

J. L. M. Hensen, P. J. J. Hoen
en J. de Leeuw

resp. medewerkers van Werkgroep FAGO- TNO-THE; NV Bouwfonds Nederlandse Gemeenten; Stichting Projectbeheer bureau Energie-onderzoek

Energieproeftuin: eerste resultaten hoopvol

Nadat in eerdere artikelen in **BOUW** uitgebreid is ingegaan op de concepten en de meetmethoden voor de woningen in de energieproeftuin, komen in dit artikel de eerste werkelijke onderzoeksresultaten aan bod. Deze zijn nog voorlopig, maar geven toch reeds een praktisch beeld van wat in theorie allemaal zo 'eenvoudig' lijkt.

Onder de naam energieproeftuin wordt in Hoofddorp (gemeente Haarlemmermeer) een REGO-praktijkexperiment uitgevoerd met zeven verschillende typen energiezuinige premie A-woningen (zie ook **BOUW** nr. 4, 16 feb. en **BOUW** nr. 22, 26 okt. 1985).

Bij de woningen voor de proeftuin is gestreefd naar een grote verscheidenheid in bouwwijze, installaties en extra energiebesparende maatregelen. De zeven woningtypen zijn alle een uitwerking van min of meer hetzelfde concept waarbij zonne-energie een grote rol speelt, en waarbij als uitgangspunt geldt dat de warmtevraag voor ruimteverwarming onder ontwerpcondities niet meer mag bedragen dan 5 kW thermisch (bij -10 °C buiten).

Zoals uit de resultaten hieronder zal blijken, zijn voor ieder woningtype opnieuw energiegebruiksberekeningen uitgevoerd. De verschillen tussen deze en de oorspronkelijke gasverbruikvoorspellingen zijn te wijten aan de bijstellingen van de gegevens c.q. veronderstellingen voor:

- bouwkundige aspecten (resultierend uit de metingen in de onbewoonde toestand en door kleine verschillen tussen de gerealiseerde woningen en de beschikbare gegevens op het moment van de berekeningen);
- installatietechnische aspecten (resultierend uit de metingen in de onbewoonde toestand);
- bewonersaspecten (resultierend uit de metingen in de bewoonde toestand en de enquête). De resultaten van de eerder genoemde, bijgestelde berekeningen (en de afgeleide werkelijke waarden) zijn weergegeven in de bijgaande figuur. Hierbij is een 'bandbreedte' aangegeven voor de voorspellingen. Uit diverse onderzoeken is namelijk naar voren gekomen dat het energiegebruik in identieke woningen sterk kan verschillen en dat dit voornamelijk veroorzaakt wordt door verschillen in bewonersgedrag. Om nu een indruk te krijgen van de hierdoor veroorzaakte spreiding in het gasverbruik zijn ook berekeningen uitgevoerd voor andere, dan het standaard-bewonersgedrag. Hiertoe worden kleine wijzigingen aan-

In het navolgende zijn, per woningtype, globaal het toegepaste concept en een aantal voorlopige conclusies weergegeven. Bij het gasverbruik voor ruimteverwarming is onderscheid gemaakt naar (bijgesteld) voorspeld en (afgeleid) werkelijk verbruik. Bij de voorspelde waarden is verder onderscheid gemaakt naar woninguitvoeringen:

architectonisch identiek aan energieproeftuin-versie, echter zonder serre (behalve bij Kol & Lindeman), luiken, collector enz. en geïsoleerd conform MBV-1981, geen warmterugwinning en conventionele verwarmingsinstallatie; E, zoals in de energieproeftuin gerealiseerd. 'E+' en 'E-' slaan op de resultaten voor bewonersgedrag dat leidt tot hoger respectievelijk lager gasverbruik voor ruimteverwarming.

