

Tapijt, luchtbehandeling en het zieke gebouw

INTREEREDE

Prof.dr. Johanna E.M.H.
van Bronswijk

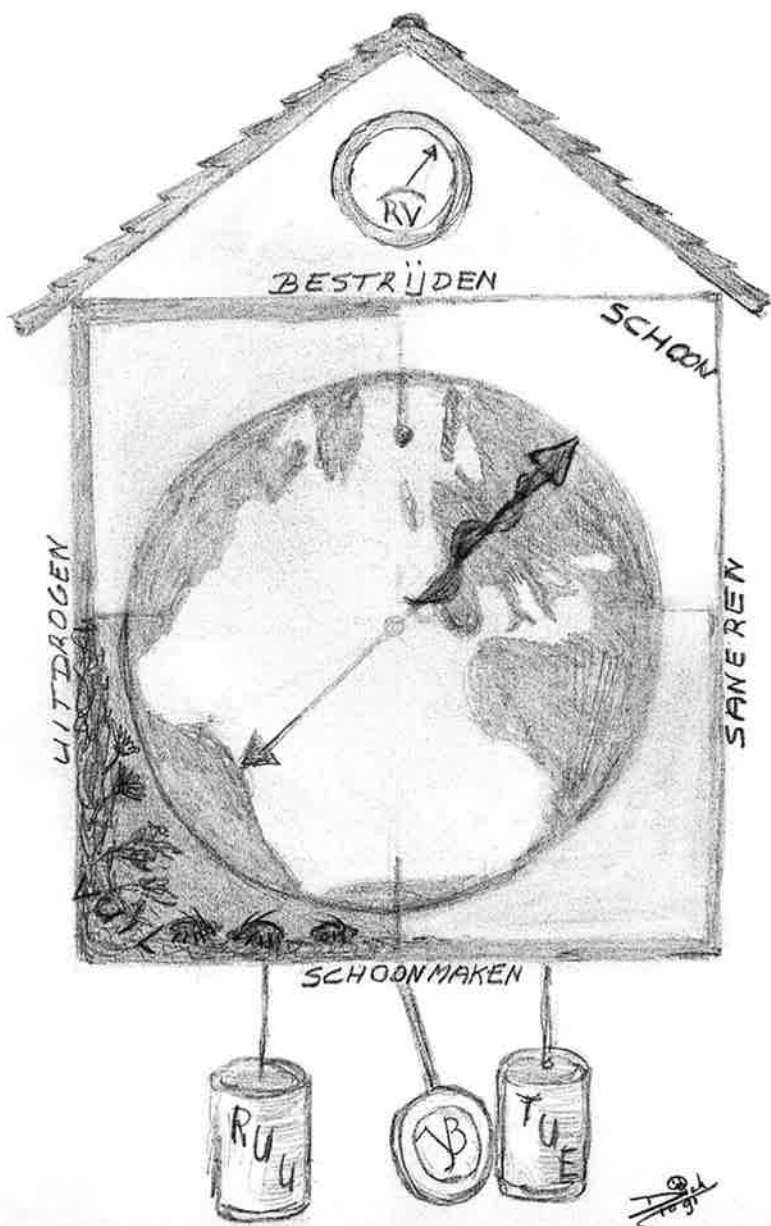


Technische Universiteit Eindhoven

INTREEREDE

Uitgesproken op 6 december 1991
aan de Technische Universiteit
Eindhoven

Prof.dr. Johanna E.M.H.
van Bronswijk



Afbeelding 1. Het vak te Eindhoven . . . (tekening H. Vos).

Mijnheer de Rector Magnificus,
Leden van het Bestuur van de
Stichting Minibiologisch
Onderzoek,
Dames en Heren*

Bij ordonnantie van het stadsbestuur is het vanaf 1614 aan de kinderen in Grave verboden op Sinterklaasavond de schoen te zetten bij familie of kennissen. Dit zelfde lot trof enkele jaren later de inwoners van Tiel (1618) en Arnhem (1622). De gehele zeventiende eeuw gaven steden plakkaats tegen Nicolaasvieringen. Dit gebeurde niet vanwege de tegenwoordig soms gevoelde racistische aspecten van een zwarte knecht bij een blanke baas, doch diende voor de uitroeijing van het roomse geloof dat van staatswege tot ketterij was bestempeld¹.

De calvinistische dominees konden rigoureuus zijn: in 1578 is het zilveren Nicolaasbeeld van de oudste en stadspatroonsparochiekerk van Amsterdam, de Oude Kerk, omgesmolten tot noodgeld dat niet cadeau werd gegeven. Nog in 1895 ergerde de burgemeester van Sluis zich aan het roomse bijgeloof dat op Nicolaasavond tot in de openbare school bleek te zijn doorgedrongen¹.

Bij mijn weten zijn bovengenoemde wetten nooit herroepen. Velen van u, alsmede ikzelf, waren gisteravond zwaar in overtreding, anderen zullen

het wellicht vanavond of dit week-einde nog zijn. Vanuit folkloristisch standpunt is het daarbij passend 3 surprises, 3 presentjes van soms wat pesterig allooi, te geven of te ontvangen.

Een driedeling speelt namelijk behalve in deze rede ook in de legenden rond de heilige Nicolaas een rol. U weet wellicht dat de heilige, die vandaag ongeveer 1650 jaar geleden overleed, de executie van 3 onschuldige burgers van Myra voorkwam, 3 veldheren redde van de onterechte toorn van de Byzantijnse keizer Constantijn (306-337), 3 vermoorde en ingepekelde scholieren tot leven riep, en tot driemaal toe een schone maagd voor de prostitutie behoedde door 's nachts in het geheim goud voor een bruidsschat door het open raam te werpen.

Bovendien kunnen de Nicolaaslegenden niet alleen op de heidense Wodan en zijn ros Sleipnir worden teruggevoerd, maar ook op 3 verschillende heiligen: de eerder genoemde kerkleider van Myra, een abt van Sion en bisschop van Pindara (overleed 10 december 564), en een augustijner monnik van Tolentijn (1245-1305). In de loop der tijden zijn nog minstens 3 andere Nicolazen heilig verklaard, terwijl Paus Paulus VI in 1969 Nicolaas van Myra van de lijst der heiligen afvoerde omdat zijn bestaan niet is bewezen¹. Over leven en werken van de schimmel zullen wij het verderop nog hebben.

* A summary in English may be found on page 25.

De heilige Nicolaas (Afbeelding 2), op wonderbaarlijke wijze bisschop van Myra geworden, geldt vanouds als patroon van de middeleeuwse clerici, de voorvaders van de tegenwoordige onderzoekers. U begrijpt dat ik mij gesteund voel door het kardinaalsrood aan de binnenzijde van de Eindhovense toga. Graag nodig ik u uit met mij vanmiddag op exemplarische wijze twee ineen geweven drielingen te bekijken. Die van de titel van deze rede: tapijt, luchtbehandeling, het zieke gebouw. En die van de universitaire opdracht: onderwijs, onderzoek en

maatschappelijke dienstverlening. In detail betekent dit dat we gaan kijken naar de effecten van stof, mijten, kakkerlakken, schimmel en ratten.

