



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

GGD-richtlijn medische milieukunde

GGD-richtlijn medische milieukunde

Schimmel- en vochtproblemen in woningen



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

GGD-richtlijn medische milieukunde

Schimmel- en vochtproblemen in woningen

RIVM Rapport 609300022/2012

Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

J. van Ginkel (penvoerder)
T. Habets (werkgroeplid)
I. van der Heyden (werkgroeplid)
K. van den Hout (werkgroeplid)
J. Janssen (werkgroeplid)
A. van Overveld (werkgroeplid)
R.A. Samson (werkgroeplid)
R. van Strien (werkgroeplid)
N.E. van Brederode (coördinator)

Contact:

N. E. van Brederode
Centrum Inspectie-, Milieu en Gezondheidsadvisering
nelly.van.brederode@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VWS, in het kader van RIVM
Rapport 609300022

Rapport in het kort

GGD-richtlijn medische milieukunde

Schimmel- en vochtproblemen in woningen

Het RIVM heeft, in opdracht van het ministerie van VWS, met de GGD'en en het CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre (voorheen Centraal Bureau voor Schimmelfungal Biodiversiteit), de richtlijn 'Schimmel- en vochtproblemen in woningen' ontwikkeld. Deze richtlijn moet ervoor zorgen dat GGD-medewerkers snel kunnen beoordelen of een schimmel- of vochtprobleem in een woning tot gezondheidsklachten leidt.

Vocht en schimmels in woningen verhogen het risico op gezondheidsproblemen, zoals astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties. Vocht- en schimmelproblemen komen vooral voor in oudere woningen die gebouwd zijn vóór 1992. Omdat ongeveer 40 procent van de sociale huurwoningen bestaat uit woningen die vóór 1967 zijn gebouwd, komen vocht- en schimmelproblemen in deze sector veel voor. In totaal gaat het om 9 procent van de woningvoorraad, ruim een half miljoen woningen.

Ongeveer 10 procent van alle klachten die GGD'en bereiken, hebben betrekking op schimmel- en vochtproblemen in woningen. Met deze richtlijn kan de GGD antwoord geven op de vraag of vochtproblemen en de eventueel aanwezige schimmels een risico vormen voor de gezondheid. Verder kan de GGD met deze richtlijn antwoord geven op de vraag of vochtproblemen worden veroorzaakt door bewonersgedrag of door een bouwtechnische oorzaak. Bij bewonersgedrag kan gedacht worden aan vochtproductie bij koken en douchen, ventilatie- en stookgedrag.

De richtlijn geeft dus de benodigde informatie voor een zorgvuldige risicobeoordeling en geeft adviezen over te nemen maatregelen. Een beoordelingsplan kan tot stand komen via telefonische consultatie, inspectie van de woning en eventueel aanvullende metingen. Hiervoor zijn vragenlijsten ontworpen en wordt aangegeven hoe deze te beoordelen.

Afhankelijk van de bevindingen kan het nodig zijn te adviseren eerst nader onderzoek naar de gezondheidsklachten of naar de (bouwtechnische) oorzaak van het vocht- en schimmelprobleem uit te (laten) voeren. Indien er zowel vochtgerelateerde gezondheidsklachten zijn als vocht- en schimmelproblemen die de klachten kunnen verklaren, kan de GGD informatie geven over de mogelijke oorzaak en adviseren hoe de oorzaak aan te pakken. Dit kan zowel een bouwtechnische oplossing zijn als aanpassing van bewonersgedrag.

Trefwoorden:

Schimmels, Binnenmilieu, Vocht, GGD, Gezondheidsrisico

Abstract

Environmental Health guideline for Municipal Public Health Services

Problems with damp and fungi in homes

By order of the Dutch Ministry of Health Welfare and Sport (VWS) the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), together with the Public Health Services (GGD) and the Fungal Biodiversity Centre (CBS-KNAW) has prepared the guideline 'Problems with fungi and dampness in homes'. This guideline will help GGD staff to quickly assess whether a problem with fungi or dampness in the home is leading to health complaints.

Dampness and fungi in homes increases the risk of health problems such as asthma, respiratory symptoms and airway infections. Problems with damp and fungi occur especially in older homes that were built before 1992. Because about 40 percent of the social housing homes in the Netherlands consists of buildings built before 1967, problems with damp and fungi are common in this sector. In total about nine percent amounting to half a million homes are affected. Approximately ten percent of all health complaints reported to the GGD concern fungal and damp problems in homes. The guideline will enable the Public Health Services to determine whether or not dampness and fungi found in homes are creating a health risk for people. It will also enable the GGD to determine whether problems with damp are caused by the behaviour of residents or from a fault in the construction of buildings. Where residents' behaviour is concerned, causes of dampness can be found in cooking, showering/bathing, ventilation and heating habits.

The guideline provides the necessary information for a risk assessment and also gives advice on which preventive measures can be taken. An assessment plan can be made by telephone consultation, inspection of the home and any additional measurements found necessary. For this purpose, questionnaires have been prepared together with advice on how to evaluate the answers. Depending on the findings, it may be necessary to advise people to undergo further tests for their health complaints or to carry out work into possible faults in the building construction. If the health complaints are thought to be caused either by dampness or by fungi and damp problems, then the GGD can provide information on the possible cause and give advice on how to tackle it. This may be either a constructional solution or the residents changing their behaviour.

Keywords:

Dampness, Fungi, Local public health authority, Health risk, Indoor air

Inhoud

Samenvatting—9

1 Probleemomschrijving—13

- 1.1 Aanleiding—13
- 1.2 Motivatie—13
- 1.3 Doel—14
- 1.4 Afbakening—15
- 1.5 Leeswijzer—15

2 Schimmels in woningen—17

- 2.1 Inleiding microbiologie—17
- 2.2 Levenscyclus van schimmels—17
- 2.3 Groeiomstandigheden van schimmels—18
- 2.4 Groeiplaatsen van schimmels—20
- 2.5 Voorkomen van schimmels in binnen- en buitenlucht—21
- 2.6 Huiszwam en kelderzwam—21
- 2.7 Schimmelcomponenten en -producten—22
- 2.8 Determinatie van schimmels en blootstellingbepaling—23

3 Vocht in woningen—25

- 3.1 Inleiding—25
- 3.2 Vocht in de lucht: begrippen en referentiewaarden—25
- 3.3 Vocht in bouw-, afwerkings- en inrichtingsmaterialen—28
- 3.4 Bewonersgedrag: vochtproductie, ventilatie en verwarming—28
- 3.5 Bouwtechnische oorzaken van vochtproblemen—30
- 3.6 Meetmethoden—35

4 Invloed van vochtige woonomstandigheden op de gezondheid—37

- 4.1 Inleiding—37
- 4.2 Onderzoek naar de blootstelling-effectrelatie tussen vochtige woonomstandigheden en gezondheid—37
- 4.3 Gezondheidseffecten van vochtige woonomstandigheden—38
- 4.4 Conclusies uit het WHO-rapport—41
- 4.5 Risicogroepen—42
- 4.6 Gezondheidskundige advieswaarden—42

5 Wet- en regelgeving en beleid—43

- 5.1 Wet- en regelgeving—43
- 5.2 Beleid—46
- 5.3 Eisen in het Bouwbesluit betreffende wering van vocht—47

6 Beoordeling door de GGD—51

- 6.1 Vraagstelling en aanpak—51
- 6.2 Inventarisatie van gezondheidsklachten—52
- 6.3 Inventarisatie vocht- en schimmelproblemen—54
- 6.4 Mogelijke oorzaken van vocht- en schimmelproblemen—57

7 Advisering door GGD—67

- 7.1 Wet Publiek Gezondheid en taakstelling GGD—67
- 7.2 Advies over aanpak vocht- en schimmelproblemen—68
- 7.3 Advisering over het bestrijden van schimmels en vochtproblemen—71
- 7.4 Preventie/voorlichting—72

Definities—73

Afkortingen—75

Informatiebronnen—77

Geraadpleegde deskundigen—81

Samenstelling werkgroep—83

Bijlage 1 Achtergronden van vocht in de lucht—85

Bijlage 2 Achtergronden van vocht in bodem, hout en steen—87

Bijlage 3 Voorbeeldrapportage—95

Bijlage 4 Infofolder ventilatie van woningen—101

Bijlage 5 Informatiefolder vocht en schimmels in woningen—107

Bijlage 6 Voorbeeld behandeling telefonische melding bij de GGD Rotterdam—111

Bijlage 7 Biochemie van biologische afbraakprocessen—113

Samenvatting

Probleemomschrijving

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, 2009) concludeert dat vocht en schimmels in het binnenmilieu een verhoogd risico geven op nadelige gezondheidseffecten, zoals het ontstaan en verergering van astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties. Dit geldt zowel voor mensen met als zonder allergie.

Circa 10 procent van alle klachten die GGD'en bereiken, hebben betrekking op vocht- en schimmelproblemen in woningen. Luchtwegklachten worden daarbij vrijwel altijd als gezondheidsprobleem genoemd.

Bij woningen die gebouwd zijn vóór 1992 neemt de kans op vocht- en schimmelproblemen toe naarmate de woning ouder is. Dit hangt samen met de historische ontwikkeling van de bouwregelgeving. Omdat circa 40 procent van de sociale huurwoningvoorraad bestaat uit woningen van vóór 1967, verklaart dit voor een deel de vocht- en schimmelproblemen in deze sector. Daarnaast brengt de sociaaleconomische status van betreffende huurders met zich mee dat hun gezondheid gemiddeld genomen sowieso minder goed kan zijn. Soms is er sprake van een stapeling van problemen. De mogelijkheden van deze bewonersgroep om wat aan hun situatie te doen, zijn beperkt. Zij zoeken daarvoor steun bij de GGD.

Met de richtlijn kan de GGD antwoord geven op de vraag of het vochtprobleem en de eventueel aanwezige schimmels een mogelijk risico vormen voor de gezondheid. Ook kan de GGD met de richtlijn antwoord geven op de vraag of het vochtprobleem wordt veroorzaakt door bewonersgedrag of dat mogelijk sprake is van een bouwtechnische oorzaak.

Schimmels in woningen

Schimmels bestaan uit een netwerk van schimmeldraden waarop zich sporendragers kunnen ontwikkelen. Hierin worden sporen gevormd, vooral indien de omstandigheden voor schimmelmultiplicatie ongunstig zijn. Sporen spelen daarom een belangrijke rol bij de voortplanting en overleving van schimmels. Sporen zijn zeer klein (1-10 µm) en worden door de lucht meegenomen en verspreid. Voor de ontwikkeling van schimmels zijn de aanwezigheid van voldoende vocht (RV tussen 80 en 100 procent), een geschikte temperatuur (-5 tot 65 °C), zuurgraad (pH tussen 4 en 9) en voedingsbodem (substraat: organisch, vaak houtachtig, cellulosehoudend materiaal) essentiële voorwaarden. In woningen is de aanwezigheid van vocht vrijwel altijd de enige beperkende factor voor de groei van schimmels. Het bestrijden van schimmelproblemen in een woning komt daardoor neer op het verhelpen van het vochtprobleem in de woning.

De aanwezigheid van sporen van schimmels in woningen kan aanleiding geven tot gezondheidsklachten. Schimmels kunnen, naast sporen, ook vluchtige organische stoffen (VOS) verspreiden. Tevens kunnen fragmenten van schimmeldraden in de lucht geraken. Deze fragmenten bevatten stoffen die luchtwegen kunnen irriteren. Ook kunnen ze giftige secundaire metabolieten bevatten. Ook deze schimmelbestanddelen kunnen gezondheidsklachten geven.

Vocht in woningen

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als met waterdamp verzadigde lucht afkoelt, zal condensatie plaatsvinden; bijvoorbeeld op een raam dat kouder is dan de lucht in de kamer.

De hoeveelheid waterdamp in de lucht kan men op twee verschillende manieren uitdrukken, namelijk als de 'absolute' en de 'relatieve' luchtvochtigheid. Meestal

wordt gewerkt met de relatieve luchtvochtigheid (RV). Dit is de verhouding tussen de feitelijke hoeveelheid waterdamp en de capaciteit bij de gegeven temperatuur.

Vocht komt niet alleen in de lucht voor maar ook in bouw-, afwerkings- en inrichtingsmaterialen zoals hout, steen, pleisterwerk, meubilair en vloerbedekking. Veel van deze materialen zijn in meer of mindere mate poreus. Poreuze materialen hebben een groot inwendig oppervlak waaraan vochtadsorptie kan plaatsvinden zodat ze vocht uit de omgeving kunnen opnemen. Ook kan vocht door capillaire werking door het materiaal worden opgezogen.

Bewoners hebben invloed op de hoeveelheid vocht in een woning door de mate waarin ze vocht produceren, gebruikmaken van de beschikbare ventilatiemogelijkheden voor het afvoeren van waterdamp en de woning verwarmen.

Een huishouden bestaande uit vier personen produceert ten minste 10 liter water per etmaal. De mate van dampproductie verschilt sterk tussen de diverse ruimten in een woning. Zo heeft de woonkamer een veel stabielere binnenklimaat dan de badkamer en de keuken.

Ventilatie zorgt voor de afvoer van de waterdamp die in de woning vrijkomt. Voor informatie over ventilatie wordt verwezen naar de GGD-richtlijn Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen (Duijm et al., 2009). In de richtlijn wordt vermeld dat vochtproblemen als gevolg van bouwfysische gebreken of tekortkomingen (lekkage, optrekkend vocht, condensatie door beperkte thermische isolatie) door betere ventilatie nooit kunnen worden opgelost.

Ook het *stookgedrag* heeft invloed op de relatieve luchtvochtigheid en het ontstaan van condensatie op binnenwanden. Zo leiden lagere binnenluchttemperaturen tot een hogere RV. Daarnaast kan door ongelijkmatige verwarming in meer extreme situaties condensatie ontstaan op wanden die grenzen aan onverwarmde ruimten.

Als *bouwtechnische* oorzaken kunnen worden genoemd condensatie op slecht geïsoleerde bouwdelen of koudebruggen, optrekkend vocht en lekkages.

Invloed van vochtige woonomstandigheden op gezondheid

Er is veel onderzoek gedaan naar de blootstellingseffectrelatie van vochtige woonomstandigheden en gezondheid. Helaas zijn betrouwbare en gestandaardiseerde methoden voor het kwantificeren van de blootstelling nog niet beschikbaar. Er bestaan daarom geen gezondheidkundige advieswaarden. Epidemiologische onderzoeken maken meestal gebruik van vragenlijsten en zijn gebaseerd op zelf gerapporteerde blootstelling aan vochtige woonomstandigheden en gezondheidsklachten. Daarin wordt de blootstelling gekarakteriseerd door de aan- of afwezigheid van één of meer indicatoren van vocht of schimmels in de woning. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld het waarnemen van zichtbare vocht- of schimmelplekken, schimmelgeur, condens op ramen of vocht in de kruipruimte. De WHO (2009) voerde een meta-analyse uit. De belangrijkste conclusies van de WHO zijn:

- Blootstelling aan vochtige woonomstandigheden of schimmel geeft een verhoogd risico op het ontstaan van astma, verergering van astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties.
- Resultaten van toxicologisch onderzoek duiden op het optreden van diverse toxische en ontstekingsreacties na blootstelling aan micro-organismen, evenals hun sporen, stofwisselingsproducten en -componenten, afkomstig van vochtige woonmilieus.

- Alhoewel allergische personen extra gevoelig zijn voor biologische en chemische agentia in vochtige woonmilieus, zijn ook gezondheidseffecten gevonden in niet-allergische populaties.
- Vochtige woonomstandigheden en microbiële groei in het binnenmilieu en in constructies moet zo veel mogelijk worden voorkomen om negatieve gezondheidseffecten te vermijden.

Als risicogroepen onderscheiden we mensen die door specifieke (woning)kenmerken kans lopen op een verhoogde blootstelling, en de groep die vanwege lichamelijke omstandigheden gevoeliger is.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste wetgeving betreft het Bouwbesluit, het Besluit Huurprijzen Woonruimte en de Waterwet.

Het Bouwbesluit onderscheidt *nieuwbouw* en *bestaande bouw*. Voor beide categorieën stelt het Bouwbesluit eisen aan de *vering van vocht* dat van buiten naar binnen treedt, aan de *wateropname* door scheidingsconstructies van vochtige ruimten (m.n. tegelwerk in doucheruimten). Voor *nieuwbouw* geldt als aanvullende eis dat de thermische kwaliteit van de woningschil (buitenmuren, vloer en dak) voldoende moet zijn om de RV aan de binnenzijde van de woningschil kleiner dan 80 procent te laten zijn en daarmee de kans op schimmelgroei te verkleinen.

De Huurcommissie is aangewezen in het kader van het Besluit huurprijzen woonruimte (Stb. 1999,69). Het Gebrekenboek van de Huurcommissie vermeldt onder andere als voorwaarde dat schimmelplekken niet groter mogen zijn dan 0,25 m². Een uitspraak van de Huurcommissie kan leiden tot een huurverlaging, wat een verhuurder moet 'stimuleren' om het gebrek aan te pakken.

Volgens de Waterwet 2009 hebben *gemeenten* een coördinerende rol en *zorgplicht* bij structurele problemen ten aanzien van *overtollig* hemel- en grondwater. *Grondeigenaren* zijn bij grond- en hemelwaterproblemen in eerste instantie zelf verantwoordelijk voor de oplossing van het probleem op het eigen perceel en moeten zorgen dat de woning voldoet aan de voorschriften voor vochtdichtheid van verblijfsruimten volgens het Bouwbesluit. Problemen met het watersysteem worden opgelost door het waterschap en/of de gemeente.

Beoordeling door de GGD

Het onderzoek en de beoordeling van de GGD richten zich op een inventarisatie van de gezondheidsklachten en de aanwezigheid van vocht- en schimmelproblemen in de woning. Afhankelijk van de omstandigheden kent het onderzoek verschillende niveaus van diepgang. Het *eerste niveau* betreft een telefoongesprek met de bewoner. Hierbij geeft de GGD een voorlopige beoordeling en advies op basis van door de bewoner gerapporteerde gezondheidsklachten, en kenmerken van de woning en het bewonersgedrag. Op grond hiervan kan de GGD bijvoorbeeld doorverwijzen naar de verhuurder of aan de bewoner enkele eenvoudige tips meegeven om de mogelijke blootstelling te beperken.

Indien na het telefonische advies de klachten van de bewoner aanhouden, kan de GGD besluiten een woninginspectie uit te voeren en de bewoner(s) te interviewen. Dit is het *tweede niveau*. Daarbij komen in feite dezelfde vragen aan de orde als tijdens het telefoongesprek, maar vindt de beoordeling van de woningkenmerken en het bewonersgedrag plaats door de GGD-medewerker. Het betreft uitsluitend een visuele beoordeling van de woning zonder metingen.

Afhankelijk van de aard van het te geven advies en de expertise van de GGD-medewerker kan de GGD de woninginspectie uitbreiden door zelf aanvullende metingen te verrichten. Dit is het *derde niveau*.

Alhoewel het uitvoeren van het bouwfysisch onderzoek geen taak van de GGD is, kan de GGD er voor kiezen het wel te doen. De motivatie hiervoor is om een betere gesprekspartner te zijn bij overleg met instanties als de woningcorporatie en de gemeentelijke afdeling Bouw- en Woningtoezicht. Uiteraard gaat het dan om een indicatief onderzoek waar formeel geen of slechts beperkte conclusies aan verbonden mogen worden.

Advisering door de GGD

De GGD zal een advies opstellen op basis van een integrale beoordeling van de resultaten van het onderzoek, zoals in hoofdstuk 6 beschreven is. Daarbij zijn de volgende varianten denkbaar.

- 1 *Er zijn wel gezondheidsklachten, maar geen relevante vocht- of schimmelproblemen waargenomen.*
In dat geval zal de GGD nagaan of er andere factoren (huisstofmijtallergie, roken en dergelijke) zijn die de klachten kunnen verklaren en, indien aanwezig, op grond daarvan adviseren. Ook kan de GGD doorverwijzen naar de huisarts of allergoloog/longarts.
- 2 *Er zijn wel vocht- en schimmelproblemen waargenomen, maar geen vochtgerelateerde klachten.* Uitgangspunt blijft dat vocht- en schimmelproblemen niet in een woning thuishoren. De GGD kan doorverwijzen naar de verhuurder en advies geven over het verwijderen van schimmels en het verminderen van het vochtprobleem via bewonersgedrag (ventilatie, verwarmen, vochtproductie).
- 3 *Er zijn zowel vochtgerelateerde klachten als vochtproblemen waargenomen.*
 - 3.1 *Er zijn nog andere factoren waargenomen die de gezondheidsklachten kunnen verklaren.* Uitgangspunt is ook hier dat vocht- en schimmelproblemen niet thuishoren in woningen, in elk geval niet in verblijfsruimten en in andere ruimten ook niet, indien in aanzienlijke hoeveelheid. In aanvulling op punt 2 kan de GGD ernaar streven om de andere verklarende factoren op te sporen en aan te pakken. Deze zijn vaak beter door gedragsaanpassing te beïnvloeden dan door bouwtechnische aanpassingen, en daardoor meestal goedkoper te verwezenlijken. Ook kan de GGD adviseren hoe door bewonersgedrag het vochtprobleem kan verminderen.
 - 3.2 *Er zijn geen andere factoren waargenomen die de gezondheidsklachten kunnen verklaren.*
Als structurele oplossing blijft bouwtechnische verbetering als enige optie over. Tot de realisatie hiervan is het raadzaam om de schimmels zo goed mogelijk te bestrijden met een sterke soda-oplossing of, indien dit niet helpt, een chloorhoudend middel.

1 Probleemomschrijving

1.1 Aanleiding

Bewoners melden zich regelmatig bij GGD'en met klachten over vocht en schimmel in hun woning (Dusseldorp et al., 2009). Deze klachten maken ongeveer 10 procent uit van alle klachten die GGD'en bereiken. Als gezondheidsprobleem worden daarbij vrijwel altijd luchtwegklachten genoemd. Een veelvoorkomende aanleiding voor burgers om hulp te vragen bij de GGD, is het feit dat jonge kinderen luchtwegklachten ontwikkelen.

De kans op vocht- en schimmelproblemen neemt toe naarmate de woning ouder is (Van Dongen en Vos, 2007). Dit hangt samen met de historische ontwikkeling van de bouwregelgeving. Sinds de publicatie van de Woningwet in 1901 en de daaronder vallende regelingen en besluiten, zijn een toenemend aantal eisen aan nieuw te bouwen woningen gesteld en zijn de eisen geleidelijk aangescherpt. Ter voorkoming van vocht en schimmel zijn daarbij de bouwfysische eisen voor waterdichtheid, thermische isolatie en ventilatie van belang. Zo werden in 1965, in de Voorschriften en Wenken, voor het eerst eisen gesteld aan de thermische isolatie van het dak. Met de introductie van het Bouwbesluit in 1992 werd de ontwikkeling van deze bouwfysische eisen (voorlopig) afgerond met eisen aan de oppervlaktetemperatuur en de luchtdichtheid van de beganegrondvloer. Bij woningen die gebouwd zijn na 1992, komen vocht- en schimmelproblemen daarom nauwelijks meer voor.

Ongeveer 50 procent van alle klachten over het binnenmilieu die bij GGD'en worden gemeld, heeft betrekking op huurwoningen (Dusseldorp et al., 2009). Van het huidige woningbestand van circa 6,5 miljoen woningen is 2,3 miljoen in bezit van woningcorporaties. Van deze 2,3 miljoen woningen is 8 procent vooroorlogs en 32 procent is gebouwd in de periode 1946-1967 (Aedes, 2001). De sociale huurwoningvoorraad bestaat dus voor 40 procent uit oudere woningen van vóór 1967. Een belangrijk deel daarvan staat op de nominatie om binnen 5 à 10 jaar te worden gerenoveerd in het kader van grootschalig onderhoud, of gesloopt in het kader van een herstructurering van de wijk. In dat licht bestaat er bij verhuurders weinig animo om nog veel te investeren in deze woningen. Dat bemoeilijkt het vinden van een oplossing voor vocht en schimmelproblemen, ook als die aanleiding vormen tot gezondheidsklachten van huurders.

De sociaaleconomische status van betreffende huurders brengt met zich mee dat hun gezondheid, gemiddeld genomen, sowieso minder goed kan zijn. Soms is er sprake van een stapeling van problemen. Hun mogelijkheden om wat aan hun situatie te doen, zijn beperkt. Zij zoeken daarvoor steun bij de GGD.

1.2 Motivatie

In 2001 werd het aandeel woningen met ernstige vocht- en schimmelproblemen geschat op 17 procent (Veen, 2001). Meer recente schattingen komen uit op 9 procent van de totale woningvoorraad (Van Dongen en Vos, 2007). Bij een woningvoorraad van ruim zes miljoen betekent dit dat tussen de 0,5 en 1 miljoen woningen met vochtproblemen te kampen heeft. Een samenhang tussen deze problemen en de gezondheid is niet uit te sluiten. De WHO concludeert in haar nieuwe richtlijn voor binnenluchtkwaliteit dat uit het beschikbare epidemiologische en klinische onderzoek blijkt dat vocht en

schimmels in het binnenmilieu aanleiding kunnen geven tot nadelige gezondheidseffecten en dat dit zowel geldt voor mensen met als zonder een allergie (WHO 2009). In vochtige woningen neemt de kans op luchtwegklachten met een factor 1,5 toe (Fisk et al. 2007).

Voor de GGD vormen vocht- en schimmelproblemen om meerdere redenen lastig te behandelen hulpvragen. Zoals gezegd, is de verhuurder vaak moeilijk te bewegen tot aanpassingen van de woning. Ook gedragsfactoren kunnen van invloed zijn op het ontstaan van vocht- en schimmelproblemen. Deze zijn vaak moeilijk te beïnvloeden.

Indien de GGD een vochtprobleem aannemelijk vindt, moet de relatie met gezondheid zo goed mogelijk worden onderbouwd. Daarbij kan een GGD-medewerker aanlopen tegen de volgende vragen:

- Zijn de vlekken op de muur wel echt schimmel, of is het bijvoorbeeld uitbloei van zouten?
- Speelt de hoeveelheid schimmel een rol in relatie tot gezondheid?
- Zijn alle schimmels even schadelijk?
- Hoe zijn schimmelsoorten eventueel te onderscheiden?
- In welke mate spelen andere aan vocht gerelateerde klachten, zoals huisstofmijtallergie, een rol?
- Zijn er andere stoffen in de woning aanwezig die de luchtwegklachten kunnen veroorzaken, zoals formaldehyde, tabaksrook en NO_x?
- Zijn er ook andere oorzaken mogelijk voor de, veelal atypische, gezondheidsklachten?

Indien vochtproblemen aannemelijk zijn, komt de vraag aan de orde wat de oorzaak is van het vochtprobleem en welke maatregelen mogelijk zijn om het probleem op te lossen. Ook is de vraag aan de orde of schimmelgroei in elke verblijfsruimte bestreden kan of moet worden. In doucheruimten is het bestrijden van schimmel namelijk niet altijd goed mogelijk. Ten slotte is het belangrijk om de rol van bewonersgedrag goed in kaart te brengen.

1.3 Doel

Met de richtlijn kan de GGD antwoord geven op de vraag of het vochtprobleem en de eventueel aanwezige schimmels een mogelijk risico vormen voor de gezondheid. Ook kan de GGD met de richtlijn antwoord geven op de vraag of het vochtprobleem wordt veroorzaakt door bewonersgedrag of dat mogelijk sprake is van een bouwtechnische oorzaak.

De richtlijn geeft allereerst achtergrondinformatie over schimmelgroei en vocht in woningen, over de invloed hiervan op de gezondheid en over hieraan gerelateerde wet- en regelgeving. Het tweede deel van de richtlijn gaat in op de praktijk en geeft handvatten voor de beoordeling van en advisering over vocht- en schimmelproblemen in woningen.

Uitgangspunt hierbij is de omslag in denken over vocht en schimmels in woningen, die de laatste jaren heeft plaatsgevonden en die aanleiding heeft gegeven tot de nieuwe WHO-richtlijn (2009). Daarbij is de aandacht verschoven van het probleem van schimmelgroei als zodanig naar de oorzaken van vochtproblemen in woningen, zoals ventilatiegedrag van bewoners en bouwtechnische oorzaken. Voor dat laatste biedt de richtlijn handvatten voor een vervolgtraject van onderzoek en advisering in samenwerking met bijvoorbeeld de gemeentelijke afdeling voor Bouw- en woningtoezicht.

1.4 Afbakening

In het Handboek Binnenmilieu staat reeds het nodige over vocht- en schimmelproblemen in woningen (Peeters 2007). Deze richtlijn is te beschouwen als een aanvulling hierop. In vergelijking met het Handboek Binnenmilieu gaat de richtlijn dieper in op de bouwfysische achtergronden van het probleem en op mogelijke adviezen die een GGD kan geven om het probleem aan te pakken. Ventilatie is een van de factoren die een rol kunnen spelen bij vocht in woningen. Voor het beoordelen van de ventilatie wordt in deze richtlijn verwezen naar de GGD-richtlijn Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen (Duijm et al., 2009). Aanvullende informatie is te vinden in de GGD-richtlijn Voorlichting Gezond Wonen (Jochems et al., 2005) en de GGD-richtlijn Gezonde Woningbouw (Weterings et al., 2005). Bij de beoordeling van bouwfysische woningeigenschappen kan worden overlegd met de afdeling Bouw- en woningtoezicht.

Zoals in bovenstaande is aangegeven, is het uitgangspunt van deze richtlijn dat vocht en schimmels in woningen een potentieel risico vormen voor de gezondheid van de bewoners, en dat de nadruk ligt op onderzoek naar de oorzaak van het vocht- of schimmelprobleem en op de oplossing van het probleem. Dit betekent ook dat de aandacht is verschoven van het probleem van schimmelgroei als zodanig naar de oorzaken van vochtproblemen, en dat de schimmelsoort en specifieke toxische eigenschappen er minder toe doen. In specifieke gevallen kan overlegd worden met het CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre (voorheen Centraal Bureau voor Schimmelmicrocultures), www.cbs.knaw.nl. Hierop wordt in de richtlijn nader ingegaan.

1.5 Leeswijzer

In de volgende vier hoofdstukken van de richtlijn wordt ingegaan op achtergrondinformatie die nodig is bij de behandeling van vocht- en schimmelproblemen in woningen. In de laatste twee hoofdstukken wordt ingegaan op de beoordeling van vocht- en schimmelproblemen in woningen en de advisering daarover. De achtergrondinformatie in de hoofdstukken 2 t/m 5 gaat in op de volgende zaken:

- schimmels in woningen;
- vocht in woningen en bouwfysische woningeigenschappen die samenhangen met vocht- en schimmelproblemen;
- gezondheidsaspecten van vocht en schimmels in woningen;
- wet- en regelgeving en beleid.

2 Schimmels in woningen

2.1 Inleiding microbiologie

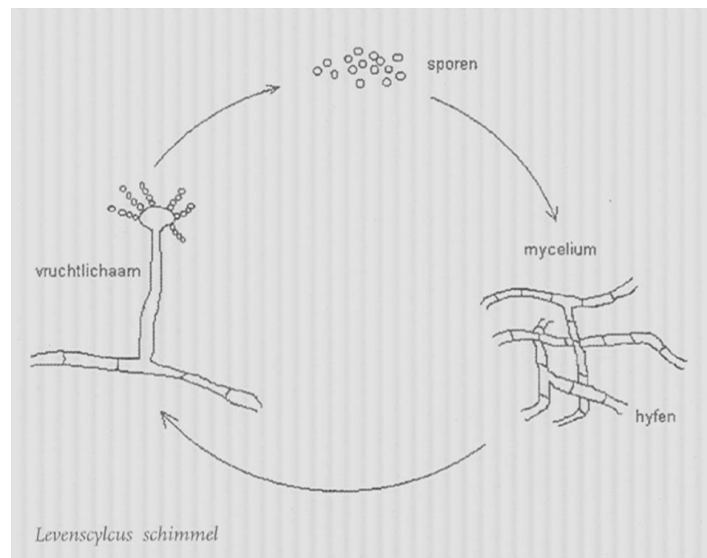
Schimmels behoren tot een apart rijk, naast het planten- en het dierenrijk (Samson, 2011). In oude literatuur wordt uitgegaan van een verwantschap met planten, maar modern moleculair onderzoek toont aan dat de schimmels zeer nauw verwant zijn met de dieren. De meeste schimmels, waarvan er ongeveer 100.000 soorten zijn beschreven, komen in de grond voor. Andere soorten groeien op planten en bomen, maar men kan stellen dat schimmels in feite overal op aarde voorkomen, zelfs op plaatsen waar men dat niet verwacht, zoals in de diepzee, op Antarctica en in woestijnen.

Naast de informatie in dit hoofdstuk geven Flannigan et al. (2011) en Adan en Samson (2011) meer achtergronden over micro-organismen in het binnenmilieu.

2.2 Levenscyclus van schimmels

Schimmels worden onderverdeeld in een aantal klassen: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota en Basidiomycota. De Deuteromyceten (ook wel Hyphomyceten, Fungi Imperfecti genoemd) zijn asexuele vormen van de Ascomyceten of Basidiomyceten; uit pragmatische overwegingen zijn deze schimmels in deze kunstmatige groep geplaatst. In deze groep komen belangrijke schimmels uit het binnenmilieu voor, zoals *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* en *Stachybotrys*.

