

Jurgen Ganzevles

# TECHNOLOGIE voor MENS en MILIEU



Een actor-netwerk analyse  
van de ontwikkeling van  
energietechnologie voor woningen



Stellingen behorende bij het proefschrift

## TECHNOLOGIE VOOR MENS EN MILIEU

*Een actor-netwerk analyse van de  
ontwikkeling van energietechnologie voor woningen*

Jurgen Ganzevles, 18 oktober 2007

1. Technologische innovatie heeft zich nog niet bewezen voor duurzaamheid (dit proefschrift).
2. Het testen van technologie is eerder een noodzakelijke strategie om actornetwerken te vergroten dan een manier om werkelijke effecten op mens en milieu te achterhalen (dit proefschrift).
3. Rekenmodellen zijn gewaagde maar noodzakelijke hulpmiddelen om met het onbewijsbare *trans-science* aspect van milieueffecten om te gaan (dit proefschrift).
4. Een kader dat nieuwe technologie beoordeelt op zijn bijdrage aan duurzaamheid zou (1) scripts voor technologieontwikkeling, (2) scripts voor technologiegebruik en (3) te behalen duurzaamheidseffecten bij technologiegebruik in samenhang moeten beschouwen (dit proefschrift).
5. Ghandi's wijsheid "als je zorgt voor de middelen zal het doel wel voor zichzelf zorgen" gaat voor het milieuvraagstuk niet op.
6. Transitiedeskundigen richten zich te veel op proceseffecten (samenwerking, media) en te weinig op het waarborgen van eindeffecten (werkelijk beter voor mens en milieu).
7. Wanneer wetenschappers hun normale werk voor één dag per week zouden verruilen voor lichamelijke arbeid, dan zou de totale wetenschappelijke opbrengst toenemen.
8. Droombeelden zijn vaak sterker dan het gezonde verstand. Dit blijkt uit het feit dat automobilisten geduldig aansluiten in een kilometers lange file om zee en strand te bereiken.
9. Het gebrek aan tenoren in amateurkoren is eerder te wijten aan verkeerd stemgebruik dan aan fysiologische factoren.
10. De fietsbel zou verboden moeten worden. Te passeren fietsers reageren vooral met omkijken en naar links zwabberen, waardoor de verkeersveiligheid eerder verslechtert in plaats van verbetert.

## Promotiecommissie

- Voorzitter/secretaris** Prof. dr. P.J.J.M. van Loon, Universiteit Twente
- Promotor** Prof. dr. N.E.J. Oudshoorn, Universiteit Twente
- Assistent-promotor** Dr. J. Jelsma, Universiteit Twente
- Leden** Prof. dr. H.J. Achterhuis, Universiteit Twente
- Prof. dr. A. Rip, Universiteit Twente
- Dr. ir. G.J. Schaeffer, Vlaams Instituut voor  
Technologische Ontwikkeling
- Prof. dr. ir. R.E.H.M. Smits, Universiteit Utrecht
- Dr. ir. P.P.C.C. Verbeek, Universiteit Twente

Dit boek is gedrukt met financiële steun van de Nederlandse onderzoeksschool voor Wetenschap, Technologie en Moderne Cultuur (WTMC).

Het onderzoek voor dit boek is mede gefinancierd door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) te Petten.

Druk: Print Partners Ipskamp, Enschede

Concept omslag: Rianne Brouwers

© J.H. Ganzevles, 2007

ISBN 978-90-365-2569-5

# TECHNOLOGIE VOOR MENS EN MILIEU

EEN ACTOR-NETWERK ANALYSE VAN DE ONTWIKKELING VAN  
ENERGIETECHNOLOGIE VOOR WONINGEN

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van  
de graad van doctor aan de Universiteit Twente,  
op gezag van de rector magnificus,  
prof. dr. W.H.M. Zijm,  
volgens het besluit van het College voor Promoties  
in het openbaar te verdedigen  
op donderdag 18 oktober 2007 om 16.45 uur

door

Jurgen Henricus Ganzevles

geboren op 1 juni 1976

te Apeldoorn

Dit proefschrift is goedgekeurd door de promotor  
Prof. dr. N.E.J. Oudshoorn

en de assistent promotor  
Dr. J. Jelsma

# INHOUDSOPGAVE

## VOORWOORD

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INLEIDING: milieu, consument en technologie</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Technologisch innovatie voor “ontkoppeling” van economie en milieu  | 1         |
| 1.2 Ontwerpen voor gebruikers van duaal effectieve technologie  | 5         |
| 1.3 Een ontwerppraktijk terzake: het ECN  | 8         |
| 1.4 Probleemstelling en opbouw van dit proefschrift   | 9         |
| <br>  |           |
| <b>2. THEORETISCH KADER: ontwerpen, testen en de verantwoordelijkheid voor effecten op gebruikers en milieu</b> | <b>11</b> |
| <b>2.1 Actor-Netwerk Theorie</b>  | <b>12</b> |
| ANT oude stijl: van feitenconstructie naar translaties van actoren  | 12        |
| ANT nieuwe stijl: scripts en de delegatie van verantwoordelijkheden   | 18        |
| <b>2.2 Gebruikers, ontwerpen en testen van technologie</b>  | <b>21</b> |
| Gebruikers en het ontwerpen van technologie   | 21        |
| Literatuur over het testen van technologie  | 23        |
| ANT en het testen op effectiviteit van technologie  | 26        |
| <b>2.3 Onderzoeksvragen en methode</b>  | <b>27</b> |
| Exploratief case study onderzoek  | 29        |
| Verzameling en presentatie van empirische gegevens  | 31        |
| <br>  |           |
| <b>3. TESTEN VOOR DUAAL EFFECTIEF ONTWERP MET REKENMODELLEN: de casus <i>Ecobuild Fase A</i></b>                | <b>35</b> |
| <b>3.1 Beloftes van het Ecobuild project</b>  | <b>35</b> |
| Beloftes van milieueffectiviteit in projectplannen  | 38        |
| Beloftes van gebruikerseffectiviteit in projectplannen  | 40        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 41        |
| <b>3.2 De constructie van rekenmodellen</b>   | <b>44</b> |
| De constructie van drie rekenmodellen   | 45        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 49        |
| <b>3.3 Het gebruik van rekenmodellen: de constructie van bewijs</b>   | <b>52</b> |
| De virtuele gebruiksomgeving in rekenmodellen   | 52        |
| Testen op milieueffectiviteit met rekenmodellen   | 57        |

|   |            |
|---|------------|
| Testen op gebruikerseffectiviteit met rekenmodellen   | 62         |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 63         |
| <b>3.4 Conclusies</b>   | <b>66</b>  |
| <b>4. TESTEN VOOR DUAAL EFFECTIEF ONTWERP MET EEN<br/>LABORATORIUMOPSTELLING: de casus <i>Ecobuild Fase B</i></b> | <b>71</b>  |
| <b>4.1 Veranderende beloftes voor het Ecobuild project</b>  | <b>71</b>  |
| Veranderende beloftes van milieueffectiviteit   | 72         |
| Veranderende beloftes van gebruikerseffectiviteit   | 73         |
| Het toevoegen van procesbeloftes  | 74         |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 75         |
| <b>4.2 De constructie van een laboratoriumopstelling voor Ecobuild</b>  | <b>76</b>  |
| De constructie van de laboratoriumopstelling  | 76         |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 79         |
| <b>4.3 Het gebruik van de laboratoriumopstelling voor Ecobuild</b>  | <b>80</b>  |
| Het bewijzen van milieueffectiviteit  | 81         |
| Het bewijzen van gebruikerseffectiviteit  | 89         |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 93         |
| <b>4.4 Presentatie van bewijs van duale effectiviteit</b>   | <b>97</b>  |
| Ecobuild rapportage over testen voor nieuwbouw  | 97         |
| Rapportage afgesplitste testen voor bestaande bouw  | 100        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 100        |
| <b>4.5 Conclusies</b>   | <b>102</b> |
| <b>5. DEMONSTREREN EN TESTEN MET EEN<br/>LABORATORIUMOPSTELLING: de casus <i>domotica</i></b>                     | <b>107</b> |
| <b>5.1 De belofte van domotica voor duurzame huizen</b>   | <b>107</b> |
| <b>5.2 Constructie van een laboratoriumopstelling voor domotica</b>   | <b>108</b> |
| Een demonstratiewoning voor domotica  | 108        |
| Aanpassen van de demonstratiewoning voor metingen   | 111        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 114        |
| <b>5.3 Het gebruik van de laboratoriumopstelling voor domotica</b>  | <b>117</b> |
| Het meten van milieueffectiviteit van domotica  | 117        |
| Het meten van gebruikerseffectiviteit van domotica  | 119        |
| Het demonstreren van duale effectiviteit aan bezoekers  | 120        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 121        |



|   |            |
|---|------------|
| <b>5.4 Het verspreiden van laboratoriumbewijs</b>   | <b>122</b> |
| Uitingen in de media en presentatie aan andere partijen   | 122        |
| Verslaglegging richting sponsoren   | 123        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 125        |
| <b>5.5 Conclusie</b>  | <b>127</b> |
| <br>  |            |
| <b>6. TESTEN VOOR DUAAL EFFECTIEF ONTWERP BIJ MENSEN THUIS: het <i>NIDO-programma voor domotica</i></b> | <b>131</b> |
| <br>  |            |
| <b>6.1 Beloftes rondom domotica in het NIDO-programmavoorstel</b>                                       | <b>131</b> |
| Beloftes van milieueffectiviteit in het programmavoorstel   | 133        |
| Beloftes van gebruikerseffectiviteit in het programmavoorstel   | 135        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 136        |
| <b>6.2 Het operationaliseren van het NIDO-programma</b>   | <b>138</b> |
| De start van het programma  | 138        |
| Het inlijven van twee testlocaties in het programma   | 139        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 142        |
| <b>6.3 Het testen op gebruikerseffectiviteit vanuit het programma</b>                                   | <b>142</b> |
| Testlocatie I: het voortraject  | 142        |
| Testlocatie I: evaluatie vanuit het NIDO-programma  | 144        |
| Testlocatie II  | 146        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 147        |
| <b>6.4 Het testen op milieueffectiviteit vanuit het programma</b>                                       | <b>148</b> |
| Het testen op milieueffectiviteit bij mensen thuis  | 148        |
| Een nieuw ECN project: “milieukentallen”  | 150        |
| Interpretatie vanuit de theorie   | 152        |
| <b>6.5 De presentatie van resultaten vanuit het NIDO-programma</b>                                      | <b>153</b> |
| <b>6.6 Conclusie</b>  | <b>154</b> |
| <br>  |            |
| <b>7. CONCLUSIES, REFLECTIES EN AANBEVELINGEN</b>   | <b>159</b> |
| <br>  |            |
| <b>7.1 Conclusies</b>   | <b>159</b> |
| Literatuur  | 159        |
| Empirisch onderzoek   | 161        |
| Eindconclusie   | 172        |
| <b>7.2 Reflecties</b>   | <b>173</b> |
| Representatie van eindgebruikers bij technisch ontwerpen  | 173        |
| Handelingsruimte van technologen  | 175        |

|   |            |
|---|------------|
| Het bijzondere karakter van duaal effectief ontwerpen en testen | 179        |
| <b>7.3 Aanbevelingen voor het ECN</b>                           | <b>182</b> |
| Aanbevelingen voor de korte termijn                             | 182        |
| Aanbevelingen voor de middellange termijn                       | 185        |
| <br>  |            |
| <b>SAMENVATTING</b>   | <b>191</b> |
| <b>SUMMARY</b>  | <b>197</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIE</b>   | <b>203</b> |
| <b>OVER DE AUTEUR</b>   | <b>209</b> |

# Voorwoord

Het is zomer 2002 en mijn leven gaat ingrijpend veranderen. Mijn bestaan als ingenieur laat ik achter me. Op de deurmat ligt een brief met de uitnodiging om socioloog van Wetenschap en Technologie te worden.

De eerste aanwijzing was gelijk een schot in de roos. Dat was het boek *Science in Action*, van Bruno Latour. “Lees dat eerst maar eens. Dan kunnen we daarmee beginnen”, schrijft Jaap Jelsma, de beoogd begeleider van mijn promotieonderzoek. Dat boek behandelt een “sociologie van translaties”, beter bekend als Actor-Netwerk Theorie (ANT). Daarmee gaat de wereld van de Wetenschaps- en Technologiestedies voor mij open.

In die tijd viel eindelijk een onbevredigend gevoel van me af. Eenmaal begonnen met promoveren ontvouwde zich een wereldbeeld dat antwoorden gaf op vragen die wel leefden, maar die ik tot die tijd eigenlijk niet goed onder woorden kon brengen. Bij mijn werk als ingenieur had ik altijd al een vaag idee dat er “iets niet klopte”. Mijn collega’s leken daar geen last van te hebben. Zij streefden er juist naar om zaken kloppend te maken en te houden. Percentages om projectrisico’s uit te drukken, getallen om de dimensies van een ontwerp exact aan te geven en een begroting die niet klopt geven alleen maar problemen. Maar ik had juist de behoefte om de andere kant op te werken. “Dwars tegen het heil in”, zouden mijn ouders zeggen. Een vraag waar ik me mee bezighield was: waarom lopen de zaken in een technologisch project zoals ze lopen, en gaat het niet op één van de vele andere manieren? Als driejarige schijn ik al geroepen te hebben: “ja, maar het kan ook zó!”. Misschien wel een aangeboren speurzint om juist de oplossingen die voor de hand liggen ter discussie te stellen.

Die speurzint is me bij het promotiewerk goed van pas gekomen. Zowel de theoretische input uit Twente als de technologische praktijk van het Energieonderzoek Centrum Nederland in Petten bleken buitengewoon harde noten om te kraken binnen één promotieonderzoek. Niet alleen Wetenschaps- en Technologiestedies bleek ingewikkeld, ook in de praktijk van technisch ontwerpen en testen was niets zoals het leek. Daar kwam de uitdaging bij om die twee juist met elkaar te verbinden.

Dat het gelukt is om die twee werelden met elkaar in verband te brengen, met een proefschrift als resultaat, dank ik aan vele mensen. Mijn grootste dank gaat daarbij uit naar mijn dagelijks begeleider, Jaap Jelsma. Niet alleen als initiator, maar ook als begeleider van dit project heeft hij er veel tijd en energie in gestopt. Met Jaap als intellectuele “sparring partner” kwam het project telkens een stap verder – ook al leek het soms een tijdje op een dood spoor te zitten. In de eindfase was hij ook niet te beroerd om zich intensiever met het project te bemoeien zodat het afgerond kon worden.

Als promotor stond Nelly Oudshoorn wat meer op afstand, maar dat maakte haar niet minder betrokken. Ze toonde zich een stevig bewaker van de rode draad in het proefschrift. Verder heb ik altijd het gevoel gehad dat er geen drempels zijn om aan de bel te trekken, wanneer dat maar nodig was. Met name in de eindfase wist zij als geen ander in no-time de hoofdstukken met gedegen commentaar te retourneren. Dank daarvoor.

## VOORWOORD

Gerrit Jan Schaeffer bedank ik voor de ruimte die hij binnen het ECN gecreëerd heeft voor dit project. Door zijn toedoen was mijn aanwezigheid bij het ECN vanzelfsprekend. Ik heb mij telkens welkom gevoeld, ondanks het feit dat ik niet altijd goed kon uitleggen aan iedereen wat mijn rol nou precies was. De openheid van een organisatie als het ECN is een belangrijke voorwaarde om dit type onderzoek te kunnen uitvoeren. Ik was vrij om archieven te raadplegen, medewerkers vragen te stellen en mijn stukken te schrijven. Daarvoor heb ik met plezier gebruik gemaakt van mijn werkplek bij de afdeling Beleidsstudies in het eerste jaar en daarna bij de afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving. Wim van Helden, Josko Kester, Ernst-Jan Bakker en Roelof Schuitema bedank ik voor hun commentaar op mijn hoofdstukken in de eindfase. Ook Koen Kok, Maarten Hommelberg en Fred Kuiper dank ik in het bijzonder. Zij hebben mij geduldig met de ins en outs van het project Virtual Power Plant bekend gemaakt. Om praktische en inhoudelijke redenen kon het helaas niet meer mee als casestudy voor dit proefschrift. Ook in de sociale wetenschappen is het niet altijd te voorspellen hoe een experiment afloopt... Marcel Elswijk, René Kamphuis en Niels Sijpheer dank ik voor het beantwoorden van mijn (ogenschijnlijk domme) vragen. Ook tegen de andere collega's van de afdeling zeg ik: bedankt! Zonder jullie had ik de projecten die ik bestudeerd heb nooit goed kunnen begrijpen. Bovendien zou het taart eten in de bibliotheek beneden, het lunchen in het "bedrijfsrestaurant", het bussen naar Petten en treinen naar Utrecht een eenzame aangelegenheid zijn geweest. Harm Jeeninga van ECN-Beleidsstudies dank ik voor zijn kritische maar altijd constructieve opmerkingen als lid van de begeleidingscommissie voor het eerste jaar.

Mijn dank gaat natuurlijk ook uit naar de collega's aan de Universiteit Twente. In de eerste jaren betrof het de groep Filosofie van Wetenschap en Technologie (FWT), wat later is omgedoopt (en uitgebreid) tot Science, Technology, Health and Policy Studies (STeHPS). Iedereen bedankt voor de stimulerende academische omgeving met een menselijk gezicht!

Meer specifiek bedank ik de deelnemers in het Gebruikerscluster voor het geduld om mijn hoofdstukken door te nemen die vaak nog veel te lang waren en waarin meerdere verhaallijnen in elkaar verstrikt raakten.

De "jonge garde" wil ik nog in het bijzonder noemen. In de loop der jaren waren Martijn Wit, Mieke van Hemert, Lynsey Dubbeld, Swen Stoop, Femke Merkx, Govert Valkenburg, Douglas Robinson, Anne Wesselink, Frank van der Most, Lara Tauritz Bakker, Martin Ruivenkamp, Haico te Kulve, Erwin van Rijswoud, Eelco Bredenhof, Marloes van Amerom, Louis Neven, fijne collega promovendi en post-docs. Met deze mensen was het niet alleen goed lusten en lasten delen, maar ook goed koffie drinken, eten en een biertje pakken. In het bijzonder bedank ik Stefan Verhaegh voor zijn rol als uitstekende kamergenoot en paranimf bij mijn promotie.

Paul Wouters, Annemiek Nelis, Sally Wyatt en Els Rommes bedank ik voor de inspirerende manier waarop zij de coördinatie van de landelijke onderzoeksschool voor Wetenschap, Technologie en Moderne Cultuur (WTMC) hebben ingevuld.

Lieve Rianne, familie, “schoonfamilie” en vrienden. Wat hebben jullie aan dit proefschrift bijgedragen? Veel meer dan jullie beseffen. Het uitvoeren van dit promotieonderzoek was een spannende tijd met veel onzekerheden. Hoe ver mijn gedachten en mijn gevoel van onzekerheid soms alle kanten op schieten, ik weet zeker dat er altijd een stevig honk is om naar terug te keren waar alles “gewoon goed” is. Dennis Paus bedank ik in het bijzonder vanwege zijn rol als paranimf bij mijn promotie. En Chispa, jij kleine viervoeter, met jou op het bureau is het thuiswerken een stuk leuker! Dank jullie wel.

Tot zover mijn dank naar de mensen om mij heen. Maar laat ik, met een knipoog naar Latour, de dingen om mij heen niet vergeten die dit proefschrift mogelijk hebben gemaakt. Mijn mp3-speler en laptop, trouwe vrienden op het traject Enschede-Petten. De bibliotheek op de Uithof in Utrecht, een oase van rust om ongestoord te werken. De poster met de tekst “Weest Positief”, op de hoek van de straat. Mijn tweedehands LP collectie. Daarmee doe ik de vele objecten om mij heen tekort die hun taken zó trouw vervullen dat het mij niet meer opvalt. Mijn oprechte excuses.

Waarmee ik eigenlijk natuurlijk al die mensen bedank die met hart en ziel werken aan het ontwerpen van de materialiteit om ons heen – en daarmee onze maatschappij technologisch vormgeven. Zelfs de meest levenloze zaken zoals de bakstenen waartussen wij wonen, het gekleurde katoen dat wij dragen en de verkeersborden die ons veilig door het verkeer loodsen zijn ooit ontworpen door technologen van vlees en bloed. Aan mij als onderzoeker van Wetenschap en Technologie de taak om verslag te doen van het werk van één groep technologen, te weten die van het ECN. Kritisch, maar met respect voor hun dagelijks werk.

Maar laat ik dan wel bij het begin beginnen. En dat is de historisch gegroeide rol van technologie voor het oplossen van maatschappelijke milieuproblemen (Hoofdstuk 1).

Jurgen Ganzevles

Utrecht, september 2007



# Inleiding: milieu, consument en technologie

In dit proefschrift staat duaal effectieve technologie centraal. Duaal effectieve technologie richt zich op zowel het milieu als de consument. De maatschappij heeft hoge verwachtingen van technologische innovatie voor het milieu. Veel van die technologie moet via de markt bij consumenten terechtkomen. Dergelijke technologie moet burgers bedienen op hun wensen als consumenten, maar ondertussen ook zorgen dat het milieu er bij gebaat is. Technologie die daar in slaagt noem ik duaal effectief.

Het geloof in duaal effectieve technologie legt een dubbele verantwoordelijkheid neer bij technologen. Aan de ene kant verwacht de maatschappij van technologen dat zij technologie ontwikkelen die bijdraagt aan een beter milieu. Aan de andere kant wordt van technologen verwacht dat hun ontwerp te verkopen is op de consumentenmarkt.

Deze studie richt zich op de vraag hoe technologen duaal effectieve technologie ontwerpen – en zouden kunnen ontwerpen. Vanuit Wetenschaps- en Technologiestedies is dit een interessant thema. Diverse literatuur laat namelijk zien dat het verre van eenvoudig is om op effecten van technologiegebruik te anticiperen. Zo wordt het ontwikkelen van technologie ook wel een innovatiereis genoemd [Van de Ven et al. 1999]. Vele partijen reizen mee, die elkaar allemaal beïnvloeden. Wat zeker is is dat je onderweg bent. Waar je uitkomt is minder duidelijk. Ben je eenmaal uitgereisd, dan is succes nog niet gegarandeerd. Eindgebruikers blijken technologie vaak op hun eigen manier te gebruiken. Voor duaal effectieve technologie betekent dit dat consumenten technologie zo kunnen gebruiken dat milieudoelstellingen aan het eind van de rit alsnog onderuit gehaald worden.

Het geloof in duaal effectieve technologie heeft een geschiedenis. Die geschiedenis ligt in het politieke streven naar een “ontkoppeling van economie en milieu”, wat aan bod komt in de volgende paragraaf. Daarna zet ik meer in detail uiteen welke kanttekeningen er bij dit streven geplaatst kunnen worden vanuit Wetenschaps- en Technologiestedies. Om die kanttekeningen te kunnen onderzoeken duikt dit proefschrift in een aantal praktijken van technisch ontwerpen terzake. Ontwerppraktijken bij het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) staan centraal. Dat is niet toevallig. Dit proefschrift is namelijk het resultaat van een samenwerking tussen het ECN en de Universiteit Twente. In paragraaf 1.3 geef ik de rol van het ECN bij dit onderzoek aan. In het bijzonder gaat het om de afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving (DEGO, thans EGON). Deze afdeling ontwikkelt, onder andere, technologische energieconcepten voor de woningbouw. De probleemstelling voor dit proefschrift is in samenwerking met het ECN bepaald. In paragraaf 1.4 werk ik deze onderzoeksvraag uit tot een onderzoeksplan en geef ik de opbouw voor de rest van het proefschrift.

## 1.1 Technologische innovatie voor “ontkoppeling” van economie en milieu

In 1972 werd de mensheid een spiegel voorgehouden. In dat jaar publiceerde de Club van Rome het rapport *De grenzen aan groei* [Meadows 1972]. Dit rapport ontvouwde een dramatisch toekomstperspectief met de volgende conclusie: als de exponentiële groei van wereldbevolking, industrialisatie, vervuiling, voedselproductie en uitputting van

## HOOFDSTUK 1

hulpbronnen doorzet, dan zijn de grenzen aan de groei op aarde binnen honderd jaar bereikt. Het meest waarschijnlijke gevolg zou zijn dat de bevolkingsomvang en industriële capaciteit plotseling en oncontroleerbaar achteruit zouden gaan. De Club van Rome trok nog een tweede conclusie: het is mogelijk deze trends te veranderen. Door in te grijpen zouden ecologische en economische stabiliteit bereikt kunnen worden die voortduurt tot ver in de toekomst. Dit stabiele evenwicht zou elk individu gelijke kansen geven om zich te ontplooiën. Bovendien zou dit wereldwijde evenwicht zo ingericht kunnen worden dat aan de materiële behoeften van iedereen op aarde voldaan kan worden.

Deze boodschap gaf een duw aan het prille milieubeleid in Nederland. In hetzelfde jaar nog lagen de eerste maatregelen op tafel om de effecten van groei op het milieu te beteugelen. Met de “Urgentienota Milieuhygiëne” uit 1972 was het Nederlands milieubeleid geboren [Anoniem 1972, 2007]. Sinds die tijd heeft de Nederlandse regering tientallen, zo niet honderden beleidsstukken over groei en milieu gepubliceerd. Het rapport “Our sustainable future” [Brundtland 1988] en het Kyoto protocol [Anoniem 1998b], om CO<sub>2</sub> en andere broeikasgassen te verminderen, waren markeerpunten in de internationale context voor het Nederlandse beleid. Sinds 1989 is het Nederlandse beleid gebundeld in vier Nationale Milieubeleidsplannen [Anoniem 1989, 1993, 1998, 2001].

In deze milieuplannen is krimpen van de economie door verminderen van consumptie geen optie.<sup>1</sup> Minder consumeren kan de aanslag op het milieu wel verminderen, maar het is tegelijkertijd een stok tussen de spaken van het economische wiel. De overheid spoort burgers soms wel aan om hun aankoopgedrag te wijzigen, maar niet om het te verminderen. Als de overheid burgers al minder wil laten consumeren, dan liever niet op al te grote schaal. In haar campagne van de jaren negentig, “een beter milieu begint bij jezelf” [Anoniem 2007c] ging de overheid eigenlijk niet verder dan burgers aan te sporen hun rommel op te ruimen en grondstoffen niet te veel te verspillen. De materiële wensen van burgers als zodanig laat de overheid voor het grootste gedeelte ongemoeid. In de optiek van beleidsmakers moet de economie namelijk op toeren blijven:

*“Een krimp-economie biedt geen perspectief aan werklozen, aan ondernemers of aan consumenten. Krimp is ook internationaal ongewenst en onhaalbaar.”*

[Anoniem 1997, pag. 19]

Het Nederlands milieubeleid neemt een groei-economie als uitgangspunt, waarin burgers vooral als consumenten worden gezien. De wensen van burgers kun je duurzaam invullen - als je het maar beter organiseert.

De economie moet dus niet krimpen, maar schoner groeien. De overheid deed een eerste stap in die richting met de Nota Selectieve Groei [Anoniem 1976]. Industriële groei bleef nodig, maar daar kwamen nu doelstellingen voor milieu, energie en grondstoffen bij. Ook het eerste Nationale Milieubeleidsplan [Anoniem 1989] had het doel milieuproblemen te voorkomen *gegeven* het streven naar lange-termijn economische groei. In NMP2 [Anoniem 1993] werd geconstateerd dat dit beleid voor een deel succesvol was. Met de Nota Milieu en Economie [Anoniem 1997] ging het kabinet voortvarend door op de ingeslagen weg:

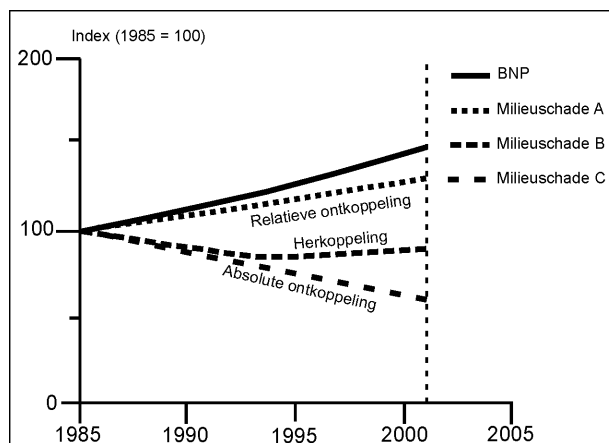
*“We moeten streven naar een duurzame ontwikkeling. Niet minder economische groei, maar een andere groei. Een groei die milieuproblemen voorkomt en beter verenigbaar is met een verbetering van het milieu en leefkwaliteit. Het kabinet streeft zo naar*



*vergroting van welvaart en welzijn in Nederland. Dit streven is vertaald in beleidsmatige doelen voor economie en ecologie. Die milieudoelen zijn vastgelegd in de NMP's.*" [Anoniem 1997, pag. 19]

Burgers moeten gewoon in de economie blijven meedraaien. Zij moeten niet minder consumeren, maar schoner consumeren. Het enige verschil met vroeger is dat de te consumeren producten en diensten zo ontworpen moeten worden dat ze minder beslag leggen op het milieu.

Het beleid om economie en milieu te verenigen is bekend onder de naam "ontkoppeling". Ontkoppelen betekent dat de economie harder groeit dan de milieulast. Vaak wordt dit idee van ontkoppeling in een grafiek weergegeven. Figuur 1 laat zo'n grafiek zien, overgenomen uit een advies van de VROM-Raad uit 2002.



**Figuur 1-1: Ontkoppeling van milieu en economie [Noordanus 2002, pag. 17]**

De bovenste lijn in deze grafiek stelt de economische groei voor (uitgedrukt in een geïndexeerd Bruto Nationaal Product). Zonder ingrijpen zou economische groei gelijk op gaan met meer "milieudruk", procentueel gezien. De lijnen voor economie en milieu zouden dan ongeveer over elkaar heen vallen (niet afgebeeld in de grafiek). Bij een relatieve ontkoppeling (de tweede lijn van boven) neemt de milieudruk nog steeds toe, maar procentueel gezien is dat minder dan de groei van de economie. Er is sprake van absolute ontkoppeling wanneer economische groei gelijk opgaat met een verlaging van de milieudruk (de onderste lijn). In de beleidswereld spreekt men over herkoppeling, als de milieudruk eerst lijkt te dalen, maar na verloop van tijd toch weer toeneemt (de lijn met de knik). Het uiteindelijke streven is om economie en milieu in absolute zin te ontkoppelen (de onderste lijn). In andere rapporten staan grafieken waarin de milieudruk verder gespecificeerd is. Het NMP4 bijvoorbeeld geeft aparte lijnen voor klimaat, verstoring, vermessing, verzuring en verwijdering [Anoniem 2001, pag. 17].

## HOOFDSTUK 1

Technologische innovatie wordt al jarenlang genoemd als de manier om ont koppeling te bereiken. De Club van Rome was nog kritisch over de belofte van technologie voor duurzaamheid, maar in de loop der jaren heeft de Nederlandse overheid technologische innovatie juist stevig omarmd. Technologie maakt ont koppeling gemakkelijker – zo is het geloof. Zo spreekt de Nota Milieu en Economie uit 1997 over “[h]et bevorderen van verdere ontwikkeling van het (grote) *technologisch potentieel*” [Anoniem 1997, pag. 26 – 26, cursief in origineel] en over technologie als “boegbeeld” [Anoniem 1997, pag. 42], terwijl men ook de intentie uitsprekt het subsidieprogramma Duurzame Technologie Ontwikkeling (DTO) te continueren en het programma Economie, Ecologie en Technologie (EET) te intensiveren. Tevens zet deze nota in op het beprijzen van milieulast in de (technologische) producten en diensten die consumenten afnemen. Onder het motto “duurzaam ondernemen” zouden marktpartijen milieuaspecten mee moeten nemen in hun bedrijfsvoering.

Met het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) verbreedt de overheid haar visie [Anoniem 2001]. Zij zit minder op het spoor van het duurzamer maken van individuele bedrijfsvoeringen, maar kijkt meer naar (technologische) systemen als geheel. Het “transitiedenken” doet zijn intrede, dat verwant is aan het idee van Strategisch Niche Management (zie bijvoorbeeld [Schot et al. 1995] [Geels en Kemp 2000] en [Kemp et al. 2001]) De energiehuishouding en de landbouw bijvoorbeeld moeten een transitie doormaken naar een duurzamer niveau. Partijen in een sector moeten gezamenlijk komen tot een duurzamer systeem door te leren over technologie in “niches”. Dit zijn lokale handelingspraktijken waarin technologie wordt uitgeteerd die tijdelijk zijn afgeschermd van de harde financiële eisen vanuit de markt. De overheid heeft hierbij een agenderende, faciliterende en sturende rol. In deze beleidsaanpak zijn burgers vooral consumenten in sectorale systemen.

In zijn advies van 2002 zet de VROM-raad de lijn van NMP4 door. Het oude idee van het beprijzen van milieulast wordt opgepikt, onder de noemer “eco-efficiencyverhoging via internalisering milieukosten”. Milieubelastende producten en diensten moeten duurder worden:

*“Om verschillende redenen lijkt de route van verdere eco-efficiencyverbetering de meest aangewezen weg om tot absolute ont koppeling te komen. De geschiedenis heeft laten zien dat via de technologische route enorme verbeteringen mogelijk zijn. Het potentieel voor toekomstige verbeteringen is aanzienlijk. Deze route is ook aantrekkelijk omdat mensen hun consumptieve voorkeuren niet hoeven te veranderen.”* [Noordanus 2002, pag. 63]

Het staat de burger vrij een duurder product te kiezen, maar de VROM-raad verwacht dat de markt zijn werk zal doen. De burger is een homo economicus, die de duurdere, beboete producten in het schap zal laten liggen. Via de markt slaat dit terug naar producenten. Zij zullen zich genoodzaakt zien milieuvriendelijker producten te ontwikkelen om in de markt te overleven, aldus de VROM-raad.

De raad denkt dat die aanpak niet voldoende is. Daarom adviseert hij om ook direct in te grijpen in innovatieprocessen. Systeeminnovaties richting duurzaamheid, met een belangrijke rol voor technologie, moeten doorgezet worden. De raad pleit onder andere voor “transitiebestendigheid” als criterium voor het beoordelen van technologieën.

Energiebesparing en kosten bijvoorbeeld zouden in twee werelden overeind moeten blijven: in de wereld van vandaag, maar ook in het systeem van morgen [Noordanus 2002, pag. 112].

Wanneer de VROM-raad het heeft over transitie, dan richt hij zich vooral op het bedrijfsleven, onderzoekscentra en werkgevers- & werknemersorganisaties. Georganiseerde burgers kunnen echter ook aanschuiven. De raad spreekt over een proces van Constructive Technology Assessment, waar ook burgers aan kunnen deelnemen:

*“Op een interactieve wijze kan gezocht worden naar oplossingen die zowel eco-efficiënt als aantrekkelijk voor de consument zijn. Ook kan bij de burger getoetst worden of bepaalde toepassingen van een nieuwe technologie maatschappelijk acceptabel zijn.”*

[Noordanus 2002, pag. 111]

Burgers kunnen dus wel betrokken worden bij systeeminnovaties, maar zij moeten vooral hun wensen als consument aangeven.

Op basis van het voorgaande concludeer ik het volgende. Bij het begin van dit promotieonderzoek was technologische innovatie al jarenlang een belangrijk onderdeel van het politieke streven om economie en milieu te ontkoppelen. Deze benadering vraagt om het ontwerpen van duaal effectieve technologieën: technologieën die consumenten en het milieu tegelijkertijd een dienst moeten bewijzen. In de volgende paragraaf zal ik schetsen hoe Wetenschaps- en Technologiestedies tegen deze benadering aankijkt.

## 1.2 Ontwerpen voor gebruikers van duaal effectieve technologie

Wanneer we de bril van Wetenschaps- en Technologiestedies opzetten, dan vallen twee aspecten op. Ten eerste heeft het ontkoppelingsbeleid nauwelijks oog voor gebruikers van technologie. Burgers worden wel gezien als consumenten van technologische producten en diensten, maar het beleid lijkt zijn ogen te sluiten voor wat er daarna gebeurt, wanneer technologie gebruikt moet gaan worden. Ten tweede verplaatst het ontkoppelingsbeleid zich amper in de positie van technologen die de duaal effectieve technologieën moeten ontwikkelen. De consument-gebruikers, maar ook de technologen lijken probleemloos mee te draaien als radertjes in grotere technologische systemen die de duurzaamheidsdoelstellingen dichterbij moeten brengen. De rol van gebruikers en technologen is echter verre van probleemloos. Dit zal ik nader toelichten.

Wil technologie effecten sorteren, dan moet zij wel eerst gebruikt gaan worden in de samenleving. Maar dat lukt niet altijd. Wyatt [2003] bijvoorbeeld illustreert dat gebruikers technologie volledig links kunnen laten liggen. Sommige gebruikers weigeren domweg een technologie als het Internet te gebruiken. Anderen verwerpen de technologie nadat ze het hebben uitgeprobeerd. Weer anderen verliezen toegang tot een technologie als het Internet doordat ze niet langer aan een bepaalde instelling verbonden zijn, of het niet meer kunnen betalen. Dit proces waarin gebruikers worden buitengesloten is vaak een onbedoeld effect van het ontwerp. Zo laat Akrich [1992] zien dat een ontwerp, wanneer het eenmaal zijn materiële vormen heeft, in de praktijk blijkt te vragen om bepaalde soorten gebruikers. In

haar geval bleek het technologisch object (een op zonne-energie werkende verlichtingsunit voor ontwikkelingslanden) te vragen om volgzame gebruikers die bereid waren te leren gebruiken. Gebruikers met minder geduld of minder technisch verstand bleken niet in staat het ontwerp te gebruiken – zij bleven “non-users”. Gebruikers hebben de macht om technologie naast zich neer te leggen, waardoor bedoelde effecten uitblijven.

Maar wat als een technologie wél gebruikt wordt? Dat is wel een voorwaarde, maar nog geen garantie voor succes. Wil technologie de beoogde effecten bereiken, dan moet ze gebruikt worden *zoals bedoeld*. En dat gebeurt vaak niet. Vanuit de cognitieve psychologie laat Norman bijvoorbeeld al jarenlang zien hoeveel moeite gebruikers hebben om met de technologische objecten in hun omgeving om te gaan. Deurklinken blijken niet op de juiste hoogte te zitten, huishoudelijke apparaten hebben een bedieningspaneel zó ingewikkeld als ging het om een ruimteschip en toetsenborden van mobiele telefoons blijken te klein om fatsoenlijk te kunnen SMS-en. Gebruikers vinden niet altijd de goede aangrijpingspunten voor gebruik. De functionele eigenschappen van de objecten (de “affordances”) blijken niet te kloppen [Norman 1990]. Zelfs eenvoudige, routinematige activiteiten zoals koffie zetten verlopen daarmee anders dan ontwerpers hadden verwacht.

In de voorbeelden van Norman zijn gebruikers er niet op uit om het gebruik van technologie zoals dit bedoeld is door ontwerpers te verstoren. Kline en Pinch [1996] laten echter zien dat gebruikers ook doelbewust met een technologie aan de haal kunnen gaan. Zij geven het historische voorbeeld van alternatief gebruik van de auto op het platteland van de Verenigde Staten, in de tijd van Henry Ford. Ontwerpers hadden niet voorzien dat boeren hun auto’s zouden gaan inzetten als generator om lokaal energie op te wekken. Zo’n alternatieve reactie van gebruikers hoeft geen probleem te zijn, maar soms kan dit wel zo zijn. Wanneer een ontwerp anders gebruikt wordt dan bedoeld, dan kunnen namelijk “revenge effects” optreden [Tenner 1996]. Anderen spreken ook wel over “rebound effects”. Revenge of rebound effecten zijn geen neveneffecten (zoals haaruitval bij chemotherapie), maar effecten die de oorspronkelijke doelstelling tegenwerken. Ze nemen als het ware wraak op de oorspronkelijke doelstelling. Een voorbeeld dat Tenner noemt is vals alarm van beveiligingssystemen thuis. De helft van het vals alarm wordt door “gebruikersfouten” veroorzaakt [Tenner 1996, pag. 7]. Fouten van gebruikers kunnen er aan bijdragen dat de bedoelde veiligheid juist minder wordt. Politieagenten die uitrukken voor vals alarm lopen de echte inbrekers mis. Technologen kunnen dus wel goede bedoelingen hebben, maar die kunnen verkeerd uitpakken, waardoor het kwaad eerder erger wordt dan minder. Een ander voorbeeld is de veiligheidsgordel. In de jaren ’70 is de gordel in sommige Amerikaanse staten verplicht. Richens et al. [2000] laten zien dat het aantal verkeersdoden in staten *zonder* wetgeving sterker gedaald is dan in de staten met wetgeving (in procenten). Je zou het omgekeerde verwachten – met een gordel vlieg je niet door de voorruit. Als mogelijke verklaring noemt Richens de hypothese van de risicocompensatie. Met een autogordel om gedragen automobilisten zich misschien onveilig, juist omdat zij zich veiliger wanen in hun auto. In al deze voorbeelden zijn gebruikers zich van geen kwaad bewust. Maar het kan ook erger. Bekende voorbeelden zijn computerhackers (zie bijvoorbeeld [Håpnes 1996]), of Internetgebruikers die computervirussen het net op jagen. Bedoeld of onbedoeld: gebruikers blijken saboteurs te kunnen zijn van de doelstellingen van ontwerpers.

Aandacht is niet alleen nodig voor gebruikers, maar ook voor technologen. In het ontkoppelingsbeleid dragen zij de verantwoordelijkheid om de benodigde technologieën te verzinnen. Maar om nieuwe technologie ook werkelijk effectief te maken, zullen zij vooruit moeten kijken. En dat is lastig. In dit verband spreekt Collingridge [1980] over een beheersingsdilemma. Als nieuwe technologie nog kneedbaar is, dan is nog niet zo veel bekend over de maatschappelijke gevolgen. Een “innovatiereis” voor technologie [Van de Ven et al. 1999] gaat zelden recht op een einddoel af. Tegen de tijd dat de reis zo ver gevorderd is dat de maatschappelijke effecten aan het licht komen is technologie vaak al zo ver ingebed in sociale en economische systemen dat bijsturen erg moeilijk is. Om correcte voorspellingen te doen, zouden technologen dus ook de reacties van andere partijen in dat traject mee moeten wegen, en terugvertalen in hun ontwerp. Een complexe aangelegenheid, vanwege de vele feedback loops en interacties tussen partijen. Technologen kunnen dus lastig voorspellen hoe de bedoelde effectiviteit van hun technologie uiteindelijk uit zal pakken in de maatschappij.

Ook reacties van individuele eindgebruikers blijken moeilijk te voorspellen. Ontwerpers van technologie moeten zich een beeld vormen van de toekomstige gebruiker om technologie “goed” te ontwerpen. Ontwerpers beschikken echter lang niet altijd over de middelen om onder echte gebruikers relevante informatie over gebruik te verzamelen en deze te verwerken in het ontwerp. Technisch ontwerpers blijken beperkt in hun mogelijkheden [Mackay et al. 2000], ook om te ontwerpen voor een beter milieu [Jelsma 2006]. Aandacht voor de situatie van technologen is dus nodig om te achterhalen hoe zij toekomstige duale effectiviteit van technologiegebruik nu eigenlijk (kunnen) zekerstellen in het ontwerp.

Aandacht voor technologen is ook om een andere reden nodig. Technologen staan namelijk niet los van de maatschappij – ze staan er midden in. Technologen hebben hun eigen agenda’s, belangen, expertise en samenwerkingsverbanden voor technologieontwikkeling. Voor een groot gedeelte ligt de toekomst voor nieuwe technologie al vast in het heden van het R&D-bedrijf. Scenario’s voor technologieontwikkeling zijn al ingebed in projectplannen, rapporten en de hoofden van technologen [De Laat 1996]. Ontwikkeling van nieuwe technologie is vaak al robuuster dan het lijkt. Dit betekent dat het niet gemakkelijk is om met overheidsbeleid voor duurzaamheid grip te krijgen op werkelijke ontwerppraktijken. Bovendien kunnen technologen hun bestaande activiteiten “relabelen”, waardoor de overheid lijkt bij te sturen, maar R&D activiteiten eigenlijk op de oude voet doorgaan [Rip en Nederhof 1986]. Van Lente [1993] spreekt in dit verband over technologische verwachtingen en beloftes. Technologen moeten claims over toekomstig functioneren van technologie de wereld in helpen om de boel in beweging te krijgen. Zo lang die beloften niet ontkracht worden, hebben technologen speelruimte voor hun eigen agenda’s. Zij hebben speelruimte om een toekomstbeeld te schetsen waar anderen wel brood in zien. Zij kunnen die beloften een tijd lang ongestraft inzetten om anderen te overtuigen. Dergelijke beloftes lokken bijvoorbeeld nieuw onderzoeksgeld uit, waarmee hun eigen visie op technologisch ontwerp verder vorm kan krijgen. Kortom: technologen hebben speelruimte om de kost te verdienen met leuk en interessant R&D-werk. Als werkelijke effecten van hun activiteiten tegenvallen, dan komen die pas veel later – of misschien wel nooit – aan het licht.

## HOOFDSTUK 1

De vraag rijst dus hoe het er in de praktijk aan toe gaat. Hoe geven technologen het ontkoppelingsbeleid handen en voeten? Bij het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) vinden we technologen die daar mee bezig zijn. Het moderne ECN is institutioneel zo ingebed dat het zich eigenlijk wel moet richten op duaal effectief ontwerpen. Milieuvriendelijke technologieën waar het ECN aan werkt moeten via de markt bij consumenten terecht komen. In de volgende paragraaf introduceer ik het ECN en ga ik kort in op de rol van het ECN bij dit proefschrift.

### 1.3 Een ontwerppraktijk terzake: het ECN

Uit het jaarverslag 2004:

*“ECN ontwikkelt hoogwaardige kennis en technologie voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding.”* [Anoniem 2005b]

Het ECN vult deze missie in met meer dan 500 formatieplaatsen aan mensen. Deze mensen werken voor een groot deel bij de 7 technisch georiënteerde afdelingen Wind, Zon, Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving, Schoon Fossiel, Brandstoftechnologie, Energie Efficiëntie in de Industrie en de afdeling Biomassa (in 2003). Daarnaast bestaat de afdeling Beleidsstudies, die voornamelijk advies geeft aan overheden. Al het werk uit zich jaarlijks in zo'n 600 publicaties (hoofdzakelijk rapporten) [Anoniem 2005b, 2006] met een omzet van 65 miljoen euro in 2003 en 2004 [Anoniem 2005b]. Eén derde van dat geld komt direct van de Staat der Nederlanden (de zogenaamde Basis, Engine en Samenwerkingsfinanciering), voor nog een derde haalt het ECN Nederlandse en Europese projectsubsidies binnen en het resterende derde deel wordt opgebracht door marktpartijen waarvoor het ECN werk verricht (afgelezen van de resultatenrekening voor 2003 [Anoniem 2003]).

De laatste decennia heeft het ECN zich steeds meer moeten voegen naar het “ontkoppelingsbeleid”. Deze ontwikkeling van het ECN blijkt uit een aantal jubileumboeken [Goedkoop 1995] [Andriess 2000] [Verbong et al. 2005]. Begonnen als Reactor Centrum Nederland (in 1955) heeft het instituut haar onderzoek sinds de jaren '70 verbreed. Het instituut krijgt te maken met innovatiebeleid dat veel meer technologieën wil stimuleren naast kernenergie, in het kader van duurzaamheid. Was nucleaire energie nog vooral een taak van de staat, de nieuwe technologieën moeten zich meer op de maatschappij gaan richten:

*“De grote kennisinstituten (...) krijgen een spilfunctie in dit nieuwe beleid. In het kader van dit nieuwe innovatiegerichte beleid komen adviesorganen en ambtenaren in de jaren tachtig en negentig voortdurend met kritiek op het functioneren van deze instituten, waaronder het ECN. De instituten zouden te weinig inspelen op de vragen en behoeften van marktpartijen, met name van het Nederlandse bedrijfsleven.”*

[Verbong et al. 2005, pag. 8]

Deze trend richting markt zet zich door aan het begin van deze eeuw, wanneer onder Europese regelgeving energiemarkten geliberaliseerd en geprivatiseerd worden. Ook het ECN moet mee in het ontkoppelingsbeleid, dat economische groei gelijk op wil laten gaan met vermindering van milieulast.

In ontwerppraktijken bij het ECN zijn technologen geïnteresseerd in de ontwikkeling van “tools” om met deze duale doelstelling om te gaan, zo blijkt bij het begin van dit promotieonderzoek in 2003. Integrale beoordelingskaders worden opgesteld [Elswijk, et al. 2003] om zowel “het milieu” als “de consument” te verwerken in technologische materialiteit. Deze hulpmiddelen zijn welkom, omdat het ECN weliswaar milieu-expertise in huis heeft, maar zelf niet direct banden heeft met mogelijke afnemers van te ontwikkelen technologie. Via dergelijke tools kunnen preferenties van eindgebruikers hanteerbaar gemaakt worden in het dagelijks werk van technologen bij het ECN. De afdeling Beleidsstudies ziet mogelijkheden om technologen van andere afdelingen daarin te gaan ondersteunen [Schaeffer 2003]. Een gedetailleerd onderzoek hoe dual ontwerpen en testen in de praktijk plaatsvindt – dit proefschrift – zou een fundament kunnen leveren om dergelijke “tools voor dual testen” te verbeteren.

## 1.4 Probleemstelling en opbouw van dit proefschrift

Literatuur uit Wetenschaps- en Technologiestedies en signalen vanuit de ontwerppraktijk van het ECN geven aan dat er een spanning is tussen consument en milieu die het beleid niet onderkent. Consumenten draaien niet zomaar mee in technisch georiënteerde innovatieve systemen die bedoeld zijn om milieueffecten te behalen, en technologen ontbreekt het vaak aan informatie over werkelijk technologiegebruik door consumenten. Dit leidt tot de volgende, verkennende onderzoeksvraag voor dit proefschrift:

*Hoe claimen technologen dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient en hoe maken zij dit waar in de praktijk van technisch ontwerpen en testen?*

Voor het beantwoorden van deze vraag heb ik mijn onderzoek toegespitst op het domein van de woningbouw, waarbij ik vier projecten heb gekozen als “case studies”. Het gaat om vier projecten waar de ECN-afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving (DEGO, thans Energie in de Gebouwde Omgeving en Netten geheten) bij betrokken was, en waarin de focus lag op een bepaalde manier van testen. De eerste casus is “Ecobuild Fase A”. In dat project ontwikkelden technologen energieconcepten voor duurzame woningen, waarvoor vooral testen met rekenmodellen van belang waren. “Ecobuild Fase B” is de tweede casus, waarbij testen op het laboratoriumterrein uitgevoerd werden. In de casus “domotica” ging het naast testen ook om het demonstren van technologie op het laboratoriumterrein aan bezoekers. Een programma van het Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (NIDO) tenslotte vormt de vierde casus, waarin een technologie, opnieuw domotica, werd uitgetest bij mensen thuis.

In het volgend hoofdstuk zal ik een theoretisch kader ontwikkelen voor het onderzoek. Aan de hand van dit kader zal ik de onderzoeksvraag ook theoretisch aanscherpen en ook de methodologie van het onderzoek verder toelichten. Dan volgen de hoofdstukken waarin

## HOOFDSTUK 1

ik de aangescherpte onderzoeksvragen beantwoord voor de case studies waarin technologen op verschillende manieren testen. Het proefschrift eindigt met conclusies op theoretisch niveau, reflecties op de conclusies vanuit de literatuur en enkele aanbevelingen richting het ECN.

---

<sup>i</sup> Er zijn wel maatschappelijke groeperingen die protesteren tegen de al maar groeiende consumptiemaatschappij en pleiten voor “consuminderen”. De weggeefwinkels en de jaarlijkse Niet-Winkeldag [Anoniem 2007b] zijn daar uitingen van.



# Theoretisch kader: ontwerpen, testen en de verantwoordelijkheid voor effecten op gebruikers en milieu

Hoofdstuk 1 heeft laten zien dat het overheidsbeleid de verantwoordelijkheid voor minder milieuvervuiling niet legt bij gebruikers van technologie (de burgers), maar bij ontwerpers van technologie (de technologen). Technologen zouden hun ontwerppraktijken moeten gaan richten op het ontwerpen van technologie die uit zichzelf gunstige milieueffecten realiseert, terwijl de burgers hun gebruikspraktijken niet zouden hoeven te veranderen. Deze implicatie leidde tot de globale vraagstelling voor dit proefschrift, namelijk hoe technologen claimen dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient en hoe zij dit waarmaken in de praktijk van technisch ontwerpen en testen.

Het ligt voor de hand te rade te gaan bij Wetenschaps- en Technologiestudies (WTS) om een dergelijke vraagstelling verder te articuleren en analytisch vorm te geven. Sinds de jaren '70 hebben WTS-onderzoekers in talrijke studies conceptueel, analytisch en empirisch laten zien hoe wetenschap, technologie en samenleving onderling verweven zijn en elkaar vorm geven. Callon spreekt bijvoorbeeld over de “co-evolution” of ‘society’, technological artefacts and knowledge of nature” [Callon 1986a, pag. 20]. Anderen spreken liever over de “co-constructie” van techniek, wetenschap en maatschappij (zie bijvoorbeeld [Smit en Van Oost 1999]).

Sinds de jaren '70 zijn binnen WTS meerdere theoretische stromingen ontstaan. Voor het bewerken van de vraagstelling in dit proefschrift is de stroming die bekend staat als Actor-Netwerk Theorie (ANT) het meest veelbelovend. Een actornetwerk is een netwerk dat effecten produceert door mensen en dingen actief met elkaar te verbinden, op verschillende manieren en via verschillende mechanismen.

Een aantal argumenten pleit er voor om ANT als theoretisch fundament te kiezen voor dit proefschrift. Ten eerste stelt ANT de machtsvraag voorop (zie bijvoorbeeld [Callon 1986a]). ANT-theoretici wijzen er op dat technologie een belangrijke veranderingsmacht heeft en zoeken een antwoord op de vraag waarop deze macht van technologie berust. Dit leidt hen tot het analyseren en benoemen van strategieën die technologen hanteren om nieuwe werelden te creëren. Deze benadering levert een relevant perspectief om technologen te gaan volgen die via het ontwerpen van nieuwe technologie een schonere wereld willen vestigen. Dat technologen een gerede kans hebben te falen in hun streven wordt door ANT-theoretici erkend.

Ten tweede is de verdeling van verantwoordelijkheden tussen mens en techniek voor maatschappelijke opbrengsten of effecten van technologie in ANT een expliciet thema. ANT vraagt aandacht voor “de dingen”. Zodra deze nonhumane actoren zijn geïntroduceerd nemen de mogelijkheden om rollen en verantwoordelijkheden te verdelen aanzienlijk toe. ANT laat deze “actanten” niet zwemmen, maar koppelt ze juist weer aan technologen. De rol van de technoloog als maatschappelijk acterende “agent”, die op eindgebruikers moet anticiperen, is binnen ANT uitgebreid gethematiseerd en geconceptualiseerd. Ook kent ANT het laboratorium een rol toe als startpunt van sociotechnische netwerken die vervolgens met netwerken buiten het laboratorium verbonden moeten worden. Daarnaast is binnen ANT een kader ontwikkeld dat belangrijke nieuwe inzichten en een vocabulaire heeft opgeleverd voor de analyse van de interactie tussen mensen en technologie. Daardoor heeft het de manier waarop en de mate waarin technologie al dan niet (door ontwerpers

## HOOFDSTUK 2

bedoelde) maatschappelijke effecten teweeg brengt inzichtelijk gemaakt. Ten slotte specificeert ANT een aantal methodologische richtlijnen en regels die richting kunnen geven aan het hier voorgenomen onderzoek.

Al deze aspecten van ANT zijn van toepassing op het beleidsstreven naar *duaal effectieve technologie*. Technologen zouden de macht moeten hebben om technologie te ontwikkelen die goed is voor mens en milieu. Milieuvriendelijke technologie van technologen zou overgedragen moeten worden aan andere actornetwerken in de maatschappij, om uiteindelijk bij de consument uit te komen. Duale verantwoordelijkheden zouden doorgegeven moeten worden in die netwerken van mensen en dingen: actornetwerken, die zich uitstrekken in plaats en tijd.

Voor het hier te verrichten onderzoek naar duaal effectieve technologie is het nodig om ANT aan de ene kant af te bakenen en aan de andere kant aan te vullen. In de eerste paragrafen zal ik definiëren wat ik voor dit proefschrift onder ANT reken. Hiervoor is het verhelderend te spreken over ANT oude stijl en ANT nieuwe stijl. Vervolgens behandel ik auteurs die, in verwantschap met ANT, eindgebruikers van technologie centraler hebben gezet. Daarna ga ik verder in op het testen van technologie. Op deze manier ontstaat een theoretisch kader dat toegesneden is op het articuleren en uitwerken van de globale vraagstelling uit Hoofdstuk 1 in theoretische termen.

Zo werk ik toe naar meer theoretisch toegespitste onderzoeksvragen. In de één na laatste paragraaf zal ik mijn keuze voor een case study matrix onderbouwen en een methodologische verantwoording geven voor het uitgevoerde onderzoek.

### 2.1 Actor-Netwerk Theorie

#### 2.1.1 ANT oude stijl: van feitenconstructie naar translaties van actoren

Het onderzoek neergelegd in het boek *Laboratory Life* beschouw ik als een belangrijke steunpilaar van ANT [Latour en Woolgar 1979, 1986]. Voor dit boek heeft Bruno Latour een tijd lang de dagelijkse praktijk van een laboratorium bestudeerd door daar zijn intrek te nemen. Met een antropologische blik observeerde en interpreteerde hij het neurofysiologisch onderzoek in dat lab. Het boek gaat vooral over hoe feiten in het laboratorium geconstrueerd worden. Bruno Latour en Steve Woolgar legden de fundering voor ANT, door te laten zien dat wetenschappers actornetwerken moeten bouwen om feiten te kunnen construeren.

Laat ik eerst toelichten wat Latour en Woolgar verstaan onder het construeren van feiten, voordat ik verder inga op het construeren van actornetwerken. Volgens Latour en Woolgar zijn beweringen pas feiten als verwijzingen naar omstandigheden waaronder zij tot stand zijn gekomen ontbreken. Zulke verwijzingen noemen zij modaliteiten. In het begin van het feitconstructieproces is er immers onzekerheid over de generaliseerbaarheid van een bewering verder dan de context van een specifiek experiment. Om anderen te overtuigen wordt die context erbij vermeld: “onder condities A t/m F geldt:  $X = Y$ ” (A t/m F zijn modaliteiten). Naarmate experimenten worden herhaald of gevarieerd kan de oorspronkelijke claim sterker worden, wat zich uit in het weglaten van modaliteiten; die zijn namelijk dan niet meer nodig om anderen te overtuigen. Uiteindelijk geldt zonder meer: “ $X = Y$ ”. Modaliteiten zijn niet alleen verwijzingen naar condities in het eigen lab,

maar kunnen ook beschrijvingen van andere wetenschappers en beschrijvingen van experimentele omstandigheden elders zijn. Wetenschappers voegen deze beschrijvingen toe aan hun eigen beweringen. Zij voegen niet alleen beschrijvingen toe, maar voeren ook andere beweringen uit. Dat gebeurt niet alleen door beweringen van anderen te citeren, te verbeteren, te verzwakken of te lenen, maar ook door nieuwe combinaties van beweringen voor te stellen (Latour en Woolgar, 1986, pag. 86 en 87). Al die beweringen kunnen andere wetenschappers overtuigen van de juistheid van een bewering. Wanneer een bewering nauwelijks nog ter discussie gesteld wordt, dan kan het een feit worden. Een bewering is dus een feit geworden wanneer het door anderen gebruikt wordt terwijl het spoor van “auteurschap” ondertussen gewist is. In deze zin wordt al het werk van wetenschappers door Latour en Woolgar opgevat als in dienst van beweringen van beweringen opdat deze anderen overtuigen en zo tot feit worden. In deze visie worden feiten niet gehouden voor onthullingen van wat er al was (de natuur); integendeel, de natuur ‘verschijnt’ (en kan veranderen) als resultaat van geconstrueerde feiten.

Hoe valt zo’n proces van feitenconstructie te bestuderen? Latour en Woolgar betogen dat dit kan met het idee van inscriptie. Inscripties zijn transformaties of vertalingen van bevindingen en betekenissen van het ene medium naar het andere. Laboratoria zijn voortdurend met dergelijke inscripties in de weer; het medium waar uiteindelijk alles wat in het laboratorium plaatsvindt naar vertaald moet worden is tekst. Latour en Woolgar beschouwen het laboratorium dan ook als een plek waar zogenaamde *inscription devices* aan het werk zijn. *Inscription devices* zijn instrumenten die “pieces of matter into written documents” transformeren [Latour en Woolgar, 1986, pag. 51], dat wil zeggen *afbeeldingen* van de uitkomsten van experimenten produceren (zoals een grafiek) die wetenschappers direct kunnen gebruiken in een betoog. Er moet veel werk worden verzet om alle transformaties te doorlopen die nodig zijn om zo’n afbeelding van de “oorspronkelijke substantie” te maken, van het nemen van monsters tot het benutten van geavanceerde meetapparatuur. Latour en Woolgar laten zien dat feitenconstructie beschouwd kan worden als een proces waarin wetenschappers *inscription devices* benutten om tot publiceerbare afbeeldingen te komen, die als bewijs dienen voor de onderzochte claims.

Het concept van *inscription device* moeten we breed opvatten en gaat veel verder dan het klassieke idee van een meetinstrument. Om te beginnen is het concept gedefinieerd als een relatief begrip. We kunnen alleen maar over een *inscription device* spreken als we aangeven wie welk instrument gebruikt en in welke context dat gebeurt. Latour illustreert dit punt onder andere met het voorbeeld dat wetenschappers thermometers in de achttiende eeuw nog gebruikten als *inscription devices*, maar dat wetenschappers dat nu niet meer doen. In die tijd gebruikten wetenschappers de afbeeldingen van thermometers als bewijs in de teksten die zij publiceerden [Latour 1987, pag. 68]. Tegenwoordig zijn thermometers nog wel meetinstrumenten, maar zij produceren eigenlijk geen afbeeldingen meer die wetenschappers als laatste laag van bewijsvoering gebruiken in hun publicaties. Voor wetenschappers produceren thermometers alleen nog “intermediate readings” [1987, pag. 69]: gestandaardiseerde tussenregistraties in een nieuw, groter instrument dat in zijn geheel een nieuwe afbeelding (inscriptie) genereert die in het huidige wetenschappelijke debat relevant is. Thermometers die op aarde verspreid staan opgesteld kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden als trouwe steunpilaren onder een computerprogramma-in-ontwikkeling, waar ook weer windmeters, regenmeters en observatiesatellieten aan gekoppeld zijn. Voor klimaatwetenschappers kan dat nieuwe computerprogramma *tesamen* met de aangehaakte meters op aarde en satellietcamera’s

## HOOFDSTUK 2

fungeren als *inscription device*. Daar is sprake van, wanneer het totale opgezette systeem afbeeldingen genereert die deze klimaatwetenschappers kunnen gebruiken in hun publicaties – bijvoorbeeld een grafiek die klimaatverandering laat zien.

Het concept van *inscription device* moeten we niet alleen breed opvatten omdat het een relatief begrip is, maar ook omdat het volledig open laat waar een instrument uit bestaat. Het kan gaan om een nieuwe generatie elektronenmicroscop waarmee natuurwetenschappers nog kleinere deeltjes zichtbaar kunnen maken, maar het kan ook gaan om een compleet instituut zoals het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Voor onderzoekers van het Centraal Planbureau, weer een *ander* instituut dus, fungeert het CBS in totaliteit als een *inscription device* wanneer het CBS, bijvoorbeeld, werkloosheidscijfers afbeeldt die het Centraal Planbureau direct inzet in zijn eigen publicaties (zie ook [Latour 1986: 89, voetnoot 5] en [Latour 1987, pag. 68 en 69]). Hoeveel enquêteurs het CBS daarvoor ingezet heeft, hoe lang het duurde om de benodigde gegevens te verzamelen en hoeveel euro dat gekost heeft is voor het Centraal Planbureau irrelevant. Een actornetwerk vormt *in zijn geheel* een *inscription device*, een geoliede machine, wanneer het leidt tot een nieuwe afbeelding die als laatste laag van bewijsvoering gebruikt wordt in een tekst. Mensen staan dus niet per definitie buiten *inscription devices*, maar vaak maken zij er juist deel van uit.

Het concept van een *inscription device* laat ook bewust open wat de rol van wetenschappers, onderzoekers en technologen zélf is. De ene onderzoeker kan een rol vervullen in het *inscription device* dat een andere onderzoeker aanwendt voor zijn eigen bewijsvoering. Bovendien kan een onderzoeker zelf een rol spelen in het actornetwerk dat bruikbare afbeeldingen moet gaan produceren die dezelfde onderzoeker juist wil gebruiken. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer een onderzoeker bepaalde routinematige handelingen moet verrichten (bijvoorbeeld afgelezen gegevens invoeren in een computer) om tot de eigenlijke afbeelding te komen.

Wanneer een wetenschappelijke tekst of technisch rapport eenmaal gepubliceerd is, dan is al het onderliggende werk onzichtbaar. Dit blijft zo, zo lang er geen controverse ontstaat over de uiteindelijke afbeelding in zo'n publicatie. Rijst er een controverse dan komen ook de onderliggende afbeeldingen (de “intermediate readings”) ter discussie te staan: het *inscription device* valt dan uiteen in meerdere *inscription devices*.

Met de introductie van het *inscription device* concept laten Latour en Woolgar zien dat niet mensen, maar actornetwerken in het laboratorium feiten construeren. Latour en Woolgar combineren feitenconstructie echter nog op een andere manier met actornetwerken. Zij laten ook de relatie zien tussen feitenconstructie in het laboratorium en actornetwerken daarbuiten. Zo moet de directie van het lab middelen van buiten halen, om activiteiten in het lab te waarborgen. Maar ook wetenschappers op de werkvloer hebben een relatie met actornetwerken buiten het lab. Zij zien hun dagelijkse activiteiten vooral in het bredere perspectief van hun wetenschappelijke carrière. Een carrière die zich vaak elders verder zal ontwikkelen. Latour en Woolgar laten zien dat actornetwerken in het lab alleen kunnen overleven door verbindingen te bouwen met actornetwerken in de buitenwereld.

In *Science in Action* werkt Latour dit idee van netwerkbouw verder uit. In dit boek verschuift de aandacht van de inscripties die wetenschappers produceren naar de doelen die ze najagen. Latour gebruikt het laboratorium nu meer als voorbeeld van een plek waar *translaties* optreden. Translatie is het gelijktijdig verplaatsen en vertalen van andere actoren opdat deze jouw doelen dichter bij helpen brengen. Het centrale idee is dat actoren die

doelen willen najagen, bijvoorbeeld wetenschappers en ingenieurs, daarvoor bondgenoten nodig hebben. Het probleem hierbij is dat andere actoren in de maatschappij met andere zaken bezig zijn; elke actor jaagt zijn eigen doelen na. Om bondgenoten voor je te winnen, zul je er in moeten slagen om andere actoren zo ver uit hun koers te krijgen dat ze hun belangen gaan zien in termen van je eigen belangen: je zult hen moeten “translateren”. Als dat lukt, dan kun je namens hen spreken. Je bent dan in staat hen te “blackboxen”. Latour spreekt in dat geval over “spokespersons”, woordvoerders, die in staat zijn voor anderen te spreken. Zo kunnen ingenieurs spreken namens toekomstige gebruikers, maar ook namens elektronen, leveranciers of complete communicatiesystemen. De werkelijke identiteit of belangen van die entiteiten doet er voorlopig niet toe; voor je eigen doelen kun je die actoren aanvankelijk probleemloos mobiliseren. Die actoren worden in een zwarte doos gestopt, waarvan alleen de buitenkant relevant is, om mee te draaien in je eigen netwerk. Dit gaat goed totdat die representatie op de proef gesteld wordt in confrontatie met anderen. Latour spreekt in dit verband over “trials of strength”. Het is de kunst om in beproevingen andere actoren in hun rol te krijgen. Latour noemt dat “enrolment” (zie [Latour 1987, pag. 121]). Welbeschouwd is er sprake van een samenspel tussen actoren waarin alleen de meest krachtige (machtige, slimme, handige) actoren echt kunnen waarmaken wat ze willen. Die actoren zijn in staat “obligatory passage points” te worden: anderen kunnen niet om hen heen. Zulke obligatory passage points kunnen zo krachtig zijn dat ze op afstand kunnen regeren – ze worden dan “centres of calculation”.

In *Science in Action* trekt Latour ook conclusies over hoe wetenschap en technologie bestudeerd zou moeten worden. Hij vat dit samen in een aantal methodologische regels. Zijn belangrijkste boodschap is: *follow the actors*. Bij de methodologische verantwoording kom ik daar nog op terug (Paragraaf 2.3.3).

Het werk van Bruno Latour is nauw verwant aan dat van Michel Callon. Het idee van translaties speelt ook in Callons werk een cruciale rol; zie bijvoorbeeld [Callon, 1986b]. Voor dit proefschrift is vooral een ander artikel van Callon relevant. In dat artikel [Callon, 1986a] zet Callon, meer dan Latour, het anticiperen op de toekomst centraal. Want dat is precies wat technologen doen: technologie ontwikkelen, die later maatschappelijk verankerd moet worden. Latour behandelde ingenieurs nog als wetenschappers, terwijl Callon meer benadrukt dat ingenieurs toewerken naar een toekomstbeeld waar ze anderen voor moeten zien te interesseren; in die zin zijn ingenieurs ook een soort sociologen.

Het betoeg van Callon interpreteer ik als volgt. Ingenieurs schetsen een toekomstbeeld van een maatschappij waarin actoren een bepaalde rol op zich nemen. Twee belangrijke rollen in dit toekomstbeeld zijn de rol van de eigen eigen organisatie en de rol van een nieuw technologisch object. Het dagelijks werk van ingenieurs bestaat er in om te proberen dat toekomstbeeld waar te gaan maken. Als “heterogeneous engineers” [Law 1987] moeten zij verschillende sociale en materiële elementen samenvoegen. Toeleveranciers moeten bijvoorbeeld hun rol gaan vervullen, overheden moeten met subsidies over de brug komen en consumenten moeten producten of diensten af gaan nemen. Maar ook elektronen, bouten, moeren en communicatienetwerken moeten goed functioneren. Op die manier proberen ingenieurs het gebruik van een technologisch object waar zij aan werken te waarborgen – en daarmee de continuïteit of groei van hun eigen organisatie.

De dagelijkse toestand voor een nieuw technologisch object laveert meestal tussen fictie en werkelijkheid. Deze toestand noemt Callon een actorwereld:

## HOOFDSTUK 2

*“More than any other kind of actor, technologists may be sometimes endowed with the capacity to construct a world, their world, to define its constituent elements, and to provide for it a time, a space, and a history. (Latour, 1984; Hughes, 1983) ”*

[Callon 1986a, pag. 24]

Zo'n actorwereld brengt verschillende heterogene entiteiten met elkaar in verband:

*“It defines their identity, the roles they should play, the nature of the bonds that unite them, their respective sizes and the history in which they participate.”*

[Callon 1986a, pag.24]

Volgens Callon kunnen actoren bezig zijn met het construeren van meerdere actorwerelden tegelijkertijd, die soms onverenigbaar zijn.

Gedeeltelijk vervullen mensen en dingen de hun toebedachte rol al. Elektronen in een prototype gaan bijvoorbeeld keurig van A naar B en de overheid zegt subsidie toe voor een ontwikkelingstraject. Voor een ander deel is de rolverdeling die technologen (impliciet) veronderstellen nog niet gerealiseerd. Een toeleverancier ziet er misschien weinig brood in, of de eerste reacties van consumenten zijn negatief. Een actorwereld is een mengvorm van ingelijfde actoren en ideaaltypische representaties van actoren die nog ingelijfd moeten gaan worden.

Callons achterliggende idee van een actorwereld is nuttig voor dit proefschrift. De term zelf schermt echter te veel af. De term schuift ideaaltypische representaties van actoren en tastbare actoren die al een rol vervullen in elkaar. Voor dit proefschrift is het juist relevant om die twee uit elkaar te houden. Door ze uit elkaar te houden blijft zichtbaar waar technologen al in geslaagd zijn en waar het nog vooral om utopische aannames gaat. Overigens maakt Callon de verwarring nog groter, door te beweren dat de term actorwereld inwisselbaar is met de term actornetwerk [Callon 1986a, pag. 33]. Om verwarring te vermijden, spreek ik liever over het waarmaken van een toekomstbeeld – met de actornetwerken die al uitgekristalliseerd zijn als tijdelijk resultaat. Dit laat onverlet dat zowel representaties van de toekomst als de dagelijkse realiteit een rol spelen in ontwerppraktijken.

Waar Callon juist wél ondubbelzinnig invulling aan geeft is het idee van translatie. In grote lijnen komt zijn interpretatie overeen met het idee van translatie zoals Latour dat uiteenzet in *Science in Action*. Zo heeft Callon het over drie elementen van translatie: de “translator-spokesman”, een “geography of obligatory points of passage” en “translation as displacement”.

Het eerste element, de “translator-spokesman”, betreft het toedichten van rollen aan andere actoren door technologen. Het woordt “translator” kunnen we in dit opzicht letterlijk nemen. Degene die aan het woord is – een technoloog of instituut dat een toekomstbeeld voor nieuwe technologie schetst – *vertaalt* de werkelijke belangen en interesses van andere actoren uit dat toekomstbeeld naar zijn eigen visie. Zo'n technoloog (of compleet instituut) werpt zichzelf (ongevraagd) op als vertegenwoordiger, als woordvoerder, als representant van andere humane en niet-humane actoren die figureren in het toekomstbeeld.

Voor het tweede element, een “geography of obligatory points of passage”, benadrukt Callon dat, in gevallen van ontwikkeling van wetenschap en techniek, problematisering de meest gangbare aanpak is. Een aanpak met als doel dat anderen een omweg maken langs jouw eigen belangen, door een probleem op een specifieke wijze te problematiseren. Deze problematiseringsaanpak houdt in dat actoren een groter probleem terugvertalen naar een

sequentie van deelproblemen. In de voorgestelde oplossingsstrategie moeten deelproblemen in een bepaalde volgorde worden aangepakt, waardoor een geografie van obligatory points of passage ontstaat.

Technologen passen de strategie toe om zichzelf *vooraan* te plaatsen in de sequentie van deelproblemen. Vrij naar het voorbeeld van Callon: voor een auto die op waterstof rijdt is het *eerst* nodig een brandstofcel als motor te ontwikkelen en daarvoor is het *eerst* nodig om onze laboratoria en wetenschappelijke teams te benutten die het verbrandingsproces met waterstof begrijpen volgens de laatste stand der technologie – aldus de technologen.

De term problematisering die Callon gebruikt is op te vatten als een samenvatting van Latours ideeën hierover. In *Science in Action* laat Latour meer in detail zien dat belangen van anderen meestal moeten verschuiven om je eigen doelstellingen waar te maken [Latour 1987, pag. 108 en verder]. Anderen moeten een omweg gaan maken. Latour laat zien dat er tactieken zijn om er voor te zorgen dat anderen niet doorhebben dat zij zich op een omweg begeven. Het gevolg kan zijn dat actoren onzichtbaar afdrijven van hun oorspronkelijke doelstellingen.

Ook Callons derde element, “translation as displacement”, resoneert met werk van Latour, onder andere met het idee van “centres of calculation” [Latour 1987, Hoofdstuk 6]. Documenten, maar ook mensen, materialen en geld worden in beweging gebracht. Er zijn verplaatsingen nodig. Callon merkt hier over op:

*“Translation cannot be effective, i.e. lead to stable constructions, if it is not anchored to such movements, to physical and social displacements (Latour, [1986], Law, [1986]).”*

[Callon 1986a, pag. 27]

Wanneer mensen en dingen in beweging komen, dan kan een actor zijn invloed op afstand doen gelden. Die verplaatsingen van mensen en dingen kunnen letterlijk plaatsvinden, maar uit eerder werk van Latour [1983] kunnen we opmaken dat we dat begrip ook in meer figuurlijke zin moeten opvatten. Voor een verhaal over Louis Pasteur in de 19<sup>e</sup> eeuw merkt Latour op:

*“One thing is sure throughout the story told above: every actor you can think of has been to some extent displaced (Armatte, 1981). Pasteur’s lab is now in the middle of agricultural interests with which it had no relation before; in the farms an element coming from Paris, vaccine flasks, has been added; veterinary doctors have modified their status by promoting ‘Pasteur’s’ science and the vaccine flasks: they now possess one more weapon in their black bags; and sheep and cows are now freed from a terrible death: they can give more milk and more wool to the farmer and be slaughtered with greater profit.”* [Latour 1983, pag. 153, cursief in origineel hier als niet-cursief]

In dit verhaal heeft Pasteur er, in letterlijke en figuurlijke zin, voor gezorgd dat de positie van andere mensen en dingen in de maatschappij verschoven is.

Maar wat is, analytisch gesproken, het resultaat van translaties die (voorlopig) succesvol zijn? Latour zou zeggen: “blackboxing”. Callon heeft het liever over “simplificatie”.<sup>1</sup> Een actor die anderen heeft gesimplificeerd verkeert in een luxepositie. Zo’n actor kan gewoon in zijn eigen “taal” spreken. Anderen hebben niet alleen geleerd om die taal te verstaan, maar zijn ook gekneed of zodanig gerepresenteerd om op een voorspelbare manier op uitspraken in die taal te reageren. Blackboxing en simplificatie zijn inwisselbare begrippen.

## HOOFDSTUK 2

Elke actor simplificeert zijn eigen netwerk, vanuit zijn gezichtspunt. Callon noemt dit idee “juxtaposition”:

*“There is a double proces: that of simplification and juxtaposition. The simplifications are only possible if elements are juxtaposed in a network of relations; but the juxtaposition of elements conversely requires that they be simplified.”* [Callon 1986a, pag. 30]

Netwerken lenen elkaar hun kracht. Een actor kan niet zonder de burens die hij simplificeert. De burens op hun beurt simplificeren de actor ook. Actor en burens weten wat ze aan elkaar hebben.

Het voorgaande klopt voor situaties waarin netwerken stabiel zijn. Technologen willen de status quo in bestaande netwerken echter veranderen. Nieuwe technologie wordt niet voor niets geassocieerd met innovatie. Elementen moeten op een nieuwe manier gecombineerd worden.<sup>ii</sup>

Zolang er sprake is van een toekomstbeeld kunnen technologen simplificaties gemakkelijk volhouden. Deze vereenvoudigingen worden pas op de proef gesteld, wanneer de heterogene entiteiten uit dat toekomstbeeld gereïficeerd moeten worden, dat wil zeggen hun materiële vormen moeten gaan krijgen. Om dat laatste te bereiken moeten technologen weerstandsgradiënten in de buitenwereld overwinnen. Technologen moeten uit hun schulp kruipen, willen zij anderen tot verandering aanzetten. Al translaterende moeten technologen zichzelf dus blootstellen aan de translaties van anderen. Translateren van anderen interfereert vaak met getranslateerd worden door anderen, met onzekere uitkomsten als gevolg. De translaties van technologen om ruimte te maken voor hun nieuwe technologie hebben dus een gerede kans te falen.

Harro van Lente heeft bovenstaand werk van Callon gekarakteriseerd als ANT oude stijl [Van Lente, 1993, pag. 215 en verder]. Van Lente merkt terecht op dat ANT sindsdien een semiotische wending heeft gemaakt. Het idee van inscripties, het centrale begrip in *Laboratory Life*, wordt nieuw leven ingeblazen. Het krijgt nu een meer analytische betekenis. Twee concepten in deze ANT nieuwe stijl zijn met name relevant voor dit proefschrift: script en delegatie.

