

Lokaal Energieneutraal

Op weg naar een energieneutrale gebouwde omgeving

Freek den Dulk



■ openbare les

Lokaal Energieneutraal

Op weg naar een energieneutrale gebouwde omgeving

Colofon

ISBN: 978 90 5179 858 6
Foto omslag: Freek den Dulk
1^e editie, 2013

© 2013 Freek den Dulk

Dit boek is een uitgave van Rotterdam University Press van Hogeschool Rotterdam,
Instituut voor Onderzoek en Innovatie.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur en de uitgever.

De auteur heeft alles in het werk gesteld om eventuele rechthebbenden te informeren.

This book may not be reproduced by print, photoprint, microfilm or any other means,
without written permission from the author and the publisher.

Hogeschool Rotterdam
Postbus 25035
3001 HA Rotterdam

Lokaal Energieneutraal

Op weg naar een energieneutrale
gebouwde omgeving

Openbare les

Freek den Dulk

RDM Sustainable Solutions, Lector Sustainable Energy

6 november 2013

Rotterdam University Press



Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting en leeswijzer	7
01. Naar energieneutraal	11
02. De klimaatambities	15
03. Ambities en dan?	21
04. Stand van de techniek	29
05. De tekortkomingen	41
06. Het inspireren van de bouwketen	45
07. Bewoners centraal	53
08. Het ontwikkelen van een nieuwe aanpak	59
09. Onderzoeksagenda Lectoraat Sustainable Energy	65
10. Conclusie	75
11. Referenties	77

Samenvatting en leeswijzer

De afgelopen dertig jaar zijn we in Nederland actief met het ontwikkelen van energiezuinige huizen; zowel nieuwbouw als renovatie. De laatste jaren begint het serieuze vormen aan te nemen: de overheid heeft ambities uitgezet, convenanten worden afgesloten, subsidies beschikbaar gesteld en de regelgeving gaat verder dan ooit. De Nederlandse klimaatambitie is om in 2050 een energieneutrale gebouwde omgeving te realiseren. Dat is ambitieus en vergt een ingrijpende koerswijziging van het tot nu toe gevolgde energiebeleid. Het onlangs afgesloten energieakkoord waarbij overheid, bedrijfsleven en consumenten organisaties overeenstemming hebben bereikt over de te volgen stappen van de komende tien jaar, is een belangrijke stap omdat voor het eerst de gehele bouwbranche inclusief de eindgebruikers zijn betrokken. Maar of die stap voldoende is, wordt door velen betwijfeld. Er is veel meer nodig om de doelstelling van 2050 te behalen. De Nederlandse woningvoorraad telt momenteel ruim zeven miljoen woningen en er worden jaarlijks veertigduizend of meer woningen bijgebouwd. Die moeten allemaal op één of andere manier energieneutraal worden. Er wordt over gesproken alsof het de normaalste zaak van de wereld is, maar daar is nog wel het een en ander voor nodig.

De overheid heeft er voor gekozen om de CO₂ ambities in de gebouwde omgeving vooral op locatie uit te werken, door de regelgeving zo in te richten dat iedere nieuwbouw woning vanaf 2020 energieneutraal moet zijn. Dat is al over zeven jaar! Ook over de bestaande bouw zijn afspraken gemaakt om zowel particulier als verhuurder te stimuleren maatregelen te nemen om het uiteindelijke doel van klimaatneutrale steden te bereiken.

Woningeigenaren, verhuurders en huurders vragen zich af wat hun boven het hoofd hangt. Hoe ziet de nieuwe stad er uit? Vinden we het acceptabel? Kan het allemaal? Er zijn voorbeelden van projecten die vergaand energiezuinig zijn; maar hoe schalen we energieneutraal bouwen op; wat moeten we doen om de ambities te bereiken?

Deze openbare les gaat over een aantal van de hobbels die we moeten nemen en de mogelijkheden die we hebben, om onze ambities voor een energieneutrale gebouwde omgeving te realiseren. Zowel voor nieuwbouw als voor renovatie. En vooral ook de bijdrage die het onderwijs in het algemeen en het lectoraat in het bijzonder hierin kan spelen.

De publicatie is een onderlegger en verantwoording van de Openbare Les getiteld: **“Lokaal Energieneutraal - Feit of fictie?”** die wordt gegeven op 6 november 2013 door Freek den Dulk in het kader van zijn benoeming tot lector aan Hogeschool Rotterdam.

Leeswijzer

Hieronder wordt een beknopte samenvatting gegeven van de verschillende hoofdstukken in deze publicatie.

1. Inleiding

Het onderwerp van het lectoraat Sustainable Energy is ingeperkt tot de problematiek van de bestaande en nieuwe woningbouw. In de inleiding wordt een kort overzicht geschetst van de aandachtgebieden waar het in deze openbare les om gaat.

2. De klimaatambities

De motivatie om de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving wordt ingegeven door de klimaatveranderingen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu. In Nederland heeft dat er toe geleid dat de overheid klimaatambities heeft gesteld, die moeten worden gehaald. Deze ambities zijn vertaald in regelgeving, convenanten en stimuleringsprogramma's, zowel landelijk als in Rotterdam. In dit hoofdstuk wordt een motivatie gegeven van het ingezette overheidsbeleid en een overzicht gegeven van de uitwerking daarvan in ambities.

3. Ambities en dan

De Nederlandse overheidsambities zijn vertaald in concrete instrumenten voor de woningbouw. Belangrijk punt is dat de overheid alleen resultaat kan bereiken door op te trekken met het bedrijfsleven, dat het overheidsbeleid inhoud moet geven en de afnemers zoals corporaties, woningeigenaren en bewoners, die er voordeel in moeten zien om tot acceptatie te komen. Deze instrumenten bestaan uit regelgeving, financiële stimulering van onderzoek, ontwikkeling en marktintroductie en kennisoverdracht. Belangrijke instrumenten zijn de in het Bouwbesluit opgenomen energieprestatienorm voor nieuwbouw en de labelsystematiek voor bestaande bouw. Bij het stellen van regels trekt de overheid nauw op met het bedrijfsleven om er verzekerd van te zijn, dat dit bedrijfsleven is voorbereid om de beleidsambities te realiseren. Omgekeerd is het voordeel voor het bedrijfsleven dat zij, bij een consistent overheidsbeleid, dat ook is uitgewerkt naar de toekomst, durft te investeren in innovaties en nieuwe producten en technieken waarmee het beleid kan worden gerealiseerd.

4. Stand van de techniek

De in de tachtiger jaren ontwikkelde Trias Energetica geeft een heldere structuur over de stappen die men kan volgen om tot een energieneutrale woningbouw te komen. In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de structuur van de Trias Energetica een beknopt overzicht gegeven van de verschillende techniekontwikkelingen. Deze zijn daarbij van kanttekeningen voorzien om inzicht te geven in de keuzes, mogelijkheden en beperkingen, die we vanuit de techniek ondervinden bij nieuwbouw en renovatie. Technisch gezien kunnen we energieneutrale woningen maken. De problematiek zit hier vooral in de kosten en de inpasbaarheid in de bestaande en nieuwe woningbouw.

5. De tekortkomingen

De stappen die we moeten nemen om te komen tot een energieneutrale gebouwde omgeving kunnen niet uitsluitend gebaseerd zijn op techniek. Bewonersacceptatie is

wellicht de belangrijkste factor voor een succesvolle transitie. Gezondheid, comfort, bedieningsgemak als kwaliteitsvoordelen en betaalbaarheid als randvoorwaarde zijn thema's die hier een rol spelen.

Maar ook het toerusten van de bouwsector. De economische crisis heeft ertoe geleid, dat de bouwsector uitgedund is, zowel qua capaciteit als kennis. Het energieakkoord biedt hier weer nieuwe kansen.

Daarnaast wordt in dit hoofdstuk de rol van de regelgeving belicht; zowel als stimulator, maar ook als barrière voor de toepassing van innovaties.

6. Inspireren van de Bouwketen

Ergieneutrale nieuwbouw en in beperktere mate -bestaande bouw is makkelijker te realiseren, als de uitgangpunten gunstig zijn en de juiste strategie wordt gevolgd. Het bouwvoorbereidingstraject begint in feit al in het bestemmingsplan, waar de voorwaardenwordengeschapenvoreenenergie-effectieveverkavelingofdemogelijkheden voor toepassing van duurzame energietechnieken. De stedenbouw is voorwaarden-scheppend voor de mogelijkheden en de investeringen. Op dit niveau kunnen al kosten worden bespaard en belemmeringen worden weggenomen, waardoor de realisatie-kansen voor energieneutraal bouwen en renoveren toenemen.

De strategie, die men vervolgens kan volgen om tot een daadwerkelijke realisatie van energieneutrale wijken te komen, is afhankelijk van vele factoren. Daarbij is het vooral belangrijk dat alle partners in het bouwvoorbereidingstraject goed samenwerken, van opdrachtgever, stedenbouw, architect, bouwer, beheerder en eindgebruiker. Het gaat om kennisuitwisseling en samenwerking. Dat vergt een nieuwe inrichting van het bouwproces, waarbij verantwoordelijkheden worden herverdeeld.

7. Bewoners Centraal

Bewoners spelen een cruciale rol in het succes van de transitie naar energieneutrale bouw. Niet alleen de aspecten gedrag, comfort, veiligheid en bedieningsgemak zijn voldoende om bewoners over de streep te halen. Er moeten, voor bewoners aantrekkelijke arrangementen worden aangeboden, waarmee ze gemotiveerd in het proces worden betrokken. Iedere bewoner heeft zijn eigen levensstijl en handelt anders met de aangeboden technieken, waarmee hij zijn huis energiezuinig kan maken. Hiermee moet rekening worden gehouden bij de ontwikkeling van energieconcepten. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de manier waarop we de bewoner centraal stellen bij het vinden van oplossingen voor energieneutrale energieconcepten.

8. Het ontwikkelen van een nieuwe aanpak

De belangrijkste opgave is niet het vinden van nieuwe technische mogelijkheden voor duurzame energie en energiebesparing om de energieneutrale bouw en renovatie mogelijk te maken, maar ligt vooral in het optimaliseren van bestaande producten en technieken in opschaalbare toepassingen. Daar kunnen we morgen mee beginnen. Bij innovaties moet onze visie over de toekomstige vraag richtinggevend zijn: we bouwen niet alleen voor vandaag, maar voor de komende honderd jaar. De maatschappij verandert in die tijd; we hebben andere behoeftes en stellen andere prioriteiten. Nieuwe technieken voor energiebesparing en duurzame energie doen dan hun intrede. Wat de toekomst brengt weten we niet, maar wel, dat wat nu nog

innovatief is wellicht straks moet worden vervangen.

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe we daar mee omgaan in de nieuwbouw en de renovatie.

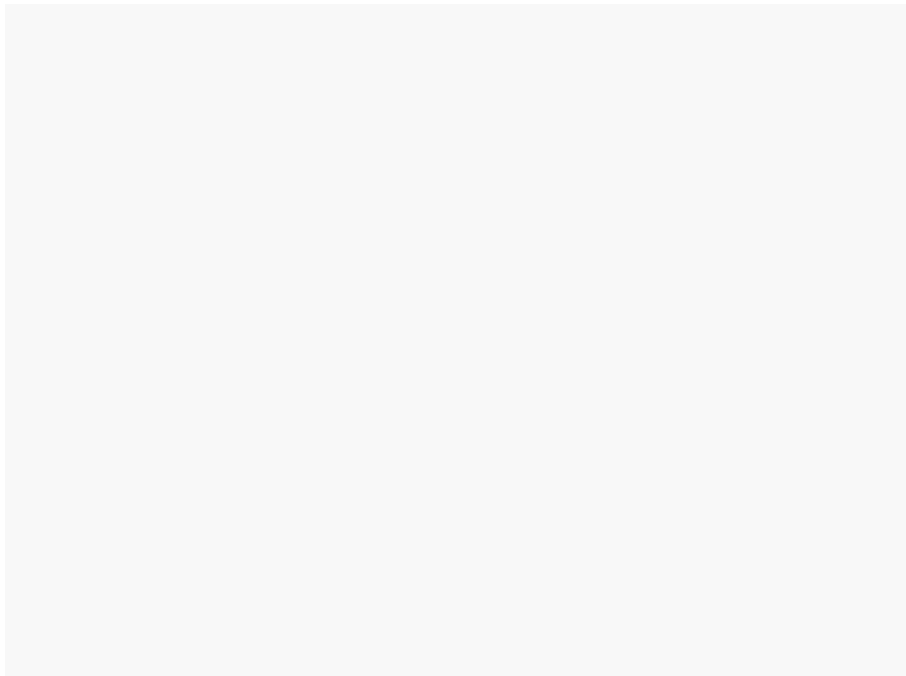
9. Onderzoek lectoraat

Het lectoraat maakt deel uit van het Kenniscentrum Sustainable Solutions.

Binnen het lectoraat Sustainable energy houden we ons bezig met de energieneutrale renovatie en nieuwbouw van woningen als bijdrage aan de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving. In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksagenda gepresenteerd en toelichting gegeven op een aantal concrete thema's en onderzoek en demonstratieprojecten waar Hogeschool Rotterdam in participeert. Tevens wordt een visie gegeven op het onderwijs.

10. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt op basis van het voorgaande een beknopt pleidooi gegeven voor een genuanceerde aanpak en wordt zichtbaar gemaakt, wat realistisch haalbaar is, vanuit de verschillende typologieën woningen, bouwen en bewonerskenmerken.



01. Naar energieneutraal

Ons land heeft de ambitie dat de gebouwde omgeving in 2050 energieneutraal moeten zijn. Er staan in Nederland 7,2 miljoen woningen en er worden 45 duizend woningen per jaar bijgebouwd¹

Sinds toegankelijke informatie, zoals de film *An Inconvenient Truth*² het grote publiek duidelijk maakte, dat klimaatverandering grote impact zal hebben op het leven op aarde, is er meer begrip voor maatregelen, die de CO₂ uitstoot moeten terugdringen. Het dringt steeds meer tot de wereldbevolking door, dat CO₂ een serieuze bedreiging vormt voor onze directe leefomgeving en dat, als we niet of onvoldoende ingrijpen, we eindigen met een onleefbaar klimaat.

De Nederlandse overheid heeft in navolging van afspraken in Europa gekozen voor een vooruitstrevende klimaatambitie in combinatie met een stevig pakket maatregelen. Onze overheid streeft ernaar dat er in 2020 alleen maar energieneutrale huizen worden gebouwd en dat in 2050 de gebouwde omgeving helemaal energieneutraal is. Daarmee legt de overheid een grote opgave in het omlaag brengen van de CO₂-productie bij de bouwketen neer. We moeten ons afvragen in hoeverre de bouwketen op dit moment in staat is om deze taak te dragen. Dit vergt namelijk, dat die keten beschikt over een stevig en goed werkend proces, gedegen kennis en een keur aan toepasbare oplossingen en strategieën. Hieraan schort nog wel het een en ander.

Kosten energieneutrale (nieuw)bouw

Op basis van de bestaande oplossingen en technieken is het inmiddels wél mogelijk om een energieneutraal huis te bouwen. Maar dat vergt aanzienlijk grotere investeringen dan in een reguliere woning, vooral doordat er niet op grote schaal gewerkt kan worden, omdat goedkope oplossingen ontbreken.

Haalbaarheid renovatie naar energieneutraal ten kosten van overlast voor bewoner

Bij renovatie van bestaande woningen is het beeld nog ongunstiger, omdat de mogelijkheden beperkter zijn en er bovendien grote en dure veranderingen aan de woning nodig zijn, om die bestaande oplossingen te implementeren. In veel gevallen is het zelfs onmogelijk om energieneutraal te renoveren, omdat de bouwvorm en de verkaveling van de woning dat niet toelaten.

¹ Energieakkoord voor Duurzame Groei - Sociaal-Economische Raad 2013.

² Guggenheim D. (reg) Gore A. (pres) *An Inconvenient Truth* documentaire Paramount Classics 2006

Daardoor is renovatie naar energieneutraal in veel gevallen niet haalbaar, dan wel erg onrendabel, en geeft het erg veel overlast voor bewoners. De benodigde investeringen, samen met de complexiteit van de opgave, zorgen ervoor dat veel woningeigenaren op dit moment afzien van het energieneutraal renoveren van hun woning.

Omwille van de haalbaarheid van de ambitie van de overheid en de hard groeiende CO₂-uitstoot is het wenselijk, dat het eenvoudiger en goedkoper wordt om energieneutraal te bouwen en te renoveren dan nu het geval is. Met een slimme aanpak zou dit mogelijk moeten zijn.

Verleiden van de bewoner tot energieneutraal wonen

Slimme oplossingen alleen zijn niet genoeg; de voordelen van een energieneutraal huis moeten ook verleiden. Mensen moeten kunnen vertrouwen op een toename in wooncomfort als de energetische kwaliteit van hun woning verbetert. Dat is nu nog onvoldoende het geval. Dat heeft voor een belangrijk deel te maken met het gebrek aan systemen, die inspelen op het werkelijke gebruikersgedrag, maar ook met het gebrek aan kennis en vertrouwen bij mensen, die moeten kiezen voor deze energetische verbetering. Zeker bij woningbouwcorporaties maakt deze afwerende houding onder hun bewoners, dat grootscheepse aanpassing van het woningbezit niet vanzelf van de grond komt.

Zeer grote opgave - taak voor de bouwbranche

Maar zelfs al zouden bewoners geen bezwaren zien, dan nog moet er wel voor gezorgd worden, dat de bouwbranche kan leveren. Er moeten miljoenen woningen worden aangepakt en vele duizenden nieuwe woningen worden gebouwd al dan niet ter vervanging van ongeschikte verouderde woningen (zie kader). De bouwbranche (opdrachtgevers, architecten, adviseurs, bouwers, installateurs en toeleveranciers) moet zo worden versterkt, dat ze dat aan kan. Dat betekent ook, dat er voldoende goed opgeleide mensen beschikbaar moeten zijn en die zijn er momenteel niet. Verder moet er voldoende kennis en ervaring over energiezuinig bouwen worden ontwikkeld en moet het bouwproces zo efficiënt ingericht worden, dat opschaling van de bouw en renovatie naar grote aantallen woningen mogelijk is. Er zijn dus nog wel wat hordes te nemen voordat we er op kunnen vertrouwen dat we de Nederlandse Klimaatambitie gaan halen.

De Bouwopgave

De bestaande woningvoorraad telt in 2013 ca. 7,2 miljoen woningen. De meeste van deze woningen (ca. 6 miljoen) zijn gebouwd vóór 1995. Deze woningen hebben een zeer slechte tot matige isolatie. Als we in 2050 energieneutraal willen zijn betekent het dat we de komende 35 jaar ruim 6 miljoen woningen moeten aanpakken; een deel door ze te verbeteren en een ander deel door sloop en vervangende nieuwbouw. Dit betekent dat we jaarlijks 170.000 woningen moeten aanpakken. Ter vergelijking: de bouwproductie nieuwbouwwoningen bedroeg in 2011

ca. 60.000 woningen. Door de economische crisis is dit aantal gedaald naar ca. 45.000 woningen per jaar in 2012 **(bron CBS)**.

In het lectoraat Sustainable Energy zetten we ons daarom in om samen met de bouwpraktijk en het onderwijs te gaan werken aan oplossingen die de haalbaarheid van de klimaatambities groter maken. Oplossingen die tot stand komen met een hands-on mentaliteit en vooral gericht zijn op het praktisch haalbaar maken van energieneutrale woningen. De kern van de aanpak is, dat daarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van bestaande kennis, methoden en technieken, die op innovatieve wijze worden gecombineerd of doorontwikkeld, zodat opschaling mogelijk is tegen gereduceerde kosten en inspanningen. Daarnaast is de aanpak ook gericht op het verbeteren van comfort, veiligheid en bedieningsgemak voor bewoners.

In deze openbare les wordt ingegaan op achtergrond en implicaties van de klimaatambities. Bovendien wordt geïnventariseerd waar we technisch staan en wat er nodig is om te zorgen dat we de klimaatambities kunnen halen. Onze inbreng vanuit het lectoraat sluit de openbare les af.

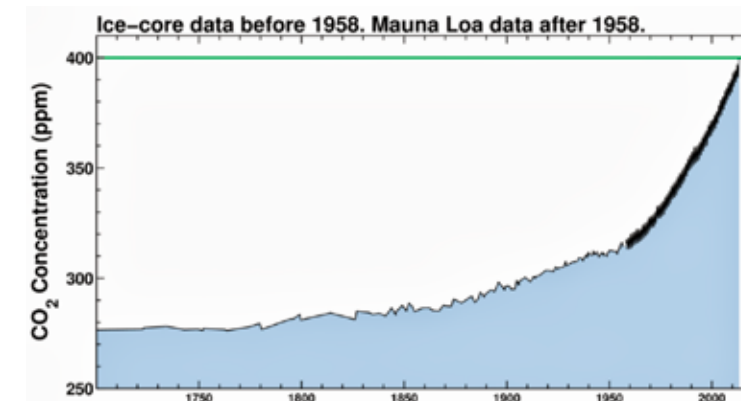
02. De klimaatambities

Stijgend CO₂

Samengevat komt de klimaatambitie van de Nederlandse overheid erop neer, dat in 2020 alle nieuwbouwhuizen energieneutraal worden uitgevoerd en dat in 2050 de gehele gebouwde omgeving energieneutraal is.

De belangrijkste aanleiding voor deze ambitie en de bijbehorende maatregelen is, dat de Nederlandse overheid problemen in de toekomst vóór wil zijn. Als we niets veranderen aan de wereldwijde CO₂ uitstoot zal de klimaatverandering verder doorzetten. In figuur 1 is te zien dat de CO₂-uitstoot inmiddels een bijna exponentiële curve volgt en dus gigantisch snel groeit. Nivellering van het huidige gebruik zal niet voldoende zijn om de negatieve effecten van deze toename tegen te gaan.

Modellen uit de wetenschap laten zien dat de klimaatverandering zal leiden tot een toename in grote overstromingen³ in het ene gebied, terwijl elders grote watertekorten en droogtes ontstaan. De stijging van het zeeniveau zal tot de volgende eeuw 40-60 cm zijn. Ook neemt het aantal orkanen toe met alle bekende schades van dien. Europa zal niet gevrijwaard blijven van dit soort verschijnselen. Het is daarom van levensbelang voor de toekomst van mens en dier dat de CO₂-emissies worden teruggedrongen.