Een gezellig tapijt

De meeste van u kennen nog wel het kantoorgebouw van de jaren zestig met overal zogenaamde harde vloerbedekking; bij de directie misschien een kleed op de grond, maar nergens kamerbreed tapijt. Hoezo kwam er zoveel tapijt van kunstvezel? Kijk, het



Afbeelding 2. Sinterklaas op zijn schimmel rond 1980².

werd goedkoop, is zo gemakkelijk schoon te houden, het voorkomt koude voeten, verbetert de akoestiek, je glijdt er niet op uit, als je valt dan val je zacht, en het staat zo gezellig. Het toepassen van tapijt droeg zo bij tot gezondheid en welbehagen van de werkende mens. Van het begin af aan werden er ook enkele problemen onderkend: plaatselijk zichtbare slijtage, brandbaarheid, overlast door statische elektriciteit en het uitvoeren van een effectief onderhoudsprogramma. Maar door een juiste materiaalkeuze en verwerkingswijze, door een speciale impregnering, door het aanbrengen van rookmelders en sprinklerinstallaties, door een verhoging van de vochtigheid van de binnenlucht, door het verbergen en camoufleren van vervuiling, dacht men in het begin van de jaren zeventig de problemen in de hand te kunnen houden. Alleen de schadelijkheid van de rook bij brand – tijdens experimenten stierven ratten binnen 2 minuten – bleef een bron van zorg³.

Tegenwoordig mag tapijt in utiliteitsgebouwen als een afwerk materiaal gelden, dat zijn plaats heeft gevonden in akoestische ontwerpberekeningen, in het maskeren van vervuiling (er ontstaan nooit zogenaamde stofwolken), en in het suggereren van huiselijkheid en voornaamheid op de werkplek. Maar de voor de werkelijke gezondheid van de gebruikers bepalende factor **onderhoud** van het tapijt wordt in weinig onderzoeken onderkend of wetenschappelijk onderzocht³.

De textiele vloerbedekking stond vroeger bekend als de geknoopte wollen smyrna (evenals de Heilige Nicolaas afkomstig uit Klein-Azië) en werd regelmatig geklopt. Tegenwoordig is het op kantoor veelal een kamerbreed getuft weefsel met polyester vezels op een schuimrubber basis, dat wekelijks gestofzuigd wordt. Dit onderhoud is gericht op een aanvaardbaar uiterlijk; hygiëne (gezondheid) speelt geen rol⁴.

Nemen we als voorbeeld een secretariaatsruimte waarin één administratieve kracht zijn of haar werkplek heeft. Volgens de vigerende (ontwerp) NEN-norm nr 1824 is de oppervlakte van deze ruimte 11 m². De ruimte wordt 5 dagen per week benut gedurende 8 uur per dag door gemiddeld één persoon. De werknemer loopt weleens de kamer uit, maar er komen ook gasten. Per 24 uur verliest een mens 1 tot 2 g huidschilfers⁵. Iedere week dwarrelen in onze voorbeeldkamer per m² gemiddeld ongeveer 225 mg huidschilfers neer, waarvan bijvoorbeeld de helft in het tapijt terecht zou kunnen komen. De rest verdwijnt uit de ruimte via het ventilatiesysteem of wordt afgegeven aan het gestofeerde meubilair en de gordijnen.

De schoonmaakdienst of het ingehuurd schoonmaakbedrijf voert voor deze ruimte het met de beheerder overeengekomen schoonmaakprogramma uit, waarbij dagelijks gedurende 5-10 sec/m² bijtippend gezogen kan worden, eenmaal per week

10-20 sec/m² grondig zuigen is voorzien, de looppaden regelmatig gedurende 35-55 sec/m² drooggeschamponeerd of 75-100 sec/m² poedergereinigd worden, en eenmaal in de zoveel tijd 35-50 sec/m² sproei-extractie of 75-100 sec/m² poederreiniging wordt toegepast. Na deze zogenaamde eindbeurt ziet het tapijt er weer als vrijwel nieuw uit. Let wel: dit zijn de keuzes die de beheerder kan maken!

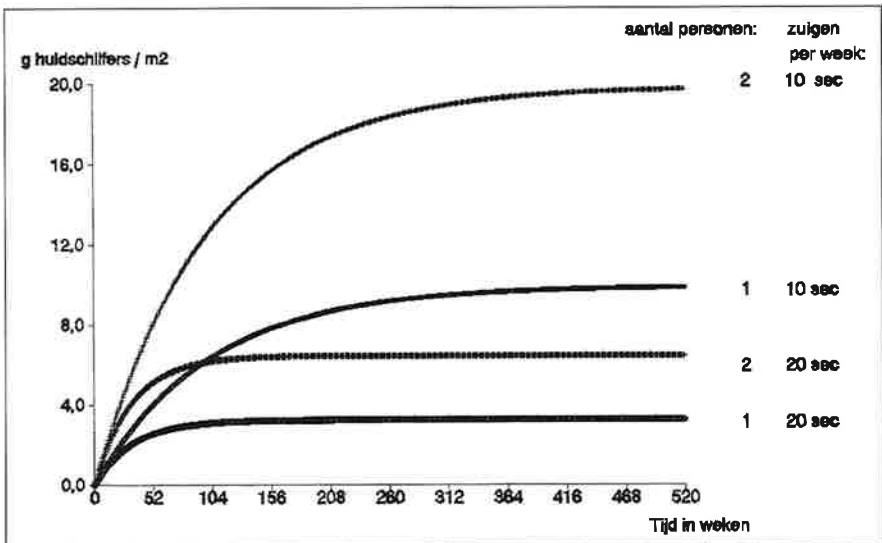
Tevoren is er aan zogenaamd preventief onderhoud gedaan: er zijn een kleur en dessin gekozen die de zichtbaarheid van de vervuiling tegen gaan⁴.

Het slinken van de budgetten voor schoonmaakonderhoud en vermoedelijk ook wel de overlast van gron-

dige beurten waarbij de ruimten eerst geheel uitgeruimd moeten worden, leiden ertoe dat er soms alleen gezogen wordt. De frequentie van dit stofzuigen in kantoorachtige gebouwen ligt daarbij op eenmaal of tweemaal in de week, en komt aan de hoge kant geschat en na aftrek van de aan- en aflooptijden per week op 10 sec effectief zuigen per m² tapijt.

De onzichtbare vervuiling

Hoe werkzaam is dit onderhoud nu in het terugdringen van de voortschrijdende vervuiling met menselijk huidmateriaal? Nieuwe stofzuigers zijn in staat tot 95% van ingeborsteld vuil in 1 min zuigen per m² te verwijderen,



Afbeelding 3. Tapijtervuiling door menselijke huilschilfers in relatie tot gebruikssintensiteit en schoonmaakonderhoud.

maar hooguit 8% van de op natuurlijke wijze ingewerkte vervuiling. Tot enkele minuten zuigen per m² mag men een lineair verband tussen zuigtijd en hoeveelheid opgezogen stof aannemen. In ons voorbeeld komt er iedere week per m² tapijt 115 mg huidmateriaal bij en wordt er ruim 1% van de totale vervuiling verwijderd⁶.

In afbeelding 3 is de reeks voortgezet (curve: 1 persoon / 10 sec zuigen per week). In de loop der jaren ontstaat een vervuilingsevenwicht bij 10 g huidschilfers per m². Worden er uit bezuinigingsoverwegingen twee personen in het kantoor geplaatst om te werken, zoals o.a. in de nieuwere universiteitsgebouwen de gewoonte is, dan verdubbelt de vervuiling (curve: 2 personen / 10 sec zuigen); hetgeen door een verdubbeling van het schoonmaakonderhoud meer dan gecompenseerd had kunnen worden (curve: 2 personen / 20 sec zuigen)⁷.

Nu kan men licht beweren dat een halve kilo huidschilfers in het gehele tapijt mooi zit weggestopt en daardoor geen kwaad kan. Toch is dat om meerdere redenen niet het geval: het vervuilde tapijt vormt een niche, een geschikte leefruimte voor mijten en schimmels en daarmee een bron van allergeen. Verder worden de kleinere stofdeeltjes door het tapijt afwisselend vastgehouden en afgegeven waardoor het stofgehalte in de binnenlucht toeneemt bij verkeer in de ruimte. Onder die omstandigheden is het gehalte aan stof en micro-organis-

men groter in de lucht van een ruimte met tapijt dan in een met een harde vloerbedekking³.

