


Nieman
RAADGEVENDE INGENIEURS
Bouwfysica, techniek en regelgeving

Luchtdichtheid en Passief Bouwen

van ontwerp tot realisatie

ir. H.J.J. (Harm) Valk
senior adviseur Energie & Duurzaamheid

In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

Programma

- Passief Bouwen: hoe en wat?
- Luchtdichtheid
 - Luchtdichtheidsklassen
 - Ontwerpaspecten
 - Uitvoeringsaspecten
- Projectvoorbeelden



In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

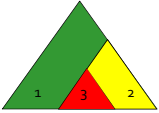
Passief Bouwen

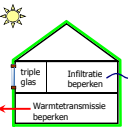
- Kenmerken
 - hoogwaardige thermische schil
 - goed comfort in alle seizoenen
 - lage energievraag / energiekosten
- Passief Bouwen = zonnbewust ontwerpen
 - glas op zuiden (warmte winst in winter)
 - overstekken, zonwering en zomernachtventilatie (zomerperiode)
 - gebruik van actieve zonne-energie t.b.v. warmtapwater
 - Passief Bouwen = zonnbewust ontwerpen
- Winter: berekenen
- Zomer: ontwerpen

In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

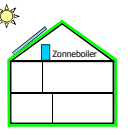
Ontwerpvisie





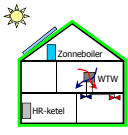
Stap 1: energieverbruik beperken

- compact ontwerp
- zuidorientatie
- optimaliseren thermische schil
- verlagen infiltratie
- passieve koeling (zonwering, zomernachtventilatie)



Stap 2: duurzame energie

- zonnepanelen t.b.v. tapwater




Stap 3: efficiënt energiegebruik

- HR-ketel
- Gebalanceerde ventilatie met WTW

In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

Eisen Passief Bouwen




Fase 1: Ontwerpcertificaat

- Warmtevraag $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ (nieuwbouw)
- Warmtevraag $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$ (renovatie)
- Primaire energie apparaten, warmtapwater en ruimteverwarming en koeling $\leq 120 \text{ kWh/m}^2$

Fase 2: Uitvoeringscertificaat

- Thermografie
- Luchtdoorlatendheid: (infiltratie $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ bij 50 Pa)
- Ventilatie-debietmeting
- Tenminste 2 kwaliteitscontroles




In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

Bouwkundige kenmerken

Zeer goede thermische isolatie en luchtdichtheid

- vloer, gevel en dak $R_c \geq 6,5 - 10,0 \text{ (m}^2\text{-K)/W}$
- kozijn en drievoudig glas $U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$
- geïsoleerde deuren $U_{\text{deur}} \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$
- aansluitingen $\Psi_e < 0,01$ (geen koudebruggen)
- luchtdichtheid $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$





In 't Hart van de Bouw

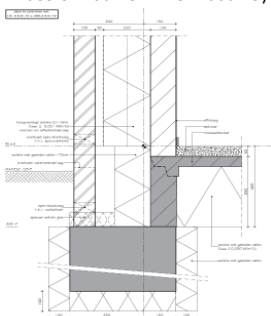

Nieman Raadgevende Ingenieurs

Gevels

Passief Bouwen in elk bouwsysteem mogelijk

KZS / betoncasco:

- Massief
- Thermisch massa
- Veelal i.c.m. hoogwaardige isolatie (PIR/PUR)

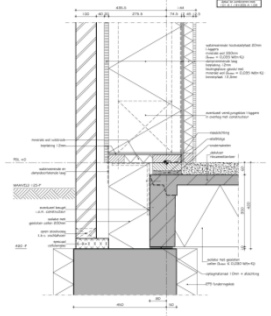




In 't Hart van de Bouw

Gevels

Houtskeletbouw:


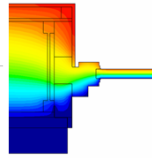

- Prefab, snelle montage
- Geen bouwvocht
- Isolatie tussen de stijlen
- Voorzien van elektraspouw, i.v.m. dampdichte folie

In 't Hart van de Bouw

Ramen


- Kozijnen met lage U-waarde ($U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Drieduidige beglazing
- Om warmteverlies te beperken kozijnen in het hart van de constructie plaatsen