Figuur 1. Verloop CO₂ concentratie in de buitenlucht

De tabel van de concentratie CO₂ in de lucht sinds de middeleeuwen. In de grafiek is te zien dat de curve een bijna exponentiële groei van CO₂ laat zien. De informatie tot 1958 is afkomstig uit ijskernen, terwijl latere data op een hooggelegen punt op Hawaï zijn verzameld. Sinds de industriële revolutie toont het CO₂-niveau een stijgende lijn. Daarvoor was het niveau eeuwenlang constant. De groene lijn markeert de waarde van 400ppm CO₂. In mei 2013 werd een historisch dieptepunt bereikt toen deze waarde werd overschreden.

³ Climate Change 2013: The Physical Science Basis 27 - IPCC - September 2013

Plannen voor CO₂-reductie

Op grond van deze kennis heeft men in Europa een convenant gesloten omtrent het terugdringen van de CO₂-productie. Nederland heeft naar aanleiding van die afspraken besloten op dit punt vooruitstrevend te zijn en streeft ernaar hierin tot de koplopers van Europa te horen. Hiervoor is onlangs het Energieakkoord afgesloten. Ruim veertig organisaties, waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen, verbinden zich aan het Energieakkoord voor duurzame groei. Kern van het akkoord zijn breed gedragen afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. Uitvoering van de afspraken moet resulteren in een betaalbare en schone energievoorziening, werkgelegenheid en kansen voor Nederland in de schone technologiemarkten.

In de regio Rotterdam wil men nog vooruitstrevender zijn en heeft men besloten om in 2025 al 100% klimaatbestendig te willen zijn; dat wil zeggen halveren van de CO₂-uitstoot (zie kader Rotterdam Climate Initiative).

Of deze doelstellingen haalbaar zijn is de vraag. Tot nu toe is de trend nog nauwelijks omgebogen naar een versnelde aanpak. We staan op achterstand. Om de ambitie te behalen is dus meer nodig. Het belangrijkste is dat de ambities vertaald worden in concrete plannen waarbij aantallen aan te pakken woningen en gebouwen en mijlpalen worden gezet, zodat de ambities concreet worden in kosten en opbrengst en de voortgang meetbaar in effectiviteit en prestaties.



ROTTERDAM.CLIMATE.INITIATIVE

Het Rotterdam Climate Initiative is in het leven geroepen om op een concrete manier aan de slag te gaan met het klimaat. Het is een initiatief van gemeente Rotterdam, Havenbedrijf Rotterdam N.V., Deltalinqs en DCMR Milieudienst Rijnmond.

Er wordt gewerkt aan een drietal doelstellingen:

- 1 Het halveren van de CO₂-uitstoot in 2025;
- 2 Voorbereiden op klimaatverandering;
- 3 De economie versterken.

Dit wil men doen door:

- Energiebesparing: als we minder energie verbruiken daalt de CO₂ uitstoot.
- Duurzame energie: wat niet vies is hoeven we niet schoon te maken
- CO₂ afvang en -transport: wat we opvangen kunnen we hergebruiken.

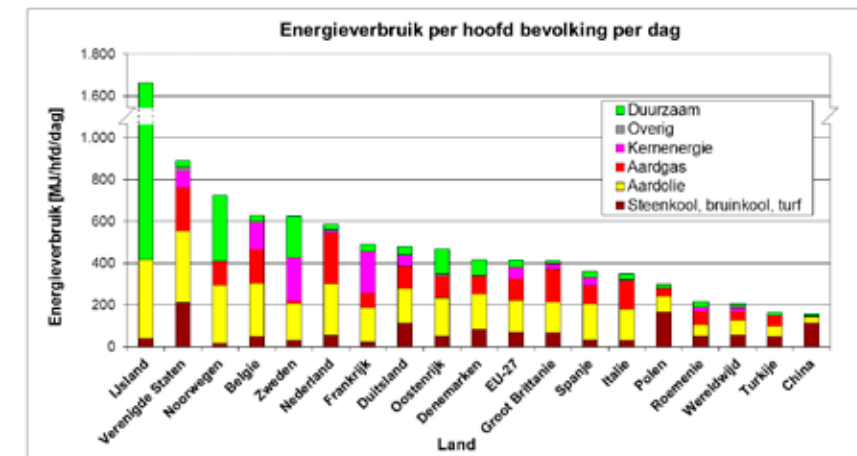
Rotterdam brengt de uitstoot van CO₂ terug door in te zetten op:

- Duurzame stad: in 2025 moet de CO₂-uitstoot van alle woningen en gebouwen in de stad minstens gehalveerd zijn.

- Duurzame mobiliteit: schonere brandstoffen en alternatieve voertuigen gaan zorgen voor een schonere lucht.
- Energie-efficiëntie in de industrie: Ruim 85% van de CO₂-uitstoot in Rotterdam hangt samen met de industrie. We werken daarom aan een energie-efficiënt haven- en industriecluster van wereldformaat.
- Duurzame energie: Duurzame energie is een belangrijke pijler om de CO₂-uitstoot in 2025 te halveren. Daarin is een prominente rol weggelegd voor biomassa en windenergie.
- Biomassa in de Rotterdamse haven: Nederland wil in 2013 minimaal 16% procent van de energiebehoefte halen uit schone, duurzame bronnen. Biomassa kan hieraan een grote bijdrage leveren.
- CCS: afvang, transport en opslag van CO₂.

Bron: www.rotterdamclimateinitiative.nl

Hoewel Nederland maar een klein land is, is de CO₂-productie één van de hoogste per hoofd van de bevolking in Europa. Niet alleen verbruikt Nederland veel energie, maar het grootste deel van die energie komt van fossiele brandstoffen (zie figuur 2). Die fossiele brandstoffen zijn de belangrijkste veroorzakers van de CO₂-uitstoot. Het heeft dus zeker effect als Nederland zijn CO₂-uitstoot reduceert. Bovendien groeit het CO₂-verbruik met het opkomen van de welvaart in armere landen zoals China en India, zodat compensatie door de huidige grootverbruikers in Europa waaronder Nederland extra nodig is om te voorkomen dat het CO₂-niveau harder gaat stijgen.



Figuur 2.

Nederland bekleedt de 6^e plaats in de ranglijst van energiegrootverbruikers. Nederland verbruikt echter vooral niet-duurzame energiebronnen waardoor we 2^e zijn in CO₂-productie per hoofd van de bevolking (bron Eurostat 2012⁴).

⁴ Eurostat is het statistische bureau van de Europese Unie

De Nederlandse strategie

De huidige strategie van de Nederlandse overheid om de CO₂-productie terug te dringen is opvallend.

Eenzijds heeft de overheid klimaatambities om te komen tot een energieneutrale gebouwde omgeving om CO₂ terug te dringen, terwijl zij anderzijds stelt dat er de komende decennia nog steeds energiecentrales zullen werken op CO₂-producerende olie en kolen. Weliswaar worden de meest onrendabele kolencentrales gesloten, maar de keuze van de overheid om nog steeds kolen en olie in nieuw te bouwen centrales in te zetten in plaats van te kiezen voor duurzame energie als de enige juiste energiebron van de toekomst, legt de druk, om de hoge ambities te halen, eenzijdig bij de gebouwde omgeving neer. Dit vergt een plan voor 7,2 miljoen woningen en een bouwketen die dat aankan.

De overheid heeft namelijk vastgesteld dat we in 2023 pas 16% duurzame energie opwekken met onze energiecentrales.

Dat betekent, dat de overheid vooral inzet op besparing, decentrale energieopwekking en teruglevering van elektriciteit aan het openbare net. Via die strategie is het uiteindelijk de bedoeling, dat de vraag naar niet-duurzame energie van de centrales afgebouwd wordt en omzeilen we de eerst komende jaren het probleem van energieopslag. Het is namelijk nog niet mogelijk om duurzaam opgewekte elektriciteit op milieuvriendelijke wijze op te slaan. Bij teruglevering aan het net vormt het openbare elektriciteitsnet een soort virtuele energieopslag. De energiecentrales hoeven dan tijdelijk minder te produceren omdat de lokale systemen dat doen. Dit vergt wel dat er een slim regelsysteem wordt ontwikkeld om de netspanning stabiel en vraag en aanbod in balans te houden. Energiebedrijven investeren daarom in de ontwikkeling van de zogenaamde smart grids.

Zie <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

Het publiek en de strategie

Door de vele aandacht voor het onderwerp energie door overheid, politiek, media en bedrijfsleven heeft het gros van de Nederlandse bevolking inmiddels ook wel het gevoel dat het een belangrijk thema is. Toch is het niet zo, dat dit besef ertoe leidt, dat mensen dit thema op zichzelf en de eigen woonsituatie betrekken⁵. Veel mensen zijn zich er absoluut niet van bewust wat ze aan energie verbruiken en hoe ze dat met hun gedrag kunnen beïnvloeden. Uit onderzoeken⁶ blijkt, dat mensen hooguit hun jaarafrekening zien, maar vaak niet eens weten of ze meer of minder moeten betalen dan het jaar ervoor. Die onverschilligheid zal niet zomaar verdwijnen. Daarvoor is meer nodig, bijvoorbeeld dat de energieprijzen flink gaan stijgen, of dat energieverbruik op een andere manier wordt belast⁷.

⁵ *Residential Energy Literacy and Capitalization* / Dirk Brounen Universiteit Tilburg (2012) / www.energienieuws.info/2012/02/energieverbruik-woningmarkt-onbewust.html

⁶ www.eon.nl/corporate/Mediacentrum/09-11-2012

⁷ N. Hoogervorst et al. *Wissels omzetten. Bouwstenen voor een robuust milieubeleid voor de 21^e eeuw* PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) Den Haag, 2013 ISBN: 978-94-91506-39-0

Er zijn meerdere discussies gaande over de Europese en Nederlandse klimaatambities, vooral over de (on)haalbaarheid daarvan. Vanuit het lectoraat Sustainable Energy willen we ons niet mengen in die discussies en zien we de klimaatambities als een gegeven. We willen eraan bijdragen dat kennis rondom de klimaatambities en de noodzaak om met zijn allen te streven naar het halen hiervan wordt verspreid. Het past in de visie van het Kenniscentrum Sustainable Solutions, waar het lectoraat deel van uitmaakt, dat het nodig is duurzamer te leven. Voor het verspreiden biedt het onderwijs - en in het bijzonder Hogeschool Rotterdam - een goed platform.

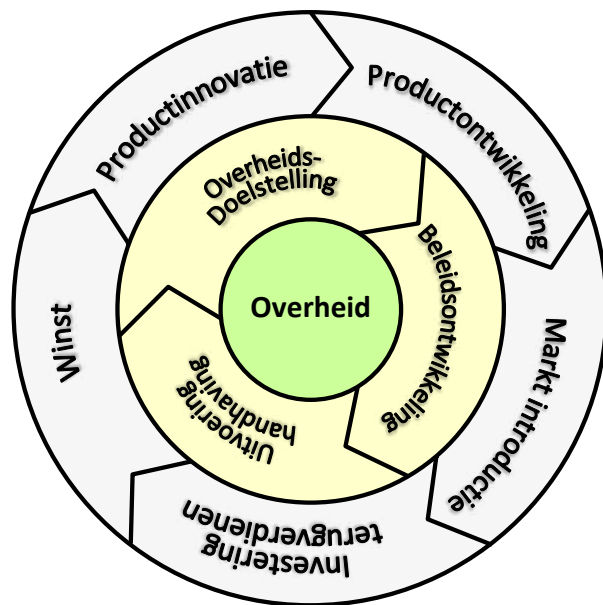
03. Ambities en dan?

Om de overheidsambities te halen is het dus nodig dat elke Nederlander energie gaat besparen en tegelijkertijd decentraal energie gaat opwekken. Daarnaast is het belangrijk, dat het bedrijfsleven zich inzet om producten te ontwikkelen waarmee energie bespaard kan worden. Verder zou het goed zijn als de bouwketen, die de energieneutrale huizen gaat realiseren, wordt voorzien van mogelijkheden en middelen om dit te doen. Dit gaat allemaal niet vanzelf. Er is veel voor nodig om het publiek te verleiden en te overtuigen, het bedrijfsleven te stimuleren en de bouwketen ondersteunen en op te leiden.

Van ambitie naar actie

Het is dus niet voldoende als de overheid het laat bij een ambitie. Er zijn teveel woningen die in 2050 verbeterd moeten zijn. Zonder systematische aanpak van die opgave wordt de ambitie niet gehaald. Gelukkig heeft de overheid de huidige energieambitie voorzien van regelgeving en handhaving. Er zijn afspraken gemaakt met de bouwketen en is er een planning voor een trapsgewijze aanscherping van de energieprestatie-eis, totdat we in 2020 energieneutraal bouwen. Hierdoor ontstaat er voor alle partijen duidelijkheid.

Deze blik op 2020 is belangrijk voor de ontwikkeling van kennis en voor product-innovaties. Door de steeds verdergaande eisen in de regelgeving en de controle op naleving ontstaat er een afzetmarkt voor innovatieve producten (woningen). Het bestaan van zo'n afzetmarkt zorgt weer voor ontwikkelgeld voor productinnovaties die de markt bedienen. Juist die innovaties zijn nodig om te zorgen dat de ambitie kan worden gehaald. In figuur 4 is deze ontwikkelcirkel schematisch weergegeven. Uit de cirkel kan worden afgeleid dat overheidsacties en de innovaties in de markt op het gebied van CO₂-uitstoot, nauw verweven zijn. Het is voor het bedrijfsleven cruciaal, dat er sprake is van een stabiele en consistente overheid, die toekomstgericht beleid ontwikkelt, zorgt voor regelgeving gericht op de markt, en goed handhaaft. Maar dit soort beleid heeft pas zin - en kan dus pas ontwikkeld worden - als iedereen overtuigd is van het belang ervan; niet alleen de overheid zelf, maar óók consumenten en het bedrijfsleven. Die overtuiging moet bovendien zover gaan dat eigenaren, verhuurders en bewoners de benodigde ingrepen willen accepteren.



Figuur 3.

Samenhang overheidsbeleid en productinnovatie

Overheid en bedrijfsleven trekken samen op bij het realiseren van ambities. Overheidsbeleid kan pas effectief worden ingevoerd als het bedrijfsleven producten heeft, waarmee volgens beleid kan worden ontwikkeld. Datzelfde bedrijfsleven kan pas bogen op een stabiele afzetmarkt voor (hoog) innovatieve producten, als de overheid flankerend beleid heeft en dat beleid ook handhaaft. Die afzetmarkt genereert inkomsten voor het bedrijfsleven, waarmee producten kunnen worden geïnnoveerd en ontwikkeld. Voor de overheid biedt dit mogelijkheden om de beleidsambities bij te stellen en bijvoorbeeld prestatie-eisen aan te scherpen⁹.)

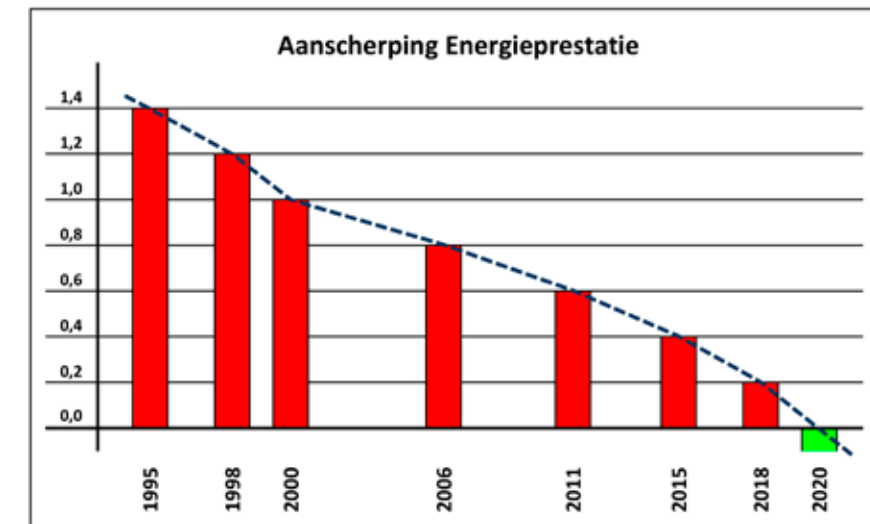
Energieprestatienorm voor nieuwbouw

Behalve ambities heeft de overheid ook instrumenten geïntroduceerd, waarmee kan worden vastgesteld of gebouwen en woningen energieneutraal zijn: de energieprestatienorm⁹. Deze norm is een afspraak tussen overheid en bedrijfsleven over het bepalen van de energetische kwaliteit van een woning. De energetische kwaliteit wordt uitgedrukt in de energieprestatiecoëfficiënt (EPC). De overheid heeft aan de EPC een maximale waarde gesteld die steeds kan worden bijgesteld: dit is de energieprestatie-eis. Als je bij een aanvraag voor een bouwvergunning niet aan de eis voldoet kan de overheid maatregelen nemen, zoals het weigeren van een bouwvergunning.

De in 1995 ingevoerde energieprestatienorm en de daaraan gekoppelde energieprestatie-eis was een revolutie in regelgeving. De norm schrijft geen maatregelen voor, maar geeft een berekening, waarmee een energieprestatie in een cijfer kan worden uitgedrukt. Men mag zelf bepalen hoe men tot die prestatie komt. Met behulp van de energieprestatie kan worden bepaald hoeveel energie een gebouw mag gebruiken. Dat is ook afhankelijk van de functie en de grootte van het gebouw. Het

voordeel voor de overheid is dat zij zich niet over de techniek hoeft te buigen, maar zich kan beperken tot beleid; de energieprestatie coëfficiënt is een dimensieloos getal dat de energetische kwaliteit uitdrukt. De overheid gebruikt de norm als basis om de wettelijke eis voor de energieprestatie vast te stellen.

Het feit dat het een enkel getal betreft (en geen set aan maatregelen) geeft de overheid ook de mogelijkheid om de energieprestatie-eis eenvoudig bij te stellen, als de stand der techniek dat toelaat (zie figuur 5). Er wordt voor nieuwbouwhuizen een zogenaamd getrapte beleid gevoerd, waarbij de EPC steeds lager moet zijn naarmate 2020 nadert. In de tabel is te zien dat nu bij nieuwbouw wordt gevergd dat de EPC van de woning op 0,6 ligt. Voor woningen aangesloten op een warmtenet geldt een uitzondering; deze woningen mogen tot 30% onzuiniger zijn dan de norm.



Figuur 4.

De aanscherping van de energieprestatie-eis. Een energieprestatie van 1,0 komt ongeveer overeen met een tussenwoning die circa 1000 m³ aardgas equivalenten verbruikt.

De energieprestatienorm is een rekenmodel, waarmee het theoretische energieverbruik kan worden berekend. Het voordeel van deze gestandaardiseerde methode is dat woningen onderling vergelijkbaar worden, omdat iedereen op dezelfde manier rekent.

De grote beperking van dit rekenmodel is dat het uitgaat van een gemiddeld bewonersgedrag en geen rekening houdt met het werkelijke energiegedrag. Bovendien wordt uitgegaan van een referentie-buitenklimaat en een standaard bouw kwaliteit. Dit betekent dat de cijfers, gerekend over een groep woningen van een bepaald type, kloppen, maar dat het gebruik per woning kan sterk van dat gemiddelde kan afwijken. Tevens blijkt dat je met slim rekenen op papier een heel zuinige woning kunt ontwerpen, maar die in de praktijk slecht presteert. Dit kan worden verholpen met

⁹ Energieprestatienorm voor woningen en woongebouwen - NEN7120 en voorheen NEN5128

aanpassing van de regelgeving; bijvoorbeeld door alleen gecertificeerde producten toe te laten. Aan deze aanpassing wordt vanuit de overheid gewerkt.

Energielabel voor de bestaande bouw

De EPC is ontwikkeld voor nieuwbouwwoningen. Voor bestaande woningen wordt de energetische kwaliteit uitgedrukt in het zogenaamde energielabel. Dit label wordt bepaald met een rekenmodel dat vergelijkbaar is met de energieprestatienorm. Deze berekening en beoordeling leidt tot een Energieprestatieadvies (EPA). Het doel hiervan is, dat dit instrument wordt gebruikt om de energetische kwaliteit op een genormaliseerde wijze te kwantificeren. Daardoor is de energetische kwaliteit van verschillende bestaande woningen vergelijkbaar (zie kader Energielabel).

Energielabel

Het energielabel voor woningen geeft met klassen (A++ tot en met G) en kleuren (donkergroen tot en met rood) aan hoe energiezuinig een huis is in vergelijking met soortgelijke huizen. Energielabel A++ (donkergroen) is zeer zuinig, energielabel G (rood) is zeer onzuinig.



Het energielabel is geen los papiertje, maar een overzicht, waarin het energielabel staat vermeld samen met de eigenschappen van de woning, de gegevens van de adviseur, die het energielabel heeft afgegeven en standaardadviezen om de woning energiezuiniger te maken.

Bron: www.energielabel.nl

Beleid in de praktijk

Het valt op dat de overheid bij het voeren van een getrappt beleid om de EPC van woningen omlaag te krijgen er niet voor heeft gekozen mensen te belonen die méér willen dan wat minimaal vereist is. Dit geldt voor nieuwbouw en - in zekere mate ook - voor de bestaande bouw. Er is bijvoorbeeld wel een subsidie voor de aanschaf van zonnepanelen en voor sommige renovatie-ingrepen, maar deze stimulering is weinig systematisch gericht op het bereiken van het energieneutrale niveau.

Invloed van overheidsbeleid op ambitie energieneutraal

Voor woningbouwcorporaties betekent het overheidsbeleid dat men in de praktijk in veel gevallen uitkomt op een label B en niet op energieneutraal. Alles boven label B pakt relatief duurder uit voor de corporatie en die meerprijs kan men niet voldoende terugverdienen met huurverhoging. Mede daardoor is er momenteel weinig beweging in de markt om huizen echt energieneutraal te maken.

