

Bouwfysica en kwaliteit

Lange, de, P.A.

Gepubliceerd: 01/01/1987

Document Version

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the author's version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Lange, de, P. A. (1987). Bouwfysica en kwaliteit. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Bouwfysica en kwaliteit

Prof.ir. P.A. de Lange

Bouwfysica en kwaliteit

Afscheidscollege op 11 september 1987

Prof.ir.P.A.de Lange
hoogleraar in de Afbouwtechniek

Faculteit der Bouwkunde
Technische Universiteit Eindhoven

*Mijnheer de rector,
Mijne heren leden van het College van Bestuur,
Mijnheer de voorzitter van de Universiteitsraad,
Dames en heren,*

Een afscheidscollege dient naar mijn oordeel inderdaad een college te zijn. College is een deftig woord voor les. De scheidende hoogleraar krijgt naar oud gebruik nog eenmaal de gelegenheid zijn 'studenten' een 'les' te geven, natuurlijk op zijn vakgebied, dus passend in de leeropdracht, hem meegegeven bij zijn benoeming. Ik heb niet nagegaan hoe de gewoonte is ontstaan om bij deze bijzondere gelegenheid de universitaire gemeenschap uit te nodigen, en daarenboven verwanten, vrienden, oud-leerlingen en vakgenoten in ruime zin. Als regel een heel gezelschap dus; studenten zijn in elk geval verre in de minderheid. Niet verwonderlijk, vind ik, als ik denk aan de zware studielast die studenten in deze tijd te dragen hebben! U allen evenwel bent mij zeer welkom.

Het vakgebied dat ik aan deze instelling heb beoefend is de bouwfysica, een belangrijk onderdeel van de Afbouwtechniek, en het college gaat over bouwfysica. Ik heb het genoemd *'Bouwfysica en kwaliteit'* en ik zou u, gewaardeerde luisteraars, onderschatten als ik niet zou aannemen dat u onmiddellijk begrijpt waar ik heen wil. Het vak bouwfysica heeft op vele andere vakgebieden voor, dat het zich bezighoudt met een aantal eigenschappen van gebouwen die voor elke gebruiker duidelijk merkbaar zijn. Vaak niet in opvallende mate -als het gebouw of de ruimte zich (op het desbetreffende punt) gedraagt zoals wij verlangen- maar heel opvallend als er iets niet deugt. Gehorige woningen, een slecht binnenklimaat, vochtverschijnselen, wie komt er vroeg of laat niet mee in aanraking? Ik voorzie daarom bij u, waarde toehoorders, weinig problemen ten aanzien van de begrijpelijkheid van mijn betoog.

Eerst nu een reeks inleidende opmerkingen.

Bijna 19 jaar geleden bepleitte ik van deze plaats af het toepassen in de bouwpraktijk van al datgene wat het onderzoek op bouwfysisch terrein al had opgeleverd. Ik moest toen constateren, dat het met de verbreiding van de verworven kennis en inzichten pover gesteld was. Daarin is gelukkig heel duidelijk verandering gekomen. Het onderzoek in binnen- en buitenland werd met kracht voortgezet en daarmee bleef de kennis toenemen, maar ook het bouwkunde-onderwijs in ons land begon aandacht aan dit vakgebied te geven. Erg laat overigens en aarzelend en vaak

onbeholpen, mede door het ontbreken van goede leerboeken. Dat juist daarin enkele jaren terug door drie van mijn medewerkers werd voorzien, wat het HBO-niveau betreft, heeft mij veel deugd gedaan. Deze maatschappelijke dienstverlening van een unieke universitaire groep, beschouw ik zeker niet als een verkeerde keuze, omdat zo afbreuk zou worden gedaan aan de onderzoektaak van een vakgroep.

Ook het onderzoek op de onderscheiden deelgebieden van de bouwfysica, zoals ik al zei, vond voortgang. Hoewel de bijdrage daaraan door de Eindhovense groep pas langzaam op gang kwam, is deze inbreng van betekenis geweest.

De vakgroep FAGO - Fysische Aspecten van de Gebouwde Omgeving - had de wind in de zeilen. Immers, de energiecrises van 1973 en 1979 brachten het thema warmte-isolatie en energiebesparing in de bouw in het brandpunt van de belangstelling. En de interesse in milieufactoren leidde tot het ontstaan van wetgeving op het gebied van bestrijding van geluidhinder. Natuurlijk was zogenaamd beleidsondersteunend onderzoek nodig, en dat is dan ook op grote schaal tot uitvoering gebracht. Een enkele maal bleek het beleid dat men voor ogen had met de onderzoekresultaten te botsen. Moeilijk is het dan voor de onderzoeker die een opdracht uitvoert, voet bij stuk te houden en zijn wetenschappelijke integriteit te bewaren. Helaas zijn mij uit het land gevallen bekend, waarbij in dit opzicht brokken zijn gemaakt.

