

Gevaar Waarnemingsindex

De neus: handige detector of bedrieglijk instrument?

ANTON WIBOWOmedisch redacteur Chemiekaarten,
medisch toxicoloog (Coronel Instituut,
AMC Amsterdam)**REIND VAN DOORN**toxicoloog, hoofd afdeling Medische
Milieukunde GGD Rotterdam e.o.**JOS ZAWIERKO**redactievoorzitter Chemiekaarten,
adviseur TNO Arbeid

Bedorven voedsel, brandlucht, ammoniakdampen: de geur van deze stoffen waarschuwt ons voor gevaar. Maar hoe betrouwbaar is de menselijke neus eigenlijk als detector van onheil? De medisch toxicologische Commissie Chemiekaarten ontwikkelde de Gevaar Waarnemingsindex (GWI) voor geurstoffen, een maat voor de waarschuwende eigenschappen van het menselijk reukorgaan voor specifieke gevaarlijke stoffen. Het is de bedoeling dat deze index een plek krijgt op de chemiekaarten.

Het reukvermogen van de mens is veel minder ontwikkeld dan dat van warmbloedige dieren en sommige insecten. Desalniettemin is de neus een uitermate scherp zintuig voor het waarnemen van de geur van bepaalde stoffen. Een voorbeeld daarvan is het ruiken van chemische verbindingen die vrijkomen bij rottingsprocessen, zoals methylmercaptaan, trimethylamine en pyroline. De concentraties waarin die stoffen in de lucht vrijkomen zijn relatief onschadelijk, maar de afkerige reactie op de stank die zij geven beschermt de mens wel tegen een levensbedreigende voedselvergiftiging.

WAARDEN VOOR WERKPLEK EN WOONOMGEVING

Doorgaans zijn de concentraties van stoffen in de lucht op de werkplek veel hoger dan die in het algemene milieu. Sommige stoffen vormen een risico voor de gezondheid. Om ongewenste effecten te voorkomen, heeft de Nederlandse overheid grenswaarden voor de blootstelling aan deze stoffen vastgesteld. Voor de werkplek zijn dat de MAC-TGG en de TGG 15 min. De MAC-TGG is de maximaal aanvaarde concentratie - tijdgewogen gemiddelde: de over de tijd gemiddelde MAC bij een blootstelling-

duur tot acht uur per dag en niet meer dan veertig uur per week (SZW, 2002). De TGG 15 min. geeft de gemiddelde concentratie van een stof aan die, gemeten over iedere willekeurige periode van vijftien minuten gedurende de werkdag, niet overschreden mag worden (SZW, 2002).

Voor de woonomgeving zijn interventiewaarden vastgesteld om de bevolking te beschermen tegen acute effecten van blootstelling aan stoffen. Deze waarden zijn verdeeld in drie soorten: de voorlichtingsrichtwaarde (VRW), de alarmeringsgrenswaarde (AGW) en de levensbedreigende waarde (LBW). De AGW is de concentratie van een stof waarboven onomkeerbare of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur (VROM, 2000).

NEUS ALS DETECTOR

Bij incidenten is met behulp van meetapparatuur en verspreidingsmodellen een goed beeld te krijgen van de concentraties op de werkplek of in de woonomgeving. Om het blootstellingsrisico te beoordelen, worden die concentraties vergeleken met grens- of



interventiewaarden. Niet iedereen beschikt echter over meetapparatuur en voldoende deskundigheid. Wel kunnen mensen hun zintuigen gebruiken om gevaar in te schatten en daaraan consequenties verbinden. De neus zit op een goede plek om ingeademde lucht snel en doorlopend te 'monitoren'. In sommige gevallen is het reukvermogen zelfs gevoeliger dan meetinstrumenten. Toch moet er een kanttekening worden geplaatst bij de neus als meetinstrument. Hoewel de meeste mensen een normale geurwaarneming hebben, is twee procent van de bevolking hypergevoelig en twee procent ongevoelig. Tot de hypergevoeligen behoren onder meer mensen die door herhaalde blootstelling te overgevoelig (hyperosmisch) zijn geraakt voor bepaalde geuren. Tot de ongevoelige groep worden mensen gerekend die bijvoorbeeld geen geuren kunnen waarnemen (anosmisch zijn) of verminderd gevoelig (hyposmisch) zijn voor geur. Andere factoren die het reukvermogen kunnen beïnvloeden zijn leeftijd, geslacht, rookgewoonte en lichaamsgesteldheid. Zo ruiken jongeren gemiddeld tweemaal beter dan mensen van middelbare leeftijd en vrouwen gemiddeld twintig procent beter dan mannen.