In 't Hart van de Bouw

Zonwerende maatregelen

- Zomerzon: buiten houden
- Winterzon: benutten
- Zuid oriëntatie: overstek of zonwering
- Oost/west oriëntatie: zonwering
- Dak: altijd kritisch -> zonwering




In 't Hart van de Bouw

Zomernachtventilatie

- Gebruik lagere buitentemperatuur 's nachts
- Avond en 's nachts: dwarsventilatie door het openen van de luiken/ramen en het dakraam (trap als schoorsteen)
- inbraakwerend rooster + insectengaas






In 't Hart van de Bouw




Drie "ventilatiesystemen"

Balansventilatie met WTW

- Vooral in de winterperiode
- Focus op goede bouwqualiteit bij maximale energiezuinigheid


Tussenseizoen: natuurlijk / dwarsventilatie via te openen ramen

Zomer: warmte overdag buiten houden (WTW helpt daarbij) + nachtventilatie



In 't Hart van de Bouw

Luchtdichtheid




- Passief Bouwen: zeer hoge luchtdichtheid $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
- Zeer nauwkeurige detaillering en uitvoering
- Controle door luchtdoorlatendheidsmeting

Nodig voor: comfort, energie, voorkomen inwendige condensatie (behoud constructie)






In 't Hart van de Bouw



Luchtdicht Bouwen in ontwerp


Luchtdichtheidsklasse woningbouw



Klasse	Woningvolume in m ³		Maximale q _{v10} [dm ³ /s]	q _{v10} /m ² dm ³ /(s·m ²)
	groter dan	tot en met		
1 Basis	-	250	100	1,0
	250	500	150	1,0
	500	-	200	1,0
2 Goed	-	250	50	0,6
	250	-	80	0,4
3 Uitstekend	-	250	15	≈ 0,15
	250	-	30	≈ 0,15

In 't Hart van de Bouw




Luchtdichtheidsklasse 3



Luchtdichtheid Passief $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$


Maatregelen niveau Passief Bouwen o.a.:

- Dubbele luchtdichtingen in de draaiende delen
- Aansluitnaden aftapen
- Kabel- en leidingdoorvoeren afplakken
- Gebruik prefab manchetten
- Overlappen van dampremmende folie;
- Geen doorbrekingen dampremmende folie (gebruik voorzetwand voor de elektra- en waterleidingen)

Nieman Raadgevende Ingenieurs

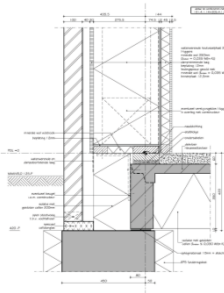
Ontwerpaspecten



Luchtdicht bouwen begint bij **goed ontworpen details**.


Belangrijke luchtlekken in de praktijk zijn:

- kierdichting van ramen en deuren;
- de aansluiting tussen kozijnen en gevels;
- de aansluitingen van daken op gevels en bouwmuren;
- de aansluitingen met de begane-grondvloer;
- daknok en (dak)doorvoeren;
- hoekaansluitingen, onderlinge aansluitingen, stuiknaden.




In 't Hart van de Bouw

Ontwerpaspecten



De ontwerper dient in de detaillering en de keuze van het dichtingsmateriaal rekening te houden met de volgende aspecten:

- de totale lengte van de aansluiting;
- de vormverandering van het bouwelement (krimp);
- de plaats van het dichtingsmateriaal in het aansluitdetail;
- de maatvoeringskwaliteit (noodzakelijke toleranties);
- de keuze van het dichtingsmateriaal in relatie tot de gebouwdelen, rekening houdend met kruip, thermische bewegingen en optredende belastingen.

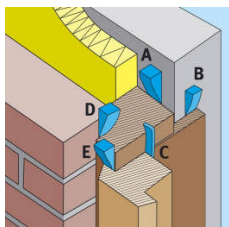


In 't Hart van de Bouw

Dichtingsmaterialen



- kunstrubber profielen
- (semi-)gesloten cellenband, PE-band en compressieband
- kit, lijm/lijmkiten
- pur-schuimen
- tape / plakband
- dampremmende (PE-)folies
- pasta's / spray's
- manchetten, luchtdichte wcd's



19

Dichtingsmaterialen



- toepassingsgebied
- milieubelasting
- duurzaamheid
- elasticiteit
- uitzettingscoëfficiënt van het bouwdeel in combinatie met het vervormings-vermogen (MTV) van de afdichting
- min. en max. optredende temperatuurverschillen in de voeg
- verwachte krimp door droging of zwelling door vochtname
- bouwtoleranties!!
-etc.

