

VERDUURZAMING

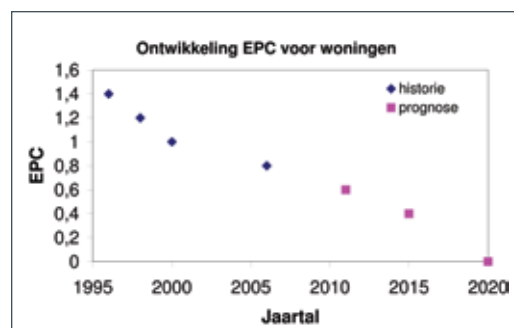
Auteurs: Teunis van Woudenberg, Stefan Schreij en Peter Heijboer

► **Verduurzaming van de woningbouw: we kunnen er niet omheen. Losse maatregelen volstaan niet meer, in plaats daarvan moet een totaalaanpak worden gekozen. Dit artikel beschrijft twee verschillende routes: besparen en vergroenen. De ene route richt zich op het terugdringen van de energievraag, en de andere op het verduurzamen van de energiebron.**

In het kader van internationale en nationale doelstellingen zoals het Kyoto-protocol (1), het programma Meer met Minder (2), en het Lente-akkoord (3), moet in de woningbouw een drastische verlaging van het fossiele energiegebruik plaatsvinden.

Aanscherping EPC

Het beleidsinstrument dat voor nieuwbouwwoningen wordt gehanteerd is de Energie Prestatie Norm (EPN) (4). Eén getal (Energie Prestatie Coëfficiënt) geeft de maat aan voor het fossiele energiegebruik. In de loop van de jaren is de EPC aangescherpt. In figuur 1a is de ontwikkeling van de EPC voor nieuwbouwwoningen weergegeven plus een prognose op basis van nu bekend beleid (5). In de bestaande woningbouw wordt de energiezuinigheid inzichtelijk gemaakt met een Energie Prestatie Advies (EPA). Hierbij wordt de woning geïnspecteerd op bijvoorbeeld de mate van isolatie en het glastype; daaruit volgen een aantal verbeteradviezen en een Energielabel dat de zuinigheid van de woning aangeeft (zie figuur 1b). Momenteel is het label niet verplicht. Overwogen wordt om dat in de nabije toekomst bij transactiemomenten verplicht te stellen, inclusief sancties. Op korte termijn is het de bedoeling dat het instrumentarium voor energieprestatie voor nieuwbouw en bestaande bouw wordt geïntegreerd in één norm (6), die dient voor zowel woningbouw als utiliteit. Deze norm, die per 2011 van kracht moet worden via het Bouwbesluit, is geënt op de Europese norm voor energie in de gebouwde omgeving (7).



Figuur 1a. Ontwikkeling van de wettelijk vereiste EPC-waarde voor nieuwbouwwoningen, plus een prognose richting 2020.



Figuur 1b. Het vernieuwde energielabel (versie 2010). Bron: vrom.nl.

Twee routes

Hoe kan deze — door overheden opgelegde, maar ook vanuit de maatschappij gewenste — energiereductie worden gerealiseerd? Op hoofdlijnen zijn hiervoor twee routes denkbaar:

- **Besparen:** Verlaag de energiebehoefte van de woningen zo ver mogelijk. Op deze route vind je onder andere het PassiefHuis-concept. Dit concept richt zich voornamelijk op het verlagen van de energievraag voor ruimteverwarming.
- **Vergroenen:** Sta toe dat de woningen energie vragen, maar wek die energie dan duurzaam op. Bijvoorbeeld door inzet van collectieve warmtenetten met warmte/koude-opslag of geothermie.

