

## 1. Energiebesparing en binnenklimaat - alles hangt met elkaar samen

Bij de aanpak van energiebesparing in bestaande woningen en gebouwen komt heel wat kijken. Op zich lijken de afzonderlijke maatregelen vaak wel duidelijk, maar het is heel belangrijk om ze in samenhang te bezien, gezien de vaak aanwezige onderlinge interactie. En behalve een gebouw dat energiezuinig is, wil je ook graag een comfortabel en gezond gebouw hebben: een Én Én gebouw.

### Warmteverlies (en winst) en binnenklimaat

Om een idee te krijgen hoe het binnenklimaat er uiteindelijk uit gaat zien en hoeveel energie er wordt gebruikt én wat voor maatregelen daarvoor nodig zijn is het van belang om onderscheid te maken tussen een aantal zaken.

Het warmteverlies van de woning/het gebouw en daarmee de warmtebehoefte wordt natuurlijk voor een heel groot deel bepaald door de thermische isolatie van de schil (dak, gevels, begane grondvloer). Maar ook door de mate van ventilatie en of er al dan niet warmte wordt terug gewonnen uit de (warme) afvoerlucht door daarmee de koude toevoerlucht voor te verwarmen. Bij een goed geïsoleerde schil is het warmteverlies door ventilatie overigens vaak groter dan het warmteverlies door de schil.

Daarnaast kan zontoetreding door de ramen 's winters een welkome aanvulling op de benodigde verwarmingsenergie zijn. Bij speciaal daarop ontworpen huizen kan soms vrijwel geheel met die gratis zonnewarmte worden volstaan (passief bouwen). Maar pas op, in lente, zomer en herfst kan de binnenkomende zonnewarmte tot onaanvaardbaar hoge binnentemperaturen leiden als de glasvlakken erg groot zijn en er geen adequate zonwering is aangebracht. Daarbij is buitenzonwering in feite de enige vorm van zonwering die echt werkt.

Naast zonwering zijn ook goede ventilatievoorzieningen van belang om 's zomers de warmte af te voeren. Die ventilatievoorzieningen moeten dan natuurlijk ook wel goed worden gebruikt. Dus bijvoorbeeld niet ventileren als het buiten warmer is dan binnen, maar vooral 's nachts om het huis af te koelen voor de volgende dag.

Daarbij is het van belang dat het huis over voldoende "thermische massa" beschikt (stenen vloeren, wanden, enz.) om warmte c.q. koude daarin te kunnen bufferen. Zie verderop bij "Zontoetreding en zonwering; thermische massa".

Ventilatie is primair nodig om de bewoners van het huis van voldoende verse lucht te voorzien en om afvalstoffen (kookgeuren en andere luchtjes) af te voeren. Daarbij komt dan nog de hiervoor beschreven afvoer van warmte. Meer ventileren dan nodig is, is tijdens het stookseizoen jammer omdat er voor het verwarmen van de ventilatielucht altijd warmte nodig is. "Naar behoefte ventileren", maar niet meer dan dat, is waar het om gaat. En de voorzieningen moeten natuurlijk zo zijn dat er geen tocht ontstaat.

Naast ventilatie is er ook infiltratie, door naden en kieren. Bij moderne huizen is dat tot een minimum terug gebracht door zorgvuldige afdichting van naden en kieren. Bij oudere huizen valt hier heel vaak nog een hoop te verdienen. Maar ... naden en kieren afdichten zonder te denken aan goede ventilatievoorzieningen kan tot een verslechtering van het binnenklimaat leiden.

En zo grijpt alles op elkaar in, alleen isoleren kan sowieso nooit kwaad als eerste actie, zolang er ook aan de ventilatie wordt gedacht.

### Verwarming en koeling en een thermisch behaaglijk binnenklimaat

Het warmteverlies in het stookseizoen moet worden aangevuld door de verwarmingsinstallatie. In de meeste huizen is dat op dit moment (nog) centrale verwarming (cv) met een gasgestookte ketel en radiatoren. Ook tref je wel vloerverwarming aan en soms ook wandverwarming. In uitzonderlijke gevallen is er nog sprake van plaatselijke verwarming met een kachel in de woonkamer en soms ook gevelkachels in andere kamers.

