

Ventilatie en luchtverdeling in individuele ruimten

Dit artikel bevat een compilatie van een aantal onderwerpen uit de VERAC-Praktijkcursus 'Air-conditioning voor individuele ruimten'.

*De cursus is in opdracht van de VERAC samengesteld door:
P. G. H. Uges van het Het Koude-technisch Centrum Apeldoorn.*

In het najaar 2001 wordt het cursusboek opnieuw uitgegeven via Intechnum te Woerden.

Ventilatie

Luchtverdeling

Bij een luchtbehandelingsinstallatie die goed is berekend en uitgevoerd, kan een slechte luchtverdeling de oorzaak zijn dat de installatie naar de mening van de gebruikers niet aan de verwachtingen voldoet.

Zo kan een te grote luchtsnelheid op bepaalde plaatsen in de ruimte tot ernstige klachten over tocht leiden.

Een te geringe luchtsnelheid daarentegen kan ertoe leiden dat in de ruimte, op verschillende plaatsen gemeten, grote verschillen in temperatuur en vochtigheid heersen. De aanwezigen kunnen zich dan op sommige plaatsen in het vertrek onbehaaglijk voelen en misschien zelfs wat suf of slaperig, wat uiteraard niet de bedoeling is.

Samenvattend, een goed werkend luchtbehandelingssysteem staat of valt met de luchtverdeling in de ruimte.

Luchtbeweging

De luchtbeweging beïnvloedt de persoonlijke warmtebalans.

Zo kan een te sterke luchtbeweging leiden tot een lage huidtemperatuur (tocht) en zelfs tot klachten (een stijve nek e.d.). Een te geringe luchtbeweging kan er toe leiden dat in de ruimte op verschillende plaatsen gemeten, grote verschillen in temperatuur en RV heersen.

Doorslaggevend voor een goed functioneren is de plaats en de wijze waarop de lucht wordt ingeblazen.

De lucht moet daarbij zodanig worden ingeblazen, dat een zo homogeen mogelijke temperatuur wordt gecreëerd zonder tochtverschijnselen.

Om dit te waarborgen is een voldoende, maar ook niet te groot circulatievoud noodzakelijk.

Bij de selectie van de apparatuur wordt een circulatievoud geadviseerd van

6-10 × per uur, e.e.a. afhankelijk van de te conditioneren ruimte. Voor vergaderzalen wordt over het algemeen 12 × per uur aangehouden.

Tocht ontstaat wanneer gevoelige plaatsen zoals hals, nek of enkels worden blootgesteld aan lucht, die te koud is en te snel beweegt. Dit versnelt de warmteafgifte van deze lichaamsdelen en veroorzaakt een gevoel van onbehagen.

Zoals te zien is in figuur 1 is luchtbeweging in de richting van het gelaat de beste oplossing ter voorkoming van tocht. Het is minder gunstig wanneer de lucht het hoofd van boven of van opzij nadert. Benadering van de achterzijde (nek) of op enkelhoogte is het minst aanvaardbaar.

Luchtverversing

Voor moderne gebouwen zijn zo goed luchtdicht dat een zekere luchtverversing noodzakelijk is. De mate van luchtverversing is daarbij afhankelijk van het gebruiksdoel en/of de bezetting van de ruimte.