### 2.1.2 ANT nieuwe stijl: scripts en de delegatie van verantwoordelijkheden

In ANT nieuwe stijl grijpt Michel Callon terug op het vroegere idee van inscripties. Hij voegt er nu echter een betekenisniveau aan toe. In ANT oude stijl figureerden inscripties alleen op het niveau van actoren. In ANT nieuwe stijl komt daar het niveau van de analist bij. Dit is het niveau van degene die actornetwerken bestudeert of observeert. Vaak is dat een onderzoeker van wetenschap en techniek. Zo’n onderzoeker kan actornetwerken op een semiotische manier bestuderen.

Semiotiek bestudeert hoe betekenis vorm krijgt door te kijken naar tekens en symbolen. Callon spreekt niet over tekens en symbolen maar over inscripties. Hij benadrukt dat niet alleen documenten, maar ook artefacten, mensen en geld inscripties bevatten. De nieuwe Callon ziet inscripties dus niet langer als een afbeelding van “oorspronkelijke substanties” die opgesteld staan in een laboratorium. Met andere woorden: inscripties zijn niet langer afbeeldingen van het onderzoeksobject van wetenschappers. Het zijn juist de afbeeldingen geworden van de actornetwerken waarin die wetenschappers en technologen, samen met



andere actoren, kennis en technologie aan het ontwikkelen zijn. Inscripties beelden niet langer “de natuur” af die wetenschappers aan het onderzoeken zijn. Inscripties beelden af in welke samenwerkingsverbanden (netwerken van mensen en dingen) dergelijke kennis ontwikkeld wordt. Het gaat niet langer om een afbeelding van bijvoorbeeld een bepaald eiwit, maar om een afbeelding van het netwerk waarin wetenschappers, economen, subsidie-agentschappen, laboratoria en leveranciers met elkaar verknoot zijn, die zich in samenhang bezighouden met R&D.

De nieuwe Callon legt ook meer nadruk op het circuleren van inscripties in netwerken. Om die reden spreekt hij over “intermediaries”, dat wil zeggen documenten, artefacten, mensen en geld; deze bemiddelen tussen lokale netwerken die op afstand staan, door te circuleren. Zo kunnen lokale netwerken, die op afstand staan, toch op elkaar afgestemd worden. Een proces dat onderzoekers van wetenschap en techniek in kaart kunnen brengen – zelfs letterlijk, via “scientometrics”. Netwerken kunnen zo divergeren of convergeren, en langer of korter worden. De voorlopige grens van een netwerk valt dan te definiëren als de plek waar divergentie op zou gaan treden, als je één stap verder zou zetten in het actornetwerk. Eén stap verder zouden inscripties elkaar minder gaan overlappen. Die grenzen kunnen echter verschuiven. Nieuwe inscripties kunnen oude gaandeweg vervangen, waardoor convergentie gaat optreden, oftewel standaardisatie of normalisatie van grotere netwerken. ([Callon, 1992] [Callon, Laredo en Rabeharisoa, 1992], [Callon, Larédo en Mustar, 1997]).

Een tweede aanwijzing van deze semiotische wending in ANT vinden we bij Madeleine Akrich. Zij stelt niet zozeer het circuleren van intermediären centraal, maar zoomt meer in op het verbinden van ontwerp- en gebruiksnetwerken door één zo’n intermediair: een “technical object” [Akrich 1992]. De relatie tussen ‘ontwerp – technologisch object – gebruik’ valt weer op een semiotische manier te bestuderen.

Net als de vroegere Callon laat Akrich zien dat ontwerpers van een technologisch object *de facto* anticiperen op de toekomst. Een representatie van de toekomst is namelijk ingesloten in het object dat ontwerpers afleveren. Hun toekomstbeeld heeft materiële vormen gekregen. Een “script” of “scenario” voor de reacties van andere actoren zit ingebakken in het object:

*“A large part of the work of innovators is that of ‘inscribing’ [their] vision of (or prediction about) the world in the technical content of the new object. I will call the end product of this work a ‘script’ or a ‘scenario’.”* [Akrich 1992, pag. 208]

Welbeschouwd is het script van zo’n object hetzelfde als Callons inscriptie-nieuwe-stijl. Akrich wil echter laten zien dat er sprake is van een ontwerpproces met een gestold resultaat. Om die reden reserveert zij de term “inscriptie” voor het proces, en stelt zij een nieuwe term voor, “script”, om over het gestolde resultaat te spreken.

Akrich maakt deze stap, omdat zij wil laten zien dat de gestolde representatie van de toekomst een kracht uitoefent op de omgeving waarin zo’n object gebruikt wordt:

*“Thus, like a film script, technical objects define a framework of action together with the actors and the space in which they are supposed to act. (...)”*  
[Akrich 1992: 208]

Het script schrijft actoren in een gebruiksomgeving voor wat zij wel of niet zouden moeten doen. Het is de “morality of a setting” (Akrich and Latour 1992: 261). Een technologisch

## HOOFDSTUK 2

object staat nooit op zichzelf, maar maakt altijd deel uit van een netwerk waarin humane en niet-humane “actanten” verknoopt zijn (Akrich and Latour 1992: 159). Het object heeft invloed op die setting – en vice versa.

We herkennen hierin het idee van de nieuwe Callon, namelijk dat lokale netwerken elkaar op afstand beïnvloeden. In haar artikel over een zonnecel laat Akrich zien dat zo’n beïnvloeding op afstand kan falen. Het script van een technologisch object kan nogal afwijken van de werkelijke manier waarop actoren het object gebruiken. Zij laat zien dat afstemming tussen een ontwerp- en een gebruiksnetwork niet vanzelfsprekend is.

Bovendien heeft Akrich een methodologische aanbeveling. Om de rol van een technologisch object te begrijpen, zal een onderzoeker van wetenschap en techniek de hele tijd heen en weer moeten gaan tussen ontwerp en gebruik. Op die manier kan een analist zicht krijgen op het script van een technologisch object zoals dat in werkelijkheid zit ingebakken. Dit blootleggen van het script door een onderzoeker van wetenschap en techniek noemt zij de-scriptie. In de methodologische paragraaf kom ik daar nog op terug.

Akrich en Latour laten zien dat ontwerp en gebruik van een technologisch object op afstand verbonden zijn. Het oude idee van Latour dat wetenschappers de buitenwereld nodig hebben om ruimte te creëren voor hun eigen activiteiten (zie vooral *Laboratory Life*) is hierbij echter naar de achtergrond geraakt. Akrich en Latour laten wel zien *dat* ontwerpers anticiperen op gebruik door anderen, maar niet welke speelruimte zij daarvoor hebben.

Law en Callon [1992] plaatsen deze kwestie opnieuw op de voorgrond. Zij hebben laten zien dat technologen zich in een lokaal netwerk bevinden dat zij moeten verbinden met de buitenwereld. Technologen moeten middelen (intermediaries) lenen uit de buitenwereld om hun eigen activiteiten van de grond te trekken. Wanneer dit lukt ontstaat speelruimte, maar die speelruimte is meestal beperkt. Van tijd tot tijd verwacht de buitenwereld er namelijk wat voor terug. Callon en Law karakteriseren een ontwerpproject dan ook als een “balancing act”, waarin technologen continu proberen om hun lokale netwerk te verheffen tot een “obligatory point of passage” voor de buitenwereld.

Akrich heeft minder aandacht voor het balanceren van ontwerpers. Zij laat vooral zien wat er gebeurt als een technologisch object (voorlopig) af is. Zij maakt inzichtelijk dat actoren die een technologisch object gebruiken het script van dat object kunnen onderschrijven, maar zich er ook aan kunnen onttrekken. Waar gebruikende actoren de rol uit het script vervullen, daar is sprake van “actieprogramma’s”. Waar actoren handelen in strijd met het script daar is sprake van “antiprogramma’s”. Wat een programma is en wat een antiprogramma is, is “relative to the chosen observer” [Akrich en Latour 1992, pag. 261]. Wat voor een gebruiker een normaal actieprogramma is, ervaart een ontwerper misschien als iets dat tegen zijn eigen ideeën ingaat.

Latour lijkt geen liefhebber van de term “script”. Hij spreekt liever over “delegatie” [Latour 1992] [Latour 1994] [Latour 1997, in het bijzonder paragraaf 1.2]. Deze term benadrukt, meer dan script, dat er sprake is van ketens van actoren waar verantwoordelijkheden telkens doorgegeven worden. Die ketens strekken zich uit in plaats en tijd. Bovendien zet Latour, meer dan Akrich, het oude idee dat actornetwerken uit heterogene elementen bestaan radicaal door. Hij pleit voor een volstrekt symmetrische behandeling van mensen en dingen. In *Science in Action* zat Latour al op dat spoor, maar het symmetriebeginsel zet hij in zijn artikel “*Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts*” meer op de voorgrond [Latour 1992]. Humane en niet-humane

actoren zijn in principe even belangrijk. De rol van mensen en dingen in “settings” zouden symmetrisch bestudeerd moeten worden. Ontwerpers geven verantwoordelijkheden door aan dingen. Dingen kunnen verantwoordelijkheden deels weer terugleggen bij gebruikers. Pas achteraf kun je concluderen welke actanten een doorslaggevende rol hebben gespeeld. Het idee dat dingen verantwoordelijkheid kunnen dragen is in Nederland verder uitgewerkt door onder andere Achterhuis [1995, 1996], die spreekt over “moralisering van apparaten”, maar ook door bijvoorbeeld Jelsma en Popkema [1997], Verbeek [2000], Jelsma [2003] en Oudshoorn et al. [2005].

In ANT nieuwe stijl zijn gebruikers van technologie belangrijker geworden. Het laat zien hoe technologen in netwerken verbonden zijn met eindgebruikers. Voor dit proefschrift is van belang die nieuwe inzichten niet te zien als een *vervanger* van ANT oude stijl, maar als *aanvullend*. De oude stijl leert ons hoe technologen claims construeren over duale effectiviteit van hun technologie. De nieuwe stijl leert ons hoe dergelijke duale claims zich verhouden tot de werkelijke configuratie van netwerken met ontwerpers en gebruikers.

Diverse onderzoekers van wetenschap en technologie hebben verder uitgewerkt welke rol die gebruikers spelen voor het ontwerpen van technologie. Sommigen bouwen voort op de ANT traditie (vooral de nieuwe stijl), anderen hebben een invalshoek die verder van ANT af ligt maar wel relevant is voor de vraagstelling van dit proefschrift.

## 2.2 Gebruikers, ontwerpen en testen van technologie

### 2.2.1 Gebruikers en het ontwerpen van technologie

In later werk heeft Madeleine Akrich geanalyseerd hoe ontwerpers eindgebruikers representeren [Akrich 1995]. Ontwerpers doen dit zowel expliciet als impliciet. Akrich noemt marktonderzoeken, consumententesten en feedback van ervaringen als technieken waarmee ontwerpers gebruikers expliciet representeren. Impliciete representatie verloopt via “spokespersons”: personen of dingen die in staat blijken voor eindgebruikers te spreken. Volgens Akrich komt het vaak voor dat ontwerpers zelf namens eindgebruikers spreken, door te vertrouwen op hun eigen persoonlijke ervaringen. Zij zetten dan tijdelijk de pet op van een onwetende eindgebruiker. In later werk hebben ook Oudshoorn et al. geconstateerd dat ontwerpers deze representatietechniek toepassen. Zij hebben dit de ik-methodologie (“I-methodology”) gedoopt [Oudshoorn et al. 2004] [Oudshoorn et al. 2005]. Experts en vergelijkbare producten noemt Akrich nog als andere vertegenwoordigers van eindgebruikers.

Akrich geeft aan dat uiteenlopende gebruikersrepresentaties kunnen voorkomen in een ontwerpomgeving. Bovendien hoeven gebruikersrepresentaties niet overeen te komen met de werkelijke identiteit van gebruikers. Ontwerpers blijken een drietal strategieën te benutten om deze verschillen weg te masseren, aldus Akrich. Zo kunnen fysieke eigenschappen van een technologisch systeem eindgebruikers in de juiste rol duwen. Met andere woorden: ontwerpers kunnen de afstemming met echte gebruikers aan het script van een technologisch object delegeren (al gebruikt Akrich de term script hier overigens niet). De tweede strategie is om het aan de intermediairen over te laten die in netwerken circuleren. Die moeten er maar voor zorgen dat divergerende gebruikersrepresentaties op elkaar afgestemd worden. Het creëren van een nieuw netwerk is de derde strategie. Als er

## HOOFDSTUK 2

nog geen eindgebruikers zijn die voldoen aan de representaties van ontwerpers, dan kunnen ontwerpers proberen die te creëren.

Steve Woolgar plaatst zichzelf niet in de ANT traditie, ook al werkte hij ooit mee aan het boek *Laboratory Life*. Akrichs ideeën over het representeren van eindgebruikers raken echter sterk aan zijn werk [Woolgar 1991]. Woolgar spreekt ook over representeren, maar voegt er de term “configuring” aan toe. Daarmee legt hij er meer de nadruk op dat het representeren van gebruikers een proces is. Een proces, dat plaatsvindt in een ontwerpomgeving voor technologie. Hij zegt hier over:

*“Indeed, the whole history of the [software development project I analyzed] can be construed as a struggle to configure (that is, to define, enable and constrain) the user.”*

[Woolgar 1991, pag. 69]

Hugh Mackay en de zijnen proberen Woolgar terug te plaatsen in de ANT traditie (zie Mackay et al. 2000], in het bijzonder pag. 750 en verder). Zij benadrukken dat ontwerpers niet alleen gebruikers configureren, maar dat ontwerpers zelf ook geconfigureerd worden. Ook hun rollen en acties worden aan de ene kant mogelijk gemaakt – en aan de andere kant beperkt. Ontwerpers worden geconfigureerd door hun eigen organisaties, maar ook door gebruikers. Bovendien ligt de grens tussen ontwerp en gebruik zélf ook niet vast; die wordt eveneens geconfigureerd. Mackay en de zijnen plaatsen ontwerpers dus weer in een context. Ontwerpers maken deel uit van actornetwerken en moeten gebruikers inlijven in die netwerken, om hun eigen producten met succes af te kunnen zetten.

Mackay et al. stellen verder vast dat de grens tussen ontwerpers en gebruikers niet vast ligt. Dit idee wordt bevestigd door literatuur die laat zien dat het ontwerpen gewoon doorgaat in de praktijk van gebruik. Gebruikers moeten technologie “domesticeren” (temmen) om het geschikt te maken [Rommès, 2002, Hoofdstuk 7] [Lie & Sørensen, 1996], [Silverstone & Haddon, 1996] [Silverstone et al., 1992]. Ontwerpen van technologie en domesticatie door eindgebruikers zijn dus geen gescheiden processen.

Nelly Oudshoorn en Trevor Pinch hebben verder uitgewerkt hoe ontwerp en gebruik van technologie samenhangen [Oudshoorn en Pinch 2003]. In hun “edited book” laten zij auteurs aan het woord die in detail laten zien dat gebruikers “active agents” zijn. Gebruikers kunnen technologie stabiliseren, maar ook weer openbreken. Andere bijdragen aan het boek werpen licht op de representatie van eindgebruikers door staten en sociale bewegingen. Het derde deel van het boek zoomt in op de manier waarop gebruikers geconfigureerd worden bij het ontwerpen, testen en verkopen van technologieën. Op die manier gaat het boek bewust heen en weer tussen ontwerp en gebruik. Het laat zien dat er relevante verschillen bestaan tussen ideeën en impliciete aannames over gebruik die leven aan de ontwerp kant en werkelijke gebruikspraktijken.

In ander werk heeft Oudshoorn dit (samen met anderen) verder uitgewerkt [Oudshoorn et al. 2004]. Voortbouwend op werk van Akrich laat zij meer in detail zien hoe contrasterende gebruikersrepresentaties tegelijkertijd een rol kunnen spelen. Het beeld van de “user as everybody” blijkt bijvoorbeeld op retorisch niveau van belang te zijn, terwijl ontwikkelaars op de werkvloer juist blijken te werken met een dichotoom gebruikersbeeld: een passieve gebruiker enerzijds (een “couch potato”), een actieve gebruiker anderzijds. Ook laten Oudshoorn c.s. zien dat gebruikersbeelden af kunnen wijken van hoe echte testgebruikers technologie gebruiken en ervaren. Een ontwerp praktijk in het publieke domein (De Digitale Stad voor Amsterdam) en het private domein (New Topia, ontwikkeld

door Philips) blijken hierin vergelijkbare patronen te vertonen. Zij betogen dat hun artikel laat zien

*“how configuring the user as ‘everybody’ and the use of the ‘I-methodology’ are important constraints in the development of technologies that aim to reach users in all their diversity.”* [Oudshoorn et al. 2004, pag. 30]

Zij benadrukken dat ontwerpers de I-methodology vaak onbewust toepassen. Zo’n ontwerper is zich er dan niet van bewust dat de gebruikersrepresentatie die hij of zij hanteert overeenkomt met hoe hijzelf als gebruiker zou reageren. zichzelf. Ontwerpers blijken gearticuleerde gebruikersbeelden (bijvoorbeeld “de user as everybody”) dus onder water vaak in te vullen met een zelfbeeld.

Harald Rohracher heeft opgepikt wat een verschil tussen gebruikersbeelden in ontwerp en werkelijk gebruik impliceert. Om technologie “beter” te maken zullen ontwerpers gebruikers meer moeten betrekken bij het ontwerpen van technologie, betoogt hij [Rohracher 2005]. De bijdragen aan zijn “edited book” maken duidelijk dat dit geen eenvoudige opgave is. Er blijken in ontwerptrajecten vaak beperkingen op te treden waardoor aandacht voor eindgebruikers van het toneel verdwijnt. Bovendien is er geen garantie dat contact tussen ontwerpers en eindgebruikers leidt tot beter ontwerp. Ontwerpers kunnen gebruikers misschien niet goed inschatten, maar het is ook maar de vraag of gebruikers hun ideeën kunnen koppelen aan de mogelijkheden die een ontwerppraktijk biedt.

Gebruikersliteratuur heeft ook aandacht voor het testen van technologie. Voor een deel grijpt die literatuur terug op eerdere testliteratuur. In de volgende paragraaf zal ik de vroegere testliteratuur aanstippen, om daarna de rol van gebruikers in testen te behandelen. Deze exercitie is nodig, omdat het testen van technologie geen thema is dat ANT echt heeft uitgewerkt – laat staan de rol van gebruikers in testen. Om tot een eenduidig theoretisch kader voor dit proefschrift te komen, zal ik die inzichten van onderstaande exercitie daarna weer terugkoppelen naar het ANT-perspectief.

### 2.2.2 Literatuur over het testen van technologie

MacKenzie [1989] en Pinch [1993] beschouwen het testen van technologie als analoog aan wetenschappelijke experimenten. Wetenschappelijke experimenten zijn er op gericht feiten te construeren. Niet alleen Latour en Woolgar [1986], maar ook onder andere Collins [1985] en Shapin en Shaffer [1985] hebben dit proces van feitenconstructie door wetenschappelijk experimenten uitgebreid geanalyseerd. Technologische testen zijn er ook op gericht feiten te produceren, alleen gaat het nu om feiten *over* technologie. Of het nu gaat om wetenschappelijke experimenten of om het testen van technologie: bij beide gaat het er om om 1) het geobserveerde te interpreteren, en vervolgens 2) anderen, die zelf niet bij het experiment aanwezig waren, te overtuigen van de juistheid van jouw observaties. Het gaat er om het testen geloofwaardig uit te voeren, waardoor een beschrijvingen van modaliteiten (verwijzingen naar testomstandigheden) en hulphypothesen uiteindelijk niet meer nodig zijn [MacKenzie 1989, pag. 414 en 415]. Dit is niet eenvoudig, omdat testresultaten altijd *geprojecteerd* moeten worden [Pinch 1993], in tijd en plaats: wat leert een technologische test in het hier en nu over later gebruik van die technologie elders?

## HOOFDSTUK 2

Actoren kunnen dit altijd ter discussie stellen. Er kan discussie ontstaan of gesimuleerd gebruik in een test op cruciale elementen voldoende overeenkomt met werkelijk gebruik.

Sims [1999] koppelt het idee van *projectie* minder aan het vraagstuk van wat geldt als geloofwaardig testen, maar sterker aan de werkelijke handelingspraktijken van technologen. Voor een studie naar de dagelijkse gang van zaken in een “earthquake-engineering laboratory” concludeert hij, onder andere, dat projectie begrepen zou moeten worden als een proces waardoor lokale praktijken met elkaar verbonden worden. Sims ziet “earthquake-engineering research” dan ook als een onderzoeksgebied met een traditie van technologische testbaarheid [Constant 1983] waarin technici, studenten die stage doen in het lab en werknemers op de faculteit testresultaten telkens projecteren voor nieuwe situaties. Dergelijke projecties hoeven niet beperkt te blijven tot collega’s in het vakgebied zelf, maar kunnen ook weer verbindingen leggen met beleidsmakers. Tevens laat Sims zien dat computermodellen een belangrijk medium zijn bij deze projecties. Volgens de onderzoekers in het laboratorium dat Sims bestudeerd heeft is het staven of calibreren van computermodellen één van de primaire doelen van testen in dat lab. Uit de analyse van Sims blijkt dat onderzoekers met een gevalideerd model hun gestandaardiseerde laboratoriummetingen kunnen projecteren op afwijkende situaties in de praktijk. Met een gevalideerd computermodel kan het effect van vele soorten aardbevingen op een bepaalde betonnen constructie na elkaar gesimuleerd worden.

Oudshoorn [1999] bouwt voor op het thema van geloofwaardig testen. Net als MacKenzie en Pinch maakt zij duidelijk dat anderen de testresultaten van experts anders kunnen interpreteren. Aan de hand van een studie naar de ontwikkeling van een anticonceptiepil voor mannen (de “mannenpil”) laat zij dit zien. Door wetenschappelijke en journalistieke teksten met elkaar te vergelijken, komt Oudshoorn tot de conclusie dat wat telt als succesvol testen niet alleen in de handen van de wetenschappelijk experts ligt. Zo kan de media een belangrijke rol vervullen.

In later werk zet Oudshoorn, net als Sims, de handelingspraktijken bij testen meer centraal. Zij gaat specifiek in op de rol van testgebruikers, waarvoor zij in detail laat zien hoe het er aan toegaat in de praktijk van een klinische test voor de mannenpil [Oudshoorn 2003]. In zo’n testpraktijk moeten testgebruikers vooral meewerken:

*“One of the major aspects of clinical testing thus consists of ensuring the cooperation of trial participants. For researchers, this is a complicated endeavour because test subjects talk back: they may decide to discontinue with the experiment, or fail to comply with the procedures of the trial (Epstein 1997:693)”* [Oudshoorn 2003, pag. 214]

In zo’n testpraktijk gaan onderzoekers dus in interactie met testgebruikers. De band tussen de onderzoekers en de testgebruikers is daarbij van belang. Kameraadschap tussen onderzoekers en testgebruikers kan er voor zorgen dat de testgebruikers betrouwbaar functioneren in het experiment.

Oudshoorn concludeert dat een klinische test beschouwd zou moeten worden als een locatie waar identiteiten gearticuleerd en onderhandeld worden. In haar case study ging het over identiteiten van mannen. Sommige mannelijke gebruikers worden betrokken bij de test (inclusie), andere worden buitengesloten (exclusie).

Zij laat ook zien dat de omgeving van testgebruikers van belang is. In haar case study speelden vrouwen namelijk een cruciale rol om hun echtgenoten te transformeren tot betrouwbare testpersonen. Vrouwen waren het extra oog voor onderzoekers, op afstand, om

testpersonen (de echtgenoten) in de gaten te houden. Overigens merkt Oudshoorn ook op dat sommige onderzoekers niet alleen de echtgenoot, maar man & vrouw samen beschouwden als testonderwerp.

Oudshoorn et al. [2004] laten zien dat technologen beperkt worden in hun mogelijkheden om testen met gebruikers uit te voeren. Ditmaal gaat het niet om de mannepillen, maar om zogenaamde digitale steden op het vroege Internet. Geheimhouding blijkt voor ontwerpers in een bedrijfsomgeving een reden om niet met vreemden te gaan testen. Om geheimhouding te waarborgen kunnen ontwerpers zich richten op werknemers als testgebruikers. Bij voorkeur is dit ondersteunend personeel met weinig technologische ervaring. Op die manier kunnen ontwerpers een test met “true novices” [Woolgar 1991] benaderen. Het vastleggen van intellectueel eigendom in een patent blijkt mogelijkheden voor testen met mensen van buiten de organisatie te vergroten.

Waar technologen wel testmogelijkheden hebben (bijvoorbeeld als er een patent is), daar blijkt dit geen garantie voor systematisch testen met gebruikers. In de casestudies van Oudshoorn et al. waren testen ook niet bedoeld om nieuwe technologie ook echt gebruikersvriendelijker te maken. Sommige testen hadden een ad-hoc karakter, waarin gebruikers de ontwerpers vragen konden stellen. Toekomstige gebruikers zouden die kans echter niet hebben. Andere gebruikerstesten waren vooral bedoeld ter legitimatie. Onder verwijzing naar Akrich [1995, pag. 175] formuleren Oudshoorn et al.

*“that explicit user-representation techniques more often function as tools to legitimate the design process so that designers can claim that they have taken the needs of users into account as tools to guide technological decisions.”*

[Oudshoorn et al. 2004, pag. 43]

Het feit dat gebruikerstesten zijn uitgevoerd kan belangrijker zijn dan de resultaten die ermee verkregen zijn. Oudshoorn et al. wijzen er ook op dat in één van hun case studies informatie over echt gebruik pas laat bij ontwerpers terecht kwam. Beperkingen in testen droegen er aan bij dat verschillen tussen bedoeld en werkelijk gebruik pas zichtbaar werden nadat de technologie al gestabiliseerd was.

Een testpraktijk kan verschillen tussen bedoeld en werkelijk gebruik niet alleen (laat) aan het licht brengen, maar ze juist ook verbloemen. Dit gebeurt wanneer ontwerpers zij aan zij staan met testgebruikers – maar bij echt gebruik niet meer. In case studies van Oudshoorn et al., maar ook ik in de “usability trials” die Steve Woolgar heeft geanalyseerd [1991], blijken ontwerpers de handelingspraktijken van testgebruikers te beïnvloeden. Auteurs melden dat als opvallend. In een echte gebruikssituatie kan dit immers niet; daarin staan gebruikers alleen met de technologie. In de genoemde studies lijken ontwerpers testpraktijken dus eerder te gebruiken om toekomstig gebruik te beïnvloeden dan het te voorspellen.

Dit idee vinden we bij meer auteurs terug. Zo spreken Johan Schot en Adri-Albert de la Bruhèze bijvoorbeeld over een “mediation junction”: een praktijk waarin ontwerpers en gebruikers elkaar ontmoeten [Schot en De La Bruhèze 2003]. Ontwerpers en gebruikers gaan in interactie, wat zijn beslag krijgt in het ontwerp. Schot en De La Bruhèze formuleren deze interactie nog als relatief neutraal. Ontwerpers beïnvloeden gebruikers, maar ook andersom. In eerder werk gingen Henk van den Belt en Arie Rip een stap verder. Voor hun case study naar “synthetic dye chemistry” concluderen zij dat testen en toegepast onderzoek

een manier zijn om reacties uit de buitenwereld onschadelijk te maken [Van den Belt en Rip 1987, pag. 145]. Ontwerpers kunnen testen dus gebruiken als middel om invloed uit te oefenen op gebruikspraktijken.

Uit het voorgaande concludeer ik dat testpraktijken van technologie een ambigu karakter hebben. Enerzijds simuleert een testpraktijk het toekomstig gebruik van technologie. Tegelijkertijd beïnvloedt een testpraktijk het gebruik van technologie. Niet alleen tijdens het testen zelf (ontwerpers die testgebruikers bijsturen), maar ook op grotere schaal, doordat lokale testresultaten de wereld ingestuurd worden. Het testen van technologie staat immers niet los van de maatschappij. Testen staan er middenin. Andere actoren reageren op jouw testresultaten. Hierdoor kan de gebruiksomgeving de je voor je technologie bedacht had er alweer anders uit komen te zien.

Deze interpretatie van testen komt overeen met het vertrekpunt voor het proefschrift van Harro van Lente [Van Lente 1993]. Testresultaten zijn te beschouwen als verwachtingen of beloftes over toekomstig functioneren van technologie, maar hebben als zodanig een kracht in het heden doordat actoren er op reageren. Lokaal bewijs over het toekomstig functioneren van technologie, dat kan zijn ontstaan door interactie van ontwerpers met gebruikers, vindt zijn weg in bredere discussies en debatten waar ontwerpers vaak geen invloed meer kunnen uitoefenen. In termen van Actor-Netwerk Theorie kunnen we zeggen: in het testen van een nieuw technisch object treedt het representeren van actanten (eerste translatie-element) en verplaatsen van actanten (derde translatie-element) tegelijkertijd op. Een testpraktijk zélf kan fungeren als *obligatory point of passage* in een problematisering om technologie waar te maken (tweede translatie-element). Ook op andere aspecten kan ANT expliciet gekoppeld worden aan gebruikers- en testliteratuur. Daar ga ik in de volgende paragraaf op in.

### 2.2.3 ANT en testen op effectiviteit van technologie

Door ANT oude stijl expliciet te verbinden aan ANT nieuwe stijl ontstaat een theoretisch perspectief op technologieontwikkeling waarin ook inzichten uit test- en gebruikersliteratuur hun plek hebben. Samengevat komt dit perspectief er op neer dat technologen gebruikers(-beelden), maar ook complete actornetwerken waarin technologie getest wordt kunnen mobiliseren voor het claimen en waarmaken van effectiviteit van hun technologie. Of zo'n streven van technologen succesvol is is onzeker, omdat gebruikers en andere actoren in de maatschappij meestal andere doelen nastreven.

Om dit verder toe te lichten, definieer ik een "testnetwerk" als een actornetwerk waarin actoren nieuwe technologie uitproberen. Door dit begrip "testnetwerk" te koppelen aan het concept van *inscription device* komt het volgende theoretische perspectief tot stand. Wanneer technologen in staat zijn om actanten in een testnetwerk samen te brengen en hen voor hun eigen doeleinden te stroomlijnen (het testnetwerk weten te blackboxen), dan kunnen deze technologen zo'n testnetwerk gebruiken als *inscription device* om er effectiviteit van hun eigen nieuwe technologie mee af te beelden in hun teksten. Daarmee krijgen deze technologen bewijs in handen om weer andere actoren te overtuigen om de rol te gaan vervullen die deze technologen hen (impliciet) toebedacht hadden. Realisatie van de nieuwe technologie kan hierdoor een stap dichterbij komen.



Of de effectiviteit die technologen claimen uiteindelijk behaald wordt in de maatschappij is onzeker omdat technologen zich in testnetwerken ook blootstellen aan de invloeden van andere actanten. Daar komt bij dat wanneer de technologie eenmaal in werkelijke gebruikspraktijken staat opgesteld, de antiprogramma's van eindgebruikers de effectiviteit alsnog kunnen verminderen.

Om het begrip *inscription device* op deze manier theoretisch te mobiliseren moeten we wel een stap maken. De stap is dat we niet alleen het heden, maar ook de toekomst moeten omarmen. Aan de ene kant beeldt een inscription device voor nieuwe technologie gewoon af wat er al is. Dit staat het dichtst bij het idee van Latour en Woolgar. Het gaat bijvoorbeeld om het afbeelden van de eigenschappen van een prototype dat al in elkaar gezet is en opgesteld staat in het lab. Aan de andere kant beeldt een inscription device voor nieuwe technologie juist af wat er nog moet gaan komen. Het laat zien welke eigenschappen technologie zal hebben wanneer het straks in de maatschappij gebruikt zal gaan worden.

Ook op een andere manier lopen heden en toekomst door elkaar. Voor een deel kunnen de actanten die nodig zijn voor deze technologie al ingelijfd zijn voor het testnetwerk dat technologen kunnen mobiliseren als inscription device. Een overheidsinstantie maakt de testen mogelijk en toeleveranciers en eindgebruikers nemen actief deel aan de test, bijvoorbeeld. Voor een deel kan er sprake zijn van ideaaltypische representaties van actanten die nog ingelijfd moeten gaan worden: het ministerie dat het gebruik van deze technologie moet gaan subsidiëren of de onderhoudsmedewerkers die keurig moeten gaan zorgen dat een technologisch artefact zijn werk naar behoren blijft doen in de maatschappij worden in de testen (voorlopig) als vanzelfsprekend verondersteld. Een inscription device voor nieuwe technologie beeldt dus heden en toekomst tegelijkertijd af; feit en fictie lopen door elkaar heen.

Het toepassen van de term *inscription device* op het testen van nieuwe technologie is legitiem. Er is geen principieel verschil tussen het afbeelden van heden of toekomst. Ook het waarnemen van “de natuur” in het hier en nu is immers altijd bemiddeld. Dat laten Latour en Woolgar juist zien. Soms is het zelfs gemakkelijker om de toekomst correct af te beelden dan het heden. De toekomstige processorsnelheid van computers bijvoorbeeld lijkt zekerder (volgens de wet van Moore) dan een bewijs dat de gemoedstoestand van een patiënt veroorzaakt wordt door een bepaalde chemische stof in de hersenen.

Dit hoofdstuk begon bij Actor-Netwerk Theorie oude stijl. Via ANT nieuwe stijl en gebruikersliteratuur ben ik bij het testen van technologie uitgekomen. De onderweg opgedane inzichten heb ik vervolgens weer teruggekoppeld naar ANT perspectief. In de volgende paragraaf zal ik het theoretisch perspectief dat ik langs deze weg heb ontwikkeld concreter koppelen aan de probleemstelling uit Hoofdstuk 1 en ook de onderzoeksvraag uit dat hoofdstuk verder toespitsen.

### 2.3 Onderzoeksvragen en methode

Actor-Netwerk Theorie en aanvullende literatuur laat zien dat technologie veranderingsmacht heeft, maar succes niet gegarandeerd is. Om technologie te ontwikkelen die werkelijk duaal effectief is – goed voor eindgebruikers en het milieu – zullen technologen de maatschappij voor hun technologie moeten winnen. Door testnetwerken te

## HOOFDSTUK 2

construeren en ze als *inscription devices* te gebruiken kunnen technologen hun duale claims onderbouwen (toekomstige effecten van technologiegebruik voorspellen) en de banden met andere actoren verstevigen (de toekomst zekerstellen door actoren in te lijven – rechtstreeks in testnetwerken of met de gepubliceerde testresultaten). In deze testnetwerken lopen feit en fictie door elkaar heen. Of duaal effectieve technologie ook echt bereikt wordt in de maatschappij is onzeker, want door testnetwerken te construeren zullen die technologen de (verstorende) invloed van andere actanten in de maatschappij moeten ondergaan.

In dit proces van co-evolutie tussen technologen en de rest van de maatschappij worden verantwoordelijkheden voor duale effecten telkens doorgegeven. Zij worden doorgegeven in veranderende netwerken van humane en niet-humane actoren die zich uitstrekken in plaats en tijd. Die netwerken bereiken uiteindelijk een gebruiksomgeving voor technologie. Daar kunnen antiprogramma's van eindgebruikers alsnog de bedoelde effectiviteit van de technologie onderuit halen.

Dit roept de vraag op hoe technologen duale effectiviteit van technologie kunnen aantonen en waarborgen. Deze vraag is des te interessanter, wanneer we de constatering uit Hoofdstuk 1 terughalen dat er een spanning is tussen consument (de gebruiker van technologie) en milieu die het overheidsbeleid niet onderkent. Consumenten draaien niet zomaar mee in technisch georiënteerde innovatieve systemen die bedoeld zijn om milieueffecten te behalen, en technologen ontbreekt het vaak aan informatie over werkelijk technologiegebruik door consumenten.

De in Hoofdstuk 1 geformuleerde, algemene onderzoeksvraag voor dit proefschrift was:

*Hoe claimen technologen dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient en hoe maken zij dit waar in de praktijk van technisch ontwerpen en testen?*

Deze hoofdvraag articuleer ik, op grond van mijn theoretisch betoog, nu in de volgende deelvragen:

1. Welke translaties (representaties, problematiseringen en verplaatsingen) treden op in een proces van duaal ontwerpen en testen?
  - a. Welke translaties treden op wanneer technologen claims voor toekomstige duale effectiviteit van technologie construeren?
  - b. Welke translaties treden op wanneer technologen *inscription devices* construeren en gebruiken om anderen van de geclaimde duale effectiviteit van technologie te overtuigen?
  - c. Welke translaties treden op wanneer technologen de met testnetwerken geregistreerde duale effectiviteit van hun technologie naar andere actoren presenteren?
2. Welke translaties ten aanzien van eindgebruikers komen voor in dit proces van duaal ontwerpen en testen? Zijn de geconstrueerde testnetwerken in staat om eventuele antiprogramma's van eindgebruikers te registreren?

3. Gaat tijdens het proces van ontwerpen en testen de inscriptie van milieu-effectiviteit enerzijds en gebruikerseffectiviteit anderszijds in (herontworpen) technologie gelijk op, of treden er dominante asymmetrieën op? Zo ja, wat zijn de onderliggende oorzaken voor dit procesverloop?

### 2.3.1 Exploratief case study onderzoek

De theorie geeft wel inzicht in ontwerpen en testen, maar maakt niet duidelijk hoe dit gebeurt wanneer twee mogelijk tegenstrijdige effecten bereikt moeten worden. Om de onderzoeksvragen daarover te beantwoorden is verkennend empirisch onderzoek nodig. Dat onderzoek moet bestaande ontwerp- en testpraktijken waar we duaal effectief ontwerp kunnen verwachten als het ware analytisch openbreken. Het moet van binnenuit analyseren hoe technologie in die praktijken duaal vorm krijgt.

Zo'n micro studie van ontwerp- en testpraktijken heeft wel een prijs. Het openbreken en begrijpen van die praktijken kost relatief veel tijd en middelen. Praktisch gezien kunnen zo maar een aantal case studies uitgevoerd worden. Een beperkt aantal case studies betekent dat we op moeten passen om resultaten te generaliseren voor andere ontwerp- en testpraktijken.

De theorie die beschikbaar is schiet ons echter te hulp. Inzichten uit micro studies in dit proefschrift kunnen via terugkoppeling aan bestaande theorie toch meer algemeen geldende waarde krijgen (Yin [1984] spreekt over "analytical generalization"). Voor dit proefschrift had die benadering in ieder geval de voorkeur boven een benadering waar meer case studies uitgevoerd worden, maar elke case studie meer aan de oppervlakte blijft. Voorlopig zijn er nog geen theoretische handvatten beschikbaar om op een vlotte manier veel praktijken van duaal effectief ontwerpen en testen in kaart te kunnen brengen.

Een beperkt aantal micro studies dus, maar welke? Ook met een beperkt aantal case studies blijft de afweging of het vooral van belang is om te vergelijken (voor robuustere onderzoeksresultaten) of juist verschillen te verkennen.

In dit proefschrift heb ik gekozen voor een tussenvorm, namelijk vier case studies waar (voor een groot deel) dezelfde technologen bij betrokken waren, maar het testnetwerk verschilde. Een ander testnetwerk geeft technologen (naar verwachting) telkens andere mogelijkheden en beperkingen om geloofwaardige testresultaten te krijgen die andere actoren kunnen overtuigen, maar ook andere mogelijkheden en beperkingen om de eigen ontwerpnetwerken zodanig te verbinden met gebruiksnetwerken in de samenleving dat de technologie ook werkelijk gerealiseerd kan gaan worden. Door vier case studies te kiezen die steeds dichterbij echte gebruiksnetwerken staan verwacht ik een relevante doorsnede te hebben van ontwerpen en testen van duaal effectieve technologie zoals dat in de praktijk voorkomt.

Met "steeds dichterbij echte gebruikspraktijken" bedoel ik dat steeds meer actanten uit een gebruiksomgeving voor technologie hun stoffelijke gedaante aannemen in het testnetwerk. Het gaat om virtuele dan wel echte gebruikers van technologie, maar ook om de omgeving waarin die eindgebruikers techniek gebruiken. De eerste case study betreft een testnetwerk dat vooral bestaat uit rekenmodellen.<sup>iii</sup> In een rekenmodel is een gebruikspraktijk "virtueel" gerepresenteerd door getallen. Eindgebruikers van technologie en de omgeving waarin zij handelen zit versleuteld in de formules van het model. In de tweede case study wordt zo'n "virtuele" representatie van gebruikers en hun omgeving

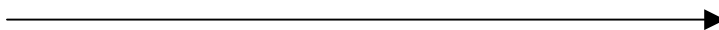
## HOOFDSTUK 2

omgezet in materialiteit. In die casus is sprake van een materieel vormgegeven decor op een laboratoriumterrein, waarmee technologen de mogelijkheid hebben hun technologie zelf te testen door metingen uit te voeren. De materialisatie gaat een stap verder in de derde casus, waar aan zo'n laboratoriumopstelling echte mensen worden toegevoegd. Het betreft het demonstreren van technologie aan bezoekers, die beschouwd kunnen worden als vleesgeworden representanten van echte gebruikers. Testen in de eigen omgeving van gebruikers ten slotte komt het dichtst bij werkelijke gebruikspraktijken. In deze vierde casus staat een nieuw technologisch object bij testgebruikers thuis, waar de huiselijke omgeving een gegeven situatie is.

Bovenstaande keuze van casussen heeft een aanvullend voordeel. De manier van testen is namelijk de variabele waarop de case studies verschillen. Dit geeft een spreiding van duaal ontwerpen en testen zoals dat in de praktijk voorkomt, terwijl die praktijken juist te vergelijken zijn voor wat betreft de rol van de betrokken technologen in die praktijken. Op die manier kan duidelijk worden welke mogelijkheden een bepaald testnetwerk technologen geeft voor het ontwerpen, testen en realiseren van duaal effectieve technologie. Zodoende kan dit promotieonderzoek aanbevelingen richting technologen formuleren om een technologisch ontwerp "beter" te testen op duale effectiviteit.

De koppeling van deze vier case studies met het empirisch domein is als volgt. Zoals ik in Hoofdstuk 1 heb beschreven, richt dit proefschrift zich op het ontwerpen van energietechnologie voor de woningbouw. Bewoners zijn de gebruikers van energietechnologie in hun huis. De relevante gebruiksomgeving die in al de casussen figureert is daarom de woning. De ingang voor het empirisch onderzoek is het Energieonderzoek Centrum Nederland, afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving, DEGO (thans EGON). De vier empirische casussen zijn vier projecten waar technologen van het ECN bij betrokken waren. Voor elk project vervulde één van de vier typen testnetwerken een belangrijke rol. Dat wil niet zeggen dat andere manieren van testen in dat project niet voorkwamen, maar mijn analyse richt zich in ieder geval op die specifieke manier van testen in dat project. Tabel 2.1 geeft een overzicht van deze vier case studies.

| <i>Casus:</i>       | 1   | 2  | 3                                    | 4                             |
|---------------------|---|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| <i>Testnetwerk:</i> | rekenmodellen met virtuele eindgebruikers | laboratoriumopstelling met virtuele eindgebruikers | demonstratieopstelling met bezoekers | eigen omgeving eindgebruikers |
| <i>Project:</i>     | Ecobuild Fase A                           | Ecobuild Fase B                                    | domotica                             | NIDO programma                |



*Toenemende materialisatie van gebruiksnetwork in testnetwork*

**Tabel 2.1 Overzicht case studies**

De eerste twee case studies beslaan twee fases van "Ecobuild": een project waarin het ECN, tesamen met consortiumpartners, energieconcepten voor duurzame woningen ontwikkelde. Een energieconcept bestond uit te gebruiken materialen voor de woning en

installaties in de woning. Voor bewoners zou dit technologische concept een betaalbare, comfortabele woning moeten opleveren. Een woning, die bovendien weinig milieulast met zich mee zou brengen. In het begin van dat project (Fase A) speelden rekenmodellen een belangrijke rol om snel bewijzen van deze duale effectiviteit (goed voor eindgebruikers en goed voor het milieu) te kunnen leveren. In Fase B van dat project werden die energieconcepten getest in drie onbewoonde rijtjeswoningen op het laboratoriumterrein bij het ECN.

De derde casus gaat over domotica, die in een extra rijtjeswoning op het laboratoriumterrein werd uitgeprobeerd. In die woning demonstreerden technologen domotica, een ander woord voor huisautomatisering, aan bezoekers, waaronder vertegenwoordigers van woningcorporaties en ouderenorganisaties met interesse in deze technologie. Domotica was bedoeld om bewoners een veilig, comfortabel huis te leveren, compleet met zorgfuncties, gepaard gaand met energiebesparing. Daarnaast werden ook metingen uitgevoerd, voor wat betreft energiebesparing en comfort in de woning.

Deze duaal effectieve inzet van domotica speelde ook in de vierde casus, maar daar ging het om het testen van domotica bij mensen thuis. Domotica was geïnstalleerd in ouderenwoningen. Technologen van het ECN waren betrokken bij dit project via een overheidsprogramma: het Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling.

### **2.3.2 Verzameling en presentatie van empirische gegevens**

Mijn werkplek bij het ECN was de basis voor het case study onderzoek. Zo'n drie jaar was ik één, twee dagen per week bij de afdeling DEGO. Zo kon ik bijeenkomsten en vergaderingen bijwonen, emails lezen die voorbij kwamen, archieven en intranet bestuderen en informele gesprekken met medewerkers van het ECN voeren. Dit leverde mij de noodzakelijke inzichten en achtergrondkennis om na verloop van tijd tot de hiervoor beschreven definitieve, afgebakende keuze van case studies te komen.

De vier case studies zijn voornamelijk gebaseerd op archiefonderzoek. Door voor projecten te kiezen die al (bijna) waren afgerond was het mogelijk om een langer traject van technologieontwikkeling in kaart te brengen, van eerste projectplannen tot en met de resultaten die het ECN uiteindelijk presenteerde. Op die manier heb ik vier min-of-meer complete trajecten van duaal ontwerpen en testen kunnen reconstrueren. Het bestuderen van langere trajecten gaf mij een doorkijk naar het al dan niet verwerken van testresultaten in een technologisch herontwerp. Voor mijn bestudering van het NIDO-programma (de vierde casus) heb ik de archiefgegevens aangevuld met semi-gestructureerde interviews. Bovendien was het qua timing nog mogelijk de slotbijeenkomst van dat programma bij te wonen.

Op basis van de archieven bij het ECN heb ik de strategie van "follow the actors" toegepast, conform de methodologische aanbevelingen van Latour en Akrich. Ik volgde de actoren in figuurlijke zin, door de verwijzingen in de teksten van technologen en andere betrokken actoren te volgen. Zo ben ik vanuit ECN de netwerken gaan reconstrueren waarin het ontwerpen en testen van duaal effectieve technologie plaatsvond. Door terug te gaan in de tijd en ook bronnen van andere actoren te gebruiken heb ik zwarte dozen open kunnen breken – en kunnen volgen hoe zwarte dozen ontstaan. Het toepassen van de sneeuwbalmethode dus. Die bal wordt eerst snel groter, maar groeit na een aantal stappen niet meer verder. Door gegevens van verschillende perspectieven te combineren heb ik een robuuster beeld gekregen van het verloop van elk project. De representatie van eindgebruikers door technologen, op papier en in testopstellingen en rekenmodellen, was

## HOOFDSTUK 2

daarbij een specifiek aandachtspunt. Zo heb ik zicht gekregen op de scripts voor technologiegebruik die feitelijk gematerialiseerd worden in nieuwe technologie.

Financieel gezien kwam een groot deel van dit promotieonderzoek voor rekening van het ECN. Mijn academische vrijheid om mijn onderzoek onafhankelijk uit te kunnen voeren was echter groot, doordat ik niet meedraaide in projecten van het ECN. Persoonlijk heb ik me bij het ECN ook nooit beperkt gevoeld. Een aantal keren is wel ter sprake gekomen om met dit onderzoek direct in te grijpen in ontwerp- en testpraktijken bij het ECN. Vooral de wens om gebruikers van technologie beter te integreren in het ontwerpproces kwam een aantal keren op. Ik vond het echter nog te vroeg. Bovendien zou zo'n actie een keerzijde hebben. Het zou veel directer het onderwerp van *mijn* onderzoek (de technologische praktijk bij het ECN) verstoren. Daar was dit promotieonderzoek niet bij gebaat en daarmee het ECN uiteindelijk ook niet.

Een onderzoeker van wetenschap en techniek kan niet alleen de actoren beïnvloeden die hij of zij bestudeert, maar het kan natuurlijk ook andersom. Er is een risico van "going native". Een onderzoeker zou niet meer in staat zijn zijn eigen onderzoeksagenda te volgen, maar te veel overnemen van de cultuur van de actoren die hij of zij bestudeert. Dit risico was klein voor dit onderzoek. Al die tijd werkte ik niet alleen bij het ECN, maar was ik ook regelmatig bij de Universiteit Twente te vinden. Bovendien volgde ik het opleidingstraject van de onderzoeksschool WTMC (Wetenschap, Technologie en Moderne Cultuur). Tegenover de ECN cultuur stond dus altijd de cultuur van het vakgebied Wetenschaps- en Technologiestudies.

Er was natuurlijk wel interactie tussen het ECN en mijzelf. Zo heb ik twee keer een lunchcolloquium gehouden: bij de afdeling Beleidsstudies en bij de afdeling DEGO. De insteek van die colloquia was algemeen. Daar heb ik vooral de opzet van mijn onderzoek laten zien en theoretische inzichten vanuit Wetenschap- en Technologiestudies gedeeld. Conclusies over de empirische hoofdstukken heb ik niet behandeld. Gedeeltelijk omdat die nog niet definitief waren. Gedeeltelijk omdat ik dat niet wilde, om redenen die ik hiervoor genoemd heb. Daarnaast heb ik veel medewerkers van het ECN ook persoonlijk leren kennen. Ik heb echter nooit het idee gehad dat dit mijn onderzoek moeilijker maakte – eerder gemakkelijker. De meer informele gesprekken met ECN medewerkers waren voor mij als analist van belang om me te sterken in het gevoel dat mijn reconstructie van de projecten realistisch was. Aan het eind van mijn onderzoek heb ik elk empirisch hoofdstuk (zonder interpretatieve paragrafen en conclusies) nog ter commentaar voorgelegd aan een medewerker die intensief betrokken was bij dat project. De uiteindelijke tekst, met eventuele fouten, valt natuurlijk onder mijn verantwoordelijkheid en niet die van het ECN.

In Hoofdstuk 3 tot en met 6 worden resultaten van het uitgevoerde case study onderzoek gepresenteerd. In elk hoofdstuk staat één project en daarmee één type testnetwerk centraal. In die vier hoofdstukken is sprake van een chronologische verhaallijn, waarin achtereenvolgende translaties aan bod komen die optreden ten aanzien van dual technisch ontwerpen en testen in het project. Het betreft translaties bij het formuleren van duale beloftes in projectplannen, translaties bij de constructie van testnetwerken die duale effectiviteit moeten gaan aantonen, het gebruik van die testnetwerken en ten slotte de presentatie van behaalde resultaten. Bij Hoofdstuk 3 over rekenmodellen ontbreekt overigens een paragraaf over de presentatie van resultaten omdat de verhaallijn wordt doorgezet in Hoofdstuk 4. In het slothoofdstuk, Hoofdstuk 7, komen conclusies en reflecties aan bod.

Hoofdstuk 3 tot en met 6 zijn gescheiden in empirische en theoretische paragrafen. Empirisch georiënteerde paragrafen beschrijven het project vooral in de taal van de actoren, waarna een aparte paragraaf een interpretatie vanuit de theorie geeft. Dit is vooral bedoeld om de leesbaarheid van het proefschrift te vergroten. Dit wil niet zeggen dat in de empirisch georiënteerde stukken “de feiten” neergelegd worden die vervolgens als objectieve gegevens theoretisch geïnterpreteerd worden. Uiteraard is de volledige tekst van de empirische hoofdstukken gestroomlijnd naar een onderliggend theoretisch steiger, alleen wordt deze steiger in de interpretatieve paragrafen expliciet gemaakt.

---

<sup>i</sup> Zie ook [Callon en Latour, 1981], waaruit blijkt dat Callon en Latour de term “simplificatie” al veel vroeger hanteerden.

<sup>ii</sup> Vergelijk de “neue Kombinationen” of “new combinations” van Schumpeter [1934].

<sup>iii</sup> Zie het “edited book” van Morgan en Morrison [1999] voor wetenschapsfilosofisch georiënteerde analyses over de rol van rekenmodellen in de natuur- en sociale wetenschappen.





# Testen voor duaal effectief ontwerp met rekenmodellen: de casus *Ecobuild Fase A*

TRNSYS. Of neem NEN 1068/A3. Een greep uit het reservoir aan hulpmiddelen die het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) bijna tot haar meubilair kan rekenen. Het eerste acroniem staat voor “transient systems simulation program” [1]. Het tweede staat voor Nederlands Normalisatieinstituut; het nummer verwijst naar rekenmethoden voor de “thermische isolatie van gebouwen” [2]. Dergelijke hulpmiddelen zijn onmisbaar in het dagelijks werk van veel ECN onderzoekers. Rekenmodellen zijn hulpmiddelen waarachter hele werelden schuil gaan. In die werelden voeren nieuwe energieconcepten gevechten uit met huizen, bewoners en weersinvloeden. De hulpmiddelen maken het mogelijk ontwerpen virtueel te testen. De representanten van ontwerp en gebruik – de getallen – gaan met elkaar in de weer, als alternatief voor een werkelijke confrontatie tussen een ontwerp en zijn gebruiksomgeving. Als er sprake is van antiprogramma’s, reacties uit een gebruiksomgeving die tegen de bedoelde effectiviteit van een ontwerp ingaan (zie Hoofdstuk 2), dan zijn die per definitie geconstrueerd door anderen. Hierin onderscheidt het testen met modellen zich van andere manieren van testen, die in de volgende hoofdstukken aan bod zullen komen.

Dit proefschrift gaat over technologie die tegelijkertijd haar gebruikers tevreden kan stellen en voor minder milieulast kan zorgen. Technologie die dat doet heb ik gekarakteriseerd als duaal effectieve technologie (zie Hoofdstuk 1). De vraag voor dit hoofdstuk is hoe technologen duale effectiviteit van hun technologie kunnen claimen en waarmaken met rekenmodellen. Dit is onderzocht aan de hand van een casus: Fase A van het Ecobuild project. In deze casus werkten technologen van het ECN samen met andere partijen om energieconcepten voor woningen te ontwikkelen, die zij op een aantal manieren testten met modellen. De analyses zijn gebaseerd op het Ecobuild archief zoals dat beschikbaar was bij het ECN – zowel digitaal als op papier. Die informatie is aangevuld door enkele medewerkers van het ECN gerichte vragen te stellen.

Dit hoofdstuk begint met een introductie van het Ecobuild project (paragraaf 3.1). Meer specifiek komen beloftes voor het milieu en voor eindgebruikers aan bod. Die claims wilden technologen voor een deel gaan bewijzen met rekenmodellen. Paragraaf 3.2 beschrijft hoe technologen de modellen construeerden die daarvoor nodig waren. Paragraaf 3.3 laat het gebruik van die samengestelde modellen zien. Het testen op milieu- en gebruikerseffectiviteit met modellen komt daarin aan bod. Alle drie de paragrafen eindigen met een interpretatie vanuit de theorie (zie Hoofdstuk 2). Dit hoofdstuk eindigt met paragraaf 3.4, dat een kort postscript bevat en conclusies geeft.

## 3.1 Beloftes van het Ecobuild project

“Ecobuild” was een “EET- project”. EET verwijst naar het “Besluit subsidies Economie, Ecologie en Technologie” ([3], [4], [5]), een kabinetsbesluit dat eind 1996 in werking trad. In te dienen projecten zouden op “middellange termijn een aanzienlijke bijdrage [moeten kunnen] leveren aan het bereiken van ( . . . ) vastgestelde doelstellingen in het kader van het streven naar ecologische duurzaamheid” [6]. De subsidieregeling stuurde

aan op samenwerking tussen diverse soorten actoren, met name kennisinstituten en marktpartijen. Voor het indienen van een projectplan ging het ECN (afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving, DEGO) dan ook een consortium aan met een onderzoeksinstituut van de TU Delft (OTB, reeds deelnemend aan een onderzoeksprogramma Duurzame Gebouwde Omgeving), een bouwbedrijf (Wilma Bouw, met “grondposities”, dat wil zeggen: bouwlocaties) en de Nationale Woningraad (NWR, een “bundeling” van woningbouwcorporaties). Het projectplan werd in 1997 ingediend bij EET. In het plan stond het realiseren van huizen met een (zeer) laag energieverbruik centraal. Dergelijke projecten bestonden al wel, maar het consortium signaleerde knelpunten voor opschaling naar massatoepassing: hoge kosten en milieubelasting door extra materiaalgebruik. De sociale woningbouw was een belangrijk onderdeel van die massamarkt [7, pag. 1]. Het Ecobuild-plan presenteerde dus knelpunten bij de ontwikkeling van duurzame woningen als kansen voor een nieuw project.

Partijen in het consortium kwamen tot een gezamenlijk plan voor nieuw technologisch ontwerp. Twee typen gebruiksomgevingen zag het consortium voor zich: bestaande bouw en nieuwbouw. Het consortium schoof bestaande bouw naar voren als type gebruiksomgeving waar de grootste milieueffectiviteit behaald zou kunnen worden. Vroeger waren woningen nog helemaal niet milieueffectief ontworpen. Bovendien zijn er veel meer bestaande woningen dan nieuwe. Ook ging het consortium er van uit dat woningbouwcorporaties, met steun van de overheid, “grote delen van deze [bestaande] woningvoorraad [zullen] gaan renoveren.” [7, pag. 9]. De bestaande bouw kende een “geheel eigen dynamiek en zou gezien de omvang prioriteit moeten krijgen” [8]. Kortom: de partners in het consortium kwamen tot een gezamenlijk toekomstbeeld met een duidelijke milieu-prioriteit bij bestaande bouw.

Om het toekomstbeeld te verwezenlijken formuleerde het consortium de volgende aanpak. Er zou een kruisbestuiving moeten plaatsvinden tussen kennis voor bestaande bouw en nieuwbouw. Daarnaast werd het project opgedeeld in fasen. Fase A was de “ontwerpfase”, fase B de “prototype fase” fase C de “realisatiefase”. Na elke fase zou een “go/no-go” beslissing plaats moeten vinden, waarin onder andere zou “moeten worden bepaald of de uitgangspunten met betrekking tot duurzaamheid worden gehaald” [9, pag. 12]. Voor fase A waren zes “integrale energieconcepten” voor complete woningen gepland: twee voor nieuwbouw en vier voor bestaande bouw. Een energieconcept bestond niet alleen uit installaties *in* de woning, maar ook onderdelen *van* de woning (materiaalgebruik, afmetingen). Juist het integrale karakter van het ontwerp – de afstemming tussen de verschillende onderdelen van ontwerp en tussen ontwerpen voor de bestaande bouw en nieuwbouw – zou het toekomstbeeld van duurzame woningen moeten gaan waarmaken.

In de eerste confrontatie met het EET programmabureau werd het plan ingekrompen en gespecificeerd. Het programmabureau vond het innovatie karakter van technologie – de “T” uit EET – namelijk niet voldoende uit de verf komen [10] [11]. Het consortium reageerde hierop door concrete “speerpunten” te definiëren, die voortdurend “geëvalueerd” en “uitgebouwd” zouden worden in het project [7, pag. 7]. De gevel van de woning en bepaalde installaties, te weten voor verwarming en ventilatie, werden als eerste speerpunten naar voren geschoven [7, pag. 15]. Domotica (huisautomatisering) zou op een wat later moment, vanaf fase B, extra bij kunnen dragen aan een laag energieverbruik. Bovendien zag het consortium dergelijke automatische regelingen voor een deel als voorwaarde om de “energetische doorbraken” die op papier een bepaalde besparing lieten zien ook in de praktijk waar te gaan maken [7, pag. 12]. Een slimme regeling zou kunnen voorkomen dat

de beloofde energiewinst niet behaald wordt doordat bewoners energieconcepten “niet-optimaal” gebruiken [12, pag. 32]. Met deze speerpunten, losgeweekt uit het eerdere ontwerp, waren het innovatieve karakter en verkoopbaarheid gemakkelijker aan te tonen - zo was de verwachting.

In fase A wilde het consortium elk van de zes energieconcepten (voor de zes typen woningen) verder invullen. Voor elk energieconcept (dus voor elk soort woning) wilde het consortium meerdere varianten bekijken. Figuur 3-1 geeft één van de ontwerpvarianten voor een nieuw te bouwen “eengezinswoning” weer, namelijk variant 4. De tabel ernaast geeft een indruk van de vier ontwerpvarianten die het consortium in fase A onderzocht heeft voor deze eengezinswoning. In de volgende paragraaf zal ik behandelen hoe het consortium, nog voorafgaand aan fase A, de milieueffectiviteit voor zijn energieconcepten beloofde.



**Figuur 3-1:** Eén van de ontwerpvarianten van een energieconcept voor een eengezinswoning (variant 4). Het is een combinatie van apparaten, bouwmaterialen en afmetingen van de woning. Figuur overgenomen van [13, pag. 18].

|   | <i>Bouwkundige maatregelen</i>  | <i>Installatietechnische maatregelen</i>  |
|---|---|---|
| 1 | dak, gevel, en begane-grondvloer:<br>$R_c = 3,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$<br>beglazing/kozijn:<br>$U = 1,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$<br>deuren:<br>$U = 3,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | HR-combiketel, mechanische ventilatie   |
| 2 | dak, gevel, en begane-grondvloer:<br>$R_c = 5,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$<br>beglazing/kozijn:<br>$U = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$<br>deuren:<br>$U = 1,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | HR-combiketel, warmteterugwinning uit ventilatielucht (90%)   |
| 3 | Gelijk aan pakket 2.  | Pakket 2, met daarbij een zonnecollector ( $3 \text{ m}^2$ )  |
| 4 | Gelijk aan pakket 2.  | elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar, warmteterugwinning uit ventilatielucht (90%), zonnecollector ( $3 \text{ m}^2$ ) |

**Tabel 3-1:** Vier ontwerpvarianten van een energieconcept voor een eengezinswoning.  $R_c$  en  $U$  zijn parameters die de temperatuurafhankelijke isolatiegraad (in graden Kelvin) van een materiaal aangeven (doorgifte van warmte door een  $\text{m}^2$  van het materiaal heen, uitgedrukt in Watt). Gebaseerd op de tabel in [12, pag. 30].

### 3.1.1 Beloftes van milieueffectiviteit in projectplannen

In zijn projectplannen gaf het consortium de milieueffectiviteit van de nog te ontwikkelen energieconcepten twee gezichten. Minder milieulast door energiebesparing was het ene gezicht:

*“Het gaat daarbij om het energiegebruik voor functies als ruimteverwarming, ventilatie, warmtapwater en verlichting. Deze energieposten zijn verantwoordelijk voor meer dan 90% van het totale energiegebruik in een woning en zijn ook juist de posten die beïnvloedbaar zijn door een duurzaam woningen installatieontwerp.” [7, pag. 4]*

Energiebesparing zou bereikt worden door de zogenaamde “energieladder” toe te passen op de gebruiksfase van de woning: “vermijden-duurzaam-efficiënt” [12, pag. 21 en 22]. Isolatie, onder andere in de gevel, kon energieverbruik vermijden. De energievraag die dan overbleef zou zo veel mogelijk met “duurzame energiebronnen”, zoals zonne-energie, gedekt moeten worden. Voor de rest zijn dan nog aardgas en reguliere elektriciteit nodig, die zo efficiënt mogelijk ingezet moeten worden.

Het andere gezicht qua milieueffectiviteit was: minder milieulast door het gebruik van minder belastende materialen, berekend voor de hele “levenscyclus” van de woning. Die benadering hield ook rekening met milieulast voor productie, vervoer, verwerking tot afval en eventueel hergebruik van materialen. “Dematerialisatie”, minder schadelijke alternatieven, maar ook het verlengen van de “levensduur” van materialen breidden milieueffectiviteit uit van energie in de “gebruiksfase” naar de totale levensduur van de woning, dat wil zeggen van de wieg van een product tot het graf. Ontwerpers zagen optimalisatie op alléén energiebesparing namelijk als schijnoplossing voor milieuproblematiek:

*“Het is technisch goed mogelijk om woningen te bouwen met een zeer laag energiegebruik in de gebruiksfase. (. . .) [Naast hoge meerkosten] leidt het maatregelpakket tot negatieve milieugevolgen. Het project Ecobuild is erop gericht deze knelpunten tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.” [12]*

Het consortium claimde dat met de Ecobuild aanpak neveneffecten van het streven naar energiebesparing op milieu-in-bredere-zin voorkomen zouden worden [7, pag. 8]. Op deze manier kon tevens worden voldaan aan voorwaarden van het EET-programma, dat niet zozeer energiebesparing alleen, maar bredere ecologische- en duurzaamheidsdoelstellingen voorop stelde.

Het consortium streefde er dus naar om twee soorten van milieueffectiviteit tegelijkertijd waar te maken: energiebesparing en een betere levenscyclus. Het EET programmabureau was hier echter niet tevreden mee. De beide milieubeloftes moesten concreter worden gemaakt. Het EET-programmabureau vroeg namelijk om:

*“een nadere uitwerking van de mate van energiebesparing en de milieuverdienste van het [Ecobuild] project” (. . .) Uw projectvoorstel zal met de overige ingediende voorstellen worden vergeleken en op basis van de bijdrage aan het realiseren van de doelstelling van het programma, worden gerangschikt.” [10]*

Het consortium kwantificeerde vervolgens haar dubbele belofte van milieueffectiviteit. Energiebesparing werd gesteld op 50% per jaar. Reductie van breder gedefiniëerde milieubelasting door het project werd op 40% gesteld, te realiseren volgens “de methodiek” van levenscyclusanalyse. Getallen konden het EET programmabureau helpen bij het vergelijken met andere voorstellen.

Niet alleen het EET programmabureau, maar ook veranderende regelgeving van de overheid dwong het consortium om de belofte van milieueffectiviteit aan te passen. In 1998 zou namelijk een nieuwe Energie Prestatie Norm (EPN) voor woningen van kracht worden. Onder de nieuwe norm zouden nieuwbouwhuizen energiezuiniger gebouwd moeten worden dan in 1997. Het was moeilijker om die scherper gestelde norm te verslaan met nieuwe ontwerpen, maar voor het consortium was de nieuwe regelgeving een gevecht. Het consortium moest in deze ontwikkeling meegaan om zijn eigen belofte van een betere energieprestatie geloofwaardig te houden, wat de druk op het eigen ontwerp opvoerde.

In de beloftes voor milieueffectiviteit die zo vorm kregen speelden bewoners – als eindgebruikers van de energieconcepten – een bescheiden rol. Wat meer op de achtergrond zag het ECN bewoners, op termijn, als gebruikers die er aan bijdragen dat technologie effectief gebruikt wordt. Voor de Nationale Woningraad (een andere partij uit het consortium) waren bewoners vooral “woonconsumenten die een milieuvriendelijk huis prefereren boven een woning die het milieu schaadt” [7, pag. 1]. In beide visies werden bewoners dus wel mede-verantwoordelijk gehouden voor de milieueffectiviteit, door een milieuvriendelijke woning te kiezen en geïnstalleerde technologie goed te gebruiken. Maar het consortium presenteerde deze milieuverantwoordelijkheid voor bewoners slechts als achtergrondvisie, niet rechtstreeks van invloed op het waarmaken van de beloofde effectiviteit van eigen ontwerpen in het project. Het consortium schreef milieueffectiviteit vooral toe aan het technisch ontwerp waarvan bewoners het verlengstuk vormden; dat was de claim die het mobiliseerde. Waar bewoners effectiviteit van het ontwerp zouden kunnen ondergraven (in plaats van het ontwerp een handje te helpen), daar viel voor het ontwerp juist meer te claimen. Qua milieueffectiviteit volgens de levenscyclus werden bewoners impliciet opgevat als wezens van een vergelijkbaar karakter als bijvoorbeeld schimmels en bacteriën. Zij zorgden voor slijtage van de energieconcepten gedurende de “gebruiksfase”. Om erger te voorkomen, zouden energieconcepten milieuverantwoordelijkheid (voor minder materiaalgebruik) volledig moeten gaan dragen:

*“Een betere afstemming op bewonerswensen en meer keuzemogelijkheden voor bewoners voorkomt materiaalverspilling doordat bewoners voorzieningen er direct na de oplevering uit slopen.” [14, pag. 74]*

Bovendien zou een flexibele woning, bijvoorbeeld met modulair te vervangen installaties [15, pag. 2], zorgen voor minder materiaalverspilling bij toekomstige aanpassingen. Met modulaire installaties hoeft niet het complete systeem vervangen te worden, als een onderdeel niet naar behoren functioneert.

Voor de benodigde installaties zag het consortium een afhankelijkheid van de toekomstige installateur [15, pag. 2]. Bovendien dichtte het consortium fabrikanten en toeleveranciers de rol toe om afgeschreven materialen uiteindelijk terug te nemen en deels opnieuw te gebruiken voor nieuwe producten. Hiervoor definiëerde het consortium een “hergebruiksregeling” als speerpunt [7, pag. 13].

## HOOFDSTUK 3

Ook architecten kregen een rol voor delegatie van milieuverantwoordelijkheid aan het ontwerp:

*“Het is belangrijk dat partners in het ontwerpteam een doorslaggevende stem krijgen in de keuze van de architect. De architectenkeuze is namelijk van grote invloed op het uiteindelijke realiseren van het integraal systeemontwerp.”* [7, pag. 23]

De architect “moet duurzaamheid in brede zin een warm hart toedragen ([hij of zij] mag zeker geen belemmerende factor worden)” [16]. Voor beide soorten milieubeloften speelden partijen buiten het consortium dus een rol voor het waarmaken van een milieuvriendelijk ontwerp. Eenmaal geïnstalleerd in een woning moest het ontwerp de milieuverantwoordelijkheid echter zelf dragen.

### 3.1.2 Beloftes van gebruikerseffectiviteit in projectplannen

Het consortium deed in zijn projectplannen ook beloftes ten aanzien van gebruikerseffectiviteit, zij het minder uitgesproken dan ten aanzien van milieueffectiviteit. Het consortium richtte zich ook niet direct op eindgebruikers van energieconcepten. Het moest echter wel laten zien dat de te ontwerpen woningen eindgebruikers iets te bieden hadden, als ondersteuning van de belofte van het betreden van de massamarkt met milieueffectieve woningen. Het consortium mobiliseerde gebruikerseffectiviteit dus vooral als noodzakelijk onderdeel van zijn visie op (verkoopbare) milieueffectiviteit.

De presentatie van gebruikerseffectiviteit gebeurde in eerste instantie op drie manieren. De eerste hing samen met de representatie van *eindgebruikers als bewoners*. De energieconcepten zouden hun effect hebben op hoe aangenaam bewoners hun woning vonden, maar ook op de gezondheid van bewoners. Op dit punt werden echter geen harde beloftes gedaan:

*“Een belangrijk aandachtspunt is het handhaven van een gezond en comfortabel binnenklimaat. Dit betekent dat behalve aan verwarming met name ook aandacht moet worden besteed aan een goed beheersbare ventilatie en aan het voorkomen van oververhitting in de zomersituatie.”* [10, pag. 13]

Energieconcepten mochten het bestaand comfort en het gezondheidsniveau in woningen niet naar beneden halen. De presentatie van effecten op bewoners was dus vooral een presentatie van neveneffecten, die men in het project wilde voorkomen.

De tweede representatie van gebruikerseffectiviteit was het aanspreken van *eindgebruikers als consumenten*, geïnteresseerd in financieel voordeel. Deze representatie werd als volgt omschreven:

*“Toekomstige kosten gerelateerd aan milieukosten worden met name vermeden bij de bewoners van de nog te bouwen woningen.”* [7, pag. 7]

In de visie van het consortium zouden bewoners in de toekomst bepaalde kosten voor de kiezen krijgen om aan milieu-eisen te voldoen. De energieconcepten van Ecobuild zouden geoptimaliseerd worden voor kosten. De financiële winst van energieconcepten was echter afhankelijk van verder overheidsbeleid:

*“Een snelle aanscherping van [milieu-]normen, zoals deels al aangekondigd door het Ministerie van VROM, zal de commercialisering van [de concepten] snel dichterbij brengen en vergemakkelijken.” [7, pag. 7]*

De winst kon toenemen als concurrerende producten meer hinder van overheidsregulering voor milieueffectiviteit zouden ondervinden dan de eigen energieconcepten. In de optiek van het consortium zou een gedeelte van die winst bij bewoners terecht komen. Deze presentatie van gebruikerseffectiviteit, financieel gewin voor gebruikers, hing dus weer samen met milieubeloftes.

De derde representatie zag *eindgebruikers als wereldburger*. Nederlanders – dus ook bewoners van woningen waarvoor energieconcepten bedoeld waren – zouden profiteren van vermindering van milieuproblemen zoals een verminderd broeikaseffect [7, pag. 7]. Energieconcepten zouden bewoners bedienen als wereldburger.

In deze drie representaties van eindgebruikers lag verantwoordelijkheid voor gebruikerseffectiviteit uiteindelijk volledig bij de energieconcepten. De technologie zou zelfstandig voor een prettige woning moeten zorgen – bewoners hoefden daarvoor niets extra's te doen.

### 3.1.3 Interpretatie vanuit de theorie

#### Verstrengeling van feit en fictie

Wat het opstarten van het Ecobuildproject al direct demonstreert is het gelijk opgaan, het door elkaar lopen van feit en fictie, van werkelijkheid en representatie vanaf het begin van een technisch project. Een *common sense* interpretatie van het gebeurde beschreven in de voorgaande bladzijden zou eerder zijn dat de technologen in het consortium een technisch plan (fictie) opstellen voor het ontwerpen van energiezuinige en duurzame huizen, dat ze vervolgens met geld van de staat gaan proberen in werkelijkheid (in feiten) om te zetten. Kijk je door de bril van ANT (Actor Netwerk Theorie, zie Hoofdstuk 2) dan zie je een ander proces.

Het Ecobuildplan is in ANT-termen het resultaat van translatiewerk van een actor die de motor is in het opzetten van een actornetwerk dat uiteindelijk politiek gewenste artefacten, namelijk duurzame huizen moet produceren, dat wil zeggen huizen die aan bepaalde maatschappelijke eisen van effectiviteit moeten voldoen. Translatiewerk behelst op resultaat gerichte acties door de centrale actor (zoals het verplaatsen of inlijven van anderen ten bate van de eigen onderneming) in een concrete feitelijke werkelijkheid. Het werven van consortiumpartners is daar een voorbeeld van. Om deze feitelijke werkelijkheid te bewerken is een plan nodig, een fictie over de toekomst. Zonder plan (met de juiste ficties) komt die werkelijkheid niet in beweging. Het plan is echter ook een stukje werkelijkheid, het is op te vatten als een *inscriptie*, het in tastbare documenten gegoten abstracte denkwerk en concrete discussiewerk van de technici dat de wereld ingestuurd kan worden om anderen zover te krijgen het plan verder te helpen op weg naar realisatie – in de eerste plaats door er geld in te steken. Feit en fictie zijn al vanaf het begin verstrengeld.

#### Blackboxing

De wereld waar het plan ingestuurd wordt is een ander actornetwerk: dat van de door de overheid gestuurde en gesubsidieerde R&D op het terrein van milieu, innovatie en

### HOOFDSTUK 3

duurzame ontwikkeling. Centraal in dat netwerk zit een andere actor die fondsen distribueert over partijen als het Ecobuild-consortium: het EET-programmabureau. Daaronder zitten weer andere netwerken, zoals – uiteindelijk – die waarin regeringsbeleid op het vlak van milieu tot stand komt, wat op afstand is terug te lezen via inscripties in nota's, Kamerverslagen et cetera. Daaruit kan de lezer vernemen dat in die laatste actornetwerken aan technologische innovatie een grote kracht wordt toegekend voor het aanpakken van milieuproblemen (zie ook Hoofdstuk 1).

Als we weer terug schakelen naar het actornetwerk waar het ons in deze studie om gaat, kunnen we zeggen dat de technologen uit het consortium, in ANT-termen gesproken, de onderliggende netwerken op de juiste wijze moet simplificeren om ze tot steunpunt voor de uitbouw van het eigen Ecobuild-netwerk te transformeren. Immers, alle complexiteit in die netwerken kan niet worden meegenomen en dat hoeft ook niet: zoals ANT op vele plaatsen aantoont is *blackboxing* een algemeen gevolgde en succesvolle groeistrategie mits je hem goed uitvoert (dat wil zeggen je kunt alleen zaken veilig simplificeren die relevante anderen als vanzelfsprekend beschouwen). In feite is het acroniem EET zo'n blackbox: het vat in 3 letters samen wat in de onderliggende netwerken als belangrijk wordt gezien – en wat daarom ook door ECN cs. als belangrijk moet worden herkend om deze actor in te lijven.

De acties van het consortium gericht op EET zijn op te vatten als het type translatie dat ANT benoemt als het neerzetten van jezelf als verplicht passeerpunt voor anderen. Het is de strategie van het problematiseren. Er is een probleem dat opgelost moet gaan worden. Het is de kunst om een geografie van achtereenvolgende verplichte passeerpunten te schetsen die tot een oplossing van het probleem leiden, en jezelf een plek te geven bij de passeerpunten vooraan in de keten. In dit geval gaat het om het probleem dat de maatschappij het milieu vervuult. Wat bij zou dragen aan de oplossing is dat er massaal schonere huizen komen. De maatschappij moet *eerst* langs ECN cs. om duurzame huizen massaal te gaan toepassen. Hiervan moet het ingediende plan het EET-programmabureau overtuigen. ECN cs. schetsen verschillende achtereenvolgende passeerpunten, voor de achtereenvolgende fases A (ontwerp), B (prototype) en C (realisatie). ECN cs. nemen deel aan elke fase – maar zullen zich ook voor elke fase opnieuw moeten bewijzen, om EET binnen boord te houden voor verdere financiering.

Het lukt ECN cs. niet direct om het EET programmabureau in te lijven. De translatiepoging is in eerste instantie niet succesvol. De reactie van EET is dat het plan niet voldoende innovatief is. Dit resultaat illustreert het voorbehoud dat ANT op dit punt maakt, namelijk dat de juistheid van simplificatie van een andere partij in de praktijk op de proef wordt gesteld. Die partij hoeft zich daarin niet te herkennen. Dat is hier het geval: ECN cs. hebben het belang van de T in de EET-simplificatie niet onderkend of te licht opgevat. Daarom kunnen zij EET niet inlijven, tenzij ze zelf opschuiven. Dat doen ze dan ook: ze veranderen de inhoud van hun plan door er meer fictieve T(echnologie) in te stoppen. Technologische speerpunten worden losgeweekt uit het totaalplaatje. Dit lukt en brengt de simplificatie van EET een stap verder.

Op het punt van de milieueffectiviteit (de tweede E van EET) van de in het plan voorgestelde technologie rijst een soortgelijk probleem tussen ECN cs. en EET. EET vindt dat ECN cs. hun belofte op dit punt moeten preciseren, dat wil zeggen kwantificeren. Dit heeft als gevolg dat het consortium op een dubbele milieubelofte afgerekend kan worden. Het consortium mobiliseerde energiebesparing in woningen en een betere levenscyclus van woningen eerst meer algemeen “in samenhang”, maar moet ze nu wel apart gaan bewijzen met getallen.



Een andere actor blijkt evenmin onder controle te zijn, namelijk dat deel van de overheid dat de EPN vaststelt. De aangekondigde aanscherping van deze norm maakt het door ECN cs. neergezette streefdoel minder ambitieus, en dat krijgt hierdoor minder inlijvende kracht. Opnieuw moet het consortium opschuiven om EET binnenboord te houden. Dit wordt bereikt door meer te beloven op het punt van de te halen energiebesparing en duurzaamheid van de bouw. Als resultaat van deze tweede translatie komt voor ECN cs. de lat hoger te liggen: de prestatiedruk op het resultaat van het te bouwen actornetwerk neemt hierdoor toe, de bewijslast wordt groter.