Radiatoren staan doorgaans onder het raam. Het raam is 's winters koud en de radiator compenseert dan de "koudestraling" (zie verderop bij thermische behaaglijkheid). Met de moderne HR<sup>++</sup> beglazing die aanzienlijk beter isoleert dan enkelglas en gewoon dubbelglas is er vrijwel geen sprake meer van "koudestraling" en kan de radiator (of andere warmtebron) ook ergens anders worden geplaatst.

In oudere huizen is de verwarming nog ontworpen op 90/70. Dat betekent voor de winter een maximale aanvoertemperatuur van 90 °C en een retourtemperatuur (het water dat de radiator weer verlaat nadat warmte aan het vertrek is afgegeven) van 70 °C. De gemiddelde temperatuur van de radiator is daarbij dus ca. 80 °C. Maar dat geldt alleen hartje winter. In lente en herfst kan de toevoertemperatuur lager worden ingesteld.

Met een warmtepomp kan op een veel efficiëntere manier warm water worden gemaakt voor de cv, alleen kan de temperatuur van het water niet hoger worden dan 40 - 50 °C. Dat betekent dat de radiatoren die 's winters 90 °C water willen hebben niet warm genoeg worden. Er moeten dus grotere radiatoren komen, of ... als je isoleert is er minder warmte nodig en zijn de bestaande radiatoren in veel gevallen wel groot genoeg.

Met een warmtepomp kun je met dezelfde hoeveelheid energie 3-4 maal zoveel warmte opwekken als met een gasketel (zie verderop).

In plaats van met radiatoren kun je ook vloer- of wandverwarming toepassen. Daarmee krijg je ook een heel behaaglijk binnenklimaat omdat er een groot vlak is met een prettige temperatuur en als er geen echt koude glasvlakken meer zijn door de toepassing van HR<sup>++</sup> glas heb je geen compensatie door radiatoren onder het glas meer nodig. Maar, pas op, wand- en vloerverwarming zijn in beginsel "trage systemen". Als je de verwarming aanzet moet eerst de hele (meestal) zand-cement afwerkvloer worden opgewarmd voordat die op zijn beurt weer de kamer kan verwarmen c.q. warmtestraling af kan geven die de omgeving, inclusief de mensen verwarmt.

Inmiddels zijn er ook systemen op de markt waarin het water door heel dunne buisjes loopt en die daardoor ook in een dunnere laag zand-cement of pleisterwerk kunnen worden aangebracht, waardoor de reactietijd ook veel korter wordt.

Als de zon gaat schijnen en de kamer dus warmer wordt, warmer dan het vloeroppervlak, stopt vanzelf de warmteafgifte van de vloerverwarming. Maar dat helpt dus alleen als de temperatuur van het vloeroppervlak niet te hoog is, maximaal 23-24 °C bijvoorbeeld. Dat betekent dat dit alleen goed werkt bij huizen die ruim voldoende zijn geïsoleerd, zodat inderdaad met zo'n lage temperatuur voor de verwarming kan worden volstaan.

Ook komt op beperkte schaal luchtverwarming voor in woningen. Ook daarbij geldt dat bij isoleren de thermische behaaglijkheid kan toenemen omdat extra koude glasvlakken verdwijnen en de binnen oppervlakte van de buitenmuren ook warmer wordt. Er kan dan met een minder hoge luchttemperatuur en/of een minder grote hoeveelheid lucht worden volstaan.

Koelen is in Nederlandse woningen als ze goed ontworpen zijn eigenlijk niet nodig. Wat daarvoor nodig is, is voldoende thermische massa. Stenen vloeren, wanden en plafond, waarin warmte kan worden gebufferd (geaccumuleerd).

Als de zon gaat schijnen valt deze eerst op de vloer en de wanden van een vertrek.

