

Energie(-besparing) en vochtproblemen: een internationaal onderzoekprogramma

Energy (conservation) and Condensation: an international research programme

Ir. O.C.G. Adan*
Ir. P.C.H. van der Laan**



Ir. O.C.G. Adan



Ir. P.C.H. van der Laan

Samenvatting

Dit artikel geeft een beknopte beschouwing van een internationaal onderzoekprogramma van het IEA, getiteld 'Energy and Condensation'. Centraal thema in dit programma is de relatie tussen energie (-besparing) en vocht- en schimmelproblemen. Achtereenvolgens wordt ingegaan op organisatie, werkwijze en enige onderzoeksresultaten.

Summary

An international research programme of the IEA, entitled 'Energy and Condensation', is briefly presented. This research programme is focussed on dampness problems in relation to energy (-conservation). Organisation and time schedule as well as some of the preliminary results are discussed.

Inleiding

'Vocht in huis, doe er wat aan', is vrijwel dagelijks te horen in een postbus 51 spotje op de Nederlandse beeldbuis. De omvang van de aan vocht gerelateerde problemen in ons binnenmilieu geeft dan ook zeker aanleiding tot deze bezorgdheid: naar schatting 15% van het Nederlandse woningbestand heeft er last van.

Deze problemen manifesteren zich op uiteenlopende wijze, zo kunnen zij veroorzaakt worden door bouwfouten, waarvan optrekkend vocht en regendoorslag duidelijke voorbeelden kunnen zijn. Een belangrijk deel van de klachten echter heeft betrekking op schimmelontwikkeling op bouwmaterialen, meubilair of stoffering (figuur 1). Ondoordachte energiebesparende maatregelen (vaak in relatie tot de nationale 'kierenjacht' genoemd) of het bewonersgedrag worden hiervoor vaak als boosdoeners aangemerkt. Toch zijn overtuigende argumenten om deze veronderstellingen te bevestigen niet zonder meer te geven. De problemen vinden hun oorzaken in een complex samenspel van diverse factoren, bepaald door bouwkundige gegevens, het klimaat en het bewonersgedrag.

Het voorgenoemde probleemveld heeft een internationaal karakter. Bekend is dat in de ons omringende landen vergelijkbare percentages klachten in woningen genoemd worden. In België bleek uit een steekproef dat ca. 20% van de sociale woningbouw aan schimmelproblemen lijdt; in Engeland wordt zelfs van 25 tot 30% in de (lagere) huursector gesproken. Ook in zuidelijker landen worden problemen ten gevolge van schimmel gemeld. Zo manifesteren deze problemen zich (in Israël) in een smalle kuststrook aan de Middellandse Zee.

In algemene zin is wel duidelijk dat schimmels gerelateerd zijn aan energie en vocht. Verschillen in het buitenklimaat en de nationale bouwgewoonten spelen hierin verder een belangrijke rol. Hiernavolgend wordt ingegaan op een internationaal programma, waarin aan het voorbeschreven probleemveld wordt gewerkt. Na een inleiding op de organisatie en werkwijze, wordt stilgestaan bij voorlopige resultaten en de vertaling ervan naar de bouwpraktijk. Het artikel besluit met een opinie omtrent verdere ontwikkelingen.



Fig. 1 Schimmels in een badkamer in een nieuwbouwwoning. Het aangetaste oppervlak bestaat hier uit een spuitpleister op een geïsoleerde buitenwand, binnenwand en plafond onder een verwarmde zolderruimte. De badkamer is voorzien van een permanente basisventilatie (foto IBBC-TNO)

* Werkzaam bij het Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies te Rijswijk alsmede de Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bouwkunde, vakgroep Fysische Aspecten van de Gebouwde Omgeving.

** Werkzaam bij Cauberg Huygen Raadgevende Ingenieurs bv te Rotterdam.

Beide auteurs zijn betrokken bij de organisatie van de nationale activiteiten in het kader van IEA-Annex XIV.

Een internationaal onderzoek-programma: IEA-Annex XIV

Binnen het Energy Conservation and Community Systems Program van het International Energy Agency (IEA) worden reeds jaren meerdere onderzoek-thema's op het terrein van de energie-huishouding van gebouwen geconfronteerd met zijdelingse verbanden met de vochtbalans van gebouwen en constructies en de daaraan gerelateerde problemen.

