	masker B	masker C	masker D	masker E
10	100	97	98	100	100
5	98	84	95	98	81
2	98	72	86	95	59
1	83	53	74	88	50
0,5	62	44	67	79	28
0,1	19	33	35	35	6
Aantal proefpers.	52	36	57	43	32

het ontwerp van een halfmasker grote invloed heeft op de totale lek.

Bij het vermelden van de resultaten is door Hyatt helaas niet apart vermeld wat de resultaten voor de twee categorieën proefpersonen waren. Het is namelijk heel goed mogelijk dat de resultaten voor de groep geoefende dragers alleen een gunstiger beeld zouden opleveren.

In dit verband is het interessant enkele resultaten te noemen van Hounam [2], die aantoonde dat de gemeten lekwaarde sterk wordt beïnvloed door geoefendheid in, of deskundige hulp bij het opzetten van het halfmasker (zie tabel 3).

2. Volmaskers (afb. 3 en 4)

Voor volmaskers zijn de lekken lager dan voor halfmaskers, ongeveer een factor 10 à 100. Dat hierin een enorme spreiding aanwezig is en dat

TABEL 3
Totale lekwaarden van halfmaskers

	Percentage lek	
	Gewoon opzetten	Bijstellen
Gemiddeld	3,2	0,03
Minimum	0,01	0,01
Maximum	8	0,05

TABEL 4

Lek in %	Percentage proefpersonen met een lek kleiner dan of gelijk aan de aangegeven waarde					
	masker A	masker B	masker C	masker D	masker E	masker F
1,0	95	96	—	97	78	76
0,5	95	89	—	90	75	73
0,1	63	68	100	80	44	61
0,05	45	63	95	70	38	61
0,01	20	51	77	38	6	27
> 1,0	5	4	0	3	22	24
Aantal proefpers.	56	84	84	104	32	33

ook bij volmaskers de beschermingsprestaties soms teleurstellend zijn, moge blijken uit een groot aantal door Hyatt c.s. [6] uitgevoerde metingen (tabel 4). De hier onderzochte maskers waren alle voorzien van een groot panoramisch oogvenster. Een nadeel bij dit type masker is, dat het rubber gedeelte van het gelaatstuk vaak nog slechts is beperkt tot een vrij smalle afsluitrand. Een dergelijk smalle rubber lijst rondom het grote oogvenster blijkt in de praktijk onvoldoende flexibel om een goede afdichtingslijn op het gezicht te volgen. Vooral tijdens bewegingen van het hoofd of het gezicht kunnen de lekkages ontstaan. Bij militaire gasmaskers, die doorgaans twee oogglazen hebben, is de afsluitrand breder en liggen de lekwaarden aanzienlijk lager.

In het Chemisch laboratorium TNO zijn met proefpersonen, medewerkers van het Chemisch laboratorium, lekproeven uitgevoerd in een cabine waarin een concentratie van dioctylftalaat-aërosol werd aangebracht. De proefpersonen verrichtten in de cabine op een ergometerfiets een arbeid van 100 watt.

Bij deze arbeid behoort een ademminutenvolume van 35 ± 5 l/min. Aan het correct opzetten van het masker werd de uiterste zorg besteed. In tabel 5 worden de grenzen gegeven waartussen voor een

aantal proefpersonen (verscheidene metingen per proefpersoon) de gevonden lekwaarden liggen. Met nadruk moet hier worden gewezen op het feit dat grote zorg werd besteed aan het correct opzetten van de maskers. Bovendien werd gewerkt met keurig gladgeschoren proefpersonen, zodat de ongunstige invloed van gezichtshaar geen rol speelde bij de metingen, waarin bovenstaande cijfers werden verkregen.

De nu besproken halfmaskers en volmaskers, gecombineerd met filters, behoren tot de groep ademhalingsbeschermingsmiddelen, die afhankelijk van de omgevingslucht werken.

