

TABELLARIUM LUCHT: BINNENMILIEU EN INSTALLATIES

INHOUD:

[Grootheden en eenheden](#)

[Omrekeningsfactoren](#)

[Termen en begrippen](#)

[Beaufortschaal voor Windkracht](#)

[MAC-waarden](#)

[Periodiek systeem der elementen en kenmerken](#)

[Binnenmilieu: lucht, gassen en dampen](#)

[Binnenklimaat: ventilatie en thermisch comfort](#)

1. GROOTHEDEN EN EENHEDEN

Symbol	Eenheid	Omschrijving
\dot{v}	m^3 / s	Ventilatie- of volumedebiet
Q_v, q_v	m^3 / s	Luchtvolumestroom
q''_v	$m^3 \cdot m^2 \cdot s$	Specifieke luchtvolumestroom (per m^2 bij 1 Pa)
C	$m^3 / (s \cdot Pa)$	Luchtdoorlatendheidscoëfficiënt (bij 1 Pa)
S	$s \cdot Pa / m^3$	Luchtweerstand (bij 1 Pa)
P	$Pa = N / m^2$	Luchtdruk

2. OMREKENINGSFACTOREN

1	Nm ⁻²	= 1 pascal (Pa)
1	bar	= 100.000 Nm ⁻² = 100 kPa (kilopascal)
1	mbar	= 0,750 mm Hg = 0,1 kPa = 1hPa (hectopascal)
1	mm Hg	= 1,333 mbar
1	fys. atmosfeer (atm)	= 760 mm Hg = 1,013 bar
1	tech. atmosfeer (at)	= 1 kg force/cm ² = 1 kp/cm ³ = 10 m waterkolom (mWK) = 0.981 bar
1	kg force	= 9,81 N
1	psi	= 69 mbar
1	joule (J)	= 1 Nm = 1 Watt seconde (Ws) = 0,24 calorie (cal)
1	cal	= 4,2 J
1	Mho/cm ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$)	= 10 ¹⁴ pS/m
1	Siemens/cm (S.cm ⁻¹)	= 10 ¹⁴ pS/m
1	Siemens/m (S.m ⁻¹)	= 10 ¹² pS/m

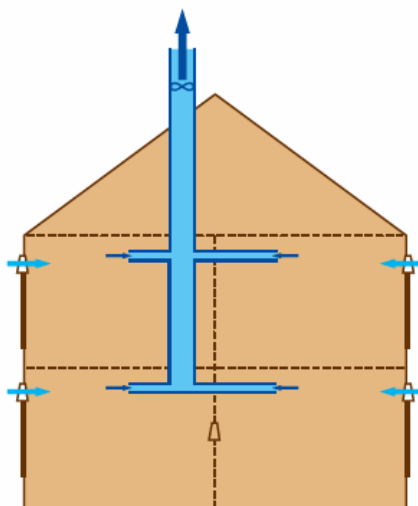
Fahrenheit – Celsius – Kelvin omrekening

$$(^{\circ} \text{F} - 32) \times 5/9 = ^{\circ} \text{C}$$

$$273,2 + ^{\circ} \text{C} = \text{K}$$

3. TERMEN EN BEGRIPPEN

Afvoer, mechanische *Ventilatievoorziening waarbij via mechanische ventilatie lucht uit een ruimte wordt afgevoerd.*



Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.

Afvoer, natuurlijke *Ventilatievoorziening waarbij via natuurlijke ventilatie lucht uit een ruimte wordt afgevoerd.*

Afvoerkap Een kap voor de afvoer van lucht waarin de druk zoveel mogelijk onafhankelijk is van de windrichting.

Afvoerlucht De lucht die uit een ruimte naar buiten wordt afgevoerd (eventueel) via een *ventilatiesysteem*.

Afzuiging Het afvoeren van lucht op *mechanische* wijze, meestal via een *ventilator*.

Airconditioning Zie luchtbehandelingsinstallatie.

Beschutte ligging Een situatie waarin de direct omgevende bebouwing en/of bebossing even hoog is als het betreffende gebouw en dichterbij ligt dan driemaal de hoogte van het betreffende gebouw of een omgevende bebouwing die duidelijk hoger is dan het betreffende gebouw.

Buitenlucht Van buiten afkomstige lucht, die zonder te zijn vermengd met *afvoerlucht* van de woning via een *ventilatievoorziening* aan de woning wordt toegevoerd.

Convectie Zie stroming.

Convectie, gedwongen *Stroming* als gevolg van mechanische middelen.

Convectie, vrije *Stroming* als gevolg van wind of temperatuurverschil.

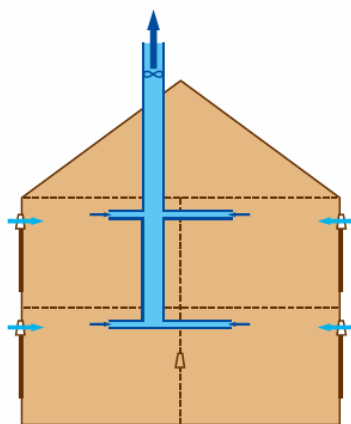
Doorspuikbaarheid De mate waarin een gebouw of ruimte via het openen van relatief grote openingen (meestal ramen of deuren) kan worden doorspoeld met buitenlucht.

Duurventilatie Het voortdurend verversen van lucht in een bouwwerk.

Dwarstransport	De luchtstroom die door de ene gevel van een gebouw naar binnen komt en door de andere, meestal tegenoverliggende, gevel weer naar buiten stroomt.
Dwarsventilering	<i>Ventilatie</i> door middel van openingen in tegenover elkaar liggende gevels.
Equivalentte oppervlakte	De denkbeeldige oppervlakte van een luchtdoorlatend element, afgeleid uit de <i>luchtdoorlaat</i> .
Exfiltratie	Luchtafvoer uit een ruimte door kieren en naden in de uitwendige <i>scheidingsconstructie</i> .
Filter	Toestel voor zuivering van vloeistoffen, lucht, damp.
Inblaasornament	Constructief einddeel van een luchtkanaal waardoor lucht gecontroleerd in een ruimte wordt geblazen.
Inductie	Het door inblazen van lucht in beweging brengen van ruimtelucht waarbij vermenging optreedt.
Infiltratie	Het meestal onbedoeld binnendringen van buitenlucht via <i>kieren</i> en <i>naden</i> in de uitwendige <i>scheidingsconstructie</i> .
Kier	Een <i>spleet</i> die niet alleen vanwege onnauwkeurigheid bij de fabricage, maar ook voor een goed functioneren aanwezig is of moet zijn tussen ten opzichte van elkaar bewegende delen, bij voorbeeld tussen raamvleugel en kozijn.
Kortsluiting	Het aanzuigen van lucht zonder dat dit de bedoeling is: het opnieuw aanzuigen van vervuilde lucht, of het reeds afvoeren van schone lucht die zijn verdunnende werking nog niet heeft gedaan.
Koudeval	Dalende (koude) lucht langs koude wanden of ramen.
Leefzone	Dat deel van een ruimte dat zich bevindt binnen <ul style="list-style-type: none"> - 1,0 m van de buitengevel - 0,2 van binnenwanden en - 1,8 m van de vloer, waarin personen worden geacht te verblijven bij normaal gebruik van de ruimte.
Lijzijde	De van de wind afgekeerde zijde van het gebouw.
Loefzijde	De naar de wind toegekeerde zijde van een gebouw.
Luchtbehandelingsinstallatie	Installatie die in een gebouw wordt aangebracht voor het verwarmen, koelen, bevochtigen en zuiveren van de lucht.
Luchtbeweging	Het patroon van bewegende lucht door de ruimte.
Luchtdichtheid	Eigenschap van een <i>scheidingsconstructie</i> om lucht niet door te laten bij een luchtdrukverschil over de constructie.
Luchtdoorlaat	De mate waarin een constructie <i>lucht doorlaat</i> bij een gedefinieerd drukverschil.
Luchtdoorlatendheid	Eigenschap van een <i>scheidingsconstructie</i> om <i>lucht door te laten</i> bij een luchtdrukverschil over de constructie.
Luchtdoorlatendheidscoëfficiënt	Het quotiënt van de <i>luchtvolumestroom</i> en het drukverschil tot de macht <i>n</i> over de constructie. Symbool: <i>C</i>

Luchtdrukverschil	Het verschil in luchtdruk over een constructie, bij voorbeeld over een gevel of een <i>ventilatiekanaal</i> .
Luchtlek	Een ander woord voor <i>luchtdoorlaat</i> doch meestal omgerekend naar een denkbeeldig netto oppervlak.
Luchttransport	Het transport van lucht van de ene ruimte naar de andere ruimte over een opening ten gevolge van een luchtdrukverschil.
Luchtvolumestroom	De luchthoeveelheid in volume-eenheden per tijdseenheid. [m^3/s] Symbool: q_v
Luchtvolumestroom, specifieke	De luchtvolumestroom gedeeld door de oppervlakte van de vloer die grenst aan de kruipruimte. Symbool: q''_v
MAC-waarde	Maximaal aanvaardbare hoeveelheid van een stof in een hoeveelheid lucht. (Maximaal Aanvaardbare Concentratie) [mg/m^3]
Menging	De mate waarin schone lucht zich met verontreinigde lucht heeft gemengd alvorens te worden afgevoerd.
Naad	De <i>spleet</i> in een <i>scheidingsconstructie</i> tussen delen die niet ten opzichte van elkaar kunnen bewegen.
Normale ligging	Een situatie waarin de direct omgevende bebouwing en/of bebossing van dezelfde hoogte is als het betreffende gebouw en bovendien op een afstand van twee- à driemaal de hoogte van het betreffende gebouw is gelegen.
Onderdruk	Luchtdruk die lager is dan het aangenomen nuldrukniveau.
Opblaasproef	Een methode om de <i>luchtdoorlatendheid</i> van een gebouw te meten door het aanbrengen van overdruk.
Open ligging	Een situatie waarin de direct omgevende bebouwing en/of bebossing zo ver weg ligt dat de wind niet of nauwelijks wordt gehinderd in zijn aanstroming naar het betreffende gebouw.
Open stootvoeg	Niet met metselspecie gevulde verticale voeg, ten behoeve van spouwventilatie.
Overdruk	Luchtdruk die hoger is dan het aangenomen nuldrukniveau.
Recirculeren	Het aanzuigen van lucht uit een ruimte en het na eventueel gedeeltelijke reiniging weer toevoeren van die lucht aan ruimten.
Schoorsteen	Gemetselde rookgang, pijp of buis voor de rookafvoer.
Schoorsteeneffect	Verticale luchtverplaatsing in verticale bouwkundige constructies ten gevolge van temperatuurverschillen.
Spleet	Algemene benaming voor een <i>luchtdoorlatende</i> opening bij de aansluiting van constructie of onderdelen van constructie op elkaar, waarbij de constructies of delen van constructies de bedoeling hebben gesloten te zijn.
Spoorgasmethode	Methode om het <i>luchtinfiltratie</i> debiet te berekenen, door het injecteren van een bepaald gas in een te beproeven kamer/gebouw en het meten van de concentratieafname van het gas gedurende een bepaalde tijd.