Met ere mag hier de nu ruim 25 jaar bestaande Stichting Bouwresearch worden genoemd, de door sociale partners in het bouwbedrijf in het leven geroepen stichting, die juist op het gebied van de bouwfysica baanbrekend, toepasbaar en wetenschappelijk werk heeft geïnitieerd, gefinancierd en begeleid.

Het onderzoek profiteerde sterk van de opkomst van de computer, die snel onmisbaar werd en een voorheen te moeilijke aanpak van de problemen mogelijk maakte. Ook de meet- en registratie-apparatuur werd verregaand gemoderniseerd; de electronica vergrootte de mogelijkheden enorm. De fundamentele fysische kennis groeide nauwelijks, behoefde ook niet te worden uitgebreid, want de klassieke natuurkunde was beschikbaar. Maar voor de bouwpraktijk waren - en zijn - er nog netelige problemen te over. En bovendien, lang niet alle overgebleven vragen op het bouwfysisch gebied zijn van fysische aard. De criteria immers, zo u wilt de grenswaarden voor de onderscheiden fysische grootheden, moeten worden vastgesteld op grond van de menselijke reacties; die zijn van fysiologische en psychologische aard.

Vandaar de vele onderzoeken op deze gebieden, waaronder het speuren naar behaaglijkheidseisen en zogenaamde belevingsaspecten.

Dit type vragen is soms gemakkelijk, soms heel moeilijk te beantwoorden.

De eenvoudige zijn al sinds lang geen vraag meer; de moeilijkste zullen wel nooit bevredigend worden beantwoord. Tot die laatste groep moeten worden gerekend de vragen naar de samenhang en mogelijke onderlinge beïnvloeding van criteria c.q. behaaglijkheidseisen op verschillende bouwfysische gebieden, zoals luchttemperatuur en verlichtingsniveau of niveau van het stoorgeluid en ventilatiesnelheid. Er zijn aanwijzingen - zij het vage - dat samenhangen bestaan, maar te preciseren lijken ze niet, ondanks hardnekkige pogingen daartoe, in mijn vakgroep ondernomen.

Ik wil hier ook kort verwijzen naar een heel aparte categorie van dit type vragen, namelijk die naar de criteria voor de appreciatie van klankschoonheid in een muziekzaal en dan in het bijzonder in een concertzaal. Dit is het gebied, door de leek aangeduid met het woord akoestiek. Een lange reeks van jaren heb ik mogen proberen dit aspect te behartigen bij het tot stand brengen van grote concert- en operazalen hier te lande en heb ik mij met deze vragen beziggehouden. Lang heeft de empirie het voornaamste richtsnoer moeten zijn bij het zodanig bepalen van vorm, grootte en detaillering van zo'n zaal, dat aan de moeizaam en zeer onvolledig omschreven fysische criteria werd voldaan. Stap voor stap zijn door moeizaam onderzoek de geheimen ontsluitend en is de samenhang gevonden tussen wat muzikaal wordt verlangd en een reeks fysische eigenschappen van de ruimte. Thans is het mogelijk met meer precisie dan voorheen het resultaat te voorspellen. Daarvoor is wel heel wat moeilijk en tijdrovend modelonderzoek vereist van de ontworpen zaal - analoog en digitaal.

Een akoestisch beproefde, traditionele zaalvorm kiezen om risico's te vermijden is naar mijn oordeel nu onnodig. De architect kan veel vrijheid worden gelaten in de wijze, waarop hij de zitplaatsen groepeerd t.o.v. het podium en dat is van veel belang voor de sfeer. Een concert bijwonen en genieten is niet alleen een kwestie van horen, maar ook van zien. Het visuele aspect is duidelijk ook van belang; in een TV-programma wees von Karajan daar onlangs nog op.

Bovenal is nodig een nauwe samenwerking van architect en akoesticus, en dat op een terrein dat voor de architect bij uitstek het zijne is, namelijk de vormgeving. In die fase is de ervaring van de akoesticus van veel waarde. Overigens is natuurlijk niet alleen in

zoëven bedoelde zalen de akoestiek van belang. Een voorbeeld is de zaal waarin wij nu zijn; aan de akoestiek ervan ontbreekt van alles. Zo is de spraakverstaanbaarheid hier beter, althans niet slechter, zonder deze geluidversterkingsinstallatie dan met. Er is door enkele eindstudenten studie gemaakt van deze zaal, en de euvelen zijn goed in kaart gebracht; te hopen is dat maatregelen tot verbetering kunnen (en mogen) worden getroffen.

