



# NIEUWE ENERGIE IN DE STAD

STIP OP DE HORIZON?

OPENBARE LES 21 JUNI 2013  
DR. IVO J. OPSTELTEN

LECTORAAT/  
NIEUWE ENERGIE IN DE STAD



HOGESCHOOL  
UTRECHT

# NIEUWE ENERGIE IN DE STAD

STIP OP DE HORIZON?



## **INLEIDING** 05

### **NAAR EEN ENERGIENEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING**

1. De bouw en innovatie 09
2. De bouw en energie 11
3. Energietransitie in de gebouwde omgeving, leren van het verleden 17
4. Een energieneutrale gebouwde omgeving, waarom zouden we dat willen? 23
5. Een energieneutrale gebouwde omgeving medio deze eeuw, kan dat wel? 27
6. Energietransitie in de gebouwde omgeving, een sectortransitie 31
7. Waarom dwingt het rijk een energieneutrale gebouwde omgeving niet af, met wet- en regelgeving? 35
8. Marktvragen voor het lectoraat 39

### **ONDERZOEKSAGENDA LECTORAAT NIEUWE ENERGIE IN DE STAD**

9. Hoofdvraagstelling 43
10. Onderzoekslijn Energie & gedrag 47
  - Fysieke transformatie
  - Gedragsverandering
11. Onderzoekslijn Bouwenergetica 53
  - Integrale bouw- en installatieconcepten
  - PIAF-benadering
  - Energiemanagement
12. Onderzoekslijn Opschaling 65
13. De rol van het hbo in dit onderzoeksveld 75

Literatuur 78

Curriculum vitae 83

Colofon 85

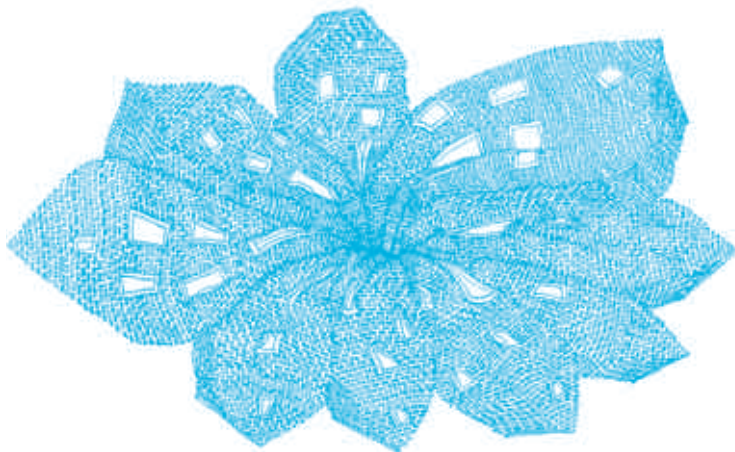
**"ENERGIE IS  
ONLOSMAKELIJK  
VERBONDEN MET  
DE VERVULLING  
VAN DE PRIMAIRE  
LEVENSBEHOEFTE."**

## / INLEIDING

De huidige maatschappij draait letterlijk en figuurlijk volledig op energie. In de industriesector is energie nodig voor productie van goederen, in de landbouwsector voor het produceren van voedsel, in de transportsector voor mobiliteit en in de gebouwde omgeving draagt energie zorg voor thermisch comfort en het gebruik van gebruiksapparatuur (van koelkasten en laptops tot ziekenhuisapparatuur). Energie is daarmee onlosmakelijk verbonden met de vervulling van de primaire levensbehoeftes in de moderne maatschappij.

Ongeveer een derde van de totale uitstoot van CO<sub>2</sub> is afkomstig van het energiegebruik in de gebouwde omgeving (Gerdes et al., 2010; Hekkenberg en Londo, 2011). In de landen aangesloten bij de OECD (Organisation of Economic Co-operation and Development) zijn de woningbouw en utiliteitsbouw verantwoordelijk voor ongeveer 42% van het totale energiegebruik (Bilsen, Rademaekers et al. 2009). Deze afhankelijkheid van energie en dan met name onze huidige afhankelijkheid van fossiele bronnen daarvoor, leidt meer en meer tot zorgen over de gevolgen voor het milieu en leveringszekerheid, omdat inmiddels wel bij een ieder bekend is dat fossiele bronnen voor energie toch echt eindig zijn. De aanpak van deze zaken vraagt een fundamentele verandering van het huidige energiesysteem in onze samenleving. Het proces van verandering binnen het complexe sociale domein wordt ook wel een transitie genoemd (Haan, 2010); in dit geval een transitie naar een duurzame samenleving, of – meer specifiek – een energietransitie. Per sector verschilt de opgave die daaraan verbonden is en daarmee ook de aanpak die tot succes zal leiden. Dat innovaties hierbij een belangrijke rol kunnen spelen geldt voor elke sector. Daarbij kan gedacht worden aan productinnovaties, sociale innovatie en procesinnovatie. In feite gaat het om technologische of niet-technologische vernieuwingen, vernieuwingen die nieuw zijn voor een bedrijf of voor de gehele markt. De gebouwde omgeving heeft uitstekende condities om netto-energieneutraal te worden (Opstelten, 2008). Dat wil zeggen, dat de gebouwde

omgeving op jaarbasis evenveel energie binnen het eigen fysieke domein kan opwekken, als dat er gebruikt wordt tijdens het gebruik daarvan voor wonen en werken (*Opstellen, 2007*). Met dat perspectief als leidraad voor de creatie van allerlei innovaties in de bouw, kan de bouw wellicht de meest innovatieve sector worden en een duurzame gebouwde omgeving tot bloei brengen.



In deze uitgave schets ik de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving en zet ik de onderzoeksagenda van mijn lectoraat uiteen. Uiteraard heeft Hogeschool Utrecht al voor mijn komst verschillende opleidings- en onderzoeksactiviteiten opgestart rondom de onderzoeksthema's van mijn lectoraat. Sommige daarvan zijn zelfs al afgerond. Ik beschrijf een aantal van deze activiteiten op Hogeschool Utrecht als kaderteksten in het tweede deel van dit boekje: de onderzoeksagenda van het lectoraat.



**“WAAROM ZOU  
EEN ONDER-  
ZOEKER, MET  
EEN VOORLIEFDE  
VOOR INNOVATIEVE  
ONTWIKKELINGEN,  
ZICH WILLEN  
BEGEVEN IN  
HET DOMEIN  
VAN DE BOUW?”**

# 1 / DE BOUW EN INNOVATIE

**De gebouwde omgeving wordt doorgaans als een van de meest traditioneel ingestelde en dus ook minst innovatieve sectoren gekenschetst (Bruijn et al. 2005). Dat is niet zo gek, als je bedenkt hoe lang we al 'stenen stapelen' om een onderkomen te creëren waarin we tegen weer en wind beschermd worden. Natuurlijk, de industriële revolutie heeft wel voor een verandering van de samenstelling van gebouwen en installaties gezorgd, maar 'dat leidde niet zozeer tot de realisatie van comfortverhogende dan wel duurzame gebouwen, maar veel eerder tot de realisatie van seriematig geproduceerde gebouwen van bedenkelijke kwaliteit' (Schade, 1981). Waarom zou een onderzoeker, met een voorliefde voor innovatieve ontwikkelingen, zich dus willen begeven in het domein van de bouw?**

Toen ik nog maar kort was begonnen in het onderzoeksveld "Binnenmilieu, Bouwfysica & Energie" van TNO, werd me al snel duidelijk dat de bouw zich inderdaad weinig bezig hield met innovatie. Op zich niet vreemd, als je bedenkt dat de nieuwbouwmarkt destijds nog volledig aanbodgedreven was (Verhoeven et al., 2013) "Alles wat wordt gebouwd, wordt toch wel verkocht." Bovendien waren na de laatste aanscherping in 2000 vanuit de bouwregelgeving op het gebied van energieprestaties geen aanscherpingen in het vooruitzicht gesteld. Ondanks de enorme potentie voor verbeteringen ten aanzien van energie en binnenmilieu, ontbrak dus de noodzaak tot innovaties. De marktstructuur nodigt ook nu nog niet direct uit tot innovatie. Aan de vraagzijde worden door professionele opdrachtgevers (woningcorporaties, projectontwikkelaars en eigenaars van commercieel vastgoed) doorgaans gedetailleerde gebouwstekken uitgewerkt, die de aanbodzijde dient te realiseren tegen de laagst mogelijke prijs. De bouwsector is daarmee vooral een capaciteitsleverancier die het bouwproces organiseert en de gebouwen (ver)bouwt (Bruijn et al, 2005). Bovendien werd vanuit zowel markt als overheid veelal geroepen dat er geen behoefte was aan experimenten en innovaties, immers "de technologie ligt al op de plank" (Opstelten, 2010). Kortom, er was in feite geen innovatiecultuur in de bouwsector.

**“SINDS 2005  
WERD DE VISIE  
VAN EEN ENERGIE=  
NEUTRALE  
GEBOUWDE  
OMGEVING  
GEADOpteERD  
DOOR KOPLOPERS  
IN DE MARKT.”**

## 2 / DE BOUW EN ENERGIE

**De duurzaamheid en – meer in het bijzonder – de energieprestatie van gebouwen die sinds de Tweede Wereldoorlog zijn gebouwd, vertonen duidelijke verschillen. Grofweg kunnen de volgende periodes worden onderscheiden:**

- **1945 – 1965**

De wederopbouw. Een periode van herstel van oorlogsschade en een periode van schaarste, maar ook van optimisme en vernieuwing. Kenmerk voor deze naoorlogse jaren is de introductie van nieuwe materialen, nieuwe verkavelingspatronen, maar ook 'saai' architectuur (*monumenten.nl*, 2011). De grote woningnood zorgde voor veel aandacht voor nieuwbouw, waarin voor het eerst moderne comforttechnieken (bad of douche) als standaard bouwonderdeel werden meegenomen (*Overbeeke*, 2001).

- **1965 – 1975**

De woningnood was nog altijd niet verholpen, wat zorgde voor het hoogste nieuwbouwvolume per jaar tot op heden (ca. 150.000/jaar (CBS)). De vondst van aardgas in Slochteren (1959) had geleid tot innovatieve ontwikkelingen op het gebied van installaties voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding (*Overbeeke*, 2001). De succesvolle omslag van een samenleving draaiende op kolen en olie, naar 'Nederland aardgasland', zou gekenschetst kunnen worden als de eerste geslaagde energietransitie (zie ook hoofdstuk 3). In deze periode van groeiende welvaart groeide het elektriciteitsverbruik snel mee.

- **1975 – 1985**

De wens om energie te besparen leidde tot talrijke innovaties, zoals dubbel glas, klimaatramen, mechanische ventilatie, glaswol, sandwichpanelen en bijvoorbeeld klimaatgevels in de utiliteitsbouw (*Meijel*, 2013) en niet in de laatste plaats tot een "nationale kierenjacht" in de woningbouw. Dat dit laatste, naast voordelige gevolgen op het gebied van energiegebruik, ook nadelige gevolgen hebben voor met name het binnenmilieu (door ontbreken van maatregelen op gebied van ventilatie) werd ook al snel duidelijk

(*Brunekreef en Boleij, 1980*). Toch waren er in deze periode ook hele succesvolle voorbeelden van duurzame bouwprojecten, zowel in de nieuwbouw als de renovatie. Een van de bekendste voorbeelden uit die tijd is de ontwikkeling van 186 minimumenergiewoningen in Schiedam, gedreven vanuit de inzet van de bevoegde wethouder Chris Zijdeveld en de vooraanstaande architect John Kristonson.

### • 1985 – 1995

Duurzaam bouwen kwam op in de jaren tachtig, als onderdeel van de tijdsgeest die zich keerde tegen kernenergie en die meer aandacht vroeg voor het milieu. De negatieve aspecten, echter, van eenzijdige inzet op duurzaam bouwen (zonder aandacht voor goed binnenmilieu), waren olie op het vuur van de doorsnee bedrijven, die duurzaam bouwen als een last van de ‘geitenwollensokken’ milieubeweging zag. Ook het onderzoek naar het nieuwe fenomeen Sick Building Syndroom (*Burge et al., 1987*), versterkte dat sentiment. Dit resulteerde in een stagnatie van de marktpenetratie van duurzaambouwprincipes, ondanks dat die in Duitsland al het eerste Passiefhuisconcept hadden opgeleverd in 1991 (*Feist, 2006*). Tegelijk zag de overheid juist om die reden de noodzaak om over te gaan op een systematiek van een overall energieprestatie-eis voor gebouwen, in plaats van stimulering op separate maatregelen. Dit resulteerde in de introductie van de energieprestatienormering (EPN) in 1995.

### • 1995 – 2000

De introductie van de energieprestatienormering in 1995 voor nieuwbouwwoningen en utiliteitsgebouwen heeft met haar eis ten aanzien van de overall energieprestatie van het gebouw (inclusief al in 1995 aangekondigde aanscherpingen tot aan 2000) een aanzet gegeven aan de ontwikkeling van integrale gebouwconcepten. Voor allerlei bouwtypen heeft dit de integratie van nieuwe producten en productverbeteringen uitgelokt, zoals zonneboilersystemen, warmtepompen en ventilatiesystemen met warmterugwinning tot aan het ‘innovatief’ rekenen aan ontwerpaspecten als leidinglengtes en koude bruggen (*Lenteakkoord, 2012*). Een

belangrijke kanttekening hierbij is dat alle werkelijke vernieuwingen zich vooral beperken tot productverbeteringen (*Beerepoot, 2007*) en (nog) geen bouwconceptinnovaties behelzen, laat staan sociale innovaties of procesinnovaties voor de gehele sector.

#### • 2000 – 2005

In het jaar 2000, toen de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) het magische getal 1 had, kwam er stagnatie in de ingezette ontwikkelingen. De meetlat die verzonnen was waarlangs energieprestaties bepaald konden worden, werkte onbedoeld als plafond, omdat kennelijk met het bereiken van  $EPC=1$  de indruk was gewekt dat het hoogst haalbare dan wel wenselijk streefbare was bereikt. De systematiek zelf werd steeds meer gebruikt als ontwerpinstrument, hoewel ze daar nooit voor bedoeld was (*Opstelten en Borsboom, 2008*). Dit leidde zelfs tot kritiek op de methodiek, hoewel deze internationaal veel aanzien genoot, getuige het grotendeels adopteren van de EPN in de Europese evenknie; de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) in 2002. Tussen 2000 en 2005 werden in de woningbouw en utiliteitsbouw geen verdere aanscherpingen opgelegd door de regering. Aankondiging hiervan leidde al snel tot sterke weerstand vanuit met name projectontwikkelaars en bouwers, waarbij oneigenlijke vergelijkingen tussen EPC-aanscherpingen en korter douchen (*Bijsterveld, 2005*) niet werden gemeden. Gelukkig werd dit voorzien door de Tweede Kamer (*Tweede Kamerstukken, 2006*).

#### • 2005 – heden

Sinds 2005 werd de visie van de realisatie van een energieneutrale gebouwde omgeving, ontwikkeld vanuit het samenwerkingsverband Building Future van TNO en ECN, geadopteerd door koplopers in de markt. Al snel volgde de overheid. Het programma Schoon&Zuinig voorzag in een nieuwe reeks van progressieve energieprestatie-eisen tot aan 2020. Ook bevatte het stimuleringsprogramma's gericht op zowel een kwantiteitsimpuls voor markttuitrol van 'het laaghangend fruit' in de bestaande bouw als op een kwaliteitsimpuls op het gebied energieprestaties middels de Innovatieagenda Energie Gebouwde Omgeving (*Versteeg et al.,*

2009). Dit laatste bracht het Energiesprongprogramma voort, dat gericht is op de creatie van de marktcondities die noodzakelijk zijn voor het succesvol doorlopen van de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving. Dat gebeurt door, in onderlinge samenhang, deelprogramma's te ontwikkelen gericht op de stimulering van de vraag naar energieneutrale concepten, een aanbod van concrete gebouwconcepten die met gegarandeerde prestaties aan die vraag kan voldoen en stimulering van kwantitatieve opschaling hiervan, o.a. door deals op lokaal en nationaal niveau tussen overheid en marktpartijen (SEV, 2012).