Dit effect zien we vooral terug in de aanpak van woningbouwcorporaties. Dit is jammer, want zij hebben een groot aantal woningen in bezit en staan voor de opgave deze op termijn (voor 2050) energieneutraal te maken. Zij zijn daarin een belangrijke strategische partner van de overheid. Als de corporaties tijdig hun bezit energieneutraal weten te maken is daarmee een groot deel van de Nederlandse opgave ingevuld.

In Nederland behoort 31% van de woningvoorraad in de categorie sociale huur en in bezit van de woningcorporaties¹⁰. Juist vanwege de grote omvang van het bezit kunnen corporaties alleen vanuit een volledig sluitende business case werken. Die is volgens de huidige inzichten nu niet haalbaar zonder extra inspanningen. Deze inspanningen zouden kunnen bestaan uit overheidssubsidies of andere financierings- en beheersmodellen, al dan niet samen met technische innovaties, die zorgen voor lagere investeringen en hogere rendementen. Omdat deze inspanningen te weinig voorhanden zijn, kunnen corporaties maar beperkt renoveren.

Het is wel mogelijk, om in een later stadium, alsnog dóór te renoveren tot energieneutraal, maar daar wordt de business case over het algemeen niet beter van. Een oplossing zou kunnen zijn, om te kiezen voor een heel slimme getrapte aanpak, met bijvoorbeeld flexibele systemen, die zich eenvoudig laten aanvullen of vervangen door verbeterde versies. Zo wordt er echter nu niet gerenoveerd en dus wordt de transitie naar energieneutraal op termijn moeilijk. Het is daarom wenselijk dat de overheid in samenspraak met de corporaties werkt aan oplossingen voor dit vraagstuk om de transitie naar energieneutraal ook voor het corporatiebezit in 2050 te halen.

In het energieakkoord 2013¹ zijn ook afspraken gemaakt om particuliere huiseigenaren aan te zetten tot het nemen van extra maatregelen: daarbij wordt onder meer gedacht eigenaren te verplichten om maatregelen te nemen, die men in ca. 5 jaar kan terugverdienen.

Invloed van de economische crisis op ambitie energieneutraal

Door de economische crisis stakt de innovatie in de markt, waardoor er te weinig producten worden ontwikkeld die gericht zijn op energieneutraliteit. Bovendien geeft die crisis een lastenverzwaring voor de corporaties die daarom investeringen in renovaties uitstellen. Dat maakt dat de afzetmarkt voor innovatieve producten momenteel relatief klein is. Desondanks is het heel erg belangrijk, dat de bedrijven wel innovatiekracht ontwikkelen, anders blijft het op termijn lastig en duur om energieneutrale huizen te realiseren. Voordat een innovatie productierijp is en gelanceerd kan worden, is behoorlijk wat tijd nodig voor testen en prototyping. Dat vergt jaren en gezien de ambitie zou het goed zijn, als er op veel kortere termijn meer huizen energieneutraal konden worden gemaakt en het Nederlandse energieverbruik omlaag kan worden gebracht.

¹⁰ Cijfers over Wonen en Bouwen 2013 - Publicatie Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties - www.rijksoverheid.nl

Beleidsinstrumenten

Naast de energieprestatienorm heeft de overheid beleidsalternatieven ingezet om de klimaatambitie te halen. Dit zijn financiële stimulering, demonstratieprogramma's, etc. Deze beleidsinstrumenten worden hieronder beschreven.

Financiële stimulering

Financiële impulsen zijn subsidie- en stimuleringsprogramma's voor particulieren, zoals Meer met Minder¹¹ gericht op het verlagen van de drempel naar energiemaatregelen. Voor de professionele markt zijn er programma's voor kennisontwikkeling en innovatie in samenwerking met kennisinstituten. Voorbeelden van programma's zijn TKI (Topconsortia voor Kennis en Innovatie) en demonstratieprogramma Energiesprong (van Platform 31).

Vanuit de provincies, gemeenten en Kamer van Koophandel zijn er ook subsidies en stimuleringsprogramma's, om energiebesparing en onderzoek of samenwerking richting innovaties, te stimuleren. Deze subsidies zijn vooral bedoeld om de lokale energie te versterken en het MKB te stimuleren, om te investeren in kennis over duurzame ontwikkelingen. De subsidies vanuit de EU¹² zijn uiteraard niet zozeer lokaal gericht en moeten juist zorgen voor samenwerking tussen bedrijven en kennisinstituten uit verschillende Europese landen.

Demonstratieprogramma's

Demonstratieprogramma's zijn door de overheid gefinancierde en gefaciliteerde voorbeeldprojecten, waarmee de mogelijkheden van vergaand energiezuinig bouwen en renoveren aan de bouwwereld worden getoond.

Het idee achter demonstratieprogramma's is dat de bouwpraktijk moet kunnen beschikken over voorbeelden van de toepassing van nieuwe technieken. Dergelijke demoprojecten zijn vaak onrendabel, maar bij het op grotere schaal toepassen van de innovatie zou de kosten-baten verhouding kunnen verbeteren. Met een goede prijs-prestatieverhouding, zodat er een haalbare business case ontstaat, zal de bouwketen de nieuwe technieken sneller en beter adapteren.

Verruiming eisen duurzame energieopwekking

Behalve eisen aan energiebesparende maatregelen zijn er ook regels verbonden aan duurzame energieopwekking. Volgens het Bouwbesluit is het toegestaan om duurzame energie te betrekken van bronnen buiten de woning, zolang deze externe opwekker zich maar binnen een straal van 10 km rond de woning bevindt¹³. De praktijk rond deze opwekking op wijkniveau is nog niet goed uitgewerkt, omdat er met de huidige energieprestatie-eis nog geen woningen worden gerealiseerd, waarmee men tegen de grenzen van de mogelijkheden om energieneutraal te bouwen of renoveren is aangelopen. In de toekomst zal men bij aangescherpte energieprestatie-eisen wel tegen de grenzen van de mogelijkheden aanlopen. Het is daarom belangrijk dat we nu

¹¹ Stichting Meer met Minder in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).

¹² Zevende Kaderprogramma (KP7)- EU: <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/zevende-kaderprogramma-kp7>

¹³ Hiervoor is de norm NVN 7125 "Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG-) - Bepalingsmethode toegevoegd aan de energieprestatienorm.

al onderzoeken hoe daarmee moet worden omgegaan en hoe de Bouwbesluit-eis in de praktijk zal uitwerken of dat aanpassingen in de regelgeving nodig zijn.

Beleid bestaande bouw

Om ervoor te zorgen dat vanaf 2020 - wanneer alle nieuwe woningen energieneutraal worden gebouwd - alle andere woningen, die daarvoor geschikt zijn, ook worden aangepakt, is een plan van aanpak nodig. De energieprestatienorm en -eis zijn immers alleen bedoeld voor nieuwbouw. Voor bestaande bouw moeten er duidelijke handleidingen en afspraken komen. Er zijn ook andere regelingen nodig, die ertoe bijdragen dat men een belangrijk deel van de bestaande 7,2 miljoen woningen kan renoveren naar energieneutraal. Voor de woningen, die nu niet meegenomen kunnen worden, zijn andere oplossingen nodig. De uitwerking van de ambitie is voor de praktijk nog onduidelijk.

Samenwerking overheid met bedrijfsleven

Bij het ondersteunen van de bouwketen en het ontwikkelen van een nieuwe aanpak moeten we tenslotte niet vergeten te kijken naar alle overige regelingen en wetten, die de van invloed kunnen zijn op de bouw en die in sommige gevallen de omslag naar energieneutraal kunnen belemmeren. De overheid en het bedrijfsleven moeten de handen meer dan ooit ineen slaan en zich afvragen of bijvoorbeeld het Bouwbesluit bepaalde innovaties niet in de weg staat.

Het energieakkoord 2013¹ is een belangrijke stap voor samenwerking tussen bedrijfsleven en overheid. In september 2013 zijn belangrijke afspraken gemaakt voor de uitvoering van het beleid voor de komende 10 jaar.

In lectoraat Sustainable Energy kiezen wij ervoor om EPC-berekeningen als de standaard aan te wijzen, hoewel de rekenmethode zijn beperkingen kent. Andere methoden zijn uitermate complex en niet gestandaardiseerd en dus minder geschikt.

Het is efficiënter voor het behalen van de klimaatambities als de overheid niet alleen het bouwen met minimale vereisten anno nu aanmoedigt, maar juist meer toekomstgericht handelt. De overheid kan stimuleren dat de bouw zich voorbereidt op de energieambities en ontwikkelingen in de toekomst.

Het is cruciaal, dat het bedrijfsleven wordt meegenomen en optimaal kan worden ingezet bij de ontwikkeling van nieuwe innovatieve oplossingen, waarmee de klimaatambitie kan worden gehaald. Aangezien de overheid al veel initiatieven in die richting heeft ontplooid, zoals de gezamenlijke energieprestatienorm, zijn de eerste stappen gezet. Maar er is meer nodig. Daarnaast zien we grote mogelijkheden in het voor de bouwketen en het onderwijs uitwerken van praktijkvoorbeelden als aanknopingspunt voor kennisoverdracht. Proef- en demonstratie projecten, zoals in Concept House Village (CHV) worden gerealiseerd, waarin Hogeschool Rotterdam werkt aan energieneutrale innovatieve concepten, lijken daarvoor geschikt. De

kracht voor de Hogeschool is dat CHV gekoppeld is aan het bedrijfsleven en aan het HBO en MBO onderwijs, waardoor op termijn kan worden voorzien in de behoefte aan goed opgeleide technici.

Energieakkoord voor duurzame groei september 2013

Ruim veertig organisaties waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, andere maatschappelijke organisaties en financiële instellingen, verbinden zich aan het Energieakkoord voor duurzame groei. Kern van het akkoord zijn breed gedragen afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. Uitvoering van de afspraken moet resulteren in een betaalbare en schone energievoorziening, werkgelegenheid en kansen voor Nederland in de schone technologiemarkten.

Zie www.energieakkoordser.nl

04. Stand van de techniek

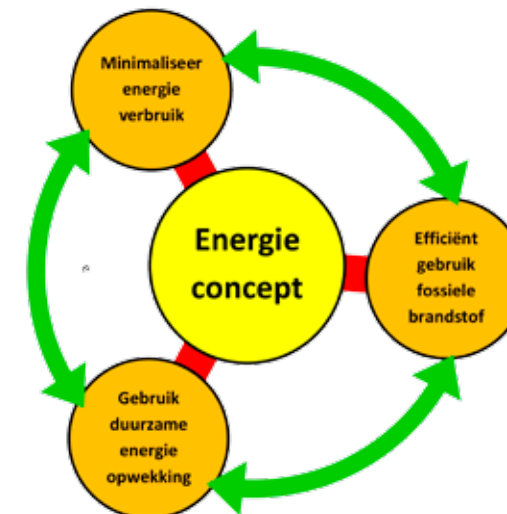
Hoe de bouw van - en renoveren naar - energieneutrale woningen mogelijk is, is zo langzamerhand wel bekend. Er is inmiddels een aantal voorbeelden van vergaand energiezuinige huizen en voorbeelden van renovaties waarbij het energiegebruik vrijwel neutraal is. Maar de prijs is nog veel te hoog. We hebben dus wel de mogelijkheden, maar techniekontwikkeling is nodig om grootschalige toepassing ervan mogelijk te maken. Hierna wordt een kort overzicht gegeven van de mogelijkheden en de ontwikkelingen.

Trias Energetica

Bij het ontwerp wordt het principe van de Trias Energetica¹⁴ gehanteerd. Dit is een ontwerpstrategie uit 1979 met een driestappenplan waarmee op hoofdlijnen naar een energieneutraal concept kan worden gewerkt.

De stappen die we volgen zijn:

1. Beperk de energievraag bijvoorbeeld door het tegen gaan van verspilling (b.v. isolatie van de schil en kierdichting)
2. Maak maximaal gebruik van hernieuwbare energie zoals zon en wind
3. Maak efficiënt gebruik van de eventueel nog benodigde fossiele brandstoffen



Figuur 5. Trias Energetica: geen stappen na elkaar, maar integrale afstemming en optimalisering

¹⁴ Trias Energetica is in 1979 ontwikkeld door de studiegroep Stads Ontwerp en Milieu (SOM-1) aan de TU Delft onder leiding van prof. Ir. C.A.J. Duijvestein. Publicatie - SOM - TUDelft 1979.

De Trias Energetica is nog steeds een goed bruikbare aanpak om fundamenteel na te denken over duurzaam bouwen en om energieneutrale concepten te ontwikkelen. Zij wordt gehanteerd in de bouwpraktijk en het onderwijs. Inmiddels weten we dat de drie stappen geen stappen in tijd zijn, maar dat het vooral gaat om een afstemming tussen en optimalisatie van de stappen. En ook dat duurzame energie het fossiele brandstofgebruik moet vervangen of compenseren. Het is dus een circulair proces: je doorloopt alle stappen meerdere malen.

Deze benadering heeft in de loop van de afgelopen decennia geleid tot de ontwikkeling van samenhangende energieconcepten voor nieuwbouw en renovatie.

Stap 1 → Minimaliseer energieverbruik

Isolatie en kierdichting van de schil

Welk energieconcept men ook kiest: altijd zal men aandacht moeten geven aan vergaande isolatie van gevel, dak en vloer. De isolatiegraad is afhankelijk van de keuze van de installatie en de toevoer van duurzame energie. Meer duurzame energie toevoeren of gratis restwarmte kan betekenen dat men genoeg kan nemen met minder isolatie. Dat kan een kostenbesparing opleveren; zeker als uitbreiding van de duurzame energievoorziening minder kost dan een extra zware isolatie. Extra zware isolatie in de gevel kost niet alleen extra materiaal, maar het maakt ook de aansluiting van kozijnen in de gevels duurder.

De belangrijkste ontwikkelingen in isolatie worden niet meer bepaald door materialen en producten. Er zijn inmiddels zoveel uiteenlopende producten beschikbaar, dat er voldoende keuze is. Deze keuzes gaan zelfs zover, dat men er voor kan kiezen om de isolatie als separaat product in de gevel op te nemen of zelfs een huis te bouwen met isolatiemateriaal als drager en gevelelement.

Voor de bestaande bouw wordt tot nu toe meestal de spouw geïsoleerd of aan de binnenzijde een extra isolatielaag aangebracht. Ook wordt de buitenkant geïsoleerd met vaak ingewikkelde systemen. Een logische vervolgstap in het isoleren van gevels is, dat er een eenvoudig flexibel en modulair isolatiesysteem wordt ontwikkeld, dat licht van gewicht is, inclusief geïsoleerde ramen en deuren, dat eenvoudig buiten de gevel kan worden geplaatst bovenop de bestaande gevel. Het plaatsen buiten de gevel voorkomt koudebruggen, het heeft geen ruimtebeslag binnen de woning, en de constructie behoeft niet te worden aangepast.

Dit betekent dat een lichte en liefst ook dunne constructie, die eenvoudig kan worden gemonteerd, moet worden toegepast. Deze constructie ontwikkelen we in het project 2ndSkin¹⁵. Daarbij onderzoeken we de mogelijkheid om in de gevel de noodzakelijke leidinginfrastructuur op te nemen en de gevel te voorzien van duurzame energietechnieken voor de invang van zonne-energie.

Voor de ramen hebben veel ontwikkelingen plaats gevonden. We kunnen nu over kozijnen beschikken met een koudebrugonderbreking van hout, aluminium en kunststof

¹⁵ Zie hoofdstuk 9: Praktijkexperiment 2ndSkin

en voorzien van drievoudig geïsoleerd glas. Daarmee wordt het transmissieverlies in de raamopeningen beperkt tot minder dan 10% van het verlies van ramen met enkelglas, zoals tot 1980 overal gebruikelijk was. En zelfs dubbelglas laat nog maar 20% door van de waarden van toen.

Isoleren van ramen

Minimum Energiewoning te Schiedam Jon Kristinsson 1984. In die tijd was dubbelglas nog van matige kwaliteit en werden luiken toegepast als extra isolatie. Bij sluiten van de luiken zorgden de bovenlichten voor daglicht.

Tegenwoordig is de kwaliteit van dubbelglas zo hoog dat luiken overbodig zijn om de warmte binnen te houden. Nu is zonwering nodig om oververhitting op zonnige zomerse dagen tegen te gaan door zonnestralen af te schermen.



Biobased materialen voor isolatie

Er is nu een trend gaande om voor isolatie biobased materialen te gebruiken zoals houtvezelplaten, schapenwol of cellulose. Deze materialen beschikken over goede isolerende eigenschappen. Ze worden meestal toegepast in combinatie met Houtskeletbouw en worden vaak op het werk gemonteerd. Voor grootschalige toepassing is het nodig om complete gevel-, dak- en vloersystemen te ontwikkelen met geïntegreerde isolatie, zodat de toepassing eenvoudig wordt. Een aandachtspunt is de duurzaamheid op termijn. Hierover is nog weinig bekend.

Een andere ontwikkeling is om isolatiematerialen damp-open uit te voeren. Dat wil zeggen dat vocht de woning niet alleen via het ventilatiesysteem zal verlaten, maar ook via de gevels en het dak. De schil is wel water- en winddicht. Er wordt verondersteld dat dit de gezondheid van mensen ten goede komt. In het Maskeradeproject¹⁶ wordt bouwen met biobased isolatie en damp-open bouwen uitgewerkt en in de praktijk uitgevoerd.

Ventilatie

Alle ventilatiesystemen worden ontwikkeld met de doelstelling om te voorzien in voldoende ventilatie met een goed comfort en zonder energieverlies. Er zijn twee veel toegepaste systemen (zie kader):

→ Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning

Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning presteert het beste. Het

¹⁶ zie hoofdstuk 9: Praktijkexperiment Maskerade

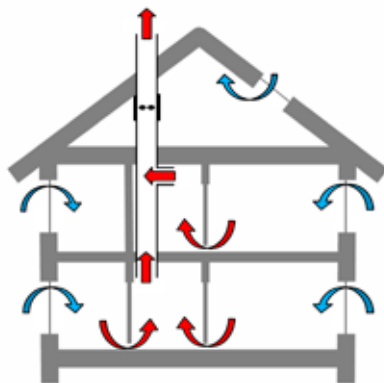
lastige is dat deze systemen ook de hoogste eisen stellen aan het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud. Maar als dit allemaal in orde is, dan bespaart dit systeem het meest op het energieverlies door ventilatie. Het is robuust voor verschillende vormen van bewonersgedrag en het verzorgt een gezond binnenklimaat. Echter het ruimtegebruik voor luchtkanalen en de warmteterugwinunit is omvangrijk en bouwkundig moet de woning hoogwaardig en kierdicht worden uitgevoerd om het systeem perfect te laten werken.

→ **Natuurlijke vraaggestuurde ventilatie**

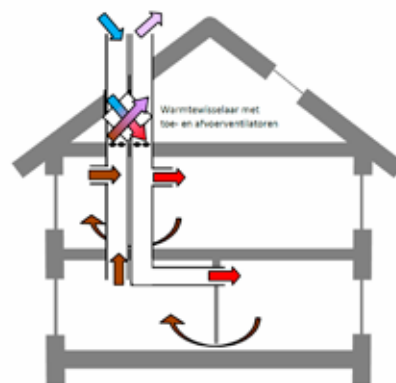
Vanwege de vergaande eisen aan gebalanceerde ventilatie en ervaringen in de praktijk met bewonersklachten (vanwege de slechte prestatie bij een aantal projecten door onzorgvuldig ontwerp en installeren) kiezen veel particuliere woningeigenaren en verhuurders liever voor een ventilatiesysteem met natuurlijke ventilatietoever via roosters in de ramen of de gevel en met een centrale afvoer. Deze systemen zijn echter gevoelig voor tocht. Bovendien moeten ze worden voorzien van een vraaggestuurd regelsysteem om daadwerkelijk energie te besparen: dat betekent dat alleen geventileerd wordt in ruimtes waar mensen aanwezig zijn als het CO₂ gehalte van de binnenlucht boven een vooraf ingesteld niveau uitkomt. Daardoor neemt de hoeveelheid ventilatie (die normaal via roosters wordt toegevoerd), van de woning sterk af. De energiewinst zit in het feit dat er veel minder warmte wordt afgevoerd.

Ventilatiesystemen in de woningbouw

Bij **natuurlijke toevoer en mechanische afvoer** wordt per raamrooster buitenlucht binnen gevoerd. Door spleten onder binnendeuren wordt de lucht centraal afgevoerd. Er worden zelfregelende toevoerroosters toegepast. De centrale afzuigventilator brengt de woning op onderdruk waardoor doorstroming van ventilatie plaats vindt.



Bij **gebalanceerde ventilatie** wordt verse lucht via kanalen per vertrek toegevoerd en vervolgens weer -per vertrek of centraal- afgevoerd. Hiervoor zorgen toevoer- en afzuigventilatoren. Er wordt een warmte-terugwin-unit toegepast die de warmte uit de afvoerlucht gebruikt om de toevoerlucht op te warmen.



Zowel voor gebalanceerde ventilatie als voor natuurlijke ventilatiesystemen wordt door het bedrijfsleven veel ontwikkeld. Deze ontwikkelingen betreffen het beperken van geluidshinder, een betere verspreiding van verse lucht door de woning zonder tocht en de regelbaarheid.

Een belangrijk thema is de robuustheid voor bewonersgedrag: bijvoorbeeld hoe kan dan het ventilatieverlies worden beperkt en blijft het systeem in de andere ruimtes goed functioneren als bewoners ramen openzetten?

In het prototype voor Maskeradeproject onderzoeken we verschillende systemen voor ventilatie. In 2ndSkin onderzoeken we de integratie van de leidinginfrastructuur met gevelementen, om ervoor te zorgen dat de luchtkanalen niet door de woning heen behoeven te worden aangelegd.

Stap 2 → Gebruik duurzame energie

De eerste stap bij lokale energieopwekking is het ontwerp. Door een gunstige vormgeving en een gunstige oriëntatie van ramen kan er gebruik gemaakt worden van passieve zonne-energie en daarmee significant bespaard worden op energie. Een gunstige zonligging in combinatie met ramen op het zuiden reduceert de warmtevraag op koudere dagen. Dit moet dan, zeker bij zwaar geïsoleerde huizen, altijd gecombineerd worden met zonwering tegen oververhitting. Het benutten van zonnwarmte is goed toepasbaar bij nieuwbouwopgaven, maar vaak lastiger bij renovaties.