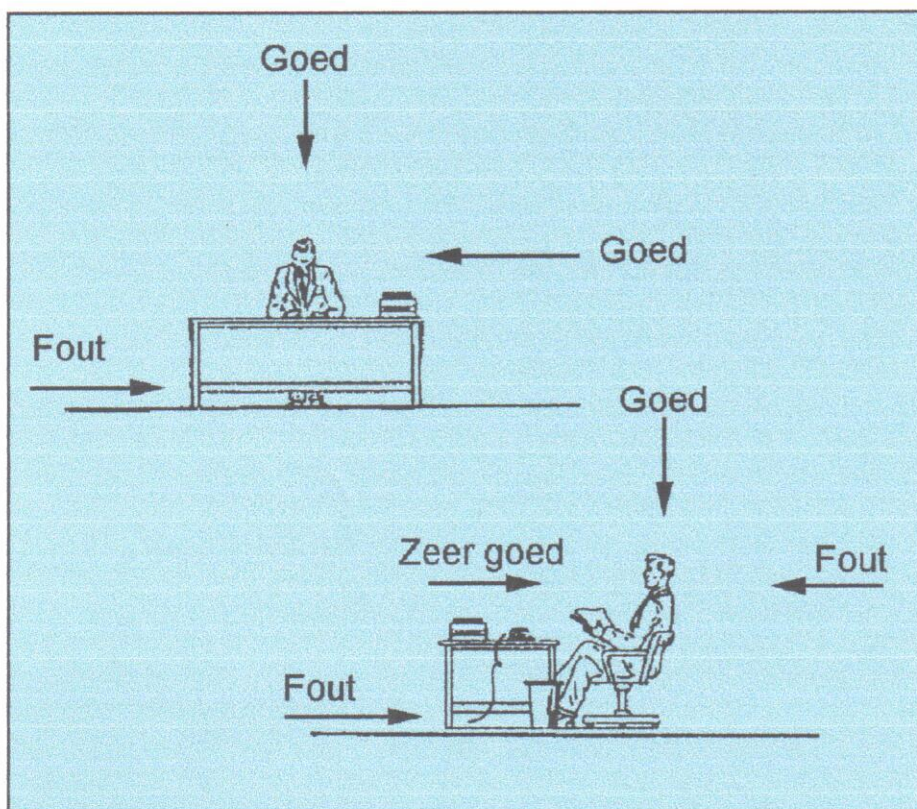
Vochtproblemen in een modern gebouw of woonhuis worden vaak veroorzaakt door onvoldoende ventilatie.

Bij de selectie en capaciteitsberekening van de airconditioner moet van te voren worden bepaald of luchtverversing noodzakelijk is.

Indien het gebouw reeds over een eigen

Klachten

Klachten over de luchtbehandeling zijn onvermijdelijk. Een klein percentage van de mensen klaagt altijd of reageert psychologisch negatief op airconditioning. Het serieus aandacht besteden aan een klacht lost veel op, maar het is onmogelijk iedereen tegelijkertijd tevreden te stellen.



Figuur 1 – Gewenste luchtbeweging

luchtverversings- of afzuigsysteem beschikt kan een airconditioner worden geplaatst zonder aansluiting voor luchtverversing. Wel moet ook dan bij de capaciteitsbepaling rekening worden gehouden met een zekere mate van luchtverversing en hierdoor extra koellast.

Luchtstromen

Het succes van een luchtbehandelingsinstallatie staat of valt, zoals eerder opgemerkt, met een goede luchtverdeling in de ruimte.

Hierbij speelt naast de koellastberekening de selectie van het juiste inblaas- en retourluchtroosters een belangrijke rol. Bij de selectie van toe- of afvoerroosters spelen het luchtdebiet, het toelaatbare statische drukverlies en geaccepteerd geluidsniveau een rol.

De volgende terminologie is van belang is bij het selecteren van de juiste roosters:

$$\text{Circulatievoud} = \frac{\text{luchthoeveelheid unit [m}^3/\text{h]}}{\text{ruimte – inhoud [m}^3\text{]}}$$

Primaire lucht – lucht die door het toevoer kanaal via de roosters of de geperforeerde vloer, -wand, -plafond in de ruimte wordt gebracht.

Secondaire lucht (inductie) – Lucht uit de ruimte, die meegesleurd wordt met de luchtstroom uit het toevoer rooster e.d.

Totale lucht – mengsel van primaire en secondaire lucht.

Inductie – Bij veel roosters is de werking gebaseerd op het injecteren van lucht in de te conditioneren ruimte.

Hierdoor wordt een grote hoeveelheid van de aanwezige lucht meegesleurd. Men noemt dit 'inductie'. Bij voldoende inductie zal de lucht zich goed mengen met de meegezogen lucht (figuur 3).

De **inductievoud** is de totale luchthoeveelheid gedeeld door de primaire luchthoeveelheid.

