

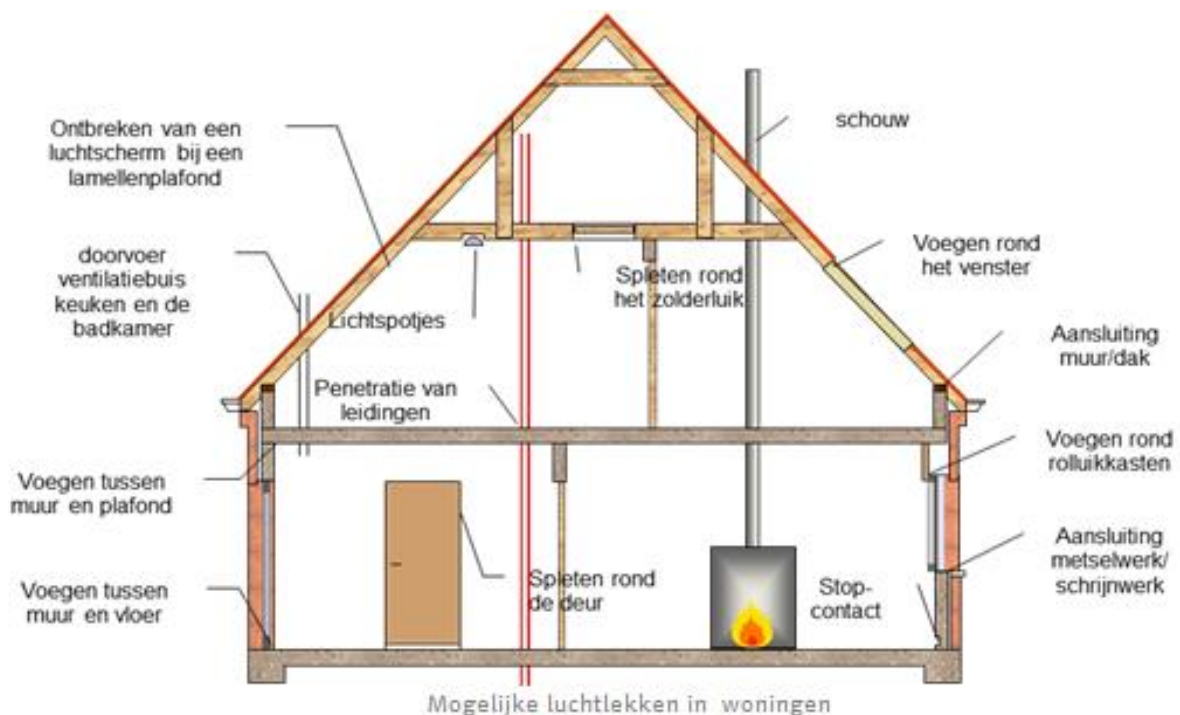
## Wind- en luchtdicht bouwen

Wil je je woning isoleren, dan is het goed om weten dat het niet zozeer het isolatiemateriaal is dat isoleert, maar wel de mate waarin we erin slagen om droge lucht 'vast te houden'. Stilstaande lucht is immers de beste isolator. Daarom is het belangrijk dat we een constructie aan de buitenzijde winddicht en aan de binnenzijde luchtdicht afwerken.

### Luchtscherm aan de warme kant (binnenzijde) van de isolatie

#### Waarom luchtdicht bouwen?

Isoleren betekent het creëren een laag droge, stilstaande lucht tussen binnen en buiten, dus moeten we ervoor zorgen dat er geen lucht via de gebouwschil naar buiten kan ontsnappen. In de meeste woningen zijn echter veel kieren en spleten waarlangs lucht naar binnen of buiten kan. Naarmate de temperatuursverschillen tussen binnen en buiten groter zijn en er meer wind is, zal er meer lucht ontsnappen uit de woning. In een slecht luchtdichte woning hebben we geen enkele controle over de hoeveelheid of de richting van de binnen- of buitengaande lucht. Een energiezuinige woning betekent dus ook een goed luchtdichte woning. Afhankelijk van de opbouw van een constructieonderdeel, zullen we hiervoor al dan niet een afzonderlijk luchtscherm moeten gebruiken.