Zonneboilers

Zonneboilers kunnen worden toegepast voor warmtapwaterbereiding en ruimteverwarming. Een systeem bestaat uit een zonnecollector en een opslagvat. Warmwater uit het opslagvat wordt meestal toegevoerd naar de combiketel en indien nodig naverwarmd tot de gewenste temperatuur. Voor warmtapwater kan men meestal volstaan met een collector van ca. 3-6 m². Een zonneboiler kan 50% van de behoefte voor tapwater dekken. Voor ruimteverwarming zijn grotere collectoren gewenst tot 10 m² en grotere opslagvaten van wel 600 liter. Daarmee kan 80% van de energiebehoefte van een energiezuinige woning worden gedekt.

Zonnestroompanelen

Om een woning energieneutraal te bouwen is, als men alle andere energiebesparende maatregelen heeft genomen (isolatie, kierdichting, innovatieve ventilatie en hoog rendement installaties) nog steeds een hoeveelheid zonnestroompanelen nodig van ca. 20% van de gebruiksoppervlakte van een grondgebonden woning (15% bij flats en woongebouwen).

Voor een woning van twee lagen met een gebruiksoppervlakte van 120m² betekent dit dat er circa 20-25 m² beschikbaar moet zijn voor zonnestroompanelen. Als ook het energiegebruik voor apparaten moet worden gecompenseerd is 20-30m² zonnestroompanelen extra nodig. Bij elkaar is dat circa 50-60 m² aan zonnestroompanelen nodig. En daarmee is bijna het gehele dak bedekt.

Ontwikkelingen in gebruik van zonne-energie

Belangrijke ontwikkelingen in het gebruik van zonnestroom betreffen de combinatie van zonnestroompanelen met warmtecollectie. Dat zijn de zogenaamde PVT panelen. Andere ontwikkelingen zijn panelen die ook diffuus licht omzetten in elektriciteit, waardoor ze minder richtinggevoelig zijn. In de toepassing worden systemen ontwikkeld die zich beter laten integreren in het dak of de gevel, waardoor geen speciale constructies moeten worden aangebracht.¹⁷

Windturbines

Met een grote turbine windenergie opwekken in bebouwd gebied is op dit moment vanwege geluids- en lichthinder minder geschikt. De huidige technologie van kleinere turbines is onvoldoende ontwikkeld en kent fysische beperkingen; de opbrengst is te laag (zie kader). Windenergie kan wel bruikbaar zijn voor specifieke locaties, waar binnen een straal van 10 km van de bebouwde kom een geschikte locatie voor een grote windturbine wordt gevonden. Dan mag de opgewekte windenergie namelijk tot lokale energieopwekking worden gerekend in de energiebalans van de energieprestatie.

Opbrengst Windturbines

De opbrengst van een windturbine neemt exponentieel toe (3e macht) met de windsnelheid. De windsnelheid is afhankelijk van de locatie (kust of binnenland), de ashoogte en de ruwheid van het terrein. De opbrengst van de turbine neemt exponentieel toe (2e macht) met de diameter. Alleen windturbines met een ashoogte hoger dan 10m en een diameter groter dan 6 meter zijn rendabel.

Zie www.duurzameenergiethuis.nl/berekening-opbrengst-windmolens

Warmtenetten voor restwarmte of biomassa

Alternatieven, zoals de zogenaamde warmtenetten waarbij restwarmte of warmte uit biomassacentrales via een netwerk wordt getransporteerd naar woonwijken, zijn in sommige gebieden een duurzame methode. De restwarmte en biomassa, die anders zouden worden verspild, kunnen bij deze oplossing worden ingezet voor verwarming van woningen, waarvoor anders fossiele brandstof werd benut. Maar dan moet er wel goed gekeken worden naar zaken als warmteverliezen onderweg, pompenergie en aanlegkosten. Voor een gezond businessmodel voor warmtelevering gaat men uit van een minimale warmteafzet. Daar waar gestapelde woningbouw is gepland of veel woningen dicht op elkaar staan is een collectief warmtenet wellicht economisch rendabel te ontwikkelen. Als echter, vanwege de economische situatie minder wordt gebouwd dan initieel voorzien, dan kan dat grote problemen opleveren in de exploitatie. Bovendien is de warmtevraag in minimum-energiewoningen zo laag dat

een warmtenet niet eenvoudig rendabel te krijgen is. Daarbij komt dat veel leveranciers van restwarmte huiverig zijn voor lange leveringscontracten. Deze nadelen opgeteld bij de hoge aansluitkosten maakt dat veel woningbezitters zich niet vrijwillig op het net laten aansluiten en warmte-exploitanten dus niet zelden met een negatief resultaat zitten op hun warmtenet. Een warmtenet is daarmee vooral haalbaar voor bestaande, niet bijzonder goed geïsoleerde woningen, en voor nieuwbouwwoningen als ze kunnen worden aangesloten op een bestaand warmtenet.

Stap 3 → Efficiënt gebruik fossiele brandstoffen

CV-ketel

De combi-cv-ketel is de verst doorontwikkelde en wellicht de ook meest innovatieve energievoorziening in de Nederlandse woningbouw; relatief goedkoop, onderhouds-arm, betrouwbaar en robuust voor verschillende gebruikspatronen. De gasketel is geïntroduceerd in de jaren 60 na de gasvondsten en heeft inmiddels een energetisch rendement van omstreeks 90-100% en het predicaat HR-ketel. De combi-ketel is goed te gebruiken in combinatie met een zonneboiler en in combinatie met luchtverwarming en warmteterugwinning. Voor een energieconcept dat bestaat uit een goed geïsoleerd huis met vraaggestuurde ventilatie, een energievoorziening van een HR gasketel, in combinatie met een groot warmte opslagvat van 600 ltr. en een zonneboiler van 10 m2 collectoroppervlak, hoeft de ketel in principe nog maar 20% van de benodigde energie te leveren.

Ontwikkelingen in efficiënt gebruik fossiele brandstoffen

De nieuwste ontwikkelingen betreffen de combinatie van een HR-ketel met een warmtepomp, waarbij de warmtepomp de basis levert en de HR-ketel de pieken en warmtapwatervoorziening. Een andere ontwikkeling is de combinatie met stroomlevering. Dat is een mini warmtekrachtkoppeling (WKK).

De warmtevraag van de bewoners is daarbij leidend; alleen als de warmteproductie van het systeem groot genoeg is, kan er ook voldoende elektriciteit worden opgewekt. Dit is de reden dat dit systeem alleen aantrekkelijk is voor huishoudens met een grote warmtevraag (groot en matig geïsoleerd huis, veel mensen, veel aanwezigheid) en dus minder voor energieneutrale woningbouw.

Als alternatief voor de gasketel wordt de pelletkachel vaak genoemd. In Duitsland en België, waar relatief veel huizen niet aangesloten zijn op een gasnet, wordt van deze oplossing vaak gebruikgemaakt. Een pelletkachel is een moderne versie van de houtkachel die werkt op speciaal geperste houtkorrels (pellets). De pellets worden gemaakt van afvalhout dat tot korrels wordt samengeperst. Met een pelletkachel kan -in vergelijking met houtkachels- heel gedoseerd gestookt worden en wordt een hoger rendement bereikt (zie figuur 8). Omdat pellets gemaakt zijn van een hernieuwbare grondstof draagt de techniek bij aan CO₂-verlaging. Pelletkachels vergen echter wel veel onderhoud (meer dan gaskachels of warmtepompen) en vragen opslagruimte voor de pellets en zorg voor de aanvoer van voorraadpellets. Dit maakt pelletkachels minder geschikt voor grootschalige toepassing.

¹⁷ Op weg naar minimum energie woningen met EPC ≤ 0 - AgentschapNL 2012.

Een technologie die nog volop in ontwikkeling is, is de zogenaamde brandstofcel. Deze technologie zal daarom de komende jaren nog niet op de markt verschijnen. Datzelfde geldt voor waterstoftoepassingen.

Zolang alternatieven voor cv-ketels, zoals de warmtepompen, nog vrij kostbaar zijn, is voor woningeigenaren de gasketel een goed alternatief. Men zou de installatie dan wel zo moeten aanleggen, dat op termijn de gasketel eenvoudig vervangen kan worden door een warmtepomp of andere duurzame warmteopwekker.

Warmtepomp

De warmtepomp (eventueel in combinatie met een HR-ketel zoals hierboven omschreven) is de meest voor de hand liggende keuze als er geen gasaansluiting is. De keuze is dan meestal een warmtepomp met de bodem of lucht als bron.

Bodemwarmte heeft als nadeel dat er een bron moet worden gemaakt in de vorm van een tot 200 meter diepe gesloten pijp die in een lus in de bodem wordt aangebracht, of twee afzonderlijke pijpen voor de aan- en afvoer van koud of warm water. De kosten van de bron kunnen, afhankelijk van de diepte en de capaciteit, erg oplopen (tot meer dan € 10.000 per woning), waardoor een warmtepomptoepassing hoge investeringen vergt. Bovendien kan de bron uitgeput raken als er teveel warmte aan wordt onttrokken. Teveel woningen op een te kleine oppervlakte kan daarom tot problemen leiden. Dan is er voor bewoners nog maar één oplossing; elektrisch bijverwarmen. En dat geeft een onverwacht hoge energierekening.

Om investeringskosten te mijden, wordt ook gebruik gemaakt van buitenlucht als bron. Omdat warmtepompen vooral goed presteren als de te overbruggen temperatuursprong laag is, zal dit systeem op koude dagen niet goed kunnen presteren. Bovendien heeft men een buitenunit nodig die geluidsoverlast kan veroorzaken. Warmtepompen worden sinds een paar jaar op grote schaal toegepast. Meestal presteren ze goed, maar er zijn ook problemen doordat ze onvoldoende capaciteit hebben voor de bewoners. Dit wordt meestal afgedaan als een kinderziekte, maar in de praktijk heeft men vaak te weinig rekening gehouden met alle factoren, die de prestatie van een warmtepompsysteem bepalen.

Ontwikkelingen bij warmtepompen

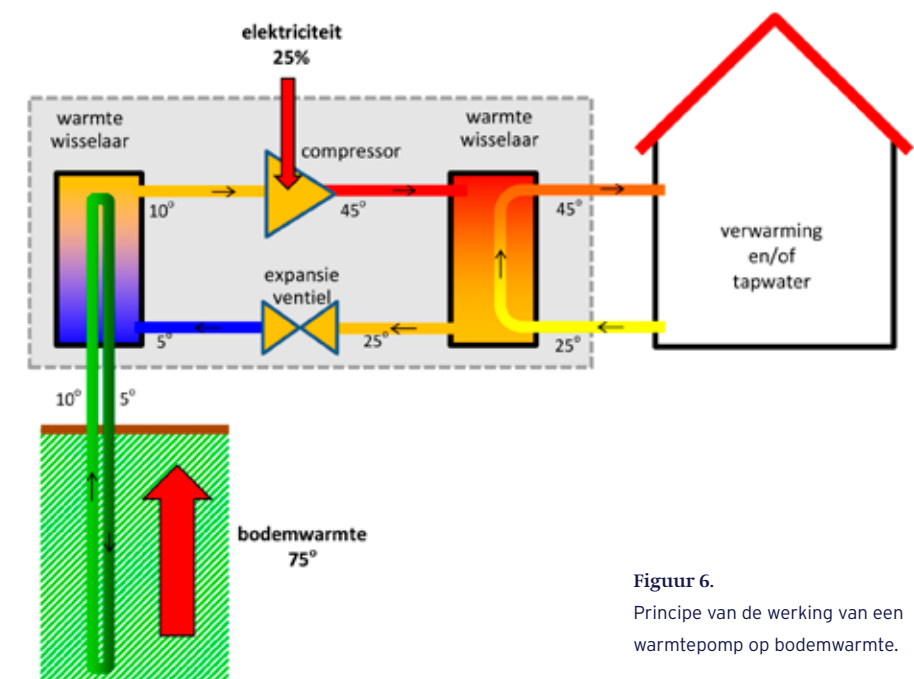
De belangrijkste ontwikkelingen in de warmtepompen betreffen het verbeteren van het rendement bij grotere temperatuursprongen, zodat ze onder alle omstandigheden geschikt zijn, het verkleinen van de benodigde opstelruimte, en het vergroten van de capaciteit. Voor een warmtepomp is een groot opslagvat wenselijk zodat de warmtepomp continue kan werken. Dat geeft het beste rendement.

In de projecten van CHV wordt onderzoek gedaan naar de beste keus van de energievoorziening, zowel bij Maskerade als bij 2ndSkin. Deze worden dan in de praktijk getoetst op hun werking.

Warmtepomp

Het principe van de warmtepomp is vergelijkbaar met dat van een koelkast. Er wordt via een bodemwarmtewisselaar, die is aangesloten op een watercircuit, warmte uit de bodem onttrokken van ca. 10 oC. Deze warmte wordt in de warmtepomp via een gas door middel van een compressor opgewaardeerd naar ca. 45 graden. Vervolgens wordt de warmte via een wisselaar met water aan de woning toegevoerd voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding. Daardoor koelt het water af naar ca. 25 graden. Deze temperatuur wordt via een warmtewisselaar weer overgedragen aan het koelmiddel in de warmtepomp. Via een expansieventiel koelt het koelmiddel af tot beneden de bodemtemperatuur en wordt vervolgens door de bodemwarmte weer opgewaardeerd naar 10 graden (cijfers zijn slechts voorbeelden).

De compressor werkt op elektriciteit. Voor 1 kWh benodigde elektriciteit wordt 4 kWh warmte geproduceerd waarvan 3 kWh uit de bodem komt. Het rendement is dan 400% (Coëfficiënt of Performance COP =4).



Figuur 6.
Principe van de werking van een warmtepomp op bodemwarmte.

Warmtapwater

Via HR-ketels, warmtepompen en met een bijdrage van zonnewarmte kunnen we warmtapwater produceren. We moeten warmtapwater flink verwarmen (tot 60oC) om legionella te voorkomen, terwijl we eigenlijk maar 45 graden nodig hebben om te douchen. En alle warmte wordt afgevoerd via het riool. Dat geeft een relatief groot warmteverlies. Momenteel zijn er drie toegepaste oplossingen, die het warmteverlies

van warmtapwater beperken:

- korte leidinglengtes tussen opwekker en tappunten, waardoor het warmteverlies via de warmwaterleidingen wordt beperkt;
- douche warmteterugwinning (WTW). Een douche WTW kan in principe 50% van de warmte terugwinnen. Dat werkt alleen voor mensen die langer douchen dan 5 minuten, zodat er ook iets terug te winnen valt.
- een Hot-Fill aansluiting voor een wasmachine. Vanaf de verwarmingsinstallatie wordt een warmwatertoevoer gelegd naar de wasmachine zodat warm water wordt geproduceerd met hoog rendement of zelfs met zonne-energie, en niet met elektriciteit uit het lichtnet. In de EPC wordt dit extra gewaardeerd.

De samenhang van de stappen: Energieneutrale Concepten

In een energieconcept zijn alle besparingsmaatregelen, installaties en duurzame energie goed op elkaar afgestemd en geoptimaliseerd. Niet alle soorten installaties kunnen namelijk gezamenlijk worden toegepast.

Bijvoorbeeld: het toepassen van warmte uit afgevoerde ventilatielucht voor een warmtepompboiler betekent dat er steeds voldoende geventileerd moet worden. Dan is de combinatie met vraaggestuurde ventilatie niet zinvol, omdat er te weinig warmte kan worden teruggewonnen.

Bij de keuze voor de ontwikkeling van een energieconcept, wordt in eerste instantie bepaald of de woning wel of niet wordt aangesloten op een gasnet. Bij het aansluiten op een gasnet samen met een elektriciteitsnet ligt de keuze open voor alle mogelijke installaties. Bij de keuze van alleen aansluiten op een elektriciteitsnet is men, volgens de huidige stand der techniek, aangewezen op een elektrische warmtepomp. Andere mogelijkheden zijn een pelletkachel, houtkachel, of in de toekomst wellicht geavanceerdere technieken, zoals een brandstofcel of waterstoftechnologie.

Voorbeeld CO₂ neutrale straat te Grijpskerke Walcheren EPC=0,01



Figuur 7.

Voorbeeld CO₂ neutrale straat te Grijpskerke Walcheren.

Betreft twaalf koopwoningen t.b.v. starters, twee levensloopbestendige koopwoningen, en vijf levensloopbestendige huurwoningen.

Marsaki projectontwikkeling, Woningcorporatie Woonburg i.s.m. Architecten Alliantie uit Goes

Dit is één van de eerste energieneutrale projecten in Nederland.

De woningen zijn zwaar geïsoleerd en voorzien van drievoudig glas. Er is gebalanceerde ventilatie toegepast. De energievoorziening is een warmtepomp en een zonneboiler. Op het dak ligt 25 m² zonnepanelen.

Toekomstige ontwikkelingen

Voor technieken waarvan veel wordt verwacht, zoals de brandstofcel en waterstof-toepassingen, geldt dat ze op dit moment nog niet algemeen verkrijgbaar zijn of dat de techniek nog zo in de kinderschoenen staat, dat toepassing op dit moment een groot risico op falen met zich meebrengt.

Daarnaast hebben veel innovatieve opwekkingstechnieken, zoals destijds zonnepanelen, in het begin van de ontwikkeling een relatief laag rendement. Zonnepanelen zijn inmiddels wel veel verbeterd en de verwachting is dat de opbrengst per paneel in de toekomst nog verder zal toenemen. Maar het kan nog jaren duren, voordat deze op de markt zijn.

Het is daarom, zeker bij toepassing van energieopwekkingssystemen, niet verstandig om er nu al van uit te gaan, dat er straks nieuwe technologieën op de markt komen, die onze problemen oplossen, waardoor we nu niet alles uit de kast hoeven te halen. Er zijn zeker ontwikkelingen gaande, maar het is niet zo, dat we tussen nu en 2050 zulke enorme technische verbeteringen mogen verwachten, dat onze gehele energiebehoefte duurzaam kan worden opgewekt. (Volgens de huidige afspraken uit het Energieakkoord wordt in 2020 slechts 14% van de elektriciteit duurzaam opgewekt en er zijn voor de periode daarna nog geen afspraken gemaakt. Het blijft dus noodzakelijk om woningen verregaand energiezuinig te maken, en niet er vanuit te gaan, zoals soms wordt gedacht, dat straks het hele energieprobleem is opgelost. Ook de experts geven aan, dat zij eerder gestage ontwikkelingen verwachten en geen wonderen¹⁸. Het zou daarom wijzer zijn als we nu al inspelen op toekomstige technieken, door slim te ontwerpen, en niet te wachten met actie tot de technieken er eenmaal zijn.

Daarnaast moeten we ons realiseren dat we niet meer moeten bouwen voor de eeuwigheid. De geschiedenis leert ons, dat zelfs als een woning een eeuw meegaat, we de installaties toch wel iedere 20 jaar moeten vervangen. De klimaatambities maken dat het wenselijk is, dat we dit gegeven al bij het ontwerp meenemen, op een wijze die het mogelijk maakt, om op termijn eenvoudig over te kunnen stappen op andere installatietechnische principes. We moeten voorkomen eenzijdig afhankelijk

¹⁸ Verkenning van routes naar een schone economie in 2050 Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) Den Haag en ECN, 2011 - ISBN: 978-90-78645-79-5

te worden van één techniek of één energiedrager. Een voorbeeld daarvan is om nu nog steeds betaalbare gasgestookte ketels in een ontwerp te blijven toepassen, maar wel op een wijze dat ze later tegen de tijd dat die beter betaalbaar zijn, eenvoudig kunnen worden vervangen door warmtepompen of andere duurzame technieken.

Als we naar de beschikbare technieken kijken dan zien we in het lectoraat Sustainable Energy dat het vooral belangrijk is te gaan zoeken naar slimme combinaties met bestaande technieken.

Het valt niet te verwachten dat er op korte termijn een revolutie in opwekkings- of besparingstechnieken zal komen, waarmee alle CO₂-uitstoot kan worden gecompenseerd.

Binnen het lectoraat zullen we daarom onderzoek doen naar slimme toepassingen met bestaande technieken, om zo bij te dragen aan het behalen van de klimaatambities van de overheid.

05. De tekortkomingen

Energieneutraal op grote schaal

Energieneutraal bouwen

Met een goed ontwerp en slim op elkaar afgestemde producten en systemen, is het heel goed mogelijk om energieneutraal of zelfs energieproductief te gaan bouwen. Het is niet eenvoudig, vooral omdat energie niet los gezien mag worden van de rest van de woning, maar met de juiste condities is het zeker mogelijk.

Toch blijkt er in de praktijk veel mis te gaan. Een belangrijke oorzaak kan worden gevonden in het feit, dat de toe te passen technieken en producten hoge investeringen vergen. Daarnaast is de bouwketen nog niet ingeregeld op energieneutraal bouwen; er is geen algemeen aanvaarde procesmatige aanpak voor energieneutraal bouwen. Daardoor is elk bouwproject een zoektocht naar een goed lopend proces. Dit kost tijd en daarmee zijn deze bouwprojecten traag en dus duur.

Dat we energieneutraal kunnen bouwen is hier dus niet de discussie. De discussie is of we het op grote schaal kunnen en tegen een redelijke prijs. Op dit moment vergt een energieneutraal nieuwbouwhuis veel meer investeringen dan een huis dat “gewoon zuinig” is. Die extra kosten worden niet binnen een, voor bewoners redelijke, termijn terugverdiend met besparing op de energiekosten.

Een belangrijke oorzaak voor de problemen zit in de schaalgrootte van energieneutrale oplossingen. De bestaande oplossingen, zeker de innovatieve oplossingen, zijn nog vrij prijzig, omdat de producent zijn ontwikkelkosten moet terugverdienen en omdat er nog een te kleine afzetmarkt is. Dat betekent dat er vaak niet zomaar een grote productie gedraaid kan worden, waardoor de kosten hoog blijven.

Een andere oorzaak voor het opschalingsprobleem is, dat we steeds naar nieuwe ontwikkelingen en technieken blijven zoeken in plaats van het uitontwikkelen van bestaande, goedlopende technieken. Dat maakt dat de diversiteit aan mogelijke oplossingen heel groot is, maar ook dat de afzetmarkt klein blijft en daardoor de kosten van de producten hoog.