Het verhoogde stofgehalte kan vervolgens leiden tot klachten van 'droge lucht'. De hygroscopische stofdeeltjes die op de slijmvliezen neerdalen nemen daar water op, zodat de sensatie van 'uitgedroogd zijn' optreedt. Welk gezondheidseffect het uitlogen van de vuildeeltjes op de slijmvliezen heeft, zal geheel afhangen van hun chemische samenstelling en de substitutie van de persoon in kwestie.

Het tapijtbiotoop is vooral voor huisstofmijten geschikt (Afbeelding 4); tot 0,5 mm lange, doorzichtige diertjes die allergenen produceren welke astma, neusloop, niezen, geïrriteerde ogen en eczeem kunnen uitlokken. Ongeveer een kwart van de kinderen wordt met de aanleg voor deze aandoeningen geboren⁸.

Het tapijt vormt voor de mijten alleen een comfortabel leefmilieu wanneer de klimaatregeling van de ruimte in orde is, dat wil zeggen wanneer de lucht niet te droog is en minstens 5 maanden van het jaar boven de 55% relatieve luchtvochtigheid komt.

Per dag consumeert zo'n mijt gemiddeld 0,5 µg stof⁹. Stellen we de gemiddelde levensduur op 60 dagen, dan kan ons tapijt (1 persoon en 10 sec zuigen per week) reeds na 1 week gebruik voorzien in de voedselbehoeften van minstens 3300 mijten! Zouden

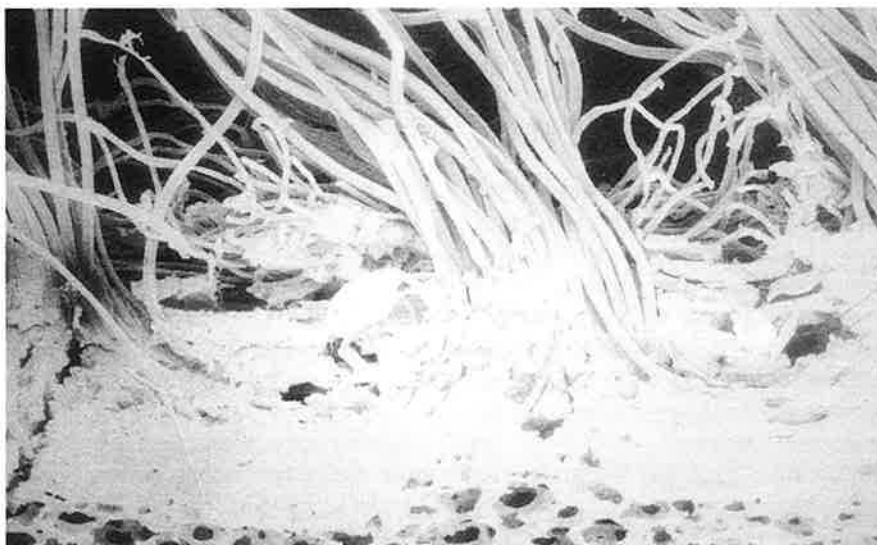
de mijten het aanwezige voedsel (behalve huidschilfers, ook voedselkrui- mels, en ander organisch materiaal) optimaal benutten, dan kunnen na twee jaar enkele miljoenen mijten hun levenscyclus in een m² tapijt voltooid hebben! Ter vergelijking: slechts enkele honderden worden geacht schadelijk te zijn voor allergische personen⁸ en kunnen daardoor de arbeidsproductiviteit verminderen.

In de praktijk loopt het minder hard. Populaties starten langzaam op. Het duurt minstens twee seizoenen voordat men enkele duizenden mijten per m² vindt⁵.

Wat is de moraal van dit verhaal? Moeten we weer terug naar de zeven-

tiende eeuw zoals die door Vermeer is afgebeeld (Afbeelding 5), toen de vloer van natuursteen of hout was met een plint van respectievelijk tegeltjes en hout? Dat kan, maar lijkt me in het moderne kantoor noch haalbaar, noch voor de gebruikers comfortabel. Van het tapijt in kantoor en woning om gezondheidsredenen een weggooi- produkt maken, dat iedere twee jaar wordt vervangen, lijkt om milieuhygiënische redenen niet haalbaar.

Wie tapijt wenst in een gezonde kantooromgeving, dient de werkomgeving ruim op te zetten, dagelijks te laten zuigen en (half)jaarlijks een grondige reinigingsbeurt met poeder of een natte shampoo te bekostigen.



Afbeelding 4. Dwarsdoorsnede door een tapijt met schuimrubber rug. Twee huisstofmijten, ware breedte 0,2 mm, lopen door pool en basis, goed beschermd tegen de stofzuiger (Foto F.M. Kniest & A.W. Dicke).

Ik ben mij ervan bewust dat deze zienswijze die uitgaat van de gezondheid van de mens, een enorme ingreep is in ontwerp en beheer. Ik hoop deze problematiek dan ook verder te kunnen bestuderen binnen het fysi-

sche verband van de vakgroep FAGO en het gezondheidstechnische van de BMGT, het interfacultaire dwarsverband Biomedische en Gezondheidstechnologie¹⁰. In het onderricht aan de bouwkundige student wil ik het



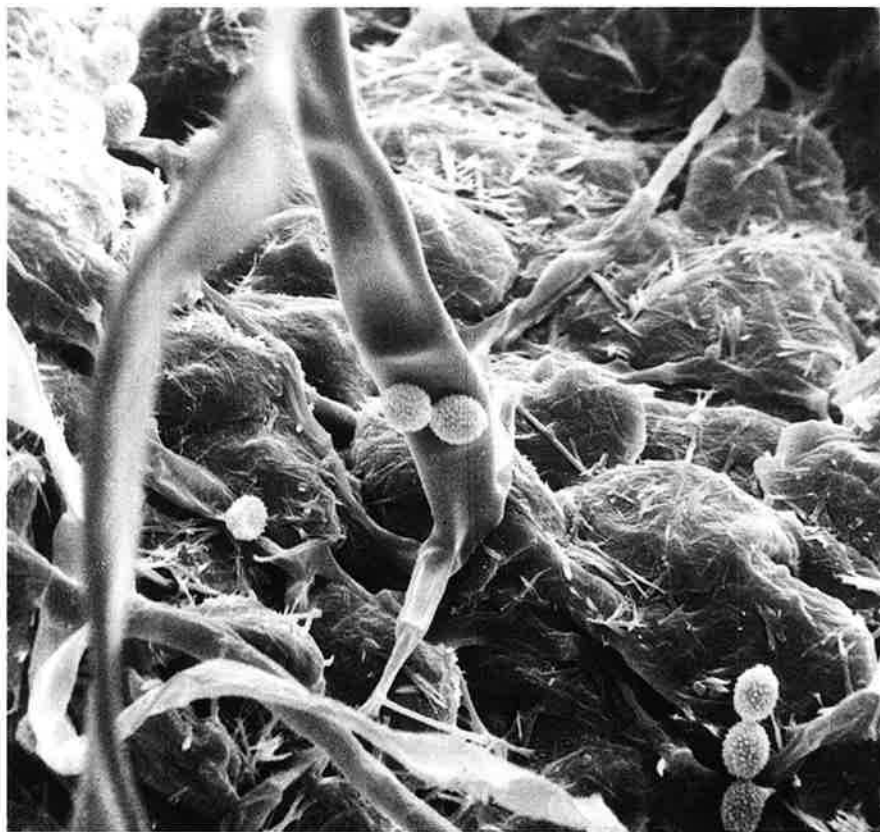
Afbeelding 5. Een huiskamer in de zeventiende eeuw: 'Staande Vrouw bij virginaal' door Johannes Vermeer⁹.

inbrengen samen met de bedrijfseconomische aspecten die aan deze nieuwe aanpak kleven, zodat onze bouwkundigen er vervolgens de praktijkproblemen mee tegemoet kunnen treden.