Met een goede luchtdichtheid beperken we de warmteverliezen: verlies van warme lucht betekent ook het binnenstromen van koude lucht die opnieuw moet worden opgewarmd. Een goede luchtdichtheid heeft nog tal van andere voordelen, zoals vermijden van een te droog binnenklimaat, minder tocht, minder geluidsoverdracht, betere werking van het ventilatiesysteem.

### Het ontwerpen van een luchtdichte woning

Het realiseren van een goede luchtdichtheid start al van bij het ontwerp van de woning: bij de keuze van vorm, constructiewijze, materialen en aansluitingen moet rekening gehouden worden met de gewenste luchtdichtheid. De oplossingen moeten vooral goed doordacht zijn. Deze detailleringen zullen naderhand doorgesproken moeten worden met de uitvoerders. Het gaat niet alleen over het plaatsen van een luchtscherm, maar evengoed over het luchtdicht uitvoeren en afwerken. Een nauwgezette opvolging is van groot belang. Fouten die tijdens de constructie worden gemaakt kunnen later niet of slechts met grote inspanning worden verbeterd. Ook in een bestaande woning kan de luchtdichtheid worden aangepakt door vaak evidente lekken aan te pakken: slecht sluitend schrijnwerk, rolluikkasten, kelder en zolder afsluitingen, open verbrandingstoestellen, ... Toch zal het moeilijk zijn om bij verbouwingen dezelfde graad van luchtdichtheid te bereiken als bij een goed geconcipeerde nieuwbouw.

Het plaatsen van een luchtscherm op een correcte wijze garandeert zowel een langere levensduur van de constructie en een beter binnenklimaat, als een besparing op de energiekosten. Belangrijk is wel dat het luchtscherm gelijktijdig wordt aangebracht met de isolatie.

### Windscherm aan de koude kant (buitenzijde) van de isolatie

#### Waarom winddicht bouwen?

Een constructie wordt zo opgebouwd, dat ze afgeschermd is via de buitenzijde van de invloed van de regen en wind. Vb. bij een spouwmuur zal de gevelsteen ervoor zorgen dat de achterliggende constructie droog blijft. Bij geïsoleerde constructies moeten we extra aandacht besteden aan de invloed van de wind. Wanneer de isolatie niet afgeschermd wordt van de wind, zal het isolerend effect deels verloren gaan. Dit is het geval bij sommige massieve constructies, maar meer nog bij lichte constructies. Bij een hellend dak bijvoorbeeld, zullen onderdak en dakbedekking samen de functie van regendichting vervullen. Het onderdak zorgt ervoor dat regen die eventueel onder de pannen geblazen wordt door de wind, naar de goot wordt afgevoerd. Bij een geïsoleerd hellend dak gaan we een stap verder. We streven immers naar enkel naar een droog isolatiemateriaal, maar ook naar een laag stilstaande lucht, wat niet het geval is als de wind via kieren in het onderdak door de isolatie kan blazen. Om te begrijpen wat het effect van een goede winddichting is, kunnen we isolatie vergelijken met het dragen van een dikke trui. Een trui beschermt ons immers tegen de koude, maar wanneer we naar buiten gaan, trekken we er een jas over om te verhinderen dat de wind de warmte uit de trui blaast. Het onderdak moet dus de functie van **windscherm** opnemen. Bij alle constructies waar de isolatie bereikbaar is voor de wind, zullen we dus aandacht moeten besteden aan een winddichte afwerking, vb. ook wanneer we een volle muur van 30 cm langs de buitenzijde gaan isoleren.

## Het ontwerpen van een winddichte woning

Niettegenstaande het belang van een goede winddichting nog niet in dezelfde mate wordt erkend als die van een goede luchtdichting, is het effect ervan niet te onderschatten. Ook hier geldt dat het belangrijk is om tijdens het ontwerp al de plaats van de winddichting en de continuïteit ervan te bepalen, zeker bij lichte constructies. Door bijvoorbeeld reeds een wachtfolie te plaatsen, vermijd je moeilijk uitvoerbare aansluitingen op bepaalde plaatsen. Zowel de winddichte buitenafwerking, de isolatie als de luchtdichting zijn drie lagen die ononderbroken zouden moeten doorlopen voor een optimale isolatie.