Een probleem is tevens, dat het moeilijk is, om een afweging te maken welke productcombinaties het beste presteren. Dat vergt veel kennis en ervaring die bij de partijen uit de bouwketen vaak ontbreekt.

In combinatie met het grote aanbod van afzonderlijke technieken is het voor de bouwketen daarom heel moeilijk om in één keer een goede oplossing te ontwikkelen.

Energieneutraal renoveren

Bij renovatie komt daar nog bovenop, dat de bestaande installatie moet worden vervangen door een nieuwe, in de regel grotere, duurzame energievoorziening, die vaak niet op de plek van de oude installatie kan worden teruggeplaatst. Dit soort energetische verbeteringen veroorzaken veel overlast voor de bewoners.

Bewonersacceptatie

De overlast van een energetische renovatie gaat vaak zo ver dat men tijdens de werkzaamheden niet in het huis kan blijven wonen. Het leidt geen twijfel, dat dit veel woningbezitters ervan weerhoudt, om ingrijpend energetisch te renoveren. Omdat het organiseren van een “gewone verbouwing” voor veel mensen al erg hoog gegrepen is, blijkt een dergelijke renovatie helemaal te moeilijk. Als voor mensen duidelijk wordt wat er allemaal komt kijken bij een energetische renovatie, zien ze er vaak van af. Om alle huizen energieneutraal te krijgen, is het echter wel noodzaak, dat alle woningbezitters meedoen. Er moeten dus oplossingen worden gevonden, die de overlast van een energetische renovatie voor huizenbezitters terugdringen.

Niet alleen voor woningbezitters is het weinig aantrekkelijk om hun woning te laten aanpassen, voor huurders geldt hetzelfde. Voor hen is de overlast net zo groot. Zij worden bij ingrijpende verbeteringen aan hun woning tijdelijk of definitief elders ondergebracht. Wanneer bewoners terugkomen in hun oorspronkelijke woning, dan betalen ze daar in de regel meer huur voor. In theorie zou die stijging moeten worden gecompenseerd door een lager energieverbruik, maar daar is geen garantie voor. Huurders zijn dus in de regel dan ook niet blij met een voorstel tot energetische woningverbetering. Omdat woningbouwcorporaties woningen pas kunnen gaan renoveren als minimaal 70% van de bewoners van de betreffende woningen instemt, is de terughoudendheid onder huurders een belangrijke drempel voor energetische opwaardering op grote schaal.

Doordat corporaties afhankelijk zijn van de bewoners om energetische verbeteringen door te voeren en zij ook moeten zorgen dat bij grotere renovatie-ingrepen alle bewoners tijdelijk of definitief ander onderdak vinden (en ze daarbij de kosten moeten betalen, die de bewoners daarvoor maken) is het ook voor woningbouwcorporaties geen makkelijke en betaalbare opgave om woningen energetisch te renoveren. Weliswaar mogen ze na woningverbetering de huur verhogen, maar dat levert maar beperkt wisselgeld op.

Als energieneutraal niet (zomaar) kan

De energiebesparingswinst bij renovatie is vaak beperkt ten opzichte van de investeringen. Het is in veel gevallen niet economisch, noch energetisch verantwoord om kleine, sterk verouderde huizen met een beperkte waarde te verduurzamen. Soms is verduurzamen zelfs duurder dan slopen en nieuwbouw bij elkaar. Bij renovatie kan zelden het gewenste energieneutrale niveau worden bereikt.

Bovendien nemen de nieuwe duurzame energievoorzieningen behoorlijk wat fysieke ruimte in, waardoor er soms gewoon te weinig leefruimte overblijft. Dit soort gevallen blijven voorlopig lastige “restvragen”, want voor de eigenaren van veel van deze woningen is de klimaatambitie niet invulbaar.

Behalve deze energetisch onhaalbare woningen is er ook nog een groot deel van de woningen in hoogbouw die niet zomaar energieneutraal zijn te renoveren. Er is te weinig dak- en geveloppervlak om het benodigd aantal zonnepanelen op het gebouw te monteren. Voor deze woningen moeten oplossingen worden gevonden op wijkniveau. Die oplossingen zijn wel denkbaar, zoals eerder werd opgemerkt, en ook vanwege de 10 km regeling toegestaan, maar voor particulieren niet zomaar te

regelen. Voor woningen van particulieren vergt het invullen van de klimaatambitie nog nieuwe oplossingen waar de overheden een faciliterende rol moeten spelen.

Andere problemen in het bereiken van de ambities

Behalve problemen met technische oplossingen om huizen energiezuiniger te maken, zijn er ook problemen met de implementatie van energievoorzieningen die nodig zijn om energieneutraal te worden.

Zonne-energie is momenteel de meest voor de hand liggende methode om energie op te wekken, zeker voor de bestaande bouw, omdat zonnepanelen buiten de woning kunnen worden geplaatst. Zonnepanelen zijn het meest efficiënt, en dus effectief, bij een goede oriëntatie op de zon, gevolgd door zuid georiënteerde ramen voor de opvang van zonnewarmte. Maar in Nederland zijn de meeste wijken ontworpen zonder rekening te houden met de mogelijkheden van op de zon georiënteerd bouwen.

Daar valt bij nieuwbouw nog wel winst te halen, maar dan moet de bouwketen samen met de gemeenten er wel voor zorgen dat bouwen op de zon de regel wordt. De alternatieven voor zonne-energie, zoals windturbines en biomassa zijn momenteel nog maar beperkt inzetbaar of erg duur, waardoor opschaling vanuit die technieken niet aannemelijk is.

Het financiële plaatje van de klimaatambitie is nog niet zo, dat er in de praktijk een overtuigende business case van te maken is, al wordt dat vaak wel beweerd. En als de business case niet klopt, haken zowel particulieren als het bedrijfsleven af. Financierings- en beheerconstructies, waarmee de benodigde energieneutrale renovaties en nieuwbouw kunnen worden gerealiseerd zijn dus dringend nodig.

Het toerusten van de bouwsector

Robuuste bouwsector

Als we willen bereiken, dat vanaf 2020 woningen energieneutraal kunnen worden gerenoveerd en/of de energieopwekking het verbruik in belangrijke mate compenseert voor de woningen, die niet energieneutraal kunnen worden gemaakt, dan moet de bouw die opgave wel aankunnen. Door de crisis is de bouwbranche behoorlijk afgeslankt in omvang; men bouwt momenteel minder dan de helft van het aantal woningen, dat voor de financiële crisis werd gebouwd. Ook het aantal renovaties is geslonken en het is de vraag of het lukt om snel genoeg de bouwbranche weer op peil te krijgen om de klimaatambities te halen. Als het lukt om de bouwbranche uit de economische crisis te trekken, betekent dit, dat er voldoende geschoold personeel op de arbeidsmarkt moet worden gevonden, om het werk te doen en dat er voldoende professionals worden opgeleid. Met de juiste stimulering en ontwikkeling zal de bouwsector de werkgelegenheid een enorme boost geven¹⁹.

¹⁹ Het Energieakkoord leidt tot aanzienlijke werkgelegenheidskansen in bijvoorbeeld de bouw- en installatiesector. Daarnaast zal de groeiende vraag naar schone energietechnologieën en -diensten in potentie leiden tot de creatie van nieuwe banen in Nederland. De ambitie is deze kansen te verzilveren en in de periode 2014-2020 in totaal ten minste 90.000 arbeidsjaren extra te realiseren. Dit komt neer op een werkgelegenheidswinst van gemiddeld ten minste 15.000 extra voltijdsmensen. Bron: Energieakkoord 2013.

Aangepaste regelgeving

Verder is het belangrijk dat er meer ondersteuning komt voor de innovatievraag, die er ligt, door het aanpassen van regelgeving. Bij iedere innovatie geldt dat we dingen anders doen dan gewoonlijk. Omdat regelgeving (verwoord in bijvoorbeeld het Bouwbesluit, normen, bestemmingsplannen) uitgaat van het bestaande proces, zorgt dit soms voor beperking van de innovatie. Voor elke nieuwe aanpak moet namelijk apart worden beoordeeld of deze in strijd is met bepaalde instituties en/of waar aanpassingen moeten plaatsvinden (in het ontwerpproces of in de regelgeving). Deze expertise is niet gemakkelijk te vinden. Er is ook geen duidelijk "loket" waar deze dingen kunnen worden afgestemd met de beleidsvoerders en handhavers. Hier valt dus nog wat te verbeteren.

Er is grote behoefte aan kennis over systematisch energieneutraal renoveren en bouwen en –vooral van- voorbeelden van systemen, waarmee eenvoudig en betaalbaar op grote schaal energieneutraal kan worden gebouwd en gerenoveerd. Pas als de bouwketen daarover kan beschikken zal energieneutraal bouwen en renoveren de standaard worden. Als dit de bewoners voordelen biedt, waardoor ze mee willen werken dan gaat het zeker lukken.

Binnen het lectoraat Sustainable Energy zien we opschaling als de belangrijkste uitdaging voor het vakgebied. We hebben ook wel ideeën hoe daar meer mogelijk zou kunnen worden. De bouwketen heeft meer aanwijzingen nodig, om het bouwproces beter in te richten. Wij zien mogelijkheden om hierin verbetering te realiseren. Daarnaast zal het ook nodig zijn te zoeken naar oplossingen waarmee bewoners en eigenaren verleid worden om energieneutraal te willen wonen, bijvoorbeeld omdat ze daardoor comfortabeler en zuiniger kunnen wonen. Uiteindelijk zullen er ook oplossingen moeten worden gevonden, die zijn ontwikkeld met het oog op opschaling. Dus goedkopere en eenvoudiger te implementeren oplossingen zijn een antwoord. Zeker ook vanwege de opgave na 2020, als de grootste bulk van woningen aangepakt moet worden. Al deze aspecten zullen verweven worden met de onderwijsopgave van het lectoraat. We moeten namelijk wel door. We moeten zoeken naar oplossingen en niet blijven hangen in de problemen. We moeten investeren in onderzoek en praktische experimenten. Dan wordt het mogelijk om de ambitie van een energieneutrale gebouwde omgeving te bereiken.

06. Het inspireren van de bouwketen

Verbetering van het bouwproces

Het traditionele bouwproces begint meestal bij een gegeven bestemmings- en verkavelingsplan. Hier treedt het eerste potentiële foutmoment op, of eigenlijk nog daarvoor. Energieneutraliteit stelt namelijk eisen aan de bouwlocatie en dan met name de zonoriëntatie. Met een ongunstige zonoriëntatie of veel schaduw van omliggende bebouwing of groen is het moeilijker voldoende energie te winnen om energieneutraal uit te komen.

Bestemmingplan

Bestemmingsplannen, die richting geven aan en rekening houden met energieneutraal bouwen, zijn dus een heel belangrijk uitgangspunt.

Omdat bestemmingsplannen in principe een houdbaarheid van 10 jaar hebben en we al over bijna 6 jaar alleen nog maar energieneutrale woningen mogen bouwen is het noodzakelijk, dat bestemmingsplannen zo snel mogelijk allemaal beoordeeld worden op geschiktheid voor energieneutraal bouwen. Een energie-effectieve verkaveling kan tot een behoorlijke besparing leiden, op de benodigde gelden voor duurzame energietechnieken (meer dan € 10.000,- per woning). In het kort moeten de volgende punten in beschouwing genomen worden:

- De oriëntatie bij voorkeur op het zuiden, met het oog op de toepassing van zonne-energie en zonnewarmte op dak of gevel (platte daken zijn oriëntatieonafhankelijk, maar bieden ook 20-30% minder oppervlak voor zonnepanelen vanwege de onderlinge beschaduwing).
- Eisen aan omliggende panden, zoals de plaatsing van hoge gebouwen ten opzichte van lage gebouwen (schaduw);
- Het inplannen van extra ruimte voor de toepassing van zonne-energie (in geval van hoogbouw woningen is er te weinig dakoppervlak);
- Eisen aan de hoogte van bomen (schaduw);
- Ruimte voor collectieve systemen buiten de woningen (binnen een straal van 10 km);
- Regelingen voor ondergrondse warmte-onttrekking en warmte-opslag;
- Het toestaan van extra ruimtegebruik voor dikkere, goed geïsoleerde gevels;
- Voorzieningen (water en groen) om hitte-stress in de stad te verminderen²⁰.

Een keuze, die op het niveau van het bestemmingsplan of op wijkniveau gemaakt moet worden, is of er wel of niet een gasnet wordt aangelegd. Dat heeft grote impact op de keuze van het energieconcept:

Programma van eisen

De volgende stap in het traditionele bouwproces is het programma van eisen voor het bouwkundig ontwerp. Hier zit ook een foutmoment in het bouwproces, omdat veel

²⁰Tegen de hitte: Groen en opwarming van de stad - M. Brink e.a. - Royal Haskoning DHV - Gemeente Tilburg en Gemeente Sittard-Geleen - Europees Fonds Regionale Ontwikkeling 2013

opdrachtgevers slecht geïnformeerd zijn over de mogelijkheden en consequenties van energieneutraal bouwen. Zonder die kennis kunnen ze energieneutraliteit onvoldoende meenemen in het programma van eisen.

Maar het is ook belangrijk om van tevoren na te denken over een eventuele bouwstrategie. Voorbeelden van bouwstrategieën zijn Passief Huis, Active House en Bioclimatisch ontwerpen (zie kader Bouwstrategieën).

Bouwstrategieën

Passiefhuis, Actief Huis en Bioclimatisch ontwerpen zijn geen wettelijke standaarden maar eerder strategieën om energiezuinige gezonde woningen te realiseren.

Passiefhuis¹

Een Passiefhuis kent zo min mogelijk gebouwgebonden energieverbruik, te realiseren door middel van veel isolatie waardoor verliezen beperkt worden. Een Nederlands passiefhuis gebruikt vier keer minder energie dan een Nederlandse nieuwbouw woning uit 2011 en heeft een maximaal energieverlies van 15kWh/m² en een aardgasverbruik in de orde van 600m³.

De meeste Passiefhuizen hebben een verregaande isolatie van de gevel, dak en vloer (RC > 8) en een gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. Vaak is een verwarming niet nodig, behoudens op enkele zeer extreem koude dagen. Warm tapwater wordt meestal bereid met behulp van een zonneboiler. Vanwege de extreem lage warmtevraag kan worden volstaan met een kleine verwarmingsinstallatie.

Active House²

Het active House is ontwikkeld als een alternatief voor het Passiefhuis. Het Active House (Actief Huis) gaat uit van drie aspecten: energie, binnenklimaat/comfort en omgeving en stelt de mens centraal. Bij een actief huis wordt alle benodigde energie aan of in de woning zelf opgewekt. Het is minder belangrijk of de energievraag minimaal is, als de totale woning maar energieneutraal is. Heel belangrijk is de kwaliteit van het binnenklimaat, daglichttoetreding en menselijk welbevinden. Bij de bepaling van de CO₂-uitstoot wordt ook de productie van bouwmaterialen meegerekend.

In principe kan men een Active House realiseren met een minder zwaar geïsoleerde gevel dan bij een Passiefhuis. De nadruk komt immers meer te liggen op de duurzame energieopwekking dan op het beperken van verliezen.

Bioclimatisch ontwerpen³

Bij een bioclimatische bouwstrategie wordt optimaal gebruik gemaakt van natuurlijke zonnewarmte op koudere dagen en van zonwering op warme dagen. Het idee is, dat met deze bouwwijze energie kan worden bespaard, hoewel de mate van besparing afhankelijk is van het buitenklimaat. Het is in Nederland niet mogelijk om tot een energieneutraal concept te komen op basis van

bioclimatische oplossingen alleen. Er moeten altijd aanvullende technieken worden ingezet zoals zonnestroompanelen.

¹ <http://www.passiefbouwen.nl>

² <http://www.sbr.nl/producten/infobladen/energieneutraal-bouwen-met-active-house>

³ D. Doepel (2012) *Creating Comfortable Climatic Cities*. RUP Rotterdam

Ontwerpproces

In de huidige situatie wordt bij overeenstemming tussen de architect en de opdrachtgever over het bouwkundig ontwerp pas op een later moment advies ingewonnen over de installatie. Deze scheiding tussen gebouw en installatie is al heel erg lang gebruikelijk, maar maakt het bijna onmogelijk om energieneutraal te ontwerpen. Daar ligt ook de grootste uitdaging voor de Nederlandse architecten. Zij zijn over het algemeen gewend te ontwerpen zonder rekening te houden met de installatie. Tegelijkertijd ontwerpt men in de installatiesector systemen die vooral op papier resulteren in een lage EPC, maar in de praktijk heel moeilijk goed in te passen zijn in een gereed bouwkundig ontwerp. De oorzaak voor deze miscommunicatie ligt in het verleden, toen het later invullen van de installatie weinig consequenties had. De installatiesector en de bouwsector hebben zich daarom apart ontwikkeld. De beste manier om deze hindernis voor energieneutraal bouwen op te lossen is het betrekken van de installateur bij het ontwerp vanaf het allereerste begin. Om een energieneutrale woning te bouwen moet je alle mogelijke middelen aanwenden; niet alleen een warmtepomp of een paar zonnepanelen, maar een heel systeem. Het gekozen systeem moet vervolgens optimaal ingezet worden om het doel van een energieneutrale woning daadwerkelijk te bereiken. Elke afwijking van het optimum betekent dat je extra maatregelen moet nemen, en betekent een extra obstakel voor het realiseren van een daadwerkelijk energieneutrale woning.

Feit is, dat de kans op energieneutrale woningen enorm vergroot wordt, wanneer de bouwketen van het begin tot het einde energieneutraliteit centraal stelt en het bouwproces daarop inricht. Dan nog zal het vaak niet eenvoudig blijken om een energieneutrale woning te realiseren. Bouwen is altijd een multidisciplinaire actie van een diverse groep bedrijven en van experts uit verschillende branches, die in meer of mindere mate samen moeten werken, om tot een goed resultaat te komen. Het vergt veel effort om deze hele zogenaamde bouwketen met elkaar te verbinden en te laten samenwerken aan dezelfde doel: een energieneutrale woning. De belangen zullen niet altijd af te stemmen zijn (zie kader Case: De wijk Overbos 8).

Voor nieuwbouw is energieneutraal bouwen een opgave, die praktisch gezien vanaf het voornemen te gaan bouwen, kan worden meegenomen. Zeker als er grote ontwerprijheid bestaat voor wat er op de kavel mag en kan. Voor renovaties is de opgave logischerwijs veel ingewikkelder, omdat er om de bestaande woning heen gewerkt moet worden. Uiteindelijk moet er voor bestaande bouw hetzelfde bereikt worden als voor nieuwbouw. Dus ook bij een renovatie geldt dat alle mogelijke middelen ingezet moeten worden.

Bovenop het centraal stellen van energieneutraliteit aan het begin van het bouw-

proces, is het ook nodig, dat er een cultuurverschuiving gaat plaatsvinden in de bouwketen. Het is belangrijk dat het verantwoordelijkheidsgevoel van iedere discipline voor de eigen werkzaamheden en eigen producten zich verbreedt naar een gevoel van verantwoordelijkheid voor het gehele project. Dit vergt een nieuwe wijze van samenwerking waarbij alle bouwpartners vanaf de initiatieffase een gelijkwaardige inbreng hebben.

Case: De wijk Overbos 8

In de jaren 80 is een zonnewijk gerealiseerd in de wijk Overbos 8 te Hoofddorp. De bedoeling van de gemeente was om alle woningen op de zon te oriënteren met het oog op de invang van passieve zonne-energie. Uiteindelijk is ca. 80% op de zon gebouwd. Stedenbouwers vonden het, omwille van de beleving, niet gewenst om alle woningen op de zon te bouwen. Onderzoek wees later echter uit dat de woningen met strokenverkaveling en de tuinen op het zuiden door de bewoners het hoogst werden gewaardeerd. De aanname van de stedenbouwers klopte dus niet. Het is belangrijk om onderzoek naar bewonerswaardering opnieuw uit te voeren, omdat dit kan bijdragen aan de ontwikkeling van energie-effectieve verkavelingen.



Figuur 8.
Verkaveling Wijk
Overbos 8.

Om een woning vergaand energiezuinig te bouwen is een aantal maatregelen nodig. Volgens de huidige inzichten zijn dat:

- Een ontwerp dat uitgaat van een compacte woning, die op de zon is georiënteerd en die voldoende ruimte biedt aan op het zuiden gerichte zonnecollectoren (stroom en thermisch);
- Een zware isolatie van het dak, de gevel en de vloer;
- Vermijden van koudebruggen;
- Driedubbel glas of dubbel glas van extreem isolerende kwaliteit;
- Een goed ventilatiesysteem zoals vraaggestuurde natuurlijke ventilatie of (gebalanceerde) ventilatie met warmteterugwinning;
- Veel aandacht voor kierdichting;
- Een zeer hoog rendement ketel in combinatie met een zonneboiler of een warmtepomp, in beide gevallen met een warmte-opslagvat;
- Douchewarmte-terugwinning (indien rendement wordt verwacht);
- Een lage temperatuur warmteafgiftesysteem.

En bouwen wat is afgesproken! Dit laatste punt heeft een uitroepteken en dat is niet voor niets. Zoals aangegeven is samenwerking binnen de bouwketen erg belangrijk, om ervoor te zorgen, dat we op zo kort mogelijke termijn woningen kunnen bouwen, die daadwerkelijk energieneutraal zijn. Het succes van een energieneutrale woning wordt in belangrijke mate bepaald door een zorgvuldig ontwerp en vooral door de kwaliteit van de uitvoering. Daarom is het belangrijk, dat de bouwer in staat is heel precies volgens specificatie te bouwen.

Dit is één van de allerbelangrijkste wapens in de strijd tegen faalkosten. Met kwalitatief hoogwaardig bouwen wordt bespaard op faalkosten. Aangezien faalkosten liggen in de orde van grootte van 5-35%^{21 22 23} van de bouwkosten, is dit een belangrijke besparing.

Kennis delen

Voor elk vakgebied dat vernieuwingen door moet voeren, geldt dat het belangrijk is om kennis en ervaringen zo breed mogelijk te delen, zodat zoveel mogelijk bedrijven en expertisegebieden kunnen aanhaken.