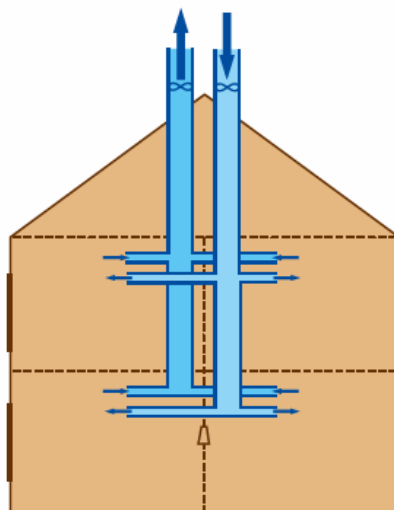
Spuicapaciteit	Volumestroom ten gevolge van <i>doorspuien</i> die onder bepaalde condities moet kunnen worden bereikt.
Spuiventilatie	<i>Ventilatie</i> die noodzakelijk is om temperatuurniveaus bij overmatige warmtebelasting en verontreinigingsniveaus onder bijzondere omstandigheden binnen zekere grenzen te beheersen en bij deze omstandigheden een <i>ventilatievoud</i> van ca. 10 h^{-1} te bereiken.
Spuivoorziening	Een beweegbaar gevel- en/of dakdeel (raam, luik of deur), waarmee het mogelijk is een relatief grote <i>ventilatie</i> tot stand te brengen (bij voorbeeld een <i>ventilatievoud</i> 10 h^{-1}).
Stootventilering	Sterk <i>ventileren</i> door bij voorbeeld het wijd openen van ramen.
Stroming	Verplaatsing van lucht, van een ander gasvormig medium of van een vloeibaar medium.
Stroming, laminaire	Verplaatsing van hoeveelheid lucht (stroming), waarbij de lucht zich verplaatst in ongestoorde lagen.
Stroming, turbulente	<i>Stroming</i> met wervelingen.
Terugstroming	De <i>stroming</i> in een ventilatiekanaal in een richting die ongewenst is, meestal dus van buiten naar binnen.
Tocht	Een plaatselijk en meestal niet constante luchtstroom met relatief hoge snelheid die kan leiden tot ongewenst snelle afkoeling van het menselijk lichaam bij een relatief lage temperatuur.
Toetsingsdruk	Het luchtdrukverschil over een <i>ventilatievoorziening</i> waarbij de <i>ventilatiecapaciteit</i> wordt bepaald.
Toevoer, natuurlijke	<i>Ventilatievoorziening</i> waarbij via <i>natuurlijke ventilatie</i> lucht aan een ruimte wordt toegevoerd.



Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.

Traceergas (= tracergas)	Een gas dat in combinatie met een <i>tracergasconcentratiemeter</i> wordt gebruikt om ventilatievouden te bepalen.
Tracergasconcentratiemeter	Toestel voor bepaling van de momentane waarde van de concentratie van een <i>tracergas</i> in een luchtmonster.
Trek, thermische	Het drukverschil veroorzaakt door een verschil in soortelijke massa van lucht ten gevolge van een verschil in temperatuur tussen twee ruimten.

Turbulentie	Variatie van de lichtsnelheid in richting in de tijd ten opzichte van de gemiddelde snelheid en richting.
Uitblaasornament	Constructief einddeel van een luchtkanaal waardoor lucht gecontroleerd uit een bouwwerk geblazen wordt.
Ventileren, gebalanceerd	Het op mechanische wijze <i>ventileren</i> van een ruimte waarbij evenveel lucht wordt toegevoerd als afgevoerd.



Ventilatie, nominale	<i>Ventilatie</i> die op grond van gezondheidsoverwegingen ten behoeve van de reinheid van de lucht in principe continu tot stand moet kunnen worden gebracht.
Ventilatiecapaciteit	De <i>luchtvolumestroom</i> door een <i>ventilatievoorziening</i> bij de toetsingsdruk.
Ventilatiedebiet	<i>Luchtvolumestroom</i> ten behoeve van het ventileren. [m^3/s] Symbool: v
Ventilatiekanaal	Kanaal voor luchttransport ten behoeve van <i>ventilatie</i> .
Ventilatiekoker	<i>Ventilatiekanaal</i> gemaakt van plaatvormige wanden.
Ventilatiestroep	Rastervormige constructie ten behoeve van <i>ventilatie</i> .
Ventilatiesysteem	Het geheel aan voorzieningen waarmee nominale <i>ventilatie</i> tot stand kan worden gebracht.
Ventilatievoorziening	Een onderdeel van een natuurlijk of een mechanisch <i>ventilatiesysteem</i> waarmee ventilatielucht naar een ruimte wordt toegevoerd of uit een ruimte wordt afgevoerd (bij voorbeeld een rooster).
Ventilatievoorziening, zelfregelende	<i>Ventilatievoorziening</i> waarvan de capaciteit zonder ingrijpen van de bewoner al of niet elektrisch en/of sensor gestuurd zich binnen zekere grenzen aanpast aan klimatologische omstandigheden.
Ventilatievoud	Het aantal malen dat per uur een hoeveelheid lucht in een ruimte wordt gebracht die gelijk is aan de inhoud van de ruimte. [h^{-1}]. Symbool: n
Ventilator	Toestel om verse lucht in vertrekken te brengen of verbruikte lucht eruit weg te zuigen.
Ventilering	Luchtverversing waarbij toevoer van buitenlucht en afvoer van verontreinigde lucht uit de ruimte plaatsvindt.

Ventilering, lokale	Een voorziening die in een beperkt deel van de ruimte lucht af- of toevoert of beide tegelijk.
Ventilering, mechanische	<i>Ventilatie</i> die tot stand wordt gebracht met behulp van een <i>ventilator</i> .
Ventilering, natuurlijke	<i>Ventilatie</i> die tot stand komt door de invloed van de wind en/of de invloed van het temperatuurverschil tussen de lucht buiten en de lucht binnen.
Verdringing	Zie verdringingsventilatie.
Verdringingsventilatie	Het verplaatsen van schone lucht zonder dat <i>vermenging</i> optreedt met verontreinigde lucht.
Windbeschutting	De mate waarin de omgevende bebouwing en/of bebossing de wind belemmert in zijn aanstroming naar een gebouw.

4. Beaufortschaal voor windkracht

Gemiddelde windsnelheid

bft	term	m/s	knopen	km/h
0	windstil	0 – 0,2	< 1	< 1
1	zwakke wind	0,3 – 1,5	1 – 3	1 - 5
2	“ “	1,6 – 3,3	4 – 6	6 - 11
3	matige wind	3,4 – 5,4	7 – 10	12 - 19
4	“ “	5,5 – 7,9	11 – 16	20 - 28
5	vrij krachtige wind	8,0 – 10,7	17 – 21	29 - 38
6	krachtige wind	10,8 – 13,8	22 – 27	39 - 49
7	harde wind	13,9 – 17,1	28 – 33	50 - 61
8	stormachtige wind	17,2 – 20,7	34 – 40	62 - 74
9	storm	20,8 – 24,4	41 – 47	75 - 88
10	zware storm	24,5 – 28,4	48 – 55	89 – 102
11	zeer zware storm	28,5 – 32,6	56 – 63	103 – 117
12	orkaan	> 32,6	> 63	> 117

5. MAC-waarden

MAC-waarden van veel voorkomende stoffen (MAC: maximaal aanvaarde concentratie).

Naam van de stof	ppm	mg/m ³	C/H
Aceton	750	1780	
Ammoniak	20	14	
Asfaltrook (bitumineus)	-	5	
Aspirine (acetylsalicylzuur)	-	5	
Azijnzuur	10	25	
Benzeen (vanaf 1-1-1998)	1	3.25	H
Benzine	50	240	
Blauwzuur (cyaanwaterstof)	10	11	C/H
n-Butaan	600	1430	
Cadmium en -verbindingen (als Cd)	-	0.005	
Chloor	1	3	C
Chroom metallisch		0.5	
Cyaniden (als CN)	-	5	H
DDT	-	1	
Dieldrin	-	0.25	H
Endrin	-	0.1	H
Ethanol	500	1000	
Ethylbenzeen	50	215	H
Fenol	2	8	H
Fluor	0.2	0.5	15 min.
Fluoriden (als F)	-	3.5	15 min.
Formaldehyde	1	1.5	
Fosfor (geel)	-	0.1	
Fosforwaterstof	0.3	0.4	
Fosgeen (carbonyl-chloride)	0.02	0.08	
Gips (Calciumsulfaat)	-	10	
Glas (vezel)		2	
Houtstof (niet allergeen)	-	2	
Jodium	0,1	1	C
Kolenstof		2	
Kooldioxide	5000	9000	
Koolmonoxide	25	29	
Koper (rook)	-	0,2	
Koper (stof)	-	1	
Krijt (calciumcarbonaat)	-	10	
Kwarts	-	0,075	
Kwik (metaal)	-	0,05	
Lasrook		3,5	
Lood en anorganische Loodverbindingen (als Pb)	-	0.15	
LPG (liquified Petroleum Gas)	1000	1800	
Magnesiet (magnesiumcarbonaat)		10	
Methanol	200	260	
Mierenzuur	5	9	
Naftaleen	10	50	
Nicotine	0.07	0.5	H
Nikkel	-	1	
Nitrobenzeen	1	5	H
Nitroglycerine	0.05	0.5	H
Olienevel (minerale olie)		5	
Perchloorethyleen (tetrachloorethyleen)	35	240	H
Portland cement		10	
Roet (carbon black)		3.5	

Naam van de stof	ppm	mg/m ³	C/H
Saccharose		10	
Salpeterzuur	0.5	1.3	15 min.
Stikstofdioxide	2	4	
Stikstofmonoxide	25	30	
Stof (inhaleerbaar)		10	
Stof, respirabel stof		5	
Styreen	25	107	
Terpentine (peut)	100	575	
Tetrachloorkoolstof	2	12.6	H
Tin (metaal)		2	
Tolueen	40	150	
1, 1, 1 – Trichloorethaan	100	555	
1, 1, 2 – Trichloorethaan	10	45	H
Trichloorethyleen	35	190	
Uranium en –verbindingen (als U)	-	0.2	
Waterstofperoxide 90%	1	1.4	
Xyleen (o, m- en p-isomeren)	50	210	H
IJzeroxide (rook) (als FE)	-	5	
Zinkoxide (rook)	-	5	
Zoutzuur	5	8	
Zwaveldioxide	2	5	
Zwavelwaterstof	10	15	
Zwavelzuur	-	1	

Toelichting

MAC-TGG: over de tijd gemiddelde MAC bij een blootstelling tot 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week

C: Ceiling-waarde; overschrijding van deze concentratie moet in alle gevallen voorkomen worden

H: opname door huidcontact relatief gemakkelijk

Bron: Nationale MAC-lijst 2001; (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid).