GEURDREMPELS

Omdat geurwaarneming afhankelijk is van de gevoeligheid voor bepaalde stoffen – bijvoorbeeld stoffen die veel gebruikt worden in industriële processen – is een ijking nodig. Hiervoor zijn op basis van laboratoriumonderzoek zogeheten 'geurdrempels' ontwikkeld. Een geurdrempel verwijst naar de laagste concentratie die in theorie nodig is voor

“De neus zit op een goede plek om ingeademde lucht snel en doorlopend te ‘monitoren’. In sommige gevallen is het reukvermogen zelfs gevoeliger dan meetinstrumenten.”

detectie met de neus door een bepaald deel van de bevolking, doorgaans de helft. Drempelwaarden zijn dus geen fysiologische feiten of fysische constanten, maar statistische getallen, die staan voor de beste schatting van een groep individuele reacties. Er zijn twee typen geurdrempels: de detectiedrempel (type d) en de herkenningsdrempel (type r).

»

HOE GOED WAARSCHUWT DE NEUS?

Indeling van chemische verbindingen op basis van hun Gevaar Waarnemingsindex. De hoogte van de GWI geeft aan in hoeverre de geur van stoffen waarschuwt dat de concentratie in de lucht ongezonderd hoog is. Hoe hoger de GWI des te beter het waarschuwend vermogen van de neus.

GROEP I: GEEN OF SLECHTE WAARSCHUWER (GWI < 25)

Wanneer een mens deze verbindingen ruikt, is de blootstelling waarschijnlijk al te gevaarlijk.

Acetonitril	0,26	Aniline	22,7	Hydrazine	1
Acroleïne	0,2	Dioxaan	4	Methylamine	3 *
Acrylonitril	15	Ethyleenoxide	1,55	Tetrachloorkoolstof	24,6
Allylalcohol	4	Furfurylalcohol	6,3 *	Zwavel dioxide	2

GROEP II: MATIG GOEDE WAARSCHUWER (GWI TUSSEN 25 EN 200)

Wanneer een mens deze verbindingen ruikt, kan de blootstelling gevaarlijk zijn.

Butylamine	40	Crotonaldehyde	111	Methylformiaat	100
Chloor	43	Ethyleen	74	Propyleenoxide	152
Chloroform	33	Fosfine	143		

GROEP III: GOEDE WAARSCHUWER (GWI BOVEN DE 200)

Een mens kan deze verbindingen ruiken ver voordat de blootstelling gevaarlijk is.

Aceetaldehyde	1667	Ethylacetaat	1049	Naftaleen	16000 *
Aceton	1623	Ethylacrylaat	714286	Nitrobenzeen	275
Acrylzuur	2702	Ethylalcohol	13441	n-Octaan	1338
Ammoniak	222	Ethylamine	1449	Perchloorethyleen	781
n-Amylacetaat	88333 *	Ethyleendichloride	278	Propionaldehyde	12500
Azijszuur	6667	Ethylmercaptaan	100000	Propionzuur	76923
Azijszuuranhydride	250	Fenol	29412	n-Propylacetaat	37037
Benzeen	202	n-Heptaan	538	Propylalcohol	3610
Benzylchloride	250	Isoamylacetaat	265000 *	Propyleen	672
Butadieen	3650	Isobutylacetaat	29412	Propyleendichloride	3049
n-Butanol	4065 *	Isobutylalcohol	27778	Pyridine	3448
Butoxyethanol	3565 *	Isoforon	331	Styreen	6667
Butylacetaat	250000	Isopropylacetaat	3448	Tetrahydrofuraan	5556
Butylmercaptaan	33333	Isopropylalcohol	2778	Tolueen	210
Chloorbenzeen	7353	Isopropylamine	725	Trichloorethyleen	1136
Cresol	50000	Isopropylether	200000	Triethylamine	2083
Cumeen	16667 *	2-Methoxyethanol	2439	Vinylacetaat	3636
Cyclohexanon	3030	Methylacetaat	2273	m-Xyleen	1250
1,2-Dichloorbenzeen	3092 *	Methylalcohol	1333	o-Xyleen	1842
1,4-Dichloorbenzeen	17647 *	Methylchloroform	238	p-Xyleen	4785
Dicyclopentadieen	12500	Methyleenchloride	909	Zwavelwaterstof	55556
Diethylamine	12500	Methylethylketon	3125		
Dimethyldisulfide	76923	Methylisobutylketon	2889 *		
Dimethylsulfide	>3 mil.	Methylmercaptaan	298333		
2-Ethoxyethanol	3311	Methylmethacrylaat	16667		
2-Ethoxyethylacetaat	12195	Morfoline	15200 *		

* GWI is gebaseerd op een TGG 15 min.

De detectiedrempel is de laagste concentratie die wordt 'waargenomen' door een gespecificeerd percentage van de bevolking. Behalve dat mensen geuren waarnemen, proberen ze die ook te plaatsen. Daarbij gaat het om het karakteriseren van de aard van de geur. De herkenningsdrempel (type r) is de laagste concentratie die door een karakteristieke geurkwaliteit wordt 'herkend'. Doorgaans detecteren mensen stoffen drie tot vijf maal eerder dan dat zij ze herkennen.