**“DE OVERGANG  
OP GASHAARDEN  
EN CENTRALE  
VERWARMING  
WERD IN AMPER  
TIEN JAAR TIJD  
GEREALISEERD”**

### 3 / ENERGIETRANSITIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING, LEREN VAN HET VERLEDEN

Terugkijkend op de ontwikkelingen in de gebouwde omgeving van de vorige eeuw kunnen we stellen dat er weliswaar vooruitgang is geboekt ten aanzien van de energieprestatie van de gebouwde omgeving, maar niet dat de innovaties succesvol waren in het bereiken van een omslag in denken en doen rondom duurzame ontwikkelingen in de gebouwde omgeving.

Van alle genoemde ontwikkelingen heeft de omschakeling op gas het meeste weg gehad van een omslag in de gebouwde omgeving. Gelet op de impact die dit in relatief korte tijd gehad heeft op de gehele Nederlandse samenleving kan dit gemakkelijk worden gezien als een succesvolle transitie in het domein van energie in de gebouwde omgeving. Tussen 1964 en 1970 is centrale verwarming op aardgas voor nieuwbouwwoningen van marktintroductie (0%) tot vrijwel volledige marktpenetratie (95%) uitgegroeid (*Overbeeke, 2001*). Maar wat heeft er nu voor gezorgd dat deze transitie zo succesvol is verlopen? Wat kunnen we daarvan leren, gelet op de maatschappelijke opgave rondom energie in de gebouwde omgeving waar we nu voor staan: de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving?

De overheid had een groot belang bij een versnelde benutting van aardgas door alle huishoudens. Ten tijde van de vondst van het gas was men ervan overtuigd dat door de komst van kern-energie, de meerwaarde van aardgas hooguit twintig jaar zou bestaan. Deze waarde zou dus snel te gelde moeten worden gemaakt (de Gasunie was immers een staatsbedrijf). Dit verklaart het commitment van de overheid om de transitie naar een aardgasland snel tot een succes te maken en de opzet van een gecoördineerde aanpak.

Uit een analyse van de ontwikkelingen volgend op de gasvondst (*Overbeeke, 2001*), komen een aantal aspecten naar voren die gezamenlijk hebben bijgedragen aan de succesvolle marktintro-

ductie en daaropvolgende uitrol van gasverwarming bij huishoudens: de propaganda van de Gasunie en de gasdistributiebedrijven, de aardgastarieven, de ontwikkeling van gaskachels en cv-installaties en natuurlijk de aanleg van een landelijk distributienet waarop binnen enkele jaren vrijwel alle huishoudens aangesloten werden.

- De huishoudens moesten de omschakeling naar gebruik van aardgas voor ruimteverwarming **willen**. Dat betekende dat ze overtuigd moesten worden van de meerwaarde daarvan voor hun dagelijks leven. Het volgende citaat uit het boekje Aardgas voor Heerlen dat Gemeentebedrijven Heerlen in 1966 huis aan huis liet bezorgen (*Buiter et al., 1999*) illustreert de gekozen insteek: "De komst van het aardgas betekent (...) een keerpunt in de verwarming van onze woningen. De tijd dat in de wintermaanden slechts één verwarmde kamer beschikbaar was zal nu snel tot het verleden gaan behoren." Comfort werd als belangrijkste motivatie aangedragen. Dit extra comfort, moest dan wel betaalbaar zijn. Om de huishoudens over de streep te trekken om niet alleen maar gebruik te maken van aardgas om te koken<sup>1</sup>, maar ook voor ruimteverwarming (en daarmee het verbruik van aardgas flink op te voeren), werd daarom een gedifferentieerd gastarief<sup>2</sup> ingevoerd:

- 25 ct/m<sup>3</sup> bij verbruik van 0-300 m<sup>3</sup> per jaar, overeenkomend met verbruik voor koken en warmwaterbereiding
- 20 ct/m<sup>3</sup> bij verbruik van 300-600 m<sup>3</sup> per jaar, overeenkomend met verbruik voor koken, warmtapwaterbereiding en ruimteverwarming van een enkele ruimte (zoals uit bovenstaande citaat blijkt de toenmalige referentiesituatie)
- 10 ct/m<sup>3</sup> bij verbruik van 600-2100 m<sup>3</sup> per jaar, overeenkomend met volledige huisverwarming voor klein tot gemiddeld huis.
- 9 ct/m<sup>3</sup> bij verbruik van meer dan 2100 m<sup>3</sup> per jaar, overeenkomend met gebruik voor een gemiddeld tot groot huis, utiliteitsgebouwen en industriële toepassingen (waaronder warmtenetten). Gedifferentieerde tarieven zijn nog altijd aanwezig, alleen zijn de tarieven nu gestaffeld en zijn de staffelgrenzen zo verlegd dat voor huishoudens maar 1 staffel geldt (het kleinverbruikerstarief).

De logica achter de differentiatie destijds staat in schril contrast met het heden. Destijds was het immers de bedoeling om het verbruik van aardgas te versnellen, terwijl het hedendaagse beleid juist een lager verbruik stimuleert...

- De huishoudens moesten de omschakeling naar gebruik van aardgas voor ruimteverwarming **kunnen** doorvoeren. Dat hield in dat er geschikte apparaten moesten zijn waarmee ruimteverwarming op aardgas mogelijk was. De Gasunie liet daartoe (in samenwerking met de gasapparatenindustrie en het gasinstituut GEV) nieuwe apparatuur ontwikkelen voor de verschillende manieren van ruimteverwarming die destijds reeds bekend waren. Gashaarden en -convectoren voor lokale ruimteverwarming (ter vervanging van de kolen- en oliehaard), kleine ketels voor individuele cv-installaties (tot dan toe alleen op maat gemaakt beschikbaar voor de rijkere huishoudens aangesloten op stadsgas) en grote ketels voor collectieve verwarmingsinstallaties (ter vervanging van de installaties op stookolie of huisbrandolie).
- Het gebruik van aardgas moest zo snel mogelijk **opschalen** naar alle huishoudens. Cruciaal hiervoor was de aanleg van een landelijk dekkend aardgasnet. Dit werd gerealiseerd tussen 1964 en 1968. Naast de benodigde uitbreiding en aanpassing van de infrastructuur werden er ook grootschalige ombouwcampagnes voor de kooktoestellen doorgevoerd (om de omschakeling van verbranding van stadsgas naar aardgas met bestaande kooktoestellen mogelijk te maken). Aanvankelijk waren de kosten hiervan hoog (kosten van maatwerk bij dimensionering en warmtedistributie en -afgifte voor de enkele rijkere huishoudens die al een individuele cv-installatie uit comfortoverwegingen aanschafte voor 1965). Door de seriematige invoer van individuele cv-installaties door woningbouwverenigingen werden de kosten

---

<sup>1</sup> De overschakeling werd in feite afgedwongen doordat de bestaande distributienetten van stadsgas (uit kolen) aardgas moesten gaan leveren.

<sup>2</sup> Het gaat hier om ct. gulden.

snel zo laag dat deze toepassing toepasbaar werd voor alle huishoudens. De vrijwel volledige overgang op gashaarden en centrale verwarming werd dus in amper tien jaar tijd gerealiseerd, door in onderlinge samenhang motivatie & gedrag, technologische innovaties en opschalingactiviteiten door te voeren. Geheel in lijn met de beschrijving van de Innovatiemotor (*Hekkert, 2010*) betekende dit een evenredige inzet op Ondernemersactiviteiten, Kennisontwikkeling, Kennisdiffusie, Richtinggeving aan het zoekproces, Marktvorming, Mobilisatie van middelen en Ondersteuning door belangengroepen.

Er is echter wel een belangrijke kanttekening te maken bij het 'succes' van deze energietransitie. Door de betaalbaarheid van het verhoogde comfort centraal te stellen in de communicatiecampagnes ging deze transitie, zoals beoogd, gepaard met een enorme toename van het gasverbruik. Dit steeg van ca. 460 m<sup>3</sup> per huishouden per jaar in 1965 tot gemiddeld 2700 m<sup>3</sup> per huishouden per jaar in 1975<sup>3</sup>. De welvaartstoename – mede dankzij de goedkope energie in combinatie met industrieel vervaardigde luxeartikelen – zorgde in diezelfde periode tevens voor een relatief hoog (gelet op het aantal apparaten per huishouden) elektriciteitsgebruik van ca. 3100 kWh per huishouden<sup>4</sup>.

Ondanks de negatieve effecten van de ontdekking en het gebruik van aardgas ten aanzien van de energievraag in de gebouwde omgeving, wordt aardgas ook wel aangeduid als transitiebrandstof, omdat het een belangrijke rol kan spelen in de verduurzaming van het gehele energiesysteem (*Rooijers, 2008; Poyry, 2010*). Wil dit waar zijn, dan moet het gebruik van aardgas niet zogenaamde 'lock-in'-effecten<sup>5</sup> met zich mee brengen. Als significante investeringen worden gedaan in de ontwikkeling van grote WKK-systemen voor gecombineerde opwekking van warmte en stroom kunnen deze effecten wel degelijk optreden, omdat de investerende marktpartijen een grote weerstand zullen hebben tegen toekomstige uitfasering daarvan. Dit gebeurt helemaal als de overheid zelf medefinancier is van deze WKK-systemen (*Chignell en Gross, 2012*). Dit probleem zou overigens nog veel groter zijn

geweest, als het Nederlandse energiesysteem volledig van kern-energie afhankelijk zou zijn geworden, zoals door de Nederlandse regering verwacht in de jaren zestig. Kernenergiecentrales zijn het minst flexibel als het gaat om reactie op schommelingen in het vraagpatroon. Dit is van belang, omdat decentrale duurzame-energieopwekkers als windenergie en zonne-energie, een grotere mate van tijdsafhankelijke variaties in de uiteindelijk vraag naar energie van het centrale systeem brengen (Lund, 2005). Dat kan dus problemen geven als het centrale aanbodsysteem niet om kan gaan met deze variaties (Kamphuis, 2013).

Tegen dit licht is het goed om te beseffen hoeveel overheidssteun gegeven zou moeten worden aan de ontwikkeling van micro-WKK-systemen, de HRE-ketel voor huishoudens. De HRE-ketel heeft een hoger rendement dan een HR-ketel, door de additionele opwekking van elektriciteit op momenten van warmtevraag. De prijs-prestatieverhouding van de HRE-ketel is echter vooral gunstig bij een continue vraag naar warmte op voldoende hoog niveau, zoals aanwezig in slecht geïsoleerde woningen. Deze hebben dus alleen bestaansrecht in dat deel van de gebouwvoorraad waar renovaties (nog) niet opportuun zijn, maar waar installatievervanging wel noodzakelijk is. Dit is een snel slinkend aandeel, met name met de komst van economisch verantwoorde renovatieconcepten die het energiegebruik drastisch verlagen.

---

<sup>3</sup> Het huidige gemiddelde gasverbruik per huishouden ligt rond 1500 m<sup>3</sup>/jaar (Dril et al., 2012).

<sup>4</sup> Het huidige gemiddelde elektriciteitsverbruik per huishouden ligt rond 3300 kWh/jaar (Dril et al., 2012).

<sup>5</sup> Men spreekt in deze context van een lock-in-effect, wanneer het gebruik van een bepaalde technologie, de introductie van een nieuwe (in dit geval maatschappelijk gezien betere) technologie in de weg staat. Het in de weg staan kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van economische redenen: de investering van de introductie nieuwe technologie is veel hoger doordat de oude technologie eerst (gedeeltelijk) verwijderd moet worden. Ook kan er een fysieke reden zijn: de nieuwe technologie kan niet samen werken in de infrastructuur die gecreëerd is voor de oude technologie. We zitten dan dus min of meer vast (locked-in) aan de oude technologie, ook al is er ondertussen iets beters voor handen.

**“ZOWEL OM WILLE  
VAN HET KLIMAAT  
ALS VANWEGE  
DE ECONOMIE  
IS EEN ENERGIE-  
NEUTRALE GEBOUWDE  
OMGEVING  
WENSELIJK.”**

## 4 / EEN ENERGIENEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING, WAAROM Zouden WE DAT WILLEN?

**Het huidige gebruik van energie (en de afhankelijkheid van fossiele bronnen daarvoor), heeft klimatologische en economische effecten.**

### **Het klimaat**

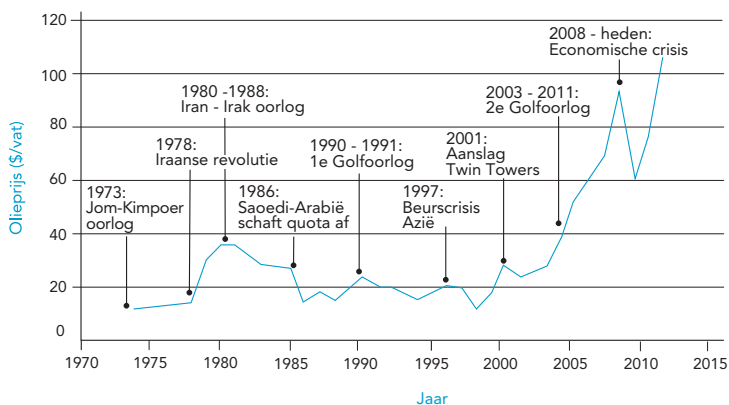
In de jaren zeventig en tachtig ontstond een duidelijke milieubeweging, die zich zorgen maakte om de impact van energieontwikkelingen op het milieu. In die periode waren de zorgen vooral gekoppeld aan de milieuvervuiling afkomstig van het gebruik van kernenergie, niet in de laatste plaats versterkt door de ramp in Tsjernobyl in 1986. De zorgen hieromtrent zijn gebleven en door de kernramp in Fukushima in 2011 (die volgde op een tsunami), zelfs weer nieuw leven ingeblazen. Dit is ook de aanleiding geweest voor de Zwitserse en Duitse regering om het aandeel kernenergie versneld uit te faseren. In Nederland is het aandeel kernenergie echter zeer beperkt (*Dril et al., 2012*). Sinds de jaren negentig is het gevaar van klimaatverandering al onderkend. De Nederlandse minister Pronk heeft daarom ook als voorzitter van de klimaatconferentie van de Verenigde Naties in Bonn in 2000 – 2001 een duidelijke rol gespeeld bij de redding van het in 1997 opgestelde Kyoto Protocol. Het Kyoto Protocol heeft als doel om de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer te stabiliseren op een niveau waarbij een gevaarlijke menselijke beïnvloeding van het klimaat wordt vermeden (*UN, 1992*). Sinds de documentairefilm *An inconvenient truth* (2006) van de hand van ex-presidentskandidaat van de Verenigde Staten Al Gore, is het draagvlak voor energietransitie in de Nederlands maatschappij verder vergroot en in de Nederlandse politiek breed gedragen. Voor de gebouwde omgeving betekende dit de hernieuwde aanscherping van EPC-eisen, vastgelegd in het programma Schoon&Zuinig. Ondanks recente bijstelling van de daarin vastgelegde doelstellingen, staan de EPC-aanscherpingen niet meer ter discussie, noch in de politiek, noch bij de marktpartijen.

