

Wim van Helden,
Marco Bakker,
Gerard van Amerongen,
Huib Visser

Zonnewarmte heeft de toekomst in Nederland

De energiedoelstellingen om in 2020 een aandeel van 20 procent duurzame energie te realiseren met gelijktijdig een CO₂-uitstootreductie van 30 procent, gelden op zowel Europees als nationaal niveau. Zonthermische energie is hierbij zeer belangrijk en kan nu al worden ingezet. Maar ook moet worden gestart met de ontwikkeling van zonthermische systemen voor het actieve zonthermische huis in 2030.



1. De potentie van zonnewarmte. V.l.n.r.: In Hamburg Bramsfeld is in totaal 3000 m² zonnecollectoren volledig dakgeïntegreerd (Wagner & Co Solartechnik). Dakvullende collectoren in afwijkende vorm in Tirol, Oostenrijk (Arch. Mathoy/TiSun, Oostenrijk).

Een belangrijk deel van het totale Nederlandse energiegebruik wordt gebruikt voor warmte. De besparingsdoelstelling en het aandeel duurzame energie zullen dus ook voor warmtetoepassing moeten worden doorgevoerd. In Nederland wordt ongeveer een zevende deel van het totale energiegebruik aangewend om gebouwen te verwarmen en voor warmtapwater. Dit komt overeen met ongeveer 500 PJ/jaar. Door vergaande energiebesparende maatregelen kan dit op de lange termijn met zeker een factor vier worden verlaagd. Het resterende deel van de toekomstige warmtebehoefte in gebouwen kan worden ingevuld met zonthermische systemen: zonnecollectoren in combinatie met een warmteopslag. Hiermee kan vandaag al worden begonnen: de zonthermische techniek is immers beschikbaar en werkt prima. Wil het aandeel zonnewarmte echter uitgroeien tot de beoogde lange-termijndoelstelling, dan zal niet alleen het aantal zonnecollectoren zeer sterk moeten groeien, maar dan moet nu ook worden gestart met de ontwikkeling van de zonthermische systemen van de toekomst.

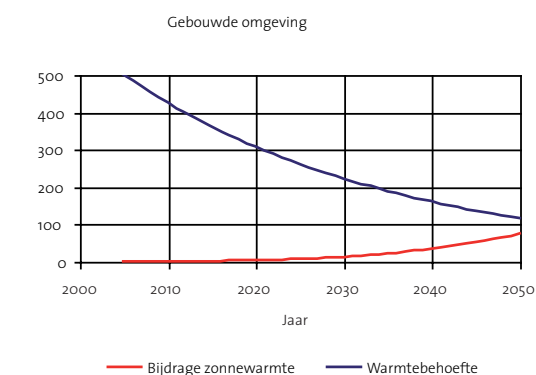
ONDERZOEKSTRAJECTEN

De systemen van de toekomst kenmerken zich door een ander gebruik van materialen en technieken, waardoor er een gunstigere prestatie-prijsverhouding ontstaat. Hoe dit kan worden aangepakt, wordt beschreven in een aantal on-

derzoeksplanen. Een moeilijkheid bij het beschrijven van dergelijke plannen is dat op voorhand nog niet duidelijk is hoe de technologie van de toekomst eruitziet. Voor een deel dat verbeterde en verfijnde versies zijn van de huidige technologie, maar voor een ander deel zal het gaan om nieuwe materialen en technieken.

In Nederland is onlangs de Roadmap Zonnewarmte verschenen, geschreven door Holland Solar, de branchevereniging voor zonne-energie. In de roadmap wordt duidelijk gemaakt dat zonnewarmte een belangrijk aandeel kan vormen in de duurzaamheidsdoelstellingen (afbeelding 2 en tabel 1). Tevens schetst de roadmap welke stappen de uiteenlopende belanghebbenden –overheid, zonthermische branche, bouwsector en R&D-instituten– moeten nemen om de potentie van zonthermische technologie te realiseren.