### Overdracht van duale verantwoordelijkheden tot aan eindgebruikers

Uit de analyse blijkt dat ECN cs. realisatie van technologie nastreven die als duaal effectief kan worden gekarakteriseerd. Zij claimen dat technologische energieconcepten nodig zijn om woningen milieuvriendelijker te maken. Om die milieubeloften geloofwaardig te houden voor de massamarkt, moeten zij op zijn minst ook beloven dat bewoners – de eindgebruikers van de energieconcepten – er niet op achteruit gaan. De duale eindtermen, namelijk wat woningen qua milieu en eindgebruikers presteren, worden echter niet symmetrisch geformuleerd. De eindtermen voor milieueffectiviteit (energiebesparing en levenscyclus) worden harder geformuleerd (in concrete percentages) dan die voor gebruikerseffectiviteit (zoals gezondheid, comfort en minder kosten voor bewoners). Ten aanzien van de laatste worden slechts aandachtspunten geformuleerd en geen harde beloftes.

Het formuleren van deze termen blijkt evenmin een puur technische kwestie te zijn, maar de uitkomst van een translatieproces dat begrepen kan worden vanuit de posities van de deelnemende partijen in de actornetwerken waarvan ze deel uit maken. In dit stadium van het proces, dat zich in de werkelijkheid afspeelt, zijn het inscripties van (fictieve) verwachtingen in een projectplan, dat wil zeggen representaties van een nog te realiseren toekomst in de vorm van beloftes, die kracht uitoefenen op de betrokken actoren.

Claims voor milieueffectiviteit worden geconstrueerd via een aantal translaties die te maken hebben met roltoedeling. Het gaat om een verdeling van verantwoordelijkheden voor de te bereiken effecten. Het consortium schetst een beeld waarin actoren binnen het consortium (kennisinstellingen, bouwbedrijven en vertegenwoordigers van sociale woningbouw), maar ook van daarbuiten (architecten van woningen) verantwoordelijkheid dragen. Die actoren binnen en buiten het consortium moeten er voor gaan zorgen dat het technologisch ontwerp optimaal functioneert. Actoren binnen en buiten het consortium moeten milieuverantwoordelijkheid gaan delegeren aan technologische materialiteit. Technologische materialiteit krijgt uiteindelijk de hoofdverantwoordelijkheid voor het waar maken van de beloofde milieueffectiviteit.

De rol die bewoners hierbij wordt toegedacht is zeer bescheiden. Voor het effectueren van milieueffectiviteit moet de technologie zorgen voor twee dingen. De technologie moet zorgen voor afstemming op bestaande gebruikerswensen *bij voorbaat*, om antiprogramma's van gebruikers onschadelijk te maken. Ook moet de technologie zorgen voor flexibiliteit om latere (niet-anticipeerbare) verandering in die wensen op te vangen. De bewoner hoeft slechts de technologie effectief te gebruiken, met andere woorden hij wordt gezien als een verlengstuk van de technologie. En als bewoners technologie dan toch minder effectief gebruiken, dan ligt er een extra kans voor het technologisch ontwerp. Als technologie afwijkende gebruikersacties nog eens extra corrigeert, dan kunnen technologen nog meer effectiviteit voor hun eigen technologisch ontwerp claimen.

Wat betreft de gebruikerseffectiviteit wordt de bewoner vooral als milieubewuste woningconsument gerepresenteerd. Deze representatie betreft dus vooral het aanschafgedrag. Dat de woning in het gebruik als prettig wordt ervaren is weer vooral een taak van de technologie. De bewoner zelf speelt daarbij geen rol. Volgens het consortium moeten de diverse betrokkenen uiteindelijk dus de verantwoordelijkheid voor zowel milieu- als gebruikerseffectiviteit delegeren aan de technische systeemconcepten. Technologische materialiteit draagt duale eindverantwoordelijkheid, voor zowel het milieu als prettig wonen.

### 3.2 De constructie van rekenmodellen

In interactie met het EET programmabureau had het consortium een plan van aanpak opgesteld voor het project. Het consortium had een aantal stappen gedefinieerd die gevolgd zouden worden om verkoopbare milieuvriendelijke woningen te realiseren. Fase A kende twee van die stappen. De eerste stap was het aandragen van indicaties dat andere partijen, die in fase B en C extra nodig waren, mee wilden gaan doen. De tweede stap was dat er bewijs op tafel kwam van de effectiviteit van energieconcepten in woningen.

Door onzekerheid over de eerste stap nam de tweede stap toe in belang. Voor de eerste stap was ruimte in de projectplannen onder de noemer “afspraken met projectontwikkelaars, woningcorporaties en gemeenten” [17]. Het ging om het inzetten van een traject om uiteindelijk bouwlocaties zeker te stellen. In fase A liep dit nogal stroef, onder andere omdat het bouwbedrijf uit het consortium werd overgenomen door een andere partij. Doordat het bewijs dat er bouwlocaties gevonden waren op zich liet wachten, werd virtueel verkregen bewijs van uiteindelijke effectiviteit in woningen, te bepalen met rekenmodellen, belangrijker.

De druk op bewijsvoering met rekenmodellen nam ook toe doordat a) de sponsor nog niet overtuigd was van het project en b) technologen zelf de publiciteit zochten. In het projectplan was ruimte voor bewijsvoering met rekenmodellen onder de noemer “berekeningen en simulaties” en “toets levenscyclusanalyse” [17]. Met rekenmodellen kon het consortium papieren bewijs aandragen van effectiviteit van hun ontwerp in woningen. Rekenmodellen gaven veel sneller antwoord dan het massaal realiseren van echte woningen. Bewijs van technologische effectiviteit was nodig; het was één van de “evaluatieparameters” om ook geld voor fase B te krijgen [18]. Bovendien had het agentschap dat de uitvoering van de EET regeling verzorgde (Novem, het agentschap van de overheid voor energie en milieu) nog steeds “twijfels (...) over de haalbaarheid van de doelstelling” [19] (zie ook [10] en [11]). “We moeten hieromtrent zo snel mogelijk duidelijkheid verschaffen”, aldus een verslag van een projectbespreking van het consortium [19]. Bovendien was een persbijeenkomst van het EET programma gepland en werden persberichten rondgestuurd [20].

Papieren bewijs moest er komen voor zowel E(conomie), E(cologie) als T(echnologie). Met andere woorden: er moest bewijs komen voor zowel Economische als Ecologische effectiviteit van te ontwikkelen Technologie. Het bewijs voor economische effectiviteit van het technologisch ontwerp construeerde het consortium als volgt. Het ging er vooral om om de *meerkosten* in de hand te houden. De calculatieafdeling van het betrokken bouwbedrijf voerde zo’n berekening uit [21]. Voor nieuwbouw waren (financiële) getallen van een standaardwoning beschikbaar (later in dit hoofdstuk meer over standaardwoningen). Voor

bestaande bouw definiëerde het consortium zelf een woning om mee te vergelijken. De extra kosten voor het bouwen van huizen met de nieuwe energieconcepten zette het consortium af tegen deze referentiewoningen.

Bij deze berekeningen voor economische effectiviteit viel één gebruikersrepresentatie af: de gebruiker als consument. Bepaling van financieel voordeel voor consumenten was lastig. Volgens de projectplannen was dit afhankelijk van toekomstig overheidsbeleid – waarvan voorlopig nog geen sprake was. Bovendien had het consortium niet direct toegang tot beoogde consumenten. In het project had de Nationale Woning Raad (NWR, later veranderd in AEDS) tot taak om de “verkoopbaarheid” van de energieconcepten te toetsen [17, pag. 5]. De NWR vulde dit actiepunt in door de interesse van woningbouwcorporaties te peilen om, op een later moment, als testlocatie voor energieconcepten te gaan dienen [22] [23] [24]. Van modellering van de gebruiker als consument in rekenmodellen was geen sprake. In het projectplan was het bedienen van consumenten een achtergrondstelling, die het ook niet gebracht had tot beoordelingscriterium vanuit het EET- programma [18]. Het vinden van toekomstige testlocaties had een hogere prioriteit dan het achterhalen van consumenteninformatie; de fasering van Ecobuild werkte toe naar testen in echte huizen.

Voor ecologische effectiviteit van hun technologisch ontwerp mobiliseerde het consortium rekenmodellen. In deze milieumodellen sneuvelde nog een gebruikersrepresentatie. De bewoner als wereldburger die baat heeft bij een beter milieu verdween van het toneel. Voor de ene milieudoelstelling, een betere energieprestatie, nam het consortium het rekenmodel van de Energie Prestatie Norm als uitgangspunt (waarover dadelijk meer in Paragraaf 3.2.1). Die rekenmethode was door de overheid opgelegd voor nieuwbouwwoningen. Voor de andere milieudoelstelling, minder materiaalgebruik, zette het consortium de verschillende beschikbare softwarepakketten naast elkaar [25]. Voor beide milieudoelstellingen gold dat beschikbare rekenmodellen de gebruiker als wereldburger niet modelleerden. Ook voor de gebruiker als wereldburger gold dat het slechts een achtergrondstelling was en geen afgesproken beoordelingscriterium vanuit EET [18].

Dit betekende dat gebruikers van energieconcepten alleen als bewoners werden gerepresenteerd in de milieumodellen, in de meest letterlijke betekenis: verblijvenden in de woning (waarover dadelijk meer in Paragraaf 3.2.1). Als de term “milieu” al viel, dan bedoelde men het binnenmilieu in de woning – en niet het globale milieuvraagstuk dat de duurzame woningen zouden helpen oplossen. Ook werd één van de “speerpunten” voorlopig geparkeerd. Huisautomatisering (domotica) paste niet goed in bestaande rekenmethoden en simulatieprogramma’s. Mogelijkheden daarvoor werden wel verkend, maar nog niet meegenomen in het ontwerp. Het consortium construeerde drie milieumodellen voor energieconcepten, waar domotica nog niet in zat: twee modellen voor jaarlijkse energiebesparing en één voor de levenscyclus.

### **3.2.1 De constructie van drie rekenmodellen**

#### Model I: de jaarlijkse energiebesparing in een nieuwbouwwoning

Bij het modelleren van jaarlijkse energiebesparing in de nieuwbouw moesten technologen vooral rekening houden met de zogenaamde Energie Prestatie Norm, de EPN (zie [26] voor de 1998 versie). Het energieverbruik van een nieuwbouwwoning moest bij

### HOOFDSTUK 3

wet worden uitgerekend volgens deze berekening. De uitkomst van de berekening moest aan een wettelijk opgelegde waarde voldoen. Gemeentes hadden de verplichting dit te controleren bij aanvraag van een bouwvergunning [27]. De EPN kende een bijgeleverd softwareprogramma, waarin technologen onderdelen van woning en installaties konden aanklikken en parameters konden invoeren. De EPN dwong de technologen om de energieprestatie van nieuwbouw in getallen te gaan uitdrukken. De EPN vroeg namelijk om de invoer van een volledige woning (inclusief installaties). In het project wilden technologen slechts een deel van de woning ontwerpen, maar nu moesten zij de rest van de woning ook in getallen gaan uitdrukken. Parameters voor de overige elementen moesten zij van elders halen. Hiervoor konden zij zogenaamde Novem referentiewoningen gebruiken. Technologen konden dus extra externe standaarden benutten om een andere externe standaard – de EPN – geschikt te maken voor hun eigen ontwerp.

Hoewel er meerdere rekenstandaarden beschikbaar waren die de technologen konden benutten voor nieuwbouw, hadden zij er ondertussen maar één nodig. Door een verandering in het consortium was namelijk één soort nieuwbouw afgefallen. Hoogbouw was uit beeld verdwenen, nadat het bouwbedrijf uit het consortium was overgenomen door een partij die daar minder prioriteit aan gaf [23]. De technologen gebruikten alleen de zogenaamde Novem doorzonwoning [29] “die als standaard mag gelden voor een gemiddelde Nederlandse eengezinswoning” [12].

Eenzijds werden technologen ingeperkt door externe standaarden, anderzijds probeerden zij externe standaarden juist als vetrekpunt te nemen voor verdere aanpassingen. De technisch ontwerpers moesten de nieuwbouw gedetailleerder modelleren om effectiviteit van hun ontwerp aan het licht te brengen. Dit kon door het ontstane model uit te breiden via het simulatieprogramma TRNSYS:

*“In Ecobuild wordt gebruik gemaakt van een dynamisch simulatiemodel voor de energiehuishouding en warmte-aanbodstelsel. Hiervoor is gekozen omdat de voor de energieprestatieberekening voorgeschreven berekeningsmethode een aantal beperkingen kent.” [12, pag. 11]*

Met, onder andere, de “dynamiek van de warmtehuishouding” was in de EPN “geen rekening gehouden”. Ook bepaalde “forfaitaire rendementen” uit de EPN zouden niet overeenkomen met het “werkelijk effect van deze maatregelen” [12, pag. 11] Met het gedetailleerdere model kwam effectiviteit wel uit de verf:

*“Voor de warmtevraag voor ruimteverwarming levert het simulatiemodel met name in zuinige woningen lagere [dus gunstiger] uitkomsten op. De oorzaak moet worden gezocht in het feit dat de [EPN]-methode met een vaste lengte van het stookseizoen werkt, hetgeen tot te hoge [en dus minder gunstige] uitkomsten leidt.” [12, pag. 31]*

Effectiviteit van het ontwerp voor nieuwbouw kon volgens de technologen alleen aan het licht komen door de EPN-standaard uit te breiden met gedetailleerdere modellering in een bestaand simulatieprogramma.

Inzet van een bestaand simulatieprogramma betekende dat modelleringen van de EPN niet zomaar overgenomen konden worden. Modelleringen in de EPN waren te grof. Zo moesten bijvoorbeeld bewoners en lampen fijnmaziger gerepresenteerd worden. Dit was nodig, omdat lampen warmte afgeven. In de EPN was die informatie echter alleen gegeven door een formule voor het totaal aan verlichting voor een heel jaar. Nu moest dergelijke

informatie echter op uurbasis gemodelleerd worden – een eis vanuit het simulatieprogramma. Bovendien was van belang hoeveel lampen zich in welke ruimtes bevonden. Het aanroepen van weer een andere externe standaard (het Basisonderzoek Elektriciteit Kleinverbruik: BEK) gaf technologen getallen voor gemiddelde aantallen lampen in woonhuizen. De ingenieurs van het ECN moesten wel een ander softwareprogramma (ADELINE) laten aanhaken bij het eigenlijke softwareprogramma (TRNSYS) om de vergrote resolutie te kunnen doorzetten. Er waren nu namelijk wel meer lampen gemodelleerd, maar technologen moesten ook modelleren wanneer die lampen aan of uit waren. Het nieuwe programma gaf inzicht in de hoeveelheid daglicht in een woning. Bij bepaalde drempelwaardes switchte het kunstlicht aan, volgens de mechaniek in dat programma.

Door deze aanvullende modelleringen werd de representatie van bewoners fijnmaziger gemaakt. Zij werden niet langer opgevat als wezens die een bepaalde hoeveelheid licht nodig hebben per jaar, maar hun voorkeuren waren nu op uurbasis gerepresenteerd. Het benutten van een bestaand simulatieprogramma spoorde medewerkers van het ECN dus aan om ook eindgebruikers fijnmaziger te gaan modelleren, via extra software en weer nieuwe standaarden.

### De constructie van model II: de jaarlijkse energiebesparing in een bestaande woning

Hoe energiebesparing door energieconcepten zichtbaar te maken voor bestaande bouw? Dat was de volgende vraag waarvoor technologen zich gesteld zagen. Voor bestaande bouw bestond geen EPN. In het project werd daarom zelf een standaard voor bestaande bouw ontwikkeld. Het Ecobuild consortium definiëerde zelf een “normale” ingreep voor energiebesparing in bestaande woningen. Hiervoor brachten zij kenmerken in beeld van een aantal renovatieprojecten van de jaren daarvoor:

*“De referentie is opgevat als het pakket aan maatregelen, dat op dit moment bij een renovatie zou worden uitgevoerd.” [14, pag. 17]*

Door een standaard voor energiebesparing in bestaande woningen te ontwikkelen hadden technologen vergelijkingsmateriaal voor energiebesparing met hun eigen energieconcepten. Door naar een mathematische standaard te streven bleken de technologen het type bestaande bouw terug te moeten brengen tot één. Zij hadden nog wel een “marktverkenning” uitgevoerd, waarmee zij de relevantie van vier verschillende typen bestaande bouw woningen hadden aangetoond [14, pag. 10]. Ook was het de bedoeling om niet alleen de portiekwoning, maar ook de andere typen woningen in de “vervolgfasen” verder uit te werken [14, pag. 79]. Bestaande bouw is echter overal te vinden, maar daarmee zijn die gebouwen nog niet geschikt voor berekeningen. Voor bestaande bouw bestonden nog geen Novem referentiewoningen die getallen konden leveren [30]. Dit betekende dat technisch ontwerpers zelf een getalsmatige representatie van bestaande bouw moesten vinden:

*“Voor de ontwerpstudies [is] bij woningcorporaties gezocht naar goede documentatie van vergelijkbare complexen om diverse berekeningen ten aanzien van energie en milieu mogelijk te maken (voor de portiekwoning is dit reeds geschied en deze is dan ook als voorbeeldproject [in één van de eerdere notities] weergegeven).” [31, pag. 15]*

## HOOFDSTUK 3

Voor een bepaalde portiekwoning was als eerste “goede documentatie” gevonden. Via een adviesbureau wisten technologen aan bestektekeningen te komen. In het model voor energiebesparing in de bestaande bouw bleef voorlopig alleen de portiekwoning uit de jaren vijftig en zestig over. De technisch ontwerpers hadden nu wel getallen voor een portiekwoning, maar die woning moest nog gevuld worden met installaties en bewoners. Parameters hiervoor kwamen deels uit de bijlages van de EPN. Via dezelfde simulatieprogramma’s (TRNSYS en ADELIN) voltooiden zij hun model voor energiebesparing in de bestaande bouw. Elementen uit hun modellen voor nieuwbouw gebruikten zij om hun modellen voor bestaande bouw compleet te maken.

### De constructie van model III: de milieubelasting voor het hele leven van een woning

De twee modellen voor energiebesparing legden het derde model voor een groot gedeelte vast. Het derde model modelleerde de levenscyclus van een woning (met installaties). Die derde modellering gebeurde alleen voor woningen waarvoor ook energiebesparing viel uit te rekenen. Oftewel: modellering van de levenscyclus gebeurde alleen voor de “doorzonwoning” en de “portiekwoning”. Het Ecobuild consortium baseerde het model voor de levenscyclus op beschikbare software. Na een inventarisatie van “milieubeoordelingsinstrumenten” [25] kozen zij voor een softwareprogramma met de naam Eco-Quantum:

*“De [levenscyclusanalyse]-methodiek en Eco-Quantum zijn nog in ontwikkeling. Dat betekent dat er kan worden ingesprongen op de nieuwe inzichten op het gebied van levenscyclusanalyses en rekenmodellen. Het betekent echter ook dat databanken nog uitgebreid moeten worden en dat nog niet alle methodische elementen volledig zijn ontwikkeld.”* [12, pag. 14]

De technologen zagen nog meer tekortkomingen. Zij verwoordden dat Eco-Quantum niet-kwantificeerbare milieuaspecten buiten beschouwing liet, langetermijn milieuwinst niet goed inzichtelijk te maken was, winst door recycling niet verdisconteerd was en dat het normaliseren en wegen van milieueffecten:

*“gevoelig ligt. (. . .) Hierover is echter internationaal nog lang geen overeenstemming tussen wetenschappers.”* [12, pag. 15]

Eco-Quantum richtte zich vooral op nieuwbouw. Voor bestaande bouw zagen technologen daarom een extra beperking met Eco-Quantum:

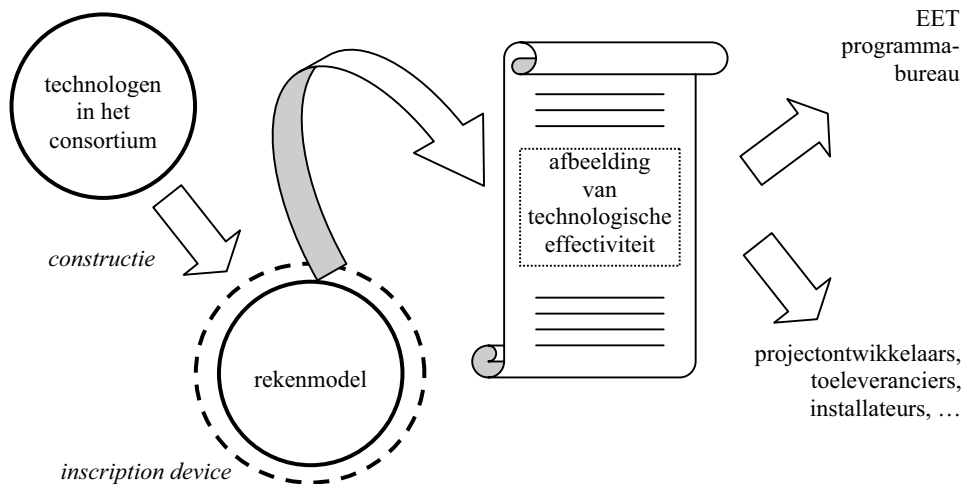
*“Het blijkt dat er vooral veel gegevens wat betreft installaties ontbreken en wat betreft de materialen die vroeger veel in gebouwen werden toegepast (drijfsteen, vlas, hennep, etc.)”* [32]

De technologen plaatsten kanttekeningen bij de representativiteit en de acceptatie van het softwaremodel voor bepaling milieueffectiviteit over een levenscyclus, maar zagen het tegelijkertijd als een voordeel dat het model nog te kneden was naar de nieuwste inzichten.

### 3.2.2 Interpretatie vanuit de theorie

#### Het organiseren van bewijsvoering: het construeren van hybride modellen voor het functioneren als *inscription devices*

De claims die ECN cs. hebben gelegd voor effectiviteit van hun technische concepten genereren een bewijslast die – wederom onder gevoelde druk van buiten – al snel ter tafel moet komen om de geldschieder (EET) op zijn plek te houden in het netwerk. Het gaat om bewijs voor effectiviteit op Economisch, Ecologisch en Technologisch vlak. Om bewijs voor haar claims te construeren gaat ECN over tot het opzetten van wat ANT *inscription devices* noemt (zie Hoofdstuk 2). Dit komt neer op het opstapen van modellen die virtueel de gevraagde effectiviteit kunnen aantonen door deze in te schrijven in een medium dat als bewijs kan dienen; bewijs dat vervolgens het publiek in de buitenwereld kan overtuigen van de noodzaak in het project te blijven investeren. Figuur 3-2 geeft de relatie tussen zo'n *inscription device* en het publiek in de buitenwereld weer.



**Figuur 3-2: Relatie tussen een *inscription device* dat afbeeldingen van technologische effectiviteit genereert (met een rekenmodel) en het publiek in de buitenwereld, voor de casus Ecobuild.**

Als medium worden modelmatige uitkomsten gekozen die de effectiviteit van de ontwerpen kunnen uitdrukken in relevante getallen. Die getallen worden afgebeeld in teksten en rapporten. In de eerste fase van het projectplan is hiervoor ruimte onder de noemer “berekeningen en simulaties”. Er worden voor dit doel drie milieumodellen ontwikkeld (modellen voor energiebesparing in de nieuwbouw en de bestaande bouw, en een model om de levenscyclus van een woning te modelleren). Deze fungeren als drie *inscription devices*. Elk *inscription device* levert een afbeelding van technologische effectiviteit: één voor het effect van het ontwerp op energiebesparing in de nieuwbouw, één voor het effect op energiebesparing in de bestaande bouw en één op het effect op de levenscyclus voor een woning (voor zowel bestaande- als nieuwbouw).

Voor nieuwbouw is het translatiepad door een model niet vrij te kiezen. Op het terrein van energiezuinig ontwerpen van nieuwbouw is al heel veel gedaan door andere actoren.

Deze acties zijn geblackboxed in de EPN (energieprestatienorm). De EPN vat een doos vol verplichte regelgeving samen met betrekking tot energiezuinig bouwen, en is als zodanig door de overheid de wereld ingestuurd als een verplicht passeerpunt voor ieder die voortaan een energiezuinige woning wil bouwen.

Uit de EPN vloeit voort dat de technologen, om de claims van hun partiële systemen virtueel te testen, een heel huis moeten simuleren. Dat wil zeggen, zij moeten de prestaties van hun systeemconcepten vertalen naar – inschrijven in – de prestaties van een woning, oftewel in (een representatie van) een gestandaardiseerde gebruiksomgeving. Deze operatie wordt vereenvoudigd doordat het netwerk inkrimpt – het bouwbedrijf trekt zich terug als actor in het consortium – waardoor hoogbouw uit het te realiseren actornetwerk valt. Vier van de zes gebruiksomgevingen voor duurzaamheid vallen af. Nu kunnen de ECN-ontwerpers volstaan met voor nieuwbouw een virtuele standaard rijtjeswoning te mobiliseren.

### Configuratie van technologen bij het construeren van rekenmodellen

Maar de EPN voldeed niet als kern van het *inscription device* voor het doel dat ECN cs. hadden. De EPN-berekeningen hebben te weinig overtuigingskracht ten aanzien van de claims in het projectplan. De actor EPN moet krachtiger spreken. De gewenste *empowerment* wordt bereikt door de globaal erkende EPN uit te breiden met nieuwe lokale niet-menselijke actanten, zoals de simulatieprogramma's TRNSYS en ADELIN. Aldus is een hybride inscription device opgericht dat kan spreken voor de ECN-technici, door getalsmatig bewijs af te leveren dat de geclaimde milieueffectiviteit krachtiger zichtbaar kan maken. Dit gebeurt via inscriptie in de uitkomsten van een aan de lokale behoefte aangepast EPN-model welke vergeleken kunnen worden met die van een standaard referentie-situatie. Figuur 3-3 geeft dit inscription device weer voor energiebesparing in een nieuwbouwwoning.

Voor een model van de bestaande bouw is op dat moment geen standaard referentie beschikbaar. Dus het consortium moet een eigen simplificatie maken van een complexe realiteit naar een gerepresenteerde standaard die in het model ingevoerd kon worden. Als antwoord wordt een modelmatige simulatie ontwikkeld van een portiekwoning uit de jaren '50 en '60 die kan dienen als script voor wonen in de bestaande bouw.

Zowel voor nieuwbouw als bestaande bouw kunnen we dus concluderen dat de technologen in belangrijke mate zijn "geconfigureerd" door globale actanten die in omliggende netwerken reeds waren geconsolideerd (zie Hoofdstuk 2) en in het eigen netwerk geïmporteerd moeten worden.

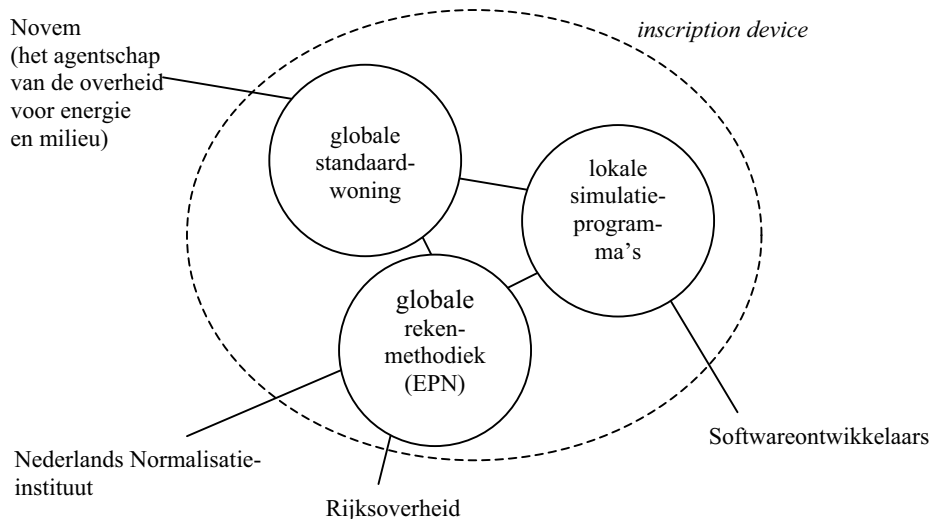
Het model voor de levenscyclus neemt de twee modellen voor energiebesparing als uitgangspunt. Dit betekent automatisch dat ook voor de levenscyclus alleen de Novem doorzonwoning beschikbaar is en de bestaande portiekwoning. Dus ook ten aanzien van de levenscyclus kan milieueffectiviteit alleen worden ingeschreven door de gebruiksomgeving te standaardiseren, dat wil zeggen door de gebruikerseffectiviteit ondergeschikt te maken aan de milieueffectiviteit.

De noodzaak tot simplificeren in modellen zorgde er in deze casus voor dat gebruikersrepresentaties afvielen. In de probleemstelling zoals gepresenteerd naar het EET-programmabureau waren nog drie typen toekomstige gebruikers opgevoerd die in het actornetwerk dat de energieconcepten moest gaan ondersteunen een rol waren toegedacht, namelijk de bewoner als wereldburger, als consument en als gebruiker van de energietechnologie in zijn of haar dagelijkse praktijk. Om de gebruikerseffectiviteit van de



technologie (de energieconcepten ingebouwd in woningen) te kunnen testen in modellen moeten deze typen gebruikers gemodelleerd worden, dat wil zeggen zodanig gerepresenteerd dat er in een model mee gerekend kan worden. Dat betekent dat het gedrag van deze gebruikers “geparametriseerd” moet worden, dat wil zeggen uitgedrukt moet worden in parameters die het model kan verwerken. Deze operatie kunnen we opvatten als een vorm van inscriptie, waarvoor het gebruiksgedrag gesimplificeerd moet worden om het te kunnen koppelen aan de mogelijkheden en het gedrag van de – eveneens in het model gerepresenteerde – techniek.

In deze casus blijken de gebruiker als wereldburger en de gebruiker als consument zich hiervoor niet te lenen. Niet alleen is hun gedrag afhankelijk van actoren buiten het netwerk – en dus niet onder controle - zoals de overheid, maar het is evenmin mogelijk om hun gedrag in deze rollen rechtstreeks te koppelen aan het functioneren van de technologie. In bestaande modellen die de technologen op dat moment ter beschikking staan wordt deze koppeling niet gelegd. De technologen blijken die koppeling zelf ook moeilijk te kunnen leggen, want zij hebben alleen op afstand informatie over beoogde eindgebruikers. De enige actor die een brug kan vervullen richting eindgebruikers (de Nationale Woningraad) gaat niet verder dan zich te richten tot de volgende actor in het netwerk (de woningbouwcorporaties) en verzamelt geen gegevens over werkelijke voorkeuren en gedrag van gebruikers als wereldburger of consument. De gebruiker als bewoner kan wel in parameters worden uitgedrukt. Volgens de milieumodellen die de technologen worden aangereikt hangt dit bewonersgedrag rechtstreeks samen met het energieverbruik in een woning.



**Figuur 3-3: Hybride karakter van het inscription device voor bepaling van effectiviteit van een energieconcept voor een nieuwbouwwoning, in fase A van het Ecobuild project.**

De modellen maakten toekomstige gebruikers eenvoudiger. Tegelijkertijd maakten de technologen de toekomst op andere onderdelen juist weer wat complexer. Zij hadden flexibeler “add-ons” nodig, extra simulatieprogramma’s, om de starre standaarden die van buiten kwamen toch weer wat ruimer en daarmee weer complexer te maken. Als de

toekomst *te* eenvoudig werd voorgesteld, dan konden technologen effectiviteit van hun eigen ontwerp minder goed aantonen. Door de toekomst kieskeurig te representeren proberen de technologen externe overtuigingskracht vanwege standaarden te combineren met voldoende interne speelruimte.

### 3.3 Het gebruik van rekenmodellen: de constructie van bewijs

Met drie rekenmodellen (nieuwbouw, bestaande bouw en levenscyclus) wilde het Ecobuild consortium vroegtijdig bewijs van milieueffectiviteit leveren. In deze paragraaf komt aan bod welke virtuele gebruiksomgeving “onder water” geoperationaliseerd wordt op het moment dat die rekenmodellen “draaien”. Hoe worden mensen en dingen uitgedrukt in getallen en hoe grijpen die als radertjes in elkaar? Met andere woorden: wat zijn de virtuele interacties tussen mensen en dingen in de virtuele wereld die in modellen opgebouwd wordt? Welke confrontatie tussen het technologisch ontwerp en zijn gebruiksomgeving vindt plaats in die zwarte dozen? Daar gaat subparagraaf 3.3.1 over. In subparagraaf 3.3.2 wordt vervolgens beschreven hoe technologen in het consortium omgingen met deze zwarte dozen. Hoe testten zij hun technologisch ontwerp met de rekenmodellen en in het bijzonder: hoe testten zij hun technologisch ontwerp op milieu- en gebruikerseffectiviteit? Subparagraaf 3.3.3 is het slotaccoord, waarin weer een interpretatie vanuit de theorie gegeven wordt.

#### 3.3.1 De virtuele gebruiksomgeving in rekenmodellen

##### De virtuele gebruiksomgeving in modellen I en II - de jaarlijkse energiebesparing in een woning

In de twee modellen voor jaarlijkse energiebesparing stonden drie aspecten. Vooral de woning, het weer en bewoners waren van belang. Bij het construeren van de beide modellen hadden technologen zich vooral laten leiden door het type woning. De andere twee aspecten, het weer en bewoners, kwamen er “gratis” bij. Die zaten al versleuteld in de Energie Prestatie Norm.

De EPN had zowel de bewoners als het weer nodig om een energieprestatie voor een gegeven woning uit te kunnen rekenen. Zonder bewoners en weersomstandigheden is er geen energievraag. En zonder energievraag is er geen energieprestatie die verbeterd moet worden.

Niet alleen de EPN, maar ook het Ecobuild consortium had zowel bewoners als het weer nodig. Er moest sprake zijn van energievraag om energiebesparing te kunnen toeschrijven aan de energieconcepten. De energieconcepten leverden de diensten, bij voorgeschreven weersomstandigheden, op een energiezuinige manier. Voor de technologen waren die representaties van bewoners en het weer een gegeven. Het was hun vertrekpunt, reeds door de EPN vastgelegd, om een gestandaardiseerde berekening van energiebesparing te kunnen maken.

De representatie van “het weer” in het project was als volgt. In de EPN zat het zogenaamde “KNMI referentiejaar” verwerkt [26, pag. 155]. Buitentemperaturen, zonlicht en neerslag waren gestandaardiseerde parameters. Door die weersinvloeden vast te zetten in een rekenmodel kunnen prestaties van woningen “eerlijk” vergeleken worden.

Bewoners waren gerepresenteerd als wezens die een bepaald “energetisch gedrag” vertoonden. Op bepaalde momenten waren zij op bepaalde plekken in de woning, waar zij om energie vroegen: licht, warmte, verkoeling, warm water, luchtverversing en de elektrische apparaten die zij aan- en uitzetten. Ook leverden zij energie, vanwege hun eigen lichaamswarmte en via de (onbedoelde) warmteafgifte wanneer zij een elektrisch apparaat aanzetten. De bewoners werden homogeen gerepresenteerd: voor de berekening waren zij allemaal de hele week thuis en op dezelfde momenten boven (‘s nachts) of beneden (‘s avonds). Bovendien gold één thermostaatstand en één patroon voor het gebruiken van elektrische apparaten als voorkeur voor iedereen. Tabel 3-2 geeft, als voorbeeld, de thermostaatstand die bewoners (virtueel) instelden.

| Tijd<br>h     | Woonzone<br>°C | Slaapzone<br>°C  |                  |
|---------------|----------------|------------------|------------------|
|               |                | 2 dagen per week | 5 dagen per week |
| van 7 tot 17  | 19,0           | 19,0             | 16,0             |
| van 17 tot 23 | 21,0           | 21,0             | 16,0             |
| van 23 tot 7  | 16,0           | 16,0             | 14,0             |

**Tabel 3-2: Gemodelleerde thermostaatstand in het EPN rekenmodel [26, pag. 153]**

De tabel die de technologen gebruikten representeerde aan de ene kant gemiddeld bewonersgedrag, maar moest aan de andere kant juist tegemoet komen aan spreidingen die voorkwamen in de praktijk. Bij eerdere metingen, jaren eerder uitgevoerd door een ander instituut (TNO) [33], was namelijk gebleken dat slaapkamers op verschillende manieren gebruikt werden, waardoor er in de praktijk sprake was van een aanzienlijke spreiding in temperaturen voor slaapkamers. Deze spreiding wilde het instituut in eerste instantie niet wegmasseren:

*“Het wisselende gebruik van de slaapkamers laat zich niet op voorhand vertalen in een gemiddelde, gematigde temperatuurinstelling.” [34, pag. 43]*

Het instituut gaf aan dat deze spreiding voor uit te voeren berekeningen werd

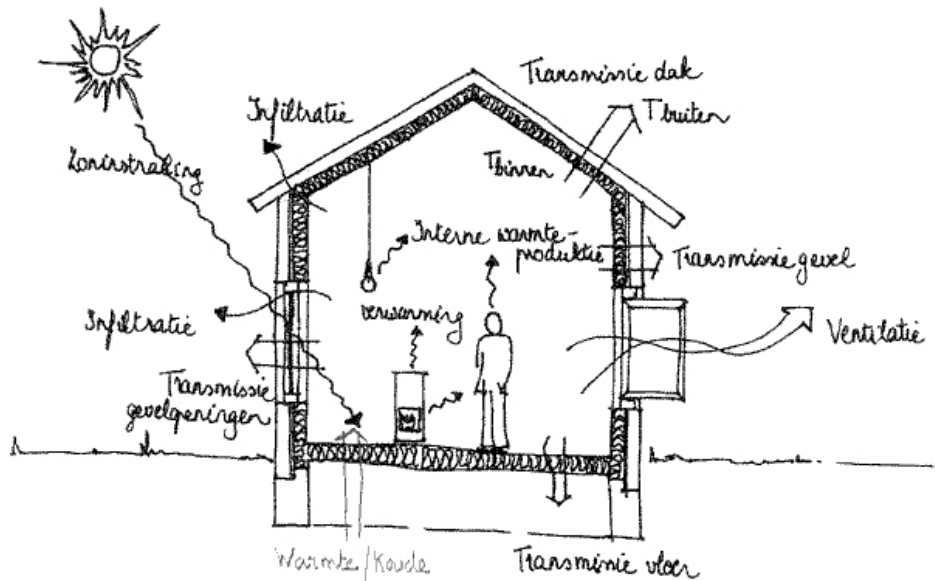
*“gestyleerd tot een gebruikspatroon van 2 dagen per week verwarmd en 5 dagen onverwarmd. Hiermee wordt recht gedaan aan de gegeven spreiding in bewonersgedrag. Bovendien laat een dergelijk gedrag zich goed modelleren voor dynamische berekeningen.” [34, pag. 44]*

Deze modellering van bewonersgedrag door het instituut was één van de uitgangspunten voor de EPN berekening [26, pag. 152].<sup>1</sup> De EPN construeerde het *aantal* bewoners, die zich dus identiek gedroegen, op basis van het “gebruiksoppervlak” dat ontwerpers invoerden. Het aantal bewoners kon dus best een breukgetal zijn.

Figuur 3-4 geeft een indruk van de binnenkant van het model voor energiebesparing. Het plaatje laat zien dat bewoners, woning, apparaten in de woning en weersinvloeden onderling verstrengeld zijn. De bewoners hebben invloed doordat zij om diensten vragen die energie kosten. Zij leggen de *gewenste* toestand vast in de woning, onder andere in termen van huiskamertemperatuur en het licht dat nodig is om ’s avonds de krant te kunnen lezen. Het weer is de *omgevingsvariabele* die bepaalt hoeveel energie daarvoor nodig is.

### HOOFDSTUK 3

Het weer bepaalt hoeveel warmte er in de winter aan de woning toegevoerd moet worden en hoeveel nuttig daglicht er is. Dit had weer te maken met de vormgeving van de woning. De grootte van de ramen bijvoorbeeld, die vastgelegd waren volgens de “standaardwoningen”, hadden rechtstreeks te maken met de invloed die het weer kon uitoefenen. Hoe groter de ramen, hoe meer de zon in de woning kan schijnen. Bewoners, woning, apparaten en het weer waren als de vier uiteinden van een waterbed. Minder relevante elementen in de woning waren als het water dat de vier uiteinden verbindt. Maar druk je op één van de vier uiteinden, dan beweegt alles mee. Het model was echter opgezet om in ieder geval twee hoeken van het waterbed op zijn plek te houden: de bewoners en het weer.



**Figuur 3-4: Impressie van de binnenkant van rekenmodellen voor energiebesparing [35]. In deze weergave zijn warmtestromen in kaart gebracht die de temperatuur in de woning beïnvloeden. Vergelijkbare plaatjes zijn te tekenen voor schone lucht, licht en warm water in de woning.**

In de EPN-documentatie was dat waterbed verspreid over 170 bladzijden. Uiteindelijk stonden al de formules in verband met elkaar. Het ging om 66 formules die naar elkaar verwezen (subnummers van formules, ongenummerde formules en formules in bijlages niet meegerekend) en 31 tabellen met “rekenwaarden” (de vele tabellen in de bijlages niet meegerekend) [26]. Voor simulaties werd dit EPN model uitgebreid met de programma’s ADELINe en TRNSYS. De documentatie voor TRNSYS was een dikke ordner met daarin een vergelijkbare hoeveelheid gegevens. Al die formules hadden uiteindelijk te maken met de manier waarop bewoners aanwezige apparaten in huis bedienden onder bepaalde weersomstandigheden.

In deze verstrengeling was de representatie van bewoners en weersinvloeden van wezenlijk belang. De te claimen jaarlijkse energiebesparing stond of viel er mee. Aan de hand van twee voorbeelden wil ik dit illustreren. Het ene voorbeeld geeft, in kwalitatieve zin, een idee van de gevoeligheid van de modellen voor “het weer”. Het andere voorbeeld gaat over de gevoeligheid van de modellen voor “de bewoners”.

Voor “het weer” neem ik een zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming als voorbeeld. De norm schrijft de volgende formules voor [26, pag. 79]:

$$Q_{ze;verw} = \eta_{ze;verw} \times Q_{ze;verw;opv}$$

$$Q_{ze;verw;opv} = z_{ze;verw} \times r_{ze;verw} \times A_{ze} \times 1200$$

De eerste formule geeft de de jaarlijkse hoeveelheid warmte die het zonne-systeem oplevert ( $Q_{ze;verw}$ , in MegaJoule). Het tweede symbool in deze formule ( $\eta_{ze;verw}$ ) is het jaarrendement van het zonne-energiesysteem. Dit is een getal dat aangeeft hoeveel van de zonne-energie die op het systeem valt nuttig wordt omgezet. Het derde symbool ( $Q_{ze;verw;opv}$ ) staat voor deze opvallende zonne-energie.

Met de tweede formule wordt deze opvallende zonne-energie verder uitgerekend. Het tweede symbool binnen deze formule ( $z_{ze;verw}$ ) is een omrekeningsfactor die te maken heeft met de orientatie van de zonnecollectoren. Het zuiden is namelijk het zonnigst – onder een bepaalde hellingshoek van de panelen. Het derde symbool ( $r_{ze;verw}$ ) is een omrekeningsfactor voor eventuele schaduw van omringende gebouwen. Het vierde symbool ( $A_{ze}$ ) staat voor de hoeveelheid  $m^2$  aan zonnecollectoren dat geplaatst is.

Er blijft nog één element over: het getal 1200. *Dat* element staat in dit geval voor “het weer”. Dat getal geeft de hoeveelheid zonne-energie aan die in de nuttige periode (oktober tot en met april, wanneer een woning verwarmd moet worden) op de panelen valt. Dit is een vastgezet getal, dat de makers van de EPN rechtstreeks hebben afgeleid van het KNMI referentiejaar. Wanneer herfst, winter en lente in de praktijk veel donkerder zijn, dan kan het zonne-energiesysteem veel minder bijdragen aan de woning. Het omgekeerde geldt wanneer er in de praktijk veel meer zonlicht is.

Voor bewoners neem ik “warmtapwater” als voorbeeld. De EPN meldt daar het volgende over:

*“Uitgangpunt bij het bepalen van de warmtapwaterbehoefte en het systeemrendement is dat 80 % wordt getapt aan het tappunt voor de douche of het bad in de badkamer en 20 % aan het tappunt boven het aanrecht. In de badkamer wordt 8 l netto per tapping gevraagd, boven het aanrecht 1 l netto per tapping.”* [26, pag. 156]

Wanneer bewoners de helft aan water zouden tappen in de badkamer, dan werkt dat door in de bepaling van het energieverbruik. Er zou dan namelijk minder energie nodig zijn om water te verwarmen, op jaarbasis. Er zou dus ook minder energie voor een woning als geheel nodig zijn. Zonneboilers bijvoorbeeld, apparaten die water energiezuinig verwarmen, komen dan slechter uit de verf. Die zijn dan minder populair. Zo’n “move” van bewoners werkt ook door op andere apparaten. Als bewoners minder warm water zouden verbruiken, dan wordt besparing op energie voor ruimteverwarming relatief belangrijker, ten opzichte van energie voor het verwarmen van water. Een efficiëntere kachel komt er dan weer beter van af. De representatie van bewonersgedrag in modellen werkte dus als een hefboom voor de te claimen energiebesparing van een energieconcept. Verander de hefboom, dan verandert de kracht van de claim. Het beoordelingskader voor jaarlijkse energiebesparing zou dus verschuiven als bewoners – maar ook het weer – in het model anders gerepresenteerd zouden worden.

### De virtuele gebruiksomgeving in model III - de milieubelasting voor het hele leven van een woning

In het model voor de levenscyclus waren veel meer invloeden gerepresenteerd. Dat model hield niet alleen rekening met de “gebruiksfase” van een woning, maar dekte ook de toelevering en het afvoeren van versleten materialen. Zo’n levenscyclusanalyse (LCA) ging uit van een keten aan processen. In elk proces worden materialen bewerkt en doorgegeven aan het volgende proces. In hoofdlijn ging het om productie, eindgebruik en weer afvoeren van een produkt. Bij productie, eindgebruik en afvalverwerking zijn – in de praktijk – telkens andere partijen betrokken. Het model representeert de mensen en dingen die daar bij betrokken zijn door getallen.

Een LCA is er op gericht veel van de milieulast, zo niet alle, toe te rekenen aan het te gebruiken produkt. Dus als een productieproces milieubelastend is, bijvoorbeeld omdat het gaat om vervuilende fabrieken, dan gaat de milieuscore van het produkt omlaag. Ook vervuilend gebruik en milieubelastende afvalverwerking komt dus voor rekening van het produkt zelf. Processen in de keten die juist schoner uitgevoerd worden leiden natuurlijk weer tot een betere milieuscore. Volgens de LCA methodiek is het gebruiksprodukt dan milieuvriendelijker.

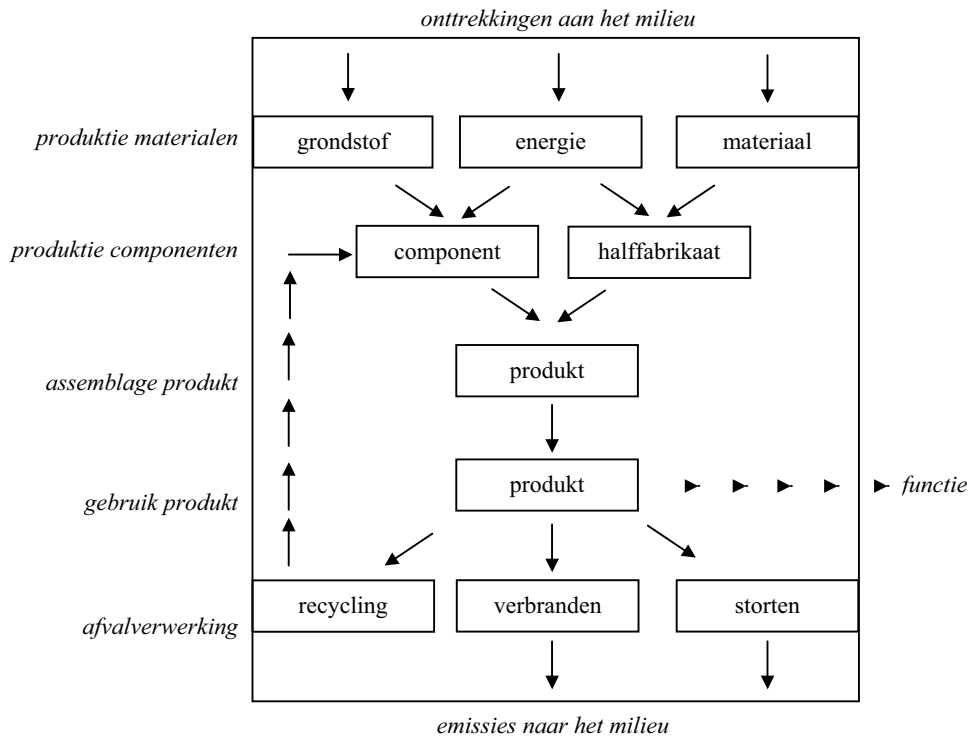
Figuur 3-5 geeft een impressie van de binnenkant van het model voor een levenscyclusanalyse. De figuur laat zien dat de vijf hoofdprocessen (twee maal productie, assemblage, gebruik en afvalverwerking) na elkaar plaatsvinden. Drie van die hoofdprocessen (twee maal productie en de afvalverwerking), bestaan wel weer uit meerdere deelprocessen, die ook tegelijkertijd kunnen plaatsvinden. Bij elk deelproces zijn weer andere partijen betrokken, die het model representeert door telkens andere getallen. Elk deelproces is op zich ook weer op te delen in nog kleinere deelprocessen (die niet in de figuur staan). Op het kleinste niveau vertegenwoordigen getallen voor onder andere verzuring, emissie en toxiciteit de invloed van de mensen en dingen die bij dat deelprocesje betrokken zijn.

In het model voor de levenscyclus waren bewoners minder belangrijk dan in de modellen voor energiebesparing. Bewoners en “het weer” deden wel weer mee, maar het model hield nu ook rekening met bijvoorbeeld aannemers, producenten, toeleveranciers, installateurs en afvalverwerkingsbedrijven. Bovendien speelden nu bijvoorbeeld ook bacteriën en schimmels een rol, omdat die – in de praktijk – de levensduur van een woning bepalen. In de modellen voor energiebesparing kwamen die niet voor.

De invloed van bewoners verdronk dus temidden van de vele mensen en dingen die gerepresenteerd waren. Een schone productie en een goede afvalverwerking bijvoorbeeld kon een produkt milieuvriendelijk maken. Daar hadden bewoners echter niets mee te maken. Schone productie en goede afvalverwerking kon daarmee eventueel vervuilend gebruik door bewoners corrigeren. Niet op het moment van werkelijk gebruik, maar wel volgens het LCA beoordelingskader, omdat dat beoordelingskader langere termijnen terugvertaalt naar een score in het hier en nu. Een “diepgroen” produkt wordt in gebruik misschien wat lichter groen, maar in dit beoordelingskader bleef het een milieuvriendelijk produkt.

Het model voor de levenscyclus representeerde veel soorten actoren, maar niet alle. Technologen die het model gebruikten zaten zelf niet in het model. In het Ecobuild consortium waren dat de kennisinstellingen (het ECN en OTB van de TU Delft). Alleen andere actoren, die nodig waren om de Ecobuild huizen ook echt te gaan realiseren, zaten in de modellen. Via bouwmaterialen waren bouwbedrijven en leveranciers vertegenwoordigd.

Via gegevens voor de installaties waren ook installateurs gerepresenteerd. Woningbouwcorporaties waren vertegenwoordigd doordat de LCA werd toegepast op een standaardwoning voor bestaande sociale woningbouw. Architecten – die in de projectplannen nog een belangrijke rol was toebedeeld – zaten echter niet in het model. De ontwikkelaars van Eco-Quantum zagen architecten juist ook als gebruikers van het model [38], en niet als actoren die gemodelleerd zouden moeten worden. Het model voor de levenscyclus kon dus nooit direct als spiegel dienen. Gebruikers van het model voor de levenscyclus zouden altijd naar andere partijen moeten stappen om een betere milieuscore ook echt waar te maken.



**Figuur 3-5: Impressie van de binnenkant van het rekenmodel voor de levenscyclus. Het produkt waar het in Ecobuild om ging was een energieconcept voor een woning. In bovenstaande weergave zijn materiaalstromen voor zo'n produkt in kaart gebracht, van de productie via gebruik tot verwerking als afval. Overgenomen van [36, deel 2, pag. 7]. Het softwareprogramma Eco-Quantum, dat in het Ecobuild project gebruikt werd, is ook op die publicatie gebaseerd [37, pag. 6].**

### 3.3.2 Testen op milieueffectiviteit met rekenmodellen

De vorige subparagraaf liet zien hoe projectmedewerkers hun drie milieumodellen construeerden. Nu zal aan bod komen hoe deze technologen omgingen met de zwarte dozen die ze gebouwd hadden. Hoe testten zij hun technologisch ontwerp op milieueffectiviteit? Het daadwerkelijk testen met milieumodellen gebeurde door een technologisch ontwerp,

## HOOFDSTUK 3

een energieconcept, via parameters in te voeren in software. Ook de gebruiksomgeving voor zo'n ontwerp kon, gedeeltelijk, via zo'n interface gedefinieerd worden. De computer voerde vervolgens de berekeningen uit, waarna een technoloog milieueffecten kon aflezen vanaf het scherm. De invoer van energieconcepten en de resulterende uitkomsten voor milieueffecten komen achtereenvolgens aan bod.

### Invoer van gegevens in de milieumodellen

Voor het eerste model verliep de invoer van energieconcepten door technologen als volgt. Het model voor energiebesparing in een nieuwbouwwoning had twee "interfaces". Het ene interface was de gebruikersinterface van de software die bij de EPN werd meegeleverd. Het andere gebruikersinterface van de TRNSYS software.

De interface van de EPN software gaf minder vrijheid dan die van de TRNSYS software. In de EPN software konden technologen alleen de gegevens van hun energieconcepten (bouw materiaal voor woningen en de installaties) invoeren. Het ging bijvoorbeeld om isolatiewaarden, rendementen van installaties en het aantal m<sup>2</sup> "gebruiksoppervlak" in de woning. De software was "top-down" georiënteerd. Voor verschillende bouwonderdelen en installaties kon een gebruiker van deze software steeds verder doorklikken, om standaard instellingen, die veel meer onder water zaten, te gaan wijzigen. Wat niet in de hokjes en menu's van het softwareprogramma paste gaf extra werk en onzekerheid. Technologen die afwijkingen op wilden voeren konden zich wel beroepen op het zogenaamde "gelijkwaardigheidsbeginsel", maar een oordeel daaromtrent zou op zich laten wachten. Die beoordeling lag uiteindelijk bij de gemeenteambtenaar die een vergunning voor een bouwaanvraag van de echte woningen zou moeten beoordelen [27].

De ingevoerde getallen bepaalden hoe de verschillende energiestromen in het model liepen voor het verwarmen van ruimtes en tapwater, verlichten, verkoelen en ventileren. De software genereerde automatisch de uitkomst van de interacterende energiestromen. Die uitkomst was één getal, de Energie Prestatie Coëfficiënt, als rapportcijfer voor het energieverbruik in die woning. In deze automatische berekening konden technologen de gebruiksomgeving voor hun energieconcepten niet of nauwelijks wijzigen. "Het weer" en de bewoners werden door de EPN bepaald, uit het zicht van de technologen. Het andere softwareprogramma, TRNSYS, was ook opgebouwd uit diverse standaard modules, maar dat programma bood in principe meer mogelijkheden om parameters zelf "bottom-up" neer te zetten.

Ecobuild projectmedewerkers gebruikten de grotere vrijheid van TRNSYS om gevoeligheden voor parameters in *het ontwerp van hun energieconcepten* te onderzoeken (zie [12, pag. 57 en verder]). Hoeveel invloed had het bijvoorbeeld om de isolatiewaarde van de gevel net wat anders te kiezen? Gevoeligheden voor parameters *in de gebruiksomgeving voor die energieconcepten* onderzochten zij echter niet. De invloed van bewoners en "het weer" werd niet onderzocht. Met TRNSYS was het wel noodzakelijk om bewoners en het weer opnieuw te construeren, maar eenmaal geconstrueerd lieten de technologen hen verder ongemoeid.

Voor het tweede rekenmodel, het model voor energiebesparing in de bestaande bouw, werd alleen TRNSYS gebruikt. De EPN software deed niet mee, want die was niet geschikt voor bestaande bouw. Die TRNSYS berekeningen voor bestaande bouw waren vergelijkbaar met die voor nieuwbouw.

Voor bestaande bouw maakten de technologen echter wel een zijstap. Zij gebruikten de

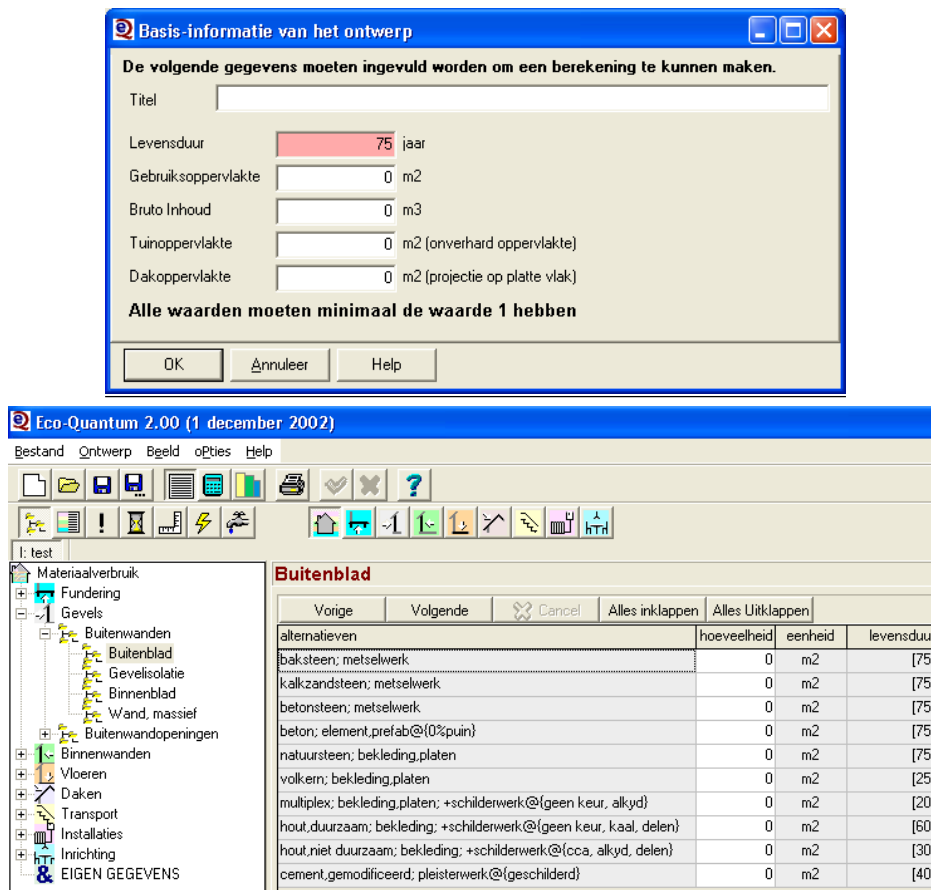


vrijheid van TRNSYS nu wél om de gebruiksomgeving te variëren. Zij onderzochten in hoeverre een minder standaard ruimtetemperatuur invloed had op de warmtevraag in de woning (zie [14, pag. 61]). Als bewoners hun slaapkamer ook willen verwarmen, maakt dat dan echt wat uit voor het energieverbruik in de woning? Dergelijke luxere bewonerswensen bleken de energievraag zo'n 19% omhoog te stuwen. Deze invloed van bewoners op het energieverbruik haalde de conclusies van het rapport echter niet – het kwam niet verder dan een paragraaf in de bijlage. Dat percentage had immers weinig te maken met de te ontwikkelen energieconcepten. Het verstoorde juist de zelf ontwikkelde bewonersstandaard waarop men in het project de claim van energiebesparing wilde baseren. Met TRNSYS kwam de invloed van bewoners op energie even in beeld, maar was eigenlijk niet welkom.

Voor het derde model gebruikten de technologen Eco-Quantum. Die software was gebaseerd op “de methodiek” van de levenscyclusanalyse. Het invoerscherm voor dit programma was vergelijkbaar met dat van de EPN software. Het was top-down georiënteerd; technologen konden steeds verder doorklikken. Zo konden technologen de typen materialen invoeren voor hun ontwerp, in aantal kilogrammen of aantal m<sup>2</sup>. Figuur 3-6 geeft weer wat technologen op hun scherm te zien kregen. De bovenste figuur laat zien dat de technoloog die het model gebruikt de levensduur van een woning moet kiezen. Standaard staat die op 75 jaar, maar dat kan wel aangepast worden. In het Ecobuild consortium hoefden technologen zich daar niet echt druk over te maken. Welke levensduur gekozen werd was niet van belang om de “maatregelenpakketten” onderling te kunnen vergelijken – als dezelfde levensduur maar ingevuld werd. Voor een vastgezette levensduur kon een vergelijking gemaakt worden tussen de gekozen referentiewoning en het energieconcept dat volgens het model voor energiebesparing het best scoorde.

De onderste figuur laat zien hoe technologen de aantallen m<sup>2</sup> van bepaalde materialen moesten invoeren. Eco-Quantum vermenigvuldigde die getallen dan automatisch via omrekeningsfactoren. Het programma kende zo'n duizend van die omrekeningsfactoren. Zo bepaalde het programma de bijdrage aan de diverse subeffecten, die weer geaggregeerd werden tot vier hoofdtypen milieueffecten: uitputting, emissies, energie en afval.

Eco-Quantum bouwde een gebruiksomgeving voor energieconcepten grotendeels automatisch op. Die werd onder water opgebouwd, door de software te laten draaien. Het ingevoerde aantal m<sup>2</sup> hout bijvoorbeeld bepaalde hoeveel (vervuilend) schilderwerk er voor onderhoud van dat hout nodig was. Voor zover de technologen de milieubedrage van dat schilderwerk al konden veranderen vergde het ver doorklikken.



**Figuur 3-6: Twee invoerschermen van het softwareprogramma Eco-Quantum<sup>ii</sup>**

### Uitkomsten voor milieueffectiviteit na testen met milieumodellen

Nadat technologen hun parameters hadden ingevoerd, leverden de milieumodellen uitkomsten in termen van effecten op het milieu. In de eindrapporten voor fase A werden deze modeluitkomsten gepresenteerd [12] [14]. Voor het eerste model was dat de tabel die hier is overgenomen als Tabel 3-3.

In de tabel staan de vier ontwerpvarianten van een energieconcept voor een nieuwbouwing onder elkaar. Voor elke variant staan vijf uitkomsten in de tabel (vijf kolommen). De “EPC” kolom staat voor Energie Prestatie Coëfficiënt. Dat is de getalswaarde als uitkomst van een berekening volgens de Energie Prestatie Norm (de EPN). Dat getal omvat de verschillende energiestromen voor verwarmen van ruimtes en tapwater, verlichten, verkoelen en ventileren. Dat is de waarde die projectmedewerkers hadden verkregen met de EPN software. Hoe lager de waarde, des te beter de energieprestatie. Het energiegebruik voor verwarmen is weer onderdeel van deze EPN berekening (derde en vijfde kolom). Voor dat onderdeel was het softwareprogramma TRNSYS aangehaakt (vierde en zesde kolom), om de berekening “beter” uit te voeren. “GJ” staat voor

GigaJoule, de natuurkundige eenheid voor energie.

De tabel heeft een hybride karakter. De uitkomsten leunen op de EPN, maar laten die tegelijkertijd los door ook de TRNSYS waarden te laten zien. Voor bestaande bouw – het tweede model – was er alleen een uitkomst voor één ontwerpvariant en dan alleen voor een TRNSYS berekening.

| Pakket | EPC  | Primair energiegebruik<br>Ruimteverwarming<br>GJ/jaar |             | Primair energiegebruik<br>Warmtapwater<br>GJ/jaar |             |
|--------|------|---|-------------|---|-------------|
|        |      | EPC-methode   | TRNSYS 14.2 | EPC-methode                                       | TRNSYS 14.2 |
| 1.     | 1,22 | 18,4  | 16,0        | 12,3  | 12,3        |
| 2.     | 0,69 | 7,4   | 7,2         | 12,3  | 12,3        |
| 3.     | 0,62 | 7,4   | 7,2         | 6,2   | 5,6         |
| 4.     | 0,55 | 5,9   | 4,7         | 4,7   | 4,1         |

**Tabel 3-3: De uitkomsten met het model voor energiebesparing in een nieuwbouwwoning, voor de ontwerpvarianten (“maatregelenpakketten”) 1 tot en met 4, zoals technologen die presenteerden in hun rapportage over Ecobuild Fase A. Tabel overgenomen van [12, pag. 31].**

Voor het derde model, dat van de levenscyclus, staan de uitkomsten in Tabel 3-4.

| Milieumaat          | Verandering (in %) | Milieu-effect   | Verandering (in %)                     |
|---------------------|--------------------|---|--|
| Grondstofuitputting | -57                | uitputting grondstoffen voor materialen<br>uitputting brandstoffen  | -63<br>-23                             |
| Emissies            | -8                 | broeikaseffect<br>ozonlaagaantasting<br>verzuring<br>vermesting<br>humane toxiciteit<br>fotochemische smogvorming | -24<br>+181<br>+21<br>-21<br>-21<br>-6 |
| Energie             | -23                | energie   | -23                                    |
| Afval               | -27                | niet-schadelijk afval<br>schadelijk afval<br>radioactief afval  | -24<br>-48<br>-21                      |
| Hinder              | -                  | landgebruik   | +48%                                   |

**Tabel 3-4: De uitkomsten met het model voor de levenscycles van een nieuwbouwwoning die is ingericht met het derde “maatregelenpakket”, opgenomen in rapportage over Ecobuild fase A [12, pag. 37].**

De tabel laat die vier hoofdeffecten qua milieu zien: grondstofuitputting, emissies, energie en afval. Hinder kwam daar nog bij.

De drie rekenmodellen waren er primair op gericht om milieueffectiviteit van de energieconcepten aan te tonen. Effecten op bewoners, de eindgebruikers van die energieconcepten, speelden echter wel een rol. In de volgende paragraaf ga ik daar op in.

### 3.3.3 Testen op gebruikerseffectiviteit met rekenmodellen

Effecten op bewoners konden niet onderzocht worden met de reguliere EPN-software. Vooraf vastgestelde gemiddelde gebruikspatronen waren juist het gestandaardiseerde vertrekpunt voor die berekeningen. Het model moest een bepaalde comforttoestand in de woning aan nemen, in termen van temperaturen, licht en frisse lucht. Zo'n toestandsdefinitie was nodig om van een energieprestatie te kunnen spreken. Hetzelfde gold voor de levenscyclus. Daar was de toestand in de woning, vastgelegd door een gebruikspatroon aan te nemen, een noodzakelijk onderdeel van de totale procesketen. Technologen konden die toestandsdefinities niet veranderen.

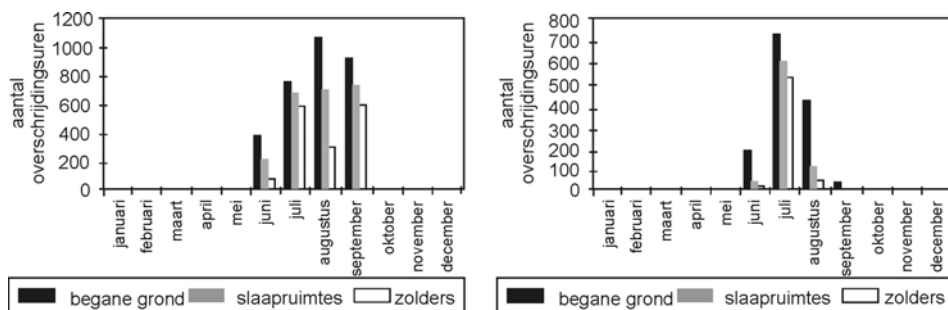
Met TRNSYS en ADELINe konden technologen effecten op bewoners wel nader bekijken, maar dat deden zij niet. De software gaf wel mogelijkheden om de gesimuleerde temperaturen, luchtstromen en licht in een woning zelf te gaan variëren, maar de technologen namen vooral een ideaalontwerp als vertrekpunt. Dat ideaalontwerp was nu juist uitgedrukt in de parameters waar TRNSYS mee rekende. Met andere woorden: het ontwerp bestond bij gratie van parameters in TRNSYS-taal (zie bijvoorbeeld de parameters in Tabel 3-1). Door een ontwerp in TRNSYS parameters op te gaan stellen – en niet apart uit de praktijk af te leiden – lagen de berekende waarden in een simulatie eigenlijk op voorhand al dicht bij de normwaarden in een woning; daar was het juist op ontworpen.

Eén effect op bewoners onderzochten de technologen wel. Het ging om “oververhitting” van een woning in de zomer. Het was algemeen bekend dat goed geïsoleerde huizen erg heet kunnen worden in de zomer. Het geldende idee was dat oververhitting leidt tot extra energieverbruik, omdat de aanschaf van energieverblindende airconditioning voor de hand ligt. Aandacht voor “zomercomfort” was nog niet verplicht in de EPN berekening, maar het zat er wel aan te komen. Daarop vooruit lopend leverde de EPN alvast een extra software module. Technologen konden die extra EPN-software gebruiken om te controleren of het met hun ontwerp niet veel te vaak veel te heet was.

Om up-to-date te blijven, moest het Ecobuild consortium dan ook met zomercomfort aan de slag. Over-verhitting in de zomer was een mogelijk neveneffect van hun energieconcepten. Het consortium zou moeten aantonen dat het met dit neveneffect niet zo'n vaart liep, om hun ontwerpen geloofwaardig te houden. Daarvoor benutten ze de extra EPN software. Deze software:

*“maakt gebruik van een aantal invoergegevens voor de energieprestatieberekening om een inschatting te kunnen maken of in een bepaalde zone van een woning de temperatuur in de zomerperiode frequent boven de 25° C zal liggen.” [26, pag. 167]*

Met de extra software veranderde de representatie van een gebruiksomgeving voor energieconcepten. Zo werd “het weer” eenvoudiger gerepresenteerd dan bij de eigenlijke EPN berekening het geval was. Klimaatgegevens voor een heel jaar werden omgezet naar “gemiddelde waarden voor de zomersituatie” [26, pag. 167]. Ook bewoners werden gedeeltelijk gere-construeerd, maar die werden juist complexer gemaakt. Het waren niet langer wezens die tevreden zijn als de ruimtemperatuur boven een minimumwaarde ligt. Vanaf nu was het ook van belang dat bewoners het te heet konden hebben. De uitkomst van de simulaties voor zomercomfort zijn hier overgenomen als Figuur 3-7.



**Figuur 3-7: Oververhitting van een woning in de zomer, zoals technologen dit presenteerden in hun rapportage over Ecobuild Fase A. De y-as geeft het aantal uren dat de temperatuur in de woning boven de 25° komt. Links zonder zonwering, rechts met. Overgenomen van [12, pag. 80 en 81].**

De plaatjes geven per maand het aantal “overschrijdingsuren” voor begane grond, slaapruintes en de zolder.

Dat denken in “overschrijdingsuren” had er ondertussen voor gezorgd dat projectmedewerkers een uitbreiding van hun ontwerp gingen onderzoeken, om neveneffecten voor te blijven. De technologen testten welke invloed het had om hun ontwerp uit te breiden met zonwering. Zij concludeerden dat het aantal overschrijdingsuren, het aantal uren dat de temperatuur in de woning boven de 25° komt, aanzienlijk daalt met zonwering [12, pag. 80]. Dit concludeerden zij door de rechter figuur met de linker te vergelijken.

### 3.3.4 Interpretatie vanuit de theorie

#### Gesimplificeerde eindgebruikers als noodzakelijk construct om milieueffectiviteit te kunnen claimen

De hybride inscription devices die technologen gebruiken hebben een script om eindgebruikers vergaand te simplificeren tot standaard gebruiksgedrag. Door gemiddeld bewonersgedrag als vertrekpunt te nemen kunnen technologen uitkomsten voor milieueffectiviteit van hun technologisch ontwerp berekenen. We hebben hier te maken met een representatie in rekenmodellen als *user as everybody* (zie Hoofdstuk 2), wiens “energetisch gedrag” in een gebruikspraktijk (een woning) eenduidig wordt ingeschreven om eenduidige uitspraken over milieueffectiviteit te kunnen genereren. Hierdoor is in deze casus in feite geen sprake meer van het testen van de effecten van (verschillende soorten) bewonersgedrag.

In die modellen moeten echter wel gebruikers van energietechnologie voorgesteld worden, anders is er geen sprake van een vraag naar milieubelastende diensten en dan kan te ontwikkelen energietechnologie helemaal geen milieuwinst claimen. Maar om dergelijke milieucclaims met modellen te kunnen construeren, hoeven technologen niet per sé kritisch naar de modellering van die gebruikers te kijken. Bovendien werkt het hybride inscription device dat tegen. Het feit *dat* gebruik van de technologie-in-ontwikkeling gemodelleerd wordt is voldoende om met dat model tot *een* uitspraak over milieuwinst met die technologie te komen.

Mogelijke verschillen in voorkeuren tussen eindgebruikers worden weggemasseed in rekenmodellen. Dat gestandaardiseerde bewonersgedrag in rekenmodellen betreft twee aspecten: de aanwezigheid van personen in bepaalde vertrekken in huis en de gewenste minimumtemperatuur voor elk vertrek. Om daarmee eenvoudiger te kunnen rekenen, worden de diverse vertrekken samengevoegd tot een “woonzone” en een “slaapzone”. Bovendien geldt één voorkeur voor een minimumtemperatuur in een zone. De rekenmodellen die de technologen gebruiken zijn geënt op de ‘eengezinswoning’: een gezin met kinderen. In het model blijkt er altijd iemand thuis te zijn van dit gezin. Het gerepresenteerde gezin blijkt bovendien een opmerkelijke voorkeur te hebben voor hoge temperaturen in de slaapkamer in het weekend. Zowel overdag, ’s avonds als ’s nachts zijn de gemodelleerde temperaturen in de “slaapzone” voor het weekend 2 tot 5 graden hoger dan door de week. Deze opmerkelijke representatie is een uitkomst van interacties tussen technologen, rekenmodel en echte gebruikspraktijken. Technologen blijken al jaren eerder bepaalde overwegingen gehad te hebben om bewoners op deze manier te modelleren. Zij blijken verschillen in uitgevoerde metingen *tussen* diverse woningen te hebben gerepresenteerd door verschillen *in* een enkele woning te modelleren. Een kunstmatig aangebracht verschil tussen gewenste temperaturen van bewoners door de week en in het weekend moet binnen de logica van het rekenmodel voor een *enkele* woning figureren als representant van spreidingen in de *diverse* bestaande praktijken van echt bewoonde huizen. Zo is een rekenstandaard voor een bewoner ontstaan die een vergelijking qua milieueffectiviteit voor verschillende energieconcepten van woningen mogelijk maakt, maar dat blijkt een bewoner te zijn die in werkelijkheid eigenlijk helemaal niet voorkomt.

### Het ontbreken van antiprogramma’s van eindgebruikers in rekenmodellen

De technologen uit het Ecobuild consortium waar het in deze studie om gaat stellen de aangereikte, gestandaardiseerde gebruikersrepresentatie niet opnieuw ter discussie. Gedrag dat afweek van de standaard modelleerden zij niet. Daar zijn drie (samenhangende) redenen voor te geven:

1. Andere actanten in het netwerk waarin de technologen zich bevinden moedigen dit niet aan;
2. De technologen hebben zelf geen informatie over afwijkingen die in de praktijk voorkomen;
3. Modelleren van gebruikersgedrag dat afwijkt van het gemiddelde levert in eerste instantie meer modeluitkomsten op, wat een eenduidige onderbouwing van claims van milieueffectiviteit kan ondergraven.

*Ad 1.* In deze casus blijken de technologen sowieso sterk geconfigureerd te zijn door de heersende manier van modelleren volgens de EPN, extern opgelegd door de overheid. De gestandaardiseerde eindgebruiker maakt daar onderdeel van uit en wordt overgenomen. Deze gestandaardiseerde eindgebruiker wordt gereïficeerd door de manier waarop rekenmodellen en bijbehorende software zijn ingericht. De scripts om die rekenmodellen te gebruiken (de manier waarop formules naar elkaar verwijzen en de manier waarop invoervensters in software opengeklapt moeten worden) blijken technologen in eerste instantie te ontmoedigen om onderliggende representaties zelf te gaan wijzigen. De virtuele confrontatie tussen een technologisch ontwerp en zijn gebruiksomgeving vindt meestal onzichtbaar plaats, in de kelder van een rekenmodel, in de luttel seconden dat de software draait.

*Ad 2.* Voor een deel blijken de technologen zich toch te ontworstelen aan de scripts van vigerende rekenmodellen. Door de flexibler TRNSYS en ADELIN software aan te haken bij het starre EPN rekenmodel weten zij zich modelleringsvrijheid voor energiebesparing toe te eigenen. In de ontwerpomgeving zijn wél technische gegevens voorhanden over hoe energiestromen door materialen en gebouwen hun weg vinden. Die worden benut om milieueffectiviteit van het ontwerp beter zichtbaar te maken. Maar gegevens om hetzelfde te doen voor eindgebruikers ontbreken op dat moment.

*Ad 3.* Gebruikersgedrag modelmatig variëren betekent, naast het feit dat technologen meer werk moeten verzetten, dat er in eerste instantie meer modeluitkomsten ontstaan. Bewonersgedrag is dan niet langer een geblackboxte parameter, maar het wordt een invoervariabele voor het model die telkens tot een andere uitkomst leidt. In eerste instantie ontstaat daarmee milieubewijs dat minder eenduidig is. Technologen zouden dit weer kunnen oplossen door dit opnieuw te simplificeren (de uitkomsten samen te voegen tot een nieuw op te werpen standaard), maar voorlopig is in het project onduidelijk welke meerwaarde het construeren van zo'n nieuwe bewonersstandaard oplevert in termen van het overtuigen van andere actoren buiten het project. Het modelleren van afwijkend gebruikersgedrag introduceert het risico dat het milieueclams verzwakt (en niet versterkt). Meerdere uitkomsten belemmeren immers de vergelijkbaarheid met andere ontwerpen, wat de voortgang van een technologisch project als Ecobuild in gevaar kan brengen.

In de geblackboxte rekendozen voor energiebesparing spelen bewoners (de gebruikers van de energieconcepten) ondertussen wél een wezenlijke rol. Het gedrag van bewoners in de woning blijkt verknoopt met het energieverbruik, als ging het om een hefboom. Als dat gedrag anders gemodelleerd zou worden, dan zou het hele beoordelingskader voor energiezuinige technologieën verschuiven.

In het model voor de levenscyclus lijkt die gevoeligheid voor de representatie van eindgebruikers minder groot. Daar zijn veel meer actanten vertegenwoordigd die als "gebruikers" van materiaalstromen fungeren, en niet bewoners alleen. Dat beoordelingskader geeft technologen nog meer mogelijkheden om de bewoner te negeren. In dit beoordelingskader kan een nieuwe technologie namelijk ook het etiket "milieuvriendelijk" krijgen als alleen de productie en afvalverwerking geoptimaliseerd wordt – het gebruik van die technologie in de woning doet er dan niet meer toe, in de taal van het model.

Technologen onderkennen wel dat gebruikspraktijken in de woning af konden wijken van de modellen, maar daarvoor blijken zij een oplossing in gedachten te hebben. Huisautomatisering (domotica) zou bewoners en aanwezige apparaten in het gareel moeten houden. Onderzoek naar huisautomatisering is echter pas gepland voor fase B. Huisautomatisering zou de toekomst kneden naar de gebruiksomgeving uit het model. Dus de huidige modellen hoeven niet vertaald te worden naar afwijkende gebruikspraktijken; dat kan domotica straks oplossen. De belofte van een later te realiseren, andere technologische oplossing verzwakte de noodzaak om op een eerder moment kritisch naar de onderliggende representaties in de eigen modellen te kijken.