## De portemonnee

Al sinds de Club van Rome in 1972 zijn rapport "Limits to Growth" (Meadows et al., 1972) uitbracht, is het duidelijk dat de huidige consumptiemaatschappij vroeger of later zal leiden tot uitputting van de beschikbare grondstoffen en dus dat het daarmee opgebouwde welvaartsniveau daardoor beperkt houdbaar is. En hoewel de accuraatheid van de voorspellingen nogal eens ter discussie is gesteld, staat deze algemene conclusie nog altijd overeind. Daarbij is het eigenlijk nog nauwelijks relevant van welke grondstoffen de uitputting het eerst tot problemen zal leiden, fosfaat, fossiele brandstof of anderszins. Hoe belangrijk deze grondstoffen voor onze maatschappij zijn, blijkt wel uit de gevoeligheid van de Nederlandse olieprijsen voor geopolitieke gebeurtenissen.

Figuur 1  
Olieprijsontwikkeling  
en geopolitieke  
gebeurtenissen.

Ontwikkeling Brent Olieprijs



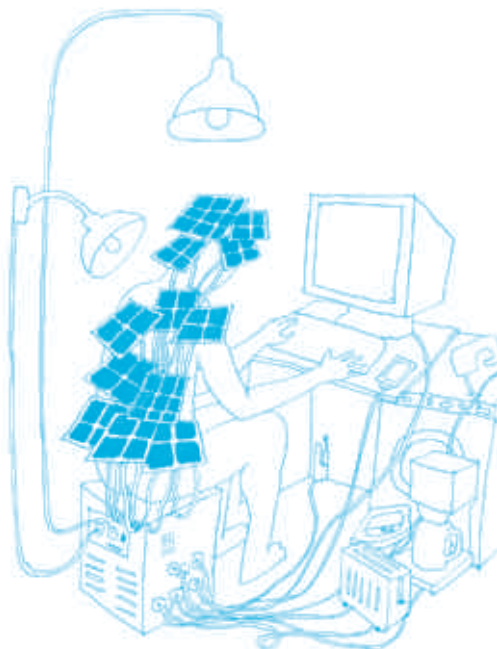
Daar waar in de twintigste eeuw de olieprijsontwikkeling nog dominant gerelateerd leek aan geopolitieke ontwikkelingen, lijkt deze relatie sinds 2005 minder sterk (zie *Figuur 1*). De sterke stijging van de olieprijs na het einde van de Tweede Golfoorlog en de huidige sterke stijging, ondanks de aanhoudende economische crisis, zijn daarmee immers niet te verklaren. Een oeroude economische wet leert dat de schaarsheid van een product een directe correlatie heeft met de prijs daarvan. De voorspelbare eindigheid van fossiele brandstoffen zal de prijs van energie dan ook de komende decennia in Europa verder opdrijven, zelfs los van eventuele verdere geopolitieke gebeurtenissen.

Dat dit nu al voelbaar wordt bij huishoudens blijkt wel uit het feit dat in Engeland en Frankrijk het onderwerp 'fuel poverty' ondertussen al hoog op de politieke agenda staat. Huishoudens die meer dan 10% van het netto-inkomen uitgeven aan energie vallen in de categorie "Household in fuel poverty". Op dit moment zou het al gaan om 4 miljoen huishoudens in Engeland (Hills, 2012). Ook in Nederland wordt dit actueel; in 2010 gaf 3% van de Nederlandse huishoudens aan onvoldoende geld te hebben om hun huis goed te verwarmen. Voor huishoudens met een laag inkomen ligt dit hoger. In deze groep zegt 11% hun huis niet voldoende te kunnen verwarmen, een stijging ten opzichte van de 8% in 2009 (CBS).

Samenvattend, zowel vanuit klimaatoverwegingen (en de daarmee geassocieerde toekomstige kosten) als vanwege directe economische overwegingen is een energieneutrale gebouwde omgeving wenselijk.

**“GEBOUW-  
MUTATIES KUNNEN  
HET ENERGIE-  
GEBRUIK VAN DE  
WONINGBOUW MET  
80% VERLAGEN”**

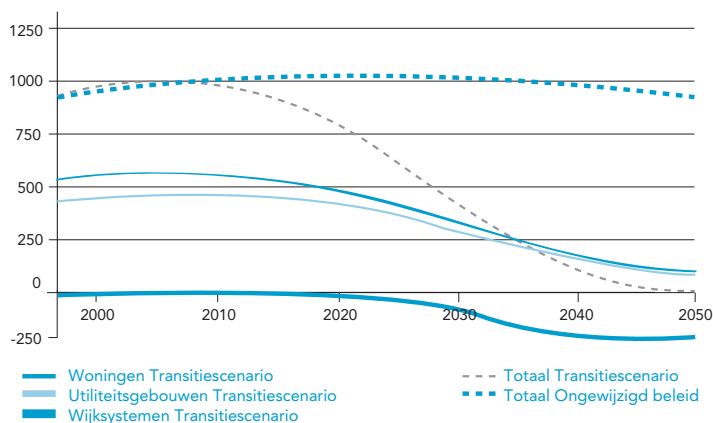
## 5 / EEN ENERGIENEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING MEDIO DEZE EEUW, KAN DAT WEL?



De potentie voor verbeteringen in de gebouwde omgeving, en dan met name op het gebied van duurzaamheid en meer specifiek energie, was (en is) groot. In de overtuiging dat een transitie naar een duurzame samenleving ook, wellicht juist haar weerslag moest krijgen in de gebouwde omgeving, hebben de onderzoeksinstituten TNO en ECN in 2004 een samenwerking opgetuigd onder de naam Building Future. Mijn eerste klus na mijn aanstelling bij ECN als coördinator van Building Future en programmacoördinator van het onderliggende meerjarenonderzoeksprogramma 'Energie Gebouwde Omgeving', was het onderbouwen van de technologische mogelijkheid van de gedroomde energieneutrale gebouwde omgeving medio deze eeuw. Dit, gegeven de eindige snelheid waarmee innovatieve ontwikkelingen door de markt geabsorbeerd

worden, de beperkte mutatiemomenten die gebouwen kennen en de beperkte mankracht in de markt beschikbaar voor de fysieke uitvoering voor de noodzakelijke mutaties. Daarvoor werd een eenvoudig transitie-model opgezet waarmee de impact van verschillende typen gebouwmutaties op het gebruik van gas en elektriciteit bepaald kon worden (*Opstelten, 2007*).

Figuur 2  
Uitkomst door-  
rekening transitie-  
scenario naar  
energie neutrale  
gebouwde omgeving  
(*Opstelten, 2007*).



Met dit model kon goed aangetoond worden dat in ieder geval het energiegebruik in de woningbouw met 80% gereduceerd kon worden van ca. 500 PJ<sup>6</sup> per jaar naar 100 PJ per jaar, met louter het toepassen van maatregelen die zijn door te voeren bij bestaande gebouwmutaties (sloop, nieuwbouw, renovatie, groot onderhoud en installatievervanging), (*Opstelten, 2007*). Gelet op de vergelijkbare hoogte in energiegebruik in 2005, de vergelijkbare mutatiemomenten en benodigde technische mogelijkheden in de Utiliteitsbouw, kan aangenomen worden dat ook voor dat type gebouwen een reductie tot ca. 100 PJ in 2050 haalbaar moet zijn. Om de gebouwde omgeving volledig energieneutraal te krijgen ontbreekt dan nog ca. 200 PJ aan lokaal opgewekte duurzame energie.

Uit een verkenning van de potentie van op wijkniveau beschikbare bronnen voor duurzame energie (wind, zon, biomassa en geothermie) kwam naar voren dat daarin een potentie van 200-400 PJ besloten ligt (Visser *et al.*, 2009). Dit alles tezamen maakt de maakbaarheid van een energieneutrale gebouwde omgeving dan ook verdedigbaar. Hier zijn dan wel significante prestatieverbeteringen tijdens de natuurlijke mutatiemomenten voor nodig (Opstelten *et al.*, 2007):

| Maatregel                                                     | Ambitieniveau |
|---------------------------------------------------------------|---------------|
| Reductie warmtevraag nieuwe gebouwen tot 2020                 | 40% / jaar    |
| Reductie warmtevraag renovatie                                | 75%           |
| Reductie warmtevraag groot onderhoud                          | 15%           |
| Reductie warmtevraag installatievervanging                    | 50%           |
| Reductie elektriciteitsgebruik gebruiksapparatuur             | 2% / jaar     |
| Reductie elektriciteitsgebruik gebouwapparatuur nieuwbouw     | 5% / jaar     |
| Duurzame-energieopwekking nieuwbouw                           | 4000 kWh      |
| Reductie elektriciteitsgebruik gebouwapparatuur bij renovatie | 20%           |
| Duurzame-energieopwekking bij renovatie                       | 2000 kWh      |

Voor elk van de genoemde maatregelen waren destijds al conceptvoorbeelden, waarmee de gestelde ambities waargemaakt zouden kunnen worden. De conclusie is dus dat de gebouwde omgeving inderdaad medio deze eeuw energieneutraal kan zijn. Iets wat niet voor elke sector gezegd kan worden.

---

<sup>6</sup> PJ staat voor PetaJoule wat overeenkomt met 10<sup>15</sup> Joule.

**“ER IS EEN  
OMSLAG NODIG  
IN HET DENKEN  
EN HANDELEN VAN  
DE BOUWSECTOR,  
MET AL ZIJN  
ACTOREN.”**

## 6 / ENERGIETRANSITIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING, EEN SECTORTRANSITIE

Het is een bekende misvatting bij ingenieurs dat technologie-‘push’ (uitmondend in markt-‘push’) een duurzame samenleving kan voortbrengen. Een doorgeslagen geloof hierin kan zelfs leiden tot maatschappelijk onacceptabel gedrag van marktpartijen. Zo is uit gegevens van de tabaksindustrie gebleken dat moedwillig het publiek misleid werd omtrent de door de tabaksindustrie zelf al in de jaren vijftig onderkende gevolgen van tabak op de gezondheid (Oreskes en Conway, 2010). Zo is het al jarenlang terughoudende standpunt van de Amerikaanse regering (ja zelfs de publieke opinie) ten aanzien van regelgeving op het gebied van tabaksrook en klimaatverandering ook aantoonbaar gekoppeld aan de propaganda van enkele oud-wetenschappers die handelden vanuit een onvoorwaardelijk geloof in de vrije markt (Oreskes en Conway, 2010).

Aan de andere kant is het ook een misvatting (vaak gehoord van politici), dat consumentenbehoefte (leidend tot markt-‘pull’) automatisch de oplossingen voor een duurzame samenleving zal voortbrengen en doen implementeren. Gelet op de aanwezige technologieën en systemen waarmee energieneutrale gebouwen nu al gebouwd kunnen worden en de vrijwel volledige afwezigheid van energieneutrale gebouwen in de praktijk, is dit kennelijk specifiek van toepassing op de gebouwde omgeving. De reden hiervoor is tweeledig:

1. Een energieneutraal gebouw of gebied bestaat uit een groot pakket van maatregelen en technologieën, die met elkaar interacteren. Ze beïnvloeden en niet slechts de overall energieprestatie maar ook andere belangrijke prestatiekenmerken (gezondheid, comfort, onderhoud, veiligheid, etc.) van het gebouw of gebied.
2. De eindgebruikers en de actoren in de bouwsector zelf hebben geen algemeen gedeelde visie op het thema duurzaamheid; hun kennisniveau en hun gedrag ten aanzien van omgang met innovatie ontwikkelingen reflecteren dit.

Ter illustratie van de verschillende wijzen waarop met innovatieve ontwikkelingen wordt omgegaan kunnen, in navolging op de analyse van kenmerken van studentenpopulaties (McCall, 1994), de volgende typen marktactoren worden onderscheiden (opgedeeld naar hun benadering ten aanzien van innovatieve ontwikkelingen):

- **Koplopers/innovatoren**

Deze actoren zijn actief op zoek naar innovatieve ontwikkelingen en brengen deze zelfs voort. Ze experimenteren met nieuwe ontwikkelingen (technologieën en realisatieprocessen), gedreven door een behoefte om zichzelf te profileren. Ze hebben daardoor niet alleen als eerste kennis van de voordelen die de innovaties kunnen bieden, maar ook van de succes- en faalfactoren bij implementatie daarvan.

- **Vroege volgers**

Deze groep actoren is gemotiveerd om nieuwe ontwikkelingen te implementeren vanwege de voorgehouden voordelen, maar zoekt actief naar onderbouwing van de gemaakte claims. Vroege volgers hebben daardoor veelal wel al in een vroeg stadium expliciete<sup>7</sup> kennis beschikbaar rondom de innovatieve ontwikkelingen (bijvoorbeeld middels lezingen en nascholingsopleidingen), maar missen nog de impliciete kennis.

- **Vroege meerderheid**

Actoren in deze groep, geconfronteerd met in de praktijk onderbouwde claims, zoeken een veilige adoptie van de nieuwe ontwikkelingen. Deze actoren verkrijgen de opgedane expliciete kennis van innovatoren/koplopers en vroege volgers na enige jaren, bijvoorbeeld uit nascholingsopleidingen en cursussen.

- **Late meerderheid**

Deze groep actoren wacht in feite tot vijftig procent van de markt de nieuwe ontwikkelingen heeft opgepakt, voordat zij deze als voldoende bewezen achten. Zij halen de kennis dus ook vooral uit handboeken, instructiebladen voor de eigen beroepsgroep.

### • Achterblijvers

Deze groep actoren is alleen te motiveren om nieuwe ontwikkelingen op te pakken, wanneer zij daartoe gedwongen wordt door wet en regelgeving. Deze achterblijvers zijn doorgaans zo weinig geïnteresseerd in de opgedane kennis rondom de nieuwe ontwikkelingen, dat zij ook het meest van allen te maken krijgen met opgelegde correcties vanuit toezichthouders op de naleving van wet- en regelgeving.

De diffusie van de door deze actoren ontwikkelde innovaties en de daarmee samenhangende sectorale omslag vertoont daarom ook verschillende fasen: voorontwikkelings-, take-off-, versnellings- en stabilisatiefase. Bij een optimale transitie wordt het verloop van de verandering door de verschillende fasen vaak weergegeven in de vorm van een S-curve (*Rotmans, 2003*).

In combinatie met de grote diversiteit aan actoren (regelgevers, ontwerpers, projectontwikkelaars, bouwers, onderhoudsbedrijven, eigenaren en gebruikers) die medebepalend zijn voor de daadwerkelijke energieprestaties van gebouwen en gebieden in de praktijk, illustreert dit het sectorale karakter<sup>8</sup> dat de energietransitie in de gebouwde omgeving kenschetst, anders dan bij een louter technologische transitie (*Opstelten et al., 2010*).

Het voorgaande illustreert ook het belang van samenhang tussen vernieuwend onderzoek, praktijkbetrokkenheid en disseminatie van innovatieve ontwikkelingen via het onderwijs aan de huidige en toekomstige generatie van professionals in de bouwsector.

---

<sup>7</sup> Expliciete kennis is 'gecodeerde' kennis, die kennis die we kunnen 'vastpakken' en onder woorden kunnen brengen, die overdraagbaar is aan anderen via geschreven of gesproken woorden. Impliciete kennis ('tacit knowledge') daarentegen is veel moeilijker grijpbaar. Tacit knowledge is persoonlijk, specifiek voor een bepaalde context en verbonden aan ervaringen. (Zie *Nonaka en Takeuchi, 1997*).

<sup>8</sup> Hiermee wordt bedoeld dat een omslag moet plaatsvinden in het denken en handelen van de bouwsector, met al zijn actoren, als geheel.

**“VOOR WET-  
EN REGELGEVING  
IS GROOT  
DRAAGVLAK  
NODIG.”**

## 7 / WAAROM DWINGT HET RIJK EEN ENERGIE- NEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING NIET AF MET WET- EN REGELGEVING?