Het labrynt

Kakkerlakken zijn in de gebouwde omgeving een lastig en algemeen

probleem. In 1988 werden tegen insecten in en rond gebouwen alleen al door gemeenten ongeveer 250 kg insecticide inhoudsstoffen (actieve stof) ingezet. Bij de commerciële ongediertebestrijdingsbedrijven zal een veelvoud zijn omgegaan, daar veel gemeenten de insectenverdelging aan hen overlaten. De huishoudens kochten nog een onbekend aantal extra spuitbussen tegen hetzelfde probleem¹¹. In de Verenigde Staten wordt



Afbeelding 6. Een droogresistente schimmel van het geslacht Aspergillus doorploegt een menselijke huidschilfer (Foto B. van de Lustgraaf & A.W. Dicke).

over de kakkerlakken in gebouwen even hard geklaagd als bij ons⁵. We mogen aannemen dat het probleem daar en hier min of meer vergelijkbaar is. Gezondheidstechnisch is dit echter in het geheel niet het geval. Astma op basis van een allergie voor kakkerlakken in de eigen woning is in de VS algemeen, maar in Nederland zo zeldzaam dat het ziektebeeld door diverse medische specialisten nooit wordt herkend. Uit biologische kakkerlakkenstudies komt naar voren dat de diertjes een voorliefde hebben voor donkere plaatsen, waaronder ook ventilatiekanalen. Nu is het u wellicht bekend dat de Amerikaanse huizen centraal worden verwarmd met hete lucht en de onze doorgaans met warm-water-radiatoren. Overzee komt de verwarmde lucht de ruimten binnen bezwangerd met stofjes waaraan kakkerlakkenallergieën kleef en wordt in die vorm ingeademd!

Diverse andere organismen vinden hun niche, hun geschikte plaats om te leven, binnen de luchtkanalen in een gebouw (Tabel I). Hieronder zijn een klein aantal die infecties veroorzaken en daardoor direct ziekmakend zijn, zoals de bacterie *Legionella*. Het overgrote deel heeft een secundair effect op de gezondheid door het vergroten van het stofgehalte van de lucht, door geurbelasting of door het afgeven van allergenen.

Vanuit deze levende wezens gezien, die in lengte variëren van 0,1 µ tot 1,5 cm, moet het kilometerslange, moder-

Tabel I. Gewone bewoners van luchtbehandelingsinstallaties¹²

-
- > 78 soorten schimmels
 - > 28 soorten bacteriën
 - > 8 soorten protozoën
 - > 5 soorten mijten
 - > 3 soorten insecten
-

ne klimaatregelingsysteem wel overkomen als een eindeloos labyrint. Hier en daar stormt het, maar bij bochten en ribben zijn er comfortabele lussen waar het goed toeven is in de neergeslagen stoflaag. Sommige individuen worden door de luchtstroom meegevoerd en eindigen in een filter, zoals stukjes schimmeldraad op en in een huidschilfer (Afbeelding 6). Wat er vervolgens gebeurt hangt geheel van de fysische groeivoorwaarden ter plekke af. Voedsel in de vorm van vuil is er voldoende. De temperatuur kan wat laag zijn. Vochtigheid kan de overlast vergroten of inperken.

Een interessante praktijkstudie is uitgevoerd in een astma-ziekenhuis in Mönchengladbach waar een nieuwe klimaatregelingsinstallatie werd geplaatst en van begin af aan schimmelsoorten en -aantallen werden bepaald in de buitenlucht, de binnenlucht, de luchtkanalen en de filters. Schimmels die van natte omstandigheden houden, dat wil zeggen een relatieve vochtigheid behoeven van minstens 90%, werden door het luchtbehandelingsysteem effectief tegengehouden. De zogenaamde droogteresistente schimmels echter, die beneden

de 85% relatieve vochtigheid floreren, bleken door de filters heen te groeien en aan de schone zijde te sporuleren. Het gevolg was dat in de geklimatiseerde ruimten een hogere concentratie van deze schimmelsporen voor kon komen dan buiten in de vrije natuur. Hierbij was het heel vervelend dat in dit ziekenhuis dat bedoeld was om astmapatiënten te behandelen, de bewoners in ongeveer de helft van de gevallen overgevoelig bleken te zijn voor de betreffende schimmels. Ontwerp en onderhoud van de betreffende installatie zouden in orde zijn geweest¹².

Het lijkt erop alsof we in de spiraal van de 'Wet van het behoud van de ellende' geraken. Het luchtbehandelingsstelsel is ontworpen om het comfort, zeg maar de gezondheid van de gebouwgebruikers te bevorderen, maar soms worden de mensen er ziek van. Het stelsel verandert de 'frisse' buitenlucht in met stof, allergenen en mogelijk ziektekiemen bezwangerde binnenlucht. Bovendien is de filterwerking van het stelsel zo gebrekkig dat recirculatie van de binnenlucht (energetisch aantrekkelijk) moet worden afgeraden. Kortom, de buitenlucht kan eigenlijk beter via het raam komen.

In dit verband is het interessant eens na te gaan wat het indicatiegebied is voor het toepassen van een volledige luchtbehandeling met gesloten gevel in kantoorgebouwen, waarbij de kwaliteit van de binnenlucht dus geheel door de aanwezige installatie wordt geregeld. De resultaten van zo'n on-

derzoek dat is uitgevoerd door de Bedrijfsgezondheidsdienst van de Rijks-overheid samen met de Vakgroep Klimaatregeling van de Technische Universiteit Delft, zijn onthutsend. Van de 8 redenen die opdrachtgevers, architecten en adviseurs opgaven om zo te bouwen bleek er mogelijk één wetenschappelijk onderbouwd te zijn.

Wat niet onderbouwd was onder Nederlandse klimatologische omstandigheden? De noodzaak tot reinigen van de buitenlucht, het gevaar van verstoring van de klimaatinstallatie door te openen ramen, de noodzaak van een gesloten gevel voor het beperken van straatgeluiden of het bereiken van thermische behaaglijkheid, de bescherming van computers, het afvoeren van de interne warmtelast en het verhogen van de luchtvochtigheid. Dit bleek allemaal geregeld te kunnen worden met een eenvoudiger stelsel met open ramen, wanneer het ontwerp van gebouw, installatie en inrichting als één geheel zou worden gezien. Alleen windhinder in hoge gebouwen bleef over, maar ook dan waren na het nemen van speciale maatregelen te openen ramen haalbaar¹³.

Het probleem van de vervuilende klimaatinstallatie is terug te dringen door dit stelsel spaarzaam te gebruiken. Dit zal ook daarom nodig zijn, omdat deze systemen zeker duurder zullen worden in zowel bouw als onderhoud als wij de eis gaan stellen dat de uittredende lucht inderdaad even fris is als buitenlucht. Dit zou beteke-

nen dat alle kanalen, ventilatoren en filterhuizen goed bereikbaar en geheel reinigbaar zijn en dat deze reiniging minstens eenmaal per jaar (lieft tweemaal per jaar) geschiedt. Verder onderzoek op dit gebied zal ik pogen te initiëren op deze universiteit, terwijl ik er van overtuigd ben dat de resultaten duidelijker dan tot nu toe in het bouwkunde-onderwijs naar voren moeten komen.

Kortjakje's ziekte

In de folklore komen we het zieke gebouw reeds tegen. Heeft u wel eens bewust de woorden van Kortjakje gezongen? Inderdaad 'Altijd is Kortjakje ziek, midden in de week, maar 's zondags niet'. Het is jammer dat de dichter / liedjesmaker verzuimd heeft aan te geven waar Kortjakje de hele week, behalve zondags, werkte. De vrije zaterdag was in de vorige eeuw nog niet uitgevonden. Wel is duidelijk dat het zondags in de kerk, pronkend met het zilverbeslag op de calvinistische bijbel, veel beter ging; immers: ' 's Zondags gaat ze naar de kerk, met een boek vol zilverwerk'. En er is wel een verklaring gegeven voor de ziekte door de week. Kortjakje, ook wel Mooi Martje of zelfs Roodkapje genoemd, wordt vermeld in een ouder scheldversje als; 'secrete vrouw in dese stad, die so gaere de borrel had'¹⁴.