De Trias Energetica gebiedt om altijd eerst route 1 te volgen, voordat je aan route 2 begint. Dit is niet als stelregel vol te houden. Een groot deel van de

verduurzamingsopgave zit in het verbeteren van het energiegebruik in de bestaande woningvoorraad. Wil je een bestaande woning van PassiefHuis-kwaliteit, dan zijn daar zeer hoge meerkosten mee gemoeid. De Trias Energetica laat de financiering buiten beschouwing, terwijl dat uiteindelijk wel een zwaarwegend criterium is in de besluitvorming.

Voorbeelden

In dit artikel worden de twee routes uitgewerkt. De twee worden hieronder toegelicht qua energiegebruik, CO₂-uitstoot en kosten/baten-analyse.

Route 1: PassiefHuis met ketel en zonneboiler

Het fossiele energiegebruik wordt teruggedrongen door de energievraag voor ruimteverwarming sterk te reduceren. Door extreem goede isolatie, drievoudig glas, dat in de winter wel voldoende zonnewarmte toelaat, en gebruik van balansventilatie met hoog rendement warmteterugwinning. Essentieel in dit (PassiefHuis-) concept is oog voor detaillering, zoals de kierdichting en koudebrug-eliminatie, zowel tijdens het ontwerp als in de uitvoering. Dit wordt ook gecontroleerd middels een deurbloaastest en infraroodmetingen aan het voltooide huis.

Route 2: duurzaam warmtenet op geothermie

Het fossiele energiegebruik wordt teruggedrongen door de energievraag in te vullen met duurzame warmte uit diepe geothermische bronnen (2.000 meter). Hoewel in deze route de warmtevraag op zichzelf niet wordt gereduceerd, wordt de primaire energie die nodig is voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater door geothermie met circa tweederde gereduceerd (8). Geothermie is een van de meest duurzame vormen van collectieve warmtelevering. In tabel 1 zijn de maatregelen voor beide routes samengevat voor duurzame nieuwbouw rijtjeswoningen. Voor beide routes zijn de maatregelen vermeld (vetgedrukt) die worden getroffen om tot verduurzaming te komen.

Energiegebruik

- **Thermische energie.** Het PassiefHuis-concept reduceert de warmtevraag voor ruimteverwarming en warm water met circa 70 procent ten opzichte van huidige nieuwbouw. Bij geothermie is de warmtevraag voor ruimteverwarming en warm water identiek aan huidige nieuwbouw. Een punt van aandacht is het warmteverlies in de collectieve leidingen. Voor energiezuinige woningen zijn de warmteverliezen van dezelfde orde grootte als de warmtevraag in de woningen, zeker bij een lagere woningdichtheid. Dit heeft consequenties voor de rentabiliteit van het systeem.

WONINGBOUW

		Startpunt	Eindpunt	
		EPC=0,8	Route 1, individueel zuinig: "Passief bouwen"	Route 2, collectief groen: "Geothermie"
Maatregel	Eenheid			
R _C -waarde schilisolatie	[m ² K/W]	ca. 4	ca. 8	
U-waarde beglazing	[W/m ² K]	1,8	0,7	
ZTA beglazing	[-]	0,6	0,55	
Zonwering zonzijde	[-]	ja		
U-waarde deuren	[W/m ² K]	3,4	2	
Luchtdichtheid	[dm ³ /s/m ²]	0,625	0,15	
Type verwarmingssysteem		vloer/wandverwarming		
Type ventilatiesysteem		zelfregelende roosters	balansvent + wtw 95%	
Warmte-opwekker		HR107 ketel		Geothermie
Zonne-collectoren	[m ²]	-	5,6	
PV-panelen	[m ²]	-		
lineaire koudebrug vloer Ψ	[W/mK]	plmin. 0,8	plmin. 0,5	
lineaire koudebrug kozijn Ψ	[W/mK]	plmin. 0,1	plmin. 0,02	
Resultaat				
EPC	[-]	0,80	0,45	0,45
Warmtevraag	[GJ _{th} /jr]	28	8	28
Primaire energie	[GJ _{prim} /jr/m ² _{vloer}]	0,36	0,21	0,21

Tabel 1. Maatregelen voor duurzame nieuwbouw rijtjeswoningen en resulterende EPC, warmtevraag, primaire energie en CO₂-uitstoot volgens de EPN (4).