Schimmels bestaan uit een netwerk of zwamvlok (mycelium) van schimmeldraden (hyfen). Op deze hyfen kunnen zich sporendragers ontwikkelen waarin sporen worden gevormd. Sporen spelen een rol bij de voortplanting en de overleving van schimmels als de omstandigheden voor schimmelgroei ongunstig worden, bijvoorbeeld bij uitputting van nutriënten. De vorming van sporen wordt bepaald door vele fysiologische en omgevingsfactoren. Het is dus niet zo dat een schimmel die snel groeit, continu sporen vormt. Sporen zijn zeer kleine deeltjes (diameter 1-10 µm (1 µm=1/1000 millimeter)) die vaak gemakkelijk door de lucht worden meegenomen en zodoende zorgen voor verspreiding van de schimmel. Onder voor schimmels gunstige omstandigheden zullen de sporen kiemen en nieuwe schimmelkolonies vormen. Voor de meeste schimmels zijn temperaturen tussen 4 en 40 °C en een relatieve luchtvochtigheid van 70 tot 100 procent optimaal (voor uitleg over absolute en relatieve luchtvochtigheid zie paragraaf 3.2). Hoe vochtiger het materiaal, hoe sneller de meeste schimmels groeien. Overvloedige schimmelgroei treedt bijvoorbeeld op na een lekkage. Afhankelijk van de condities kunnen groei en vorming van sporen optreden binnen enkele dagen of pas na enkele weken.



Figuur 1.1 Levenscyclus van een schimmel (Brockerhof et al., 2003).

2.3 Groeiomstandigheden van schimmels

In deze paragraaf wordt ingegaan op de omstandigheden die van belang zijn voor de groei van schimmels. De informatie uit deze paragraaf is, tenzij anders aangegeven, afkomstig uit het handboek over dit onderwerp van Samson et al., (2010).

In Bijlage 7 wordt ingegaan op de rol van schimmels in de natuurlijke kringloop van nutriënten. Schimmels breken, samen met bacteriën, het door planten en dieren opgebouwde organische materiaal af zodat het weer beschikbaar komt in de kringloop.

2.3.1 Water

Zodra de omstandigheden gunstig zijn, komen schimmels tot ontwikkeling. De aanwezigheid van *water* is een eerste voorwaarde voor microbiële groei. Water is een hoofdbestanddeel van de levende cel en speelt ook een belangrijke rol in de eerste stappen van het afbraakproces van organisch materiaal. Schimmels groeien op organisch materiaal dat voldoende vocht bevat. Wat *voldoende* is, varieert van schimmel tot schimmel.

Meestal kiest men de relatieve luchtvochtigheid als maat om de vochtcondities in het organische materiaal te duiden. De relatieve luchtvochtigheid zegt alleen wat over het vochtgehalte in het materiaal indien het materiaal langdurig is blootgesteld aan lucht met een constante relatieve luchtvochtigheid. Het daarbij behorende vochtgehalte in het materiaal wordt het evenwichtsvochtgehalte genoemd.

In plaats van de relatieve luchtvochtigheid is het beter om de maat van het vrij beschikbare water aan te geven. Dit wordt aangeduid met *wateractiviteit*. De wateractiviteit heeft betrekking op de waterfase en houdt ook rekening met de osmotische potentiaal. De relatieve luchtvochtigheid daarentegen heeft betrekking op water in de dampfase. De wateractiviteit is niet direct meetbaar, de relatieve luchtvochtigheid is dat wel. Dat verklaart het veelvuldig gebruik van de relatieve luchtvochtigheid als maat.

Definities (zie ook paragraaf 3.2)

De absolute luchtvochtigheid is de hoeveelheid waterdamp per kubieke meter lucht.

De relatieve luchtvochtigheid is de verhouding tussen de in de lucht aanwezige hoeveelheid waterdamp en de, bij de heersende temperatuur, maximaal mogelijke hoeveelheid waterdamp. Een waarde van 100% wijst op een maximale hoeveelheid waterdamp: de lucht is dan verzadigd met waterdamp.

Het evenwichtsvochtgehalte is de hoeveelheid vocht in een materiaal ten gevolge van de relatieve vochtigheid in de lucht van de ruimte waarin dit materiaal langdurig ligt.

De wateractiviteit is een maat voor de hoeveelheid water die voor de schimmel vrij beschikbaar is. Deze is zonder invloed van bijvoorbeeld osmotische krachten (door opgeloste zouten) of de aanwezigheid van stoffen die water sterk aan zich binden.

De meeste in het binnenmilieu voorkomende schimmels hebben een relatieve luchtvochtigheid nodig van ten minste 80 procent om te kunnen groeien (SBR, 1998). Vrijwel alle schimmels groeien het snelst bij een relatieve luchtvochtigheid tussen de 90 en bijna 100 procent (bij 100 procent is geen groei mogelijk). Oppervlaktecondensatie (condens) is geen noodzakelijke voorwaarde voor de groei van schimmels. Wel komen in het binnenmilieu soorten voor die eerst water nodig hebben voor de kieming, maar zodra een zwamvlok is gevormd onder droge omstandigheden verder kunnen groeien. Dit is ook de reden voor de aanwezigheid van schimmels in matrassen of huisstof. Schimmels die onder droge omstandigheden kunnen leven, zijn:

- *Aspergillus penicillioides*;
- *Aspergillus restrictus*;
- *Aspergillus versicolor*;
- *Eurotium amstelodami*;
- *Eurotium chevalieri*;
- *Eurotium herbariorum*;
- *Eurotium rubrum*;
- *Geomyces pannorum*;
- *Penicillium chrysogenum*;
- *Penicillium glabrum*;
- *Wallemia sebi*.

2.3.2 Temperatuur

Iedere soort heeft een *optimumtemperatuur* waarbij de snelheden van groei en vermenigvuldiging maximaal kunnen zijn. Zo kunnen organismen worden ingedeeld naar het temperatuurgebied waarin zij actief zijn en worden psychrofiële (koudeminnende; -5 tot 15 °C), mesofiele (15 tot 30 °C) en thermofiele (warmteminnende; 30 tot 65 °C) organismen onderscheiden. Het totale temperatuurgebied waarin micro-organismen actief kunnen zijn, is zeer breed en varieert van enkele graden onder nul tot meer dan 80 °C (bacteriën in geothermische bronnen). Voor het binnenklimaat in woningen zijn vooral de mesofiele organismen van belang. Hun optimumtemperatuur ligt tussen de 15 en 30 °C. Soorten van *Penicillium* en *Cladosporium* groeien (doch langzaam) bij lage temperaturen en daarom kan in de koelkast ook beschimmelingsproducten ontstaan. Snelle groei van een schimmel betekent niet altijd dat de schimmel dan ook veel sporen vormt. Bij vele schimmels worden juist veel sporen gevormd wanneer de schimmel in de stress raakt, bijvoorbeeld door uitdroging.

2.3.3 *Zuurgraad*

Daarnaast hangen de optimale groeiomstandigheden af van de *zuurgraad (pH)*. Voor de meeste organismen ligt de optimale pH tussen 4 en 9, maar er zijn schimmels die al actief zijn bij een pH kleiner dan 2.

2.3.4 *Substraat*

Ook de *samenstelling van het substraat (voedingsbodem)* waarop de organismen leven, is van belang (zie Bijlage 7). Zo zijn schimmels in het algemeen beter dan bacteriën in staat om complexere verbindingen af te breken.

2.3.5 *Andere factoren*

Ten slotte is voor het begrip van de ecologie van micro-organismen van belang te weten dat bacteriën in het algemeen sneller groeien en zich vermenigvuldigen dan schimmels. Een en ander betekent dat bij afbraak van organisch materiaal bacteriën in het voordeel zijn als het substraat gemakkelijk afbreekbaar en vochtiger is. Zij groeien dan zo snel dat schimmels minder kans krijgen. Dit treedt bijvoorbeeld op bij de bereiding van yoghurt en wijn. Bij materialen bestaande uit moeilijker afbreekbare verbindingen, zoals hout, zijn schimmels in het voordeel.

2.4 **Groeiplaatsen van schimmels**

Schimmels kunnen groeien met een minimum aan voedingstoffen die meestal worden onttrokken aan koolstofhoudend organisch materiaal zoals hout, papier (behang, kartonnen buitenkant van gipsplaat), verf, lijm en leer. In woningen groeien ze in eerste instantie aan het oppervlak van een constructie, zodat de eigenschappen van afwerkingsmaterialen van belang zijn voor de kans op schimmelgroei (SBR, 1998). Dit betreft naast de mate waarin het afwerkingsmateriaal kan dienen als vochtreservoir, ook de samenstelling van het materiaal (het 'substraat').

Veel steenachtige constructies worden afgewerkt met een *pleisterlaag*. Muurpleisters bestaan vaak uit gips, soms uit kalk-cement. Deze pleisters bevatten vaak bepaalde toevoegingen, zoals kunstharsen, die bedoeld zijn om de mechanische eigenschappen en verwerkbaarheid te verbeteren. Juist deze toevoegingen bieden aan schimmels een geschikt substraat waardoor een dergelijke pleister gevoelig is voor schimmelgroei (SBR, 1998). Kalk-cementpleisters zijn in eerste instantie alkalisch (hoge pH), maar door chemische omzetting van de kalk onder inwerking van de lucht (carbonatie) zal de pH aan het oppervlak dalen naar neutrale waarden, waardoor ze weer geschikter worden voor schimmelgroei. Daarnaast zijn de meeste *behangsoorten* cellulosehoudend, waardoor ze aantrekkelijk zijn voor schimmels. Ook behanglijm (stijfsel) zorgt voor een goed koolstofrijk substraat. Tenslotte kunnen schimmels groeien op stof en zeepresten die zijn achtergebleven op gladde oppervlakken zoals tegels of meubilair.

Bij een hoge relatieve luchtvochtigheid kan ook de samenstelling van de ondergrond van betekenis zijn, zoals de stuclaag achter het behang. Stoffen in de ondergrond kunnen oplossen en naar het oppervlak diffunderen, waardoor ze voor de schimmel beschikbaar komen.

2.5 Voorkomen van schimmels in binnen- en buitenlucht

De meeste schimmels komen voor in de bodem en verspreiden zich nauwelijks naar de buitenlucht. Schimmels in de buitenlucht zijn vooral afkomstig van planten en bomen, en worden *phylloplane* schimmels genoemd. Aantallen en soorten variëren afhankelijk van het klimaat, het weer en specifieke activiteiten zoals landbouw en veeteelt. In gematigde streken zijn de concentraties sporen in de lucht het grootst in de zomer en het najaar. Veel voorkomende schimmels in de lucht zijn: *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Chaetomium*, *Humicola* en *Trichoderma*. Alleen al van het geslacht *Aspergillus* bestaan vele soorten. De soortenrijkdom is groot. Er is echter een beperkt aantal schimmelsoorten die typisch zijn voor het binnenmilieu. Dit zijn vooral *Aspergillus versicolor*, *A. sydowii*, *A. penicillioides*.

Er is dus een duidelijk verschil in de soortensamenstelling van schimmels in de buiten- en binnenlucht. Alhoewel schimmelsporen uit de buitenlucht via ventilatie in de woning kunnen komen, wordt de schimmelsamenstelling in de binnenlucht toch vooral bepaald door het feit dat de schimmels die in huis voorkomen, beter tegen droge omstandigheden kunnen dan schimmels die in de buitenlucht voorkomen. Bronnen van schimmels binnenshuis zijn onder andere kamerplanten, gft, rottend hout of een beschimmelde muur.

Het is daarom meestal niet zinvol om de concentratie schimmelsporen van de buitenlucht met de binnenlucht te vergelijken. Een inspectie van de woning geeft voldoende indicatie of sprake is van schimmelgroei en meestal wordt in een beschimmelde woning een hogere concentratie schimmels gemeten als men die vergelijkt met de buitenlucht.

2.6 Huiszwam en kelderzwam

In vochtige woningen verdienen *houtrotschimmels* speciale aandacht omdat ze grote materiële schade kunnen aanrichten. Twee veelvoorkomende soorten zijn de huiszwam (*Serpula lacrymans*) en de bruine kelderzwam (*Coniophora puteana*) (Bos en Hesselink, 1996). De Stichting Hout Research SHR – www.shr.nl, het Houtinstituut – www.houtdatabase.nl en Centrum Hout – www.centrum-hout.nl (website www.houtinfo.nl is tijdelijk niet bereikbaar) bieden veel informatie hierover. Van beide schimmels geeft de huiszwam de meeste materiële schade. De huiszwam en de kelderzwam behoren tot de zogenaamde bruinrotschimmels. Dit zijn schimmels die wel (hemi)cellulose afbreken, maar niet lignine. Doordat de lignine overblijft, treedt een typische bruinverkleuring op van het overblijvende hout. De huiszwam tast vooral bewerkt hout en houtproducten van loof- en naaldbomen aan (spaanplaat, triplex en papier). De huiszwam komt vrijwel alleen voor in woningen en gebouwen en komt in de buitenlucht nauwelijks voor. De kelderzwam komt ook regelmatig in bossen voor en groeit op zowel loof- als naaldhout. Ze verschillen vooral in vochtbehoefte. Het optimale vochtgehalte in hout voor de groei van de huiszwam ligt tussen de 20 en 30 procent (kg vocht/kg droog hout), voor de kelderzwam tussen de 50 en 60 procent (kg/kg). Vanwege de hogere vochtbehoefte komt de kelderzwam vooral voor in kelders, keukens en doucheruimten. In tegenstelling tot de kelderzwam is de huiszwam tot grote sporenproductie in staat: 1 m² schimmel kan 50 miljoen sporen per minuut produceren! De sporen van de huiszwam zijn bruin tot roze bruin en kunnen via kieren vanuit de kruipruimte in grote hoeveelheden in de woonruimte terechtkomen.

2.7 Schimmelcomponenten en -producten

De aanwezigheid van schimmels in woningen kan aanleiding geven tot gezondheidsklachten door de stoffen, sporen en cel- en myceliumfragmenten die de schimmels in de lucht brengen. Welke componenten de gezondheidsklachten veroorzaken, is niet bekend. Hierna volgt een korte opsomming van schimmelcomponenten en -producten.

Schimmelmicrobiële groei in woningen kan ook aanleiding geven tot een muffe geur.

Overigens is een muffe geur geen bewijs voor de aanwezigheid van schimmels.

Sporen

Sporen vormen de overlevingsstructuren van schimmels. Zij zijn bijvoorbeeld bestand tegen uitdroging en UV-straling. De productie van sporen varieert sterk tussen de schimmelsoorten. *Penicillium* en *Aspergillus* produceren regelmatig grote hoeveelheden sporen.

Myceliumfragmenten en celcomponenten

In experimenten is aangetoond dat schimmels grote hoeveelheden zeer kleine deeltjes ($< 1 \mu\text{m}$) van het mycelium kunnen vrijmaken. Door de geringe afmetingen zijn deze in staat diep in de longen door te dringen. Er zijn geen gegevens bekend over het voorkomen ervan in de binnenlucht, maar het is aannemelijk dat de schimmelfragmenten een belangrijke rol spelen bij de allergene expositie (WHO, 2009).

Ook de celwand van schimmels bevat componenten, zoals bijvoorbeeld β -1,3-glucanen, die een reactie aangaan met cellen in de luchtwegen.

Vluchtige Organische Stoffen (VOS)

Schimmels produceren diverse stoffen als eindproduct van hun metabolisme.

Naast de reeds genoemde stoffen komen ook stoffen vrij als 3-methylfuran, 3-methyl-1-butanol, 2-methylisoborneol.

Giftige secundaire metabolieten

Schimmels kunnen zogenaamde secundaire metabolieten produceren zoals antibiotica en organische zuren. Een aantal metabolieten, de mycotoxinen, is giftig. Deze stoffen worden bijvoorbeeld geproduceerd wanneer nutriënten beperkt raken, doordat omgevingsfactoren (temperatuur, vocht en dergelijke) stress veroorzaken, of onder invloed van competitie met andere micro-organismen. Het substraat en het stadium in de levenscyclus bepalen mede de aard en de omvang van de productie van de secundaire metabolieten. Deze stoffen zijn niet vluchtig, maar kunnen worden meegevoerd met sporen en met microscopisch kleine myceliumfragmenten. Er zijn maar enkele schimmelsoorten die in het binnenmilieu groeien, die eventueel mycotoxinen kunnen produceren.

Alhoewel mycotoxinen een groot aantal verschillende gezondheidseffecten kunnen hebben, is er nauwelijks bewijs dat zij ook een rol spelen bij gezondheidseffecten veroorzaakt door een vochtig binnenmilieu (WHO, 2009). Naar aanleiding van een cluster van tien baby's die met longbloedingen waren opgenomen in het kinderziekenhuis van Cleveland, suggereerde het Center for Disease Control and Prevention (CDC) in 1994 een verband met blootstelling aan mycotoxinen van *Stachybotrys chartarum*. Echter, vanwege diverse methodologische tekortkomingen werd de suggestie voor deze samenhang door andere onderzoekers weersproken. Het Institute of Medicine (IOM) uit de V.S. concludeerde in 2004 al dat er te weinig betrouwbare onderzoeksgegevens beschikbaar waren om een samenhang te kunnen vaststellen tussen

blootstelling aan *Stachybotrys chartarum* en het optreden van longbloedingen. Voor meer informatie over gezondheidseffecten zie hoofdstuk 4.

Stachybotrys chartarum

In de Verenigde Staten is in de tweede helft van de jaren '90 van de vorige eeuw veel ongerustheid ontstaan over *Stachybotrys chartarum* vanwege de veronderstelde toxische eigenschappen. Deze schimmel komt in Nederland weinig voor. Het CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre stelt in woningen 1-2 keer per jaar schimmelgroei door *Stachybotrys* vast. In de V.S komt *Stachybotrys* meer voor. Dat heeft te maken met klimatologische omstandigheden en met het materiaal dat daar in de woningbouw wordt gebruikt.

Stachybotrys is een groen-zwarte schimmel die voor zijn groei een constante hoge luchtvochtigheid nodig heeft van 94 % en een voedingsbodem van cellulosehoudend materiaal zoals behang of gipsplaat.

Groei van *Stachybotrys* komt vooral voor na wateroverlast door overstroming of lekkage of bij een continue extreem hoge luchtvochtigheid. Bij wateroverlast is het daarom van belang om de woning snel te drogen, zodat de bouwmaterialen niet door water verzadigd raken.

Opmerking: Naast genoemde stoffen en celfragmenten die van schimmels afkomstig zijn, kunnen ook zogenaamde endotoxinen en peptidoglycanen in een vochtige woning vrijkomen. Deze stoffen zijn afkomstig van bacteriën. De relatie tussen vochtproblemen en bacteriegroei in het binnenmilieu is echter veel minder duidelijk dan die tussen vocht en schimmelgroei.

2.8 Determinatie van schimmels en blootstellingsbepaling

Uit bouwkundige motieven kan determinatie zinvol zijn om vast te stellen of huiszwam of kelderzwam in het geding is. Dit geeft een oordeel over de wijze van saneren, zoals het verwijderen van aangetaste delen of het eventueel toepassen van een bestrijdingsmiddel. Vanuit gezondheidkundige motieven is determineren meestal niet zinvol en ligt de prioriteit bij het verwijderen van de schimmel en het voorkomen van nieuwe schimmelgroei door aanpak van de oorzaak (vocht). Het determineren van de schimmel of het kwantificeren van de blootstelling aan de schimmelcomponenten of -producten is uit gezondheidkundige motieven niet zinvol, omdat:

- Het lastig is om een betrouwbare schatting te krijgen van de blootstelling vanwege de momentopname van een meting en het feit dat alleen levende schimmels worden gemeten.
- Het voorkomen van schimmels en schimmelcomponenten en -producten sterk varieert in de tijd.
- Een dosis-responsrelatie ontbreekt.
- Een voor de schimmelsoort, specifieke medische behandeling van eventuele gezondheidsklachten ontbreekt.

Op deze laatste twee aspecten wordt in hoofdstuk 4 nader ingegaan. Ook de schoonmaakmethode is hetzelfde voor alle schimmels, zodat determinatie en kwantificering alleen tot vertraging van de schoonmaakactie zouden kunnen leiden.

Mochten er ondanks bovenstaand uitgangspunt vragen zijn over de determinatie van schimmels, dan kan contact worden opgenomen met het CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre (www.cbs.knaw.nl).

3 Vocht in woningen

3.1 Inleiding

Het begrip 'vochtige woning' omvat verschillende verschijningsvormen van water in een woning. Het kan gaan om waterdamp in de lucht, water in houten of stenen bouwdelen, condens op muren en ramen of water in de kruipruimte. Tenzij anders vermeld, is de informatie in dit hoofdstuk gebaseerd op Adan (1994), Linden et al. (1998), SBR (1998) en SBR (2000).

3.2 Vocht in de lucht: begrippen en referentiewaarden

Lucht kan niet meer waterdamp bevatten dan een maximum hoeveelheid (capaciteit). De lucht is dan verzadigd met waterdamp. De capaciteit is afhankelijk van de temperatuur. Hoe hoger de temperatuur van de lucht, hoe meer waterdamp de lucht maximaal kan bevatten (hoe groter de capaciteit).

De hoeveelheid waterdamp in de lucht kan men op twee verschillende manieren uitdrukken, namelijk als de 'absolute' en de 'relatieve' luchtvochtigheid. De absolute luchtvochtigheid wordt uitgedrukt in het aantal kilogrammen (of grammen) vocht per m³ lucht. De relatieve luchtvochtigheid (RV) is de verhouding tussen de feitelijke hoeveelheid waterdamp en de capaciteit bij de gegeven temperatuur. De RV wordt uitgedrukt in procenten (zie Figuur 3.1 en Bijlage 1).

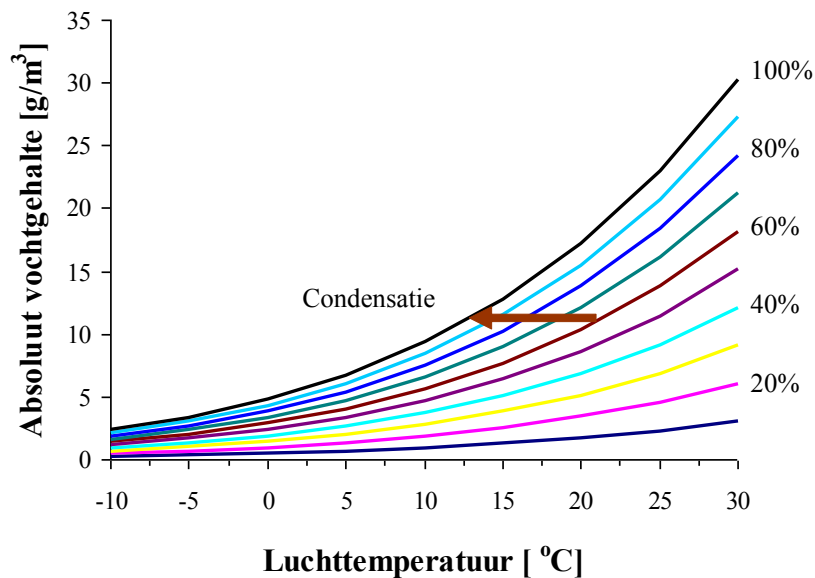
Zoals gemeld, neemt de capaciteit voor waterdamp in de lucht toe als de temperatuur hoger wordt. Als met waterdamp verzadigde lucht afkoelt, zal condensatie plaatsvinden, bijvoorbeeld op een raam dat kouder is dan de lucht midden in de kamer.

Als een vaste hoeveelheid waterdamp in de lucht in temperatuur daalt, zal de RV in eerste instantie toenemen doordat de capaciteit voor waterdamp daalt. Bijvoorbeeld: de RV is gelijk aan 60 procent bij 21 °C. Als de temperatuur vervolgens daalt naar 13 °C, dan zal de RV oplopen tot 100 procent (zie pijl in Figuur 3.1). Tot het moment dat de RV de grens van 100 procent passeert, blijft de absolute luchtvochtigheid constant. Daalt de temperatuur nog verder, dan zal waterdamp condenseren. De RV blijft constant op 100 procent maar de *absolute* luchtvochtigheid zal dan dalen omdat door condensatie vocht aan de lucht onttrokken wordt. Dit treedt bijvoorbeeld op in een kamer met enkel glas als het buiten koud is. De temperatuur van de binnenlucht daalt dicht bij het koude glasoppervlak.

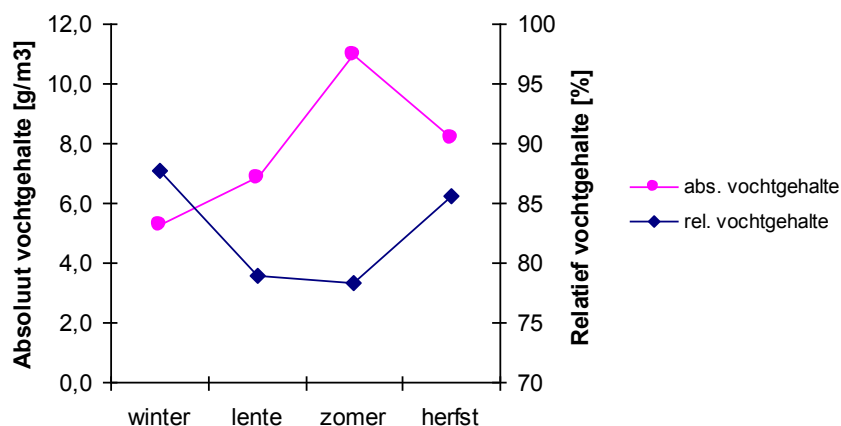
In de *buitenlucht* variëren de absolute en relatieve luchtvochtigheid in de loop van het jaar (zie Figuur 3.2). De absolute luchtvochtigheid is in de zomer ruim tweemaal zo hoog als in de winter. Door de hoge temperatuur kan de lucht in de zomer veel vocht bevatten en er is meer verdamping dan in de winter. De relatieve luchtvochtigheid neemt daarentegen juist af van 88 procent in de winter naar 78 procent in de zomer. Dit komt doordat de maximale capaciteit voor waterdamp in verhouding meer toeneemt dan de absolute luchtvochtigheid.

Deze variatie in de RV van de buitenlucht heeft directe gevolgen voor de RV in de *binnenlucht* doordat woningen worden geventileerd met buitenlucht. Tijdens het stookseizoen is de temperatuur binnen beduidend hoger dan buiten. Door ventilatie aangevoerde koude buitenlucht zal binnenshuis opwarmen en

daardoor (veel) meer vocht kunnen bevatten dan buiten het geval is. Hierdoor zal de RV in de binnenlucht een stuk lager zijn dan in de buitenlucht. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de RV-daling die de van buiten komende ventilatielucht ondergaat als het wordt opgewarmd tot de temperatuur van de binnenlucht. Bij deze berekening is uitgegaan van een binnentemperatuur van 20 °C, een buitenluchttemperatuur oplopend van -10 tot 20 °C en een jaargemiddelde RV van 83 procent (voor de berekening zie Bijlage 1). Hierbij is geen rekening gehouden met vochtproductie binnenshuis. Door de ventilatie zal een woning gedurende het stookseizoen droger worden. Dit laat natuurlijk onverlet dat tijdens het stookseizoen in de woning plaatselijk vochtproblemen kunnen ontstaan door bijvoorbeeld condensatie, regendoorslag of lekkage. Door het jaar heen zijn de grootste risico's op vochtproblemen als gevolg van hogere luchtvochtigheid te verwachten in voor- en najaar als er niet wordt gestookt en de buitenluchttemperatuur (soms) laag is.



Figuur 3.1 Effect van afkoeling op de absolute en relatieve luchtvochtigheid. Voorbeeld: indien lucht van 21 °C en 60% RV afkoelt, treedt condensatie op zodra de temperatuur lager wordt dan 13 °C (zie pijl). Dan is de maximumcapaciteit voor waterdamp in de lucht bereikt (RV is 100%). De gegevens uit deze grafiek zijn afgeleid m.b.v. de formules uit Bijlage 1.



Figuur 3.2 Absolute en relatieve luchtvochtigheid in de buitenlucht in Nederland, gemiddeld over de jaren 1971 t/m 2000

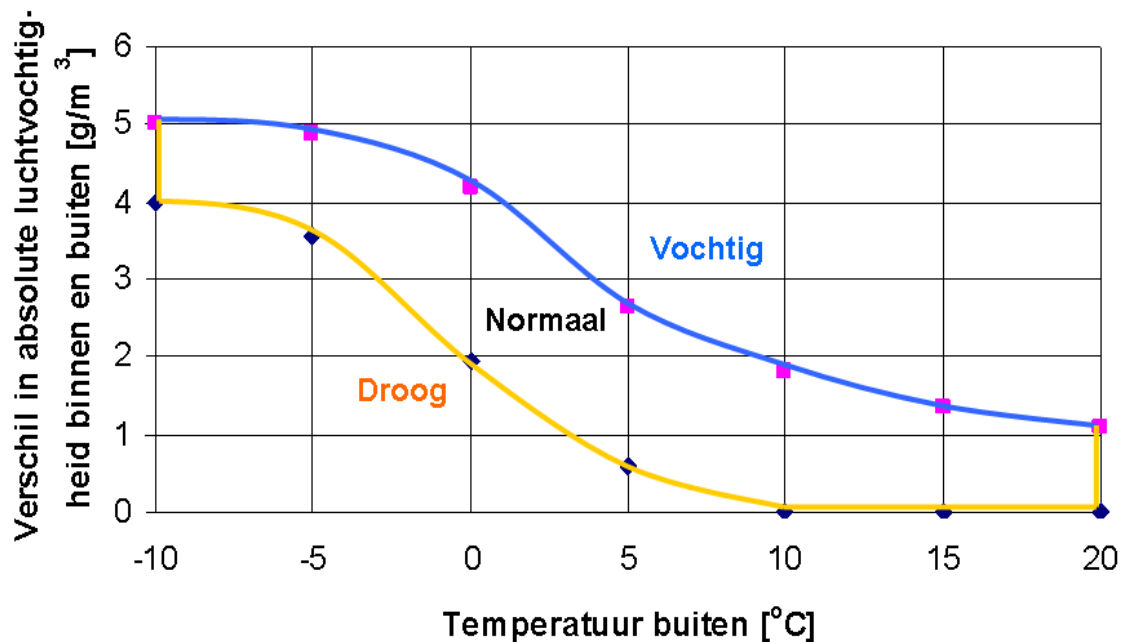
Bron: www.knmi.nl.

Tabel 3.1 Berekende RV-waarden in een binnenlucht van 20 °C die geventileerd wordt met buitenlucht met een temperatuur tussen -10 en 20 °C en een constante RV van 83% (jaargemiddelde). Vochtbronnen in de woning zijn niet meegerekend. De gegevens uit deze tabel zijn afgeleid m.b.v. de formules uit Bijlage 1.

Temperatuur in buitenlucht [°C]	RV in binnenlucht [%]
-10	10
-5	15
0	22
5	31
10	44
15	61
20	83

Luchtvochtigheid binnen versus buiten

Van der Kooi en Knorr (1973) onderzochten de relatie tussen de luchtvochtigheid binnen en buiten Nederlandse woningen. Dit onderzoek resulteerde in het Van der Kooi-diagram (zie Figuur 3.3). Dit diagram geeft het verschil weer in de absolute luchtvochtigheid tussen binnen en buiten als functie van de temperatuur in de buitenlucht. In de bouwfysica wordt dit diagram nog steeds veel gebruikt om te beoordelen of de luchtvochtigheid in een woning te laag, normaal of te hoog is. Het diagram geeft in feite het nettoresultaat van vochtproductie, ventilatie en verwarming in een Nederlandse woning.



Figuur 3.3 Verschil in de absolute luchtvochtigheid tussen binnen en buiten als functie van de temperatuur in de buitenlucht (Van der Kooi en Knorr, 1973). Dit diagram wordt in de bouwfysica gebruikt om de mate van vochtigheid in een woning te beoordelen.

3.3 Vocht in bouw-, afwerkings- en inrichtingsmaterialen

Vocht komt niet alleen in de lucht voor maar ook in bouw-, afwerkings- en inrichtingsmaterialen zoals hout, steen, pleisterwerk, meubilair en vloerbedekking. Veel van deze materialen zijn in meer of mindere mate poreus. Poreuze materialen hebben een groot inwendig oppervlak waaraan vochtadsorptie kan plaatsvinden, zodat ze vocht uit de omgeving kunnen opnemen. Ook kan vocht door capillaire werking door het materiaal worden opgezogen (zie Bijlage 2).

Indien een poreus materiaal langdurig wordt blootgesteld aan lucht met een constante relatieve luchtvochtigheid, ontstaat na enige tijd een evenwicht tussen het vochtgehalte in de lucht en in het poreuze materiaal. Dit wordt het *evenwichtsvochtgehalte* genoemd.

Het vochtgehalte van materialen kan op twee manieren worden aangeduid: het volumetrisch (m^3 vocht/ m^3 materiaal) en het gravimetrisch (kg vocht/ kg materiaal) vochtgehalte. Deze waarden verschillen nogal. Bij het gebruik van meetapparatuur en cijfers uit de literatuur is het daarom belangrijk om te weten welke eenheden gebruikt zijn. In Bijlage 2 wordt hierop ingegaan en worden de gravimetrische en volumetrische vochtgehalten van hout en bouwmaterialen bij drie relatieve luchtvochtigheden gepresenteerd.

3.4 Bewonersgedrag: vochtproductie, ventilatie en verwarming

Bewoners hebben invloed op de hoeveelheid vocht in een woning door de mate waarin ze vocht produceren, gebruikmaken van de beschikbare ventilatiemogelijkheden voor het afvoeren van waterdamp en de wijze waarop ze de woning verwarmen.

