



Ing. B. Bronsema*

Waar het warm is stinkt het: Dus houd het koel (1)

The warmer the smellier: so keep it cool

Inleiding

Sinds de jaren '70 zijn onze gebouwen steeds beter thermisch geïsoleerd en winddicht gemaakt. Anderzijds is in de loop van de tachtiger jaren de interne belasting in kantoren door de komst van personal computers en randapparatuur zodanig gestegen dat tijdens de werktijd bijna altijd koeling nodig is.

Om koelenergie te besparen is er een trend ontstaan de ruimtetemperatuur in kantoren tijdens de koelperiode zo hoog mogelijk op te laten lopen. Het thermofysiologisch model van Fanger biedt hiervoor ook de ruimte. Het hangt er maar vanaf welke waarden men invoert voor het metabolisme en de kledingweerstand [1].

Onderzoek in praktijkomstandigheden heeft echter aangetoond dat kantoorwerkers de hierbij voorkomende temperaturen van 25 °C en hoger niet erg waarderen. De optimale operationele temperatuur (PMV = 0) is in werkelijkheid ca. 2,5 °C lager dan op basis van het Fanger model te verwachten zou zijn. Het artikel in Klimaatbeheersing van september 1993 "Het binnenklimaat in de zomer: Conflict tussen theorie en praktijk?" [1] gaat hier uitvoerig op in.

Een ander effect van een hoge ruimtetemperatuur is dat de luchtkwaliteit slechter wordt of in elk geval slechter wordt ervaren. De volkswijsheid "waar het stinkt is het warm" kan blijkbaar worden omgekeerd: "waar het warm is stinkt het".

Als de "stank" heel licht is, noemen we de lucht onfris, benauwd, bedompt. Veel mensen zijn hier gevoelig voor en daarom wordt onfrisse lucht beschouwd als één van de veroorzakers van het Sick Building Syndrome [2].

Verschillende wetenschappers hebben dit verschijnsel onderzocht, zowel in proefkamers als in veldonderzoek. Het voorliggende artikel doet verslag over het veldonderzoek terzake, althans een selectie daaruit.

In een vervolgartikel wordt een drietal experimenten in proefkamers beschreven. De lering die ons vakgebied hieruit kan trekken is de volgende: *Houd binnen de behaaglijkheidsgrenzen de ruimtetemperatuur zo laag mogelijk. De waargenomen luchtkwaliteit wordt dan beter en het aantal SBS symptomen wordt minder.*

Ruimtetemperatuur en Luchtkwaliteit:

De emissie van Vluchtige Organische Stoffen (VOS) uit afwerkings- en inrichtingsmaterialen wordt in het algemeen sterker bij stijgende ruimtetemperatuur. Er zijn aanwijzingen dat dit effect al merkbaar is bij de soms hoge ruimtetemperaturen die 's zomers in kantoorgebouwen kunnen voorkomen. Dit heeft een negatieve invloed op de luchtkwaliteit. Hierbij komt nog het effect van de wat nattere huid bij hoge ruimtetemperaturen en de daardoor verhoogde afgifte van lichaamsgeur.

Anderzijds is de door de mens waargenomen kwaliteit van de lucht mede afhankelijk van de ruimtetemperatuur en de relatieve vochtigheid. De lucht wordt als frisser en minder bedompt ervaren bij een lagere temperatuur en vochtigheid.

Ruimtetemperatuur en Ventilatiebehoefte

Als de waargenomen luchtkwaliteit bij een lagere ruimtetemperatuur beter wordt, doet zich de vraag voor of in dat geval wellicht het ventilatiedebiet kan worden gereduceerd. Dit is een intrigerend vraagstuk, dat ook alles te maken heeft met het energiegebruik van de klimaatregeling. Immers het realiseren van een lagere ruimtetemperatuur in het koelseizoen kost energie, maar dit zou kunnen worden (over) gecompenseerd door vermindering van het ventilatiedebiet.

Opvallend is dat de door P.O. Fanger geïntroduceerde eenheid voor luchtkwaliteit, de decipol, niet temperatuurafhankelijk is, terwijl het onderhavige onderzoek uitwijst dat dit juist wél het geval zou moeten zijn.