### 3.4 Conclusies

Claims ten aanzien van duale effectiviteit van een technisch ontwerp (een energiezuinig huis) blijken geen objectief vastgestelde haalbaarheden te zijn, maar de inzet van onderhandelingen tussen de technologen die een plan indienen en de overheidsinstantie die om zo'n voorstel vraagt. Het gevolg van deze onderhandelingen is dat de technologen worden getranslateerd door de overheidsinstantie: hun eerder geformuleerde problematisering verandert. De technologen moeten modaliteiten (verwijzingen naar bepaalde omstandigheden) rondom hun eerdere claims voor de effectiviteit van het ontwerp laten vallen om tegemoet te komen aan de missie van de overheidsinstantie. De opdrachtgever streeft namelijk naar concrete, verifieerbare uitkomsten die toegeschreven kunnen worden aan innovatieve techniek. Deze claims worden beoordeeld in vergelijking met prestaties van bestaande techniek en met de beloftes van andere potentiële opdrachtnemers. Deze setting drijft de technologen in de richting van maximalisatie van claims ten aanzien van duale effectiviteit en het zo snel mogelijk genereren van de bewijzen daarvan.

In het plan van de technologen dat de opdrachtgever binnenboord moet halen is duale effectiviteit asymmetrisch geformuleerd: de claims voor milieueffectiviteit zijn explicieter geformuleerd dan die voor gebruikerseffectiviteit. De nagestreefde milieueffectiviteit telt zwaarder dan de opbrengsten voor bewoners (gebruikerseffectiviteit). Een tweede asymmetrie betreft de rolverdeling tussen technologie en bewoners (gebruikers) in het behalen van milieueffectiviteit. De technologie moet die milieueffectiviteit bewerkstelligen, niet de bewoners.

Met rekenmodellen kunnen technologen claims gaan bewijzen. Computermodellen waarmee simulaties worden uitgevoerd zijn niet alleen op te vatten als technische hulpmiddelen bij het ontwerpen, maar blijken ook te functioneren als cruciale *inscription devices* waarmee snel bewijs van effectiviteit kan worden geproduceerd dat actoren in een wijder netwerk kan overtuigen reeds voordat de technische ontwerpen materieel zijn gerealiseerd. Het produceren van zulk bewijs is geen kwestie van het invullen van bestaande modelmatige standaarden, maar vereist veel lokale activiteit dat resulteert in de constructie van *inscription devices* die een mengvorm zijn van globale en lokale elementen.

Dit hybride karakter vloeit enerzijds voort uit het feit dat duale effectiviteit niet een constructie in een sociaal vacuüm is, maar *vergelijkenderwijs* tot stand komt: het ontwerp moet beter presteren dan andere en dus met de laatste objectief vergeleken kunnen worden. Een systematische vergelijking vereist standaardisatie van meetinstrumenten die globaal geregeld is (via de Energie Prestatie Norm, gestandaardiseerde woningtypen, gestandaardiseerde gebruikers). Anderzijds moet een *inscription device* lokale innovaties een kans geven te spreken voor duale effectiviteit van het technisch ontwerp. Deze ambiguïteit wordt opgelost door flexibilisering van de rigide globale standaard via het lokaal aanhaken van eigen modellen. Verdere verschuivingen die het aantonen van duale effectiviteit vergemakkelijken zijn het inkrimpen van de oorspronkelijke problematisering.

De hybride *inscription devices* hebben een script dat de technologen drijft tot het negeren van variabel gebruikersgedrag. Gestandaardiseerd gedrag van een geparmetriseerde, fictieve 'gemiddelde' gebruiker die nergens echt voorkomt - de *user as*



*nobody* - wordt als input genomen voor deze *inscription devices*. Dat produceert daarmee weliswaar uitkomsten van milieueffectiviteit in een vorm die geschikt is voor de vergelijking met ontwerpen elders, maar dat gaat ten koste van daadwerkelijk testen op gebruikerseffectiviteit en het traceren van antiprogramma's, die ook de "aangetoonde" milieueffectiviteit kunnen ondermijnen.

Samenvattend kunnen we concluderen dat er in het geanalyseerde ontwerpproces sprake is van een paradox. Om betekenisvolle resultaten met betrekking tot duale effectiviteit te produceren moeten de technologen in hun *inscription devices* rekenstandaarden mobiliseren die hun uitkomsten betekenisloos maken voor de latere gebruikspraktijk. De lokaal toegepaste hybridisatie heft deze paradox niet op. De werkelijke test op gebruikerseffectiviteit (en in feite ook die op milieueffectiviteit) wordt hiermee verschoven naar de marktfase, tenzij het mobiliseren van een volgende technische actant (domotica, zie Hoofdstuk 5 en 6) het realiseren van die effectiviteit op zich kan nemen.

Het volgende hoofdstuk gaat ook over Ecobuild. De vervolgfase staat dan centraal, waarvoor de technologen andere sponsors wisten te vinden. De vraag voor dat hoofdstuk is hoe technologen duale effectiviteit die zij claimen kunnen waarmaken met een laboratoriumopstelling.

## Bronnen

- [1] Anoniem (2006), website simulatieprogramma TRNSYS, <http://www.trnsys.com>, (op 8 juli 2006)
- [2] Anoniem (2004), "Thermische isolatie van gebouwen, Rekenmethoden", NEN 1068/A3, uitgave Nederlands Normalisatieinstituut, december 2004
- [3] Anoniem (1997), Besluit subsidies economie, ecologie en technologie, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden , 13
- [4] Anoniem (1998), Uitvoeringsregeling E.E.T. 1998, Staatscourant 1997, nr. 240, pag. 26
- [5] Anoniem (1998), Wijziging Uitvoeringsregeling E.E.T. 1998, Staatscourant 1998 , nr. 87, pag. 9
- [6] Anoniem (1997), Besluit subsidies economie, ecologie en technologie, Staatsblad 13, jaargang 1997
- [7] Anoniem (1997), Projectplan Ecobuild, Bijlage I bij Aanvraagformulier Besluit Subsidies Economie, Ecologie en Technologie, ingediend 30 juni 1997
- [8] Onbekend (1998), Verslag brainstormsessie Ecobuild, 7 januari 1998
- [9] Priemus, H. (1997), Aanvraag pre-advies project Ecobuild, 13 maart 1997
- [10] Haastrecht, C.J. (1997), Pre-advies E.E.T. inzake EETP97003, 18 april 1997
- [11] Meijer, F. en Vijverberg, G. (1997), Faxbericht aan Ecobuild projectpartners n.a.v. E.E.T. pre-advies, 6 mei 1997
- [12] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), "Duurzaam bouwen van eensgezinswoningen, Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept", Delft University Press
- [13] Gilijamse, W. et al. (2004), "Verbetering van energieprestatie voor nieuwbouwwoningen. Verslag eerste fase project Ecobuild Research", ECN-C- 04-018, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, februari 2004
- [14] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), "Duurzaam renoveren van naoorlogse

### HOOFDSTUK 3

- portiekwoningen , Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept”, Delft University Press
- [15] Lafleur, M. (1998), Verzameling milieu-informatie voor Ecobuild, intern document Energieonderzoek Centrum Nederland, 22 oktober 1998
  - [16] Anoniem (1997), Besluitenlijst EET-overleg 26 november 1997
  - [17] Meijer, F. en Vijverberg, G. (1997), Onderzoekswerkzaamheden per partner, Onderzoeksinstituut OTB, 31 oktober 1997
  - [18] Haastrecht, C. (1997), Brief met bevestiging subsidie Ecobuild, programmabureau EET aan TU Delft, 4 november 1997
  - [19] Anoniem (1998), Verslag EET-overleg Ecobuild, 12 maart 1998
  - [20] Anoniem (1997), Verslag plenair EET-overleg, 10 december 1997
  - [21] Feller, M., Kostenvergelijking maatregelen EP=0,60 woning, Wilma Bouw B.V., 24 maart 1998
  - [22] Anoniem, Verslag plenair EET overleg Ecobuild, 23 januari 1998
  - [23] Anoniem, Verslag plenair EET-overleg Ecobuild, 12 mei 1998
  - [24] Hasselaar, E. en Klunder, G., Beknopt verslag bijeenkomst op 16 september bij Wilma te Nieuwegein, 16 september 1998
  - [25] Klunder, G., Milieubeoordelingsmethoden, Onderzoeksinstituut OTB, 16 januari 1998
  - [26] Anoniem (1998), Nederlandse norm NEN 5128, “Energieprestatie van woningen en woongebouwen – Bepalingsmethode”, Nederlands Normalisatie Instituut, 2 e druk, december 1998
  - [27] Bakker, E.J. (2005), Persoonlijke communicatie, voormalig projectmedewerker Ecobuild, medewerker Energieonderzoek Centrum Nederland, 15 september 2005
  - [28] Van Helden, W. (2007), Persoonlijke communicatie, voormalig projectleider Ecobuild, medewerker Energieonderzoek Centrum Nederland, 1 augustus 2007
  - [29] Anoniem (1991), Referentie Doorzonwoning , Novem, Sittard
  - [30] Heinemans, M. (2007), Telefoongesprek met M. Heinemans, Novem Sittard, 2 augustus 2007
  - [31] Klunder, G. (1998), Specificatie woningtypen renovatie , Onderzoeksinstituut OTB, 4 maart 1998
  - [32] Lafleur, M. (1998), Notitie Ecobuild Milieu, 13 augustus 1998
  - [33] Laan, M., “Ontwerp van een standaard referentiegedrag voor energieverbruiksberoeeningen”, TNO rapport R88/080, maart 1998
  - [34] Van Dijk, H. (1993) Basisdocument bepalingmethode energieprestatie woningen, TNO Bouw, rapport 93-BBI-R1007, mei 1993
  - [35] Presentatie Ecobuild door M. Lafleur, medewerker ECN, 14 mei 2001
  - [36] Heijnungs, R. et al. (1992), “Milieugerichte levenscyclusanalyses van producten.” Handleiding (deel 1) en achtergronden (deel 2), Novem Utrecht, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) Bilthoven, Centrum voor Milieukunde Leiden (CML), TNO Apeldoorn, Bureau Brand- en Grondstoffen (B&G) Rotterdam, oktober 1992
  - [37] Anoniem (onbekend) Achtergrondinformatie Eco-Quantum versie 2
  - [38] Anoniem (1999), Handleiding (gebruiksaanwijzing) Eco-Quantum Woningbouw versie 1.00
  - [39] Anoniem (1999), Projectplan Ecobuild, Bijlage I bij adviesaanvraag EET vijfde tender, juli 1999
  - [40] Van Dijk, H. (1998), “Basisdocument Wijziging Bepalingsmethode Energieprestatie

Woningen”, TNO Bouw, rapport 98-BBI-R0385, december 1998.

---

<sup>i</sup> Ten tijde van het onderzoek voor dit proefschrift bleken niet alle TNO-rapporten waarnaar de EPN documentatie (1998) verwijst nog te verkrijgen bij het TNO. Ook via Picarta, het overkoepelende digitale aanvraagstelsel voor bibliotheken in Nederland, konden twee rapporten ([33] en [40]) niet meer achterhaald worden.

<sup>ii</sup> De plaatjes met de invoerschermen voor Eco-Quantum zijn overgenomen van softwareversie 2. Deze schermen zijn vrijwel identiek aan de schermen voor versie 1, de versie die gedurende Fase A van het Ecobuild project gebruikt werd (vergelijk [38]).



# Testen voor duaal effectief ontwerp met een laboratoriumopstelling: de casus *Ecobuild Fase B*

Het vorige hoofdstuk behandelde Fase A van het Ecobuild project. In die fase ontwierpen technologen energieconcepten voor woningen, die zij op een aantal manieren testten met modellen. In dit hoofdstuk staat Fase B centraal. Voor Fase B wilde het Ecobuild consortium de virtualiteit ontstijgen. Materieel vormgegeven energieconcepten zouden getest worden in het laboratorium (nieuwbouw) en in woonwijken (bestaande bouw).

Dit hoofdstuk analyseert de laboratoriumtesten voor Ecobuild, opnieuw vanuit het thema “dual effectieve technologie”. Technologie is duaal effectief wanneer zij tegelijkertijd haar gebruikers tevreden stelt en voor minder milieulast zorgt (zie Hoofdstuk 1). De vraag is of en hoe technologen duale effectiviteit die zij met rekenmodellen geclaimd hebben (zie Hoofdstuk 3) kunnen waarmaken door een laboratoriumopstelling te construeren en te gebruiken. De analyses zijn gebaseerd op het Ecobuild archief zoals dat beschikbaar was bij het ECN – zowel digitaal als op papier. Die informatie is aangevuld door enkele medewerkers van het ECN gerichte vragen te stellen. Informatie over een aansluitend project, bij ECN bekend als Ecobuild II, is niet meer meegenomen.

Dit hoofdstuk begint met een analyse van hernieuwde beloftes voor het Ecobuild project. De oorspronkelijke beloftes van het project behoeften aanpassing om groen licht te krijgen voor het construeren van een laboratoriumopstelling voor Fase B (Paragraaf 4.1). Paragraaf 4.2 beschrijft hoe technologen de laboratoriumopstelling construeerden die zij nodig hadden voor hun laboratoriumtesten, waarna Paragraaf 4.3 laat zien hoe zij de laboratoriumopstelling gebruikten om bewijzen te construeren van duale effectiviteit. De manier waarop technologen hun bewijzen presenteerden aan sponsors en een breder publiek komt aan bod in paragraaf 4.4. Al deze paragrafen eindigen met een interpretatie vanuit de theorie (zie Hoofdstuk 2). Paragraaf 4.5 ten slotte geeft de conclusies voor dit hoofdstuk.

### 4.1 Veranderende beloftes voor het Ecobuild project

Het Ecobuild consortium wilde energieconcepten voor nieuwbouw gaan testen in het lab, en energieconcepten voor bestaande bouw in woonwijken. Voorlopig viel het testen in bestaande woonwijken echter af. Het consortium achtte het niet reëel om testen in woonwijken gelijk door te zetten:

*“Gezien de nog onzekere financiële basis van Ecobuild en de nadruk die is komen te liggen op het bouwen van de nieuwbouwpilot zal het renovatietraject pas in een later stadium weer starten.” [3, pag. 47]*

Laboratoriumtesten bleven over, in de vorm van op het ECN-terrein te bouwen nieuwbouwwoningen.

Het testen van energieconcepten voor bestaande bouw ging wel door, maar dan alleen met nieuwe modelmatige berekeningen. Eén van de partijen in het Ecobuild consortium, het

kennisinstituut van de Technische Universiteit Delft (OTB), ging door met het verzamelen van extra informatie in bestaande woonwijken. Die informatie werd (opnieuw) in de Eco-Quantum software ingevoerd [2], om de milieuscore van energieconcepten voor bestaande bouw opnieuw uit te rekenen. Van het testen door energieconcepten daadwerkelijk in reeds bestaande gebouwen te installeren was voorlopig geen sprake.

Het lag ook niet voor de hand om bestaande bouw te gaan testen in het laboratorium. Het was eenvoudiger om de nieuwbouw naar het laboratorium te halen dan bestaande bouw. Het integraal verplaatsen van bestaande gebouwen naar de ECN-locatie was geen optie; het kwam niet eens ter sprake. Voor het (op-)nieuw bouwen van een “bestaand” gebouw gold hetzelfde. Daarvoor zouden oude materialen gevonden moeten worden en bouwexpertise van zo’n vijftig jaar geleden. De optie om alleen de energieconcepten voor bestaande bouw uit te proberen in het laboratorium werd nog wel even genoemd [1, pag. 47]. De energieconcepten voor *bestaande bouw* zouden dan worden toegepast in de *nieuwbouwwoningen* in het lab. Testresultaten zouden dan echter lastig te interpreteren zijn, al waren ontwerpers dat oorspronkelijk nog wel van plan [4]. Die testresultaten moesten dan immers alsnog vertaald worden naar de situatie van bestaande woningen. Qua laboratoriumtesten bleven dus alleen energieconcepten voor de nieuwbouw over.

### 4.1.1 Veranderende beloftes van milieueffectiviteit

Het consortium moest nieuwe fondsen binnenhalen om hun laboratoriumtesten bij het ECN van de grond te krijgen. In eerste instantie lukte dit niet:

*“[A] onze subsidiewegen zijn tot op heden doodgelopen. Daarbij zijn aardig wat negatieve ervaringen met de diverse subsidie-instanties opgedaan. Reden om dit eens op hoog niveau met het ministerie van EZ te bespreken.”* [5]

Ondertussen formuleerden het ECN en en haar partners presenteerden alvast plannen voor een vervolgpriject: Ecobuild II. Dat vervolgpriject zou zich richten op een woning die netto helemaal geen energie meer vraagt:

*“Het ambitieniveau van de testsite is opgevoerd. De bedoeling is dat ook een doorsteek wordt gemaakt naar een betaalbare nul-energievariant.”* [6, pag. 14]

Vanuit het oogpunt van duurzaamheid was dat een verdere verbetering. Bovendien was zo’n “nul-energiewoning” veel innovatiever. Dat zou er aan kunnen bijdragen om de oude sponsor voor Fase A, het EET-programmabureau, te kunnen overtuigen door te gaan met Ecobuild Fase B. Vanaf het begin had het EET-programmabureau namelijk gehamerd op een innovatief karakter voor Ecobuild. In Fase A hadden modellen en berekeningen wel de Economische en Ecologische effectiviteit van Technologie aangetoond. Het probleem bleef echter dat de technologie wel nieuw, maar volgens het EET-programmabureau niet nieuw genoeg was. Dat probleem bleef het project achtervolgen [39, pag. 6].

Uiteindelijk werd uit het Besluit Technologische Samenwerking (BTS) [7] wel subsidie verkregen voor de testwoningen in het lab. Het nieuwe karakter van technologie was ook daarvoor belangrijk, maar het criterium van samenwerking woog zwaarder mee. En het succes van samenwerking had Fase A nu juist wel aangetoond. De partners in het consortium hadden gezamenlijk subsidieaanvragen geschreven en rapporten geproduceerd.

Frustraties tussen partners in het consortium waren intern besproken [8] – die waren voor BTS niet zichtbaar. Of milieueffectiviteit nu wel of niet overtuigend was aangetoond in Fase A was voor BTS niet zo relevant. “Milieu” was in dit subsidieprogramma helemaal geen apart beoordelingscriterium.

Ook richting BTS presenteerden de technologen alvast de vergrote milieubeloftes, maar wel sterk gekoppeld aan marktkansen voor de samenwerkende partijen. Er was sprake van een *nul*-energievariant voor het vervolgproject – ook al waren de laboratoriumtesten voor *halvering* van de energievraag nog niet begonnen. Ook voor milieulast in bredere zin, het materiaalgebruik voor de levenscyclus van een woning, werd de ambitie opgeschroefd. In Fase A ging het nog om een verbetering van 40%. Voor Fase B sprak men over een halvering van de milieubelasting door materiaalgebruik [4, pag. 22]. Besparing op materiaalgebruik werd “hot”. Het ministerie van VROM overwoog eisen daarvoor op te nemen onder de noemer “materiaalgebonden milieuprofiel van een gebouw” [4, pag. 7]. Een strengere overheid gaf meer kansen aan milieuvriendelijk technologisch ontwerp.

Om de claim van besparing op materiaalgebruik te kunnen aantonen moest het consortium nog wel werk gaan verrichten. Er waren ontwerpinstrumenten nodig om de te ontwikkelen energieconcepten daarop beter te kunnen beoordelen. Het ging om het toevoegen van informatie over “milieukundige aspecten” en de vraag hoe energieconcepten “integraal beoordeeld” zouden kunnen worden op zowel energieprestatie, comfort, milieuprestatie als kosten. Het consortium wilde rekenmethodieken en modelleringen in software op voldoende niveau te brengen om de eigen energieconcepten tijdig te kunnen beoordelen. Bovendien zouden deelnemende partijen aan het project er tegelijkertijd van kunnen leren [4, pag. 23 en 24].

#### 4.1.2 Veranderende beloftes van gebruikerseffectiviteit

Niet alleen milieubeloftes veranderden van karakter. Ook beloftes voor effecten op bewoners – de eindgebruikers van de energieconcepten – veranderden. Net als in Fase A werden eindgebruikers enerzijds gezien als consumenten voor wie kosten van belang zijn en anderzijds als een gebruiker die kwaliteitseisen stelt aan een woning. Ging het in Fase A nog om het vermijden van toekomstige milieuboetes bij bewoners (zie Paragraaf 3.1.2), voor Fase B ging het om het besparen op energienota’s van bewoners. Maar net als in Fase A viel financiële winst voor bewoners niet te testen. Het werd overgeslagen als een ontestbare claim:

*“Deze doelstelling geldt niet voor de testsite omdat hier nog geen sprake kan zijn van enig serie-effect.”* [4, pag. 22]

Het bouwen van woningen in het lab volgens de energieconcepten zou natuurlijk wel geld kosten. In de ogen van ontwerpers waren dat echter geen representatieve bedragen, omdat het om een uniek project ging van beperkte omvang waarin alles nieuw was. Bovendien was het maar de vraag welk deel van die kosten zou moeten doorschuiven naar bewoners. Wanneer energieconcepten eenmaal in serie toegepast zouden worden, zouden kosten op de energienota van bewoners lager uit gaan vallen – zo was de verwachting. Net als in Fase A werd in Fase B de financiële winst voor bewoners gearpeneerd.

Een ander gebruikersaspect waar men in het project anders mee om gingen was de comfortbeleving door bewoners. In Fase A hadden projectmedewerkers al wel gerekend aan het binnenklimaat van de woning. Het ging om temperaturen in de woonvertrekken

## HOOFDSTUK 4

(niet te warm en niet te koud), gezonde binnenlucht, warm water en voldoende licht. In dat stadium ging het er vooral om dat het duurzamer maken van woningen het normale wooncomfort niet zou gaan verstoren (zie Hoofdstuk 3). Voor Fase B plaatsten de technologen comfortaspecten meer op de voorgrond, omdat zij een onbedoelde reactie van bewoners verwachtten. Voor Fase B kwamen namelijk nog duurzamer woningen in het verschiep: nul-energievarianten. Dergelijke woningen waren nog beter geïsoleerd. Dat vergrootte de kans op neveneffecten, namelijk dat het binnen nog veel warmer zou worden in de zomer en ventilatie verder in de knel zou komen (zie ook Hoofdstuk 3). Bewoners dreigden het warm en benauwd te krijgen. In het project zag men het als een risico dat bewoners airconditioning aan zouden schaffen, die de bedoelde energiebesparing weer zou verminderen. Om de ambitieuzere belofte van een nul-energiewoning waar te gaan maken, zouden de technologen meer aandacht aan deze comfortaspecten moeten gaan besteden (zie [4, pag. 22 en 23]).

Om die reden werden de technische energieconcepten uit Fase A verder ingevuld op het punt van comfort. Zo werden voor Fase B verschillende “warmte- en koudeafgiftesystemen” onderscheiden die in de woningen zouden worden beproefd. Het ging om een verwarmingssystemen via radiatoren, wanden, vloeren en plafond. Het ging om het volgende:

*“De vraag dient beantwoord te worden welk warmte-afgiftesysteem, onder welke omstandigheden, met welke verwarmingsbron en in welke gebouwconstructie het best functioneert.”* [4, pag. 31]

Het laboratorium bood kansen om effecten voor comfortbeleving van bewoners te gaan meten en daarmee rekening te gaan houden.

Door de verschoven interesses van één van de partners in het consortium kwamen ook andere bewonersaspecten meer in beeld. Het onderzoeksinstituut van de TU-Delft (OTB) had ondertussen namelijk expertise opgebouwd op het gebied van gezondheidseffecten en overlast voor de woningbouw. Het ging om ongevalrisico’s, allergieën, longaandoeningen, stress door geluidhinder en overlast door stank [6, pag. 14] [9] [10]. Overlast en de “gezondheidstoestand” in woningen waren in Fase A nog nauwelijks aan bod geweest. Dat had toen geen plek in de rekenmodellen die projectmedewerkers gebruikten. De testwoningen bij het ECN maakten het nu mogelijk de nieuwe expertise te gaan inzetten om ook deze gebruikerseffecten te gaan waarnemen.

Gezondheidsaspecten en overlast kwamen nu wel meer voorop te staan, maar hiervoor formuleerde het consortium nauwelijks harde claims. Alleen voor geluidsoverlast werden concrete getallen genoemd. Dit laatste had te maken met de expertise van een andere partij in het consortium. Het bouwbedrijf, Wilma, was in staat om geluidsniveaus te meten. Zo zou de “luchtgeluidsisolatie tussen verblijfsgebieden van woningen” tenminste 5 decibel moeten gaan bedragen. Ook mochten toestellen en leidingen ’s nachts niet meer dan 25 dB(A) en overdag niet meer dan 30 dB(A) produceren [4, pag. 22]. Des te lager het getal, des te minder lawaai.

### 4.1.3 Het toevoegen van procesbeloftes

Het Besluit Technologische Samenwerking (BTS) vroeg, natuurlijk, om samenwerking. Het consortium anticepeerde daarop door uit te breiden. Voor Fase A bestond het consortium slechts uit vier partijen: twee kennisinstituten, een bouwbedrijf en een



“bundeling van woningbouwcorporaties”. Dat waren het ECN (afdeling Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving), de TU Delft (instituut OTB), bouwbedrijf Wilma en de Nationale Woningraad (tegenwoordig AEDES geheten). Voor Fase B kwamen daar vier andere partijen bij, die de oorspronkelijke partners karakteriseerden als:

*“toeleverende partijen (...) met de intentie het ontwikkelde gedachtegoed te vertalen naar de benodigde hardware die op den duur ingezet zou kunnen worden in de grootschalige woningbouw.” [4, pag. 9]*

Het betrof een bedrijf voor de installaties in de woning, een bedrijf voor casco, gevel, wanden en vloeren, een bedrijf dat kozijnen leverde en een bedrijf dat gespecialiseerd was in piepschuim isolatiemateriaal. Het betrof Econosto BV, Heembeton, Limburg Kozijnen BV en Unidek Gemert BV.

Het gegroeide consortium beloofde de subsidieverlener BTS om te gaan samen werken in het ontwerpproces. De energieconcepten voor Ecobuild zouden in samenhang tussen de consortiumpartners ontwikkeld en getest moeten worden. Ook zou het consortium nog gaan samenwerken met een ander consortium, dat de naam Ecomcomfort droeg. Een deel van de plannen van Ecomcomfort zouden in Ecobuildwoningen gerealiseerd kunnen worden.

#### **4.1.4 Interpretatie vanuit de theorie**

Wat het inzetten van Fase B van het Ecobuildproject demonstreert is dat het opstarten van laboratoriumtesten, om milieu- en gebruikerseffectiviteit in materiële realiteit te kunnen onderzoeken, nieuw onderhandelingswerk vereist. Daarbij treden nieuwe translaties op. Op twee van de drie translatie-elementen die bekend zijn uit de theorie blijken technologen een andere positie te hebben ingenomen, in vergelijking met de eerdere fase. Het gaat om de representatie van anderen en het mobiliseren van een problematisering.

Voor Fase B wordt de representatie van reële actanten in de maatschappij door technologen ingekrompen, omdat dit om verplaatsingen vraagt die te veel middelen zouden vragen. Mogelijke gebruiksomgevingen voor een te ontwikkelen technologisch object, een “energieconcept”, worden noodgedwongen gesimplificeerd in het laboratorium. Bestaande bouw valt af. In deze casus leende het laboratorium zich beter voor het construeren van nieuwbouwwoningen dan het nabootsen van bestaande woningen. Ook kostenbesparing voor bewoners blijkt een ontestbare claim in het lab.

Naast inkrimping wordt de representatie van actanten echter ook uitgebreid. De mogelijkheden om te testen in het laboratorium breidt de representatie van eindgebruikers in deze casus uit met gezondheids-, geluids- en comfortaspecten. Het laboratorium geeft namelijk mogelijkheden om de verschoven onderzoeksagenda van één van de consortiumpartners (OTB) verder in te vullen voor gezondheidsaspecten, de meetexpertise van een andere partner (Wilma Bouw) te benutten voor geluidsaspecten, en materiële actanten (diverse verwarmingssystemen) op te stellen om op comfortaspecten te gaan testen. Verder wordt, met hulp van de financier, “samenwerking” in het project een belangrijker thema, waardoor de representatie van bouwers en toeleveranciers in het project prominenter wordt.

In interactie met een nieuwe financierende instantie verandert ook de problematisering die de technologen hanteren. De manier waarop zij in de casus hun beloftes voor milieueffectiviteit aanpassen kan geïnterpreteerd worden als een uitbreiding van de *geography of obligatory points of passage* die zij eerder geschetst hadden. Oorspronkelijk

was het de bedoeling dat de maatschappij langs het ECN cs. zou gaan voor een halvering van de energievraag in woningen. Het ECN cs. voegen, op papier, nu drie verplichte passeerpunten toe aan deze geografie, en wel vooraan in de geschetste keten. Na het bereiken van energieconcepten voor halvering van energie zijn *eerst nog* energieconcepten voor “nul-energie” nodig (nieuw passeerpunt 1). Ook zullen er integrale rekenmethodieken ontwikkeld moeten gaan worden in het project, om de energieconcepten op duale effecten te kunnen beoordelen (nieuw passeerpunt 2) . Deze twee extra *points of passage* zijn nog nodig, alvorens ECN cs. dergelijke energieconcepten over wil gaan dragen aan de maatschappij die daardoor op een duurzamer niveau kan komen. Maar in de casus is nog sprake van een derde passeerpunt. Voor de oude financier (EET) was milieueffectiviteit namelijk een doel op zich. Voor de nieuwe financier (BTS) is milieu echter geen apart aandachtspunt. De technologen schuiven op door de geclaimde milieueffectiviteit, sterker dan voorheen, te verpakken in een claim van gebruikerseffectiviteit: woningen moeten nog beter vermarktbaar zijn voor consumenten. Dit kunnen zij doen door de overheid als derde verplichte passeerpunt vooraan in de geografie te plaatsen. De maatschappij zal langs de strengere milieuregelgeving van de overheid moeten (nieuw passeerpunt 3), waardoor marktkansen van de eigen energieconcepten zouden toenemen – aldus het consortium.

Technologen blijken een uitbreiding van de problematisering met extra *obligatory points of passage* dus te gebruiken als strategie om hun oorspronkelijke positie vooraan in de keten te kunnen gaan waarmaken – en tegelijkertijd kansen te scheppen voor een vervolgpriject, waardoor zij *langer* vooraan in zo’n zich uitkristalliserende geografie actief kunnen blijven.

## 4.2 De constructie van een laboratoriumopstelling voor Ecobuild

### 4.2.1 Constructie van de laboratoriumopstelling

Het realiseren van nieuwbouwwoningen op het grondgebied van het ECN werd in gang gezet. Het rekenmodel voor energiebesparing uit Fase A (zie model I uit Paragraaf 3.2.1 en 3.3.1) was de leidraad voor het bouwproces. In de eerdere fase was dat rekenmodel in staat gebleken om energiebesparing van het technisch ontwerp duidelijk zichtbaar te maken.

Het eerder gebruikte rekenmodel om algehele milieulast mee te bepalen (zie model III, Paragraaf 3.2.1 en 3.3.1) was niet geschikt als leidraad voor het bouwproces. In het consortium was men van mening dat dat model eigenlijk nog geen geloofwaardige resultaten produceerde. Bovendien was er een praktisch probleem. Uitgaande van dat model zouden de laboratoriumwoningen op het ECN-terrein levenslang “bewoond” moeten worden, net zo lang totdat die huizen rijp waren voor de sloop en gebruikte materialen weer afgevoerd zouden zijn. Bovendien zou dat proces gemonitord moeten worden, over tientallen jaren. De tijdshorizon voor het Ecobuild project was echter beperkt tot een aantal jaren. Hergebruik van materialen door fabrikanten (één van de gemodelleerde processen in een levenscyclus) kon ook niet getest worden. Het was namelijk niet de bedoeling de woningen na een aantal jaren alweer af te breken. Dit werd gezien als een verspilling van investeringen, omdat de woningen na het Ecobuild project als testwoningen voor nieuwe projecten zouden kunnen dienen.

Voor een groot deel werd het rekenmodel voor energiebesparing in materiële vorm nagebouwd op het laboratoriumterrein. Zo kregen de modelparameters van de “Novem referentiewoningen” hun materiële evenknie. Wel werd de “representatieve”

eengezinswoning uit Fase A geactualiseerd naar de nieuwe standaard van Novem (het agentschap van de overheid voor energie en milieu). Waar dat nodig was werden aanvullende aannemers, leveranciers en installateurs van buiten het consortium gecontracteerd. Figuur 4-1 laat de woningen zien die zo geconstrueerd werden.

De figuur laat zien dat er vier geschakelde woningen gebouwd werden. De vier woningen werden woning A, B, C en D genoemd. Alleen woning A, B en C waren echter bedoeld voor Ecobuild. Het ging om drie energieconcepten die daarin werden uitgetoetst, terwijl in Fase A nog sprake was van vier energieconcepten (toen ontwerpvarianten genoemd). Eén van die vier varianten was toen bedoeld als vergelijkingsmateriaal. In Fase A stond variant 1 voor een ‘normale’ woning, niet ingericht volgens een energieconcept. Daar konden de andere drie varianten tegen afgezet worden. Het consortium achtte het weinig zinvol om zo’n normale woning in het laboratorium nog eens te gaan nabouwen. De energieconcepten voor Ecobuild zouden immers vergeleken en beoordeeld worden volgens het rekenmodel van de Energie Prestatie Norm (EPN). Het leverde weinig op om metingen van drie woningen met Ecobuild concepten nog eens te gaan vergelijken met metingen in een vierde, normaal gebouwde woning. Bovendien zou dat extra middelen kosten. Een vergelijking tussen de drie metingen en metingen in zo’n vierde woning leverde hooguit een lokaal meetresultaat, terwijl het juist het idee was dat via de EPN woningen door heel Nederland te vergelijken zijn. De vierde woning, woning D, was bedoeld voor een apart project dat zich richtte op huisautomatisering, oftewel domotica (zie Hoofdstuk 5).



**Figuur 4-1: Constructie van vier “eengezinswoningen” op het laboratoriumterrein van het ECN (juni 2000, digitaal archief ECN).**

Niet alleen het bouwen van de eengezinswoningen gebeurde volgens het model. Ook de metingen voor energiebesparing met energieconcepten zouden te vergelijken moeten zijn met de werking van dat model, dat gestoeld was op de EPN rekenmethodiek. Daartoe werd een “data-acquisitie en controle systeem” aangebracht in de woningen. Met behulp van software konden meetgegevens op een PC opgeslagen en geanalyseerd worden. Het ging om het meten van temperaturen in de ruimtes en de gas- en elektriciteitsverbruiken in de woning. Ook waren energiemeters aangebracht om parameters van geïnstalleerde apparaten en bouwdeelen te kunnen bepalen, zoals bijvoorbeeld het rendement van een warmtepomp en de isolatiegraad van de gevel. Met de gemeten gegevens zou energiebesparing vervolgens uitgerekend kunnen worden, bij gegeven comforttoestanden in de woning. Met

## HOOFDSTUK 4

aanvullende financiering zouden eventueel nog extra metingen uitgevoerd kunnen gaan worden [11]. De metingen voor energiebesparing zouden door technologen van het ECN uitgevoerd worden.

Het streven naar een beoordelingskader voor energiebesparing dat vergelijkbaar was met dat voor Fase A had gevolgen voor de manier waarop de ingenieurs van het ECN met bewoners omgingen. In de berekeningen en simulaties van Fase A was het “energetisch gedrag” van bewoners in gestandaardiseerde vorm vastgelegd. Voor Fase B werd dit volgehouden:

*“Het is duidelijk dat het weinig zin heeft om de energiehuishouding en het comfort van een huis te onderzoeken zonder het huis op de één of andere manier te bewonen. Echter, door de grote variatie in gedrag en wensen van individuele bewoners, is het moeilijk ‘standaard’ bewoners te vinden, die representatief zijn voor de gemiddelde bewoner.”*

[11, pag. 11]

Om voor Fase B een vergelijkbaar beoordelingskader te krijgen, moest gestandaardiseerd bewonersgedrag op het laboratoriumterrein worden nagebootst. Dit werd opgelost door elektrische kacheltjes te installeren, die zorgden voor de afgifte van “lichaamswarmte” en voor simulatie van huishoudelijke apparatuur. Ook werden de douche- en keukenkraan van volgens een bepaald patroon automatisch opengedraaid. Verder werden luchtbevochtigers aangebracht, die de “vochtproductie” bij standaard huishoudelijke taken zoals het koken simuleerden. De foto’s in Figuur 4-2 illustreren hoe bewoners gesimuleerd werden in de testwoningen.

In principe was het wel mogelijk deze testwoningen te laten bewonen, maar daarvoor zagen ECN-technici vooral nadelen. Bewoonde woningen zou te ver afdwalen van het standaard beoordelingskader voor energiebesparing. Ook zouden mensen niet in een testwoning op een laboratoriumterrein willen wonen. Daar kwamen nog praktische overwegingen bij. In hun testplan formuleerden technologen van het ECN dit als volgt:

*“[H]et testen en voortdurend wijzigen van (componenten in) de woning [verdraagt] zich slecht met bewoning.*

*Er is daarom voor gekozen de bewoning te simuleren, oftewel, de woningen te bewonen met elektronische bewoners. Voordeel hiervan is dat de eigenschappen van de woningen onder gecontroleerde omstandigheden kunnen worden onderzocht en in een computermodel kunnen worden ingevoerd. Hoe groot de variatie in bewonersgedrag is en wat het effect daarvan is op bijvoorbeeld het energiegebruik kan worden nagegaan in demoprojecten, die daadwerkelijk worden bewoond.”* [11, pag. 11]

Er was nog een praktische reden om af te zien van echte bewoners: er stond een nucleaire reactor op het ECN terrein. De wet schreef voor dat er niemand mag wonen binnen een straal van een kilometer. De woningen op het laboratoriumterrein bleven dus onbewoond.

Zo konden de technologen van het ECN bewoners op hun eigen manier in de laboratoriumopstelling stoppen. “Het weer” konden zij echter minder makkelijk naar hun hand zetten. Om de testwoningen bloot te stellen aan de opgelegde weersomstandigheden van het “KNMI referentiejaar” – onderdeel van het rekenmodel uit Fase A – zou een complete hal om de testwoningen heen gebouwd moeten worden. Die hal zou dan uitgerust moeten worden met installaties die de invloed van zon, wind en regen zouden nabootsen, als imitatie van de standaard modellering.



**Figuur 4-2: Simulatie van bewonersgedrag in de testwoningen op het terrein van het ECN. Links: slaapkamer met verwarmingselementen die de afgifte van warmte door mensen en huishoudelijke apparaten voorstellen. Rechts: standaard waarmee een douchekop wordt vastgehouden. Foto's overgenomen van [12, Appendix A].**

In het project zag men een eenvoudiger oplossing, waardoor het weer met de woning op het ECN terrein mocht doen wat het wilde. Een deel van de oplossing was dat medewerkers van het ECN zich voor het meten aanpasten aan het weer. Bepaalde metingen werden 's nachts uitgevoerd, om de invloed van zonlicht uit te sluiten. Sommige metingen vonden juist plaats in de winter, omdat het temperatuurverschil tussen binnen en buiten dan het grootst is. Andere metingen vonden juist in de zomer plaats, om zicht te krijgen op oververhitting in de woning. Voor bepaalde metingen konden de technologen wachten totdat de windsnelheid minder groot was.

Een ander deel van de oplossing zat er in om meetresultaten te vertalen met software. Ondanks het feit dat technologen zich aanpasten aan het weer ging het natuurlijk nog steeds om het lokale klimaat in de Noord-Hollandse duinen van Petten. Bovendien is geen jaar gelijk aan het voorgaande jaar. Om hun metingen voor energiebesparing vergelijkbaar te krijgen voor andere duurzame huizen in Nederland vertaalden zij hun gemeten waarden met behulp van het simulatieprogramma TRNSYS (dat in Fase A ook al gebruikt was) naar het virtuele "KNMI referentiejaar": een statistisch gemiddeld weerpatroon, gebaseerd op vroeger geregistreerde meteogegevens in Nederland.

#### 4.2.2 Interpretatie vanuit de theorie

Het construeren van de laboratoriumopstelling voor Ecobuild kunnen we interpreteren als de inscriptie van het meest geschikte rekenmodel in laboratoriummaterialiteit. Nauwkeuriger geformuleerd: er is sprake van een script voor technologiegebruik dat is ingeschreven in de getallen en formules van een eerder gebruikt rekenmodel dat wordt overgezet naar een materieel vormgegeven laboratoriumopstelling. In het project blijkt een translatiepad te zijn ontstaan – het streven naar een halvering van de energieprestatie in de nieuwbouw, uitgerekend met het TRNSYS rekenmodel dat gestoeld is op de Energie Prestatie Norm – dat in materiële vormen wordt doorgezet. Dit rekenmodel is als trouwe bondgenoot uit Fase A naar voren gekomen en leent zich het beste voor het omzetten naar een materiële evenknie op het laboratoriumterrein.

De representatiekosten om het onderliggende script uit dit rekenmodel te materialiseren op het laboratoriumterrein zijn het laagst. Het kost het minste tijd en middelen om de

## HOOFDSTUK 4

benodigde *displacements* naar het laboratoriumterrein daarvoor in gang te zetten. Nieuwbouw is goed mogelijk op het ruime laboratoriumterrein. De relevante tijdschaal die het rekenmodel hanteert (een jaar) is in principe hanteerbaar binnen een technisch project. Belangrijke grootheden uit het rekenmodel (de diverse energiestromen in een woning) zijn met gangbare meetsensoren goed te detecteren. De andere rekenmodellen uit Fase A lenen zich niet voor materialisatie. Bestaande bouw (waar het tweede rekenmodel om draaide, zie Hoofdstuk 3) kan moeilijk naar het laboratorium gehaald worden en ook het modelleren van een complete levensscyclus (het derde rekenmodel, zie Hoofdstuk 3) is praktisch gezien onmogelijk. De representatiekosten om het script van technologiegebruik uit die twee modellen te materialiseren zijn te groot.

Het volgen van het rekenmodel voor energiebesparing in de nieuwbouw voor het construeren van een laboratoriumopstelling betekent dat actoren uit een gebruiksomgeving voor dit energieconcept, de bewoners, voorlopig niet welkom zijn in de testomgeving. Voor de technologen zijn materiële representaties van eindgebruikers (het met computers aansturen van verwarmingselementen en douchekleppen bijvoorbeeld) betrouwbaarder bondgenoten dan echte gebruikers, die de geplande metingen alleen maar zullen verstoren. De materiële representaties zijn eenvoudiger te kneden naar het ideaalbeeld uit het rekenmodel. Testen met menselijke actoren wordt vooruitgeschoven in de tijd, naar de later geplande “demoprojecten”.

De materiële werkelijkheid in het laboratorium maakt zich niet los van het oorspronkelijke rekenmodel, zo laat de empirie in deze casus zien. Integendeel: dat rekenmodel blijft nodig om lokaal te verkrijgen testresultaten voor duale effectiviteit meer algemene geldigheid te geven. Door met gestandaardiseerde bewoners te werken en resultaten met het rekenmodel te vertalen voor het “KNMI referentiejaar” kan het laboratoriumbewijs de kans krijgen om krachtig te spreken in actornetwerken buiten het lab. En voor de technologen is dát van belang; daar zijn hun belofes in het project op gebaseerd. Illustratief voor dit streven naar algemene geldigheid van hun testresultaten is het feit dat de technologen er niet op aansturen de metingen tussen de gebouwde woningen op het ECN-terrein *onderling* te vergelijken. Zo’n vergelijking zou slechts een lokaal testresultaat geven. De technologen hebben er weinig belang bij daar veel middelen aan te besteden; zij blijken liever een extra energieconcept uit te proberen dan dat zij één van de gebouwde woningen opofferen als materieel uitgekristalliseerde referentie voor de concepten die in de andere woningen geïnstalleerd waren.

We kunnen dus concluderen dat de technologen van het ECN een testnetwerk construeren op hun laboratoriumterrein waarin materieel vormgegeven elementen verknoopt zijn met berekeningen, om lokale testresultaten qua duale effectiviteit een globaler karakter te kunnen geven.

### 4.3 Het gebruik van de laboratoriumopstelling voor Ecobuild

De laboratoriumopstelling op het ECN-terrein was weliswaar gevormd naar het rekenmodel voor energiebesparing, maar de opstelling werd gebruikt voor bepaling van meer effecten dan energiebesparing alleen. Voor het ECN en haar consortiumpartners lag dit ook voor de hand. Zij hadden standaard nieuwbouwwoningen tot hun beschikking die standaard (gesimuleerd) bewoond werden. Dit maakte het mogelijk om die laboratoriumopstelling ook samen te gaan gebruiken met andere rekenmodellen, die ook

geënt waren op standaard gemiddelden, om op die manier ook andere effecten te gaan bepalen. Voor milieueffectiviteit ging het naast het bepalen van energiebesparing om het aantonen van verminderde milieulast volgens het rekenmodel dat in Fase A al eerder gebruikt was: het model voor een “levenscyclusanalyse”. Met betrekking tot gebruikerseffectiviteit gaf de laboratoriumopstelling mogelijkheden om gezondheids-, overlast- en comfortaspecten nader te onderzoeken, door die te vergelijken met beschikbare rekennormen.

### 4.3.1 Het bewijzen van milieueffectiviteit

#### Het bewijzen van energiebesparing met energieconcepten

Ingenieurs van het ECN moesten de diverse parameters uit de “warmtebalans” voor elke woning zien te bepalen. Die warmtebalans was de motor in het rekenmodel voor energiebesparing: de optelsom van energiestromen die de woning in kwamen en er weer uit gingen [11, pag. 13 en 14]. Voor de belangrijke parameters uit deze warmtebalans waren dit complete deelprojecten. Zo was er bijvoorbeeld een deelproject “warmteterugwinning uit douchewater” en “prestatie warmtepomp woning C”. Eén dergelijk deelproject bepaalde de “lektheid van de woningen” (zie [11, hoofdstuk 6 en 7]). Een partner uit het consortium (Stork Air) verzorgde een gestandaardiseerde “blower door test”:

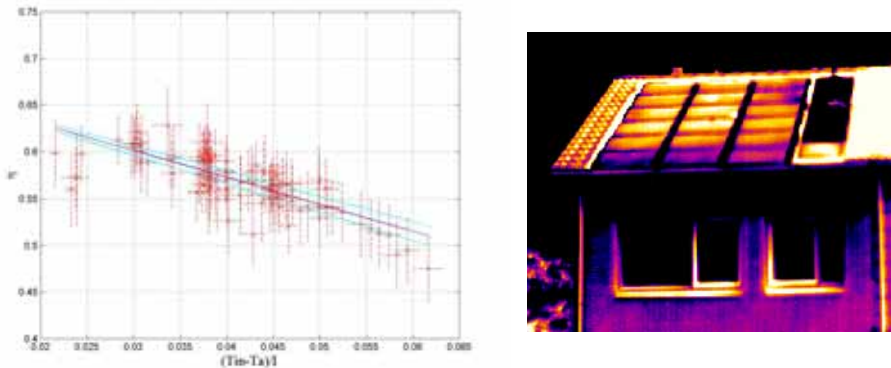
*“In de buitendeuropening van de woningen wordt luchtdicht een deur van board geplaatst. In deze meetdeur zit een opening waarop een lange pijp is bevestigd. Deze pijp mondt uit in de woonkamer, in het midden van deze in- of uitblaaspijp zit een ventilator (...) Is een woning heel lek dan zal [de ventilator meer moeten compenseren] om een bepaald drukverschil in stand te houden dan wanneer de woning bijna niet lek is.” [13, pag. 8]*

In de laboratoriumomgeving kon de woning gemakkelijk worden aangepast om zo’n gestandaardiseerde test mogelijk te maken. De deur van een onbewoonde testwoning kon zonder veel moeite vervangen worden door een luchtdichte deur. Ook in de laboratoriumwoningen konden technologen zaken tijdelijk eenvoudig wijzigen:

*“Uiteraard moeten bekende 'lekken' zoals de schoorsteen van een eventuele openhaard, de brievenbus, het ventilatiesysteem worden gedicht of afgeplakt. Het gaat namelijk om het bepalen van de lek door naden en kieren die niet gewenst en voorzien zijn.”*

[13, pag. 8]

Na het bepalen van de lektheid betraden de technologen de woning om met behulp van rookstokjes de grootste lekken in de woning op te sporen. Op deze manier werd de modelparameter “lektheid” zichtbaar in het laboratorium. Met behulp van het “data acquisitiesysteem” konden ook andere parameters waargenomen worden. Het ging bijvoorbeeld om de schakelfrequentie van de verwarmingsketel (aan/uit) en temperaturen in de woning. Ook zetten zij een infraroodcamera in, als verlengstuk van het eigen blote oog. Figuur 4-3 geeft twee voorbeelden van het zichtbaar maken van modelparameters door – en voor – technologen.



**Figuur 4-3: Het zichtbaar maken van modelparameters door technologen. De linker figuur is een grafiek met meetpunten waaruit het rendement van de zonnecollector van Woning C is af te lezen. De rechter figuur is een foto, gemaakt met een infraroodcamera. De kleur op de foto is een maat voor de hoeveelheid warmte die de woning afgeeft aan de buitenlucht. Afwijkende kleuren kunnen wijzen op “koudebruggen” of “lokale condensatie”.**

Zo konden medewerkers van het ECN een deel van de parameters volgens gangbare criteria bepalen. Maar bij het zichtbaar maken van sommige modelparameters stuitten de technologen op een probleem. Bepaalde gemeten parameters weken wel erg ver af van de gangbare waarden zoals die in rekenmodellen gebruikt werden. De “blower door test” wees bijvoorbeeld uit dat de lektheid van de woningen op het laboratoriumterrein kleiner was dan de gangbare norm voor nieuwbouwwoningen voorschreef. De woningen waren zo lek, dat de Ecobuild doelstelling van halvering van energiegebruik er nooit mee gehaald zou kunnen worden. In het project lostte men dit op door eerst maar eens de gaten en kieren in de woning te gaan dichten. Een nieuwe test van lektheid wees uit dat twee van de drie Ecobuild woningen nu (vrijwel) voldeden aan de norm [13, pag. 11]. Verder bleken bepaalde installaties in de woning “niet te werken” zoals verwacht. Dat moest eerst aangepast worden, alvorens er sprake kon zijn van het bepalen van bijvoorbeeld het rendement van zo’n apparaat. De technologen van het ECN wilden de laboratoriumpraktijk dus eerst *real time* bijsturen tot een gewenst beginniveau qua presteren, alvorens met de eigenlijke testen van de in de woning geïnstalleerde technologische concepten te beginnen. Dat een apparaat niet werkte was niet zozeer een uitkomst van testen in het lab, maar meer een vervelende bijkomstigheid die zo snel mogelijk opgelost zou moeten worden om tot het eigenlijke testresultaat te komen.

Door de praktijk in het laboratorium *real time* bij te sturen stuitten projectmedewerkers op een mogelijk probleem. Zij moesten voor lief nemen dat nieuwe metingen soms onder andere omstandigheden werden uitgevoerd dan reeds gedane metingen:

*“Het dichten van de geconstateerde naden en kieren is energetisch gezien nuttig maar kan een eerlijke vergelijking met metingen die al zijn uitgevoerd (zoals isolatiewaarde gevelschil) moeilijk maken.” [13, pag. 12]*



Zo waren bepaalde metingen van parameters uitgevoerd onder “lekke” omstandigheden en andere metingen zouden nog uitgevoerd gaan worden onder “lekdichte” omstandigheden. Die meetwaarden zouden niet zomaar meer te vergelijken zijn.

De technologen van het ECN stuiten op nog een tweede probleem bij hun laboratoriummetingen. Voor bepaalde meetprocedures wisten zij gangbare meetstandaarden niet te halen. Voor de “blower door test” waren er eigenlijk net te weinig meetpunten. Verder konden zij voor het meten van energieniveaus korter meten dan gepland. In principe zou energiebesparing *per jaar* bepaald worden, aldus de uitgangspunten voor de Energie Prestatie Norm. Dat vroeg eigenlijk om een jaar lang meten, waarmee ook seizoensinvloeden meegenomen zouden worden. Nog steeds zouden die meetresultaten vertaald moeten worden naar het standaard KNMI referentiejaar, maar een jaar lang meten gaf een solider basis dan slechts een deel van het jaar meten. Vanwege de beperkte doorlooptijd van het project konden de medewerkers niet voor elke meting een jaar lang de tijd nemen.

In het project werden deze twee problemen als volgt opgelost. Voor een deel namen het Ecobuild consortium genoeg met meetwaarden die niet volledig, maar wel bijna volgens meetstandaarden bepaald waren. Die resultaten beschouwde men als betrouwbaar genoeg:

*“Te weinig meetpunten in het gewenste bereik is volgens StorkAir een vaker voorkomend probleem maar geeft op zich wel redelijk betrouwbare waarden.”*

[13, pag. 9]

Sommige resultaten weken in hun optiek wél te ver af van de gangbare uitgangspunten:

*“De metingen bij een te hoge winddruk zijn minder betrouwbaar omdat het onduidelijk is of de infiltratie werkelijk te groot is of dat er alleen bij deze meting een hoge infiltratie gemeten is ten gevolge van de winddruk.”* [13, pag. 9]

Dat konden de technologen echter oplossen door de meetwaarden vervolgens niet meer te gebruiken. Doordat zij met rekenmodellen werkten, hadden zij de mogelijkheid om eventuele overblijvende parameters die niet naar tevredenheid gemeten konden worden te vervangen door theoretisch gekozen parameters of gekozen ontwerpparameters direct in te voeren (bijvoorbeeld de afmetingen van de woning). Zo konden projectmedewerkers nog steeds uitspraken doen over energiebesparing. Bepaling van de jaarlijkse energiebesparing die het gevolg was van de energieconcepten was het hoofddoel van het project – het bepalen van de bijdrage van specifieke onderdelen uit energieconcepten (parameters van apparaten en materialen) waren subdoelen; tussenstappen om het hoofddoel te halen.

Het Ecobuild consortium accepteerde sowieso dat er rekenmodellen nodig waren om meetresultaten voor energiebesparing zichtbaar te maken. De metingen kregen pas een zinvol karakter als ze werden omgerekend naar een bepaalde energieprestatie voor een complete woning voor het standaard KNMI referentiejaar. Als die prestatie beter was dan gangbaar, dan konden zij energiebesparing claimen. Een rekenmodel á la de Energie Prestatie Norm was dus sowieso nodig. Voor Fase B van het Ecobuild project gold opnieuw dat de technologen het EPN rekenmodel moesten uitbreiden met TRNSYS software (net als in Fase A, zie daarvoor Paragraaf 3.2.1) om bepaalde meerwaarde van onderdelen van energieconcepten zichtbaar te maken. Voor zeer energiezuinige woningen (waar Ecobuild zich op richtte) was de EPN berekening te grof, waardoor besparing met energieconcepten

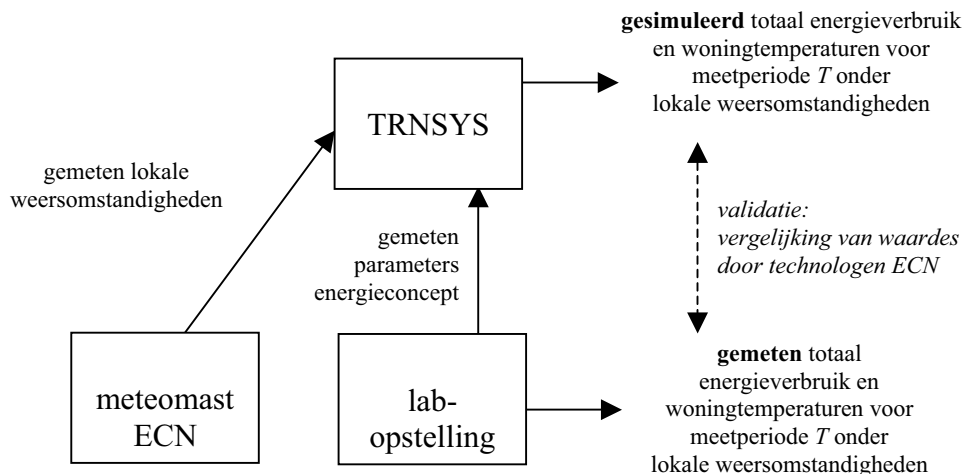
## HOOFDSTUK 4

in het project niet goed uit de verf zou kunnen komen, ook niet met laboratoriummetingen [11, pag. 19].

Het consortium accepteerde dat rekenmodellen nodig waren, maar het ging er wel om zo'n rekenmodel zo goed mogelijk te krijgen. Zij probeerden hun TRNSYS rekenmodel te optimaliseren door de meetuitkomsten voor energiegebruik in het lab te vergelijken met gesimuleerde uitkomsten van dat model. Een vergelijking van gemeten en gesimuleerde temperaturen voor de woning gaf nog een extra controle. Deze manier van vergelijken noemden zij de validatie of verificatie van een model. Validatie vond dus plaats door het gesimuleerde energieverbruik en de gesimuleerde temperatuur in een Ecobuild woning voor een bepaalde meetperiode, zo'n week of vier, te vergelijken met directe metingen voor die periode. Figuur 4-4 illustreert deze werkwijze.

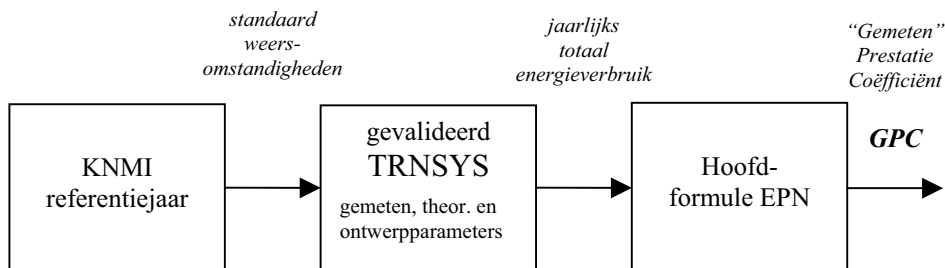
De figuur illustreert dat het in deze aanpak wel nodig was om lokale weersgegevens te meten. Een meteomast op het ECN terrein gaf metingen door, die in het TRNSYS rekenmodel werden ingevoerd. Op die manier konden metingen in het lab "eerlijk" vergeleken worden met simulaties – de weersomstandigheden waren dan gelijk. Als de simulatie-uitkomsten voor meetperiode  $T$  in de buurt lagen van de metingen voor die periode, dan was de invloed van onmeetbare parameters blijkbaar niet erg relevant, of de theoretische parameterwaarde uit het model was al goed gekozen. De technologen konden een model dan als gevalideerd beoordelen. Als de waarden verschilden dan werden parameters in het TRNSYS model aangepast aan de gemeten toestand in het lab [11, pag. 13], of technologen constateerden bij het interpreteren van hun metingen dat er iets bijzonders aan de hand was (bijvoorbeeld dat de ventilatiekleppen in de woning tussentijds waren bijgesteld tijdens het meten of dat een verwarmingsgroep constant open was blijven staan [14, pag. 23 en 26]).

Overigens waren niet alleen technologen van het ECN, maar meer partijen op zoek naar gevalideerde rekenmodellen. Er ontstond een apart project dat zich richtte op de validatie van rekenmodellen die ontwikkeld waren door verschillende partijen [14]. De Ecobuildhuizen op het laboratoriumterrein van het ECN gaven de kans die modellen te verbeteren. Dat valideren van modellen bleek vrij arbeidsintensief [15, pag. 40], maar meer mensen konden tegelijkertijd aan de slag. Op die manier konden de technologen van het ECN winnen op doorlooptijd (er kon korter dan een jaar gemeten worden door enkele maanden met modellen te extrapoleren tot een heel jaar), maar daar stond tegenover dat in kortere tijd meer middelen ingezet moesten worden om tot gewenste uitspraken over energiebesparing te komen.



**Figuur 4-4: Werkwijze van technologen bij het ECN voor het valideren van hun model voor bepaling van het energieverbruik van de Ecobuild huizen op het laboratoriumterrein.**

De stap die volgde op het valideren van een model was het vertalen naar het standaard KNMI referentiejaar. Dit kwam er op neer de invoer van lokaal gemeten meteogegevens te vervangen met een invoer van de lijst met standaard meteogegevens volgens het KNMI referentiejaar. Het TRNSYS model, waarvan de overige parameters nu dus niet meer veranderd werden, rekende dan opnieuw een bepaald energieverbruik uit, ditmaal voor een compleet jaar (in plaats van het beperkte aantal weken dat in het lab in werkelijkheid was gemeten). Figuur 4-5 geeft deze werkwijze van technologen schematisch weer.

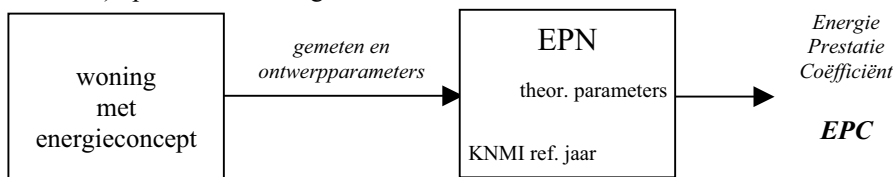


**Figuur 4-5: Werkwijze van technologen van het ECN om met een gevalideerd TRNSYS model een dimensieloze coëfficiënt te krijgen die de energieprestatie voor een woning uitdrukt.**

De figuur illustreert dat de technologen ook nog een laatste stap toepasten. Eén van de (vele) getallen die het TRNSYS model leverde was een energieverbruik, (normaliter) uitgedrukt in MegaJoule. De doelstellingen van het project waren echter geformuleerd in termen van een dimensieloze prestatiecoëfficiënt, om aan te sluiten bij de gangbare regelgeving voor nieuwbouw, de Energie Prestatie Norm. De hoofdformule van de Energie Prestatie Norm geeft de verhouding tussen voorspeld energieverbruik (volgens de

normberekening) en een bepaald toegestaan maximum energiegebruik voor een nieuwbouwwoning. Deze deling levert de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC). De Gemeten Prestatie Coëfficiënt (GPC) werd verkregen door het voorspelde gebruik volgens de normberekening te vervangen door de de uitkomst van het gevalideerde TRNSYS model. Overigens is de term “gemeten” hier verwarrend, want er waren wel diverse rekenstappen nodig om dat getal te verkrijgen; het “meten” betreft het invoeren van nagemeten parameters in het TRNSYS model.

Met deze werkwijze wisten ECN-ingenieurs een uitspraak te doen over de energieprestatie van een Ecobuild woning. Die GPC wilden zij nog wel naast de officiële berekeningswijze volgens de EPN leggen, wat de officiële EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) opleverde – zie Figuur 4-6.



**Figuur 4-6: Werkwijze van technologen van het ECN om met de EPN de Energie Prestatie Coëfficiënt uit te rekenen.**

De figuur illustreert dat ook bij de EPC sprake was van meetwaarden die ingevoerd werden, zoals uitkomsten van de uitgevoerde infiltratiemetingen [15, pag. 49], ook al hanteerden de technologen de term “gemeten prestatie coëfficiënt” hier niet.

In hun rapport presenteerden zij het eindresultaat voor GPC en EPC in tabelvorm naast elkaar, als eindresultaat voor de opgetelde deelposten qua energieverbruik, wat hier is overgenomen als Tabel 4-1. De onderste twee regels van de tabel geven de uiteindelijk bepaalde energieprestatie aan (voor een variant met en zonder zonneboiler).

Dat de GPC hoger (en dus ongunstiger) uitviel dan de EPC was volgens de technologen onder andere te wijten aan afwijkende modellering van bewonersgedrag. De EPC berekening ging uit van een gemiddeld tapwaterverbruik in een woning. Voor hun eigen experiment waren de technologen uitgegaan van een “grote taphoeveelheid”, wat “beter [lijkt] aan te sluiten bij gemiddeld warm tapwater gebruik voor een gezin in een eengezinswoning zoals woning B dan de [lagere] forfaitaire waarde gehanteerd in de EPC-berekening” [15, pag. 42]. In het TRNSYS model waren bewoners verkwistender gemodelleerd dan in het EPN model, waardoor de uiteindelijk af te lezen energiebesparing (hoe hoger de GPC, des te lager de energiebesparing) ongunstiger uitviel.

| Energieposten (primaire)                   | GPC      | EPC (NEN 5128) |
|--|----------|----------------|
| ruimteverwarming                           | 6471 MJ  | 6964 MJ        |
| warm tapwater (met zonneboiler)            | 9586 MJ  | 6169 MJ        |
| warm tapwater (zonder zonneboiler)         | 15922 MJ | 15026 MJ       |
| ventilatoren                               | 4032 MJ  | 3426 MJ        |
| verlichting                                | 4986 MJ  | 4986 MJ        |
| hulpenergie ruimteverwarming               | 2072 MJ  | 2072 MJ        |
| primaire energie (met zonneboiler)         | 27147 MJ | 23617 MJ       |
| primaire energie (zonder zonneboiler)      | 33483 MJ | 32474 MJ       |
| toelaatbare primaire energie               | 38084 MJ | 38084 MJ       |
| prestatie coëfficiënt (met zonneboiler)    | 0,71     | 0,63           |
| prestatie coëfficiënt (zonder zonneboiler) | 0,88     | 0,86           |

**Tabel 4-1: Resultaten voor bepaling van een energieprestatie van Ecobuild Woning B op het laboratoriumterrein van het ECN. Voor de diverse “energieposten” in de woning (eerste kolom) is de hoeveelheid verbruikte energie bepaald (tweede en derde kolom), in Megajoule (MJ). De onderste twee regels geven het eindresultaat: de totale energieprestatie voor de woning, voor twee varianten (met en zonder zonneboiler). De tweede kolom, GPC (Gemeten Prestatie Coëfficiënt), geeft de resultaten zoals uitgerekend met het eigen model (TRNSYS) dat door metingen in het lab gevalideerd is. In die kolom hebben medewerkers van het ECN getallen schuin gezet waar zij nog aanvullende schattingen of aannames moesten doen om die deelberekening mogelijk te maken. De derde kolom geeft de Energie Prestatie Coëfficiënt zoals berekend volgens de Energie Prestatie Norm (gedocumenteerd onder NEN 5128). Tabel overgenomen van [15, pag. 41].**

Op basis van deze tabel concludeerden men in de rapportage dat de doelstelling van een energieprestatie van 0,5 niet gehaald was (hoe lager de coëfficiënt, hoe minder energie de woning verbruikt). Terugkijkend evalueerden projectmedewerkers dit proces als volgt:

*“Het bepalen van de energieprestatie d.m.v. experimenten is een moeizaam proces gebleken, resulterend in dit geval in een [uitspraak over de energieprestatie] die helaas niet als gemeten maar meer als geschatte energieprestatie moet worden gezien. Er zijn echter ook positieve punten te melden.” [15, pag. 41, cursief in origineel hier als non-cursief]*

Als positief punt noemden de technologen dat slechts een “klein aantal aanpassingen” nodig zou zijn om een energieprestatie van 0,5 te halen. Bovendien concludeerden zij:

*“De validatie van het simulatie model heeft veel kennis opgeleverd (...). Kennis ten aanzien van modellering van energiezuinige woningen (welke posten van de energiebalans winnen aan belang als de woning energiezuiniger wordt) en ten aanzien van model validatie (welke meetdata zijn noodzakelijk en welke nauwkeurigheid kan bereikt worden).” [15, pag. 41]*

Die kennis over modellen beschouwde het consortium als “waardevolle input” voor het vervolgproject, Ecobuild II.

Overigens zagen de technologen van het ECN wel tekortkomingen van deze manier van werken. Door hun werkwijze zo sterk op te hangen aan de Energie Prestatie Norm voelden zij zich niet vrij om allerlei invloeden op de energieprestatie te onderzoeken. Zij merkten op dat “de aspecten die betrekking hebben op bewonersgedrag” in relatie tot de energieprestatie van een woning “niet bepaald [kunnen] worden in een project zoals Ecobuild Research” [15, pag. 41].

### Het bewijzen van verminderde milieulast met energieconcepten voor een “levenscyclus”

Het Ecobuild consortium had milieukundigen in huis die zich tot taak hadden gesteld om zicht te houden op de milieulast van de energieconcepten in het lab [16, pag. 5] [17, pag. 3]. Het model voor de levenscyclus zélf kon echter niet worden nagebootst in het lab. Hiervoor zouden de laboratoriumwoningen namelijk levenslang “bewoond” moeten worden, net zo lang totdat die huizen rijp waren voor de sloop en gebruikte materialen weer afgevoerd zouden zijn. Bovendien zou dat hele proces gemonitord moeten worden, over tientallen jaren. De tijdshorizon voor het Ecobuild project was echter beperkt tot een aantal jaren. Hergebruik van gebruikte materialen door fabrikanten kon ook niet getest worden. Het was namelijk niet de bedoeling de woningen na een aantal jaren alweer af te breken. Dit werd gezien als een verspilling van investeringen, omdat de woningen na het Ecobuild project als testwoningen voor nieuwe projecten zouden kunnen dienen. De milieukundigen moesten een complete levenscyclusanalyse dus gaan terugvertalen naar de gegeven laboratoriumsituatie.

In Fase A hadden de milieukundigen software ingezet, Eco-Quantum, om zo’n levenscyclusanalyse uit te voeren. Voor Fase B wilden de milieukundigen echter gedetailleerder te werk gaan. Zij formuleerden de volgende doelstellingen voor ‘methodiekontwikkeling’:

1. *“ontwikkeling van een adequate database;*
2. *er wordt inzicht verkregen voor welke toepassingen de rekenmethodiek bruikbaar is;*
3. *er vindt optimalisatie plaats van de milieukundige beoordeling op verschillende detailniveaus.”* [18, pag. 5, mijn nummering]

Even was er nog discussie of Eco-Quantum, de software die al eerder gebruikt was, die benodigde grotere resolutie kon bieden [17] [19]. Die discussie werd als volgt afgerond, verwoord door één van de milieudeskundigen:

*“Het is wel problematisch om afwegingen als bijvoorbeeld constructiewijze mee te nemen, hoewel ik denk dat het grootste probleem niet zozeer de methodiek [van Eco-Quantum] is alswel het verkrijgen van betrouwbare gegevens daarover.”* [19]

Voor Fase A hadden de milieudeskundigen zich nog beperkt tot gegevens in de database van Eco-Quantum, maar het was nu de bedoeling aanvullende gegevens te verkrijgen.

In de plannen voor milieuonderzoek fase B en C (zie [17], [20] en [19]) is geen strategie terug te vinden hoe die aanvullende gegevens verkregen zouden moeten worden. In de praktijk bleek dit moeilijker dan gedacht:

*“[H]et materiaalgebruik voor installatiecomponenten [is] veel complexer [dan materiaal voor de woning zelf] en ligt veel ingewikkelder omdat je met veel meer producenten te maken hebt. Het blijkt daardoor zeer moeilijk de gewenste informatie te verzamelen. Voor installaties zal je deels gebruik moeten maken van algemeen bekende gegevens, aangevuld met specifieke informatie (voor zover verkrijgbaar).” [21, pag. 11 en 12]*

Producenten bleken de cruciale schakel voor het krijgen van gegevens over de gebruikte materialen. Inzicht in gebruikte materialen voor de woning en installaties was nodig, omdat de methodiek van de levenscyclus milieuscores ophing aan type en hoeveelheid materiaal. Er moest extra moeite gedaan worden om die informatie te achterhalen. Om inzet van middelen te beperken [22], werden door het ECN ook stagiairs ingezet die een levenscyclusanalyse uitvoerden (zie [23], [24] en [25]). Bovendien werden aanvullende modellen ingezet (onder andere “SimaPro”). Een milieuscore kon daarmee in meer detail in kaart gebracht worden, maar nog steeds was aanvullende informatie van producenten nodig. Uiteindelijk bleek het nauwelijks mogelijk milieu-uitspraken te doen.

Deze situatie had gevolgen voor de manier waarop de milieukundigen met producenten van installaties en materialen omgingen. Oorspronkelijk wilden de milieukundigen de producenten nog bijsturen richting milieuvriendelijker ontwerp. Gaandeweg stelden de milieudeskundigen zich bescheidener op.

*“In gesprekken met de bedrijven zal onderzocht worden wat zij momenteel aan milieuinformatie gebruiken en waaraan zij behoefte hebben.”*

[26, pag. 4, non-cursief aangebracht door JG]

Het oorspronkelijk plan om een “model” voor hergebruik op te zetten en hiermee producenten richting milieuvriendelijkheid te dirigeren kwam voorlopig op losse schroeven te staan. De milieukundigen hadden nog geen harde gegevens in handen om producenten daartoe te bewegen. Het initiatief voor het milieu kwam juist meer bij producenten te liggen.

### **4.3.2 Het bewijzen van gebruikerseffectiviteit**

#### Het bewijzen van toegenomen comfort met energieconcepten

Comfortaspecten konden wel *real time* gemeten worden in het laboratorium. Technologen van het ECN waren hier verantwoordelijk voor. De woningen bleven onbewoond, maar in Fase B waren comfortaspecten in de woning juist belangrijker geworden. Voor comfortmetingen baseerden de technologen van het ECN zich op het Handboek Energie en Milieu [27], dat weer voortbouwde op het zogenaamde model van Fanger [28]. Fanger wordt al jaren gezien als autoriteit op het gebied van comfort. Eind jaren '60 heeft Fanger diverse proeven met mensen uitgevoerd. Aan de hand daarvan is hij tot formules gekomen die een indicatie geven wanneer mensen zich prettig voelen in een ruimte. Hij definieert de zogenaamde “Predictive Mean Vote” die aangeeft wanneer gemiddeld genomen het hoogste percentage van een groep mensen zich prettig voelt bij een bepaalde toestand in een ruimte, volgens gemeten comfortparameters. De formules geven onder andere een verband tussen temperaturen, luchtvochtigheid, lichtsnelheid en luchtkwaliteit in een ruimte. Fanger definieert een gebied in de grafiek waarbinnen mensen zich “behaaglijk” dan wel “beperkt behaaglijk” zouden voelen. De invloed van kleding,

## HOOFDSTUK 4

stofwisseling en hoe actief mensen zijn zit in de formule verdisconteerd. Door het model van Fanger te mobiliseren kregen de medewerkers van ECN vat op wat bewoners als comfortabel zouden ervaren.

Deels waren de comfortmetingen nodig om rekenmodellen voor energiebesparing te valideren. Wanneer de gemeten comforttoestand overeenkwam met de comforttoestand die simulatiesoftware berekende, dan was dat een teken dat zo'n model valide was (zie eerder). Voor een deel was het ook de bedoeling om comfortmetingen onderling te vergelijken, wanneer een element in een energieconcept voor een woning veranderd werd. Zo was er een deelproject waarin drie "warmteafgiftesystemen" onderling werden vergeleken op het geleverde comfort (en energieverbruik) in Woning B.

Comfortmetingen in Woning B voor de drie verwarmingssystemen waren gebaseerd op het model van Fanger, waarin onder andere temperaturen en luchtvochtigheid in een ruimte een rol speelden. In de woning waren sensoren aangebracht die temperaturen en luchtvochtigheid elke tien minuten konden meten. Door omstandigheden was het echter niet relevant om overal te meten. De oorspronkelijke luchtbevochtigers funtioneerden niet goed zodat het simuleren van standaard bewonersgedrag voor de complete woning onmogelijk werd. Eerder gebruikte "schotelbevochtigers" waren afgekeurd als te onveilig en mochten niet meer gebruikt worden in de woning. Het uiteindelijk gebruikte type luchtvochtiger moest met de hand worden bijgevuld: een arbeidsintensief proces, wat het minder aantrekkelijk maakte om meerdere luchtbevochtigers aan te schaffen:

*"Doordat er slechts één alternatieve luchtbevochtiger aanwezig is, is besloten alleen het binnenklimaat van de woonkamer in woning B te onderzoeken."* [29, pag. 9]

Metingen in de woonkamer moesten volstaan als indicator voor het comfort in een complete woning.

Om in de woonkamer te kunnen meten, moesten technologen van het ECN nog wel één en ander aanpassen aan het geïnstalleerde meetsysteem:

*"De meetsensor die de relatieve vochtigheid en de luchttemperatuur meet, was oorspronkelijk niet goed opgehangen. De meetsensor hing namelijk een halve meter boven de radiator, waardoor de luchtstromingen van de radiator de meetresultaten konden beïnvloeden. Daarom is voor de aanvang van de metingen de meetsensor zover mogelijk (maximale kabellengte) van de muur vandaan gezet (ca. 0.5 m) en op gelijke hoogte van de zwarte bol (ca. 1.5 m boven de grond). Verder is de meetsensor aan één zijde afgeschermd met isolatie om directe invloed van de zoninstraling uit te sluiten."*

[29, pag. 9]

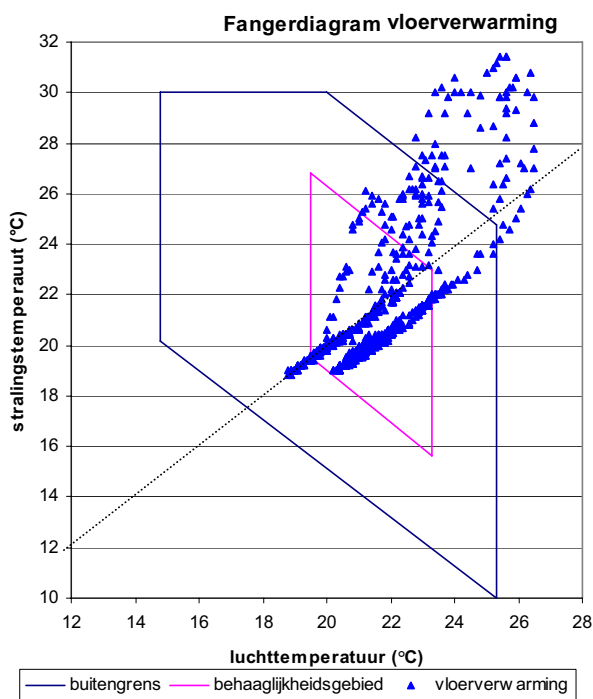
De zwarte bol bevatte een aanvullende temperatuursensor, aangebracht om de "stralingstemperatuur" en de kamer te meten. Het Fanger model maakte namelijk onderscheid tussen de "luchttemperatuur" en de "stralingstemperatuur". Het uitzetten van de gemeten luchttemperatuur tegen de gemeten stralingstemperatuur was één van de graadmeters voor "comfort". Figuur 4-7 laat één van de figuren zien die op deze manier tot stand kwam. Overigens plaatsten projectmedewerkers wel een kanttekening bij de meting van de stralingstemperatuur met de zwarte bol. Er was misschien sprake van een bias, omdat de bol voor een deel toch ook weer de luchttemperatuur meenam [29, pag. 9].

Op basis van de Fanger diagrammen trokken de technologen van het ECN de volgende conclusie:



*“De woning is tijdens de metingen met de drie verwarmingssystemen vooral te warm. De meetpunten vallen vaak buiten de rechtergrens van het behaaglijkheidsgebied. De belangrijkste oorzaak is de toegevoegde warmte in de woning door de zon wegens gemis van zonwering.” [29, pag. 20]*

Het was volgens de Fanger diagrammen veel te vaak warmer dan gewenst in de woning. In Fase A hadden simulaties nog het belang van zonwering voor “oververhitting” aangetoond (zie Paragraaf 3.3.3). Het modelmatig verkregen bewijs uit Fase A voor de invloed van zonwering had niet geleid tot het installeren van zonwering in het lab, in Fase B. De ingenieurs van het ECN kwamen door laboratoriummetingen nu opnieuw achter de wenselijkheid van deze voorziening.