Deze filtermaskers kunnen worden gebruikt als aan een aantal voorwaarden wordt voldaan:

- de omgevingslucht moet voldoende zuurstof bevatten;
- de concentraties aan schadelijke stoffen mogen niet te hoog zijn (max. 1%) en men dient, in ver-

TABEL 5
Totale lek in % voor militaire maskers

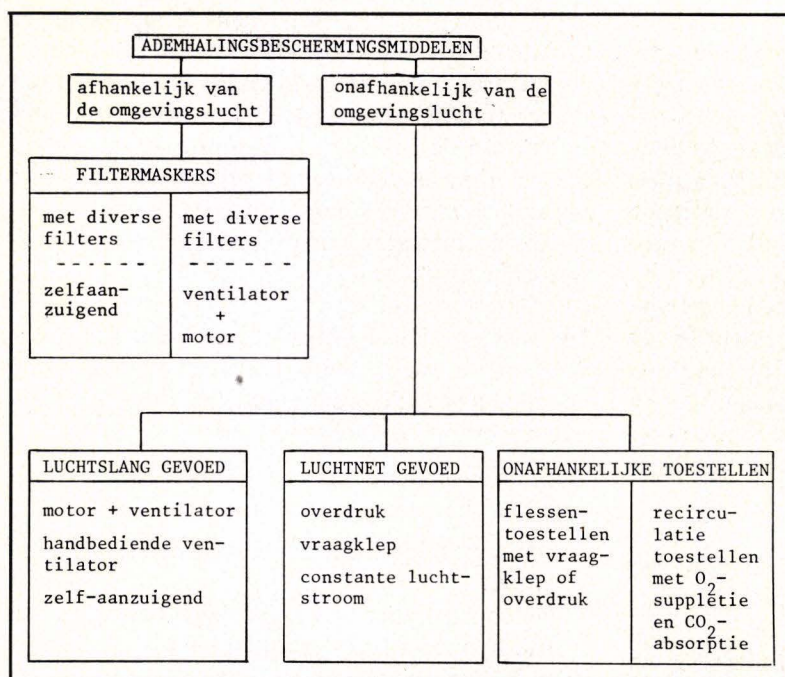
Masker A	0,0001 — 0,04
Masker B	0,003 — 0,006
Masker B + gevechtsbril	0,004 — 0,03
Masker C	0,001 — 0,01
Masker C + zwaardere filterbus	0,004 — 0,02



◁ Afb. 3 Volmasker Auer 3S

Afb. 4 Volmasker, Canadees militair gasmaskers C3





Afb. 5 Indeling van ademhalingsbeschermingsmiddelen

band met de keuze van het te gebruiken filter, te weten welke schadelijke stoffen aanwezig zijn.

Bij zeer toxische stoffen is het gebruik van filtermaskers in het algemeen af te raden. In alle andere gevallen moet men gebruik maken van ademhalingsbeschermingsmiddelen, die onafhankelijk van de omgevingslucht werken.

Afb. 5 geeft een indeling van ademhalingsbeschermingsmiddelen. Uit de groep van de onafhankelijk van de omgevingslucht werkende ademhalingsbeschermingsmiddelen zal verder aandacht worden geschonken aan het persluchtmasker en aan het overdrukpersluchtmasker.

3. Persluchtmaskers

Deze toestellen bestaan uit een gelaatstuk en een voorraad samengeperste lucht. Het gelaatstuk van een persluchtmasker is in de regel een volmasker. De voorraad gecomprimeerde lucht bevindt zich in cilinder(s) die in een draagstel op de rug worden megedragen. De lucht uit de flessen wordt, na het passeren van een reduceerventiel, toegevoerd aan een ademhalingsautomaat die zich aan het gelaatstuk bevindt. In de ademhalingsautomaat bevindt zich een membraan dat wordt gestuurd door de ademhaling van de drager en dat het toelaten en afsluiten van de lucht regelt.

Bij inademing, dus bij onderdruk in het masker, wordt het membraan opgetild en er stroomt lucht uit de cilinder toe; bij uitademing wordt door de

overdruk in het masker het membraan weer teruggedrukt. De onderdruk waarbij het membraan de luchttoevoer opent, is ca. 20 mm waterkolom.