Verder zijn ECN en TNO op zoek gegaan naar nieuwe ideeën over zonthermische systemen. Beide instituten hebben vorig jaar twee workshops gehouden met specialisten uit verschillende vakgebieden. Daarbij is nagedacht over de toekomstige ontwikkelingen per vakgebied en de mogelijke gevolgen daarvan voor zonthermische systemen. Op basis hiervan zijn enkele beelden geschetst van toekomstige zonthermische systemen (paragraaf Workshops).



2. De verwachte warmtevraag en het aandeel zonnewarmte (PJ) in de gebouwde omgeving, wanneer vergaande energiebesparingsmaatregelen worden doorgevoerd.

totaal geplaatst						
	collectoroppervlakte	opgewekte warmte	besparing CO ₂	werkgelegenheid	afzet	omzet
	(km ²)	(PJ/jr)	(Mton/jr)	(banen)	(MW/jr)	(MEuro/jr)
2015	1	2	0,1	2.000	100	100
2030	10	13	1,1	13.000	700	700
2050	57	74	6,3	47.000	2.500	2.500

Tabel 1. Prognose voor de aantallen geplaatste zonnecollectoren in de toekomst en de hiermee gepaard gaande effecten volgens de Holland Solar roadmap.

De toekomstbeelden zijn vervolgens vertaald in concrete vragen of vraagrichtingen op zowel fundamenteel als toegepast niveau: Welke technologie is er nodig voor de toekomstige zonthermische systemen? Welke fundamentele of toegepaste wetenschappelijke problemen moeten worden opgelost om deze technologie mogelijk te maken? De lijst met wetenschappelijke en technologische vragen zal door ECN en TNO zo compleet mogelijk worden uitgewerkt tot een R&D-plan Zonthermisch.

ZONTHERMISCHE TECHNIEK

Zonthermische systemen bestaan gewoonlijk uit drie hoofdonderdelen: de collector, de opslag en de bijstook. Daarnaast zorgt een elektronische regeling voor een optimale opbrengst en voor het veilig functioneren van de installatie. De zonnecollector wordt op of in een dak gemonteerd en zorgt voor de omzetting van zonlicht in warmte. De meeste collectoren in Nederland bestaan uit een vlakke koperen plaat, afgedekt met een transparante (glas)plaat. Steeds vaker wordt echter de iets duurere, maar beter presterende vacuümbuiscollector toegepast. Het vacuüm in de glazen collectorbuis zorgt voor een nog geringer warmteverlies. Deze collectoren kunnen dan ook de hoogste temperatuur warmte leveren, tot meer dan 200 °C. Verder is er nog de 'zwembadcollector': een goedkope, onafgedekte, kunststof-collector die warmte van een lagere temperatuur levert. Deze collectoren worden vooral gebruikt om zwembaden te verwarmen. Tot slot is het ook mogelijk zonnecollectoren te combineren met PV-zonnestroompanelen. In een zogenoemde PVT-collector zijn PV-cellen bevestigd op de absorberende koperen plaat uit de zonnecollector. Zo kan met één apparaat tegelijkertijd zonnepwarmte en zonnestroom worden opgewekt [1].

De opgevangen zonnepwarmte wordt in de meeste systemen opgeslagen in een watergevuuld opslagvat. Afhankelijk van de toepassing en de systeemgrootte varieert de inhoud van een warmteopslagvat tussen 100 en 30.000 l. Bij grotere, collectieve zonthermische systemen wordt de warmte opgeslagen in geïsoleerde watergevulde kuilen in of onder de grond. Deze hebben volumes tot meer dan 1.000 m³. Een seizoensopslag van warmte vraagt erg grote volumes, daarom wordt langs verschillende trajecten gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe, compacte warmteopslagtechnieken. Met deze technieken moet het op termijn mogelijk zijn voor een woning de warmte voor de winter te bewaren in opslagsystemen die niet groter zijn dan 10 m³ [2].

Omdat de huidige zonthermische systemen vaak niet op elk

moment de totale warmtevraag in een gebouw kunnen dekken, is een bijstookinstallatie nodig. In Nederland is dit een gasgestookte ketel, in het buitenland worden ook wel biomassagestookte ketels gebruikt. Verder komt de combinatie met een warmtepomp steeds vaker voor.