- **Primaire energie.** De EPC is een directe indicatie van de hoogte van de primaire energievraag (fossiele energie). Voor beide routes reduceert de fossiele energievraag met bijna 40 procent.

Klantenwens

Uit marktonderzoek blijkt dat de gemiddelde consument bij duurzaam bouwen in eerste instantie denkt aan energiezuinigheid en pas in de laatste plaats aan duurzame energie (9). Passief bouwen is in dat licht een concept dat beter aansluit bij de verwachting van de consument dan geothermie. Dit geldt met name voor consumenten die vanuit persoonlijke betrokkenheid bewust kiezen voor een duurzame woning (10). Een goed voorbeeld van betrokkenheid en bewustzijn is de wijk Vauban in Freiburg waar onder meer circa 60 energiezuinige PassiefHuis-appartementen zijn gerealiseerd (11). Bewoners hebben sterk bijgedragen aan het bepalen van het ontwerp, maar ook aan het organiseren van de bouw. In Nederland is een voorbeeld van grote betrokkenheid de transformatie van een monumentale Latijnse school naar woonwerkgebouw in Middelburg (12).

Verhoogd wooncomfort

Een heel ander argument voor energiezuinigheid komt voort uit het verhoogde wooncomfort. Het blijkt dat consumenten, zelfs als zij kritisch zijn over de hogere investering voor energiezuinige maatregelen, uiteindelijk

toch meer tevreden zijn over hun woning ten gevolge van het verhoogde wooncomfort (13). Er zijn verschillende publicaties die verhoogd wooncomfort door passief bouwen vermelden (14 en 15). Hierbij wordt gerefereerd aan onder andere de hogere wandtemperatuur, die resulteert in behaaglijke stralingswarmte. Daardoor kan ook de ruimtetemperatuur iets lager afgesteld worden. Het zomerklimaat wordt meestal ook positief beoordeeld (14 en 16). Er blijkt wel grote spreiding in optredende binnentemperaturen te zijn tussen de bemeeten woningen. Dit is voornamelijk het gevolg van het meer of minder benutten van de zonwering. Bij juist gebruik van de zonwering blijft de binnentemperatuur wel



PassiefHuis-project: De wijk Vauban in Freiburg.

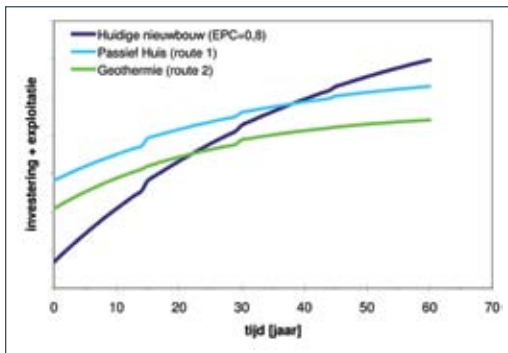
binnen de comfortgrenzen (16). Uit interviews blijkt dat 88 procent van de bewoners er voor zou kiezen in een PassiefHuis te gaan wonen, tegenover 2 procent die dat zeker niet zou doen (14). Bij grootschalige implementatie van duurzame concepten is het dus zowel vanuit de perceptie van duurzaamheid, als vanuit de comfortwens, te verwachten dat concepten die zich richten op energiezuinigheid, zoals PassiefHuizen, beter scoren bij de consument dan concepten waarbij de nadruk ligt op duurzame energie, zoals geothermie. Anderzijds blijkt uit de adviespraktijk dat, vooral voor woningen en gebouwen die geen privé-eigendom zijn, juist omgekeerde argumenten een rol kunnen spelen. Hiervoor geldt vaak een bepaalde weerstand voor ingrepen in de woning/het gebouw. In dat geval verdient een collectief concept als geothermie veruit de voorkeur, aangezien hiermee ook een verduurzaming is te bereiken met minimale aanpassingen in de woning/het gebouw.