Hoewel dit aanzienlijk minder is dan de in de filtermaskers heersende onderdruk kan lekkage via de afsluitrand bij persluchtmaskers niet worden verwaarloosd. Lekkages die in verhouding tot de bij de halfmaskers en volmaskers geconstateerde lekken klein zijn, kunnen voor de gebruikers van persluchtmaskers grote risico's inhouden. Bij persluchtmaskers ligt het accent immers nog meer op volledige afsluiting, aangezien zij worden ingezet onder omstandigheden waarbij er een zuurstoftekort kan zijn (besloten ruimten zoals kelders, tanks), bij brand (gevaar voor koolmonoxyde) en bij ongevallen met gevaarlijke chemicaliën (hoge concentraties aan bv. chloor en ammoniak).

Totale lekmetingen bij het Chemisch laboratorium TNO aan gladgeschoren brandweerlieden met Dräger-persluchtapparatuur wezen inderdaad op zeer lage lekwaarden [1]. Deze experimenten vonden plaats in een omgeving met dioctylftalaat-aërosol, waarbij de proefpersonen op een ergonometerfiets een arbeid verrichtten van 100 watt. Aan het opzetten van het masker (Dräger Kareta) werd uiterste zorg besteed. In tabel 6 worden de meetresultaten weergegeven. Aangezien er verscheidene metingen per proefpersoon zijn uitgevoerd, worden in de tabel de grenzen aangegeven waarbinnen de lekwaarden zijn gevonden. De grote spreiding in de gevonden waarden is terug

te voeren op de passing van het gelaatstuk op het gezicht.

Veel sterker kwam dit tot uiting in een bij het Reactor Centrum Nederland uitgevoerd onderzoek, waarbij de onderzochte gelaatstukken waren voorzien van een panoramisch oogvenster. Bij dit onderzoek waren ca. 170 proefpersonen betrokken [7]. Het onder 2. genoemde euvel van de te smalle rubber lijst rond het oogvenster, die niet in staat was een goede afdichting op het gezicht te bewerkstelligen, bleek in dit onderzoek zeer duidelijk. Voor sommige proefpersonen (gladgeschoren) was het niet mogelijk het gelaatstuk dicht te krijgen. Marginale gevallen — net dicht — verloren hun aanvankelijke goede afdichting tijdens metingen waarbij enkele bewegingen met het hoofd moesten worden gemaakt. Voor bepaalde typen ruimzichtgelaatstukken, die hier niet nader zullen worden genoemd, werden voor een groot aantal proefpersonen lekken tussen 1 en 10% gevonden.

Het is dus van bijzonder groot belang bij een zo universeel toepasbaar ademhalingsbeschermingsmiddel als het persluchtmasker veel aandacht te besteden aan de juiste keuze van het gelaatstuk.

4. Overdrukpersluchtmaskers (afb. 6)

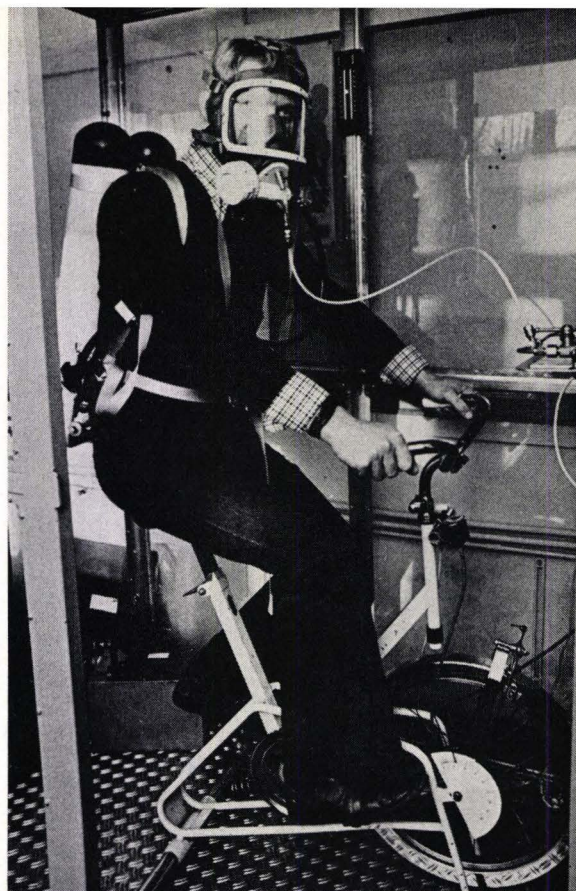
Een overdrukpersluchtmasker onderscheidt zich van het normale persluchtmasker door de aard van de ademhalingsautomaat. Deze kan door eenvoudig om te schakelen op de volgende twee manieren werken.