Los daarvan wordt in de praktijk frequent het vermoeden uitgesproken dat veel van de huidige vochtproblemen deels door energiebesparing veroorzaakt worden. Een vermoeden, waarvoor zoals in de inleiding gesteld, geen overtuigende argumenten te geven zijn. Duidelijk is wel dat enige angst voor (nog steeds noodzakelijke) energiebesparing het gevolg is en dat vochtproblemen grote financiële consequenties kunnen hebben. Niet alleen is dan te denken aan de visuele problemen en de daaruit veelal voortvloeiende juridische touwtrekkerij omtrent de schuld-vraag, ook de gevolgschade door gezondheidsproblemen is aanzienlijk en wordt onderschat.

Deze problematiek leidde tot een nieuw onderzoekprogramma, Annex XIV, met als titel 'Energy and Condensation', dat in april 1987 van start ging. Het centrale thema hiervan betreft de (aan vocht gerelateerde) problemen aan het binnenvlak van bouwconstructies, gezien in relatie tot de energiehuishouding van woningen. Meer specifiek valt te denken aan oppervlaktecondensatie en de groei van schimmels.

Belangrijkste deelnemende buitenlandse instituten aan deze Annex zijn: de Katholieke Universiteit Leuven (België), Building Research Establishment (Groot Brittanië), Fraunhofer Institut für Bauphysik (West Duitsland), en de Politecnico di Torino (Italië). De coördinatie van de internationale activiteiten is in handen van de Operating Agent, voor Annex XIV: Prof. dr. ir. H. Hens van de K.U. Leuven. Daarnaast is de organisatiestructuur binnen de Annex zo, dat elk participierend land een nationale coördinator heeft. Voor Nederland wordt het onderzoek begeleid door een hiervoor in het leven geroepen stuurgroep, [1]. De Rijksgebouwendienst (Rgd) verzorgt hierin het secretariaat.

Wat betreft de financiering wordt benadrukt dat een Annex geen eigen budget van het IEA ter beschikking heeft om onderzoek uit te voeren. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld EEG program-

ma's. Een Annex is derhalve te zien als een internationale leidraad voor afstemming van activiteiten van participanten. Financiering van onderzoek dient dan nationaal geregeld te worden. Voor Nederland treedt de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu (NOVEM) als belangrijkste financier op. Daarnaast wordt door de Stichting Bouwresearch (SBR) bijgedragen in de kennisoverdracht en wordt een belangrijk deel van onderzoek van TNO en de TU Eindhoven uit eigen middelen aanvullend gefinancierd.

Wat wordt met Annex XIV nagestreefd?

In algemene zin wordt er in Annex XIV naar gestreefd bij te dragen aan de oplossing van condensatie- en schimmelproblemen, zowel preventief als curatief. Het verband van deze problemen met energiebesparende bouwkundige maatregelen dient verduidelijkt te worden. Echter de looptijd van een IEA-Annex is beperkt tot 3 jaar, hetgeen tevens beperkingen oplegt aan het invullen van deze doelstelling. Beter is de doelstelling daarom als volgt te formuleren: het samenvoegen en combineren van de actuele kennis en het op basis daarvan aanreiken van ontwerp-hulp-middelen om vochtproblemen te voorkomen. Uitgangspunt is dat een groot gedeelte van de problemen op grond van de huidige bouwtechnische en -fysische inzichten voorkomen kan worden.

De curatieve zijde van het probleem is dikwijls veel moeilijker. Ofschoon vaak een pragmatische oplossing voor een probleem te bedenken is, gaat het er veelal om welke van de betrokken partijen aanspreekbaar is, ofwel wie betaalt de oplossing? Een dergelijk antwoord kan pas gegeven worden als het proces dat leidt tot de problemen voldoende diepgaand gekend is, een 'achteraf'-analyse mogelijk is en er bovendien een juridisch criterium geformuleerd is. Uit het samenvoegen van actuele inzichten zullen dan ook tevens duidelijk(er) de kennis hiaten in kaart gebracht worden. Annex XIV zal verder de aanzet moeten vormen tot meer gericht onderzoek.