## Het belang van een correcte opbouw

Naast de hierboven reeds opgesomde voordelen, voorkomt een goede luchtdichtheid dat **vocht** die in de woning wordt geproduceerd in de isolatie terecht komt en zich daar gaat opstapelen, met problemen van inwendige condensatie tot gevolg. Om dit te vermijden moet het luchtscherm tegelijk ook de functie van **dampscherm** opnemen, terwijl het windscherm **dampopen** moet zijn. Je verwacht dat je jas je beschermt tegen regen en wind, maar tegelijk 'ademend' is om de waterdamp die ontstaat bij het zweten door te laten. Je wilt evenmin dat vocht zich gaat opstapelen in de constructie van uw gebouw. De buitenzijde van een constructie moet bijgevolg meer dampdoorlatend zijn dan de binnenzijde, zodat vocht dat van binnenuit in de constructie dringt, gemakkelijk naar buiten kan worden afgevoerd. De keuze van de gebruikte materialen speelt dus ook een belangrijke rol. Hoe **dampdicht** het luchtscherm moet zijn, hangt af van verschillende factoren.

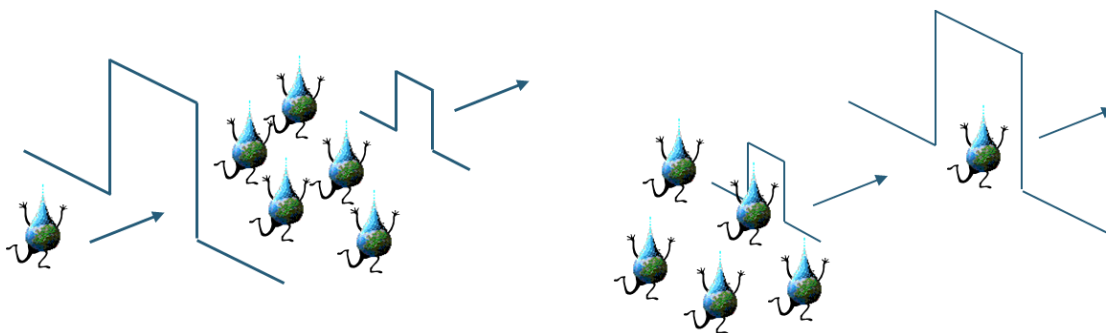
## Relatieve vochtigheid (RV) in de woning

Het soort lucht- en dampscherm wordt in eerste instantie bepaald door het (permanente) vochtgehalte in de lucht. Deze 'relatieve vochtigheid' kunnen we eenvoudigweg aflezen op een hygrometer en is liefst niet hoger dan 60% (te vochtige lucht), maar ook niet lager dan 40% (te droge lucht). We spreken over "relatieve" vochtigheid omdat warme lucht meer vocht kan bevatten dan koude lucht. De relatieve vochtigheid in een ruimte wordt bepaald door de hoeveelheid vocht die in een ruimte wordt geproduceerd, in combinatie met de manier waarop het vocht al dan niet weg wordt geventileerd. Kleine en intensief gebruikte of slecht verluchte woningen hebben meestal een hoger vochtgehalte. Hoe hoger het vochtgehalte, hoe groter de dampremmendheid van het luchtscherm zou moeten zijn, maar de oplossing van een te hoge relatieve vochtigheid ligt niet in een beter dampscherm, wel in een gecontroleerde ventilatie. Een te hoge relatieve vochtigheid verhoogt immers ook het risico op oppervlaktecondensatie in de woning ter hoogte van plaatsen die niet of minder goed geïsoleerd zijn. De plaatsing van een dampscherm betekent dus niet dat je niet meer hoeft te ventileren, integendeel. Bij constructies met een verhoogd risico op inwendige condensatie (vb. bestaande woning met volle muren met binnenisolatie) is een permanent werkend mechanisch ventilatiesysteem zelfs noodzakelijk om inwendige condensatie te vermijden.