De bouwketen heeft hiervoor al een belangrijk stap gezet met het opstellen van het "Lente-Akkoord Energiezuinige nieuwbouw"²⁴. Dit convenant uit 2008 is erop gericht om de nieuwbouw in 2015 vijftig 50% energiezuiniger te maken vergeleken met 2007. Dat komt overeen met het huidige overheidsbeleid zoals dat wordt uitgevoerd met inzet van de energieprestatienorm. In het convenant wordt vooral aandacht besteed aan de wijze waarop de doelstellingen worden behaald: de ondertekenaars stellen zich ten doel om rekening te houden met de wensen van de consument/eindgebruiker, zoals comfort, een gezond binnenklimaat, energielastenverlaging en waardevermeerdering. Ook zet men in op het realiseren van bijna-energie neutrale

²¹ www.faalkostenindebouw.nl/watzijnfaalkosten.html

²² Brokelman L. en Vermande H. *Faalkosten de (bouw)wereld uit!* SBR (2005) Rotterdam ISBN 978-90-5367-000-2. PriceWaterHouse (2010)

²³ M.Noordhuis - Faalkosten reductie - Nijenrode - Cobouw 20-03-2013

²⁴ www.lente-akkoord.nl. Het akkoord is ondertekend door Aedes, Bouwend Nederland, NEPROM, NVB, minister van BZK, VROM-Inspectie, Vereniging Eigen Huis, de Bond van Nederlandse Architecten, VAC, punt Wonen, Uneto-VNI en Vereniging Leveranciers van Luchttechnische Apparaten.

gebouwen vanaf 2020 (ook volgens het overheidsbeleid). Daarmee wil men besparen op eindige brandstoffen én woonlasten. Dit wil men vooral bereiken door bewezen technieken op grote schaal in te zetten, door nieuwe energiebesparende technieken en concepten te ontwikkelen, en door kennis en ervaringen te verspreiden.

Het akkoord kent ook een kennisplatform waar informatie over vergaand energiezuinig of energieneutraal bouwen te vinden is. Door deze kennisdeling wil men leren van eerder gemaakte fouten.

Een belangrijk onderdeel van het Lente-akkoord vormt de Kop-Staartaanpak, die door belanghebbende partijen, zowel vanuit de bouwketen als vanuit de gebruikers, is uitgebracht. Hiermee kan het bouwvoorbereidingsproces en bouwproces zo worden ingericht dat energiezuinig bouwen effectief wordt gerealiseerd. Woningontwikkelaars hebben hiermee een instrument, waarmee ze de kwaliteit van nieuwbouwhuizen kunnen bewaken en kunnen controleren of ze qua ventilatie en energieprestatie aan het Bouwbesluit en de uitgangspunten voor comfort en veiligheid voldoen.

Wat bovenop kennisdeling heel belangrijk blijft voor de bouwketen, zijn voorbeelden, die laten zien hoe nieuwe systemen in elkaar zitten en geïntegreerd zijn opgenomen in het bouwkundig ontwerp. Juist omdat een huis een uitermate complex product is, is er grote behoefte aan proeflocaties en proefwoningen, waarin complete energieconcepten worden uitgewerkt en getest. Op die manier kan de samenhang tussen de verschillende bouw- en installatiecomponenten op kleinere schaal worden onderzocht. Het oefenen met nieuwe systemen in grote bouwprojecten, zoals in het verleden wel werd gedaan, kent een groot afbreukrisico. Behalve dat eigenaren in de huidige tijd niet meer akkoord gaan met kinderziektes, leveren kinderziektes ook negatieve beeldvorming op, en dat werkt averechts op de slagingskansen van de klimaatambities. Kleinschalige projecten van Hogeschool Rotterdam en TU Delft zoals Concept House Village, waardoor samenwerking tussen kennisinstellingen en onderwijs, en met steun van de overheid testhuizen worden gerealiseerd, zijn dus hard nodig (zie kader Concept House Village).

Concept House Village

Concept House Village is een unieke, gebruikersgeoriënteerde testomgeving voor duurzaam bouwen, wonen en duurzame gebiedsontwikkeling.

Het is een Living Lab waar innovatieve woningen, producten en systemen getest worden door en met de bewoner. Want de bewoner staat centraal bij het ontwerp, de ontwikkeling en het gebruik van de woning.

Concept House Village:

- Is een reëel en virtueel innovatienetwerk dat ruimte biedt voor onderzoek, onderwijs, experimenteren, testen en vermarkten.
- Staat voor het bundelen en delen van kennis.
- Biedt mogelijkheden voor innovatieversnelling door participatie in gezamenlijk onderwijs en onderzoek.
- Stimuleert co-creatie en kennisdeling in en tussen consortia.

- Wordt ontwikkeld in de bestaande stad.
- Draagt bij aan de verduurzaming van de woningbouw.

De coördinatie van het onderzoek van Concept House Village is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van Hogeschool Rotterdam en TU Delft.

Het onderzoek binnen Concept House Village onderscheidt zich omdat het:

- plaatsvindt in daadwerkelijk gerealiseerde concept houses in een realistische woonsetting (meerdere huizen in een bestaande wijk);
- longitudinaal is (trajecten van 4 tot 5 jaar);
- raakt aan de gehele bouwcyclus (inclusief sloop);
- inzet op duurzame materialen en processen;
- innovatief is in product en proces.

www.concepthousevillage.nl

In het lectoraat Sustainable Energy wordt kennisdeling inhoud gegeven door open source te werken en door kennis te integreren in het beroepsonderwijs. Vanuit het lectoraat zien wij belangrijke kansen in het opleiden van nieuwe beroepskrachten, die bekend zijn met energieneutraal ontwerpen en bouwen, zowel op het gebied van het bouwwerk zelf als op het gebied van de omliggende wijk. Via de verbinding met de opleidingen van Hogeschool Rotterdam willen we binnen het lectoraat hieraan een bijdrage leveren.

Verder wordt via het lectoraat bijgedragen aan de kennisontwikkeling op het gebied van energieneutrale nieuwbouw, en vooral op het gebied van energieneutrale renovatie. Aansluiting van het project Concept House Village ligt daarbij voor de hand.

07. Bewoners centraal

Rekening houden met bewoners

Het is in meerdere opzichten belangrijk om bewonersbelangen centraal te stellen als we succesvol willen overstappen naar een energieneutrale gebouwde omgeving²⁵. Dat kan door gunstige financiële condities te scheppen, maar ook door een beter comfort en woonplezier. Helaas is het niet zo, dat energiezuinige woningen in alle gevallen prettig zijn om in te wonen. Situaties, zoals die in de wijk Vathorst in Amersfoort²⁶ waarbij gezondheidsklachten ontstonden door het slecht functioneren van het gebalanceerde ventilatiesysteem, laten zien dat nieuwe technologie die faalt of niet direct goed werkt kwetsbaar is voor negatieve publieke beeldvorming. De meest voorkomende oorzaak van de klachten is echter over het algemeen niet gelegen in de systemen zelf, maar in het feit dat de ventilatiesystemen niet worden ontworpen, aangelegd, en onderhouden volgens de regels, waardoor zij niet goed werkten. Dit was niet alleen een probleem in Vathorst; meerdere bewoners van woningen met soortgelijke systemen hadden serieuze klachten. Deze klachten werden in de landelijke pers breed uitgemeten. Er zijn zelfs Kamervragen gesteld. Dit heeft er onder meer toe geleid dat gebalanceerde ventilatiesystemen een zeer slechte naam hebben gekregen, terwijl ze in potentie juist zouden moeten bijdragen aan een gezond, comfortabel en veilig binnenklimaat. Gezonde ventilatie zonder grote warmteverliezen is daarbij essentieel.

De problemen met balansventilatie en de lage acceptatie van bewoners die erop volgde, illustreert een risico voor alle innovatieve technieken. In het verleden is er in nieuwbouwwijken veel geëxperimenteerd, met een wisselend resultaat. Zelfs als men leerde van de ervaringen en het product verbeterde, dan nog was het afbreukrisico door negatieve publiciteit groot. Zelfs eenvoudige ingrepen zoals de gesubsidieerde tochtstrips uit de jaren tachtig (de Nationale Kierenjacht), die bij verkeerde toepassing leidden tot schimmelvorming en andere vochtproblemen of zelfs problemen met koolmonoxide, konden rekenen op publieke afkeer.

Vanwege de terughoudendheid van het publiek en het afbreukrisico van nieuwe technologie aarzelen bedrijven om hun nieuwe innovatieve producten snel op grote schaal beschikbaar te maken. Men test langer door om er zeker van te zijn, dat er geen problemen optreden. Dat kost tijd en dat betekent vertraging in de realisatie van de doelstelling om CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving te verminderen.

Energiegebruik in de praktijk

Een ander probleem dat een rol speelt bij het wantrouwen van de consument en negatieve publieke beeldvorming is het feit, dat de theorie vaak niet strookt met de werkelijkheid.

Dit speelt bij de EPC-waarde voor nieuwbouw en de energielabels voor bestaande

²⁵ N. Hoogervorst et al. Wissels omzetten. Bouwstenen voor een robuust milieubeleid voor de 21e eeuw PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) Den Haag, 2013 ISBN: 978-94-91506-39-0

²⁶ Balansventilatie Vathorst (2006). www.amersfoort.nl/balansventilatie.html

bouw. Deze zijn beide gebaseerd op gemiddelden. Uit onderzoek²⁷ blijkt dat de aannames rondom energieverbruik bij bepaalde energielabels voor bestaande huizen niet correct zijn. Zo blijkt bijvoorbeeld dat mensen in grote energiezuinige woningen, vanwege hun leefgewoonte meer energie verbruiken dan op basis van hun energielabel wordt verwacht, terwijl mensen in slecht geïsoleerde huizen juist veel minder energie verbruiken dan op basis van het label wordt verondersteld. Een belangrijke verklaring voor deze uitkomst is, dat mensen in onzuinige huizen lang niet in alle kamers stoken, terwijl mensen in zuinige huizen dat juist wel doen. Zij stoken vaak warmer dan de 20 graden, die de in de bepalingmethoden wordt aangenomen. Dit heeft tot gevolg, dat bewoners die veel investeerden in het energiezuiniger maken van hun huis in de veronderstelling dat het hen op termijn geld zou opleveren, bedrogen uit kunnen komen.

Gedrag en wensen

Er moet een kanteling komen in de huidige denkwijze over energiebesparing en bewoners. Het succes van energiebesparing begint namelijk bij de bewoner. Het gedrag van de bewoner en de acceptatie van energiebesparende maatregelen zijn daarin de belangrijkste factoren. Iedere bewoner stelt zijn eigen specifieke eisen en heeft specifiek gedrag, terwijl installaties worden ontworpen en gedimensioneerd vanuit een referentiebewonersgedrag. Dat gedrag is gebaseerd op het gedrag van de "gemiddelde" Nederlander. Het werkelijke gedrag kan hier enorm van afwijken (tot factor 4 verschil tussen de kleinste en grootste verbruiker). Het is dus belangrijk om bewonersgedrag en bewonerswensen centraal te stellen bij het kiezen van de combinatie van gebouw en installatie. Tegelijkertijd valt er veel winst te behalen als bewoners het binnenklimaat meenemen in hun overwegingen of ze in een bepaald huis willen wonen: Voldoet dit huis aan mijn klimaatwensen en wil ik daarvoor betalen?

Wie betaalt?

Bewonersacceptatie en het voldoen aan verwachtingen spelen ook een belangrijke rol bij de problematiek van de woningbouwcorporaties. Volgens de huurwet moet minimaal 70% van de huurders instemmen met veranderingen aan hun woning. Hierdoor zien corporaties veel van hun intenties tot woningverbetering geblokkeerd. De kosten van renovatie zijn over het algemeen aanzienlijk en deze moeten voor een belangrijk deel via de huur worden terugbetaald. Bewoners zitten in veel gevallen niet te wachten op flinke huurverhogingen die ze moeten zien te compenseren met het terugdringen van hun energieverbruik. Zolang er geen volledig consumentenvertrouwen is in de oplossingen, die worden geboden en de financiële genoegdoening matig tot negatief is, zullen mensen niet over de streep worden getrokken. Wellicht dat slimme financieringsconstructies dit probleem kunnen verhelpen. Een voorbeeld van een mogelijke oplossing was te lezen in het NRC Handelsblad van 20 juni 2013, onder de kop: Huurder betaalt voor gratis stroom (zie figuur 7). In dit voorbeeld wordt de energierekening niet langer betaald aan het energiebedrijf maar aan de woningbouwcorporatie.

²⁷ The effect of energy performance regulations on energy consumption - Olivia Guerra-Santin, Laure Itard 2012.

Figuur 9.

Een voorbeeld van een oplossing voor het financiële vraagstuk rondom energie waarbij de bewoner de woningverbetering via een lager energieverbruik betaalt. Uit NRC d.d. 20-06-2013 (Illustrator: Pepijn Barnard).



De huurder betaalt voor gratis stroom

Met deze inkomsten kan de woningbouwcorporatie de kosten voor de renovatie naar een energieneutrale woning regelen. Het artikel weidt niet uit over de precieze insteek van de oplossingen, maar het is een interessant idee.

Voor particuliere huiseigenaren werkt deze constructie vooralsnog niet, hoewel ook daar financiële constructies te bedenken zijn, waarbij eigendom en gebruik gescheiden zijn (denk aan huur of lease van bijvoorbeeld de installaties). Er bestaat al een aanbieder²⁸ van een constructie waarbij de eigenaren hun maatregelen financieren met behulp van de besparingen. Toch zijn de mogelijkheden voor particulieren beperkt. Natuurlijk is sprake van enige waardevermeerdering van de woning, maar dan moet wel eerst het geld voor de verbetering worden opgebracht. Het zoeken is dus naar aantrekkelijke financieringsconstructies voor huiseigenaren.

Naar comfort in de praktijk

Financiële constructies bieden echter nog geen oplossing voor het comfortvraagstuk. Bewoners willen vaak best wel iets meer gaan betalen als ze tenminste kunnen rekenen op een duidelijke verbetering van hun wooncomfort. In landen als Duitsland, Noorwegen en Zweden is men graag bereid te investeren in een goed binnenklimaat en, hoewel Nederland daarin wat achter blijft, wil ook de Nederlander er behaaglijk bij zitten. Een goed verwarmd en comfortabel geventileerd huis is tenslotte altijd

²⁸ www.waifer.nl

prettiger dan een huis waarin dat niet lukt, omdat het slecht geïsoleerd is en een verouderde installatie heeft. Al is het de vraag of iedereen bij het verbeteren van het wooncomfort hetzelfde doel nastreeft.

En daarmee komen we wéér op het thema van dit hoofdstuk, dat in de bouw, en zeker in de installatietechniek nogal eens wordt verwaarloosd: de bewoner. Mensen zijn nou eenmaal geen papieren figuren met een gestandaardiseerd gebruik. Daadwerkelijk energieneutraal valt of staat met het gebruik van de woning, zoals onderzoek ook laat zien²⁹. Lang niet alle mensen vinden 20 graden (uitgangspunt voor EPC-berekeningen) een prettige temperatuur. En hoewel rekentechnisch is aangetoond dat vloer- of wandverwarming het meest energiezuinig is, omdat het lage temperatuurverwarming is, doet het geen recht aan de behoefte aan stralingswarmte die de meeste mensen hebben. Er zijn schrijnende gevallen bekend van mensen die enorm veel discomfort ervaren in hun energiezuinige huis en als gevolg daarvan energie-onzuinige maatregelen, zoals elektrische kacheltjes of koelapparaten uit de bouwmarkt, inzetten om er een beetje prettig bij te zitten.



Bij de ontwikkeling van energiezuinige installaties wordt vrijwel altijd gebouwd vanuit de theorie over comfort. Comfort is echter bij uitstek een persoonlijke ervaring en niet iets dat zich eenvoudig laat vatten in een gemiddelde. Het is dus belangrijk, dat bij de ontwikkelingen van energieconcepten en met name van installaties, het gedrag van bewoners en de comfortwensen van bewoners beter wordt meegenomen. Daarom is het ook nodig om dit gedrag in de praktijk te onderzoeken. Dit gebeurt onder meer

²⁹ The effect of energy performance regulations on energy consumption - Olivia Guerra-Santin, Laure Itard (2012)

in het project SuslabNWE. Dit is een internationaal onderzoeksproject, waarbij op meerdere locaties onderzoek wordt gedaan naar comfortbeleving en bewonersgedrag in zogenaamde living labs. Deze praktijkinformatie kan bijdragen aan betere kennis over de wensen van bewoners. Kenniscentrum Sustainable Solutions participeert in het SusLabNWE (zie kader). Via het project Concept House Village wordt gewerkt aan het inrichten van een of meerdere living labs.

SusLabNWE

SusLabNWE is een internationaal onderzoeksproject van universiteiten, hogescholen en bedrijven. Het is een internationale infrastructuur van living labs die het mogelijk maakt om gebruikers en andere belanghebbenden actief te laten participeren in innovatieprocessen. SusLabNWE voorziet in een context waarbinnen deze betrokkenen kunnen samenwerken en rapporteren over duurzame innovaties binnenshuis. Tegelijkertijd kan men de ervaringen delen met andere huishoudens en belanghebbenden. Deze innovatieprocessen worden bestudeerd met behulp van observatietechnieken. Een belangrijke doelstelling van SusLabNWE is om, door middel van onderzoek, industrie, publiek en wetenschap inzicht te verschaffen in gebruik en adaptatie van duurzame innovaties.

Bron: www.suslabnwe.eu

Met nieuwe kennis over bewonersgedrag moet het mogelijk zijn om de installaties in woningen robuust te maken en daarmee bewoners in staat te stellen om het binnenklimaat voor hen aangenaam te regelen, zonder hen voor extreme kosten te plaatsen.

Binnen het lectoraat Sustainable Energy nemen we het bewonerscomfort als leidraad bij alle projecten. Onze aanpak hierbij is het toepassen en ontwikkelen van flexibele systemen voor verwarming en ventilatie, die eenvoudig aan te passen zijn op verschillende bewonerskenmerken en levensstijlen, zodat elke bewoner veel beter in zijn persoonlijke binnenklimaatbehoefte kan voorzien, zonder dat hij onevenredig veel gaat betalen. De oplossingen die binnen het lectoraat ontwikkeld worden zullen in de praktijk met bewoners getoetst worden, zodat de houdbaarheid van de oplossingen in de praktijk bewezen wordt. De bevindingen en kennis zullen vervolgens gedeeld worden met de beroepspraktijk en in het onderwijs worden geïmplementeerd.

08. Het ontwikkelen van een nieuwe aanpak

Verbetering van het bouwproces

De kern van de opgave voor een energieneutrale gebouwde omgeving ligt in het vinden van opschaalbare oplossingen. In eerste instantie gaat het daarbij om het doorontwikkelen van bekende technieken naar slimme combinaties, die op de thema's energie, veiligheid en comfort worden geoptimaliseerd, en tot betaalbare concepten leiden en die in een marktvraag voorzien.

De marktvraag wordt niet alleen ingegeven door de opgaves van vandaag, maar ook door de ambitie van een energieneutrale gebouwde omgeving in de toekomst: we moeten toekomstbestendig bouwen en renoveren, en daarbij rekening houden met innovaties in energietechnieken en veranderende energiedragers.

Het traditionele bouwen richtte zich tot nu toe op een statische, éénmalige gebeurtenis: bouwen doe je voor de eeuwigheid. De huidige bouw- en energiemarkt vraagt echter nieuwe flexibele oplossingen die nu al rekening houden met toekomstige ontwikkelingen, zelfs als we niet precies weten welke ontwikkelingen dat zijn. Dat vergt creatieve denkprocessen. Strategische benaderingen zoals IFD bouwen (Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen) kunnen daarbij helpen (zie kader IFD bouwen).

IFD bouwen

IFD staat voor Industrieel, Flexibel en Demontabel Bouwen. Industrieel betekent dat gebouwen en bouwcomponenten industrieel en onder beheersbare condities worden geproduceerd. De traditionele uitvoering op de bouwplaats maakt plaats voor assemblagewerk. Daarmee kan beter aan de uiteenlopende en veranderende woonbehoeftes van bewoners worden voldaan om individuele woonwensen vorm te geven. De combinatie van Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen maakt dat aanpassingen aan gebouwen relatief goedkoop en eenvoudig kunnen worden uitgevoerd. Ten behoeve van onderhoud en vervanging kunnen onderdelen met verschillende levensduren ieder moment uit het gebouw gehaald worden. En mettertijd kan een gebouw geheel of gedeeltelijk uit elkaar worden gehaald, waarna onderdelen op nieuw gebruikt of gerecycled kunnen worden.

Bron: Demonstratieprogramma IFD - SEV (2002)

Renovatie

Terugkijkend zijn de belangrijkste technische problemen voor renovatie:

- De bestaande oplossingen zijn te duur, goedkopere oplossingen gaan niet ver genoeg in besparing.
- De benodigde ingrepen in bestaande woningen zijn zo groot dat bewoners tijdens renovatiewerkzaamheden elders moeten wonen of langdurig veel overlast hebben.
- De gerenoveerde woning is na de ingreep kleiner.
- De huidige oplossingen belemmeren verbeterstappen in de toekomst, aangezien zij geen rekening houden met implementatie van nieuwe technieken of uitbreiding van de bestaande voorzieningen in de toekomst.



Figuur 10.

Renovatie 246 huurwoningen tot passiefhuis in Roosendaal.