6. PERIODIEK SYSTEEM DER ELEMENTEN EN KENMERKEN

Enige relatieve atoommassa's

Aluminium	Al	27,0	Lood	Pb	207,2
Antimoon	Sb	121,8	Magnesium	Mg	24,3
Arsenicum	As	74,9	Mangaan	Mn	54,9
Barium	Ba	137,3	Molybdeen	Mo	95,9
Borium	B	10,8	Natium	Na	23,0
Broom	Br	79,9	Nikkel	Ni	58,7
Cadmium	Cd	112,4	Seleen	Se	79,0
Calcium	Ca	40,1	Silicium	Si	28,1
Chloor	Cl	35,5	Stikstof	N	14,0
Chroom	Cr	52,0	Tin	Sn	118,7
Cobalt	Co	58,9	Titaan	Ti	47,9
Fluor	F	19,0	Vanadium	V	50,9
Fosfor	P	31,0	Waterstof	H	1,0
Jodium	J	126,9	IJzer	Fe	55,8
Kalium	K	39,1	Zilver	Ag	107,9
Koolstof	C	12,0	Zink	Zn	65,4
Koper	Cu	63,5	Zuurstof	O	16,0
Kwik	Hg	200,6	Zwavel	S	32,1

Chemische elementen: periodiek systeem

1-Ia	2-IIa	3-IIIB	4-IVb	5-Vb	6-VIb	7-VIIB	8-VIII	9-VIII	10-VIII	11-Ib	12-IIb	13-IIIA	14-IVA	15-VA	16-VIA	17-VIIa	18-VIIIA
H Waterstof 1 1.00794																	He Helium 2 4.002602
Li Lithium 3 6.941	Be Beryllium 4 9.012182											B Boor 5 10.811	C Koolstof 6 12.0107	N Stikstof 7 14.0067	O Zuurstof 8 15.9994	F Fluor 9 18.9984032	Ne Neon 10 20.1797
Na Natrium 11 22.989770	Mg Magnesium 12 24.3050											Al Aluminium 13 26.981538	Si Silicium 14 28.0855	P Fosfor 15 30.973761	S Zwavel 16 32.065	Cl Chloor 17 35.453	Ar Argon 18 39.948
K Kalium 19 39.0983	Ca Calcium 20 40.078	Sc Scandium 21 44.955910	Ti Titaan 22 47.867	V Vanadium 23 50.9415	Cr Chroom 24 51.9961	Mn Mangaan 25 54.938049	Fe IJzer 26 55.845	Co Kobalt 27 58.933200	Ni Nikkel 28 58.6934	Cu Koper 29 63.546	Zn Zink 30 65.409	Ga Gallium 31 69.723	Ge Germanium 32 72.64	As Arsen 33 74.92160	Se Seleen 34 78.96	Br Broom 35 79.904	Kr Krypton 36 83.798
Rb Rubidium 37 85.4678	Sr Strontium 38 87.62	Y Yttrium 39 88.90585	Zr Zirkoon 40 91.224	Nb Niobium 41 92.90638	Mo Molybdeen 42 95.94	Tc Technetium 43 [97.907216] 4.2 Mj	Ru Ruthenium 44 101.07	Rh Rhodium 45 102.90550	Pd Palladium 46 106.42	Ag Zilver 47 107.8682	Cd Cadmium 48 112.411	In Indium 49 114.818	Sn Tin 50 118.710	Sb Antimoon 51 121.760	Te Telluur 52 127.60	I Jood 53 126.90447	Xe Xenon 54 131.293
Cs Cesium 55 132.90545	Ba Barium 56 137.327	La Lanthaan 57 138.9055	Hf Hafnium 72 178.49	Ta Tantaal 73 180.9479	W Wolfram 74 183.84	Re Rhenium 75 186.207	Os Osmium 76 190.23	Ir Iridium 77 192.217	Pt Platina 78 195.078	Au Goud 79 196.96655	Hg Kwik 80 200.59	Tl Thallium 81 204.3833	Pb Lood 82 207.2	Bi Bismut 83 208.98038	Po Polonium 84 [208.982415] 102 j	At Astraat 85 [209.987131] 8.1 u	Rn Radon 86 [222.017570] 3.8235 d
Fr Francium 87 [223.019731] 21.8 m	Ra Radium 88 [226.025403] 1600 j	Ac Actinium 89 [227.027747] 21.773 j	Rf Rutherfordium 104 [261.1088] 65 s	Db Dubnium 105 [262.1141] 34 s	Sg Seaborgium 106 [266.1220] 21 s	Bh Bohrium 107 [264.1247] 440 ms	Hs Hassium 108 [277] 12 m	Mt Meitnerium 109 [268.1388] 70 ms	Ds Darmstadtium 110 [281.1621] 1.1 m	Rg Roentgenium 111 [272.1536] 1.5 ms	112 Element-112 112 [285] 10 m	113 Element-113 113 []	114 Element-114 114 [289] 21 s	115 Element-115 115 []	116 Element-116 116 []	117 Element-117 117 []	118 Element-118 118 []

Lanthaniden	Ce Cesium 58 140.116	Pr Praseodymium 59 140.90765	Nd Neodymium 60 144.24	Pm Promethium 61 [144.912743] 17.7 j	Sm Samarium 62 150.36	Eu Europium 63 151.964	Gd Gadolinium 64 157.25	Tb Terbium 65 158.92534	Dy Dysprosium 66 162.500	Ho Holmium 67 164.93032	Er Erbium 68 167.259	Tm Thulium 69 168.93421	Yb Ytterbium 70 173.04	Lu Lutetium 71 174.967
Actiniden	Th Thorium 90 232.0381 1.405 Mj	Pa Protactinium 91 231.03588 32760 j	U Uraan 92 238.02891 4.468 Gj	Np Nepthunium 93 [237.048167] 2.144 Mj	Pu Plutoonium 94 [244.064198] 80.8 Mj	Am Americhium 95 [243.061373] 7370 j	Cm Curium 96 [247.070347] 15.6 Mj	Bk Berkelium 97 [247.070299] 1380 j	Cf Californium 98 [251.079580] 898 j	Es Einsteinium 99 [252.08297] 471.7 d	Fm Fermium 100 [257.095099] 100.5 d	Md Mendelevium 101 [258.0984] 51.5 d	No Nobelium 102 [259.1010] 58 m	Lr Lawrencium 103 [262.1097] 3.6 u

Verbrandingsenthalpiënin 10^5 J mol^{-1} ; 298 K; 1 atm

methaan(g)	-8,90	methanal(g)	-5,50
ethaan(g)	-15,60	ethanal(g)	-11,67
propaan(g)	-22,20	methoxymethaan(g)	14,54
<i>n</i> -butaan(g)	-28,77	ethoxy-ethaan(l)	-27,27
2-methylpropaan(g)	-20,78	mierezuur(l)	-2,70
cyclopropaan(g)	-14,11	azijnzuur(l)	-8,73
etheen(g)	-14,11	propionzuur	-15,74
propeen(g)	-20,58	oxaalzuur(s)	-2,46
<i>l</i> -buteen(g)	-27,17	fumaarzuur	-13,39
<i>cis</i> -2-buteen(g)	-27,10	melkzuur(s)	-13,64
<i>trans</i> -2-buteen(g)	-27,02	citroenzuur(s)	-19,85
1,3-butadiëen(g)	-25,42	alanine(s)	-16,22
benzeen(l)	-32,73	ureum(s)	-6,34
tolueen(l)	-39,10	ribose(s)	-23,49
ethyn(g)	-13,00	glucose(s)	-28,16
propyn(g)	-19,38	galactose(s)	-28,06
methanol(l)	-7,26	maltose(s)	-56,49
ethanol(l)	-13,67	saccharose(s)	-56,47
glycerol(l)	-16,61		

Vormingsenthalpiënin 10^5 J mol^{-1} ; 298 K; 1 atm**A. Anorganische stoffen**

AgBr(s)	-0,99	CaO(s)	-6,36	H ₂ O(l)	-2,86	N ₂ O(g)	+0,82
AgCl(s)	-1,27	Ca(OH) ₂ (s)	-9,87	H ₂ O(g)	-2,42	NO(g)	+0,90
AgI(s)		CO(g)	-1,11	H ₂ S(g)	-0,20	NO ₂ (g)	+0,34
BaCl ₂ (s)	-8,60	CO ₂ (g)	-3,94	KCl(s)	-4,36	O ₃ (g)	+1,42
BaCO ₃ (s)	-12,18	CS ₂ (l)	+0,88	KI(s)	-3,28	P _x (s) rood	-0,18
BaO(s)	-5,58	CuO(s)	-1,55	LiCl(s)	-4,09	SiO ₂ (s)	-9,09
BaSO ₄ (s)	-14,65	Fe ₂ O ₃ (s)	-8,22	MgCl ₂ (s)	-6,42	SnCl ₂ (s)	-3,25
C(s) diamant		HBr(g)	-0,36	MgCO ₃ (s)		SO ₂ (g)	-2,97
	+ 0,019	HCl(g)	-0,92		-11,13	SO ₃ (g)	-3,95
CaCl ₂ (s)	-7,95	HI(g)	+0,26	NaCl(s)	-4,11	SnO(s)	-3,48
CaCO ₃ (s)	-12,07	HNO ₃ (l)	-1,73	NH ₃ (g)	-0,46	ZnS(s)	-2,03

