



WONINGBOUW MET STAAL

Duurzaam en snel

Staal neemt een steeds grotere rol bij de ontwikkeling van eigentijdse, moderne woningen in. Het bouw materiaal biedt zowel architecten als bewoners veel flexibiliteit in ontwerp als in de woonbeleving. Staal is uiterst duurzaam; het kan worden omgesmolten tot nieuw staal en is daarom 100% recyclebaar. Omdat de meeste bouwactiviteiten bij staalbouw niet op de bouwplaats, maar vooraf in de fabriek plaatsvinden door het prefab gereed maken van de bouwconstructie en de gevel- en dakmaterialen, is de bouw tijd bijzonder kort. Op de bouwplaats wordt een LOFTHOME, inclusief het aanbrengen van de fundering, in ongeveer twee maanden in elkaar gezet. Het aantal logistieke bewegingen van vervoer van bouwmaterialen is bij staalbouw veel beperkter dan bij traditionele bouw, hetgeen ook nog eens het milieu ten goede komt. In principe is alles demonteerbaar of naderhand uitbreidbaar. Staalbouw heeft wel iets van Meccano.

Gemeentelijke welstand

Mensen associëren een stalen huis soms met kil. In de praktijk blijkt dit anders. Bij LOFTHOME blijven de spanten en bouwkundige constructies zichtbaar. Dit maakt de (industriële) architectuur van de woning juist interessant en biedt - door het gebrek aan draagmuren omdat de staalconstructie tevens draagconstructie is - veel vrijheid in indeling en een grootse ruimtebeleving. LOFTHOME is comfortabel en is kan net zo persoonlijk worden ingericht als een huis van beton, baksteen of hout. Belangstellenden voor LOFTHOME denken in het begin vaak dat een gemeente om welstandsredenen niet met zo'n eigentijdse woning akkoord zal gaan. Onze ervaring is intussen volstrekt anders. Nog geen enkele gemeente heeft LOFTHOME afgewezen, de meeste gemeenten appreciëren juist het woonconcept omdat het volkomen aan nieuwe bouw- een duurzaamheids eisen tegemoet komt. Vanzelfsprekend spreken bestemmingsplannen, beeldkwaliteitplannen en kavelpaspoorten wel een rol in maatvoering, volume (kubieke meters), model (meestal zadeldak en/of plat dak) en materiaalgebruik, vooral wat betreft dak- en gevelbedekking. Het LOFTHOME woonconcept heeft standaard een zadeldak en kubusmodel met geheel flexibele maatvoering in hoogte, breedte en lengte. Dus geen probleem. Voor de dak- en gevelbedekking bestaat verder een grote vrijheid van keuze: sinusprofielpanelen met een grote variëteit aan kleuren, composiet hout, riet, Eternit, Marmorox of steen (de laatste twee materialen alleen bij het kubusmodel). Samen met de architecten van LOFTHOME, BKVV in Amsterdam, komt elk LOFTHOME op basis van woonwensen en de gemeentelijke welstandseisen tot stand.

Eigentijdse bouwmaterialen

Regelmatig krijgen we de vraag of een sterk geïsoleerde woning zoals LOFTHOME de gezondheid niet aantast. De overheid eist dat woningen energiezuiniger worden, op dit moment minimaal EPC 0,6 (LOFTHOME heeft standaard al EPC 0,5, dus 15% onder de overheidseis). Het doel is dat in 2020 alle woningen - mede door de vernieuwende energietechnieken - EPC 0 zijn, dus volledig energieneutraal zijn. Het gevolg is dat de meeste bouwers alle zeilen moeten bijzetten om nu al de eis van EPC 0,6 te halen. Met traditionele bouwmaterialen zie je muren daarom al behoorlijk verdikken, mede door een overvloed aan (isolatie)materialen. Bij veel traditioneel gebouwde woningen zijn de muren nu al gauw 40 cm dik. Bij LOFTHOME ongeveer 18 cm door de toepassing van sandwichpanelen (sterk geïsoleerde industriële muren) met daarover aan de buitenzijde de dak- en gevelbekleding (sinusprofielplaten, hout composiet, Eternit, riet, steen et cetera). De buitenbekleding heeft bij LOFTHOME overigens geen invloed op het energieverbruik van de woning en heeft alleen praktische en esthetische waarde. De feitelijke dikte van een muur van een LOFTHOME bedraagt 14 centimeter (sandwichpaneel met PIR-vulling van BASF: lees de technische omschrijving aan het einde van deze notitie). De bouwmethodiek van LOFTHOME gaat door het gebruik van sandwichpanelen uit van zogenaamd *dampdicht bouwen*, hetgeen meer en meer bij moderne woningen plaatsvindt. Hieronder een artikel over *dampdicht en dampopen bouwen*.