Kortom, net als bij de gebruikers van het Europoint-gebouw van de Gemeente Rotterdam, Transitorium II van

de Rijksuniversiteit Utrecht, en het Psychologisch Laboratorium van de Katholieke Universiteit Nijmegen, wordt het Kortjakje in eerste instantie aangewreven dat de klachten door haar zelf veroorzaakt zijn en niet door het gebouw. Over het algemeen lijkt het ongeveer 20 jaar te duren voordat gebouwgerelateerde klachten zo serieus worden genomen dat men tot open ramen besluit, die het probleem daarna meteen verminderen¹⁵.

Zou het voor de neutraliteit en duidelijkheid niet beter zijn dat we de termen Sick Building Syndroom en het nog langere 'gebouw gerelateerde klachten', maar gewoon laten vallen. We kunnen dan spreken van het Kortjakje-syndroom. Het gebouw is niet ziek, het heeft Kortjakje? Misschien dat wij daarmee ook de afweerreacties kunnen beteugelen die sommige technici ten toon spreiden. Zo las ik tot mijn verrassing dat onder de paraplu van TNO liefst twee onderzoeken zijn uitgevoerd om aan te tonen dat je van recirculatie in woningen niet per sé ziek hoeft te worden¹⁶, terwijl voor kantoorgebouwen reeds was vastgesteld dat gezondheidstechnisch gezien recirculatie eigenlijk uit den boze is¹³. Hier lijkt mij dat hier niet meer de mens centraal staat, maar de behoefte om een techniek toe te passen, of om energie te sparen.

Kortjakje geeft een probleem aan waaraan verschillende oorzaken in een wisselende combinatie ten grondslag liggen. Het zieke gebouw

vormt een milieu dat niet voldoet aan een of meer van de volgende menselijke behoeften:

1. contact met de omgeving door middel van zicht, gehoor, geur en luchtkwaliteit;
2. voldoende ruimte, privacy en rust;
3. juiste verlichting en thermisch comfort;
4. afwezigheid van niet-relevante prikkelstoffen (chemische of biologische vervuiling, geluid).

Bij het onderzoek wordt aan één groep prikkelstoffen, de biologische verontreinigingen, zelden aandacht besteed. Ik heb u daarvan deze middag al enkele voorbeelden laten zien.

Laboratorium en praktijk

In het algemeen mogen we zeggen dat de mens al eeuwen ervaring heeft met biologische verontreinigingen en de beheersing ervan. Voor vlooiën in huis, bijvoorbeeld, toonde archeologisch onderzoek aan dat de Vikingnederzetting op Groenland van 990 tot 1350 na Christus door mensenvlooiën was bewoond¹⁷.

De afgelopen eeuw zijn numerieke data betreffende de populatiegroei onder invloed van temperatuur, vochtigheid, voedsel en schuilplaatsen voor een groot aantal schadelijke en nuttige diersoorten, planten en schimmels verzameld en gedeeltelijk verwerkt in oecologische modellen met een redelijk goede voorspelbaarheid voor de 'echte' natuur.

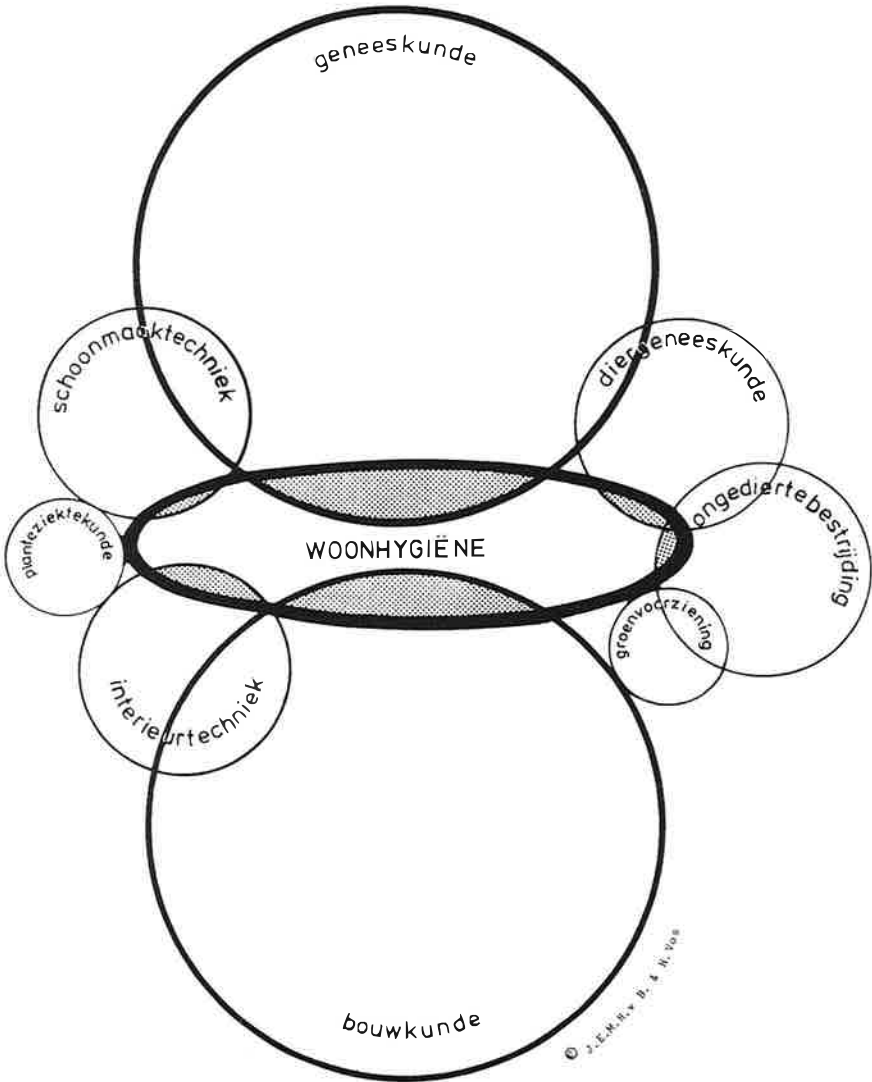
Toch zijn deze gegevens tot nu toe weinig of niet geïntegreerd in het technische ontwerpproces. Er wordt nog niet ontworpen op basis van het frustreren van de behoeften van muurschimmels, huisstofmijten, kakkerlakken of huismuizen, zelfs aan het voorkómen van nestelende vogels onder de dakpannen – een lastige oorzaak van jeukende huidaandoeningen in de zomer – wordt weinig gedaan.

Voor een deel kan dit de technicus niet kwalijk genomen worden. De bioloog heeft zijn kennis enerzijds nog niet volledig in het zicht gebracht en anderzijds het numerieke materiaal nog niet in een vorm aangeboden die bij de technische benadering past. Ik zie het als een belangrijke onderzoekstaak om de massa aan voorhanden biologische en gezondheidskundige gegevens te 'vertalen' en de toepasbaarheidsgrenzen van het verkregen produkt te toetsen. Ik aanvaard hier vandaag immers een bijzondere leerstoel voor een vakgebied dat nog ontwikkeld moet worden.

Ik ben er mij van bewust dat bij deze ontwikkeling een groot aantal disciplines betrokken zal zijn. Disciplines die nu nog vreemd zijn voor elkaar. Behalve aan bouwkunde en geneeskunde kunt u hierbij denken aan schoonmaaktechniek, interieurtechniek, diergeneeskunde (huisdieren), en ongediertebestrijding, maar ook aan planteziektekunde (kamerplanten) en groenvoorziening (Afbeelding 7).