## Opbouw van de constructie

Daarnaast is ook de volledige opbouw van de constructie (keuze van de materialen en hun dampdichtheid) bepalend voor de dampschermklasse van het luchtschermbepalend. Hoe goed we ook ons best doen om alle kieren en spleten te dichten, we moeten ons realiseren dat 100% lucht- en dampdicht afwerken aan de binnenzijde geen haalbare kaart is. We moeten een opbouw realiseren die niet voor problemen zorgt wanneer er een beperkte hoeveelheid vocht in de constructie komt, door ervoor te zorgen dat vocht ongehinderd naar buiten kan ontsnappen en zich niet gaat opstapelen. We kunnen dit als volgt visualiseren: afbeelding 1 stelt een verkeerde opbouw voor, met een luchtschermbepalend (links, grote poort) dat vrij dampopen is en waar dus een zekere hoeveelheid vocht door kan, en een windschermbepalend (klein poortje) dat verhoudingsgewijs veel dampdichter is.



Verkeerde opbouw: meest dampdichte laag aan de buitenzijde

Correcte opbouw: meest dampdichte laag aan de binnenzijde

Vocht van binnenuit kan in de constructie, maar vindt zijn weg niet naar buiten en stapelt zich op in de constructie. Hoe verder in de constructie (hoe meer naar buiten toe), hoe kouder het wordt, dus hoe groter het risico op inwendige condensatie. Wanneer we echter (afbeelding 2) een opbouw realiseren waarvan het luchtschermbepalend dampdichter (klein poortje) is dan het windschermbepalend (grote poort) dan zal het weinige vocht dat in de constructie kan, zich niet gaan opstapelen maar naar buiten ontsnappen.

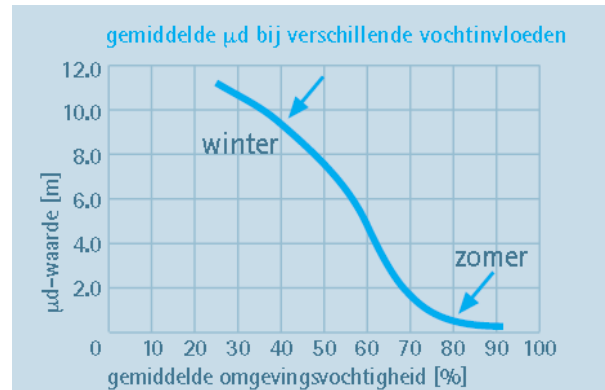
## Luchtschermbepalend = dampscherm: geschikte materialen voor luchtschermen

In massieve constructies volstaat het aanbrengen van een binnenbepalend voor een voldoende luchtdichte afwerking van de constructie, op voorwaarde dat voldoende aandacht besteedt wordt aan de aansluitingen en doorboringen. Een luchtdichte uitvoering van schrijnwerk vereist bijvoorbeeld dat het vaste kader luchtdicht verbonden wordt met het metselwerk (inpleisterbare tape, ingepleisterde en afgekittte stopprofielen, speciale omkastingen,...), vooraleer het schrijnwerk ingepleisterd wordt. Zo niet blijft de voeg tussen het kader en de ruwbouw een luchtplek.

Bij lichte constructies (hellende daken, zoldervloeren met houten roostering, houtskeletbouw) is een binnenbepalend niet mogelijk. We zullen dus een luchtschermbepalend in de vorm van een plaat of folie (met afgekleefde voegen of naden) plaatsen aan de binnenzijde van de isolatie en dit materiaal kiezen ifv. de noodzakelijke dampdichtheid. Om te weten hoe dampdicht een materiaal is moeten we de 'dampdiffusiedikte' ( $\mu_d$  of  $S_d$ ) ervan achterhalen. De dampdiffusiedikte wordt bepaald door de dampdiffusieweerstand van het materiaal ( $\mu$ ) te vermenigvuldigen met de dikte en wordt uitgedrukt

in meter. Hoe hoger  $S_d$ , hoe dampdichter. Zo zitten papieren folies in een lagere klasse (minder dampremmend) dan vb. een polyethyleenfolie van 0,15 mm, dat op zijn beurt minder dampdicht is dan een gelijkaardige folie van 0,25 mm. Bij een vrij dampdicht luchtscherf ( $S_d$  meer dan 25 meter) wordt vaak gesproken van een ‘**dampscherm**’. Plasticfolies (PVC-, polyester- en PE-folies van verschillende diktes vallen hieronder, met  $S_d$ -waardes meestal tussen 30 en 100 meter). Minder dampdichte luchtschermen, vb. papieren folies ( $S_d$  tussen 2,5 en 25 meter) worden vaak aangeduid met de benaming ‘**damprem**’.