DAMPopen of DAMPdicht bouwen?

energiezuinige woningen vragen om optimale isolatie

(auteur: Arnold Hardeman, co-creator LOFTHOME)

Dampdicht of dampopen, iedereen het er over eens dat beide bouwmethodieken voor woningen toepasbaar zijn. Bij dampopen bouwen is het van groot belang de wandopbouw zodanig te ontwerpen dat de minst dampopen materialen aan de binnenzijde van de wand zitten, en dat de materialen naar buiten toe steeds dampopener worden. De muren en het dak van een LOFTHOME bestaan altijd uit sandwichpanelen die dampdicht zijn. De dampopen bouwmethodiek wordt bij LOFTHOME niet toegepast omdat dit ten koste gaat van het ontwerp, kortom het is niet mogelijk.

Maar wat is het beste?

De historie

Tot 15 jaar terug zijn de meeste woningen in Nederland niet voorzien van een ordentelijk werkend ventilatiesysteem. In het toilet en badkamer werd een ventilator geplaatst met een touwtje die elke dag een uurtje draait. En tijdens de winter worden alle ramen het grootste deel van dag dicht gehouden omdat dit anders tocht en kou veroorzaakt. Maar doorlopend produceren mensen wel vocht (transpiratie, planten, koken et cetera). Een gemiddeld gezin produceert ongeveer 4000 liter waterdamp per jaar.

Om te voorkomen dat de relatieve luchtvochtigheid in huis te hoog wordt (comfort), maar ook om schade aan de woning te voorkomen (vocht achter behang en dergelijke), is het belangrijk dat vocht niet in de muren blijft 'zitten'. Door muren zo te bouwen dat het vocht in een ongeïsoleerde spouwmuur naar beneden loopt en werd afgevoerd werd het probleem grotendeels opgelost. Maar in de tijd gezien ging men steeds meer isoleren. In de spouwmuur werd isolatiemateriaal aangebracht. Meestal glaswol, later ook steenwol, houtwol of vlas. In dit geval moet vocht zo snel als mogelijk door het isolatie naar de buitenspouw worden getransporteerd, want als de isolatie te vochtig wordt verliest het zijn isolatiewaarde of gaat het schimmelen en rotten (relatieve vochtigheid moet onder de 20% worden gehouden worden!). De buitenspouw moest daarom beter met open stootvoegen worden geventileerd om het vocht te kunnen afvoeren. Echter hierdoor werd ook de isolatiewaarde aanzienlijk minder door de open structuur van de isolatie. De isolatiewaarde van (zachte) isolatie in een sterk geventileerde spouw daalt sterk. De isolatie werd daarom dikker en dikker, de spouw breder en breder, mede daarom kwamen houtskelet woningen steeds meer in trek.

Houtskeletwoningen hebben een totaal andere opbouw. Nog vaak met een vrijstaand gemetseld buitenblad met geventileerde spouw daarachter. Het isolatiepakket is echter dikker en wordt onderbroken door de houten ribben van de binnenwand. Het gevolg is dat het nog belangrijker wordt het vocht zo snel als mogelijk uit deze houten wand af te voeren. Aan de binnenzijde worden daarom zogenaamde HSB-elementen voorzien van een dampremmende folie om het vocht zo veel mogelijk in de woning te houden (!). En aan de spouwzijde juist een zo dampopen mogelijke folie om het vocht wat toch nog door deze dampremmer en isolatie komt, zo snel mogelijk weer naar buiten af te voeren.