Aan condensatie en schimmelontwikkeling gerelateerde problemen, zoals geurhinder en bovenal gezondheidsklachten (met name respiratoire klachten) worden buiten beschouwing gelaten. Met name deze laatste groep problemen zijn omvangrijk en veroorzaken wellicht een grotere schade dan de esthetische problemen. Zij vereisen echter een multidisciplinaire aanpak, die helaas reeds in een vroeg stadium buiten het (technische) kader van Annex XIV is geplaatst.

Werkwijze in Annex XIV

De werkzaamheden in de Annex XIV zijn als volgt onderverdeeld: (figuur 2) a. Inventariseren, van data betreffende het ontwikkelen van micro-

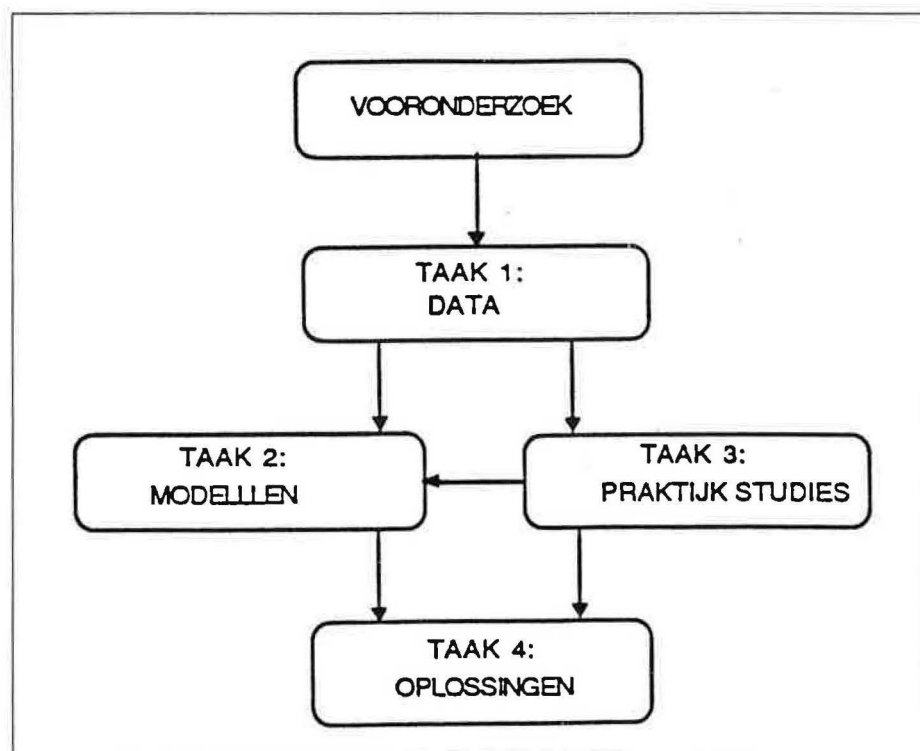


Fig. 2 Schema werkwijze IEA Annex XIV 'Condensation and Energy'. [1]