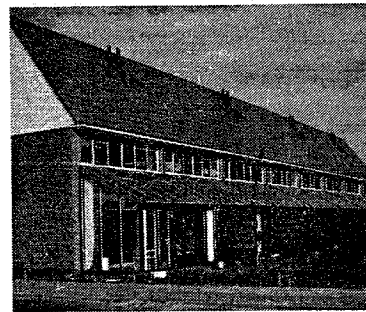
Bij het werkelijk verbruik zijn minimum, gemiddeld en maximum gebaseerd op resp. het hoogste, het gemiddelde en het laagste verbruik in het betreffende blokje woningen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het werkelijke stookseizoenverbruik, voor de meeste woningen, afgeleid moest worden uit de gegevens voor een gedeeltelijk stookseizoen. De gasbesparing is gebaseerd op het werkelijke gemiddelde verbruik en is uitgedrukt ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse

woning (tussenwoning: 2200 m³gas/jaar voor ruimteverwarming (uit: Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruik). De gasbesparing is bovendien uitgedrukt ten opzichte van de energieproeftuin-versie volgens uitvoering A (conform MBV-1981).

Type Bakker & Boots

- traditionele bouwwijze met geprefabriceerde gevelsluitende elementen;
- verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting en tochtportaal noordzijde;
- geïsoleerde tussenvloer;
- thermische zonering en compartimentering;
- kleine ramen op het noorden;
- luiken voor het keukenraam en het raam in de kopgevel;
- serre (met ventilatoren voor luchtuitwisseling met woonkamer);
- drie-zone, direct-gestookte luchtverwarming met gesloten verbrandingskast;
- warmterugwinning uit afvoerlucht en verbrandingsgassen.

Technisch gezien is het concept vrij eenvoudig. Er zijn geen structurele problemen met betrekking tot het functioneren ervan geconstateerd. Uit de meetresultaten blijkt dat het



effect van de bouwkundige maatregelen volgens verwachting is. De energiebesparing door de serre is dan ook relatief gering. In de onbewoonde toestand kon het effect van de luiken niet worden gemeten, omdat die toen nog niet waren aangebracht. Het effect van de luiken zit natuurlijk wel verdisconteerd in het werkelijke gasverbruik. Het rendement van de verwarmingsinstallatie bleek in de praktijk lager te zijn dan oorspronkelijk aangenomen, maar toch duidelijk hoger dan bij conventionele verwarmingsinstallaties. Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was, gedurende het eerste stookseizoen, lager dan 500 m³/jaar. De gerealiseerde besparing was echter voor alle woningen minder dan oorspronkelijk voorspeld. Het oorspronkelijk voor-

spelde gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 275 m³ gas/jaar (hoog/laag schatting resp. 53 en 70 m³ gas/jaar).

Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 86 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 3 pct. in de categorie 'matig'. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten valt 83 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 7 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. Speciale vermelding verdient nog de bewonerswaardering voor de serre die hoog is ten opzichte van de andere serretypen.

Gasverbruik ruimteverwarming (m³/jaar)

Voorspeld		werkelijk	
A	1591		
E+	760	max.	660
E	370	gem.	445
E-	115	min.	300

Gasbesparing (m³/jaar) t.o.v. referentiewoning uitvoering A

1755	1150
------	------

gebracht op de veronderstellingen voor de natuurlijke ventilatie, de interne warmteproductie, de gewenste binnentemperatuur, het gebruik van luiken etc. Aangezien we alleen de maximale spreiding willen voorspellen, zijn de variaties zodanig gecombineerd dat er sprake van bewonersgedrag dat leidt tot een hoger (+) respectievelijk lager (E-) energiegebruik dan 'normaal'.

In ieder type woning in de proeftuin zijn volgens dit principe bijgaand de resultaten afgevoerd, waarbij ook is aangegeven hoe de verhoogde getallen tot stand zijn gekomen. Structurele wijzigingen aan de concepten komen verderop in dit artikel aan de orde. Min- en ingrijpende wijzigingen hadden vooral betrekking op de bijzondere elementen zoals collectoren etc. De meeste klachten van bewoners hadden betrekking op de installaties, vooral wat comfort en regelbaarheid betreft. Het lopend stookseizoen zal moeten aantonen of de veranderde installaties voldoen.