B. Organische stoffen

methaan(g)	CH ₄	-0,76	methanol(l)	-2,40
ethaan(g)	C ₂ H ₆	-0,86	ethanol(l)	-2,79
propaan(g)	C ₃ H ₈	-1,06	methanal(g)	-1,30
<i>n</i> -butaan(g)	C ₄ H ₁₀ (⁴)	-1,29	ethanal(g)	-1,93
2-methylpropaan(g)		-1,37	methoxymethaan(g)	-1,92
cyclopropaan(g)		+0,38	ethoxy-ethaan(l)	-2,79
etheen(g)	C ₂ H ₄	+0,51	mierezuur(l)	-4,10
propeen(g)		+0,18	azijnzuur(l)	-4,87
1-buteen(g)		-0,03	aminomethaan(g)	-0,23
<i>cis</i> -2-buteen(g)		-0,10	amino-ethaan(g)	-0,47
<i>trans</i> -2-buteen(g)		-0,18	chloormethaan(g)	-0,81
1,3-butadiëen(g)		+1,08	broommethaan(g)	-0,35
benzeen(l)	C ₆ H ₆	+0,51	joodmethaan(l)	-0,16
tolueen(l)		+0,08	dichloormethaan(l)	-1,21
ethyn(g)		+2,26	trichloormethaan(l)	-1,34
propyn(g)		+1,84	tetrachloormethaan(l)	-1,37

Sublimatie- en verdampingsenthalpiënin 10^5 J mol^{-1} ; 298 K; 1 atm.**A. Vaste stoffen**

Li	+1,61	Ag	+2,86	Fe	+4,18	Al	+3,24
Na	+1,08	Mg	+1,49	Cu	+3,39	C(grafiet)	+7,15
K	+0,90	Ca	+1,77	Pb	+1,96	I ₂	+0,62
Rb	+0,82	Ba	+1,75	Zn	+1,30	P ₄ (wit)	+0,55
Cs	+0,78						

B. Vloeistoffen

Hg	+0,61	H ₂ O	+0,44	CH ₃ OH	+0,38	C ₆ H ₅ -CH ₃	+0,37
Br ₂	+0,31	C ₆ H ₆	+0,34	CH ₃ -CH ₂ OH	+0,43		

Soortelijke massa van elementen in kgm^{-3} **A. Vaste elementen, bij 20° C**

Aluminium	$2,70 \cdot 10^3$	Nikkel	$8,9 \cdot 10^3$
Goud	$19,3 \cdot 10^3$	Platina	$21,4 \cdot 10^3$
Koolstof (diamant)	$3,52 \cdot 10^3$	Wolfraam	$19,3 \cdot 10^3$
Koolstof (grafiet)	$2,25 \cdot 10^3$	IJzer	$7,9 \cdot 10^3$
Koper	$8,9 \cdot 10^3$	Zilver	$10,5 \cdot 10^3$
Lood	$11,3 \cdot 10^3$	Zink	$7,1 \cdot 10^3$
Magnesium	$1,74 \cdot 10^3$	Zwavel	$2,06 \cdot 10^3$
Natrium	$0,97 \cdot 10^3$		

B. Vloeibare elementen

Kwik	20	°C	$13,6 \cdot 10^3$
Deuterium	23,5	K	$0,17 \cdot 10^3$
Helium	4,215	K	$0,81 \cdot 10^3$
Stikstof	77,34	K	$0,81 \cdot 10^3$
Waterstof	20,38	K	$0,071 \cdot 10^3$
Zuurstof	90,18	K	$1,13 \cdot 10^3$

C. Gasvormige elementen bij 0° C en 1 atm.

Argon	1,78	Neon	0,90
Chloor	3,21	Stikstof	1,25
Deuterium	0,18	Waterstof	0,090
Helium	0,179	Xenon	5,90
Krypton	3,75	Zuurstof	1,43

Soortelijke massa van enige verbindingen bij 15 °C in kgm⁻³**A. Vaste stoffen**

Brons (machine-)	8,6	.10 ³	Messing	8,4-8,7	.10 ³
Glas (flessen-)	2,6-2,8	.10 ³	Porselein	2,2-2,5	.10 ³
(flint-)	3,1-3,9	.10 ³	Staal	6,9-8,9	.10 ³
Hout (balsa-)	0,15	.10 ³	Steen (bak-)	1,4-1,6	.10 ³
(ebbe-)	1,26	.10 ³	(basalt-)	2,7-3,2	.10 ³
(eike-)	0,78	.10 ³	(klinker-)	1,5-2,0	.10 ³
(vure-)	0,58	.10 ³	Suiker (riet-)	1,61	.10 ³
Ivoor	1,83-1,92	.10 ³	IJzer (grijs giet-)	6,7-7,6	.10 ³
Keukenzout	2,17	.10 ³	(wit giet-)	7,0-7,8	.10 ³
Kurk	0,24	.10 ³	(smeed-)	7,8-7,9	.10 ³
Kwarts	2,62	.10 ³	Zand (fijn en droog)	1,4-1,65	.10 ³
Marmer	2,5-2,8	.10 ³	(fijn en vochtig)	1,9-2,0	.10 ³

B. Vloeistoffen (voor oplossingen van zuren, hydroxiden en ammoniak, zie tabel 12)

Aceton	0,79	.10 ³	Glycerol	1,26.10 ³
Alcohol (ethanol)	0,79	.10 ³	Melk	1,03.10 ³
Benzine	0,72-0,76	.10 ³	Tetra	1,59.10 ³
			(chloormethaan)	
Benzeen	0,88	.10 ³	Water	1,00.10 ³
Chloroform	1,49	.10 ³	Zeewater	1,03.10 ³
Ether	0,71	.10 ³		

7. BINNENMILIEU : LUCHT, GASSEN EN DAMPEN

Samenstelling van schone, droge lucht

Zuurstof	20,93 vol. %
Stikstof	78,10 vol.%
Kooldioxide	0,03 vol.%
Edelgasen e.a.	0,94 vol.%

Meestal bevat lucht ca 1 vol.%

Dichtheid t.o.v. lucht

Uit veiligheidsoogpunt is het vaak van belang te weten of een gas of damp lichter of zwaarder is dan lucht.

Voor *gassen* geldt het volgende :

Indien de soortgelijke dichtheid van lucht bij een bepaalde temperatuur gelijk 1 wordt gesteld, geldt voor de relatieve dichtheid van een gas bij dezelfde temperatuur :

$$\text{rel. dichtheid gas} = \frac{M}{29,0}$$

waarin M de relatieve molecuulmassa van het betreffende gas is ; 29,0 is de gemiddelde molecuulmassa van de lucht. Meestal wordt deze grootte de relatieve dampdichtheid genoemd, maar voor dampen van vloeistoffen geldt deze grootte slechts voor temperaturen boven het kookpunt van de vloeistof.

Bij *vloeistoffen* bij kamertemperatuur (ca 20° C) ontstaat een damp/luchtmengsel, waarvan de dichtheid ten opzichte van zuivere lucht niet alleen afhangt van de relatieve molecuulmassa van de vloeistof, maar ook van de grootte van zijn verzadigde dampspanning.

Op de Chemiekaarten is deze dampdichtheid aangegeven met 'Rel. dichth. Bij 20° C van verz. damp/luchtmengsel (lucht = 1) '. Deze is met de volgende formule te berekenen :

$$d_m = \frac{1013 - P_{20}}{1013} + \frac{1000 \cdot M_{P_{20}}}{22,4 \cdot 1013 \cdot 1293}$$

(1293 = soortelijke massa van lucht in g/m³ bij 0° C en 1013 mbar)

of verder uitgewerkt :

$$d_m = 1 + 34,1 \cdot 10^{-6} \cdot P_{20} \cdot (M - 29,0)$$

waarin :

d_m	=	relatieve dichtheid van het verzadigde damp/luchtmengsel bij 20° C ten opzichte van lucht.
P_{20}	=	verzadigde dampspanning van de vloeistof bij 20° C in mbar.
M	=	relatieve molecuulmassa van de betreffende vloeistof.

Concentratie van gassen en dampen in lucht

Deze wordt uitgedrukt in volume %, inppm of in mg/m³.

$$\begin{aligned} 1 \text{ vol.}\% &= 1 \text{ volumedeel gas of damp per } 100 \\ &= 10.000 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ ppm} &= 1 \text{ volumedeel ('part') gas of damp per miljoen volumedelen verontreinigde lucht} \\ &= 1 \text{ cm}^3 \text{ (ml) gas of damp per m}^3 \text{ verontreinigde lucht} \\ &= 10^{-4} \text{ vol.}\% \text{ verontreinigde lucht} \end{aligned}$$

$$1 \text{ mg/m}^3 = 1 \text{ mg gas of damp per m}^3 \text{ verontreinigde lucht}$$

Tussen ppm en mg/m³ bestaat bij 20°C en 1013 mbar het volgende verband (in lucht):

$$1 \text{ ppm} = \frac{M}{24} \text{ mg/m}^3 \qquad 1 \text{ mg/m}^3 = \frac{24}{M} \text{ ppm}$$

waarin M de relatieve molecuulmassa van de betreffende stof is.

Voor andere temperaturen geldt :

$$1 \text{ ppm} = \frac{273 \cdot M}{22,4 \cdot T} \text{ mg/m}^3$$

waarin T de temperatuur in kelvin is ; 22,4 is het molaire volume in liters van een gas bij 0° C en 1013 mbar.

Dampspanning en dampconcentratie

Indien de verzadigde dampspanning van een stof bij een bepaalde temperatuur bekend is, kan hieruit de dampconcentratie bij benadering als volgt berekend worden :

$$C = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{P}{1013} \cdot \frac{273}{T} \cdot 10^6$$

waarin :

$$\begin{aligned} C &= \text{concentratie in mg/m}^3 \text{ lucht} \\ M &= \text{relatieve molecuulmassa} \\ P &= \text{dampspanning in mbar bij temperatuur } T \\ T &= \text{temperatuur in kelvin} \end{aligned}$$

Bij 20° wordt deze formule :

$$C_{20} = 41 M \cdot P_{20}$$

De relatie tussen dampspanning en volumepercentage in de lucht is :

$$\text{Vol.}\% = \frac{100 \cdot P}{1013}$$

Voorts geldt bij een luchtdruk van 1013 mbar dat een partiële dampspanning van 1 mbar overeenkomt met een concentratie van 987 ppm.