Elke energierenovatie vergt na-isolatie van de woning. Alleen op die manier kan energieverlies voldoende worden teruggebracht om het energieverbruik te compenseren. De methode die nu wordt toegepast om woningen te isoleren is het vervangen van het buitenspouwblad van de woning door een zwaar geïsoleerde geprefabriceerde houtskeletbouwgevel³⁰. Deze oplossing is zwaar, waardoor er CO₂-uitstoot bij het vervoer naar de bouwplaats optreedt en waardoor zware machines nodig zijn om

³⁰ Passiefhuisrenovatie "De Kroeven" te Roosendaal - www.woneninpassiefhuizen.nl/paginas/20-aramis-alleewonen-en-passiefhuis-renovatie.html

de geveldelen te plaatsen. Deze oplossing is daardoor minder geschikt voor kleinschalige renovaties. Een andere isolatieoplossing is het plaatsen van relatief kostbare buitenisolatiesystemen, die in bepaalde gevallen ook aanpassing van de woningconstructie vereisen, omdat de bestaande constructie dit extra gewicht niet kan dragen. Bij renovatie kan dus belangrijke winst worden behaald door, in plaats van met dit soort oplossingen, te werken met veel lichtere modulaire en multifunctionele isolatiepanelen, die bovendien kleiner zijn en dus eenvoudiger en sneller te plaatsen. De isolatiepanelen zijn multifunctioneel in de zin, dat er bijvoorbeeld een deel van de infrastructuur van het ventilatie- en verwarmingssysteem in is opgenomen, zodat die niet binnen de woning hoeft te worden aangebracht. Dat vermindert de overlast voor de bewoners. Ook zou de gevel kunnen worden voorzien van goedkope zonnepanelen van duurzaam materiaal voor de invang van zonnewarmte en zonnestroom. Daarnaast moet er aandacht zijn voor de visuele/ fysieke uitstraling van de gevel na renovatie, om acceptatie door bewoners te vergroten.

Vanwege het ruimteprobleem zou het bovendien aantrekkelijk zijn om de installatie geheel buiten de woning te plaatsen. Behalve het behouden van ruimte in de woning biedt het buiten de woning plaatsen ook voordelen wanneer er op een later moment de wens bestaat om het systeem te vervangen door een modernere versie, of wanneer er onderhoud moet worden gedaan aan de installatie.

Dat laatste biedt grote voordelen bij het vervangen van filters door professionele bedrijven. Voortaan kunnen zij zonder afspraak met bewoners hun reguliere onderhoud uitoefenen.

Een dergelijke aanpak bespaart bovendien veel kosten. De kosten van onderhoud worden naar inschatting voor ca. 30% bepaald door onrendabele ritten van de onderhoudsmonteur door een gebrekkige logistieke planning en afwezige bewoners. Als een hele straat is voorzien van installaties buiten de woning, kan er seriematig onderhoud plaatsvinden en kunnen bijvoorbeeld alle filters in het ventilatiesysteem binnen een uur worden vervangen. Daarmee wordt regelmatig onderhoud eenvoudiger en goedkoper. Regelmatig onderhoud beperkt tot slot de gezondheidsrisico's als gevolg van vervuilde ventilatiesystemen. Vervuiling is nu één van de topaandachtspunten in gezond wonen³¹, omdat bewoners het onderhoud meestal laten liggen of zelfs niet weten dat dit noodzakelijk is.

Een ander voordeel van een installatie buiten de woning kan de exploitatie zijn: een installatie buiten de woning kan makkelijk worden gehuurd of geleased. Dat ontlast verhuurders van de verantwoordelijkheid voor de installatie. Het kan de financiering van de renovatie vergemakkelijken doordat individuele woningeigenaren wellicht makkelijker een hypotheek kunnen krijgen voor een woning met installatie, die geen deel meer uitmaakt van de stichtingskosten.

Nieuwbouw

Voor nieuwbouw zijn de technische vragen vooral gericht op:

- Het ontwikkelen van oplossingen, waarbij de individuele bouw- en installatie-componenten zijn geoptimaliseerd en elkaar versterken tot een voor bewoners aantrekkelijk systeem dat gezond, comfortabel, veilig en betaalbaar is.

³¹ Zie ook <http://www.milieucentraal.nl/campagnes/ventilatie-van-groot-belang/>

- Het toekomstgericht en flexibel ontwerpen, zodat een duurzaam energiesysteem en/of -installatie eenvoudig te vervangen, onderhouden en exploiteren is.
- Het energie-effectief verkavelen inzetten als voorwaarde voor energieneutrale nieuwbouw.

Het door de installatiesector in samenspraak met de bouwsector ontwikkelen van bruikbare energieconcepten voor nieuwbouw is hierbij een belangrijke strategische zet. Systemen die op een goede manier in het bouwtechnisch ontwerp kunnen worden opgenomen besparen tijd en geld voor alle partijen. Met name zal bij een goed doordachte kwalitatieve doorontwikkeling kunnen worden bespaard op faalkosten. Deze systemen zouden toekomstgericht moeten worden ontworpen, zodat die onderdelen, waarvan bekend is dat ze op termijn vervangen worden door efficiëntere of betere opvolgers, in de toekomst zonder ingrijpende renovatie kunnen worden vervangen. Deze vervangingsoptie zou voor alle mogelijke onderdelen van het systeem moeten gelden. De installatie kan bij nieuwbouwwoningen binnen de thermische schil worden geplaatst, maar zou bij voorkeur van buitenaf toegankelijk moeten zijn, vanwege onderhoud, mogelijke vervanging in de toekomst, en het mogelijk maken van nieuwe exploitatiemodellen (zoals bij de bestaande bouw is toegelicht).



Figuur 11.

Solar Siedlung Freiburg (D). Architect: Rolf Disch.

Huishoudelijk energiegebruik en gebouwgebonden energiegebruik worden door zonnestroom gedekt (www.solarsiedlung.de).

Gas of Elektriciteit

Een belangrijke strategie bij het toekomstgericht ontwerpen is de mogelijkheid om, in geval van gasgestookte woningen, op termijn over te schakelen op all-electric. Bij dat principe wordt er geen aardgas meer gebruikt, maar wordt alles elektrisch aangedreven. Het streven is hierbij om te komen tot duurzame elektrische energieopwekking. Zolang we niet alle elektriciteit duurzaam opwekken zal het gebruik van elektriciteit immers nog steeds uitstoot van CO₂ veroorzaken.

Vooralsnog hebben we onvoldoende duurzame alternatieven voor aardgas. Volgens de huidige inzichten kan in 2020 maximaal ca. 8-12% van aardgas worden vervangen door zogenaamd groen gas(zie kader). De potentie voor het aandeel groen gas is maximaal 50% in 2050³².

Op internationaal niveau is door Europese Gasstructuurondernemingen een samenwerking opgestart voor de transitie naar een CO₂-neutrale gasvoorziening in 2050^{33 34}. Deze ontwikkeling staat echter nog in de kinderschoenen en het is vooralsnog onbekend of het in de toekomst haalbaar is. Het zou een grote impact hebben op het huidige energiebeleid in de gebouwde omgeving. Omdat we wel duurzaam elektriciteit kunnen opwekken en dit ook steeds efficiënter wordt, is het wenselijk dat in de toekomst de energievoorziening van woningen all-electric wordt uitgevoerd.

Zeker bij nieuwbouw -maar ook bij renovatie- zouden we op korte termijn gas kunnen blijven gebruiken, mits we de installaties zo aanleggen en het bouwkundig ontwerp van woningen zo uitvoeren dat we later eenvoudig op all electric kunnen overstappen of -wellicht- groen gas kunnen gaan gebruiken. Dat bespaart op de investeringskosten, omdat all electric installaties nu vaak nog veel duurder zijn in aanschaf ten opzichte van gasgestookte installaties. Met het uitgespaarde geld zouden we dan meer woningen kunnen aanpakken.

We zullen binnen het lectoraat Sustainable Energy samen met studenten en docenten gaan werken aan het uitwerken van bovengenoemde nieuwe benaderingen van verregaand energiezuinig bouwen en renoveren met het oog op de toekomst. Enerzijds om de bouwketen te voorzien van nieuwe oplossingen en anderzijds om de studenten en docenten ervaringen op te laten doen met de nieuwe bouwopgaven en de bijbehorende nieuwe aanpak. Bij het lectoraat doen zij ervaringen op met praktische experimenten en onderzoek dat is gericht op opschaling van energieneutrale bouw.

³² Bron: Naar een duurzamer energievoorziening - De schone taak van aardgas - Gasunie (1-2011)

³³ www.gasunie.nl/nieuws/gasinfrastructuurondernemingen-breiden-samenwerking-uit-voor-kool

³⁴ www.gasnaturally.eu/uploads/documents/Joint_Declaration_Carbon_Neutral_Gas_Supply_2050.pdf

Groen gas

Groen gas is de duurzame variant van aardgas en wordt gemaakt door biogas op te waarderen tot het dezelfde kwaliteit heeft als aardgas. Groen gas wordt schoon geproduceerd en is hernieuwbaar.

Biogas wordt geproduceerd uit onder meer slib, afval van stortplaatsen, tuinafval, resten groente en fruit, en dierlijke restproducten zoals koeienmest. Het biogas wordt vervolgens gezuiverd en gedroogd en op dezelfde kwaliteitsniveau als aardgas gebracht. Na deze bewerkingen mag het groen gas heten en is het een duurzaam alternatief voor fossiel aardgas.

Groen gas kan ingevoerd worden op het normale gasnet en gebruikt worden door iedereen die een gasaansluiting heeft. Omdat groen gas dezelfde eigenschappen heeft als aardgas hoeven apparaten niet aangepast te worden. Met groen gas kunt u dus gewoon blijven stoken en koken zoals men gewend is.

Vrijwel alle energiebedrijven kunnen groen gas leveren aan Nederlandse huishoudens. De energiebedrijven maken hiervoor gebruik van het bestaande gasnet.

www.groengas.nl

09. Onderzoeksagenda Lectoraat Sustainable Energy

Kenniscentrum Sustainable Solutions RDM

Het Lectoraat Sustainable Energy maakt deel uit van het Kenniscentrum Sustainable Solutions RDM. Dit kenniscentrum vindt zijn grondslag in de maatschappelijke noodzaak om Rotterdam te transformeren naar een energieneutrale, klimaatrobuuste en leefbare en attractieve stad. Het Kenniscentrum is gericht op de kennisdomeinen Duurzame Mobiliteit en bereikbaarheid (Moving), Duurzame- en adaptief Bouwen (Building) en Duurzame energie- en productconcepten (Powering & Making).

De komende periode wordt het kenniscentrum Sustainable Solutions samengevoegd met het kenniscentrum Mainport Innovation.

Het kennisdomein van het lectoraat Sustainable Energy maakt deel uit van het kennisdomein Powering & Making. In dit domein is ook kennis nodig over adaptieve bouw concepten en de daarvoor benodigde energiesystemen (lectoraat bestaat en water), over de uitrusting van de buitenruimte met energie arme systemen (lectoraat infra textuur), over de ontwikkelingen in de bouwketen en de invloed daarvan op het energie neutrale bouwen en renoveren (lectoraten Sustainable Architecture and Urban Design en Innovatieve Bouwprocessen en Duurzaamheid, TU Delft). Ook kennis over duurzame voertuigen en hun energiebehoefte is waardevol (lectoraat Future Mobility) evenals kennis over gebiedsontwikkeling (lectoraat Gebiedsontwikkeling en Transitie management). Deze lectoraten werken nauw samen.

Strategische doelstellingen

Het doel van het lectoraat Sustainable Energy is te zoeken naar innovatieve energiesystemen voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw, waarmee energie-neutrale, comfortabele huizen voor iedereen bereikbaar worden.

Dit willen we bereiken door samen met de bouwpraktijk en het onderwijs te werken aan oplossingen die de klimaatambitie van Nederland mogelijk maken. Oplossingen die tot stand komen met een hands-on mentaliteit en vooral gericht zijn op het praktisch haalbaar maken van energieneutrale woningen.

De kern van onze aanpak is dat we zoveel mogelijk gebruik maken van bestaande kennis, methoden en technieken, en deze op innovatieve wijze combineren of doorontwikkelen. Het doel hierbij is om opschaling tegen gereduceerde kosten en inspanningen te bereiken alsmede comfort, veiligheid en bedieningsgemak voor bewoners.

Via het lectoraat Sustainable Energy willen we laten zien waar de mogelijkheden liggen om een flinke stap voorwaarts te zetten in het behalen van de klimaatambities voor de gebouwde omgeving. Er is volgens ons geen andere weg naar een klimaatbestendige samenleving, dan om ons zijn allen op een creatieve manier hiervoor vol in te zetten. Dat geluid willen we zowel binnen Hogeschool Rotterdam als buiten in het werkveld laten horen.

Het is belangrijk dat iedereen zich ervan bewust is dat het geen eenvoudige weg zal zijn en dat we moeten blijven leren van ervaringen in het heden en vooral ook van het verleden. Pas dan zullen we slagvaardig kunnen handelen, wat de kans op het halen van de klimaatambitie vergroot. Natuurlijk blijven we werken aan nieuwe technologieën en toekomstgericht ontwerpen en bouwen. Wij stellen ons ten doel om de inzichten, die op basis van eerdere ervaringen zijn opgedaan, te delen met het onderwijs, de bouwketen en de overheid, zodat de oude fouten niet opnieuw worden gemaakt. Zo zouden we willen bepleiten dat er door de overheid meer subsidie beschikbaar wordt gesteld voor het ontwikkelen van nieuwe inzichten, die opschaling van energieneutraal bouwen en renoveren door de ontwikkeling van nieuwe technieken mogelijk maken.

Op eigen kracht is investeren in toekomstbestendig bouwen moeilijk voor het bedrijfsleven en met name voor het MKB. Men zal alleen investeren als dit de eigen financiële positie verbetert. Het is belangrijk dat de nieuwe kennis niet alleen ten gunste komt van die bedrijven, maar dat de gehele branche kan aanhaken. Daardoor profiteert iedereen en worden de klimaatdoelstellingen realistischer en haalbaarder. Binnen het lectoraat hebben we daarom voor ogen om te zorgen voor kennisdeling op het gebied van nieuwe technologieën, maar ook om zelf concreet bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe energiesystemen.

Praktische doelstellingen

De strategische doelstellingen kunnen alleen worden bereikt als het lectoraat nauw samenwerkt met externe partners zoals de overheid, het bedrijfsleven, de bouwketen en interne partners, zoals de verschillende opleidingen van Hogeschool Rotterdam en de andere lectoraten in het kenniscentrum Sustainable Solutions, waarvan het lectoraat deel uitmaakt.

Een belangrijke missie van dit kenniscentrum is dat er wordt gewerkt aan oplossingen vanuit het besef van integrale samenhang tussen fysieke, sociale, economische en technische vraagstukken. In het vraagstuk rond de klimaatambities komt deze integrale samenhang duidelijk naar voren. Vanuit diezelfde gedachte zoeken we samenwerking met andere lectoraten van Hogeschool Rotterdam. Zo is er een nauwe samenwerking met de lectoren Bouwproces en Duurzaamheid; Sustainable Architecture en Urban (Re)Design; Gebiedstransities en Maatschappelijk Vastgoed. Het lectoraat maakt expliciet deel uit van Hogeschool Rotterdam. Binnen deze instelling worden de toekomstige beroepsbeoefenaars opgeleid. Hogeschool Rotterdam streeft ernaar om zoveel mogelijk praktijkonderwijs in te richten om de leerervaring voor studenten zo groot mogelijk te maken. Wij zien deze route, die is uitgestippeld in het Rotterdams Onderwijs Model, dan ook als de beste route om de kennis die wordt vergaard in het lectoraat over te dragen.

Het bedrijfsleven, het beroepenveld in de bouwketen, bereidt zich voor op de nieuwe

uitdagingen van de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving. Het transitieproces vergt niet alleen andere werkwijzen en nieuwe technieken. Gezien de omvang van de opgave zullen er veel nieuw opgeleide mensen (moeten) toetreden tot de bouwpraktijk.

Dit zijn mensen met een pro-actieve houding, die bereid zijn tot samenwerking, kritisch en innovatief zijn in handelen en doen, en die het thema energie een volwaardige plaats kunnen geven in hun werk. Op dit moment is er geen opleiding voor energietransitie-professionals. Dit geldt in bijzondere mate voor de energietransitie in de bestaande bouw, waaraan in het onderwijs tot nu toe structureel weinig aandacht wordt besteed. Door het schisma tussen de bouwsector en de installatiesector zijn namelijk ook de opleidingen gescheiden. Daarom is kennis, die deze beide sectoren verbindt en beide voorziet in state of the art kennis over energieneutraal bouwen hard nodig.

Hiervoor maken we ons als lectoraat sterk. Dit doen we zowel door inbreng van onze kennis in de onderwijscurricula als via onze onderzoeksprojecten en experimenten. De onderzoeksprojecten van het lectoraat worden zo ingericht dat we studenten en docenten nauw bij onze projecten betrekken om de leerervaring voor hen zo groot mogelijk te maken. Innovatie van bestaande energiebesparingstechnieken en het ontwikkelen van nieuwe energiesystemen, waarmee woningen op een betaalbare en simpele manier omgevormd kunnen worden tot energieneutrale huizen, is belangrijk. Kennis maken met -en participeren in- innovatieprojecten geeft studenten een nieuwe kijk op de mogelijkheden in de techniek, maar vooral ook kunnen studenten ervaren, hoe ze zelf actief kunnen participeren en kunnen bijdragen aan het realiseren van een energieneutrale gebouwde omgeving. We willen dit bevorderen door met name onderzoeksprojecten uit te voeren en experimenten te realiseren, die zich richten op schaalvergroting voor energieneutrale woningen (zowel renovatie als nieuwbouw).

Onderzoekslijnen

De onderzoekslijnen die volgen uit de vragen uit praktijk en onderwijs zijn:

1. Energie-effectief verkavelen (nieuwbouw- en bestaande woonwijken)

Deze onderzoekslijn is erop gericht om al op het niveau van het bestemmingsplan gunstige voorwaarden te scheppen voor de nieuwbouw van - of renovatie naar - energieneutrale woningen.

Thema's binnen deze onderzoekslijn zijn: verkavelingsprincipes, bouwvormen, oriëntatie, inrichting en het ruimtebeslag voor collectieve duurzame energievoorzieningen en CO₂ reductie en exploitatieconsequenties ten opzichte van de huidige aanpak.

Momenteel ontbreken mensen met voldoende kennis van zowel gebiedsontwikkeling als energieneutraal bouwen. Daarom wordt er in de meeste bestemmingsplannen geen rekening gehouden met de mogelijkheden van een voorwaardenscheppend beleid.

De binnen het onderwijs aanwezige en nieuw te ontwikkelen kennis zal vooral bij de opleidingen Stedenbouw en Ruimtelijke Ordening en bij de vormgevende opleidingen, maar ook bij de opleidingen Vastgoed en Makelaardij van nut zijn. In de opleiding Vastgoed worden immers mensen opgeleid die in de initiatieffase vaak een doorslaggevende rol spelen bij de inrichting van bestemmingsplannen

in concrete verkavelingsplannen. In de makelaardij zal men namens opdrachtgevers in staat moeten zijn om woningen en gebouwen, inclusief de omgeving, te beoordelen op de mogelijkheden voor de energietransitie. Het is evident dat dit thema ook in de bouwkundige opleidingen wordt onderwezen. Veel bouwkundige ingenieurs zijn in de praktijk werkzaam als ontwerper, adviseur of meer in beleidsmatige functies bij overheden, bedrijven, corporaties of bij institutionele beleggers. Ook voor hen is kennis van voorwaardenscheppend beleid op energiegebied van belang in hun werk.

2. Energieneutrale renovatie

Binnen deze onderzoekslijn houden we ons bezig met het doorontwikkelen van bestaande duurzame energiesystemen en besparingstechnieken.

Dit doen we door middel van onderzoek en praktijkexperimenten, zodat nieuwe concepten ontstaan, die beter aansluiten op het huidige bouw- en bouwvoorbereidingsproces.

De grootste opgave voor de transitie naar een energieneutrale bouwsector ligt in de bestaande gebouwde omgeving. Thema's binnen deze onderzoekslijn zijn: na-isolatie, opschaling, verplaatsing installatie naar buiten de gevel, alternatieve financiële constructies.

Vanwege de specifieke kenmerken van de bestaande bouw en de daarbij behorende combinaties van besparingsmaatregelen en duurzame energievoorziening, zal de vraag naar hiervoor specifiek opgeleide vakmensen en specialisten sterk toenemen. De hogeschool kan hier op anticiperen door thema's als de bestaande bouw en energietransitie meer gewicht te geven in het onderwijscurriculum. Wellicht is er zelfs zoveel vraag dat een specialistische studierichting levensvatbaar is.

Binnen het lectoraat zetten we ons in voor aanpassing van de huidige onderwijs-curricula, waarbij meer gewicht wordt gegeven aan energietransitie binnen de bestaande (woning) bouw. Daarnaast geven we studenten en docenten de mogelijkheid om te participeren in onderzoekprojecten en praktijkexperimenten, zodat zij kennis kunnen maken met de problematiek van de bestaande bouw en kunnen leren welke bijdrage zij binnen dit thema in hun latere werkkring kunnen leveren. Zo kunnen zij zich optimaal voorbereiden op hun toekomstige inspanningen voor realisatie van een energieneutrale samenleving.

3. Energieneutrale nieuwbouw

Ondanks de economische crisis en de momenteel relatief lage nieuwbouwquota moeten we er rekening mee houden, dat in de nabije toekomst een inhaalslag gemaakt zal worden in de bouw van nieuwe woningen. Die woningen moeten energieneutraal zijn en in de toekomst zelfs energieleverend. Dat vraagt professionals die verder kijken dan de regels van nu en 2020 (energieprestatie = 0) en alvast anticiperen op eventuele gewenste aanpassingen en toevoegingen van de duurzame energiesystemen in de toekomst. Deze onderzoekslijn is erop gericht om met behulp van bestaande technieken nieuwe energieconcepten te ontwikkelen die toekomstbestendig en dus flexibel zijn.

Thema's zijn: integraal ontwerpen, flexibiliteit, prefabricage en toekomst-

bestendigheid, alternatieve financiële constructies.

Deze thema's zijn richtinggevend, omdat alleen op die manier in de praktijk opschaling kan worden bereikt.

Binnen het lectoraat zetten we ons in om de huidige onderwijs-curricula aan te passen door meer gewicht te geven aan de mogelijkheden voor energieneutrale en energieleverende nieuwbouwwoningen. Energie dient een gelijkwaardige plaats te krijgen in het onderwijs naast constructie.

Ook wordt onderzoek gedaan en worden praktijkexperimenten uitgevoerd naar slimme combinaties van gebouw en installatie. Studenten en docenten worden hierbij actief betrokken.

4. Bewonersgedrag en acceptatie

Deze onderzoekslijn komt voort uit de stelling dat "het succes van energiebesparing begint bij bewoners: bewonersgedrag en -acceptatie". Daarom is het belangrijk dat bij iedere keuze en uitwerking van een energieconcept ook een beoordeling plaats vindt op factoren die te maken hebben met bewonersgedrag en -acceptatie.

