

# Vochtbalans woning

Evert Hasselaar  
Onderzoeksinstituut OTB

Samenvatting inleiding  
Kennisdag Bouwfysica op 26 mei 2005  
TU Delft, fac. Bouwkunde

Vochtproblemen in woningen komen veel voor. Het is een verschijnsel dat conflicten oplevert tussen huurders en verhuurders, dat gezondheidsrisico meebrengt en dat bovendien slecht begrepen wordt door woningbeheerders. De reactie van verhuurders bij klachten is een verwijzing naar de eigen verantwoordelijkheid van huurders, naar ontkenning van de eigen verantwoordelijkheid. Bij aandringende huurders volgen individuele maatregelen en pas na jaren komen er mogelijk structurele maatregelen, als een buurtcomité veel druk heeft uitgeoefend, de rechter of de huurcommissie een vernietigend oordeel heeft geveld en de verhuurder de erkende klachten in de portemonnee begint te voelen. En soms volgen er structurele maatregelen die de plank mis slaan, veel geld kosten en de oorzaak van vochtproblemen en ook de verschijnselen niet oplossen.

De lezing probeert meer licht in het verschijnsel vochtprobleem te brengen door te kijken naar vochtbronnen, naar het afvoeren van vocht en naar de resulterende vochtproblemen, die zich uiten in schimmelgroei, hoge concentratie huistofmijt en een slechte comfortervaring.

De vochtbalans over een enkel etmaal in een willekeurige woning wordt gegeven. De vraag is waardoor en op welk moment conflicten optreden en waar die conflicten gevolgen zullen hebben. Conflicten kunnen leiden tot natte oppervlakken die schimmelgroei ondersteunen, en tot het verspreiden van vocht in een constructie en naar andere ruimten in de woning. Meer inzicht kan worden gebruikt om conflicten op te lossen, bijvoorbeeld afwerklagen in de badkamer kiezen die gemakkelijk schoon te veegen zijn.

De stappen:

1. bestuderen van de vochtbronnen in huis
2. vochtproductie uitzetten in de tijd
3. afvoer in beeld brengen
4. afvoer uitzetten in de tijd
5. conflicten beoordelen.

Vanwege het doel om conflicten te verkennen worden de evenwichtsvochtgehalten per kamer niet berekend, maar aan de hand van de balans tussen productie en afvoer en temperatuur globaal geraamd.

De transportprocessen zijn velerlei:

- hygroscopische werking: capillair transport
- absorptie en desorptie
- dampdiffusie door dampdrukverschillen
- verspreiding door luchttransport (ventilatie toevoer en afvoer en circulatie)
- verdamping en condensatie
- actieve verwijdering door de bewoners (drogen).

Deze processen worden beïnvloed door temperatuurverschillen en verschillen in relatieve vochtigheid (dampdrukverschillen) en door luchtstromingen. Tevens reageren materialen ieder op een geheel verschillende manier op vocht, vanwege de verschillende dampweerstand, opbouw van de materiaalstructuur en het absorptievermogen van materialen. Voor de balans worden de gegevens vereenvoudigd, zodat een modelmatige benadering mogelijk is.

De gegevens zijn verzameld door bewoners te interviewen over het douchegegedrag, kookgedrag, watergebruik voor planten en dergelijke. De vochtproductie in badkamers en keukens en door het

behandelen van wasgoed zijn via experimenten bepaald. Daarbij is een eenvoudige werkwijze gevold, bij voorbeeld bij het douchen: eerst de persoon afdrogen en dan de gewichtstoename van de handdoek bepalen, dan de doucheruimte afstrippen en het water opvangen, vervolgens alle natte oppervlakken droogwrijven en de hoeveelheid bepalen. De experimenten zijn gering in aantal en er zijn bovendien nog wat onduidelijkheden, bijvoorbeeld ten aanzien van de vochtproductie door condensdrogers. Aangezien de gebruikscondities enorm variëren en er zo weinig vergelijkbare bepalingen zijn, voorziet deze werkwijze in de behoefte om de vochtuithouding beter te leren kennen. De vochtproductie door bouwkundige gebreken is ontleend aan praktijkgevallen met gebreken (analyse vochtproblemen in Arnhem, Hilversum, Huizen, Emmeloord). Zo is de emissie uit de kruipruimte mede bepaald aan de hand van een woning, die tijdens de vakantie een groene schimmellaag op de vloer ontwikkelde en waarbij de openingen naar de kruipruimte zorgvuldig zijn geïnventariseerd. Hetzelfde geldt voor de aannamen over het effect van een vochtige vloeroplegging (Kampen, De Bilt). De omstandigheden zijn specifiek en de problemen ontstonden met name in perioden van afwezigheid, met verminderde productie door bewoning maar ook verminderde ventilatie. De gekozen hoeveelheden zijn ten opzichte van de bewuste cases gehalveerd.