Conclusies

Als de onderzoeksresultaten voor de energieproeftuin als geheel worden beschouwd, kunnen hieraan een aantal min of meer algemene (oorlopige) conclusies worden ontleend: Uit de metingen in de onbewoonde toestand bleek dat de, bij de voorspellingen van het gasverbruik gehanteerde, bouwkundige veronderstellingen in het algemeen goed met de werkelijkheid overeenkomen. Uit de meetresultaten bleek dat de luchtdoorlatendheid van

de woningen zeer goed is te noemen (vrijwel alle woningen voldoen aan de strenge Noorse norm op dit gebied). Hieruit mag worden geconcludeerd dat de berekende besparing ten gevolge van bouwkundige energiebesparende maatregelen in de praktijk gehaald zal worden en dat aan de doelstelling met betrekking tot het tegengaan van transmissie- en ventilatieverliezen is voldaan.

- Aan de eis met betrekking tot het gebruik maken van passieve zonne-energie en het oriëntatie-onafhankelijk zijn van het concept is niet bij alle ontwerpen voldaan.

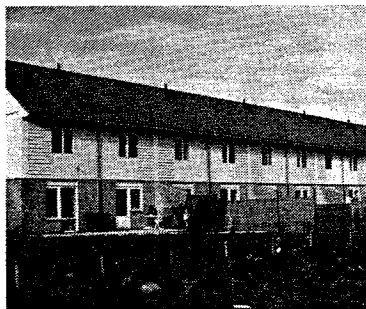
- Uit de meetresultaten met betrekking tot de verwarmings- en ventilatie-installaties mag worden geconcludeerd dat er sprake is van een verhoogd gebruiksrendement (overigens niet zo hoog als oorspronkelijk aangenomen). Overigens is ondertussen een aantal installaties opnieuw ingeregeld of gemodificeerd.

- De bij de voorspellingen van het gasverbruik gehanteerde rekenmodellen voor de actieve zonne-energie-installaties blijken voldoende nauwkeurig met de actuele situatie overeen te komen. Hieruit mag worden geconcludeerd dat de voorspelde (relatief geringe) besparing ten gevolge van deze installaties zal overeenkomen met de werkelijkheid.

- Uit de resultaten van de metingen in de bewoonde toestand bleek dat de veronderstellingen van het bewonersgedrag bij de voorspellingen van het gasverbruik enigszins afwijken van de actuele situatie. Daarom zijn de veronderstellingen bijgesteld en werden opnieuw berekeningen van het energiegebruik uitge-

De Hopman

gedeeltelijk geprefabriceerde houtskeletbouw; verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil; vermijden van koudebruggen; verbeterde kierdichting en tochtportalen noordzijde; geïsoleerde tussenvloer; brede woning; thermische zonerings- en compartimentering; kleine ramen; serre als optie (nergens toegepast); drie-zone, direct-gestookte luchtverwarming met gesloten verbrandingskast; warmteterugwinning uit afvoerlucht en verbrandingsgassen.



men, maar toch duidelijk hoger dan bij conventionele verwarmingsinstallaties.

Uit de zomermetingen bleek dat de luchttemperatuur op de begane grond, van de betreffende meetwoning, gedurende een groot aantal uren relatief hoog was. Met behulp van de resultaten van de zomermetingen moet nog worden nagegaan of dit voor alle woningen van dit type geldt.

Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was, in het eerste stookseizoen, hoger dan 500 m³/jaar. De gerealiseerde besparing was voor alle woningen minder dan oorspronkelijk voorspeld. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de bovenvermelde verbruikscijfers gelden voor de nog niet gewijzigde verwarmingsinstallatie. Het oorspronkelijk voorspelde

gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 365 m³/jaar (hoog/laag schatting resp. 620 en 315 m³/jaar).

Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 47 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 24 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. De relatief lage waardering voor de installatieaspecten kan in de toekomst echter wel hoger worden, wegens de aangebrachte modificaties. Overigens moet wel opgemerkt worden dat de bewonerswaardering voor de algemene binnentemperatuur (stookseizoen) relatief hoog is ten opzichte van de andere woningen. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten (incl. de installatieaspecten) valt 55 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 22 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. De bewonerswaardering voor het tochtportaal (aangebouwde berging) was duidelijk minder dan bij de andere woningen.

	Gasverbruik ruimteverwarming (m ³ /jaar)	
	voorspeld	werkelijk
A	1820	
E+	950	max. 671
E	545	gem. 581
E-	240	min. 435

Gasbesparing (m ³ /jaar) t.o.v. referentiewoning	
1620	uitvoering A 1240

Type Kol & Lindeman

(O = onder; B = boven):

- gestapelde onder- en bovenwoningen grotendeels uit gasbeton;
- verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting (en onderwoning tochtportaal noordzijde);
- thermische zonerings- en compartimentering;
- brede woning;
- kleine ramen op het noorden;
- serres als integraal onderdeel van de zuidgevel (onder is de serre een toegevoegde ruimte en boven is deze tevens de verkeersruimte);
- serres als retourkanalen voor de luchtverwarmingsinstallaties;
- drie-zone, direct-gestookte luchtverwarming met gesloten verbrandingskast;
- warmteterugwinning uit afvoerlucht en verbrandingsgassen.

Technisch gezien is dit concept minder eenvoudig dan de voorgaande. Bij de bovenwoning zijn problemen geconstateerd met betrekking tot de binnentemperatuur in de serre c.q. verkeersruimte (winter en zomer) en de woonkamer (zomer). Teneinde deze problemen in de toekomst te voorkomen zijn de serres van de bovenwoningen thans voorzien van

voerd. Hierbij bleek dat relatief kleine verschillen in bewonersgedrag, tot relatief grote verschillen in het voorspelde gasverbruik leidden (dit geldt in feite voor alle energiezuinige woningen). Een en ander resulteerde in een grotere spreiding van het (opnieuw) voorspelde gasverbruik per woningtype.

– Voor een aantal woningtypen was er een aanzienlijke discrepantie tussen het oorspronkelijk voorspelde en het afgeleide werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming. Hierop wordt hierna nader ingegaan.

– Voor een vergelijkbare meetperiode bleken de verschillen in het gemiddelde elektriciteitsverbruik per woningtype niet erg groot te zijn. Er was voorts nog geen duidelijk verschil te zien tussen woningen met conventionele radiatorenverwarming en woningen met luchtverwarming.

– Op basis van de resultaten voor het eerste stookseizoen kan worden gesteld dat de bewoners de toegepaste nieuwe ontwikkelingen in de diverse concepten in het algemeen aanvaarden en weten te hanteren (in sommige ge-

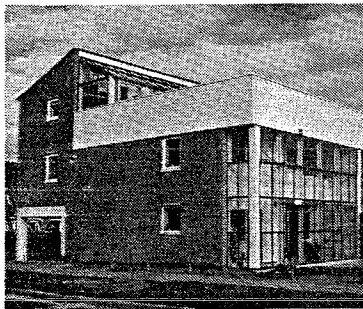
vallen was hier wel een (korte) gewenningsperiode voor nodig).

– Uit de voorlopige resultaten van de zomer-enquête blijkt dat het bij alle woningtypen, in een of meer hoofdvertrekken, naar mening van een aantal bewoners, 'te warm' of 'onbehaaglijk warm' wordt (situatie zonder zonwering).

– De waardering van de bewoners voor de verschillende woningconcepten is in het algemeen vrij goed. Hierop wordt hierna gedetailleerder ingegaan.

Op de kosten-batenaspecten en de consequenties hiervan voor de woonlasten is, bij de tussenevaluatie, voorts nog niet ingegaan. De reden hiervan is dat de besparingen na een gedeeltelijk stookseizoen nog enigszins prematuur worden geacht.