Benadering verzadigde dampspanning van vloeistoffen

Indien in de literatuur geen waarde kan worden gevonden, kan de volgende formule worden toegepast :

$$\text{Log } P_{20} = 2,8808 - \frac{(a_n t_k + b_n)(t_k - 20)}{296,1 - 0,15 t_k}$$

Hierin is :

P_{20} = verzadigde dampspanning bij 20° C in mm Hg(!)
 t_k = kookpunt bij atmosferische druk in ° C
 a_n en b_n = stofconstanten, afhankelijk van het groepsnummer n van de stof. Deze constanten zijn af te lezen uit onderstaande tabel, nadat n is vastgesteld.

n	a_n	b_n
1	0,0021	4,31
2	0,0021	4,54
3	0,0021	4,77
4	0,0022	5,00
5	0,0023	5,22
6	0,0023	5,44
7	0,0023	5,67
8	0,0023	5,90

Voor een beperkt aantal stoffen is het groepsnummer bekend, zie de tabel in De Veiligheid (1982) nr. 9. blz. 26/27. Voor andere stoffen is een indeling op groepsnummer mogelijk op grond van de chemische klasse ('familie') als hieronder is aangegeven.

Halogeenverbindingen : beschouw halogeenatomen als 'H' en bepaal dan de groep.
 Indien een stof moeilijk is in te delen kies dan n = 4.

n = 2
 - koolwaterstoffen waarin verhoudingsgewijs weinig andere elementen dan C en H aanwezig zijn
 - ethers
 - siliconen
 - sulfiden

n = 3
 - aldehyden (alkanen)
 - epoxy-verbindingen
 - esters
 - ketonen
 - N-verbindingen

n = 4
 - fenolen (ook meerwaardige)
 - lagere esters (verhoudingsgewijs veel O)

n = 5
 - carbonzuren
 - zuuranhydriden

n = 7
 - alcoholen
 - glycolen

Inertisering

Bij het toevoegen van een inert gas aan een explosief mengsel van brandbare gassen of dampen met lucht naderen de explosiegrenzen elkaar, naarmate het gehalte aan inert gas in het mengsel groter wordt. Bij een bepaald percentage inert gas ontmoeten de explosiegrenzen elkaar: op dit punt is het mengsel niet meer explosief.

Het kleiner worden van het explosiegebied is voor diverse inerte gassen verschillend ; zo is het 'dovend' effect van kooldioxide in het algemeen groter dan van stikstof.

Wanneer het percentage brandbaar gas/damp onbekend is, kan onderstaande tabel bij het bepalen van het explosierisico helpen :

Gas, damp	Inert gas	%	Max O ₂	%	Min z.L.	%	Min m.L.
Waterstof	Kooldioxide		5,9		57		91
Koolmonoxide			5,9		40		68
Etheen			11,7				
Ethaan			13,3		32		88
1,3-Butadieen			13,0				
Benzeen			13,9				
Cyclopropan			13,9				
Propeen			14,1	~	29	~	89
Propaan			14,2		29		89
Pentaaan			14,4				
Hexaaan			14,5		29		94
Butaaan			14,5		28		90
Methaan			14,6		23		77
Motorbenzine			~	14,5	~	29	~
Waterstof	Stikstof		5,0		71		95
Koolmonoxide			5,6		58		80
Etheen			10,0				
Ethaan			11,0		44		93
1,3-Butadieen			10,4				
Benzeen			11,2				
Cyclopropan			11,7				
Propeen			11,5				
Propaan			11,8		42		94
Pentaaan			11,5				
Hexaaan			12,1		41		96
Butaaan			12,1		40		95
Methaan			12,1		36		86
Motorbenzine			~	11,8	~	42	~
Motorbenzine	Uitlaatgassen	~	12,9	~	36	~	94
	CHCl ₂ F (R21)	~	17,2	~	16	~	86
	CCl ₂ F ₂ (R 12)	~	17,8	~	12	~	78
	CCl ₃ F (R 11)	~	18,1	~	11	~	77

~ = waarden bij benadering

% max. O₂ : volume-percentag zuurstof in het totaalmengsel (brandbaar + lucht + inert) waarbeneden het mengsel niet explosief is.

% min. z.L. : volume-percentag inert in het totaalmengsel (brandbaar + lucht + inert) waarboven het mengsel niet explosief is.

% min. m.L. : volume-percentag inert in het totaalmengsel (brandbaar + lucht + inert) waarboven het mengsel niet explosief is en bovendien bij verdunning met lucht geen explosief mengsel kan ontstaan.

De veiligheidsmarge die moet worden aangehouden, hangt onder meer af van de nauwkeurigheid van de meetmethoden (zuurstofbepaling, volume inert) en van menging van de gassen. De waarden van % min. m.L. liggen uiteraard hoog.

Bronnen:

1. Zabetakis, M.G. Flammability characteristics gases and vapors, U.S. Bureau of Mines Bulletin 627 (1964) Washington D.C.
2. Nabert, K. Schön, G. Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbare Gase und Dämpfe, Braunschweig (1970) 2. erweiterte Auflage, Deutscher Eichverlag.

Geurveiligheidsfactor

De reukzin van de mens kan hem soms helpen om tijdig de overschrijding van de Maximale Aanvaardbare Concentratie van een schadelijke stof te constateren. Door J.E. Amoore en E. Hautala is hiertoe een methode ontworpen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een geurveiligheidsfactor (GVF), waarvan de waarden zijn ingedeeld in 5 klassen. Voorts zijn de reukgrenzen van 214 vluchtige stoffen uit diverse bronnen geëvalueerd, op basis waarvan een lijst van verantwoorde gemiddelde waarden is opgesteld.

Deze reukgrenzen geven de concentratie van een stof in de lucht aan waarbij 50% van de proefpersonen de geur nog juist waarneemt. Het gaat hierbij om op de geur geattendeerde personen. De geurveiligheidsfactor (GVF) wordt gedefinieerd als :

$$GVF = \frac{MAC - TGG(ppm)}{reukgrens(ppm)}$$

De GVF is dus 1 indien 50% van de geattendeerde personen de stof ruikt bij een concentratie die gelijk is aan de MAC-waarde.

Amoore en Hautala hebben voorts nagegaan wat de invloed van afleiding, zoals bezig zijn met produktietaken, op de geurwaarneming is. Het blijkt dat pas bij een GVF van 26, 50% van de afgeleide personen de stof ruikt bij het bereiken van de MAC-waarde. Voor de geattendeerde personen betekent GVF = 26 dat 99% van hen het bereiken van de MAC-waarde aan de geur kan constateren. De waarden van de GVF zijn daarom in klassen ingedeeld met de onderstaande omschrijving.

Klasse	GVF	Omschrijving
A	> 550	Meer dan 90% van de blootgestelde personen neemt het bereiken van de MAC-waarde via de reuk waar, ook bij afleiding door werkzaamheden.
B	26-550	Idem voor 50 tot 90% van de afgeleiden personen.
C	1-26	Idem voor minder dan 50% van de afgeleide personen
D	0,18-1	10 tot 50% van de op de geur geattendeerde personen kunnen via de reuk het bereiken van de MAC-waarde waarnemen.
E	<0,18	Idem voor minder dan 10% van de geattendeerde personen.

Uitgaande van de MAC-waarde van een stof en van zijn reukgrens, kan de GVF eenvoudig worden berekend, waaruit dan via de tabel de geurveiligheidsklasse kan worden bepaald. Stoffen die tot de zuurstof verdringende gassen behoren, hebben geen MAC-waarde. Om van deze stoffen toch een geurveiligheidsfactor te berekenen, kan in plaats van de MAC-waarde een waarde van 14.000 ppm worden ingevuld. Bij een concentratie van 14.000 ppm van een vreemd gas in de lucht is het zuurstofgehalte nog slechts 18%, hetgeen een gevaarlijk lage waarde is.

Slechts bij werken met stoffen die in klasse A of B vallen, is de kans dat men tijdig gewaarschuwd wordt voor MAC-overschrijding groot tot redelijk groot. Daarom wordt op de chemiekaarten bij GVF < 26 aangegeven dat de geur van de stof onvoldoende waarschuwt bij overschrijding van de MAC. De meeste vluchtige stoffen, waarvan in het artikel van Amoore en Hautala de reukgrenzen zijn aangegeven, vallen in de klassen C, D of E.

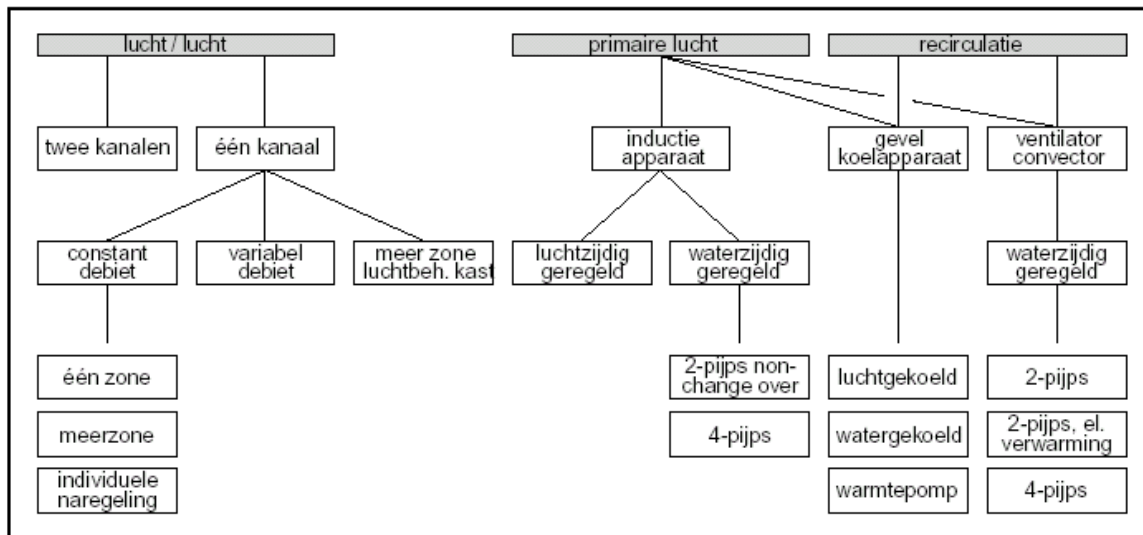
Met andere woorden : meestal mag men niet op waarschuwing door de reuk rekenen, nog afgezien van situaties waarin verscheidene chemicaliën aanwezig zijn, die elkaars reuk kunnen maskeren. Er zijn nog meer redenen waarom de reukzin van de mens, hoe gevoelig ook, als concentratiemonitor voor gevaarlijke

dampen en gassen tekort schiet, zoals het feit dat sommige stoffen reukloos zijn, de gewenning respectievelijk de verlamming van reukzenuwen, de persoonlijke uitzondering op de gemiddelde reukzin, enz.