### Inventarisatie vochtproductie

Verschillende scenario's zijn bestudeerd, maar voor de presentatie gaat het om de volgende hoofdkenmerken:

1. kopwoning, eengezinstype uit 1960, traditioneel gebouwd, 250 m<sup>3</sup> inhoud inclusief zolderruimte, badkamer aan de gevel met klepraam, semi-open keuken
2. bewoning twee volwassenen, drie kinderen en kleinste kinderen samen op een slaapkamer
3. gemiddeld ventilatievoud 0,5 (let op verschillen per kamer)
4. stand mechanische afzuiging overeenkomstig praktijkgebruik: 23 laagstand, 1 uur hoogstand
5. afzuiging mechanisch in de hoogstand in de keuken 20 l/sec, badkamer 14 l/sec, wc 5 l/sec, eveneens overeenkomstig veel voorkomende praktijksituaties
6. emissie kruipruimte 2,5 l/sec, RV 90% en T=13 °C
7. luchtvochtgehalte buiten gemiddeld 6 gr/m<sup>3</sup>, binnen afhankelijk van evenwichtsvochtgehalte (in de verkenningen niet gedetailleerd berekend).

Metingen in de badkamer.

-jezelf afdrogen draagt 100 gram water over aan de handdoek

-in een douchecabine blijft 200-300 gram water achter

-in een doucheruimte met gordijn resp. zonder gordijn blijft 400-600 gram water achter

-de lucht van de badkamer bevat slechts 100-180 gram vocht.

De hoeveelheid geabsorbeerd water op en in stucwerk hangt samen met spatten, lagen verf en oppervlak, en is ook afhankelijk van de tijdsduur waarover de douche verzadigd blijft, maar de absorptie is in de regel gering en in de orde van 50 tot maximaal 250 gram.

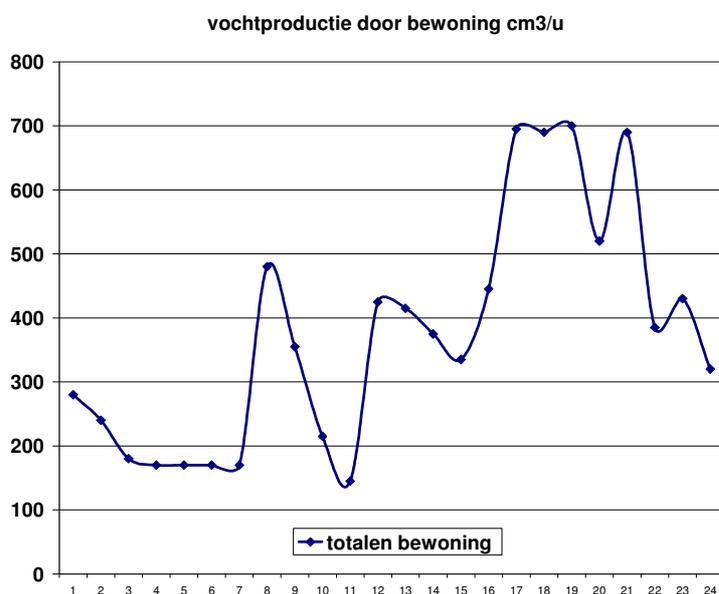
De totale hoeveelheid water die achterblijft na een douche van 3 minuten, waarin slechts 30 liter water is gebruikt, is 350 tot 1130 cl water. Gemiddeld genomen is de vochtproductie per douche 600 gram. De tegels afstrippen kan afhankelijk van het tegeloppervlak met spatten en afhankelijk van de effectiviteit van het strippen 200-300 cl extra afvoeren. Een tegelafwerking tot aan het plafond en een glad plafond, een douchecabine en het afstrippen samen reduceert de vochtbelasting ten opzichte van een standaard badkamer met douchegordijn met 300 gram. Twee douches achtereen werkt als een enkele douche, omdat de vochtproductie nauwelijks afhangt van de lengte van douchen.