Vochtproductie

Het menselijke lichaam staat vocht af en ook door allerlei activiteiten van bewoners komt waterdamp vrij in de woning (zie Tabel 3.2). Voor een huishouden bestaande uit vier personen betekent dit een vochtproductie van, ten minste, 10 liter water per etmaal. De betekenis die de dampproductiecijfers uit Tabel 3.2 kunnen hebben voor het dagelijkse verloop van de RV in diverse ruimten van een woning, is afhankelijk van het patroon waarin de diverse activiteiten plaatsvinden en het stook- en ventilatiegedrag. Wel is het duidelijk dat de mate van dampproductie sterk verschilt tussen de diverse ruimten in een woning. Zo heeft de woonkamer een veel stabielere binnenklimaat dan de douche en de keuken.

Tabel 3.2 Waterdampproductie door bewoners per activiteit (SBR, 2000; Van Dongen en Steenbekkers, 1993)

Activiteit	Vochtproductie per activiteit
<i>Ademen/transpireren</i>	
- lichte activiteit	30 - 60 g/u/persoon
- gemiddelde activiteit	120 - 200 g/u/persoon
- zware activiteit	200 - 300 g/u/persoon
<i>Gebruik keuken</i>	
- koken	600 tot 1.500 g/u
- afwassen	500 - 1.000 g/u
<i>Gebruik badkamer</i>	
- douchen	2500 - 3.000 g/u
- baden	750 g/u
<i>Drogen wasgoed (4-5 kg)</i>	
- gecentrifugeerd	50 - 200 g/u
- druipend nat	100 - 500 g/u
<i>Open geiser</i>	
- keuken	25 g/u
- keuken en douche	100 g/u
<i>Overigen</i>	
- planten	5 - 20 g/u
- aquarium	4 - 15 g/u

Ventilatie

Ventilatie zorgt voor de afvoer van de waterdamp die in de woning vrijkomt. Voor informatie over ventilatie wordt verwezen naar de GGD-richtlijn Ventilatie in Woningen (Duijm et al., 2009). Hier wordt slechts vermeld dat vochtproblemen als gevolg van bouwfysische gebreken of tekortkomingen (lekkage, optrekkend vocht, condensatie door beperkte thermische isolatie) door betere ventilatie nooit kunnen worden opgelost.

Verwarmen

Ook het stookgedrag heeft invloed op de relatieve luchtvochtigheid en het ontstaan van condensatie op binnenwanden. Zo leiden lagere binnenluchttemperaturen tot een hogere RV. Daarnaast kan door ongelijkmatige verwarming in extremere situaties condensatie ontstaan op wanden die grenzen aan onverwarmde ruimten. Bijvoorbeeld, in een zeer slecht geïsoleerd pand wordt alleen de woonkamer verwarmd en ontstaat condens op de wanden die grenzen aan de onverwarmde entree. Sober stookgedrag kan vochtproblemen wel erger maken, maar is vrijwel nooit de enige oorzaak ervan. Meestal komt dit voor in combinatie met onvoldoende ventilatie.

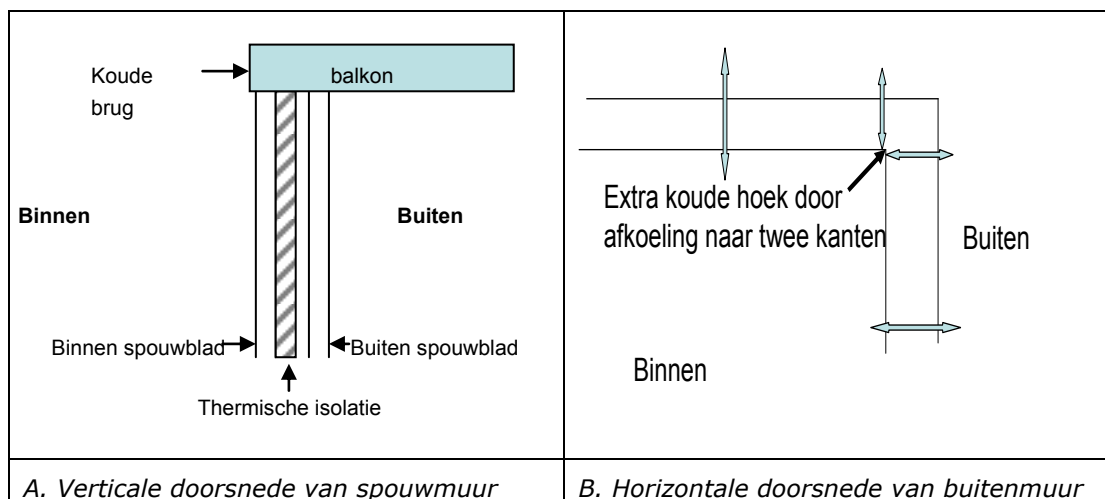
3.5 Bouwtechnische oorzaken van vochtproblemen

3.5.1 Inleiding

Vocht- en schimmelproblemen ontstaan indien te hoge luchtvochtigheid optreedt op het grensvlak van de lucht en bouw- en afwerkingsmaterialen. De oorsprong van het vocht is divers. Bij nieuwbouwwoningen die minder dan een jaar bewoond zijn, kan er sprake zijn van zogenaamd bouwvocht. Tijdens de bouw wordt water toegevoegd aan cement en betonspecie. Ook kan door regenval tijdens de bouw water in bouwmaterialen (steen, hout, isolatiemateriaal) opgeslagen worden. Dat vocht verdampt meestal in het eerste jaar van bewoning en kan dan aanleiding zijn voor plaatselijke vochtproblemen in de woning. Veel vaker echter zullen vochtproblemen hun oorzaak vinden in lekkage, optrekkend vocht, condensatie en (of in combinatie met) gebrekkige ventilatie. Voor informatie over ventilatie zie de GGD-Richtlijn Ventilatie in woningen (Duijm et al., 2009). De eerste drie genoemde oorzaken komen in de volgende paragrafen aan de orde.

3.5.2 Condensatie

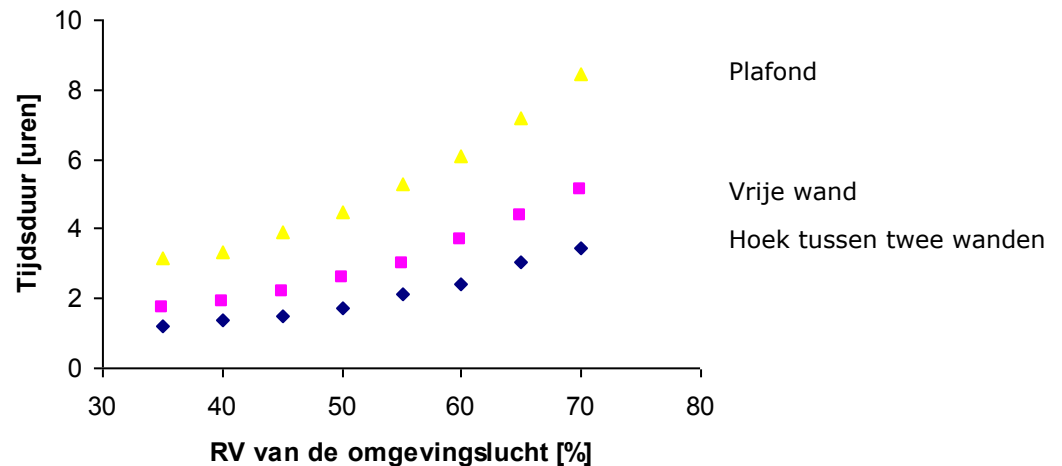
Zoals aangeduid in paragraaf 3.2, kan de lucht bij een bepaalde temperatuur een maximumgehalte waterdamp bevatten. Hoe hoger de temperatuur, hoe hoger dit maximumgehalte. Zodra de lucht met waterdamp verzadigd is en de temperatuur gaat dalen, treedt condensatie op en ontstaat vloeibaar water. Dit is zichtbaar bij het beslaan van ramen en spiegels in een doucheruimte. Het treedt op zodra warme, vochtige lucht in contact komt met koude oppervlakken. Koude oppervlakken komen voor tijdens het stookseizoen bij niet- of slecht geïsoleerde buitenmuren, daken en vloeren van woningen. Oppervlakken die extra sterk afkoelen zijn koudebruggen, hoeken van buitenmuren en hoeken tussen muren en daken. Een koudebrug is een plaatselijk minder goed geïsoleerd deel of een constructie die door de isolatie heen steekt. Hierbij gaat het vaak om constructiedelen die een rechtstreekse verbinding vormen tussen de binnen- en de buitenlucht, zoals niet-geïsoleerde steunbalken boven ramen, deuren en balkons (Figuur 3.4A). Ook hoeken van buitenmuren koelen extra af doordat dicht bij de hoek de warmte naar beide kanten weglekt (Figuur 3.4B; Foto voorblad), terwijl in het midden van de muur warmtetransport hoofdzakelijk in één richting plaatsvindt. Dicht bij het snijpunt van twee buitenmuren en een platdak vindt warmtetransport zelfs in drie richtingen plaats, zodat de afkoeling hier relatief het grootst is.



Figuur 3.4 Voorbeelden van plekken in de buitenmuur die veel warmte doorlaten en daardoor extra gevoelig zijn voor condensatie van waterdamp en schimmelgroei.

Condensatie kan ook ontstaan door het ondeskundig aanbrengen van isolatie. Veel bewoners brengen isolatiemateriaal aan de binnenzijde van de woning aan. Dit is alleen mogelijk als de isolatie voorzien is van een dampremmende laag. Als deze laag niet aanwezig is, zal het vocht uit de binnenlucht door de isolatielaag diffunderen en ergens in de constructie condenseren en tot schimmel leiden.

De hierboven beschreven voorbeelden van oppervlaktecondensatie kunnen voorkomen worden door een goede thermische isolatie. Echter, in ruimten met een sterk dynamisch vochtregime, zoals de doucheruimte of de keuken, is periodieke condensatie op wanden en plafond niet te vermijden. Door de hoge temperatuur van de waterdamp die vrijkomt tijdens koken en douchen, vindt condensatie plaats, ook op relatief warme en goed geïsoleerde wanden en plafonds. Na het koken of douchen zal de condens weer langzaam verdampen (zie Figuur 3.5). De figuur laat zien tot hoe lang na het douchen de relatieve vochtigheid *aan het oppervlak* de waarde van 80 procent overschrijdt. Zoals te verwachten, neemt de droogtijd toe met de RV in de omgevingslucht. Bij een gemiddelde RV droogt het plafond in vier tot vijf uren en de wanden in circa twee tot drie uren.



Figuur 3.5 Droogtijd van een gipspleisterlaag na een kortdurende bevochtiging tot het moment dat de RV aan het oppervlak lager wordt dan 80% (overgenomen uit SBR, 2000). De X-as in deze grafiek geeft de gemiddelde RV in de omgevingslucht.

Het verlagen van de RV in de omgevingslucht door ventilatie zal het droogproces bekorten, maar dat is geen garantie dat schimmelgroei niet optreedt. Bij een dynamisch vochtregime speelt ook de zogenaamde *Time-of-Wetness* (TOW) een rol.

De TOW is de verhouding van het tijdsdeel dat de RV aan het oppervlak groter is dan of gelijk aan 80 procent en de totale tijdsduur van de totale nat-droog-cyclus.

Bij de TOW zijn niet alleen een hoge RV en de tijdsduur bepalend, maar ook het terugkerende karakter (Adan, 1994; SBR 2000). Het blijkt dat indien dagelijks meer dan de helft van de tijd sprake is van een hoge RV (>80 procent), de groeisnelheid van schimmels sterk toeneemt. De TOW is dan meer dan 0,5. Bij een TOW < 0,5, dat wil zeggen als er dagelijks minder dan de helft van de tijd sprake is van een hoge RV (> 80 procent) dan is de groeisnelheid van schimmels minimaal, maar niet per se nul.

De droogsnelheid van een afwerklaag wordt sterk beïnvloed door de mate van absorptie en afgifte van vocht in het poreuze materiaal. Bij materiaal met een hoge vochtabsorptie zal de RV in de grenslaag langer hoog blijven door nalevering van vocht uit het materiaal.

In de praktijk is er vaak sprake van een gelaagdheid in de constructie, bijvoorbeeld een verlaag op een poreuze ondergrond. De verlaag heeft een grote invloed op de vochtabsorptie. Een verlaag met een zeer grove poriënstructuur zal waterdamp weinig tegenhouden en kan het water ook door deze verlaag 'stromen', doordat de stromingsweerstand in de poriën laag is. De ondergrond is dan bepalend voor het vochtabsorptiegedrag. In de situatie van een verlaag met een zeer fijne poriënstructuur op een poreuze ondergrond met grove poriën, houden de capillaire krachten het water 'vast' in de verlaag. Alleen door diffusie zal waterdamp naar binnen 'trekken'.

Bovenstaande voorbeelden zijn slechts bedoeld om enig inzicht te verschaffen in de complexe mechanismen die een rol spelen bij de vochthuishouding aan een oppervlak van een gelaagde constructie met afwerkingsmateriaal.

Maatregelen die het vermogen tot vochttopslag beperken, zijn minstens zo belangrijk als een goede ventilatie. In de praktijk betekent dat bijvoorbeeld het betegelen van de wanden van de badkamer en de keuken. De belangrijkste maatregel blijft het snel afvoeren van de waterdamp door ventilatie nog voordat condensatie heeft plaatsgevonden, bij voorkeur door een plaatselijke afzuigventilatie waarbij de waterdamp zoveel mogelijk direct bij de bron wordt afgezogen, bijvoorbeeld door een afzuigkap.

3.5.3 *Optrekkend vocht*

Bouwmaterialen zoals baksteen en cement zijn poreus en kunnen vocht opzuigen door capillaire opstijging (voor toelichting zie Bijlage 2). Dergelijke materialen bestaan uit een netwerk van onderling verbonden holten en kanaaltjes. Staat dit materiaal in contact met grondwater, dan kan water worden opgezogen. Daarbij geldt dat hoe kleiner de poriediameter, hoe groter de stijghoogte van het water. Er bestaan grote verschillen in zuigkracht tussen de verschillende steenachtige materialen. Zo neemt beton nauwelijks vocht op en steen en cement relatief veel. Dat heeft te maken met de mate waarin het materiaal verdicht is en met de verdeling van de poriegrootte. Ook overgangen van het ene poreuze materiaal naar het andere beperken in meer of mindere mate het vochttransport, doordat bij dergelijke overgangen de poriestructuur deels doorbroken is. Verder wordt de stijghoogte in de praktijk beperkt doordat uit natte muren vocht verdampt; hierdoor vindt niet alleen transport plaats in verticale, maar ook in horizontale richting. Door de verdamping droogt de vochtstroom op. Dit heeft als praktisch gevolg dat het aanbrengen van een waterdichte coating op een poreuze, vochttopzuigende muur de stijghoogte van het vocht alleen maar doet toenemen.

Door dit fenomeen van capillaire opstijging kan een gebouw waarvan de fundering in direct contact staat met water of een vochtige bodem, een probleem hebben met optrekkend vocht terwijl in de kruipruimte geen vrij water zichtbaar is. Een visueel droge kruipruimte is dus geen garantie dat optrekkend vocht niet kan optreden.

Optrekkend vocht komt relatief vaak voor bij oudere woningen met een gemetselde fundering waarbij een watertransportremmende laag aan de onderzijde van de muur ontbreekt. Zo'n remmende laag kan bestaan uit een zogenaamd trasraam. Dit is een laag die opgebouwd is uit extra verdichte stenen en verbonden is door een speciaal type cement. Daarnaast worden ook wel waterkerende lagen gebruikt, bestaande uit metalen (meestal lood), glas, beton of bitumineuze en kunststof folies. Dergelijke materialen worden ook toegepast om muren die vocht optrekken, te repareren.

Optrekkend vocht is te herkennen aan een verkleurde zone, beginnend bij de vloer en aan de bovenzijde begrensd door zoutuitbloei (zie Figuur 3.6) of het loslaten van de pleisterlaag en andere wandafwerking (SBR, 1996; SBR, 2000). Zoutuitbloei treedt vaak op bij optrekkend vocht. Het optrekkende water neemt daarin opgeloste zouten mee, die uiteindelijk aan het oppervlak van de muur achterblijven nadat het vocht is verdampt. Daar vormt zich meestal een grijs/witte structuur van op elkaar gestapelde zoutkristallen. Door de verdamping kan bovendien kristallisatie van zouten binnen in de muur optreden, die daardoor beschadigt (zoutschade). De opgeloste zouten zijn afkomstig uit bodem, cement, baksteen of lucht en bestaan vooral uit chloriden en sulfaten.



Figuur 3.6 Een voorbeeld van zoutuitbloei (foto Ruud van Schie)

Zouten in een overigens droge muur kunnen door hun hygroscopische werking ook vocht aan de lucht onttrekken. Hierdoor kunnen in de muur plaatselijk vochtplekken zichtbaar worden, die gemakkelijk kunnen worden verward met regendoorslag (zie paragraaf 3.5.4).

3.5.4

Lekkage

Vormen van lekkage die in verhouding vaak voorkomen, zijn onder andere lekkende dakbedekking bij platte daken, verkeerd uitgevoerde of slecht onderhouden aansluitdetails van bijvoorbeeld dakdoorvoeren en verstopte dakgoten.

Regendoorslag komt voor bij oudere woningen met massieve muren. Vooral hoekwoningen met een gevel op het zuiden of westen zijn hiervoor gevoelig. Recentere woningen met een spouwmuur kennen dit soort problemen eigenlijk niet. Echter, door slordig metselwerk of na-isolatie kan in een spouwmuur een enkele keer toch regendoorslag optreden, bijvoorbeeld doordat vochtbruggen ontstaan bij zogenaamde speciebaarden (voor omschrijving zie Definities), valspecie onder in de spouw of door isolatiemateriaal in een volledig gevulde spouw (na-isolatie). Soms treedt regendoorslag op via de stootvoegen (verticale voegen tussen de kopse kanten van opeenvolgende stenen in een rij). Deze voegen zijn vaak slechts gedeeltelijk met specie gevuld en daarom relatief goed doorlatend voor regenwater, zeker onder invloed van de winddruk. In de woning zelf kan lekkage ontstaan bij aan- en afvoerleidingen in bijvoorbeeld de doucheruimte.

Het spreekt voor zich dat alle vormen van lekkage zo snel mogelijk dienen te worden gerepareerd. Het opsporen van de precieze plaats waar de lekkage optreedt, is daarbij het grootste probleem.

3.6 Meetmethoden

Bij onderzoek naar vochtproblemen in woningen zijn verschillende meetmethoden mogelijk. Bij alle metingen moet men zich bewust zijn van het dynamische gedrag van vocht in een woning in het algemeen en speciaal in vochtige ruimten als de badkamer en de keuken. In feite berust de beoordeling vooral op een gemiddelde of quasi-stationaire situatie die echter bij een enkele meting zelden optreedt. Daarom zijn duurmetingen in het algemeen aan te bevelen.

In onderstaande wordt ingegaan op een meetmethode voor de bepaling van de luchtvochtigheid, een meetmethode die inzicht geeft in het vochtgehalte van materialen en een meetmethode die behulpzaam kan zijn bij het opsporen van koudebruggen. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de toepassing van deze methoden in de GGD-praktijk.

Vochtgehalte van de lucht

De meting van de relatieve luchtvochtigheid wordt veel toegepast, bijvoorbeeld bij onderzoek naar het binnenklimaat van scholen. Voor het vaststellen van vochtproblemen is het meten van alleen de RV echter weinig zinvol. Immers, de RV in de lucht midden in een kamer kan op een acceptabel niveau liggen, terwijl tegen de ongeïsoleerde buitenmuur toch condensatie optreedt (zie Figuur 3.1) met mogelijk schimmelgroei als gevolg. Het kan wel zinvol zijn om gedurende langere tijd (bijvoorbeeld een week) zowel in de woonkamer als buiten de RV te meten *in combinatie met* de luchttemperatuur. Op basis van deze gegevens kan met de formule uit Bijlage 1 uitgerekend worden wat het verschil is in absolute luchtvochtigheid tussen binnen en buiten. Hiermee kan met behulp van het Van der Kooi-diagram (zie Figuur 3.3) worden beoordeeld of de woning te droog, normaal of te vochtig is.

Vochtgehalte van materialen

Voor echt betrouwbare metingen van het absolute vochtgehalte zijn alleen *destructieve* methoden beschikbaar. Daarbij wordt een monster uit de muur of het hout gehaald en goed verpakt. In het laboratorium wordt het vochtgehalte bepaald door weging van een vochtig en (na droging) van een gedroogd monster. Het vochtgehalte in het monster kan eventueel ook bepaald worden met behulp van calciumcarbid.

Voor het meten van het vochtgehalte in hout en steenachtige materialen zijn ook enkele apparaten beschikbaar. Interpretatie van de meetresultaten van dergelijke apparaten moet echter met de nodige voorzichtigheid omgeven worden. Ze geven alleen enig houvast door vergelijking van meerdere metingen aan *het zelfde* bouwdeel (relatieve meting), dat wil zeggen dat men bijvoorbeeld met dezelfde meter langs een plint kan gaan en constateren dat de plint op de ene plaats veel meer vocht bevat dan elders of dat de muur onderaan veel natter is dan bovenaan. Zo'n relatieve meting veronderstelt een gelijke materiaalsamenstelling binnen hetzelfde bouwdeel.

Voor vocht in hout wordt meestal gebruikgemaakt van de elektrische weerstand van het hout tussen twee elektroden die op of in het hout gedrukt worden. In mindere mate wordt gebruikgemaakt van het meetprincipe op basis van de diëlektrische constante van het hout (voor omschrijving van diëlektrische

constante, zie Definities). Het meten van de elektrische weerstand is in het algemeen wat nauwkeuriger dan het meten op basis van de diëlektrische constante (Forsen en Tarvainen, 2000). Bij de interpretatie is kennis van de houtsoort noodzakelijk doordat de relatie tussen de elektrische weerstand en het vochtgehalte ook van de houtsoort afhangt. Het meetapparaat is voor één specifieke houtsoort (bijvoorbeeld Douglas) gekalibreerd en het meetresultaat kan voor andere houtsoorten via een tabel worden herleid. Aangezien hout in woningen vrijwel altijd van een verflaag is voorzien, is het niet eenvoudig om de houtsoort te achterhalen. Daarnaast is meting van de elektrische weerstand temperatuurgevoelig. Dit alles draagt ertoe bij dat houtvochtmeting in de meeste gevallen alleen in vergelijkende zin van waarde is (relatieve meting). Vochtmeters voor steenachtige materialen zijn van een vergelijkbaar type als de houtvochtmeter. Door onbekendheid van de exacte opbouw en materiaalsamenstelling van een bouwdeel, zijn de metingen te vatbaar voor misinterpretatie om veel waarde aan het meetresultaat in absolute zin toe te kennen. Ook deze apparaten zijn eigenlijk alleen redelijk bruikbaar voor een *relatieve meting*.

Een extra aandachtspunt bij het meten van vocht in *steenachtige materialen* is het feit dat de elektrische weerstand van het materiaal ook beïnvloed wordt door zouten. Zouten zorgen voor een betere geleidbaarheid en mogelijk voor een foute interpretatie.

Infrarood temperatuurmeting

Met een infrarood temperatuurmeter kan de oppervlaktetemperatuur van materialen worden vastgesteld. Hiermee kunnen verschillen in temperatuur worden opgespoord, zodat koudebruggen kunnen worden waargenomen (zie bijvoorbeeld Figuur 3.4A).

4 Invloed van vochtige woonomstandigheden op de gezondheid

4.1 Inleiding

In vochtige woningen komen verschillende agentia voor die tot gezondheidseffecten kunnen leiden, onder andere schimmels en schimmelcomponenten, bacteriën, huisstofmijten en vluchtige organische stoffen zoals formaldehyde uit plaatmateriaal waarvan de emissiesterkte toeneemt onder invloed van vocht (WHO, 2009; Peeters, 2007). Het gaat dus om een complexe blootstelling aan meerdere agentia. Interacties tussen verschillende agentia zijn hierbij mogelijk: stoffen kunnen elkaars effecten mogelijk versterken of verzwakken. Het is daarom niet mogelijk een uitspraak te doen welke component van schimmel precies de gezondheidsklachten veroorzaakt.

Vooraf allergische mensen blijken gevoelig voor biologische en chemische stoffen in vochtige binnenmilieus, maar er zijn ook gezondheidseffecten aangetoond bij niet-allergische personen. Dus zowel allergische als niet-allergische mechanismen spelen een rol. Door toename van de prevalentie van astma en allergieën in veel landen neemt ook het aantal mensen toe dat gevoelig is voor vochtige leefomstandigheden in woningen. Uit een recent literatuuronderzoek van de WHO (2009) blijkt de samenhang tussen blootstelling aan vochtgerelateerde omstandigheden en verergering van luchtwegklachten het best onderbouwd.

De informatie uit de hoofdstukken 4.2 en 4.3 is, tenzij anders vermeld, gebaseerd op de Guidelines for indoor air quality: dampness and mould van de WHO (WHO, 2009).

4.2 Onderzoek naar de blootstellings-effectrelatie tussen vochtige woonomstandigheden en gezondheid

Onderzoek naar de relatie tussen vochtige woonomstandigheden en gezondheid probeert een verband te leggen tussen blootstelling aan vochtgerelateerde agentia en één of meer gezondheidseffecten. De WHO (2006) definieert 'blootstelling' als de gebeurtenis dat een persoon in contact komt met een agens gedurende een bepaalde tijd, waarbij de concentratie van het agens en de duur van het contact de mate van blootstelling (dus als kwantitatieve parameter) bepalen. Omdat de blootstelling bij vocht- en schimmelproblemen volgens de WHO-definitie niet op betrouwbare wijze kan worden vastgesteld, wordt gebruikgemaakt van indicatoren die de blootstelling benaderen.

Onderzoek naar objectieve markers voor blootstellings-effectrelaties

Het Institute of Medicine (IOM, 2004) geeft een overzicht van de methoden en technieken van objectieve markers voor blootstelling aan vocht en schimmels die in de loop der jaren zijn ontwikkeld en getest. Technieken worden onderscheiden in waarnemingen in huisstof dat verzameld is van oppervlakken, zoals vloerbedekking of matrassen, in monsters van de lucht op een vast meetpunt in een ruimte ('ambient air sampling') en in luchtmonsters die zoveel mogelijk de door een individu ingeademde lucht moeten benaderen (personal air sampling). Daarbij kunnen diverse soorten waarnemingen worden gedaan, namelijk:

- microbiële tellingen;
- meten van microbiële producten zoals toxines, vluchtige organische stoffen;
- meten van allergene of pro-inflammatoire (= ontstekingsbevorderende) componenten van schimmels.

De methoden voor de bepaling van blootstelling aan microbiële producten en allergene componenten zijn nog in een experimenteel stadium. Daardoor zijn de uitkomsten van verschillende onderzoeken moeilijk met elkaar te vergelijken. Het gebrek in de precisie van kwantitatieve blootstellingsbepalingen en het ontbreken van de juiste marker kunnen oorzaken zijn voor de afwezigheid van een duidelijk verband tussen gemeten schimmelblootstelling en gezondheidseffecten (IOM, 2004; Dusseldorp et al., 2004).

Onderzoek naar indicatoren voor blootstellingseffectrelatie

Epidemiologische onderzoeken maken meestal gebruik van vragenlijsten en zijn gebaseerd op zelfgerapporteerde blootstelling aan vochtige woonomstandigheden en gezondheidsklachten. Daarin wordt de blootstelling gekarakteriseerd door de aan- of afwezigheid van één of meer indicatoren van vocht of schimmels in de woning. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld het waarnemen van zichtbare vocht- of schimmelplekken, schimmelgeur, condens op ramen of vocht in de kruipruimte. Nadeel van het gebruik van vragenlijsten is de zogenaamde responder bias, dat wil zeggen: als je denkt dat je ziek wordt van schimmels, vul je de antwoorden op de vragen anders in dan wanneer je die gedachte niet hebt. Evenzo kan er sprake zijn van 'exposure bias': als je denkt dat je blootgesteld wordt, vul je de antwoorden op de vragen anders in. Overigens zijn de zelfgerapporteerde blootstellingsgegevens niet per se onbetrouwbaarder dan gegevens ontleend aan inspecteurs. Fisk et al. (2007) hebben zes onderzoeken bekeken waarin zelfgerapporteerde vocht-/schimmelproblemen zijn vergeleken met de inschatting door inspecteurs. Fisk ziet weinig verschillen en concludeert dat het niet waarschijnlijk is dat de gevonden verbanden een gevolg zijn van 'over-reporting' door bewoners. Ook Bornehag et al. (2001) vinden geen significante verschillen tussen zelfgerapporteerde en onafhankelijke waarnemingen. Verhoef (1995) vond een zelfde resultaat bij onderzoek in Nederland. Daar komt bij dat inspecteurs slechts een momentopname doen en minder dan bewoners inzicht hebben in de historie van de eventuele blootstelling. De mogelijke responder bias heeft daarom waarschijnlijk vooral betrekking op de gerapporteerde gezondheidsklachten.

Om zo goed mogelijk te ontkomen aan deze mogelijke bias wordt veel moeite gedaan om de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de vragenlijsten te verbeteren door ze te testen en te standaardiseren. Dit wordt gedaan in internationaal verband, bijvoorbeeld in het kader van ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) voor kinderen en ECRHS (European Community Respiratory Health Survey) voor volwassenen.

4.3 Gezondheidseffecten van vochtige woonomstandigheden

De WHO (2009) voerde een uitgebreid literatuuronderzoek uit betreffende epidemiologische, klinische en toxicologische onderzoeken naar het verband tussen vochtige woonomstandigheden en gezondheidseffecten. Bij dit onderzoek maakten zij onder andere gebruik van het literatuuronderzoek van het IOM (2004) en van de kwantitatieve meta-analyse van Fisk et al. (2007).

Epidemiologisch onderzoek

Selectie literatuur

Bij de selectie van te gebruiken literatuur werd uitgegaan van de gebruikelijke wetenschappelijke criteria, zoals:

- Verschenen in peer-reviewed tijdschrift.
- Betreft originele gegevens (interventieonderzoeken, prospectieve of retrospectieve cohort, case-control of cross-sectionele onderzoeken).
- Betreft ten minste tien woningen.
- Adequate onderzoekopzet (design) waarbij confoundingfactoren zoals (mee)roken in voldoende mate zijn uitgesloten.

Overigens omvat het WHO-onderzoek publicaties over alle mogelijke vochtgerelateerde risicofactoren *met uitzondering van* allergenen van bijvoorbeeld huisstofmijten. Vochtige woonomstandigheden zijn kwalitatief omschreven en bijvoorbeeld aangeduid als 'zichtbare vocht- of schimmelplekken', 'lekkage', 'condensvorming' of 'schimmelgeur'.

Wijze van beoordelen

Het WHO-onderzoek onderscheidt diverse niveaus van bewijsvoering:

- Beperkt bewijs voor een statistisch significant verband (Engels: association), bijvoorbeeld: ten minste één hooggekwalificeerde publicatie laat een statistisch significant verband zien, terwijl de resultaten van andere publicaties niet consistent zijn.
- Voldoende bewijs voor een statistisch significant verband. De samenhang blijkt uit verschillende onderzoeken waarin bias en confounding zijn uitgesloten en de samenhang consistent is in sterkte en richting.
- Voldoende bewijs voor een oorzakelijk verband. Naast de eisen voor 'voldoende bewijs voor een statistisch significant verband' wordt ook voldaan aan criteria als: de samenhang is voldoende sterk en is aannemelijk op basis van biologische inzichten.

Beperkingen van het onderzoek

Door gebrek aan betrouwbare en gestandaardiseerde methoden voor het kwantificeren van de blootstelling, zijn de resultaten van dit literatuuronderzoek in hoge mate kwalitatief van aard. Er kan geen uitspraak worden gedaan over de specifieke agentia die gezondheidsklachten geven en ook niet over eventuele drempelwaarden van concentraties van agentia die niet mogen worden overschreden om klachten te voorkomen. De uitkomsten van het onderzoek beperken zich daarom tot een oordeel over een mogelijke relatie tussen het optreden van vochtige woonomstandigheden (met of zonder schimmel) enerzijds en gezondheidsklachten anderzijds.

Resultaten

Ondanks de beperkingen van bestaande methoden voor de bepaling van de blootstelling, is het toch mogelijk gebleken om op basis van epidemiologisch onderzoek een statistisch significant verband vast te stellen tussen blootstelling aan vochtige woonomstandigheden en een aantal luchtwegklachten. Er kan echter niet worden vastgesteld welke vochtgerelateerde factoren aanleiding geven tot gezondheidseffecten. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de samenhang met gezondheidseffecten in aflopende mate van epidemiologische bewijsvoering. Het meest strenge bewijs (oorzakelijk verband) kon voor geen enkele samenhang worden vastgesteld. De WHO (2009) is van oordeel dat voor de relatie tussen 'vochtige woonomstandigheden' en 'verergering van astma' de

bewijsvoering bijna voldoende is voor een 'oorzakelijk verband'. Voor het ontstaan van astma vond de WHO geen oorzakelijk verband, maar wel een statistisch significant verband.

Verder vond de WHO voldoende bewijs voor een statistisch significant verband tussen blootstelling aan vochtige woonomstandigheden en klachten van de bovenste luchtwegen, hoesten, piepende ademhaling, benauwdheid en infecties van de luchtwegen. Tot de bovenste luchtwegen behoren neus, mond en keel. Typische klachten van de bovenste luchtwegen zijn: keelpijn, niezen of verstopte neus.