Voeg hierbij dat overschrijding van de MAC voor sommige chemicaliën snel tot acuut gevaarlijke situaties kan leiden, dan zal het duidelijk zijn dat de neus als monitor voor schadelijke dampen en gassen slechts beperkte waarde heeft.

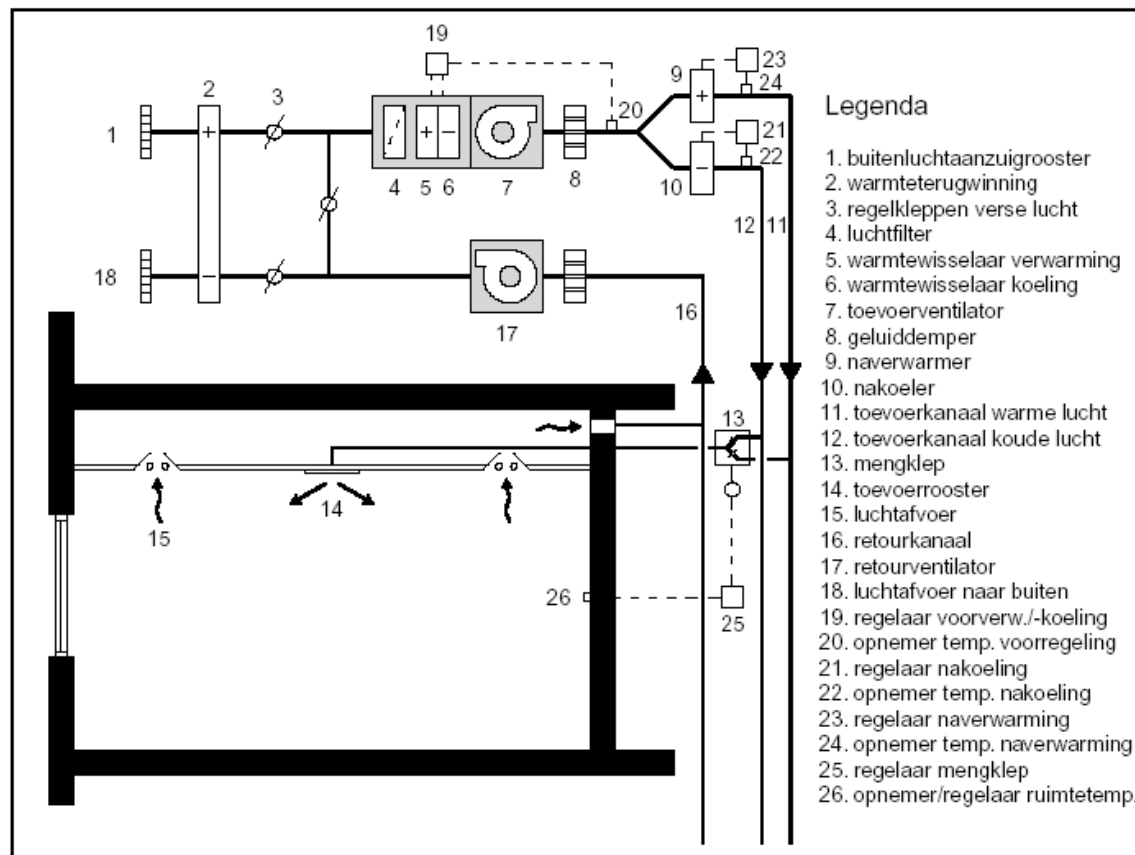
8. BINNENKLIMAAT: VENTILATIE EN THERMISCH COMFORT

Overzicht luchtbehandelingssystemen

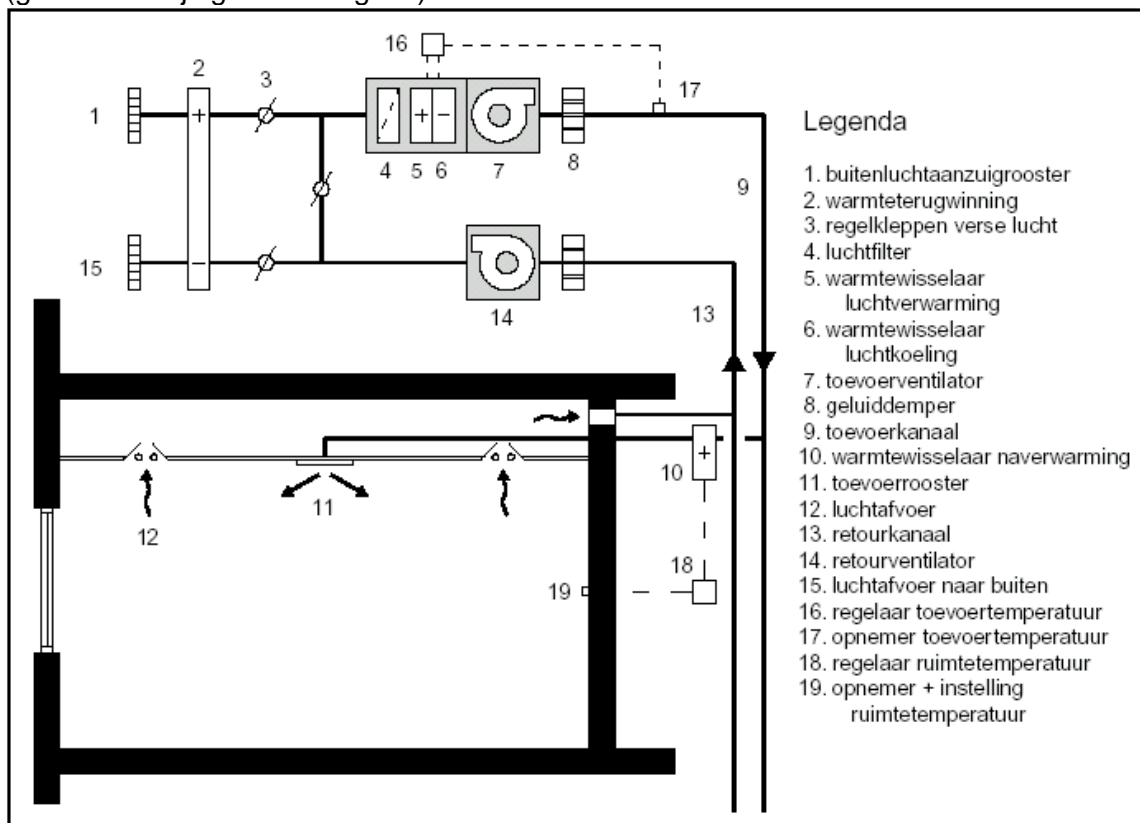


Twee-kanalen systeem

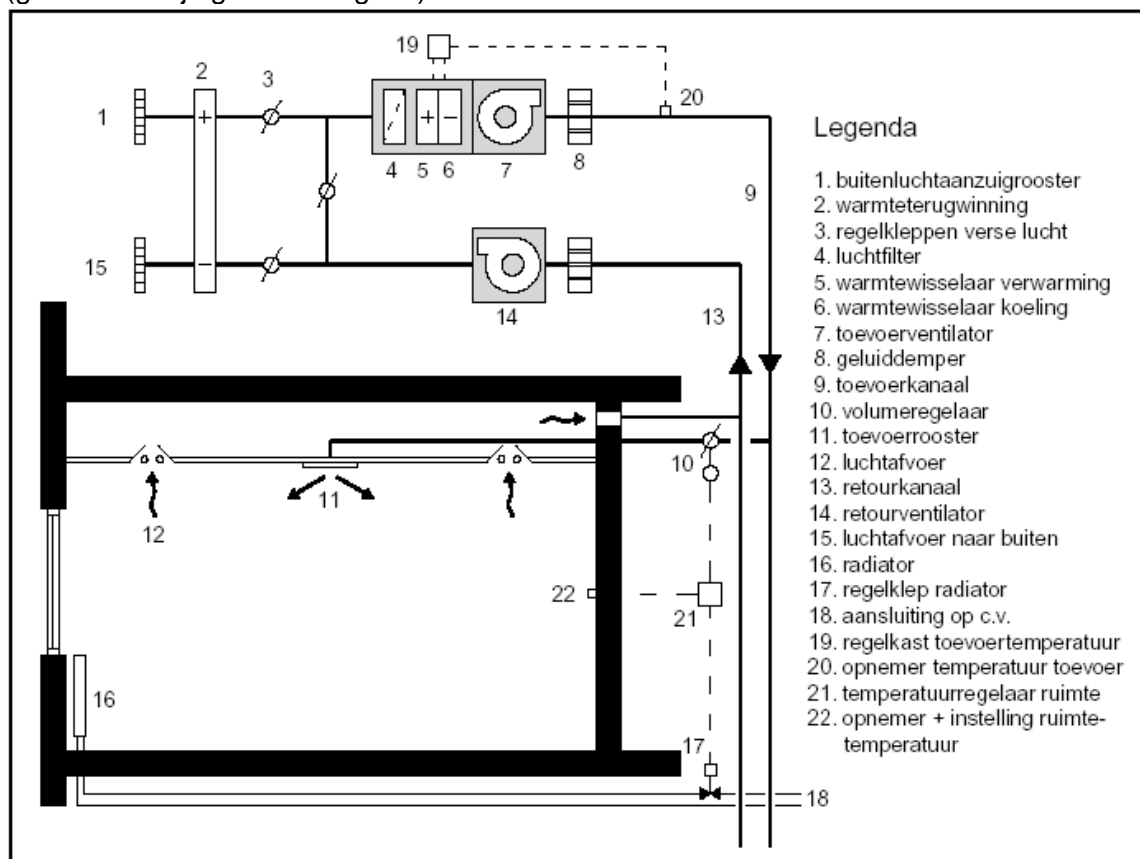
(geen waterzijdige cv-weergave)



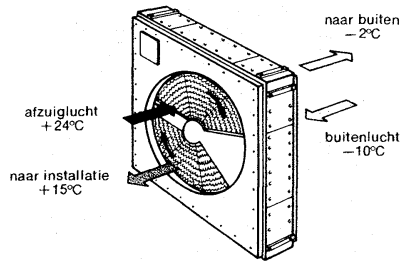
Eén-kanaal systeem: constant debiet CAV
(geen waterzijdige cv-weergave)



Eén-kanaal systeem: variabel debiet VAV
(geen waterzijdige cv-weergave)



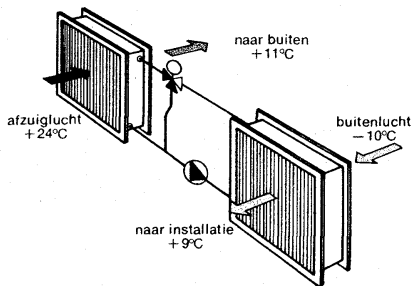
Warmteterugwinsystemen



Roterend wiel (Heat wheel)

- roterende warmtewisselaar, gevuld met warmte vasthoudend materiaal
- toevoer- en afzuiglucht gaan in tegenstroom ieder door een helft van het wiel
- omloopsnelheid ca 10 omw/min; capaciteitsregeling dmv toerental
- vraagt nogal wat ruimte
- kan in luchtbehandelingskast worden opgenomen.