De door Fanger ontwikkelde comfortver-

Samenvatting deel (1)
Kantoorlucht is lang niet altijd fris. Veel mensen zijn hier gevoelig voor, en onfrisse lucht wordt daarom beschouwd als één van de veroorzakers van het Sick Building Syndrome. Als de ruimtetemperatuur hoger is dan normaal, wordt de luchtkwaliteit slechter of in elk geval als slechter ervaren. Dit verschijnsel is vastgesteld in uitgebreid veldonderzoek, maar ook in proefkamers. Het voortliggende artikel doet verslag van het veldonderzoek; in een vervolgartikel worden enkele experimenten in proefkamers beschreven. De conclusie is dat de waargenomen luchtkwaliteit beter wordt bij lagere ruimtetemperaturen en dat het aantal SBS symptomen hierdoor vermindert. De door P.O. Fanger geïntroduceerde eenheid van luchtkwaliteit, de decipol, is niet temperatuurafhankelijk, hetgeen in dit verband vragen oproept. Een reactie hierop van dr. ir. Philomena M. Bluysen is achter dit artikel opgenomen.

Summary of Part (1)

The air in offices is not always fresh. Many people are sensitive to stale air and that is why it is considered as one of the causes of SBS. Where room temperatures are higher than normal, the quality of the air becomes or seems to become poorer. This phenomenon has been well attested in extensive field experiments and in testing rooms. The present article reports on the fieldwork while the experiments performed in testing rooms will be presented in Part 2. The conclusions are that the perceived air quality improves with lower room/air temperatures and the number of SBS symptoms decreases. That the unit of air quality, the decipol, introduced by P.O. Fanger is not dependent on temperature raises queries in this context. A reply by dr. ir. Philomena M. Bluysen has been taken up after the present article.

* Ketel Raadgevende ingenieurs BV, Delft.

gelijkingen voor de binnenluchtkwaliteit [3] zouden dan ook een temperatuurcomponent moeten hebben, en dat is niet het geval. Bij het veldonderzoek inzake de "verborgen Olfs" [3, 4] heeft de ruimtetemperatuur voor zover na te gaan geen rol gespeeld. In [4] wordt min of meer terloops gemeld: "de luchttemperatuur werd tussen 20° en 25°C gehouden en de relatieve vochtigheid tussen 32% en 56%". Als verschillen in temperatuur en R.V. inderdaad een rol spelen bij de waarneming van de luchtkwaliteit, en alles wijst erop dat dit het geval is, dan zijn de onderzoeksresultaten mogelijk sterk vervuild, en is het wellicht nodig de comfortvergelijkingen voor de binnenlucht te modificeren. Deze verstrekkende voorlopige gevolgtrekkingen zijn door de auteur voorgesteld aan iemand die in Nederland het werk van Fanger als geen ander kent: dr. ir. Philomena M. Bluysen. Haar reactie is achter dit artikel opgenomen.

Maar nu eerst het verslag van het veldonderzoek.

Het onderzoek van Peder Skov c.s. [5]

Dit onderzoek vond plaats in een aantal Deense overheidsgebouwen en is bekend geworden als de "Danish town hall study". Totaal 3507 employees, werkzaam in 14 verschillende gebouwen vulden enquêteformulieren in. Tegelijkertijd werd een groot aantal klimaatparameters gemeten, niet alleen temperatuur, relatieve vochtigheid en relatieve luchtsnelheid, maar ook vluchtige organische stoffen, zwevende micro-organismen en stof, statische elektriciteit en geluidsniveau. Kortom een zeer grondig onderzoek. Van de 14 gebouwen hadden 8 natuurlijke ventilatie, 3 werden mechanisch afgezogen en 5 hadden gebalanceerde mechanische ventilatiesystemen. Alle gebouwen hadden radiator- of convectoorverwarming en te openen ramen. Het onderzoek vond plaats in de periode 31 januari tot 3 mei 1984. De gemiddelde ruimtetemperatuur was 22,7 °C (spreiding 24,1°-20,5 °C).