En toen kwam LOFTHOME met een sandwichconstructie welke is voorzien van een dampdicht sandwichpaneel met een dampdicht binnenscherm met een gesloten PIR-cellen isolatiesysteem welke geen vocht kan opnemen, en over de sandwichpanelen aan de buitenzijde een dak- en gevelbekleding naar keuze. De hele discussie over dampopen, dampremmend, dampdicht en dampdiffuus krijgt hiermee een totaal andere wending. De vraag: waarom zijn wanden eigenlijk altijd dampopen geweest? Misschien omdat we ze lange tijd niet dampdicht konden maken met beproefde materialen en technieken die nu voorhanden zijn.

Dampopen (dampdiffuus) of dampdicht bouwen heeft zeker invloed op een aantal factoren die allemaal met energieverbruik, bouwkwaliteit en wooncomfort te maken hebben:

1. Afvoeren van vocht uit de woning.

Berekeningen tonen aan dat maximaal 10% van de vochtproductie in de woning via een zeer dampopen wandopbouw kan worden afgevoerd. Van de 480 liter vocht, welke in 60 extreme dagen in een ruimte worden geproduceerd, wordt slechts 4 liter door de wanden dampopen wand afgevoerd en 476 liter door middel van

ventilatie. Er is dus geen wezenlijk verschil tussen dampdicht en dampopen wanden. Een goed ventilatiesysteem (al dan niet met WTW en/of CO2 meting) voert het vocht volledig af. Het afvoeren van vocht door dampopen muren gaat echter heel langzaam (we praten meer over maanden dan over uren).

2. Verlies van stralingswarmte door dak en wand

Nu er steeds meer wand- en vloerverwarming in woningen wordt toegepast, met stralingswarmte in plaats van convectiewarmte, is een zogenaamd stralingsschild belangrijker dan ooit tevoren. Het warmteverlies bestaat uit convectie, geleiding en straling. De geleiding is alleen afhankelijk van temperatuursverschil en heeft niets te maken met dampopen of dampdicht bouwen. Stralingswarmte bestaat uit de thermische infrarode straling die wordt afgegeven door bijvoorbeeld vloerverwarming, mensen of een oven. De 'huiden' van de sandwichpanelen in een LOFTHOME hebben een goede thermische reflectie waardoor er relatief weinig stralingswarmte door de wand wordt getransporteerd. In traditioneel gebouwde woningen wordt steeds vaker een aluminiumfolie of andere reflectiefolie op de isolatie toegepast met hetzelfde doel. Deze folies waren oorspronkelijk dampdicht en veroorzaakten problemen in de vochtuishouding van de wand - ze zaten namelijk niet aan de binnenzijde van de muur, maar in de spouw. Echter tegenwoordig zijn ze ook dampopen te verkrijgen, waarmee ook in een traditionele wandopbouw (tegen meerkosten) de stralingswarmte gereflecteerd kan worden. Een LOFTHOME heeft dit standaard.

3. Kritische detaillering

Vocht dat door een muur wordt afgevoerd mag niet in de isolatie blijven zitten. De isolatie kan dan gaan rotten en verliest isolatiekracht. Het is daarom belangrijk alle detailleringen goed uit te voeren. Bij het dak moet altijd een dampdicht scherm aan de binnenzijde aangebracht zijn omdat het vocht anders in het dakpakket blijft zitten. Eén van de grootste minerale wolproducenten schrijft hierover in zijn documentatie *“De basisvoorwaarden om vanuit bouwfysisch standpunt een probleemloze constructie te bekomen zijn: LUCHTDICHTHEID, DAMPDICHTHEID EN THERMISCHE KWALITEIT.”*

Als er al voordelen zijn voor een dampopen constructie, dan is het van het grootste belang dat de uitvoering 100% perfect is. Bij een dampdichte constructie middels sandwichpanelen, zoals bij LOFTHOME toegepast, is de kans op vochttopbouw en isolatieverlies in de constructie geheel uitgesloten.