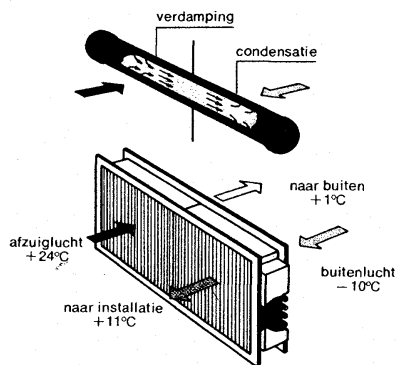
- rendement maximaal	80%	- toevoer- en afzuiglucht bij elkaar:	ja
- warmte-overdracht:	ja	- bewegende delen:	ja
- vochtoverdracht:	ja	- volledige scheiding toevoer- en afzuiglucht:	nee



Het twee batterijen systeem (twin-coil)

- warmtewisselaar in toevoer- en in afzuigluchtkanaal
- warmtewisselaars verbonden dmv circulerend watersysteem
- capaciteitsregeling dmv driewegklep in watercircuit
- kan eenvoudig in luchtbehandelingskast worden opgenomen.

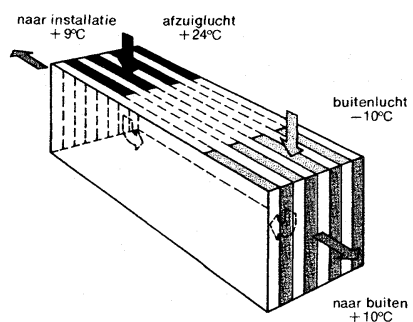
- rendement maximaal	60%	- toevoer en afzuiglucht bij elkaar:	nee
- warmteoverdracht:	ja	- bewegende delen:	ja
- vochtoverdracht:	nee	- volledige scheiding toevoer- en afzuiglucht:	ja



Verdampings-condensatiepijp (Heat-pipe)

- één warmtewisselaar bestaande uit vele hermetisch gesloten pijpjes
- toevoer- en afzuiglucht gaan ieder in tegenstroom door een helft van de warmtewisselaar
- in elk pijpje zorgt koelmiddel door verdampings- en condensatieproces voor opname en afgifte van warmte
- damp verplaatst zich door het midden van het pijpje, vloeistof door de capillaire structuur tegen de buitenwand
- regeling dmv 'by-pass' kleppen in de luchtkanalen.

- rendement maximaal	65%	- toevoer en afzuiglucht bij elkaar:	ja
- warmteoverdracht:	ja	- bewegende delen:	nee
- vochtoverdracht:	nee	- volledige scheiding toevoer- en afzuiglucht:	ja



Platen-warmtewisselaar

- één warmtewisselaar bestaande uit platen van metaal of glas
- afdichting van de kanalen tussen de platen zodanig dat afwisselend afzuig- en toevoerlucht in tegenstroom door de kanaaltjes gaat
- capaciteitsregeling dmv 'by-pass' kleppen in de luchtkanalen
- te plaatsen in aanzuigluchtkanaal

- rendement maximaal	90%	- toevoer- en afzuiglucht bij elkaar:	ja
- warmteoverdracht:	ja	- bewegende delen:	nee
- vochtoverdracht:	nee	- volledige scheiding toevoer- en afzuiglucht:	ja

fig.1

OVERZICHT DIVERSE WARMTE-TERUG-WINNINGSSYST.

Luchtfiltering

(luchtreinheid binnenklimaat)

Tabel: Gemiddeld stofgehalte van lucht

plaats	mg/m ³
platteland	0,05 - 0,10
stedelijke omgeving	0,10 - 0,50
industriegebied	1 - 3
woonruimte	1 - 2
warenhuis	2 - 5
werkplaats	1 - 10

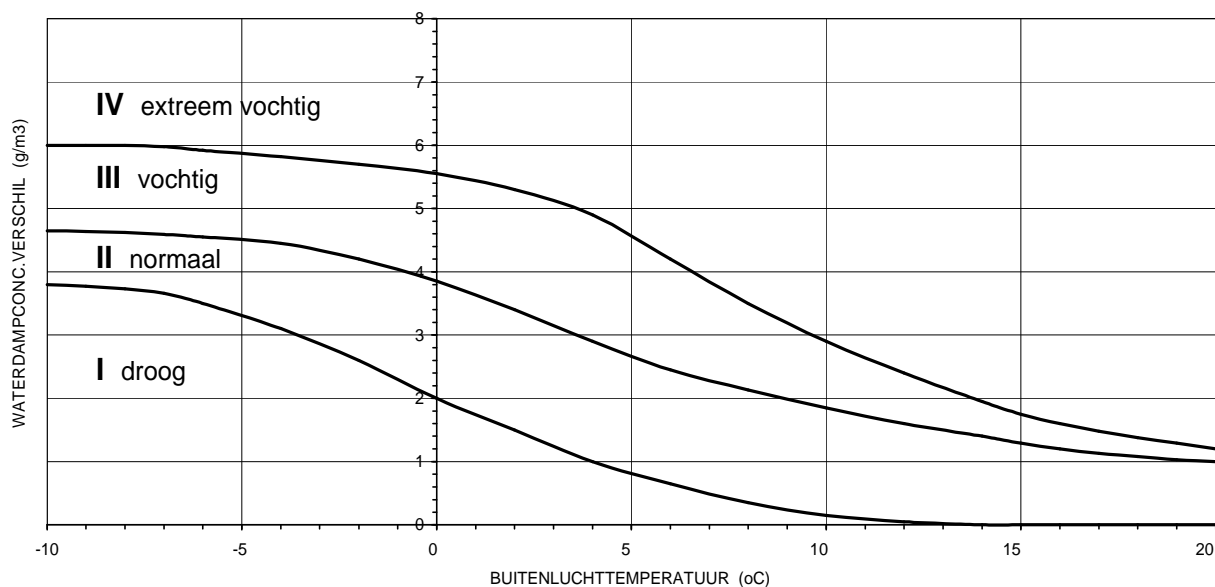
Tabel: Luchtfilterklassen

filtertype	rendement in %	EUROVENT indeling
groffilters (gewichtstest)	<65	EU1
	65-80	EU2
	80-90	EU3
	>90	EU4
fijnfilters (verkleuringstest)	40-60	EU5
	60-80	EU6
	80-90	EU7
	90-95	EU8
	>95	EU9

Binnenklimaatklassen

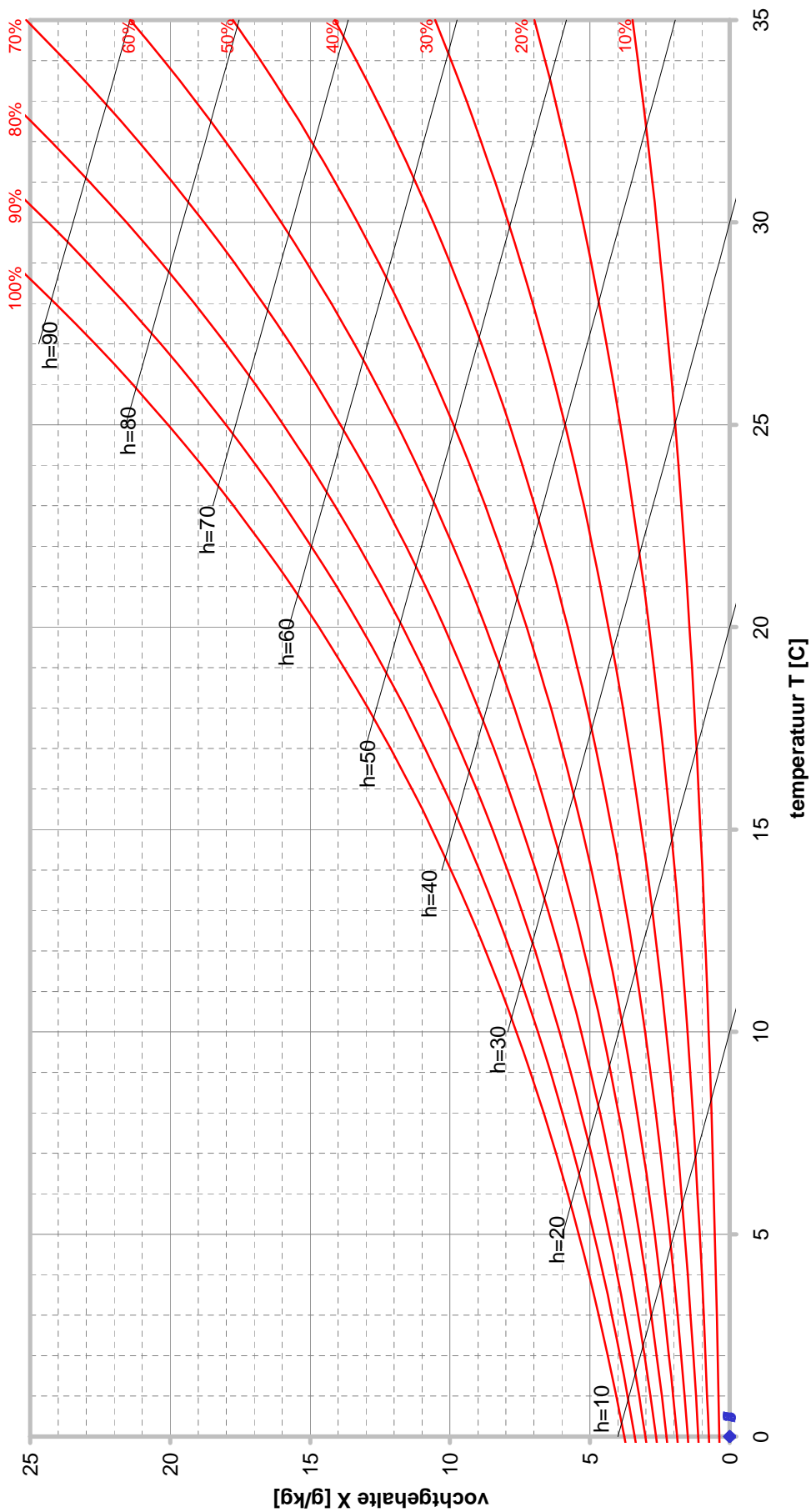
(vochtigheid van het binnenklimaat)