Er bestaan ook luchtschermen met een variabele  $S_d$ -waarde. Het principe van deze zogenaamde intelligente of **vochtgestuurde luchtschermen** is dat ze zich in de winter dampremmend gedragen ( $S_d$  tot 5 à 10 m) waardoor dampdiffusie zeer beperkt blijft. In de zomer zijn ze veel dampopener ( $S_d = 0,25$  m), wat betekent dat vocht dat toch zijn weg heeft gevonden naar de dakopbouw, kan uitdrogen naar binnen toe.



Het is uiteraard essentieel dat er in de zomer meer vocht kan uitdrogen dan er in de winter in de constructie kan komen. Daarom is een lage relatieve vochtigheid een absolute noodzaak. Bij een te hoge relatieve vochtigheid zal het luchtscherf zich ook in de winter dampopen gedragen en zal er teveel vocht in de constructie doordringen. Een lage relatieve vochtigheid wordt gegarandeerd door een permanente of vochtgestuurde mechanische ventilatie. Verder is ook een perfect luchtdichte afwerking van het luchtscherf een prioriteit, overigens bij alle soorten luchtschermen.

Vochtgestuurde luchtschermen worden vaak als oplossing naar voor geschoven bij opbouwen waar de buitenkant onvoldoende dampopen is, zoals bij platte daken met isolatie tussen de houten roostering (“compacte platte daken”) of bij hellende daken met een te dampdicht onderdak. Dit zijn echter opbouwen die niet zonder risico op inwendige condensatie zijn, en een vochtgestuurde damprem zal dit risico niet doen verdwijnen. Ook zijn er een hele reeks bijkomende voorwaarden waaraan een constructie moet voldoen om uitdroging naar binnen toe mogelijk te maken: er moet voldoende zon op het dak komen, het hout moet behandeld zijn, de binnenkant mag niet dampdicht afgewerkt zijn,... Wanneer er onvoldoende ventilatie is, en dus een te hoge relatieve vochtigheid, of wanneer de luchtdichting niet perfect is uitgevoerd, kan bij een vochtgestuurde damprem het risico op inwendige condensatie sterk toenemen. In de winter dringt er immers teveel vocht in de constructie, terwijl de vochtgestuurde damprem in de praktijk nog te dampdicht blijkt om voldoende uitdroging te garanderen.

Soort isolatiemateriaal	$\mu$ (-)
glaswol	1
papiervlokken	1-2
vlas, schapenwol	1-2
rotswol	1-5
houtvezels	5
hennep	1-10
kurk	5-30
geëxpandeerd polystyreen	20-100
resolschuim	80-150
polyurethaan	50-185
geëxtrudeerd polystyreen	150-300
cellenglas	$\infty$

Zoals gezegd is de keuze van het luchtschermbaan onder meer afhankelijk van de opbouw van de constructie, maw. de gebruikte materialen. We zullen dus ook moeten nagaan wat de **dampdiffusieweerstand** is van vb. de gebruikte isolatiematerialen. De opbouw moet namelijk meer dampopen worden naar buiten toe. Luchtoppen isolatiematerialen (vb. minerale wollen, zachte bio-ecologische materialen) zijn meestal heel dampopen. Harde kunststofisolatieplaten zijn veel dampdicht. Dit betekent dat wanneer we twee materialen combineren in een constructie, het meest dampdichte materiaal zich aan de binnenzijde moet bevinden (vb. minerale wol tussen de kepers tot tegen het onderdak, harde kunststofisolatie aan de binnenkant) maar ook dat de buitenzijde, het windschermbaan (vb. onderdak) meer dampopen moet zijn dan alles wat zich meer naar binnen bevindt. Zowel  $S_d$  (luchtschermbaan) als  $\mu$  ((isolatie)materialen) kunnen opgevraagd worden bij fabrikanten of handelaars. Belangrijk is dat het luchtschermbaan onmiddellijk wordt aangebracht na het isoleren. Anders loop je het risico dat vocht gaat condenseren in de isolatie. Met de binnenafwerking kun je uiteraard wel wachten. Hou er wel rekening mee dat niet alle materialen (folies, tapes) UV-bestendig zijn, wat betekent dat ze niet altijd geschikt zijn voor langdurige blootstelling aan rechtstreeks zonlicht.