Dames en heren,

Terug naar mijn thema, bouwfysica in relatie tot de kwaliteit van wat wij bouwen. Het gememoreerde omvangrijke onderzoek heeft geleid tot normstelling, in de zin van normen van het NNI, documenten die zich dus baseren op onderzoekresultaten, maar die terecht niet door vakspecialisten alléén worden opgesteld. Generalisten, die geacht worden een bredere kijk te hebben dan de gespecialiseerde onderzoekers, hebben een belangrijke, misschien de belangrijkste stem. In de bouw heeft de normalisatie-arbeid tot een geweldig aantal (ca.750!) Nederlandse normen geleid, een aantal dat individueel werkende architecten soms tot wanhoop brengt en vervolgens tot het negeren van de normen. Toch kan men niet eenvoudigweg doen alsof die normen er niet zijn. De kennis is nu eenmaal sterk gegroeid, en men kan niet doen alsof dat niet zo is! Ik merk op, dat een docent bij het kiezen van datgene wat hij in zijn onderwijs aan de orde zal stellen, hetzelfde probleem ontmoet.

De normen zijn basis voor kwaliteitsbeoordeling. Hier valt weer het woord kwaliteit. Een begrip dat men veel hoort noemen in de bouw en dan in ongunstige zin, stellig vooral als gevolg van de moeilijke economische omstandigheden en de noodzaak tot goedkoper bouwen. Overal in de vakliteratuur wordt over kwaliteit gesproken.

Er is op het gebied van kwaliteitsborging veel gaande en er verandert veel. Ik verwijs naar hetgeen gaande is op het terrein van de zogenaamde certificatie van produkten en de instellingen die zich daarmee belasten.

Er is de Raad voor de Certificatie, die zogenaamde certificeringsinstituten moet erkennen. Certificaten worden door deze instituten met grote omzichtigheid verleend, en dienen kwaliteitsbevorderend te werken. Het certificaat op zichzelf is echter geen kwaliteitsgarantie. De industrie wordt zo aangezet tot het hanteren van een kwaliteitsbeheersingssysteem; sommige kennen dit al jaren (bijvoorbeeld de kalkzandsteenindustrie) andere gaan er toe over.

Aan het thema 'Kwaliteit in de bouw' wijdde de SBR in 1986 een interessante publicatie [4]. Daarbij ging het om een pleidooi tot introductie van, zoals de ondertitel luidt, 'waarde-analyse in de bouw met behulp van de weegschaalmethode'. Een studie die de bouwnijverheid een weg wijst om meer greep te krijgen op het complex van vragen rond kwaliteit in de bouw. Ik ga niet op de methode in, ontleen er slechts enkele definities aan die hier te pas komen.

Ofschoon ik onlangs een aardige uitspraak las van Robert M. Pirsig, luidende 'Quality cannot be defined, you know what it is' ^{*}), is een bruikbare definitie toch goed mogelijk. Ik begin met het begrip waarde. Dingen, die wij mensen gebruiken, hebben voor ons waarde als zij voor ons een functie verrichten die wij wensen. Als we dingen vergelijken die dezelfde functie verrichten, gebruiken we als vergelijkingsmaatstaf de kosten om het ding te krijgen en te gebruiken. En dan geldt: hoe lager de kosten, des te hoger de waarde die wij toekennen. Zo is dus waarde te definiëren als het quotiënt tussen 'functies gewenst' en 'kosten'. Met gewenste functies wordt dan bedoeld een verlangde hoedanigheid van een gebruiksdoel.

Het zal nu duidelijk zijn, dat lang niet elk produkt de functies levert die gewenst zijn. Zo komt logischerwijze het begrip 'kwaliteit' van een produkt naar voren, als het quotiënt van de door het produkt aangeboden functies en de gevraagde functies. Een relatief begrip dus, kwaliteit. De functie heeft de waarde 1 als aanbod en vraag naar functies aan elkaar gelijk zijn. De vraag naar functies is op zichzelf geen vaste grootte, maar afhankelijk van het behoeftepatroon van de mensen die vragen. Van te hoge kwaliteit is sprake als een produkt méér kan dan wordt gevraagd; dat heeft geen bezwaar te zijn, integendeel, maar betekent licht te veel geld uitgeven. Die door produkten aangeboden functies kunnen worden herleid tot produkteigenschappen, die in maat en getal zijn uit te drukken.

Dat eigenschappen kwantificeerbaar zijn, is voorwaarde voor het kunnen uitvoeren van een waarde-analyse.

We verlaten nu deze interessante methodiek en keren terug tot de bouwfysica, beter gezegd de bouwfysische kwaliteit van produkten. Daaronder zijn natuurlijk ook ruimten en gebouwen te verstaan. De zaak schijnt eenvoudig; bouwfysische eigenschappen zijn immers, vrijwel zonder uitzondering, kwantificeerbaar. Behalve de normen,

^{*}) Uit: Robert M. Pirsig: 'Zen and the art of motor cycle maintenance. An inquiry into values, 1974.

die vaak in bouwverordening of wettelijke regeling zijn opgenomen, zijn er verworvenheden van bouwfysisch onderzoek en ervaring die de vorm van aanbevelingen hebben, maar daarom niet minder ernstig moeten worden genomen.