Tot de diepere luchtwegen behoren de luchtpijp, de bronchiën en bronchiolen. Typische symptomen van de diepere luchtwegen zijn hoesten met of zonder slijmproductie, 'piepen' en benauwdheid/kortademigheid. Piepen is een fluitend geluid tijdens het ademen en kan een symptoom van astma zijn, maar het komt ook voor bij personen die niet astmatisch zijn.

Tabel 4.1 Mate van epidemiologisch bewijs op basis van vragenlijstonderzoek voor een statistisch significant verband tussen vochtige leefomstandigheden en specifieke gezondheidseffecten (WHO 2009)

Mate van bewijs	Gezondheidseffect
Oorzakelijk verband met:	Geen
Voldoende bewijs voor een statistisch significant verband met:	<ul style="list-style-type: none"> • Verergering van astma • Ontstaan van astma • Bestaande astmaklachten • Piepende ademhaling • Benauwdheid • Klachten van bovenste luchtwegen • Infecties van de luchtwegen • Hoesten
Beperkt bewijs voor een statistisch significant verband met:	<ul style="list-style-type: none"> • Bronchitis • Allergische rhinitis
Onvoldoende of gebrekkig bewijs om te kunnen bepalen of een statistisch significant verband bestaat met:	<ul style="list-style-type: none"> • Verminderde longfunctie • Allergie of atopie • Astma (ooit gediagnosticeerd)

Astma kan allergisch en niet-allergisch zijn. Niet-allergische astma kan ontstaan als reactie op irriterende of pro-inflammatoire stoffen. Allergische astma is meestal IgE-gemedieerd. Astma is een chronische aandoening als gevolg van een ontstekingsreactie van de luchtwegen. De symptomen treden vaak op in episodes en omvatten piepen, benauwdheid en hoesten. Onderzoeken naar astma en de samenhang met vochtige woonomstandigheden zijn te verdelen in onderzoeken die kijken naar de *ontwikkeling* van astma en onderzoeken die kijken naar de *verergering van symptomen* bij mensen met astma. Uit deze onderzoeken blijkt een consistent statistisch significant verband tussen vocht- en schimmelproblemen in woningen en astmasymptomen bij personen met allergische astma.

Hygiënehypothese

Veel onderzoeksresultaten duiden erop dat blootstelling aan microben de gezondheid kan schaden. Sommige resultaten van onderzoek suggereren echter ook dat blootstelling *op jonge leeftijd* aan endotoxine en/of schimmelgerelateerde agentia beschermt tegen allergie en astma. Dit beschermende effect zou in overeenstemming zijn met de hygiënehypothese. Deze hypothese veronderstelt dat blootstelling *op jonge leeftijd* aan micro-

organismen een beschermend effect zou hebben tegen het ontstaan van allergieën. Resultaten van onderzoek naar deze hypothese zijn echter inconsistent. Het lijkt erop dat blootstelling aan matige hoeveelheden van microbiële agentia een beschermend effect kan hebben tegen allergieën. Er zijn tot op heden geen duidelijke aanwijzingen dat wonen in een vochtig en schimmelig huis zou beschermen tegen allergieën of luchtwegklachten.

Resultaten van klinisch en toxicologisch onderzoek

Algemeen

Epidemiologische en klinische onderzoeken duiden erop dat blootstelling aan vochtige woonomstandigheden bij zowel allergische als niet-allergische personen tot luchtwegklachten kan leiden. Naast allergische mechanismen spelen vermoedelijk ook niet-allergische mechanismen een rol. Bij allergische personen treden effecten vaker op.

Zeldzame luchtwegaandoeningen

Er is voldoende klinisch bewijs voor een statistisch significant verband tussen schimmel- en vochtgerelateerde microbiële agentia (bacteriën) en het optreden van allergische alveolitis/hypersensitieve pneumonitis, chronische rhinosinusitis (inhalatie- en luchtbevochtigerskoorts) en schimmelinfectie van de luchtwegen. Genoemde aandoeningen komen weinig voor. Ze kunnen alle aanleiding geven tot blijvende longschade door longfibrose. Hieronder volgt een korte beschrijving.

- **Hypersensitieve pneumonitis of allergische alveolitis**
Blootstelling aan en sensibilisatie tegen allergenen die worden ingeademd, veroorzaakt ontsteking van het longweefsel. Symptomen zijn een droge hoest, kortademigheid en koorts. Het zijn zeldzame ziekten en alleen gevoelige mensen die blootgesteld worden aan een sensibiliserend allergeen, ontwikkelen de ziekte. Genetische factoren spelen een rol bij deze gevoeligheid. Het gaat hier niet om blootstelling aan schimmel in een vochtige woonomgeving maar om hoge werkgerelateerde blootstelling (boerenlong, champignonkwekerslong).
- **Chronische rhinosinusitis (inhalatie- en luchtbevochtigerskoorts)**
Dit syndroom treedt op na inhalatie van één of meer stoffen uit een breed spectrum, variërend van metaaldampen tot bacterie- en schimmelsporen. Het syndroom werd ontdekt in de tijd dat luchtbevochtigers werden gebruikt die voorzien waren van een voorraadvat.
- **Schimmelinfecties van de luchtwegen**
Infecties van de luchtwegen met schimmels zoals *Aspergillus* komen voor bij mensen die een slecht werkend immuunsysteem hebben. Het gaat dan bijvoorbeeld om mensen die chemotherapie of een orgaantransplantatie hebben ondergaan.

4.4 Conclusies uit het WHO-rapport

- Blootstelling aan vochtige woonomstandigheden of schimmel geeft een verhoogd risico op het ontstaan van astma, verergering van astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties.
- Blootstelling aan schimmels en andere vochtgerelateerde microbiële agentia (bacteriën) geeft een verhoogd risico op zeldzame aandoeningen zoals hypersensitieve pneumonitis, allergische alveolitis, chronische rhinosinusitis en sinusitis op basis van een schimmelallergie.

- Resultaten van toxicologisch onderzoek duiden op het optreden van diverse toxische en ontstekingsreacties in de luchtwegen na blootstelling aan micro-organismen, alsmede hun sporen, stofwisselingsproducten en -componenten, afkomstig van vochtige woonmilieus.
- Alhoewel allergische personen extra gevoelig zijn voor biologische en chemische agentia in vochtige woonmilieus, zijn ook gezondheidseffecten gevonden in niet-allergische populaties.
- Door toename van de prevalentie van astma en allergieën is ook het aantal individuen toegenomen dat gevoelig is voor vochtige woonmilieus.
- Een internationaal aanvaarde standaard voor het bepalen van de blootstelling aan microben en microbiële agentia van vochtige woonmilieus is (nog) niet voorhanden. Bestaande methoden voor het bepalen van de blootstelling zijn slecht reproduceerbaar en houden te weinig rekening met de sterke fluctuaties in de concentraties van microben en hun agentia.
- Vochtige woonomstandigheden en microbiële groei in het binnenmilieu en in constructies moet zoveel mogelijk worden voorkomen om negatieve gezondheidseffecten te vermijden.

4.5 Risicogroepen

Als risicogroepen onderscheiden we mensen die door specifieke (woning-) kenmerken kans lopen op een verhoogde blootstelling en mensen die vanwege lichamelijke omstandigheden gevoeliger zijn.

Verhoogde blootstelling

Verhoogde blootstelling aan vocht en schimmels in woningen kan optreden bij gebrekkige woonomstandigheden door bouwtechnische gebreken of achterstallig onderhoud en door bewonersgedrag zoals onvoldoende (mogelijkheid tot) ventileren en stoken of een te hoge bezettingsgraad van de woning. Al deze factoren kunnen samenhangen met een lage SociaalEconomische Status (SES).

Verhoogde gevoeligheid

Bij zowel allergische als niet-allergische personen kunnen vochtige woonomstandigheden en schimmelgroei leiden tot gezondheidseffecten. Reden hiervoor is dat naast allergische mechanismen ook niet-allergische mechanismen vermoedelijk een rol spelen. Bij allergische personen treden effecten echter vaker op en kunnen de effecten ernstiger zijn. Om deze redenen worden allergische personen aangemerkt als behorend tot een risicogroep.

4.6 Gezondheidskundige advieswaarden

Algemeen aanvaarde gezondheidskundige advieswaarden of normen om vocht-gerelateerde klachten te voorkomen, bestaan (nog) niet. Dat hangt vooral samen met de in dit hoofdstuk genoemde problemen om de blootstellings-effectrelatie tussen vocht en gezondheidsklachten vast te stellen.

Ondanks het feit dat er (nog) geen normen bestaan, kan men op basis van dit hoofdstuk wel stellen dat duidelijke vochtkenmerken (vocht- en schimmelplekken) in een woning uit gezondheidskundige overwegingen vermeden moeten worden. Tijdens een woninginspectie kan door visuele waarneming en het meten van vochtgehalten in bouwdelen (wanden, vloeren, houten plinten, et cetera) worden vastgesteld of sprake is van vochtige plekken. Dit wordt in hoofdstuk 6 nader uitgewerkt.

5 Wet- en regelgeving en beleid

5.1 Wet- en regelgeving

5.1.1

Inleiding

De Woningwet bevat algemene bepalingen die de basis vormen van de regelgeving die relevant is voor het voorkomen van vochtproblemen. Van deze regelgeving is vooral het Bouwbesluit van belang. In het Bouwbesluit zijn eisen gesteld aan onder andere de vochtdichtheid van vloer en muren. De voorschriften in het Bouwbesluit zijn prestatie-eisen. Prestatie-eisen stellen een bepaald doel verplicht maar schrijven niet voor met welke middelen dat doel bereikt moet worden.

In de bouwregelgeving wordt onderscheid gemaakt tussen *nieuwbouw* en *bestaande bouw*. De voorschriften voor nieuwbouw gelden ten tijde van de vergunningaanvraag. Na de oplevering gelden de voorschriften voor bestaande bouw als minimumniveau. Daarbovenop gelden alle eisen die van kracht waren tijdens het bouwen en de eigenschappen die vastgelegd zijn in de bouwvergunning. Dit is het rechtens verkregen niveau.

Sommige voorschriften in het Bouwbesluit verwijzen naar een NEN-norm (zie bijvoorbeeld artikel 3.23 dat verwijst naar NEN 2778). NEN-normen worden opgesteld door het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) en bevatten de zogenaamde 'bepalingsmethoden'. Dit zijn methoden om te berekenen of te meten of voorzieningen de vereiste prestatie halen. De prestatie-eisen staan in het Bouwbesluit vermeld en de bepalingmethode in de NEN-norm.

De NEN-normen waarnaar het Bouwbesluit verwijst, zijn niet bindend, maar worden in de praktijk vrijwel altijd gehanteerd (<http://www.nen.nl/web/Normshop/Norm/Uitspraak-Gerechtshof-NENnormen-niet-algemeen-verbindend.htm>). Er kan van worden afgeweken, mits een gelijkwaardige methode wordt toegepast.

Daarnaast publiceert het NEN nationale praktijkrichtlijnen (NPR). Een NPR geeft praktische oplossingen waarvan te verwachten is dat ze voldoen aan de eisen in het Bouwbesluit, bepaald volgens de betreffende NEN-norm. Een NPR is een aanbeveling van één of meer specialisten en heeft niet meer status dan een andere min of meer gezaghebbende publicatie.

Aanvullend op de landelijke regelgeving hebben gemeenten een eigen bouwverordening. De VNG heeft als voorbeeld een Modelbouwverordening opgesteld (Sdu, 2007). De meeste gemeenten hebben die tekst integraal overgenomen en vastgesteld als bouwverordening. Deze bouwverordening mag geen andere en nadere (stringentere of minder stringente) eisen stellen dan het Bouwbesluit.

5.1.2

Woningwet

Gezondheid is een hoofddoel van de Woningwet (VROM, 2007). Met ingang van 1 april 2007 zijn de voorschriften aangescherpt, onder andere door de introductie van een algemene zorgplicht. De Woningwet verbiedt om een bestaand gebouw in een staat te brengen, te laten komen of te houden die niet voldoet aan de op de staat van dat gebouw van toepassing zijnde voorschriften (VROM, 2007 artikel 1b2). Dit betekent dat een gebouw altijd dient te voldoen aan de eisen die golden op de datum waarop de bouwvergunning werd

aangevraagd, met als minimum de eisen die voor bestaande bouw gelden. In het algemeen zullen woningen met vochtproblemen oudere woningen betreffen die gebouwd zijn vóór 1992, voor de introductie van het eerste Bouwbesluit. Zij vallen in ieder geval onder de eisen voor bestaande bouw. De zorgplicht geldt primair voor eigenaren, beheerders en verhuurders. Huurders hebben ook een zorgplicht, maar slechts binnen hun (beperkte) rechten en plichten.

5.1.3 *Bouwbesluit*

Met ingang van 1 oktober 1992 is het grootste deel van de inhoud van de verschillende gemeentelijke bouwverordeningen en de Modelbouwverordening van de VNG vervangen door het eerste landelijke Bouwbesluit. In het algemeen wordt ieder jaar in januari het Bouwbesluit aangepast; kijk voor de laatste versie op www.overheid.nl. De laatste versie dateert van december 2011 en treedt per 1 april 2012 in werking (BZK 2011a en BZK 2011b).

In het Bouwbesluit wordt onderscheid gemaakt tussen eisen voor *nieuwbouw* en eisen voor *bestaande bouw*. De laatste zijn minder stringent en gelden als onderste grens. Een woning moet voldoen aan de eisen die op de datum van de aanvraag voor een bouwvergunning werden gesteld volgens op dat moment geldende eisen voor nieuwbouw (rechtens verkregen niveau). Dus een woning waarvan de aanvraag voor een bouwvergunning dateert van 2005, moet op dit moment voldoen aan de eisen die golden in 2005. Deze zijn in het algemeen strenger dan de eisen voor bestaande bouw in het Bouwbesluit 2012.

In het Bouwbesluit 2012 zijn eisen gesteld aan de wering van vocht dat van buiten naar binnen treedt. De eisen voor nieuwbouw staan in artikel 3.21, de eisen voor bestaande bouw in artikel 3.26.

Daarnaast kent het Bouwbesluit voorschriften voor wateropname door scheidingsconstructies van vochtige ruimten (artikel 3.23 voor nieuwbouw en artikel 3.27 voor bestaande bouw) om te voorkomen dat wanden, vloeren en daken vochtig kunnen worden door vocht van binnen (m.n. tegelwerk in doucheruimte). Voor *nieuwbouw* geldt als aanvullende eis dat de thermische kwaliteit van de woningschil (buitenmuren, vloer en dak) voldoende moet zijn om de RV aan de binnenzijde van de woningschil kleiner dan 80 procent te laten zijn en daarmee de kans op schimmelgroei te verkleinen. De eisen in het Bouwbesluit worden in paragraaf 5.3 nader toegelicht.

Tabel 5.1 Overzicht Bouwregelgeving

Ingangsdatum	Wetgeving
< 1 oktober 1992	Gemeentelijke bouwverordeningen, veelal gebaseerd op de Modelbouwverordening van de VNG
> 1 oktober 1992	Bouwbesluit (VROM, 1992)
> 1 januari 2003	Bouwbesluit 2003
> augustus 2006	Bouwbesluit 2003, versie augustus 2006
> 1 april 2012	Bouwbesluit 2012 (BZK(2011a) en (BZK,2011b)

5.1.4 *Besluit beheer sociale huursector*

Veel van de vochtproblemen die bij GGD'en worden gemeld, betreffen zogenaamde sociale huurwoningen. Deze woningen worden verhuurd door een woningcorporatie. Volgens het Besluit Beheer Sociale-Huursector moeten Woningcorporaties als zodanig worden erkend door de minister (VROM, 1992). Voor die erkenning moeten zij voldoen aan allerlei eisen. Zo moeten erkende woningcorporaties bijdragen aan de leefbaarheid in wijken en buurten waar hun woongelegenheden zich bevinden.

Ook is een paragraaf gewijd aan de kwaliteit van de huurwoningen. Volgens paragraaf 2, artikel 12 moeten woningcorporaties hun middelen zodanig inzetten dat *'zoveel mogelijk wordt voldaan aan de eisen die in het belang van de huisvesting van de bevolking redelijkerwijs kunnen worden gesteld aan de kwaliteit van de woongelegenheden'*. Deze formulering is zo vaag dat de minimale eisen uit het Bouwbesluit in het algemeen leidend zijn, maar suggereert wel een speciale verantwoordelijkheid van de woningcorporatie ten aanzien van het beheer van sociale huurwoningen.

5.1.5 *Besluit Huurprijzen Woonruimte en rol Huurcommissie*

Meer dan van het morele appel dat uitgaat van het Besluit Beheer Sociale Huursector, valt bij de aanpak van vocht- en schimmelproblemen effect te verwachten van de Huurcommissie die is aangewezen in het kader van het Besluit huurprijzen woonruimte (VROM, 1999). Deze commissie gebruikt het Gebrekenboek Huurcommissie waarin veel bouwkundige voorwaarden zijn vermeld waaraan een goede woning moet voldoen, onder andere met betrekking tot schimmelvorming. Een uitspraak van de Huurcommissie kan leiden tot een huurverlaging, wat een verhuurder moet 'stimuleren' om het gebrek aan te pakken. Langs deze weg is vaak meer te bereiken dan door middel van een gemeentelijke aanschrijving op het niveau 'bestaande bouw'.

5.1.6 *Besluit Kleine herstellingen*

De *verdeling van verantwoordelijkheden* tussen huurder en verhuurder is geregeld in het Besluit Kleine herstellingen (VROM, 2003). Het is niet toegestaan dat een huurcontract bepalingen bevat die in strijd zijn met dit besluit. Dit geldt voor alle huurcontracten, dus niet alleen voor contracten van woningcorporaties, maar ook voor contracten van commerciële verhuurders of particulieren. Volgens dit besluit moeten huurders zorgen voor:

- Het schoonhouden en ontstoppen van binnenrioleringen *voor zover bereikbaar voor de huurder.*
- Het schoonhouden en ontstoppen van goten en regenafvoeren *voor zover bereikbaar voor de huurder.*
- Het legen van zink-, beerputten en septic tanks.

5.1.7 *Waterwet*

Naast regendoorslag en condensatie kan een te hoge grondwaterstand of gebrekkige afvoer van hemelwater vochtproblemen veroorzaken. In dat geval is de nieuwe Waterwet mogelijk van toepassing (VW, 2009). Deze wet is op 22 december 2009 in werking getreden en regelt onder andere de verdeling van taken en verantwoordelijkheden tussen rijk, provincie, waterschappen, gemeenten en woning-/grondeigenaren als het gaat om overtollig grond- of hemelwater.

Volgens de wet hebben *gemeenten* een *zorgplicht* ten aanzien van *overtollig* hemel- en grondwater (VNG, 2007). De zorgplicht van gemeenten komt alleen in beeld bij *structurele* problemen. Bij een incidenteel probleem heeft de

gemeente geen taak. *Grondeigenaren* zijn bij grond- en hemelwaterproblemen in eerste instantie zelf verantwoordelijk voor de oplossing van het probleem op eigen perceel, tenzij zij niet in staat worden geacht zelf in redelijkheid voor de oplossing zorg te dragen. Bij een structureel probleem treft de gemeente maatregelen in het openbare gebied. Dat gebeurt alleen voor zover deze *doelmatig* zijn en niet behoren tot de zorg van het waterschap of de provincie. Die doelmatigheidsclausule betekent dat gemeenten een kosten-batenanalyse maken ten aanzien van te overwegen maatregelen. De gemeenten moeten er voor zorgen dat overtollig water naar de daarvoor bestemde waterwegen wordt afgevoerd. Die waterwegen vallen onder de zorg van het waterschap of het rijk. De gemeentelijke zorgplicht heeft het karakter van een inspanningsverplichting, dat wil zeggen dat de gemeente niet verantwoordelijk is voor het handhaven van het grondwaterpeil in het gebouwde gebied. De zorgplicht kent geen terugwerkende kracht en leidt niet tot aansprakelijkheid van de gemeente voor schadesituaties uit het verleden. De gemeenten hebben in de nieuwe wet een coördinerende rol en moeten zorgen voor:

- Registratie van de melding van de burger.
- Afweging van de verantwoordelijkheden: bouwkundige problemen dienen opgelost te worden door de grond-/woningeigenaar, problemen met het watersysteem door het waterschap en de gemeente.
- Coördinatie van en communicatie over de mogelijke oplossingen.

Het is de verantwoordelijkheid van de grond-/woningeigenaar om te voldoen aan de bouwregelgeving en de daarin opgenomen voorschriften voor de vochtdichtheid van verblijfsruimten (zie 5.3). Stelt de bewoner hogere eisen aan de woning dan de wetgeving vereist, dan is de grond-/woningeigenaar zelf verantwoordelijk voor de daarvoor extra te nemen maatregelen. Het onderlopen van kelders en kruipruimten is in de zin van het Bouwbesluit geen probleem omdat deze ruimten geen zogenaamde 'verblijfsruimten' zijn, maar als 'buiten' worden beschouwd. De beganegrondvloer geldt als uitwendige scheidingsconstructie en moet lucht- en waterdicht zijn. Gemeenten zijn dus niet verplicht daar iets aan te doen. Indien de bewoner een droge kelder of kruipruimte wil, dan is de grond-/woningeigenaar zelf verantwoordelijk voor het nemen van de nodige maatregelen. Dit betekent bijvoorbeeld dat grond-/woningeigenaren zelf moeten zorg dragen voor voldoende vochtdichtheid en drainage naar de perceelgrens toe.

Door de ontwikkeling van jurisprudentie zal in de toekomst meer duidelijkheid ontstaan over de vraag waar precies de gemeentelijke zorgplicht ophoudt en de verantwoordelijkheid van de grondeigenaar begint. De Helpdesk Nieuwe Waterwet (www.helpdeskwater.nl) of tel.: 0800-6592837) kan over deze en andere vragen actuele informatie verschaffen.

5.2 **Beleid**

De Rijksoverheid heeft geen aanvullend beleid om vocht- en schimmelproblemen in bestaande woningen aan te pakken. In de Nationale Aanpak Milieu en Gezondheid (VROM, 2008) wordt voor dit onderwerp verwezen naar de eisen die zijn opgenomen in het Bouwbesluit 2003.

5.3 Eisen in het Bouwbesluit betreffende wering van vocht

5.3.1 Wering van vocht van buiten naar binnen

Het Bouwbesluit stelt diverse eisen aan bestaande en nieuw te bouwen woningen om te voorkomen dat vocht van buiten naar binnen komt (zie Tabel 5.2). Zo moet de uitwendige scheidingsconstructie (alle buitengevels, daken en de beganegrondvloer) waterdicht zijn. De term 'vocht' impliceert dat het kan gaan om zowel water als waterdamp.

Tabel 5.2 Eisen in het Bouwbesluit 2012 voor wering van vocht van buiten

Eisen Bouwbesluit	Nieuwbouw Artikel 3.21	Bestaande bouw Artikel 3.26
Uitwendige scheidingsconstructies (dak, gevels) zijn waterdicht zoals bepaald volgens NEN 2778	lid 1	lid 1
De beganegrondvloer is waterdicht zoals bepaald volgens NEN 2778	lid 2	lid 2
Inwendige scheidingsconstructie van wc en badruimte zijn waterdicht zoals bepaald volgens NEN 2778	lid 3	lid 3
De beganegrondvloer is in voldoende mate luchtdicht zoals bepaald volgens NEN 2690 (luchtstroom ten hoogste $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$).	lid 4	Geen eis

Transport van waterdamp vindt uiteraard plaats via de lucht. Om de vochtbijdrage via deze transportroute te verminderen, worden voor nieuwbouw, dus vanaf 2003, eisen gesteld aan de luchtdichtheid van de begane grondvloer. Deze laatste eisen gelden niet voor 'bestaande bouw'. Immers, een oude woning met een kierende houten vloer op de begane grond zou nooit aan die eis van het Bouwbesluit kunnen voldoen. Het zou dus op zichzelf zeer effectief zijn om deze houten vloeren te verbieden, maar door het invoeren van een dergelijke eis zou plotseling een zeer groot deel van de Nederlandse woningvoorraad niet voldoen aan de eisen. Voor 'bestaande bouw' geldt daarom geen eis.

Voor het bepalen van de mate van water- of luchtdichtheid verwijst het Bouwbesluit naar NEN-normen die zijn opgesteld door het NNI. Deze normen beschrijven de bepalingmethoden.

In het algemeen geldt dat deze methoden nogal ingewikkeld zijn, speciale meetapparatuur of rekenmodellen vereisen en daarom alleen bruikbaar zijn voor daarin gespecialiseerde instituten en adviesbureaus. Voor de bouwpraktijk heeft de NEN daarom Nederlandse Praktijk Richtlijnen (NPR) opgesteld die behoren bij een specifieke NEN-norm. In deze NPR's staan praktijkvoorbeelden of standaardoplossingen waarvan men volgens de NEN-norm heeft bepaald dat ze aan de eis uit het Bouwbesluit voldoen. Zo bevat de NPR 2652 bouwdetails die voldoen aan de eisen voor vochtwering zoals gesteld in het Bouwbesluit en die zijn bepaald volgens NEN 2778. Echter, voor het werk van de GGD voeren deze bouwdetails te ver om toe te passen, omdat ze de nodige bouwkundige kennis vereisen om dergelijke tekeningen te lezen en in de praktijk van een woninginspectie ook te herkennen. De GGD kan hiervoor de hulp inroepen van de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de betreffende gemeente. Hier wordt volstaan met de stelling dat een woning die niet waterdicht blijkt te zijn, ook

niet voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. Dit geldt zowel voor bestaande bouw als voor nieuwbouw.

5.3.2 *Wering van vocht in natte ruimten*

Naast vocht dat van buiten de woning binnen kan komen, komt binnen de woning vocht vrij. Zo kan bijvoorbeeld een vochtprobleem ontstaan doordat de wand of vloer van de douche *water* doorlaat en in de aangrenzende woon- of slaapkamer schimmelgroei veroorzaakt. Een andere bron van vocht in de woning is *waterdamp*, bijvoorbeeld doordat mensen ademen, zweten, douchen, was te drogen hangen en koken. Deze waterdamp kan een vochtprobleem geven als het condenseert op wanden, vloeren en daken die koud zijn, onder andere door slechte isolatie. Om dit probleem zoveel mogelijk te voorkomen wordt de thermische kwaliteit van een uitwendige scheidingsconstructie vastgelegd met een oppervlaktetemperatuurfactor f , de zogenaamde f -waarde:

$$f = \frac{T_{\text{oppervlak binnen}} - T_{\text{buitenlucht}}}{T_{\text{binnenlucht}} - T_{\text{buitenlucht}}} \quad 5.1$$

Voor nieuwbouwwoningen moet deze temperatuurfactor ten minste gelijk zijn aan 0,65 (zie Tabel 5.3). Deze 'isolatie-eisen' gelden niet voor de bestaande bouw.

Overigens stelt het Bouwbesluit ook eisen aan de mate van thermische kwaliteit ter vermindering van het energieverbruik (energieprestatiecoëfficiënt). Voor wanden, vloeren en daken gelden eisen voor de warmteweerstandcoëfficiënt (R_c -waarde) en voor glas geldt een eis voor de warmtedoorgangscoefficiënt (U -waarde). De slechte thermische kwaliteit kan veel condensatieverschijnselen in een oudere woning verklaren. Daarnaast kan een sober stookgedrag leiden tot een verergering van condensatieproblemen. De bouwregelgeving stelt geen eisen aan verwarmen. Bij sober stookgedrag blijft de binnentemperatuur lager dan bij gangbaar stookgedrag. Dit geldt vooral voor de binnenoppervlakte-temperatuur onder een open raam. Hierdoor wordt condensatie nog waarschijnlijker dan op de thermisch matig/slecht geïsoleerde gevels toch al het geval was. Dit wordt soms nog versterkt door het advies om extra te ventileren.

Tenslotte kan een vochtprobleem ontstaan in een natte ruimte (douche, toilet) doordat de muur veel vocht opneemt en deze daardoor te lang nat blijft. Daarom stelt het Bouwbesluit eisen aan de mate waarin een muur van de badkamer of de wc vocht kan absorberen. In de praktijk komt dat neer op de eis om een deel van de wanden van deze natte ruimte te betegelen (zie Tabel 5.3). Zo moet in een bestaande woning de wand van de doucheruimte tot ruim 1 m hoogte vanaf de vloer met tegels zijn bekleed en in bad of douche zelf tot 2,1 m.

Tabel 5.3 Eisen uit Bouwbesluit 2012 voor Wering vocht van binnen

Eisen Bouwbesluit	Nieuwbouw	Bestaande bouw
De oppervlaktetemperatuurfactor van het naar het verblijfsgebied gerichte oppervlak van uitwendige scheidingsconstructies (dak, gevels, vloer), of van scheidingsconstructies met onverwarmde ruimten is ten minste 0,65 zoals bepaald volgens NEN 2778	Artikel 3.22, lid 1 en 2	Geen eis
Een scheidingsconstructie van een toilet- of badruimte heeft aan de zijde die grenst aan die ruimte, tot 1,2 m hoogte boven de vloer een volgens NEN 2778 bepaalde wateropname die niet groter is dan $0,01 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{1/2})$ en op geen enkele plaats groter dan $0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{1/2})$	Artikel 3.23, lid 1	Artikel 3.27: zelfde eis maar met als grens tot 1 m hoogte boven de vloer
Voor een badruimte geldt bovendien dezelfde eis voor beperkte wateropname voor een lengte van 3m ter plaatse van bad of douche tot een hoogte van 2,1 m boven de vloer	Artikel 3.23, lid 2	Geen eis

6 Beoordeling door de GGD

6.1 Vraagstelling en aanpak

Vraagstelling

Het onderzoek en de beoordeling van vocht- en schimmelproblemen in woningen richt zich op het beantwoorden van de volgende vragen:

1. Komen in de woning daadwerkelijk vocht- en schimmelproblemen voor? (zie 6.3)
2. Is het aannemelijk dat de gezondheidsklachten van de bewoner(s) in verband staan met vocht- en schimmelproblemen in de woning? (zie 6.2)
3. Wat verklaart de vocht- en schimmelproblemen: bouwtechnische oorzaken en/of bewonersgedrag?

De eerste twee vragen kunnen in principe door de GGD worden beantwoord. Het beantwoorden van de tweede, gezondheidskundige vraag is bij uitstek een taak voor de GGD. Ook het onderzoek naar de invloed van bewonersgedrag op vochtproductie en ventilatie kan de GGD uitvoeren.

Het antwoord op de vraag of er een bouwtechnische oorzaak is, is noodzakelijk voor een goede beoordeling door de GGD, maar vergt specialistische kennis die bij een GGD mogelijk niet voorhanden is. Afhankelijk van de expertise van de GGD-medewerker kan de GGD ervoor kiezen om dit type onderzoek zelf uit te voeren of hiervoor samenwerking te zoeken met de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente of deze te adviseren hiervoor een gespecialiseerd bouwtechnisch bureau in te schakelen.

Aanpak

Afhankelijk van de omstandigheden zal het onderzoek en de beoordeling door de GGD verschillende niveaus van diepgang kennen. Het *eerste niveau* betreft een telefoongesprek met de bewoner. Hierbij geeft de GGD een voorlopige beoordeling en advies op basis van door de bewoner gerapporteerde gezondheidsklachten en kenmerken van de woning en het bewonersgedrag. Op grond hiervan kan de GGD bijvoorbeeld doorverwijzen naar de verhuurder of aan de bewoner enkele eenvoudige tips meegeven om de mogelijke blootstelling te beperken.

Indien na het telefonische advies de klachten van de bewoner aanhouden, kan de GGD besluiten een woninginspectie uit te voeren en de bewoner(s) te interviewen. Dit is het *tweede niveau*. Daarbij komen in feite dezelfde vragen aan de orde als tijdens het telefoongesprek, maar vindt de beoordeling van de woningkenmerken en het bewonersgedrag plaats door de GGD-medewerker. Het interview richt zich vooral op het vinden van een antwoord op de tweede vraag en is tevens onderdeel van het onderzoek naar het bewonersgedrag. De woninginspectie is vooral gericht op het beantwoorden van de eerste vraag en betreft uitsluitend een visuele beoordeling zonder metingen.

Afhankelijk van de aard van het te geven advies en de expertise van de GGD-medewerker kan de GGD de woninginspectie uitbreiden door zelf aanvullende metingen te verrichten. Dit is het *derde niveau*.

Alhoewel het uitvoeren van het bouwfysisch onderzoek geen taak van de GGD is, kan de GGD er voor kiezen het wel te doen. De motivatie hiervoor is om een betere gesprekspartner te zijn bij overleg met instanties als de woningcorporatie en de gemeentelijke afdeling Bouw- en Woningtoezicht. Uiteraard gaat het dan

om een indicatief onderzoek waar formeel geen of slechts beperkte conclusies aan verbonden mogen worden. Dit is afhankelijk van de mate van de bouwfysische deskundigheid van de betreffende GGD-medewerker die het onderzoek uitvoert en de diepgang van het onderzoek.