Graag zou ik in de komende tijd de massa aan zuiver biologische gege-

vens zodanig numeriek willen bewerken dat ze op zinvolle wijze aan de



Abbeelding 7. Het probleemgebied van de biologische agentia in relatie tot de vakdisciplines.

genoemde technische wetenschappen ter beschikking gesteld kunnen worden. De witte vlekken die hierbij tevoorschijn komen, kunnen dan verder onderzocht worden door studenten en medewerkers van zowel deze universiteit als die van de Rijksuniversiteit Utrecht, binnen de interuniversitaire werkgroep die de beide Colleges van Bestuur hebben ingesteld.

Een probleemoplossend ingenieur

Ik noemde zojuist de studenten van twee universiteiten. Maar heeft u wel eens nagedacht over het verschil tussen een universitair, dus wetenschappelijk opgeleide doctorandus en een dito gevormde ingenieur? Van Dale's Groot woordenboek hedendaags Nederlands van 1984 (toen de hogescholen nog geen universiteiten heetten) zegt er het volgende over: (a) doctorandus = iemand die het doctoraal examen heeft gedaan en dus tot de promotie is toegelaten; (b) ingenieur = aan een hogeschool gevormd technicus voor de openbare dienst of voor een van de verschillende takken van de bijzondere nijverheid¹⁸.

Enigszins overtrokken uitgelegd: de doctorandus mag zijn wetenschappelijk meesterwerk, zijn academisch proefschrift, gaan schrijven en de ingenieur gaat de praktijk in om technische problemen op te lossen. Het heeft dan ook lang geduurd voordat de academische promotie geaccep-

teerd raakte binnen de Technische Universiteiten. De door de minister ingestelde Verkenningcommissie Bouwkunde gaf in haar eindrapport van maart 1989 aan dat op het gebied van het ontwikkelen van een wetenschappelijke onderzoekscultuur in internationaal verband nog steeds een achterstand is in te halen¹⁹.

Al is de werkelijkheid niet zo zwart-wit meer als de definities doen vermoeden, feit blijft dat van de ingenieur verwacht wordt dat hij of zij een oplosser van technische problemen is. En daar problemen zich zelden monodisciplinair voordoen, dient de ingenieursopleiding multidisciplinair te zijn, hoe lastig dat ook is voor de afgrenzing van vakgebieden voor onderwijs en onderzoek.

Voor de vakgroep FAGO, fysische aspecten van de gebouwde omgeving, voorheen fysische beheersing van het binnenmilieu geheten, geldt het multidisciplinaire wel heel in het bijzonder. Prof. J. Hamaker, de aartsvader van FAGO, zag hierin in 1970 de reden voor het oprichten van de vakgroep: '... Dat akoestiek, klimaat en verlichting een gebied vormen, ligt enerzijds in het feit dat ze met elkaar de behaaglijkheid van de mens en de mogelijkheid tot doeltreffend werken bepalen en anderzijds in de vele verbindingen tussen deze gebieden die gegroeid zijn of groeien...' Hamaker legde duidelijk het centrum bij de behoeften van de mens. Onder klimaat verstond hij óók luchtzuiverheid²⁰.

Tegenwoordig wordt de bouwkundig ingenieurs die bij FAGO willen afstuderen voorgehouden dat zij opgeleid worden als brede bouwkundigen die de samenhang tussen de verschillende fysische aspecten doorzien en de samenhang tussen bouwkundige, materiaalkundige en installatietechnische zaken kunnen hanteren. Dit alles om een goed fysisch milieu te verkrijgen zonder het buitenmilieu teveel te belasten²¹. Mijns inziens dient het verzorgen van 'oogtaak, oortaak en thermisch comfort' te worden uitgebreid met een 'ademhalingstaak' en een 'huidtaak'. Ook aan het vervullen van deze taken liggen fysische wetmatigheden ten grondslag, zij het dan via fysisch-chemische en biologische processen die zich in de gebouwde omgeving afspelen. Het streven zou dan ook beter kunnen zijn naar een gezond binnenmilieu dan naar een goed fysisch milieu.

Maatschappelijke behoeften

Uit het voorgaande zal het u duidelijk zijn, dat ik geen voorstander ben van een nieuw te ontwikkelen technisch vak, genaamd biologische agentia in de gebouwde omgeving. Veeleer zou ik een biologisch steentje willen bijdragen aan de integrale benadering van ontwerp en onderhoudsplan. Uit de maatschappij bereiken ons signalen dat zo'n aanpak nuttig kan zijn. Interessant is een bestudering van de hulpvragen die binnenkomen bij de bouwwinkel, volgens mij de universi-

taire polikliniek voor zieke gebouwen van de doorsneegebruiker. In 1990 werd ruim 20% van de hulpvragen direct of indirect toegeschreven aan schade rond biologische agentia: van schimmel, muffe geuren, CARA, geïrriteerde ogen, gevolgen van vocht, een parkiet vermoedelijk overleden aan een aspergilloom en boomwortels die een gebouw beschadigen²².

Verder zijn er de komende veranderingen in de WAO, de Wet op de Arbeidsongeschiktheid. 'Gezond werk, verzekert Beter', is overal op straat te lezen. Nu de verantwoordelijkheid voor ongezonde werkomstandigheden direct valt op de schouders van werkgevers en werknemers, krijgt het Kortjakje-Syndroom een andere dimensie.

Mijns inziens zou een substantieel deel van het rendement van gezonde intramurale omstandigheden (een tientje voor iedere geïnvesteerde gulden¹³) uitgegeven moeten worden aan multidisciplinair en systematisch onderzoek, waarbij ontwerp en onderhoud integraal èn vanuit de gezondheid van de gebruikers van het bouwwerk worden bekeken. Een derde maatschappelijke invalshoek is het Nationale Milieubeleidsplan dat vraagt om een terugdringen van pesticiden. Twintig procent van het landelijk gebruik komt terecht in de gebouwde omgeving²³. Het gebruik van gif tegen kakkerlakken, ratten en schimmel zou door het opnemen van weringsmaatregelen in gebouwont-

**GEZOND
WERK
VERZEKERT
BETER**

CNV

FNV

MHP

Afbeelding 8. Een affiche van de vakbeweging.

werp en onderhoudsplan gemini- seerd kunnen worden. Nemen we als voorbeeld het ratten en muizenpro- bleem. In 1988 werden door gemeen- ten boven de 5.000 inwoners geza- menlijk ruim 200.000 kg lokazen met bloedverdunnende middelen tegen de knaagdieren ingezet in de ge- bouwde omgeving¹¹. De overige lasti- ge soorten (Tabel II) zijn veelal be- schermd en mogen niet worden verdelgd. De enige milieuvriendelijke bestrijding is dichting van openingen tot een grootte dat de kop van de die- ren er niet meer door kan. De getoon- de breedten van de schedels slaan op volwassen dieren. Doorgangen vanaf 4 cm vormen geen enkele beperking voor het dierenverkeer. Willen we ook de jonge muizen weren, dan dienen de aanwezige gaten en kieren maxi- maal 5 mm breed te zijn. Dat zou tien- duizenden kilo's aan ook voor men- sen en huisdieren schadelijke bestrijdingsmiddelen schelen.

Tot besluit

Geachte toehoorders, aan het einde van mijn betoog gekomen rest mij het uitspreken van mijn dank en waarde- ring aan allen die bij mijn benoeming betrokken zijn geweest.

De Stichting Minibiologisch Onder- zoek ben ik dankbaar voor het instel- len van de twee leerstoelen, hier en in Utrecht, waardoor een meer structu- rele band is ontstaan, naast de Inter- universitaire Werkgroep, die de multi- disciplinaire samenwerking tussen technische, medische en biologische disciplines voor een hopelijk langduri- ge periode zal stimuleren, en tot inno- vatieve resultaten zal leiden.