— NORMALE LUCHTDOSERING

De luchttoevoerklep in de ademhalingsautomaat is zodanig ingesteld dat alleen lucht aan het masker wordt toegevoerd als daarin ten gevolge van de inademing een onderdruk heerst van 20 à 25 mm waterkolom. Wanneer de ademhalingsautomaat zo wordt gebruikt, bestaat er in principe geen onderscheid met de gewone persluchtmaskers.

— LUCHTDOSERING MET OVERDRUK

Bij dit systeem is de luchttoevoerklep in de ademhalingsautomaat zodanig ingesteld dat te allen tijde lucht wordt doorgelaten bij drukken in het



Afb. 6 Proefpersoon met overdrukpersluchtmasker op ergometerfiets

masker die lager zijn dan ca. + 30 mm waterkolom.

De voordelen van het laatstgenoemde systeem zijn:

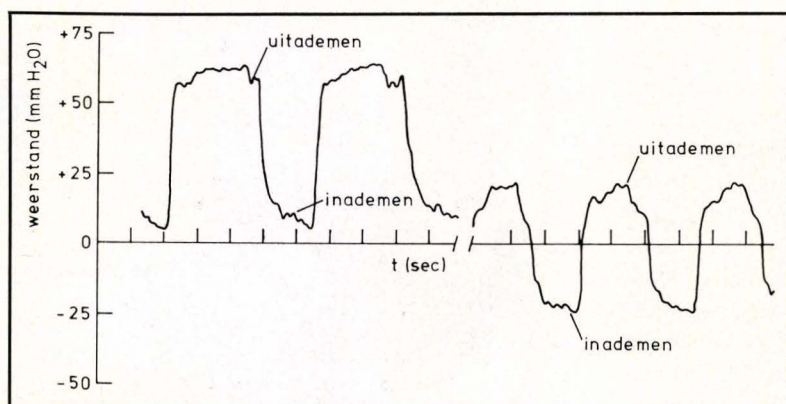
- de luchttoevoerklep wordt alleen tijdens de uitademingsperiode gesloten;
- bij onvoldoende afsluiting van het gelaatstuk blijft er een toevoer van lucht bestaan om in de binnenruimte van het masker de overdruk van ca. + 30 mm waterkolom te handhaven;
- de via de lekspleten uittrekkende lucht verhindert dat verontreinigingen uit de omgeving het gelaatstuk binnenkomen.

Gegevens over de lekkage van overdrukpersluchtmaskers in een testatmosfeer van dioctylftalaat-aërosol werden verkregen in een recent onderzoek bij het Chemisch laboratorium TNO, waarbij een AGA Divator 324 overdrukpersluchtmasker op gelaatstuklekkage werd bekeken [8].

Met de ademhalingsautomaat in de stand „overdruk” was het niet mogelijk enige lekkage te constateren. Dit betekent dat de eventueel aanwezige lek gelijk is aan, of kleiner is dan, de onderste grens van het meetbereik van de gebruikte meetmethode, *in casu kleiner dan of gelijk aan 0,001%*. Om de werking van het overdruksysteem in ex-

TABEL 6

	Totale lekwaarde in 10^{-2} %	
Proefpersoon 1	0,06	— 0,18
Proefpersoon 2	0,3	— 1,9
Proefpersoon 3	0,18	— 10,5
Proefpersoon 4	0,4	— 3,3
Proefpersoon 5	0,045	— 3,3
Proefpersoon 6	0,23	— 7,8



Afb. 7 Ademhalingscurven, opgemeten bij een arbeid van 100 watt; linker curve bij overdruk, rechter curve bij normale luchttoevoer

treme omstandigheden te beoordelen, zijn proefpersonen met welige baardgroei gekozen, waarvan het bekend is (zie verder) dat ze door het gezichtshaar beslist ondichtheden in de afsluiting van het gelaatstuk zullen hebben. Ook in dit geval waren de waarden voor de totale lekken *kleiner dan of gelijk aan 0,001%*.