Kosten en baten

Voor beide routes moet een extra investering worden gedaan die wordt gecompenseerd door lagere exploitatielasten. In figuur 3 zijn contant gemaakte (her) investeringen en exploitatielasten weergegeven als functie van de tijd. Het blijkt dat geothermie zich in circa 20 jaar terugverdient. Passief bouwen scoort nu nog niet goed, met een terugverdientijd van circa 35 jaar. Financieel gezien is geothermie op dit moment dus in het voordeel ten opzichte van passief bouwen. Naar verwachting zullen de meerkosten voor innovatieve componenten als drievoudig glas, thermisch onderbroken kozijn en dergelijke gaan dalen door de marktwerking, analoog met de kostenontwikkeling van HR++-glas. Daardoor kan passief bouwen op hetzelfde prijsniveau komen als geothermie, of zelfs daaronder zakken.

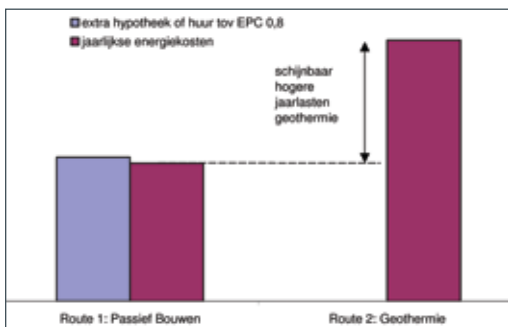
Bestaande bouw

Voor bestaande bouw ligt het verhaal wat complexer; het te behalen exploitatievoordeel is fors hoger. Daar staat tegenover dat de investeringen ook hoger kunnen zijn. Bij geothermie kán het distributienet dunder uitvallen, omdat met bestaande infrastructuur rekening moet worden gehouden. Overigens staat daar een kleiner distributienet tegenover, omdat een bestaande woning meer warmte afneemt. Verder kunnen meerkosten noodzakelijk zijn om het afgiftesysteem in de woning aan te passen. Afgifte in bestaande woningen is meestal gebaseerd op hoge watertemperaturen, waardoor het rendement van de geothermiebron afneemt. Een bestaande wijk met hoge bebouwingsdichtheid, een eenvoudige infrastructuur, én een laag-temperatuur afgiftesysteem is dus het meest rendabel. Een bestaande woning ►



Figuur 3. Ontwikkeling van contante waarde voor huidige nieuwbouw, PassiefHuis en Geothermie. De rendementseis is 6,5 procent, lange termijn gasprijsstijging 2,5 procent, elektra 0,8 procent, en inflatie 2 procent. De 'rimpels in de curves zijn herinvesteringen.

verduurzamen naar PassiefHuis blijkt op basis van nu bekende renovatie-projecten nog behoorlijk kostbaar, tot driemaal duurder dan een nieuwbouw PassiefWoning. Dat weegt nog niet op tegen het extra exploitatievoordeel, dat circa anderhalf tot tweemaal hoger is dan bij een nieuwbouwwoning. In figuur 4 is een vergelijk gemaakt van de jaarlijkse lasten voor nieuwbouw rijtjeswoningen. De extra investering voor Passief bouwen wordt verrekend in de koopprijs van de woning (hypotheek) dan wel in de huurprijs. Bij grootschalige collectieve systemen zoals geothermie ligt outsourcen voor de hand, bijvoorbeeld op basis van het Niet-Meer-Dan-Anders-principe: zowel de aansluitkosten als de verrekening van de jaarlijkse exploitatiekosten vindt plaats op basis van het gasgestookte analoog, ofwel de EPC=0,8-woning. De hogere energienota bij geothermie kan voor de gebruiker tot verwarring leiden: hij verwacht op basis van het predikaat 'duurzaam', een lage energierekening te krijgen. De bewoner ontvangt echter een energienota die beduidend hoger is dan bij een PassiefHuis. De gebruiker realiseert zich dan niet dat de investering voor geothermie in de energierekening is versleuteld.