Als het zonthermische systeem alleen warm tapwater levert, is sprake van een zonneboiler. Als het systeem ook voor ruimteverwarming wordt gebruikt, heet het systeem een zonnecombi. Het is ook mogelijk zonnepwarmte te gebruiken voor koeling. Bij desiccant systemen wordt met zonnepwarmte een verdampings- en condensatiecyclus aangedreven, die de warme, vochtige lucht uit een gebouw ontvochtigt en koelt. Daarnaast zijn er zonthermisch gedreven sorptie koelmachines die het gebouw ook op een indirecte manier kunnen koelen. Een belangrijk voordeel is dat de grootste behoefte aan koeling precies samenvalt met het grootste aanbod aan zonne-energie.

De internationale aandacht voor zonthermisch gedreven koelsystemen is het afgelopen jaar sterk toegenomen. Elektrisch aangedreven airconditioninginstallaties zorgen vooral in het zuiden van Europa in de zomer voor een toenemende piek in het elektriciteitsgebruik, met bijgaande problemen op het gebied van netbelasting. Zongedreven koeltechniek kan in de zomermaanden dit piekverbruik reduceren.

NIEUWE GENERATIE

In de afgelopen drie jaar heeft het NEGST-project gediend als Europees platform voor onderzoekers en industrie om zonthermische systemen meer kosteneffectief op de markt te

De roadmap van Holland Solar

De roadmap beschrijft dat thermische zonne-energie op lange termijn een zeer belangrijke rol zal spelen in de warmte- en koudevoorziening. Tegen die tijd vertegenwoordigt thermische zonne-energie een grote markt van meer dan 2,5 miljard euro per jaar. Op dit moment is een investering in thermische zonne-energieproducten in de meest ontwikkelde marktsectoren economisch verantwoord. Naarmate meer marktsegmenten worden ontwikkeld zal dat steeds vaker gaan gelden.

Voor de korte termijn hebben we geen technologische doorbraken nodig, maar wel een trendbreuk in de visie op de technologie. Thermische zonne-energie is niet duur, maar vaak economisch verantwoord. De producten zijn niet experimenteel, maar professioneel, betrouwbaar en efficiënt. Om de groei van de markt op middellange termijn te bestendigen zijn wel enkele technologische doorbraken nodig. Het gaat dan om een compacte seizoenopslag voor warmte en koude, zongedreven koeling en nieuwe materialen.



3. Monteren van de collectorbuizen in een vacuümbuiscollector (Ritter Solar/ESTIF).

brengen, vooral voor warmtapwater en/of ruimteverwarming. Zonneboilers en zonnecombi's blijven een interessante toepassing van zonnewarmte. Ontwikkelingen gaan hier duidelijk in de richting van compacte systemen met weinig ruimtebeslag, die eenvoudig zijn te installeren. Ook terugloopssystemen beginnen meer terrein te winnen, vooral in Zuid-Europa. Interessant is de ontwikkeling van een zonnewarmte-concept dat gebruik maakt van een bestaand verwarmings-systeem: het zonnewarmte-deel betreft alleen een zonnecollector en een slimme regeling (afbeelding 5).

Kostenreductie is ook te bereiken door verregaande integratie van zonnewarmte-techniek in de gebouwschil. Deze bouwintegratie is echter omgeven door eisen en regelgeving. NEGST heeft dit voor de deelnemende EU-landen geïnventariseerd. De inventarisatie bevat ruim 180 regels, richtlijnen en nationale normen voor de bouw, met onderwerpen als constructie- en brandveiligheid, geluidsproblemen, regendichtheid en doordringing van vocht. Er is inmiddels een brochure beschikbaar met voorbeelden van gebouwgeïntegreerde zonnewarmtesystemen.

NEGST heeft een aantal nieuwe, geavanceerdere zonnewarmtesystemen bekeken waarvan het potentieel is onderzocht voor zonnekoeling en ontzilting van zeewater. Specifiek voor deze toepassingen zijn verschillende collector-technieken beoordeeld.

In NEGST zijn geen combinaties van zonthermische en warmtepomp-technieken meegenomen. Dit lijkt wel interessante mogelijkheden te bieden. De (afgedekte) zonnecollector kan eenvoudig worden ingezet voor regeneratie van de bodem. Vooral voor ruimteverwarming kan een warmtepomp-concept zonder bodemopslag, maar met een relatief kleine opslag en onafgedekte collectoren (energiedak) interessant zijn. Bij woningen en lage gebouwen kan daarmee 90 procent van de ruimteverwarmingsvraag worden gedekt.