De meerkosten voor de extra energiebesparende maatregelen (ten opzichte van een zelfde woning maar dan in MBV-uitvoering) in de energieproeftuin lagen, afhankelijk van het woningtype, tussen circa f 6.500,- en f 27.000,- per woning.



een beweegbaar 'isolatiedoek' (zomers zonwerend en 's winters warmtereflecterend). Bovendien bleek het erg moeilijk te zijn om lekkage van de serres (water en lucht) te voorkomen.

Uit de meetresultaten blijkt dat het effect van de bouwkundige maatregelen volgens verwachting is. De energiebesparing door de serre is dan ook relatief gering. Het rendement van de verwarmingsinstallatie bleek in de praktijk lager te zijn dan oorspronkelijk aangenomen, maar toch duidelijk hoger dan bij conventionele verwarmingsinstallaties. Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was, in het eerste stookseizoen, bij de onderwoningen wel en bij de bovenwoningen niet lager dan 500 m³/jaar.

De gerealiseerde besparing was bij alle woningen minder dan voorspeld. Het oorspronkelijk voorspelde gasverbruik voor ruimteverwarming voor de benedenwoning bedroeg circa 155 m³/jaar (hoog/laag schatting resp. 300 en 130 m³/jaar) en voor de bovenwoning circa 265 m³/jaar (hoog/laag schatting resp. 410 en 165 m³/jaar). De nieuwe 'voorspellingen' sluiten weliswaar beter aan bij de gerealiseerde waarden, maar toch blijft er nog een duidelijke discrepantie tussen voorspelde en werkelijke waarden. Als de resultaten voor het tweede stookseizoen beschikbaar zijn, zal hierop

nog nader worden ingegaan. Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten (incl. binnenluchttemperatuur) valt bij de onderwoningen 80 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 13 pct. in de categorie 'matig'. Voor de bovenwoningen is dit respectievelijk 36 pct. en 50 pct. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten (incl. installatieaspecten) valt bij de onderwoningen 69 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 18 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. Voor de bovenwoningen is dit respectievelijk 56 pct. en 32 pct. Voor de bovenwoningen is de bewonerswaardering dus duidelijk lager dan voor de onderwoningen.

Gasverbruik ruimteverwarming (m ³ /jaar)					
voorspeld		werkelijk			
	O	B	O	B	
A	1274	1200			
E+	660	580	max.	837	853
E	310	320	gem.	495	607
E-	105	155	min.	198	483

Gasbesparing (m ³ /jaar) t.o.v. referentiewoning			
		uitvoering A	
	O	B	
	1705	780	
	1595	595	

Type Kristinsson

- traditionele bouwwijze uit kalkzandsteen;
- verbeterde warmte-isolatie van begane-grondvloer, gevels en dak;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting en tochtportaal noordzijde;
- dubbele achterdeur in zuidgevel;
- thermische zonering;
- vrijwel alle ramen voorzien van luiken;
- indirect-gestookte luchtverwarming voorzien van modulerende brander en elektronische ontsteking;



- warmteterugwinning uit afvoerlucht en verbrandingsgassen;
- zonnepouw-systeem (gesloten systeem bestaande uit luchtcollector, bouwkundig kanaal, kruipruimte en spouw woningscheidende wand).

Technisch gezien is dit een vrij ingewikkeld concept. Er zijn relatief veel problemen geweest met de verwarmingsinstallatie. Hieraan is onder tussentijd een groot aantal verbeteringen aangebracht. Ook het zonnepouw-systeem moest aanpassingen ondergaan. Overigens bleek bij de oplevering dat dit concept extra aanwarmcapaciteit behoeft, indien de oplevering in de wintermaanden plaatsvindt (wegens de grote thermische massa). Momenteel functioneert het concept technisch bevredigend.

Uit de meetresultaten blijkt dat het effect van de bouwkundige maatregelen volgens verwachting is. Het effect van de luiken kon niet gemeten worden, omdat de luiken tijde de meetperiode nog niet aangebracht waren. Tijdens de meetperiode waren de buitenomstandigheden zodanig dat het zonnepouw-systeem niet functioneerde (overige worden aan dit systeem uitgebreide metingen verricht binnen een and REGO-project).

Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was in het eerste stookseizoen, lager dan 500 m³/jaar. De werkelijke besparing was voor alle woningen mind dan oorspronkelijk voorspeld. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat deze cijfers gelden voor de niet aangepaste verwarmingsinstallatie. Het oorspronkelijk voorspeld gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 95 m³/jaar (hoog/laag schatting respectievelijk 305 en 25 m³/jaar). De nieuwe 'voorspellingen' sluiten weliswaar beter aan bij de gerealiseerde waarden, maar toch blijft er nog een duidelijke discrepantie tussen voorspeld en werkelijke waarden. Als de resultaten voor het tweede stookseizoen beschikbaar zijn, zal hierop nog nader worden ingegaan.

Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 32 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 40 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. Van de bewonerswaarderingen voor de woningaspecten (incl. installatieaspecten) valt 61 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend', 17 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'.

Gasverbruik ruimteverwarming (m ³ /jaar)			
voorspeld		werkelijk	
A	1539		
E+	660	max.	801
E	220	gem.	415
E-	40	min.	233

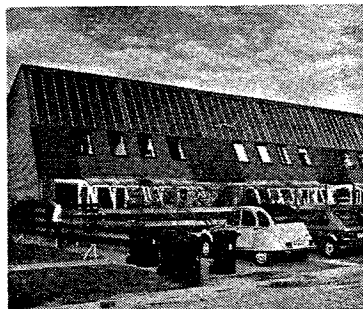
Gasbesparing (m ³ /jaar) t.o.v. referentiewoning			
		uitvoering A	
	1785		1125

het verdient aanbeveling steeds te benadrukken dat de energieproeftuin een experiment is. Men zien een dergelijk project als een demonstratie van dingen die al uitgebreid onderzocht zouden zijn en interpreteren fouten als representatief voor innovaties op dit gebied. Dat bij een project als de energieproeftuin niet alles direct goed functioneert is dan ook te

verwachten en rechtvaardigt in feite een dergelijk experiment. Bij het gebruik van de in dit artikel vermelde informatie als richtlijn of hulpmiddel bij het ontwerpen, moet met deze aspecten rekening worden gehouden. Als aanzet tot opinievorming en discussie in brede kring wordt deze voorlopige informatie echter nuttig geacht.

Type Van Ringen

- gebouwen met geprefabriceerde gevelsluitende elementen;
- verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting en tochtportaal noordzijde;
- geïsoleerde tussenvloer;
- thermische zonering en compartimentering;
- kleine ramen op het noorden en grote ramen op het zuiden;
- kleine serre annex tochtsluis;
- luchtcollector met massieve absorber (beton met staalgrit), waaraan verse ventilatielucht voorverwarmd wordt;
- indirect-gestookte luchtverwarming met gesloten verbrandingskast;
- warmteterugwinning uit afvoerlucht.



alle woningen minder dan oorspronkelijk voorspeld (bovenvermelde cijfers gelden echter voor de nog niet gemodificeerde verwarmingsinstallaties). Het oorspronkelijk voorspelde gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 170 m³/jaar (hoog/laag schatting respectievelijk 400 en 40 m³/jaar). Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 48 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 28 pct. in de categorie 'matig'. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten valt 61 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 24 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'. Ten opzichte van de andere woningtypen is de bewonerswaardering voor de serre relatief laag en voor het collectorsysteem relatief hoog.

Type Tauber

- gedeeltelijk geprefabriceerde houtskeletbouw;
- verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting en tochtportaal noordzijde;
- geïsoleerde tussenvloeren;
- thermische zonering en compartimentering;
- luchtcollector waarmee verse ventilatielucht voorverwarmd wordt, in combinatie met water-warmteopslagvat (tapwater (voor)verwarming);
- indirect-gestookte luchtverwarming met gesloten verbrandingskast.