Pas als die warmer worden gaan ze de warmte ook afgeven aan het vertrek. En om massa op te warmen is heel wat warmte nodig. Het is goed mogelijk om ervoor te zorgen dat in een vertrek voldoende werkzame massa aanwezig is, om de temperatuurstijging gedurende de dag tot 3-4 °C te beperken. Mits ook een goede zonwering aanwezig is (zie verderop).

Als daarna gedurende avond en nacht op een juiste wijze met koele buitenlucht wordt geventileerd, koelt het vertrek, en daarmee de constructie voldoende af om de dag daarop weer hetzelfde spel te kunnen spelen.

Een aantal dagen in het jaar zal de temperatuur uiteindelijk natuurlijk wel wat aan de hoge kant blijven, maar of je daarvoor een koelinstallatie moet aanschaffen is een vraag die ieder voor zich moet beantwoorden.

In bestaande woningen zal het niet altijd mogelijk zijn om alsnog in voldoende thermische massa te voorzien. In die gevallen kan mechanische koeling een uitkomst bieden. Maar in plaats van het plaatsen van een losse koel unit kan vaak beter worden gekeken naar de mogelijkheid om via wand- of vloerkoeling (de warmtepomp werkt dan andersom dan in de winter) de ruimte te koelen.

### Thermische behaaglijkheid

Wat je als mens aan warmte ervaart als je in een vertrek bevindt is een soort gemiddelde van de temperatuur van de lucht en de temperatuur van de wanden, vloer en plafond. Je bent zelf (bijna) altijd warmer dan de omgeving. Onze kerntemperatuur is ca. 37 °C en de oppervlaktetemperatuur van onze huid is 30 - 32 °C. Wij moeten permanent warmte kwijt. Die warmte geven we direct af aan de lucht waarin we ons bewegen én door warmtestraling naar de omgeving (wanden, vloer, plafond). Globaal kun je zeggen dat we het gemiddelde van de lucht- en de stralingstemperatuur ervaren. Dat betekent dus ook dat je in verschillende situaties het even behaaglijk kan hebben.

Bijvoorbeeld 's winters in een huis met luchtverwarming met een luchttemperatuur van 23°C en een gemiddelde temperatuur van alle oppervlakken in de omgeving (wanden, vloer, plafond en met name het glas) van 19 °C voel je dat als gemiddeld ca. 21 °C.

In een huis met radiatorverwarming (of wand- of vloerverwarming) kan dat precies andersom zijn doordat de stralingstemperatuur hoger is (aandeel van de warme radiator-, wand-, plafond- of vloeroppervlakken) bijvoorbeeld 22 °C, hoeft de luchttemperatuur maar 20 °C te zijn om dezelfde 21 °C als resulterende temperatuur te ervaren.

Die lagere luchttemperatuur leidt overigens ook meteen tot een wat hogere relatieve vochtigheid in huis (minder kans op stofdeeltjes in de lucht) en tot een wat lager warmteverlies.

### Thermische isolatie; denken aan ventilatie

Bij thermische isolatie gaat het om dak, gevels en begane grond vloer. Thermische isolatie kun je altijd toepassen. Daar kan eigenlijk niets mee mis gaan. Soms hoor je dat na het isoleren er problemen ontstaan door koudebruggen (vochtige muren, schimmelvorming), maar dat komt niet door het isoleren. Het vochtiger worden van de binnen oppervlakken van muren is een samenspel van de temperatuur van dat oppervlak én de relatieve vochtigheid in huis. Door het isoleren wordt gegarandeerd de temperatuur aan het wandoppervlak hoger en dus de kans op condensatie (lagere relatieve vochtigheid aan het oppervlak) minder, maar ... vaak worden bij het isoleren ook naden en kieren automatisch mee afgedicht en vermindert dus de continue ventilatie van de woning met als gevolg een hogere relatieve vochtigheid. Om die reden is het zaak om bij het treffen van isolatiemaatregelen ook meteen aandacht te besteden aan de ventilatievoorzieningen. Zie hierna.

Voor de verschillende manieren van isoleren wordt verwezen naar de website van Milieu Centraal: de praktische gids voor duurzame tips en adviezen.