**De wenselijkheid van het komen tot een duurzame, energieneutrale gebouwde omgeving staat eigenlijk nergens meer ter discussie, noch de realisatiemogelijkheid hiervan medio deze eeuw. Over de instrumenten die de energietransitie van de bouwsector zal doen slagen, bestaan echter wel verschillende beelden, zowel bij marktpartijen, overheid als de consument.**

De vraag waarom de overheid niet wet- en regelgeving opzet, waarmee vanaf vandaag alle mutatiemomenten in de gebouwde omgeving worden aangegrepen om energieneutraliteit door te voeren, lijkt – gelet op wat al mogelijk is – gerechtvaardigd. Het is ook niet zo'n vreemde gedachte als je bedenkt dat wetgeving in relatie tot klimaataspecten in Nederland al sinds begin van vorige eeuw zijn intrede deed.



Afbeelding 1  
*Overstromingen in  
Volendam ten gevolge  
van de stormvloed in  
1916.*

Het eerste voorbeeld in de twintigste eeuw is de Zuiderzeewet die dateert van 1918 en volgde op de overstromingen ten gevolge van de stormvloed van 1916. Ook andere overstromingen leiden tot nieuwe wetten: de Deltawet van 1958 (volgend op de watersnoodramp van 1953) en de Deltawet grote rivieren uit 1995 (volgend op de overstroming van de Maas in 1993).

Wet- en regelgeving is een krachtig instrument, waarvoor echter groot draagvlak bij de verschillende actoren noodzakelijk is. Draagvlak voor deze 'stok' is kennelijk wel snel aanwezig, wanneer zich een ramp in de nabijheid heeft voltrokken met een duidelijk aanwijsbare oorzaak. Klimaatverandering en de eindigheid van beschikbare grondstoffen zoals fossiele brandstoffen veroorzaken echter een ramp in voorbereiding, relatief ver weg en slechts geleidelijk voelbaar. Het is daarom niet vreemd dat de overheid in dergelijke gevallen vooral inzet op het vaststellen van langjarige ambities en stimuleringsinstrumenten (de wortel) in plaats van verplichtingen via wet- en regelgeving (de stok). Beide zijn instrumenten om 'de ezel' in beweging te krijgen. Om in beweging te blijven en goed tempo te maken is echter een tamboerijn nodig. Voor de gebouwde omgeving laat zich dat vertalen naar bewustwording en het stellen van tussendoelen afgeleid van het te bereiken eind doel (Heste, 2008). Zowel de in het vooruitzicht gestelde EPC-aanscherpingen als de oplopende energieambitieniveaus beschreven in de innovatieagenda van VROM (Versteeg et al, 2009) en in de experimenten van het programma de Energiesprong van Platform 31 (SEV, 2010; SEV, 2012), zijn daar duidelijke voorbeelden van.

Jan Rotmans, hoogleraar Transitiekunde ziet bovendien nog een heel andere – maar minstens zo belangrijke – rol voor 'Den Haag' en andere meer traditionele instituties voor het slagen van de energietransitie:

*"Den Haag is nodig om het minder Haags te maken en het energie-regime is nodig om de energietransitie uit de wurggreep van de machtige energielobby te halen."...."Voor een transitieplan energie (soort Deltaplan nieuwe stijl) is de betrokkenheid van regimespelers onontbeerlijk. Maar nichespelers zijn minstens zo belangrijk, anders verdwijnt het radicale karakter uit zo'n plan en verwordt het wederom tot een zouteloos compromis."* (Rotmans, 2012).

Dat illustreert de veranderende rol van "Den Haag" en tegelijk de beperkingen van wet- en regelgeving als stok om een energietransitie te doen slagen.



**“ONDERZOEKS-  
PRIORITEITEN  
VANUIT HET  
EINDBEELD: DE  
ENERGIENEUTRALE  
GEBOUWDE  
OMGEVING IN  
DE STEDELIJKE  
CONTEXT.”**

## 8 / MARKTVRAGEN VOOR HET LECTORAAT

**Toen het programma De Omslag opgestart was, werd al snel daarna de oprichting van dit lectoraat besproken met een aantal vertegenwoordigers van diverse marktactoren, voor wie dit lectoraat relevantie zou moeten hebben. Met hen werd onder andere verkend welke vragen in de markt leven die het onderzoek van dit lectoraat zouden kunnen voeden.**

Deze vragen zijn opgenomen in de structuurnota van dit lectoraat (*Verdeyen en Eweg, 2011*) en betreffende de volgende:

- Hoe kunnen we door technische innovaties gedrag van gebruikers zodanig beïnvloeden dat energiegebruik geminimaliseerd wordt?
- Hoe kunnen we huishoudens concrete zaken bieden waardoor ze decentraal energie kunnen opwekken?
- Hoe ontwerp je gebouwen en installaties die minder gevoelig zijn voor gebruikersinvloeden?
- Hoe maak je duurzame renovatie van bestaande woonwijken laagdrempelig en rendabel?
- Op welke manier realiseren we vergaande besparing (>60 %) in bestaande bouw?
- Hoe kun je standaardconcepten voor bouwdelen die energie opwekken ontwerpen, zodat deze goedkoop, snel en met zekere prestaties kunnen worden toegepast?
- Hoe kunnen we geavanceerde energiesystemen voorzien van adequate feedbacksystemen m.b.t. daadwerkelijk prestaties?
- Hoe kun je op het Utrecht Science Park optimaal gebruikmaken van elkaars reststromen van koude en warmte?
- Hoe kunnen we de mogelijkheden van duurzame daken in de provincie Utrecht optimaal inzetten voor duurzame energieopwekking?
- Hoe kunnen we met meer kennis van zelfvoorzienend bouwen bijdragen aan een klimaatneutraal Utrecht?

De bovenstaande vragen vertonen (opvallend genoeg) aardige overeenkomsten met de sleutelactiviteiten die de transitie naar aardgas een succes hebben gemaakt: ze gaan over motivatie en gedrag van

gebruikers (**willen**), ze gaan over fysieke concepten waarmee hogere energieambities gerealiseerd **kunnen** worden en ze gaan over het **opschaling**vraagstuk. Wat verder ook opvalt is dat ze voor het merendeel gaan over mogelijkheden om tot verbeteringen vanaf hier te komen, een vorm van 'forwardcasting'. Alleen de laatste vraag gaat over de noodzakelijke veranderingen benodigd voor het bereiken van een eindbeeld, backcasting. Alle bovenstaande vragen hebben relevantie voor dit lectoraat. De structurering in onderzoekslijnen zal evenwel opgehangen worden aan het bereiken van een eindbeeld: de energieneutrale gebouwde omgeving, rekening houdend met de vooral stedelijke context waarvoor met name innovatie, kennisontwikkeling en kennisdisseminatie benodigd zal zijn om dit eindbeeld te realiseren.



**“EEN GESLAAGDE  
TRANSITIE VIA  
WILLEN,  
KUNNEN EN  
OPSCHALEN.”**

## 9 / HOOFDVRAAGSTELLING

**Het is duidelijk: de realisatie van een energieneutrale gebouwde omgeving is niet slechts technisch mogelijk, de natuurlijke mutatiemomenten bieden ook voldoende mogelijkheden om dit rond het midden van deze eeuw te verwezenlijken en er is een groeiende groep marktpartijen die de handschoen reeds heeft opgenomen. Nu rest nog de vraag wat de onderzoeksuitdagingen zijn waarmee dit lectoraat deze transitie verder kan versnellen.**

Het lectoraat Nieuwe Energie in de Stad bundelt het onderzoek binnen Hogeschool Utrecht rondom de centrale vraagstelling:  
*"Hoe kunnen de innovatieve processen en systemen die noodzakelijk zijn voor het succesvol doorlopen van de transitie naar een energie-neutrale gebouwde omgeving – met specifieke aandacht voor de context van het stedelijk gebied – ontworpen, geïmplementeerd en effectief gebruikt worden?"*

Geïnspireerd op de eerder geslaagde energietransitie in Nederland, de transitie naar een aardgasland, delen we de onderzoeksagenda, die antwoorden moet bieden op bovenstaande vraagstelling, op in drie onderzoekslijnen. Dit zijn thema's waarmee de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving kan slagen.

### 1. Energie & Gedrag

Deze onderzoekslijn gaat in op het willen. De stakeholders, en in het bijzonder de eigenaren en gebruikers van gebouwen en gebieden, moeten zich committeren aan, dan wel verleid worden tot, het doorvoeren van de vereiste veranderingen op gebouw-, gebied- en mogelijk zelfs eigen (organisatie)gedragsniveau.

De leidende vraagstelling hierbij is:

*"Hoe, en met welke innovatieve producten en diensten, kunnen actoren in de gebouwde omgeving, en in het bijzonder gebouwgebruikers, van passieve consumenten van energie worden getransformeerd in actief betrokken prosumenten: gebruikers van gebouwen en gebieden die niet alleen energie gebruiken maar die ook binnen het eigen domein duurzame energie opwekken?"*

## 2. Bouwenergetica

Deze onderzoekslijn gaat in op het kunnen. De stakeholders moeten in staat zijn op economisch verantwoorde wijze de noodzakelijke veranderingen door te kunnen voeren.

De leidende vraagstelling hierbij is:

*“Hoe kunnen de installatie, gebouw- en gebiedsconcepten welke tezamen de energieneutrale gebouwde omgeving medio deze eeuw vormen, op een economisch verantwoorde manier voor zowel de makers en gebruikers daarvan worden samengesteld, gebouwd en onderhouden met gegarandeerde prestaties?”*

## 3. Opschaling

Alle stakeholders van vastgoedeigenaren (sociaal, publiek, privaat en particulier) tot en met de bouwpartijen en overheidsinstanties moeten de opschaling naar de gebouwde omgeving als geheel ter hand nemen door een uitrol van gebouw- en gebiedsconcepten met het gewenste (energie)prestatie niveau.

De leidende vraagstelling hierbij is:

*“Hoe kunnen de systeembelemmeringen die opschaling van op-zichzelfstaand goede, gebouw- of gebiedsconcepten in de weg staan, met behulp van technologische, sociale en/of procesinnovaties worden opgelost?”*

Deze drie onderzoekslijnen zijn bedoeld om overzicht en structuur te bieden voor de vraagstukken die we binnen het lectoraat oppakken. Ze zijn echter niet bedoeld als afbakening bij de opzet van onderzoeksprojecten. Net als in de dagelijkse praktijk van de gebouwde omgeving, zullen in onderzoeksprojecten meerdere vraagstukken tegelijk opgepakt kunnen, ja zelfs moeten, worden.

Ter illustratie van dit laatste noem ik het voorbeeld van een project voor de organisatie LomboXnet<sup>?</sup>, dat in 2012 door studenten van Hogeschool Utrecht werd uitgevoerd als onderdeel van de minor Sustainable Energy Systems. In dit project is de ontwikkeling van een app opgestart, waarmee bewoners in een wijk in periodes met een tekort aan lokaal opgewekte duurzame energie aangezet kunnen worden tot het verschuiven van energieverbruik naar periodes

van overschot van lokaal opgewekte duurzame energie. Het vraagstuk van vraag-aanbodmatching komt direct voort uit het vraagstuk van 'Opschaling'; het houdt verband met de noodzaak om gridinstabiliteit en netverzwaring te voorkomen, wanneer duurzame discontinue/intermitterende energie (afkomstig van zon en/of wind) in grote hoeveelheden lokaal wordt opgewekt. Daartoe moeten echter de energiestromen tussen apparaten bestuurd kunnen worden door een energiemanagementsysteem, onderwerp van onderzoek binnen de onderzoekslijn Bouwenergetica. De app die hier onderdeel van onderzoek was, zet tot slot nadrukkelijk in op het beïnvloeden van 'Energie & Gedrag'.

In projecten zullen vraagstukken of inzichten vanuit meerdere onderzoekslijnen dus vaak samenkomen in een integrale aanpak door een interdisciplinair team.

In de volgende hoofdstukken werk ik de drie onderzoekslijnen nader uit.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

### TOK – Van idee tot nieuwe business

Sinds een tweetal jaren worden studenten van Hogeschool Utrecht uitgedaagd (en ondersteund) om in zogenaamde TOK-projecten ideeën uit te werken voor nieuwe producten, diensten en processen rondom (mogelijke) bedrijfsactiviteiten van Ballast Nedam.

---

<sup>9</sup> LomboXnet is een bewonersinitiatief met als oorspronkelijk doel om supersnel internet goedkoop toegankelijk te maken voor de bewoners van Lombok Utrecht. Ondertussen heeft het de activiteiten uitgebreid naar uitrol van zonnepanelen in de wijk en de ontwikkeling van een lokaal smart grid via het project 'Smart Grids: rendement voor iedereen'.

**“DE GEBRUIKER  
HEEFT GROTE  
INVLOED OP DE  
GEREALISEERDE  
ENERGIE-  
PRESTATIE.”**

## 10 / ONDERZOEKSLIJN ENERGIE & GEDRAG

**Een van de meest bepalende factoren voor de gerealiseerde energieprestatie van een systeemconcept in de gebouwde omgeving is de gebruiker. Bij een gelijk systeemconcept kan het uiteindelijke energiegebruik in de praktijk enorm variëren (tot wel een factor 10) (Kalkman, 2012). Het is dus van essentieel belang inzicht te krijgen in de relatie tussen deze gebruiker en de energieprestatie van het systeem omdat daarmee in potentie belangrijke energiegerelateerde problemen en beperkingen van componenten en technologieën binnen systemen kunnen worden weggenomen. Daardoor kunnen die systemen te zijner tijd op grote schaal, betrouwbaar en tegen aanvaardbare kosten inpasbaar zijn, en daadwerkelijk de prestatie leveren die ze onder ideale of theoretische omstandigheden ook leveren. Daarnaast is het essentieel dat de ontwikkelde concepten op voor de gebruiker belangrijke prestaties goed scoren.**

Door het denken in termen van de eindgebruiker vindt er een verschuiving plaats van het denken in specificaties naar het denken in prestaties. Evaluatie van deze prestaties in de ontwerpfase, maar met name ook in de constructie- en gebruiksfase (prestatiecontracten) wordt daarmee van groter belang. Het gevolg is dat bestaande technieken meer op hun 'echte' waarde worden gewaardeerd en geoptimaliseerd. Tevens kunnen randvoorwaarden voor nieuwe ontwikkelingen beter worden gedefinieerd. Een heldere afweging tussen comfort en energieaspecten is dan bijzonder wenselijk. Ten slotte hoeft in termen van duurzaamheid niet alleen gedacht te worden aan materiaal en energiegebruik en gezondheid. Flexibiliteit speelt bijvoorbeeld ook een belangrijke rol bij het (integraal) optimaliseren van een duurzame gebouwde omgeving.

Uitgaande van het hierboven beschreven beeld is het langetermijn-doel voor deze onderzoekslijn dat de stakeholders, en met name de eigenaren en gebruikers van gebouwen en gebieden, zich committeren aan, dan wel verleid worden tot, het doorvoeren van de vereiste veranderingen op gebouw-, gebied- en mogelijk zelfs eigen gedragsniveau.

De leidende vraagstelling hierbij is:

*“Hoe, en met welke innovatieve producten en diensten, kunnen actoren in de gebouwde omgeving, en in het bijzonder gebouwgebruikers, van passieve consumenten van energie, worden getransformeerd in actief betrokken prosumenten: gebruikers van gebouwen en gebieden die niet alleen energie gebruiken maar ook binnen het eigen domein duurzame energie opwekken?”*

Daarbij hoort tevens het vraagstuk hoe gebruikers effectief inzicht kan worden gegeven in de eigen mogelijkheden om de energiebalans te beïnvloeden, door:

1. fysieke transformatie: het (laten) aanpassen van het gebouw en/of gebied op het daarvoor logische mutatiemoment (nieuwbouw, renovatie, onderhoud, installatie- of apparaatvervanging);
2. gedragsverandering: het aanpassen van het gebruik van gebouw en apparaten (gedrag), passend binnen de eigen leefstijl en behoefte.