Alles overziende mag worden geconcludeerd, dat bouwfysische kwaliteit een wel omschreven, of te omschrijven grootheid is, en dat de opdrachtgever van een bouwwerk en de gebruiker - wij allemaal dus - zouden mogen verwachten dat deze kwaliteit bevredigend is. Hoe groot de rol is die de bouwfysische kwaliteit speelt, blijkt duidelijk uit de Belgische 'Prestatiegids voor gebouwen' [2]. Elf eigenschappen worden daarin genoemd die bepalend zijn voor de bouwtechnische kwaliteit van een gebouw, vijf daarvan zijn van bouwfysische aard.

Het is mijn bedoeling na te gaan of wij in de huidige bouw inderdaad niet meer ongerust behoeven te zijn over de bereikte bouwfysische kwaliteit. Een kleine serie voorbeelden zal mij tot een redelijk onderbouwd antwoord brengen.

Velen is bekend, dat tientallen jaren is gestreefd naar het realiseren van een aanvaardbare geluidwering tussen woningen. Veertig jaar geleden begon ik aan dit onderwerp mee te werken. Bij herhaling bleek uit zorgvuldig onderzoek dat in flats en rijtjeshuizen bewoners ernstig te klagen hadden over geluidhinder door burens veroorzaakt. Al deze woningen zijn nog in gebruik, hun mate van geluidwering moet worden omschreven als schadelijk voor de volksgezondheid.

Pas na tientallen jaren en nadat het inzicht in het moeilijke fenomeen van de driedimensionale geluidoverdracht zeer was verdiept, kon een norm verschijnen en een bijbehorende zogenaamde praktijkrichtlijn die effect hadden [3]. In het begin van de jaren 80 toonde een door de rijksoverheid ingesteld zeer uitgebreid onderzoek in vele honderden nieuwe woningen aan, dat de minimale waarden voor de isolatie-indices in een zeer groot aantal gevallen (ruim 90%) waren gehaald of overschreden. Enkele jaren daarvoor was dit percentage nog geen 30 geweest. Hierbij is gemiddeld over woon- en slaapkamers [4].

Geen gering succes al met al. Het probleem is dus uit de wereld, zou men zeggen. Helaas, tal van tekenen wijzen er op dat dit schijn is. In mijn nieuwe hoedanigheid van zogenaamd bindend adviseur van de Stichting Garantie-Instituut voor de Woningbouw (GIW) kom ik tot een andere conclusie.

Het GIW, al aan velen bekend, staat ten dienste van kopers van woningen die prijs stellen op zogenaamde verzekerde garantie. Zeer vele gemeenten bevorderen dit door voor de bouw van koopwoningen slechts bouwondernemers toe te laten die door het GIW zijn erkend. De bewoner betaalt een kleine premie en is gevrijwaard voor allerlei tegenvallers die het functioneren van het gekochte betreffen, met inbegrip van de gevolgen van het failliet gaan van de ondernemer. De bewoner heeft het recht om van het instituut een bindend advies te vragen als hij het niet eens wordt met de bouwondernemer. Daarvan wordt vrij druk gebruik gemaakt. Van de vragen die de bindend adviseur regelmatig krijgt voorgeschied, betreffen vele de geluidisolatie. Er wordt dan een 'officiële' meting gedaan, en het oordeel is daarna niet moeilijk meer. In menig geval tref ik in plaats van de vereiste minimale waarde van 0 dB duidelijk negatieve isolatie-indices aan; de bewoner krijgt gelijk, de bouwondernemer moet de zaak in orde brengen.

Hoe? Daar moet hij zelf achter zien te komen. Te vrezen valt dat het menigmaal niet of slechts erg moeizaam gelukt het euvel weg te nemen. Het komt echter ook nog al eens voor dat de isolatie-indices voor lucht- en contactgeluid wel positief zijn en de bewoner toch klachten heeft. De meetuitkomst verbaast hem dan, en hij is - als de bindend adviseur uitleg tracht te geven - niet te overtuigen. De norm, stelde een jong echtpaar onlangs, is niet op de hoogte van de tijd. En zij hebben waarschijnlijk gelijk. In hun geval, zo beschreven zij, was er sprake van erg hinderlijk, zeer laag-frequent geluid, 'gedreun'. Inderdaad, de meetmethode van de norm geeft geen uitkomst over dit deel van het spectrum. Toen mij het type van de begane grondvloer (het betreft een huis in de rij) werd beschreven, werd de oorzaak van de klacht duidelijk: het ging om een zogenaamde broodjesvloer met vulelementen van polystyreen-schuim waarover een dunne drukverdelende specielaag. Een vloer die erg in zwang is wegens zijn zeer kleine k-waarde of, zo u wilt, zeer hoge - zelfs onnodig hoge - warmtedoorgangswaarde. Die lichte vloer wordt bij belopen en door hollende kinderen, enz. sterk aangestoten en in trilling gebracht, wat leidt tot sterk gedreun dat de burens heel goed horen en hen stellig zeer kan hinderen. Extra verzwaren is niet mogelijk. Er is weer een nieuw probleem! De betrokken normcommissie heeft nog genoeg te doen, dat lijkt mij zeker!