Dakisolatie:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/dakisolatie/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/zelf-dak-isoleren/>

Gevel isolatie:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/spouwmuurisolatie/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/gevelisolatie-buitenkant/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/gevelisolatie-binnenkant/>

Vloerisolatie:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/vloerisolatie/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/zelf-vloer-isoleren/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/bodemisolatie/>

HR<sup>++</sup> glas, triple glas en degelijke:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-en-triple-glas/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/isolerende-kozijnen-en-deuren/>

Naden en kieren:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/>

### Ventilatie

De primaire taak van ventilatie is het voorzien van de bewoners van een huis van frisse lucht. Dat betreft dus aanvoer van verse lucht, maar ook afvoer van gebruikte lucht met daarin extra vocht, geurstoffen en andere zaken.

Ieder mens heeft 25 - 50 m<sup>3</sup> per uur aan verse lucht nodig.

Voor een huis (woonkamer) met vier mensen is dat dus 100 - 200 m<sup>3</sup> per uur.

In de winter kan uit oogpunt van energiebesparing de ondergrens worden aangehouden.

Voor 100 m<sup>3</sup> per uur is ca. 2 m<sup>1</sup> ventilatioerooster nodig om ook bij weinig wind voldoende verse lucht binnen te krijgen. Als het harder waait kan zo'n rooster makkelijk dicht worden gezet. Nooit helemaal sluiten uiteraard. Ook zijn er zelf regelende roosters verkrijgbaar die zelf de opening verkleinen als er meer drukverschil is (meer wind).

Een draairaam kan nooit dienen als opening voor continue ventilatie. In de eerste plaats omdat dat ook tot grotere lichtsnelheden dan gewenst (tocht) leidt in de leefzone én omdat je dat 's zomers in de nacht niet zomaar open kunt laten staan.

Dus voor ventilatie gaat het om roosters of hoger geplaatste klepraampjes, die dan weer wel traploos bedienbaar moeten zijn; niet alleen "open - dicht".

Ook moet je er aan denken dat wil de lucht binnen kunnen komen, hij ook weer ergens weg moet kunnen, bijvoorbeeld aan de andere kant van de “doorzonkamer”. Maar wat ook kan is, via een kier onder de deur naar de gang/hal en zo verder.

In de huidige huizen is naast de natuurlijke toevoer van lucht, zoals hiervoor beschreven, ook vaak mechanische afvoer aanwezig: afvoer van lucht uit keuken, toilet en badkamer. Daardoor is er een constante afvoer van lucht, ook uit de andere kamers mogelijk, mits er doorstroomopeningen zijn, bijvoorbeeld door kieren onder de deuren, zoals hiervoor al genoemd, of door speciale doorstroomroosters in deuren of wanden.

Bij natuurlijke ventilatie al dan niet met mechanische afzuiging, gaat de opgewarmde lucht dus weer rechtstreeks naar buiten. Dat is jammer, want daarmee gaat de energie die nodig was voor het opwarmen van de lucht verloren. Bij een situatie met mechanische toe- en afvoer (balansventilatie) kan de warmte uit de afvoerlucht worden terug gewonnen en afgegeven aan de koude toevoerlucht die daarmee voor een heel stuk wordt voorverwarmd.

Bij systemen met mechanische toe- en afvoer is het ook mogelijk om automatisch, door meten van het CO<sub>2</sub> gehalte van de afvoerlucht, te regelen hoeveel er geventileerd moet worden. Daardoor wordt er nooit meer geventileerd dan nodig is en wordt er optimaal met energie omgesprongen.

Naast de voorzieningen voor de continue ventilatie is er ook spui ventilatie nodig: luchten van slaapkamers, spuien na een avond met een uitgebreide verjaardag, warmteafvoer na een warme zomerdag enz. Daarvoor zijn draai- en kiepramen uiteraard goed geschikt.