Het resultaat van de studie toonde een positieve correlatie aan tussen stof, vloerbedekking, aantal werkplekken in een kantoorruimte, de ouderdom van het gebouw, type ventilatiesysteem, de plankfactor en de pluisfactor (zie kader) enerzijds en SBS symptomen anderzijds. De invloed van de ruimtetemperatuur was niet significant. Dit is niet zo verwonderlijk, want het onderzoek vond plaats in de winter en het vroege voor-

jaar met normale ruimtetemperaturen. De onderzoekers geven hierbij als commentaar:

"Toch geloven we, dat een hoge ruimtetemperatuur een risicofactor is voor werk-gerelateerde algemene symptomen".

Plankfactor en Pluisfactor

Deze factoren (de vertaling is van de auteur) zijn door de Deense onderzoekers van de "Danish town hall study" geïntroduceerd. Voorzover na te gaan worden ze in de geschiedenis van het Sick Building Syndrome verder niet meer gebruikt. Dat is jammer, want ze kwantificeren enkele relevante aspecten van een bepaalde ruimte.

Plankfactor (Shelf factor)

De totale lengte van alle open boekenplanken en kastleggers, gedeeld door het volume van de ruimte. Eenheid m⁻².

Pluisfactor (Fleece factor)

Het totale oppervlak van textiele materialen, vloerbedekking, gordijnen en stoelen, gedeeld door het volume van de ruimte. Eenheid m⁻¹.

Vervolgonderzoek Danish town hall study [6]

Dit onderzoek vond plaats in 4 van de bovengenoemde gebouwen gedurende de periode januari tot maart 1985, dus eveneens in de winterperiode. Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste klimaatparameters die werden gemeten. Interessant is dat ook de temperatuurstijging tijdens de werkdag werd gemeten.

Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de temperatuurstijging tijdens de werkdag en algemene SBS symptomen. Volgens de onderzoekers verhoogt temperatuurstijging van 3K het risico op SBS symptomen met een factor 3! Ook de relatieve vochtigheid speelt hierbij een rol, evenals de sekse;

vrouwen reageren sterker dan mannen. De onderzoekers concluderen dat het aan te bevelen is de ruimtetemperatuur in de buurt van 21°C te houden. Het schoonmaakonderhoud werd ook in dit onderzoek betrokken, maar dit valt, hoewel bijzonder interessant, buiten het kader van dit artikel.

Het onderzoek van Tonnie Zweers c.s. [7]

Een grootscheeps Nederlands onderzoek in 61 gebouwen met 7043 deelnemende employées werd uitgevoerd tijdens de winter 1988/89. Deze studie is in veel aspecten vergelijkbaar met de Danish Town Hall study [5]. De op basis van enquêtes geregistreerde klachten met betrekking tot gezondheid en binnenklimaat zijn weergegeven in tabel 2. De meest voorkomende gezondheidsklachten die werden geregistreerd waren oog, neus/keel en neurologische klachten.

De meest voorkomende klachten die over het binnenklimaat werden geregistreerd hadden betrekking op de temperatuur (te hoog), droge lucht en luchtkwaliteit.

Dit suggereert op zijn minst een relatie tussen temperatuur en luchtkwaliteit.

Het onderzoek van Reinikanen en Jaakola [8,9]

Dit onderzoek vond plaats in het Pasila Office Center in Helsinki met totaal 2150 werkplekken tijdens januari/februari 1989. De gemeten ruimtetemperaturen varieerden van 18°-25°C bij een relatieve vochtigheid van 20-30%. Het gemiddelde ventilatie-debiet was 100m³/h per persoon! Van alle onderzochte parameters bleek de ruimtetemperatuur de grootste invloed op SBS symptomen te hebben, zie tabel 3.