Voor de onderzoekslijn Energie & Gedrag zal verbinding gelegd moeten worden tussen o.a. gedragswetenschap, technische wetenschap, financial service management, marketing en communicatie.

Bovenstaande onderwerpen worden hierna verder uitgewerkt.

### **Fysieke transformatie**

De afgelopen jaren zijn behoorlijke ontwikkelingen doorgemaakt op het gebied van conceptueel bouwen, onder invloed van prijsvragen en nieuwe vormen van aanbesteding door woningcorporaties (Nianesto, 2012; Energiesprong, 2012). Het resultaat is dat er nu al nieuwbouw en renovatieconcepten zijn waarmee de gebruiker geen energielasten meer hoeft te hebben tegen verantwoorde investeringslasten, de zogenaamde energienotaloze of nul-op-de-meterconcepten voor de woningbouw (Netwerk Conceptueel Bouwen, 2012). Ook in de Utiliteitsbouw zijn ondertussen voorbeelden van gebouwconcepten die de energierekening drastisch terugbrengen, tot aan energieneutraal tegen (alweer) verantwoorde

investeringsbedragen (*Miert et al., 2012*). Toch lijkt de vraag naar deze concepten, met name bij de particulier, nog erg laag. De redenen hiervoor zijn nog onvoldoende onderzocht maar de volgende aspecten lijken van belang:

- **Prestatiegarantie.** In het beslissingsproces van particulieren en huurders van gebouwen wordt de afgegeven garantie op te leveren prestaties als belangrijkste aspect ervaren (*Nibud, 2007*). Met name wanneer de energieprestatie van het gebouw een dominante prestatie van het gebouw wordt, is het dus noodzakelijk dat de prestatiegarantie wordt afgegeven op de resulterende energieprestatie op de energiemeter(s). Des te meer wanneer financieringsconstructies gestoeld gaan worden op de effecten op de energielasten (*Nibud, 2011*). Belangrijk vraagstuk daarbij is, hoe de invloed van gebruikersgedrag op de energieprestatie van het gebouw bij prestatiegaranties meegenomen kan worden en wat dit betekent voor de onderliggende condities.
- **Aansluiting van marketing & communicatie rondom gebouw-concepten op motieven en aankoopgedrag van vastgoedeigenaren bij aanschaf van nieuwbouw dan wel de uitvoer van een renovatie (of toestemming van huurders daarvoor) en betrokkenheid van de gebouwgebruiker bij het creatieproces.** Daar waar energiereductie (nu nog) maar zelden als motief voor doorvoer van maatregelen wordt opgenomen, kunnen andere motieven zoals uitbreiding van de woning, verbetering van het binnenmilieu (b.v. tochtklachten), functionele indeling en uitstraling ook goed aangeprezen worden om tegelijk een hoge energieprestatie te realiseren. Zeker daar de andere motieven vaak ook een directe relatie hebben met het energiegebruik van het gebouw.
- **Esthetiek in relatie tot welstandseisen en architectonische bescherming en gebruikerswensen, met name bij renovatie van gebouwen.**

Het belang van deze aspecten en de wijze waarop deze meegenomen kunnen worden in het ontwerpproces zijn daarom belangrijke elementen binnen onderzoeksprojecten.

Uit bovenstaande kan opgemaakt worden dat voor onderzoek op dit gebied samenwerking gezocht zal worden met o.a. het lectoraat Marketing, Marktonderzoek & Innovatie en het lectoraat Co-design.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

### Minor Duurzaam Innoveren

In deze minor leren studenten wat duurzaamheid kan betekenen in productontwerpen en in bedrijfsprocessen. Door met een projectteam een zelf verworven praktijkopdracht uit te voeren leren ze duurzame innovatie toe te passen in de praktijk.

### Gedragsverandering

Niets zo lastig als verandering van gedrag. Temeer wanneer de gezochte gedragsverandering ten behoeve van een meer algemeen maatschappelijke doelstelling moet dienen, zoals het geval is bij energietransitie in relatie tot klimaatverandering. Om gedragsverandering te bereiken zijn drie zaken van grote invloed (Groot et al., 2008):

- *Bewustzijn*  
Verander de waardering van de wijze waarop het milieu een rol speelt bij gebruik van gebouwen en verander de perceptie van impact van gedrag op energiegebruik.
- *Terugkoppeling*  
Vergroot de kennis rondom gedragingen die het energiegebruik van/in gebouwen terugdringen.

- *Eenvoud*  
Verminder de tijdsbelasting en complexiteit door coaching op routinegedrag en eenvoudige investeringsopties.

Dit indachtig zullen verschillende aanpakken om te komen tot gedragsverandering rondom energiegebruik in de gebouwde omgeving onderwerp van onderzoek zijn:

- beïnvloeding van energiezuinig gedrag door bedrijven. Het gaat hier om weerstanden en drivers bij doorvoer van bedrijfskundige/organisatorische veranderingen (internalisatie), die benodigd zijn voor professionele ontwikkeling van gebouwconcepten door marktpartijen inclusief de rol van incentives voor energie efficiëntie in het zakelijk verkeer (CO<sub>2</sub>-prestatieladder);
- beïnvloeding door middel van informatieoverdracht vanuit professionele organisaties (gemeente, vastgoedeigenaren, Energy Service Companies (ESCo's));
- beïnvloeding door middel van onderlinge gebruikersinteractie, bijvoorbeeld middels (technologie ondersteunde) energiecompetities;
- beïnvloeding door middel van technologie, bijvoorbeeld middels user interfaces, al dan niet in combinatie met sensoren en actuatoren (bijvoorbeeld verbonden in slimme netten).

Het thema gedragsverandering speelt ook een rol in andere lectoraten aan Hogeschool Utrecht (HU, 2012) zoals het lectoraat Crossmediale Communicatie in het Publieke Domein van Reint-Jan Renes en in HU-speerpunten zoals bijvoorbeeld het speerpunt Creatieve Industrie. Vanuit dit lectoraat zal dus met name de verbinding met het onderzoek daarbinnen gezocht worden in gezamenlijk op te zetten en uit te voeren projecten. Hierbij zal onder andere verbinding gemaakt worden met de opleiding Cross Media Design rondom het thema serious gaming in relatie tot gedragsverandering als gevolg van bijvoorbeeld energiecompetities of uitgelokt middels user interfaces.

**“HOE OPTI-  
MALISEER JE  
DE ENERGIE-  
HUISHOUDING  
VAN GEBOUWEN  
EN GEBIEDEN  
NU, TOEKOMST-  
BESTENDIG.”**

## 11 / ONDERZOEKSLIJN BOUWENERGETICA

**Bouwenergetica houdt zich bezig met het onderzoek naar de energieproductie, -conversie, -opslag en -transport, en het uiteindelijke energiegebruik door de bouwstenen (de energiesystemen ) van de gebouwde omgeving. De onderzoekslijn Bouwenergetica richt zich op het optimaliseren van de energiehuishouding van de gebouwde omgeving (wijken, gebouwen en bouwdelen) inclusief de regelsystemen die deze elementen met elkaar in verbinding stellen.**

### OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

#### **Minor Sustainable Energy Systems**

De student gaat aan de slag met modellering van duurzame energiesystemen, de levenscyclusanalyse daarvan, met bedrijfskundige aspecten en de toepassing daarvan op praktijkprojecten. Die praktijkprojecten variëren van de verduurzaming van vakantie-woningen, tot simulatie van de combinatie van een windturbine, electrolyzer en brandstofcel in het softwarepakket Trnsys, tot de ontwikkeling van een app voor een lokaal 'slim net'.

De stakeholders moeten in staat zijn op economisch verantwoorde wijze de noodzakelijke veranderingen door te kunnen voeren. De leidende vraagstelling hierbij is: *"Hoe kunnen de installatie, gebouw- en gebiedsconcepten welke tezamen de energieneutrale gebouwde omgeving medio deze eeuw vormen, op een economisch verantwoorde manier voor zowel de makers en gebruikers daarvan worden samengesteld, gebouwd en onderhouden met gegarandeerde prestaties?"*

Daarbij hoort tevens het vraagstuk in hoeverre de finale gebouw- en gebiedssamenstelling tot stand kan komen uit meerdere aanpassingen in de tijd. Daaronder horen verschillende onderwerpen:

### **1.Integrale bouw- en installatieconcepten**

Welke robuuste, aanpasbare en aantrekkelijke oplossingen met garandeerbare prestaties passen bij specifieke gebouw/gebied/gebruiker-combinaties?

### **2.PIAF-benadering**

Welke intermediaire (technische) uitvoeringen belemmeren, dan wel versterken, de finale gebouw- en gebiedsuitvoering en hoe kunnen gebouw- en gebiedsconcepten voorbereid worden op de inpassing van nieuwe technologieën die nu nog in de idee- of conceptuele fase van ontwikkeling staan?

### **3.Energiemanagement**

Hoe kunnen energiemanagementsystemen ingezet worden om gebouw- of gebiedssystemen niet slechts omgevingsadaptief te laten opereren, maar ook gebruikersadaptief of zelfs gebruikers-educatief?

## **OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT**

### **Frissen gebouwen (i.h.b. lokale Utrechtse scholen)**

Studenten van Hogeschool Utrecht analyseren met behulp van een sensorkit de energie- en binnenmilieuprestaties ventilatievoud, (CO<sub>2</sub>), vocht, formaldehyde etc.) onder invloed van bijvoorbeeld het geïnstalleerde ventilatiesysteem.

Voor de onderzoekslijn Bouwenergetica zal verbinding gelegd moeten worden tussen technische wetenschap (bouwkunde, werktuigbouw, engineering, integraal ontwerpen, ICT), BIM (Bouwwerk Informatie Model), bouw- en procesmanagement, commerciële economie, etc.

Bovenstaande onderwerpen worden hieronder verder uitgewerkt.

### **Integrale bouw- en installatieconcepten**

Wat zijn goede combinaties van bouwkundige en installatie-technische maatregelen, om gegarandeerd netto-energieneutraal (op de meter) te kunnen (blijven) wonen bij specifieke veelvoorkomende huishoudensprofielen, toepasbaar bij nieuwbouw of renovatie, met als randvoorwaarden:

- duurzaam betaalbare woonlasten
- gezond en comfortabel binnenmilieu
- minimaal 10 jaar schadevrij/bedrijfszeker, met lage onderhoudskosten
- minimale overlast voor bewoner bij realisatie van maatregelen
- aanpasbaarheid bijvoorbeeld als de gebruikskarakteristiek van het gebouw verandert

De nu al grote verscheidenheid aan beschikbare technologieën waarmee de energieprestatie van een gebouw of gebied tot aan energieneutraliteit gebracht kan worden stemt uitermate positief. Niet elke combinatie van technologie leidt echter automatisch tot een gebouwconcept dat logisch aansluit op het gebruik en de behoeftes van de gebouwgebruikers. Dit laatste indachtig, zijn vanuit het programma de Energiesprong, enkele conceptuitwerkingen gemaakt passend bij verschillende motieven van gebouwgebruikers zowel voor woningen in Huis vol Energie (*Koene en Bosschaart, 2011*) als voor bedrijven met een kantoorhuisvesting (*Miert et al., 2012*). Marktpartijen hebben recentelijk laten zien dat er nog veel meer concepten voor energieneutrale gebouwen (met name voor woningbouw) mogelijk zijn (*Ikhebeenidee, 2013*). Wat al deze concepten gemeen hebben, is dat ze afhankelijk zijn van een

samenspel van hoogstaande bouw- en installatietechniek en dat het effect van dit samenspel op het gebied van bovenstaande kenmerken (energie, milieulast, binnenmilieu, etc.) nog niet in de praktijk aangetoond is, laat staan de bewonerstevredenheid erover.

Verscheidene maatregelen hebben effect op meer dan één kenmerk. Een warmtepomp bijvoorbeeld, kan een positief effect hebben op het milieu en de comfortbeleving in woningen (vanwege de actieve zomerkoeling), maar het effect op de energierekening kan zowel positief als negatief zijn. Dat hangt erg sterk af van de dimensionering van de warmtepomp zelf, de broncapaciteit (bodem/lucht), maar ook van andere toegepaste installatietechnieken (ventilatiesysteem, zonne-energiesysteem en warmteafgiftesysteem) en de toegepaste bouwtechnieken (zoals isolatie en zonwering). En zelfs als het concept ontworpen is rond een goede balans van al deze maatregelen, dan wordt het uiteindelijk succes hiervan voor gebouwgebruiker en aanbieder van het concept ook nog in sterke mate bepaald door het realisatieproces, op de bouwplaats of in de fabriek. Alle actoren die betrokken zijn, van ontwerp tot en met oplevering en onderhoud, dienen daarvoor kennis en kunde van elkaars vakgebied en de nieuwste ontwikkelingen daarop te hebben en samen te werken aan de volgende generatie oplossingen.

Van belang is daarbij te onderkennen dat de integratie van bouw- en installatietechnieken in een compleet systeem (zowel op gebouw als gebiedsniveau) veel meer is dan de combinatie van losse maatregelen. Belangrijke deelvragen binnen het onderzoek van Bouwenergetica zijn daarom ook:

- Hoe ziet voor een specifieke product-marktcombinatie het duurzame gebouw- of gebiedsconcept er uit, waarop een garantie rondom de energiestaat in de praktijk kan worden afgegeven en dat een gezonde businesscase biedt voor de aanbieder(s)? Hoe moet daarbij het bouwproces worden ingericht om een tevreden gebouwgebruiker als eindresultaat te kunnen leveren?

- Wat voor functionele verbeteringen zijn gewenst vanuit verdergaande eisen rondom gebouw- en gebiedsconcepten en hoe kunnen deze vertaald worden in de ontwikkeling van ontwerpinstrumenten, nieuwe technologieën en integrale gebouwconcepten?

Met name rond de eerste vraag ligt overigens ook een duidelijke link met de onderzoekslijn Energie & Gedrag.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEITEN

### Minor Duurzame monumentenzorg

Deze minor behandelt onder andere het spanningsveld tussen duurzaamheid vanuit milieuoogpunt en functionele duurzaamheid zoals die speelt bij gebouwen die monumentale waarde hebben.

### Afstudeeratelier Onestopshop

Huiseigenaren die hun woning duurzaam willen renoveren weten vaak niet waar ze moeten beginnen. Studenten Bouwkunde en Bouwtechnische bedrijfskunde ontwikkelen daarom samen met enkele bouwbedrijven een onestopshop-renovatieconcept, te vermarkten via het hiervoor nieuw opgezette bedrijf. In dit atelier werken de studenten fysieke renovatieconcepten uit, met een bijbehorend businessconcept en een daaraan verbonden communicatieconcept. De in dit atelier ontwikkelde renovatieconcepten zijn niet alleen energieneutraal, maar ook kostenneutraal. Hiertoe worden verschillende aspecten behandeld, variërend van industrialisatie & pre-assemblage, de rol van BouwInformatieModellering (BIM), het gebruik van persona's bij cocreatie van renovatieconcepten, bouwprojectmanagement en financiële innovatie.