Zie voor alle mogelijke ventilatie oplossingen ook weer de website van Milieu Centraal:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/ventileren/natuurlijke-ventilatie/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/ventileren/ventilatie-met-mechanische-afvoer/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/ventileren/balansventilatie/>

### Zontoetreding en zonwering; thermische massa

De zon is een geweldige energiebron. Als hij recht op de gevel staat komt er al gauw 500 W/m<sup>2</sup> binnen door het glas. Bij 5 m<sup>2</sup> glas leidt dat in een situatie met weinig warmteaccumulatie in wanden, vloer en plafond in een woonkamer van 25 m<sup>2</sup>, uitgaande van ongeveer gelijke temperaturen binnen en buiten, binnen twee uur al gauw tot een opwarming van 5 - 6 °C. Bij een zwaarder huis is dat misschien maar 1 - 2 °C. Maar over een hele dag loopt het aardig op. Ventileren, zolang de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur helpt uiteraard, maar vooral zorgen dat de zonnewarmte niet binnenkomt is belangrijk. Dat geldt voor de zomer, in de winter is de warmte die binnenkomt uiteraard juist welkom.

In feite kan alleen met buitenzonwering een voldoende resultaat worden bereikt. Bij een goede soort komt maar 10 -15% van de zonnewarmte binnen. Bij binnenzonwering is de zonnewarmte al binnen voordat hij op de zonwering valt. Er wordt uiteraard warmte terug gekeerd naar buiten door het glas, maar dat is maar een deel. De zonwering zelf wordt warm door de opvallende zonnestraling. Die warmte wordt voor een belangrijk deel direct aan de binnenlucht afgegeven en bevordert dus een snelle stijging van de temperatuur. Bij binnenzonwering komt er altijd nog wel 45 - 50% van de zonnewarmte binnen. Dat is dus zeker drie keer zoveel als bij buitenzonwering.

Thermische massa is niet alleen van belang om 's zomers een te sterke opwarming van het vertrek te voorkomen, maar is ook heel hard nodig als je 's winters effectief gebruik wilt maken van de gratis zonnewarmte. Als er weinig thermische massa (mogelijkheid voor warmte accumulatie) aanwezig is, stijgt de temperatuur in het vertrek, ook 's winters, snel. Dan moet de overvloedige warmte worden afgevoerd door ventilatie en ben je 'm weer kwijt. Als er wel thermische massa aanwezig is, wordt die mee opgewarmd, stijgt de temperatuur in het vertrek minder snel, en kan de warmte worden bewaard voor 's avonds als de zon weg is.

#### Warmte en koude opwekking

In de meeste huizen wordt warm water voor de centrale verwarming op dit moment geproduceerd via een gasketel. Een moderne cv-ketel benut vrijwel alle energie die in het aardgas zit omdat ook de waterdamp in de rookgassen weer wordt gecondenseerd.

In een warmtepomp wordt geen gas verbrand of wat dan ook. Een elektrisch aangedreven compressor comprimeert een bepaald soort gas dat daardoor gaat condenseren en dat de condensatiewarmte afgeeft aan de omgeving. Denk daarbij aan het warme rooster aan de achterzijde van de koelkast, want een koelkast is ook een warmtepomp. Door het gecondenseerde gas, vloeistof nu, weer te laten verdampen (in de koelkast gebeurt dat in de holle binnenzijde van de wanden) wordt de benodigde verdampingswarmte aan de omgeving onttrokken. Binnenin de koelkast wordt het daardoor koud. Bij een warmtepomp voor ruimteverwarming wordt van ditzelfde principe gebruik gemaakt. Afgekoeld wordt nu de buitenlucht of de bodem en de warmte wordt afgegeven aan het water voor de verwarming. Zie ook het "A4-blad Warmtepompen".

Bij dit proces van verdampen en condenseren is alleen energie nodig voor de compressor. Met dit proces wordt 3-4 maal zoveel energie verplaatst van lage naar hoge temperatuur als er nodig is voor de compressor. Daarom is de warmtepomp zo'n aantrekkelijke warmtebron.

Daarnaast kan dezelfde warmtepomp in de zomer eventueel andersom worden gebruikt om koud water te maken waarmee de woning kan worden gekoeld.

Er bestaat ook elektrische verwarming: stralingspanelen, vloer- of wandverwarmingsmatten. Dit soort zaken zijn heel makkelijk te installeren, er komen geen waterleidingen enz. aan te pas, alleen maar elektriciteitsleidingen. Ook is er geen regelmatig onderhoud nodig.