Nog een merkwaardig en pijnlijk probleem op dit gebied is het vermelden waard. Een anekdotisch verhaal is het. Nu gaat het om een spouwmuur zonder ankers, als scheiding tussen twee woningen, een in beginsel probaat middel om een hoge geluidisolatie te

realiseren, al in tienduizenden woningen met succes toegepast. Het gaat om twee, vrij dunne muren, die géén of slechts op enkele punten een koppeling hebben. Werden eerst inderdaad twee halfsteens muren afzonderlijk opgemetseld, later vond men een methode om ook in zogenaamde gietbouw een dergelijke muur te bouwen. Weer later ontwikkelde een fabriek dubbele elementen van ca.60 x 60 cm² van steenachtig materiaal, waarbij de twee lagen met een lichtgewicht kunststof in een zig-zag-vorm werden gekoppeld, een wijze van koppelen die het akoestische effect niet zou schaden en de uitvoering op de bouw versnelt. Dat althans dacht men, maar om hier niet te behandelen redenen ontstond toch een te stijve koppeling en dientengevolge een zeer tegenvallend, voor bewoners duidelijk merkbaar resultaat, een sterk negatieve isolatie-index dus. Goede raad bleek tenslotte mogelijk maar erg duur: men is de spouwvulling in het werk, in de bewoonde huizen, gaan doorzagen, van voor tot achter, van buitenspouwblad van de gevel tot en met het dakvlak. Niet alleen de kunststof vulling moest worden doorgezaagd - dat ging ook met een gloeidraad - maar ook toevallig gevallen specie of lijm mortel, en dat was véél moeilijker. Ik heb dit moeizame werk kunnen gadeslaan, de vernuftige en arbeidsintensieve aanpak met speciaal ontwikkeld zaaggereedschap gezien. De isolatie-index steeg inderdaad aanzienlijk, maar per woning zijn de kosten exorbitant hoog. Over die kosten zal nog worden gebakkeleid, dat is zeker!

Niet alleen in de woningbouw doemen onverwachte akoestische problemen op, die een domper zetten op het aangename gevoel dat wij de problematiek - eindelijk - de baas zijn geworden. Ik doel nu op de akoestische afwerking van ruimten waar mensen bijeen komen of machines lawaai maken. Die afwerking dient dan te geschieden met een geluidabsorberend materiaal ook, minder juist, een akoestisch materiaal genoemd. In de beginjaren, kort na de oorlog, werden daarvoor van gaatjes of sleuven voorziene zachtboardprodukten toegepast; thans zijn onbrandbare en minder kwetsbare materialen te kust en te keur verkrijgbaar. Lang heeft het geduurd voordat het gebruik van absorptiemateriaal voor algemene lawaai bestrijding en (werk-) sfeerverbetering gemeengoed was geworden. Ik heb die strijd helpen voeren.

Nu bemerken we dat deze functie toch niet is begrepen of naar waarde geschat, want tegen deskundig advies in laat men de akoestische afwerking achterwege, als ware zij een luxe. Het gevolg is dan een uiterst onaangename, sterk galmende ruimte, en een slechte verstaanbaarheid.

Gerenommeerde architecten begaan deze blunders en zonder

moeite zou ik markante voorbeelden kunnen geven. Slechts het type ruimte waarom het hier o.a. gaat wil ik aanduiden: vergaderzalen en -zaaltjes, de burgerzaal van een raadhuis, oefenruimten voor balletdansers. Toch waren er in deze gevallen uit de praktijk geheel vergelijkbare ruimten van recente datum en werd ook deskundig advies over de afwerking in de wind geslagen. Het gevolg heb ik al geschetst. Er is hier sprake van zuinigheid die wijsheid bedriegt, want achteraf moeten toch maatregelen worden genomen. En dan zijn die duurder dan bij de bouw. Ik bepleit overigens niet het zgn. dood maken van elke ruimte door klakkeloos aanbrengen van geluidabsorberend materiaal. Een zekere levendigheid is vaak gewenst. Op klimatologisch gebied komen overigens ook nog steeds mislukkingen voor. Zo bijvoorbeeld het nieuwe geheel glazen stadhuis in Bergum, waar om architectonische redenen géén zonwering is toegestaan en ook géén koeling is! [5].