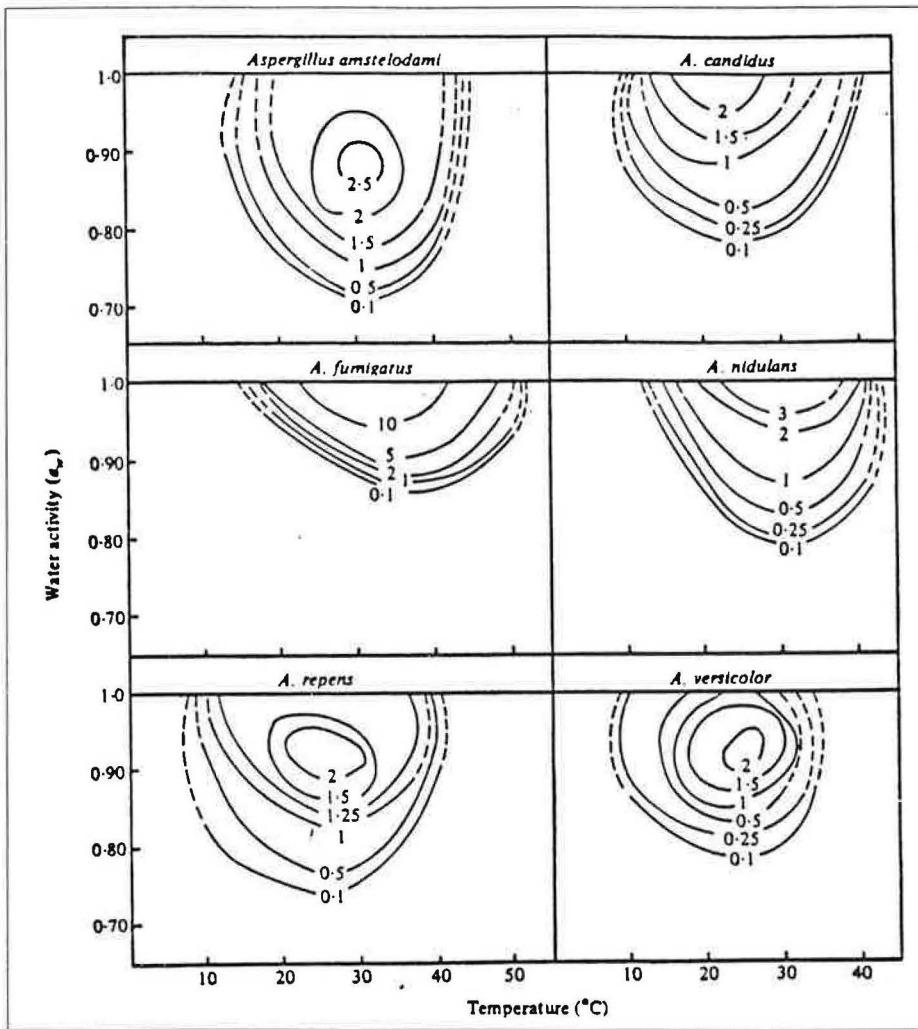


Fig. 3 Voorbeelden van de groei van schimmels in afhankelijkheid van temperatuur en wateractiviteit. Deze activiteit kan gezien worden als de relatieve luchtvochtigheid in een evenwichtssituatie. De figuren illustreren dat schimmels kunnen groeien bij R.V.'s lager dan 100%, met andere woorden schimmels zijn niet zonder meer het gevolg van oppervlaktecondensatie. Opmerking: de getallen bij de curven geven groeisnelheden in mm per dag. [6]

organismen, in het bijzonder schimmels, op (minerale) bouw- en afwerkmaterialen, alsmede betreffende de thermische en hygrische eigenschappen van deze materialen.

b. Modellen en praktijkstudies.

c. Formuleren van praktische oplossingen.

ad a.
Doel is niet om diepgaand biologisch onderzoek te verrichten naar het ontkiemen en groeien van schimmels op bouwmaterialen. Dergelijk onderzoek is langdurend en omvangrijk; daarom wordt primair gebruik gemaakt van de in de biologische literatuur gegeven informatie (figuur 3) en wordt deze voor zover mogelijk vertaald naar grenswaarden voor de bouwkundige en bouwfysische parameters. Te denken is hierbij aan de materiaal-eigenschappen, zoals hygroscopiciteit, geschiktheid als voedingsbodem en de warmtegeleidbaarheid, alsmede aan temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

Data omtrent thermische en hygrische eigenschappen van materialen zijn nodig voor berekeningen van de lokale temperaturen en vochtigheid in het materiaal. Het databestand moet als een referentie gaan functioneren en geeft een indicatie van de te verwachten spreiding in deze eigenschappen.

ad b.
Streven is om binnen het tijdbestek van Annex XIV de bestaande kennis met betrekking tot warmte-, lucht- en vochttransport, deels beschreven in de vorm van modellen, in samenhang toe te passen op studie van schimmel- en condensatieproblemen. Tot dusver zijn er voor elk van deze fysische aspecten afzonderlijk diverse modellen voorhanden. Te denken valt aan eenvoudige rekenregels, bijvoorbeeld voor koudebruggen, maar ook aan complexe modellen voor het transport van de lucht in en tussen vertrekken alsmede van verontreiniging in de lucht (figuur 4).