Het onderzoek werd uitgevoerd in de winter met extreem lage R.V. in de ruimten (10-20%). Volgens Jaakola zou bij een hogere R.V. de SBS-score bij hogere ruimtetemperatuur nog ongunstiger

Klimaatparameter	Eenheid	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Luchttemperatuur	- °C -	22,5	19,9	24,3
Temp. stijging tijdens de dag	- K -	2,1	1,1	3,1
Relatieve vochtigheid	- % -	33	25	40
Zwevende stofdeeltjes	- mg/m ³ -	0,22	0,09	0,95
Ozon	- ppb -	< 0,4	< 0,1	< 0,4
Formaldehyde	- mg/m ³ -	0,08	0,04	0,13
Vluchtige Organische Stoffen	- mg/m ³ -	0,59	0,07	3,19
Kooldioxyde (CO ₂)	- ppm -	800	400	1300
Macromoleculair organisch stof	- mg/g -	3,1	0,1	6,2
Ventilatie-debiet werkplek	- m ³ /h -	30	17	48

Tabel 1 - Binnenklimaatmetingen volgens [6]

Klacht	minimum per gebouw	maximum per gebouw	gemiddeld 61 gebouwen
huid	0,0	17,0	6,4
ogen	3,2	39,5	18,4
neus/keel	0,0	45,1	19,4
neurologisch	3,8	51,3	22,3
koorts	0,0	33,3	8,5
temperatuur	5,9	89,3	52,5
luchtkwaliteit	17,6	82,4	44,7
verlichting	8,3	53,3	29,9
droge lucht	5,4	80,2	42,0
geluid	5,4	50,0	24,7
statische electriciteit	0,0	35,5	10,6
nare smaak in de mond	0,0	20,5	7,0

Tabel 2. Het voorkomen van werkplek-gerelateerde gezondheids- en binnenklimaatklachten volgens [7]

ruimtetemperatuur en een hogere relatieve luchtsnelheid geven minder SBS symptomen.

Onderzoek van David P. Wyon.

Dr. D.P. Wyon, verbonden aan het National Swedish Institute for Building Research, heeft intensief en omvangrijk onderzoek verricht naar het verband tussen binnenklimaat, menselijke prestaties en SBS symptomen. In een recente publicatie [12] vat hij het verband tussen SBS symptomen en ruimteconditie als volgt samen:

"Deze studies geven aan dat SBS symptomen worden gereduceerd als de ruimtetemperatuur binnen het comfortgebied zo laag mogelijk wordt gehouden".

Ruimtetemperatuur °C	SBS-score
< 22 °C	2,1
22 - < 23 °C	2,5
23 - < 24 °C	2,8
> 24 °C	3,0

Tabel 3. SBS-score bij verschillende ruimtetemperaturen [8,9]

aan van 21°C +/- 2K, een individuele regelbaarheid en een relatieve vochtigheid > 20%.

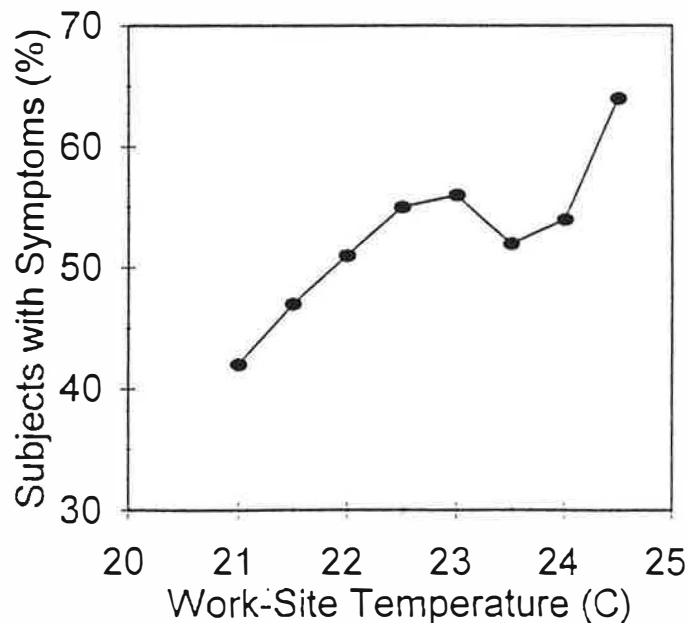
Het onderzoek van Richard Menzies c.s. [10]

Dit omstreden onderzoek [11] had betrekking op het verband tussen extra buitenlucht en SBS symptomen. Als "bij-product" leverde het enkele interessante gegevens op over binnenklimaat en SBS. Zie de figuren 1 en 2. Een lagere