Uit de linker curve van afb. 7 blijkt dat gedurende de gehele ademcyclus binnen in het masker een overdruk blijft gehandhaafd; dit in tegenstelling tot wat er plaatsvindt bij een persluchtmasker. Opgemerkt wordt dat het in het geval van overdruk meer moeite kost uit te ademen.

5. Samenvatting van de lekgegevens

Het voorgaande heeft aangetoond dat in de volgorde halfmaskers, volmaskers, persluchtmaskers, overdrukpersluchtmaskers de binnenwaartse lekkage van het gelaatstuk afneemt en de geboden bescherming dus toeneemt. De bescherming wordt doorgaans uitgedrukt in de *protectiefactor* die de verhouding aangeeft tussen de *buiten* het masker aanwezige concentratie en de ten gevolge van lek *binnen* het masker aanwezige concentratie.

Gezien de grote spreiding in de waarden voor de totale lek is het niet mogelijk per soort ademhalingsbeschermingsmiddel één getal voor de protectiefactor te geven. Evenals de totale lek zich als gevolg van een groot aantal factoren tussen bepaalde grenzen bevindt, is dit voor de protectiefactor het geval. Tabel 7 geeft globaal de grenzen waartussen de protectiefactor ligt voor de ademhalingsbeschermingsmiddelen die de revue zijn gepasseerd.

In hoeverre bij een bepaalde categorie maskers de protectiefactor aan de hoge kant kan liggen, wordt bepaald door de juiste keuze van een gelaatstuk, een goede, brede en flexibele afdichtingsrand, het correct opzetten van het gelaatstuk en het goed op

zijn plaats brengen en aantrekken van het bandenstel. Het is hierbij altijd aanbevelenswaard een kwalitatieve test uit te voeren met een stof met een sterke geur (bv. isoamylacetaat) of met een traangas.

6. Invloed van baardgroei

De tot nu toe vermelde gegevens hebben, met uitzondering van die voor overdrukpersluchtmaskers, betrekking op proefpersonen die keurig gladgeschoren aan de experimenten deelnamen. Er blijkt dan al een grote spreiding in de percentages voor de totale lek, maar de oorzaken daarvoor zijn terug te voeren tot type gelaatstuk, afsluitrand, wijze van opzetten, e.d.

Nog groter wordt de spreiding in de lekwaarden en nog hoger wordt de totale lek wanneer ook de meetresultaten van bebaarde proefpersonen in beschouwing worden genomen. De mate van begroeiing heeft uiteraard weer invloed op de lekages.

De ongunstige invloed van de aanwezigheid van gezichtshaar wordt aangetoond in tabel 8, waarin de protectiefactoren worden gegeven voor de diverse maskers voor proefpersonen met en zonder baard [1] [9]. Zonder meer blijkt dat het bezit van

TABEL 7

Halfmaskers	100 — 10
Volmaskers	10.000 — 100
Persluchtmaskers	100.000 — 1.000
Overdrukpersluchtmasker	> 100.000

TABEL 8

Protectiefactoren voor maskerdragers met en zonder baard

Soort masker	Zonder baard	Met baard
Halfmasker	100 — 10	20 — 5
Volmasker	10.000 — 100	20 — 7
Persluchtmasker	100.000 — 1000	100 — 6
Overdrukpersluchtmasker	> 100.000	> 100.000

een baard voor de gebruiker van ademhalingsbeschermingsmiddelen, uitgezonderd de overdruktoestellen, desastreus is. Voor baarddragers is het onveilig en onverantwoord zich, zg. beschermd door een halfmasker, volmasker of persluchtmasker, te begeven in omgevingen met zuurstoftekort, zeer toxische stoffen, koolmonoxyde of gezondheid schadend gas en stof.

Slot

Een veilig gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen wordt dus bepaald door gegevens over de omstandigheden waarin men moet werken en de protectiefactor. Wanneer bv. de MAK-waarde wordt aangehouden als de maximale concentratie die in het masker aanwezig mag zijn, is het via de protectiefactor in principe mogelijk te berekenen in welke omgevingsconcentraties de diverse maskers mogen worden gebruikt.