In deze tabel is de bijdrage van het zonne-energiesysteem aan de tapwaterverwarming (voorspelling: 50 m³ gas/jaar) niet inbegrepen. Met uitzondering van het collector-gedeelte, is dit een vrij eenvoudig concept. Behoudens de dikwijls te hoge temperatuur op de zolder, zijn er geen structurele problemen met betrekking tot de werking ervan geconstateerd. Momenteel wordt nagegaan op welke manier de te hoge zoldertemperaturen in de toekomst voorkomen kunnen worden. Uit de meetresultaten blijkt dat het effect van de maatregelen volgens verwachting is. De energiebesparing door het zonne-energie systeem is dan ook relatief gering. Het rendement van de verwarmingsinstallatie blijkt in de praktijk lager te zijn dan oorspronkelijk aangenomen. Overigens heeft het toepassen van een gesloten verbrandingskast een duidelijk positief effect op de luchtdoorlatendheid van de woning als geheel.

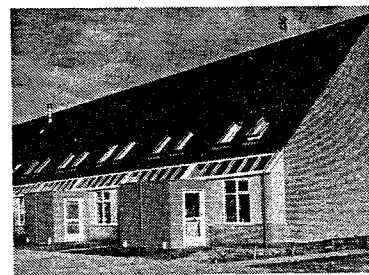
Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was, in het eerste stookseizoen, iets minder dan 500 m³/jaar. De gerealiseerde besparing was voor alle woningen hoger dan oorspronkelijk voorspeld. Het oorspronkelijk voorspelde gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 605 m³/jaar (hoog/laag schatting respectievelijk 905 en 305 m³/jaar).

Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 75 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 6 pct. in de categorie 'matig'. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten valt 66 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 12 pct. in de categorieën 'matig' of 'slecht'.

voorspeld		werkelijk	
A	1750	max.	700
E+	940	gem.	473
E	545	min.	228
E-	250		
Gasbesparing (m ³ /jaar) t.o.v. referentiewoning		uitvoering A	
1730		1280	

Type WEB

- traditionele bouwwijze met geprefabriceerde gevelsluitende elementen;
- verbeterde warmte-isolatie van de gehele woningschil;
- vermijden van koudebruggen;
- verbeterde kierdichting
- geïsoleerde tussenvloer;
- thermische zonering en compartimentering;
- smalle diepe woning;



- vergroot (hoog) raam in de westgevel;
- verse-luchtoevoer door middel van zogenaamde dauverluchtingsroosters;
- lage-temperatuurradiatorenverwarming met gesloten verbrandingskast.

Technisch gezien is dit het meest eenvoudige concept. Er zijn geen problemen met betrekking tot de werking ervan geconstateerd. Uit de meetresultaten blijkt dat het effect van de bouwkundige maatregelen volgens verwachting is. Het rendement van de verwarmingsinstallatie blijkt in de praktijk lager te zijn dan oorspronkelijk aangenomen. Overigens heeft het toepassen van een gesloten verbrandingskast een duidelijk positief effect op de luchtdoorlatendheid van de woning. Het gemiddelde werkelijke gasverbruik voor ruimteverwarming was, in het eerste stookseizoen, hoger dan 500 m³/jaar. De gerealiseerde besparing was voor alle woningen iets lager dan oorspronkelijk voorspeld. Het oorspronkelijk voorspelde gasverbruik voor ruimteverwarming bedroeg circa 535 m³/jaar (hoog/laag schatting respectievelijk 870 en 225 m³/jaar).

Van de bewonerswaarderingen voor de verschillende installatieaspecten valt 80 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 3 pct. in de categorie 'matig'. Ten opzichte van de andere woningen is de bewonerswaardering voor de algemene binnentemperatuur (stookseizoen) relatief hoog. Van de bewonerswaarderingen voor alle woningaspecten valt 77 pct. in de categorieën 'goed' of 'uitstekend' en 5 pct. in de categorie 'matig'.

Gasverbruik ruimteverwarming (m ³ /jaar)			
voorspeld	werkelijk		
A	1599	max.	910
E+	1190	gem.	556
E	700	min.	353
E-	320		
Gasbesparing (m ³ /jaar) t.o.v. referentiewoning		uitvoering A	
1645		1043	