Het College van Bestuur van deze Universiteit ben ik dankbaar voor de geboden kansen en het vertrouwen in mij gesteld. Ik ga er vanuit dat ik in de toekomst nog vaak met u constructief mag overleggen.

Tabel II. Gemiddelde grootste schedelbreedte van een aantal lastige of ongezonde knaagdieren en insekteneters in de gebouwde omgeving (J.W.F. Reumer, persoonlijke mededeling)

diersoort:	schedelbreedte in mm:
dwergvleermuis	7- 8
huisspitsmuis	9-10
huismuis	10-12
zwarte rat	16-22
bruine rat	17-27
egel	28-38

De Utrechtse Universiteit ben ik erkentelijk dat zij de salarislasten wil dragen voor mijn activiteiten in Eindhoven.

De Vakgroep Fysische Aspecten van de Gebouwde Omgeving (FAGO) en de Faculteit der Bouwkunde dank ik voor het accepteren van de leerstoel en het opnemen van mij in hun midden. Per slot van rekening ben ik als biologe bij eerste beschouwing wellicht een vreemde eend in de bijt van een technische universiteit.

Hooggeleerde Vorenkamp, Beste Joop, van je praktische inslag geniet ik. Wanneer jij het probleem blootlegt en een oplossing aandraagt, zijn de technische kanten van de woonhygiëne niet zo moeilijk als door mij gevreemd.

Zij die inhoud gaven en geven aan de Interuniversitaire Werkgroep 'Woning en Gezondheid', de onderzoekers, de studenten en de oud- studenten, de technische en administratieve krachten, hebben mij zeer verplicht door hun geduld, hun nieuwe ideeën en hun enthousiasme voor samenwerking. Laten we samen proberen op de ingeslagen weg voort te gaan!

Het universitaire dwarsverband Biomedische en Gezondheidstechnologie en de enthousiaste medewerkers van hun bureau zijn voor mij de verbindingszone geworden tussen techniek en geneeskunde, waarin ik mij als biologe helemaal kan thuisvoelen.

Hooggeleerde Linskens, reeds meer dan een kwart eeuw mag ik u mijn leermeester noemen. U leerde mij in Nijmegen de botanie, later de relativiteit in het biologische onderzoeksvak en de harmonie van wetenschap en levensbeschouwing. Ik ben u dankbaar voor uw vriendschap.

Een apart woord voor mw. prof.dr. Dipl.Ing. Helga Fassbinder. Het zou hier een mannenbolwerk zijn, zo vertelde men mij **na** de benoeming. Want al bijna 15 jaar bent u de eerste en enige vrouwelijke hoogleraar die onderwijs geeft aan of bij deze universiteit. Vernieuwingen gaan langzaam in een gevestigd systeem, zo leerde ons reeds Machiavelli in 1513. We zijn nu met zijn tweeën in het docentenkorps, temidden van 42 vrouwelijke ingenieurs, 37 dito doctorandussen, 6 meesters in de rechten, 6 Masters of Science, 5 vrouwelijke doctores, de echt zeldzame HBO-ingenieur en gepromoveerde ingenieur – de hoogleraar van morgen! – waarvan deze universiteit er maar één telt in de vrouwelijke categorie ²⁴. Toch ook wel gezellig dat er ook mannen zijn. U stelde mij gerust. We mogen hier gewoon **samen werken, samen met onderwijs bezig zijn, en samen onderzoeken**. Het gaat om 'high tech' – zo staat geschreven op de kaft van de studiegids –, en niet om een indeling in sexe.

Dames en Heren studenten, mijn vak staat buiten uw basiscurriculum. U kunt bouwkundig ingenieur worden zonder kennis te nemen van de bio-

logische verontreinigingen en hun beheersing. Hopelijk heb ik u zo nieuwsgierig kunnen maken dat u eens een 'biologisch' project wilt proberen, of zelfs binnen de vakgroep FAGO op een multidisciplinair probleem met een gezondheidsrandje wilt afstuderen. De mogelijkheden zijn er, u hoeft ze slechts te benutten.

Dames en Heren, met het aanvaarden van de eerste leerstoel 'Biologische Agentia in de Gebouwde Omgeving' in combinatie met de eerder aanvaarde Utrechtse leerstoel 'Biologische Agentia in de Woonhygiëne' is het gereedschap verkregen om de Nederlandse gebouwenvoorraad gezonder te maken voor haar gebruikers en bewoners. Voordat we resultaat zien moet dit gereedschap eerst worden benut: meer en beter multidisciplinair onderzoek, onderwijs en advisering. Kunnen we samen de handen uit de mouwen steken?

Dames en heren, ik dank u voor uw aandacht.

Noten

1. a - R. Ghesquiere. 1989. Van Nicolaas van Myra tot Sinterklaas: de kracht van een verhaal. Amersfoort, Acco.
b - A.P. van Gilst 1969. Sinterklaas en het Sinterklaasfeest. Geschiedenis en folklore. Veenendaal, Midgaard.
c - H.L. Keller 1979. Reclams Lexikon der Heiligen und der biblischen Gestalten. Legende und Darstellung in der bildenden Kunst. 4. Auflage. Stuttgart, Reclam.
d - K. ter Laan 1972. Van Goor's Folkloristisch Woordenboek voor Nederland en Vlaams België. Den Haag, van Goor.
2. Nans v. L. ca. 1980. Sinterklaas is jarig! Hema K 14831004
3. a - L. Shoshkes 1974. Contract Carpeting. Whitney Library of Design, New York
b - R.H. de Groot 1989. Literatuuronderzoek naar gezondheids- en comfortaspecten in relatie tot het gebruik van textiele vloerbedekking. Vezelinstituut-TNO, Delft, Rapportnummer TE-89.1624
4. a - NVDO werkgroep 1991. Onderzoek naar tapijtreiniging met behulp van poeder. Bedrijfshuishouding 25 (oktober 1991): 78-86
b - H.J.J. Cornelisse, G. van der Heyden 1988. Tapijt- en sanitairreiniging & Deepcleaning. 2e Specialistische cursus op de Basiscursus Schoonmaken. De Gast Schoonmaakbedrijven, Amsterdam.
c - Bouwcentrum 1985. Leergang Bedrijfsleiding Schoonmaak- en Civiele Dienstverlening. Syllabus Tijdcalculatie. CECOS/Opleidingen Bouwcentrum, Rotterdam.
5. J.E.M.H. van Bronswijk 1981. House dust biology for allergists, acarologists and mycologists. NIB, Zeist.
6. a - CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 1981. Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des aspirateurs de poussière pour usage domestique ou analogue. Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale, Genève
b - E. Bischoff, J.E.M.H. van Bronswijk 1986. Beiträge zur Ökologie der Hausstaubmilben. 1. Über die Erreichbarkeit von Hausstaubmilben durch Absaugen. Allergologie 9:45-54
c - J.E.M.H. van Bronswijk 1985. De effectiviteit van een stofzuiger in het verwijderen van stof, mijten en mogelijk allergeen van een tapijt. Airways 4(2):10-15
d - D.P.J. Wassenaar 1988. Staubsaugen zur allergologischen Sanierung eines synthetischen Teppichbodens. Allergologie 11:268-273
e - D.P.J. Wassenaar 1988. Reducing house dust mites by vacuuming. Exp. Appl. Acarol. 4: 167-171

f - D.P.J. Wassenaar 1988. Effectiveness of vacuumcleaning and wet cleaning in reducing house-dust mites, fungi and mite allergen in a cotton carpet: a case study. *Exp. Appl. Acarology* 4:53-62

g - Anoniem 1991. Onderzoek naar effectiviteit borstelstofzuigen. *Bedrijfshuishouding* 25 (september 1991):76-78

7. De vervuiling is te beschrijven met het algoritme (ir. H.L. Schellen, persoonlijke mededeling):

$$\frac{(b^n - 1)}{(b - 1)} \cdot ab$$

waarbij:

n staat voor het aantal weken na ingebruikname;

a de hoeveelheid huidschilfers in g/m² aangeeft die per week in het tapijt terechtkomen (115 mg bij 1 persoon per kantoor; 230 mg bij 2 personen);

b de achterblijvende fractie na reinigen; indien per week 10 sec/m² gezogen wordt bedraagt deze 0,99; wordt het schoonmaakonderhoud verdubbeld dan is hiervoor 0,97 ingevoerd.