Er is één groot "maar": alle toegevoerde elektriciteit wordt direct omgezet in warmte, terwijl je met een warmtepomp met dezelfde hoeveelheid elektriciteit 3-4 maal zo veel warmte kunt opwekken.

Dat de elektriciteit geleverd wordt door zonnepanelen (fotovoltaïsche cellen) is geen excuus. Er is bij elektrische verwarming dus ook 3-4 maal zoveel m<sup>2</sup> zonnepaneel nodig en het maken van zonnepanelen kost ook energie en er worden grondstoffen bij gebruikt die het milieu uitputten.

Elektrische verwarming vindt een verantwoorde toepassing op plaatsen waar maar incidenteel warmte nodig is en waar het daarvoor op gang helpen van een complete installatie met warmtepomp en dergelijke minder efficiënt is. Denk aan een wat koude zithoek, een serre, enz. Bij een serre die niet geïsoleerd is, is het overigens de vraag of je daar überhaupt moet willen verwarmen.

## Aanpak

Hoe pak je nu de energietransitie van je woning aan.

- Vraag verminderen
- Warmte terugwinnen (ventilatielucht, douchewater)
- Efficiënt opwekken van warmte (en eventueel koude)
- Duurzame energiebronnen gebruiken

Begin met kijken wat er aan verbeteren van de thermische isolatie mogelijk is. Zie de hiervoor gegeven informatie. In bestaande woningen, zeker in oudere, is niet altijd alles mogelijk, of moeilijker uit te voeren. Beginnen met spouwmuurisolatie kan altijd (als de kwaliteit van de muur voldoende is; laten checken). Dat is een goede eerste stap, maar levert nog niet de isolatiewaarde op die inmiddels voor nieuwbouw gewoon is. Isoleren aan de buitenzijde kan ook. De isolatie wordt dan op de muur gelijmd en vervolgens afgewerkt met stucwerk of steenstrips. Dit kan ook prima als er eerder al spouwmuurisolatie is toegepast. Ook wordt wel het buitenspouwblad verwijderd en wordt de isolatie op het binnenspouwblad aangebracht.

Isoleren aan de buitenzijde is altijd het beste. Dat geldt voor alle constructies. De hele woning is dan als het ware ingepakt in de isolatie. De constructie blijft warm, nergens meer koude plekken, de constructie krijgt niet meer met grote temperatuurverschillen te maken (dus minder uitzetten en krimpen), enz.

Maar isoleren aan de buitenzijde is niet altijd mogelijk of gewenst. Bij oudere huizen wil je vaak graag het uiterlijk ongewijzigd bewaren of soms gaat het zelfs om een monument en mag er ook niets gewijzigd worden. Dan blijft alleen isoleren aan de binnenzijde over.

Bij isoleren aan de binnenzijde, en dat geldt voor alle constructies (gevel, vloer, dak) moet je altijd oppassen dat er geen waterdamp vanuit het huis de constructie kan binnenkomen. Er moet dan een dampremmende laag worden toegepast om te voorkomen dat de waterdamp ergens binnen in de constructie kan condenseren en bijvoorbeeld tot houtrot leiden. Het is verstandig in deze gevallen altijd deskundig advies in te winnen.

Verder is het ook zaak om af te wegen welke delen de moeite waard zijn om echt goed te isoleren en bij welke misschien met wat minder isolatie kan worden volstaan. Denk hierbij aan de voorgevel van een rijtjeshuis. Vaak is het aandeel van het metselwerk daarin erg beperkt (weinig  $m^2$ 's). Daar volstaan met spouwmuurisolatie of binnenisolatie van 50-60 mm is geen probleem. De eerste klap is bij isoleren namelijk altijd echt een daalder waard.