**Figuur 4-7: Eén van de Fanger diagrammen met meetresultaten voor de comforttoestand in één van de Ecobuild woningen op het ECN terrein (overgenomen van [29, pag. 20]).**

De kleine driehoekjes zijn de meetwaarden van de “stralingstemperatuur” bij een bepaalde “luchttemperatuur” in de woonkamer op dat moment.

De middelste wybervormige figuur geeft aan wat het merendeel van een groep mensen als zeer behaaglijk zou ervaren. De buitenste wybervormige figuur is de grens waarop mensen een ruimte nog acceptabel zouden vinden.

### Het bewijzen van toegenomen gezondheid en verminderde overlast

De laboratoriumopstelling gaf niet alleen mogelijkheden om comfortaspecten te meten, maar ook gezondheidsaspecten en indicatoren van overlast in de woning. Vooral technologen van instituut OTB, één van de consortiumpartners, zouden zich daar mee bezig gaan houden, en wel als volgt:

*“De gezondheidsfactoren worden via metingen en opnamen vastgesteld. De meetresultaten worden vergeleken met voorspellingen die door middel van*

## HOOFDSTUK 4

*simulatiemodellen worden gedaan. Zo ontstaat een oordeel van het gezondheidsrisico voor het onderzochte deelconcept.*” [30, pag. 13]

Die simulaties en berekeningen waren weer gebaseerd op een classificatiesysteem, maar er was nog weinig ervaring met toepassing van dat beoordelingskader. Medewerkers van OTB zagen het laboratorium als kans om daar ervaring mee op te doen:

*“Bij wijze van proef zal vastgesteld worden, hoe de woning past in de Gezondheidsclassificatie van Woningen (GCW) volgens TNO en TUE.”* [30, pag. 11]

Het beoordelingskader van de gezondheidsclassificatie gaf diverse indicatoren die een gezondheidstoestand in een woning zichtbaar konden maken. Het ging om huismijt, schimmels, legionella, stof en emissies.

Een deel van hun waarnemingen en metingen kon meeliften op de laboratoriumpraktijk van het ECN. Het OTB kon de laboratoriumtoestand als een gegeven praktijk gaan bestuderen. Voor een inschatting van het “ongevalrisico” konden zij zich een oordeel vellen over de trap, de beglazing en mogelijk gevaarlijke bediening van dak- of klepramen. Daarnaast kon het OTB gebruik maken van meetinfrastructuur die het ECN in de testwoningen had aangebracht. Daardoor kon OTB beschikken over een jaar aan meetgegevens qua luchtvochtigheid en temperaturen. Bovendien konden technologen van het OTB gemakkelijk een aantal eigen elementen aan de meetopstelling toevoegen. Voor het meten van radon bijvoorbeeld plaatsten zij opvangbekers in de woning, die elf maanden konden blijven staan. Het radioactieve verval van radium liet lichtsporen na op het materiaal in die bekers, die technologen van het OTB weer konden aflezen. Verder kon OTB profiteren van het feit dat de woningen op het laboratorium blootgesteld waren aan invloeden die vanzelf optraden. In de woningen op het ECN terrein ontstonden spontaan schimmels, stof en bacteriën waar het OTB monsters van kon nemen. Bouwbedrijf Wilma kon ingeschakeld worden om met behulp van standaard decibelmeters de aanwezige geluidsniveaus van apparaten te bepalen. Dergelijke metingen grepen niet wezenlijk in op de toestand in de testwoningen, maar legden bepaalde gezondheid- en overlastindicatoren vast die *de facto* in de laboratoriumwoningen voor bleken te komen.

Voor een ander deel wilden de technologen van het OTB hun eigen proeven gaan doen. Bepaalde omstandigheden in de woningen wilden zij zelf aanbrengen om de invloed daarvan op een gezondheidsindicator te onderzoeken, in plaats van de gegeven toestand in de laboratoriumwoningen voor lief te nemen. Zij wilden diverse manieren van ventileren beproeven in de woningen, waaronder door “natuurlijk ventileren” (het raam openzetten) of juist door “mechanische afzuiging”. Voor elk scenario van ventileren werd CO<sub>2</sub> gemeten, als indicator van hoe lang het duurt voordat de lucht ververst is (de “ventilatievoud” genoemd). Verder konden technologen van het OTB met rookstokjes door de woning gaan om de luchtcirculatie in de diverse ruimtes te kunnen vastleggen. Voor die proeven moest het OTB tijdelijk beslag leggen op de testwoningen bij ECN. Die testen gingen moeilijk samen met testen die het ECN zelf gepland had. Om nauwkeurig te kunnen meten, moest OTB wel een “ruime hoeveelheid” CO<sub>2</sub> in de woning inspuiten.

In hun rapportage presenteerde het OTB hun activiteiten als twee soorten tests in één. De eerste manier van testen draaide om de vragen of er sprake was van overlast en om “vast te stellen hoe gezond de woningen zijn” [9, pag. 41]. In “verblijfsruimten” van de woning bleken geluidsniveaus tot 49 dB(A) voor te komen. De doelen qua geluidsniveau overdag en 's nachts werden in de testwoningen dus niet gehaald; de geïnstalleerde apparaten

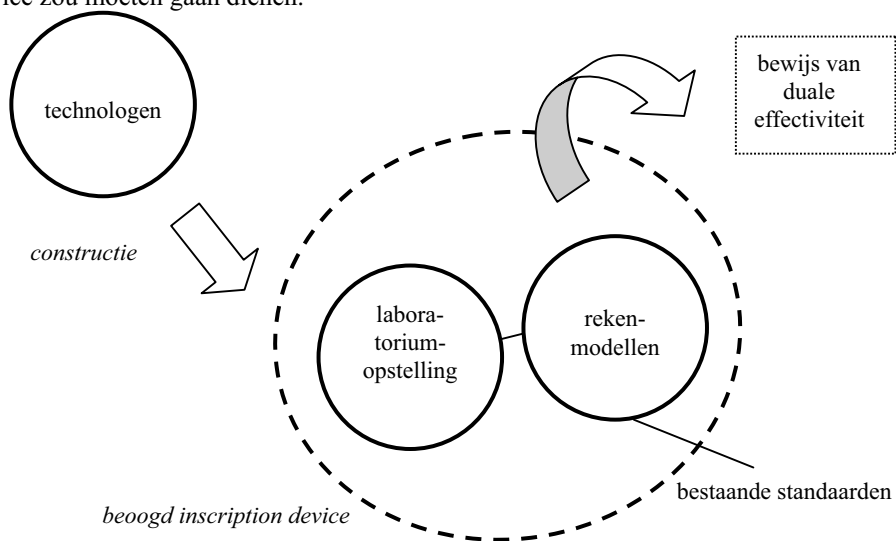
maakten te veel lawaai. De diverse waargenomen en gemeten indicatoren voor gezondheid werden ingeschaald volgens het systeem van Gezondheidsclassificatie van woningen (GCW). Een deel van de indicatoren voldeed wel aan GCW, maar een deel ook niet. Om toch een inschatting van de score van de Ecobuild woningen te krijgen voerde het OTB ook het Bouwbesluit, wetgeving voor nieuwbouwwoningen, op als beoordelingskader. Dat kader was veel minder strikt dan het GCW. Voor de meeste indicatoren scoorden de Ecobuild woningen in ieder geval beter dan de waardes die het Bouwbesluit voorschreef.

Het koppelen van hun metingen aan de GCW vormde tegelijkertijd een tweede manier van testen. GCW was vooral nog een theoretisch beoordelingskader, ontwikkeld door onderzoeksinstituut TNO en de Technische Universiteit Eindhoven. Diverse indicatoren bleken waar te nemen of te meten in de woning bij het ECN volgens het beoordelingskader, maar niet alle [9, pag. 14]. De laboratoriumwoningen bij het ECN hadden OTB de mogelijkheid gegeven te onderzoeken in hoeverre dat papieren classificatiesysteem eigenlijk meetbaar was in een “echte” woning.

### 4.3.3 Interpretatie vanuit de theorie

#### Het blackboxen van een laboratoriumnetwerk tot een inscription device

De activiteiten in het laboratorium bij het ECN voor Ecobuild kunnen geïnterpreteerd worden als een inzet van technologen om hun laboratoriumnetwerk onder controle te brengen, teneinde een inscription device te creëren waarmee duale effectiviteit afgebeeld kan worden. Daarvóór hadden de technologen in deze casus de belangrijkste actanten voor zo'n inscription device al samengebracht op het laboratoriumterrein: een naar de Energie Prestatie Norm geknede invulling van een eengezinswoning met gesimuleerde bewoners, uitgerust met een meetsysteem. Figuur 4-8 illustreert dit testnetwerk dat als inscription device zou moeten gaan dienen.



**Figuur 4-8: Beoogd inscription device voor het aantonen van duale effectiviteit op het laboratoriumterrein.**

## HOOFDSTUK 4

De empirie laat zien dat op het moment dat die samengebrachte actanten daadwerkelijk afbeeldingen van duale effectiviteit moeten gaan genereren technologen dit netwerk eerst verder moeten blackboxen. Alleen een netwerk dat functioneert als een geoliede machine kan claims van duale effectiviteit zichtbaar gaan maken. Als dit niet gebeurt, zijn meetsignalen niet zichtbaar ten opzichte van de ruis. Empirische voorbeelden waaruit dit verder blackboxen door technologen blijkt zijn het bijstellen van de zwarte bol die de stralingstemperatuur moet gaan meten, het aansporen van leveranciers om falende (onderdelen van) apparaten te vervangen en het (tijdelijk) vervangen van de buitendeur (en het aflakken van de schouw) om een “blower door test” uit te kunnen voeren. Bovendien is het meetplan voor Ecobuild als geheel ook zo opgezet. Metingen van parameters – vanuit Actor Network Theorie te interpreteren als *intermediate readings* door actoren die proberen een nieuw inscription device te construeren, zie Hoofdstuk 2 – moeten uiteindelijk gaan bijdragen aan een totaalbewijs van duale effectiviteit. Bij bewoonde woningen in een woonwijk kunnen dergelijke aanpassingen of tussentijdse metingen misschien op weerstand stuiten van bewoners of andere betrokkenen, maar achter de hekken van het ECN-terrein zijn die actoren niet aanwezig om te protesteren.

### Technologen *displaced* door het testnetwerk

Protesterende bewoners waren er niet in het lab, maar in deze casus bleken technologen wel te stuiten op andere onwillige actanten die met de gegeven middelen niet volledig onder controle waren te krijgen. Eén van de woningen blijkt niet luchtdicht genoeg te krijgen (volgens de norm van het Bouwbesluit) door gaten en kieren te dichten. Voor comfortmetingen blijkt de zwarte bol niet volledig onder controle; die mat misschien ook de luchttemperatuur terwijl die alleen de stralingstemperatuur behoorde te meten. Producenten en leveranciers blijken niet met de juiste milieukundige informatie te komen. We kunnen concluderen dat technologen van het ECN het gevaar liepen dat het inscription device dat *de facto* aan het ontstaan was in het lab de duale claims uit het project helemaal niet zou kunnen gaan aantonen.

Diverse acties die technologen uitvoerden om wel tot bewijzen voor duale effectiviteit te komen kunnen we interpreteren als een *displacement* van technologen door het testnetwerk dat zij eerst zelf geconstrueerd hadden. De technologen nemen bijvoorbeeld een andere positie in door door te accepteren dat bepaalde gangbare meetprocedures niet gehaald kunnen worden. Bij de “blower door test” nemen zij genoeg met minder meetpunten. Voor het jaarlijks energieverbruik schuiven zij op richting het meten voor slechts enkele maanden, in plaats van een heel jaar. Voor het verzamelen van milieugegevens accepteren de technologen dat zij zich uiteindelijk moeten beperken tot het *monitoren* van milieulast in het lab door stagiairs – het *bijsturen* van het ontwerp door daarvoor opgeleide milieukundigen valt af.

### Omkering van inscriptierichting: het construeren van nieuwe rekenstandaarden

De belangrijkste *displacement* van technologen in deze casus is dat het construeren van nieuwe rekenstandaarden een belangrijk neveldoel wordt. De gecreëerde laboratoriumopstelling geeft technologen de kans om bestaande software, rekennormen en classificatiesystemen ter discussie te stellen, door zelf met een alternatief te komen. Dat alternatief komt tot stand door de gecreëerde laboratoriumwerkelijkheid als ijkpunt te nemen. Berekeningen en inschattingen die onderdeel uitmaken van een nieuwe standaard,

die nog in ontwikkeling is, worden “gevalideerd”, “geverifieerd” oftewel “geijkt” door ze te vergelijken met gemeten variabelen. Ijking van nieuwe standaarden aan de laboratoriumwerkelijkheid wordt als het argument gebruikt om eerdere rekenstandaarden te vervangen.

In het project zijn nieuwe rekenstandaarden noodzakelijk om ruimte te creëren voor het eigen ontwerp. We kunnen stellen dat bestaande standaarden een script bevatten dat technologische innovatie tegenwerkt, wat technologen moeten zien te overwinnen. Het aantonen van effectiviteit van de nieuwe technologie loopt tegen de grenzen van oude beoordelingskaders aan, waardoor duale effectiviteit minder goed registreerbaar wordt. De gecreëerde materialiteit op het laboratoriumterrein wordt voor technologen een bondgenoot om de scripts uit de oude standaarden te verslaan.

Nieuwe rekenstandaarden zijn nodig voor het eigen project, maar andere actoren die zich ook richten op technisch ontwerpen voor woningen zitten in een vergelijkbare situatie. Vanwege haar testwoningen kan het ECN zich daarom opwerpen als *obligatory point of passage* voor de wereld van duurzaam bouwen. Het ECN is één van de weinige plaatsen in Nederland waar dergelijke metingen kunnen worden uitgevoerd en medewerkers ook expertise qua simulaties in huis hebben. Andere actoren die hun eigen rekenstandaard meer overtuigingskracht willen meegeven kunnen dit doen door dat model te ijken aan de laboratoriumwerkelijkheid bij het ECN. Als mobiel inscription device kan een gevalideerd model vervolgens eenvoudig teruggehaald worden naar de eigen ontwerpomgeving van die actoren.

Het construeren van nieuwe standaarden op het ECN-terrein kunnen we formuleren als een *omkering van de inscriptierichting*. Duale effecten die *de facto* geregistreerd worden op het laboratoriumterrein worden als min of meer objectief vertrekpunt geregistreerd; dit wordt als beeld terug ingeschreven in software en papier die bestaande rekenstandaarden en beoordelingskaders zouden moeten gaan vervangen.

Voor wat betreft het Ecobuild project lukt het omkeren van de inscriptierichting ten dele. Het valideren van het eigen model voor energiebesparing (bij een bepaald comfortniveau) lukt. Dat TRNSYS model moet als geloofwaardige rekenstandaard gaan gelden om energiebesparing voor een technisch ontwerp aan te tonen, bij gegeven comfortparameters. Energie- en comfortparameters kunnen in de laboratoriumopstelling goed vastgesteld worden, waardoor valideren mogelijk wordt. Voor de indicatoren van het Gezondheids Classificatie Systeem gaat dit moeizamer. Niet alle indicatoren uit dat systeem blijken waar te nemen of te meten in het lab.

Het omkeren van de inscriptierichting is zelfs onmogelijk voor het rekenmodel dat een “levenscyclus” van een woning in kaart brengt. De milieukundigen in het project willen hun model voor een levenscyclusanalyse krachtiger maken, maar de eindeffecten die dit model aantoonst (zoals emissies en giften over een periode van tientallen jaren) zijn niet registreerbaar binnen de randvoorwaarden van het project. Binnen de logica van een levenscyclus lijkt daarvoor een oplossing voorhanden, maar die oplossing helpt de milieukundigen niet veel verder. Bij een levenscyclusanalyse is het materiaalgebruik gedefinieerd als de relevante indicator voor milieueffecten op de langere termijn. Binnen de kaders van het Ecobuild project biedt deze terugvertaling van de toekomst naar het heden echter onvoldoende aanknopingspunten. Dat materiaalgebruik in de Ecobuild woningen

## HOOFDSTUK 4

blijkt namelijk moeilijk vast te stellen. De milieukundigen zijn daarvoor sterk afhankelijk van de leveranciers van de gebruikte producten en installaties. Wat dit aspect betreft lijken de milieukundigen gevangen in een kip-ei probleem. Zij willen producenten ertoe bewegen om de benodigde “milieuinformatie” te verstrekken die hun model kan verbeteren, maar zelf hebben zij nog geen krachtig milieumodel in handen dat die producenten daartoe kan aansporen. Mobilisatie van een externe standaard die als gezaghebbende steunpilaar onder dit rekenmodel kan dienen (zoals het terugvallen op de EPN voor het aantonen energiebesparing) is evenmin mogelijk want zo’n standaard is op dat moment niet voorhanden voor de levenscyclus. Geconfronteerd met de gegeven situatie kiezen de milieukundigen (noodgedwongen) een bescheidener insteek waarin producenten en leveranciers eerst aan zet zijn om hun milieuwensen kenbaar te maken, in plaats van andersom.

### Representatie van eindgebruikers

In deze casus wordt de gebruikersrepresentatie aangepast ten behoeve van de meetbaarheid in het laboratorium. Voor bepaling van het “wooncomfort” voor eindgebruikers moet het meten in alleen de woonkamer volstaan. Het mobiliseren van voldoende apparatuur om in de complete woning te testen wordt onder andere beperkt doordat bepaalde luchtbevochtigers verboden zijn. Om zich hieruit te redden passen de technologen de comfortvoorkeuren van bewoners (noodgedwongen) aan: preferenties voor de woonkamer worden als representatief gehouden voor comfortvoorkeuren in de hele woning. Voor andere metingen, te weten ventilatiemetingen, is het nodig om het aantal zogenaamde bewoners te vergroten (meer CO<sub>2</sub> in te spuiten). Met andere woorden, de representatie van gebruikers is hier een afgeleide van de gerealiseerde testsituatie in plaats van andersom.

In dit hoofdstuk blijkt opnieuw dat het duale bewijs dat technologen weten te produceren sterk afhangt van de manier waarop eindgebruikers gerepresenteerd worden in een testnetwerk. In Hoofdstuk 3 kwam dit al aan bod in kwalitatieve zin (zie Paragraaf 3.3.1 en 3.3.4). In de casus voor dit hoofdstuk vinden we een voorbeeld waarin technologen zélf een kwantitatief verband leggen. Voor het eigen TRNSYS model, gevalideerd aan de laboratoriumopstelling, is een zware gebruikersklasse qua warmwatergebruik gemodelleerd. Dit werkt door in het getal voor energiebesparing dat uiteindelijk bepaald wordt (de GPC). De bestaande EPN berekening levert een ander resultaat (de EPC) omdat die berekening uit gaat van een lichtere “gebruikersklasse” – aldus het rapport.

Welke verklaring is er voor het gegeven dat technologen in deze casus een andere “gebruikersklasse” opvoeren in hun eigen model? Waarschijnlijk heeft dit te maken met het gegeven dat een “zonneboiler” deel uitmaakte van het geteste energieconcept. Te claimen energiewinst voor zo’n boiler, in verhouding tot andere apparaten, neemt toe bij een aanzienlijke warmtevraag (zie ook Paragraaf 3.3.1). Als technologen niet zouden onderkennen dat mensen in de praktijk, gemiddeld genomen, meer water gebruiken, dan blijft bepaalde energiewinst voor deze zonneboiler misschien onzichtbaar. Bij het testen met weinig waterverbruik kijkt zo’n boiler werkeloos toe.

Uiteindelijk werkt die ratio de technologen alsnog tegen. Het aannemen van een zwaardere gebruikersklasse blijkt zo sterk door te werken op het energieconcept als geheel dat de eventuele winst door de individuele zonneboiler daarbij in het niet valt. Voor de energiewinst van het energieconcept als geheel pakt de GPC daardoor alsnog ongunstiger uit dan de EPC die de technologen nu juist wilden verlaten.

Met het produceren van nieuwe rekenstandaarden als belangrijk neven doel wordt de zware simplificatie van eindgebruikers in parameters verder verankerd. Een streven naar het valideren van rekenmodellen in het laboratorium maakt het namelijk nog belangrijker om eindgebruikers van technologische objecten in parameters te blijven uitdrukken. Met geparametriseerde gebruikers kunnen technologen de inscriptierichting gemakkelijker omkeren van metingen naar simuleren – en weer terug. Ten behoeve van de meetbaarheid blijken de parameters van deze *user as everybody* soms te worden verschoven, maar mogelijke verschillen tussen meerdere gebruikers, of veranderend dan wel lerend gedrag van individuele gebruikers, wordt bij dit heen-en-weer schuiven niet onderkend. Hierdoor maken technologen zichzelf machtiger in het produceren van bewijs voor duale effectiviteit; eindgebruikers kunnen alleen maar minder van zich doen spreken.

### Testverantwoordelijkheid

Uiteindelijk blijken technologen in deze casus de testverantwoordelijkheid deels buiten de uitgevoerde testpraktijk te leggen. In hun rapporten worden oude rekenstandaarden naast nieuw te ontwikkelen standaarden gemobiliseerd. Uitkomsten van het TRNSYS model worden naast uitkomsten van de berekening voor de eerdere Energie Prestatie Norm gepresenteerd. Uitkomsten volgens het Gezondheids Classificatie Systeem staan naast uitkomsten volgens het eerdere Bouwbesluit. Het oude beoordelingskader blijft nodig als gezaghebbende steunpilaar onder het nieuwe testresultaat. In feite is het aan de lezer van dergelijke rapporten om te besluiten wat hij of zij een geloofwaardige beoordeling van duale effectiviteit vindt. Via hun testrapportages leggen technologen daarmee de testverantwoordelijkheid voor de nieuwe technologie bij hun publiek.

Voor wat betreft comfortaspecten, op basis van Fanger, gebeurde dit niet. Een verklaring daarvoor is dat technologen de mogelijkheid hadden om testresultaten *onderling* te vergelijken, waardoor zij sowieso minder afhankelijk waren van een externe standaard. Resultaten werden vergeleken *tussen* testwoningen op het ECN-terrein. De ene testwoning vormde de referentie voor de ander. Zo'n onderlinge vergelijking maakt het ter discussie stellen van de externe standaard, in dit geval de beoordeling volgens Fanger, minder noodzakelijk. De onderlinge vergelijking maakt het bedoelde effect (comfort) al snel zichtbaar, wat grotendeels los staat van de externe beoordelingsbril waarmee naar elke woning afzonderlijk gekeken wordt.

## 4.4 Presentatie van bewijs van duale effectiviteit

### 4.4.1 Ecobuild rapportage over testen voor nieuwbouw

Voor haar verslaglegging over Fase B richting sponsor Senter [21] presenteerde het consortium de laboratoriumresultaten op een wat andere manier dan in de eerdere, meer technisch georiënteerde rapporten. Senter was de uitvoerder van het Besluit Technologische Samenwerking (BTS), waaruit Fase B deels gefinancierd was. Dat subsidieprogramma was opgericht om samenwerking tussen diverse partijen aan te moedigen. In het verslag keek het consortium daarom niet alleen terug op de belangrijkste projectdoelen voor duurzame woningen, maar evalueerde het ook het proces van samenwerking tussen consortiumpartners tijdens het project. Het rapport behandelde het al dan niet behalen van

## HOOFDSTUK 4

bepaalde projectdoelen vooral in het licht van die samenwerking. De bredere milieuprestatie van Ecobuild huizen had het consortium niet naar tevredenheid kunnen aantonen in het lab, wat als volgt werd uitgelegd:

*“Het is uiteindelijk niet gelukt om de integrale milieuprestatie van de testwoningen te bepalen. Dit is vooral te wijten aan de veranderingen in de samenstelling van het consortium in de loop van de tijd. Het meewerken aan het verzamelen van gegevens voor de milieuanalyse kende een lage prioriteit in de toeleverende bedrijven in het consortium. De effectbepalingen zullen in de vervolgfase een grofmaziger karakter hebben.”* [21, pag. 15]

Het rapport concludeerde dat de samenwerking qua sfeer in het project “positief” was, maar dat er minder sprake was van een *integraal* energieconcept dan vooraf bedoeld was:

*“Partijen hebben teveel als toeleverancier gefungeerd en weinig initiatief getoond waardoor de testwoningen te veel een optelling zijn geworden van afzonderlijke componenten.”* [21, pag. 13]

Ook zou het project vertraging hebben opgelopen door het gebrek aan initiatief van partijen, naast het “opschuiven van installatiekeuzes” [21, pag. 14].

Waar projectdoelen voor duurzame huizen niet gehaald waren, daar speculeerde het rapport over mogelijke verbeteringen. De overheid zou zich minder coulant op moeten gaan stellen voor nieuwbouw (door de Energie Prestatie Norm aan te scherpen), anders zouden duurzame energieconcepten weinig kans hebben. Het consortium voerde op dat een te ruime norm voor één van de consortiumpartners een reden was geweest om de samenwerking op te zeggen voor het vervolgproject (bij het ECN bekend als Ecobuild II):

*“[Er] kwam een signaal van de overheid dat negatief kon worden uitgelegd voor energiebesparingsprojecten en daarmee het commerciële belang van onderzoek hiernaar ter discussie stelde. Het niet verder verlagen van de [Energie Prestatie Norm] van 1,0 naar 0,8 was voor BAM Wilma [, het bouwbedrijf in het consortium, ] een signaal van de overheid en een belangrijke reden om [uit het consortium te stappen en] haar inzet te verleggen naar andere activiteiten.”* [21, pag. 3]

Een andere voorgestelde verbetering was dat fabrikanten apparaten zoals een ventilatiesysteem geluidsarmer zouden maken [21, pag. 10]. In het lab was namelijk gebleken dat bepaalde apparaten nogal wat geluid konden produceren. Ook pleitte het consortium voor veranderingen in het Bouwbesluit (de voorgeschreven regels voor nieuwbouwwoningen) voor acceptabele geluidsniveaus:

*“In het Bouwbesluit is de geluidsproductie van installaties binnen de eigen woning niet geregeld. De regelgever is er van uit gegaan dat geluidhinder binnen de eigen woning door de bewoners zelf wordt opgelost (. . .) Naar verwachting zijn de geluidsniveaus dermate hoog dat bewoners zullen gaan ingrijpen met alle gezondheidsrisico's van dien.”* [21, pag. 10]

Het Bouwbesluit zou ook aangepast moeten worden met betrekking tot milieuregels. Dit leek reëel, omdat:



*“er vanuit de overheid (...) vaart gezet [is] achter het voornemen om de milieuprestatie van materialen mee te nemen in het bouwbesluit.” [21, pag. 12]*

Voor de toekomst stelde het consortium voor om niet langer zelf een beoordelingskader voor milieu op te stellen (het idee van een zelf te ontwikkelen levenscyclusanalyse), maar van het Bouwbesluit uit te gaan.

In eerdere rapporten en richting haar sponsor gaf het consortium aan eigenlijk geen goed oordeel uit te kunnen spreken over de milieuwinst met energieconcepten die werkelijk behaald was op het laboratoriumterrein bij het ECN. Op onderdelen van energieconcepten had het consortium uitspraken kunnen doen [21, pag. 12], maar dat gold niet voor de woningen als geheel. Zo lieten het ECN-rapport over Fase B van het Ecobuild project (ondertussen hernoemd tot Ecobuild Fase I) [31] en een artikel in een vakblad [32] resultaten voor de gehele milieuprestatie bewust achterwege, omdat “onvoldoende gegevens beschikbaar bleken” [31, pag. 26].

Voor een ander publiek wilde het ECN de aandacht voor milieuaspecten bij energieconcepten wel voor het voetlicht brengen, zij het in een andere vorm. Architecten waren hiervoor de doelgroep. Zij werden bediend met een bijdrage aan een zogenaamd “Variantenboek Milieuprestatie Vormgeven” [33], waarin op hoofdlijnen milieuresultaten werden gegeven voor één van de Ecobuild woningen. Dit boek was samengesteld door, onder andere, de Stichting Bouwresearch (SBR). SBR was de partij die Eco-Quantum uitgaf, de software die ook in het consortium gebruikt was voor het uitvoeren van een levenscyclusanalyse (zie ook Hoofdstuk 3). Voor het boek had SBR de wat ingewikkelde “research” versie van Eco-Quantum vereenvoudigd. Dit moest de invoer van gebouwgegevens en installaties gemakkelijker maken. Bij het boek zat een Cd-rom met de nieuwste versie van Eco-Quantum. Op die manier zouden architecten gemakkelijk met Eco-Quantum moeten gaan werken.

Het rekenmodel voor de levensanalyse kreeg via het uitdelen van een aangepast Eco-Quantum dus een andere rol. De inzet van Eco-Quantum was nu vooral bedoeld om architecten bewust te maken van mogelijkheden om rekening te houden met het milieu in hun ontwerp. Het zou een middel kunnen worden in de communicatie tussen verschillende partijen. Ook de bruikbaarheid van het model werd belangrijker. Voor deze nieuwe functie van de software waren de resultaten van een milieuprestatie voor een woning op het laboratoriumterrein van het ECN “valide” genoeg. Zij konden dienen ter illustratie van de mogelijkheden om de milieuprestatie van nieuwbouwwoningen te verbeteren. Het ging er niet om een milieuprestatie heel precies vast te leggen. Het ging er om architecten alert te maken op milieuaspecten.

Op deze manier kwamen architecten opnieuw in beeld. In een veel eerder stadium van het Ecobuild project was de rol van de architecten reeds onderkend (zie Paragraaf 3.1.1). Gedurende Fase A en B van het Ecobuild project waren architecten niet betrokken voor milieuontwerp, maar nu kwamen technologen van het ECN toch weer bij hen uit.

Voor nieuwbouw hadden uitspraken over de algehele milieuprestatie de eindrapporten van Ecobuild niet gehaald. Qua beoordeling van milieueffectiviteit vond optimalisatie van Ecobuild concepten dus (min of meer noodgedwongen) alleen plaats op energiebesparing, niet langer gecombineerd met optimalisatie voor verminderd gebruik van schadelijke materialen. De oorspronkelijke go/no-go beslissingen qua integrale duurzaamheid voor

Ecobuild (zie Paragraaf 3.1) werden alsnog verlaten om met het vervolgproject Ecobuild II te kunnen doorgaan, om een “nulenergiewoning” na te streven.

### 4.4.2 Rapportage afgesplitste testen voor bestaande bouw

In dit hoofdstuk stonden Ecobuild-activiteiten centraal zoals die op het laboratoriumterrein bij het ECN plaatsvonden. Die activiteiten richtten zich op energieconcepten voor de nieuwbouw. Al die tijd hadden ontwikkelingen voor bestaande bouw echter niet stilgestaan. Eén van de partijen uit het Ecobuild consortium, het onderzoeksinstituut OTB van de TU-Delft, was ondertussen zelf doorgegaan met dat aandachtsgebied, buiten Ecobuild om. OTB publiceerde uiteindelijk zelfstandig het rapport “*Duurzaam ingrijpen in de woningvoorraad. De milieueffecten gekwantificeerd*” [2]. Met behulp van Eco-Quantum, de software voor het uitvoeren van levenscyclusanalyses, concludeerde OTB dat het toepassen van energieconcepten in bestaande bouw tot meer milieuwinst kon leiden dan het slopen van die gebouwen en vervolgens opnieuw bouwen.

OTB had hiermee het oorspronkelijke beoordelingskader voor energieconcepten in de bestaande bouw verlaten. In Fase A van het Ecobuild project waren de energieconcepten voor bestaande bouw nog afgezet tegen een “normale” renovatie-ingreep (zie Paragraaf 3.2.1). Eco-Quantum kon toen echter niet goed aantonen wat de meerwaarde van een Ecobuild-concept voor bestaande bouw was. Door energieconcepten voor bestaande bouw in een ander licht te zetten werd het minder belangrijk hoe goed Eco-Quantum functioneerde. OTB vergeleek haar energieconcepten voor bestaande bouw niet langer met een gangbare renovatie-ingreep, maar met het slopen en opnieuw opbouwen van een gebouw. Dat leverde een groter contrast. Een claim voor milieuwinst-met-een-energieconcept-voor-bestaande-bouw bleef daarmee gemakkelijker overeind, ook met een imperfect (maar in de optiek van OTB ondertussen wel verbeterd) Eco-Quantum.

### 4.4.3 Interpretatie vanuit de theorie

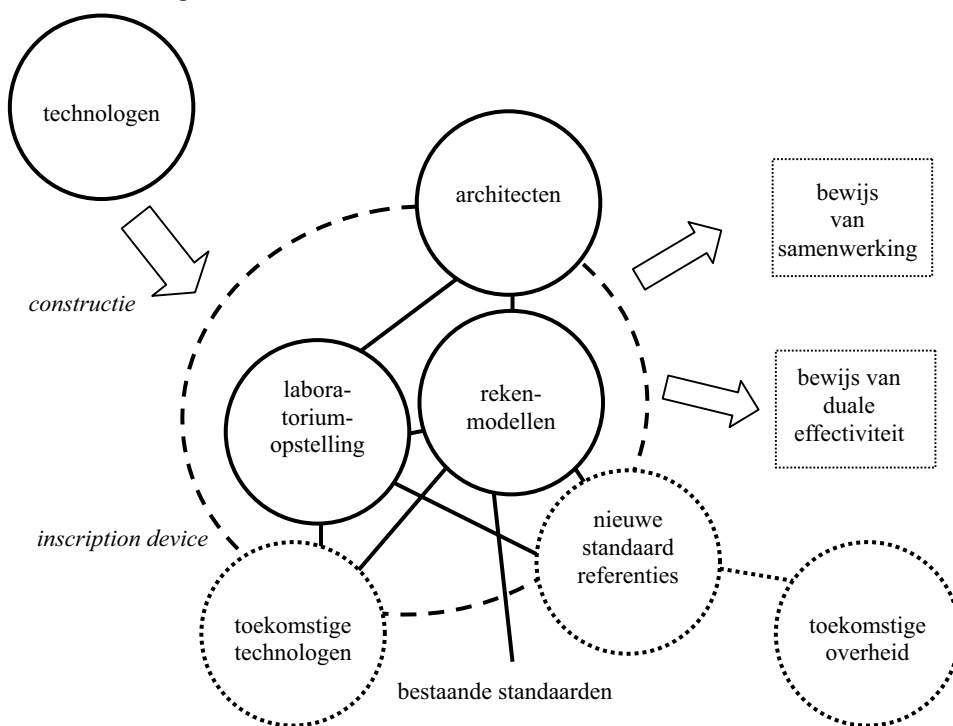
De manier waarop technologen van het Ecobuild laboratoriumbewijs presenteerden aan de buitenwereld is te interpreteren als een translatie van hun eerdere inscription device. Die translatie behelst twee aspecten: het opvoeren van een nieuw soort bewijs (een bewijs van samenwerking) en het alvast incorporeren van actanten die in het laboratorium nog niet tot het inscription device behoren. Deze translatie van het inscription device door technologen vind niet in de materieel vormgegeven meetopstelling op het terrein van het ECN plaats, maar op papier, te weten in de documenten die technologen prepareren voor hun sponsor en een nieuw aangeboorde doelgroep: architecten. Figuur 4-9 illustreert deze interpretatie.

De figuur illustreert dat dit inscription device een veel gedistribueerder karakter heeft. Er zijn meer actanten nodig om de genoemde milieu- en gebruikerseffecten te kunnen aantonen. Het gaat om een nieuwe generatie standaarden (EPN, Bouwbesluit) die de overheid in het leven moet gaan roepen, architecten die levenscyclusanalyses op zullen moeten pakken en een nieuwe generatie technologen die betere apparaten zal moeten gaan ontwerpen. Voorlopig gaat het nog om een fictieve betrokkenheid van die actanten bij energieconcepten voor duurzame huizen. De testverantwoordelijkheid op duale effectiviteit is veel meer verspreid.

De grotere spreiding van testverantwoordelijkheden is opvallend als we het bewijs van samenwerking in ogenschouw nemen. In het project zélf was die samenwerking, naar het oordeel van de betrokkenen zelf, beperkt succesvol. Tegelijkertijd is samenwerking een

noodzakelijke voorwaarde om de technologie in de toekomst op al de genoemd aspecten te kunnen beoordelen.

De milieuclaim van een betere algehele milieuprestatie volgens de “levenscyclus” dreigt ontestbaar te blijven in dit toekomstbeeld. Op het laboratoriumterrein moest die claim afgevoerd worden als ontestbaar. In de nieuwe situatie worden architecten en de overheid daarvoor in feite aangewezen als testverantwoordelijken. Voor architecten wordt erbij vermeld dat het milieu-model eigenlijk nog niet af is en alleen als richtlijn dient. Daarmee wordt de milieuverantwoordelijkheid voor een groot deel neergelegd bij de architect die deze “tool” gebruikt. Het model beoordeelt niet; dat moet de gebruiker van het model gaan doen. Ook wordt de overheid genoemd, die milieuvoorschriften zou kunnen opnemen in het Bouwbesluit. Mogelijk is die overheid echter even beperkt in het verzamelen van de “milieuinformatie” bij fabrikanten wat nodig zou zijn om een geloofwaardige milieubeoordeling te formuleren.



**Figuur 4-9: Getranslateerd inscription device bij presentatie van laboratoriumbewijs.**

Een alternatieve manier om het voorgaande te verwoorden is dat de technologen uit het Ecobuild project de problematisering uiteindelijk blijken te veranderen. Oorspronkelijk zetten zij zichzelf vooraan in de *geography of obligatory points of passage*. De maatschappij moest *eerst* langs ECN cs. om duaal effectieve woningen te verkrijgen. Nu plaatsten zij andere actoren vooraan en schuiven zelf verder naar achter in de keten.

De activiteiten van het OTB voor bestaande bouw kunnen als volgt geïnterpreteerd worden. Het OTB blijkt te zijn opgeschoven om milieueffectiviteit van energieconcepten beter zichtbaar te maken. Door een minder concurrerende referentiesituatie in te bouwen in een milieumodel kunnen technologen dat model krachtiger voor zich laten spreken. Zowel met laboratoriumexperimenten – de technologen van het ECN pasten een vergelijkbare strategie toe, zie Paragraaf 4.3.3 – als zonder laboratoriumexperimenten blijken technologen referentiesituaties dus te verschuiven om milieueffectiviteit aan te kunnen tonen.

### 4.5 Conclusies

Voor de testen in de geanalyseerde casus moeten technologen menselijke en niet-menselijke actanten verplaatsen naar het laboratoriumterrein. Er zijn *displacements* nodig van actanten die tesamen een testnetwerk gaan vormen.

Technologen mobiliseren deze belofte van verplaatsingen naar het laboratoriumterrein door het inlijven van een overheidsinstantie die tot doel heeft om “samenwerking” in een technisch project te faciliteren. Voor het verplaatsen van de diverse actanten naar het laboratoriumterrein die nodig zijn om te testen moeten diverse actoren wel samen gaan werken, anders komt het benodigde testnetwerk er niet. Met deze belofte van samenwerking vervangen de technologen de eerdere financier, te weten een andere overheidsinstantie die niet langer gelooft in het innovatieve karakter van de technologie-ontwikkeling.

Het inlijven van deze nieuwe overheidsinstantie wordt vereenvoudigd doordat milieueffectiviteit geen streng beoordelingscriterium is. Hierdoor kunnen de technologen vergrote, nog ongetoetste milieubeloftes mobiliseren (een woning die nog milieueffectiever is: de nul-energiewoning) waarvoor zij grotere marktkansen schetsen onder verwacht strengere milieubeleid.

Deze aanscherping van de milieudoelstelling maakt dat technologen duale effectiviteit *symmetrischer* willen gaan behandelen. In woningen die nog milieueffectiever zijn is eerder sprake van antiprogramma's door eindgebruikers, zo is het idee. De technologen gaan nadrukkelijker voor de gebruiker spreken; het registreren van gebruikerseffecten (het gaat vooral om “zomercomfort” in de woning) wordt belangrijker.

Testen op het laboratoriumterrein gaat gepaard met een verandering van representaties: representaties vallen af maar worden ook toegevoegd. Representaties vallen af wanneer het verplaatsen van actanten naar het laboratoriumterrein, die tesamen werkelijke gebruiksomgevingen representeren, te hoge representatiekosten met zich meebrengt. Voor de “bestaande bouw” – daarvoor was de grootste milieuwinst geclaimd – is dat het geval. Praktisch gezien zou het te veel tijd, geld en inzet vragen om “bestaande bouw” letterlijk op het laboratoriumterrein te realiseren of geloofwaardig na te bootsen. Alleen nieuwbouw is vertegenwoordigd. De representatiekosten zijn ook te hoog voor de eindgebruiker als consument. Het geclaimde financiële voordeel voor bewoners is afhankelijk van toekomstige milieuboetes door de overheid, maar dat aspect hebben de technologen niet onder controle zodat het (voorlopig) niet loont om daar op te gaan testen. Gebruikersrepresentaties worden toegevoegd vanwege nieuwe testmogelijkheden die partners in het project zien ontstaan (gezondheidsaspecten en overlast in de woning).

Het testen zélf verdraagt zich slecht met echte bewoners. Opnieuw (net als in Hoofdstuk 3) is er sprake van een testparadox. Om betekenisvolle resultaten met betrekking tot duale effectiviteit te produceren moeten de technologen in hun *inscription device* rekenstandaarden mobiliseren die hun uitkomsten betekenisloos maken voor de latere gebruikspraktijk met echte gebruikers. De paradox die voor rekenmodellen geldt (vergelijk Hoofdstuk 3) gaat ook op voor de laboratoriumopstelling. Zware simplificatie van gebruikers is nodig om te kunnen meten, terwijl gebruikers in werkelijkheid divers gedrag vertonen. De laboratoriumopstelling in deze casus is vooral een middel om nieuwe rekenstandaarden te creëren. Omwille van de vergelijkbaarheid blijft het wenselijk om gebruikersgedrag als gestandaardiseerde “input” te nemen voor dit inscription device. Bovendien reikt de lange arm van de overheid tot op het laboratoriumterrein: wonen is niet toegestaan. Dit leidt tot delegatie van bewonersgedrag aan apparaten die de technologen met standaardgedrag programmeren. Ook op het laboratoriumterrein krijgt het testen op antiprogramma’s van eindgebruikers van technologie daarom geen kans in deze casus.

Het aantonen van duale effectiviteit met een laboratoriumopstelling blijkt een moeizaam proces. Protesterende eindgebruikers ontbreken weliswaar, maar de laboratoriumopstelling is niet in staat om zelfstandig te functioneren als *inscription device* dat duale effectiviteit van het technisch ontwerp weet aan te tonen. Als oplossing hiervoor haken de technologen meerdere rekenmodellen aan die de meetruis van versturende actanten (vooral “het weer”) reduceren en metingen kunnen abstraheren tot registraties met statistische geldigheid. “Validatie” van rekenmodellen aan de materiële laboratoriumwerkelijkheid wordt een doelstelling op zich, waarmee eindgebruikers van technologie alleen maar verder gereïficeerd worden in gestandaardiseerde parameters. Voor verbeteren van een model voor een “levenscyclus” is zo’n validatieproces echter onmogelijk; praktisch gezien is tientallen jaren gebruik simuleren en het meten van een breed scala aan milieueffecten niet haalbaar. Technologen moeten zich voor dit rekenmodel wenden tot fabrikanten om “milieuinformatie” over materiaalgebruik te verstrekken. Wanneer die fabrikanten niet blijken mee te werken, moet deze milieuclaim als ontestbaar worden afgevoerd.

In de presentatie van laboratoriumbewijs schetsen de technologen een hernieuwde problematisering waarin andere actanten eerst aan zet zijn. De testverantwoordelijkheid voor de ontestbaar gebleken milieuclaim van een betere levenscyclus dragen zij daarin over. Andere actanten (fabrikanten, nieuwe overheidsnormen en architecten) moeten zelf maar een oordeel uit gaan spreken of een bepaald ontwerp milieueffectief is qua materiaalgebruik over het leven van een technisch ontwerp.

Samengevat kunnen we concluderen dat rekenmodellen cruciaal zijn om “meetruis” die wordt veroorzaakt door betrokken actanten op het laboratoriumterrein te reduceren zodat duale effectiviteit registreerbaar wordt. Door rekenmodellen te “valideren” aan de gecreëerde materiële laboratoriumwerkelijkheid nemen die rekenmodellen bovendien toe in belang, waardoor de verregaande simplificatie van eindgebruikers (zie Hoofdstuk 3) op het laboratoriumterrein alleen maar verstevigd wordt. Desondanks blijft een ontestbare milieuclaim over waarvoor de technologen de testverantwoordelijkheid uiteindelijk overdragen aan andere actanten: fabrikanten, overheidsnormen en architecten.

In het volgende hoofdstuk staat een demonstratiewoning voor een andere technologie, domotica, centraal. Domotica is een ander woord voor huisautomatisering. Die

demonstratiewoning is tegelijkertijd gerealiseerd met de testwoningen voor Ecobuild, op het ECN-terrein. De vraag voor dat hoofdstuk is hoe technologen duale effectiviteit die zij claimen voor domotica kunnen waarmaken met deze demonstratiewoning.

### Bronnen

- [1] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), “Duurzaam bouwen van eensgezinswoningen , Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept”, Delft University Press
- [2] Klunder, G. en Blaauw, K. (2004), “Duurzaam ingrijpen in de woningvoorraad. De milieueffecten gekwantificeerd”, Delft University Press, 2004
- [3] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), “Duurzaam renoveren van naoorlogse portiekwoningen, Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept”, Delft University Press
- [4] Anoniem (2000), Aanvraag Besluit Technologische Samenwerking (BTS), Bijlage A: Projectplan Ecobuild research, maart 2000
- [5] Anoniem (2000), Verslag vergadering realisatie Ecobuild testwoningen, 9 maart 2000
- [6] Anoniem (1999), Projectplan Ecobuild, Bijlage I bij adviesaanvraag EET vijfde tender, juli 1999
- [7] Anoniem (1997), Besluit subsidies bedrijfsgerichte technologische samenwerkingsprojecten 10 december 1996, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 1996:638
- [8] Hasselaar, E. (1998), Notitie over bespreken frustraties ten aanzien van positie binnen Ecobuild, 26 november 1998
- [9] Hasselaar, E. (2002), “Rapportage gezondheidsaspecten testwoningen project Ecobuild Research”, Onderzoeksinstituut OTB, Delft, oktober 2002
- [10] Hasselaar, E. (2001), “Hoe gezond is de Nederlandse woning?”, DUP Science, Delft
- [11] Koene, F.G.H. en Van Helden, W.G.J. (2001), “Meetprogramma Ecobuild: wat willen we leren, waarom en hoe”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-I-01-002, februari 2001
- [12] Zondag, H., Schuitema, R., Ottenbros, M. Römer, J. (2003), “Energiebesparing door domoticageregelde ventilatie in de ICT-woning”, eindrapport, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-CX-03-083.
- [13] Schuitema, R. en Bakker, E.J., “Ecobuild meetverslag, Infiltratiemetingen van de Ecobuild Woningen en de ICT Woning”, Maart 2002, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
- [14] Römer, J.C. et al. (2002), “Vergelijking tussen numerieke gebouwsimulatie en experimentele gegevens op woningniveau”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-C-02-091, november 2002
- [15] Bakker, E.J., “Energieprestatie woning B”, Ecobuild meetverslag, januari 2003
- [16] Lafleur, M. (1998), Notitie Ecobuild Milieu, 13 augustus 1998
- [17] Lafleur, M. (1998), “Voorstel aanpak milieu-onderzoek in de fasen B en C van het Ecobuild project”, intern document digitaal archief Energieonderzoek Centrum Nederland, 30 oktober 1998
- [18] Lafleur, M. (1998), “Opzet milieukundig onderzoek nieuwbouw”, intern document digitaal archief Energieonderzoek Centrum Nederland, 29 oktober 1998
- [19] Geanonimiseerd (1998), Email medewerker OTB aan medewerker ECN, 4 november 1998
- [20] Anoniem (onbekend), “Voorstel voor een aanpak van het milieukundig onderzoek in

- de fasen B en C van het project Ecobuild”, intern document digitaal archief Energieonderzoek Centrum Nederland
- [21] Anoniem (2002), Evaluatie Eobuild Research Fase 1, Projectnummer: BTS/2000/46, 27 oktober 2002
- [22] Elswijk, M. (2006), Interview M. Elswijk, milieudeskundige Energieonderzoek Centrum Nederland, 16 augustus 2006
- [23] Paauw, J. (2002), “Milieugerichte levenscyclus-analyse van een warmtepomp”, Afstudeerscriptie Werktuigbouwkunde, Hogeschool van Amsterdam, mei 2002
- [24] Helsloot, J. (2002), “Onderzoek naar de milieubelasting van duurzame producten binnen het Ecobuild Research project”, ECN-DEGO Memo 2002-08, Afstudeerscriptie Werktuigbouwkunde, Hogeschool van Amsterdam
- [25] De Jong, B. (2003), “Life cycle assessment van installaties Ecobuild I”, ECN-DEGO Memo 2003-01
- [26] Klunder, G. en Lafleur, M. (2001), “Werkplan milieuonderzoek voor Stuurgroep Ecobuild en Werkgroep Comfort & Meten & LCA”, digitaal archief Energieonderzoek Centrum Nederland, 11 mei 2001
- [27] “Handboek Energie en Milieu”, Samsom BedrijfsInformatie, 1993, losbladig, met aanvullingen.
- [28] Fanger, P.O., “Thermal comfort : analysis and applications in environmental engineering”, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972
- [29] Strootman, K., “Vergelijking warmteafgiftesystemen”, Ecobuild meetverslag, april 2002
- [30] Lafleur, M., Voortgangsrapportage Ecobuild Research 12/12/2000 – 11/04/2001, 7 mei 2001
- [31] Gilijamse, W. et al. (2004), “Verbetering van energieprestatie voor nieuwbouwwoningen. Verslag eerste fase project Ecobuild Research “, ECN-C- 04-018, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, februari 2004
- [32] Bakker, E. en Sijpbeer, N. (2004), “Nieuwbouwwoningen kunnen zuiniger”, Verwarming en Ventilatie+, oktober 2004, pag. 784-789
- [33] Pötz, H. et al. (2003), “Variantenboek Milieuprestatie Vormgegeven”, Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV), Aenaes, Boxtel





# Demonstreren en testen voor duaal effectief ontwerp met een laboratoriumopstelling: de casus *domotica*

Dit hoofdstuk analyseert activiteiten van ontwerpen, testen en demonstreren van domotica (huisautomatisering), opnieuw vanuit het thema “dual effectieve technologie”. Technologie is duaal effectief wanneer zij tegelijkertijd haar gebruikers tevredenstelt en voor minder milieulast zorgt (zie Hoofdstuk 1). De vraag voor dit hoofdstuk is hoe technologen duale effectiviteit die zij voor domotica geclaimd hebben kunnen waarmaken door te testen en te demonstreren met een laboratoriumopstelling. Dit is onderzocht aan de hand van een casus: *domotica*. Domotica is een ander woord voor huisautomatisering, oftewel slimme ICT die in woningen kan worden ingebouwd. De analyses zijn gebaseerd op verslagleggingen over domoticaprojecten die bij het ECN zijn uitgevoerd, zoals die te vinden waren in het digitale archief van het ECN. Die informatie is aangevuld door enkele medewerkers van het ECN gerichte vragen te stellen.

Dit hoofdstuk begint met een analyse van de belofte van domotica voor de duurzame huizen binnen het al eerder opgestarte Ecobuild project. Paragraaf 5.2 behandelt hoe technologen bij het ECN een laboratoriumopstelling construeerden die zij nodig hadden voor het testen en demonstreren van domotica's duale beloftes. De paragrafen daarna, 5.3 en 5.4, gaan in op het gebruik van die laboratoriumopstelling en het verder verspreiden van laboratoriumbewijs met betrekking tot duale effectiviteit van domotica in de buitenwereld. Vanaf Paragraaf 5.2 eindigen de paragrafen met een interpretatie vanuit de theorie (zie Hoofdstuk 2). De conclusies voor dit hoofdstuk komen aan bod in Paragraaf 5.5.

## 5.1 De belofte van domotica voor duurzame huizen

Domotica zou verstorend gedrag van bewoners en onwillige apparaten in een duurzame woning moeten gaan opvangen. Dat was de belofte van domotica die technologen hadden geschetst in het eerdere Ecobuild project (zie Hoofdstuk 3, Paragraaf 3.1). Het Ecobuild project zelf richtte zich primair op de ontwikkeling van “energieconcepten” om bestaande woningen en nieuwbouwwoningen duurzaam te maken. Zo'n energieconcept was een combinatie van bepaalde bouwmaterialen en installaties voor een woning, met als doel een energiezuinige woning waarin het comfortabel wonen is. Met domotica zouden installaties in die energieconcepten automatisch aangestuurd kunnen worden. Automatisch aansturen van installaties kon voorkomen dat bewoners die installaties “niet-optimaal” [1, pag. 32] benutten:

*“Zo worden ventilatiesystemen die (...) tochtverschijnselen teweeg brengen, door bewoners buiten werking gesteld. Als een woning in de zomer te heet wordt, zal de bewoner alsnog airconditioning aanschaffen. Een toename van het energiegebruik kan het resultaat zijn in plaats van de beoogde afname.” [2, pag. 30]*

Partners in het project voerden domotica op als waarborg voor het handhaven van comfortniveaus in de zomer, wat energieverspilling door bewoners zou voorkomen.

Voor Ecobuild wilden de technologen profiteren van beschikbare domoticamodules die gewoon op de markt verkrijgbaar waren:

*“De markt voor domoticatoepassingen is vooral gericht op het verhogen van veiligheid en comfort en het verbeteren van communicatiemogelijkheden. Domoticatoepassingen binnen [het Ecobuild project] ondersteunen het comfort en dienen ter vermindering van het energiegebruik. Daarom zijn domoticatoepassingen gekoppeld aan de verwarming, de koeling, de ventilatie, de verlichting en het elektragebruik van apparatuur in huis.”*

[1, pag. 29]

Wat nieuw was, was het combineren van de diverse functies die domotica te bieden had. Het centraal aansturen van diverse apparaten in huis zou er voor kunnen zorgen dat zowel bewoners als het milieu er beter van zouden worden.

In het laboratorium bij het ECN zou aan een domotica-installatie gemeten gaan worden “om te bepalen of er werkelijk energiebesparing mee bereikt kan worden” [3, pag. 13]. Vakliteratuur wees op kansen voor energiebesparing met domotica, maar hoe groot die besparing zou kunnen zijn was onduidelijk. De ECN-technologen spraken over “extra energiebesparing” van domotica, boven op de energiebesparing die de woning al zou kennen vanwege het energieconcept dat al was aangebracht. Domotica was al op de markt verkrijgbaar, maar voor de technologen van het ECN was het nog geen uitgemaakte zaak dat domotica ook voor extra energiebesparing zou gaan zorgen [4]. In het Ecobuild project hadden betrokken technologen wel diverse berekeningen uitgevoerd om de bijdrage van energieconcepten aan energiebesparing, minder milieulast en behaalde comfortniveaus te berekenen (zie Hoofdstuk 3), maar domotica zat niet in die rekenmodellen. De rekenmodellen die men in het Ecobuild project gebruikte waren namelijk zo veel mogelijk gebaseerd op bestaande standaarden. Domotica kwam echter niet voor in die rekenstandaarden. Voor de Energie Prestatie Norm bijvoorbeeld konden ingenieurs diverse apparaten selecteren, maar domotica stond daar niet bij. En in het rekenmodel dat de milieulast voor de “levenscyclus” van een product kon bepalen had domotica ook geen plek. Domotica zelf gebruikte immers nauwelijks materiaal, in verhouding tot de vele bouwmaterialen en installaties die nodig waren voor een complete woning. Meten lag meer voor de hand dan berekenen, want domotica werd juist gezien als de brug tussen de berekende claims enerzijds en werkelijke, meetbare gebruikspraktijken anderzijds.

## 5.2 Constructie van een laboratoriumopstelling voor domotica

### 5.2.1 Een demonstratiewoning voor domotica

Op het terrein van het ECN kreeg domotica zijn eigen laboratoriumopstelling: een complete woning waarin domotica zou worden aangebracht. Voor het Ecobuild project waren plannen voor het realiseren van drie complete nieuwbouwwoningen op het ECN-terrein al in een vergevorderd stadium. Het lag echter niet voor de hand om domotica ook in die drie woningen te gaan aanbrengen. Die drie testwoningen waren vooral gebaseerd op een rekenmodel voor energiebesparing dat al eerder in het Ecobuild project gebruikt was (zie Hoofdstuk 3 en 4). Maar domotica had geen plek in dat rekenmodel – en was daarmee eigenlijk ook niet welkom in de Ecobuild testwoningen. Wachten tot die woningen weer beschikbaar waren was een alternatief, maar het was de bedoeling minimaal een jaar te

meten voor Ecobuild. Als die woningen daarna al beschikbaar kwamen, dan zou het dus minimaal een jaar duren voordat domotica er in aangebracht kon worden. Met een aparte woning voor domotica zouden de technologen hun geplande testen voor Ecobuild niet verstoren, maar kon het testen van domotica toch direct doorgezet worden.

Er werden aparte sponsorkanalen aangesproken om de drie Ecobuild testwoningen uit te breiden met een vierde, aparte domoticawoning. Er werden vier rijtjeswoningen gebouwd in plaats van drie. De domoticawoning kreeg daarmee automatisch dezelfde afmetingen als de Ecobuild woningen, gebaseerd op de “Novem referentie” voor een eengezinswoning (zie ook Hoofdstuk 3 en 4). Deze vierde woning kon tegelijkertijd met de andere drie gebouwd worden, waardoor de meerinvestering voor een apart domotica project beperkt kon blijven. Ook de meetinfrastructuur van de Ecobuild woningen kon voor een groot gedeelte gekopieerd worden naar de domoticawoning. Net als de Ecobuild woningen werd ook de domoticawoning uitgerust volgens een “energieconcept”. Zodoende kwam domotica terecht in een nieuwbouwwoning, gebouwd op ECN-terrein, die goed geïsoleerd was en ingericht met “energie-efficiënte installaties” zoals een zonneboiler (die water opwarmde door de zon), een hoog rendement verwarmingsketel en een ventilatiesysteem.

De sponsorende partijen voor domotica waren onder andere de provincie, een bank en een woningbouwcorporatie. Hun sponsoring had als gevolg dat domoticamodules voor veiligheid en zorg, vooral bedoeld voor oudere bewoners, naar het laboratorium gehaald werden, naast de modules voor energiebesparing en comfort die de technologen zelf nodig hadden:

*“Mede op aangeven van de provincie (. . .) is gekeken naar de mogelijkheid een demonstratiewoning (waarin zorg, beveiliging en energiebesparing gecombineerd worden) te realiseren. De wens van de provincie voor een demonstratiewoning maakte het mogelijk in het [traject van het Ecobuild project] mee te gaan en een vierde woning te bouwen die dienst kon doen als demonstratiewoning.” [5, pag.7]*

Naast een financiële bijdrage van een bank, een woningcorporatie en de provincie leverden diverse bedrijven een bijdrage in goederen voor de inrichting van de woning. De woning was nieuw in het verenigen van diverse functies:

*“Domoticatoepassingen voor beveiliging, [zorg-]alarmering en energiebesparing zullen gedemonstreerd worden volgens een nieuw concept. In dit concept zullen aspecten van beveiliging, alarmering en energiebesparing integraal, gebruik makend van hetzelfde basissysteem, met elkaar gaan werken.” [3, pag. 3]*

De woning op het terrein van het ECN zou dienst gaan doen als demonstratiewoning die bezoekers de geïntegreerde toepassing van domotica voor beveiliging, zorg en energiebesparing zou kunnen tonen.

In de optiek van het ECN zou het eigenlijk om een doodgewone woning moeten gaan. Daarom werden domotica en meetapparatuur zo veel mogelijk ingebouwd, uit het zicht van bezoekers:

*“Het domoticasysteem is terug te vinden, maar in feite is het een normale woning waar op het eerste gezicht niets speciaals aan te zien is.” [5, pag. 15]*

Het was juist *niet* de bedoeling een hightech “huis van de toekomst” in te gaan richten met

## HOOFDSTUK 5

de nieuwste ICT snuffjes [6]. Domotica zou dual dienstbaar moeten zijn, aan bewoners en aan het milieu, functionerend op de achtergrond. De foto in Figuur 5-1 laat zien hoe de woning was ingericht. Bepaalde uitlopers van het domoticasysteem zoals een intercom zijn nog net zichtbaar. Ook kreeg de domoticawoning een “veiligheidskeurmerk” van de bevoegde instantie, als ware het een reguliere woning in een woonwijk. Voorzien van meubels, verlichting, een badkamer en een aansluiting op het rioleringsnet was de woning in principe bewoonbaar.



**Figuur 5-1: Foto van het interieur van de onbewoonde domoticawoning op het ECN-terrein. Enkele uitlopers van het domoticasysteem zijn zichtbaar: een deurintercom (1), een intercom om via de alarmcentrale te communiceren met de meldkamer (2) en handschakelaars (3) die te programmeren waren voor diverse opties. De foto is gemaakt “vanuit het gezichtspunt van de aanwezigheidsdetector” [5, pag. 16], een ander onderdeel van het domoticasysteem. Meetsensoren zijn zo veel mogelijk weggewerkt, al is nog wel een zwarte bol te zien, hangend in het midden van de woonkamer, die bedoeld is om de temperatuur te meten. Foto (inclusief aangebrachte pijlen) overgenomen van [5, pag. 16].**

De domoticawoning werd echter niet bewoond door echte mensen, net zo min als de andere drie woningen die voor het Ecobuild project bedoeld waren. Rondleidingen zouden de huisrust van echte bewoners verstoren. Bovendien wilde het ECN domotica niet alleen demonstreren aan bezoekers, maar er zelf ook nog metingen aan doen, om energiebesparing met domotica en een bijdrage aan “zomercomfort” te kunnen bepalen. Echte bewoners zouden die metingen in eerste instantie alleen maar verstoren (zie ook Hoofdstuk 4). Daar kwam bij dat er een nucleaire reactor stond op het ECN-terrein: binnen een straal van een kilometer mocht niemand wonen.

### 5.2.2 Aanpassen van de demonstratiewoning voor metingen

Voor hun metingen met betrekking tot energiebesparing en comfort kozen medewerkers van het ECN er opnieuw voor om bewoners te simuleren. De Ecobuild-modellering van bewoners werd grotendeels overgenomen, die vooral gebaseerd was op uitgangspunten van de Energie Prestatie Norm. Dit betekende dat ook in de domotica-woning met een computer elektrische kacheltjes aangestuurd werden die de warmteafgifte van het menselijk lichaam en huishoudelijke apparatuur simuleerden ('s nachts boven, overdag beneden) en de douche van tijd tot tijd automatisch aan ging. Wel waren technologen van het ECN van plan om enige variatie in bewonersgedrag te gaan onderzoeken in de domoticawoning:

*“[Door bewonersgedrag te simuleren in de woning] wordt het mogelijk energetisch gedrag van verschillende categorieën bewoners (senioren, gezinnen met en zonder kinderen en alleenstaanden) na te bootsen om zo de effecten van bewonersgedrag op het energiegebruik op een gecontroleerde manier te kunnen bepalen.” [7, pag.16]*

Door bewonersgedrag controleerbaar te variëren zou de invloed van veranderd gedrag op het gemeten energieverbruik te traceren zijn. Het domoticasysteem gaf hier kansen voor. Dat systeem was uitgerust met sensoren in elke woning, bedoeld om de aanwezigheid van mensen te registreren. Zo'n sensorwaarneming kon eenvoudig vervangen worden door een gesimuleerd computersignaal, waarmee aanwezigheid van bewoners in bepaalde ruimtes op bepaalde momenten voorgesteld kon worden. Voorlopig was echter nog geen extra informatie voorhanden over deze categorieën bewoners: “gedrag patronen” ontbraken.

Bij de domoticametingen beperkten de technologen van het ECN zich tot het automatisch aansturen van het ventilatiesysteem. In de oorspronkelijk geformuleerde plannen voor Ecobuild zou een automatische domoticaregeling nog aangesloten worden op een compleet energieconcept van verwarming, koeling, ventilatie, verlichting en andere elektriciteitsverbruikende apparaten in huis. Financiering van dit totaalpakket aan domoticametingen vanuit Ecobuild was echter niet langer aan de orde; domotica was ondertussen een afgesplitst project geworden. Voor domotica-activiteiten zouden de technologen alternatieve financiering moeten zien te vinden. Voor financiering van metingen met een domoticabestuurde ventilatiesysteem vond het ECN twee sponsors: een bedrijf dat ventilatiesystemen ontwikkelde en Novem, het agentschap van de overheid voor energie en milieu dat subsidie verstrekke. Domotica moest “extra energiebesparing” nu gaan waarmaken met alleen het ventilatiesysteem; eventuele besparing vanwege het slim aansturen van andere apparaten bleef voorlopig buiten beeld.

De ECN-onderzoekers wilden energiebesparing voor twee manieren van ventileren gaan meten. De ene manier ging om energiebesparing op ventilatie in de zomer. Dat ventileren richtte zich vooral op het afkoelen van de woning. Men installeerde daarvoor motortjes die de klepramen in de woning automatisch konden gaan openzetten tijdens het zomerseizoen (zie Figuur 5-2). Afhankelijk van de gemeten windsnelheid op het ECN- terrein zouden de klepramen voor een bepaald percentage geopend worden. Om de luchtstroom met open klepramen in huis op gang te houden waren kleppen aangebracht tussen de diverse kamers en het trappenhuis. In de winter achtten de technologen de buitenlucht echter te koud om op deze manier te ventileren; daarmee zou de woning te veel afkoelen. Maar in de winter bleef het van belang om de lucht te verversen. Voor de winter (inclusief een deel van herfst en lente, tezamen het “stookseizoen” genoemd) zou domotica daarom een systeem van

## HOOFDSTUK 5

“balansventilatie” aan gaan sturen. Dat was een elektrisch aangedreven ventilatiesysteem dat frisse lucht via kanalen in de woning kon brengen - en vuile lucht daarmee kon afvoeren. Dit wintersysteem van balansventilatie kon bovendien in de zomer bijspringen (automatisch bij te schakelen door domotica), wanneer het te windstil was om met open ramen te ventileren. Door dit elektrisch aangedreven systeem van balansventilatie met domotica vaker uit te zetten zou energie bespaard kunnen worden.



**Figuur 5-2: Klepraam met motortje voor automatisch ventileren met domotica in de zomer (overgenomen van [5, pag. 12])**

ECN-technici moesten accepteren dat hun meetopstelling afweek van de werkelijke woningen die zij in gedachten hadden. Zo waren er maar twee klepramen aangebracht: één op de begane grond en één op zolder:

*“Het ging hierbij om het testen van het principe; in een realistische woning zouden voor een dergelijk concept meer klepramen nodig zijn (ook op de verdieping).” [8, pag. 3]*

Verder werden afvoerroosters anders gebruikt dan waarschijnlijk zou mogen in de praktijk:

*“Dit is nodig omdat kamers niet voorzien zijn van toevoerroosters, en dit de enige manier is om ervoor te zorgen dat toch alle ruimtes voldoende geventileerd worden. Of deze methode in praktijk geschikt is, is twijfelachtig, omdat luchtkanalen in principe niet afwisselend als afvoer en als toevoer gebruikt mogen worden vanwege mogelijke vervuiling van de kanalen.” [8, pag. 10]*

Met de gegeven middelen en binnen de beperkte tijd konden zij de demonstratiewoning niet volledig gaan ombouwen voor hun metingen. In hun optiek was dat ook niet nodig om “in beginsel” bepaalde effecten te kunnen aantonen. Bovendien zou de praktijk zich, qua regelgeving, altijd nog kunnen aanpassen, als gunstige metingen van het ECN lieten zien dat dat het overwegen waard was.

| <b>Domotica Onderdeel</b>                  | <b>Toelichting</b>  |
|--|---|
| FTT LON Domotica Systeem                   | Lokaal domoticanetwerk (geen powerline)   |
| Gateway en Meteostation (tot 2002)         | Verbinding met een extern weerstation   |
| Gateway naar het Meetsysteem               | Verbinding met het energie meetsysteem  |
| Domotica computer                          | Computer voor het kunnen aanpassen van software instellingen van het domoticanetwerk  |
| Routerverbinding met het Powerline systeem | Verbinding tussen de twee soorten domoticanetwerk   |
| Powerline LON Domotica systeem             | Het powerline domotica netwerk  |
| Webserver                                  | Verbindingscomputer met externe onderdelen via het internet.  |
| Powerline schakelaars                      | Wandschakelaars waar verschillende functies aan toegewezen kunnen worden  |
| Roomcontroller (8x)                        | Soort computer die per vertrek de 'intelligentie' bevat.  |
| Passieve Infrarood Sensor (8x)             | Aanwezigheidsdetectoren op basis van infrarode straling.  |
| Temperatuursensor (8x)                     | Temperatuursensor zodat het systeem de ruimtememperaturen weet  |
| Rookmelders                                | Bij hoge rookconcentraties wordt een brandalarm gegeven.  |
| Glasbreuk detectoren                       | Bij glasbreuk wordt inbraak alarmgegeven  |
| Verlichtingssterkte sensoren               | De verlichting kan gedimd en gestuurd worden op de gemeten lichtsterkte   |
| Radiatorcransen (6x)                       | Kransen voor het regelen van de CV.   |
| Ventilatiekleppen (8x)                     | Vlinderkleppen om per ventilatiepunt te kunnen regelen.   |
| RIO (remote input/output)                  | Soort verbindingssysteem voor een goede verbinding met de alarmcentrale en het domotica netwerk.                              |
| Alarmcentrale                              | De alarmcentrale.   |
| Powerline Stuurunits (3x)                  | Elementen die zorgen voor de aansturing van motoren.  |
| Raamuitzetters (2x)                        | Motortjes met een arm die een kanteelraam openzetten.   |
| Tussenklep uitzetters (2x)                 | Motortjes met een arm die een klep openen om een lucht doorgang tussen de woonruimtes en het trappenhuis te maken.            |
| Ventilatieunit met warmteterugwinning      | De ventilatie unit die tijdens de winter wordt gebruikt, kan in een bepaalde stand worden geschakeld via het domoticasysteem. |
| HR Ketel                                   | De HR ketel kan via het domoticasysteem in bepaalde standen worden geschakeld.  |
| Schakelklep i/h ventilatiesysteem          | In het ventilatiesysteem zit een klep om over te schakelen tussen twee verschillende ventilatiemethoden.                      |

**Tabel 5-1: Onderdelen van het domoticasysteem zoals die uiteindelijk aangebracht waren in de woning op het ECN-terrein. Overgenomen van [5, pag. 15].**

### 5.2.3 Interpretatie vanuit de theorie

Bij het realiseren van een eigen laboratoriumopstelling voor domotica op het ECN-terrein blijken meerdere translaties te zijn opgetreden. Er is sprake van een *displacement* van technologen bij het ECN. In eerdere projectplannen hadden zij zich verbonden aan bepaalde doelstellingen voor domotica. Praktisch gezien moeten zij wel afstand nemen van die oorspronkelijke doelstellingen om de reële actanten in te lijven die nodig zijn voor de laboratoriumopstelling. Eén aspect hiervan is dat de representatie van een gebruiksomgeving voor domotica vereenvoudigd wordt. In de projectplannen voor Ecobuild wordt domotica nog genoemd als nuttig voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw. De laboratoriumopstelling voor domotica bij het ECN lift echter mee met de afgeslankte plannen voor Ecobuild, waardoor ook domotica genoeg moet gaan nemen met alleen nieuwbouw. Domotica voor de qua energieprestatie zwak ontwikkelde bestaande bouw verdwijnt daardoor uit beeld. Ook het verwarmingssysteem valt af als relevante actant in de omgeving van domotica. In het lab stuurt domotica alleen het ventilatiesysteem aan, en niet de verwarming en koeling (zoals oorspronkelijk wel bedoeld). De implicatie hiervan is dat domotica in het lab zijn verwachte effectiviteit nu via minder bondgenoten moeten weten waar te maken.

De technologen schuiven ook op voor wat betreft het beoordelingskader voor duale effectiviteit van domotica. Oorspronkelijk zou domotica de duale effectiviteit van de energieconcepten van Ecobuild gaan waarmaken in echte huizen. Het zou de antiprogramma's van eindgebruikers en onwillige installaties in de woning onschadelijk moeten maken, door de besturing van die installaties uit handen van bewoners te halen. In die zin was domotica een soort tweede laag van gedragsregulerende inscripties over de eerste laag heen, met een eigen claim. In het Ecobuild project is die inzet van domotica voorlopig echter niet welkom, want de duale claims voor de energieconcepten van Ecobuild moeten nu juist aangetoond gaan worden door bewoners zo gestandaardiseerd mogelijk te simuleren in de testwoningen op het laboratoriumterrein. Antiprogramma's van gebruikers worden niet gemodelleerd in die Ecobuild testwoningen – en daarmee vervalt de mogelijkheid om domotica in die woningen daarvoor in te gaan zetten.

Het is opvallend te noemen dat het oorspronkelijke beoordelingskader voor domotica niet overeind blijft ondanks een *eigen* testwoning. Modelleren van afwijkend bewonersgedrag in de domoticawoning had de metingen voor Ecobuild in de andere drie woningen immers niet verstoord. Er zijn drie redenen op te voeren waardoor de technologen van het ECN hier toch niet mee aan de slag gaan:

- De domoticawoning hoort officieel niet tot Ecobuild, maar er is wel een vergelijkbaar energieconcept geïnstalleerd. Het simuleren van afwijkend bewonersgedrag zou claims voor dat energieconcept kunnen ondergraven. Als domotica de effectiviteit van dat energieconcept moet repareren, hoe goed is dat energieconcept dan eigenlijk van zichzelf? Bovendien zou zo'n aanpak kunnen afstralen op de claims voor energieconcepten in het eigenlijke Ecobuild project;
- De technologen zijn zelf geconfigureerd om zo veel mogelijk te werken met gestandaardiseerde bewoners. Zij zijn gewend te werken met standaarden voor berekeningen en metingen;
- Vanuit het idee van standaard bewoners zijn ECN-technici wel van plan om afwijkender bewonersgedrag gedoseerd het testnetwerk in te laten stromen (het



opvoeren van verschillende categorieën bewoners, zie het eerste citaat in Paragraaf 5.2.2) maar dit is geen zware insteek, want getallen over dergelijk afwijkend gedrag zijn voorlopig nog niet voorhanden.

De implicatie van deze *displacement* van ECN-ingenieurs (het in zee gaan met een eenvoudiger gebruiksomgeving met minder bondgenoten en het verschuiven van het beoordelingskader voor domotica), is dat domotica in een moeilijker positie terechtkomt. De technologen moeten effectiviteit van domotica gaan aantonen *naast* de aan te tonen effectiviteit van energieconcepten. Oorspronkelijk waren die energieconcepten uit Ecobuild een bondgenoot van domotica, maar nu moet domotica daar juist mee gaan concurreren. Immers, domotica moet energiebesparing en comfort van energieconcepten niet gaan waarmaken door het corrigeren van bewonersgedrag, maar het moet zelfstandig zorgen voor *extra* energiebesparing en comfort, dat wil zeggen: los van mogelijk corrigeerbaar bewonersgedrag. Domotica moet haar duale claims dus gaan waarmaken *naast* die claims die de technologen al gedaan hadden voor de energieconcepten; energieconcepten en domotica eten nu van dezelfde koek.

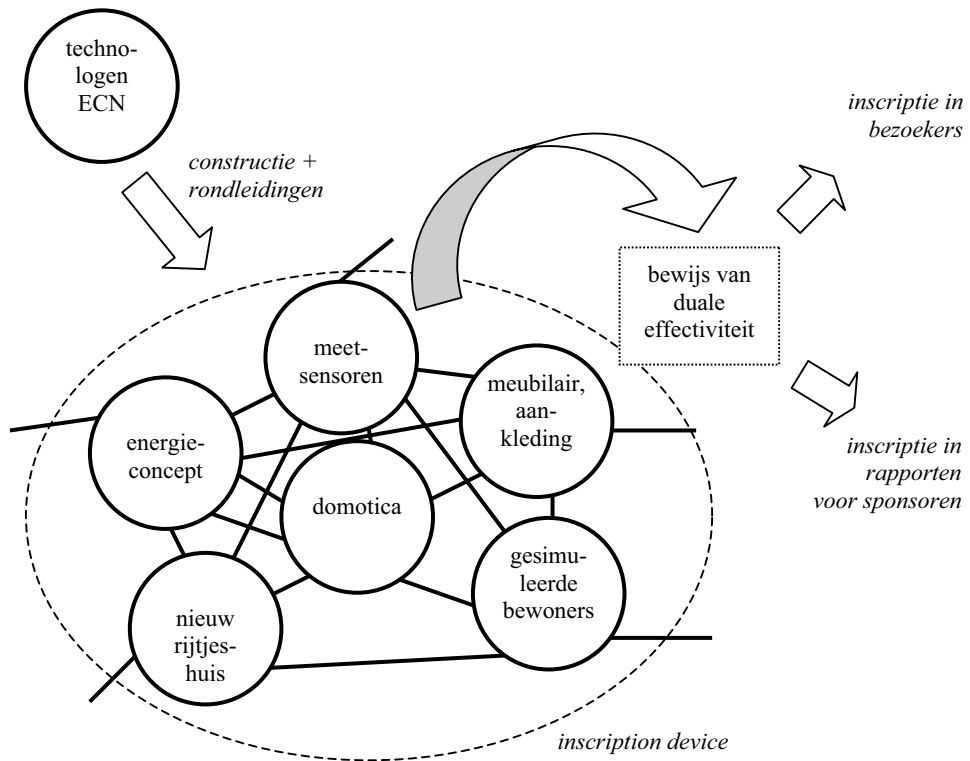
De *displacement* van technologen betreft nog een derde aspect. De technologen zoeken sterker aansluiting bij bestaande netwerken van domotica die zich al richten op gebruikerseffectiviteit. Diverse actoren houden zich al bezig met het ontwikkelen, promoten en verkopen van domoticamodules. Niet voor energiebesparing (milieueffectiviteit), maar wel voor veiligheid, zorg en comfort (gebruikerseffectiviteit). Voor het ECN worden die reeds grotendeels uitgekristalliseerde netwerken voor gebruikerseffectiviteit nu een *obligatory point of passage* om aan domotica te kunnen gaan meten op het eigen laboratoriumterrein, qua milieueffectiviteit. Deze translatie zet zich sterker door, doordat het ECN ook vroegtijdig bij moet gaan dragen aan het promoten van gebruikerseffecten van domotica (veiligheid en zorg) via rondleidingen in de demonstratiewoning, terwijl de metingen voor de zelf geagendeerde effectiviteit (energiebesparing en comfort) pas later plaatsvinden. Het ECN is min of meer gedwongen om bij te dragen aan het verstevigen van domoticanetwerken voor gebruikerseffectiviteit, terwijl het zelf nog geen goed zicht heeft op de milieueffectiviteit waaraan domotica kan bijdragen.

Het aldus ontstane testnetwerk voor domotica, losgeweekt van Ecobuild, kunnen we interpreteren als een eigenstandig *inscription device* voor domotica. De technologen van het ECN kunnen dat testnetwerk mobiliseren als inscription device om bewijzen voor duale effectiviteit van domotica te genereren. Te doen gebruikelijk zullen die bewijzen (dat wil zeggen de afbeeldingen oftewel inscripties van de eigenschappen van het materieel vormgegeven domotica) weer ingeschreven worden in rapporten voor sponsors. In dit geval doet zich een bijzondere situatie voor, want duaal bewijs kan ook rechtstreeks worden “ingeschreven” in de bezoekers van het lab, zonder tussenkomst van rapporten die weer gelezen moeten worden (waarover meer in Paragraaf 5.3.4). Figuur 5-2 illustreert hoe dit inscription device, op het laboratoriumterrein van het ECN, is samengesteld.