6.2 Inventarisatie van gezondheidsklachten

6.2.1 Onderzoek

Voor het onderzoek naar de aard van de gezondheidsklachten en de beoordeling van de mogelijke relatie met vocht- en schimmelproblemen kan gebruikgemaakt worden van een vragenlijst (zie Tabel 6.1). De vragenlijst wordt *per bewoner* van hetzelfde huishouden afgenomen. Deze vragen kunnen tijdens het telefoongesprek gesteld worden, maar ook tijdens het bezoek aan huis. De eerste zeven vragen uit de lijst betreffen symptomen waarvan is gebleken dat een *verergering daarvan* in verband kan staan met blootstelling aan vochtige woonomstandigheden (zie hoofdstuk 4). Voor de beoordeling is het daarom belangrijk om van de bewoner te weten of de klachten afnemen tijdens een verblijf elders. Als dat zo is en de klachten nemen weer toe als de bewoner terugkeert in de woning, dan is dat een aanwijzing voor een mogelijk verband met woonomstandigheden. Meer dan een aanwijzing is het niet omdat de symptomen zoals benauwdheid en kortademigheid ook andere oorzaken kunnen hebben, zoals stress of allergie voor andere dan vochtgerelateerde factoren. Het kan daarom zinvol zijn om te weten of de bewoner last heeft van eczeem, luchtwegallergieën door andere oorzaken (stuifmeel, honden en katten) of hypergevoelig reageert op geurtjes. Dit kan betekenen dat de klachten veroorzaakt kunnen zijn door andere factoren dan vocht en schimmels in de woning.

Indien dat zo is, dan kan het zinvol zijn om eerst de allergie door deze andere oorzaken onder controle te krijgen, om te voorkomen dat vochtige woonomstandigheden als enige oorzaak van de klachten worden aangewezen. Overigens zijn atopisch eczeem bij jonge kinderen en dauwworm bij baby's vaak een voorbode van astmatische klachten als kinderen opgroeien. Deze verschijnselen wijzen op een verhoogd risico voor de betrokkene. Gebruikt de persoon medicijnen voor de klachten, dan kan dit worden geïnterpreteerd als indicatie voor de ernst van deze klachten.

Tabel 6.1 Vragenlijst over gezondheidsklachten die mogelijk verband houden met vocht in woningen en daaraan gerelateerde aspecten. Deze vragenlijst wordt per bewoner van hetzelfde huishouden afgenomen.

Gezondheidsklacht	Indicatie voor:
1a. Verstopte neus of loopneus?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
1b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
2a. Zere keel?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
2b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
3a. Niezen?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
3b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	

4a. Hoesten?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
4b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
5a. Benauwdheid?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
5b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
6a. Kortademigheid?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
6b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
7a. Piepende ademhaling?	Mogelijk verband indien antwoord a en b 'ja'
7b. Neemt de klacht duidelijk af of verdwijnt deze tijdens verblijf elders?	
Wanneer is de persoon op dit adres gaan wonen? (maand, jaar)	Woninggebonden karakter (zijn klachten voor of na verhuizen ontstaan)
Wanneer zijn de klachten begonnen? (maand, jaar)	
Sinds persoon hier woont zijn de klachten:	
- begonnen	Mogelijk woninggebonden
- toegenomen	Mogelijk woninggebonden
- gelijk gebleven	Waarschijnlijk niet woninggebonden
- afgenomen	Waarschijnlijk niet woninggebonden
Gebruikt persoon medicijnen voor deze klachten?	Ernst van de klacht
Sinds persoon hier woont is het medicijngebruik	
- begonnen	Mogelijk woninggebonden
- toegenomen	Mogelijk woninggebonden
- gelijk gebleven	Waarschijnlijk niet woninggebonden
- afgenomen	Waarschijnlijk niet woninggebonden
Zijn bij de persoon de volgende aandoeningen door een arts vastgesteld: a. astma? b. allergie voor huisstofmijt?	Beide aandoeningen komen vaker voor bij bewoners van vochtige dan van droge woningen: mogelijk woninggebonden.

Zijn bij de persoon één of meer van de volgende aandoeningen door een arts vastgesteld: a. COPD (chronische bronchitis en longemfyseem)? b. allergie voor huisdieren? c. hooikoorts? d. eczeem?	Indien 'ja', dan zijn er meerdere verklaringen voor klachten dan alleen vocht/schimmel.
Reageert de persoon sterk op geurtjes, bijvoorbeeld geurstoffen in parfum, wasmiddelen?	
Zijn er persoonlijke omstandigheden die veel stress veroorzaken?	
Heeft de persoon sinds hij/zij hier woont: a. Ander werk dat belastend is voor de luchtwegen? b. Andere hobbies? (denk bijvoorbeeld aan hobbies waarbij veel met VOS gewerkt wordt zoals bij de bouw van modelboten/ vliegtuigjes)	

6.2.2

Beoordeling

Als één of meer van de symptomen uit de eerste zeven vragen bij één of meer gezinsleden worden gerapporteerd en elk van de gerapporteerde symptomen neemt duidelijk in hevigheid af tijdens verblijf elders, dan is de conclusie dat de klachten *mogelijk verband* houden met de woonomstandigheden. In dit stadium van het onderzoek is nog *niet vastgesteld* dat die 'woonomstandigheden' betrekking hebben op vocht- en schimmelproblemen. Een toegenomen medicijngebruik sinds het in gebruik nemen van de huidige woning kan de conclusie versterken dat sprake is van een relatie met de woonomstandigheden.

De aanwezigheid van vocht- en schimmelproblemen kan het vermoeden van een relatie met de gezondheidsklachten doen toenemen. Doordat de gezondheidsklachten ook door andere factoren veroorzaakt kunnen worden, is het goed om deze factoren ook te onderzoeken. Hierbij gaat het om de hierboven genoemde factoren als een allergie voor stuifmeel, honden of katten en andere invloeden van woongedrag, zoals bepaalde hobby's en roken (zie Paragraaf 6.4.2 en Tabel 6.9). Indien één of meer van deze factoren een rol spelen, vormen vocht en schimmels niet de enige verklaring voor de klachten. Overleg met de huisarts van betrokkene(n) maakt het mogelijk om de gemelde klachten en het medicijngebruik te verifiëren en te overleggen over de wenselijkheid en mogelijkheid om onderzoek te doen naar allergie voor huisstofmijt, stuifmeel, honden of katten.

6.3 Inventarisatie vocht- en schimmelproblemen

6.3.1 Onderzoek

6.3.1.1 Inspectie

Met de vragen uit de Tabellen 6.2 en 6.3 kan een inventarisatie van vocht- en schimmelplekken in de woning worden gemaakt.

In Tabel 6.2 staat als criterium voor de grootte van de vocht- en schimmelplekken een oppervlak van 0,25 m². Dit is geen gezondheidskundig criterium, maar afkomstig van het Gebrekenboek van de Huurcommissie (2011).

Het criterium betreft de som van alle oppervlakken met vocht en schimmel per verblijfsruimte. Indien de vocht-/schimmelplekken samen groter zijn dan dit criterium, kan de Huurcommissie besluiten tot huurverlaging. Het is dus een maat die naar de verhuurder toe als motivatie gebruikt kan worden om de woning aan te passen.

De eisen die in het Bouwbesluit aan de wering van vocht worden gesteld, gelden alleen voor verblijfsruimten. De GGD zal echter de hele woning inspecteren. Een kelder hoort bijvoorbeeld normaliter niet tot de verblijfsruimten. Echter, er kunnen zich bijzondere gebruiksomstandigheden voordoen die voor de GGD uit het oogpunt van gezondheid aanleiding kunnen zijn om die ruimte toch als zodanig te behandelen, bijvoorbeeld als de kelder gebruikt wordt als hobby- of fitnessruimte of in directe verbinding staat met verblijfsruimten.

Veel vaker komt het voor dat bewoners een extra slaapkamer op zolder hebben gemaakt. Als de zolder bij het ontwerp niet is bedoeld als verblijfsruimte, is deze meestal niet voorzien van (voldoende) ventilatiemogelijkheden. Het is daarom belangrijk om alle ruimten die door de bewoner als gebruiksruimte worden benut, mee te nemen in de beoordeling. Ten slotte kan schimmel in een kelder of kruipruimte een bron vormen voor schimmelsporen/-fragmenten in de rest van de woning.

Tabel 6.2 Checklist locatie en omvang schimmel- en vochtplekken

In welke ruimte zitten schimmel/vochtplekken?	Aangetast bouwdeel				Oppervlak > 0,25 m ²
	Vloer	Muur	Plafond /dak	Kozijn	
Kelder (geen verblijfsruimte)	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Woonkamer	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Keuken	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Wc	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Doucheruimte/badkamer	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Slaapkamer(s)	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee
Zolder (meestal geen verblijfsruimte)	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee	Ja, nee

Tabel 6.3 Overige indicatoren vocht en schimmel

		Indicatie:
Staat er regelmatig water in de kruipruimte?	Ja/Nee/nvt/onbekend	Indien 'ja' vocht/schimmel mogelijk aanwezig
Ruikt de woning naar schimmel, muf?	Ja/Nee/onbekend	
Zijn de ramen vaak nat aan de binnenkant?	Ja/Nee	
Zit er zoutuitbloei op de muur?	Ja/Nee	
Laat de pleisterlaag los? (geldt vooral voor pleisterwerk aan onderzijde van de muur)	Ja/Nee	

Vochtplekken zijn zichtbaar door verkleuring van het oppervlak en de vorming van kringen die ontstaan door een voortschrijdend vochtfront in poreus materiaal. Natte plekken zijn in het algemeen donkerder van kleur dan plekken die inmiddels zijn opgedroogd. Opgedroogde oude vochtplekken zijn voor de gezondheid niet relevant.

6.3.1.2 Metingen

Vocht in de lucht

Met behulp van het Van der Kooi-diagram (zie Figuur 3.3) kan een inschatting worden gemaakt of de woning gemiddeld te vochtig is of niet. Daarvoor zal gedurende ten minste een week de luchttemperatuur en de RV worden gemeten in de woonkamer en één of meer slaapkamers. Plaats de datalogger in de leefzone, dus niet dicht bij een raam, ongeïsoleerde muur of verwarming. Gelijktijdig worden ook de RV en de temperatuur van de buitenlucht gemeten. Met behulp van de formules uit bijlage 1 kunnen het gemeten verloop van de RV in combinatie met de luchttemperatuur worden omgerekend naar het verloop van de absolute luchtvochtigheid. Vermenigvuldig de RV met de verzadigde dampdruk (zie Bijlage 1, formule 1 of 2). Bereken vervolgens de absolute luchtvochtigheid (zie Bijlage 1, formule 3) en bepaal het verschil in de absolute luchtvochtigheid tussen de binnen- en de buitenlucht.

Vocht in bouwdelen

Om meer zekerheid te krijgen over de actuele vochttoestand van een bouwdeel kan een vochtmeter worden gebruikt. Uit Paragraaf 3.6 blijkt dat de toepassing van dergelijke meetmethoden en de interpretatie van de meetresultaten de nodige voorzichtigheid vereist. Toch kan een GGD-medewerker wel een redelijke indruk krijgen van een mogelijk vochtprobleem in een woning door een woninginspectie te combineren met metingen. Alhoewel er weinig absolute waarde kan worden toegekend aan de door de meter aangegeven meetwaarde, is de meter goed bruikbaar om binnen hetzelfde bouwdeel (muur, vloer, plafond) vochtverschillen aan te tonen en zodoende vochtige van droge plekken te onderscheiden. Door met de vochtmeter het betreffende bouwdeel af te tasten, kunnen actuele vochtplekken in kaart worden gebracht.

Voor optrekkend vocht is het kenmerkend dat het vochtgehalte van de muur van beneden naar boven afneemt. Door het meten en vergelijken van vochtgehalten op verschillende hoogten van dezelfde muur, wordt een indruk verkregen of optrekkend vocht mogelijk de oorzaak is. Die indruk kan worden versterkt indien tevens zoutuitbloei of afschilferend pleisterwerk wordt waargenomen.

6.3.2 Beoordeling

Uit het oogpunt van gezondheid horen vocht en schimmels niet in een woning thuis. Dat geldt zeker in ruimten waar bewoners langdurig verblijven, zoals de woon- en slaapkamers en de open keuken. Worden in deze ruimten vocht- en schimmelplekken aangetroffen en zijn er relevante gezondheidsklachten bij één of meer bewoners, dan zal de GGD adviseren om maatregelen te treffen die de blootstelling afdoende beperken. Dit geldt zeker als er geen overige verklarende factoren voor de klachten zijn.

In de doucheruimte is vocht een niet te vermijden verschijnsel en komt schimmel vaak voor. GGD'en beschouwen geringe schimmeligroei in een doucheruimte niet als een gezondheidsrisico vanwege de korte verblijfstijd. Zit de doucheruimte voor een groot deel onder de schimmel, dan bestaat ook grote kans op verspreiding van schimmelsporen en andere vochtgerelateerde agentia

door de woning en moet de schimmel wel bestreden worden. Voor de beoordeling hiervan is het oppervlaktecriterium van 0,25 m² per verblijfsruimte van de Huurcommissie een pragmatische maat.

6.4 Mogelijke oorzaken van vocht- en schimmelproblemen

6.4.1 Onderzoek en beoordeling bouwtechnische oorzaken

6.4.1.1 Inspectie

Zoals in Paragraaf 6.1 wordt opgemerkt, is het onderzoek naar de bouwtechnische oorzaken in principe geen taak voor de GGD. Hiervoor zou zij een beroep kunnen doen op de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente of een gespecialiseerd bouwtechnisch adviesbureau. Mocht dat niet haalbaar zijn, bijvoorbeeld vanwege de kosten, dan kan de GGD er voor kiezen om volgens onderstaande methodiek een eerste globale inschatting te maken. Een andere motivatie voor de GGD om een dergelijk onderzoek wel te doen, is om een betere gesprekspartner te zijn voor de verhuurder of de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente.

Een inschatting van de mogelijke oorzaak van de vocht- en schimmelproblemen kan worden afgeleid door informatie over de exacte plaats van de vocht- en schimmelplekken (zie Tabel 6.4) te combineren met bouwtechnische kenmerken (zie Tabel 6.5) en de onderhoudstoestand van de woning (zie Tabel 6.6). Hier volgt een toelichting.

Bij een normale vochtbelasting kan *condensatie of een hoge RV-waarde (> 80 procent)* optreden door gebrekkige isolatie of op koudebruggen. Door visuele waarneming kan vaak slechts een beperkte indruk worden verkregen van de thermische kwaliteit van de woningschil (beganegrondvloer, buitenmuren en dak). Dubbel- of enkelglas is eenvoudig waar te nemen, maar of de spouwmuur ook is geïsoleerd, kan men niet direct zien. Daarover geeft het bouwjaar van de woning een eerste indicatie (zie Tabel 6.5b). Isolatie van de spouwmuur bij nieuwbouwwoningen is in 1974 begonnen. Bij woningen gebouwd na 1988 gold als wettelijke eis een warmteweerstand (R_c van 2,5 m²K/W. Dit komt overeen met een isolatielaag van circa 80 mm. Beginjaren '80 zijn veel bestaande woningen nageïsoleerd. Daarnaast is de spouwmuurisolatie eenvoudig te achterhalen door een meetlat in een open stootvoeg te duwen en te voelen en te luisteren of de lat tegen hard, steenachtig materiaal of zacht isolatiemateriaal stoot (zie Figuur 6.1).



Figuur 6.1 Onderzoeken van spouwisolatie door met een meetlat via een open stootvoeg te voelen en te luisteren.

Een indicatie voor na-isolatie zijn patronen van vulgaten in de voegen van de buitenmuur (zie Figuur 6.2). De eerste dakisolatie komt voor vanaf 1965 en werd meer toegepast na de energiecrisis beginjaren '70. In de jaren '80 ging men in de bouw ook vloerisolatie toepassen. Condens of een hoge RV kan ook optreden achter of in meubels die tegen een binnenmuur zijn geplaatst, indien die binnenmuur grenst aan een onverwarmde ruimte.



Figuur 6.2 Herkenning van na-isolatie spouwmuur (Vulgaten ongeveer 1 cm rond, renovatierooster vervangt oorspronkelijke open voegen). Foto: Onno van Rijsbergen.

Koudebruggen spelen mogelijk een rol bij metalen kozijnen en betonnen balkons of galerijen. De afgelopen 20 jaar zijn metalen kozijnen op de markt gekomen met zogenaamde thermische onderbreking. Ze zijn daarmee redelijk isolerend geworden. Balkons en galerijen in woningen en woongebouwen van de periode voor de jaren '70 hebben vaak een niet-thermisch geïsoleerde constructie die doorloopt in de buitenmuur. Dit vormt een koudebrug. Een steunbalk (latei) die de muur boven een raam of deur moet ondersteunen, kan ook een koudebrug vormen. Tijdens het stookseizoen kunnen koudebruggen worden vastgesteld door het meten van de oppervlaktetemperatuur met een infraroodthermometer (zie Paragraaf 3.6). Op de plaats van de koudebrug is de binnenkant van de buitenmuur een stuk kouder dan op andere plaatsen. Indien de koude plek samenvalt met de aanbouw van het balkon, de galerij of met een latei, dan is daarmee de koudebrug geïdentificeerd. Dat geldt natuurlijk ook indien vocht- en schimmelplekken zichtbaar zijn op de plaats waar het balkon is aangebracht.

Een vanaf de plint naar boven afnemend vochtgehalte in de muur is kenmerkend voor *optrekkend vocht*. Dit kan door een vochtmeting worden vastgesteld (zie Paragraaf 3.6). Waarnemingen zoals zoutuitbloei in combinatie met loslatende muurpleister en water in de kruipruimte, ondersteunen deze beoordeling. Zoutuitbloei is eenvoudig van schimmel te onderscheiden doordat zout in tegenstelling tot schimmels oplosbaar is in water, en zout een kristallijne, naaldvormige structuur heeft waardoor scherpe randen zichtbaar zijn die bij schimmels ontbreken.

Een vochtige muur op het zuiden of westen kan ook zijn oorzaak vinden in *regendoorslag* in combinatie met een gebrekkige waterafvoer via open stootvoegen onder aan de spouwmuur. De kwaliteit van het voegwerk (zie Tabel 6.6) van de buitenmuur kan hier enig inzicht in geven. Bovendien zal de ernst van het vochtprobleem dan samenhangen met het weer. Ook foutief aangebrachte spouwisolatie kan vochtbruggen vormen waardoor regenwater van het buiten- naar het binnenspouwblad vloeit.

Indien een houten beganegrondvloer aanwezig is of een betonnen vloer met openingen voor leidingdoorvoeren, kan waterdamp uit de kruipruimte door de kieren naar de bovengelegen woonkamer trekken. Omgekeerd kan damp in de warme binnenlucht condenseren op de koude balkenvloer.

Vocht- of schimmelplekken op een binnenmuur of plafond, grenzend aan badkamer of toilet, maken een *lekkage* waarschijnlijk. Verder geven platte daken een grotere kans op lekkage dan hellende. Door sterk wisselende temperaturen, weer en wind zal het dakleer langzaam verouderen en kunnen er scheuren ontstaan. Regelmatige controle en onderhoud zijn daarom noodzakelijk. Dat geldt ook voor de lood- of kunststofslabben (zie Tabel 6.6). Deze slabben zijn op diverse plaatsen, waar bouwdelen op elkaar aansluiten, aangebracht om te voorkomen dat regen of sneeuw naar binnentreedt.

In doucheruimten speelt de *schimmelgevoeligheid van het afwerkmateriaal* een belangrijke rol. De mate van porositeit en de chemische samenstelling van dit materiaal bepalen de schimmelgevoeligheid. Naarmate een materiaal gemakkelijker vocht opneemt en het vocht beter vasthoudt, zal het langer duren voordat het weer droog is, waardoor schimmels een grotere kans krijgen. Aan afwerkmaterialen als muurpleister worden cellulose en zeep toegevoegd. Zij verbeteren de verwerkbaarheid en hechting op de ondergrond, maar verhogen de schimmelgevoeligheid aanzienlijk. Ook sommige stoffen in watergedragen acrylverven dragen bij aan de schimmelgevoeligheid. Het is niet te vermijden

dat de afwerking van de doucheruimte nat wordt. Het douchewater is beduidend warmer dan de muur of het plafond, zodat condensatie vrijwel altijd optreedt.

In bovenstaande is impliciet uitgegaan van een normale vochtproductie en goede ventilatie (dampafvoer). Een relatief vaak voorkomende situatie waarin de vochtproductie hoger is dan de woning in bouwtechnische zin aankan, treedt op bij een *hoge bezettingsgraad*, dat wil zeggen een groot gezin in een kleine woning. Aangezien de ventilatie in de bouwregelgeving gebaseerd is op het aantal vierkante meters vloeroppervlak, zijn bij een hoge bezettingsgraad, na de doucheruimte, vaak de slaapkamers de eerste plaatsen waar vochtproblemen zich voordoen. Drie kinderen in stapelbedjes in een kamer van 2,5 bij 3,5 m² geven al snel problemen door gebrek aan ventilatie. Dat geldt ook voor de veelvoorkomende situatie van twee volwassenen in een slaapkamer van 3 bij 4 m. Ongeacht de overige woningeigenschappen wat betreft isolatie en dergelijke is de vochtproductie ten opzichte van de dampafvoer in dergelijke situaties te groot. Omdat het opmeten van de vloeroppervlakken van de diverse ruimten in een woning tijdens de inspectie vaak achterwege blijft, is een gemiddelde bezettingsgraad van één persoon per kamer (alle bewoners gedeeld door alle woon- en slaapkamers samen) een redelijke maat. Deze maat betekent dat elk kind een eigen kamer heeft en de ouders een kamer delen. Bij grotere bezetting ontstaan al snel problemen, zeker als ook andere woningeigenschappen (sterk) te wensen overlaten.

Tabel 6.4 Indicatie mogelijke bouwtechnische oorzaak

Waar zit de vocht-/schimmelplek?	Indicatie voor		
	- Condensatie / hoge RV - Onvoldoende isolatie - Koudebrug	- Optrekkend vocht (vloeibaar/damp)	- Lekkage - Regen- doorslag
In hoeken van binnenzijden buitenmuren	X		
Op buitenmuur, bijv. achter of in meubels (kast/bank) tegen deze muur	X	X	X
Op buitenmuur ter hoogte van een balkon/galerij, boven raam of deur	X		X
Op buitenmuur ter hoogte van een aansluitend (plat) dak			X
Op raam/kozijnen (bij dicht raam)	X		
Op muur onder open raam	X		
Op ongeïsoleerde vloer die grenst aan onverwarmde ruimte (kelder/kruipruimte)	X	X	
Plafond/dak die grenst aan onverwarmde ruimte/buitenlucht	X		X
Op binnenmuur die grenst aan onverwarmde ruimte (achter of in meubels tegen deze muur)	X		
Op binnenmuur of plafond die grenst aan natte ruimte (douche, wc, keuken)			X
Rond kruipruimteluik	X	X	
Onderzijde buitenmuur, bij plint	X	X	X
Plafond en/of wand van inpandige of goed geïsoleerde doucheruimte	Hoge douchefrequentie, gebrekkige ventilatie, schimmelgevoelige afwerking, reinheid		
(Kit)voegen douche	Hoge douchefrequentie, gebrekkige ventilatie, schimmelgevoelige kit, reinheid, veroudering kit of veroudering voegen		

Tabel 6.5 Woningkenmerken

Tabel 6.5a Woningtype		Indicatie/aandachtspunt
Grondgebonden eengezinswoning?	Ja/Nee	Indien 'ja': mogelijkheid van optrekkend vocht
Heeft de woning een balkon/galerij?	Ja/Nee	Indien 'ja', mogelijkheid van koudebruggen of lekkage

Tabel 6.5b Bouwjaar	Indicatie voor aanwezigheid van:	Toelichting
Na 1920	Spouwmuur	Grootschalige invoering van spouwmuur na 1960. Ook het metselverband (wijze waarop de stenen gestapeld zijn) geeft inzicht in het type muur (spouw of steens)
Na 1966	Betonnen vloer	Vóór 1966 houten vloeren, na 1966 betonnen vloer
Na 1975-1985	<ul style="list-style-type: none"> - Thermische isolatie dak/vloer; na 1975 ook spouwmuurisolatie. - Mechanische afzuiging (vanaf 1975 eerst alleen in hoogbouw; vanaf 1985 ook in eengezinswoningen) 	<ul style="list-style-type: none"> - December 1995 werd de energieprestatie-eis in het Bouwbesluit geïntroduceerd en daarna periodiek aangescherpt, en zijn woningen in het algemeen voldoende geïsoleerd

* Referenties: Hasselaar (2001); SenterNovem (2001)

Tabel 6.5c Thermische kwaliteit		Indicatie van kans op condensvorming/hoge RV
Kunt u alle ruimten voldoende verwarmen?	Ja/Nee	Minder/meer
Hoe goed is de woning geïsoleerd?		
Type beglazing in:		
- woonkamer	Enkel-/dubbel glas	Hoog/laag
- slaapkamer	Enkel-/dubbel glas	Hoog/laag
- overige ruimten	Enkel-/dubbel glas	Hoog/laag
- Is de beganegrondvloer geïsoleerd?	Ja/nee/onbekend	Laag/hoog/onbekend
- Zijn de spouwmuren geïsoleerd?	Ja/nee/onbekend	Laag/hoog/onbekend
- Is het dak geïsoleerd?	Ja/nee/onbekend	Laag/hoog/onbekend

Tabel 6.5d Overige woningkenmerken		Indicatie/aandachtspunt
Materiaal van (begane grond-) vloer?	Hout	Schimmelgevoelig, dampdoorlatend
	Steen/beton	
Materiaal van kozijnen?	Metaal (staal, aluminium)	Koudebrug/condensvorming
	Hout/Kunststof (PVC)	
Type dak?	Plat	Grotere kans op lekkage
	Hellend	
Heeft uw woning een kruipruimte?	Ja/nee	Minder/meer kans optrekkend vocht
Heeft uw woning een open of gesloten keuken?	Open/gesloten	Meer/minder kans op vochtverspreiding
Hoeveel kamers heeft uw woning (aantal woon- en slaapkamers)?		Bezettingsgraad en vochtproductie
Hoeveel personen wonen er?		

Tabel 6.6 Onderhoudstoestand

		Indicatie:
Algemene indruk	Goed/slecht	
Zijn de voegen goed?	Ja/nee	Geen/wel regendoorslag
Lekt de dakgoot?	Ja/nee	Wel/geen lekkage
Zitten de loodslabben* goed?	Ja/nee	Geen/wel lekkage
Zitten er kieren tussen kozijn en muur?	Ja/nee	Wel/geen lekkage
Indien aanwezig, werkt de mechanische ventilatie naar behoren?	Ja/nee	Voldoende/onvoldoende vocht afvoer

* (Lood)slabben worden bijvoorbeeld toegepast bij aansluitingen van schoorstenen en daken, rond dakramen, aansluiting van een (plat)dak tegen een muur, aansluiting van een balkon tegen een muur.

6.4.1.2

Metingen

Koudebruggen

Risico's van condensvorming/hoge RV kunnen worden onderzocht door het opsporen van koudebruggen en op basis van de isolatie-eigenschappen van de woning. Koudebruggen kunnen worden waargenomen met een infraroodtemperatuurmeter. Daarnaast kan worden onderzocht in welke mate de woning geïsoleerd is door bijvoorbeeld te letten op de volgende kenmerken: isolerende beglazing, spouwmuurisolatie, isolatie aan de onderzijde van de

beganegrandvloer (waar te nemen via het inspectieluik van de kruipruimte) en isolatie van het dak.

6.4.2 Onderzoek en beoordeling woongedrag als (mede)oorzaak

Het gebruik van het ventilatiesysteem is een van de belangrijkste factoren in de vochthuishouding van een woning waar de bewoners invloed op hebben. Voor een beoordeling daarvan moet eerst bekend zijn welk type ventilatiesysteem de woning heeft. Tabel 6.7 geeft een aantal kenmerken waarmee een goede inschatting van het type systeem kan worden gemaakt. Voor een beoordeling van het ventilatigedrag wordt verwezen naar de GGD-richtlijn Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen (Duijm et al., 2009). Hier wordt slechts volstaan met een eerste indruk op basis van de vragen in Tabel 6.8. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de ventilatievoorzieningen wat betreft capaciteit en bruikbaarheid voldoende zouden zijn om 36 m³/u per persoon te realiseren. In de praktijk blijkt dit vooral in slaapkamers lang niet altijd het geval doordat in het Bouwbesluit (2003 en 2012) de ventilatie-eis hiervoor gebonden is aan het vloeroppervlak (met een minimum van 25 m³/u) en niet aan het aantal personen.

Overig woongedrag (zie Tabel 6.9) heeft betrekking op mogelijke blootstelling aan andere factoren dan vocht en schimmel, die de luchtwegen kunnen belasten. Uitgebreide informatie hierover is te vinden in het Handboek Binnenmilieu (Peeters, 2007). Indien op het woongedrag één of meer van deze factoren van toepassing is, kunnen de luchtwegklachten niet exclusief aan vochtige woonomstandigheden worden toegeschreven. Naast roken in huis en formaldehyde uit spaanplaat kan ook een hoge kamertemperatuur in combinatie met stof in de lucht tot irritatie van de slijmvliezen leiden. Ook allerlei schoonmaakmiddelen en producten met geurmiddelen kunnen, vooral bij gevoelige mensen zoals astmapatiënten, aanleiding geven tot gezondheidsklachten. Zo nodig kan de GGD eventueel de temperatuur of het gehalte formaldehyde in de lucht (laten) meten.

Tabel 6.7 Type ventilatiesysteem*

	Indicatie voor systeem type		
Welk type ventilatiesysteem heeft uw woning (waarschijnlijk)?	A	C	D
- Heeft uw woning klepramen/roosters in woon- en slaapkamers?	Ja	Ja	Nee
- Heeft de doucheruimte een ventilator die aangaat als u het licht aandoet en na afloop nog een tijdje blijft doordraaien?	Ja/Nee	Nee	Nee
- Zit in de keuken of douche een schakelaar waarmee u de ventilatie hard of zacht kunt zetten? (niet bedoeld: de later aangebrachte afzuigkap)	Nee	Ja	Ja
- Hangt er een ventilator in de berging of op zolder?	Nee	Ja	Ja
- Wordt met een ventilator lucht ingeblazen in woon- en slaapkamers?	Nee	Nee	Ja
- Heeft uw woning alleen draai-/kiepramen en géén roosters of klepramen?	Ja/Nee	Nee	Ja/Nee

* voor informatie over ventilatiesystemen zie Bijlage 5

Tabel 6.8 Ventilatiegedrag

Systeem type A (natuurlijke toe- en afvoer)		Indicatie
Heeft u de roosters altijd openstaan?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Zijn de roosters schoon?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Staan (klep)ramen op een kierstand?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Systeem type C (natuurlijke toevoer/ mechanische afvoer)		
Heeft u de roosters altijd openstaan?	Ja/Nee/Soms	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Zijn de roosters schoon?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Zijn afzuigventielen schoon?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Staan (klep)ramen op een kierstand?	Ja/Nee	Mogelijk voldoende/onvoldoende
Op welke stand staat de ventilatieschakelaar?	Uitgeschakeld (lawaaï)	Onvoldoende
	Altijd op 1	Onvoldoende
	Normaal op 1, tijdens koken en douchen op 3	Onvoldoende
	Als niemand thuis is en 's nachts op 1, anders op 2, tijdens koken en douchen op 3	Onvoldoende
	Als niemand thuis is op 1, anders op 2, tijdens koken en douchen op 3	Mogelijk voldoende; onvoldoende in kleine ruimtes (slaapkamer)
	Altijd op 2 of 3	Mogelijk voldoende; onvoldoende in kleine ruimtes (slaapkamer)

Systeem type D (Mechanische toe- en afvoer)		
Zijn de afzuig- en inblaasventielen schoon?	Ja/Nee	Voldoende/onvoldoende
Op welke stand staat de ventilatieschakelaar?	Uitgeschakeld (lawaaï)	Onvoldoende
	Altijd op 1	Onvoldoende
	Altijd op 1, tijdens koken en douchen op 3	Onvoldoende
	Als niemand thuis is en 's nachts op 1, anders op 2, tijdens koken en douchen op 3	Onvoldoende
	Als niemand thuis is op 1, anders op 2, tijdens koken en douchen op 3	Voldoende, behalve in kleine ruimtes (slaapkamers)
	Altijd op 2 of 3	Voldoende, behalve in kleine ruimtes (slaapkamers)

** Type B bestaande uit mechanische luchttoevoer, en natuurlijke afvoer ontbreekt omdat dit type in woningen niet voorkomt.

Tabel 6.9 Overig woongedrag

		Indicatie:
Heeft u één of meer huisdieren?	Ja/Nee Kat/hond/vogel/cavia	Indien 'ja' dan zou dit (mede) een verklaring kunnen zijn voor gezondheidsklachten
Wordt er in huis gerookt?	Ja/nee	
Worden regelmatig geurverstuivers en of geurkaarsen gebruikt?	Ja/nee	
Zijn er veel formaldehydehoudende meubels en inrichtingsmaterialen in huis (wandafwerking van spaanplaat, groot vloeroppervlak met laminaat, veel meubels van spaanplaat)	Ja/nee	
Wordt de woning <u>on</u> voldoende schoongemaakt?	Ja/nee	
Wordt er <u>on</u> voldoende gestookt? Dat wil zeggen is het in de woon- en slaapkamers langer dan 12 uren per etmaal kouder dan 16 °C?	Ja/nee	
Is het in de woon- en slaapkamers warmer dan 22 °C?	Ja/nee	

7 Advisering door GGD

7.1 Wet Publiek Gezondheid en taakstelling GGD

7.1.1 *Wet Publieke Gezondheid*

De wettelijke basis van de taakstelling van GGD'en ligt in de Wet Publieke Gezondheid (WPG; VWS 2008). De dienst heeft daarin een eigen verantwoordelijkheid. Samenwerking met een gemeentelijke afdeling ligt voor de hand. Bij vocht- en schimmelproblemen is dit de afdeling Bouw- en Woningtoezicht.