In één type gebouw is een optimale akoestische omgeving zelfs uit audiologisch oogpunt geboden, namelijk als het om ruimten voor slechthorenden (vaak bejaarden) gaat. Collega Plomp, experimenteel audioloog van de Vrije Universiteit en het IZF-TNO en van huis uit akoesticus, heeft dit met elegant onderzoek overtuigend aangetoond [6]. Mensen met gehoorverliezen hebben behoefte aan betere akoestische omstandigheden dan normaalhorenden, niet omgekeerd 'omdat ze toch al doof zijn'. Geheel doven zijn uitzondering, slechthorenden zijn er velen, en deze moeten om nog iets te verstaan, niet in een lawaaiïge omgeving worden gebracht.

Ik kom nu tot een ander deelgebied van de bouwfysica: dat van warmte- en vochttransport in gebouwen. In het bijzonder wil ik over vochtproblemen spreken; zij zijn actueel en veelbesproken. Een schatting is dat in 20% van de woningen in ons land vochtproblemen voorkomen. De mening wordt vaak verkondigd dat het vergroten van de warmte-isolatie van gevels en dak debet is aan het optreden van vocht- en schimmelplekken. Dit is op z'n best een oversimplificatie van wat er werkelijk aan de hand is. Gaat het isoleren gepaard met het rigoureuus afsluiten van naden en kieren, dan verminderen de mogelijkheden van ongewilde ventilatie onder invloed van winddrukverschillen en zogenaamde thermische trek, en het gevolg is een toenemend vochtgehalte in de ruimten. Dan kan condensatie optreden en schimmelgroei.

In feite is de zaak gecompliceerder. Zorgvuldige analyse, gekoppeld aan onderzoek in de vakgroep, heeft mijn oud-collega Lichtveld met medewerkers een visie op het geheel van verschijnselen gebracht, waaraan ik enkele dingen ontleen [7].

De gesignaleerde verschijnselen, door bewoners zeer negatief beoordeeld, kunnen vele oorzaken hebben. Een deel daarvan is als bewonersgedrag aan te duiden, een ander deel wordt door eigenschappen van de woning veroorzaakt.

Tot het bewonersgedrag is te rekenen het stookgedrag, of anders gezegd het omgaan met de c.v.-installatie; daaronder het uit zuinigheid afsluiten van de verwarming in sommige kamers of het langdurig op lage temperatuur stoken. Dan is de inrichting van belang, vooral het plaatsen van kasten of banken tegen buitenmuren. Sommige plaatsen zijn thermisch zwak en geven vochtproblemen achter het meubel en vooral als ter plaatse zich een zogenaamde koudebrug bevindt. Dicht bij de vloer zijn die 'erger' dan op grotere hoogte in het vertrek. De bewoner tenslotte is zelf degene die de hoeveelheid woonvocht bepaalt, in hoofdzaak onbewust. Hij is niet verantwoordelijk voor de bouwtechnische eigenschappen van zijn woning, zoals de gekozen installaties, de aard en plaats van koudebruggen. Ook niet voor een als het ware nieuw ontdekte vochtbron in de woning, te weten de kruipruimte. Ook als daarin geen vrij water zichtbaar is - hoewel dit zelfs is toegestaan volgens de Modelbouwverordening (zij het op minimaal 0,45 m vanaf de onderkant van de vloer) - kan het vochtgehalte in de kruipruimte te hoog zijn. Trouwens, onderzoek heeft onlangs uitgewezen dat vaak in kruipruimten water staat, omdat gemeenten het grondwaterpeil niet voldoende laag houden, hoewel dat hun plicht is [8]. Luchttransport van de kruipruimte naar de woning is vaak gemakkelijk mogelijk, en een extra, soms heel grote vochtbron is erbij gekomen.

De ventilatie vormt de laatste - niet de kleinste - factor die de hoeveelheid waterdamp in een woning beïnvloedt. De bewoner moet de raampjes zelf openzetten en sluiten! Hoeveel waterdamp dan wordt afgevoerd, kan hij alleen maar raden: dit hangt behalve van de wind, ook af van de plaats, de grootte en de configuratie van die raampjes. De beheersing van de ventilatie van woningen is een achtergebleven gebied, hoewel er wel eisen gelden.

Overigens verdient ook de hoeveelheid hygroscopisch vocht in de gangbare bouwconstructies en de - wellicht onderschatte - invloed daarvan op de luchtvochtigheid de aandacht. Onderzoek daaromtrent is gaande.

Het zou te ver voeren hier dieper in te gaan op al deze verschijnselen, waarmee wij allen dagelijks te maken hebben. Ik mag wel concluderen, dat deze groep van bouwfysische problemen nog al te vaak niet goed wordt aangepakt. De gemiddelde kwaliteit

van vooral woningen laat in dit opzicht veel te wensen over. In onze vakgroep wordt op verschillende punten hierover onderzoek verricht. Vochtproblemen in andersoortige gebouwen doen zich veel minder vaak voor, in hoofdzaak wegens geringere vochtproductie. Uitzonderingen zijn er uiteraard, zoals zwembaden en sommige fabrieken.

Aangezien men zich daar geheel op mechanische ventilatie verlaat, wordt het vochtgehalte beter beheerst.