Kleefeffect – Bij voldoende snelheid zal de lucht aan het plafond blijven kleven. Men noemt dit 'kleefeffect' (coanda-effect). Op haar weg langs het plafond zullen delen van de menglucht het plafond loslaten en goed

verdeeld in de ruimte terecht komen (figuur 4).

Worp – Dit betreft de afstand (in meters) vanaf het rooster tot het punt waar de luchtsnelheid is gedaald tot 0,25 m/s, doorgaans gemeten op een hoogte van ca. 2 m.

Spreiding – De hoek in het horizontale of verticale vlak, die de luchtstroom maakt na het uitblaasrooster te hebben verlaten.

Uitblaassnelheid – De gemiddelde snelheid in m/s waarmee de luchthoeveelheid het doorstroomoppervlak van een rooster passeert.

Temperatuurverschil – Het verschil tussen de temperatuur van de primaire lucht en de ruimte-temperatuur.

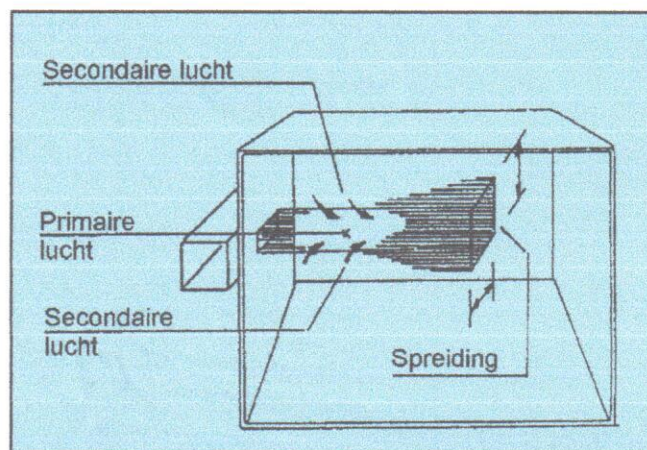
Stratificatie – De vorming van horizontale luchtlagen met een verschillende temperatuur; de koudere luchtlaag bevindt zich dan onder de warmere luchtlaag. Bij stratificatie is dus sprake van onvoldoende menging van de lucht; door turbulentie in de lucht wordt de stratificatie opgeheven.

Plenum

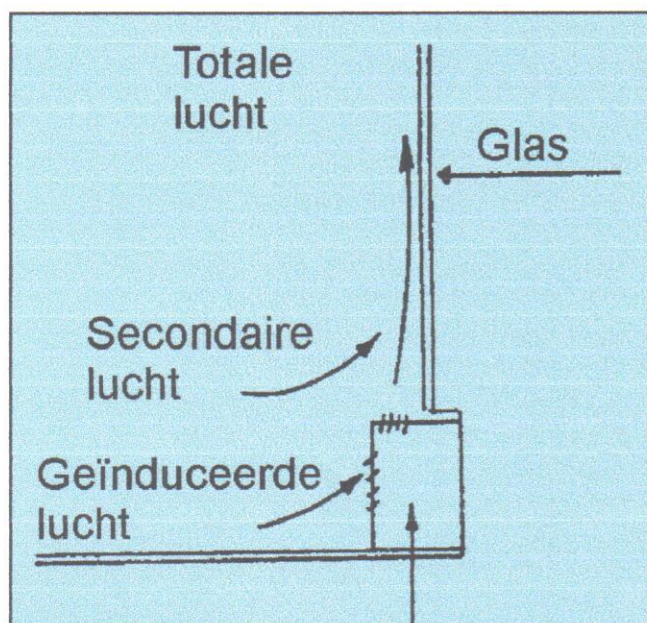
- De ruimte tussen een geperforeerd plafond en het er boven liggend bouwkundig plafond.
- Een luchttoevoerbox boven een anemostaat.

De gemiddelde luchtsnelheid in de ruimte is de totale lucht gedeeld door het oppervlak (A) van de wand tegenover het uitblaasrooster.