De WPG schrijft onder andere voor dat het college van burgemeester en wethouders (B&W) de taak heeft om de totstandkoming en de continuïteit van de publieke gezondheidszorg te bevorderen. Om deze taak uit te voeren, moeten B&W in ieder geval zorg dragen voor onder andere het bewaken van gezondheidsaspecten in bestuurlijke beslissingen (artikel 2.2.c) en het bevorderen van de medisch-milieukundige zorg (artikel 2.2.e).

Ter uitvoering van deze taken draagt B&W zorg voor de instelling en instandhouding van een gemeentelijke gezondheidsdienst (artikel 14). Voordat besluiten worden genomen die belangrijke gevolgen kunnen hebben voor de publieke gezondheidszorg, vraagt B&W advies aan de gemeentelijke gezondheidsdienst (artikel 16).

De WPG is nader uitgewerkt in het Besluit Publieke Gezondheid 2008 (BPG). Het BPG stelt in artikel 3 dat de werkzaamheden die in de WPG genoemd zijn ten aanzien van medisch-milieukundige zorg, in ieder geval de volgende aspecten omvatten:

- het signaleren van ongewenste situaties;
- het adviseren van de bevolking over risico's, inclusief gezondheidskundig advies over gevaarlijke stoffen, in het bijzonder bij rampen of dreiging van rampen;
- het beantwoorden van vragen uit de bevolking en het geven van voorlichting;
- het verrichten van onderzoek.

Er is niet wettelijk vastgelegd wat de kwaliteit of kwantiteit moet zijn van situaties, risico's, vragen en onderzoek waarop de werkzaamheden van de GGD gericht moeten zijn.

7.1.2 *Taakstelling van GGD'en: raakvlak milieu en gezondheid*

De medisch-milieukundige taak van GGD'en betreft de relatie tussen de gezondheid van de bevolking en factoren in de leefomgeving, buiten- en binnenmilieu, maar niet in een werksituatie. Daarmee komt de GGD op andere terreinen dan gezondheidszorg in strikte zin. Dit geldt onder andere voor het beoordelen van de kwaliteit van die leefomgeving en bij het adviseren over mogelijke maatregelen.

GGD'en en hun professionals dienen zich bewust te zijn waar de grenzen liggen van hun deskundigheid. Deze grens zal per GGD, per professional en per onderwerp verschillen. Sommige GGD'en en professionals hebben zich immers, in het brede werkveld van GGD'en, meer kennis verworven van bepaalde onderwerpen dan andere. Door samenwerking met andere organisaties kan een GGD zijn inzetbaarheid verruimen. GGD'en kunnen ook de benodigde kennis op bovenregionaal niveau bundelen.

Het is aan elke GGD om te beslissen waar de eigen grens ligt en dat kenbaar te maken aan de bestuurlijk verantwoordelijken. Gemeenten zijn eindverantwoordelijk voor de publieke gezondheidszorg. Zij kunnen aangeven welke expertise reeds in de gemeente aanwezig is, welke expertise zij van hun GGD verwachten en welke expertise zij elders verwerven.

7.2 Advies over aanpak vocht- en schimmelproblemen

De GGD zal een advies opstellen op basis van een integrale beoordeling van de resultaten van het onderzoek, zoals in hoofdstuk 6 beschreven is. Daarbij zijn de volgende varianten denkbaar:

1. Er zijn wel gezondheidsklachten, maar geen relevante vocht- of schimmelproblemen waargenomen.
2. Er zijn wel vocht- en schimmelproblemen waargenomen, maar geen vochtgerelateerde klachten.
3. Er zijn zowel vochtgerelateerde klachten als vochtproblemen waargenomen.
 - 3.1. Er zijn nog andere factoren waargenomen die de gezondheidsklachten kunnen verklaren.
 - 3.2. Er zijn geen andere factoren waargenomen die de gezondheidsklachten kunnen verklaren.

Ad 1. Er zijn wel gezondheidsklachten, maar geen relevante vocht- en schimmelproblemen waargenomen

Met relevante vocht- en schimmelproblemen wordt bedoeld de aanwezigheid hiervan in verblijfsruimten of aanzienlijke schimmelgroei in de woning, maar niet in een verblijfsruimte.

In dat geval zal de GGD eerst kijken of er andere factoren zijn die de klachten mogelijk kunnen verklaren zoals roken, bronnen van formaldehyde en reinheid van de woning. Als die er zijn, dan zal het advies zich in eerste instantie richten op het verminderen van de blootstelling aan deze factoren. Zijn die andere verklarende factoren er niet, dan zal de GGD doorverwijzen naar de huisarts of allergoloog/longarts.

Ad 2. Er zijn wel vocht- en schimmelproblemen waargenomen, maar geen vochtgerelateerde klachten

Uitgangspunt is dat vocht- en schimmelproblemen niet thuishoren in woningen, in elk geval niet in verblijfsruimten. Ook in andere ruimten zijn aanzienlijke hoeveelheden schimmel niet gewenst vanwege het risico op verspreiding van schimmelsporen en dergelijke.

Als er geen vochtgerelateerde gezondheidsklachten zijn (geweest) en er geen aanleg hiervoor is in de familie, kan de GGD het onderzoek naar de oorzaak en de aanpak van het probleem in eerste instantie overlaten aan de eigenaar of bij verhuur doorverwijzen naar de verhuurder.

De GGD kan in alle gevallen informatie geven over de gezondheidsrisico's van vocht- en schimmelproblemen en over de noodzaak om deze problemen aan te pakken.

Bij vermoeden van een bouwtechnische oorzaak, heeft de oplossing hiervan prioriteit. Echter, dit is niet altijd mogelijk vanwege wet- en regelgeving (het bouwjaar van de woning en de daarbij behorende eisen) of vanwege hoge kosten terwijl er renovatieplannen zijn.

De GGD kan in alle gevallen informatie geven over de mogelijke oorzaken van een vocht- en schimmelprobleem en wijzen op de mogelijke invloed van bewonersgedrag. Ook kan de GGD voorlichting geven over de maatregelen die

bewoners zelf kunnen nemen ten aanzien van het verwijderen van schimmels en over het belang van goede ventilatie. Hiervoor zijn in Bijlage 4 en 5 voorbeeldteksten voor een voorlichtingsfolder gevoegd.
Bij een te hoge bezettingsgraad van de woning kan de GGD de huurder adviseren zich in te schrijven voor een grotere woning.

Verder kan de GGD bij de huurder nog navragen waarom hij/zij de GGD inschakelt en wat hij/zij van de GGD verwacht. Wellicht heeft de huurder in de eerste plaats een esthetisch probleem en zoekt hij/zij steun bij de GGD voor het verkrijgen van een andere huurwoning. De GGD kan dan doorverwijzen naar de betrokken verhuurder en/of andere verhuurders.

Ad 3.1 Er zijn zowel vochtgerelateerde klachten als vochtproblemen waargenomen, maar er zijn ook nog andere factoren die de klachten kunnen verklaren

Uitgangspunt is ook hier dat vocht- en schimmelproblemen niet thuishoren in woningen, in elk geval niet in verblijfsruimten en ook niet, indien aanwezig in aanzienlijke hoeveelheid, in andere ruimten.

In aanvulling op punt 2 kan de GGD ernaar streven om de andere verklarende factoren op te sporen en aan te pakken. Deze zijn vaak beter door gedragsaanpassing te beïnvloeden dan door bouwtechnische aanpassingen, en daardoor meestal goedkoper te verwezenlijken. Het ligt daarom voor de hand om eerst maatregelen te adviseren met betrekking tot het verbeteren van het woongedrag, mits dat van toepassing is. Mogelijke maatregelen zijn:

- Trek de vloer en de wanden van de doucheruimte droog met een wisser.
- Houd de deur van de doucheruimte gesloten, zodat de waterdamp niet naar de slaapkamer trekt.
- Stop met het gebruik van geurverspreiders en roken binnenshuis;
- Laat de persoon met klachten testen op allergie en doe zo nodig huisdieren de deur uit, neem gladde vloerbedekking et cetera. (zie adviezen Astma Fonds: www.astmafonds.nl).
- Indien door meting is aangetoond dat de formaldehydeconcentratie te hoog is, verminder dan de hoeveelheid formaldehydhoudend materiaal in huis of neem maatregelen om de uitstoot van formaldehyde te verminderen.
- Ventileer goed. Pas zo nodig/mogelijk uw inrichting aan om kou-/tochtproblemen door ventilatie te voorkomen (zet bijvoorbeeld uw tv onder het klepraam in plaats van uw bankstel).
- Houd de kamertemperatuur ten minste op 15 °C, maar lager dan 22 °C.
- Houd de woning schoon en opgeruimd.
- Verwijder de schimmel met een borstel en een sterke soda-oplossing (praktijkadvies van GGD) of eventueel met een chloorhoudend middel. Het gebruik van chloor wordt in Nederland overigens niet aangeraden omdat het irritatie van de luchtwegen kan veroorzaken.

Als het woongedrag in orde is en de klachten blijven aanhouden, dan kunnen nog aanvullende (gedrags)maatregelen worden geadviseerd (afhankelijk van de aard van de vochtproblemen):

- Zet meubilair niet tegen de muur, verplaats het of zet het er ten minste 10 cm vandaan.
- Verwarm alle ruimten zo gelijkmatig mogelijk.

Ad 3.2 Er zijn zowel vochtgerelateerde klachten als vochtproblemen waargenomen en er zijn geen andere factoren (meer) die de klachten kunnen verklaren

In dit geval is het duidelijk dat onderzoek naar de oorzaak van de vocht- en schimmelproblemen en de aanpak daarvan nodig is.

De huurder staat in dit geval relatief sterk in zijn klacht tegenover de verhuurder. Er blijft in feite niets anders over dan de woning te verbeteren. Tot de realisatie hiervan is het raadzaam om de schimmels zo goed mogelijk te bestrijden met een sterke soda-oplossing of, indien dit niet helpt, met een chloorhoudend middel. Naarmate meer personen in dezelfde woning klachten hebben, de klachten ernstiger en het medicijngebruik groter zijn, de schimmelplekken groter zijn en het vochtprobleem duidelijker is, zal de GGD in striktere bewoordingen bij de huurder of verhuurder aandringen op het nemen van passende maatregelen die de blootstelling van bewoners aan de vochtige omstandigheden afdoende beperkt.

De GGD kan overwegen om een inschatting te maken van de mogelijke bouwtechnische gebreken die de vochtproblemen veroorzaken. In dat geval is het goed om enige kennis te hebben van passende maatregelen die een bepaald type bouwtechnisch gebrek kunnen oplossen. De advisering hierover moet echter altijd worden overgelaten aan een deskundige op het gebied van bouwfysica; er kunnen namelijk omstandigheden zijn waardoor de genoemde maatregelen niet het gewenste effect hebben of zelfs averechts werken. Alhoewel een GGD dus niet op dit niveau zal adviseren, is het wel goed om als gesprekspartner van een woningcorporatie of afdeling Bouw- en woningtoezicht enig idee te hebben van de aard van de maatregelen die genomen kunnen worden. Hieronder volgt een korte opsomming.

- **Schimmel op afwerkmateriaal** in doucheruimten kan worden bestreden door een goede ventilatie (afzuiging bij de vochtbron, in dit geval de douchekop) en het aanbrengen van schimmelwerende materialen. Het laatste komt meestal neer op het van onder tot boven betegelen van de wanden en de naden afwerken met schimmelwerende kit.
- **Regendoorslag** kan verholpen worden door het voegwerk te vervangen en de buitenmuur te impregneren met een waterafstotend middel (hydrofoberen). Het effect hiervan is echter beperkt en het kan leiden tot vorstschade.
- **Koudebruggen** kunnen aan de binnenzijde van de woning worden geïsoleerd. Bijvoorbeeld door het aanbrengen van een gipsplaat op houten rachelwerk, dampdichte folie en isolatiemateriaal tegen de koudebrug. De dampdichte folie zorgt ervoor dat de waterdamp uit de woning niet door het isolatiemateriaal kan diffunderen en onderweg in de isolatielaag condenseert. Een alternatief voor de combinatie van gipsplaat met folie is het aanbrengen van een plaat wbp-multiplex, afgewerkt met een laag hoogglans verf. Wbp-multiplex (Engels: water boiled proof) is watervast multiplex.
- **Condensatie/hoge RV** op ongeïsoleerde muren kan worden verholpen door het isoleren van de spouwmuur. Condensatie/hoge RV op vloeren en daken wordt verholpen door deze te isoleren. Hierbij is een bouwfysisch advies noodzakelijk.
- **Optrekkend vocht** kan worden tegengegaan door een waterdichte laag aan te brengen in de muur net boven het gemiddeld hoogste grondwaterniveau. Zo'n laag bestaat bijvoorbeeld uit een loodslab, een kunststoffolie of naast elkaar gelegen boorkernen, gevuld met waterafstotende mortel. Deze methoden zijn allemaal effectief, maar nogal bewerkelijk en worden daarom

nauwelijks toegepast. Ook kan een hydrofobeermiddel worden ingespoten, maar dit is niet altijd even effectief.

Tot slot

De GGD kan een adviesvraag afronden met een brief aan de bewoners en, zo nodig, ook aan de eigenaar van de woning, bijvoorbeeld een woningcorporatie. In die gevallen waarbij de gemeentelijke afdeling Bouw- en Woningtoezicht betrokken is, wordt het advies in kopie ook naar deze afdeling gestuurd. Indien een probleem de enkele woning overstijgt en een algemeen maatschappelijk belang betreft, kan worden gedacht aan het informeren van B&W.

7.3 Advisering over het bestrijden van schimmels en vochtproblemen

De aanpak van schimmelproblemen bestaat uit een combinatie van enerzijds het verwijderen van oppervlakkig groeiende schimmels en/of volledige vervanging van door schimmels aangetaste materialen en anderzijds het oplossen van het vochtprobleem.

Verwijderen van schimmels

Door schimmel aangetast hout zal in het algemeen vervangen worden. Hierbij moet een ruime marge aangehouden worden van in ieder geval een meter rondom het zichtbaar aangetaste hout, omdat de schimmel zich meestal al verder heeft verspreid. Bij aanwezigheid van de kelderzwam zal daarnaast ook nog chemische bestrijding nodig zijn.

Voor het verwijderen van schimmels op muurpleister en voegwerk is reiniging van het oppervlak meestal voldoende. Bij verf, behang en kitvoegen komt het regelmatig voor dat schoonmaak alleen niet voldoende is, zodat deze materialen volledig moeten worden vervangen. In poreuze materialen kan de schimmelgeur zo diep ingetrokken zijn dat alleen al om die reden tot vervanging besloten wordt. Inrichtingsmaterialen van textiel (gordijnen en dergelijke) kunnen in heet water worden gewassen, uiteraard voor zover het materiaal heet water verdraagt.

Het verwijderen van schimmels kan het beste met een doek of spons en een sterke soda-oplossing. Speciale reinigingsmiddelen die meestal chloor of een ammoniumverbinding bevatten, zijn af te raden omdat ze irritatie van de luchtwegen kunnen veroorzaken. Dit geldt vooral voor personen met luchtwegklachten.

Aanpak van vochtproblemen

Bij de bestrijding van vochtproblemen ligt het voor de hand om in de eerste plaats alle eventuele vormen van *lekkage* te verhelpen. Voor een fundamentele oplossing van vochtproblemen door *condensatie* wordt onderscheid gemaakt tussen verblijfsruimten met een min of meer stabiel binnenklimaat (woonkamer) en ruimten met een dynamisch binnenklimaat (keuken, douche).

Bij een stabiel binnenklimaat worden vochtproblemen grotendeels voorkomen door, ten minste, te voldoen aan de normen van het Bouwbesluit 2003 voor nieuwbouw (zie Hoofdstuk 5) ten aanzien van:

- luchtdichtheid en waterdichtheid van de beganegrondvloer;
- waterdichtheid van gevels en daken;

- thermische isolatie (inclusief het vermijden van koudebruggen). Het Bouwbesluit eist hiervoor een f-waarde van 0,65. TNO (Adan, 1994) en Stichting Bouwresearch (SBR, 2000) bevelen een f-waarde aan van 0,73;
- ventilatie.

In ruimten met een dynamisch binnenklimaat zijn bovenstaande voorwaarden echter onvoldoende. Daar zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk, zoals:

- Het beperken van de waterdampverspreiding door *luchtafzuiging* direct boven de (damp)bron (gerichte ventilatie).
- Het beperken van de Time of Wetness (TOW) tot minder dan 0,5, onder andere door afwerkingsmaterialen te kiezen die *zo weinig mogelijk vocht opnemen (bijvoorbeeld tegels)*.
- Het kiezen voor afwerkingsmaterialen die wat betreft chemische samenstelling *geen gunstige voedingsbodem* voor schimmels vormen (bijvoorbeeld tegels).

Indien optrekkend vocht aan de orde is, kan dit worden verholpen door het aanbrengen van een waterkerende laag in het metselwerk boven de hoogst mogelijke grondwaterstand.

Voor het beperken van damptransport door de beganegrondvloer is verlaging van de RV in de kruipruimte door het aanbrengen van een dampwerende (PE)folie, noppenfolie of isolatiekussens op de bodem van de kruipruimte effectief gebleken. Het toepassen van schelpen, geëxpandeerde kleikorrels of schuimbeton kan, in combinatie met een folie, voldoende reductie van de RV geven. Bij steenachtige beganegrondvloeren worden openingen, bijvoorbeeld rond leidingdoorvoeren, dichtgemaakt met PUR of kit. De advisering over dit soort maatregelen kan het beste worden overgelaten aan een bouwfysicus. Ontvochtigers, ten slotte, vormen een end-of-the-pipe-techniek. Ze nemen de oorzaak van het vochtprobleem niet weg, hun effect is gering en ze zijn bij goede ventilatie niet nodig.

7.4 Preventie/voorlichting

Voor voorlichting en preventie kan gebruikgemaakt worden van de voorbeeldfolder over ventilatie (zie Bijlage 4) en de folder over Vocht en Schimmels in woningen (zie Bijlage 5). De eerste folder gaat over beter ventileren, de tweede folder over het omgaan met vocht- en schimmelproblemen en andere mogelijke oorzaken van luchtwegklachten. De GGD kan deze teksten ook gebruiken op de website. Met het oog op preventie zou de GGD deze teksten kunnen toesturen aan woningcorporaties, of aan corporaties de gelegenheid geven een link te maken naar het betreffende onderdeel van de GGD-website.

Definities

Hygroscopisch	Vochtminnend
Psychrofiel	Koudeminnend
Thermofiel	Warmteminnend
Temperatuurfactor (f-waarde)	Waarde voor thermische kwaliteit van een bouwdeel
Warmteweerstandscoefficiënt (Rc-waarde)	De mate van thermische kwaliteit voor wanden, vloeren en daken
Warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde)	De mate van thermische kwaliteit voor glas
Carbonatie	Chemische omzetting van kalk onder inwerking van lucht
Speciebaard	Klodders cement die aan de zijkant van een gemetselde steen hangen. In de spouwmuur kunnen speciebaarden van de buiten- en de binnenmuur aan elkaar raken en daardoor een brug vormen waarlangs vochttransport plaatsvindt
Stootvoegen	Verticale voegen tussen de kopse kanten van opeenvolgende stenen in een rij
Diëlektrische constante	De diëlektrische constante van een materiaal is de verhouding van de capaciteit van een elektrische condensator waarin dit materiaal als isolator is gebruikt en dezelfde condensator met vacuüm als isolator. Het is een maat voor de hoeveelheid elektrische lading die bij een bepaalde veldsterkte in een materiaal kan worden opgeslagen
Absolute luchtvochtigheid	Aantal grammen water per m ³ lucht
Relatieve luchtvochtigheid	Verhouding tussen de feitelijke en de maximale (bij verzadiging) hoeveelheid waterdamp in de lucht, uitgedrukt in procenten.
Evenwichtsvochtgehalte	De hoeveelheid water in een materiaal ten gevolge van de relatieve vochtigheid in de lucht van de ruimte waarin dit materiaal langdurig ligt
Osmotische potentiaal	De kracht waarmee water wordt aangezogen van de ene naar de andere zijde van een semipermeabel membraan als gevolg van verschillen in zoutconcentratie aan weerszijden van dat membraan
Wateractiviteit	Een maat voor de hoeveelheid water die voor de schimmel vrij beschikbaar is. Deze is zonder invloed van bijvoorbeeld osmotische krachten (door opgeloste zouten) of de aanwezigheid van stoffen die water sterk aan zich binden

Afkortingen

B&W	Burgemeester en Wethouders
BPG	Besluit Publiek Gezondheid
BZK	Binnenlandse Zaken
CBS	Centraal Bureau voor Schimmelcultures
CDC	Center for Disease Control and Prevention
ECRHS	European Community Respiratory Health Survey
f-waarde	temperatuurfactor
I&M	Ministerie voor Infrastructuur & Milieu
IOM	Institute of Medicine
ISAAC	International Study of Asthma and Allergies in Childhood
NEN	Nederlandse Norm
NNI	Nederlands Normalisatie Instituut
NPR	Nederlandse Praktijkrichtlijn
P_s	verzadigde dampdruk
P_v	actuele dampdruk
Rc-waarde	warmteweerstandscoefficiënt
RV	Relatieve luchtvochtigheid
Sdu	Staatsdrukkerij en uitgeverij
SES	Sociaal Economische Status
TOW	Time of Wetness
U-waarde	warmtedoorgangscoefficiënt
VNG	Vereniging Nederlandse gemeenten
VRM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VW	Verkeer en Waterstaat
VWS	Volksgesondheid, Welzijn en Sport
WHO	World Health Organisation
WPG	Wet Publieke Gezondheid

Informatiebronnen

Literatuur

Adan, O.C.G. (1994). 'On the fungal Defacement of interior finishes', Ph.D. Thesis, Eindhoven University The Netherlands, 226 pp.

Adan, O., en R.A. Samson (2011). Fundamentals of mold growth in indoor environments and strategies for healthy living. Wageningen Academic Press, 523 pp.

Aedes (2001). Bedrijfstakinformatie huren 2000, Hilversum, Aedes

Alexander, M. (1977). Introduction to soil microbiology; 2e druk. John Wiley & Sons, New York.

Bornehag, C.G., G. Blomquist, F. Gyntelberg, B. Jarvholm, P. Malmberg, L. Nordvall et al. (2001). Dampness in buildings and health: Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to 'dampness' in buildings and health effects (NORDDAMP), Indoor Air, 11:72-86.

Bos, A.F., en M. Hesselink (1996). Huiszwam: een ware ramp! Biologiewinkel RUG.

Brokerhof, A.W., B. van Zanen en A. den Teuling, (2003). Pluis in huis. Geïntegreerde bestrijding van schimmels in archieven. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (Amersfoort), voorheen Instituut Collectie Nederland (Amsterdam). www.icn.nl

BZK, 2011a. Besluit van 29 augustus 2011, houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken (Bouwbesluit 2012). Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag. Staatsblad 2011, 416.

BZK, 2011b. Besluit van 22 december 2011, houdende wijziging van het Bouwbesluit 2012 betreffende correcties en enkele vereenvoudigingen van het Bouwbesluit 2012. Ministerie van Binnenlandse Zaken, Den Haag. Staatsblad 2011, 676.

Dongen, J.E.F. van, en J.H.M. Steenbekkers (1993). Gezondheidsproblemen en binnenmilieu in woningen, Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg, TNO, Leiden, in Dutch.

Dongen J.E.F. van, en H. Vos (2007). Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland. TNO-rapport 2007-D-R0188/A.

Duijm F., J.T. van Ginkel, T. Habets, B. Poelman, R.J. van Schie, M.M. Scholtes en N.E. van Brederode (2009). GGD-richtlijn medische milieukunde Beoordeling van ventilatie en ventilatievoorzieningen van woningen. Bilthoven: RIVM Rapport 609330011.

Dusseldorp, A., M. van Bruggen, J. Douwes, P.J.C.M. Janssen, G. Kelfkens (2004). Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu. RIVM Rapport 609021029.

Dusseldorp, A., E.F. Hall en H.F.P.M. van Poll, 2009. Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten bij GGD'en; inventarisatie 2007-2008. RIVM Rapport 609333003.

Fisk, W.J., Q. Lei-Gomez, M.J. Mendell (2007). Meta-analysis of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air* 2007; 17: p. 284-96.

Flannigan, B., R.A. Samson, J.D. Miller (2011). Micro organisms in home and indoor work environments. Diversity, Health Impacts, Investigation and Control. Second edition, CRC Press, 527 pp.

Forsen, H. en V. Tarvainen (2000). Accuracy and functionality of hand held wood moisture content meters. VTT Technical Research centre of Finland, publication 420.

Goff, J.A. en S. Gratch (1946). Low-pressure properties of water from -160 to 212 F. *Transactions American Society of Heating and Ventilating Engineers*, vol. 52, p. 95-122.

Hasselaar, E. (2001). Hoe gezond is de Nederlandse woning? Onderzoeksinstituut OTB, Delft.

Huurcommissie (2010). Gebrekenboek. Zie www.huurcommissie.nl → veelgestelde vragen → onderhoud.

IOM (2004). Damp indoor spaces and health. Institute of medicine. pp. 356, <http://www.nap.edu/catalog/11011.html>

Jochems D., M. Bergmans, H. Peters, N. van Riet, N.E. van Brederode. (2005) GGD-richtlijn Voorlichting gezond wonen. Nr. 33633, GGD Nederland, Utrecht.

Kooi J. van der en K. Th. Knorr. De temperatuur en vochtigheid in woningen. *Klimaatbeheersing* 2; 1973: p. 490-496.

Koorevaar, P., G. Menelik en C. Dirksen (1983). *Elements of soil physics*. Elsevier, Amsterdam.

Linden, A.C. van der, et.al. (1998). *Bouwfysica*. SMD-Waltman Educatieve uitgevers, Leiden.

Madigan, M.T., J.M. Martinko, J. Parker (2003). *Brock Biology of Micro organisms*. 10th edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

NEN 2690 (1991). Luchtdoorlatendheid van gebouwen. NNI, Delft.

NEN 2778 (1991 en 2004). Vochtwerking in gebouwen, bepalingmethoden. NNI, Delft.

NPR 2652, 2008. Vochtwering in gebouwen – Wering van vocht van buiten en wering van vocht van binnen – Voorbeelden van bouwkundige details. NNI, Delft.

Paul, E.A. en F.E. Clark (2007). Soil microbiology and biochemistry. Academic Press Inc., New York.

Peeters (eds), E. (2007). Handboek binnenmilieu 2007. GGD Rotterdam-Rijnmond, Rotterdam.

Samson, R.A., 2011. Ecology and general characteristics of indoor fungi. In: O. Adan and R.A. Samson, Fundamentals of mold growth in indoor environments and strategies for healthy living. Wageningen, Academic Publishers, pp 101-116.

Samson R.A., J. Houbaken, J.C. Frisvad, U. Thrane en B. Andersen (2010). Food and Indoor fungi. CBS Laboratory Manual series 2, 390 pp.

SBR (1982). Eigenschappen van bouwmaterialen, SBR publicatie 9. Stichting Bouw Research, Rotterdam.

SBR (1996). Optrekkend vocht. Handleiding voor bestrijding. Stichting Bouw Research, Rotterdam.

SBR (1998). Schimmels de baas? Integrale beoordeling op gevoeligheid voor schimmels van thermische kwaliteit, binnenklimaat en afwerkmaterialen in woningen. Stichting Bouw Research, Rotterdam.

SBR (2000). Handboek Vocht en Ventilatie. Stichting Bouw Research, Rotterdam

Sdu (2007). Modelbouwverordening; bijgewerkt tot en met de 12e wijziging. Sdu, Den Haag.

SenterNOVEM (2001). Referentiewoningen bestaande bouw. AgentschapNL (voorheen SenterNOVEM), Utrecht.

Veen, M.P. van, L.E.M. Crommentuijn, M.P.M. Janssen en A.E.M. de Hollander (2001). Binnenmilieu-kwaliteit: ventilatie en vochtigheid; een studie voor Milieuverkenning 5. RIVM Rapport 630920001, Bilthoven.

Verhoef, A.P., R.T. van Strien, J.H. van Wijnen, B. Brunekreef (1995). Damp housing and childhood respiratory symptoms: the role of sensitization to dust mites and molds. Am. J. Epidemiol. 141(2): 103-110.

VNG (2007). Van rioleringszaak naar gemeentelijke watertaak. Vereniging Nederlandse Gemeenten, Den Haag.

VROM (1992). Besluit beheer sociale-huursector. Ministerie VROM, Den Haag.

VROM (1999). Besluit huurprijzen woonruimten, Staatsblad 1999, 69.

VROM (2003). Besluit kleine herstellingen. Ministerie van VROM, Den Haag.

VROM (2007). Woningwet. Ministerie van VROM, Den Haag.

VROM (2008). Brief aan de Tweede Kamer 'Nationale aanpak milieu en gezondheid 2008-2012. Kenmerk SAS/wjk2008030789, Ministerie van VROM, Den Haag.

VW (2009). Waterwet. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag. Zie www.overheid.nl

VWS (2008). Wet Publieke Gezondheid. Ministerie van VWS, Den Haag.

Weterings M., J. van den Bogaard, F. Duijm, G. van der Elsen, S. Lops, N.E. van Brederode (2005). GGD-richtlijn Gezonde woningbouw. GGD Nederland, Utrecht.

WHO (2006). Air quality Guidelines, global update 2005. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO (2009). WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

Wiselius, S.I. (1996). Houtvademecum. Stichting Centrum Hout, Almere, 380 p.

Websites

www.cdc.gov/mold	Website van Center for Disease Control and Prevention (CDC)
www.epa.gov/mold/index.html	Website van EPA
www.houtinfo.nl	Website Centrum Hout (tijdelijk niet bereikbaar)
www.centrum-hout.nl	Website Centrum Hout
www.shr.nl	Website Stichting Hout Research
www.houtdatabase.nl	Website Houtinstituut
www.cbs.knaw.nl	Centraal bureau voor schimmelcultures
www.helpdeskwater.nl	Helpdesk nieuwe waterwet
www.astmafonds.nl	Astmafonds
www.overheid.nl	Informatie over Wet- en regelgeving
www.knmi.nl	Informatie over klimaat en weer
www.nap.edu/catalog/11011.html	Website van het Institute of Medicine (IOM) uit de V.S.
www.huurcommissie.nl www.huurcommissie.nl → veelgestelde vragen → onderhoud	Informatie over rechten en plichten van (ver)huurders Onderhoudstaken beschreven in Gebrekenboek 2010
www.iom.edu	Institute of Medicine, Verenigde Staten
www.woonbond.nl/service	De woonbond heeft huurders als doelgroep en brengt brochures uit zoals 'vocht in huis' en 'toetslijst ventilatie'

Geraadpleegde deskundigen

Ir. J.S. Bosch. Afdeling vergunningen, Gemeente Rotterdam

Dr. G. Doekes. Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Division Environmental Epidemiology, University Utrecht, Utrecht

Drs. F. Duijm, arts Maatschappij en Gezondheid – medisch milieukundige. Hulpverleningsdienst Groningen

Ir. P. Fischer, wetenschappelijk medewerker, RIVM, Bilthoven

Drs. Ing. O.G. van Rijsbergen, adviseur woningkwaliteit. Woonbond Kennis- en Adviescentrum, Amsterdam

R. van Schie, adviseur bouwfysica. Afdeling vergunningen en toezicht, Gemeente Den Haag

K. Snepvangers. Onderzoeksinstituut voor Gezond Wonen, Breda

Dr. L. Wijnands. Laboratory for Zoonoses and Environmental Microbiology, Centre for Infectious Disease Control, RIVM, Bilthoven

Samenstelling werkgroep

Penvoerder

Dr. Ir. J.T. van Ginkel, milieugezondheidskundige. GGD IJsselland en GGD regio Twente, Zwolle

Werkgroepleden

Drs. Ir. T. Habets, medisch milieukundig adviseur, GGD Rotterdam-Rijnmond, Rotterdam

I. van der Heyden, sociaal verpleegkundige, GGD Midden-Nederland, Zeist

Drs. J. Houbraken, mycoloog. Centraal Bureau voor Schimmelcultures, Utrecht

Drs. K. van den Hout, milieugezondheidskundige. Bureau Gezondheid, Milieu en Veiligheid, GGD'en Brabant/Zeeland, Tilburg

Drs. J. M.T. Janssen, arts Maatschappij en Gezondheid, adviseur gezondheid en milieu, GGD Fryslan, Leeuwarden

Prof. Dr. Dr. h.c. R.A. Samson, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre (voorheen Centraal Bureau voor Schimmelcultures), Utrecht

Dr. Ir. R. van Strien, adviseur milieu en gezondheid, GGD Amsterdam, Amsterdam

Drs. A.J.P. van Overveld, regio-adviseur milieu en gezondheid, RIVM, Bilthoven

Coördinator

Drs. N.E. van Brederode, arts Maatschappij en Gezondheid – medisch milieukundige. RIVM, Bilthoven

Bijlage 1 Achtergronden van vocht in de lucht

Lucht bestaat uit een mengsel van gassen als stikstof, zuurstof, kooldioxide en waterdamp. Elk van deze gassen heeft een specifieke partiële druk. Alle partiële drukken samen vormen de luchtdruk. Op zeeniveau is dat ongeveer 1 atmosfeer. Waterdamp heeft, net als alle dampen, de eigenschap dat de lucht niet meer damp kan bevatten dan het maximum dat bij de gegeven luchttemperatuur hoort. Bij dit maximum is de lucht verzadigd met waterdamp. De hierbij behorende partiële druk van waterdamp noemt men de verzadigde dampdruk P_s . Deze verzadigde dampdruk neemt toe met de temperatuur. De verzadigde dampdruk P_s [Pa] is afhankelijk van de temperatuur van de lucht en kan berekend worden met de formule van Goff en Gratch (1946). Deze formule, deels empirisch en deels gebaseerd op thermodynamische principes, wordt gegeven door:

$$\begin{aligned} \text{LOG}_{10}(P_s) = & 2-7,90298*(373,16/(t+273,16)-1) + \\ & 5,02808*\text{LOG}_{10}(373,16/(t+273,16) - 1,3816 * 10^{-7} * (10^{(11,344*(1-(t+273,16)/373,16))} - 1) + 8,1328 * 10^{-3} * 10^{(-3,49149*(373,16/(t+273,16)-1))} - 1) + \\ & \text{LOG}_{10}(1013,246) \end{aligned} \quad (1)$$

met:

$$P_s = 10^{(\text{LOG}_{10}(P_s))}$$

P_s in [Pa]

En t in [°C]; geldt voor lucht boven water van -50 tot 102 °C.