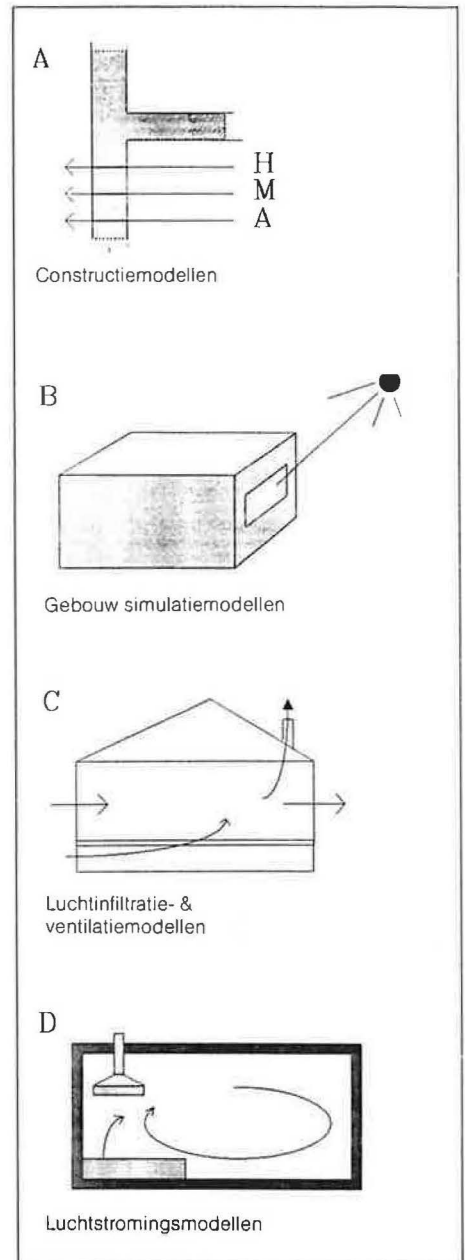


Fig. 4 Overzicht van modellen, die toegepast (kunnen) worden bij de beschrijving van de warmte-, lucht-, vochtvochtigheid van gebouwen en bouwdeelen. [7]

In Annex XIV wordt combinatie van deze deelmodellen beoogd. Dit kan beperkte modelontwikkeling met zich mee brengen. Nadrukkelijk wordt hier gesteld dat niet gestreefd wordt naar een verijnd integraal model voor de warmte-, lucht- en vochtvochtigheid van een woning, waarin criteria voor het ontstaan van schimmelontwikkeling als randvoorwaarden zouden moeten worden ingevoerd en waarmee vervolgens een woning (-ontwerp) beoordeeld zou kunnen worden. Een dergelijk model zal een utopie blijven. Niet alleen zijn de transportprocessen zeer complex, bovenal is de bewoner of gebruiker een onvoorspelbare factor. De praktische waarde van een dergelijk model zal bovendien niet groter blijken te zijn dan