Een derde deelgebied van de bouwfysica is, zoals ik al heb gezegd, de dagverlichting van woningen en gebouwen. Hoewel dit op zichzelf weer een onderdeel vormt van de gehele verlichting (dag- en kunstverlichting), heeft de ontwerper van woning of gebouw toch vooral te maken met de dagverlichting, die immers via lichtopeningen tot stand komt. Op de gewenste mate van dagverlichting, de bijkomende effecten als helderheidscontrasten en verblinding, is al sinds vele jaren gestudeerd en kennis is in ruime mate voorhanden. Ook in de vorm van een norm en de wel doordachte, goed gepresenteerde 'Aanbevelingen voor binnenverlichting' [9]. Niettemin meen ik te moeten vaststellen, dat er nog steeds een kloof gaapt tussen de professionele verlichtingskundigen en de architecten, met name op het gebied van de dagverlichting. Meer direct gesteld: vorm, grootte en plaats van ramen worden meestentijds gekozen op andere dan dagverlichtingstechnische gronden en dit brengt verlichtingskundige fouten mee. Hier is een tweede voorbeeld van verwevenheid van ruimtelijk-architectonische aspecten met bouwfysische. Het eerste zagen we bij de zaalakoes-tiek. In beide gevallen dienen architect en bouwfysisch specialist met begrip voor elkaars inbreng, samen een goed resultaat te vinden. Het begrip integratie is hier bij uitstek op zijn plaats.

Geachte toehoorders,.

Ik kondigde u aan te willen nagaan of er ongerustheid over de bouwfysische kwaliteit van woningen en gebouwen moet bestaan. Ik gaf u voorbeelden van actuele problemen die alle in de richting wijzen van het antwoord: ja. Men komt licht tot de slotsom dat niet berust mag worden in de status quo. Onderwijs en onderzoek in de bouwfysica blijven hard nodig, en het verheugt mij dat de faculteit Bouwkunde van deze Technische Universiteit dit standpunt deelt.

De vraag blijft of degenen die de verzamelde kennis en inzichten moeten toepassen, en dan met name de ontwerpers, in staat zijn op het juiste moment de juiste bouwfysische beslissingen te nemen.

Hier komt de al even genoemde integratie naar voren. Er moet 'geïntegreerd' worden ontworpen, zo wordt bepleit. Ik zeg liever: integrerend ontwerpen, opdat in het resultaat de relevante aspecten geïntegreerd zijn. Maar, afgezien van dit woordenspel, de bedoeling moge duidelijk zijn. Het is makkelijker gezegd dan gedaan. Wij bouwfysici moeten vaak constateren, dat het langzamerhand een te zware opgave is voor anders gerichte collega's. Er zijn te veel facetten, te veel normen om allemaal in de gaten te houden. En over de prijs praat geen bouwfysicus, kan ons worden tegengeworpen!

Deeldisciplines van de bouwfysica hebben al lang de computer te hulp geroepen om bijvoorbeeld het energiegebruik van een kantoor of een woning te becijferen, of om de geluidoverdracht met inbegrip van de flankerende overdracht te berekenen. Men controleert dan, achteraf, een bepaald ontwerp en kan dat zondig corrigeren. Een poging echter om alle bouwfysische factoren, die bij het ontwerpen van een woning een rol spelen, in één model onder te brengen is bij mijn weten niet eerder ondernomen. De Vakgroep FAGO is, samen met en op initiatief van de TNO-(TPD-)werkgroep die al 6 jaar met de vakgroep in wetenschappelijke symbiose leeft, met zo'n bouwfysisch model al enige tijd bezig [10].

Dit model is een zogenaamd 'decision support system', een methode dus om beslissingen te ondersteunen. Het is de bedoeling, dat eerst het bouwfysisch kwaliteitsniveau wordt vastgelegd door middel van de criteria die als uitgangspunt worden gekozen. De criteria voor de woningbouw liggen grotendeels vast, voor andere typen gebouwen echter is men vrij om ze te kiezen, op grond van het kwaliteitsniveau dat men wenst. Vervolgens kan dit kwaliteitsniveau door het systeem worden bewaakt door middel van het afbakenen van een oplossingsgebied, waarbinnen de ontwerper - die géén specialist is - vrijheid van beslissen heeft. Er blijkt ook buiten de vakgroep en de faculteit groeiende belangstelling voor het model te bestaan.

De hoop is er op gericht langs deze weg de bouwfysische kwaliteit van woningen en gebouwen, het complex van eigenschappen dus, waarvan er bijna altijd wel een of meer stiefmoederlijk worden of werden bedeed, te brengen op het peil dat vereist is. Ik zal in dit werk geen aandeel meer hebben, maar ik hoop het te mogen volgen en ik hoop en vertrouw dat het vruchten zal dragen.