De betrouwbaarheid van deze formule is 98 procent.

Een veel eenvoudiger formule dan die van Goff en Gratch kan worden ontleend aan het Handboek Waarnemingen van het KNMI (2005). Deze formule is voor temperaturen tussen -5 en +60 °C een voldoende nauwkeurige benadering.

$$P_s = Q * 10^R \quad (2)$$

met $Q = 610,7$

en:

$$R = 7,5 * \frac{t}{237,3 + t}$$

De absolute luchtvochtigheid (kg water per m³ lucht), ook wel de dampdichtheid ρ_v genoemd, wordt berekend met de ideale gaswet:

$$\rho_v = \frac{M_v P_v}{RT} \quad (3)$$

waarin M_v gelijk is aan de moleculaire massa van water (18 kg/kmol), P_v de actuele dampdruk [Pa], R de universele gasconstante (8310 J/kmol K) en T de absolute temperatuur van de lucht in Kelvin (K) (opm. Kelvin = de temperatuur in °C + 273,16).

De relatieve luchtvochtigheid RV kan worden berekend door:

$$RV = \frac{P_v}{P_s} \quad (4)$$

Tabel 1 Absolute luchtvochtigheid bij verzadiging en verzadigde dampdruk afhankelijk van de temperatuur

Temperatuur	Absolute luchtvochtigheid bij verzadiging	Verzadigde dampdruk=Ps
[°C]	[g/m³]	[Pa]
-10	2,4	286
-5	3,4	421
0	4,8	611
5	6,8	872
10	9,4	1227
15	12,8	1704
20	17,3	2337
25	23,0	3167
30	30,3	4243
35	39,5	5623
40	51,0	7377
45	65,3	9585
50	82,7	12339
55	103,9	15746
60	129,5	19925
65	160,2	25015
70	196,7	31168
75	239,9	38555
80	290,5	47365
85	349,6	57807
90	418,2	70111
95	497,3	84525
100	588,1	101321

Bijlage 2 Achtergronden van vocht in bodem, hout en steen

Referentie: Koorevaar, P. et al. (1983).

Bodem, hout en steen kunnen worden beschouwd als poreuze materialen bestaande uit een vaste, vloeibare en gasvormige fractie. De vaste fractie vormt een systeem van willekeurig gevormde holten en kanalen (capillairen) die onderling met elkaar in verbinding kunnen staan. Deze holten en capillairen kunnen geheel of gedeeltelijk gevuld zijn met water en daarin opgeloste stoffen. Voor het overige zijn deze ruimten gevuld met lucht.

Bij vochtproblemen kan het van belang zijn om het vochtgehalte van materialen te bepalen. Dit vochtgehalte kan op twee manieren worden aangeduid: het volumetrisch en het gravimetrisch vochtgehalte. Het volumetrisch vochtgehalte θ kan omschreven worden als het volume van het water, gedeeld door het totale volume van het materiaal; het gravimetrisch vochtgehalte (w) als de massa (het 'gewicht') van het water in het materiaal, gedeeld door de massa van het *droge* materiaal.

Indien een poreus materiaal langdurig wordt blootgesteld aan lucht met een constante luchtvochtigheid, ontstaat evenwicht tussen het vochtgehalte in de lucht en in het poreuze materiaal; dit wordt het *evenwichtsvochtgehalte* genoemd.

Tabellen 1, 2 en 3 geven de gravimetrische en volumetrische vochtgehalten van hout en bouwmaterialen bij drie relatieve luchtvochtigheden na bevochtiging (a) en droging (d). In deze tabellen zijn voor hout en bouwmaterialen zowel het volumetrisch vochtgehalte als het gravimetrisch vochtgehalte weergegeven. Het volumetrisch vochtgehalte wordt veel gehanteerd in de bodemfysica en in relatie tot steenachtige bouwproducten, het gravimetrisch vochtgehalte bij hout en houtproducten. Aangezien de meeste vochtmeters het gravimetrisch vochtgehalte weergeven, wordt hierna kort toegelicht hoe beide vochtgehalten in elkaar omgerekend kunnen worden.

Omrekenen gravimetrisch naar volumetrisch

De massa van het materiaal bestaat uit drie fracties: vast, vloeibaar en gasvormig. De totale dichtheid van de drie fracties samen wordt bulkdichtheid ρ [kg/m^3] genoemd. Deze wordt berekend uit de som van de *specifieke* bulkdichtheden van de vaste, vloeibare en gasvormige fracties ρ_s , ρ_l , en ρ_g . Aangezien de bulkdichtheid van de gasvormige fractie verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de beide andere fracties, volgt hieruit:

$$\rho \approx \rho_s + \rho_l = \theta_s \gamma_s + \theta_l \gamma_l, \quad (1)$$

waarin θ_s en θ_l staan voor de volumefractie van de vaste stof, respectievelijk vloeistof, γ_s en γ_l (kg/m^3) voor de specifieke dichtheid van de vaste stof, respectievelijk vloeistof. De specifieke dichtheid γ_l is de massa van water, gedeeld door het volume dat uitsluitend door water wordt ingenomen. Zoals bekend, is de specifieke dichtheid van water gelijk aan 1000 kg/m^3 . De specifieke dichtheden van hout (cellulose) is circa 1800 en van minerale bouwstoffen (en bodemdeeltjes) 2600 kg/m^3 .

Het gravimetrisch vochtgehalte w wordt gegeven door:

$$w = \frac{\theta_1 \gamma_1}{\theta_s \gamma_s} = \frac{\theta_1 \gamma_1}{\rho_s} \quad (2)$$

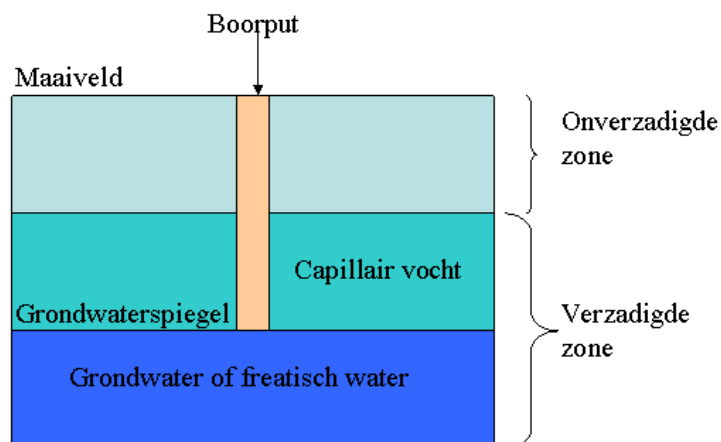
en kan in het laboratorium worden gemeten door een monster van het vochtige materiaal met bekend volume te wegen, daarna te drogen bij 105 °C en weer opnieuw te wegen. Het verschil in beide gewichten is de hoeveelheid vocht in het monster. Het gravimetrisch vochtgehalte volgt dan uit de verhouding van het gewicht aan vocht en het gewicht van het droge monster. Het gewicht van het droge monster gedeeld door het oorspronkelijke volume van het vochtige monster, is gelijk aan ρ_s .

Het volumetrisch vochtgehalte θ_1 volgt dan uit:

$$\theta_1 = \frac{w \rho_s}{\Gamma_1} \quad (3)$$

Capillaire opstijging

De bodem is tot een bepaalde diepte beneden het maaiveld gevuld met grondwater (zie Figuur 1). De hoogte van de grondwaterspiegel varieert van plaats tot plaats en is afhankelijk van het bodemtype, het beheer door het waterschap en van het weer; bij perioden met regenval staat het grondwater hoger dan in perioden van droogte. De grondwaterspiegel (of het freatische vlak) wordt zichtbaar als men een gat in de grond graaft van zodanige diepte dat zich daarin na enige tijd een waterspiegel vormt. De bodem onder de grondwaterspiegel is verzadigd met water. Boven de grondwaterspiegel is de bodem deels verzadigd en deels onverzadigd met water. De verzadigde zone boven de grondwaterspiegel is een gevolg van de zuigkracht S die capillairen uitoefenen op het water (formule 4). De oppervlaktespanning σ van water en straal r van het capillair bepalen de grootte van deze zuigkracht; hoe kleiner de straal, hoe groter de zuigkracht. De maximale stijghoogte van water in een capillair vloeit voort uit het evenwicht tussen de zuigkracht en de zwaartekracht op de waterkolom in het capillair (formule 5).



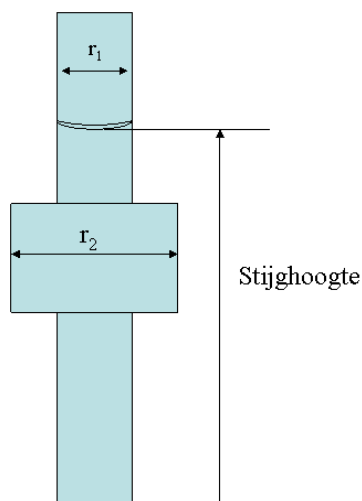
Figuur 1 Schematische opbouw van de bodem

$$S = \frac{2 \cdot \sigma}{R}, \quad (4)$$

σ is de oppervlaktespanning van water in het capillair ($7 \cdot 10^{-2}$ N/m), r is de straal van het capillair [m]

$$h = \frac{2 \cdot \sigma}{\gamma_1 \cdot g \cdot r} = \frac{2 \cdot 0,07}{1000 \cdot 9,8 \cdot r} = 14 \cdot 10^{-6} / r \quad (5)$$

waarin γ_1 staat voor de specifieke dichtheid van water (1000 kg/m^3) en g voor de versnelling van de zwaartekracht [$9,8 \text{ m/s}^2$]. Theoretisch kan een capillair met een straal van bijvoorbeeld $1 \text{ }\mu\text{m}$ het water circa 14 m boven de waterspiegel opzuigen. Door de grillige vorm van de capillairen blijft de stijghoogte in een bouwmuur in het algemeen beperkt tot ongeveer een meter. Dit fenomeen van capillaire opstijging heeft als praktisch gevolg dat een fundering van een gebouw in direct contact met water kan staan en optrekkend vocht een probleem is, terwijl in de kruipruimte geen vrij water zichtbaar is!



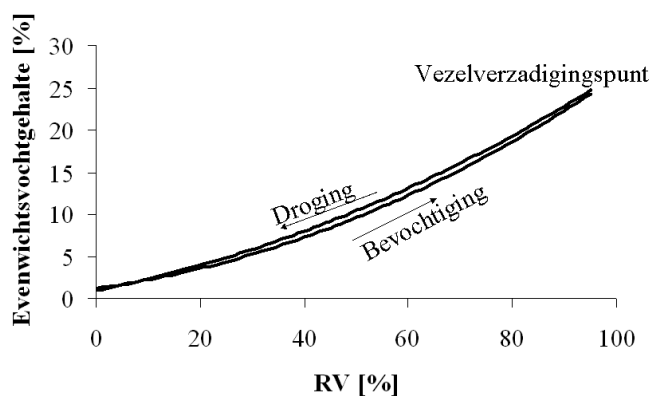
Figuur 2 Schematische voorstelling van een capillair

Zoals gezegd bestaat een poreus materiaal uit een ingewikkeld stelsel van holten en kanalen met sterk wisselende diameters (zie Figuur 2). Verder zagen we dat de stijghoogte groter is naarmate de straal van het capillair kleiner is. Als gevolg hiervan heeft de uitdrogingscurve van het materiaal een ander verloop dan de bevochtigingscurve; men noemt dit hysteresis.

Indien een poreus materiaal uitdroogt, zullen de capillairen in principe leeglopen in volgorde van afnemende straal. Echter, indien een breed capillair (met straal r_2) aan de bovenzijde in verbinding staat met een capillair met een kleinere straal r_1 , dan bepaalt de kleinste straal het moment waarop het capillair als geheel leegloopt. Bij bevochtiging is het omgekeerde het geval. Dan zal de grootste straal bepalend zijn voor het vollopen van het capillair. Concreet betekent dat voor de bodem dat bij dezelfde stand van het grondwater de hoogte van de met water verzadigde zone verschilt.

Bij hout betekent het dat bij dezelfde luchtvochtigheid twee verschillende evenwichtsvochtgehalten in het hout voorkomen: een bij bevochtiging (adsorptie) en een bij droging (desorptie) (zie Figuur 3). Daarbij is het

evenwichtsvochtgehalte in het poreuze materiaal na droging altijd hoger dan na bevochtiging. De voorgeschiedenis is dus mede bepalend voor het actuele vochtgehalte van het materiaal.



Figuur 3 Schematische voorstelling van het verloop van het evenwichtsvochtgehalte in hout bij droging en bevochtiging.

Bron: www.houtinfo.nl

Tabel 1 Vochtgehalten van veel toegepaste soorten naaldhout (Wiselius, 1996; www.houtinfo.nl)

w is het gravimetrisch vochtgehalte (kg water/kg droog gewicht) weergegeven in %; θ is het volumetrisch vochtgehalte (volume water/totaal volume) weergegeven in %; a is adsorptie; d is desorptie; v is het vochtgehalte waarbij de houtvezel verzadigd is

Houtsoort	ρ	w bij test	ρs	Gravimetrisch vochtgehalte w [%]							Volumetrisch vochtgehalte θ [%]					
				40% R.V.		60% R.V.		90% R.V.			40% R.V.		60% R.V.		90% R.V.	
	[kg/m³]	[%]	[kg/m³]	a	d	a	d	a	d	v	a	d	a	d	a	d
Naaldhout																
Minimum	375	10	342	8	9	10	12	16	18	23	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Maximum	508	22	460	9	10	12	14	21	23	30	0,04	0,05	0,06	0,06	0,09	0,10
Gemiddelde	452	13	402	9	10	11	13	18	21	28	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08
Veel toegepast naaldhout																
Dennen	450	12	402	9	10	12	14	16	18	29	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07
Grenen, Europees	500	12	446	9	10	11	13	17	20	30	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09
Grenen, Amerikaans				8	9	11	13	18	20	28						
Hemlock, western	508	11	460	9	10	12	13	18	21	29	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10
Lariks, Europees	500	12	446	9	10	12	14	21	23	28	0,04	0,04	0,05	0,06	0,09	0,10
Oregon pine				9	10	12	14	19	22	28						
Redwood, Californian	375	10	342	8	9	10	12	16	19	27	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Vuren, Scandinavisch	472	22	387	8	9	11	13	20	22	27	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	0,09
Vuren, Middeneuropees	428	11	387	9	10	12	14	20	23	28	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,09
Western red cedar	384	12	343	8	9	10	12	16	19	23	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07

Tabel 2 Vochtgehalten van veel toegepaste soorten loofhout (Wiselius, 1996; www.houtinfo.nl)

w is het gravimetrisch vochtgehalte (kg water/kg droog gewicht) weergegeven in %; θ is het volumetrisch vochtgehalte (volume water/ totaal volume) weergegeven in %; a is adsorptie; d is desorptie; v is het vochtgehalte waarbij de houtvezel verzadigd is

Houtsoort	ρ	w bij test	ρs	Gravimetrisch vochtgehalte (w) [%]							Volumetrisch vochtgehalte θ [%]					
				40% R.V.		60% R.V.		90% R.V.			40% R.V.		60% R.V.		90% R.V.	
	[kg/m³]	[%]	[kg/m³]	a	d	a	d	a	d	v	a	d	a	d	a	d
Loofhout																
Minimum	474	8	431	7	8	11	12	16	20	22	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09
Maximum	1010	17	861	9	10	12	14	19	22	30	0,08	0,09	0,10	0,12	0,16	0,19
Gemiddelde	701	12	621	8	9	11	13	18	21	27	0,05	0,06	0,07	0,08	0,11	0,13
Veel toegepast loofhout																
Beuken (ongestoomd)	722	13	642	7	8	11	12	18	21	30	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12	0,13
Beuken (gestoomd)	645	8	600	8	9	11	12	18	21	30	0,05	0,05	0,07	0,07	0,11	0,13
Eiken, Europees	641	16	555	9	10	12	13	19	22	30	0,05	0,06	0,07	0,07	0,11	0,12
Eiken, Amerikaans rood	700	14	614	8	9	11	13	17	20	28	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12
Essen	567	12	506	9	10	11	12	18	22	>30	0,05	0,05	0,06	0,06	0,09	0,11
Noten, Amerikaans	573	11	516	8	9	12	13	18	21	30	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11
Azobé	1010	17	861	9	10	12	14	19	22	25	0,08	0,09	0,10	0,12	0,16	0,19
Bangkirai	935	16	806	8	9	11	14	17	20	22	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16
Meranti, lichtrode	474	10	431	8	9	11	13	18	21	28	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09
Meranti, donkerrode	630	11	570	8	9	11	13	19	22	28	0,05	0,05	0,06	0,07	0,11	0,13
Merbau	813	11	732	8	10	11	13	16	20	23	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15

Tabel 3 Vochtgehalten van bouwmaterialen (SBR, 2000; SBR, 1982)

w is het gravimetisch vochtgehalte (kg water/kg droog gewicht) weergegeven in %; θ is het volumetrisch vochtgehalte (volume water/ totaal volume) weergegeven in %; a is adsorptie; d is desorptie

Bouw materiaal	ρ	w bij test	ρ_s	Gravimetrisch vochtgehalte (w) [%]						Volumetrisch vochtgehalte θ [%]					
	[kg/m ³]	[%]	[kg/m ³]	40% R.V.		65% R.V.		95% R.V.		40% R.V.		65% R.V.		95% R.V.	
				a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d
(Houten) plaatmateriaal															
Tri/multiplex	700	6,9	655	3	5	6	8	18	23	2	3	4	5	12	15
Hardboard	1000	8,1	925	3	8	5	11	11	22	3	7	5	10	10	20
Zachtboard	275	10,0	250	6	6	10	10	36	36	2	2	3	3	9	9
Spaanplaat	525	6,1	495	4	4	6	6	0	0	2	2	3	3		
Spaanplaat	1000	3,1	970	2	2	3	3	7	9	2	2	3	3	7	9
Houtwolcement	525	5,0	500	2	4	4	6	8	14	1	2	2	3	4	7
Gipsplaat	1100	0,1	1099	0,1	0,1	0,1	0,1	3	3	0,1	0,1	0,1	0,1	4	4
Metselsteen															
Gevelklinker	2100	0,1	2099	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3	0,3
Hardgrauw	1800	0,2	1797	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	1,1
Rood/boerengrauw	1500	0,2	1497	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	1,1
Kalkzandsteen	2000	1,3	1975	0,3	1,0	0,5	2,0	3,0	6,1	0,5	2	1	4	6	12
Grindbeton	2400	1,5	2365	0,8	1,3	1,3	1,7	3,4	3,4	2	3	3	4	8	8

Pleisterwerk			
<i>Cementpleister</i>	1900	0,5	1890
<i>Gipspleister</i>	1300	0,8	1290
Tegels	1800	0,4	1792
Diversen			
<i>Kurk</i>	150	8,7	138
<i>Linoleum</i>	1200	0,0	1200

0,3	0,3	0,5	0,5	2,1	2,1
0,0	0,0	0,8	0,8	2,3	2,3
0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6
4,3	4,3	8,7	8,7	21,7	21,7
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

0,5	0,5	1	1	4	4
		1	1	3	3
0,5	0,5	0,8	0,8	1	1
0,6	0,6	1,2	1,2	3	3
0	0	0	0		

Bijlage 3 Voorbeeldrapportage

A. Rapportage aan huurder als opdrachtgever

NAW

Datum:

Kenmerk:

Betreft: woninginspectie in verband met vocht

Geachte mevrouw...,

Onlangs vroeg u de GGD om uw woning te onderzoeken vanwege de luchtwegklachten van uw partner en uw jongste zoon. Op (*datum*) heeft (*naam medewerker*) van de GGD de gezondheidsklachten met u besproken en aansluitend uw woning bekeken. Zoals toegezegd, stuur ik u het hierna volgende verslag.

Korte samenvatting van het gesprek

U bent in maart 1999 in deze huurwoning van (*naam verhuurder*) gaan wonen. Ongeveer een halfjaar nadat u hier bent komen wonen, kreeg uw partner last van zijn luchtwegen (hoesten, benauwdheid). Hij gebruikt daarvoor medicijnen. Tijdens vakanties zijn de klachten vrijwel verdwenen; na terugkeer krijgt hij opnieuw klachten. In mei 2000 werd uw zoon geboren. Hij heeft sinds een jaar benauwdheidsklachten en krijgt nu ook medicijnen. Ook bij hem nemen de symptomen af als hij af en toe bij opa en oma logeert. U maakt zich zorgen om de gezondheid van uw gezin.

U meldde dat uw woning erg vochtig is. In de slaapkamer van uw zoontje zitten her en der vocht- en schimmelplekken op de muur. Het behang laat los. Deze verschijnselen worden erger als het regent.

Waarnemingen tijdens de woninginspectie

Vocht en schimmel

De slaapkamer van uw zoontje ligt op het westen. Aan de binnenzijde van de westgevel zijn op diverse plaatsen vochtkringen zichtbaar; enkele plekken zijn overgroeid met schimmel. Tijdens de inspectie werd het vochtgehalte van de muur op diverse plaatsen gemeten met een vochtmeter (merk ...). Uit de metingen blijkt dat vooral de rechterhelft van de muur veel vochtplekken heeft met een totaal oppervlak van meer dan 0,25 m². Aan de buitenzijde van dezelfde muur blijkt het voegwerk los te laten. De dakgoot is zichtbaar doorgezakt en lekt water langs de muur. In de overige ruimten van het huis zijn geen vochtplekken waargenomen.

Onderzoek naar overige omstandigheden die luchtwegklachten kunnen geven

- Allergie: uw partner en zoon zijn niet getest op allergie.
- Roken: in uw huis wordt niet gerookt; u bent beiden gestopt toen uw zoontje op komst was.
- Irriterende stoffen: in uw woning zijn niet veel materialen aangetroffen waarvan bekend is dat ze de irriterende stof formaldehyde in de lucht brengen; ook lijkt uw woning niet extreem warm en ziet er schoon en opgeruimd uit.

Ventilatie

De ventilatie van de woning vindt plaats door aanvoer van verse lucht via roosters en klepramen; de binnenlucht wordt afgezogen in de keuken, de wc en de doucheruimte door een ventilator op zolder. Tijdens de inspectie stond de ventilatieschakelaar in de keuken op stand 1. U meldde dat u een hogere stand vermijdt vanwege het lawaai. In de woonkamer staat het klepraam aan de achtergevel meestal open; ook het ventilatierooster in de voorgevel stond open tijdens de inspectie. In de slaapkamer van uw zoontje staat ook altijd een klepraam op een kier. Uw slaapkamer ventileert u alleen door 's morgens na het opstaan een halfuur te luchten. Deze slaapkamer heeft een klepraam. Dit raam blijft meestal dicht om te voorkomen dat koude lucht op uw hoofd valt.

Beoordeling

Uit ons gesprek met u blijkt dat de luchtwegklachten van uw partner en uw zoontje verminderen tijdens een verblijf buiten uw woning. Dat duidt erop dat de klachten iets met de omstandigheden in uw woning te maken kunnen hebben. Uit inspectie van uw woning blijkt dat in de slaapkamer van uw zoontje sprake is van vocht en schimmelgroei op een buitenmuur, die waarschijnlijk veroorzaakt worden door ondeugdelijk voegwerk en lekkage vanuit de dakgoot. Wat betreft de ventilatie van uw woning, blijkt dat deze nog kan worden geoptimaliseerd. In uw slaapkamer wordt namelijk alleen gelucht, en luchten is onvoldoende voor een goede luchtkwaliteit. Daarvoor is continue ventilatie door middel van een rooster of klepraam nodig.

Uit wetenschappelijk onderzoek van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) is gebleken dat luchtwegklachten erger kunnen worden als mensen wonen in een vochtig huis. Dat wil niet zeggen dat ze de klachten ook veroorzaken. Er kunnen andere factoren zijn, bijvoorbeeld een allergie voor huisstofmijt. Dit zou door een allergietest moeten worden vastgesteld. Ook al zijn de vocht- en schimmelplekken niet per se de oorzaak van de gezondheidsklachten, ze kunnen deze klachten wel erger maken en leiden tot een hoger medicijngebruik. Vanwege de gezondheid horen vocht en schimmel daarom niet in de woon- en slaapvertrekken van een woning thuis.

Te weinig ventilatie vermindert de luchtkwaliteit en vormt een extra belasting voor de luchtwegklachten.

GGD-advies

Op basis van bovenstaande overwegingen komt de GGD tot het volgende advies.

- 1 Vraag uw verhuurder de dakgoot en het voegwerk van de westgevel te herstellen.
- 2 Verwijder de schimmel met een sterke soda-oplossing. Als dit niet helpt, gebruik dan een chloorhoudend schoonmaakmiddel.
- 3 Ventileer de slaapkamer van uw zoontje zo goed mogelijk zodat de muur droogt en het vocht wordt afgevoerd.
- 4 Ventileer uw eigen slaapkamer ook gedurende het gebruik ervan. Om kouklachten van het geopende klepraam te vermijden, zou u de inrichting van de kamer kunnen aanpassen, bijvoorbeeld door uw bed en kledingkast van plaats te verwisselen.
- 5 In de overige ruimten is de ventilatie mogelijk voldoende. Wel adviseert de GGD om de mechanische afzuiging ten minste op stand 2 te zetten.
- 6 Vraag uw verhuurder te controleren of de capaciteit van de mechanische afzuiging voldoet aan de eisen.

- 7 Vraag uw verhuurder de geluidsproductie van de mechanische afzuiging te verminderen. Stand 1 is bedoeld voor afwezigheid van mensen, stand 2 voor aanwezigheid en stand 3 tijdens koken, douchen en het drogen van de was.

Mocht u over dit advies nog vragen of opmerkingen hebben, dan ben ik graag bereid tot een nadere toelichting. U kunt daarvoor bovenstaand doorkiesnummer bellen. Voor aanvullende informatie en tips over ventileren en omgaan met vocht en schimmels in uw woning, voeg ik twee informatiefolders bij deze brief. Meer nuttige tips vindt u op onze website.

Met vriendelijke groet,

B. Rapportage aan woningcorporatie als opdrachtgever

NAW

Datum:

Kenmerk:

Betreft: woninginspectie in verband met vocht

Geachte heer/mevrouw...,

Onlangs vroeg u de GGD om de woning (adres) te onderzoeken vanwege klachten van de bewoners. Op (*datum*) heeft (*naam medewerker*) van de GGD met de bewoner gesproken en aansluitend de woning geïnspecteerd. Hieronder volgt daarvan het verslag.

Korte samenvatting van het gesprek

Het gesprek vond plaats met mevrouw (*naam*) en werd gevolgd door een inspectie van de woning. Uit het gesprek is gebleken dat zowel de partner als het zoontje van mevrouw last hebben van luchtwegklachten en dat deze klachten duidelijk afnemen tijdens een verblijf elders. Beide personen met klachten gebruiken hiervoor medicijnen.

Waarnemingen tijdens de woninginspectie

Vocht en schimmel

De slaapkamer van het zoontje ligt op het westen. Aan de binnenzijde van de westgevel zijn op diverse plaatsen vochtkringen zichtbaar; enkele plekken zijn overgroeid met schimmel. Tijdens de inspectie werd het vochtgehalte van de muur op diverse plaatsen gemeten met een vochtmeter (merk...). Uit de metingen blijkt dat vooral op de rechterhelft van de muur veel plekken zitten waarvan het vochtgehalte beduidend hoger is dan op andere plaatsen van dezelfde muur. Op de grootste plekken is duidelijk schimmel zichtbaar. Het totale oppervlak van deze vochtplekken is groter dan 0,25 m². Aan de buitenzijde van dezelfde muur blijkt het voegwerk los te laten. De dakgoot is zichtbaar doorgezakt en er lekt water langs de muur. In de overige ruimten van het huis zijn geen vochtplekken waargenomen.

Onderzoek naar overige omstandigheden die luchtwegklachten kunnen geven

- Allergie: De partner en zoon van mevrouw zijn niet getest op allergie.
- Roken: In het huis wordt niet gerookt.
- Irriterende stoffen: in de woning zijn niet veel materialen aangetroffen waarvan bekend is dat ze de irriterende stof formaldehyde in de lucht brengen; ook lijkt de woning niet extreem warm en ziet er schoon en opgeruimd uit.

Ventilatie

Het ventilatiesysteem van de woning is van het type natuurlijk-mechanisch (type C). De feitelijke ventilatie wordt bepaald door de eigenschappen van het systeem en het ventilatiegedrag van de bewoner. De GGD heeft de verschillende ventilatievoorzieningen opgemeten en de capaciteit geschat aan de hand van de rekenmethode uit de Richtlijn Ventilatie Woningen. Op basis daarvan lijkt de capaciteit voldoende, maar laat de bruikbaarheid te wensen over, vooral vanwege de geluidsproductie van de mechanische afzuiging. Tijdens de inspectie stond de ventilatieschakelaar in de keuken op stand 1. Mevrouw meldde dat zij een hogere stand vermeed vanwege het lawaai. Verder blijken ventilatievoorzieningen goed gebruikt te worden, behoudens in de slaapkamer

van de ouders. Hier bevindt zich een klepraam dat niet wordt gebruikt vanwege comfortklachten.

Beoordeling en advies van de GGD

Uit ons gesprek met betrokkene blijkt dat de luchtwegklachten van haar partner en haar zoontje verminderen tijdens een verblijf buiten hun woning. Dat duidt erop dat de klachten iets met de omstandigheden in de woning te maken kunnen hebben.

Uit inspectie van de woning blijkt dat in de slaapkamer van het zoontje sprake is van vocht en schimmelgroei op een buitenmuur, die waarschijnlijk veroorzaakt wordt door ondeugdelijk voegwerk en lekkage vanuit de dakgoot. Wat betreft de ventilatie van de woning, blijkt dat deze nog kan worden geoptimaliseerd. Zo wordt het klepraam in de slaapkamer van de ouders niet gebruikt vanwege daarmee samenhangende problemen met het thermische comfort. Dit laatste lijkt echter te ondervangen door de inrichting van de slaapkamer aan te passen. In de overige ruimten (ook van het zoontje) lijkt de ventilatie voor normale omstandigheden voldoende, zowel wat betreft capaciteit als bewonersgedrag.

Uit wetenschappelijk onderzoek van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) is gebleken dat luchtwegklachten erger kunnen worden als mensen wonen in een vochtig huis. Dat wil niet zeggen dat ze de klachten ook veroorzaken. Er kunnen andere factoren zijn, bijvoorbeeld een allergie voor huisstofmijt. Dit zou door een allergietest moeten worden vastgesteld. Ook al zijn de vocht- en schimmelplekken niet per se de oorzaak van de gezondheidsklachten, ze kunnen deze klachten wel erger maken en kunnen leiden tot een hoger medicijngebruik. Vanwege de gezondheid horen vocht en schimmel daarom niet in de woon- en slaapvertrekken van een woning thuis.

Te weinig ventilatie vermindert de luchtkwaliteit en vormt een extra belasting voor de luchtwegklachten.

GGD-advies

Op basis van het bovenstaande komt de GGD tot het volgende advies:

- 1 De woning zodanig aan te passen dat de blootstelling van het zoontje aan vocht- en schimmelplekken afdoende wordt beperkt. Dat zou kunnen door de dakgoot en het voegwerk van de westgevel te herstellen. Als dit niet afdoende blijkt, kan overwogen worden om de westgevel aanvullend te impregneren met een hydrofoberend middel.
- 2 Het gebruik van de mechanische afzuiging te verbeteren door het systeem geluidarmer te maken. Dan zou kunnen door het aanbrengen van circa 1 m geluiddempende slang tussen de ventilatorbox en het afvoerkanaal vanuit de woning. Er lijkt hiervoor voldoende ruimte op zolder aanwezig.
- 3 Adviseer de bewoner om de schimmel te verwijderen met een sterke soda-oplossing en, als dit niet helpt, met een chloorhoudend schoonmaakmiddel.
- 4 Adviseer de bewoner om de slaapkamer van het zoontje extra te ventileren zodat de muur droogt en het vocht wordt afgevoerd.
- 5 Adviseer de bewoner om de ouderlijke slaapkamer ook gedurende het gebruik ervan te ventileren. Om koudeklachten van het geopende klepraam tot vermijden, zou de bewoner de inrichting van de kamer kunnen aanpassen; bijvoorbeeld door het bed en de kledingkast van plaats te wisselen.
- 6 Adviseer de bewoner om de mechanische afzuiging ten minste op stand 2 te zetten bij aanwezigheid en op stand 3 tijdens vochtproducerende activiteiten als koken, douchen en het drogen van de was.

7 Controleer de capaciteit van de mechanische afzuiging.

Mocht u over dit advies nog vragen of opmerkingen hebben, dan ben ik graag bereid tot een nadere toelichting. U kunt daarvoor bovenstaand doorkiesnummer bellen.