### PIAF-benadering

Afhankelijk van het natuurlijk mutatiemoment, maar ook van de bereidheid van gebouweigenaren, zal een gebouw bij mutatie geheel of slechts gedeeltelijk verduurzaamd worden. Verdere verduurzaming kan op een later moment (bijvoorbeeld om economische redenen) wenselijk of zelfs (om bouwkundige redenen) noodzakelijk worden. Het is daarbij van belang om te beseffen dat gedurende de resterende levensduur van de verschillende onderdelen van het energiesysteem, nu nog niet toepasbare technologieën beschikbaar zullen komen. Om deze reden is het van groot belang inzicht te krijgen welke intermediaire uitvoeringen belemmerend dan wel versterkend kunnen werken op het bereiken van een volledig duurzame uitvoering 'just in time'. Tegen deze achtergrond is de PIAF-methodiek ontwikkeld (Leistra, 2012).

Een gebouw- of gebiedsconcept ontwikkeld volgens de PIAF-methodiek kenmerkt zich door de afstemming van bouwkundige en installatietechnische aspecten op de optimale energietechnologieën van nu en de nabije toekomst, geredeneerd vanuit het verkrijgen van uitstekende energieprestaties, een optimaal comfort en maximale waardevermeerdering bij minimale integrale woonlasten (Opstelten 2011). Het resultaat is niet alleen state of the art maar blijft dat ook door de voorbereiding op toekomstige ontwikkelingen. Hiermee wordt een toekomstbestendig gebouw gecreëerd waar alle investeringen afgestemd zijn op optimaal rendement. PIAF staat dan ook voor Prepared In All aspects for Future developments en is tevens een knipoog naar Édith Piaf's "Non, je ne regrette rien".

Afbeelding 2  
De eerste woning-  
renovatie volgens  
de PIAF-aanpak:  
mijn eigen woning.



De conceptontwikkelingsmethodiek voor nieuwbouw- en/of renovatieconcepten komt in het kort neer op de volgende stappen:

1. Stel het (technologisch-economisch) ontwikkelingspad vast van bestaande en nieuwe technieken, inclusief bandbreedte van energieprijzontwikkelingen (en van de waardeontwikkeling van vastgoed door inzicht in waardebepalende elementen zoals woonoppervlak, gezondheid/comfortaspecten (bijvoorbeeld koeling), etc.).
2. Bepaal de optimale mix van installatieconcepten voor het gebouw bij het eerstvolgende mutatiemoment van de installaties, gegeven een energieambitieniveau dat daarmee op dat moment vervuld moet kunnen worden (bijvoorbeeld energieneutraliteit, autarkisch, fossielloos, factor-4-reductie van de energierekening, etc.).
3. Bepaal de bijbehorende bouwkundige randvoorwaarden die de woning op dat moment zou moeten hebben en leg die vast in het PvE voor het nu te realiseren concept.
4. Bepaal de installatiemix waarmee de woning tot het volgende moment uitgerust moet zijn in het licht van de energie- en comfortambitie, voor dit moment en voor wat betreft de aanpasbaarheid van het installatiepark op het eerstvolgende mutatiemoment.

Om een concept te ontwikkelen volgens deze methodiek is het dus noodzakelijk kennis te hebben van technologieën die nu nog in ontwikkeling zijn en die bij een volgend mutatiemoment in het gebouw of gebied geïntegreerd zouden moeten kunnen worden. Belangrijke vragen daarbij zijn:

- Welke technologieën zullen over circa 10 tot 15 jaar marktrijp zijn geworden voor integratie op gebouw- of gebiedsniveau? En hoe kan een gebouw- of gebiedsconcept dat nu ontworpen en/of gerealiseerd wordt, voorbereid worden op de inpassing van deze toekomstige technologieën?
- Hoe kan de PIAF-methodiek geïnstrumenteerd worden, zodat gebouwconcepten eenvoudig ontwikkeld of getoetst kunnen worden op hun toekomstvast waarde, vanuit beschikbare gegevens rondom gebouwenkenmerken, gebruikerskenmerken en

energiegerelateerde ontwikkelingen op het gebied van technologie, economie en onderhoud?

Daarnaast verricht het lectoraat Vernieuwend Vastgoedbeheer van mijn collega-lector Vincent Gruis relevant onderzoek op dit gebied. Binnen dit lectoraat zoekt docent/promovendus Henk Brinksma naar renovatieoplossingen die stapsgewijs en flexibel kunnen worden toegepast en die ook de mogelijkheid van toekomstige renovaties niet in de weg staan, maar juist vergroten. De implicaties voor mogelijkheden en beperkingen op het gebied van energieprestatie vormen een logische invulling van samenwerking op dit terrein.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

### **De duurzame Uithof**

De Uithof is het gebied waar allerlei bedrijven, gericht op opleiding, onderzoek en ontwikkeling van innovatieve systemen zijn gevestigd. Hogeschool Utrecht wil hier al haar in Utrecht beschikbare opleidingen en onderzoeksactiviteiten concentreren. Hierbij heeft zij de ambitie om de gehele (vernieuwde) vastgoedportefeuille energieneutraal te maken. De duurzame Uithof was hiervoor de eerste integrale verkenning. Studenten van bouwkunde, engineering & design (destijds algemene operationele techniek), civiele techniek, geodesie, ruimtelijke ordening & planologie, technische bedrijfskunde verkenden daarvoor een breed scala aan ontwerpen, variërend van energie-efficiënte gebouwen tot aan duurzaam waterbeheer en duurzame mobiliteit van en naar dit campusterrein (Planje et al., 2011).

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

### Afstudeeratelier Duurzaam en flexibel bouwen

De studenten van dit atelier studeren allemaal af bij een bedrijf op een duurzaam onderwerp. Omdat zij allemaal een duurzaam onderwerp hebben, zijn ze aan elkaar gekoppeld en ontstaan vaak kruisbestuivingen tussen onderzoeken. Een student die onderzoek deed naar het vermarkten van de toepassing van warmtepompen, kon daarvoor het onderzoek gebruiken van een andere student over het verduurzamen van een standaardwoning. Het bouwbedrijf waarvoor die standaardwoning werd verduurzaamd was verbaasd hoe eenvoudig het duurzamer zou kunnen en heeft dat meteen overgenomen in zijn bedrijfsproces.

### Energiemanagement

Regelmechanismen zijn nodig om de veelheid aan aanbod-technologieën, technologieën voor energieopslag en conversiesystemen, gecombineerd met de (mogelijk zelfs dynamische) schil optimaal te laten functioneren. Daarbij speelt ook een rol dat het vanuit comforttechnisch oogpunt belangrijk is tot een goed regelmechanisme te komen. De kans lijkt aanwezig dat bij het ontbreken hiervan suboptimale of zelfs geheel niet functionerende systemen ontstaan. Daarnaast is het regelmechanisme veelal de interface met de bewoner.

Onderzoek (Kester, 2006; Opstelten, juni 2007) heeft aangetoond dat het besparingspotentieel van geavanceerde energimanagementstrategieën ongeveer 190 PJ aan primaire energie bedraagt, wanneer toegepast in de gehele gebouwde omgeving. Dat komt overeen met 19% van het primair energiegebruik in deze sector. Dit potentieel kan behaald worden door toepassing van omgevingsadaptieve, gebruikersadaptieve en met name gebruikerseducatieve energimanagementregelingen.

- Omgevingsadaptieve regelingen passen de werking van onderliggende systemen aan op basis van dynamische omgevingskarakteristieken. Hierbij moet gedacht worden aan automatische zonwering of buitentemperatuurgeregelde klimaatbeheerssystemen, maar ook aan regelingen die zorgdragen voor een duurzaam evenwicht van bodembronnen in geval van warmte-koudeopslag (WKO) in de bodem bij ondiepe geothermie of aan verlengde levensduur van diepe geothermie-energiesystemen.
- Gebruikersadaptieve regelingen kunnen de werking van de onderliggende systemen aanpassen op basis van gebruikersgerelateerde gedragingen. Hierbij kan gedacht worden aan regelingen die de verwarming proactief verlagen bij terugkerend gedrag ten aanzien van het spuien (doorluchten) van een gebouw op gezette tijdstippen.
- Gebruikerseducatieve regelingen tot slot, zorgen voor beïnvloeding van het gedrag en voorkeuren van gebruikers, door de gebruiker inzicht te geven in mogelijk ongewenste bijeffecten, dan wel mogelijke voordelen van het eigen (andere) gedrag op gebied van energie en binnenmilieukwaliteit. Een voorbeeld hiervan is het idee van Eigen Haard om de verlichting van portieklampen van kleur te laten veranderen afhankelijk van de actuele kosten van het gebruik van elektriciteit, mede onder invloed van de op het eigen gebouw aanwezige zonnestroomsysteem.

Belangrijke vraagstukken hierbij zijn:

- Hoe kunnen met dergelijke regelsystemen de verschillende optimalisatiestrategieën rond energie, duurzaamheid, binnenmilieu, en economie met elkaar in balans gebracht worden?
- Hoe kunnen de randvoorwaarden vanuit gebruikersperspectief (beslissingsvrijheid, acceptatie, adaptatie, incentives) meegenomen worden in het ontwerp en de werking van dergelijke regelsystemen?

Ook hier ligt een link met de onderzoekslijn Energie & Gedrag.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEITEN

### **Duurzaam koelen (i.h.b. supermarkten)**

Na een gedegen voorstudie van koudelastberekening hebben studenten bij lokale supermarkten o.a. met behulp van lokale metingen en analyse een adviesrapport opgesteld omtrent de optimalisatie van koelsystemen.

### **Fietsenlaadpaal**

In dit project wordt binnen het Kenniscentrum Technologie & Innovatie een energiemanagementsysteem en het bijbehorende businessconcept ontwikkeld waarmee 'oude' accu's uit elektrische auto's, die door de teruggelopen oplaadcapaciteit niet meer voldoende reisafstand kunnen waarborgen, een tweede leven kunnen krijgen als opslag van zonne-energie voor bijvoorbeeld een fietsenlaadpaal voor elektrische fietsen en scooters.

**“OPDRACHT-  
GEVERS MOETEN  
LEREN PRESTATIE=  
GERICHT AAN  
TE BESTEDEN,  
IN PLAATS VAN  
BESTEKKEN IN  
DE MARKT TE  
ZETTEN.”**

## 12 / ONDERZOEKSLIJN OPSCHALING

Het hebben van marktrijpe proposities<sup>13</sup> voor energieneutrale gebouwen of gebieden alleen is niet genoeg. Alle stakeholders van vastgoedeigenaren (sociaal, publiek, privaat en particulier) tot en met de bouwpartijen en overheidsinstanties moeten de opschaling van marktrijpe concepten naar de gebouwde omgeving als geheel ter hand nemen. Tezamen moeten ze zorgdragen voor de uitrol van gebouw- en gebiedsconcepten met het gewenste (energie)prestatieniveau. Bij de opschaling van opzichzelfstaand marktrijpe proposities kunnen echter systeembelemmeringen in de weg staan.

De leidende vraagstelling voor deze programmalijn binnen dit lectoraat is: *"Hoe kunnen de systeembelemmeringen die opschaling van, opzichzelfstaand goede, gebouw- of gebiedsconcepten in de weg staan, met behulp van technologische, sociale innovaties en/of procesinnovaties worden opgelost?"*

De hier bedoelde systeembelemmeringen kunnen worden onderverdeeld in:

- **fysieke beperkingen**  
beschikbaarheid van benodigde grondstoffen, fysieke inpasbaarheid en fysieke neveneffecten van een energiesysteem dat vrijwel volledig op decentraal opgewekte energie berust;
- **sociale beperkingen**  
sociale weerstand, specifiek gerelateerd aan opschaling;
- **procesgerelateerde beperkingen**  
intrinsieke traagheid van het systeem van (onderling afhankelijke) actoren in de bouwketen bij overschakeling op een nieuwe manier van werken.

---

<sup>13</sup> Met een marktrijpe propositie bedoel ik een betaalbaar concept waar vraag naar is, wat ook voor de aanbieder een gezonde businesscase oplevert en waarvoor geen belemmeringen bestaan vanuit wet- of regelgeving.

Rond elk van de hierboven beschreven systeembelemmeringen vindt op diverse plekken binnen en buiten Hogeschool Utrecht al volop onderzoek plaats. Vanuit dit lectoraat zal ik waar mogelijk dan ook aansluiting zoeken bij dat onderzoek en de specifieke nog openstaande vraagstukken die eigen zijn aan dit lectoraat oppakken.

De onderwerpen die daaronder kunnen vallen werk ik hieronder verder uit.

### **Fysieke beperkingen**

Twee gebouwconcepten die de afgelopen jaren veel aandacht hebben gekregen, vanwege hun potentieel grote bijdrage aan de realisatie van een energieneutrale gebouwde omgeving, zijn het al eerder genoemde passiefhuisconcept (*DHV, 2007*) en het exergie-concept (*Cauberg Huygen, 2007*). Het laatstgenoemde concept maakt in essentie gebruik van lage temperatuurverwarming met behulp van een warmtepomp. Voor beide concepten kunnen fysieke beperkingen een belangrijk showstopper zijn bij opschaling er van.

#### *Gebouw-ruimtebeperking*

Bij het passiefhuisconcept zou de fysieke beperking kunnen voortkomen uit het hogere materiaalgebruik (in verband met de extra isolatiemaatregelen), maar waarschijnlijk meer nog uit de ruimtelijke implicaties die het concept met zich meebrengt. Wanneer de hoogwaardige isolatie aan de buitenzijde van bestaande gebouwen moet worden aangebracht, kan dat beperkingen opleveren. Dat geldt met name binnenstedelijk, waar de invloed op de breedte van stoep en straat een belemmering kan veroorzaken. De isolatie aanbrengen aan de binnenzijde (wat overigens ook constructierisico's met zich mee kan brengen in verband met aantasting van de draagconstructie door condensatie), zal bij de huidige generatie isolatiematerialen leiden tot een significante verkleining van het gebruiksoppervlak van de gebouwen. De ontwikkeling van ultradunne isolatiematerialen met isolatiewaardes die vergelijkbaar zijn met conventionele isolatiematerialen, de zogenaamde aerogel, is een interessante productinnovatie op dit terrein.

Onderzocht zou moeten worden hoe deze aerogel kostenefficiënt toegepast kan worden.

### *Gebied-ruimtebeperking*

De ruimtelijke beperkingen bij opschaling van het exergieconcept zijn zo mogelijk nog groter. De meeste concepten zijn sterk afhankelijk van de aansluiting van het warmtepompsysteem op een bodembron. Allereerst is het lang niet overal mogelijk om een bodembron aan te leggen, door beperkingen in de toegankelijkheid tot de bodem (binnenstedelijk). Maar (wellicht nog belangrijker) de thermische buffercapaciteit van de bodem is beperkt, waardoor twee naburige gebouwen niet van dezelfde bodembron gebruik kunnen maken zonder elkaars energie- en binnenmilieuprestaties te beïnvloeden. Voorbeelden van deze broninteractie worden nu al zichtbaar in projecten (*Wijck, 2012*), terwijl we met de huidige aantallen nog lang niet van een serieuze opschaling kunnen spreken.

Dergelijke fysieke beperkingen komen met name voort uit de behoefte aan systemen waarmee de warmtevraag van gebouwen in de winter ingevuld kan worden door opslag van het overschot aan warmte die beschikbaar is in de zomer. Kort gezegd: seizoensopslag van warmte (en koude). Om dergelijke beperkingen te adresseren werken kennisinstellingen als TNO, ECN en de TU/e momenteel hard aan de ontwikkeling van een seizoensopslagsysteem dat zo compact is dat het binnen de beschikbare vrije ruimtes in gebouwen (zoals de kruipruimte van bestaande woningen) kan worden geïntegreerd (*Helden, 2009*). Een dergelijke technologie is echter voorlopig nog niet toepasbaar, terwijl WKO nog een enorm onbenut, economisch gunstig, potentieel heeft. Om de potentiële bijdrage van de ondergrond aan het energievraagstuk optimaal te kunnen benutten is het in feite nodig om deze potentie te kunnen afzetten tegen de potentiële vraagreductie van gebouwen die hiervan gebruik zouden kunnen maken. Dit vraagt met name om verandering op het vlak van ruimtelijke ordening, waarbij vraagstukken rondom de relatie tussen bodembronnen en de minimaal benodigde warmtevraag van daaraan te koppelen gebouwen, met hun functionele gebouwenkenmerken (inclusief monumentale status) aan de orde

komen, inclusief zaken als interferentie en langjarige veranderingen in het bron/gebouw/gebiedsysteem.