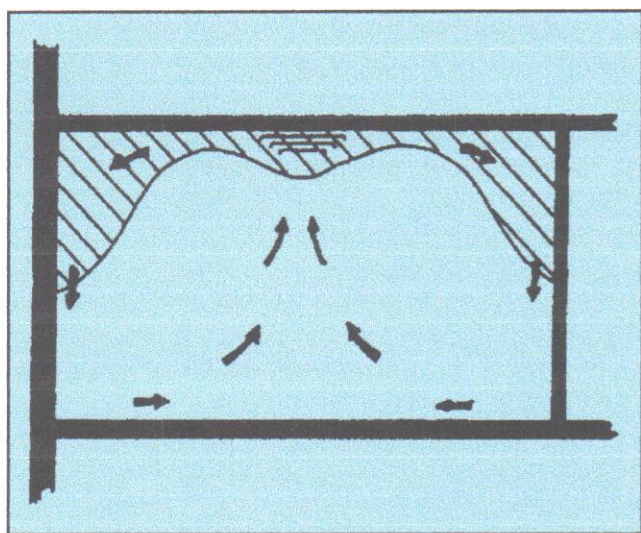
$$\left(\frac{\text{m}^3/\text{sec} \text{ lucht}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{m/sec.} \right)$$



Figuur 2 – Luchtstromen



Figuur 3 – Geïnduceerde lucht



Figuur 4 – Kleefeffect

Luchthoeveelheden en -snelheden

Bij een goed ontworpen luchtbehandelingsinstallatie wordt veel aandacht besteed aan een goede luchtverdeling in de te conditioneren ruimte.

De hoeveelheid in te blazen lucht wordt bepaald door de koellast en het temperatuurverschil.

Bij een goede luchtverdeling is het van belang te voorkomen dat grote temperatuurverschillen in de ruimte kunnen optreden.

Een te hoge luchtsnelheid leidt tot tocht en klachten. Het vermijden van tocht is dan ook belangrijk. Dit kan mede worden voorkomen door het selecteren van de juiste luchtroosters.

Over het algemeen worden in de ruimte gemiddelde luchtsnelheden aanbevolen van 0,15 m/s tot maximaal 0,2 m/s op hoofd en schouderhoogte.

Bij de selectie van een toevoerrooster geldt over het algemeen dat op 1,5 m boven de vloer en op 0,5 m van de wand geen hinderlijke tochtverschijnselen mogen voorkomen.

Een luchtsnelheid van 0,2 m/s wordt wel de tochtgrens genoemd.

Bij de toepassing van inblaasroosters is een ventilatievoud tot 18 haalbaar (aanbevolen wordt 6 tot 10).

Luchtverversing

Voldoende luchtverversing is van belang voor een goed leefmilieu.

Volgens de norm NEN 1087 en 1089 is de hoeveelheid verse lucht o.a. afhankelijk van het aantal aanwezige personen, het soort ruimte – badkamer, wc, keuken, klaslokaal, sportzaal, enz. – en/of het aantal m² vloeroppervlak per ruimte.

Zo geeft deze norm aan dat in een kantoor per persoon 10 dm³/s, in een vergaderruimte per persoon 15 dm³/s verse lucht moet worden toegevoerd.

Is de hoeveelheid luchtverversing niet bekend, dan kan als vuistregel 5 × de ruimte-inhoud/h voor normale vertrekken tot 10 × de ruimte-inhoud/h voor ruimten als de keuken, de badkamer, het toilet e.d. worden aangehouden.

Toevoerroosters

Bij de meeste luchtbehandelingsinstallaties wordt de lucht ingeblazen met behulp van inblaasroosters.

Als minimuminblaas temperatuur in ruimten met een normale hoogte wordt vaak +13 à +14°C gekozen, of een temperatuurverschil van 7 à 8 K tussen inblaas- en ruimtetemperatuur. Beneden deze inblaas temperatuur kunnen klachten ontstaan over tocht.