Voor aanvullende informatie en tips over ventileren en omgaan met vocht en schimmels in de woning, voeg ik twee informatiefolders bij deze brief. U kunt deze informatiefolders aan de bewoners geven. Tevens wil ik u erop attent maken dat deze en andere voor bewoners nuttige informatie ook te vinden is op de website van de GGD.

Met vriendelijke groet,

Bijlage 4 Infofolder ventilatie van woningen

VENTILATIE

Ventileren betekent: **verse buitenlucht naar binnen, vervuilde binnenlucht naar buiten**. Goed ventileren is 24 uur per dag ventileren.

Veelgestelde vragen

- Kan ik ziek worden als ik mijn huis niet voldoende ventileer?
- Waarom moet ik goed ventileren?
- Welk type ventilatiesysteem heeft mijn woning?
- Hoeveel moet ik ventileren en hoe kan ik dat in mijn woning bereiken?
- Hoe kan ik mijn woning goed ventileren bij warm weer?
- Bij welke activiteiten in huis moet ik extra ventileren?
- Wat is het verschil tussen ventileren en luchten?

Meer informatie

Wanneer u na het lezen van de informatie vragen heeft, kunt u contact opnemen met de GGD in uw regio (website GGD:).

Kan ik ziek worden als ik mijn huis niet voldoende ventileer?

Als u onvoldoende ventileert, wordt de lucht in uw huis niet goed ververst. De oude, gebruikte lucht blijft hangen. Er komt weinig verse buitenlucht naar binnen. Hierdoor kunnen gezondheidsklachten als hoofdpijn, benauwdheid, geïrriteerde slijmvliezen (keel, neus, ogen) en dufheid ontstaan.

Waarom moet ik goed ventileren?

Als u onvoldoende ventileert, wordt de lucht in uw huis niet goed ververst. De oude, gebruikte lucht blijft hangen. Er komt weinig verse buitenlucht naar binnen.

Hoe kan de lucht in mijn huis vervuild raken?

De lucht in huis kan verontreinigd raken door de woning zelf of door de bewoners:

- Door bezigheden in uw woning komen er allerlei stoffen in de binnenlucht. Denk bijvoorbeeld aan koken, schoonmaken, verven of roken.
- Er komen bijvoorbeeld vluchtige stoffen vrij uit meubels, vloerbedekking, elektronica en bouwmaterialen.
- Mensen verspreiden geurstoffen en ziektekiemen.

Als u niet goed ventileert, blijven deze stoffen in uw woning. Hierdoor kunt u gezondheidsklachten krijgen en kunnen vochtproblemen ontstaan. Daarom is goede ventilatie belangrijk.

Welk type ventilatiesysteem heeft mijn woning?

Door ventilatie komt verse buitenlucht de woning binnen (luchttoevoer) en verlaat de gebruikte binnenlucht de woning (luchtafvoer). In de tabel staan drie verschillende ventilatiesystemen beschreven.

**Type	Luchttoevoer	Luchtafvoer
A) Natuurlijke ventilatie	Via openstaande ramen en/of roosters	Via openstaande ramen en/of roosters
C) Natuurlijke en mechanische ventilatie	Via openstaande ramen en/of roosters	D.m.v een ventilator met afzuiging in keuken, badkamer en wc
D) Mechanische ventilatie (gebalanceerde ventilatie)	D.m.v. een ventilator met toevoer in woonkamer en slaapkamers	D.m.v een ventilator met afzuiging in keuken, badkamer en wc

** Type B, bestaande uit mechanische luchttoevoer en natuurlijke afvoer, komt in woningen zelden voor.

Type A Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer

Dit type komt vrijwel alleen nog voor in woningen die gebouwd zijn vóór circa 1975. Via openstaande (klep)ramen en/of roosters komt de buitenlucht in de woning en wordt vervuilde binnenlucht naar buiten afgevoerd.

Herkennen

De woon- en slaapkamers zijn voorzien van klepramen en/of ventilatieroosters. In het toilet en de badkamer is vaak alleen een (klep)raampje. Meestal is er in de keuken een rooster dat is aangesloten op een kanaal dat lucht afvoert naar een pijp op het dak. Deze pijp werkt als een soort schoorsteen en zorgt voor luchtafvoer door natuurlijke trek (wind, thermiek). Bij inpandige doucheruimtes treft men vaak ook zo'n afvoerkanaal voor natuurlijke afvoer aan; vaak is hierin een kleine ventilator aangebracht die al dan niet op de lichtschakelaar is aangesloten. Als de ventilator op de lichtschakelaar is aangesloten, schakelt hij zich ongeveer 20 minuten nadat men het licht uit heeft gedaan, vanzelf uit. Dit is te kort na douchen.



Klepraam



Ventilatierooster

Type C Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer

Dit type komt het meeste voor. Via openstaande ramen en/of roosters komt de buitenlucht in de woning. In de keuken, het toilet en de badkamer zuigt een ventilator de binnenlucht naar buiten.

Herkennen

U kunt de mechanische luchtafvoer herkennen aan de ventielen in muur of plafond in keuken, toilet en badkamer. In de keuken, en soms ook in de badruimte, zit een schakelaar met 2 of 3 standen waarmee u de ventilatorsnelheid kunt instellen.

Op zolder of in een berging hangt een eenvoudige ventilatorbox. Hierin bevindt zich de ventilator die voor de luchtafvoer zorgt. Bij appartementen is soms sprake van een centraal ventilatiesysteem waarbij meerdere appartementen op

één afvoerventilator zijn aangesloten. Deze ventilator bevindt zich vaak op het dak van het appartementengebouw. De capaciteit van de ventilatie is meestal geregeld met een tijdschakeling: hoogstand overdag, laagstand 's nachts.



Afvoerventiel



Driestanden schakelaar



Ventilatorbox

Type D Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning

Dit type is de afgelopen tien jaar steeds vaker toegepast in nieuwbouwwoningen. De lucht wordt door een ventilator via kanalen en inblaasventielen in de woon- en slaapkamer(s) *aangevoerd*. In de keuken, het toilet en de badkamer wordt de lucht door een ventilator naar buiten *afgevoerd*. Het systeem beperkt het energieverbruik. De warmte in de afgevoerde ventilatielucht wordt gebruikt om de koude buitenlucht op te warmen zonder dat beide luchtstromen met elkaar in contact komen; de aangevoerde buitenlucht wordt dus niet vervuild door de afgevoerde binnenlucht.

Herkennen

U kunt de mechanische luchttoevoer onder andere herkennen aan een veel toegepast type ventiel. Voor de luchtafvoer wordt een ander type ventiel gebruikt.



Toevoerventiel in woon- en slaapkamers



Afvoerventiel in keuken, wc en badkamer

In de keuken, en soms ook in de badruimte, zit een schakelaar met 2 of 3 standen waarmee u de ventilatorsnelheid kunt instellen. Op zolder of in een berging hangt de ventilatiebox met warmteterugwinunit (wtw). Meestal zijn er geen klepramen of roosters in een woning met dit type ventilatiesysteem. Er zijn vaak alleen draaikiepramen.



driestandenschakelaar



Twee voorbeelden van een wtw-unit



draaikiepraam

Hoeveel moet ik ventileren en hoe kan ik dat in mijn woning bereiken?

Hoeveel u moet ventileren hangt vooral af van het aantal personen dat in een ruimte aanwezig is. De GGD adviseert om overdag minimaal 36, maar bij voorkeur 50 m³/u per persoon te ventileren; 's nachts tijdens het slapen is minimaal 25 tot 36 m³/u per persoon voldoende. Dus in een woonkamer met vier personen is 150 tot 200 m³/u aan luchtverversing nodig. Hoe u deze mate van luchtverversing kunt bereiken, hangt af van het type ventilatiesysteem in uw woning.

Type A Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer

Onderstaande tabel geeft een indruk van wat u zoal moet doen om een bepaalde hoeveelheid luchtverversing te krijgen bij een woning met natuurlijke ventilatie (type A). De waarden in de tabel gelden voor gemiddelde weersomstandigheden. Dat wil zeggen dat als het hard waait, u ramen en roosters meer of minder kunt sluiten en bij weinig wind verder open moet zetten.

Geschatte luchtverversing bij natuurlijke ventilatie

Voorzieningen per ruimte	m ³ /u
1 rooster van 100 cm lang en 4 cm hoog	14
1 klepraam van 80x35 cm (boven deur) op kierstand (7 cm open)	57
In twee tegenover elkaar liggende gevels elk 1 rooster van 100 cm lang en 4 cm hoog	72
In 1 gevel een klepraam op kierstand 7 cm; in andere gevel 1 rooster 100 cm lang en 4 cm hoog	115
In twee tegenover elkaar liggende gevels elk 1 klepraam op kierstand (4 cm)	180
In twee tegenover elkaar liggende gevels elk 1 klepraam op kierstand (7 cm)	280
1 klepraam op kierstand 7 cm en natuurlijk afvoerkanaal doorsnede 12 cm	50 tot 65

Verder gelden de volgende tips:

- Zorg dat er altijd raampjes of roosters openstaan in de woonkamer, slaapkamer, badkamer en keuken.
- Maak ventilatieroosters regelmatig schoon.
- Het is het beste om raampjes of roosters open te zetten in buitenmuren die tegenover elkaar liggen. Dan ontstaat dwarsventilatie.
- De ramen hoeven niet helemaal open te staan, een stukje is vaak al genoeg, zeker als u ramen tegenover elkaar opent. Wanneer er meer mensen in de ruimte zijn, moeten de ramen verder openstaan.
- Ontstaan er in de winter tocht- of koudeklachten wanneer de ramen open staan? Zet ze dan op een kier. Liever op een kier, dan helemaal gesloten.
- Open ramen en roosters die zich zo ver mogelijk van de stoelen of bank bevinden. Pas eventueel uw inrichting erop aan. Een geopend klepraam boven de tv of loopruimte geeft minder comfortklachten dan direct boven uw leunstoel of bank.
- Ventileer extra tijdens koken en douchen. Dit kan door middel van het openen van een extra raam of rooster. Laat in de badkamer het raam meerdere uren (circa drie uur) openstaan. Het duurt enige uren voordat de badkamer echt droog is na gebruik van bad of douche.

Type C Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer

- Zorg dat er altijd raampjes of roosters openstaan in de woonkamer, slaapkamer, badkamer en keuken.
- Maak ventilatieroosters regelmatig schoon.
- De mechanische afzuiging in uw woning moet **altijd** aan staan.
- Zet de schakelaar van de ventilatorsnelheid op 3 als u thuis bent en zolang uw woning vocht- en schimmelplekken bevat. Is dit voorbij of maakt het systeem te veel lawaai, zet het dan op stand 2. Zet het systeem alleen op de laagste stand wanneer u lange tijd niet in huis bent.
- Zet het systeem tijdens koken en douchen in ieder geval op stand 3.
- Sluit een onderhoudscontract af. Wanneer een ventilatiesysteem niet goed onderhouden wordt, neemt de capaciteit af met ongeveer 10 procent per jaar. Hierdoor werkt het systeem na zo'n vijf jaar niet meer voldoende door vervuiling, ontregeling en/of veroudering.

Type D Mechanische ventilatie (gebalanceerde ventilatie)

- De mechanische ventilatie in uw woning moet **altijd** aan staan.
- Zet de schakelaar van de ventilatorsnelheid op 3 als u thuis bent en zolang uw woning vocht- en schimmelplekken bevat. Is dit voorbij of maakt het systeem te veel lawaai, zet het dan op stand 2. Zet het systeem alleen op de laagste stand wanneer u lange tijd niet in huis bent.
- Zet het systeem tijdens koken en douchen in ieder geval op stand 3.
- Maak de filters van het ventilatiesysteem regelmatig schoon. Vervang ze tijdig. Zodra vuil op de filters zichtbaar wordt, dienen de filters schoongemaakt te worden.
- Sluit een onderhoudscontract af. Wanneer een ventilatiesysteem niet goed onderhouden wordt, neemt de capaciteit af met ongeveer 10 procent per jaar. Hierdoor werkt het systeem na zo'n vijf jaar niet meer voldoende door vervuiling, ontregeling en/of veroudering.

Hoe kan ik mijn woning goed ventileren bij warm weer?

- Open de ramen en/of roosters aan de schaduwzijde van uw woning. Dat is aan de noordoost-, noord- of noordwestzijde.
- Open ook ramen die hoog in de woning zijn geplaatst, bijvoorbeeld op zolder. Warme lucht stijgt op en kan zo via het zolderraam de woning verlaten. Open, indien mogelijk, ramen aan de schaduwzijde. Als u ook de binnendeuren opent, ontstaat er een flinke luchtstroom die de woning enigszins koel houdt. U kunt deze luchtstroom het beste ook 's nachts in standhouden. Hierdoor koelt uw woning af door de koele nachtlucht. Houd wel rekening met inbraakveiligheid!

Bij mechanische ventilatie (type D): schakel de bypass van de warmteterugwinunit (wtw) in. Dit voorkomt dat de wtw de warmte in de woning vasthoudt. In de gebruikershandleiding van uw wtw vindt u meer informatie. Deze handleiding zit meestal in een plastic hoesje op de wtw geplakt.

Bij welke activiteiten in huis moet ik extra ventileren?

Douchen en koken

Ventileer goed tijdens koken en douchen, want dan komt er veel vocht vrij. Bij koken op gas of bij gebruik van een afvoerloze geiser komen bovendien verbrandingsgassen in de woning. Door extra ventilatie worden vocht, verbrandingsgassen en (kook)luchtjes naar buiten afgevoerd. Zo voorkomt u dat deze luchtverontreinigende stoffen in de woning verspreid worden.

Zet tijdens het douchen (indien van toepassing):

- het raam of rooster open;
- het afzuigsysteem in de badkamer aan;
- het afzuigsysteem in de badkamer op stand 3.

Doe dit minimaal tot drie uur na het douchen. Het duurt enige uren voordat de badkamer echt droog is na gebruik van bad of douche. Houd de badkamerdeur gesloten. Zo wordt het vocht naar buiten afgevoerd en verspreidt het zich niet in de woning.

Zet tijdens het koken (indien van toepassing):

- een raam of rooster open;
- de afzuigkap aan;
- het afzuigstelsysteem minimaal op stand 3.

Doe dit minimaal tot één uur na het koken. Maak het filter van de afzuigkap eens per halfjaar schoon of vervang het tijdig.

Klussen

Ook tijdens het klussen komen er veel schadelijke stoffen in de lucht. Zet ramen en roosters dan verder open. Zet het ventilatiesysteem op de hoogste stand. Draag een stofmasker als u hout schuurt.

Wat is het verschil tussen ventileren en luchten?

Ventileren betekent: **verse buitenlucht naar binnen, vervuilde binnenlucht naar buiten**. Goed ventileren is 24 uur per dag ventileren.

Luchten betekent dat u extra ramen of deuren openzet. Zo kunt u snel veel vocht en schadelijke stoffen kwijtraken. Dit is vooral belangrijk tijdens en na het koken, douchen, doe-het-zelven of wanneer er te veel rook in de ruimte is. Luchten is een aanvulling op ventileren, maar kan ventilatie **niet** vervangen.

Bijlage 5 Informatiefolder vocht en schimmels in woningen

Vraagt u zich af of de luchtwegklachten van u of een van uw huisgenoten te maken kunnen hebben met vocht en schimmel in uw woning, dan staat in deze folder voor u belangrijke informatie. Ongeveer 15 procent van de woningen in Nederland is vochtig. Te veel vocht kan de kwaliteit van de binnenlucht verminderen. Dit kan de gezondheid van de bewoners aantasten.

Veelgestelde vragen

- Hebben mijn luchtwegklachten te maken met vocht en schimmels in het huis?
- Zijn er nog andere omstandigheden in mijn woning die invloed hebben op luchtwegklachten?
- Wanneer kunnen schimmels gaan groeien in mijn huis?
- Hoe kan ik schimmels bestrijden?
- Hoe komt vocht in huis?
- Hoe houd ik mijn huis droog? Of: Hoe raak ik het teveel aan vocht weer kwijt?
- Hoe herken ik dat het vochtig is in huis?
- Wanneer is de lucht in mijn huis te vochtig of te droog?
- Kan ik reuma krijgen doordat ik in een vochtig huis woon?
- Kan ik ziek worden van te weinig vocht in mijn huis?

Meer informatie

Wanneer u na het lezen van de informatie vragen heeft, kunt u contact opnemen met de GGD in uw regio (NAW, website url et cetera)

Hebben mijn luchtwegklachten te maken met vocht en schimmels in huis?

Uit wetenschappelijk onderzoek van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) is gebleken dat *luchtwegklachten erger kunnen worden* als mensen in een huis wonen met vocht- en schimmelproblemen. Dat wil niet zeggen dat ze de klachten ook *veroorzaken*. Er kunnen ook andere oorzaken zijn voor de klachten. Zo kunnen mensen bijvoorbeeld allergisch zijn voor huisstofmijt. Dit zou door een allergietest moeten worden vastgesteld. Ook al zijn de vocht- en schimmelplekken niet per se de oorzaak van de gezondheidsklachten, ze kunnen deze klachten wel verergeren en kunnen leiden tot een hoger medicijngebruik. Vanwege de gezondheid horen vocht en schimmel daarom niet thuis in de woon- en slaapvertrekken van een woning.

Zijn er nog andere omstandigheden in mijn woning die invloed hebben op luchtwegklachten?

Er zijn veel andere factoren die invloed kunnen hebben op luchtwegklachten; voor een deel hebben die te maken met uw gevoeligheid voor deze factoren. Mensen bij wie familieleden astma hebben, kunnen zelf ook gevoelig zijn voor deze klachten of een allergie ontwikkelen voor bijvoorbeeld huisstofmijt, graspollen en dergelijke. Verder hangt er veel af van de woonomstandigheden. Naast vocht en schimmels kunnen de volgende factoren invloed hebben op luchtwegklachten:

- te weinig ventilatie;
- veel formaldehydebevattend spaanplaat in huis;
- gebruik van geurverspreiders;
- de aanwezigheid van huisdieren zoals honden en katten;
- een binnenluchttemperatuur hoger dan 22 °C, in combinatie met veel stof in huis.

Mensen met luchtwegklachten reageren vaak op meer dan één van deze factoren en zelden alleen op vocht en schimmel.

Wanneer kunnen schimmels gaan groeien in mijn huis?

De meeste schimmels groeien het best in een vochtige omgeving. Ze groeien op materialen die als voedingsbodemp kunnen dienen en die vocht kunnen opnemen en weer afstaan. Materialen waar schimmels op groeien zijn bijvoorbeeld:

- plantaardig materiaal, zoals hout, papierbehang of gipsplaat;
- ruwe oppervlakken waarop huisstof zich kan verzamelen.

Schimmels maken sporen; dat zijn een soort 'zaadjes' die zich via de lucht verspreiden. Zodra deze sporen op een plek komen waar voldoende vocht is, zullen ze ontkiemen en ontstaat een nieuwe schimmelplek. In de woonomgeving komen veel schimmels voor in bijvoorbeeld huisstof, groente-, fruit- en tuinafval. De enige manier om schimmelgroei te voorkomen, is te zorgen dat de woning voldoende *droog* blijft. De schimmels die van nature in de buitenlucht voorkomen, vormen geen belangrijke bron voor de belasting aan schimmels in de binnenlucht.

Hoe kan ik schimmels bestrijden?

Schimmels kunt u het best bestrijden door het wegnemen van de vochtbron. Het hangt dus helemaal af van de oorzaak van het vochtprobleem hoe de schimmel het beste kan worden aangepakt. Veelvoorkomende oorzaken zijn condensatie op niet-geïsoleerde muren, lekkage van een dakgoot of waterleiding, vocht dat optrekt vanuit de bodem via de fundering en de muren of te weinig ventilatie. In het algemeen ligt het buiten de mogelijkheden van de bewoner om deze oorzaken van vochtproblemen zelf weg te nemen; dat is een taak voor een aannemer of installateur. Dat geldt ook voor te weinig ventilatie, mits dat tekort te wijten is aan een gebrek aan capaciteit en verminderde bruikbaarheid. Echter, het komt ook voor dat bewoners door onwetendheid te weinig van de beschikbare ventilatiemogelijkheden gebruikmaken. Meer informatie hierover treft u aan in de GGD-folder over ventileren.

Als de oorzaak van het vochtprobleem is weggenomen, kan de schimmel worden bestreden door de aangetaste delen te behandelen met een sterke soda-oplossing of, als dit niet helpt, met een chloorhoudend schoonmaakmiddel.

Gebruik hierbij een harde vochtige borstel. Verwijder schimmels nooit met een droge borstel. Dan kunnen veel schimmeldeeltjes in de lucht terechtkomen.

Draag handschoenen en een mondkapje. Verwijder de schimmels niet zelf als u allergisch bent voor schimmels of indien u luchtwegklachten heeft.

Bij ruwe oppervlakken dringen de schimmeldraden in het materiaal. Dit geldt bijvoorbeeld voor hout, kit, gips en pleisterwerk. De schimmels kunnen dan alleen verwijderd worden door de beschimmelde delen van het materiaal te verwijderen.

Hoe komt vocht in huis?

Vocht kan op verschillende manieren in huis komen. De twee voornaamste oorzaken zijn:

- Bouwtechnische oorzaken. Voorbeelden zijn bouwvocht, optrekkend vocht, condensatie op niet-geïsoleerde buitenmuren of ramen, een vochtige kruipruimte en lekkages.
- Bewonersgedrag. Door alledaagse activiteiten zoals koken, het drogen van was, schoonmaken, douchen en afwassen komt vocht vrij (waterdamp). Ook in de lucht die u uitademt, zit vocht.

Hoe houd ik mijn huis droog? Of: Hoe raak ik het teveel aan vocht weer kwijt?

Afvoeren van vocht

- Ventileer continu. Zorg dat er altijd ramen en/of roosters openstaan. Indien aanwezig, gebruik de mechanische afzuiging. Zo kan uw huis 'ademen'. De droge buitenlucht stroomt naar binnen en de vochtige binnenlucht gaat naar buiten. Vooral in de winter is de buitenlucht droger dan de binnenlucht. Lucht uw huis regelmatig. Hierdoor raakt u snel veel vocht kwijt. Tijdens douchen en koken ontstaat er extra vocht. Ventileer daarom extra goed wanneer u doucht of kookt. Dit kan door middel van mechanische afzuiging of door een raampje/rooster te openen. Lucht ook extra na het douchen of koken door een raam of een buitendeur open te zetten. Het condenswater dat van enkel glas afloopt, komt vaak terecht in een speciaal gootje onder aan de ruit. Zorg dat de gaatjes die het water moeten afvoeren, open zijn. Ventilatioeroosters onder in de buitenmuur zorgen voor afvoer van vocht uit de kruipruimte. Zorg dat deze roosters altijd openstaan. Houd deze goed schoon. Bij nieuw- en verbouw kan het gebruikte bouw materiaal een bron van vocht vormen. Door de betreffende ruimte te verwarmen en tegelijk te ventileren, kan het bouwvocht afgevoerd worden. Dit is de efficiëntste manier om het bouwvocht zo snel mogelijk kwijt te raken.

Verspreiding van vocht tegengaan

- Probeer de productie van vocht te beperken. Droog de was zoveel mogelijk buiten of gebruik een droger die het vocht naar buiten afvoert. Hierdoor voorkomt u dat het vocht uit de was in de woning komt.
- Houd de deuren van de keukens en badkamer dicht wanneer u kookt of doucht. Zo verspreidt het vocht zich niet in de woning.
- Maak na het douchen de wanden en de vloer droog, bijvoorbeeld met een raamwischer. Zo wordt het water afgevoerd via het afvoerputje en komt het niet in de woning.
- Repareer lekkages zo snel mogelijk.

Verwarm uw huis

- Laat uw huis 's nachts niet te veel afkoelen. Koude lucht kan minder vocht bevatten dan warme lucht. Wanneer het te koud wordt in huis, kan condensatie optreden.
- Verwarm uw huis goed en gelijkmatig. Dit geldt ook voor de slaapkamers. Optimaal is een temperatuur overdag tussen 18 en 20 °C, overdag niet hoger dan 22 °C en 's nachts niet lager dan 15 °C.
- Indien nodig, verbeter de isolatie van buitenmuren, ramen, vloer en dak. Hierdoor voorkomt u dat vocht gaat condenseren op koude plekken in huis.

Hoe herken ik dat het vochtig is in huis?

Als er te veel vocht in huis is, kunt u dit merken aan:

- een muffe lucht;
- vochtplekken;
- schimmelplekken;
- loslatend behang;
- rottend hout;
- condens op de ramen.

Wanneer is de lucht in mijn huis te vochtig of te droog?

Lucht kan een bepaalde hoeveelheid waterdamp bevatten. Bij een hoge temperatuur kan de lucht meer vocht bevatten dan bij een lage temperatuur. Wanneer lucht afkoelt, zal bij een bepaalde temperatuur condensatie optreden.

De relatieve luchtvochtigheid geeft aan in welke mate de lucht verzadigd is met vocht. Wanneer de temperatuur daalt, kan de lucht minder vocht bevatten. Dan stijgt de relatieve luchtvochtigheid. De relatieve luchtvochtigheid dient tussen 30 en 70 procent te zijn.

Bij doe-het-zelfzaken kunt u voor weinig geld een hygrometer kopen. Hiermee kunt u de relatieve luchtvochtigheid in uw woning zelf in de gaten houden.

Kan ik reuma krijgen doordat ik in een vochtig huis woon?

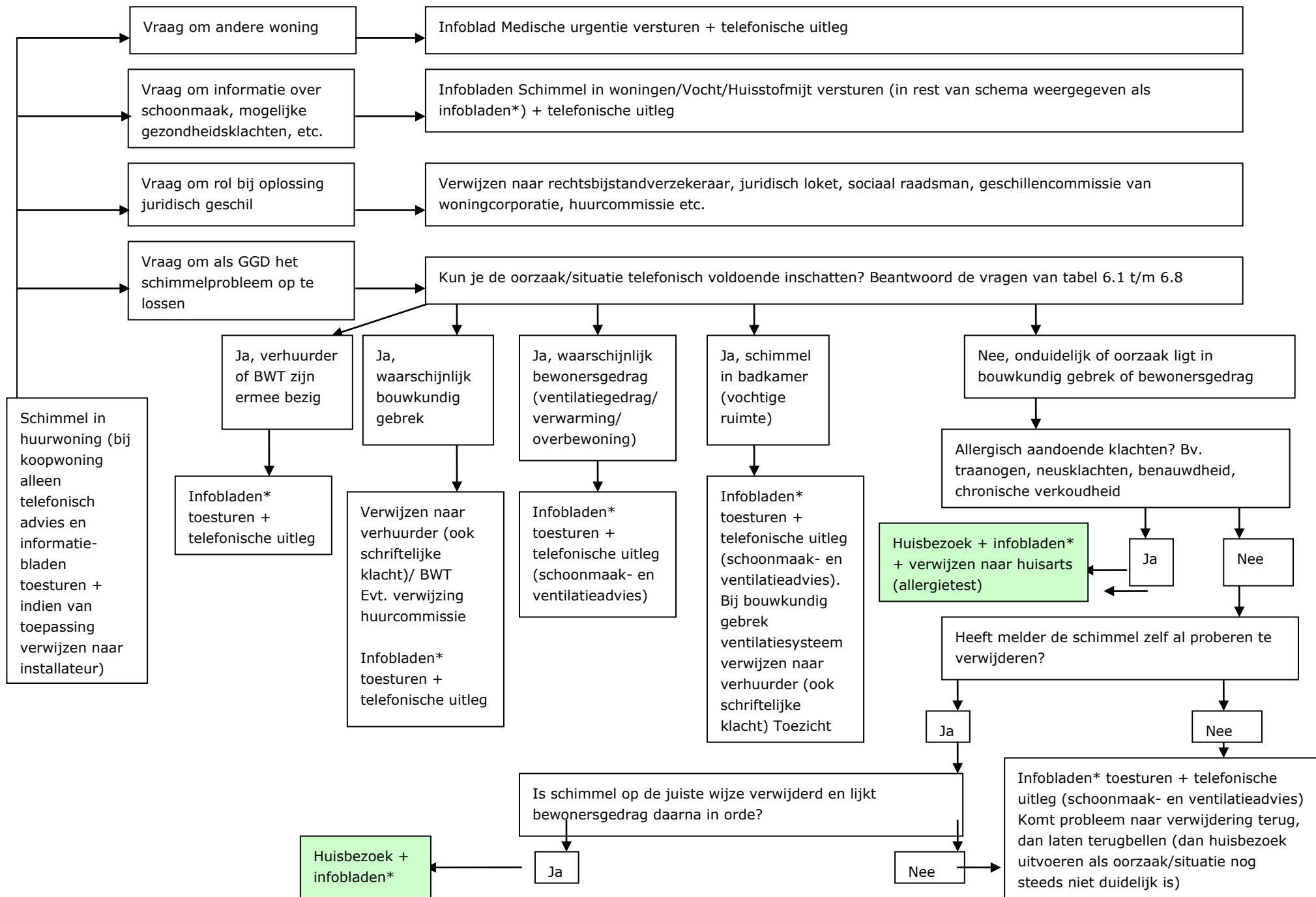
Een relatie tussen een vochtige woning en het krijgen van reuma is nooit aangetoond. Wel kunnen reumaklachten verergeren door een koude en/of vochtige woning.

Kan ik ziek worden van te weinig vocht in mijn huis?

De relatieve luchtvochtigheid dient tussen 30 en 70 procent te zijn. Als de relatieve luchtvochtigheid daalt tot circa 20 procent, is dit op zich geen probleem. Wel kan dit in combinatie met stoffigheid leiden tot irritatie van de slijmvliezen van oog, neus en keel.

Een lage relatieve luchtvochtigheid in huis komt van nature voor op dagen met matige tot strenge vorst. De buitenlucht bevat dan heel weinig vocht.

Bijlage 6 Voorbeeld behandeling telefonische melding bij de GGD Rotterdam



Bijlage 7 Biochemie van biologische afbraakprocessen

Bron: Alexander, M. (1977); Madigan, MT et al. (2003), Paul, E.A. (2007).

De micro-organismen (schimmels, bacteriën) vormen een essentiële schakel in de natuurlijke kringloop van nutriënten (C, N, P, K) doordat ze het door planten en dieren opgebouwde organische materiaal afbreken.

Planten zijn voor hun groei afhankelijk van drie belangrijke factoren: energie uit zonlicht, kooldioxide uit de lucht en het water, met daarin opgeloste mineralen (onder andere N, P, K), uit de bodem. Bij dit proces vormen zij naast suikers, eiwitten en vetten een complexe structuur van biopolymeren, bestaande uit cellulose, hemicellulose en lignine (het ligno-cellulosecomplex). Hoe ouder het gewas, hoe meer lignine het naar verhouding bevat. Deze biopolymeren geven houtige gewassen stevigheid en structuur. De voornaamste bouwstenen van deze polymeren zijn suikers; zo ontstaat cellulose door polymerisatie van glucose waarbij per molecuul glucose een molecuul water vrijkomt. Zodra planten of plantdelen afsterven (bijvoorbeeld bladval in de herfst) breken micro-organismen deze af en komen energie en nutriënten beschikbaar voor hun levensprocessen. Bij dit afbraakproces is de aanwezigheid van water van essentieel belang. Het vormt niet alleen een belangrijk bestanddeel van de levende cel, maar is ook een onmisbaar medium voor transport van opgeloste stoffen van en naar de microbiële cel, voor de hydrolyse van biopolymeren en voor de kolonisatie van het substraat. Micro-organismen scheiden extracellulaire enzymen af, die zorgen voor de hydrolyse van de biopolymeren. Door hydrolyse worden de polymeren door binding met water weer opgeknipt in losse suikermoleculen die in water oplosbaar zijn en door de micro-organismen worden opgenomen. Eenmaal opgenomen in de microbiële cel, kunnen de suikers met behulp van zuurstof worden omgezet in CO₂ en water. Bij deze reactie komt veel energie vrij. Deze omzetting met behulp van zuurstof heet aerobe afbraak. De afbraak kan ook plaatsvinden onder zuurstofloze omstandigheden (anaeroob); daarbij kunnen allerlei stoffen vrijkomen zoals methaan, aldehyden, ketonen, organische zuren (azijnzuur, propionzuur en dergelijke) en alcoholen (methyl-, ethylalcoholen dergelijke). De aerobe afbraakroute (dus met zuurstof) levert voor de microben veel meer energie op dan via de anaerobe route en zal dus als eerste optreden.

Het proces van biologische afbraak in de microbiële cel ten behoeve van de levensprocessen van deze cel, wordt *metabolisme* genoemd. Biologische afbraak bestaat uit een reeks van elkaar opvolgende processen waarin diverse microorganismen betrokken zijn. Vaak vinden de eerste processtappen onder zuurstofloze omstandigheden plaats. De hierbij ontstane afbraakproducten worden vervolgens in een zuurstofrijkere omgeving verder omgezet tot koolzuurgas en water.

Vooraf bij anaerobe (zonder zuurstof) afbraakprocessen kunnen allerlei geurtjes ontstaan, die herkenbaar zijn voor rottend materiaal. Zo heeft propionzuur een onaangename scherpe geur. De sterkste geuren komen echter vrij bij anaerobe afbraak van zwavelhoudende verbindingen waarbij bijvoorbeeld zwavelwaterstof (geur van rotte eieren) en thiolen worden gevormd. Deze stoffen hebben een indringende geur. Deze sterke geuren ontstaan alleen als het om grote hoeveelheden organisch materiaal gaat, bijvoorbeeld bij compostering.

J. van Ginkel et al.

RIVM rapport 609300022/2012

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

september 2012