4. Behoud van de isolatiewaarde van dak- en gevelisolatie

De in de bij LOFTHOME PIR-panelen toegepaste isolatie heeft een gesloten cellenstructuur en neemt geen vocht op. Dat is wat anders dan 'niet hygroscopisch'. Hygroscopisch betekent wateraantrekkend. Bijna alle isolatiematerialen zijn niet hygroscopisch, maar dit wil nog niet zeggen dat ze geen vocht opnemen. Enkel isolatiemateriaal met een gesloten cellenstructuur (zoals PIR en PU) is niet wateropnemend. Dit is eenvoudig te testen door een blok glaswol, vlas en PIR te wegen, gedurende een dag onder water te dompelen, en opnieuw te wegen. Natuurlijke isolatiematerialen zijn extra gevoelig voor vocht omdat deze kunnen verrotten. Daarnaast kan zachte isolatie uitzakken en zal in veel gevallen de isolerende werking bij een hoge vochtigheid sterk afnemen. Dit is ook de reden dat bijvoorbeeld koel- en vriescellen zonder uitzondering in EPS of PU/PIR uitgevoerd worden. Een steenwol wand verzadigd binnen de kortste keren en verliest zijn isolerende werking. En dat is de reden dat in woningbouw er steeds vaker een goede dampremmer aan de binnenzijde wordt voorgeschreven.

5. Het ademen van de woning

Dit wordt vaak als het belangrijkste argument gebruikt bij dampopen bouwen. Een wand ademt echter niet. Per definitie moet een wand luchtdicht zijn, en dus is er per definitie geen luchttransport van binnen naar buiten en andersom. Ademen klinkt gezond en wordt om die reden ook om promotionele redenen als voordeel bij dampopen bouwen aangehaald. Maar zoals al beschreven, hebben dient er bij dampopen bouw evengoed een dampscherm aan de binnenzijde van de wand te worden aangebracht waardoor het damptransport minimaal is. Een woning moet en mag in feite niet ademen door de daken en gevels, maar wel met behulp van ventilatiesysteem of natuurlijke ventilatie.

6. Uitvlakken van luchtvochtigheid in woning / bufferen van vocht in de wand.

De vochtproductie in een woning is per definitie niet gelijkmatig maar met pieken over dag of maand verdeeld (koken, douchen, wassen, vloer dweilen et cetera). Het vocht dient dan ook snel te worden afgevoerd. Indien de relatieve luchtvochtigheid in de woning te hoog wordt, voelt dit in de woning onbehaaglijk aan en krijgen schimmels hun kans, terwijl het opnemen van vocht door de muur juist heel langzaam gaat. Reeds in 1993

concludeerde het Hessische Umweltministerium: *“Wer sich auf die “Atmung” der Wände verlässt, wird folglich in einem sehr feuchten, ungesunden Raumklima leben müssen.”*

7. Te droge woning

Dit is feitelijk een veel groter probleem dan een te vochtige woning door de huidige bouwtechnieken. 's Zomers wordt er veel geventileerd, ook door openstaande ramen en deuren, echter 's winters wordt er enkel via balansventilatie of via afzuiging geventileerd. De buitenlucht – die droog is – wordt opgewarmd door de WTW (warmteterugwin installatie) of door de verwarming in de woning, waardoor het nog droger wordt. In die zin is het belangrijk om de vochtproductie juist in de winter vast te houden, dan wel terug te winnen door de toepassing van een warmtewiel in het WTW-systeem (LOFTHOME werkt onder andere met Enervent warmtewielen). Ook door gebruik te maken van een recirculatieafzuigkap is het terugwinnen van de vochtproductie mogelijk. Daarnaast is het raadzaam voldoende planten in de woning te plaatsen. Het verdampen van water kost weliswaar energie, maar een gezond leefklimaat is belangrijker dan de laatste euro verwarmingskosten. Dampopen of dampdicht bouwen heeft nauwelijks invloed op dit proces, en als er al een voordeel is, is dit gelegen in het vasthouden van vocht bij dampdicht bouwen.