Het luchtschermbaan moet volledig doorlopen. Waar doorboringen van het luchtschermbaan onvermijdelijk zijn (vb. kabels), gebruik je luchtdichtingsmanchetten. Alle aansluitingen van het luchtschermbaan op andere constructieonderdelen moeten zorgvuldig met tape afgewerkt worden. Er zijn ondertussen tal van toebehoren op de markt om doorgedreven luchtdichtheid te kunnen realiseren: folies, tapes, hulpstukken voor doorvoeren,... Voor echt moeilijke situaties bestaat er een vloeibaar product dat na droging luchtdicht is. Dergelijke producten zijn echter niet demonteerbaar en hypothekeren bijgevolg de recycleerbaarheid van de materialen waarop ze toegepast worden. Pas ze dus enkel toe waar je geen andere mogelijkheden hebt en kies voor producten zonder vluchtige organische stoffen.

## Windschermbaan = dampopen: geschikte materialen voor windschermbaan

De buitenzijde van de constructie moet dus voldoende dampopen zijn. Hoe dampopen is natuurlijk de vraag. Metselwerkconstructies zijn in principe voldoende dampopen, behalve wanneer ze aan de buitenzijde dampdicht geschilderd of gecementeerd zijn, of bij geglazuurde baksteen. In dat geval zal de constructie naar de binnen toe of via de spouw uitdrogen. Navullen van de spouw met isolatie en binnenisolatie zijn dan niet mogelijk. Lichte constructies (daken en wanden in houtskeletbouw) worden van een afzonderlijk windschermbaan voorzien. Om zeker te zijn dat de achterliggende materialen dampdicht zijn, wordt gesteld dat het windschermbaan een  $S_d$ -waarde van **niet meer dan 0,5 meter** mag hebben. Dit is de belangrijkste eis aan windschermbaan. Speciale houtvezelplaten (meestal gebitumineerd of met latex behandeld voor een minimale waterafstotendheid) en vezelcement-platen zijn voldoende dampopen. Bij folies dien je het altijd na te kijken: niet alle folies die verkocht worden als 'onderdakfolie' zijn voldoende dampopen. Capillaire materialen genieten ook de voorkeur.

## Bouwdetails

Zowel bij nieuwbouw als bij verbouwingen zal de aanpak van de aansluitingen tussen de verschillende bouwdelen bepalend zijn voor de effectieve luchtdichtheid van de woning. Onder meer op [www.bouwdetails.be](http://www.bouwdetails.be) vind je een aantal details waar een correcte luchtdichting getekend is.

Maar ook het vermijden van perforaties van het luchtscherm door het werken met een leidingenspouw, het verzekeren van de luchtdichtheid onderaan buitendeuren en binnendeuren (vb. kelderdeuren) naar ruimtes buiten het beschermd volume met een vaste onderregel, het gebruik van gesloten toestellen (vb. kachels) die hun luchtaanvoer rechtstreeks van buiten halen, dampkappen met recirculatie (op voorwaarde dat er een volwaardig mechanische afvoerventilatie aanwezig is), ... zijn belangrijke aandachtspunten om een goede luchtdichtheid te realiseren.

## Proclaimer

We doen er alles aan om de inhoud van de fiches zo correct en objectief mogelijk te maken. Heb je bedenkingen, laat het ons weten door een e-mail te sturen naar jouw steunpunt. Je kan het steunpunt van jouw provincie terugvinden op [www.do.vlaanderen.be/provinciale-en-stedelijke-steunpunten](http://www.do.vlaanderen.be/provinciale-en-stedelijke-steunpunten).

**Datum:** 13 juni 2017 (laatste wijziging fiche)

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze fiche mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