INDELING IN KLIMAATKLASSEN



Mollierdiagram

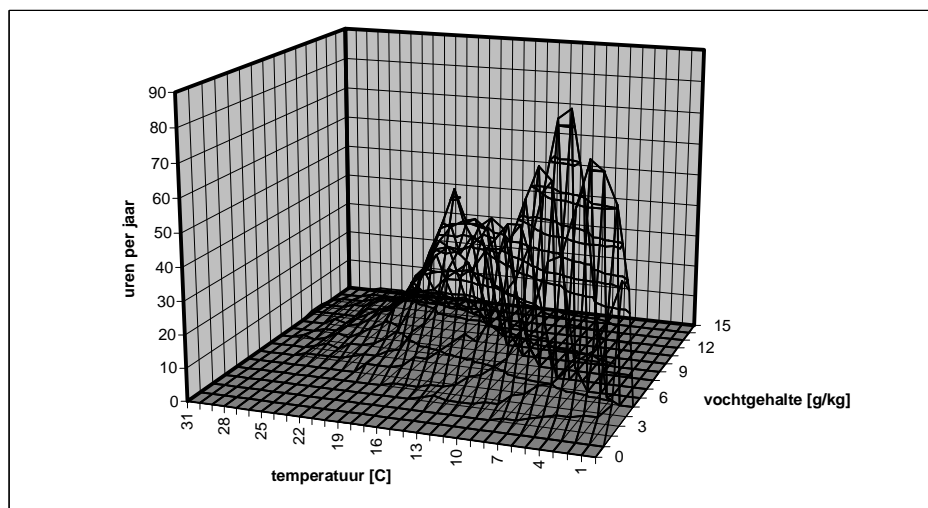
Mollierdiagram
[X-T-h grafiek met RV-lijnen en rekenpunten]



Frequentieverdeling buitenlucht aantal uren per jaar, in bedrijfstijd op werkdagen

uren per jaar in bedrijfstijd: 8-18 [h]

oC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 g/kg	totaal
31												1	1				2
30												1	1	1			3
29									1			1	1	1			4
28										1	2	1	2	1	1	1	9
27							1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	12
26							1	2	3	3	3	4	4	3	1	1	25
25							1	1	2	4	5	4	5	2	1		25
24							1	3	4	6	7	5	6	3	2		37
23							2	3	6	9	8	9	8	3	2		50
22							3	4	8	10	12	12	8	3	1		61
21						3	3	6	14	15	17	12	9	3	1		83
20						3	5	9	17	22	21	13	9	2	1		102
19						3	6	16	22	26	27	17	8	2			127
18					1	4	12	28	33	34	30	20	9	1			172
17					1	7	15	36	42	39	28	23	6				197
16					1	7	21	35	53	41	34	16					208
15				1	2	10	33	36	43	42	32	3					202
14				2	2	13	31	38	42	39	14						181
13				1	3	16	34	42	45	26							167
12				1	6	14	40	41	42	6							150
11				1	7	22	39	46	24								139
10				2	10	29	45	46	7								139
9				2	13	35	56	34									140
8			1	5	21	45	66	16									154
7			1	6	29	61	62										159
6			2	9	43	82	34										170
5			3	10	45	85	7										150
4			4	14	59	63											140
3			4	18	73	29											124
2			5	21	70	2											98
1			5	30	61												96
0			9	42	37												88

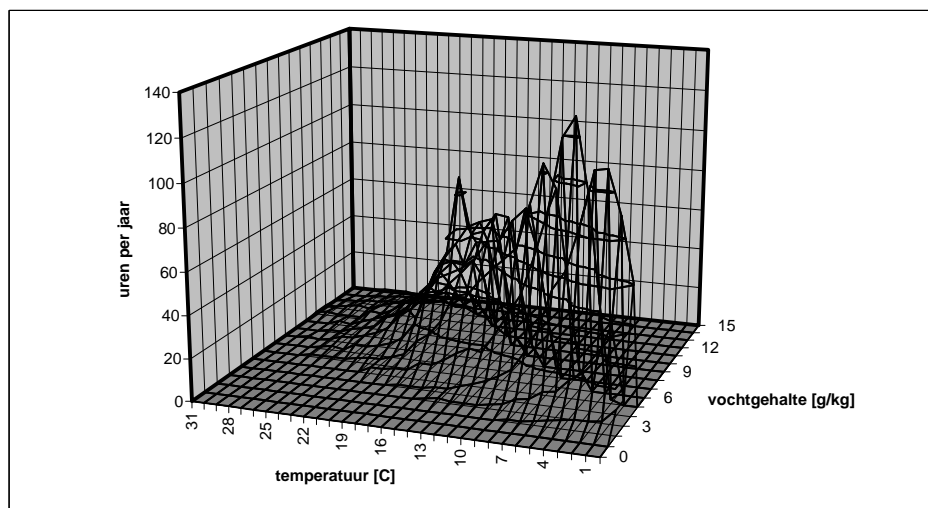


histogram, bij gegeven bedrijfstijd op werkdagen

Frequentieverdeling buitenlucht aantal uren per jaar, in bedrijfstijd op werkdagen

uren per jaar in bedrijfstijd: 8-22 [h]

oC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 g/kg	totaal
31												1	1				2
30												2	1	1			4
29									1			1	2	1			5
28										1	2	1	3	2	1	1	11
27							1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	12
26							1	2	3	3	3	5	4	3	2	1	27
25							1	1	3	4	5	4	6	3	2		29
24							1	4	5	6	7	7	7	3	2	1	43
23							2	4	7	11	9	11	10	4	2		60
22							3	5	10	13	13	14	11	5	2		76
21						3	3	7	17	18	20	16	13	6	1		104
20						3	5	10	21	26	25	18	15	4	1		128
19						4	7	18	27	32	33	24	14	4			163
18					1	4	14	33	41	44	39	30	16	1			223
17					1	8	18	42	51	52	38	37	9				256
16					1	8	25	45	88	61	50	28					306
15				1	2	11	38	48	61	64	51	4					280
14				2	2	15	38	53	63	66	23						262
13				1	4	18	46	62	72	43							246
12				1	6	17	52	63	71	9							219
11				1	8	26	58	73	39								205
10				2	11	36	64	79	10								202
9				3	15	46	85	60									209
8			1	6	24	64	104	24									223
7			1	7	35	86	93										222
6			2	11	54	119	50										236
5			3	12	63	129	10										217
4			4	18	84	96											202
3			5	22	109	46											182
2			5	29	110	2											146
1			6	45	90												141
0			12	12	61												85

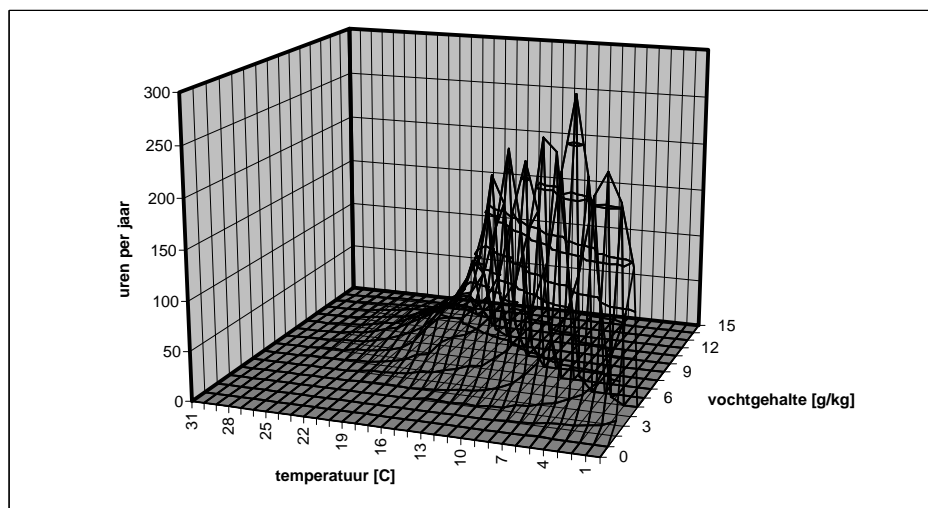


histogram, bij gegeven bedrijfstijd op werkdagen

Frequentieverdeling buitenlucht aantal uren per jaar, in bedrijfstijd op werkdagen

uren per jaar in bedrijfstijd: 0-24 [h]

oC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 g/kg	totaal
31												1	1				2
30											1	1	1	1			4
29								1				1	1	1			4
28								1	1	1	2	1	2	2	1	1	11
27							1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	14
26							1	2	3	3	3	4	4	3	2	1	26
25							1	1	3	4	5	5	5	3	2	1	30
24							1	4	4	7	8	7	7	4	2	1	45
23							2	4	7	11	9	8	9	5	2		57
22						1	2	6	10	14	15	13	10	5	2	1	79
21					1	3	4	8	15	20	20	18	14	6	1		110
20					1	3	6	12	20	27	26	19	17	6	2		139
19					1	4	9	20	27	34	34	25	21	6			181
18					1	5	16	35	40	47	38	38	32	2			254
17						8	18	47	53	56	55	79	20				336
16					1	9	32	50	66	77	93	66	1				395
15				2	2	13	39	50	70	100	142	6					424
14				2	3	16	43	63	90	187	55						459
13				1	5	21	51	75	140	159							452
12				2	6	22	65	100	222	32							449
11				1	8	32	82	165	146								434
10				3	12	41	105	217	21								399
9				3	18	59	159	168									407
8			1	7	28	93	248	51									428
7			1	8	42	134	235										420
6			2	12	68	223	123										428
5		1	4	14	89	297	14										419
4			5	20	134	220											379
3			5	26	209	108											348
2			7	39	233	7											286
1			9	66	205												280
0			15	109	145												269



histogram, bij gegeven bedrijfstijd op werkdagen