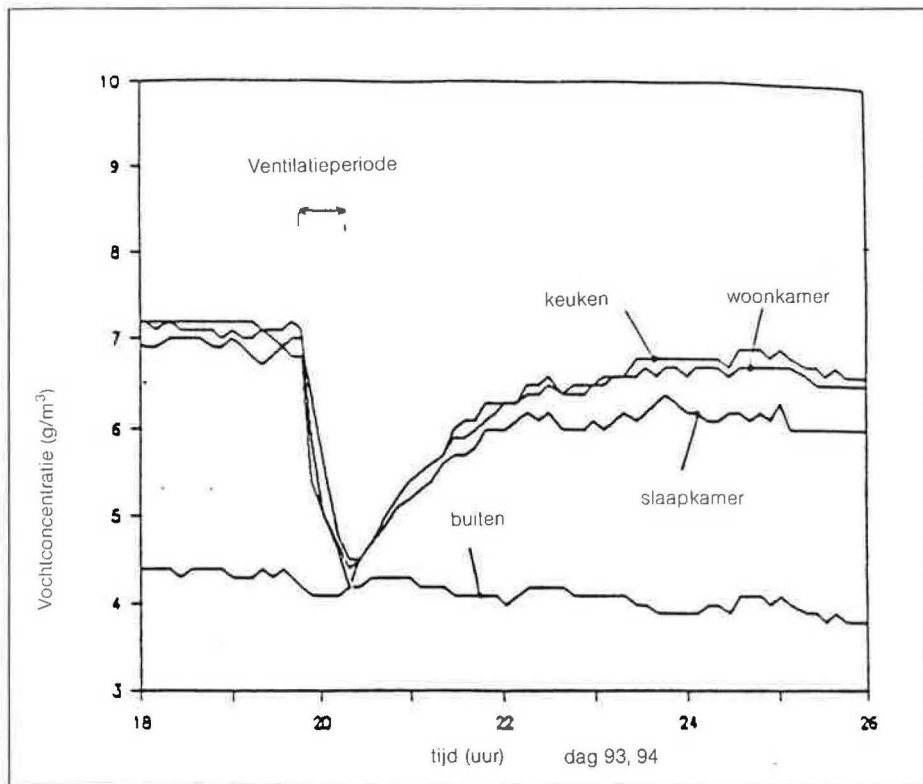


Fig. 5 Voorbeeld van de hygroscopische opslag. De waterdampconcentratie in keuken, woonkamer en slaapkamer wordt door een kortstondige intensieve ventilatie teruggebracht tot op het niveau van de buitenluchtvochtigheid. Vervolgens stijgt de binnenluchtvochtigheid als gevolg van de hygroscopische waterdampafgifte in een periode van 3 1/2 uur tot ca. de oorspronkelijke waarde. [3]

eenvoudiger beschrijvingen; problemen in de praktijk worden er niet mee opgelost.

In Annex XIV dienen de huidige modellen gebruikt te worden om snel inzicht te krijgen in de invloed van bouwkundige keuzen op de warmte-, lucht- en vochtthuishouding van woningen. Duurdere metingen in praktijk kunnen hierdoor beperkt worden. Daarnaast worden door alle participanten ook studies van probleemsituaties in praktijk uitgevoerd. Streven is door langdurig en uitgebreid te meten een beter inzicht in de energie- vochtthuishouding te verkrijgen. In de praktijk kunnen bij analyses van problemen uit financiële overwegingen de metingen veelal slechts beperkt en van kortere duur zijn. De praktijkstudies functioneren voor de participanten tevens als een vorm van 'common experience', waarbij klimatologische verschillen en verschillen in bouwwijze tot uitdrukking moeten komen. Verder dienen zij als referentie voor modellen (in hoeverre is het gemeten verloop van de relatieve luchtvochtigheid met modellen te verklaren?) en zijn zij bedoeld om curatieve maatregelen te evalueren.

Enige onderzoekresultaten

Een belangrijk deel van het onderzoek in Annex XIV betreft de invloed van ge-

bouweigenschappen alsmede van inrichting en gebruik op de vochtbalans van een vertrek of gebouw. Variaties in de relatieve luchtvochtigheid hebben onder andere tot gevolg dat waterdamptransport optreedt van de binnenlucht naar de hygroscopische materialen in de ruimte en omgekeerd. Het blijkt dat deze opslagfunctie van de wanden, vloeren en plafonds, maar ook van meubilering en stoffering, van significante betekenis is voor het verloop van de luchtvochtigheid (figuur 5). Zo zullen de door koken of douchen veroorzaakte pieken duidelijk worden gedempt.

Als aan het oppervlak van een constructie gedurende een voldoende lange periode een hoge relatieve vochtigheid optreedt, dan lijkt een gunstig milieu voor schimmelmicrobiële groei aanwezig te zijn. Hoe schimmels op een veranderend klimaat reageren, met andere woorden bij welke frequentie, duur en grootte van de pieken schimmels groeien is (nog) niet gekwantificeerd. Zeker is dat de relatieve luchtvochtigheid aan het oppervlak van belang is, en dus dat inzicht in de invloed van hygroscopische buffering hierop gewenst is.

In het onderzoek zijn twee wegen bewandeld: zowel modelonderzoek als

praktijkstudies zijn en worden nog steeds uitgevoerd.

Modelonderzoek

Door zowel het Fraunhofer Institut für Bauphysik als de Technische Universiteit Eindhoven [5] zijn modellen ontwikkeld waarin de adsorptie en desorptie van waterdamp door bouwconstructies is gesimuleerd. Toetsing van het TU-model heeft inmiddels in de klimaatkamer plaats gevonden. Uit het modelonderzoek is duidelijk geworden dat voor het normale dagelijkse patroon in de relatieve vochtigheid, de waterdampopname en afgifte aan het oppervlak van constructie plaatsvindt in een laag van hooguit enkele millimeters dikte. Dit betekent in de praktijk dus dat de keuze, die de bewoner uiteindelijk zelf maakt voor de oppervlakteafwerking (bijvoorbeeld pleisterwerk of vinylbehang) bepalend is voor de invloed hiervan.