8. Behaaglijkheid van de wanden

Zijn de stalen wanden en daken van een LOFTHOME wel behaaglijk? Door toepassing aan de *binnenzijde van het sandwichpaneel halogeenvrij en brandveilig laminaat, heerst er een behaaglijk klimaat. In bijvoorbeeld de woning in Veenendaal kan men dit zelf ervaren. Daarin heerst bovendien een goede akoestiek zonder vervelende nagalm en ook geen kille sfeer. De technieken en materialen worden ook in cruiseschepen toegepast. In cruiseschepen is het van het grootste belang te werken met lichte, brandveilige materialen en goede akoestiek. Dankzij deze laminaten, op zowel plafond als de wanden, en ondanks de harde vloeren en meubels, heerst er in cruiseschepen een behaaglijk klimaat. Dezelfde beproefde materialen worden nu voor LOFTHOME toegepast. U bent van harte welkom zelf LOFTHOME in Veenendaal te beleven.*

De conclusie. Er is geen feitelijk voordeel bij dampopen bouwen. Het kan uiteraard wel, maar dan is er veel aandacht nodig voor de wandopbouw om problemen met vocht en kwaliteitsverlies te voorkomen. De gebruikelijke argumenten voor dampopen bouwen (afvoeren vocht en ademen van het gebouw) zijn in moderne, eigentijdse en energiezuinige woningen niet meer aan de orde, alleen nog een gedachte van uit de vorige eeuw.

Lees ook het artikel over LOFTHOME in het vakblad *Bouwen met Staal*

(link naar artikel » www.lofthome.nl/files/File/Lofthome-Bouwen-met-Staal-06-10.pdf)

De sandwichpanelen die in LOFTHOME worden toegepast worden onder de naam C300 door Hardeman, de bouwer van het woonconcept, zelf geproduceerd. De panelen worden per woning op maat gemaakt en met de gewenste binnenbekleding afgewerkt. Toeleverancier van de PIR-vulling is BASF, een wereldwijde onderneming met 109.000 medewerkers en leverancier van grondstoffen en halffabrikaten. Hierbij treft een technische omschrijving van BASF over PIR aan.



The Chemical Company

PIR

Polyisocyanuraat, ook wel PIR genoemd, is een verbeterde versie van polyurethaan (PUR). Standaard bestaat PUR of PIR uit twee componenten: polyol en MDI (methan-diphenyl-diisocyanaat) (zie verderop). Bij PIR wordt een variant van de polyolcomponent gebruikt (de zogenaamde polyester-polyol). Deze polyol reageert met het MDI tot een polyisocyanuraat (PIR). Het PIR schuim heeft een verbeterde dimensionele stabiliteit, goede mechanische eigenschappen (druksterkte) en is bijzonder brandvertragend.

Component Polyol

Polyol is een organische chemische verbinding die wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van meerdere (*poly* = veel) -OH groepen (alcohol-groepen). Een stof met twee -OH groepen noemt men een *diol*, met drie groepen een *triol* enz.

Component MDI

Methyleendifenyldi-isocyaan (MDI) is een isocyaan dat gebruikt wordt met een polyol voor het maken van polyurethaan. MDI wordt voornamelijk (circa 70%) gebruikt voor de productie van harde en - in mindere mate - flexibele polyurethaanschuimen. Het wordt ook gebruikt voor verven en coatings, lijmen en kisten. Verder wordt de stof gebruikt bij de productie van schoeisel en spaanplaat (om de houtlagen aan elkaar te lijmen).

Over de kracht van BASF

BASF is marktleider in Polyurethane oplossingen voor systemen, specialities en Polyurethaan basis producten. Met haar netwerk van 38 polyurethaan Systeemhuizen en haar uitgebreide product en service portfolio, is BASF de preferred partner voor klanten in vele branches, waaronder H. Hardeman Constructie en Bouw, co-creator van LOFTHOME en producent van de befaamde C300 sandwichpanelen. Via het netwerk van systeemhuizen levert BASF snel lokale ondersteuning, van technische support tot en met de productie en ontwikkeling van maatwerkoplossingen.

LOFTHOME is een co-creatieproject van Hardeman Constructie & Bouw, BKVV architecten en LOFTHOME

www.LOFTHOME.nl