WORKSHOPS

Er is een ontwikkelings-sprong nodig om de toepassing van zonnecollectoren een echte impuls te geven: simpelweg

doorontwikkelen van de bestaande zonnecollector is hiervoor niet voldoende. Naar aanleiding van deze stelling zijn vorig jaar twee workshops georganiseerd door ECN en TNO.

Het doel van deze workshops was een beeld te schetsen van de zonnecollector in 2030. Niet door uit te gaan van de huidige techniek, maar door te kijken naar de ontwikkelingen in uiteenlopende onderzoeksvelden rondom de zonnecollector, zoals bouw- en installatietechniek, materiaalkunde, en informatietechnologie. Wat staat daar de komende decennia te gebeuren, en wat biedt dit voor mogelijkheden en randvoorwaarden voor de zonnecollector in 2030?

Door de experts die deelnamen aan de workshops, zijn vijf belangrijke trends gesignaleerd:

- zelfstandigheid: het gebouw voorziet in zijn eigen energie-behoefte;
- integratie: gebouw en installatie, maar ook de installatie-componenten onderling, zijn volkomen geïntegreerd en verweven;
- modulariteit: installatie- en gebouwcomponenten zijn een-

Solar Thermal Technology

Het Europese Renewable Energy Centres Agency EURAC, de zonthermische industrie-federatie Estif en enkele zonthermische industrieën en onderzoeksinstituten hebben begin 2006 het initiatief genomen een Europees technologieplatform op te zetten op het gebied van zonthermie: het European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP). Het ESTTP heeft onder andere tot doel een Europese visie te ontwikkelen voor zonnewarmte, om de bekendheid van de potentie van de technologie te vergroten en om de middelen voor R&D op dit gebied te verhogen. Een eerste aanzet voor de zonthermische visie is neergelegd in de Solar Thermal Vision (mei 2006). Binnen het ESTTP werken de Focus Groups aan de Strategic Research Agenda (SRA). Deze Focus Groups richten zich op zonthermie in de gebouwde omgeving, op het gebruik van zonnewarmte in de industrie en op marketing en beleidskwesties. De werkgroepen in de Focus Group Gebouwde Omgeving richten zich op: zonnecollectoren, warmteopslag, zonthermische systemen voor nieuwbouw, zonthermische systemen voor renovatie en op systeemontwerp en systeemprestatie. Er is ook een actieve Nederlandse inbreng in het ESTTP. ECN levert de voorzitters van de werkgroepen Warmteopslag en Renovatie. Een werkgroep vanuit Holland Solar vormt het Nederlandse Zonthermische Technologie Platform, dat bijdraagt aan de totstandkoming van de onderzoeksagenda en de afstemming met de Nederlandse activiteiten op zonthermisch gebied verzorgt. In juni, tijdens de Europese zonthermisch conferentie Estec 2007, zal een eerste concept van de SRA worden gepresenteerd.



4. Collectorveld in een zongedreven koelinstallatie (ISE/ESTIF).

voudig uitwisselbaar voor andere of verbeterde componenten;

- flexibiliteit: gebouw en installatie passen zichzelf eenvoudig aan nieuwe componenten aan;
- intelligentie: gebouw en installatie passen hun gedrag zelfstandig aan de wensen en het gedrag van de gebruiker, het weer, en de gebruiksomstandigheden aan.