Praktijkstudies ten behoeve van modelvorming

Dat deze bufferwerking in het algemeen niet kan worden verwaarloosd blijkt uit een door TNO uitgevoerd onderzoek in opdracht van de NOVEM [3] (figuur 5). In een praktijkstudie naar de verspreiding van waterdamp in een (niet gemeubileerde) woning is tevens voornoemd fenomeen onderzocht. In dit experiment is de verspreiding van waterdamp en een inert gas bij gelijktijdige emissie bestudeerd. Door vergelijking van de resultaten is de invloed van de waterdampopname door de ruimtebegrenzings- en meubilair te schatten. Bij een waterdampproductie in de open keuken bleek ongeveer de helft (400 gram in 30 minuten) te worden geabsorbeerd door wanden, vloer en plafond. Deze bufferwerking bleek daarmee ook van duidelijke invloed op de verspreiding van waterdamp in het bouwvolume. De experimenten onderstrepen tevens dat kortstondig ventileren c.q. luchten door de hygrische traagheid geringe invloed heeft op het niveau van de binnenluchtvochtigheid. Dit pleit voor het toepassen van een constante basisventilatie.

In de praktijk zal naar verwachting het waterdampgehalte van de binnenlucht ook merkbaar beïnvloed worden door meubilair en stoffering. In opdracht van de NOVEM is door Cauberg Huygen Raadgevend Ingenieurs met betrekking hiertoe een experimenteel onderzoek uitgevoerd [2]. In deze experimenten vond verdamping plaats van een bekende hoeveelheid water in een lege, respectievelijke gestoffeerde en gestof-

feerde en gemeubileerde proefruimte. (In de lege proefruimte zijn alle ruimtebegrenzingen met een plastic folie afgedekt.) Temperaturen en relatieve vochtigheden zijn op diverse lokaties in deze ruimte geregistreerd, waarna uit een globale vochtbalans de waterdampopname en afgifte van meubilair en stoffering zijn geschat. Als maatstaf voor deze capaciteit is een waterdampabsorptiecoëfficiënt gedefinieerd, de aan het materiaaloppervlak opgenomen hoeveelheid waterdamp ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) in verhouding tot de verandering in het waterdampgehalte van de lucht (g/m^3).

Materiaal	Waterdampabsorptiecoëfficiënt (m/h)
geen stoffering geen meubilair alleen folie	0,3*
stoffering	2,5**
meubilair	1,7**

* Betrokken op het aantal m^2 folie (wanden + vloer + plafond).
** Bepaald uit de extra absorptie ten opzichte van de situatie.

Tabel 1 Berekende waterdampabsorptiecoëfficiënten bij verhoging van de R.V. van 40% naar 65% (bij 21°C)

In tabel 1 zijn enige resultaten samengevat. Deze waterdampabsorptiecoëfficiënt is uiteraard niet van direct praktisch belang, maar is wel van waarde voor modelstudies.

Overigens bleek dat met name de hygroscopische capaciteit van stoffering aanzienlijk kan zijn in de normale woonsituatie, door een veelal groot absorberend oppervlak.

Studie van probleemwoningen

Uit de metingen is duidelijk naar voren gekomen dat:

- het van essentieel belang is om voorafgaand aan klimaatregistraties een nauwgezette analyse van de schade uit te voeren. Deze eerste stap betreft:
 - a. het vaststellen of de schade van fysische (bijvoorbeeld zoutuitbloei), chemische (verkleuring) of biologische (schimmels, gisten, verkleuring) aard is. De schade kan zich voor alle schijnbaar op dezelfde manier voordoen. Een nadere beoordeling ervan geeft richting aan het zoeken naar de oorzaak. Tot dusver wordt dit onderzoek van het schadebeeld in praktijk vaak nagelaten.

- b. indien er sprake is van schade van biologische aard geeft een analyse van de vitaliteit van het organismen aan in hoeverre er daadwerkelijk nog sprake is van een probleem. Met andere woorden: hebben metingen van het klimaat ter plaatse nog wel enige relatie met de schade?