Bij de gevel kun je beter alle aandacht richten op het glas. Daarvoor zijn inmiddels ruiten beschikbaar (HR<sup>++</sup> glas, drievoudig glas, vacuümglas) met een heel goede isolatie vergeleken met gewoon dubbel glas. De beste ruiten op dit moment laten tot ca. 6 maal minder warmte door dan enkelglas en tot ca. 3 maal minder dan gewoon dubbelglas. Maar ... dat is altijd nog meer dan een buitenmuur met ca. 30 mm isolatie.

In notitie 2 "Waar te beginnen met isoleren en hoe zwaar ..." wordt hier nader op in gegaan.

Het is zaak te kijken in welke mate de verschillende onderdelen van het huis bij kunnen dragen aan de vermindering van de warmtevraag en van daaruit prioriteiten te stellen en in ieder geval extra in te zetten op de delen waar veel valt te besparen: glas, dak, vloer, kopgevel van een rij, enz.

Bij het isoleren worden ook vaak vanzelf naden en kieren gedicht. Maar daar moet ook afzonderlijk naar worden gekeken.

En zoals gezegd moet er worden gezorgd voor een goed werkende ventilatie die eenvoudig regelbaar is. Bij koud weer is het zaak niet meer te ventileren dan nodig is. Dat kan ook geautomatiseerd worden, bij mechanische ventilatie, maar ook bij zelfregelende roosters in de gevel. Een CO<sub>2</sub> sensor constateert dan of er mensen in het vertrek zijn (mensen en dieren ademen CO<sub>2</sub> uit) en afhankelijk daarvan wordt de benodigde ventilatie ingesteld.

Dan komt het kiezen van de warmteopwekking aan de orde. Als het mogelijk is, heeft gebruik maken van een warmtepomp de voorkeur, omdat deze, zoals hiervoor al beschreven, met dezelfde energie uit het net 3-4 maal zoveel warmte kan verplaatsen.

Het beste werkt een warmtepomp die de warmte aan de bodem onttrekt. Denk daarbij aan een waterslang op ca. 1 m diepte onder het grasveld in de tuin of een speciale paal die de grond in wordt gedreven waarin waterleidingen zijn verwerkt.

Het is ook mogelijk om de buitenlucht als warmtebron te gebruiken, af te koelen. Maar het zal duidelijk zijn dat juist als je warmte nodig hebt, de buitenlucht al vrij koud is, waardoor het rendement afneemt en 's winters ook periodiek ontdooien moet plaatsvinden. Daarnaast vormt de geluidproductie van de buiten geplaatste units een mogelijke bron van hinder, voor het eigen huis of voor aangrenzende huizen.

Bij het kiezen van een warmtepomp is het echt nodig deskundig advies in te winnen en niet uitsluitend op de gegevens van de leverancier af te gaan.

Het kan ook interessant zijn om het geheel wat groter aan te pakken en met een heel bouwblok, appartementengebouw één centrale warmtepompinstallatie aan te leggen met een warmtenet waarmee warm water naar de verschillende woningen wordt gebracht.

In zo'n situatie kan ook zelfs aan opslaan van warmte en koude in de bodem (in diepere lagen 100-200 m) worden gedacht.

Plaatsen van zonnepanelen (PV-panelen) kan bijdragen aan het opwekken van energie zonder dat daar fossiele brandstoffen aan te pas komen. Ook dat is iets wat eventueel ook op wijk/blokniveau kan worden opgepakt. Daarnaast bieden energiemaatschappijen participatie mogelijkheden aan in wind- en zonnestroomprojecten, enz.