Vergelijkbare zaken spelen bij de opschaling van gebiedsconcepten. Immers, de ruimtelijke karakteristieken bepalen ook de mogelijkheden en beperkingen bij de winning van windenergie en biomassa en de consequenties die deze kunnen hebben bij het energieneutraal maken van naburige gebieden met dezelfde concepten van duurzame energiewinning.

#### *Bijwerkingen*

Van een heel andere orde zijn de beperkingen die te maken hebben met de neveneffecten van een grootschalige uitrol van decentrale duurzame energieopwekking op het macro-energiesysteem. Rondom elektriciteit wordt het onderzoek gebundeld rond het terrein van de slimme netten. Dit lectoraat zal met name kijken naar de rol die slimme netten hebben bij de koppeling tussen decentrale opwekking, direct gebruik van de zo geproduceerde energie bijvoorbeeld middels gelijkspanningsnetten binnen de gebouwen, en de buffercapaciteit die gerealiseerd kan worden binnen gebouwen en met elektrische voertuigen gekoppeld aan de opwekinstallaties aan het gebouw.

#### **Sociale beperkingen**

Ten tijde van de gastransitie bleek dat tijdens de opschaling ook terdege rekening gehouden moest worden met sociale weerstand bij de consumenten. Weerstand vanuit de consument is op het eerste gezicht wellicht wat vreemd, omdat de voordelen volop aanwezig waren. Maar ja, 'onbekend maakt onbemind'. De voordelen moesten natuurlijk duidelijk onder de aandacht van het brede publiek gebracht worden. Een grootschalige communicatie-campagne werd ingezet, die de angst voor de nieuwigheid moest wegnemen. De communicatie verliep niet alleen via massacommunicatiekanalen zoals dagbladen en televisie, maar strekte zich ook uit tot huis-aan-huisbezoeken van de juffrouw van het gasbedrijf (Overbeeke, 2001).

### *Top-downaanpak*

De nationale overheid heeft meerdere initiatieven genomen om grootschalige vermarkting van duurzaamheidsmaatregelen in de gebouwde omgeving tot stand te brengen, waarvan MeerMetMinder en Blok voor Blok de meest recente zijn. De eerste resultaten van deze aanpakken zijn wisselend. De centrale vraag is dus of en hoe overheden de grootschalige vermarkting het beste kunnen steunen.

Het lectoraat Crossmediale Communicatie in het Publieke Domein besteedt veel aandacht aan de massamediale communicatie, waar ook het internetplatform tegenwoordig een belangrijke rol speelt. Denk aan Twitter, Facebook, LinkedIn en andere sociale media. Een belangrijke meerwaarde voor dit lectoraat is het onderzoek daarbinnen naar effectieve publiekscampagnes gericht op gedragsverandering op grote schaal (Renes, 2012). Vanuit dit lectoraat zal de koppeling gemaakt worden met als mogelijk onderwerp de versnelde marktdiffusie van innovatieve gebouw- en gebiedsconcepten, en de rol van lokale overheden en andere onafhankelijke intermediaire organisaties die opereren tussen de aanbodzijde en de vraagzijde.

### *Peer-to-peeraanpak*

De kracht van de huis-aan-huisbezoeken destijds, was gelegen in de communicatie tussen peers: van vrouw tot vrouw (Overbeeke, 2001). Dit is ook de kern achter de kracht van communities, die tegenwoordig rondom specifieke thema's ontstaan. Zo bestaat er sinds 2011 in Nederland ook een community van particuliere woningeigenaren die hun woning energieneutraal wensen te krijgen, of dit zelfs al volbracht hebben (*Huisvolenergie*, 2011). Het is niet onlogisch te veronderstellen dat een enthousiaste bewoner eerder wordt geloofd dan een enthousiaste specialist (vakidioot) of een enthousiaste aanbieder van diensten/concepten (handelaartje).

Vragen die rondom dit thema spelen zijn: wat is nodig om dergelijke communities in het leven te roepen, en welke combinatie van activiteiten maken ze succesvol in de zin van ledenaantal en

langdurige actieve participatie? Hierbij kan gedacht worden aan online activiteiten, zoals een databank met voorbeelden, vraag-antwoordrubriek, etc., maar ook aan offline activiteiten, zoals een cursus voor particulier opdrachtgeverschap en openhuizedagen. Tot slot is een interessant vraagstuk hoe subjectieve ervaring en objectieve kennis via dergelijke communities met elkaar verenigd kunnen worden tot goed onderbouwde adviezen voor nieuwe participanten. De ervaringspecialist zonder vakkennis kan immers ook gemakkelijk ongefundeerde conclusies trekken en daarmee goedbedoeld advies geven met ongewenste gevolgen...

### **Procesgerelateerde beperkingen**

De oplopende energieambities en hun verwevenheid met andere bouwprestaties zoals binnenmilieu, aanpasbaarheid en onderhoud, vragen veranderingen van de wijze waarop de – veelal over verschillende actoren verspreide – kennis over al deze aspecten in een integraal ontwerp-, realisatie- en onderhoudsproces dient te worden samengebracht, inclusief nieuwe vormen van financiering om dit alles mogelijk te maken.

#### *Energie in samenwerking*

Uit de onderzoekslijn Bouwenergetica valt op te maken dat de installatie-, gebouw- en gebiedsconcepten van de toekomst integrale concepten dienen te zijn die hoge energieprestaties combineren met andere prestaties op het vlak van binnenmilieu en comfort, onderhoud en economie (Total Cost of Ownership). De verschuiving van de oude aanbodgedreven markt naar een vraaggedreven markt zal de vraag naar een integrale oplossing, gestuurd op werkelijke prestaties, alleen maar doen toenemen. Dat betekent echter ook dat opdrachtgevers moeten leren prestatiegericht aan te besteden, in plaats van bestekken in de markt te zetten. Alleen op die manier krijgen de prestatieverantwoordelijke opdrachtnemers de noodzakelijke ruimte om hun innovatiekracht hiervoor aan te wenden. De integraliteit van de uitdaging vraagt daarbij dan wel om een interdisciplinaire aanpak rond de ontwikkeling van de concepten voor de energieneutrale gebouwde omgeving. Een (onderzoeks)vraag daarbij is, hoe de samenstelling van

disciplines in consortia geregeld dient te worden in relatie tot de doorwerking daarvan op de (op) te leveren prestaties en de bijbehorende verantwoordelijkheden.

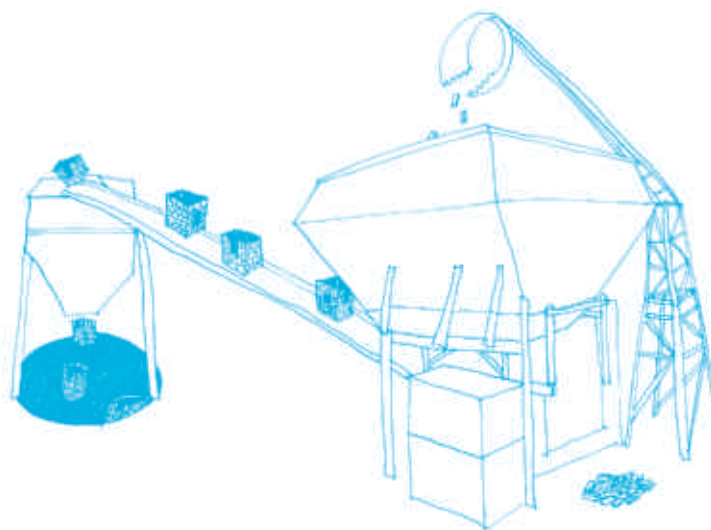
Het is één ding om met een team van enthousiaste conceptontwikkelaars een goed werkend concept te maken, passend in de transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving. Het is iets heel anders om alle bedrijfsprocessen aan te passen op de grootschalige uitrol van een dergelijk concept. Dit laatste kan leiden tot nieuwe samenwerkingsverbanden, zoals ketensamenwerking, maar ook tot fusies of de opzet van geheel nieuwe bedrijven, waarin alle benodigde kennis over alle levensfasen van het gebouw samengebracht wordt en tot nieuwe industriële productielijnen die kennis omzetten in integrale nieuwbouw- of renovatieconcepten.

Wat al die nieuwe vormen van samenwerking gemeen hebben, is dat het succes hiervan staat of valt met internalisatie en een cultuurverandering. Dit is het onderwerp van het lectoraat van mijn collega Ruben Vrijhoef, lector Nieuwe Cultuur in de Bouwketen (Vrijhoef, 2013). De kansen en belemmeringen van cultuuraspecten in de bouwketen in relatie tot energieprestaties is daarbij een logisch onderwerp voor gezamenlijk onderzoek.

### *Economy of scale*

Opschaling is niet alleen een beperking voor de realisatie van de energietransitie, maar biedt ook kansen. Hierbij moet natuurlijk vooral gedacht worden aan de economische voordelen die opschaling met zich meebrengt. De gewenste gebouw- en gebiedsconcepten kunnen er goedkoper door worden, wat verdere versnelling van de transitie bevordert. Voor de nieuwbouw is dit evident. Voor de bestaande bouw bestaat echter het probleem dat, ondanks de grote industriële bouwstromen die met name in de woningbouw in golven over Nederland zijn langsgekomen, het merendeel van de gebouwrenovaties maatwerk vragen. Dan wel omdat de gebouwen in de loop van de tijd aangepast zijn, zodat elke rijwoning in een straat toch uniek is, dan wel omdat een blok

rijwoningen dat vroeger in zijn geheel in het bezit was van een corporatie nu gedeeltelijk in handen van particuliere eigenaren gekomen is. In beide gevallen leidt dit er toe dat een potentieel seriematige aanpak toch ook uniciteit in de uitvoering moet incorporeren. Wil economy of scale hier toch kostenreducties mogelijk maken, dan vraagt dat om de ontwikkeling van de serie-van-1. Hierbij horen vraagstukken op het gebied van modulaire industrialisatie en preassemblage. De mate van integratie van bouw- en installatietechniek kan daarbij directe gevolgen hebben, niet alleen voor de energetische prestatie bij oplevering, maar ook voor de kosten van onderhoud van het systeem bij storingen of vervanging van installaties. Installaties hebben immers van nature een beperktere levensduur dan de bouwkundige zaken waarin ze geïntegreerd kunnen worden. Wanneer Total Cost of Ownership een leidend principe wordt, zal dit zonder meer leiden tot veranderingen in bouwprocessen van ontwerp tot aan gebruik en (eventuele) afdanking.



Een andere economische beweging is die van de circulaire economie, opgekomen uit de procesuitdagingen bij de realisatie van de cradle-to-cradleprincipes van McDonough en Braungart (*McDonough, 2002*). Het circulaire systeem kent twee kringlopen van materialen. Een biologische kringloop, waarin reststoffen na een cascade van verbruik veilig terugvloeien in de natuur. En een technische kringloop, waarvoor product(onderdelen) zo zijn ontworpen en vermarkt dat deze op kwalitatief hoogwaardig niveau opnieuw gebruikt kunnen worden. Hierdoor blijft de economische waarde zoveel mogelijk behouden. Voor beide kringlopen geldt echter dat energie nodig is om de volgende fase (cascadestap) van de kringloop te kunnen ingaan. Het belangrijke vraagstuk hierbij is dus een optimalisatievraagstuk. Hoe kunnen door materiaalkeuze, ontwerp, constructie, productie, en afbraak aan het einde van de cyclus de productonderdelen zodanig gescheiden worden dat ze “voedend” kunnen zijn voor nieuwe producten met zo weinig mogelijk kwaliteitsverlies van het product (technische cyclus) en/of met zo weinig mogelijk impact op onze wereld (biologische cyclus) en met zo min mogelijk energiegebruik? Rondom de circulaire economie is met name het Utrecht Sustainability Institute al erg actief en er wordt momenteel ook binnen Hogeschool Utrecht aandacht aan besteed. Dit lectoraat zal vooral aanhaken bij deze ontwikkelingen om ervoor zorg te dragen dat het aspect van de benodigde energie benodigd tijdens het doorlopen van de kringlopen, goed meegenomen wordt bij de toepassing van de circulaire economie in de gebouwde omgeving.

## OPLEIDINGS- EN ONDERZOEKSACTIVITEIT

### Minor People Planet Profit

De projecten binnen deze minor richten zich op het ontwikkelen van duurzame stedelijke ontwikkelingen. De onderwerpen en de locaties waar deze onderwerpen zich afspelen en waar studenten aan deze opdrachten werken kunnen per studiejaar verschillen.

**“VERBINDEN EN  
VERTALEN ZIJN  
NATUURLIJKE  
KERNKWALITEITEN  
VAN DE HBO’ER.”**

## 13 / DE ROL VAN HET HBO IN DIT ONDERZOEKSVELD

In het voorafgaande is betoogd dat, om de energietransitie in de gebouwde omgeving te doen slagen, het noodzakelijk is dat een maatschappijbrede sociale omslag hand in hand moet gaan met een complete fysieke transformatie. Innovatieve technologieën en systemen zullen moeten worden ontwikkeld met meervoudige prestatiekenmerken, passend bij de vereisten op verschillende schaalniveaus en de wensen van diverse gebruikers. Daarvoor is het niet alleen noodzakelijk dat innovatieve concepten worden bedacht en inzichten worden verkregen in fundamentele (sociale, fysische en procesmatige) vraagstukken, maar ook dat de nieuwe concepten en inzichten omgezet moeten worden in maakbare en in de praktijk robuust werkende oplossingen door de beroepspraktijk.

Het onderzoek op universitair niveau betreft doorgaans vraagstukken die conceptueel dan wel fundamenteel verdiepend van aard zijn. De verkregen inzichten worden echter doorgaans niet door universitair opgeleide mensen vervaardigd. Dit zijn veeleer de mensen die een mbo-opleiding afgerond hebben.

Om dit te laten werken heb je verbinders en vertalers nodig. Verbinders van de verschillende verdiepende expertisegerieden en vertalers van het conceptuele naar het in de praktijk toepasbare/maakbare. Dit is voor mij de omschrijving van de natuurlijke kernkwaliteiten van de hbo'er. Om deze kernkwaliteiten tijdens de uitoefening van zijn beroep goed in de praktijk te kunnen brengen is het dan wel noodzakelijk, met name voor dit werkveld, dat de hbo'er tijdens zijn opleiding al inzicht krijgt in de samenhang tussen de verschillende expertisevelden (*Pernis, 2011*). Natuurlijk, een student die opgeleid wordt binnen het werkveld 'Techniek en Design' moet een goed inzicht krijgen in allerhande "koude"<sup>15</sup> en "warme"<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Aanduiding voor elektrotechniek en automatisering

<sup>16</sup> Aanduiding voor werktuigbouwkunde

installatietechniek. En inderdaad, een student die opgeleid wordt binnen het werkveld 'Bouw en Omgeving', moet gedegen kennis hebben van bouwtechniek, bouwconstructies, bouwmanagement en bouw fysica. De hedendaagse projectontwikkelaar en installateur moeten echter beiden ook voldoende kennis van elkaars vakgebied hebben om een goed werkend energieneutraal gebouw of gebied te kunnen realiseren. En als we willen dat dit gebouw/gebied in de praktijk niet alleen de beloofde papieren prestaties kan realiseren, maar ook nog eens kan inspelen op de motivaties en het gedrag van de eindgebruikers, dan hebben ze beiden ook nog eens kennis nodig van allerlei sociale, economische, bedrijfskundige en procesmatige aspecten die spelen in alle levensfasen van het energieneutrale gebouw of gebied. De studenten die nu opgeleid worden, zijn de professionals die daadwerkelijk de transitie zullen moeten realiseren en in goede banen leiden. Het is onze verantwoordelijkheid om ze nu kennis te laten maken met, en daarmee voor te bereiden op, de integraliteit van de problematiek waarmee zij de komende veertig jaar geconfronteerd worden.