Beide aspecten kunnen met relatief eenvoudige middelen uitgevoerd worden.

- Zelfs wanneer het voorgaande onder b. bevestigd wordt, is voorzichtigheid met interpretatie van de meetresultaten geboden.

De volgende aspecten worden in dat verband genoemd:

1. er is sprake van een achteraf registratie. De schade kan zijn oorzaak (toch) in een voorafgaande periode vinden.
 2. het klimaat wordt niet op de juiste lokatie geregistreerd. Feitelijk zouden de omstandigheden direct aan het oppervlak van de (aangestaste) constructie gemeten moeten worden. Wat betreft de temperatuur is dit goed mogelijk, wat betreft de vochtigheid niet. Deze laatste omstandigheid wordt daarom vaak afgeleid uit de condities van de binnenlucht, gemeten op een nabijgelegen punt. Ideale menging is dan verondersteld.
- Metingen kunnen de discussie over de rol van de bewoner veelal niet verhelderen. Het bewonergedrag blijft een moeilijk te beoordelen en daardoor onzekere factor in de vochthuishouding. Bovendien blijft dat bewoners het gedrag (kunnen) wijzigen onder invloed van metingen.

Voor een uitvoerig overzicht van nationale en internationale onderzoekactiviteiten in het kader van Annex XIV wordt verwezen naar de jaarverslagen [1] en [4]. Daarnaast zal in 1990 een database beschikbaar komen, waarin alle rapporten en artikelen samenvattend zijn opgenomen.

Hoe zal het eindresultaat van Annex XIV eruit zien?

Allereerst wordt stilgestaan bij de wijze waarop de rapportage in Annex XIV georganiseerd is. De rapportage is ruwweg te verdelen in twee eindproducten:

- a. een reeks technische eindrapporten, te zien als een compendium van de actuele kennis op het terrein van

schimmels en condensatie in relatie tot de warmte-, lucht- en vochthuishouding van gebouwen. Deze rapportage is zo georganiseerd dat iedere participant verantwoordelijk is voor een specifiek onderwerp. Het werkterrein van Annex XIV is daartoe verdeeld in de items materiaaleigenschappen, schimmels, thermische modellen (constructies), hygrische modellen (constructie en vertrek), warmte-lucht-vochtmodellen (vertrek en gebouw), praktijkstudies en randcondities (invoergegevens voor modellen, zoals waterdampemissie). Deze verantwoordelijkheden betekenen overigens niet dat de onderzoekactiviteiten van de participanten uitsluitend hierop gericht moeten zijn; iedere participant is bij voorkeur binnen het gehele werkterrein van Annex XIV actief.

- b. een samenvattend eindrapport dat als basis moet dienen voor richtlijnen ten behoeve van de bouwpraktijk. Hierin zal worden aangegeven welke praktische aanbevelingen op basis van de onder a. beschreven kennis te formuleren zijn om schimmelontwikkeling en condensatie te voorkomen en zo mogelijk te verhelpen. Deze taak wordt uitgevoerd door de operating agent. Dit eindrapport zal gepresenteerd worden op een internationaal symposium 'Energy, moisture, climate in Buildings' van 3-6 september 1990 te Rotterdam.

Hiermee is de wijze waarop de resultaten van Annex XIV gepresenteerd worden beschreven. Wat betreft de inhoud van het eindrapport zal de discussie nog worden voortgezet. Hoe is de kennis te vertalen naar voor de bouwpraktijk hanteerbare hulpmiddelen? De auteurs geven een korte beschouwing van de discussie hieromtrent in Annex XIV.

Het belangrijkste resultaat van Annex XIV zal wellicht gelegen zijn in de onder b. genoemde kennisoverdracht. Er is reeds veel kennis van deelaspecten aanwezig. In Annex XIV worden deze in samenhang gezien en wordt getracht deze bereikbaar te maken voor de bouwpraktijk.

Aan de praktische aanbevelingen zal ten grondslag liggen het gangbare criterium, dat om schimmelontwikkeling te voorkomen de relatieve luchtvochtigheid r_v aan het oppervlak een bepaalde grenswaarde a. niet mag overschrijden.