Het duurt enkele uren voordat de piekbelasting is weggewerkt, zodat verspreid douchen een langdurige natte afwerklaag creëert met grote kans op schimmelgroei (die afhankelijk is van de hoeveelheid en tijdsduur van aanwezig vrij water)

Wasgoed produceert 500 tot 700 cl vocht per kg droog goed, een volle machine derhalve 2,3 tot 3 liter, afhankelijk van het materiaal en de kwaliteit van de centrifuge-functie. Een kg nat wasgoed brengt evenveel vocht in de woning als een douche. De belasting van drogend wasgoed is veel hoger, als deze binnenshuis wordt opgehangen (rekje aan deur, slaapkamer). Was opzolder kan de constructie schaden, behalve als er veel kieren in de dakopbouw zijn. De vochtbelasting op wasdagen is groter dan dat van meerdere douches.

<b>Vochtproductie bewoners</b>	<b>WoonK</b>	<b>Keuken</b>	<b>Slapen I</b>	<b>Slapen II</b>	<b>Slapen III</b>	<b>Bad-kamer</b>	<b>Overig</b>
	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
Slapen 8 uur (2, 1,1,1 person)			640	400	200		
douches 2x ochtend						570	
Wassen aan de wastafel 1x						60	
Thee zetten, elektrische waterkoker	15	15					
Vloer nat afnemen	80	60					
Natte gootsteen door regelmatig gebruik		100					
Afgifte planten (water (2x/week 1,5 liter)	500						
Een persoon aanwezig 8.00-16.00 u	600						
Wasmachine draaien 4 kg						30	
Was drogen op zolder							2000
Handwasje van 300 gram						50	
Drogen handwas aan rekje						100	
Drie personen 15.30-18.00 u	450						
Koken tussen 17.30 and 18.00 u		500					
Vijf personen 18.00-20.00 (22.00 u), eten	1100				100		
Vaatwas 19.00, thee en koffie 20.00 u	20	200					
Twee natte jassen in de hal							300
Douche 1 x rond 21.00 u						400	
Bad 1 x om 22.00 u						300	
Natte handdoeken in de badkamer						200	
<b>productie door bewoning</b>	<b>2765</b>	<b>885</b>	<b>640</b>	<b>400</b>	<b>300</b>	<b>1710</b>	<b>2300</b>

Totale productie door bewoning per etmaal 9 dm<sup>3</sup>



Figuur 1. Vochtproductie door bewoning, per uur van de dag en uitgedrukt in gram vocht

De vochtproductie is het gevolg van bewonerspatronen. De ochtendpiek komt door douchen, de middagpiek door het drogen van wasgoed en de namiddag- en avondpiek door de aanwezigheid van personen en tevens douchen en baden.

Naast bewonersinvloeden zijn er ook bouwkundige vochtbronnen in met name oudere woningen (ouder dan 20 jaar).

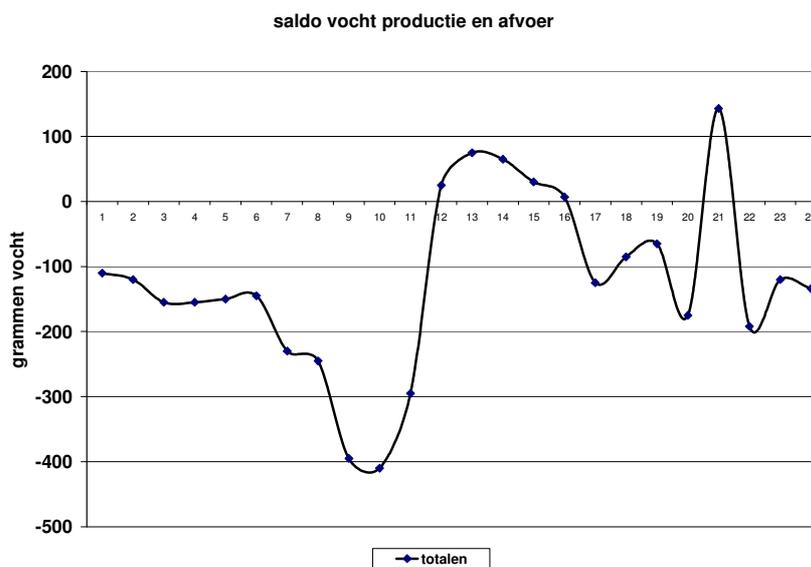
<b>Vochtproductie woning</b>	<b>WK</b>	<b>KEUK</b>	<b>Slapen I</b>	<b>Slapen II</b>	<b>Slapen III</b>	<b>Bad-kamer</b>	<b>Overig</b>
	<b>cm<sup>3</sup></b>						
Vochtemissie uit de kruipruimte	1000	600					900
Emissie uit natte spouwvoet	235						100
<b>Totale productie per etmaal</b>	<b>4000</b>	<b>1485</b>	<b>640</b>	<b>400</b>	<b>300</b>	<b>1710</b>	<b>3300</b>