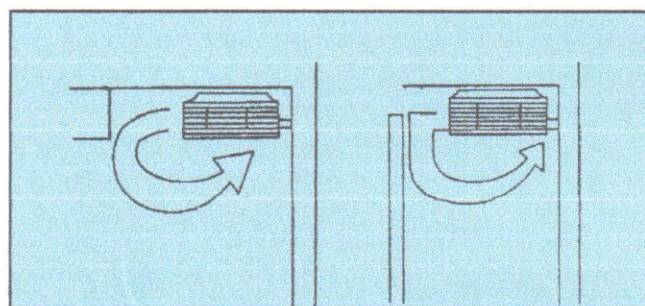
Bij de selectie van toevoerroosters is het volgende van belang:

- het luchtdebiet per rooster
- de worp
- de toelaatbare spreiding, die wordt bepaald door de worp en de onderlinge afstand tussen de roosters en hun afstand tot de aangrenzende wanden
- de snelheid waarmee de lucht het rooster verlaat
- de luchtsnelheid in de leefzone van de te conditioneren ruimte (0,15/0,25 m/s)
- het temperatuurverschil tussen de toegevoerde lucht en de ruimtetemperatuur (veelal 8 K, met maxima tot 10 à 11 K, in hoge ruimten soms tot 18 K)
- het kleefeffect
- de roosterdruk = de statische druk vermeerderd met de dynamische druk van de lucht, gemeten direct voor het uittreden van de lucht uit het rooster
- het toelaatbare geluidsniveau.

Er bestaat een groot aantal typen en merken roosters voor zeer uiteenlopende toepassingen. De roosters variëren sterk in de wijze waarop ze de lucht over de ruimte verdelen.

Belangrijk is dat de lucht onderweg niet tegen obstakels zoals balken, pilaren en verlichtingsornamenten botst.

Gebeurt dit wel dan zal de luchtstroom het plafond loslaten en naar beneden



Figuur 5 – Obstakels

Tabel I – Luchtsnelheden

Luchtsnelheid m/sec	Reactie	Toepassingsmogelijkheden
0 - 0,08	Klachten over stilstaande lucht	Geen
0,13	Ideaal ontwerp, gunstig	Alle comfortinstallaties
0,13 - 0,25	Vrij gunstig, doch 0,25 nadert reeds max. toelaatbare snelheid voor zittende personen	Alle comfortinstallaties
0,33	Ongunstig, licht papier waait van de bureaus	Grote winkelpanden en magazijnen
0,38 - 1,5	Voor a.c.-installaties in fabrieken gunstig	Industriële installaties

vallen. Dit heeft tot gevolg dat ter plaatse tocht op zal treden en de lucht andere plaatsen in de ruimte niet bereikt. (Afbeelding 5)

De plafondroosters kunnen worden onderverdeeld in:

- **Anemostaten**, met een hoog inductievermogen, een korte worp en een snelle temperatuurnivellering. Als richtlijn geldt dat anemostaten luchthoeveelheden tot ca 65 m³/h per m² vloeroppervlak kunnen verwerken. Ze worden toegepast in systemen met temperatuurverschillen tot 11 K. Er zijn diverse typen anemostaten, zoals vierkante, rechthoekige, ronde, halfronde en konische uitvoeringen. De luchtverdeling kan daarbij worden geregeld door al of niet verstelbare schoepen, geperforeerde platen e.d. Er zijn uitvoeringen met retourafzuiging, gecombineerd met een lichtarmatuur.
- **Schoepenroosters**, met een lange worp, een laag inductievermogen en lage temperatuurspreiding.
- **Sleufroosters**, die wat betreft hun eigenschappen tussen de anemostaten en schoepenroosters vallen. Hier geldt als richtlijn een limiet tot 45 m³/h per m² vloeroppervlak bij een temperatuurverschil van maximaal 11 tot 14 K.
- **Wervelroosters** zijn voorzien van een wervelement. Dit soort roosters kenmerkt zich door een hoog inductievoud. Wervelroosters worden als vloerroosters en als plafondroosters geleverd.

Het instellen van een uitblaasrooster heeft gevolgen voor de worp en het geluid (Figuur 6).

De wand- en kanaalroosters kunnen worden verdeeld in:

- **Draadroosters**, al of niet voorzien van instelbare horizontale of verticale

lamellen dan wel de combinatie van beiden.