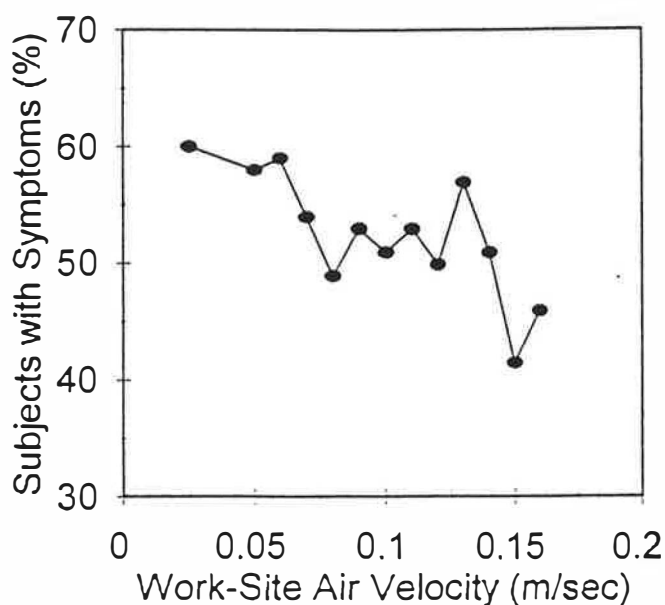
Als voorbeeld wordt een veldonderzoek aangehaald in grote kantoorgebouwen in Zweden. SBS symptomen werden aanzienlijk minder door de ruimtetemperatuur slechts 1,5 K te verlagen. Volgens Wyon houdt dit ook verband met het feit dat bij een lagere ruimtetemperatuur de klachten over droge lucht dramatisch dalen. Deze klachten verdwenen echter niet door de lucht te gaan bevochtigen!

zijn geweest. Zij beveelt op grond van het onderzoek een ruimtetemperatuur

Een ander onderzoek liet zien dat vanaf



Figuur 1. Percentage van de personen die SBS symptomen melden als functie van de temperatuur



Figuur 2. Percentage van de personen die SBS symptomen melden als de functie van de lichtsnelheid

een ruimtetemperatuur van 20°-21°C praktisch alle SBS symptomen toenemen bij stijgende temperatuur. Bij 20°-21°C werd door 10% van de geënquêteerden hoofdpijn en vermoeidheid gemeld. Bij 24,5°C was dit al 60%. Andere symptomen lieten een soortgelijk verband zien.

Samenvattend zegt Wyon:

- Temperatuur binnen het comfortgebied zo laag mogelijk;
- Bevochtigen tot maximaal 30% R.V.

Voorlopige conclusie van de auteur

Het boven omschreven veldonderzoek vond vrijwel geheel plaats tijdens het stookseizoen. Bijzonder hoge ruimtetemperaturen kwamen niet voor; de luchtvochtigheid daarentegen was laag. De onderzoeksresultaten wijzen echter overwegend in dezelfde richting. De SBS-score neemt toe bij hogere ruimtetemperatuur. Aangenomen mag worden dat dit iets te maken heeft met een slechtere waargenomen luchtkwaliteit. Wat er gebeurt in het koelseizoen, met hogere ruimtetemperaturen en relatieve vochtigheid, is op grond van het omschreven praktijkonderzoek niet te zeggen. Als de tendens zich voort zou zetten wordt het dan alleen maar erger. Het proefkameronderzoek, dat in het vervolgartikel wordt weergegeven, geeft

aan dat dit inderdaad het geval is. (Wordt vervolgd)