Het aldus ontstane inscription device heeft op twee fronten een dubbelzinnig karakter, en is daardoor minder krachtig dan het zou kunnen zijn. Het ene front betreft *wegwerken* versus *laten zien*. In eerste instantie is domotica zo veel mogelijk weggewerkt, om een woning zo “normaal” mogelijk te laten overkomen richting bezoekers. Dit weggewerken staat op gespannen voet met de wens om domotica te laten zien aan bezoekers. Het weggewerken

van domotica ondermijnt de rol van demonstratiewoning. Technologen die een rondleiding verzorgen kunnen domotica minder voor zichzelf laten spreken, maar moeten meer tekst en uitleg gaan geven. Zij moeten het woordvoerschap voor domotica juist weer overnemen van het inscription device.

Het andere front betreft *echte woning* versus *modelwoning*. Aan de ene kant levert het inscription device bewijs voor het functioneren van domotica in een echte woning. Tegelijkertijd zetten de technologen juist kanttekeningen bij de manier waarop de woning in het lab is uitgevoerd. In feite gaat het om een woning op het laboratoriumterrein die model staat voor een echte woning, maar geen echte woning is. In de praktijk verwachten de technologen bijvoorbeeld meer klepramen nodig te hebben en zouden roosters niet gebruikt mogen worden op de manier waarop dat in het lab gebeurt. Zowel wat betreft translatiekracht richting bezoekers als de representatie van toekomstige gebruikspraktijken voor domotica heeft dit inscription device dus een dubbelzinnig karakter.



**Figuur 5-2: Inscription device op het laboratoriumterrein van het ECN dat bewijs van duale effectiviteit van domotica afbeeldt, dat weer ingeschreven kan worden in bezoekers en in rapporten.**

## 5.3 Het gebruik van de laboratoriumopstelling voor domotica

### 5.3.1 Het meten van milieueffectiviteit van domotica

Het organiseren van een testopstelling met betrekking tot domotica-voor-ventilatie kostte medewerkers van het ECN meer tijd en moeite dan gedacht. Kieren in de woning moesten eerst gedicht worden om onnodig energieverlies te voorkomen. Domoticamodules moesten eerst op de juiste manier verbonden worden met elkaar en met andere apparaten.

Na verloop van tijd konden zij met hun metingen aan de slag, maar er moest nog wel iets opgehelderd gaan worden. De ECN-technici hadden een referentie nodig om de claim van “extra energiebesparing” door domotica te kunnen onderzoeken. Het oorspronkelijke idee om verstoring bewonersgedrag bij te sturen met domotica, waar domotica haar claim van “extra energiebesparing” aan zou kunnen ontleen, was ondertussen echter van tafel. Het idee van verstoring bewonersgedrag was niet zomaar in te voeren in een laboratoriumopstelling; gedetailleerde bewonersinformatie over “foutief” gebruik van apparaten ontbrak. Het was eenvoudiger om het gestandaardiseerde bewonersgedrag van het Ecobuild project te kopiëren voor het nieuwe domotica-project. De vraag die feitelijk speelde was: hoe “extra energiebesparing” van domotica te bepalen met gestandaardiseerd bewonersgedrag?

De Energie Prestatie Norm uit het Ecobuild project kon niet rechtstreeks als referentie voor domotica gebruikt worden. Domotica werd niet genoemd in de norm en leek ook niet genoeg op andere apparaten in de tabellen van die norm om onder de noemer van het onder de EPN gebezigde “gelijkwaardigheidprincipe” opgevoerd te kunnen worden. In theorie zou een *meting* van de Energie Prestatie van een complete woning mét en zónder domotica vergeleken kunnen worden, maar het meten van de Energie Prestatie met een laboratoriumopstelling was verre van recht toe-recht aan (zie Hoofdstuk 4). Dit dreef het ECN richting een eigen referentie voor “extra energiebesparing”.

Projectmedewerkers kozen hun eigen referentie door zich van de EPN als geheel los te weken, maar er wel een geschikt element uit te kiezen. Dat element kon dan als vergelijkingsmateriaal gaan dienen. Dat element verwees weer naar een norm uit het Bouwbesluit [9]; deze norm schreef voor hoeveel er minimaal geventileerd zou moeten worden in huis, zeven dagen per week, dag en nacht. De technologen besloten om in het laboratorium dit gegeven als referentie te gaan gebruiken – door zelf van dit aspect af te gaan wijken. Waarom zo veel ventileren als er niemand in een bepaalde kamer is? Als elektrisch aangedreven ventileren automatisch wordt vermindert met domotica wanneer er niemand is, dan bespaart dat energie ten opzichte van continu ventileren. Deze keuze werd ondersteund door het betrokken bedrijf dat ventilatiesystemen ontwikkelde:

*“De samenstelling van de huisgezinnen [verandert]. Er komen meer ouderen die na het vertrek van de kinderen ertoe overgaan bepaalde ruimten veel minder te gebruiken. En dit vraagt om gebruiksventilatie: is men in de ruimte dan ventileert men, is men er niet dan wordt de ventilatie geminimaliseerd of afgezet.”*

[8, pag. 5]

Onderzoekers verminderden de ventilatie op momenten dat hun gesimuleerde bewoners zich niet in bepaalde ruimtes bevonden. Als bewoners boven zouden zijn, dan hoefde beneden minder geventileerd te worden, en vice versa. En als bewoners helemaal niet thuis

## HOOFDSTUK 5

waren dan hoefde nog minder geventileerd te worden. Door een onderdeel uit een bestaande norm te kiezen en zichzelf te ontslaan van de verplichting te voldoen aan die regel konden zij ruimte creëren om effectiviteit van domotica volgens hun eigen testplannen zichtbaar te maken.

In hun aanpak hield het ECN er rekening mee dat het meetsysteem in de woning was niet fijnmazig genoeg was om alle mogelijke energiewinst te laten zien. Het ging om energiewinst op het volgende onderdeel. Wanneer het systeem voor balansventilatie in de winter aan staat dan wordt warme lucht naar buiten geblazen (waarvan overigens een groot deel weer nuttig werd teruggewonnen via een warmtewisselaar). Als balansventilatie wordt afgeschakeld omdat daar geen mensen zijn, dan blijft meer warme lucht behouden; dat blijft gewoon in de kamer. Het huis blijft hierdoor langer op temperatuur, waardoor er (op een later moment) minder energie toegevoerd hoeft te worden voor verwarming. Er was echter geen sensor geïnstalleerd of verkrijgbaar die per saldo kon vaststellen dat er minder warme lucht naar buiten afgevoerd werd. Om die reden werd een vergelijkbare woning in software gemodelleerd waarin gegevens die wel meetbaar waren ingevoerd worden. Op die manier kon domotica deze winst toch verzilveren. De onderzoekers konden deze softwarematig bepaalde winst optellen bij de andere energiewinst. Door een rekenmodel in te zetten wist men dus een tekortkoming van het meetsysteem te compenseren.

Door te meten en aanvullend te rekenen werd energiebesparing door domotica zichtbaar. Er bleek dat de registreerbare energiebesparing met domotica klein was en misschien zelfs negatief. Domotica bleek zelf meer energie te verbruiken dan wat werd bespaard doordat het elektrisch aangedreven ventilatiesysteem vaker uit kon blijven staan. Door een bepaald type regelcomponenten in te zetten, zogenaamde programmeerbare elektronische schakelingen, hadden onderzoekers nog verwacht het eigen energieverbruik van domotica te kunnen beperken [4]. Met al de (tussentijdse) uitbreidingen aan domotica in het lab bleek de potentiële energiewinst door domotica kleiner te zijn dan het opgetelde eigen verbruik van al die elektrisch aangedreven domotica-elementen. Tabel 5-2 illustreert dat de aangebrachte domoticamodules voor communicatie, zorgalarm en binnenklimaat (comfort) duidelijk meetbare hoeveelheden energie verbruikten, die optelden tot een jaarverbruik van 797 kilowattuur.

De maximale hoeveelheid energie die domotica zou kunnen besparen door het ventilatiesysteem af te schakelen hadden de technologen bepaald op zo'n 100 tot 200 kilowattuur. Die besparing was afhankelijk van de manier van ventileren en de regelstrategie, maar kwam niet in de buurt van de 797 kWh van domotica zelf.

Het geslonken energiebesparingpotentieel van domotica was dus maar net registreerbaar met de geconstrueerde laboratoriumopstelling, deels aangevuld met het rekenmodel. Te registreren effecten dreigden te verdwijnen in de meetruis. Dit blokkeerde de mogelijkheid om onderzoek te doen naar verschillende soorten bewoners via het variëren van parameters in de bewonerssimulatie; dat zou nog meer "ruis" introduceren. Een stagiair had daar nog wel onderzoek naar gedaan [10], maar medewerkers van het ECN kwamen er niet meer aan toe. Zij bleven hun metingen baseren op vier bewoners – een voor de hand liggend aantal voor een "eengezinswoning" – die zich identiek gedroegen.

| <i>categorie</i> | <i>apparatuur</i>            | <i>jaargemiddeld gebruik</i> | <i>jaarverbruik totaal</i> |
|------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 communicatie   | 3 gateways + router          | 16 W                         | 140 kWh                    |
|                  | webserver                    | 6 W                          | 53 kWh                     |
|                  | RIO                          | 3 W                          | 26 kWh                     |
|                  | <b>TOTAAL</b>                | <b>25 W</b>                  | <b>219 kWh</b>             |
| 2 alarm          | intercom+video               | 21 W                         | 184 kWh                    |
|                  | splitter video               | 2 W                          | 18 kWh                     |
|                  | alarmcentrale                | 14 W                         | 123 kWh                    |
|                  | powerline switch x3          | 3 W x3                       | 26 kWh x3                  |
|                  | <b>TOTAAL</b>                | <b>46 W</b>                  | <b>403 kWh</b>             |
| 3 klimaat        | raamuitzetters x3            | 7 W x3                       | 61 kWh x3                  |
|                  | WTW PL module                | 7 W                          | 61 kWh                     |
|                  | extra WTW<br>toevoerregeling | 4 W                          | 36 kWh                     |
|                  | klepsturing + drukregeling   | 17 W                         | 149 kWh                    |
|                  | roomcontroller x8            | 3 W x8                       | 26 kWh x8                  |
|                  | dimmers x2                   | 3W x2                        | 26 kWh x2                  |
|                  | radiatorklep x6              | 2W x6                        | 18 kWh x6                  |
|                  | <b>TOTAAL</b>                | <b>91 W</b>                  | <b>797 kWh</b>             |

**Tabel 5-2: Het elektrisch energieverbruik van domotica zelf: een optelsom van het energieverbruik van de diverse onderdelen die in de woning op het ECN-terrein waren aangebracht. (Overgenomen van [8, pag. 16], aangepast).**

### 5.3.2 Het meten van gebruikerseffectiviteit van domotica

Wat betreft het meten van de bijdrage van domotica aan het comfort in de woning besloten de technologen zich te richten op de zomersituatie. Over de behaaglijkheid van de woning in de winter maakten zij zich niet zoveel zorgen. Het aan de woning opgelegde ventilatieregime zorgde immers voor minder ventilatie, en dat betekende dat er 's winters minder warmte naar buiten werd gepompt. Met domotica zou het zodoende behaaglijker blijven dan daarvoor. Het nagaan van de bijdrage van domotica aan comfort werd daarom met name op de zomersituatie gericht.

Bij het aantonen van het domotica-effect op het zomercomfort namen de ECN-onderzoekers opnieuw (dat wil zeggen: net als bij het vaker afschakelen van het ventilatiesysteem) afstand van een eerder gedefinieerde norm, te weten het aantal overschrijdingsuren van een grenstemperatuur van 25 °C in de woning (zie Hoofdstuk 3, Paragraaf 3.3.3). Vanuit die norm beredeneerd was het de bedoeling het aantal overschrijdingsuren terug te brengen door het automatisch openen van de in de vorige paragraaf beschreven klepramen beneden bepaalde windsnelheden; hierdoor kon de woning doorwaaien en afkoelen, met name 's nachts. Met metingen kon worden aangetoond dat bij sturing van de klepramen met domotica de binnentemperatuur 2 à 3 graden lager lag dan met ramen die continu gesloten waren (al duurde het uren voor dit effect bereikt was). Maar het effect was niet zodanig "dat de kamertemperatuur tot de buitentemperatuur kon worden gereduceerd" [8, pag. 37]. Met andere woorden, in de plaats van een streng criterium in

termen van de overschrijding van een vooraf vastgestelde comforttemperatuur, was de beoordeling van het effect afgezwakt tot een relatief criterium, namelijk of het binnen koeler was dan buiten. Het doel van de meting was verschoven naar onderzoeken of het in beginsel mogelijk was zomercomfort te verbeteren met behulp van domotica.

Verdere concessies op het punt van zomercomfort kwamen voort uit overwegingen van veiligheid, de werksituatie van technologen en normen over tocht. In verband met het reeds verworven veiligheidskeurmerk lag het niet voor de hand om ramen 's nachts geopend te houden. Ook speelde mee dat metingen bij voorkeur overdag gehouden werden, zodat medewerkers van het ECN er beter zicht op hadden omdat zij dan zelf op het terrein aanwezig waren. Hiermee kwam de veelbelovende optie van zomernachtventilatie [2], dat wil zeggen het benutten van koele nachtlucht voor bewonerscomfort overdag, voorlopig op een tweede plan te staan. Standaarden over maximaal aanvaardbare luchtsnelheden in een woning (tocht) verhinderden de ramen overdag wijd open te zetten. Dit bleek uit aanvullende metingen:

*“De windsnelheid voldoet niet aan de gestelde comforteis. De positie binnen de kamer maakt wel veel uit; er treedt relatief veel luchtstroming langs de wanden op terwijl de windsnelheid in het midden van de kamer laag is.”*

([8], onder verwijzing naar [11])

Hier zat dus de ene comfortparameter (tocht) een andere (zomercomfort door passieve koeling) in de weg. Met andere woorden: het scoren op een bedoeld effect (zomercomfort) had te duchten van bijkomende neveneffecten (tocht en verminderde veiligheid).

### 5.3.3 Het demonstreren van duale effectiviteit aan bezoekers

De provincie, de bank en de woningbouwcorporatie hadden middelen verstrekt onder voorwaarde dat er in de woning demonstraties gegeven zouden worden. ECN-medewerkers zouden bezoekers laten zien dat domotica bijdroeg aan veiligheid, zorg en energiebesparing. Door functies voor veiligheid en zorg zelf uit te proberen kwamen de technologen van het ECN al snel tot de conclusie dat domotica deze functies naar behoren vervulde. Verbeterde veiligheids- en zorgeffecten door toedoen van domotica konden de technologen ook eenvoudig demonstreren. ECN-medewerkers speelden zelf voor bewoner of vroegen één van de bezoekers dat te doen. Een zorgbehoevende of onveilige toestand werd voorgewend waarop degene die voor bewoner speelde reageerde door bijvoorbeeld de alarmknop in te drukken. Dergelijke demonstraties vonden al snel plaats nadat de nieuwbouwwoning gebouwd was:

*“De aansluitende rondleiding [bij de opening van de woning] was een groot succes, iedereen was onder de indruk van domotica, met name op het gebied van zorgvoorziening.”* [5, pag. 16]

In de loop der tijd bezochten vertegenwoordigers van de sponsorende partijen, ouderenorganisaties, de zorgsector, diverse woningbouwcorporaties, overheden en kennisinstellingen de woning.

Voor energiebesparing moest het ECN de bezoekers wel iets bieden. Het demonstreren van mogelijkheden voor energiebesparing was afgesproken met de sponsoren. Maar het effect van domotica op energiebesparing en comfort konden de technologen (vooralnog)

niet *real time* aantonen. Er was geen meetopstelling voorhanden dat direct harde bewijzen daarvoor kon laten zien. Sowieso was het gebruikelijk om te spreken over energiebesparing *per jaar* en een demonstratie duurde hooguit enkele uren. Qua comfort viel er ook niet veel te demonstreren. Bezoekers kwamen net van buiten de woning instappen; zij verbleven er niet om hun normale dagelijkse bezigheden uit te oefenen. Op een later moment werd domotica ingezet voor “zomercomfort”, maar demonstratie daarvan aan bezoekers had weinig zin omdat de woning sowieso al veel te heet was omdat zonwering ontbrak.

Dit probleem werd opgelost door het bezoek mondeling op de hoogte te stellen van beloftes en verwachtingen omtrent energiebesparing in de woning. Zij vertelden dat de woning was ingericht volgens een energieconcept dat het totale energieverbruik halveert. Dat aspect had echter nog weinig te maken met domotica; ook was het nog niet nagemeten voor de totale woning. Voor domotica gaf een informatiemap, bedoeld voor ECN-medewerkers die de rondleidingen zouden verzorgen, een fictief rekenvoorbeeld van energiebesparing door ventilatie met domotica aan te sturen [6]. De ECN-medewerker die op dat moment de rondleiding deed kon het bezoek daarover inlichten. Die rondleider kon wel laten zien waar domotica-elementen zich bevonden in de woning en waar een domotica-element aangreep op bijvoorbeeld het klepraam. Effecten van die aansturing door domotica konden echter niet direct getoond worden. De rondleiders maakten het bezoek dus deelgenoot van ongeteste claims qua energiebesparing en comfort; het resultaat van de metingen was pas later bekend.

#### 5.3.4 Interpretatie vanuit de theorie

Bij het gebruik van de laboratoriumopstelling door technologen zijn *rondleidingen* en *metingen* gescheiden in de tijd. Metingen vind plaats op momenten dat er geen bezoekers zijn, bezoekers komen eigenlijk te vroeg om meetresultaten aan te presenteren en los daarvan hebben claims voor energiebesparing en comfort sowieso een veel grotere tijdschaal (een zomer of een jaar) dan de duur van een rondleiding.

Bij de rondleidingen krijgt de domoticawoning dan ook de functie van een podium om ongetoetste duale beloftes te verkondigen. Door rondleidingen krijgen technologen de kans om claims van duale effectiviteit rechtstreeks “in te schrijven” in andere actoren, zonder rapporten en andere teksten als tussenliggend medium te gebruiken. Veiligheids- en zorgfuncties kunnen de rondleiders voor een deel nog wel direct laten zien (al is domotica grotendeels uit het zicht gewerkt), maar voor energiebesparings- en comfortfuncties moeten de technologen een verhaal gaan vertellen over de *mogelijkheden* met domotica om aan hun demonstratieverplichtingen richting sponsors te voldoen. De technologen moeten het inscription device dat zij geconstrueerd hebben terzijde blijven staan; dat inscription device blijkt niet zelfstandig te kunnen functioneren om bewijzen van duale effectiviteit richting bezoekers over te dragen (oftewel in bezoeken in te schrijven). Zonder aanvullende verhalen van rondleidende technologen blijven energiebesparing en comfort voor bezoekers onzichtbaar. Opvallend hierbij is dat de technologen de voorzieningen van energiebesparing voor de totale woning en energiebesparing met domotica als elkaars bondgenoten voorstellen, terwijl die in feite elkaars concurrent zijn.

In de concurrerende omgeving van het lab komt domotica tijdens de metingen in de knel te zitten. Effectiviteit qua energie en comfort dreigt nauwelijks zichtbaar te worden. De technologen lossen dit vooral op door de gehanteerde gebruikersrepresentatie te verschuiven, naar eigen inzicht. Op basis van de ik-methodologie zetten zij gangbare normen naar hun hand. Volgens de Energie Prestatie Norm zouden bewoners altijd behoefte

hebben aan ventilatie – de technologen oordelen dat die ventilatie best afgezet kon worden voor energiebesparing als die bewoners er toch niet zijn. Volgens een eerder gebruikte norm zou zomercomfort bepaald worden door het aantal “overschrijdingsuren” van 25 °C te tellen – in de nieuwe situatie beoordelen de technologen dat comfort door binnen- en buitentemperatuur te vergelijken. Daarmee representeren zij bewoners *de facto* als mensen die behept zijn met een relatief in plaats van een absoluut comfortgevoel. Translaties in gebruikersrepresentatie zorgen er dus voor dat de duale claims van het ECN registreerbaar worden. Dit verschuiven van gebruikersrepresentaties is (opnieuw) te beschouwen als een *displacement* van technologen door toedoen van de laboratoriumpraktijk (ten opzichte van eerdere uitspraken in projectplannen).

Op nog een ander aspect is sprake van een *displacement* van technologen. We kunnen opmaken dat technologen de *inscriptierichting omkeren* (zie ook de theoretische interpretatie in paragraaf 4.3.3) – terwijl dit oorspronkelijk geen geformuleerde doelstelling was. Om milieueffectiviteit van domotica zichtbaar te maken komt domotica zélf in beeld als bron van energiebesparing. Oorspronkelijk was het nog de bedoeling dat domotica haar gebruikersomgeving in het lab tot ander gedrag zou aanzetten: het ventilatiesysteem moest vaker op minder vermogen gaan draaien. *De facto* wordt dit nu omgedraaid. De omgeving in het lab legt de actant *domotica* op dat die zijn gedrag aan moet passen: het moet zelf minder energie gaan verstoken. Met terugwerkende kracht nemen eerdere *displacements* van andere actanten toe in belang. De gebruikte domoticamodules zijn geproduceerd in andere actornetwerken en vervolgens naar het laboratorium gebracht. Deze modules beïnvloeden nu alsnog het milieuresultaat dat technologen van het ECN weten te registreren, doordat het eigen energieverbruik van domotica, onvoorzien, doorslaggevend wordt in de bewijsvoering.

### 5.4 Het verspreiden van laboratoriumbewijs

#### 5.4.1 Uitingen in de media en presentatie aan andere partijen

Doordat de deuren van het laboratorium vanaf het begin open stonden kon het nieuws van “succesvolle” domotica zich al snel in de buitenwereld verspreiden, ook al was energiebesparing en comfort door domotica nog niet nagemeten. Verspreiding van dat nieuws werd versterkt doordat medewerkers van het ECN publicaties schreven voor vakbladen ([12], [13], [14], [15], [16], [17]), presentaties gaven op conferenties [18] [19], meewerkten aan media-aandacht [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] en informatie op hun website plaatsten [27]. Vanaf het begin van het project meldde de ECN website: “ICT in woningen vergroot het gemak en bespaart energie”. De belofte van energiebesparing met domotica, die door metingen nog aangetoond moest gaan worden, was vanaf het begin getransformeerd tot pakkende titel van een website die zonder noemenswaardige wijziging nog jaren in de lucht zou blijven. Meer naar onderen op de website werd die boodschap overigens wel genuanceerd, door te melden dat domotica energie *kan* besparen. Verder organiseerden technologen van het ECN twee workshops die medegefinancierd waren door Novem. Het doel daarvan was om toepassing van domotica door andere partijen te stimuleren [28].

De gedemonstreerde mogelijkheden van domotica voor veiligheid en zorg kwamen zo prominent in beeld, speciaal voor de “doelgroep ouderen”. In het verlengde van deze uitingen werd de belofte ten aanzien van energiebesparing telkens herhaald: domotica was



ook geïnstalleerd met het doel energie te besparen en het comfort in de woning te regelen. Met de laboratoriumopstelling had het ECN echter nog geen registraties geproduceerd waaruit dat kon blijken.

#### 5.4.2 Verslaglegging richting sponsoren

In hun latere rapportage richting sponsor Novem en de ontwikkelaar van ventilatiesystemen concludeerden onderzoekers van het ECN dat domotica nooit zal leiden tot energiebesparing:

*“Domotica systemen gebruiken relatief veel energie; het is niet verstandig om een domotica systeem te installeren teneinde energie te besparen. Als domotica echter om andere redenen sowieso al geïnstalleerd wordt (alarmering en comfortregeling), is het zinvol om ook de energiebesparingopties van het systeem in ogenschouw te nemen. De introductie van het systeem als geheel zal echter leiden tot een toename van het energiegebruik van de woning als geheel, ook (maar in mindere mate) als deze energiebesparingopties worden gerealiseerd.” [8, pag. 43]*

Domotica bespaarde in het laboratorium geen energie en zou dat volgens hen ook niet doen op een later moment elders.

In hun rapportage richting de provincie (die op een nog later datum werd uitgebracht) deden de technologen primair verslag van de demonstratieactiviteiten. Als bewijs dat demonstreren had plaatsgevonden namen zij een lijst op met partijen die de woning allemaal bezocht hadden. Maar het rapport deed ook uitspraken over energiebesparing en comfort. In dit verslag serveerden de technologen energiebesparing niet af, maar hielden die optie juist open:

*“Uit het onderzoek volgt dat er een energiebesparing te realiseren is door inzet van domotica. Er zijn echter wel een paar belangrijke kanttekeningen (...).” [5]*

Zij hielden de optie tot energiebesparing open door op drie manieren de referentie te verschuiven.

De eerste manier waarop zij de referentie verschoven was door er op te wijzen dat domotica er in het echt toch anders uit zou kunnen zien dan het geval was in de woning op het ECN-terrein. Domotica zou er anders uitzien wanneer fabrikanten energiezuiniger domoticamodules zouden ontwikkelen. Ook zou domotica kennis over het weer kunnen gaan benutten. Zowel actuele weersgegevens als weersvoorspellingen zouden daaraan kunnen bijdragen [5, pag. 31 en 32]. Als bijvoorbeeld bekend is dat over een uur de zon gaat schijnen, dan kan de verwarming alvast eerder uit.

De tweede verschuiving qua referentie was dat het ECN er op wees dat de gebruiksomgeving van domotica er in de praktijk anders uit zou kunnen zien. Domotica effectiever is als je er van uit gaat dat een normale omgeving minder competitief is ingericht, zowel qua energiebesparing als comfort. In de woning op het ECN-terrein had domotica veel concurrentie. De woning waarin domotica was opgesteld was van zichzelf al erg zuinig. Het was een sterk geïsoleerd nieuwbouwhuis met onder andere het nieuwste type verwarmingsketel dat op de markt verkrijgbaar was en een warmtewisselaar die de warmte van ventilatielucht opnieuw gebruikte. Ook qua zomercomfort werkte de woning tegen. Die was wel uitgerust met klepramen en ventilatieopeningen, maar niet met

## HOOFDSTUK 5

zonwering zodat domotica bij voorbaat kansloos was. In de praktijk zou er volgens de technologen wel zonwering aanwezig moeten zijn, opnieuw te besturen door domotica:

*“Voor een goede werking (aansturing) van spuiventilatie (of zomernacht ventilatie) en zonwering, is domotica (in elk geval een goede regeling) een absolute voorwaarde.”*

[5, pag. 28 en 29]

In de laboratoriumcontext was er voor domotica weinig te halen. Het rapport suggereerde dat wanneer domotica terecht zou komen in een minder concurrerende omgeving er meer kansen lagen. Technologie voor warmtewinning uit ventilatielucht was in het lab nog een grote concurrent van domotica, maar zou volgens onderzoekers “in het echt” vaak minder goed functioneren of vaak afwezig zijn, waardoor kansen voor energiebesparing met domotica weer toenamen. Bovendien vielen er in de praktijk meer huishoudelijke apparaten aan te sturen dan in de ECN-woning (“koelkasten, wasmachines e.d.”) wat de technologen van het ECN ook opvoerden als kansen voor energiebesparing – ook al zouden daar opnieuw energieverbruikende domoticamodules voor nodig zijn.

De derde referentieverschuiving betrof juist de grens tussen domotica en zijn gebruiksomgeving. Paradoxaal genoeg zou domotica zélf ook voor een verschoven referentie kunnen zorgen. Het betrof de verkwisting van energie door domotica zélf die domotica vervolgens weer kon gaan besparen. Het ging er maar om wat je wel en niet tot domotica rekende. Zowel in de rapportage richting Novem als de rapportage richting de provincie suggereerden onderzoekers dat domoticamodules voor veiligheid en zorg in de toekomst wellicht als normaal onderdeel van een woning gezien zouden moeten worden. Een gedeelte van wat eerst onder de noemer domotica viel zou dan overgeheveld worden naar de “normale” context; dit zou dan niet langer ten laste komen van het eigen energieverbruik dat aan domotica toegerekend kon worden. Een energiebesparende regeling voor aansturing van apparaten in de woning zou dan gratis mee kunnen liften met modules voor veiligheid en zorg die sowieso geïnstalleerd zouden worden, waardoor de nieuw gedefinieerde, afgeslankte domotica milieuvriendelijker uit de verf zou komen.

In de ECN-woning waren bewoners ook een concurrent van domotica, ingebed in de gehanteerde referentie om extra energiebesparing met domotica uit te rekenen. Wanneer bewoners (zogenaamd) thuis waren, dan kon domotica het ventilatiesysteem niet uit zetten en bovendien konden zij de werking van domotica frustreren:

*“Veel gehoorde reacties van bezoekers zijn: ‘maar ik wil wel zelf mijn raam open kunnen zetten’. Uiteraard kan dat, maar zonder dit vooraf te realiseren kan een systeem in eerste instantie te weinig handbedieningsfuncties hebben. Dan is de kans groot dat het domoticasysteem uitgeschakeld wordt, voordat de extra handbediening is toegevoegd.”* [5, pag. 31]

Als bewoners zelf een raam open zouden zetten, dan viel er op dat moment voor domotica minder effectiviteit te claimen – nog erger als bewoners domotica helemaal zouden uitschakelen. In het lab waren de gesimuleerde bewoners nu juist zeven dagen per week thuis. De technologen suggereerden dat als mensen in het echt vaker weg waren, domotica de ventilatie vaker automatisch af kon afschakelen vanwege “afwezigheid” (wat meer energiebesparing opleverde).

Hoe meer acties automatisch uit handen van bewoners gehaald zouden worden, hoe effectiever domotica zou kunnen worden. Dat gold ook voor veiligheid en zorg. In de testwoning moesten bezoekers of rondleiders nog zelf om een alarmknop drukken als zij zich “onwel” voelden. Via een nieuw idee van de zogeheten “Life Alert Monitor” zou automatisch alarm geslagen kunnen worden. De “aanwezigheidsdetectie” die al in domotica versleuteld zat zou gebruikt kunnen worden om te detecteren wanneer mensen zich lange tijd niet door het huis bewegen. Door bijvoorbeeld ook te detecteren wanneer het toilet wordt doorgetrokken en rekening te houden met leefroutines zou daarbij onderscheid gemaakt kunnen worden tussen slapen, flauwvallen en afwezigheid van bewoners. Overigens gaven de technologen aan dit concept uiteindelijk niet verder uit te werken omdat er geen patent op te halen was [5, pag. 30].

### 5.4.3 Interpretatie vanuit de theorie

De congresbezoekende technologen, de geproduceerde rapportages, de media-uitingen en de technologen die workshops gaven kunnen we conceptualiseren als intermediairen die vanuit het laboratorium de buitenwereld in gaan. In netwerken buiten het laboratorium kunnen deze intermediairen de getoetste en ongetoetste duale beloftes van domotica overdragen aan andere actoren. Het functioneren van domotica voor veiligheid en zorg is genoegzaam bekend (waarmee het overigens niet gegarandeerd is dat uiteindelijke gebruikers die functies ook zouden weten te waarderen). Voor energiebesparing en comfort geven deze intermediairen de ongetoetste beloftes door aan andere actoren.

Dit uitsturen van intermediairen kunnen we opvatten als een poging van het ECN om die bestaande netwerken, vooral gericht op veiligheid en zorg, te translateren tot netwerken die ook effectiviteit voor comfort en energiebesparing in de materialiteit van domotica zullen gaan inschrijven. Er is een *displacement* van bestaande netwerken richting milieueffectiviteit nodig. In hoeverre deze poging van het ECN succesvol geweest is valt niet op te maken uit de bronnen die voor deze casus gebruikt zijn. Wel kan vanuit de theorie de volgende kanttekening geplaatst worden. De vraag doet zich voor in hoeverre die actoren de beloftes, die het ECN verspreidt voor comfort en energiebesparing, als etiket kunnen gebruiken om hun eigen activiteiten ongewijzigd voort te zetten. Die actoren zouden dan de volgende redenering hanteren: domotica *kan* energie besparen, dus wat is er tegen om het als milieuvriendelijk product op de markt te zetten? In dat geval kunnen we spreken van een *displacement* van het ECN: de oorspronkelijke duale doelen worden in de praktijk niet gehaald, maar alleen als ongetoetste beloftes telkens doorgegeven. Vanuit de theorie geredeneerd loopt een doelstelling om bestaande netwerken tot duale effectiviteit aan te sporen dus het risico om vooral de inbedding van gebruikerseffectiviteit te verstevigen, wanneer milieueffectiviteit nog niet “bewezen” is.

In rapportages over het meten aan comfort en energiebesparing van het ECN zélf vinden we aanwijzingen dat het bovenstaande risico reëel is. Het ECN zélf blijkt in ieder geval wel ongetoetste duale beloftes door te geven. Na het testen beoordelen de technologen van het ECN dat de bijdrage van domotica aan energiebesparing en comfort in de woning tegenvalt. Uit de verslaglegging richting hun sponsors valt echter op te maken dat zij deze beloftes van domotica voor de buitenwereld toch in stand trachten te houden.

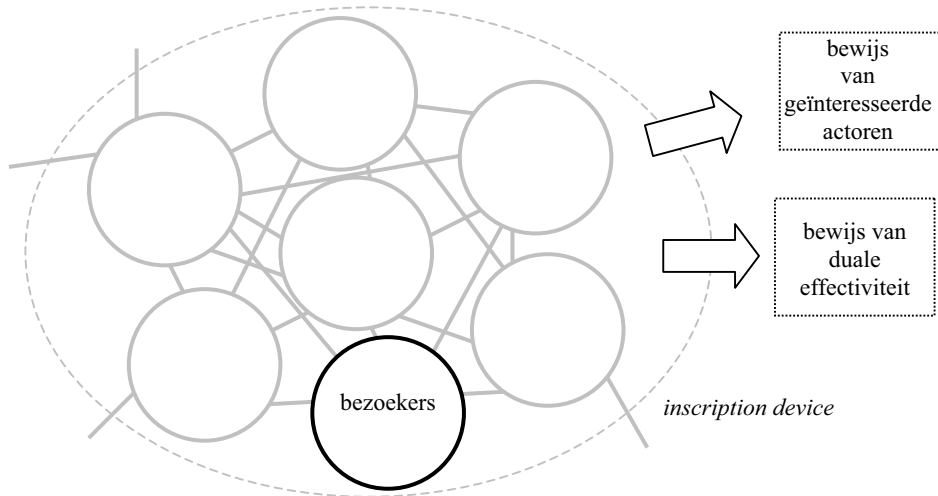
Het ECN tracht die beloftes in stand te houden door zelf op te schuiven. In feite besluit het ECN zijn eigen inscription device te diskwalificeren als representant van echte gebruikspraktijken. Echte gebruikspraktijken zouden volgens het ECN minder concurrerend

## HOOFDSTUK 5

van aard zijn, waardoor domotica meer kansen kreeg. Apparaten en gebruikers zullen zich minder concurrerend op moeten gaan stellen: bewoners zouden vaker afwezig moeten zijn zodat meer systemen automatisch afgeschakeld kunnen worden met domotica. Warmteterugwinningseenheden zullen slechter moeten presteren, het veiligheidskeurmerk zal niet in de weg moeten zitten zodat domotica alsnog “zomernachtventilatie” kan gaan aansturen en in de praktijk zullen er wel zonneschermen moeten zijn zodat domotica niet bij voorbaat kansloos is. Ook zullen producenten energiezuiniger domoticamodules moeten gaan ontwerpen – aldus het ECN. Vooralsnog betreft het een virtuele exercitie, een poging op papier, waarvan het onduidelijk is of die in de praktijk zal slagen. De opmerkingen van bezoekers over het automatisch openen van het klepraam in de domotica-woning doen in ieder geval vermoeden dat hier weer nieuwe antiprogramma’s op de loer liggen. Bovendien blijken de technologen van het ECN voor een deel van hun nieuwe plannen geconfigureerd (in dit geval: beperkt) te worden door dat zij geen patent weten te krijgen op één van hun nieuwe toepassingen van domotica.

Dat de technologen van het ECN hun inscription device diskwalificeren kunnen we ook opmaken uit een ander aspect. We kunnen stellen dat de ECN-technologen de bezoekers gaandeweg zijn gaan *incorporeren* in hun eigen inscription device, om er aanvullend bewijs mee te creëren. In hun rapportage voert het ECN de reacties van bezoekers van de demonstratiewoning namelijk op als bewijs dat er een wijder netwerk is dat effectiviteit van domotica ook wil gaan waarmaken (de lijst met bezoekers, waaronder zorginstellingen, ouderenverenigingen en woningbouwcorporaties). We kunnen dit opvatten als een inzet van technologen om lokaal bewijs van duale effectiviteit meer algemene waarde mee te geven. Het oorspronkelijke inscription device (zonder bezoekers) levert weliswaar lokaal bewijs van duale effectiviteit (metingen en demonstraties in de testwoning), maar dat bewijs kan krachtiger worden door het in de rapportage te betrekken op interesse vanuit een wijder actornetwerk. Figuur 5-3 illustreert deze interpretatie.

Uit het bovenstaande blijkt dat de technologen van het ECN zich een zekere vrijheid gunnen bij het interpreteren van de bewijzen die zij met hun inscription device op het laboratoriumterrein weten te produceren. Vanuit literatuur over het testen van technologie is deze interpretatieslag bekend als het projecteren van lokale testresultaten op praktische toepassing van technologie elders (zie Hoofdstuk 2). Wat in deze casus meer speelt dan in die literatuur is dat het de technologen *zelf* zijn die deze projectieslag expliciet maken in hun rapportage naar anderen toe. Voor domotica zoeken de technologen die discussie met andere actoren zelf op, in een poging hun technologie-in-ontwikkeling in een ander daglicht te plaatsen. Het gevolg hiervan is dat domotica als *duale* belofte in stand kan blijven. Milieueffectiviteit met domotica, die dreigt af te vallen, kan hierdoor toch op de agenda blijven staan.



**Figuur 5-3: Incorporatie van bezoekers in het inscription device op het ECN-terrein.**

## 5.5 Conclusie

De rol die domotica van de technologen in de onderzochte casus moest spelen kunnen we beschouwen als een tweede technische laag van gedragsregulerende inscripties over andere technologie heen. De onderliggende technologische energieconcepten hebben een eigen script dat gestandaardiseerd, voorspelbaar bewonersgedrag veronderstelt. Daar overheen moet domotica de antiprogramma's van gebruikers – praktijkgedrag dat juist afwijkt van de standaard – gaan neutraliseren. Paradoxaal genoeg zetten de technologen een volledig automatische, integrale regeling van het huishoudelijk leven door domotica op papier sterker aan, terwijl bewonersgedrag in de laboratoriumopstelling zélf juist gestandaardiseerd moet worden en domotica slechts enkele apparaten aanstuurt.

Wat de technologen met deze aanpak over het hoofd zien is dat domotica als technologie de kans loopt zijn eigen antiprogramma's bij eindgebruikers op te roepen waardoor alsnog de milieueffectiviteit (en ook de geclaimde gebruikerseffectiviteit) ondermijnd kan worden. In die zin is er geen sprake van een oplossing voor mogelijke antiprogramma's van gebruikers maar van een verschuiving van het probleem. Daarop wordt niet getest.

Op het laboratoriumterrein staat domotica voor een onmogelijke taak de haar toegedachte milieubelofte waar te maken via het hiervoor door de technologen opgezette inscription device (de testwoning voor domotica, aangevuld met rekenmodellen). Daarmee worden metingen gedaan volgens een ingekrompen meetprogramma met (opnieuw) gestandaardiseerde gebruikers in een energiezuinige woning waar voor domotica (qua energiebesparing en comfort) weinig meer te halen valt. Ondertussen kost domotica zelf

## HOOFDSTUK 5

ook energie.

Cruciaal in het ontwerpproces is het besluit van technologen om een element uit een gangbare norm (ventilatievoorschriften uit het Bouwbesluit) ongeldig te verklaren voor de eigen laboratoriumomgeving. In de testopstelling wordt minder geventileerd dan volgens de norm zou moeten, teneinde energiebesparing met domotica te kunnen claimen. In feite verschuiven de technologen daarmee de manier waarop gebruikers zijn gerepresenteerd in de laboratoriumopstelling. Bewoners horen 's nachts boven te blijven, en overdag beneden.

Wanneer de gemeten milieueffectiviteit van domotica desondanks negatief uitpakt stuiten de technologen op het probleem dat ze – om aan fondsen voor testen te komen – in het netwerk van andere actoren zijn gestapt (domotica voor ouderenzorg) waarin ze een demonstratieverplichting zijn aangegaan ten aanzien van duale effectiviteit van hun technologie. Nog afgezien van de negatieve testresultaten staan de technologen voor de onmogelijke opgave de beloftes van domotica levend te houden, door in een woning de lange termijn effecten van energiebesparing en betere ventilatie zichtbaar en voelbaar te maken. Dit kan alleen maar door de bezoekers zelf rond te leiden en veel uit te leggen. Met andere woorden, de geconstrueerde en geteste technologie kan – voor het communiceren van haar duale effectiviteit – nog steeds niet voor zichzelf spreken maar blijft hulpbehoevend.

Om domotica in de lucht te houden schuiven de technologen op. Zij doen dit door afstand te nemen van hun inscription device op het ECN-terrein (en daarmee van de betaalbare nieuwbouwwoning met duale effectiviteit). Door een fictief inscription device op te trekken (een bestaande, energieverpillende woning met zuiniger domotica-apparatuur dan in de testwoning) claimen de technologen alsnog duale effectiviteit-op-papier. Dat moet actoren in het fondsen leverende actornetwerk (domotica voor ouderenzorg) alsnog overtuigen dat domotica duurzaam ontwikkeld kan worden.

Samengevat laat de geanalyseerde casus zien dat de technologen met hun laboratoriumopstelling (min of meer noodgedwongen) bijdragen aan het verstevigen van actornetwerken van anderen die zich richten op gebruikerseffectiviteit in een andere domein (zorg voor ouderen). Dit is een gewaagde strategische stap omdat deze gezet wordt voordat deze technologen beter zicht hebben op de milieueffectiviteit waaraan hun eigen technisch ontwerp moet bijdragen. De milieuclaim van de technologen pakt negatief uit op het laboratoriumterrein. Wanneer dit gebeurt blijken de technologen, richting een deel van hun sponsors, liever hun inscription device te diskwalificeren dan de milieuclaim te laten vallen.

Het volgende hoofdstuk behandelt een duurzaamheidsprogramma waar diverse partijen bij betrokken waren, waarvan het ECN de procesmanager was. Het testen van domotica bij mensen thuis was een belangrijk programmaonderdeel. De vraag voor dat hoofdstuk is hoe het ECN de duale effectiviteit van domotica die zij claimt kan waarmaken als procesmanager van een programma waarin bij mensen thuis getest wordt.

## Bronnen

- [1] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), “Duurzaam bouwen van eensgezinswoningen , Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept”, Delft University Press
- [2] Klunder, G. en Meijer, F. (2000), “Duurzaam renoveren van naoorlogse portiekwoningen , Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept”, Delft University Press
- [3] Römer, J. (1999), “Werkplan domotica. Demonstratie van domotica voor beveiliging, alarmering en energiebesparing in de gebouwde omgeving”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, september 1999
- [4] Römer, J. en Koetsier, H. (1999), “Domotica: energiebesparend of energieverblindend”, in: Verwarming & Ventilatie , december 1999, p. 1045 1048
- [5] Schuitema, R. (2004), “Demonstratiewoning Domotica bij ECN , eindrapport voor de provincie Noord-Holland”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-CX-04-046
- [6] Römer, J. (2000), “Informatie over de ‘D’ Woning ten behoeve van rondleidingen”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
- [7] Römer, J. (2002), “Domotica testwoning. Energiebesparing, comfort en veiligheid in één concept”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-P-01-012
- [8] Zondag, H., Schuitema, R., Ottenbros, M. Römer, J. (2003), “Energiebesparing door domoticageregelde ventilatie in de ICT-woning”, eindrapport, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-CX- 03-083
- [9] Anoniem (2001), Bouwbesluit , Staatsblad 2001, 410
- [10] Kauffeld, S. (2001), Stageverslag , Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
- [11] Schuitema, R. (2001), “ICT woning tussenrapport, natuurlijke ventilatie en binnenluchtsnelheid”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
- [12] Anoniem (2000), “Het toepassen van behoefte ventilatie in energiezuinige woningen”, Verwarming & Ventilatie , November 2000
- [13] Anoniem (2001), “Powerline opent deur naar nieuwe energiediensten”, Energie Nederland , 20 maart 2001
- [14] Anoniem (2001), “Eerste experimenten met hybride ventilatiesysteem in energiezuinige ECN testwoning”, Verwarming & Ventilatie , juni 2001
- [15] Anoniem (2001), “Langer zelfstandig dankzij domotica”, oktober 2001, domotica special
- [16] Anoniem (2002), “ICT-woning voor ouderen én voor milieu”, Tijdschrift voor de Leefomgeving , 1 maart 2002
- [17] Anoniem (2000), “Woonlaboratoria in de duinpan”, Stroom , 26 mei 2000
- [18] Römer, J. (2001), “Simulation of demand controlled ventilation in a lowenergy house”, Proceedings of the 7<sup>th</sup> International IBPSA Conference , Rio de Janeiro, Brazil, 13 15 augustus 2001
- [19] Römer, J. (2001), “Demand controlled ventilation in a low-energy house for energy conservation using power line communication technique as home network”, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Power-Line Communications and Its Applications , Malmö, Sweden, 4-6 april 2001
- [20] Anoniem (1999), “Huizen van de toekomst op terrein ECN”, Noordhollands Dagblad, 23 december 1999
- [21] Anoniem (2001), “Techniek en comfort in het huis van de toekomst”, Noordhollands

## HOOFDSTUK 5

- Dagblad , editie Schagen, 29 maart 2001
- [22] Anoniem (2001), “Afwijkend gedrag = alarm!”, Financieel Dagblad , 15 december 2001
- [23] Anoniem (2002), “Een ander soort woonhuis voor opa en oma”, Metro , 17 januari 2002
- [24] Anoniem (2002), “Het nieuwe wonen”, Woonsfeer Magazine , april 2002
- [25] Anoniem (2002), “Woningen voor ouderen worden voorzien van ‘slimme snuffjes’”, Noordhollands Dagblad , editie Schagen, 4 oktober 2002
- [26] Anoniem (2001), Radio Noord Holland en Regio TV, aanwezig bij opening
- [27] Anoniem (2004), beschrijving ‘ICT woning’ op de website van Energieonderzoek Centrum Nederland, eenheid Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving, <http://www.ecn.nl/dego/products/projects/woning.html>, op 1 maart 2004
- [28] Römer (2003), “De bevordering van ICT/Domotica in woningen, De organisatie van 2 workshops”, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-C-03-065



### Testen voor duaal effectief ontwerp bij mensen thuis: het *NIDO-programma voor domotica* als casus

Het vorige hoofdstuk behandelde het demonstreren en testen van domotica op het laboratoriumterrein van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). Domotica is een ander woord voor huisautomatisering. Het ging om ICT-toepassingen in de woning voor veiligheid, zorg, comfort en energiebesparing. Tijdens die laboratoriumactiviteiten was het ECN begonnen met het opstarten van een nieuw project rondom domotica, waar activiteiten voornamelijk buiten het lab zouden plaatsvinden. In 2001 dong het ECN namelijk mee naar de zogenaamde “sprongprijs” van stichting NIDO, het Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling. ECN was één van de partijen die een programmavoorstel indiende. Eén van de voorwaarden voor deze sprongprijs was dat het in het programma niet alleen zou gaan om kennisuitwisseling, maar dat er in zogenaamde “sprongprojecten” ook echt vernieuwingen zouden worden uitgetoet. In het voorstel was sprake van het testen van domotica bij mensen thuis.

Dit hoofdstuk analyseert het testen van domotica bij mensen thuis, opnieuw vanuit het thema “dual effectieve technologie”. Technologie is duaal effectief wanneer zij tegelijkertijd haar gebruikers tevreden stelt en voor minder milieulast zorgt (zie Hoofdstuk 1). De vraag voor dit hoofdstuk is hoe het ECN de duale effectiviteit van domotica die zij claimt kan waarmaken als procesmanager van een programma waarin bij mensen thuis getest wordt. Dit is onderzocht aan de hand van het digitale archief bij het ECN (waaronder het eigen archief van de programmamanager), websites, persoonlijke gesprekken en interviews (onder andere door testwoningen te bezoeken) en door het eindsymposium van het programma bij te wonen, op 3 juni 2004 in het Victoria Hotel te Amsterdam.

Het hoofdstuk begint met een analyse van beloftes rondom domotica in het ingediende programmavoorstel, in Paragraaf 6.1. Meer specifiek komen beloftes voor het milieu en voor eindgebruikers van domotica aan bod. Die claims wilde het ECN voor een deel gaan bewijzen door domotica in het programma te gaan testen bij mensen thuis. Paragraaf 6.2 analyseert hoe partijen het programma operationaliseerden. Wat daar aan de orde komt is hoe het testen bij mensen thuis werd ingebed in het programma. De Paragrafen 6.3 en 6.4 laten vervolgens zien hoe actoren vanuit het programma bewijs construeerden voor duale effectiviteit, op basis van het testen bij mensen thuis. Daarna behandelt Paragraaf 6.5 hoe actoren vanuit het programma dit bewijs presenterden aan sponsors en een breder publiek. Het hoofdstuk eindigt met Paragraaf 6.6 dat de conclusies geeft.

#### 6.1 Beloftes rondom domotica in het NIDO-programmavoorstel

Het NIDO was een stichting, opgericht door de rijksoverheid in 1999 als ICES/KIS initiatief [3].<sup>1</sup> Met de voorlopers van NIDO wilde de overheid duurzaamheid vooral bereiken door het ontwikkelen van nieuwe technologieën (voor de lange termijn). De naamgeving van die voorlopers illustreert die aanpak: het programma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO) [1, pag. 8] [2] en de “interdepartementale werkgroep Ecotechnologie” [1, pag. 6], waarin onder andere de ministeries VROM en EZ participeerden.

## HOOFDSTUK 6

Met het NIDO schoof de overheid bewust meer richting een procesaanpak dan dat zij primair inzette op kant en klaar te ontwerpen technologische producten. Dit resulteerde in de volgende doelstelling voor het NIDO (overgenomen van de NIDO website):

*“[Het] NIDO [zal] zich [richten op de middellange termijn en zich], naast de technologie, ook oriënteren op uitwerking van de vraagkant. Hierbij is het uitgangspunt om de innovatieve kracht van het Nederlandse bedrijfsleven te versterken.” [1]*

Om dit te bereiken, voerde het NIDO zogenaamde “programma’s” uit (zie stichtingsplan [1] en website [3]). Die programma’s initieerde zij deels zelf, maar voorstellen konden ook ingediend worden voor een jaarlijkse “sprongprijs”.

Beoordelingscriteria voor die prijs betroffen zowel proceseffecten (bijvoorbeeld de samenwerking tussen partijen, het aantal publicaties over het programma in de media) als te bereiken eindeffecten in de maatschappij (welk duurzaamheidseffect treedt op door toedoen van de activiteiten in het programma). De ontwikkeling van nieuwe technologie werd één van de aspecten temidden van vele andere criteria [4].

In het jaar 2000 zag het ECN mogelijkheden om met deze NIDO sprongprijs haar plannen met domotica in een stroomversnelling te brengen. Op dat moment was het ECN al bezig met het ontwikkelen van domotica in een testwoning op haar laboratoriumterrein (zie Hoofdstuk 6). Die activiteiten waren vooral gericht op het ontwikkelen van tastbare technologie. In haar eerste voorstel richting het NIDO zat het ECN vooral op dit spoor: domotica (her-)ontwerpen als artefact dat een bijdrage kan leveren aan een beter milieu door energiebesparing. In dat voorstel formuleerde ECN dit als volgt:

*“Juist op dit moment, nu deze technologie op het punt staat door te breken, is zij nog beïnvloedbaar. Wanneer er geen functies op het gebied van gezondheid, comfort en energie geïntegreerd worden, zal deze technologie leiden tot méér in plaats van minder energieverbruik. Door nu het toepassingsgebied [voor domotica] te verbreden naar energiebesparing, kan deze technologie bijgestuurd worden in de richting van het milieu.” [5, pag. 3]*

Domotica was al op de markt verkrijgbaar, voor diverse toepassingen. Energiefuncties speelden daarbij nauwelijks een rol. In haar laboratorium was het ECN bezig mogelijkheden voor energiebesparing en comfort te onderzoeken. Met domotica zouden andere apparaten in de woning slim aangestuurd kunnen worden, waardoor energie bespaard zou kunnen worden (zie Hoofdstuk 6). Het ging om een “integraal ontwerp” van domotica [5, pag. 7] dat functies voor veiligheid, zorg, comfort, energiebesparing en een gezond binnenklimaat zou combineren. Het ECN zag kansen haar extra domotica-modules voor energiebesparing en comfort te gaan toevoegen aan bestaande domoticamodules voor veiligheid en zorg.

In haar programmavoorstel richting het NIDO formuleerde het ECN een gebruiksomgeving voor die herontworpen domotica. In de woning zou domotica verbonden moeten worden met alarminstallaties, gasfornuis, ventilatiesysteem, verwarmingsinstallatie en voorzieningen voor verlichting. Net als voor haar laboratoriumactiviteiten, formuleerde het ECN “ouderen” als doelgroep voor domotica. De relevantie van die doelgroep onderbouwde zij met gegevens op het Internet over de positie van ouderen in de maatschappij [6]. Overigens meldde het ECN dat ook omwonenden en verpleegkundigen van belang waren voor het functioneren van domotica. Het ECN richtte zich op zogenaamde “ouderenwoningen”:

kleine woningen in appartementencomplexen.

De aanpak die ECN voorstelde volgde het format voor alle NIDO programma's. Er zouden zogenaamde "sprongprojecten" geselecteerd worden, die vanuit het programma verder ondersteund zouden gaan worden. Voor dit programma ging het om "lokale initiatieven" waarin actoren domotica wilden uitproberen. Het ECN streefde naar één project in de nieuwbouw en één in de bestaande bouw.

De voorgestelde duur van het programma was 3 jaar. Naast de sprongprojecten zouden symposia gehouden worden. Ook was media-aandacht een relevant onderdeel, alsmede "kennisuitwisseling". De sprongprojecten, en het programma als geheel, zouden geëvalueerd worden. Die rapporten zouden publiekelijk beschikbaar komen. De naam "sprongproject" had het NIDO dan ook bewust gekozen: de projecten zouden een stap moeten zijn richting toekomstige duurzame(-r) gebruikspraktijken van, in dit geval, domotica. In die sprongprojecten was nog ondersteuning vanuit het programma nodig, daarna zouden partijen in het veld de opgedane inzichten als leerervaringen opgepikt moeten hebben voor hun eigen activiteiten.

### 6.1.1 Beloftes van milieueffectiviteit in het programmavoorstel

Mede door aanwijzingen van de NIDO jury (zie [7, pag. 1]) kwam het ontwerpen van domotica als tastbaar artefact op een tweede plan te staan. In een herzien voorstel stelde het ECN haar doelen voor het programma bij:

*"Het ontwerpen van een integraal concept [voor domotica] is vervallen om per sprongproject beter in te kunnen spelen op de specifieke situatie."* [7, pag. 1]

Vanwege het afstemmen met die sprongprojecten werd het materialiseren van domotica als technologie-voor-het-milieu vooruitgeschoven in de tijd. De specifieke gebruiksomgeving voor domotica in sprongprojecten zou daarvoor eerst beter in kaart gebracht moeten worden – het ECN had die kennis (nog) niet. Bovendien was één van de voorwaarden vanuit NIDO dat die sprongprojecten een "lokaal initiatief" zouden zijn: als programmamanager mocht het ECN die situatie niet volledig centraal voor gaan schrijven. De programmamanager van het ECN formuleert deze verschuiving als volgt:

*"Oorspronkelijk was mijn idee van: het is een manier voor ECN om meer onderzoek te doen (...) naar het besparen van energie met behulp van domotica. Maar omdat de NIDO programma's niet zozeer op onderzoek gericht zijn maar meer op partijen uit het veld, ondersteuning bij hun eigen aanpak, heb ik het ook omgeschreven, zodanig dat de nadruk lag op de eigen activiteiten van de partijen uit het veld (...). [D]an kan ECN een ondersteunende rol spelen op het gebied van energie. (...) En dat heeft voor ECN ook weer het voordeel dat [zij] meer contacten met de praktijk opbouwen op die manier."*

[6]

De rol van het ECN verschoof dus. Zij zag zichzelf eerst vooral als herontwerper van te testen domotica. Na interactie met het NIDO werd het ECN vooral een procesmanager die andere partijen moest gaan bijsturen richting milieuvriendelijker toepassing van domotica, door energiebesparing-met-domotica te agenderen voor herontwerp. Het ECN noemde onder andere ouderenorganisaties, milieu-organisaties, adviseurs, projectontwikkelaars en overheden [5, pag. 8] als relevante "partijen uit de praktijk", die zouden moeten gaan mee-

denken over beter ontworpen domotica. Die partijen hielden zich nog niet bezig met energiebesparing, maar volgens het ECN zouden zij daarin wel geïnteresseerd zijn. Het ECN noemde energiebesparing interessant voor ouderen, woningcorporaties en zorgaanbieders “vanwege de bijdrage die ze zo kunnen leveren aan vermindering van de milieubelasting en vanwege de bijkomende financiële besparing” [7, pag. 4]. Domotica zou de fasen moeten doorlopen “van initiatief, opstellen van eisen, ontwerp tot en met aanbesteding” [7, pag. 7], “om te komen tot een integraal aanbod van voorzieningen op het gebied van veiligheid, zorg en energie” [7, pag. 7]. Van bewoners werd ook een en ander verwacht als mede-ontwerper: “er is een actieve betrokkenheid van (toekomstige) bewoners bij het formuleren van eisen” [7, pag. 7].

De tijd om die partijen bij te kunnen sturen om herontworpen domotica te installeren bij bewoners was echter beperkt. Het NIDO oordeelde dat de oorspronkelijke periode van 3 jaar te lang was. Het programma dat het ECN mocht gaan uitvoeren werd ingekort tot 1,5 jaar.

Diverse partijen waren nodig om domotica-voor-energiebesparing vorm te geven, maar als dat eenmaal gebeurd was, dan was de klus af. Bewoners zouden incidenteel nog wel instellingen kunnen wijzigen, maar in het dagelijkse gebruik in een ouderenwoning zou de domotica gaan zorgen voor energiebesparing. Energiebesparing zat dan ingebakken in domotica. Op verzoek van de NIDO jury droeg het ECN bewijs aan welke energiebesparing op dat moment bereikt zou worden:

*“Het energiegebruik van de woningen wordt teruggebracht. Een aardgasbesparing van 200 m<sup>3</sup> per jaar per woning is mogelijk. Dit komt overeen met een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning van ruim 6%.”* [7, pag. 3]

ECN had deze uitspraak onderbouwd met behulp van een rekenmodel. In computersimulaties had het ECN energiebesparing door domotica aangetoond, onder een aantal aannames. Metingen in het lab, waar het ECN al mee bezig was, moesten nog aantonen dat die computermodellen relevante uitkomsten hadden genereerd:

*“Via een meetprogramma in een onderzoekswoning worden de berekende besparingen op dit moment geverifieerd.”* [7, pag. 3]

Ook voor een geverifieerd rekenmodel moest het ECN de uitkomsten nog wel vertalen naar de situatie van een ouderenwoning; in het lab ging het namelijk om een “eengezinswoning” die groter was en bedoeld was voor meer bewoners. De omgerekende situatie voor een ouderenwoning vertaalde het ECN vervolgens weer verder naar landelijke schaal:

*“[Er is] bij toepassing in 140.000 huishoudens een jaarlijkse energiebesparing mogelijk van ca. 25.000.000 m<sup>3</sup> gas. Dit leidt tot een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 45.000 ton per jaar.”* [7, pag. 4]

Overigens had het NIDO ook om een uitspraak over bijdrage aan zo’n landelijke “trendbreuk” gevraagd: dat was één van de beoordelingscriteria.

Deze doorgerekende landelijke trendbreuk qua energiebesparing was wel afhankelijk van de hoeveelheid energie die ouderen in de praktijk gebruiken. Volgens het ECN nam dit energieverbruik van ouderen toe:

*“Het stijgende aantal ouderen betekent ook dat het aandeel van ouderen in het energiegebruik in Nederland toeneemt. Het wordt zo een steeds belangrijker doelgroep, ook voor energiebesparing.”* [7, pag. 12]

In het perspectief van groeiend energieverbruik door ouderen was de belofte van energiebesparing met domotica groter. In het programmavoorstel werd ECN's belofte van energiebesparing met domotica dus sterk afhankelijk van bewoners en andere partijen.

### **6.1.2 Beloftes van gebruikerseffectiviteit in het programmavoorstel**

Voor veiligheid, zorg en comfort sprak het ECN geen concrete verwachtingen uit op woningniveau. Voor energiebesparing was wel een percentage genoemd, maar voor veiligheid, zorg en comfort noemde het programmavoorstel geen afzonderlijke getallen. Het ECN schreef daarover in algemene termen. Domotica-modules voor veiligheid, zorg en comfort zouden er aan bijdragen dat ouderen prettiger zouden wonen en bovendien langer zouden blijven thuiswonen. Daardoor zouden zij hun sociale contacten langer kunnen aanhouden en volwaardig blijven deelnemen aan de maatschappij, waarmee ook de sociale positie van ouderen in de maatschappij verbeterd zou worden [7].

Met gegevens van onder andere het Centraal Bureau voor de Statistiek en het Cultureel Planbureau onderbouwde het ECN de claim dat er sprake was van meer zorgbehoevende ouderen en een groeiend streven naar langer zelfstandig wonen. Ouderen kregen de volgende eigenschappen toegedicht:

*“ouderen [zijn] over het algemeen langer thuis (. . .) en minder mobiel dan mensen van middelbare leeftijd [waardoor] de kwaliteit van de woning en woonomgeving voor hen bovendien zeer belangrijk [is]”* [7, pag. 4]

Zij zouden een “steeds grotere interesse” in nieuwe technologieën hebben [5, pag. 3] en een vraag naar “meer veiligheid, meer zorg én meer comfort” [5, pag. 4]. Het ECN presenteerde ouderen hiermee als groeimarkt voor domotica.

Op het niveau van woningen deed het ECN geen specifieke prognose qua effecten op bewoners, maar wel op landelijk niveau. Daarvoor leverde het ECN voorlopig bewijs in de vorm van een berekening. Het installeren van geschikte domotica-modules zou kunnen bijdragen aan een significante besparing op landelijke zorgkosten

*“Wanneer het aanpassen van de woning bij [1%] van [de ouderen in Nederland] leidt tot een uitstel van de opname in een verzorgingstehuis met twee jaar, levert dit bij de verzorgingstehuizen een kostenvermindering op van ruim fl. 6 miljard over de periode van 10 jaar.”* [7, pag. 4]

Het ECN voegde de invloed van domotica op veiligheid, zorg en comfort in een woning samen tot een percentage bewoners in Nederland dat daardoor langer thuis zou blijven wonen. Hiermee koppelde het ECN niet alleen haar eigen doelstelling van energiebesparing in woningen, maar ook haar eigen doelstelling van een beter wooncomfort met domotica aan doelstellingen op grotere schaal. Het ECN voerde eigen beloftes qua duale effectiviteit dus op als bouwsteen voor het waarmaken van grotere beloftes. Het ECN schoof het NIDO-programma voor domotica, gericht op een concreet aantal partijen, dus naar voren als noodzakelijke bouwsteen voor het waarmaken van grotere beloften waar veel meer partijen voor

nodig zouden zijn.

### 6.1.3 Interpretatie vanuit de theorie

De insteek van het NIDO bouwt voort op inzichten uit Wetenschaps- en Technologiestudies die het creëren van “niches” centraal zetten (zie Hoofdstuk 1). Zo’n niche is op te vatten als een handelingspraktijk waarin actoren leren over nieuwe technologie die breekt met het bestaande “regime”. Een regime is daarbij gedefinieerd als een functie waar in de maatschappij behoefte aan is, zoals transport of energievoorziening. In lokale leerprocessen in niches kan nieuwe technologie als het ware rijpen, om uiteindelijk een “transitie” van een bestaand regime te bewerkstelligen naar een nieuwe situatie. De overheid verstrekt middelen om die niches (tijdelijk) af te schermen van financiële eisen vanuit de markt die voorlopig nog onhaalbaar zijn. Wanneer technologie zich in niches kan bewijzen, dan kan een transitie – of een “sprong”, zoals NIDO het noemt – naar een duurzamer niveau tot stand komen. Voor wat betreft domotica zouden we kunnen spreken over een bestaand regime van zorgvoorziening voor ouderen. Vanuit die optiek is het instellen van het NIDO-programma op te vatten als het verstrekken van overheidsmiddelen om te leren over domotica in niches, met het doel dat het regime van zorgvoorziening verandert.

Het ECN wil bijdragen aan dit leerproces voor domotica, maar haar streven naar domotica-voor-milieu (door energiebesparing) en comfort staat voorlopig op achterstand. Wanneer we dit in termen van Actor-Netwerk Theorie formuleren, dan kunnen we zeggen: het ECN wil zich met het NIDO-programma gaan ontwikkelen tot *obligatory point of passage* voor de bestaande markt voor domotica, maar voorlopig is de situatie omgekeerd. Twee van de drie beloofde gebruikerseffecten voor het programma zijn namelijk al flink ingebed in bestaande actornetwerken. De bestaande markt voor domotica richt zich vooral op veiligheid en zorg, wat tot meer energieverbruik dreigt te leiden. Het ECN wil actoren die zich al bezighielden met domotica langs haarzelf dirigeren. Het ECN wil energiebesparing en comfort voor domotica toe gaan voegen aan bestaande verkwistende ontwikkelpraktijken van marktpartijen. Voorlopig is het echter nog niet zo ver. Voor het ECN vormen de actoren die zich al inlaten met domotica voor veiligheid en zorg juist een verplicht passeerpunt, om haar eigen plannen voor energiebesparing en comfort te kunnen waarmaken. Als actoren, waaronder bewoners, domotica niet op grote schaal zullen gaan toepassen, dan valt er voor de techniek van het ECN niets te besparen.

We kunnen opmaken dat er voor ECN, naast de bestaande markt voor domotica, nog een tweede *obligatory point of passage* is. Dat is het NIDO, vertegenwoordigd door de jury voor de sprongprijs en het verplichte programmaformat. Het ECN moet daarlangs. Het ECN schuift op door minder sterk in te zetten op de belofte van domotica voor inhoudelijke duale effecten in woningen (minder milieulast en tevreden gebruikers), maar procesbeloftes (samenwerking tussen partijen, onderlinge kennisuitwisseling en aantallen publicaties over het programma) meer op de voorgrond te plaatsen. Wat er vanuit de theorie gereedeneerd aan de hand is, is dat het ECN wordt gedwongen om een *modaliteit* (zie Hoofdstuk 2) aan haar beweringen toe te voegen. Het gaat niet langer alleen maar om uitspraken over op te treden duale effectiviteit in woningen, maar het ECN moet gaan specificeren onder welke omstandigheden die duale effectiviteit op zal treden, te weten een succesvolle samenwerking tussen betrokken actoren.

Daarnaast dwingt het NIDO het ECN om te behalen resultaten in het programma vooraf te vertalen naar procentuele winst op landelijke schaal. Veiligheid, zorg en comfort in de

woning zullen er voor gaan zorgen dat ouderen langer thuis zouden wonen, wat tot landelijke besparing op zorgkosten zal gaan leiden – zo luidt de claim. Ook energiebesparing per woning wordt vertaald naar landelijke vermindering, uitgedrukt in bespaarde tonnen CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het ECN probeert de claim voor milieueffectiviteit aannemelijk te maken door een gedeelte van de actorwereld voor domotica alvast groen te schilderen. Actoren die tot nu toe eventuele interesse in het milieu niet hebben omgezet in materieel ontwerp dicht het ECN interesse voor energiebesparing toe.

Dit vertalen van lokaal te behalen resultaten naar grotere schaal kunnen we interpreteren als het *vooraf projecteren* van nog te behalen resultaten in geplande lokale testpraktijken naar latere toepassingen op landelijke schaal elders (zie Hoofdstuk 2). In de literatuur over het testen van technologie wordt het projecteren van testresultaten vooral genoemd als grond voor controverses tussen verschillende actoren *achteraf*, nadat testen hebben plaatsgevonden. Hier is dus wat anders aan de hand. Het vooraf projecteren van nog ongetoetste testresultaten is juist het bindmiddel dat actoren, in dit geval het ECN en het NIDO, bij elkaar brengt. Zo projecteert het ECN het nog te behalen laboratoriumbewijs voor energiebesparing alvast van een eengezinswoning op een ouderenwoning. Daar bovenop vindt nog eens de projectiestap plaats van een ouderenwoning naar landelijke schaal. De duale eindbeloftes van het ECN (energiebesparing en comfort in een woning) worden daardoor dus niet alleen gekoppeld aan bestaande gebruikersbeloftes voor een woning (veiligheid en zorg), maar ook nog eens ingebed in proces- en projectiebeloftes. Een andere manier om dit te formuleren is dat er niet alleen modaliteiten worden toegevoegd aan de duale claims van het ECN, maar dat de duale claims van het ECN op hun beurt weer als modaliteiten functioneren voor het waarmaken van duale effectiviteit op een ander niveau. Het gevolg hiervan is dat het ECN de *verantwoordelijkheid voor duale inscriptie in de materialiteit van domotica* op voorhand voor een deel overdraagt aan andere actoren in het project en, uiteindelijk, veel meer actoren in de maatschappij. Dit laat onverlet dat het ECN een deel van de inscriptieverantwoordelijkheid claimt, door aannemelijk te maken dat er op het niveau van de woning duale effectiviteit te behalen is.

Het gevolg van deze *displacement* van het ECN is dat er een discrepantie ontstaat tussen de verwachtingen en beloftes die uitgesproken worden en dat wat er *de facto* getest kan gaan worden. De bijdrage aan effecten op landelijke schaal zullen niet direct te registeren zijn in het programma. De geplande testen in woningen zullen plaatsvinden op kleine schaal, onder vergrote tijdsdruk (van 3 naar 1,5 jaar).

Het NIDO-programmaformat levert zelf al een oplossing om met deze discrepantie om te gaan. Door de nadruk op te behalen proceseffecten (samenwerking, publicaties) zullen de geplande testpraktijken toch al in korte tijd opbrengsten gaan opleveren die *te interpreteren* zullen zijn als indicatoren van groter maatschappelijk succes. Duale eindeffecten zijn misschien niet te registreren in de woningen, maar samenwerking tussen actoren in het project kan gaan gelden als *representant* in het heden van groter toekomstig succes op veel meer plaatsen. De implicatie hiervan is dat de verantwoordelijkheid van het ECN voor de inscriptie van duale effectiviteit in de materialiteit van domotica op voorhand verlicht wordt.

## 6.2 Het operationaliseren van het NIDO-programma

### 6.2.1 De start van het programma

In 2001 waren er 29 ingediende voorstellen voor de “NIDO sprongprijs 2001” [8]. Voor de beoordeling had het NIDO een jury ingesteld die bestond uit zes leden: iemand uit het bedrijfsleven (niveau raad van bestuur van Nederlandse multinationals), een eigenaar van een bureau voor “eco-design”, een teammanager van Stichting Natuur en Milieu, een burgemeester, een professor van een technische universiteit en een afdelingshoofd van onderzoeksinstituut TNO, afdeling Milieu, Energie en Procesinnovatie [9]. De besluitvorming zelf vond plaats achter gesloten deuren.<sup>ii</sup> Het reglement vermeldde ook dat er over de uitslag “geen correspondentie mogelijk” was [4]. In haar rapport [8] lichtte de jury wel kort toe waarom juist het voorstel van het ECN gekozen is:

*“Het programma In eigen omgeving oud worden is vraaggedreven, toekomstgericht en legt een sterke nadruk op de factor people, wat het interessant maakt om ten uitvoer te brengen. De energiebesparing is vanuit milieuoepzicht (planet) relevant, maar financieel gezien (profit) van beperkt belang. Echter, de verhuur en verkoop van woningen met de gewenste ICT voorzieningen, en de besparingen op het gebied van de zorg zullen het project rendabel maken.*

*Woningbouwcorporaties zouden zich met deze woningen moeten kunnen profileren. Belangrijk is dat de nadruk dient te liggen op het bieden van comfort die niet méér energie kost.*

*ECN heeft al een voorbeeldwoning gebouwd. De jury ziet dit als een voordeel, de technieken zijn er, het gaat nu om de toepassing. De jury denkt dat ICT-woningen er ook zonder de steun van NIDO zullen komen. In dat geval is de kans echter groot dat de combinatie van geschikte zorgvoorzieningen en energiebesparingsmaatregelen onderbelicht blijft. Hier kan NIDO een duidelijke bijdrage leveren. Met ondersteuning van NIDO kan het project nog breder worden getrokken door zorgaanbieders, zorgverzekeraars, overheden, marktpartijen en de ouderen zelf bij het programma te betrekken. Hiermee reikt het NIDO programma verder dan het huidige eigen werkkterrein van ECN.” [8, pag. 2, cursief in origineel hier als non-cursief]*

Een bedrag van maximaal 450.000 euro, voor de “inzet van mensen en denkkracht”, kwam daarmee beschikbaar vanuit het NIDO, om het programma te gaan uitvoeren [10].

Om te beginnen werd een ECN medewerker als programmamanager gedetacheerd bij stichting NIDO, voor twee dagen per week. Zijn werkzaamheden vielen onder verantwoordelijkheid van het NIDO.

Eén van de eerste activiteiten van de programmamanager was het laten uitvoeren van een “omgevingsverkenning”. Dit was een gebruikelijk onderdeel voor alle NIDO programma’s. Zo’n omgevingsverkenning werd gebruikt naast het programmaplan, als middel om samenwerking tussen verschillende partijen te bewerkstelligen en ideeën van deze partijen expliciet te maken.

Het ECN was één van de partijen die een offerte voor deze omgevingsverkenning uitbracht, maar moest het afleggen tegen het TNO. De aanpak die het TNO voorstelde voor de omgevingsverkenning werd beoordeeld als “beter onderbouwd” dan het voorstel van het ECN. De aanpak van het ECN zou misschien wel beter antwoord op praktijkvragen kunnen



geven, op een later moment in het programma [11]. De programmamanager huurde TNO-adviseurs in die informatie verzamelden over andere projecten met domotica.

Op basis van andere studies konden die adviseurs een overzicht van duurzaamheidsbeloften rondom domotica presenteren. Harde uitspraken over werkelijke bijdrage van domotica aan duurzaamheid deden die studies echter niet. Studies over domotica in de bestaande bouw ontbraken. Over de nieuwbouw was wel informatie voorhanden, maar op basis daarvan waagden de adviseurs zich niet aan een antwoord op de vraag in hoeverre domotica daaraan had bijgedragen. In die nieuwbouwpraktijken was domotica namelijk tegelijkertijd geïntroduceerd met andere vernieuwingen. Zo spraken de adviseurs in hun rapportage [12] soms over “domotica” en op andere momenten over de energiebesparing van “het systeem” waar niet alleen domotica-modules maar ook andere energie-efficiënte installaties deel van uit maakten. Ook gaven zij aan dat “sociale duurzaamheid” van meer factoren afhing dan een alleen een woning met domotica [12, pag. 17]. De auteurs van de omgevingsverkenning concludeerden wel dat bepaalde duurzaamheidseffecten “bewezen” waren, soms in de praktijk en soms op papier, maar zij lieten in het midden wat de (mogelijke) bijdrage van domotica daaraan was geweest.

### 6.2.2 Het inlijven van twee testlocaties in het programma

Resultaten van de omgevingsverkenning waren nog niet beschikbaar op het moment dat de programmamanager sprongprojecten zocht. Het programma wachtte daar niet op – de doorlooptijd was immers beperkt. In haar voorstel had het ECN al een aantal projecten op het oog. Door aandacht in de pers, door een eerste workshop in het programma [6] en door contacten van andere deelnemers aan de sprongprijs [13] kwamen meer mogelijke sprongprojecten in beeld.

In een programmaplan (een concretisering van het eerdere programmavoorstel) werden criteria voor gewenste sprongprojecten gedefinieerd [10, pag. 39]. Die projecten zouden aansprekend en representatief moeten zijn. Ook zou via “meetbare prestatie-indicatoren” [10, pag. 6] nagegaan moeten kunnen worden in hoeverre de doelen van het programma “met behulp van domotica toepassingen” [10, pag. 39] gehaald werden. Ondertussen had het ECN de milieudoelstelling voor het programma uitgebreid. Het ging niet alleen om energiebesparing, maar ook om een zo laag mogelijk materiaalgebruik [10, pag. 5 – 10]. Registratie van effecten in die projecten, waaronder een “evaluatie van bewonerservaringen” [10, pag. 39], zou binnen de tijdsduur van het programma moeten plaatsvinden. Dit betekende onder andere dat er al een grote kans moest zijn dat het project daadwerkelijk door ging.

De programmamanager bleek niet in staat sprongprojecten te vinden die aan alle criteria voldeden. Ook viel de nieuwbouw af als gebruiksomgeving voor domotica. De programmamanager (PM) licht dit als volgt toe:

*JG: [I]n in hoeverre is er bewust afgeweken van een project in de nieuwbouw? (. . .)*

*PM: (. . .) Ik heb nog wel gesproken, ook met partijen die met nieuwbouw bezig waren, maar voordat dat gerealiseerd is gaat er natuurlijk een flinke tijd overheen, en als je ook wilt evalueren hoe de bewoners het ervaren, dan ging het gewoon te lang duren.*

*JG: Waarom ging het te lang duren?*

## HOOFDSTUK 6

*PM: Omdat, als je invloed wilt hebben op de domotica zoals die geplaatst wordt, dan moet je dat doen in de ontwerpfase. Voordat het dan gerealiseerd is, daar gaat toch wel een aantal jaar overheen.*

*JG Een aantal jaar was te lang, in jouw beleving, op dat moment. .*

*PM: Ja. Want dan begint pas de periode dat je kunt gaan evalueren.*

*JG: OK. Maar had je dat probleem met bestaande bouw (. . .) dan niet?*

*PM: Nou, [daarom] hebben we dus voor het project met [een woningbouwcorporatie] gekozen, en daar was de domotica dus al aangebracht [in zo'n 40 appartementen], en daar woonden de bewoners ondertussen een jaar en is er [voor het aanbrengen van domotica] een onderzoek onder de bewoners gehouden [om hun interesse te peilen]. Het voordeel was dus dat het daar al stond. . .*

*JG: De domotica?*

*PM: Ja, het domoticasysteem. Het nadeel is dan dat je niet meer kunt kiezen wat voor domoticasysteem er in staat en op welke manier het pakket wordt samengesteld.”*

[6]

Testen in nieuwbouw was dus sowieso niet mogelijk, binnen de tijdsduur van het programma. Maar ook voor testen in bestaande bouw was er weinig tijd. De programmamanager won tijd, door uit te gaan van reeds ontworpen domotica, en een testpraktijken die al flink in gang was gezet.

Het project met de woningbouwcorporatie was het ene sprongproject. Het andere sprongproject was er één met een kennis- en adviescentrum (Stichting Ilse, Den Haag). Die had een “voorbeeldwoning” tot haar beschikking (in Moerwijk), ingericht met domotica, waar ouderen rondgeleid en voorgelicht zouden worden. Ook in dat project gingen de programmamanager in zee met de domotica die al geïnstalleerd was:

*“PM: Dat was eigenlijk mijn conclusie, dat het niet reëel was om [energiefuncties] nog op dat moment eraan toe te voegen. Bovendien zag ik er ook niet zoveel meerwaarde in, omdat het ook geen bewoonde woning was. Dan krijg je zoiets als de testwoning zoals we die hier bij ECN hebben, maar dan nog zonder de simulatie van bewoners.*

*(. . .)*

*PM: [H]et speelde ook mee dat we bij ECN nog niet zo ver waren dat we al conclusies hadden over welke energiebesparende opties de beste waren en wat de besparing was die daarmee mogelijk was. Want de resultaten van het onderzoek in [de testwoning op het ECN terrein], die waren niet duidelijk op dat moment.” [6]*

ECN was dus nauwelijks geïnteresseerd in het aanpassen van domotica met energiebesparingsfuncties in een voorbeeldwoning die toch niet bewoond werd.