Figuur 4. Voorbeeld van jaarlijkse lasten voor een nieuwbouw rijtjeswoning, als PassiefHuis of met geothermie.

Overige afwegingen

Een aantal aspecten die in dit artikel niet expliciet uitgewerkt zijn, maar wel op de achtergrond spelen, zijn de projectgebonden karakteristieken van beide concepten:

- Geothermie is een grootschalige investering die over een lange periode wordt gerealiseerd. Hierbij moet men denken aan circa 5-10 jaar. Projectrendementen kunnen daardoor sterk fluctueren. Er moeten voorinvesteringen worden gedaan die zich pas na een aantal jaar terugverdienen. In tussentijd kan er van alles veranderen. Ook de projectgrootte is een belangrijk aspect (optimale grootte ca. 4.000 nieuwbouwwijteswoningen). Qua levensduur moet er rekening worden gehouden met regelmatige vervanging van de installatiecomponenten, zoals de bron- en distributiepompen. De bron zelf is naar verwachting na 30 à 40 jaar uitgeput, zodat dan een nieuwe extractiebron zal moeten worden geboord.
- Passief bouwen is een relatief onbekende bouwwijze, waarbij veel aandacht is vereist voor detaillering en prestatieborging. Daartegenover staat een relatief korte doorlooptijd van ontwerp naar realisatie, waardoor projectrisico's kleiner zijn. De essentiële maatregelen zijn bouwkundig van aard, waardoor een lange levensduur wordt gegarandeerd.

Conclusie

In dit artikel is een vergelijk gemaakt tussen twee routes voor verduurzaming: PassiefHuis-concept en warmtelevering via geothermie. Het belangrijkste verschil tussen beide concepten is dat de eerste de energievraag, en dan met name voor ruimteverwarming, drastisch reduceert, terwijl de tweede zich richt op verduurzaming van de warmtelevering. In onderstaande tabel zijn de verschillende aspecten nogmaals op een rij gezet.

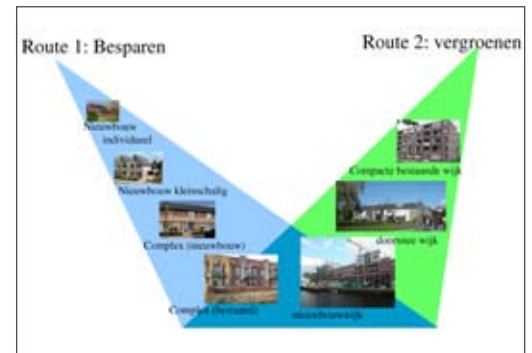
Aspect	Route 1: "Passief bouwen"	Route 2: "Geothermie"
EPC/primaire energie reductie	+	+
Perceptie duurzaamheid	++	+
Comfort	++	0
Energierkening	+	0
Hypotheek/huur	-	0
Jaarlasten totaal	0/-	0
projectrisico's	0	-
ingreep in de woning	-	0
toekomstbestendigheid	++	+

Tabel 2. Beoordeling van geothermie en passief bouwen (t.o.v. EPC 0,8) op belangrijke aspecten.

Het concept Passief bouwen heeft een fors exploitatievoordeel en sluit beter aan bij de bewonerswens (perceptie van duurzaamheid, extra comfort). Daarbij is passief bouwen zeer toekomstbestendig. Daartegenover valt het financiële totaalplaatje op dit moment nog uit in het voordeel van geothermie, omdat bouwcomponenten voor passief bouwen nog erg prijzig zijn. Verder gaat het bij geothermie om een voor de woning minder ingrijpende maatregel.