De thema's bij deze onderzoekslijn zijn: robuuste installaties, levensstijlen, doelgroepen, bewonersgedrag, bewonersacceptatie.

Binnen het lectoraat wordt onderzoek gedaan naar hoe energieconcepten matchen met bewonersgedrag en naar wat nodig is om binnen één woning het energieconcept robuust te laten zijn op energiebesparing en kosten voor verschillende levensstijlen.

Dat betekent dat we onderzoek doen naar zowel bewonersacceptatie als bewonersgedrag. Deze thema's worden gekoppeld aan de andere onderzoeksprojecten en experimenten uit het lectoraat.

Binnen het onderwijs is het belangrijk dat studenten deze thema's meenemen in hun leerontwikkeling. Het moet vanzelfsprekend zijn, dat we bouwen voor mensen; dat betekent ontwerpen vanuit de optiek van bewoners, hun levensstijl, hun energiegeluk en hun attitude ten aanzien van energiebesparing. Vooral dit laatste betekent dat we beter moeten luisteren naar de voorwaarden, waaronder vergaande energiezuinige concepten kunnen worden gerealiseerd. Binnen het lectoraat pleiten we ervoor dat acceptatie en gedrag een vast onderdeel uitmaken van iedere ontwerpogave, ieder onderzoeksproject en praktijkexperiment en een plaats krijgen binnen de onderwijscurricula.

5. Financiering en exploitatie

Deze onderzoekslijn volgt uit het feit dat financiering en exploitatie eisen stellen aan de mogelijkheden voor energieneutraal bouwen. Benodigde extra investeringen en onderhouds- en exploitatiekosten moeten worden gecompenseerd door voordelen, vanwege een lager energiegebruik, een hogere woonkwaliteit, of een gunstiger exploitatie door bijvoorbeeld een langere levensduur.

De thema's van deze onderzoekslijn zijn: nieuwe exploitatievormen voor duurzame energie-installaties en financieringsmodellen in relatie tot de duurzame energie-installaties en -voorzieningen.

Binnen het lectoraat onderzoeken we de investerings- en exploitatie-effecten van de voorgestelde maatregelen, zowel als onderdeel van de onderzoeksprojecten, als van praktijkexperimenten. In deze onderzoeklijn past ook het ontwikkelen van innovatieve vormen van financiering in samenhang met de keuze van duurzame energiemaatregelen.

In het onderwijs stimuleert het lectoraat het ontwikkelen van een visie over kostenbewust ontwerpen bij studenten om zo beter aan te sluiten op praktijkvraag. Kostenbewustzijn betekent een grotere realiteitsgehalte van de projecten waar studenten mee bezig gaan.

Het lectoraat bevordert kostenbewustzijn door deze tot onderdeel te maken van alle onderzoek en praktijkprojecten en door inbreng in het curriculum van de opleidingen. Het lectoraat sluit hierbij aan op samenwerking met andere lectoraten zoals het lectoraat Maatschappelijk Vastgoed.

6. Institutionele belemmeringen, regelgeving en stimulering

Deze onderzoeklijn is er op gericht om de weg vrij te maken voor de toepassing van innovatieve concrete oplossingen voor energiebesparing in stedenbouw en bouwprojecten. Bij ieder onderzoek en experiment doen we onderzoek naar de voorwaarden, waaronder de nieuwe ontwikkelingen kunnen worden opgeschaald. Vaak betekent het dat bestaande regelgeving niet voldoet. Ook vooroordelen kunnen een succesvolle introductie in de weg staan.

De thema's van deze onderzoeklijn zijn: institutionele belemmeringen, regelgeving, bouw- en bouwvoorbereidingsprocessen.

Binnen deze onderzoeklijn doen we onderzoek naar de grenzen, de mogelijkheden en gewenste aanpassingen van regelgeving, financiering en bouwprocessen, om opschaling mogelijk te maken.

Voor het onderwijs leveren we een bijdrage door studenten niet alleen te laten werken volgens de huidige ingesleten denkpatronen, maar juist ook door ze uit te dagen om vanuit onorthodoxe denkprocessen en oplossingsrichtingen te zoeken naar nieuwe wegen voor een energieneutrale gebouwde omgeving.

Praktijkonderzoek aan de hand van experimenten en proefprojecten

Vanuit het lectoraat zijn een drietal praktijkonderzoeksprojecten in voorbereiding of uitvoering, waarbij de verschillende onderzoekslijnen samen met onderwijs, bedrijfsleven en overheid aan de hand van de praktijk worden uitgewerkt. In tabel 1 staan de projecten en de onderzoekslijnen tegen elkaar uitgezet.

Tabel 1:
Matrix Praktijkonderzoek en Onderzoekslijnen

	Energie effectief bestemmingsplan	2ndSkin	Maskerade
1. Energie effectief verkavelen	×		
2. Energieneutrale renovatie		×	
3. Energieneutrale nieuwbouw	×		×
4. Bewonersgedrag en acceptatie		×	×
5. Financiering en exploitatie	×	×	×
6. Institutionele belemmeringen en stimulering	×	×	×

Hierna wordt ingegaan op de drie praktijk onderzoeksprojecten.

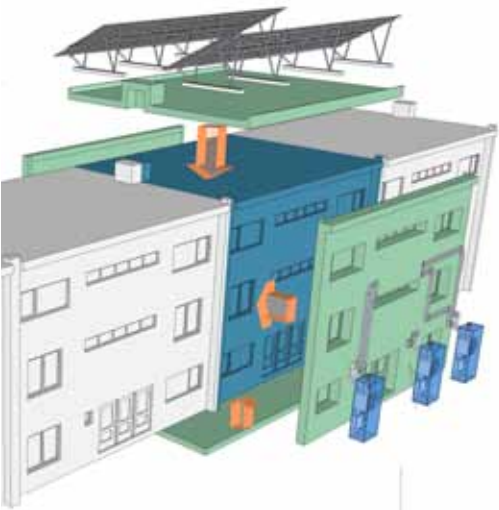
1. 2ndSkin

In 2ndSkin wordt (in het kader van Concept House Village) voor een portiek/etage woonblok een methode ontwikkeld voor het geheel van buitenaf renoveren en installeren. Kenmerk is dat de woning met eenvoudige en betaalbare technieken energieneutraal wordt gerenoveerd.

Daarbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van biobased materialen.

De ontwikkeling van de aanpak is er op gericht, dat de renovatiemethode inzetbaar is voor andere portieketage woningen in Nederland.

Dit project is een voorbereiding op de grootschalige aanpak van de renovatieopgave in Rotterdam Zuid en eventueel van andere locaties.



Het Project is een samenwerking van BAM-woningbouw, Eneco Installatiebedrijven, Bart Spee Architecten, DGMR-Raadgevende Ingenieurs, Wolter en Dros, Zehnder - J.E. StorkAir samen met de kennisinstituten Hogeschool Rotterdam en TU Delft.

Figuur 12.
Principe 2ndSkin
(Illustratie: BAM Woningbouw).

2. Maskerade (maakt deel uit van CHV)



Figuur 13.
Prototype Maskerade: 2 appartementen (Illustratie: Van der Breggen Architecten).

Maskerade is een op consumenten gericht flexibel houtbouwsysteem, waar men als bewoner de keuze heeft voor de inrichting, de installatie en het ventilatiesysteem. De installatie wordt geprefabriceerd aangeleverd, maar is ter plaatse eenvoudig aan te passen. Door deze aanpak kan men ook eenvoudig inspelen op veranderingen in inzichten, innovaties of veranderingen in de energiemarkt. Het project dient als

voorbereiding voor de bouw van 10 starterswoningen op Heijplaat. Toekomstige bewoners van het startersproject (dat ook in Concept House wordt gerealiseerd) kunnen proefwonen in één van de twee appartementen om zo hun definitieve keuze te kunnen onderbouwen vanuit hun eigen ervaring met verschillende installatie- en ventilatiesystemen. Voor de hogeschool is het een onderzoeksproject naar het functioneren



van nieuwe technieken in de praktijk en naar bewonersacceptatie en -gedrag. Binnen het project wordt tevens onderzoek gedaan naar biobased bouwen en isoleren.

Maskerade is een samenwerking van: Van der Breggen Architecten, BouW '85, Faay Prefab Products B.V., Warmteplan B.V., UEW Feenstra, Verweij Houttechniek, De IJB Groep, Optigroen. Zie www.heywonen.nl
Hogeschool Rotterdam verzorgt het onderzoeksprogramma.

3. Energie-effectief bestemmingsplan

Bestemmingsplannen zijn voorwaardenscheppend voor verkavelings- en inrichtingsplannen. In de praktijk blijken stedenbouwers weinig prioriteit te geven aan het belang van energie-effectief verkavelen. Daardoor worden kansen gemist om betaalbaar energieneutraal te bouwen. Bij hoogbouw is het wellicht geheel niet mogelijk om op locatie energieneutraal te bouwen. Door het stedenbouwkundig bureau Imoss en het adviesbureau Piode is een model ontwikkeld, waarmee de mogelijkheden voor energie-effectief verkavelen kunnen worden afgewogen tegen de traditionele aanpak: kosten en exploitatie worden zichtbaar gemaakt. Hiervoor is in september 2013 een workshop georganiseerd met projectontwikkelaars. In vervolg daarop wordt er vanuit het lectoraat onderzoek gedaan naar bestaande- en nieuwe bestemmingplannen, waarmee inzicht wordt verkregen in de voordelen voor mogelijke CO₂ en kostenreductie.



Figuur 14.
Verkavelingen vergeleken. De zuidverkavelingen zijn niet alleen gunstig voor het beperken van de kosten om aan de energieprestatie-eis te voldoen, maar ze leveren ook een hogere verkoopwaarde op.
Bron: IMOSS bureau voor stedenbouw bv.

10. Conclusie

De klimaatambities voor nieuwbouw en bestaande bouw zijn duidelijk. Hoe we ze gaan halen is minder concreet, maar er zijn wel voldoende aanknopingspunten om nu al in actie te kunnen komen.

Daarvoor zal er beter en intensiever samengewerkt moeten worden bij het (ver) bouwen en het ontwikkelen van energiebesparende oplossingen en woninginstallaties. Niet alleen binnen de bouwsector, maar met de gehele bouwketen, dus inclusief de installatiesector. Want het delen van kennis tussen de bouw- en installatiesector en het samenwerken aan nieuwe oplossingen is een belangrijke stap naar een efficiënter en meer betaalbaar proces. En laten we niet vergeten: met de opgave om ruim zeven miljoen woningen aan te pakken hebben we die snelheid en lage prijs ook gewoon hard nodig.

Maar ook de ontwikkelaars van bestemmingsplannen aan de voorkant van het proces en gebruikers aan de achterkant van het bouwproces moeten worden aangesloten op de nieuwe werkwijzen in de bouwketen. Goede bestemmingsplannen maken het makkelijker om woningen energieneutraal te maken. Door feitelijk gebruik mee te nemen in het ontwerpproces en, naast energieneutraliteit, ook wooncomfort centraal te stellen, kunnen bewoners meervoudige winst behalen met een energieneutrale woning. Dat zal hun bereidheid om te kiezen voor een energieneutrale woning vergroten.

Wachten op nieuwe technologie voor energieopwekking lijkt niet de koers om snel genoeg energieneutraal te worden. De grootste winst zal op korte termijn bereikt kunnen worden door het slim combineren van bestaande oplossingen. Schaalgrootte is daarbij het belangrijkste thema. Als de oplossing niet op grote schaal toegepast kan worden, dan is het geen wapen in de strijd om de klimaatambitie te halen. Daar moet dus bij de ontwikkeling de focus liggen.

Is energieneutraal in de gehele gebouwde omgeving mogelijk? De gestelde ambities gaan hier wel van uit. Door een mix van een duurzame energievoorziening, nieuwe duurzame energietechnieken, besparingstechnologie en gedragsverandering zou het in theorie moeten lukken. Het stellen van hoge ambities heeft een voordeel: ook als je het niet helemaal haalt dan heb je wel alles gedaan wat in je vermogen lag.

Het heeft ook een andere kant: rigoreus een doelstelling nastreven levert veel weerstand. Ook daar waar je het niet verwacht. En dan keert de wal het schip. Daarom zouden we de doelstellingen genuanceerder moeten uitsplitsen naar de verschillende mogelijkheden per typologieën van wijk, gebouw en bewonerskenmerken en voor deze mogelijkheden haalbare strategieën ontwikkelen.

Dan weten we waarover we het hebben en creëren we samen de kans om de doelstelling “Iedere nieuwbouwwoning en 7,2 miljoen bestaande woningen energieneutraal maken”, te halen.

Referenties

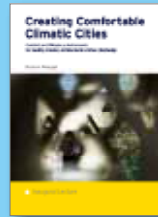
- ¹ Energieakkoord voor Duurzame Groei , Sociaal-Economische Raad (2013)
- ² Guggenheim D., Gore A (2006) *An Inconvenient Truth* (documentaire): Paramount Classics
- ³ Climate Change 2013: *The Physical Science Basis* (2013) - IPCC
- ⁴ Eurostat (2013) geraadpleegd 30 sept 2013: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- ⁵ Brounen, Dirk (2012), *Residential Energy Literacy and Capitalization*. Onderzoekverslag Universiteit Tilburg. Geraadpleegd 30 sept. 2013: www.energienieuws.info/2012/02/energieverbruik-woningmarkt-onbewust.html
- ⁶ Onderzoekverslag E.ON (2102). Geraadpleegd 30 sept. 2013: www.eon.nl/corporate/Mediacentrum/09-11-2012
- ⁷ Hoogervorst, N. et al. *Wissels omzetten*. (2013) Bouwstenen voor een robuust milieubeleid voor de 21^e eeuw. DEn Haag, Planbureau voor de Leefomgeving. ISBN: 978-94-91506-39-0
- ⁸ Freek den Dulk (2013). Piode - ontwerp- en adviesbureau BNA
- ⁹ NEN 7120 - Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode (2012). Delft NEN
- ¹⁰ Cijfers over Wonen en Bouwen 2013 – Publicatie Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Geraadpleegd sept 2013: www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/04/11/cijfers-over-wonen-en-bouwen-2013.html
- ¹¹ Stichting Meer met Minder in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) (2013): www.meermetminder.nl/26/home.html
- ¹² Zevende Kaderprogramma (KP7) - EU. AgentschapNL. Geraadpleegd sept 2013: www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/zevende-kaderprogramma-kp7
- ¹³ Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) Bepalingsmethode (2011). Delft NEN
- ¹⁴ Duijvestein, Prof. ir. C.A.J., ir. F. Stofberg (2006). Basisdocument 'Wat is duurzaam bouwen?' Leidraad voor het samenstellen van lesmateriaal in het onderwijs voor de bouw, stedenbouw en GWW. Trias Energetica is in 1979 ontwikkeld door de studiegroep Stads Ontwerp en Milieu (SOM-1) aan de TU Delft onder leiding van prof. Ir. Duijvestein. Publicatie - SOM - TUDelft 1979

- ¹⁵ Zie hoofdstuk 9: Praktijkexperiment 2ndSkin
- ¹⁶ Zie hoofdstuk 9: Praktijkexperiment Maskerade
- ¹⁷ Dulk, ir. F.W. den, (2012) *Op weg naar minimum energie woningen met EPC ≤ 0* (2012) - AgentschapNL 2012
- ¹⁸ Verkenning van routes naar een schone economie in 2050 Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) Den Haag en ECN, 2011 - ISBN: 978-90-78645-79-5
- ¹⁹ Energieakkoord voor Duurzame Groei, Sociaal-Economische Raad (2013)
- ²⁰ Brink, M., e.a. (2013). *'Tegen de hitte: Groen en opwarming van de stad'* - Royal Haskoning DHV - Gemeente Tilburg en Gemeente Sittard-Geleen - Europees Fonds Regionale Ontwikkeling
- ²¹ Faalkosten zijn alle kosten die onnodig ten behoeve van een eindproduct worden gemaakt. Geraadpleegd sept 2013. www.faalkostenindebouw.nl/watzijnfaalkosten.html
- ²² Brokelman L. en Vermande H. *Faalkosten de (bouw)wereld uit!* SBR (2005) Rotterdam ISBN 978-90-5367-000-2. PriceWaterHouse (2010)
- ²³ Noordhuis, M., (20-13) - Faalkosten reductie - Nijenrode - Cobouw
- ²⁴ Lente-akkoord - Energiebesparing in de nieuwbouw (2008) www.lente-akkoord.nl
- ²⁵ N. Hoogervorst et al. *Wissels omzetten*. Bouwstenen voor een robuust milieubeleid voor de 21^e eeuw PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) Den Haag, 2013 ISBN: 978-94-91506-39-0
- ²⁶ Balansventilatie Vathorst (2006) Onderzoekverslag. Geraadpleegd sept. 2013: www.amersfoort.nl/balansventilatie.html
- ²⁷ Olivia Guerra-Santin, Laure (2012). *The effect of energy performance regulations on energy consumption* - Itard 2012 TUDelft
- ²⁸ Methode om een bestaande woning energiezuiniger, comfortabeler en waardevoller te maken. Financiering en proces. Geraadpleegd sept 2013: www.waifer.nl
- ²⁹ *The effect of energy performance regulations on energy consumption* Olivia Guerra-Santin, Laure Itard (2012)
- ³⁰ Passiefhuisrenovatie "De Kroeven" te Roosendaal. Praktijk Verslag -Renovatiemethode. Geraadpleegd sept 2013: www.woneninpassiefhuizen.nl/paginas/20-aramis-alleewonen-en-passiefhuis-renovatie.html

- ³¹ Ventilatieadvies voor bewoners. Geraadpleegd sept 2013: <http://www.milieucentraal.nl/campagnes/ventilatie-van-groot-belang/>
- ³² Naar een duurzamer energievoorziening - De schone taak van aardgas - Gasunie (2011)
- ³³ Nieuwsbericht (april 2013) Geraadpleegd sept 2013: www.gasunie.nl/nieuws/gasinfrastructuurondernemingen-breiden-samenwerking-uit-voor-kool
- ³⁴ Nieuwsbericht (Juni 2012) Joint Declaration Brussels, Ballerup, Groningen. Geraadpleegd sept 2013: www.gasnaturally.eu/uploads/documents/Joint_Declaration_Carbon_Neutral_Gas_Supply_2050.pdf

Previous editions

Rotterdam University Press



Creating Comfortable Climatic Cities

author Duzan Doepel
ISBN 9789051798005
release date october 2012
number of pages 67
price € 14,95



Logistiek Darwinisme?

author Marcel Ludema
ISBN 9789051797954
release date july 2012
number of pages 37
price € 14,95



Werk maken van wijkzorg

author Henk Rosendal
ISBN 9789051799019
release date april 2012
number of pages 45
price € 14,95



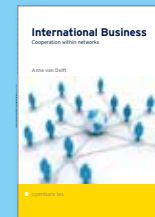
Pedagogiek als tweede natuur

author Piet Boekhoud
ISBN 9789051797633
release date september 2011
number of pages 57
price € 14,95



Maatschappij en vastgoed bevrijd uit de Gordiaanse knoop

author Arnoud Vlak
ISBN 9789051797602
release date september 2011
number of pages 47
price € 14,95



International Business

author Anne van Delft
ISBN 9789051798104
release date june 2011
number of pages 35
price € 14,95



Culturele Diversiteit

author Hugo Bongers
ISBN 9789051797565
Verschijningsdatum june 2011
number of pages 35
price € 14,95



Inspiratiebundel 2 - Gesprekken met docent-onderzoekers

edited by Sandra Storm-Spuijbroek and Daphne Hijzen
ISBN 9789051797527
release date march 2011
number of pages 88
price € 12,50



Taalonderwijs; een kwestie van ontkavelen

authors Amos van Gelderen and Erik van Schooten
ISBN 9789051797527
release date march 2011
number of pages 66
price € 14,95



Inspiratiebundel - Acht gesprekken met lectoren over kenniscreatie en kenniscirculatie

edited by Josephine Lappia and Jittie Brandsma
ISBN 9789051797152
release date april 2010
number of pages 44
price € 12,50

Exemplaren zijn bestelbaar via www.hr.nl/onderzoek/publicaties
Hier zijn ook eerder verschenen uitgaven van Rotterdam University Press beschikbaar.

Lokaal Energieneutraal

Op weg naar een energieneutrale gebouwde omgeving

De afgelopen dertig jaar zijn we in Nederland actief met het ontwikkelen van energiezuinige huizen, zowel nieuwbouw als renovatie. De laatste jaren begint het serieuze vormen aan te nemen: de overheid heeft ambities uitgezet, convenanten worden afgesloten, subsidies beschikbaar gesteld en de regelgeving gaat verder dan ooit.

De Nederlandse klimaatambitie is om in 2050 een energieneutrale gebouwde omgeving te realiseren. Dat is ambitieus en vergt een ingrijpende koerswijziging van het tot nu toe gevolgde energiebeleid. Het onlangs afgesloten energieakkoord waarbij overheid, bedrijfsleven en consumenten organisaties overeenstemming hebben bereikt over de te volgen stappen van de komende tien jaar, is een belangrijke stap, omdat voor het eerst de gehele bouwbranche inclusief de eindgebruikers zijn betrokken.

De overheid heeft er voor gekozen om de CO₂ ambities in de gebouwde omgeving vooral op locatie uit te werken, door de regelgeving zo in te richten dat iedere nieuwbouw woning vanaf 2020 energieneutraal moet zijn. Dat is al over zeven jaar! Ook over de bestaande bouw zijn afspraken gemaakt om zowel particulier als verhuurder te stimuleren maatregelen te nemen om het uiteindelijke doel van klimaatneutrale steden te bereiken.

Deze openbare les gaat over een aantal van de hobbels die we moeten nemen en de mogelijkheden die we hebben, om onze ambities voor een energieneutrale gebouwde omgeving te realiseren. Zowel voor nieuwbouw als voor renovatie. En vooral ook de bijdrage die het onderwijs in het algemeen en het lectoraat in het bijzonder hierin kan spelen.

Freek den Dulk is lector Sustainable Energy bij het Kenniscentrum Sustainable Solutions van Hogeschool Rotterdam.

ISBN 978 9051 798 586