Dames en heren,

Bouwakoestische, thermische en hygrische eigenschappen, de dagverlichting, met de verder onbesproken gebleven brandpreventie, zijn in mijn beroepsleven alle in toenemende mate onderwerp van onderzoek geweest in binnen- en buitenland. Steeds geavanceerder onderzoek, door grotere groepen mensen.

Er is veel bereikt, veel is gemeengoed geworden via literatuur, voorlichting, en er is uitgebreide regelgeving gekomen. Helaas zijn er in de praktijk zeer vele tegenvallers en missers op dit gebied. De mondig geworden consument neemt daarmee geen genoegen. Terecht. Op de bouwwereld rust de plicht de zo veel besproken kwaliteitszorg ernstig te nemen, ook en vooral op bouwfysisch terrein.

Ik hoop dat mijn betoog u heeft kunnen tonen, dat het thema 'Bouwfysica en kwaliteit' actueel is en van belang voor ons aller huisvesting, nu en in de toekomst. Huisvesting dienen we ook te zien als de gebouwen, waarin wij ons werk doen, of herstel van gezondheid of recreatie zoeken. Vier decennia heb ik een aandeel mogen leveren in onderzoek en onderwijs op enkele van de deelterreinen. Liever dan de historie van deze periode na te gaan heb ik getracht mijn visie te geven op wat nog te doen is.

Geen aandacht heb ik in deze les geschonken aan de vele andere deelgebieden van de akoestiek dan de bouwakoestiek. Daarvoor ontbrak mij de tijd, stellig niet de belangstelling. Ik heb het een voorrecht gevonden, dat ik mocht meewerken aan het ontstaan van onderzoek en onderwijs op die deelgebieden in de andere faculteiten, zoals de faculteit der Werktuigbouwkunde, der Technische Natuurkunde en recent die der Elektrotechniek.

In mijn intreedere in 1969 wees ik op de noodzaak van een interdisciplinaire aanpak van problemen op mijn vakgebied, ik hoopte op vruchtbare contacten. Ik ben blij te constateren, dat er vele van dergelijke contacten zijn geweest. Het Laboratorium voor Akoestiek, nu volop in bedrijf, wordt ook door medewerkers en studenten van andere faculteiten gebruikt. En trouwens ook door andere instanties, met name de al genoemde werkgroep. Moge de noodzakelijke uitbreiding spoedig tot stand komen!

Ik treed nu terug, dankbaar en tevreden dat het mij zo lang gegeven was mijn werk te doen in onze afdeling. Die afdeling, nu faculteit, der bouwkunde, heeft stormachtige jaren gekend en, met anderen, zware klappen moeten incasseren. In al die jaren is het in grote

lijnen gelukt een goede geest te bewaren en samen de schouders eronder te zetten. Nog is er geen sprake van kalm vaarwater. 'Bouwen is samenwerken' noemde college Kamerling zijn afscheidsrede. Inderdaad, en dat geldt ook voor een werkgemeenschap als een faculteit, zeker een bouwkunde-faculteit.

Op bestuurlijk gebied heb ik met velen samengewerkt. Voor hen was ik niet altijd een gemakkelijk mens, dat weet ik. Van mijn kant bewaar ik toch in overwegende mate goede herinneringen aan die contacten.

Ik hoop, nu van een afstand, het wel en wee van de faculteit te blijven volgen, en in ruime zin van de Technische Universiteit Eindhoven.

Het ga u allen wel.

Ik heb gezegd.

Literatuur:

- [1] Kwaliteit in de bouw.
Publicatie nr.140, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 1986.
- [2] Prestatiegids van gebouwen.
WTCB, Brussel, 1980.
- [3] Geluidwering in woongebouwen.
NEN 1070 (1976) en NPR 5070 (1977).
- [4] Akoestische kwaliteit van nieuwbouwwoningen.
Rapport nr.318.805, Werkgroep FAGO-TNO-TUE, 1984.
- [5] NRC-Handelsblad 87-07-08, pagina 3.
Leeuwarder Courant, 87-07-04.
- [6] Akoestische aspecten van geroezemoes.
R.Plomp. Publicatie nr.37 Nederlands Akoestisch Genootschap,
1976.
(en vele andere artikelen in Acustica, J.A.S.A. en Applied Acoustics.)
- [7] Vochtproblemen in de woningbouw.
Lichtveld, Buis & Partners B.V. te Utrecht.
Vijf gebundelde artikelen uit Bouwwereld 82 nrs.3 t/m 7, 1986.
- [8] Te hoog grondwater in de bebouwde omgeving.
Publicatie nr.145, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 1986.
- [9] Aanbevelingen voor binnenverlichting.
Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde, 1981.
- [10] De rol van de bouwfysica in het ontwerpproces.
L.C.J.van Luxemburg. Syllabus themadag 'Recente ontwikkelingen
in de bouwfysica', Vereniging Computergebruik Architectenbureaus,
mei 1987.