Referenties

- [1] Bronsema B. (1993) "Het binnenklimaat in de zomer: Conflict tussen theorie en praktijk?" *Klimaatbeheersing* 22 (1993) nr. 9 (september)
- [2] Fanger P.O. (1987) "A solution to the Sick Building Mystery" *Proceedings Indoor Air '87 - Volume 4*
- [3] Fanger P.O. [1989] "The new comfort equations for indoor air quality" *The Human Equations: Health and Comfort* *Proceedings of the ASHRAE/SOEH Conference IAQ 1989*
- [4] Lauridsen J., M. Muhaxheri, G.H. Clausen and P.O. Fanger (1987) "Ventilation and background odor in offices" *Proceedings of Indoor Air '87, deel 2*
- [5] Skov Peder, MD. Ole Valbjørn, MSc, BoV. Pedersen, MSc (1990) "Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment" *Scan J. Work Environ Health* 1990; 16:363-71
- [6] Skov Peder, MD. Ole Valbjørn, MSc (1990) "The Danish Town Hall Study - a one-year follow up" *Proceedings Indoor Air '90 - Volume 1*
- [7] Zweers Tonnie, Liesbeth Preller, Bert Brunekreef, Jan S.M. Boleij (1990) "Relationship between health & indoor climate complaints and building, workplace, job & personal characteristics" *Proceedings Indoor Air '90 - Volume 1*
- [8] Reinikainen Leena M., Jouni J.K. Jaakkola (1993) "The effect of room temperature on symptoms and perceived indoor air quality in office workers. A six week longitudinal study" *Proceedings of Indoor Air '93 - Volume 1*
- [9] Jaakkola Jouni J.K., Leena U. Reinikainen c.s. (1990) "Indoor Air quality requirements for healthy office buildings: Recommendations based on epidemiologic study" *CIB Proceedings, Publication 149 - "Research and Healthy Buildings"*
- [10] Menzies Richard, Robyn Tamblyn e.a. (1993) "The effect of varying levels of

outdoor-air supply on the symptoms of sick buildings syndrome" The New England Journal of Medicine, Volume 328, March 25, 1993, number 12

- [11] Bronsema B. (1993)
 "Extra buitenlucht helpt wel/niets" bij Sick Building Syndrome"
 *Doorhalen wat niet van toepassing is
 Klimaatbeheersing 22 (1993) nr. 11 en 12 (november en december)
- [12] Wyon David P. (1993)
 "Current indoor climate problems and their possible solution"
 Invited paper to the international Scientific Conference
 "Indoor Air Quality Problems - from Science to Practice"
 Warschau, 24-26 november 1993

Waar het warm is stinkt het: dus houd het koel

Een reactie van dr. ir. Philomena M. Bluysen

De heer Bronsema refereert in zijn voorgaande verhaal over dit onderwerp naar de door Fanger ontwikkelde comfortvergelijkingen voor de binnenluchtkwaliteit, en stelt voor dat deze een temperatuurs-component zouden moeten hebben om het effect van temperatuur op de binnenluchtkwaliteit te kunnen bepalen. De behaaglijkheidsbalans ziet er als volgt uit:

$$Q = 10 \times G / (C_i - C_o) \times 1 / \epsilon_v \quad (\text{l/s})$$

waarin:
 C_i = waargenomen luchtkwaliteit in de ruimte (decipol)
 C_o = waargenomen kwaliteit van de buitenlucht (decipol)
 G = verontreinigingsbronsterkte van de ruimte (inclusief ventilatiesysteem) (olf)
 Q = hoeveelheid toegevoerde buitenlucht (l/s)
 ϵ_v = ventilatie effectiviteit

In de verontreinigingsbronsterkte uitgedrukt in olf zit de afhankelijkheid van temperatuur. Deze moet echter nog worden gekwantificeerd en dit vereist nog heel wat onderzoek.

In voorgaand verhaal schrijft de heer Bronsema "Als het aangenaam koel is kunnen we wellicht ook minder ventileren en daardoor energie besparen": Een lagere temperatuur kan inderdaad een lagere emissie van verontreinigingen tot gevolg hebben, maar of het ook energie bespaart, dat hangt b.v. af van de energie die er vereist is om gekoelde

lucht te leveren. De belangrijkste aanpak is in eerste instantie niet de temperatuur te verlagen, maar het aanpakken van de bronnen van verontreiniging. Indien bronnen van verontreiniging voorkomen dan moet daar eerst iets aan worden gedaan, pas dan kunnen maatregelen zoals temperatuurverlaging aan de orde komen.