In 't Hart van de Bouw

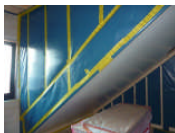
20

Dichtingsmaterialen: tape/plakband



Wanneer afplakken?

- Bij luchtdichtheidsklasse 3
- Advies: In ieder geval bij gebouwen > 20 m. Dit geeft de meeste zekerheid voor wat betreft de water- en luchtdichtheid.



Bitumen en Butyl



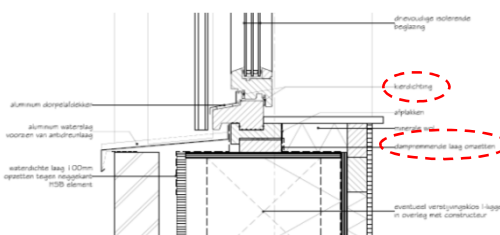
Bron: Tremco Illbruck

Vaak is een combinatie van PUR-dichting (isolatie van de stelruimte) en afplakken noodzakelijk.

In 't Hart van de Bouw

21

Dichtingsmaterialen: tape/plakband

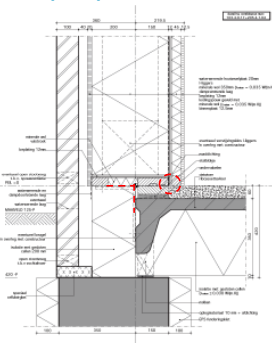


Dampremmende laag omzetten en afplakken (SBR-detail)

In 't Hart van de Bouw

22

Dichtingsmaterialen: tape/plakband



Bepaal positie afplakken:
- binnenzijde / buitenzijde
- consequent toepassen!

Doorgaande luchtdichtheid van belang (in één lijn)

In 't Hart van de Bouw

23

Dichtingsmaterialen: dampremmende folies



Er zijn verschillende dampremmende lagen verkrijgbaar:

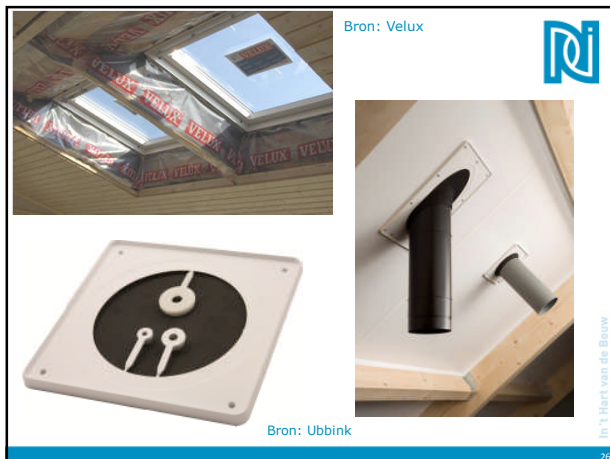
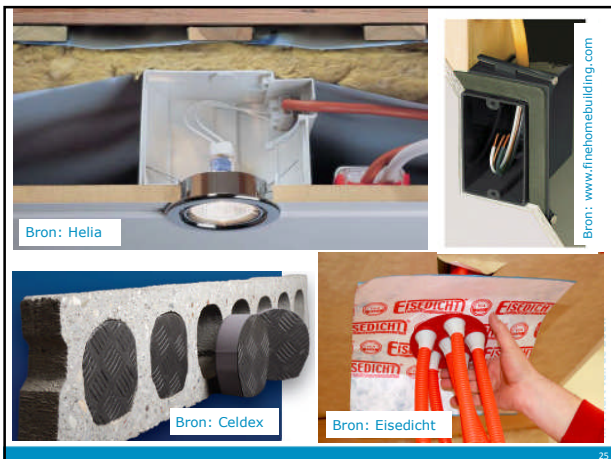
- (LD)PE-folies
- gelamineerde folies
- folies v.v. aluminium cachering
- gebitumineerde glasvlies / polyester mat
- gebitumineerde aluminiumfolie
- APP- en SBS - dakbanen.