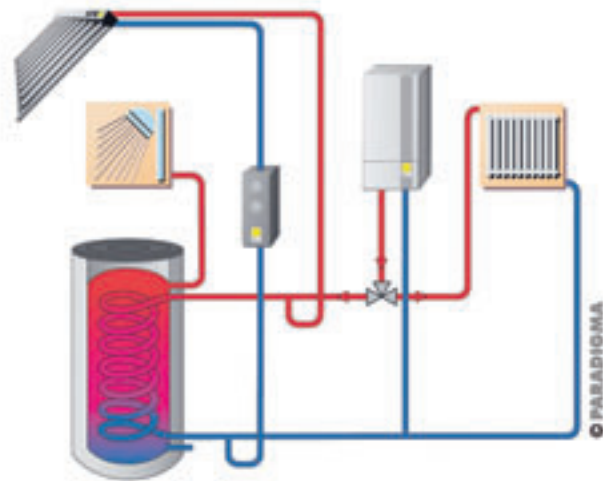
De ideeën die bij de workshops zijn ontstaan, zijn samengevoegd tot twee toekomstbeelden. In het eerste beeld zijn het dak en de gevel geheel opgebouwd uit modulaire, uitwisselbare blokken met verschillende functies: daglicht, isolatie, opwekking van warmte, elektriciteit of brandstof. Eén blok kan verschillende functies vervullen: bijvoorbeeld een raam dat kan worden geschakeld van doorzichtig (raam) via reflecterend (zonwering) naar absorberend (zonnecollector), of een combinatie van schakelbare isolatie met simultane opwekking van warmte en elektriciteit. Hulptoestellen, zoals bijstook, koeling of warmteopslag, zijn ook geïntegreerd in de modules.

Het tweede beeld gaat uit van meebewegend comfort. Zowel de stralingseigenschappen van de binnenwanden in de woning als de gezoneerde luchtverversing worden door een intelligent regelsysteem aangestuurd. Warmte wordt opgewekt door een thermochemische stof, die in een vertakte kanaalstructuur door de wanden wordt gedistribueerd. Het laden van de thermochemische stof heeft plaats in een collector met een gelaagde opbouw. Aan het oppervlak van de collector wordt zonlicht omgezet in elektriciteit. Daaronder bevindt zich een absorber met actieve optische regeling, die het resterende zonlicht voor een deel omzet in warmte en voor een deel gebruikt om de thermochemische vloeistof te activeren.

EÉN VISIE

Alle plannen – de roadmap van Holland Solar; het R&D-plan Zonthermisch en de Strategic Research Agenda (SRA) van het ESTTP – delen een onderliggende visie: een nieuwe standaard voor nieuwbouwhuizen in 2030. Dit actieve zonthermische huis gebruikt uitsluitend zonne-energie voor verwarming en warmtapwater. In 2030 zullen bestaande woningen worden gerenoveerd naar een niveau waarop 50 procent van de warmtebehoefte in de woning wordt gedekt door de zon: zo wordt de bijstook een échte bijstook en is zonnearmte de hoofdbron voor verwarming.

Ook de Nederlandse visie op de toekomst van zonnearmte is verwachtingsvol. Zonnearmte zal op de lange termijn (2050) meer dan de helft van de warmte in de gebouwde omgeving leveren. Dit houdt in dat de techniek van zonne-



5. Een paar zonnearmtecomponenten zorgen voor rendementsverhoging van een bestaand verwarmingssysteem.

collectoren dan gemeengoed is voor elke professional in de bouwketen; van architect tot installateur. Op zowat elke woning zullen collectoren in het dak zijn geïntegreerd. De installatie zal goeddeels zijn geprefabriceerd met het dak, waardoor afmonteren minimaal werk kost. Bewoners en ontwerpers hebben een ruime keuze in de uitvoeringsvormen en afmetingen van collectoren en andere componenten van het systeem. De sector als geheel zal een omzet hebben van meer dan 2,5 miljard euro per jaar.

De uitdagingen die de energieproblematiek stelt, zijn groot. Duurzame zonnearmte, opgewekt met zonthermische systemen, kan een groot deel van de warmtebehoefte in de gebouwde omgeving dekken. Daarmee levert zonthermie een zeer belangrijke bijdrage aan het oplossen van de problemen. De nationale en internationale plannen voor de realisatie van de zonthermische bijdrage liggen klaar. Het is aan de spelers in het veld nu te starten met het ontginnen van de grote potentie van zonnearmte.

www.vvplus.nl

Een referentielijst en links naar rapporten is te vinden op www.vvplus.nl bij achtergrondinformatie

Auteurs

Wim van Helden en Marco Bakker, ECN,

Gerard van Amerongen, Holland Solar en Huib Visser, TNO.