Het ECN was wel geïnteresseerd in het aanbrenge van energiebesparingsfuncties in het andere sprongproject: het bewoonde appartementencomplex van de woningbouwcorporatie. Maar ook daarvoor gold dat de tijdsdruk van het programma dat nauwelijks toeliet. Daar kwam nog bij dat in de perceptie van de corporatie en de installateur waar de corporatie al mee samenwerkte de bewoners zo min mogelijk lastig gevallen zouden moeten worden met installatiebezigheden [14] [15].

De woningbouwcorporatie had zich op de volgende manier in de kijker weten te spelen voor het programma. De woningbouwcorporatie richtte zich al op domotica voor veiligheid en zorg. Een zorginstelling was al betrokken bij het project; meldingen op een zorgtelefoon in een ouderenwoning kwamen daar binnen. Ook had de corporatie al contact met een adviesbureau voor duurzaamheid (CEA). Dit adviesbureau wees de woningbouwcorporatie op de mogelijkheid van financiering vanuit het NIDO. De woningcorporatie wilde sowieso al de “toegevoegde waarde” van domotica gaan evalueren – dit zou nu extern gefinancierd kunnen gaan worden [14].

In de optiek van de corporatie bood juist bestaande bouw evaluatiekansen. Terugkijkend op het project verwoordt de projectleider van de corporatie dit als volgt:

*“In nieuwbouw, als je daar gaat vragen wat de toegevoegde waarde van die domotica is, krijg je dat bijna niet boven water. Wat is er namelijk aan de hand: die mensen komen vanuit een bestaande woning in een nieuwbouwwoning, en vervolgens ga je ze vragen, meneer, mevrouw, wat is nu de toegevoegde waarde van die domotica. Dan is alles anders. Ze komen van een andere omgeving, vaak, de woning is anders. Om dan, heel sec, het deel dat met domotica te maken heeft boven water te krijgen is niet mogelijk.”*

[14]

Als “één van de weinigen” [14] [12] kon de corporatie een project in de bestaande bouw aanbieden, waar bovendien al een “nulmeting” [14] was uitgevoerd: een bestaand appartementencomplex. In een enquête, uitgevoerd door een studente, waren bewoners al ondervraagd [16]. De corporatie kon een evaluatie van dit project in de bestaande bouw als prestigeproject opgevoeren: het was uniek [17] [14]. Door de evaluatie ditmaal te laten uitvoeren door een professioneel adviesbureau (de studente was overigens ook niet meer beschikbaar) verwachtte de corporatie dat subsidiekansen vanuit het NIDO toe zouden nemen [14].

De woningbouwcorporatie had, in samenwerking met de installateur, bewust gekozen voor een “aanbodmodel” van domotica omdat het om een pilotproject ging [15] [14]. Zij zagen deze keuze niet als ideaal, zoals de projectleider van de corporatie verwoordt:

*“Ik gebruik vaak de metafoer: je geeft die bewoners een kerstboom, met alle lampjes erin, prachtig verlicht, en vervolgens ga je tegen die mensen zeggen, ja, als het u nu te licht wordt kunt u ook lampjes uitzetten. (. . .) Je wilt eigenlijk, dat je de randvoorwaarden creëert op basis waarvan die bewoners zelf functionaliteiten kunnen toekennen. Het punt is alleen (. . .) hoe organiseer je dat en hoe geef je daar technisch invulling aan.”* [14]

Het kennis- en adviescentrum, de vertegenwoordiger van het andere sprongproject, wist zich juist met een “vraagmodel” interessant te maken. Hun “vraaggerichte aanpak” “sloot goed aan” [6] bij de NIDO benadering. Op deze manier waren de criteria uit het programmaplan niet vervuld voor elk sprongproject afzonderlijk, maar verspreid over beide sprongprojecten was wel geprobeerd om aan zo veel mogelijk van de criteria te voldoen.

### 6.2.3 Interpretatie vanuit de theorie

Het operationaliseren van het NIDO programma laat zich interpreteren als het verder doorzetten van een *displacement* van het ECN. In het programmavoorstel had ECN opgevoerd om in bestaande testpraktijken ook te testen op comfort en energiebesparing, zowel in de bestaande bouw als in de nieuwbouw. In de confrontatie met de praktijk blijkt ECN dit streven te moeten opgeven. Enerzijds komt dit door de *constraints* die al bestaan in reeds gematerialiseerde testnetwerken. Zo was testen in de nieuwbouw niet haalbaar. In het ene sprongproject is testen in een modelwoning wel mogelijk, maar daar is energiebesparing onmeetbaar (in de optiek van het ECN) omdat die woning onbewoond is. In het andere sprongproject is überhaupt geen plaats meer voor nieuwe domotica modules. Anderzijds moet het ECN haar streven om te testen op energiebesparing en comfort opgeven omdat haar laboratoriumbewijs (nog) niet overtuigend genoeg is. Ook het papieren bewijs uit de “omgevingsverkenning” helpt het ECN in dit opzicht niet; bovendien komt dit te laat. Op papier waren de berekeningen en geplande metingen van het ECN wel overtuigend genoeg overgekomen om de NIDO-jury voor zich te winnen. Dat bewijs blijkt echter niet krachtig genoeg om bestaande netwerkverbanden in echte testnetwerken in kort tijdbestek open te breken. We kunnen concluderen dat het ECN zich, op afstand, aansluit bij bestaande *in-scription devices* die andere actoren al geconstrueerd hebben, rondom eindgebruikers thuis, bedoeld om veiligheids- en zorgeffecten van domotica aan te tonen. Het gevolg daarvan is dat het ECN haar eigen technologische beloftes voor energiebesparing en comfort alleen met andermans domotica kan gaan bewijzen.

## 6.3 Het testen op gebruikerseffectiviteit vanuit het programma

### 6.3.1 Testlocatie I: het voortraject

Het appartementencomplex van de woningbouwcorporatie vormde de ene testlocatie uit het NIDO-programma. In de optiek van de projectpartners op die locatie was het leren door gebruikers een voorwaarde om domotica succesvol te kunnen toepassen. Om die reden waren bewoners vanaf het begin betrokken bij het project. Zo hadden de woningbouwcorporatie, de betrokken installateur, een domotica expert en iemand van de betrokken zorginstelling voorlichting gegeven aan bewoners in bijeenkomsten en op papier [18] [19] [20] [15]. In het appartementencomplex was bovendien een demonstratiewoning ingericht waar bewoners rondgeleid waren. Ook bij het installeren bij bewoners thuis was de bedoeling doorgezet om bewoners te leren omgaan met domotica. Volgens de installateur waren zijn monteurs speciaal opgeleid voor het installeren van techniek in een bestaande – dus bewoonde – woning. Zij hadden een deel van de “begeleiding” en “communicatie” verzorgd voor bewoners die nieuwe technologie wellicht “vreemd of beangstigend” vonden [15].

Waar bewoners mogelijke bezwaren zagen voor domotica, daar hadden de projectpartners geprobeerd die op voorhand weg te nemen. Sommige bewoners zagen bepaalde tekortkomingen van het domotica, maar die opmerkingen werden op dat moment niet verwerkt in het ontwerp. Sommige bewoners voorzagen bijvoorbeeld dat het alarm (onderdeel van het domoticasysteem) onbedoeld af zou kunnen gaan. De projectpartners reageerden hier op door de bewoners te vragen hun gedrag daarop te leren aanpassen. De volgende quotes, uit verslagen van de informatiebijeenkomsten voor bewoners, illustreren dit:

*“In principe is het alarm ‘s nachts uitgeschakeld. Willen bewoners het alarm ‘s nachts wel ingeschakeld hebben dan moeten ze zich realiseren dat ze het alarm af moeten zetten als ze ‘s nachts opstaan, bijvoorbeeld om naar het toilet te gaan.” [18]*

*“De oplossing zou kunnen zijn om de kat of hond in het halletje te laten zitten als de woning wordt verlaten en het inbraakalarm wordt aangezet.” [19]*

Een wekelijks spreekuur van de projectleider van het installatiebedrijf, gehouden in het appartementencomplex, had ook bijgedragen aan het wegnemen van twijfels van bewoners. In de optiek van de installateur waren tegenstanders in een dergelijk project namelijk een speciaal aandachtspunt. Enerzijds achtte hij hun kritische blik nuttig voor verbetering van technologie. Anderzijds was aandacht daarvoor juist zijn strategie om die mensen in te palmen. Door “van een rakker een makker maken” wordt zo’n persoon “je beste ambassadeur”, als hij of zij “eenmaal om is” [15]. Ook in de enquête van de studente was er aandacht voor het leren door bewoners. Er waren vragen opgenomen of bewoners bijeenkomsten bezocht hadden en daarvan geleerd hadden: “[i]s het voor u duidelijk wat alle voorzieningen kunnen doen?” [16, pag. 12]. De uitgevoerde enquête zelf had overigens ook weer een rol gespeeld in de bereidheid van bewoners te leren omgaan met domotica. De studente had namelijk een “klik met die ouderen”, aldus de projectleider van de woningbouwcorporatie [14]. De bewoners stonden “zeker niet afwijzend (. . .) ten opzichte van de veranderingen.”, aldus de conclusie van het enquêterapport [16, pag. 9]. Alle betrokken partijen richtten zich er dus op dat bewoners zouden leren omgaan met het geïnstalleerde domotica-systeem.

Voor veel van de enquêtevragen moesten bewoners een inschatting maken voor hun eigen situatie, wat niet altijd lukte. Er werd van hen verwacht dat zij een voorspelling zouden doen over hun eigen domoticagebruik. Domotica was al wel gepland voor het appartementencomplex, maar was nog niet geïnstalleerd. Zij moesten zich inbeelden wat domotica, waarover zij al wel geleerd hadden, voor hen zelf, thuis kon betekenen. Dit inbeeldingsvermogen was bijvoorbeeld nodig om te reageren op stellingen als: “[i]k wil liever dat mijn woning blijft zoals hij nu is (dus zonder toepassingen)”, “[i]k denk dat de toepassingen mijn leven aangenamer zullen maken” en “[i]k denk dat ik door de toepassingen langer zelfstandig kan blijven wonen” [16, pag. 13]. Volgens het enquêterapport bleek het voor een aantal mensen echter “nog moeilijk te overzien wat de gevolgen van de veranderingen zullen gaan zijn” [16, pag. 9]. Niet alle bewoners bleken in staat in te schatten wat domotica voor hen zou gaan betekenen.

Door informatievoorziening bleken veel bewoners al wel geleerd te hebben over domotica, maar nog niet overtuigd van het directe nut:

*“Wat (. . .) opvalt, is dat de meeste mensen toch wisten wat de [geplande] voorzieningen kunnen doen, maar dat ze lang niet alles even nuttig achten.”*

(enquêterapport [16, pag. 8])

In de verbeelding van bewoners leek domotica in eerste instantie niet erg zinvol. Op één na bleken alle geënquêteerde bewoners (het ging om 42 mensen) namelijk al zeer “tevreden” te zijn met hun woning. Brand was nog nooit voorgekomen. Inbraak wel, maar dat leek opgelost met een nieuwe ingang. In de perceptie van de bewoners was het appartementencomplex daarmee veilig. Qua zorgvoorziening leek er meer te halen voor domotica, maar

eigenlijk alleen voor mensen die geen partner hadden die op hen kon letten. In de verbeelding van bewoners kon domotica in tweede instantie wel zinvol zijn:

*“[Bewoners] vinden nu weliswaar niet alle voorzieningen even nuttig, maar ze geven wel aan dat ze er voor later of voor eventuele volgende bewoners wel het nut van inzien.” [16, pag. 9]*

Van de bewoners beoordeelde bijvoorbeeld 63% inbraaksignalering (contact leggen met een meldkamer bij inbraak) als nuttige voorziening. Voor een “zorgtelefoon” waarmee een bewoner die zich onwel voelt contact kan leggen met zo’n meldkamer gaf 67% van de respondenten aan dit nuttig te vinden. De voorziening die het laagste percentage bewoners als nuttig beoordeelde (39%) was een camera bij de voordeur die is aangesloten op de TV in de woonkamer (zodat bewoners zouden kunnen zien wie er aanbelt). In de optiek van de bewoners leek domotica nog niet nuttig voor de nabije toekomst, maar wel voor een toekomst verder weg.

Ook al leek domotica niet nuttig, bewoners gaven wél aan bereid te zijn er mee te leren omgaan en niet bang te zijn om fouten te maken, aldus het enquêterapport [16, pag. 9], ondanks dat zij niet alle functies even nuttig achtten. Het nut dat gebruikers verwachtten en hun bereidheid te leren omgaan met domotica leken dus los van elkaar te staan.

### **6.3.2 Testlocatie I: evaluatie vanuit het NIDO-programma**

De evaluatie vanuit het NIDO-programma vond plaats, zo’n twee jaar na de installatie van domotica in het appartementencomplex. Qua effecten op gebruikers van domotica was het vanuit het programma de bedoeling dat bewoners langer thuis zouden blijven wonen dan voorheen, doordat ouderen met domotica comfortabeler, veiliger en met zorgfuncties prettiger en zelfstandiger zouden kunnen wonen.

Om op die gebruikerseffecten te kunnen evalueren, zag het ingehuurde adviesbureau voor duurzaamheid zich geplaatst voor een *gegeven* situatie. Het aantal inbraken of brandgevallen was in die twee jaar, voor een groep van zo’n 40 woningen, niet of nauwelijks veranderd. Het aantal verhuizingen evenmin, evenals het aantal (voorkomen) zorghandelingen. Deze mogelijke indicatoren voor veiligheid en vermindering van zorgdruk door langer thuiswonen – vanuit het NIDO programma twee mogelijke gebruikerseffecten van domotica – vervielen daarmee. Een extreme indicator dat domotica niet aan gebruikerseffecten had bijgedragen was er wel: een indicator van non-gebruik. Weigeraars van domotica bleken bewoners te zijn die domotica minder goed begrepen, ondanks herhaalde pogingen om het hen te leren. Maar het ging slechts om enkele van de bewoners die bepaalde functies hadden laten verwijderen.

Om haar evaluatie voor het effect van domotica op gebruikers in te vullen moest het adviesbureau wel gebruikmaken van de herinnering van bewoners. Twee jaar geleden hadden de toenmalige projectpartners bewoners echter niet aangespoord om hun ervaringen bijvoorbeeld wekelijks vast te leggen in een logboek, of van tijd tot tijd door een display af te lezen vast te stellen of het domoticasysteem nog goed functioneerde. Zodoende moest het adviesbureau uitgaan van uitspraken die bewoners achteraf deden voor de hele periode. Bewoners informeerden het adviesbureau welke domoticafuncties ze bedienden en hoe gemakkelijk zij dat vonden. Ook gaven ze aan hoe nuttig ze domotica vonden, per functie (zie tabel [20, pag. 13]) en in meer algemene zin, door de stellingen “[d]e toepassingen maken mijn leven aangamer”, “[d]oor de toepassingen ben ik minder van anderen afhan-

kelijk”, “[a] die technische snuffjes zijn niks voor mij”, [i]k had mijn woning liever gehouden zoals hij was” [20, pag. 14] te beoordelen. Bovendien beoordeelden bewoners in hoeverre ze domoticafuncties belangrijker vonden dan andere maatregelen in de flat, zoals het verwijderen van drempels, anti-slip voorzieningen en (nood-)trappen.

Een beter venster op die gebruikspraktijken had het adviesbureau ook niet. Soms kwamen de betrokken installateur of wijkbeheerder van de woningbouwcorporatie wel langs bij bewoners thuis om problemen op te lossen, maar op de de individuele, dagelijkse interactie met domotica hadden die ook geen zicht. Al sprak het bureau ook met de installateur en de corporatie: het was voor inzicht in dagelijks gebruik van domotica toch vooral afhankelijk van ad-hoc uitspraken en mondeling afgenomen enquête-antwoorden van bewoners.

Het adviesbureau sprak bewoners niet alleen aan op hun herinnering, maar ook op hun verbeeldingsvermogen voor de toekomst. Een deel van de mogelijke meerwaarde van domotica lag immers buiten de tijdsduur van de testpraktijk. Vanuit het programma ging het om daadwerkelijk langer thuiswonen, maar dat was dus met het beperkte aantal verhuizingen in twee jaar voor zo’n 40 woningen niet direct te tellen. Door bewoners opnieuw op hun inbeeldingsvermogen aan te spreken, net zoals twee jaar eerder gebeurd was, kon het adviesbureau toch een uitspraak doen over langer thuiswonen met domotica. Bewoners werd gevraagd in hoeverre ze functies nu, maar ook voor later als nuttig zagen. Ook de vraag of bewoners verwachtten door de toepassingen langer thuis te blijven wonen kwam weer voorbij.

Bij de enquête van twee jaar daarvoor was echter al gebleken dat een aantal bewoners aangaf zich moeilijk in de toekomst te kunnen verplaatsen. In de nieuwe evaluatie bleek dit inbeeldingsvermogen van bewoners nog problematischer dan projectpartners destijds konden opmaken uit de eerste enquête. Het adviesbureau concludeerde namelijk dat mensen die zélf hadden aangegeven weinig problemen te verwachten met domotica, daar in de testpraktijk juist de meeste moeite mee bleken te hebben:

*“De respondenten die ten tijde van de [eerste enquête] beter dan gemiddeld zeiden te begrijpen wat domotica inhoudt, blijken hier in de evaluatie minder goed mee om te kunnen gaan dan gemiddeld” [20, pag. 15]*

Het voorspellend vermogen van bewoners was dus beperkt gebleken. Desondanks voerde het adviesbureau in zijn eigen evaluatierapport de bewoners opnieuw op als de experts voor de toekomst:

*“Weliswaar [geven ouderen aan minder te] begrijpen (. . .) wat de domotica doet, het [ervaren en verwachte toekomstige] nut van domotica is hoger.” [20, pag. 15]*

Net als in de vroegere enquête waren bewoners ondervraagd over het nut dat zij toekenden aan individuele domoticavoorzieningen, zoals de camera bij de voordeur, de inbraaksignalering en de zorgtelefoon. Het adviesbureau vroeg bewoners niet alleen “vindt u het nuttig voor nu”, maar vroeg opnieuw om een inschatting van de toekomst, door ook de vraag te stellen “vindt u het nuttig voor later”. Bovendien werd hen opnieuw de volgende stelling voorgelegd waarvoor zij vooruit moesten kijken: “ik denk dat ik door de toepassingen langer in deze woning kan blijven wonen” [20, pag. 15].

Op basis van deze gegevens concludeerde het adviesbureau:

*“Domotica kan met succes worden aangeboden in de bestaande bouw. Het draagt bij*

*aan de tevredenheid van huurders en een grote meerderheid van de bewoners geeft aan te denken door domotica en de bijbehorende diensten langer in hun woning te kunnen blijven wonen.” [20, pag. 26]*

Wel pleitte het bureau voor een “vraaggestuurd aanbod”, want “de bewoners blijken niet in alle functionaliteiten even geïnteresseerd” en er bleken verschillen tussen bewoners te bestaan (een deel van de bewoners had bepaalde domoticafuncties uit laten zetten of niet laten aanbrengen) [20, pag. 26 en 16].

### 6.3.3 Testlocatie II

Op de tweede testlocatie, de ingerichte modelwoning van het kennis- en adviescentrum, werd domotica als volgt getest op gebruikerseffectiviteit. Sowieso ging het alleen om veiligheids- en zorgfuncties; comfort- en energiebesparingsfuncties waren niet geïnstalleerd. Wat het adviescentrum zelf als aandachtspunt toevoegde aan het NIDO-programma was het bedieningsgemak van domotica. Bij het begin van dit project waren veiligheids- en zorgfuncties geselecteerd en gecombineerd door gebruik te maken van panels waarvoor ouderen waren uitgenodigd om aan te geven voor welke taken in huis zij een rol voor domotica zagen. Inzichten uit ergonomie gaven een richting voor het bedieningsgemak. Vervolgens werden andere groepen ouderen uitgenodigd om rondgeleid te worden in de modelwoning, informatie te ontvangen en de geïnstalleerde domotica uit te proberen. Op deze locatie konden betrokken projectmedewerkers dus wel direct observeren hoe gebruikers met domotica omgingen [21] [13].

Projectmedewerkers hadden per gebruiker maar kort de tijd om interacties tussen die gebruiker en domotica waar te nemen. Het ging om rondleidingen en bijeenkomsten; bezoekers woonden er niet. Op basis van die waarnemingen kregen de projectmedewerkers wel zicht op het bedieningsgemak, maar natuurlijk niet direct op langer thuiswonen met domotica vanwege veiligheids- en zorgfuncties. Om toch zicht te krijgen op bijdrage van domotica aan veiligheid en zorg, benutten ook zij gebruikers als degenen die domotica mochten beoordelen. Zo constateerde het kennis- en adviescentrum:

*“De functies die de veiligheid ondersteunen scoren (. . .) bij alle ouderen het hoogst.”*  
[21, pag. 12]

Ook hier was het inbeeldingsvermogen van ouderen dus van belang. Zij moesten hun ideeën over domotica vertalen naar hun eigen situatie thuis. Deze activiteiten brachten het kennis- en adviescentrum tot de volgende conclusie, als verwoord in zijn evaluatierapport voor het NIDO:

*“Bij het overgrote deel van de ouderen blijkt een grote interesse in de technische mogelijkheden bij het ondersteunen van het dagelijks leven.”* [21, pag. 20]

Ook op deze testlocatie was niet zozeer vastgelegd hoeveel zorg en veiligheid feitelijk hadden bijgedragen aan het langer thuiswonen door domotica, maar was vooral vastgesteld dat ouderen bereid waren te leren omgaan met domotica.

Ook het evaluatierapport van dit sprongproject pleitte voor een “vraaggestuurde aanpak”:



“*Gelukkig heb ik dit nog allemaal niet nodig’ en ‘Ik stel het op prijs om dingen zo lang mogelijk zelf te doen’ zijn veel gehoorde reacties.*

*Deze uitkomst pleit voor een flexibel aanbod van domotica; niet uitsluitend bij de eerste plaatsing, maar ook tijdens de verdere gebruiksperiode, als leefomstandigheden wijzigen of de gezondheid verslechtert.” [21, pag. 13]*

Ook zou de waardering voor domotica sterk afhangen van “leeftijd, de mate van zelfredzaamheid en van de samenstelling van het huishouden van ouderen” [21, pag. 20]. Het centrum presenteerde een “stappenplan domotica via vraagsturing” als aanbeveling, met als stappen: de inventarisatie van randvoorwaarden, de inventarisatie van behoeften en wensen van bewoners, het opstellen van een programma van eisen voor “basis”-functies, een algemene en individuele introductie aan bewoners en het opzetten van een helpdesk [21, pag. 23].

### 6.3.4 Interpretatie vanuit de theorie

Het daadwerkelijk testen op gebruikerseffectiviteit vanuit het NIDO-programma is te interpreteren als het overdragen van testverantwoordelijkheid aan eindgebruikers. In het programma zou het gaan om een meetbare vooruitgang met betrekking tot langer thuiswonen. Bij het uitvoeren van het programma word al snel duidelijk dat langer thuiswonen niet direct waar te nemen is door het adviesbureau (door bijvoorbeeld verhuizingen te tellen) of bij rondleidingen. Ook de bijdrage van domotica’s veiligheids- en zorgfuncties (comfortfuncties zijn niet geïnstalleerd) kunnen actoren die het programma uitvoerden niet meten. De oplossing die zij kiezen om toch zicht te krijgen op gebruikerseffectiviteit is het benutten van eindgebruikers die uitspraken moeten doen over de verwachte bijdrage van domotica(-functies) aan het eigenlijke doel: langer thuiswonen. Gebruikers worden dus opgevoerd als experts voor de toekomst. In dit verband is het overigens wel opmerkelijk dat het adviesbureau eindgebruikers als experts blijft opvoeren, terwijl in de eerdere, maar ook in hun eigen nieuwe enquête na twee jaar het beeld van de *voorspellende gebruiker* onjuist is gebleken.

Vanuit de theorie is nog een andere interpretatie van de testen vanuit het programma relevant. Op het moment dat het ECN (op afstand, via de gedetacheerde programmamanager) aanschuift bij de bestaande testpraktijken heeft al een sterke *prescriptie* van het beeld van de *lerende gebruiker* plaatsgevonden. Als het ECN daar al op uit was, dan had het ECN sowieso niet meer kunnen nagaan in hoeverre opgetreden gebruikerseffecten (voor comfort) toegerekend kunnen worden aan domotica of aan de andere actoren die al voor goede informatievoorziening over domotica gezorgd hebben. Waar het ECN namelijk mee geconfronteerd wordt zijn testnetwerken waarin domotica al innig verstrengeld was met opgeleide testgebruikers, nog voordat het evalueren vanuit programmadoelen kan beginnen. Deze situatie blokkeert voor het ECN op voorhand de mogelijkheid om mogelijke antiprogramma’s van eindgebruikers op te sporen, wanneer het ECN dat had gewild. De actoren die al betrokken waren bij de testen hebben mogelijke antiprogramma’s juist vanaf het begin in de kiem gesmoord, door bewoners er telkens op te wijzen hoe zij domotica beter kunnen gebruiken.

## 6.4 Het testen op milieueffectiviteit vanuit het programma

### 6.4.1 Het testen op milieueffectiviteit bij mensen thuis

#### Het testen op milieueffectiviteit voor testlocatie I

Voor het sprongproject van de woningbouwcorporatie was het testen op milieueffectiviteit niet vanaf het begin ingebouwd in het project. Na zo'n anderhalf jaar kwam het adviesbureau aan tafel, die voor het NIDO programma de evaluatie zou gaan uitvoeren. Het adviesbureau moest de nodige moeite doen om toch een evaluatie van milieueffectiviteit te kunnen uitvoeren. Het bureau zou een bijdrage van domotica aan milieueffecten moeten gaan registreren, terwijl de domotica in het appartementencomplex daarvoor niet ontworpen was. Het bureau lostte dat op twee manieren op.

De eerste oplossing was om milieuschade te analyseren in plaats van de oorspronkelijk bedoelde milieuwinst. De opgestelde domotica was niet ontworpen voor minder milieulast (door energiebesparing bij een zo laag mogelijk materiaalgebruik – de doelstelling uit het NIDO programmaplan, zie Paragraaf 6.2.2), maar zorgde wel voor milieuschade. Het adviesbureau moest nog wel mogelijkheden vinden om die milieuschade op een bepaalde manier te reconstrueren. Een nadeel was dat de appartementen niet ingericht waren voor het registreren van het eigen energieverbruik van domotica. Er waren bijvoorbeeld geen meters aangebracht om het elektriciteitsverbruik van de domoticacomponenten te monitoren. Het (alsnog) aanbrengen van extra meters zou extra middelen vergen, aanpassingen in de woning en was bovendien niet heel zinvol: er kon niet alsnog achteraf gemeten worden voor de periode van twee jaar. Op verzoek van het adviesbureau deed de installateur daarom een uitspraak over het eigen energieverbruik van domotica. Het adviesbureau had verder wel de beschikking over gegevens van het totaalverbruik in de woningen, af te lezen van de stoppenkasten. Door een rekensom kwam het adviesbureau tot een uitspraak voor het netto *extra* elektriciteitsverbruik in een ouderenwoning dat zij opvoerde als een maat voor het eigen elektriciteitsverbruik van domotica. Aan het extra materiaalgebruik door domotica te installeren besteedde het adviesbureau in haar evaluatie overigens geen aandacht.

Oorspronkelijk hadden partijen in het project helemaal niet verwacht dat domotica zelf veel energie zou verbruiken. Gaandeweg – mede door toedoen van het NIDO programma – was het besef doorgedrongen dat het eigen energieverbruik van domotica significant was, in verhouding tot het totale energieverbruik in een woning. Het adviesbureau rekende dit om naar energiekosten die voor rekening van bewoners zouden komen (zo'n 30 euro extra per jaar), die daar vervolgens “geschokt” op reageerden. Voor de bewoners kwam dat bericht immers als een verrassing [20, pag. 25]; in het begin van het project hadden zij nog te horen gekregen dat het zo'n vaart niet zou lopen. “[H]et is toch maar zwakstroom” [6], zo waren zij voorgelicht door een speciaal ingehuurd domotica-adviseur.

De tweede manier waardoor het adviesbureau een uitspraak kon doen over domotica en milieu was door te spreken over toekomstige domotica, die anders ontworpen zou moeten worden. Herontworpen domotica zou wél voor milieuwinst kunnen zorgen, door apparaten in huis aan te gaan sturen en bewoners feedback te geven over energiegebruik [20, pag. 23] Het adviesbureau ging na of in het appartementencomplex de ramen open konden (in verband met automatische bediening) en radiatoren geschikt waren om automatisch aan te

sturen met domotica. Ook peilde het bureau de “betalingsbereidheid” van bewoners voor energiebesparingsfuncties. Het adviesbureau onderzocht dus de huidige situatie in het appartementencomplex, op zoek naar “kansen voor energiebesparing met domotica”. Op deze twee manieren, namelijk het analyseren van neveneffecten (in plaats van bedoelde effecten) en het spreken over nieuw ontworpen domotica, vulde het bureau haar evaluatie onder het kopje “planet” in [20, hoofdstuk 4].

Om herontwerp van domotica waar te gaan maken zou nog wel een hobbel genomen moeten worden. Het adviesbureau constateerde namelijk:

*“De energiebesparende opties worden in het algemeen door de respondenten gezien als gemaksopties die de mensen lui maken. Daardoor scoren ze lager dan de tot nu toe geïnstalleerde domoticavoorzieningen (. . .).”* [20, pag. 24]

*“De perceptie van de bewoners is dat niet de [domotica-]apparatuur zelf, maar juist de extra functionaliteiten [namelijk het extra activeren van andere apparaten in huis en het licht] een stijging in het energieverbruik veroorzaken [doordat die met domotica vaker aanstaan dan daarvoor].”* [20, pag. 25]

De perceptie van energiebesparing met behulp van domotica van het adviesbureau bleek te verschillen van die van de bewoners.

### Het testen op milieueffectiviteit voor testlocatie II

Bij het andere sprongproject speelde het vraagstuk ook: hoe milieueffecten te registreren van domotica die daar niet voor ontworpen was. Het kennis- en adviescentrum, de uitvoerder van dit project in het programma, voerde ook een inschatting van milieuschade op als alternatief voor het registreren van minder milieulast. Het “extra materiaalgebruik” door installatie van domotica in een woning noemde het centrum als milieuschade, evenals “het energiegebruik van de extra apparatuur” [21, pag. 17]. Het extra energiegebruik wilde het centrum verder specificeren, maar een complicatie was dat de “modelwoning” in dit project helemaal niet bewoond was. Dit betekende dat het centrum, dat zelf haar evaluatierapport schreef, alle gegevens hiervoor van elders moest halen. Zelfs het getal van het totale energieverbruik van de ingerichte modelwoning had geen betekenis: bezoekers verbleven er immers maar kort. Alle nachten en ook meerdere dagen stond de woning leeg. Door gegevens uit de literatuur te halen, onder andere voor het gedrag van ouderen in woningen, wist ook het centrum een berekening uit te voeren die de negatieve milieugevolgen van domotica inzichtelijk maakte.

Daarnaast trok ook het kennis- en adviescentrum een toekomstbeeld op voor milieueffectiever herontworpen domotica. Dit zou onder andere kunnen gebeuren door energieverspilling door stand-by standen van domotica-onderdelen aan te pakken en herlaadbare accu’s in plaats van wegwerpbatterijen toe te passen in afstandsbedieningen van domotica-onderdelen [21, pag. 17 en 18].

### 6.4.2 Een nieuw ECN project: “milieukentallen”

*“Onduidelijk is nog steeds welke energiebesparing in praktijksituaties mogelijk is. [Een nieuw voorgesteld] ECN-project moet hierover uitsluitsel geven. Er bestaat een kans dat de werkelijk te realiseren besparing minder is dan verwacht. De besparingen die genoemd worden in de literatuur, blijken namelijk in praktische situaties moeilijk te behalen. Als de energiebesparing inderdaad tegenvalt, moet de doelstelling en de boodschap van het programma bijgesteld worden.” [22]*

Aldus de verslaglegging van een tussentijdse bespreking tussen de programmamanager en de directeur van het NIDO. Het was zaak om in een nieuw project domotica uit te gaan proberen die wél ontworpen was voor het milieu.

Het eerste idee was om een nieuw project in de “praktijk” te starten. Hier zou echter opnieuw veel bij komen kijken. Het was eenvoudiger om dit modelmatig op te lossen. Het ECN bracht richting het NIDO een offerte uit om simulaties uit te gaan voeren: zij had hier ervaring mee, had daar geen andere partijen voor nodig en gebruikte een robuust simulatieprogramma dat al tientallen jaren gebruikt werd (TRNSYS).

Voor het testen in software moesten woningen en bewoners in parameters uitgedrukt gaan worden. De woningen uit de sprongprojecten waren echter niet in cijfers beschikbaar. De bewoners evenmin. Bovendien golden die in het programma als voorbeeld voor andere toepassingen van domotica. Het gebruik van een “Novem referentiewoning”, waarvan ECN de relevantie onderbouwde met gegevens van het Bureau voor de Statistiek, was veel eenvoudiger. De “galerijwoning” stond model voor een ouderenwoning in Nederland. Statistische gegevens over apparaten in huis en vrijetijdsbesteding van ouderen staaften de aannames die ECN maakte voor wanneer bewoners thuis waren en apparaten energie stonden te verbruiken.

Het project was er op gericht om energiebesparing met domotica te onderzoeken. Binnen het simulatiemodel hing energiebesparing voor een woning nauw samen met parameters voor comfort in de woning (zie ook Hoofdstuk 3). Het simulatiemodel was niet toegerust om uitspraken over veiligheid en zorg te doen. Het gewenste comfort in een ouderenwoning werd gemodelleerd door ingestelde thermostaatstanden in de woning te kiezen als getalswaarden. Die virtuele thermostaatstanden waren nodig om de energiebesparing te kunnen uitrekenen. Het ECN nam gegevens daarvoor over uit de Energie Prestatie Norm (EPN, zie ook Hoofdstuk 3). Met dit als basis definiëerde het ECN drie typen bewoners: een “zuinige” (lage thermostaatstand), “gemiddelde” en een “verkwistende” (hoge thermostaatstand) [23]. In de optiek van het ECN was het “energetisch gedrag” van bewoners gekoppeld aan de hoeveelheid energiebesparing die met domotica te behalen zou zijn [24]. Bij bewoners die van zichzelf veel verspilden kon domotica meer besparen. Niet door het gedrag van die bewoners bij te sturen, maar door energieverbruikende apparaten af te schakelen waar bewoners dit nalieten.

Voor haar simulaties definiëerde het ECN domotica in drie varianten: een “conventionele” variant en twee varianten die golden als een herontwerp voor energiebesparing. Het ECN concludeerde:

*“Op basis van CO<sub>2</sub> uitstoot is er bij iedere vorm van domotica sprake van een daling van deze uitstoot, al wordt bij het zuinige bewonersprofiel geen extra daling gerealiseerd [wanneer domotica van de derde variant gebruikt wordt]. Zoals verwacht mag worden, zijn de te behalen daling van de uitstoot het grootst bij het verkwistende*

*bewonersprofiel.*” [23, pag. 50]

Deze conclusie gold voor de beoordelingsbril die het ECN had opgezet. Energie moest eerst verspild worden door bewoners, dan kon domotica die vervolgens weer gaan besparen.

Niet alleen verkwisting door bewoners bood domotica kansen, maar paradoxaal genoeg gold dit ook voor domotica zélf. Het is maar wat je nog onder domotica rekende en wat je eigenlijk als een normaal onderdeel van een woning kon gaan zien. Voor de simulaties bestempelde het ECN domotica als iets dat in de toekomst misschien wel als “normaal” gezien zou moeten worden:

*“Door het eigen gebruik van de domotica-installatie niet mee te nemen in de berekeningen voor besparingen, zorgt een domoticaïnstallatie voor besparingen op het aardgas en elektriciteitsgebruik van een woning.”* [23, pag. 41]

Wanneer dit “eigen verbruik” er wel van af getrokken zou worden (en je het dus niet aan de woning mocht toerekenen), dan bleef er van de geregistreerde energiebesparing-met-domotica niets meer over.

In het project verkende het ECN, op verzoek van het NIDO, ook de mogelijkheden om milieueffectief herontwerp waar te gaan maken in de echte wereld. Het ECN verkende de mogelijkheden om dit via regelgeving te bewerkstelligen. Eén mogelijkheid was het onderbrengen van domotica in de Energie Prestatie Norm (EPN). Het ECN kwam tot de conclusie dat de EPN niet geschikt was. Als het al lukte om domotica in te passen (het kwam nu niet voor in de lijst met apparaten voor een woning), dan zou het eigen energieverbruik van domotica gewoon mee gaan tellen. Domotica zou dan vooral bestraft worden in plaats van beloond. Bovendien was de EPN bedoeld voor een andere gebruiksomgeving: de nieuwbouw, die van zichzelf al veel energiezuiniger was (beter geïsoleerd) [23, pag. 44 en 45]. Domotica zou daar meer concurrentie ondervinden van andere energiebesparende maatregelen. Daar kwam bij dat de EPN alleen rekende met gemiddelde bewoners. Voor domotica viel juist meer te halen bij verkwistend gebruikersgedrag.

De andere mogelijkheid die het ECN verkende was het onderbrengen van domotica in de regeling voor Energie Prestatie Advies (EPA). Dit beoordelingskader bood wél ruimte om afwijkende “praktijksituaties” apart te beoordelen, wat ruimte gaf om energiebesparing met domotica gunstig te beoordelen. Bij de EPA was er namelijk sprake van een adviseur die op locatie zijn of haar eigen afweging moet maken. Het ECN zag mogelijkheden om een verschoven referentiesituatie, waarin domotica als meer normaal gezien zou worden, daarin onder te brengen:

*“Anders is het wanneer een woning reeds beschikt over een domoticaïnstallatie. Een advies zou dan kunnen zijn om het systeem uit te breiden.”* [23, pag. 45]

Het eigen energieverbruik van domotica was er natuurlijk nog steeds, maar de EPA was een beoordeling op locatie, bedoeld om die gegeven lokale situatie te verbeteren. Wel zou de EPA adviseur de gedragsafhankelijkheid van bewoners mee moeten nemen in zijn advies, aldus het ECN, al gaf het ECN niet aan hoe dat vorm zou moeten krijgen [23, pag. 45].

### 6.4.3 Interpretatie vanuit de theorie

Het registreren van milieueffectiviteit van domotica in het NIDO-programma laat zich interpreteren als een aaneenschakeling van *post-scripties*. Om uitspraken over het milieu te kunnen doen, blijken betrokken actoren achteraf nieuwe beelden in te schrijven in bestaande testnetwerken, aangehaakte rekenmodellen en opgevoerde publicaties. Een beeld van een verschoven referentiesituatie blijkt achteraf ingeschreven te worden. In de casus gaat het om het eigen energieverbruik van domotica dat deels wordt overgeheveld naar de context, het gestandaardiseerde EPN beoordelingskader dat wordt losgelaten in de simulaties van het ECN en uiteindelijk vervangen door de ruimere criteria vanuit het EPA-advies en ten slotte blijkt de verantwoordelijkheid voor milieuvriendelijker ontwerp deels te worden overgeheveld naar fabrikanten van domotica-modules.

Een meer specifieke interpretatie van de casus is dat betrokken actoren het beeld van de *voorspellende gebruiker* achteraf inschrijven. De testgebruikers worden aangespoord om verwachtingen uit te spreken over toekomstig milieueffectief functioneren van domotica, waarmee betrokken technologen tekortkomingen qua meetbaarheid in de testpraktijk kunnen compenseren. Ook het beeld van de *verkwistende gebruiker* wordt achteraf ingeschreven om het straffe EPN beoordelingskader op te rekken. Bij verkwistend bewonersgedrag valt meer te besparen door domotica. In het programma blijken eindgebruikers van domotica dus gaandeweg een *obligatory point of passage* te worden om claims voor milieueffectiviteit met domotica overeind te kunnen houden.

In dit verband is het illustratief dat aandacht voor energiebesparing wel een prominente plek blijft houden in het programma, maar aandacht voor zo min mogelijk materiaalgebruik eigenlijk niet van de grond komt. De empirische gegevens die gebruikt zijn voor deze case study geven daar niet direct een verklaring voor. De andere case studies in dit proefschrift wijzen in de richting dat het ECN en andere actoren in die tijd nog bezig waren om methoden te ontwikkelen om materiaalgebruik beter te kunnen beoordelen. Een poging die uiteindelijk beperkt succesvol bleek (zie Hoofdstuk 3 en 4). Wat de empirie voor de casus in dit hoofdstuk wel laat zien is dat eindgebruikers worden ondervraagd om kansen voor energiebesparing in te kunnen schatten. Bewoners kunnen zich daar een oordeel over vormen, doordat energiesparing in principe zichtbaar wordt door een lagere energienota. Ook is het zichtbaar als energieverbruikende apparaten aan of uit staan, bediend door domotica. Materiaalgebruik van of door domotica daarentegen is geen terugkerende verandering in het leven van bewoners. Eenmaal geïnstalleerd in een woning blijft milieulast vanwege materiaalgebruik voor domotica *onzichtbaar*. Bewoners kunnen wel naar materieel vormgegeven domoticakastjes kijken, maar hebben geen referentie om in te schatten hoe milieulast er voor staat qua materiaalgebruik. Het feit dat actoren in deze casus langs eindgebruikers moeten om milieueffectiviteit zichtbaar te kunnen maken lijkt de teneur te versterken dat één type milieueffect, minder materiaalgebruik, afvalt.

Met de eindgebruiker als obligatory point of passage is in de casus voor dit hoofdstuk wel iets bijzonders aan de hand. Actoren uit het programma moeten wel langs gebruikers, maar blijken gebruikers op hun eigen manier te kunnen representeren in publicaties. Zo is het beeld van de *lerende gebruiker* dominant qua veiligheids- en zorgeffecten in de testnetwerken in de praktijk, maar wanneer actoren bevindingen presenteren qua milieueffectiviteit op basis van berekeningen gaat het om *bevroren gebruikers*. Weliswaar komen die bevroren gebruikers in drie categorieën voor (zuinig, gemiddeld en verkwistend), maar een zuinige gebruiker blijft een zuinige en een verkwistende een verkwistende. In de berekeningen is geen plaats voor lerende gebruikers, want als verkwistende gebruikers leren

zuinig te zijn dan vervliegt de te claimen energiebesparing voor domotica, en andersom, waardoor het rekenmodel eigenlijk geen uitspraak over energiebesparing met domotica zou kunnen doen. Dat lerende gebruikers niet gesimuleerd werden heeft er overigens ook mee te maken dat het simulatiemodel nauwelijks aangrijpingspunten biedt om feedback door domotica aan bewoners te modelleren. Als domotica via feedback aan gebruikers zorgt voor energiebesparing, dan had het leren voor energiebesparing juist wel weer een winstpunt kunnen opleveren voor domotica.

Voor deze casus kunnen we concluderen dat met de overgang van de materiële testpraktijken naar papieren berekeningen een *omkering van de inscriptierichting* plaatsvindt. In de werkelijkheid legt domotica bewoners haar wil op; die moeten maar leren om met domotica om te gaan. Op papier is het andersom: de vastgevroren wil van bewoners legt domotica op hoeveel energiebesparing deze technologie kan claimen. Met andere woorden: het te claimen milieueffect van domotica hangt sterk af van de gekozen referentiesituatie voor gebruikersgedrag.

## 6.5 De presentatie van resultaten vanuit het NIDO-programma

Vanaf het begin was het programma bewust gericht op publiciteit in de media (zie [25] voor een overzicht). Belofes van domotica werden daarin veelvuldig herhaald: met domotica zouden ouderen prettig en langer thuis kunnen wonen en kon energie bespaard worden. Tegen het eind van het programma hadden was een specifiek communicatieplan voor de uitgevoerde evaluatie van het sprongproject van de woningbouwcorporatie opgesteld [26]. Een persbericht dat verslag deed van deze evaluatie meldde dat het energieverbruik door domotica hoger was dan aanvankelijk verwacht, maar dat er “mogelijkheden voor energiebesparing” waren. Overigens waren uitkomsten van het simulatie-project “milieukentallen” op dat moment nog niet gerapporteerd.

Uiteindelijk deden deelnemende partijen verslag over de rol van domotica voor zowel gebruikers- als milieueffecten. Gebruikerseffectiviteit zou bereikt kunnen worden wanneer elke bewoner zijn eigen domotica zou gaan krijgen. Deelnemende partijen noemden dit een noodzaak tot “vraagsturing”:

*“Juist omdat vraagsturing inspeelt op individuele wensen en behoeften, zijn de uitkomsten van dit onderzoek niet algemeen geldend. Gewaakt moet worden, dat er op basis van dit onderzoek (weer) een standaard [voor domotica] ontstaat.”* [21, pag. 22]

Vraagsturing hield in dat elke gebruiker zijn of haar voorkeuren zou gaan uitspreken voor te installeren domoticafuncties; individuele bewoners zouden niet zomaar meeliften op het collectief. Een quote uit de afrondende brochure illustreert dit punt verder:

*“Het is van het allergrootste belang bij het aanbieden van domotica uit te gaan van een vraaggestuurd aanbod, waarbij de behoeften van bewoners centraal staan. Niet in de laatste plaats, omdat de wensen van bewoner tot bewoner flink kunnen verschillen. Om die reden heeft het aanbieden van één totaalpakket geen zin.”* [27, pag. 28]

Deelnemende partijen presenteerden dus niet zozeer bevindingen met betrekking tot effectiviteit van de daadwerkelijk geïnstalleerde domotica als uitkomst van het programma, maar een aanbeveling, namelijk om toekomstige domotica beter af te stemmen op gebruikers-

## HOOFDSTUK 6

wensen. In het uitgevoerde programma zélf was individueel vormgegeven domotica immers nog niet opgesteld in de appartementencomplexen of in de modelwoning, en partijen die betrokken waren bij het NIDO-programma waren van mening dat het tot betere resultaten zou kunnen leiden wanneer dit in de toekomst wel zou gebeuren.

In de afrondende brochure [27] en in één van de evaluatierapporten [21] werden uitspraken over milieueffectiviteit gekoppeld aan deze “vraagsturing”. In de brochure was een tabel opgenomen met de energiebesparing voor een energiezuinige, gemiddelde en verkwisende gebruiker. In de brochure en in het evaluatierapport werd aangenomen dat “vraagsturing” verder milieuvoordeel op zou kunnen leveren:

*“[D]oor het ontwikkelen van een ‘bottom up’ domoticapakket wordt naar verwachting ‘minder’ geïnstalleerd en geactiveerd. Doel is een individuele instelling, waardoor bij instelling ongewenst energiegebruik van de oudere bespreekbaar wordt gemaakt en zo mogelijk kan worden gecorrigeerd.”* [21, pag. 3]

*“Nevenvoordelen van het vraaggestuurd aanbieden zijn dat hiermee investeringen kunnen worden uitgespaard en dat het energiegebruik en de milieubelasting [qua materiaalgebruik] worden beperkt.”* [27, pag. 29]

Het koppelen van vraagsturing aan milieueffectiever herontwerp van domotica betrof niet alleen bewoners, maar veel meer partijen, zo verwoordde het ECN in haar eindevaluatie richting het NIDO:

*“Werken met het duurzaamheidsaspect ‘Planet’ was nieuw en leerzaam voor de meeste partijen in het programma. Of de zorg voor ‘planet’ blijvend is toegevoegd aan de werkwijze van al deze partijen wordt betwijfeld. Echter, het succes van het concept vraagsturing, dat wel door de partijen is overgenomen, heeft een positief effect op alle duurzaamheidsaspecten, inclusief ‘planet’.”* [25, pag. 20]

Alle partijen die in de toekomst deel zouden nemen aan een domoticaproject zouden moeten gaan meedenken om minder energieverbruikende domotica-modules te gaan installeren en domotica vraaggericht aan te bieden aan bewoners.

### 6.6 Conclusie

Technologen (bij het ECN) blijken getranslateerd te worden door de overheidsinstantie die voor hen juist een kans is om contacten te leggen met andere actoren en toegang te krijgen tot testpraktijken bij eindgebruikers thuis. Het ECN wordt meer procesmanager dan ontwerper van duaal effectieve domotica (die gericht zou zijn op energiebesparing en comfort bij zo min mogelijk materiaalgebruik). Actoren die zich aan de “vraagkant” van deze technologie bevinden worden vooraan ingevoegd als *obligatory point of passage* waardoor andere gebruikerseffecten belangrijker worden (veiligheid en zorg).

In deze hernieuwde problematisering is sprake van een asymmetrie: het script van de technologen voor milieueffectief ontwerpen van domotica is nog zwak, terwijl een script voor gebruikerseffectief ontwerpen al sterk is ingebed in de actornetwerken waar deze technologen aansluiting bij zoeken.



Doordat de overheidsinstantie snel bewijzen van duale effectiviteit geleverd wil hebben, ontstaat op voorhand een discrepantie tussen claims uit de verschoven problematisering en dat wat in werkelijkheid getest kan gaan worden binnen de tijdsduur van het programma. Als oplossing hiervoor worden proceseffecten (aantallen publicaties en media-aandacht in het uit te voeren “programma”, samenwerking tussen partijen) als representant van de eigenlijk te behalen duale effectiviteit met domotica geïntroduceerd. Door bij te dragen aan het produceren van deze proceseffecten, is het ECN, eenmaal ingebed in het programma, in staat de belofte van milieueffectiviteit van het technisch ontwerp te (blijven) verspreiden in andere actornetwerken.

Deze situatie verbloemt het feit dat er eigenlijk helemaal niet op milieueffectiviteit van domotica (energiebesparing bij zo min mogelijk materiaalgebruik) getest wordt bij mensen thuis. Vanwege de tijdsdruk en beperkingen in de praktijk (zoals het opnieuw beslag leggen op woningen van eindgebruikers) is het niet mogelijk een script voor milieueffectiviteit in te schrijven in opgestelde “hardware”. De domotica in het appartementencomplex en de demonstratiewoning waar de testen met echte gebruikers werden uitgevoerd is alleen ontworpen voor gebruikerseffectiviteit (veiligheids- en zorgfuncties).

Via mobilisatie van hun eigen rekenmodel weten de technologen – desgevraagd – hernieuwde beloftes voor milieueffectiviteit te genereren, ter vervanging van ontbrekende testresultaten in de praktijk. Het adviesbureau dat voor het programma wordt ingehuurd ondersteunt deze hernieuwde beloftes, door kansen voor energiebesparingsfuncties in het appartementencomplex in kaart te brengen.

Van het daadwerkelijk testen op gebruikerseffectiviteit is in deze casus ook nauwelijks sprake. Doordat actoren ter plaatse er alles aan doen om eindgebruikers te leren hoe zij domotica zouden moeten gebruiken is er voor het ECN weinig kans meer om antiprogramma’s nog op te sporen, afgezien van het feit dat het ECN daar niet echt op uit was. Bovendien worden die gebruikers in het programma vooral aangespoord om, via enquêtes, uitspraken te doen over gebruikerseffecten die in de toekomst wenselijk zijn, in plaats van de gebruikerseffecten te registreren die zij in werkelijkheid in het heden ervaren.

De uiteindelijke rapportages bevatten een script voor milieueffectief ontwerpen waarin diverse actanten (waaronder fabrikanten en het Energie Prestatie Advies) een rol spelen. Ook gebruikers van domotica krijgen milieuverantwoordelijkheid toebedeeld: zij worden geacht rekening te houden met het milieu, als mede-ontwerper van te installeren domotica-modules.

Op het realiteitsgehalte van deze voorgestelde oplossingsrichting voor milieueffectiviteit valt af te dingen, omdat deze rolverdeling in het programma niet getoetst is. De actanten kwamen gewoonweg niet voor in de testnetwerken (fabrikanten en Energie Prestatie Advies deden niet mee) of hun rol bleek daarin niet in te passen (het meenemen van gebruikerswensen voor geïnstalleerde domotica bleek niet haalbaar). Bovendien is er sprake van gebruikersrepresentaties die op gespannen voet met elkaar staan: enerzijds moeten bewoners leren omgaan met de functionaliteit van domotica die technologen aandragen, anderzijds moeten die gebruikers hun wensen juist zélf kenbaar maken. Tegelijkertijd maken berekeningen die gebaseerd zijn op gebruikers die hun gedrag sowieso niet veranderen milieuef-

## HOOFDSTUK 6

fectiviteit juist het best zichtbaar. Bij de gebruiker die maar blijft verkwisten bespaart domotica het meest. Ten slotte blijken bewoners de voorgestelde milieuoptyes in de praktijk niet te zien zitten: hun perceptie van milieueffectiviteit verschilt van die van de technologen. Zo zien zij energiebesparingsoptyes als domoticafuncties die je “lui maken”.

Samengevat kunnen we het volgende concluderen. In de geanalyseerde casus proberen technologen opnieuw (vergelijk Hoofdstuk 5) bestaande actornetwerken, die zich richten op het testen van gebruikerseffectiviteit (zorg en veiligheid voor ouderen), te translateren tot actornetwerken die ook milieueffectiviteit (energiebesparing bij zo min mogelijk materiaalgebruik) inschrijven in technologie. Doordat de technologen zelf geen sterk script voor het bereiken van milieueffectiviteit met deze technologie in handen hebben is deze poging vanaf het begin weinig kansrijk, gegeven de tijdsdruk die de financierende overheidsinstantie oplegt. Hernieuwde milieu- en gebruikersbeloftes, deels onderbouwd door gebruikers naderhand te ondervragen, dienen ter vervanging van ontbrekende testresultaten, maar op het realiteitsgehalte van deze beloftes valt het nodige af te dingen.

Het volgende hoofdstuk is het slothoofdstuk. In dat hoofdstuk zullen inzichten uit de vier case studies op elkaar betrokken worden, ter beantwoording van de onderzoeksvragen uit Hoofdstuk 2. Ook wordt, vanuit het theoretisch kader uit Hoofdstuk 2, gereflecteerd op de conclusies, waarna een aantal aanbevelingen voor het ECN wordt geformuleerd.

## Bronnen

- [1] Anoniem (1999), “De sprong naar duurzame ontwikkeling”, Stichtingsplan NIDO, <http://www.nido.nu/image/publicatie/bestand/1017152954.pdf>, November 1999
- [2] Anoniem (2006), Website DTO, <http://www.dto-kov.nl> (op 10 april 2006)
- [3] Anoniem (2006), Website Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling, <http://www.nido.nu/programmas/intro/index.php> (bekeken op 4 april 2006 en 23 mei 2007)
- [4] Anoniem (2001), Reglement Sprongprijs 2001, Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (verkregen via secretariaat NIDO op 16 augustus 2004)
- [5] Gilijamse, W. en Kester, J. (2001), “In eigen omgeving oud worden, Duurzaam voor de mens en duurzaam voor het milieu”, programmavoorstel, 19 april 2001
- [6] Kester, J. (2004), Interview dhr. J. Kester, medewerker ECN, manager NIDO programma ‘In eigen omgeving oud worden’, 20 september 2004. Kleine aanvullingen en correcties op citaten en verwijzingen naar dit interview ontvangen per telefoon, op 5 juli 2007.
- [7] Kester, J. en Gilijamse, W. (2001), “In eigen omgeving oud worden, Duurzaam voor de mens en duurzaam voor het milieu”, herzien programmavoorstel, september 2001, <http://www.nido.nu/image/publicatie/bestand/1044960599.pdf> (op 27 april 2006)
- [8] Anoniem (2006), Juryrapport NIDO Sprongprijs 2001, <http://www.nido.nu/image/basistemplate/at> (op 11 april 2006)
- [9] Anoniem (2006), NIDO website, Sprongprijs 2001, <http://www.nido.nu/activiteiten/sprongprijs/spr> (op 10 april 2006)
- [10] Kester, J. (2002), “In eigen omgeving oud worden”. Programmaplan, Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling, 2002, <http://www.ineigenomgevingoudworden.nl>

- (op 4 oktober 2006)
- [11] “Selectie adviseur omgevingsverkenning EOW”, intern memo van programmamanager In Eigen Omgeving Oud Worden aan de directeur van het NIDO, 02 augustus 2000
  - [12] Dries, J., Ellen, G., Den Blanken, M. en Maas, N. (2003), “Het nieuwe wonen voor ouderen. Een omgevingsverkenning naar domotica en duurzaamheid voor ouderen”, TNO, maart 2003
  - [13] Van Dam, Y. (2004), Interview mevr. Y. van Dam en mevr. H. van der Horst, directeur en medewerker stichting Independent Living for Seniors (ILSE) Den Haag, 11 november 2004
  - [14] Baetsen, P. (2004), Interview dhr. P. Baetsen, projectleider woningbouwcorporatie Domein, 13 oktober 2004
  - [15] Van Loon, R. (2004), Interview dhr. R. van Loon, directeur elektrotechnisch installatiebedrijf Entron B.V. (voorheen Van Loon), gespecialiseerd in domotica, op 25 juni 2004
  - [16] Van der Linden, J. (2002), “Ouderen en domotica. Een onderzoek naar de acceptatie van domotica onder de bewoners van de Lidwinahof”, Wetenschapswinkel TU Eindhoven, 2002
  - [17] Dahmen, A. (2004), Interview mevr. A. Dahmen, wijkbeheerder Domein, 7 juni 2004
  - [18] Anoniem (2001), Verslag bijeenkomst Domotica complex Lidwinahof/Zwijssenstraat d.d. 12 november 2001
  - [19] Anoniem (2001), Verslag 2<sup>e</sup> bijeenkomst Domotica Lidwinahof, d.d. 27 november 2001
  - [20] Schouw, J., Corpeleijn, M. en Poiesz, E. (2003), “Domotica in bestaande seniorenwoningen: evaluatie project Lidwinahof; people, planet, profit”, CEA, Bureau voor communicatie en advies over energie en milieu B.V., augustus 2003
  - [21] Van Dam, Y. en Van der Horst, H. (2004), Voorbeeldproject Moerwijk. “Een woning van nu voor ouderen van nu”, NIDO Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling en Stichting Kennis-en Adviescentrum ILSE, april 2004, <http://www.ineigenomgevingoudworden.nl/upload/attachments/1087377195.pdf> (op 18 mei 2006)
  - [22] Kester (2003), Verslag bespreking voortgang programma In Eigen Omgeving Oud Worden tussen programmamanager en voorzitter NIDO, 28 april 2003
  - [23] Jong, M.J.M en Kamphuis, I.G. (2004), “Milieukentallen in relatie tot gebruikersgedrag. Domotica en energiebesparing, wat levert het op?”, NIDO Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling en ECN Energieonderzoek Centrum Nederland, Leeuwarden, april 2004, <http://www.ineigenomgevingoudworden.nl> (op 24 mei 2006)
  - [24] Kamphuis, R. (2003), “Milieu-kentallen in relatie tot gebruikersgedrag”, Projectvoorstel ECN/DEGO, 13 augustus 2003
  - [25] Kester, J. en Bakker, E. (2004), “Eindrapportage NIDO programma ‘in eigen omgeving oud worden’”, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Petten, ECN-RX-05-053
  - [26] Kester, J. (2004), Communicatieplan project ‘Evaluatie domotica Lidwinahof’, juni 2006
  - [27] Kester, J. (2005), “Zelfstandig blijven met domotica. In eigen omgeving oud worden, praktijkvragen”. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (NIDO), april 2005, brochure te downloaden via

## HOOFDSTUK 6

- <http://www.ineigenomgevingoudworden.nl> (op 25 mei 2006)
- [28] Weterings, R. (2004), Telefoongesprek met dr. R.A.P.M. Weterings, TNO Milieu Energie en Procesinnovatie, jurylid NIDO-sprongprijs 2001, augustus 2004

---

<sup>i</sup> ICES/KIS staat voor Interdepartementale Commissie Economische Structuurversterking-KennisInfraStructuur. Stichting NIDO is in 2004 opgeheven. Op website van het NIDO wordt stopzetting van de subsidie als reden gegeven voor het opheffen van de stichting [3].

<sup>ii</sup> Om meer zicht te krijgen op dit besluitvormingsproces heb ik naderhand één van de juryleden telefonisch benaderd. Hij gaf aan dat het juryrapport officieel is, maar dat hij over de rest niets kon zeggen omdat dit “altijd gevoelig ligt” [28].

# Conclusies, reflecties en aanbevelingen

Voor dit proefschrift heb ik onderzocht hoe technologen claimen en waarmaken dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient. Technologie die zowel het milieu als de consument dient heb ik gedefinieerd als duaal effectief. In Hoofdstuk 1 heb ik laten zien dat de overheid verwacht dat technologen hun technologieën duaal effectief maken. In het overheidsbeleid speelt technologie namelijk een belangrijke rol om “ontkoppeling” tussen economische groei en milieulast te bereiken. Burgers moeten technologische innovaties blijven gebruiken terwijl de technologie er ondertussen voor zorgt dat het milieu minder belast wordt.

## 7.1 Conclusies

### 7.1.1 Literatuur

In Hoofdstuk 1 en Hoofdstuk 2 heb ik laten zien dat er vanuit Wetenschaps- en Technologiestedies kanttekeningen te zetten zijn bij het overheidsbeleid dat zich richt op ontkoppeling. Literatuur laat namelijk zien dat de manier waarop technologen innovaties ontwikkelen, maar ook de manier waarop consumenten technologieën gebruiken, niet strookt met de geïdealiseerde veronderstellingen in het ontkoppelingsbeleid. Het probleemloos meedraaien van technologen en consumenten in nieuw te ontwikkelen technologisch georiënteerde systemen die duale effectiviteit moeten opleveren, waar het ontkoppelingsbeleid op inzet, is vanuit de literatuur beschouwd eerder een utopie dan een realistische aanpak.

De geschetste rol van eindgebruikers is problematisch omdat eindgebruikers saboteurs kunnen zijn van de effectiviteit waarvoor technologen hun technologie nu juist ontworpen hadden. Literatuur over het gebruik van techniek laat zien dat dit risico reëel is.

De geschetste rol van technologen is problematisch, omdat het voorspellen van duale effectiviteit van te ontwerpen technologie een bijna onmogelijke opgave is. Maatschappelijke (duale) effecten komen vaak pas aan het licht als technologie al vergaand is ingebed in de samenleving en dan nauwelijks nog herontworpen kan worden. Deze conclusie strookt met inzichten uit literatuur over het testen van technologie. Aan de ene kant moeten testen bewijs opleveren voor (duale) effectiviteit van technologie. Aan de andere kant zijn testen voor technologen juist een manier om invloed uit te oefenen op gebruiksnetworken, die daardoor mee veranderen. Wat de voorspellende waarde van testpraktijken is wordt daarmee een open vraag. Daar komt bij dat een overheid die technologen bij wil sturen richting duaal effectief ontwerpen nauwelijks kan inschatten hoe technologen de technologie werkelijk (dual) vorm geven in R&D praktijken; zij is namelijk afhankelijk van de berichtgeving daarover door technologen zelf. Dit geeft technologen speelruimte, maar kan leiden tot onverwachte uitkomsten voor de overheid.

In Hoofdstuk 2 heb ik een theoretisch perspectief ontwikkeld dat het onderzoek naar het claimen en waarmaken van duale effectiviteit van technologie door technologen handen en voeten geeft. De vroege Actor-Netwerk Theorie (ANT) leert ons dat de afbeeldingen (*inscripties*) die technologen in rapporten opnemen om duale effectiviteit van nieuwe,

technologische materialiteit te bewijzen opgevat moeten worden als het eindresultaat van een onderliggend constructieproces. Een proces dat plaatsvindt in een actornetwerk van mensen en dingen, waar technologen deel van uitmaken. Van het blootleggen van objectieve waarheden omtrent duale effectiviteit is dus geen sprake. Het concept van een *inscription device* heb ik daarbij overgenomen. In dit proefschrift heb ik dit concept gebruikt om te begrijpen en te analyseren hoe technologen mogelijke effecten van nieuwe technologie zichtbaar kunnen maken. Een inscription device moet opgevat worden als een geconstrueerd netwerk van dingen en (eventueel) mensen dat *in zijn geheel* functioneert als een instrument dat afbeeldingen (grafieken, tabellen of omschrijvingen in woorden) genereert. Technologen kunnen deze afbeeldingen in hun publicaties en in debatten mobiliseren als bewijs dat de geteste technologie bijdraagt aan duale effectiviteit.

Actor-Netwerk Theorie leert ons ook dat er in R&D praktijken sprake is van *translaties*. Voor technologieontwikkeling zijn drie translatie-elementen van belang. Het eerste element betreft het (ongevraagd) *representeren* van anderen, vaak bij het aannemelijk maken van een toekomstbeeld voor nieuwe technologie. Het tweede element is het toepassen van een *problematiseringstrategie*: een strategie om anderen ervan te overtuigen dat zij eerst langs jouw netwerkconfiguraties moeten om hun eigen doelen waar te maken, door die als *obligatory points of passage* voor te stellen. Het derde element is *displacement*: mensen en dingen moeten in beweging komen om een toekomstbeeld ook echt te realiseren – anders blijft alles hetzelfde. De drie elementen zijn onderling gerelateerd. Representatie van anderen is een manier om een problematisering te schetsen die anderen in beweging moet krijgen. Tegelijkertijd kan de confrontatie met anderen als (onbedoeld) resultaat hebben dat een problematisering – ingeschreven in projectplannen en testnetwerken – verandert.

Volgens ANT proberen technologen andere actoren zo te translateren dat die zich (ongemerkt) voegen naar de eigen plannen. Tegelijkertijd jagen andere actoren in de maatschappij weer hun eigen doelen na, die mogelijk conflicteren met de doelen van technologen. ANT maakt tevens duidelijk dat technologen ook niet-menselijke *actanten* zullen moeten inlijven om hun doelen te bereiken. Ook deze levenloze (door anderen al eerder ontworpen) materialiteit blijkt echter weer tegenacties te kunnen uitoefenen.

Translatie van andere actanten is succesvol wanneer een actor in staat is namens anderen te spreken en te handelen; de actor kan andere actornetwerken simplificeren. Dit gaat goed totdat deze simplificatie, in confrontatie met de praktijk, op de proef gesteld wordt. Dergelijke *trials of strength* brengen aan het licht welke simplificaties in werkelijkheid stand houden.

Samengevat kunnen we, op basis van de literatuur, concluderen dat technologen verantwoordelijkheden voor te behalen duale effectiviteit telkens doorgeven in ketens van actanten waarin technologie (dual) vorm krijgt. Dit zijn ketens die zich uitstrekken in plaats en tijd, waarin onderliggende actornetwerken telkens gesimplificeerd (geblackboxt) worden. Het testen van technologie is op te vatten als een *trial of strength* waarin simplificaties van technologen op de proef worden gesteld door de reële actanten die bij het testen betrokken zijn. Tegelijkertijd fungeren deze testen als een proces van feitenconstructie: er ontstaan bewijzen over duale effectiviteit die aan de technologie toegerekend kunnen worden. De interacties tussen menselijke en niet-menselijke actanten in deze testpraktijken leiden tot onzekere uitkomsten; het is niet vooraf duidelijk welke simplificaties stand zullen houden. Hoe technologen opereren in deze processen van bewijsvoering is van belang voor het waarmaken van duale effectiviteit in de maatschappij.

### 7.1.2 Empirisch onderzoek

Om de vraag te beantwoorden hoe technologen claimen en trachten waar te maken dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient heb ik een exploratief casestudy onderzoek uitgevoerd. Het betrof vier praktijken waarin technologen van het Energieonderzoek Centrum Nederland duale effectiviteit voor hun technologie claimden en de technologie op verschillende manieren testten. Die vier praktijken heb ik symmetrisch geanalyseerd op milieu- en gebruikerseffecten, waarbij ik heb blootgelegd welke rolverdeling van actanten (waaronder leveranciers, rekenstandaarden en eindgebruikers) aan het claimen en waarmaken van die effecten ten grondslag ligt. Voor die vier praktijken heb ik achtereenvolgens in kaart gebracht wat technologen beloven op papier en hoe dit verschuift wanneer testnetwerken geconstrueerd, benut en testresultaten gepresenteerd worden aan sponsors en een breder publiek.

In deze paragraaf behandel ik eerst de conclusies voor elke onderzoeksvraag die ik in het theoretisch hoofdstuk (Hoofdstuk 2) heb afgeleid. Daarna geef ik in Paragraaf 7.1.3 een meer algemeen antwoord op de hoofdvraag hoe technologen claimen en waarmaken dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient.

#### ***1a. Welke translaties treden op wanneer technologen claims voor toekomstige duale effectiviteit van technologie construeren?***

Het empirisch onderzoek laat zien dat er bij het construeren van claims voor duale effectiviteit van nieuwe technologie sprake is van translaties. Vanaf het begin van een technologisch project blijken gegevens (het verkrijgen van de benodigde middelen die andere actoren moeten gaan verstrekken) en fictie (een toekomstbeeld voor nieuwe technologie) innig verstrengeld te zijn. Vanaf dit prille begin blijken de ficties die technologen in het leven roepen op de proef gesteld te worden door de reële actoren waar zij mee te maken krijgen om hun plannen te gaan verwezenlijken. Zowel representaties, problematiseringen als displacements (de drie translatie-elementen) spelen daarbij een rol.

In hun projectplannen representeren de technologen actanten die (nog) geen deel uitmaken van hun eigen actornetwerken. In de casus voor Hoofdstuk 3 betreft het, naast eindgebruikers, architecten die als cruciaal gezien worden voor het uiteindelijk behalen van milieueffectiviteit. Ook de overheid, die milieuvervuiling strenger zou gaan beboeten waardoor marktkansen van het technisch ontwerp toenemen, wordt (noodgedwongen) gerepresenteerd (de strengere Energie Prestatie Norm in Hoofdstuk 3, de verwachte milieuboetes voor consumenten in Hoofdstuk 4). Ook spreken de technologen namens complexe, wijd uitgestrekte actornetwerken die in Nederland voorkomen of voor gaan komen: de “bestaande bouw” en de “nieuwbouw”. In Hoofdstuk 5 en 6 spreken technologen in projectplannen voor bestaande actornetwerken in een ander domein (domotica voor veiligheid en zorg) dan het domein waarin zij zelf actief zijn; zij dichten de actoren in dat domein interesse in comfort- en energiebesparingsfuncties toe.

De technologen blijken een problematiseringstrategie te hanteren om de benodigde actoren in te lijven. De maatschappij moet *eerst* langs de technologen om een milieuvriendelijker maatschappij te realiseren, namelijk door het realiseren van duaal effectieve technologieën (duurzaam ingerichte woningen, toegerust met domotica). Het betreft achtereenvolgende stappen van ontwerpen en testen die als *obligatory points of passage* worden neergezet: ontwerpen en testen op papier, op het laboratoriumterrein en in

## HOOFDSTUK 7

echte woonwijken. Deze problematisering moet overheidsinstanties, als beoogde subsidieverleners, overtuigen te investeren in de projecten.

De problematiseringen die uiteindelijk in projectplannen worden ingeschreven zijn het resultaat van onderhandelingen tussen technologen en deze overheidsinstanties. Het programmabureau voor Economie, Ecologie en Technologie (EET, Hoofdstuk 3), de instantie die het Besluit Technologische Samenwerking uitvoert (Hoofdstuk 4), de provincie (Hoofdstuk 5) en het door de overheid opgerichte Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (Hoofdstuk 6) hebben een sterke invloed op de problematiseringen die het startpunt vormen voor de vier technologische projecten die in dit proefschrift onderzocht zijn.

De overheidsinstanties blijken vooral geïnteresseerd in *displacements*: mensen en dingen moeten in beweging komen en op een nieuwe manier gecombineerd worden tot hernieuwde actornetwerken. Te behalen duale effectiviteit is in de optiek van de overheid rechtstreeks gekoppeld aan technologische innovatie. De technologen komen hierin tegemoet, door samen te werken met andere actoren in de maatschappij (het, uitbreidende, consortium uit Hoofdstuk 3 en 4, “kennisuitwisseling” tussen actoren in het programma van Hoofdstuk 6) of actanten uit de maatschappij naar het laboratoriumterrein te halen (Hoofdstuk 5, de demonstratiewoning domotica).

Het resultaat van deze onderhandelingen over projectplannen is een *displacement* van de technologen zelf. Zij nemen een andere positie in dan bij aanvang van het project. Zij moeten hun oorspronkelijk geformuleerde doelstellingen bijstellen om de beoogde subsidieverlener, de overheid, binnenboord te halen en te houden, nog voordat de eigenlijke projecten begonnen zijn. Te behalen milieudoelen moeten bijvoorbeeld scherper geformuleerd worden en aan technologisch innovatief ontwerp toegeschreven kunnen worden (Hoofdstuk 3), samenwerking en projectmanagement worden belangrijker (Hoofdstuk 4 en 6) en technologische effectiviteit moet vroegtijdig aan de sponsorende overheid of aan het publiek getoond worden (Hoofdstuk 3, 5 en 6) waardoor de prestatiedruk toeneemt: de bewijslast wordt groter. Duale effectiviteit moet in korte tijd zichtbaar gemaakt worden, terwijl het gaat over langetermijnprocessen in de samenleving. In één casus nemen de technologen ook een grotere milieuverantwoordelijkheid op zich om de overheid te verleiden geld in het project te blijven steken. Het Besluit Technologische Samenwerking (Hoofdstuk 4) hanteert geen milieubeoordelingscriteria voor te financieren projecten, waar het EET dat wel deed. *De facto* worden de technologen daarmee, ongevraagd, zelf volledig verantwoordelijk voor te bereiken milieueffectiviteit van hun technisch ontwerp.

### ***1b. Welke translaties treden op wanneer technologen inscription devices construeren en gebruiken om anderen van de geclaimde duale effectiviteit van technologie te overtuigen?***

Het empirisch onderzoek laat zien dat technologen en andere actoren de testnetwerken die ik onderzocht heb gebruiken als *inscription devices* om afbeeldingen van duale effectiviteit van het technisch ontwerp zichtbaar te maken. Dit gebeurt door rekenmodellen (Hoofdstuk 3), een laboratoriumopstelling gecombineerd met rekenmodellen (Hoofdstuk 4 en 5) en testnetwerken in echte woningen (Hoofdstuk 6) te mobiliseren als bewijsleverende netwerken.



Technologen hebben andere actanten nodig om deze *inscription devices* te construeren. In de vier onderzochte projecten oefenen de actanten die daarvoor nodig zijn een zodanige kracht uit op de technologen dat eerder gedefinieerde doelstellingen moeten verschuiven. Anders gezegd: het construeren van inscription devices door technologen leidt tot *displacement* van diezelfde technologen. Niet alle testen zijn mogelijk maar er ontstaan ook nieuwe opties. De noodzaak om een testnetwerk te construeren dat afbeeldingen van duale effectiviteit kan genereren slaat als het ware terug op de eigen plannen.

Bij het construeren en gebruiken van rekenmodellen wordt de representatie van een gebruiksomgeving voor technologie (noodgedwongen) zwaar gesimplificeerd. Rekenstandaarden en statistieken sturen daar op aan (Hoofdstuk 3, 4 en het rekenmodel uit Hoofdstuk 6). Ook bij het realiseren van een laboratoriumopstelling verandert de representatie van een gebruiksomgeving voor de technologie. Voor bepaalde gebruiksomgevingen zijn de representatiekosten te hoog; het vraagt om te veel *displacements* van andere actanten. Er zijn geen getalsrepresentaties van bepaalde typen bestaande bouw beschikbaar, waardoor de representatie van deze gebruiksomgevingen in het project afvalt (Hoofdstuk 3 en 4). Daarnaast is het materieel nabootsten van bestaande bouw op het laboratoriumterrein praktisch gezien onmogelijk. Nieuwbouw, waarvoor (op dat moment) wel standaard getalsrepresentaties beschikbaar zijn en die bovendien gemakkelijker te realiseren is op het laboratoriumterrein, krijgt hierdoor (onbedoeld) meer kansen op het laboratoriumterrein (Hoofdstuk 4 en 5). Buiten het laboratorium is de situatie echter omgekeerd. Effectiviteit van domotica (Hoofdstuk 6) kan beter aangetoond worden in de bestaande bouw, waardoor in dit project juist een representatie van de nieuwbouw (waar de technologen ook op mikten) afvalt. Op het laboratoriumterrein zijn de representatiekosten ook te hoog voor diverse huishoudelijke apparaten en installaties die door domotica zouden worden aangestuurd; alleen een aan te sturen ventilatiesysteem wordt gerepresenteerd (Hoofdstuk 5). Alle testnetwerken blijken de technologen dus te beïnvloeden voor wat betreft de toekomstige gebruiksomgeving die gerepresenteerd wordt.

Bij het daadwerkelijk testen verschuift ook de problematisering. Dit geldt voor alle vier de onderzochte projecten. In de casus voor Hoofdstuk 3 komen technologen er, door virtueel te testen, achter dat zonwering een cruciaal element is om “zomercomfort” te bereiken. Zonwering wordt vooraan opgenomen in de problematisering. Het is het eerste *obligatory point of passage* om zomercomfort waar te maken; zonder zonwering zijn andere technologische oplossingen voor zomercomfort kansloos. Het bouwproces op het laboratoriumterrein (Hoofdstuk 4) wordt gestuurd door het rekenmodel dat zich daar het best voor leent (qua tijdsduur van metingen, het aantal te materialiseren actanten en met gangbare meetsensoren te detecteren parameters). Het betreft het eerder gebruikte rekenmodel voor energiebesparing. Energiebesparing komt als op te lossen deelprobleem daarmee voor de andere deelproblemen te staan (minder materiaalgebruik en beter zomercomfort), terwijl alle deelproblemen in de eerdere plannen nog tegelijkertijd aangepakt werden. Voor domotica (Hoofdstuk 5) nemen de technologen op het laboratoriumterrein een voorschot op te veranderen regelgeving van de overheid, om “het principe” van automatisch ventileren aan te tonen. Onder de huidige regels van het Bouwbesluit zouden bepaalde ventilatietoepassingen gewoonweg verboden zijn, maar wanneer die regels veranderd zullen worden, mede door toedoen van gunstige meetresultaten door de technologen, dan liggen de kansen voor werkelijk technologiegebruik anders. De overheid wordt, als opsteller van het Bouwbesluit,

## HOOFDSTUK 7

opgenomen als *obligatory point of passage* waar ontwikkelaars van deze technologie langs zullen moeten om deze technologie uiteindelijk toe te kunnen passen in werkelijke gebruiksomgevingen. Met andere woorden: de overheid krijgt taken die zij in een eerder stadium aan technologen gedelegeerd had alsnog terug.

De problematisering verandert ingrijpend in de casus van Hoofdstuk 6, de casus over een programma van Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling waarin domotica werd uitgetest bij mensen thuis. In dit programma worden eindgebruikers een cruciaal *point of passage* in de problematisering. Een grootdeel van de testverantwoordelijkheid om duale effecten registreerbaar te maken komt bij de testgebruikers te liggen. Door die eindgebruikers als experts voor de toekomst te mobiliseren wordt de bedoelde duale effectiviteit van domotica registreerbaar. In het programma zelf was de tijdsduur te kort om de nagestreefde effecten (het langer thuis blijven wonen van hulpbehoevende ouderen door domotica bij minder milieulast) te kunnen “meten”. Bovendien is de manier waarop het gedrag van eindgebruikers gedefinieerd wordt in een aanvullend rekenmodel van doorslaggevend belang voor aanvullend milieubewijs.

Het valt op dat technologen in alle vier de projecten rekenmodellen nodig hebben om tot registraties van duale effectiviteit te komen. Zonder rekenmodel functioneert een testnetwerk niet als een inscription device dat krachtig bewijs van duale effectiviteit kan leveren. Dit is opvallend, omdat de technologen voor het Ecobuild project juist een problematisering formuleren die toewerkt van “ontwerp” via “prototype” naar “realisatie”. Ook voor domotica in het NIDO programma worden testen met een duaal ontworpen prototype nagestreefd. Zo’n aanpak werkt juist toe naar gebruiksomgevingen die steeds minder in getallen uitgedrukt worden, maar steeds meer hun materiële gedaante gaan aannemen. Om gewenste registraties van duale effectiviteit te verkrijgen moeten betrokken actoren toch weer terugvallen op rekenmodellen.