Het functioneren van een dampremmende laag of sluitlaag wordt in belangrijke mate bepaald door de stromingsdichtheid (luchtdichtheid) van de aansluitingen en de overlappen.

In 't Hart van de Bouw

24





Een luchtdicht gebouw in 8 stappen

- Stap 1:** Benoem in een vroeg stadium het ambitieniveau ten aanzien van energiezuinigheid en luchtdichtheid. Bij Passief Bouwen $n50 = 0,6$ h
- Stap 2:** Baseer de luchtdichtheidswaarde op het installatieconcept. N.B.: Luchtdicht bouwen gaat niet zonder een goed ventilatiesysteem!
- Stap 3:** Bepaal de $q_{v,10}$ -waarde op basis van de EPC-berekening of n50-waarde bij Passief Bouwen.
- Stap 4:** Ga na wat deze $q_{v,10}$ -waarde/n50-waarde betekent voor de gevel (dus hoe luchtdicht moet de gevel zijn?). Let op: niet alleen de energiezuinigheid is van belang maar ook comfort, waterdichtheid, geluid, et cetera.

Een luchtdicht gebouw in 8 stappen

- Stap 5:** Geef op de details op correcte wijze de luchtdichting aan / beschrijf de maatregelen in het bestek.
- Stap 6:** Controleer tijdens de werkvoorbereiding de kwaliteit van de luchtdichtingen die opgenomen zijn in het ontwerp. De keuze van het dichtingsmateriaal wordt afgestemd op de 'bewegingen' van de bouwdeelen.
- Stap 7:** Instrueer tijdens de uitvoering de medewerkers zorgvuldig over de bouwtechnische detaillering.
- Stap 8:** Controleer de luchtdichtheid met één of meer luchtdichtheids- en/of infraroodmetingen.



Project: Velve-Lindehof



Velve: stadswijk Enschede oost

Kenmerken nieuwbouw:

- Constructie: houtskeldebouw
- Thermische schil: niveau Passief Bouwen
- Energetisch ambitieniveau:
 - Passief woningen $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$
 - Overige woningen $\text{EPC} \leq 0,4$

Onderverdeling nieuwbouw:

- 83 woningen - Passief Bouwen (zuid geïoriënteerde woningen)
- 129 woningen - EPC: 0,4 woningen



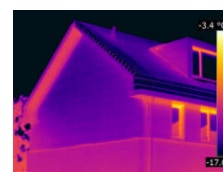
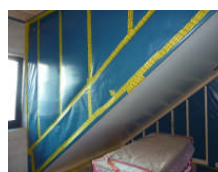
In 't Hart van de Bouw

Project: Velve-Linden Hof



Aandachtspunten:

- luchtdichtheid (aftapen van constructies)
- geluid WTW-unit (in technische ruimte, meerdere strengen)
- temperatuuroverschrijding (zonwering)
- thermische schil (thermografie)



6-11-2012

In 't Hart van de Bouw

Project: Binnengasthuisstraat



Renovatieproject Binnengasthuisstraat Zwolle

- 24 woningen gebouwd in 1923
- Passief renoveren
- Isoleren van binnenuit (voorzetswand), nieuw kozijn met drievoudig glas achter bestaand kozijn
- Uitbouw achtergevel van houtskeldebouw



6-11-2012

39

In 't Hart van de Bouw

Project: Binnengasthuisstraat



Aandachtspunten

- Luchtdichtheid: aftapen van alle aansluitingen, lastig met bestaande spantconstructie, lekken naar naastgelegen woning
- Installatiespouw: i.v.m. dampdichte folie



6-11-2012

40

In 't Hart van de Bouw

Resumé



Luchtdichtheid Passief Bouwen:

- Bouw kwaliteit van details en uitvoering bepalend
- Zeer nauwkeurige detaillering en uitvoering nodig
- Samenwerking/afstemming bevordert kwaliteit



In 't Hart van de Bouw

Nieman Raadgevende Ingenieurs

41