GEVAAR WAARNEMINGSINDEX

In de Gevaar Waarnemingsindex (GWI) is een reeks stoffen geclassificeerd naar de waarschuwendende kracht van hun geur. De GWI van een chemische verbinding vormt het traject tussen de waarneming van de geur en de concentratie in de lucht waarbij acute of ernstige gezondheidsschade is te verwachten. De GWI van een stof is zodoende de verhouding tussen enerzijds de gestandaardiseerde geurdrempel en anderzijds de alarmeringsgrenswaarde (AGW) of, wanneer die ontbreekt, de TGG 15 min. De gestandaardiseerde geurdrempel komt overeen met een gehalte van de betreffende stof in de lucht dat door de helft van de leden van een panel kan worden waargenomen. Omdat van minder dan vijf procent van de stoffen uitsluitend de herkenningsdrempel bekend is, heeft de toepassing van de GWI een aantal onvolkomenheden in zich. Dit kan tot een onderschatting van de GWI van die stoffen leiden. Daarnaast geldt een GWI alleen voor zuivere chemische verbindingen. Voor een mengsel van stoffen is de invloed op de geurdrempel niet bekend.

TE VROEG OF TE LAAT?

De GWI is een eenheidsloos getal. Stoffen met een hoge GWI (boven de 200) hebben door hun geur veel betere waarschuwendende eigenschappen dan stoffen met een lagere waarde (zie schema). Een voorbeeld: bij een gehalte van 25 maal de geurdrempel (ofwel een GWI van 25) zal 95 procent van

de mensen een meer dan zwakke geur waarnemen. Naar schatting neemt op dat moment slechts tien procent van de mensen een zeer sterke geur waar. Dit betekent dat een stof met een GWI van minder dan 25 is te beschouwen als een verbinding met

“Het reukvermogen is niet altijd een tijdige waarschuwer. Een stof als acroleïne ruiken we pas als er al sprake is van een gevaarlijke situatie. Bij dimethylsulfide bijvoorbeeld, is dat net andersom.”

‘geen of slechte waarschuwendende eigenschappen door geur’. Van goede waarschuwendende eigenschappen is sprake als 95 procent van de mensen een meer dan sterke geur waarneemt. Dat past bij een gehalte van meer dan 200 maal de geurdrempel.

Het reukvermogen is niet altijd een tijdige waarschuwer. Neem bijvoorbeeld een stof als acroleïne die onder andere wordt toegepast bij de productie van parfums, voedingssupplementen, geneesmiddelen en harsen. Deze verbinding is zeer corrosief en heeft een stekende geur, maar een GWI van slechts 0,2 (een AGW van 1 mg/m³ en een geurdrempel van 4,1 mg/m³). Dit betekent dat bij detectie van de geur al sprake is van een gevaarlijke situatie. Anderzijds heeft dimethylsulfide, een vloeistof met een typerende geur (als rottende kool) en voorkomend in de papierfabricage en de sulfaat-cellulose-industrie, een GWI van meer dan drie miljoen (en een AGW van 1.000 mg/m³, een geurdrempel van 0,0003 mg/m³). Bij detectie van de geur levert de stof nog lang geen acuut gevaar voor de gezondheid van de waarnemer. Bij het detecteren van dimethylsulfide is de neus er dus meer dan vroeg bij.

CHEMIEKAARTEN

Chemische verbindingen zijn op basis van hun GWI in te delen in drie groepen: I) ze hebben geen of slechte, II) matig goede of III) goede waarschuwendende eigenschappen door geur. Tot nu toe is van in totaal 93 chemische verbindingen de GWI vastgesteld (zie schema). Naar verwachting wordt de GWI op termijn verwerkt in de Chemiekaarten. Het voorstel is om aan chemische verbindingen uit groep I en groep II de waarschuwing ‘bij geurwaarneming de werkplek onmiddellijk verlaten en/of de omgeving evacueren’ mee te geven. Voor stoffen uit groep III geldt: ‘bij geurwaarneming is geen uitspraak te doen over de mate van gevaar. Bepaling van de concentratie in de lucht is een optie’. <<

SAMENVATTING

De Gevaar Waarnemingsindex (GWI) is een ‘reukmaat’. De hoogte van de GWI geeft aan in hoeverre de geur van een gevaarlijke stof waarschuwt dat de concentratie in de lucht ongezond hoog is. In de toekomst wordt deze maat wellicht opgenomen in de chemiekaarten. De GWI is gebaseerd op normen voor de werkplek (MAC-TGG, TGG 15 min.) en voor het algemeen milieu (voorlichtingsrichtwaarde, alarmeringsgrenswaarde en de levensbedreigende waarde). De opstellers onderscheiden drie categorieën. Groep I bevat stoffen die op basis van hun geur geen of slechte waarschuwendende eigenschappen hebben. Wanneer we deze verbindingen ruiken, is de blootstelling waarschijnlijk de norm al overschreden. Bij groep II-stoffen is de neus een matig tot goede en bij stoffen uit groep III een goede waarschuwer tegen gevaarlijke blootstelling.

MEER INFO

Dit artikel is geschreven met inbreng van de Medisch Toxicologische Commissie en de Chemische Commissie van de Chemiekaarten, TNO Arbeid. Het volledige rapport ‘Geurwaarneming: een acuut gezondheidsgevaar? Over het gebruik van de Gevaar Waarnemingsindex (GWI)’ is per e-mail op te vragen: a.wibowo@amc.uva.nl