De totale productie inclusief bouwkundige invloeden per etmaal 11,8 dm<sup>3</sup>. In dit scenario levert de kruipruimte en de spouwvoet ruim 30% extra vochtbelasting op de productie door bewoning. Uitgangspunt is dat in het gegeven scenario een vochtbalans per etmaal optreedt. In de praktijk zal dat niet altijd optreden, omdat vocht (met name in de zomer of bij productiepieken) in de constructie en in het interieur zal doordringen en daar langzaam steeds meer vocht zal bufferen, totdat in een periode met een drogende werking (met name in koude winterperioden) het jaar-evenwicht hersteld zal worden.

Hieronder wordt de afvoerpotentie door ventilatie met binnenlucht en met verse buitenlucht geraamd. Deze potentie geldt voor het gegeven scenario met een buitenluchtvochtgehalte van gemiddeld 6 gr/m<sup>3</sup>. Het vochtgehalte van de binnenlucht is afhankelijk van de temperatuur, waarbij de vochtinhoud van de lucht de variabele is en wordt bepaald door het evenwichtsvochtgehalte.

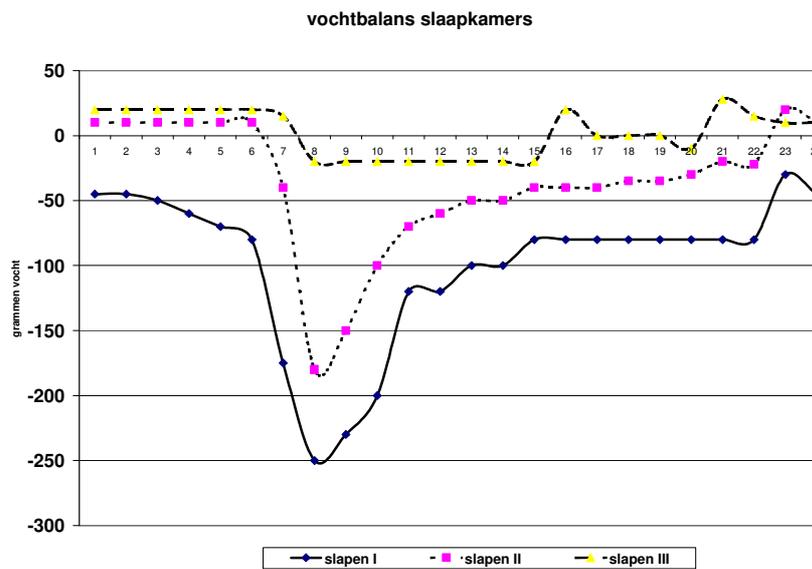
<b>Afvoer vocht door ventilatie</b>	<b>WK</b>	<b>KEUK</b>	<b>Slapen I</b>	<b>Slapen II</b>	<b>Slapen III</b>	<b>Bad-kamer</b>	<b>Overig</b>
	<b>cm<sup>3</sup></b>						
Eenvoudige balans per kamer							
Afvoer met verse lucht (gr/m <sup>3</sup> )	4536	1872	3360	1764	1008	432	4368
Af/toevoer met binnenlucht (gr/m <sup>3</sup> )			-600		-900	276	-1440
<b>Totale afvoerpotentie</b>	<b>4536</b>	<b>1872</b>	<b>2760</b>	<b>1764</b>	<b>108</b>	<b>708</b>	<b>2928</b>
vocht							

Dit zijn wisselende condities, die min of meer zelfcorrigerend werken richting een evenwichtige vochtbalans. Door dampdrukverschillen ontstaan vochttransporten, met name vanuit de badkamer en de woonkamer naar de slaapkamers. Bij het ventileren van de badkamer met warme binnenlucht is de afvoer per luchtvolume veel minder dan via afvoer met buitenlucht. Met deze condities zijn verschillende scenario's (via een rekenblad in Excel) doorgerekend. Door te spelen met de condities binnen kunnen conflicten in tijd en plaats opgespoord worden.