Kwalitatieve indeling

Het is duidelijk dat er niet zozeer één winnaar uit de bus komt, daarvoor zijn er te veel aspecten die meespelen. In figuur 5 is gepoogd om een aantal van deze aspecten, zoals projectgrootte, visueel weer te geven: voor kleinschalige nieuwbouw ligt verduurzaming door minimalisatie van de vraag het meest voor



Figuur 5. Kwalitatieve indeling van woningtypen en schaalgroottes in de routes 'besparen' en 'vergroenen'.

de hand, voor grootschalige projecten in de bestaande bouw is een collectief duurzame voorziening aan te bevelen.

Voor de grote projecten zien wij op de korte en middellange termijn een belangrijke rol weggelegd voor vergroening, zoals door geothermie. Naast de nu nog lagere financiële lasten is het minder ingrijpend voor de woningen, wat zeker in de bestaande (woning) bouw een duidelijk voordeel is. Tegelijkertijd is het van belang om te investeren in het — nu nog — duurdere Passief bouwen, omdat er 'toekomstmuziek' in dit concept zit. ◀

Auteurs: Teunis van Woudenberg, Stefan Schreij en Peter Heijboer, DWA installatie- en energieadvies.

Literatuur

1. 'Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change', United Nations, 1998
2. 'Convenant Energiebesparing bestaande gebouwen ("Meer met Minder")', 2008.
3. 'Lente-akkoord, Energiebesparing in de nieuwbouw', 2008.
4. NEN 5128:2004/A1:2008 nl, 'Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – Bepalingsmethode', NEN, Delft, 2008; (wordt op korte termijn vervangen door (6)).
5. http://www.senternovem.nl/epn/nieuws/toekomstige_ontwikkelingen_energieprestatie.asp
6. NEN 7120, 'Energieprestatie Gebouwen – bepalingmethode', NEN, Delft, 2009.
7. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), Richtlijn 2002/91/EG van het Europees Parlement en de Raad, 16 december 2002, betreffende de energieprestatie van gebouwen, Publicatieblad Nr. L 001 van 04/01/2003 blz. 0065-0071.
8. H. Buitenhuis, 'Diepe Geothermie, een onontgonnen warmtebron', *VW+*, juli/augustus 2008, p. 494-499.
9. I.J. Essers en C.A.M. Stap, 'Marktonderzoek Zonnewoningen', Novem, 143.700-942.2 E 40141, Utrecht, 2000.
10. Levi A., 'Marketing van Duurzame Energie, Hoe kunnen we Nederlanders beïnvloeden om meer gebruik te maken van duurzame energie toepassingen?', MMM&O Maximising Media & Marketing Opportunities, 2004.
11. www.passivhaus-vauban.de
12. T. van Woudenberg en J.J. Buitenhuis, 'Monumentaal pand wordt passiefhuis', *Stedebouw & Architectuur, Nieuwegein*, december 2008; zie ook www.passiefrestaureren.nl
13. Bouwmeester H., *Duurzaam bouwen, Duurzaam wonen, Dubo-woningen en hun bewoners*, uitgeverij Aeneas Bostel 2002.
14. A. Berndgen-Kaiser, R. Fox-Kämper, S. Holtmann, T. Frey, 'Leben im Passivhaus. Baukonstruktion, Baukosten, Energieverbrauch, Bewohnererfahrungen', ILS-NRW, Aachen 2007.
15. H.M. Nieman, 'Passiefhuis, woning van de toekomst? (II)', *Bouwregels*, 4/2007, p. 12-14.
16. S. Peper en W. Feist, 'Gebäudesanierung "Passivhaus im Bestand" in Ludwigshafen / Mundenheim, Messung und Beurteilung der energetischen Sanierungserfolge', *Passiv Haus Institut, Darmstadt*, 2008.