Voorlopig zal men zich eerst moeten afvragen of de huidige ventilatierichtlijnen voldoende buitenlucht voorschrijven in de bestaande situaties. De huidige ventilatierichtlijnen beschouwen nog steeds de aanwezige personen als de enige bronnen van verontreiniging. Indien de overige verontreinigende bronnen, zoals bouw- en inrichtingsmaterialen mee worden genomen, dan is het nog maar de vraag of in totaal minder ventilatie nodig is bij het verlagen van de temperatuur.

Onderzoek naar de afhankelijkheid van temperatuur en de ervaring van de omgeving in combinatie met de luchtkwaliteit beoordeeld door een getraind panel in decipol is reeds uitgevoerd, hetzij niet met de bedoeling geschetst in voorgaand verhaal. Clausen e.a. [1], bestudeerden het effect op de behaaglijkheid van de mens bij blootstelling, aan sensorische verontreiniging, operatieve temperatuur en geluid tezamen. In de operatieve temperatuur range van 23-29°C bleek 1°K verandering hetzelfde effect op de behaaglijkheid te hebben als een verandering in luchtkwaliteit van 2,4 decipol of een verandering van het geluidsniveau van 3,9 dB. Voor een waargenomen luchtkwaliteit tot 10 decipol, had 1 decipol verandering hetzelfde effect als 1,2 dB verandering in geluidsniveau.

Een direct verband tussen effect van temperatuur en luchtkwaliteit op de ervaring van de luchtkwaliteit kwam daaruit echter niet naar voren en zal nader moeten worden onderzocht. Op kleine schaal werd dit verband

getest. In een onderzoek naar het verontreinigende effect van gebruikte en nieuwe filters werd bij één gebruikt filter bij verschillende toevoerluchtemperaturen en bij verschillende temperaturen van de toevoerlucht, gekeken of er een verschil optrad in de beoordeling van een getraind panel [2]. In Tabel 1 zijn de resultaten hiervan gepresenteerd. Uit deze zeer summier resultaten blijkt dat de temperatuur zowel geen invloed had op de verontreinigende werking van het filter als op de waarneming van de luchtkwaliteit door het getrainde panel. Dit zijn echter slechts zeer beperkte resultaten en een volledig onderzoek naar het effect van temperatuurverandering op zowel de beoordeling als de verontreinigende werking (of emissie) van bronnen van verontreiniging, is dan ook een vereiste om hier meer inzicht in te krijgen.

Op dit moment is er bij TNO-bouw een onderzoek aan de gang naar het sorptie-effect van verschillende verontreinigingen in de binnenlucht, waarbij ook de invloed van temperatuur wordt meegenomen. Verder zal in het komende jaar op internationaal niveau onderzoek worden verricht naar de emissie en sorptie-effecten van verontreinigende bronnen in het binnenmilieu, waarin eveneens de temperatuur een belangrijke onderzoeksvariabele zal zijn. Beide onderzoeken worden met zowel chemische als sensorisch meettechnieken uitgevoerd.

Referenties

1. Clausen G. e.a., *A comparative study of discomfort caused by indoor air pollution, thermal load and noise*, Indoor Air '93, Helsinki, 1993, vol. 6, pp. 31-42.
2. Bluysen P.M., *Air quality evaluated by a trained panel*, PhD-study, Laboratory of Heating and Air Conditioning, Technical University of Denmark, Oktober, 1990, chapter 5.

Luchtstroom door filter (l/s)	kamertemperatuur ¹ (°C)	temperatuur van waargenomen lucht ² (°C)	bronsterkte filter [olf]
68	18,5	18,5	41,5
68	15,3	22,2	47,6
68	14,0	14,0	55,8

Tabel 1. Beperkt onderzoeksresultaat over het effect van temperatuur en luchtkwaliteit op de ervaring van luchtkwaliteit

¹ De filteropstelling was gesitueerd in een klimaatkamer met een luchttoevoer van 426 l/s. De filteropstelling was voorzien van een ventilator die de lucht vanuit de klimaatkamer door het filter zoog. Voor en na het filter werd de luchtkwaliteit door een getraind panel beoordeeld.
² Dit is de temperatuur van de lucht die voor en na het filter werd geëxtraheerd en net voordat deze werd waargenomen, opgewarmd werd door een elektrisch element.