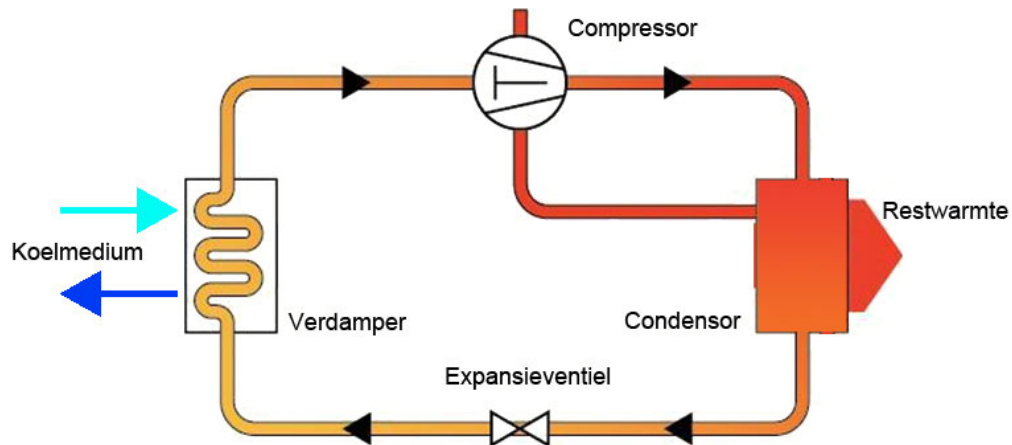
In alle gevallen blijft gelden: begin niet zomaar met een willekeurige maatregel, maar bedenk hoe die uitpakt in het grotere geheel en hoe de verschillende maatregelen elkaar kunnen beïnvloeden. Maar altijd is verminderen van de vraag (isoleren dus) de eerste stap.

Kees (ir. A.C.) van der Linden  
16 maart 2020

Deze notitie is er één van een serie

1. Energiebesparing en binnenklimaat – alles hangt met elkaar samen
2. Waar te beginnen met isoleren en hoe zwaar ...
3. Isolatie, ventilatie, condensatie en schimmelvorming
4. Binnenisolatie van buitenmuren





Een warmtepomp verplaatst warmte van een laag naar een hoger temperatuurniveau. Het thermodynamische proces dat hierbij plaats vindt is weergegeven in de bovenstaande tekening.

In een koelkast zit de verdamer (links) ingebouwd in de achter- en zijwanden aan de binnenkant van de kast. Die verdamer bestaat in de koelkast gewoon uit kanaaltjes in de wand. De koelvloeistof komt door een kleine opening (expansieventiel) in de verdamperruimte. Door de expansie verdampt de vloeistof.

Voor verdampen is warmte nodig en die warmte wordt onttrokken aan de binnenruimte van de kast. Aan de buitenkant is de wand uiteraard goed geïsoleerd.

Bij een warmtepomp die wordt gebruikt om warmte te winnen voor verwarmingsdoeleinden is de verdamer een warmtewisselaar waar enerzijds de koelvloeistof doorheen loopt en anderzijds het koelmedium. Het koelmedium kan buitenlucht zijn, maar ook water (of andere vloeistof) die op zijn beurt weer warmte onttrekt aan de bodem. En zo zijn er allerlei mogelijkheden.

De damp wordt aangezogen door een compressor die de damp aanperst tegen het expansie ventiel. Gewoon een doorlaat met een heel klein gaatje (veel weerstand dus). Door het samenpersen wordt de damp warmer. Op weg naar het expansie ventiel gaat de damp door de condensor. Bij de koelkast thuis is dat het rek met kleine buisjes aan de achterzijde (bij moderne koelkasten soms ook weggewerkt achter een staalplaat). Bij een koelmachine in een gebouw is dat weer een warmtewisselaar waar de vloeistof condenseert en zijn condensatiewarmte afgeeft aan een medium (water of lucht). Deze warmte wordt benut om bijvoorbeeld het verwarmingswater voor de radiatoren van een gebouw of de verwarmingsunit in de luchtbehandelingskast op te warmen.

Dan begint e.e.a. weer van voor af aan. De afgekoelde vloeistof ontsnapt door het kleine gaatje in het expansieventiel in een ruimte waar een veel lagere druk heerst en zal daardoor weer verdampen waar ook weer warmte (de verdampingswarmte) voor nodig is, die onttrokken wordt aan de omgeving/het koelmedium.

Als er sprake is van een koelsituatie bij een gebouw wordt de warmte afgevoerd (weg gegooid), bijvoorbeeld m.b.v. een luchtgekoelde condensor (zie A4-36). In steeds meer gevallen wordt de afvalwarmte echter bewaard tot een later tijdstip, bijvoorbeeld in een bodemwarmte opslag.

ACL\_140406