Een groot probleem hierbij is welke protectiefactor voor iedere soort masker moet worden gekozen. Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat de vaak enorme spreiding in de per maskersoort gevonden protectiefactoren voor een deel is terug te voeren op tekortkomingen in de constructie, anderzijds ook op de invloed van de gelaatsvorm, een factor die niet is te beheersen.

In sommige landen worden voor maskers normen of technische eisen gehanteerd die voorschrijven dat een bepaalde waarde voor de totale lek, te bepalen in experimenten met proefpersonen, niet mag worden overschreden. In wezen is dit het voorschrijven van een minimum-protectiefactor.

Op Europees niveau wordt gewerkt aan het opstellen van normen en technische eisen, die hun geldigheid gaan krijgen voor de binnen Europa te gebruiken ademhalingsbeschermingsmiddelen (CEN Working Group 79). In enkele concept-

normen worden minimale protectiefactoren geëist van 50 en 2000 voor halfmaskers, resp. volmaskers. Hoewel dit nog niet geheel vaststaat, lijkt het reëel voor persluchtmaskers een protectiefactor van ten minste 10.000 te kiezen en voor overdrukpersluchtmaskers ten minste 100.000 aan te houden. Het is de bedoeling in de zeer nabije toekomst (1977) Europese normen te hebben voor ademhalingsbeschermingsmiddelen.

Op dit moment kan een verstandige keuze worden gesteund door gebruik te maken van literatuurgegevens over maskeronderzoek, door maskers aan te schaffen uit landen waar aan de hand van normen bepaalde protectiefactoren worden geëist, en door pasproeven uit te voeren. Het verdient aanbeveling na het opzetten kwalitatieve testen uit te voeren met sterk geurende stoffen.

De aanwezigheid van baard en bakkebaarden heeft een zo ongunstige en zo onvoorspelbare invloed op de protectiefactor dat het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen door baarddragers, met uitzondering van de overdrukapparatuur, moet worden ontraden.

Samenvatting

De bescherming, die door de gelaatstukken van ademhalingsbeschermingsmiddelen aan maskerdragers wordt geboden, kan ernstig worden aangetast door onvolkomenheden in de afdichting van de afsluitrand van het gelaatstuk op het gezicht van de drager. Het is dan mogelijk dat verontreinigde buitenlucht tijdens de inademingsperiodes, wanneer er een onderdruk in het masker heerst, via lekspelen het masker wordt ingezogen. Voor verschillende soorten ademhalingsbeschermingsmiddelen worden waarden gegeven voor de totale lek en voor de protectiefactoren.

Literatuur

1. P. C. Stamperius en R. E. W. Husmann — De invloed van gezichtshaar op de lek van het gelaatstuk bij persluchtmaskerdragers. *Veiligheid* **50**(1974)(12) 499.
2. R. F. Hounam e.a. — The evaluation of protection provided by respirators. *Ann. Occup. Hyg.* **7**(1964) 353.
3. G. Persson — Prüfung des Dichtsitzes von Atemschutzgeräten am Gesicht des Trägers. *Staub-Reinh. Luft* **31**(1971)(9)358.
4. H. J. R. Letts — The limitation of gas masks and dust masks as means of protection against occupational hazards; in: C. N. Davies — *Design and use of respirators*. Pergamon Press, Londen (1962).
5. J. M. White en R. J. Beal — The measurement of leakage of respirators. *A.I.H.A. Journal* (1966)(5)239.
6. E. C. Hyatt e.a. — Respiratory efficiency measurements using quantitative DOP-man tests. *A.I.H.A. Journal* (1972)635.
7. W. Stikkelman — Vergelijkingsmetingen aan persluchtapparaten en gelaatstukken. *Veiligheid* **51**(1975) 371.
8. P. C. Stamperius — De lekkage van het gelaatstuk bij overdrukpersluchtmaskers. *Veiligheid* **52**(1976)(1) 11.
9. E. C. Hyatt e.a. — Effect of facial hair on respirator performance. *A.I.H.A. Journal* (1973)(4)135.