- **Spleetroosters**.
- **Straalpijpen**, voor in sport- en fabriekshallen

Retourroosters

Het plaatsen van een retour- of afzuigrooster is minder kritisch dan dat van een inblaasrooster. Zo heeft een afvoerrooster geen richtingseffect, terwijl juist bij toevoerroosters de richting waarin de lucht wordt uitgeblazen van veel belang is. Voorkomen moet worden dat door onjuiste plaatsing kortsluiting tussen de inblaas- en retouurlucht kan ontstaan.

Ter voorkoming van tocht, mag in de buurt van het retourrooster de luchtsnelheid niet te groot worden.

Bij de selectie van een retourrooster moet aandacht worden besteed aan de drukval over dit rooster. Hoe kleiner de drukval, hoe lager het geïnstalleerde/opgenomen vermogen van de luchtbehandelingsventilatoren. In afvoerroosters worden afhankelijk van het soort rooster en de plaats waar deze worden aangebracht, luchtsnelheden gekozen van 2 tot 4 m/s.

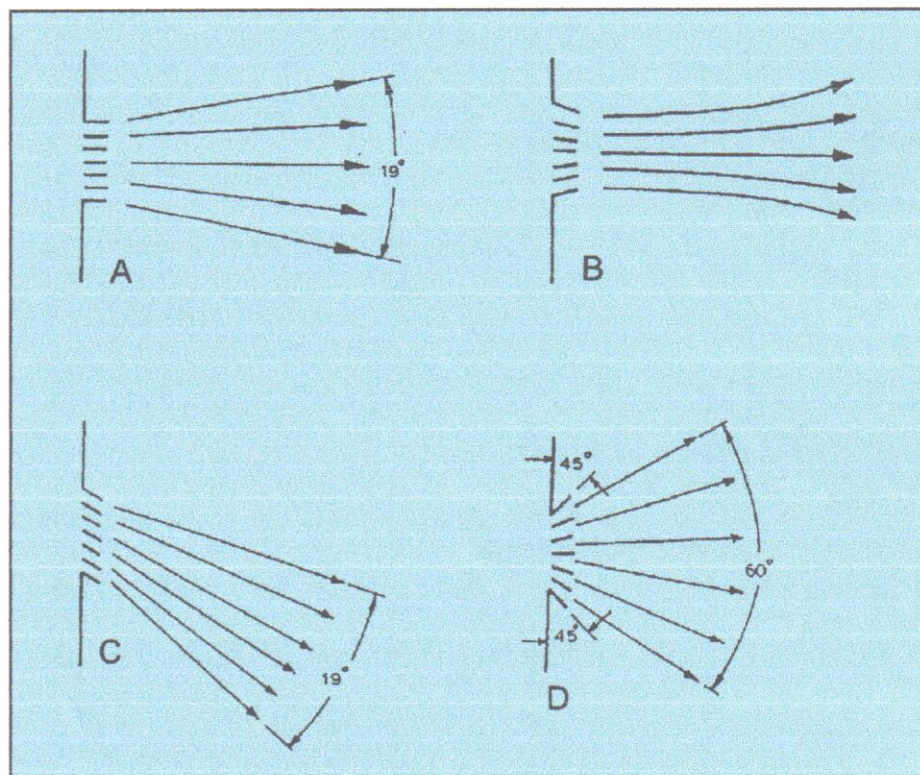
Een niet goed geselecteerd rooster kan het geluidsniveau in de ruimte nadelig beïnvloeden.

Vaak worden draadroosters gebruikt als retourroosters.

In andere gevallen wordt de lucht afgezogen via de verlichtingsornamenten om zo de bij de lampen vrijkomende warmte direct af te voeren.

Ook het afzuigen van de retourlucht vlak bij of boven de warmtebronnen zoals computerapparatuur, ovens e.d. wordt aanbevolen.

Er bestaan bijzondere uitvoeringen zoals klankdichte deurroosters, brandwerende roosters enz.



Figuur 6 – Luchtstromen

- A = spreiding bij rechte schoepen;
- B = spreiding bij conventionele schoepen;
- C = spreiding bij parallel onder een hoek gestelde schoepen;
- D = spreiding bij divergerende schoepen.