Alleen wanneer we daarin slagen, zullen we de belofte ingelost krijgen zoals die gesteld werd in het Brundtlandrapport (1987): "Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs."

Dat is niet een stip op de horizon, dat is de zonnige toekomst die nu al zichtbaar wordt.

Foto:  
Hollandse Hoogte,  
Marcel van den Bergh



## / LITERATUUR

**Tweede Kamerstukken**, *Bouwregelgeving 2002-2006; Lijst van vragen en antwoorden over wijziging Bouwbesluit 2003 m.b.t. de aanscherping van de energieprestatiecoëfficiënt voor de woonfunctie*, 28 325 Bouwregelgeving 2002–2006 nr. 26, 2006.

**Beerepoot, W.M.C.**, *Energy policy instruments and technical change in the residential building sector*, Delft, 2007.

**Bilsen, V., Rademaekers, K. et al.**, *Study on the competitiveness of the EU eco-industry*, Brussels, Ecorys, 2009.

**Bruijn P.J.M. de, Maas N., Klaauw R. van der, Manshanden W.J.J.**, *Innovatie in de bouw*, TNO rapport EPS 2005-13, 2005.

**Brundtlandreport**, *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, USA, 1987.

**Brunekreef B. en Boleij J.S.M.**, *Luchtverontreiniging in woningen. De keerzijde van de nationale kierenjacht*. Wageningen, 1980.

**Buiter H., Schueler J. en Veraart, F.**, *Het nut van de verandering, de verandering van het nut. Nutsvoorzieningen in Heerlen 1902-1999*. NV Nutsbedrijf Heerlen, 1999.

**Burge P.S., Hedge A., Wilson S., Bass J.H., Robertson A.**, *Sick building syndrome; a study of 4373 office workers*. The Annals of Occupational Hygiene 31: 493-504, 1987.

**Bijsterveld K.**, *Bestaande woningvoorraad moet worden aangepakt in plaats van nieuwbouw*, Building Business, 2006.

**Cauberg Huygen en Lowexnet**, *PeGO Conceptlijn exergiewoning; CO<sub>2</sub> reductiepotentieel bij een exergiebenadering*, 2007.

**Chignell S. en Gross R.**, *Not locked-in? The overlooked impact of new gas-fired generation investment on long-term decarbonisation - A case study of lock-in to new CCGT in the UK*. ICEPT working paper, ICEPT/WP/2010/012, 2012.

**Centraal Bureau Statistiek**, gegevens uit de online databank van CBS: statline.

**DHV, ECN en TNO**, *PeGO Conceptlijn Passiefhuis*. 2007.

**Dril T. van, Gerdes J., Marbus S., Boelhouwer M.**, *Energietrends 2012*. 2012.

**Energiesprong**, <http://energiesprong.nl/blog/manifestatie-de-voorsprong-2012-2/>, 2012.

**Feist W.**, *15th Anniversary of the Darmstadt-Kranichstein Passive House; Factor 10 is a reality*. Passivhouse Institute, 2006.

**Gerdes J., Beurskens L., et al.**, *Monitor Schoon en Zuinig Stand van Zaken April 2010*, ECN-Beleidsstudies. E--10-042, 2010.

**Groot, E. de; Spiekman, M.; Opstelten, I.J.**, *Dutch Research into User Behaviour in Relation to Energy Use of Residences*, PLEA 2008 - 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, Ireland, 22-24 October 2008.

**Haan J. de.**, *Towards Transition Theory*, proefschrift Dutch research institute for

transitions (Drift) Erasmus Universiteit, Rotterdam, 2010.

**Hekkert, M. en Ossebaart M.**, *De innovatiemotor; het versnellen van baanbrekende innovaties*, Van Gorcum, Assen 2010.

**Helden W.G.J. van., WAELS;** *Woningen Als EnergieLeverend Systeem*, ECN-E--09-077, 2009.

**Heste T. van.,** *Energie neutrale voornemens*, Interview I.J. Opstelten in Vrij Nederland, 2008.

**Hills J.**, *Getting the measure of fuel poverty*, CASE report 72 ISSN 1465-3001, 2012.

**Hogeschool Utrecht,** *Lectorenboek*. Utrecht, 2012.

**Huisvolenergie,** <http://www.huisvolenergie.nl/>, 2011.

**Ikhebeenidee,** <http://www.ikhebeenidee.nu/>, 2013.

**Kalkman A.**, *Calculation of energy consumption in dwellings: theory and field data*, IEA Annex 53 Total Energy Use in Buildings, Rotterdam, 25 april 2012.

**Kamphuis R.**, *Slim bedrijf van elektriciteitsnetten met ICT*, Intreerede, TU/e, Eindhoven, 2013.

**Kester, J.C. et al.**, *Comfortabel & energiezuinig regelen*, In VV+ 2007: p. 172-175, ECN-V--07-006, 2007.

**Koene F. en Bosschaert T.**, *Huis vol Energie*, Ivo Opstelten & Machiel Bakx editors, September 2011.

**Leistra W.**, *Renoveren zonder spijt*, Interview I.J. Opstelten in Renda Magazine, december 2012.

**Lenteakkoord:** <http://www.lente-akkoord.nl/2012/11/eerste-oplevercontroles-voor-energielabel-nieuwbouw/>, 2012.

**Lund H.**, *Electric grid stability and the design of sustainable energy systems*, in International Journal of Sustainable Energy. Volume 24, Issue 1, 2005.

**McCall J.**, *The Principal's Edge*, Eye on education Inc, 1994.

**McDonough W. en Braungart M.**, *Cradle to cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, 2002.

**Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. and Behrens III W.W.**, *The limits to growth*, 1972.

**Meijel J. van, Bouma, T.**, *Kantoorgebouwen in Nederland 1945-2015: cultuurhistorische en typologische quickscan*, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed Nationaal Programma Herbestemming, 2013.

**Miert M. van, Ruiter P. de, Verburgt P.**, *Gebouwen Bewegen, de winst van duurzame kantoorrenovatie*, Aeneas, 2012.

**Netwerk Conceptueel Bouwen**, *Een woning met 'Nul op de meter' is niet duur*, <http://www.netwerkconceptueelbouwen.nl/uploaded/File/Nulopmeter-Propositie.pdf>, 2012.

**Nianesto**, <https://www.nianesto.nl/conceptaanbieder/>, 2012.

**Nibud**, *Energiebesparende maatregelen toepassen? De beslissing verklaard met vignetanalyse*, 2007.

**Nibud**, *Extra hypotheek voor energieneutrale woningen*, 2011.

**Nonaka I., Takeuchi H.**, *De kenniscreërende onderneming*, Scriptum, 1997.

**Opstelten I.J., Bakker E.J., Sinke W.C., Bruijn F.A. de, Borsboom W.A., Krosse L.**, *Potentials for energy efficiency and renewable energy sources in the Netherlands*, ECN-M--07-039 mei 2007; 16p., Presented at Conference 'Energy Future 2030', Wels, Austria, 2007.

**Opstelten, I.J.; Bakker, E.J.; Borsboom, W.A.; Elkhuizen, B. van.**, *Bringing an energy neutral built environment in the Netherlands under control*, ECN-M--07-062; 8p. Presented at Clima 2007 WellBeing Indoors, Helsinki, Finland, Juni 2007.

**Opstelten, I.J.**, *Gebouwde omgeving kan veel energie besparen*, Inzicht – Bouwen met kennis, CUR Bouw&Infra, oktober 2008.

**Opstelten I.J. en Borsboom W. A.**, *Van kierenjacht naar integrale gebouwconcepten*, Gezond Bouwen & Wonen (Uitgeverij van Westering), ECN-V--08-001, 2008.

**Opstelten I.J.**, *Technologie op de plank? de belofte van de maakbare duurzaamheid*, ECN-M--10-049, 2010.

**Opstelten I.J. Weterings R., Versteeg F.A.**, *Energy transition of a sector in the Netherlands*, 7th Biennial International Workshop Advances in Energy Studies 2010, Can we break the addiction to fossil energy? Barcelona, October 2010.

**Opstelten I.J., Chapter 2.1 Piaf© design methodology**, in *Advances in Housing Retrofit, Processes, Concepts and Technologies*, Sebastian Herkel & Florian Kagerer editors, February 2011.

**Oreskes N. en Conway E.**, *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*, Bloomsbury Press, 2010.

**Overbeeke P. van.**, *Kachels, geisers en fornuizen - Keuzeprocessen en energieverbruik in Nederlandse huishoudens 1920-1975*, proefschrift TU Eindhoven, 2001.

**Pernis M. van et al.**, *HBO Techniek in Bedrijf*, Den Haag, 2011.

**Planje W. et al.**, *Verduurzaming van het Utrecht Science Park – studentenprojecten voor 'De Duurzame Uithof'*, Utrecht, 2011.

**Pöyry, Gas:** *At the centre of a low-carbon future*. UK, Poyry Energy (Oxford) Ltd.

Report number: 1. 2010.

**Renes R.J.**, *Effectieve communicatie in het publieke domein – over onbedwingbare impulsen en collectieve doelen*, Utrecht, 2012.

**Rooijers F.J., Wielders L.M.L., Schepers B.L., Croezen H.J. en de Bruyn S.M.**, *Gas4Sure – Aardgas als transitiebrandstof*, CE, Delft, 2008.

**Rotmans, J.**, *Transitiemanagement. Sleutel voor een duurzame samenleving*, Assen, Koninklijke van Gorcum, 2003.

**Rotmans J.**, *In het oog van de orkaan – Nederland in transitie*, Aeneas, 2012.

**Schade C.**, *Woningbouw voor arbeiders in het 19e-eeuwse Amsterdam*, Amsterdam, Van Gennep, 1981.

**SEV**, *Energiesprong Gebouwde omgeving – uitvoeringprogramma InnovatieAgenda energie Gebouwde Omgeving*, 2010.

**SEV**, *Meerjarenplan Energiesprong*, 2012.

**UN**, *Raamverdrag klimaatverandering van de Verenigde Naties*, United Nations (UN), New York, 1992.

**Verdeyen N. en Eweg E.**, *Structuurnota Lectoraat Nieuwe Energie in de Stad*. Utrecht, 2011.

**Verhoeven K., Knops R.W., Groot V.A. en de Boer B.G.**, *Kosten Koper, een reconstructie van 20 jaar stijgende huizenprijzen*. Parlementair onderzoek 'Huizenprijzen', april 2013.

**Versteeg F., Poolen M., Rijn D. van, Opstelten I., Verlinden J. en Spekking F.**, *Gebouwde omgeving – Uitzicht op energieneutrale nieuwbouw en duurzame bestaande bouw; Innovatieagenda Energie*. Den Haag, 2009.

**H. Visser, Koene, F.G.H., Paauw, J., Opstelten, I.J., Ruijg, G.J., Smidt, R.P. de.**, *Sustainable energy concepts for residential buildings, Packages of current and future techniques for an energy neutral built environment in 2050*. ECN-E--09-021, 2009.

**Vrijhoef R.**, *Andere Tijden*, Utrecht, 2013.

**Werf E. van der.**, *Drempels en dilemma's bij het denken in woonlasten*, Renda Magazine, februari 2013.

**Wijck A. van.**, *Bronproblemen*. in *De Ingenieur*, november 2011.

# BIJLAGEN

**CURRICULUM VITAE** 83

**COLOFON** 85

## / CURRICULUM VITAE

Dr. Ivo J. Opstelten (1965) is sinds 2000 actief binnen het werkveld energie en binnenmilieu voor de gebouwde omgeving. Tot 2010 was hij manager van het onderzoeksprogramma Energie in de Gebouwde Omgeving en coördinator van het samenwerkingsverband van TNO en ECN, "Building Future". In die periode heeft hij tevens een potentieelstudie uitgevoerd rondom de benodigde stappen in de tijd om te komen tot een energieneutrale gebouwde omgeving medio deze eeuw inclusief daarvoor mogelijke gebouw- en gebiedsconcepten. Tot slot heeft hij in die periode de PIAF®-methodiek ontwikkeld aan de hand waarvan een gebouwconcept ontwikkeld kan worden dat op economisch verantwoorde manier energieneutraal wonen mogelijk maakt, gebruikmakend van de verschillen in levensduur van gebouwonderdelen, technologieontwikkelingen en de natuurlijke mutatiemomenten van een gebouw.

Sinds juni 2010 is Opstelten programmaregisseur bij Platform31 voor het programma Energiesprong, dat mede door hem is vormgegeven middels de InnovatieAgenda energietransitie Gebouwde Omgeving van het ministerie Wonen & Rijksdienst (voorheen VROM/BZK). Als programmaregisseur is hij daarbij primair verantwoordelijk voor alle activiteiten die samenhangen met de realisatie van concrete gebouw- en gebiedsconcepten, van voorbeeldboeken, technische haalbaarheidstudies (en technologieverkenningen), monitoring gedurende alle fases van het bouwproces, tot aan de uitwerking van een methodiek voor prestatiesturing tijdens de bouw.

Daarnaast vervulde hij tot juni 2010 verschillende nevenfuncties, zoals lid van PeGO (Platform energietransitie Gebouwde Omgeving), lid van de NEN-EPG-commissie en themeleider bij Deltaneth. Nu is hij nog altijd actief binnen de werkgroep Energie van de DGBC (Dutch Green Building Council) en lid van de E2B (Energy Efficient Buildings) association, de Europese organisatie

van Industrie en Kennisinstellingen gericht op R&D voor het werkveld Energie Gebouwde Omgeving.

In zijn privéleven heeft Opstelten ook de tering naar de nering gezet door zijn eigen vrijstaande woning uit de jaren dertig van label G naar A++++ (energieneutraal) te renoveren, volgens de eerder genoemde PIAF®-aanpak (zie ook [www.piafwonen.nl](http://www.piafwonen.nl)). Het is als één van de showcases opgenomen in de International Energy Agency taak 37: Advanced Housing Renovation with Solar and Conservation.

Sinds september 2012 is Opstelten lector Nieuwe Energie in de Stad aan Hogeschool Utrecht. Hiermee wil hij zijn kennis op dit werkteerrein aanwenden om de verbinding te maken tussen onderzoek, opleiding en praktijkinitiatieven.

## / COLOFON

### **Auteur**

Dr. Ivo Opstelten

### **Eindredactie**

Lisette Blankestijn

### **Vormgeving**

Vormers, Utrecht

### **Foto cover**

Femke van den Heuvel

### **Illustraties**

Karen Opstelten

### **Drukwerk**

Grafisch Bedrijf Tuijtel, Hardinxveld-Giessendam

*Lectoraat Nieuwe Energie in de Stad*

Kenniscentrum Technologie & Innovatie

Hogeschool Utrecht / Faculteit Natuur & Techniek

[www.technologieeninnovatie.hu.nl](http://www.technologieeninnovatie.hu.nl) > Lectoraten >

Nieuwe energie in de stad

### **Bezoekadres**

Nijenoord 1  
3552 AS Utrecht

### **Postadres**

Postbus 182  
3500 AD Utrecht

### **Telefoon**

088 - 481 84 39

### **E-mail**

[ivo.opstelten@hu.nl](mailto:ivo.opstelten@hu.nl)