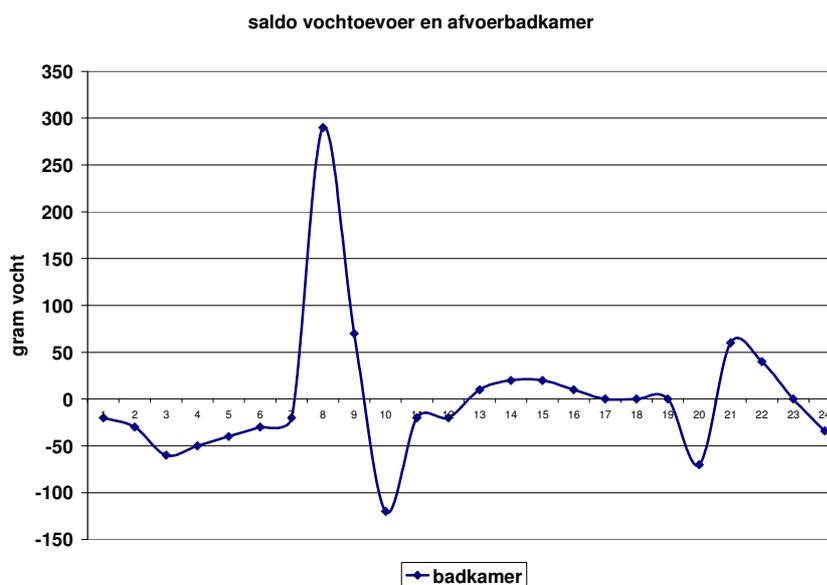


Figuur 2. Het saldo van vochtproductie en afvoer per uur over een etmaal.

De vochtbalans over de woning (Figuur 2) laat zien dat er het grootste deel van de dag meer vocht wordt afgevoerd dan er wordt geproduceerd. Deze situatie verandert in het gekozen scenario rond het middaguur tot 16.00 uur 's middags en duurt tot 21.30 uur. De situatie ziet er per vertrek geheel anders uit. In de woonkamer en de keuken is de balans meer in evenwicht en bepaalt het gebruik van ventilatievoorzieningen in hoge mate de relatieve vochtigheid. De badkamer wordt zeer vochtig en het risico op schimmelvorming is uitermate groot. De schimmelvorming zal met name op plaatsen ontstaan die wat koeler zijn of die een geschikte voedingsbodem vormen. Ook zal er door de hoge dampspanning veel vocht naar de slaapkamers worden getransporteerd. Figuur 2 laat het vochtverloop van drie slaapkamers zien. De hoofdslaapkamer (slapen I, de onderste lijn in Figuur 2) voor het ouderpaar wordt permanent geventileerd met buitenlucht en de afvoer is steeds veel hoger dan de toevoer. De kinderkamer voor de jongste kinderen wordt niet geventileerd met buitenlucht. De binnendeur staat altijd open, waardoor er vanuit de badkamer en door pieken in de woonkamer een hoge vochtbelasting ontstaat.



Figuur 3. Het saldo van vocht afvoer en toevoer per slaapkamer



Figuur 4. Het saldo van vocht afvoer en toevoer in de badkamer

## **Conclusies**

### Algemeen

1. Op basis van het Van der Kooi diagram is de woning vanaf een gemiddelde buitentemperatuur van 7 graden te vochtig
2. De bouwkundige gebreken leveren een grote bijdrage aan de vochtbelasting
3. Ventileren met buitenlucht levert gemiddeld dubbele afvoer ten opzichte van ventileren met binnenlucht
4. De woonkamer wordt vochtig, tenzij er veel permanent wordt geventileerd
5. De zolder, de keuken en de badkamer kennen een kritische vochtbalans

### De slaapkamer

6. Goed ventileren overdag kan de vochthuishouding herstellen
7. Goed ventileren s' nachts is effectief uit oogpunt van vochthuishouding en verhindert de piek in luchtvervuiling in de loop van de nacht tot aan het opstaan

### De woonkamer

8. Zelfcontrole en ingrijpen bij zichtbaar condens, bij stank of bij aflezen van de stand van een hygrometer voorkomt ernstige problemen in de woonkamer
9. Bouwkundige bronnen dienen grondig bestreden te worden.
10. Een douchecabine, een gladde afwerking en wanden strippen reduceert de vochtbelasting met 50%
11. Was drogen verdient een eigen voorziening die geen overlast geeft met vocht, geuren en stof.

De vochtbalans is in de zomer moeilijker te realiseren zonder hoge vochtigheid dan in de winter. De wintersituatie geeft echter meer condensatieproblemen op koude plaatsen en bovendien veroorzaken grotere temperatuurverschillen meer damptransport naar koude plaatsen. De ruimten achter kasten en andere meubels tegen de muur, hoeken, koude vlakken in de badkamer zijn kwetsbare plaatsen. Opwarmen van de kruipruimte door matig geïsoleerde cv leidingen verhoogt de vochtbelasting aanzienlijk.