8. J.E.M.H. van Bronswijk 1991. Ziek van je huis. Rede uitgesproken bij het aanvaarden van het ambt van bijzonder hoogleraar in de Biologische Agentia in de Woonhygiëne bij de Rijksuniversiteit te Utrecht. Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht
9. E. van Straaten 1977. Johannes Vermeer 1632-1675. Een Delfts schilder en de cultuur van zijn tijd. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage
10. L. Bosma, T. Brouwers, J. Graafmans, eds. 1991. Eindhoven University of Technology. Biomedical and Health Care Technology. Information Bulletin 1991. Eindhoven University of Technology, Report TUE BMGT/91.050
11. Stichting Vakopleiding Ongediertebestrijding 1990. Syllabus A & B. SVO, Wageningen (ISBN 90-72104-14-5 / 90-72104-13-7)
12. a - J.H. Elixmann 1989. Filter einer lufttechnischen Anlage als Ökosystem und als Verbreiter von Pilzallergenen. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen
b - H. Vos & J. Scharringa. Niet gepubliceerde analyses.
13. a - A. Boerstra 1991. Gesloten gevels en volledige luchtbehandeling in kantoorgebouwen. De gangbare opvattingen aan de kaak gesteld. *Facility Management Magazine* (maart 1991):10-13
b - J.A. Bergs 1990. Gezondheidsklachten in kantoorgebouwen. Rijksgebouwendienst, Ministerie van VROM, Rapportnr. TK 14025
14. K. ter Laan 1972. Van Goor's Folkloristisch Woordenboek voor Nederland en Vlaams België. Van Goor, Den Haag
15. a - C.G.L. van Deursen, L.M.Lamers 1991. Het vóórkomen van werkgerelateerde gezondheidsklachten in het Europoint-gebouw in

- vergelijking met een Controlegroep. Rapport nr. 3 Werkgroep 'Arbeid en Gezondheid', Gemeente Rotterdam, Rotterdam
- b - P.F.J. Vogelzang, J.W.J. van der Gulden 1990. Belevingsonderzoek klimaat Psychologisch Laboratorium. Rapport van de Afdeling Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde, Faculteit der Geneeskunde en Tandheelkunde, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen
- c - P.A. Vroon 1991. Ziekmakende kantoorgebouwen en de evolutie van de mens. *Bouwphysica* 2(2):18-25
16. H.J.M. Cornelissen, W. Kornaat 1990. Recirculatie en stofconcentraties bij luchtverwarming en gebalanceerde ventilatie. Het effect van gebalanceerde ventilatie met recirculatie op het binnenmilieu met betrekking tot het optreden van en de blootstelling aan verontreiniging (Samenvatting). *Kwaliteit van de woning nr. 22*. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage
 17. J.P. Sadler 1990. Records of Ectoparasites on Humans and Sheep from Viking-Age Deposits in the Former Western Settlement of Greenland. *J. Med. Entomol.* 27(4):628-631
 18. P.G.J. van Sterkenburg, W.J.J. Pijnenburg 1984. Groot woordenboek van hedendaags Nederlands. Van Dale, Utrecht, blz. 285, 546.
 19. M.D. van Wolferen, D.C. Apon, A.M. de Broekert, A. Griffioen, J.A.J. Huijbregts, A. Krijgsman, J. Lochtenberg, A. Mulder, H.W. Struken, J.J. van IJzeren, J.B.M. Louwe, M. van Eck 1989. Eindrapportage van de Verkenningcommissie Bouwkunde. Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Leidschendam
 20. J. Hamaker 1970. Rapport betreffende: de vraag of fysische beheersing van het binnenmilieu tot het kennisgebied van de bouwkunde moet worden gerekend. Technische Hogeschool Eindhoven, Eindhoven [gedeeltelijk gepubliceerd in: *De Ingenieur* 1971 (vol. 83), blz. B67 e.v.]
 21. F.E. Bakker, L.C.H. Dings 1991. Afstuderen bij FAGO, Faculteit Bouwkunde. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven
 22. Bouwkunde Winkel Eindhoven 1991. Jaarverslag 1990. Technische Universiteit Eindhoven
 23. S. Borg, H. Schoor, Ph. Verrips 1988. De meest voorkomende vragen aan de milieutelefoon. Bruna, Utrecht
 24. Adreslijst Technische Universiteit Eindhoven 1991-92. Bijlage bij de Studiegids 1991-92. Eindhoven, Technische Universiteit, juli 1991

Carpeting, air conditioning and sick buildings

Address, delivered at the occasion
of the accession to office as private
professor in Biologic effectors in
the Built Environment at the
Eindhoven University of Technology
on Friday, December 6, 1991.

Dr. Johanna E.M.H. van Bronswijk

Summary in English

Yesterday, we celebrated Saint Nicolaas Evening. We remembered the old tales by giving each other presents. Since Saint Nicolaas is considered the patron of the mediaeval scholars ('grandfathers' of the scientists of today) I feel comfortable under his guidance. The Nicolaas Tales as well as my address circle around the figure 3. We will not only treat carpet, air-condition and the sick-building, but also research, education and counseling.

Today, carpet may be considered an established furnishing material. Due to financial and time pressure, maintenance of this floor covering may be restricted to about 10 sec vacuuming / m² / week. Under these circumstances soiling increases, as does the dust concentration of the indoor air. Consequently, the possibilities are enhanced for house dust mites to develop and to produce allergens. Using hard floor coverings or installing a more costly, but effective, cleaning regime may solve the problem.

Ducts and filter systems of air-heating, ventilation and air-conditioning systems are inhabited by such divers organisms as cockroaches, carpet beetles, fungi, protozoans and bacteria, causing infections as well as allergic

symptoms by the users of the buildings. The case of an asthma hospital with mold allergic patients is illustrative. Fungal spores caught in the filters germinated, the mycelium grew through the filters in the air ducts, sporulated on the clean side, became airborne, and were inhaled by the patients.

Scientifically speaking, air-conditioning is used more often than is needed for comfort and health under Dutch circumstances. Again, using less of these systems and cleaning the remaining better, may help, as well as having open windows to ventilate with fresh, untreated, outdoor air.

To lessen the resistance among technicians against the reality of sick buildings, the syndrome could be renamed in Dutch 'Kortjakje', after an old children's ryme about being sick during the week and healthy on Sunday.

An other area of relevance to sanitary biology is the need to diminish pesticide use. In case of problems with rodent or insectivores, prevention is achieved by having all crack and crevices less than 0.5 mm wide and long.

As to future research, the mass of biological data will be rearranged and treated numerically to be made useful in design, maintenance and management of a healthy built environment. The results of these studies should be incorporated into an integrated teaching program in building engineering.

This way, consultants will emerge that may incorporate the results of sanitary biology into technical counseling.

As a private professor, who -under Dutch law- may only be appointed by a foundation or society devoted to public interest, I am grateful to all those who believed in the necessity of the new discipline and trusted me to be the first to occupy this chair.

Vormgeving en druk:
Reproductie en Fotografie van de CTD
Technische Universiteit Eindhoven

Informatie:
Academische en Protocolaire Zaken
Telefoon (040-47)2250/4676