Aan de ene kant kunnen we dit opvatten als een displacement van de technologen. In de projecten blijken zij (hernieuwde) rekenmodellen toe te moeten voegen aan de eerdere problematisering die geformuleerd was voor het project. Er zijn *eerst* (verbeterde) rekenmodellen nodig, alvorens een duaal effectief ontwerp verder gerealiseerd kan worden (Hoofdstuk 3 t/m 6). Dit is geen zware inzet vanaf het begin, maar blijkt een noodzakelijke stap in elk project en wordt ook (onbedoeld) een projectuitkomst op zich (Hoofdstuk 4, over het “valideren” van rekenmodellen).

Tegelijkertijd kunnen we dit ook opvatten als een displacement van andere actoren. Op projectniveau schuiven de technologen op; realisatie buiten het laboratoriumterrein komt er voorlopig niet. Op institutioneel niveau nemen zij juist een stabiele positie in. Technologen blijken telkens in staat om andere actoren langs hun rekenmodellen te dirigeren.

Een verklaring voor de kracht van rekenmodellen is dat milieueffectiviteit eenduidiger aangetoond kan worden naarmate de gebruiksomgeving verder gestandaardiseerd wordt. Statistische gemiddelden representeren de gebruiksomgevingen die in werkelijkheid verschillen. In rekenmodellen is die standaardisatie aanzienlijk gemakkelijker door te voeren dan in testen waar die actanten hun werkelijke identiteit hebben. Op het laboratoriumterrein bijvoorbeeld kan het ECN de werkelijke weersomstandigheden – de actant “het weer” doet van zich spreken – niet beïnvloeden. In software kan het ontwerp echter eenvoudig blootgesteld worden aan het “KNMI referentiejaar”: fictieve weersomstandigheden, als gemiddelde van het weer in Nederland over tientallen jaren. Daardoor ontstaat krachtig bewijs, want het eigen technisch ontwerp kan vergeleken

worden met andere ontwerpen voor duurzame woningen in Nederland. Rekenmodellen maken lokaal verkregen bewijs universeel vergelijkbaar, en daarmee krachtiger.

***1c. Welke translaties treden op wanneer technologen de met testnetwerken geregistreerde duale effectiviteit van hun technologie naar andere actoren presenteren?***

In testrapportages voeren technologen nieuwe representaties van anderen op. Zij projecteren hun testresultaten op een nieuw toekomstbeeld van een gebruiksomgeving voor hun technologie. Het betreft een gebruiksomgeving die op papier tot leven geroepen wordt, maar in de testnetwerken zélf op die manier niet aan de orde was. Sommige actanten zouden in werkelijke toekomstige gebruikspraktijken een andere rol vervullen dan in het testnetwerk het geval was – aldus de technologen. Ook zouden in werkelijkheid bepaalde actanten voorkomen die in het werkelijk gerealiseerde testnetwerk niet voorkwamen of voor konden komen.

Zo merken technologen over energiebesparingsmodellen in hun rapportage op dat de te verwachten gebruikspraktijk veel weerbarstiger is dan de representatie volgens cijfers en formules (Hoofdstuk 3). Ook in de casus van Hoofdstuk 4 geven de technologen aan dat te verwachten variatie in bewonersgedrag van belang is, maar in het project zelf niet gerepresenteerd kon worden. Verder is in dat hoofdstuk aan bod gekomen dat de technologen bestaande rekenmodellen mobiliseren om hun eigen, nieuwe testmethoden op het laboratoriumterrein kracht bij te zetten. Tegelijkertijd zijn diezelfde technologen echter van mening dat toekomstige gebruiksomgevingen in die bestaande rekenmodellen eigenlijk niet goed zijn gerepresenteerd. Het oudere EPN rekenmodel zou het gebruik van warm water door bewoners niet goed weergeven. Voor het nieuwe Gezondheids Classificatie Systeem geldt: het “achterhaalde” Bouwbesluit laat gezondheidsaspecten en verminderde overlast van het technisch ontwerp op onderdelen beter zien, maar beoordeelt het ontwerp eigenlijk niet streng genoeg (zo blijkt uit het testrapport). Met andere woorden: het Bouwbesluit is geen goede afspiegeling van echte gebruikspraktijken. Over de metingen uit Hoofdstuk 5 viel te lezen dat bij werkelijke toepassing van automatische ventilatie in de toekomst meer klepramen nodig zijn dan in de testwoning op het laboratoriumterrein waren aangebracht. Bovendien zou er in toekomstige gebruikspraktijken wél sprake zijn van zonwering. Ook in de casus van Hoofdstuk 6 ten slotte projecteren technologen hun testresultaten op een nieuwe toekomst. In werkelijkheid zou een deel van het domoticasysteem misschien niet tot het technisch ontwerp, maar juist als onderdeel van die gebruiksomgeving gezien moeten gaan worden. Bepaalde energieverbruikende domotica-modules zouden tot een “normaal” huishouden kunnen behoren, waardoor de toegerekende energiewinst van de overblijvende modules hoger kan uitvallen. Bovendien zouden gebruikers in de toekomst invloed moeten uitoefenen op de technologie zoals die in de gebruiksomgeving staat opgesteld – wat in de testnetwerken in het project niet het geval was.

In testrapportages hangen nieuwe representaties van anderen samen met nieuwe problematiseringen. In die nieuwe problematiseringen stellen de technologen zich afhankelijker op van anderen. Niet alleen worden punten die in het project zélf niet gepasseerd werden of konden worden opnieuw opgevoerd, maar ook worden nieuwe passeerpunten vooraan toegevoegd waarvoor andere actoren eerst aan zet zijn. Zo bleek in Hoofdstuk 3 dat technologen in hun rapportage *domotica* presenteren als *obligatory point of*

*passage* die de duale effectiviteit die met rekenmodellen is aangetoond in echte gebruiksomgevingen moet gaan waarmaken. In Hoofdstuk 4 is behandeld dat technologen samenwerking tussen diverse actoren en op te stellen regelgeving door de overheid (opnieuw) opvoeren als passeerpunten om duaal effectief ontwerpen waar te maken. Ook Hoofdstuk 5 laat zo'n verschuiving van de problematisering zien. Het "veiligheidskeurmerk" was op het laboratoriumterrein een belemmering om "zomernachtventilatie" te testen, maar door het als kans te noemen in hun rapportage nemen de technologen impliciet aan dat dat keurmerk in de toekomst veranderd zal worden door de bevoegde instantie. De uiteindelijke aanbeveling van "vraagsturing" uit Hoofdstuk 6 is een verdere illustratie van mijn bevinding dat problematiseringen verschuiven in testrapportages. Het materieel vormgeven van domotica volgens het idee dat eindgebruikers van technologie meebeslissen (het idee van vraagsturing) viel in het programma voor domotica niet te organiseren, maar wordt gepresenteerd als enig overblijvende manier om in de toekomst tot een technisch ontwerp te komen dat wel aan duale effectiviteit bijdraagt. In testrapportages voegen technologen dus *obligatory points of passage* voor duaal ontwerpen en testen toe, vooraan in de keten van achtereenvolgens op te lossen deelproblemen.

Op basis van het voorgaande kunnen we concluderen dat technologen liever hun *inscription devices* diskwalificeren dan dat zij hun eigen duale claims opgeven. De testen die zij weten te organiseren of waaraan zij deelnemen verklaren zij naderhand ongeldig. De representatie van actanten in de testnetwerken zou geen goede afspiegeling zijn van werkelijk te verwachten gebruiksomgevingen. Ook zouden andere problematiseringen nodig zijn dan de aanpak van deelproblemen die in de testen zelf gevolgd kon worden. Op deze manier houden technologen claims ten aanzien van duale effectiviteit overeind die met de testen zelf moeilijk te onderbouwen bleken. Er is gebleken dat technologen *de facto* geen volledige duale testverantwoordelijkheid nemen of kunnen nemen.

In hoeverre de hernieuwde representaties en problematiseringen in testrapportages van technologen leiden tot nieuwe *displacements* van andere actoren is in deze studie niet onderzocht. Wel is duidelijk dat het gaat om een projectie op een *andere* toekomst dan het toekomstbeeld dat in de testnetwerken zelf verwezenlijkt kon worden.

**2. Welke translaties ten aanzien van eindgebruikers komen voor in dit proces van duaal ontwerpen en testen? Zijn de geconstrueerde testnetwerken in staat om eventuele antiprogramma's van eindgebruikers te registreren?**

In de vier projecten die onderzocht zijn representeren technologen eindgebruikers vooral als een verlengstuk van het technisch ontwerp. Het technisch ontwerp ontfermt zich over de eindgebruiker, waardoor duale effectiviteit ook echt bereikt kan worden – zo is het idee. Met deze insteek hopen technologen de invloed van het *gebruiksgedrag* irrelevant te maken voor te behalen duale effectiviteit. Wel is het *aanschafgedrag* van eindgebruikers relevant. Claims voor nieuwe technologie zijn namelijk direct gekoppeld aan een claim dat er een groeiemarkt voor duaal effectieve technologie is bij consumenten. In projectplannen representeren technologen eindgebruikers daarom als een milieubewuste woonconsument, maar wanneer technologie eenmaal geïnstalleerd is zouden eindgebruikers er niet meer naar om hoeven kijken. Dit geldt voor de energieconcepten die de technologen ontwikkelen (Hoofdstuk 3 en 4), maar ook voor de groeiemarkt van veiligheid en zorg met domotica

(Hoofdstuk 5 en 6). We zien hier het idee terug van het *ontkoppelingsbeleid* uit Hoofdstuk 1. Consumptieve groei staat niet ter discussie; *gegeven* de groei moet technologie voor minder milieulast zorgen, zonder dat de burger daar naar om hoeft te kijken. De techniek zelf wordt robuust ontworpen, zo is het streven van de technologen, zodat het bestand is tegen antiprogramma's van gebruikers. Het gaat om het inbouwen van flexibiliteit, zodat bewoners niet naderhand het complete technisch ontwerp van de hand doen waardoor extra milieulast zou ontstaan. Bovendien zou domotica mogelijke antiprogramma's van eindgebruikers kunnen neutraliseren via een intelligente aansturing van apparaten in huis. Duale effectiviteit – tevreden gebruikers en minder milieulast – is daarmee de verantwoordelijkheid van de techniek, niet van de gebruiker.

In de projecten zélf wordt echter niet getest of de techniek ook echt bestand is tegen antiprogramma's van eindgebruikers. In geen van de projecten waren de technologen er op uit om informatie over afwijkend of verstoord gedrag van echte bewoners te achterhalen. In Hoofdstuk 3 is de Nationale Woningraad wel betrokken bij het project, maar die heeft vooral als taak om woningcorporaties in te lijven als toekomstige testlocaties. Informatie over echte gebruikers in woningen komt daarmee nog niet los. Bij het testen met rekenmodellen (Hoofdstuk 3 en 4) worden testen met echte gebruikers doorgeschoven naar de "demofase". Bij testen op het laboratoriumterrein (Hoofdstuk 4 en 5) heerst het beeld bij technologen dat mensen niet zouden willen wonen in een testwoning vanwege de vele verstoringen van de huisrust die het uitvoeren van testen met zich mee zou brengen. In de geschetste problematiseringen waren echte eindgebruikers vooral het allerlaatste passeerpunt, wanneer de techniek zijn materiële gedaante al had of zou hebben. Opvallend bij dit alles is dat de technologen domotica presenteren als technologie die antiprogramma's van die eindgebruikers zou kunnen neutraliseren, maar dat in geen van de testnetwerken wordt getest of domotica daar ook in slaagt.

Alle testnetwerken die in de empirie voorkwamen blijken bovendien een script te hebben dat technologen ontmoedigt om te gaan testen op antiprogramma's. In de rekenmodellen van Hoofdstuk 3 worden eindgebruikers gestandaardiseerd, eenduidig aangereikt door een dominante rekenstandaard, de Energie Prestatie Norm. Er is sprake van een *user as nobody*, een rekenstandaard volgens statistisch gemiddeld bewonersgedrag dat in werkelijkheid niet voorkomt. Omwille van de vergelijkbaarheid met andere ontwerpen voor duurzame woningen in Nederland hebben technologen er belang bij met deze rekenstandaard in zee te gaan. Bovendien zitten eindgebruikers diep verstopt in de rekenmodellen, verknoopt met vele formules in zo'n model, waardoor de modellering van eindgebruikers niet eenvoudig is aan te passen. Daar komt bij dat de softwareschillen die om deze rekenmodellen zitten *top-down* georganiseerd zijn. Onderliggende parameters en standaard rekenwaarden zijn wel te veranderen, maar dan moet ver doorgedrukt worden.

Bij een testnetwerk op het laboratoriumterrein wordt deze zwaar gesimplificeerde eindgebruiker steviger verankerd, doordat rekenmodellen (onbedoeld) toenemen in belang (Hoofdstuk 4). Een laboratoriumopstelling maakt het namelijk mogelijk om modellen te "valideren". Dit komt er op neer dat effecten die *de facto* geregistreerd zijn in de laboratoriumopstelling als beeld terug ingeschreven worden in gebruikte rekenmodellen, met het doel de overtuigingskracht van de zelf aangepaste rekenmodellen buiten het laboratorium te vergroten. Dit validatieproces vraagt om het eenvoudig heen-en-weer schuiven tussen rekenmodel en laboratoriumopstelling, wat gemakkelijker gaat met standaard geparametriseerde gebruikers. Dit wordt bereikt door bewonersgedrag op het laboratoriumterrein volgens dezelfde parameters als het rekenmodel te simuleren, via onvermoeibare materieel vormgegeven testgebruikers: straalkachels (die lichaamswarmte

en het aanzetten van huishoudelijke apparaten voorstellen), het inspuiten van CO<sub>2</sub> voor het uitademen van bewoners en het automatisch aansturen van kleppen dat het douchegedrag voorstelt. Het script van een testnetwerk op het laboratoriumterrein bij het ECN (Hoofdstuk 4 en 5) schrijft bovendien voor dat testgebruikers er niet langdurig mogen verblijven. De testwoningen bevinden zich binnen een straal van één kilometer van een nucleaire reactor; wonen is niet toegestaan. Vermeende gebruikers zijn alleen als bezoeker kortstondig welkom op het laboratoriumterrein. Met een kortstondig verblijf van testgebruikers van vlees en bloed is testen op comfort en energiebesparing echter onmogelijk (volgens de gehanteerde beoordelingskaders), nog afgezien van het testen op mogelijke antiprogramma's die daar bij op kunnen treden.

Ook in de testnetwerken van Hoofdstuk 6 is sprake van een script dat het technologen zeer moeilijk maakt te testen op antiprogramma's. In het programma voor domotica hebben technologen te maken met bestaande testnetwerken waar actoren al diverse activiteiten hebben uitgevoerd. Die actoren hebben eindgebruikers – echte mensen – vooral onderwezen hoe zij domotica zouden moeten gebruiken. Mogelijke antiprogramma's van eindgebruikers zijn daarmee van het begin af aan in de kiem gesmoord. Voor de technologen blokkeert dit de mogelijkheid om antiprogramma's alsnog op te sporen (als zij daar op uit zouden zijn), op het moment dat zij bij deze testnetwerken aansluiting zoeken.

Hier komt bij dat de bedoelde duale effecten binnen de tijdsduur van de testen (Hoofdstuk 6) niet te registreren zijn – en antiprogramma's die die effecten onderuit halen dus evenmin. De duale effectiviteit waar de technologen zich op richten (energiebesparing en comfort bij zo min mogelijk materiaalgebruik) is onmeetbaar want de domotica die in de testnetwerken geïnstalleerd is, is daar niet tijdig voor te ontwerpen en realiseren, nog afgezien van praktische *constraints*. De “grotere” doelen ten aanzien van duale effectiviteit (langer thuiswonen van ouderen waardoor zorgkosten worden uitgespaard, minder CO<sub>2</sub> op landelijk niveau, een betere sociale positie van ouderen) zijn binnen de tijdsduur ook niet meetbaar, nog afgezien van meetbeperkingen qua schaalgrootte.

In het project wordt deze discrepantie opgelost door eindgebruikers te mobiliseren als toekomstvoorspellers voor hun eigen gebruikspraktijk, maar betrokken actoren constateren dat eindgebruikers die rol niet waar kunnen maken. Zo worden wel registraties ten aanzien van duale effectiviteit verkregen, maar die zijn gebaseerd op een toekomstbeeld dat – ook volgens betrokken actoren zelf – op onzekere fundamenten gebaseerd is.

In dit wankele toekomstbeeld zijn overigens wel indicaties van mogelijk optredende antiprogramma's te vinden. In enquêtes bijvoorbeeld is de interesse van bewoners in energiebesparingsfuncties gepeild, waarop bewoners antwoorden dat zij dit vooral zien als “gemaksopties die de mensen lui maken“. Een aanvullend rekenmodel van de technologen moet dit toekomstbeeld voor duale effectiviteit minder wankel maken, maar daarin is juist helemaal geen aandacht voor antiprogramma's. Het feitelijk opsporen van antiprogramma's is in deze testnetwerken bij eindgebruikers thuis echter onmogelijk.

Technologen moeten eindgebruikers vergaand simplificeren in testnetwerken om tot duaal bewijs te komen. Ook bij het testen bij mensen thuis is uiteindelijk een rekenmodel nodig dat voor de benodigde simplificaties kan zorgen. Afbeeldingen van duale effectiviteit blijken rechtstreeks samen te hangen met de gekozen gebruikersstandaard die in een testnetwerk wordt ingebouwd. Met andere woorden: bewijs van duale technologische effectiviteit blijkt sterk *gebruikersgevoelig*.

Zo wordt de standaard gebruikersrepresentatie soms verschoven ten behoeve van de meetbaarheid. Een zwaardere “gebruikersklasse” voor warm tapwater in de woning geeft

een zonneboiler meer kansen (Hoofdstuk 4). In een testwoning wordt meer CO<sub>2</sub> ingespoten, om veranderende luchtstromen gemakkelijker te detecteren. Feitelijk worden daarmee meer uitademende bewoners gerepresenteerd (Hoofdstuk 4). Door eindgebruikers (virtueel) 's nachts boven te houden en overdag beneden wordt energiebesparing met een ventilatiesysteem registreerbaar (Hoofdstuk 5). *De facto* worden eindgebruikers ook gerepresenteerd met een relatief comfortgevoel in plaats van een (eerder gehanteerd) absoluut comfortgevoel, waarmee het aantonen van “het principe” van een bepaald ventilatiesysteem gemakkelijker gaat (Hoofdstuk 5). Voor een rekenmodel voor domotica geven de technologen zelf aan dat de te claimen energiebesparing voor deze technologie nauw samenhangt met verkwistend dan wel zuinig bewonersgedrag (Hoofdstuk 6). Het werken met gesimuleerde in plaats van echte gebruikers geeft technologen handelingsruimte om het “signaal” (het aantonen van effecten) ten opzichte van de “ruis” (bewonersgedrag) beter zichtbaar te maken.

Samengevat luidt de conclusie dat er in de bestudeerde projecten sprake is van een testparadox. Om betekenisvolle testresultaten met betrekking tot duale effectiviteit te produceren moeten technologen in hun *inscription devices* rekenstandaarden definiëren die hun uitkomsten betekenisloos maken voor echte gebruikspraktijken. Een grotere simplificatie van werkelijke gebruikspraktijken – representatie van de *user as nobody* – levert eenduidiger testresultaten op die de vergelijkbaarheid met andere technische ontwerpen groter maakt waardoor het bewijs aan overtuigingskracht kan winnen. Tegelijkertijd is het binnenhalen van complexer gebruikersgedrag nodig om voldoende koppeling met de praktijk te houden en de effectiviteit van bepaalde technologische vernieuwingen aan het licht te brengen die bij te sterke simplificaties onzichtbaar blijven. Gegeven deze paradox hebben technologen een bepaalde handelingsruimte om duale effectiviteit van een technisch ontwerp registreerbaar te maken. In die handelingsruimte is de representatie van eindgebruikers cruciaal voor de duale bewijsvoering: afbeeldingen van duale technologische effectiviteit blijken sterk *gebruikersgevoelig*.

**3. Gaat tijdens het proces van ontwerpen en testen de inscriptie van milieueffectiviteit enerzijds en gebruikerseffectiviteit anderzijds in (herontworpen) technologie gelijk op, of treden er dominante asymmetrieën op? Zo ja, wat zijn de onderliggende oorzaken voor dit procesverloop?**

Het al dan niet gelijk op gaan van milieu- en gebruikerseffectiviteit hangt samen met de invloed die technologen kunnen uitoefenen op anderen. Wanneer technologen andere actanten die verbonden zijn in testnetwerken grotendeels onder controle hebben, dan komt het voor dat zij duale effectiviteit symmetrisch inschrijven in het technisch ontwerp – waarmee overigens nog niet gegarandeerd is dat dat ook gebeurt, noch dat die effectiviteit in werkelijke gebruikspraktijken ook standhoudt. Voor netwerken waarop technologen weinig invloed hebben is in de onderzochte empirie in ieder geval sprake van asymmetrie. In dat geval is de kans zeer klein dat technologen of andere actoren milieueffectiviteit inschrijven in (herontworpen) technologische materialiteit; alleen gebruikerseffectiviteit wordt dan (opnieuw) ingeschreven.

Of technologen duale effectiviteit symmetrisch inschrijven in het technisch ontwerp hangt er mee samen of een streven naar symmetrische inscriptie verwerkt zit in de

## HOOFDSTUK 7

doelstelling van het project. En de doelstelling in projectplannen is weer de uitkomst van eerdere onderhandelingen met sponsoren, waaronder een subsidiërende overheid.

Zo is er in Ecobuild Fase A (Hoofdstuk 3) sprake van asymmetrie. Claims voor te behalen milieueffecten door nieuwe technologie worden explicieter en ambitieuzer geformuleerd (50% energiebesparing en 40% minder materiaalgebruik ten opzichte van gangbare cijfers) en explicieter getest dan claims voor gebruikerseffectiviteit. De technologen worden daartoe aangespoord door hun beoogde subsidieverlener, het programmabureau voor Economie, Ecologie en Technologie, dat projecten op milieudoelen wil beoordelen en afrekenen. Voor gebruikerseffecten worden alleen algemeen geformuleerde uitgangspunten gedefinieerd (gelijkblijvend of verbeterd comfortniveau, kostenbesparing voor bewoners die meeprofiteren van een beter milieu) die aannemelijk moeten maken dat het om een massaal verkoopbaar technologisch product gaat (technologisch ingerichte duurzame huizen). Op die gebruikerseffecten wordt in het project niet getest. Er is alleen sprake van noodzakelijke aannames voor gebruikersvoorkeuren (“energetisch gedrag” van bewoners) om berekeningen met rekenmodellen mogelijk te maken. Een uitzondering hierop is een bescheiden aandacht voor “zomercomfort” (oververhitting van woningen in de zomer waarvan resultaten in de bijlage van het eindrapport worden gepresenteerd), waartoe de technologen in het project worden aangespoord omdat de rekennorm voor energiezuinige woningen (de Energie Prestatie Norm) daar meer de nadruk op gaat leggen.

Voor Ecobuild Fase B (Hoofdstuk 4) en hun testen met domotica (Hoofdstuk 5) gaan technologen duale effectiviteit symmetrischer behandelen. In een projectplan voor subsidie uit het Besluit Technologische Samenwerking scherpen de technologen de eerdere milieucclaim voor energiebesparing aan: zij streven naar woningen die (op jaarbasis) helemaal geen energie meer verbruiken. De technologen zijn hierdoor geneigd om “zomercomfort” en voldoende ventilatie in deze zwaar geïsoleerde woningen meer aandacht te geven, en daar ook explicieter op te gaan testen (Hoofdstuk 5). Het symmetrisch aantonen van duale effectiviteit op het laboratoriumterrein blijkt echter een moeizaam proces. Uiteindelijk neemt de symmetrie daardoor weer af, doordat technologen zich te sterk afhankelijk zien van fabrikanten om “milieu-informatie” te verstrekken. De technologen hebben deze fabrikanten niet voldoende onder controle, met als gevolg dat het testen op minder materiaalgebruik af moet vallen – en daarmee valt ook de inscriptie van dit type milieueffect in het technologisch ontwerp af. Alleen een streven naar energiebesparing wordt als te behalen milieueffect (opnieuw) ingeschreven in het technisch ontwerp.

Voor testnetwerken of andere actornetwerken waar technologen weinig invloed op kunnen uitoefenen laat het empirisch onderzoek duidelijke asymmetrie zien. De kans dat milieueffectiviteit dan wordt ingeschreven in technologische materialiteit is klein. In Hoofdstuk 4 geldt dit voor de aanbeveling die technologen uiteindelijk opvoeren voor toekomstig technologisch ontwerp. De milieucclaim van minder schadelijk materiaalverbruik over de hele “levenscyclus” was in het project ontestbaar, maar de technologen dragen deze testverantwoordelijkheid op papier over aan andere actornetwerken (architecten, fabrikanten en de overheid waarvan technologen verwachten dat die milieubeoordelingsregels daarvoor opstelt). Architecten en de overheid staan echter voor hetzelfde probleem als waar de technologen zelf voor stonden: zij zijn afhankelijk van fabrikanten om benodigde “milieu-informatie” te verstrekken om een overtuigend milieubeoordelingskader op te kunnen stellen. En voor die fabrikanten is dwang om die



informatie te verstrekken nog niet groot zo lang zo'n overtuigend beoordelingskader er nog niet is.<sup>1</sup> De kans dat milieueffectiviteit door andere actoren alsnog wordt ingeschreven in het ontwerp is laag.

Ook Hoofdstuk 5 en 6 laten op het punt van daadwerkelijke inscriptie in materieel vormgegeven technologie een asymmetrie zien. In dat hoofdstuk betreft het de invloed die technologen kunnen uitoefenen op actornetwerken in een ander domein (domotica voor veiligheid en zorg). Die netwerken richten zich al op de inscriptie van gebruikerseffectiviteit in domotica, maar de kans dat die netwerken bijgestuurd kunnen worden richting inscriptie van milieueffectiviteit is klein. De technologen blijven in projectplannen, demonstratie-activiteiten en publicaties vooral ongetoetste – en daardoor weinig krachtige – claims ten aanzien van milieueffectiviteit herhalen. Het script van de domotica-in-ontwikkeling dat andere actoren er toe aan kan zetten domotica ook milieueffectief te ontwerpen had weinig inlijvende kracht en dat blijft zo in het project. Van een *trial* van milieueffectief ontworpen technologie met echte gebruikers is al die tijd geen sprake. Wanneer de te behalen energiebesparing met domotica op het laboratoriumterrein uiteindelijk toch negatief uitpakt, blijft de claim van de technologen in getransformeerde vorm in leven door het schetsen van een nieuw toekomstbeeld voor domotica waar milieueffectiviteit wel optreedt. In hoeverre dit toekomstbeeld werkelijkheidswaarde heeft is echter onzeker. In Hoofdstuk 6 betreft het in ieder geval een toekomstbeeld met ongetoetste gebruikersrepresentaties. Noch het beeld van de actieve gebruiker die zijn wensen verwezenlijkt ziet voor domotica bij hem of haar thuis, noch het beeld van de passieve gebruiker die zijn gebruiksgedrag nooit wijzigt (zuinig of verkwistend) zijn getoetst in het project zelf. Samengevat: een script voor gebruikerseffectiviteit was ingeschreven en wordt (waarschijnlijk) opnieuw ingeschreven in herontworpen domotica; voor milieueffectiviteit geldt dat niet.

Het empirisch onderzoek brengt nog een asymmetrie aan het licht, die samenhangt met de menselijke waarneming. Wanneer een *inscription device* ontbreekt dat waarneming van milieueffectiviteit kan bemiddelen, dan heeft “het milieu” een probleem. Noch eindgebruikers, noch andere actoren kunnen milieueffecten van nieuwe technologie onbemiddeld waarnemen. Let wel: we hebben het hier over de milieueffecten zoals die in de onderzochte projecten gedefinieerd waren (minder CO<sub>2</sub>, emissies en giften, energiebesparing, “schonere” energie). In dit opzicht is “het milieu” geen actor die van zichzelf kan doen spreken als anderen dat nalaten; milieuwinst dan wel milieuvervuiling bestaat bij de gratie van haar *spokespersons*. Voor technologisch ontwerpen bestaat milieueffectiviteit alleen bij de gratie van haar *inscription device*. Haal het *inscription device* weg, en “milieu” verdwijnt.

Waarneming van gebruikerseffecten kan bemiddeld zijn, maar dat hoeft niet. De menselijke waarneming biedt altijd een vangnet om op terug te vallen in situaties waar een bemiddelend beoordelingskader ontbreekt. Comfort, een gevoel van veiligheid en bedieningsgemak zijn bijvoorbeeld effecten die gebruikers kunnen beoordelen op basis van hun zintuiglijke waarnemingen. Ook technologen en andere actoren kunnen een *inscription device* negeren en terugvallen op eerdere, persoonlijke ervaringen met technologiegebruik (het toepassen van de *I-methodology*). De onbemiddelde waarneming van echte eindgebruikers is, per definitie, de uiteindelijke indicator van gebruikerseffectiviteit. Die eindgebruikers kunnen (uiteindelijk) nog voor zichzelf opkomen. Voor gebruikerseffecten is dus altijd *feedback on experience* [Akrich 1995] uit de maatschappij mogelijk, terwijl “milieu” in dat opzicht zelf machteloos staat.

### 7.1.3 Eindconclusie

De algemene onderzoeksvraag voor dit proefschrift luidde:

*Hoe claimen technologen dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient en hoe maken zij dit waar in de praktijk van technisch ontwerpen en testen?*

Voortbouwend op de antwoorden op de deelvragen luidt het algemene, samenvattende antwoord op deze hoofdvraag als volgt.

Technologen *claimen* duale effectiviteit van hun technologie door een nieuw toekomstbeeld te schetsen wanneer testen negatief uitpakt. Claims voor duale effectiviteit blijven niet alleen in stand vanwege de handelingsruimte om testreferenties te verschuiven, maar ook door een pleidooi van technologen voor een andere aanpak van deelproblemen en een andere gebruiksomgeving dan die bij het testen zelf vertegenwoordigd was. Voor wat betreft het *waarmaken* van deze duale claims laat het onderzoek een asymmetrie zien. In de projecten die voor dit proefschrift geanalyseerd zijn nemen technologen als enige actoren in testnetwerken de verantwoordelijkheid om milieueffectiviteit in te schrijven in een technologisch ontwerp. In de onderzochte testnetwerken is de kans dat zij deze inscriptieverantwoordelijkheid kunnen overdragen aan andere actornetwerken (waaronder marktpartijen en woningbouwcorporaties) die zo'n duaal ontwerp ook moeten gaan realiseren in technologische materialiteit echter klein. Een verklaring hiervoor is de sturende rol die de overheid in deze projecten speelt, als subsidieverlener voor duaal ontwerpen en testen. De overheid dringt aan op snel en duidelijk bewijs van samenwerking tussen diverse actoren die moet leiden tot effectieve technologische innovatie. Door het samenwerken in technologische projecten te combineren met bewijsvoering door rekenmodellen weten technologen dat bewijs te leveren. Vanwege vergaande simplificaties – er is sprake van een *user as nobody* – is de voorspellende waarde van deze rekenmodellen echter gering. Bovendien blijken deze rekenmodellen weliswaar krachtig genoeg om de overheid als subsidieverlener (telkens) in te lijven, maar worden andere actoren in de maatschappij daardoor nog niet tot milieueffectief ontwerpen aangezet. De situatie die in de onderzochte projecten feitelijk ontstaat is dat diverse actoren in de maatschappij gesubsidieerd kunnen testen op gebruikerseffectiviteit van hun technologie, onder de ongetoetste belofte van milieueffectiviteit die technologen (desgevraagd) blijven aandragen.

## 7.2 Reflecties

In deze paragraaf reflecteer ik op de conclusies vanuit inzichten uit de literatuur die ik in Hoofdstuk 2 heb behandeld. Het theoretisch kader dat ik daar heb opgesteld is gebaseerd op Actor-Netwerk Theorie, aangevuld met literatuur over het testen van technologie en literatuur die de relatie tussen het ontwerpen en gebruiken van technologie centraal zet. Ik zal relevante overeenkomsten en verschillen tussen mijn conclusies en inzichten uit dat theoretisch kader behandelen. Deze reflecties groeperen zich rond drie thema's, te weten:

- Representatie van eindgebruikers bij technisch ontwerpen;
- Handlingsruimte van technologen;
- Het bijzondere karakter van duaal effectief ontwerpen en testen.

In drie subparagrafen komen de thema's aan bod. Dit is tevens de opmaat voor de aanbevelingen die in Paragraaf 7.3 aan bod komen.

### 7.2.1 Representatie van eindgebruikers bij technisch ontwerpen

Mijn conclusies geven aan dat de *representatie door rekenstandaarden* toegevoegd kan worden als expliciete representatietechniek aan de lijst van Akrich [1995]. Zij heeft het alleen over marktonderzoek, consumententesten en feedback door gebruikerservaringen. In de onderzochte empirie voor dit proefschrift worden rekenstandaarden door technologen expliciet benut om gebruikers te representeren in hun eigen testen die met rekenmodellen en laboratoriumopstellingen plaatsvinden. Het werken met gestandaardiseerde gebruikers draagt bij aan het hanteerbaar maken van die testen, waardoor min of meer eenduidige testresultaten kunnen ontstaan.

Rekenstandaarden worden expliciet gebruikt door technologen, maar tegelijkertijd worden de standaarden impliciet verschoven. Dit onderschrijft het punt uit de literatuur dat technologen legitimatie ontleen aan expliciete gebruikersrepresentaties voor ontwerpbeslissingen [Akrich 1995, pag. 175] [Oudshoorn et al. 2004, pag. 43] maar dat die impliciet anders gematerialiseerd kunnen worden. Uit het empirisch onderzoek is namelijk gebleken dat de gebruikersrepresentatie die via standaarden gelegitimeerd worden verschuiven bij bepaalde testen. De gestandaardiseerde testaanpak wordt (alsnog) ruimer toegepast. De manier waarop dit verschuiven gebeurt is op te vatten als een vorm van *I-methodology*. Het is een impliciete manier om eindgebruikers anders te gaan representeren in het ontwerpproces. Op die manier ontstaat een hybride gebruikersrepresentatie: een combinatie van een standaard en eigen inzicht, een mix van een expliciete en impliciete representatietechniek.

Uit het onderzoek is verder gebleken dat meerdere expliciet geformuleerde gebruikersrepresentaties een rol spelen in projectplannen, rapportages en demonstraties naar buiten toe die lokaal niet allemaal gematerialiseerd (kunnen) worden in een testnetwerk dat technologen opbouwen: er vallen representaties af. Antiprogramma's van eindgebruikers worden wel genoemd op papier, maar daarop wordt in laboratoriumopstellingen en rekenmodellen niet getest. Ook kostenbesparing voor gebruikers, het streven naar veiligheid voor bewoners en het baat hebben bij een beter milieu zijn beperkt testbaar. Tegelijkertijd draagt de mogelijkheid tot testen op het

## HOOFDSTUK 7

laboratoriumterrein er aan bij dat de ervaren overlast en gezondheid van eindgebruikers als representatie wordt toegevoegd aan het gehanteerde uitgangspunt dat bewoners een behaaglijke woning willen.

Diverse gebruikersrepresentaties speelden een rol in de onderzochte empirie, maar gedragsturing door techniek kwam niet voor in de representaties. Technologen zagen gebruikers wel als actoren die de bedoelde effectiviteit kunnen verstoren, maar slim ontwerp zou die negatieve invloed ongedaan weten te maken. Technologische materialiteit moet om de gebruiker heengevouwen worden, maar het normale gedrag van die gebruiker is heilig – zo is het beeld.

In vergelijking met de literatuur is dit opvallend. In feite is dit Latour, één van de grondleggers van Actor-Netwerk Theorie, op zijn kop. Latour heeft als geen ander gewezen op de sturende krachten die de dingen om ons heen uitoefenen op dagelijks gedrag.

Achterhuis [1995, 1996], Jelsma en Popkema [1997], Verbeek [2000] en Jelsma [2003] bouwen juist voort op inzichten van Bruno Latour en filosofen als Michel Foucault [1975] en Don Ihde [1990]. Deze auteurs bouwen voort op Latour door “de dingen” te mobiliseren voor duurzaam gebruikersgedrag. Deze auteurs wijzen er op dat technologische materialiteit gedragssturend ontworpen kan worden. In de optiek van deze auteurs is het een kans om technologie zó te ontwerpen dat het het gedrag van de burger bijstuurt zodat duurzaamheidseffecten bereikt worden. Voorbeelden hiervan zijn een systeem voor snelheidsadaptatie dat vervuiling door auto's kan verminderen, een dubbele spoelknop die mensen ertoe aanspoort minder water te gebruiken voor het doorspoelen van de WC, en het aantrekkelijker maken van technologische objecten zodat mensen ze minder snel zullen afdanken. De sturende kracht die van de techniek uitgaat is daarbij een te kiezen ontwerpvariabele. Aan de milde kant betreft gaat het om het informeren van gebruikers die vervolgens zelf de keuze hebben hun gedrag al dan niet te wijzigen. Aan de zware kant wordt dit gebruikers hard opgelegd. In zo'n geval wordt bijvoorbeeld de maximum rijsnelheid technologisch vastgezet op 100 kilometer per uur. In de projecten die voor dit proefschrift onderzocht zijn lieten technologen deze ontwerproute, die van de gedragsbeïnvloeding, links liggen.

Een mogelijke verklaring dat technologen gedragsturende techniek negeren is dat zo'n technisch ontwerp niet beloond zou worden door rekenmodellen. Deze verklaring schiet echter te kort. Het bijsturen van verstorend gebruikersgedrag bleef weliswaar onbeloond met de rekenmodellen die technologen gebruikten, maar dat gold ook voor het *opvangen* van verstorend gebruikersgedrag met techniek. Laatstgenoemde optie voerden technologen echter wél op in hun projectplannen en rapportages. Een slim technisch ontwerp zou antiprogramma's van gebruikers, die optreden in de praktijk, weten te neutraliseren. Weliswaar moest die claim uiteindelijk als ontestbaar worden afgevoerd, maar dit doet niets af aan het feit dat technologen die claim wel prominent ter sprake brachten.

Een aannemelijker verklaring voor het negeren van gedragssturing door techniek is dat technologen verwachtten dat het hun marktkansen zou verkleinen. In projectplannen en rapportages is het gebruikersbeeld van de passieve woonconsument, die gewoon blijft doen wat hij of zij altijd al doet, dominant. In de optiek van de technologen is het een marktrisico om daar van af te wijken. In de onderzochte projecten is dit mogelijke marktrisico echter niet verder in kaart gebracht.

Opvallend genoeg kwam gedragssturing wel voor in één van de case studies. Daarbij moet opgemerkt worden dat het ging om sturing door menselijke actoren in plaats van

techniek. In het NIDO programma voor domotica spoorden de betrokken actoren (werknemers van een woningbouwcorporatie, een kennis- en adviescentrum, een installateur van domotica die al bij het project betrokken was) de testgebruikers namelijk aan om de techniek “goed” te gebruiken, voor- en nadat die bij hen thuis geïnstalleerd was. Daarnaast werden de gebruikers in afrondende rapportages opgevoerd als noodzakelijke mede-ontwerpers voor toekomstige techniek. Professionals zouden toekomstige gebruikers ook in de toekomst kunnen ondersteunen (bijsturen) in te maken ontwerpkeuzes voor te installeren techniek bij hen thuis.

Dat gebruikers hun gedrag tegelijkertijd wél (voor ontwerp bij hen thuis) en niet zouden moeten wijzigen (in rekenmodellen) onderschrijft een constatering van Akrich [1995] en Oudshoorn et al. [2004]. Die constatering is dat er divergerende gebruikersbeelden voorkomen in processen van technisch ontwerpen en testen. In de onderzochte empirie voor dit proefschrift was dat ook het geval. In rekenmodellen die technologen hanteerden zijn gebruikers passief ten opzichte van nieuwe technologie, handelen altijd hetzelfde en zijn dus niet-lerend. Voor praktijken bij echte mensen thuis voegen andere actoren het gebruikersbeeld van een actieve, veranderende en lerende gebruiker toe die meedenkt. In afrondende rapportages kunnen die divergerende gebruikersrepresentaties naast elkaar bestaan.

### 7.2.2 Handelingsruimte van technologen

Mijn conclusies laten zien dat technologen die zich richten op duaal effectief ontwerpen en testen sterk beïnvloed worden door anderen. In termen van Actor-Netwerk Theorie sprak ik over een *displacement* van technologen door de actanten waar zij (noodgedwongen) mee in aanraking komen om hun technologieën te kunnen ontwerpen en testen.

#### Configuratie van technologen

Het idee dat er *displacement* plaatsvindt van technisch ontwerpers is consistent met het betoog van Mackay et al. [2000]. Zij spreken over het *configureren* van ontwerpers door anderen. Configureren is daarbij gedefinieerd als “to define, enable and constrain” [Woolgar 1991, pag. 69], vrij vertaald met: een rol opleggen, faciliteren en beperken. Waar Woolgar in een eerder artikel liet zien dat technisch ontwerpers eindgebruikers configureren, daar geven Mackay en de zijnen juist aan dat ontwerpers ook configurerende invloeden ondervinden. Die configurerende invloed komt van eindgebruikers – in zijn casestudy vertegenwoordigd door machtige senior managers van afdelingen waarvoor de nieuwe software bedoeld was – maar ook van regels in de eigen organisatie. Vastgelegde richtlijnen voor de implementatie van dergelijke software waren sturend voor het ontwerp- en testproces.

De conclusies van dit proefschrift onderschrijven het idee dat technisch ontwerpers geconfigureerd worden, maar er zijn twee relevante verschillen. Het eerste verschil is dat de configurerende invloed van eindgebruikers niet gebeurt door *menselijke* “spokespersons” (zoals de senior managers van Mackay et al.), maar vooral door rekenstandaarden waarin eindgebruikers vergaand gesimplificeerd worden. Het tweede verschil is dat de configurerende invloed op technisch ontwerpers niet zozeer van binnen de organisatie komt (het ECN), maar vooral van de actornetwerken waar het ECN zich op richt (de wereld van duurzaam bouwen waar het Bouwbesluit en de Energie Prestatie Norm dominant zijn, de

markt van domotica voor veiligheid en zorg waar “milieu” nauwelijks een rol speelt). In de casestudy van Mackay et al. ging het om het ontwikkelen van software die bedoeld was voor andere afdelingen in de eigen organisatie. Voor de onderzochte projecten in dit proefschrift was echter sprake van technologie die niet door de eigen organisatie, het ECN, werd afgenomen.

Dit proefschrift laat verder nog zien dat er aan Mackays analyse een aspect ontbreekt. In zijn studie is geen aandacht voor de configurerende invloed van “de dingen” en andere relevante actoren in gebruiksnetwerken; alleen eindgebruikers krijgen aandacht. Voor zijn onderzoek is dat verklaarbaar. Het ging om software die, naar het lijkt, vooral met individuele gebruikers zou gaan interacteren. Het betrof software voor individuele medewerkers van een bank. In de onderzochte projecten voor dit proefschrift ging van andere actanten in gebruiksnetwerken nu juist een sterke configurerende kracht uit richting de betrokken technologen. Het ging bijvoorbeeld om het type woning dat in testnetwerken vertegenwoordigd was, maar ook om aanwezig installaties en apparaten in huis en de weersinvloeden op de woning. Verder was ook het *onderhoud* van geïnstalleerde technologie (installateurs voor apparaten maar ook schilders van gebruikte materialen voor een woning) vertegenwoordigd in een rekenmodel om milieueffectiviteit zichtbaar te maken. Effectiviteit die technologen konden claimen voor een technisch ontwerp hing samen met de mogelijkheden en beperkingen die deze actanten uit een gebruiksnetwerk, bij monde van hun representanten in testnetwerken, opwierpen. Het idee dat technisch ontwerpers geconfigureerd worden door bedoelde gebruikers lijkt dus een te smal vertrekpunt om de configuratie van technisch ontwerpers te begrijpen, in ieder geval voor onderzoek naar dual ontwerp en testen.

### De negotiation space van technologen

Mijn conclusies geven aan dat er sprake is van *displacement* van technologen. Mogelijkheden en beperkingen in technische projecten doen technologen van positie veranderen. Het idee van *configuring* drukt dit ook uit. Technologen lopen enerzijds tegen beperkingen aan en worden anderzijds gefaciliteerd, waardoor hun rol wordt beïnvloed. We kunnen stellen dat technologen een bepaalde handelingsruimte hebben om de realisatie van een technisch ontwerp een stap dichterbij te brengen.

Het idee van handelingsruimte voor technologen kan verder analytisch ingevuld worden met het concept van een *negotiation space* dat Law en Callon [1992] geïntroduceerd hebben. Law en Callon beschouwen een technisch project als een *balancing act*. In hun casestudy voor een nieuw type gevechtsvliegtuig lenen de verenigde technologen in het project middelen van de overheid om er hun eigen, lokale netwerk mee op te bouwen. Deze technologen moeten balanceren, want beschikbare middelen (binnengehaalde *intermediaries*) zijn altijd beperkt en de overheid wil na een bepaalde tijdsduur zijn investeringen terugzien. Het terugbetalen van investeringen gebeurt, uiteindelijk, in de vorm van vliegtuigen voor het leger van de overheid. Zo lang technologie nog in ontwikkeling is, is sprake van oplevering door rapportages, prototypes, demonstraties of *face to face* overdracht van technologische kennis. Het belang dat de “maiden flight” van het gevechtsvliegtuig speelt in de studie van Law en Callon is in dit verband illustratief.

Tijdens het project dat Law en Callon geanalyseerd hebben is er voor technologen sprake van een *negotiation space*: gedurende een bepaalde tijd hebben zij de mogelijkheid om met de gegeven middelen hun eigen, lokale netwerk te gaan realiseren. In de optiek van

Law en Callon is het creëren van een onderscheid tussen “outside” en “inside”, tussen “frontstage” (het globale netwerk) en “backstage” (het lokale netwerk dat gerealiseerd wordt in het project), een cruciale strategische stap waarmee technologen lokale technologische netwerken kunnen bestendigen [Law en Callon 1992, pag. 50 en 51]. In hun studie is de overheid “frontstage” de cruciale actor. De overheid is op te vatten als het relevante publiek in het globale netwerk dat projectresultaten wil zien om middelen te blijven verstrekken waarmee het lokale netwerk opgebouwd kan worden. Wanneer technologen zich als *obligatory point of passage* weten te positioneren tussen een op te bouwen lokaal netwerk en de sponsorende buitenwereld [Law en Callon 1992, pag. 31], dan nemen kansen toe dat een nieuwe technologie “backstage” daadwerkelijk bestendig wordt in een lokaal technologennetwerk.

We kunnen het concept van een *negotiation space* ook mobiliseren op het niveau van het ECN. Wanneer we door deze conceptuele bril terugkijken op de conclusies, dan constateren we het volgende. In alle vier de case studies weet het ECN “frontstage” middelen te verkrijgen om “backstage” een testnetwerk te construeren, wat ook weer bijdraagt aan de continuïteit van het ECN als R&D instituut. In Hoofdstuk 4 en 5 gaat het om de combinatie van rekenmodel en een laboratoriumopstelling die het ECN op haar “backstage” laboratoriumterrein weet te verwezenlijken. In Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 6 gaat het “backstage” om een geconstrueerd rekenmodel dat als testnetwerk in software fungeert. Tegelijkertijd moet het ECN zelf ook “frontstage” opereren. Dit is vooral aan de orde in Hoofdstuk 5 en 6. In Hoofdstuk 5 fungeert de demonstratiewoning op het laboratoriumterrein, waarin het ECN bezoekers ontvangt, als podium om het publiek te informeren over domotica. In Hoofdstuk 6 opereert het ECN zelf “frontstage” als procesmanager in het veld, voor het organiseren van kennisuitwisseling tussen diverse partijen en (voor zover mogelijk) het bijsturen van bestaande testen met domotica in *andere* lokale netwerken. Bovendien werk het ECN mee aan vroegtijdige publicaties over de technische projecten die zij uitvoert.

Hierbij merken we een belangrijk verschil op met Law en Callon. In hun analyse over het gevechtsvliegtuig vallen een afzetmarkt voor technologie en de sponsor van het project over elkaar heen. Beide zijn verenigd in de overheid, die het project subsidieert en uiteindelijk de vliegtuigen af zal nemen. Voor de onderzochte projecten bij het ECN is iets anders aan de hand. De overheid is weliswaar een relevante sponsor en de afnemer van publicaties en demonstraties, maar om de technologie in de maatschappij in materiële vorm af te nemen zal het ECN zich vooral moeten richten op andere actoren, waaronder fabrikanten, die een technisch ontwerp ook echt gaan maken. De “frontstage” van het ECN ziet er dus beduidend diffuser uit.

Door in te zoomen op één actor komt duaal ontwerpen en testen beter in zicht. In de studie van Law en Callon gaat het om een technologennetwerk waarin vele partijen deelnemen; in de case studies voor dit proefschrift staan (vooral) technologen centraal die werknemer zijn van één organisatie (het ECN). De casestudy uit Hoofdstuk 6 illustreert de relevantie van het inzoomen op één actor, voor wat betreft duaal ontwerpen en testen, het best. In het NIDO programma opereert elke deelnemende actor “frontstage” met een belang om “backstage” zijn eigen, lokale netwerk te bestendigen. Dit geldt voor technologen van het ECN, maar ook voor de deelnemende woningcorporatie, het kennis- en adviescentrum dat zich richt op domotica voor ouderen en de stichting NIDO zélf. Van een samensmelten

## HOOFDSTUK 7

van actoren van diverse organisaties die tesamen middelen weten te verwerven om te werken aan het robuust worden van een nieuw, lokaal netwerk voor domotica (zoals in de studie van Law en Callon gold voor het opleveren van het gevechtsvliegtuig) is echter geen sprake. Een streven naar inscriptie van milieueffectiviteit was vooral belangrijk voor het ECN en niet voor de andere actoren.

Wanneer we terugkijken op de conclusies van dit proefschrift, dan kunnen we zeggen dat de “frontstage” en “backstage” van het ECN niet voldoende “aligned” zijn om duale effectiviteit van technologie waar te maken in de samenleving (voor wat betreft de onderzochte projecten). De onderliggende scripts die zijn ingeschreven in gestandaardiseerde rekenmodellen en laboratoriumopstellingen (“backstage” bij het ECN) doen geen recht aan de diversiteit aan rolverdelingen tussen mensen en dingen die in werkelijke actornetwerken (“frontstage”) voorkomen.

In de onderzochte projecten is sprake van *constraints* om zo’n afstemming te bewerkstelligen. Voor het Ecobuild project zouden domotica en bouwbedrijf Wilma de brug van het lab naar de weerbarstige praktijk gaan vormen, maar beiden kunnen die rol in het project uiteindelijk niet waarmaken. Voor het NIDO programma loopt het ECN als procesmanager in het veld tegen de beperkingen aan die de overheidsinstantie (qua tijdsdruk) en andere lokale netwerken (qua irreversibiliteit) met zich meebrengen. Andersom stuit het representeren en registreerbaar houden van de “frontstage” complexiteit in de eigen “backstage” testnetwerken voor het ECN op te hoge representatiekosten. Op papier zijn “front” en “back” weliswaar afgestemd, maar in geen van de onderzochte testnetwerken was dat werkelijk het geval. Niet in rekenmodellen, niet op het laboratoriumterrein en niet in testen bij mensen thuis.

De “misalignment” tussen het ECN en de diverse actoren in het veld stelt vooral milieueffectiviteit in het nadeel. “Frontstage” opereren meerdere actoren die een belang hebben bij gebruikerseffectiviteit, maar in de onderzochte projecten werpt vooral het ECN (voor Ecobuild daarin bijgestaan door OTB) zich op als *spokesperson* voor milieueffectief ontwerpen. Het “backstage” bewijs van het ECN is echter niet krachtig genoeg om bestaande actornetwerken die “frontstage” opereren in de beschikbare tijd bij te sturen richting inscriptie van milieueffectiviteit in technologische materialiteit.

### Projectie van testresultaten door technologen

Deze *misalignment* tussen *back* en *front* uit zich onder andere in de projectie van testresultaten op een nieuw toekomstbeeld in rapportages naar anderen toe. In de onderzochte projecten wijzen technologen er op dat er een andere gebruikspraktijk en een andere problematisering nodig is dan gerepresenteerd was in hun eigen testnetwerken, om duale effectiviteit uiteindelijk te laten optreden in de samenleving. In wezen verklaren deze technologen de uitgevoerde testen daarmee zélf ongeldig, zoals ik in de conclusies al opmerkte.

Mijn conclusie dat technologen hun eigen testen diskwalificeren is opvallend als we het vergelijken met literatuur die het testen van technologie behandelt. Die literatuur gaat vooral in op het idee dat *andere actoren* de testresultaten van technologen naderhand ter discussie stellen. MacKenzie [1989] en Pinch [1993] geven aan dat het projecteren van testresultaten naar verwacht gebruik van technologie altijd grond is voor discussies. De geloofwaardigheid van een test valt of staat met de overtuiging dat de test op cruciale



onderdelen een goede afspiegeling is van de praktijk. Critici kunnen dit altijd ter discussie stellen, door er op te wijzen dat bepaalde modaliteiten (specifieke testomstandigheden) niet zomaar irrelevant verklaard kunnen worden. Ook werk van Oudshoorn [1999] brengt aan het licht dat andere actoren (in haar geval ging het om journalisten) hun eigen interpretatie maken van de testen zoals die door professionals waren uitgevoerd. Sims [1999] laat zien dat projecteren van testresultaten weliswaar behoort tot de normale werkzaamheden van technici zelf, maar presenteert dat proces in zijn artikel vooral als een interne aangelegenheid van technologen onderling.

Het diskwalificeren van de eigen testen door technologen kunnen we opvatten als een resultante van de spanning die bestaat tussen “back” en “front”. De eigen, lokale testnetwerken zijn (min of meer noodgedwongen) gericht op standaardisatie. Er is simplificatie nodig om duale effectiviteit te kunnen registreren, terwijl de werkelijkheid in de buitenwereld veel complexer is. De diskwalificatie van hun eigen testen is op te vatten als het ventiel voor technologen om spanning te verminderen van de knellende testparadox (zie eerder) waaronder zij gebukt gaan. Aan de ene kant hebben zij bestaande, vereenvoudigde rekenstandaarden nodig voor geloofwaardige testresultaten, aan de andere kant is het toelaten van complexiteit in het eigen testnetwerk nodig om effectiviteit van een nieuw innovatief technisch ontwerp zichtbaar te kunnen maken en een koppeling met de gebruikersmarkt te leggen.

Het alternatief om stoom af te blazen, namelijk het verwerpen van de oorspronkelijke claims ten aanzien van duale effectiviteit, is blijkbaar minder aantrekkelijk. Hier is een mogelijke verklaring voor. Technisch ontwerpen voor duurzaamheid gaat wellicht gepaard met een sterk technologisch vooruitgangsgeloof: nieuwe technologie mag niet falen.<sup>ii</sup> Technologen kunnen zich geen falende technologie veroorloven, willen zij als serieuze partner gezien blijven worden voor toekomstig R&D-werk dat duurzaamheid een stap dichterbij kan brengen.

### 7.2.3 Het bijzondere karakter van duaal effectief ontwerpen en testen

Hoe bijzonder is duaal ontwerpen en testen ten opzichte van andere praktijken waarin technologie ontwikkeld wordt? Hoe bijzonder zijn de bevindingen van dit proefschrift dat er in de onderzochte projecten sprake is van tijdsdruk, een testparadox, het naderhand ongeldig verklaren van testen en een onmogelijkheid tot opsporen van antiprogramma's van eindgebruikers. In hoeverre zijn deze bevindingen te verklaren vanuit een streven naar het behagen van zowel het milieu als de consument?

Naar mijn mening is de mix van milieu en consument bijzonder, omdat de *similarity relationship* [MacKenzie 1989] tussen een milieutest en de gebruikspraktijk inherent problematisch is. Milieubewijs is vooral gedefinieerd op standaard consumentengedrag dat niet verandert door introductie van nieuwe technologie, waardoor eenduidig bewijs ontstaat. Ondertussen wordt het opleggen van dat standaardgedrag aan het dagelijks leven van die consument als een kwaad goed gezien. Het reguleren van het dagelijks leven van burgers door de overheid voor een beter milieu is geen populaire route (zie Hoofdstuk 1). In de onderzochte projecten wordt deze filosofie om eindgebruikers te omzeilen gedeeld door technisch ontwerpers. Het ontwerpen van techniek voor gedragsturing van het dagelijks gedrag van consumenten kwam niet voor. Met andere woorden: er is een diepgeworteld projectieprobleem tussen test en werkelijk gebruik. De handelingsvrijheid van gebruikers is

groot, maar technologen anticiperen daar niet op.

In het empirisch domein van de woningbouw speelt het projectieprobleem misschien sterker dan in andere domeinen. In de onderzochte projecten zijn technologen namelijk sterk geconfigureerd door praktijknormen, waarin eindgebruikers vergaand gesimplificeerd worden, terwijl die normen ondertussen geen sturende kracht richting werkelijke gebruikers hebben. Mogelijk spelen praktijknormen in andere domeinen een minder grote rol. In de praktijk van de woningbouw heeft regelgeving zoals de Energie Prestatie Norm en het Bouwbesluit in de loop der jaren sterke invloed gehad op hoe de woningbouw er nu uit ziet, maar weinig invloed op hoe eindgebruikers zich in woningen gedragen. Daar waren die normen ook niet voor bedoeld; ze waren opgericht om woningen te verbeteren, qua vormgeving en installaties. Juist door een standaardgebruiker te definiëren waren berekeningen mogelijk, waarmee een dwangmiddel ontstond om betrokken actoren aan te zetten tot duurzaam ontwerpen. Uit onderzoek naar de totstandkoming van het Bouwbesluit en de Energie Prestatie Norm zou kunnen blijken dat de *gebruikersgevoeligheid* voor het technologisch verbeteren van woningen vroeger minder groot was. Mogelijk blijkt dat in de tijd dat die normen tot stand kwamen de variaties in bewonersgedrag in het niet vielen bij de variaties in vormgeving van woningen voor wat betreft bouwmaterialen, afmetingen en installaties. Nu vormgeving en inrichting *juist vanwege* dergelijke regelingen in de praktijk ondertussen veel meer gestandaardiseerd zijn (woningen zijn beter geïsoleerd en uitgerust met efficiënte HR-ketels), neemt de gebruikersgevoeligheid voor *verdere* technologische verbeteringen toe.

Dit zou betekenen dat technisch ontwerpers voor de woningbouw in feite gevangen zitten in het verleden. De scripts van bestaande standaarden werken technologische innovatie tegen, maar tegelijkertijd kunnen ontwerpers er niet omheen. Voor verdere technologische innovatie worden eindgebruikers belangrijker, maar normen uit het verleden geven daar eigenlijk geen ruimte voor.

Deze situatie vergroot het projectieprobleem. Als technisch ontwerpers tegenwoordig al zouden willen testen op afwijkend gebruikersgedrag, dan worden zij tegengewerkt door de normen die het verleden reflecteren, waar deze ontwerpers voor een deel juist hun legitimatie aan ontleen.

Onzekerheid omtrent projecties spelen in elk empirisch domein, maar een test en de praktijk van technologiegebruik lijken in andere empirische domeinen beter gekoppeld. Dit is het geval wanneer test en gebruikersgedrag beide gestandaardiseerd zijn (A), of wanneer effectiviteit van technologie sowieso minder gebruikersgevoelig is (B). Met een aantal voorbeelden wil ik dit punt illustreren, twee voor A en één voor B:

- *Ad A.* In Oudshoorn [2003] is sprake van “clinical trials”. In dit artikel komt aan bod dat artsen de testgebruikers van de “mannenpil” proberen te transformeren tot betrouwbare testpersonen. Hiermee wordt het “backstage” testprotocol uit de medische wereld overgezet naar de handelingspraktijk van de testgebruikers. Ook in een eventuele latere gebruikspraktijk in de samenleving staat dit nieuwe technologische, chemisch vormgegeven artefact niet alleen. Naar verwachting wordt deze pil voorgeschreven door artsen die tekst en uitleg kunnen geven. Bovendien laat het artikel zien dat ook de partner een gedragsturende rol heeft op de eindgebruiker. Ten slotte heeft de eindgebruiker een direct belang om zich aan de voorgeschreven procedure van het gebruik van een pil te houden. Met andere

woorden: het testprotocol heeft gerede kans in de praktijk te worden doorgezet; standaardisatie van gebruikers vindt ook plaats in de praktijk;

- *Ad A.* Bij de militaire technologie van MacKenzie [1989] en Law en Callon [1992] zijn de eindgebruikers van technologie, naar verwachting, ook in hoge mate “gedragsgestuurd”. De militaire wereld streeft juist naar het standaardiseren van handelingspraktijken van militairen die techniek gebruiken. Voor het afvuren van MacKenzies raketten en het besturen van Law en Callons gevechtsvliegtuig is afwijkend gebruikersgedrag van de dienstdoende militair voor een groot gedeelte verbannen door protocollen en veiligheidsvoorschriften;
- *Ad B.* In het “earthquake-engineering laboratory” van Sims [1999] gebruiken technologen computermodellen om te anticiperen op praktijken die afwijken van de testcondities in het lab. In hun geval is dat relatief eenvoudig, omdat hun technisch ontwerp niet erg *gebruikersgevoelig* is. De relevante invloed op de betonnen constructies die zij ontwerpen is: een zware aardbeving. Gegevens over aardbevingen die in de praktijk voorkomen worden al decennia lang verzameld, wereldwijd. De kracht van een aardbeving voor wat betreft het bedoelde effect (het standhouden van een betonnen gebouwconstructie) is vele malen groter dan de maximale kracht die een eindgebruiker op het gebouw kan uitoefenen als hij of zij naar kantoor gaat. Met andere woorden: de invloed van eindgebruikers is voor hun test irrelevant.

Voor duaal ontwerpen lijken test en gebruikspraktijk minder overeen te komen. Dit diepgewortelde projectieprobleem voor duaal ontwerpen en testen verklaart dat de tijdsdruk al snel te hoog is, de testparadox prominent speelt, technologen zich gedwongen zien om hun testen naderhand ongeldig te verklaren en het opsporen van antiprogramma’s niet aan de orde is. Het zijn uitingen van hetzelfde projectieprobleem.

Het projectieprobleem verdwijnt (per definitie) als de praktijk samen zou vallen met de test. Het testen wordt dan, als het ware, overgeslagen. De eindgebruikers fungeren als testers in de praktijk. In feite was dit het geval in de ontwerpprocessen van de De Digitale Stad (DDS) die Oudshoorn et al. [2004] geanalyseerd hebben. Het testen met gebruikers kwam wel voor op ad-hoc basis, maar had geen wezenlijke invloed op het ontwerp voor DDS. Vooral de praktijk was de test voor het ontwerp.

Een samenvallen van test en praktijk kwam in de onderzochte empirie voor dit proefschrift echter niet voor. Een verklaring hiervoor is dat het ECN, die voor de onderzochte projecten de motor achter duaal ontwerpen en testen was, zelf nooit direct toegang heeft tot echte gebruikers. Het is daarvoor altijd afhankelijk van andere actoren; er is geen genormaliseerde infrastructuur voor handen om eindgebruikers direct te bereiken. In het geval van DDS gaat het om software die via een aanwezige infrastructuur, het Internet, vele eindgebruikers kan bereiken. In die studie ging het weliswaar om het vroege Internet, maar we kunnen aannemen dat er nog steeds sprake was van een grote groep potentiële eindgebruikers die met relatief weinig middelen uit het eigen project bereikt konden worden. Die infrastructuur was voor DDS al verzorgd door andere partijen, terwijl het ECN die infrastructuur, voor de onderzochte projecten, zelf moest bevechten.

### 7.3 Aanbevelingen voor het ECN

De conclusies en reflecties laten zien dat er voor het ECN een bepaalde handelingsruimte is om bij te dragen aan de realisatie van duaal effectieve technologie in de samenleving. De aanbevelingen in deze paragraaf zijn er op gericht om die handelingsruimte maximaal te benutten en, waar mogelijk, te vergroten. Een goede koppeling tussen de “backstage” en “frontstage” van het ECN is daarvoor een belangrijk aandachtspunt. Een deel van de aanbevelingen is samen te vatten als een advies om sociaal-wetenschappelijke inzichten sterker te combineren met de kracht van bestaande manieren van technisch ontwerpen en testen.

Alle aanbevelingen zijn specifiek gericht op de afdeling Energie in de Gebouwde Omgeving en Netten (EGON), omdat het onderzoek voor dit proefschrift daar is uitgevoerd. Daarbij is onderscheid gemaakt naar aanbevelingen voor de korte en middellange termijn.

#### 7.3.1 Aanbevelingen voor de korte termijn

##### Presenteer geen testresultaten zonder een analyse van gebruikersgevoeligheid

Het zekerstellen van effectiviteit van nieuwe technologie vraagt om het anticiperen op variabel gebruikersgedrag. Vanuit Wetenschaps- en Technologiestudies, maar ook uit ervaringen van het ECN is bekend dat nieuwe technologie vaak onvoorzien en onbedoelde reacties uitlokt.

Een analyse van de “gebruikersgevoeligheid” van een testresultaat geeft zicht op de houdbaarheid van een aangetoond technologie-effect onder diverse gebruiksomstandigheden. De casestudies voor dit proefschrift geven aan dat zo’n analyse in principe mogelijk is. Voor het project “milieukentallen” (Hoofdstuk 6) waren berekeningen uitgevoerd voor een “zuinige”, “gemiddelde” en een “verkwistende” gebruiker van domotica. De laboratoriumopstelling voor domotica (Hoofdstuk 5) kende geen principiële belemmeringen om variabel gebruikersgedrag in de woning te simuleren.

De overtuigingskracht van testresultaten zou daarbij meer gezocht moeten worden in de *robuustheid* van het ontwerp dan in de *vergelijkbaarheid* van de testresultaten. Analyses van gebruikersgevoeligheid zijn alleen mogelijk door strikte teststandaarden, die vooral gericht zijn op vergelijkbaarheid, te verlaten. Door te dicht bij die rekennormen te blijven wordt variabel gebruikersgedrag er automatisch uitgefilterd; die standaarden zijn juist gedefinieerd op gemiddeld gedrag waardoor eenduidig bewijs ontstaat. Door te testen op gebruikersgevoeligheid ontstaat in eerste instantie bewijs van technologische effectiviteit dat minder eenduidig is. Het verlies aan overtuigingskracht door minder eenduidige testresultaten kan gecompenseerd worden door de claim dat het technisch ontwerp robuuster van karakter is. Een conclusie dat milieuwinst exact gesproken niet bepaald kan worden, maar positief blijft uitpakken onder een waaier aan experimenteel opgelegde gebruikerscondities kan anderen overtuigen dat er sprake is van een robuust technisch ontwerp dat bijdraagt aan duurzaamheid. De test toont *de* duurzaamheidsbijdrage niet aan, maar wel *dat* het ontwerp bijdraagt aan duurzaamheid.

Wacht niet met het analyseren van gebruikersgevoeligheid totdat gedetailleerde gebruikersinformatie voorhanden is

Juist de introductie van nieuwe technologie kan bewonersgedrag doen veranderen. Dit betekent dat werkelijk “gemeten” gedragspatronen van bewoners in echte huizen in woonwijken (wanneer zijn bewoners in welke kamer, hoe vaak gaat het licht aan et cetera) een beperkte geldigheid hebben voor nieuw ontwerp. Dergelijke metingen lopen per definitie achter de nieuwste technologische ontwikkelingen aan.

Dit vraagt om vooruitdenken bij het ontwerpen en testen. Eigen ervaringen en expertise van ECN-medewerkers zijn in dit opzicht een waardevolle bron van kennis. Door middel van gedachte-experimenten, onderlinge discussies en “common sense” kunnen veel *mogelijke* antiprogramma’s van eindgebruikers aan het licht komen. Bovendien brengen de projecten die voor dit proefschrift onderzocht zijn diverse indicaties van antiprogramma’s aan het licht, ook al was het project zelf niet zozeer gericht op het opsporen van die antiprogramma’s. Met andere woorden: er is het nodige inzicht in antiprogramma’s aanwezig dat systematischer naar boven gehaald en vastgelegd kan worden. De *I-methodology* van ECN-medewerkers en de ervaringen met eerdere projecten zijn in dit opzicht goede methoden, mits ze expliciet en creatief worden benut. Het gaat er *niet* strikt om “wat zou ik thuis doen”, maar eerder “wat zou ik thuis allemaal kunnen doen” met de nieuwe techniek.

Bediscussieerde patronen van variabel gebruikersgedrag kunnen vervolgens in rekenmodellen en laboratoriumopstellingen ingebracht worden, om te achterhalen of de effectiviteit van een ontwerp daarmee overeind kan blijven. Daarbij is het nog steeds zinvol om die rekenmodellen eerst te ijken op laboratoriumopstellingen onder standaard gedrag, als min of meer robuust vertrekpunt.

Of die patronen in de praktijk werkelijk voorkomen is minder relevant. Waar het om gaat is dat *als* ze voorkomen de techniek er tegen bestand is. Het is een vorm van “overdimensionering” van het technisch ontwerp dat noodzakelijk is om effectiviteit in de praktijk te waarborgen.

Neem testverantwoordelijkheid wanneer effectiviteit van een technisch ontwerp niet overeind blijft onder variabel gebruikersgedrag

Het ECN zou meer legitimatie kunnen ontleen aan een rol als zeer kritische, objectieve tester van nieuwe technologie op milieueffecten. Een oordeel dat bepaalde technologie faalt voor duurzaamheid kan een gebruikelijker onderzoeksresultaat worden, wat kan leiden tot een concreet advies richting de overheid om het subsidiëren van bepaalde technologieën vroegtijdig stop te zetten.

Voor het ECN zelf is zo’n verschuiving in rol van ontwerper naar tester een relatief neutrale activiteit, omdat het als R&D instituut geen direct belang heeft bij het realiseren van nieuwe technologie. De *core business* van het ECN is technologisch onderzoek en advies. Marktpartijen hebben een veel directer belang dat bepaalde technologie daadwerkelijk geproduceerd gaat worden. Het vroegtijdig stopzetten van minder kansrijke technologieën voor duurzaamheid maakt middelen vrij die geïnvesteerd kunnen worden in nieuw technologisch georiënteerd onderzoek, waar het ECN zich (opnieuw) voor kan opwerpen.

Wanneer het ECN nieuwe technologieën niet zeer kritisch beoordeelt in technische

## HOOFDSTUK 7

projecten, dan is de kans groot dat niemand in de samenleving dat nog ooit kan en zal doen.<sup>iii</sup> Andere partijen hebben niet alleen minder milieubelang, maar ook minder milieupertise.

### Houd de optie tot gedragsturing door technologie open

Gedragsturing door techniek heeft een aantal voordelen in een technisch project. Het is een extra kans om technologische effectiviteit te claimen. Wanneer bewoners duurzaam gedrag gaan vertonen door middel van techniek, dan valt dat toe te schrijven aan het ontwerp. Ook meer hybride oplossingen waarin zowel techniek als gebruiker een actieve rol spelen komen in beeld. Hier komt bij dat het sturen van bewonersgedrag de gebruikspraktijk van technologie voorspelbaarder maakt. Dat maakt het eenvoudiger om werkelijke effectiviteit correcter te voorspellen met een test die uitgevoerd wordt in een ontwerpomgeving.

In de onderzochte projecten werd gedragsturing door technologie op voorhand afgewezen. Het idee hierachter is dat gebruikers dat niet op prijs zouden stellen. Voor zover bekend is dat idee echter niet getoetst aan de werkelijke beleving van eindgebruikers. Bovendien is ook ongemerkte gedragsturing mogelijk, waar gebruikers niet of nauwelijks hinder van ondervinden. Die gedragsturing is niet geheim, maar grijpt aan op routinematige handelingen in een woning waar mensen nauwelijks bij stil staan. De eerder genoemde dubbele spoelknop is daar een voorbeeld van. Bewoners hebben er geen last van, maar het draagt wel bij aan het besparen op het spoelwater dat nodig is voor het toilet.

### Maak dilemma's voor samenwerking met andere partijen vroegtijdig expliciet

Samenwerking met andere partijen is nodig om nieuwe technologie realisatiepotentieel mee te geven. Tegelijkertijd kunnen die partijen de balans tussen “consument” en “milieu” verstoren. Per project zou daarom vroegtijdig ingeschat moeten worden of de impuls in realisatiepotentieel vanwege samenwerking gepaard gaat met een gerede kans dat technologie ook daadwerkelijk milieueffectiever gemaakt kan worden.

### Wees terughoudend met vroege media-uitingen en demonstratie-activiteiten

PR voor nieuwe techniek is geen neutrale activiteit. Technologische beloftes voor de toekomst oefenen een reële kracht uit in het heden. Wanneer het gaat om technologie die zowel de consument als het milieu zou moeten dienen, dan kan een onbedoeld resultaat het gevolg zijn. Vroeg circulerende milieubeloftes geven andere partijen een extra verkoopargument om massaal technologie voor de consumentenmarkt te ontwikkelen, onder het mom van een beter milieu.

### Houd een pleidooi richting de overheid voor meer afgeschermdde handelingsruimte in duurzaamheidsprojecten

In de onderzochte projecten waren vroege publiciteit en demonstraties ruilmiddelen voor overheidsfinanciering. Door de overheid te wijzen op de keerzijde van die eisen (zie vorige aanbeveling) kan meer handelingsruimte ontstaan om duale effectiviteit te waarborgen. De tijdsdruk voor gesubsidieerde projecten kan verminderen, evenals zware eisen om continu procesmatige resultaten naar buiten te brengen.

### 7.3.2 Aanbevelingen voor de middellange termijn

#### Investeer in gedragsonderzoek in bewoonde testwoningen

Om beter zicht te krijgen op het bereiken van nagestreefde milieu- en gebruikerseffecten onder afwijkende omstandigheden is onderzoek naar gedrag van eindgebruikers nodig. Door de interactie tussen nieuwe energietechnologie en testgebruikers nauwgezet te bestuderen kunnen knelpunten en kansen voor het bereiken van nagestreefde effecten aan het licht komen die anders onzichtbaar blijven. Niet alle relevante antiprogramma's of mogelijkheden tot gedragsturing zijn van achter de tekentafel of door middel van brainstormen te verzinnen. Gedetailleerd onderzoek naar gebruikersgedrag is niet geschikt om statistisch relevante gegevens te achterhalen, maar wel om de robuustheid van een ontwerp onder afwijkende en onverwachte omstandigheden te kunnen controleren en daar in het ontwerp op te anticiperen.

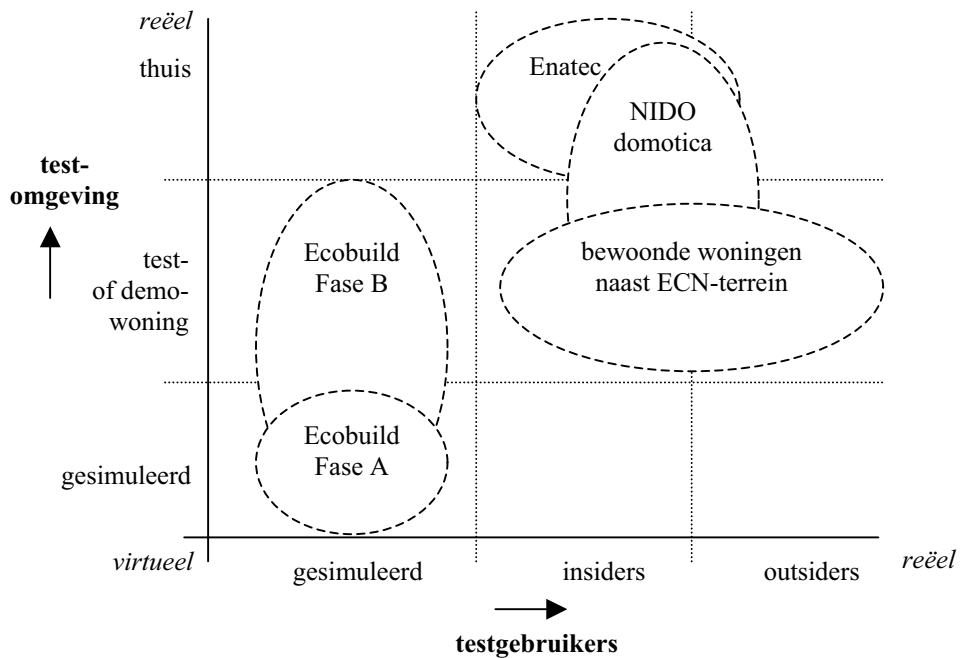
Het realiseren van bewoonde testwoningen kan het gedragsonderzoek bij ECN een impuls geven. Naast het gedetailleerd meten van energie-, comfort- en andere parameters in de woning kan men ook overwegen bewonersgedrag met camera's te observeren. Ook moet worden nagedacht over het doel van de test. Zijn de bewoners proefpersonen in een meetexperiment dat niet verstoord mag worden, of is er sprake van een gezamenlijk leerproces waarbij onderzoekers en bewoners de mogelijkheden bespreken voor een beter ontwerp? Onderzoek van bijvoorbeeld het TNO of Philips Homelab kan aanknopingspunten bieden. De zogenaamde "living labs" waarover die partijen beschikken, zijn er op ingericht om gedrag, wensen, inzichten en lerend vermogen van eindgebruikers expliciet te maken in een ontwerpproces.<sup>iv</sup>

In vergelijking met die praktijken heeft energieonderzoek een extra barrière te overwinnen. Juist de langere meetperiode die wenselijk is om gegevens over energieverbruik en het binnenklimaat vast te leggen levert ethische en praktische bezwaren voor het registreren van gebruikersgedrag. De combinatie van langdurig meten en kortstondig observeren lijkt in dit opzicht een zinvolle insteek. Het eventueel bijsturen van bewoners door hen te leren omgaan met de techniek zou in dit opzicht een bewuste keuze moeten zijn, om te voorkomen dat testuitkomsten onbedoeld verstoord worden.

Die woningen kunnen naast het ECN-terrein gerealiseerd worden, net buiten de verboden woongrens vanwege de nucleaire reactor. Een enquête kan vroegtijdig in kaart brengen of er voldoende proefpersonen voor te vinden zijn. Zo kunnen belemmeringen voor bewoonde testwoningen zoals die in het Ecobuild project genoemd werden (Hoofdstuk 4) overkomen worden.

#### Investeer in een hulpmiddel om testmogelijkheden te beoordelen

In dit proefschrift zijn diverse manieren van testen de revue gepasseerd. De mogelijke manieren van testen die voorkomen zijn te onderscheiden naar type testomgeving en type testgebruikers. Door een gradatie toe te kennen aan het reële karakter van zowel testomgeving als testgebruiker ontstaat een tweedimensionale figuur die opties voor testen expliciet maakt. In Figuur 7-1 is een aantal manieren van testen op deze manier afgebeeld.



**Figuur 7-1: Twee dimensies om manieren van testen op af te beelden.**

Linksonder betreft het het testen door rekenmodellen, waarin zowel testgebruikers (de bewoners) als de testomgeving (de woning) gesimuleerd zijn. Meer rechtsboven in de figuur kunnen we het testen plaatsen zoals dat binnen het NIDO programma plaatsvond (zie Hoofdstuk 6). Het betreft het testen bij mensen thuis en de inzet van onbewoonde demonstratiewoningen. De testactiviteiten van het NIDO programma kunnen we, voor wat betreft de testgebruikers, tussen “insiders” en “outsiders” in plaatsen.<sup>v</sup> De testpersonen die eerst “outsider” waren (onbekend met de technologie) werden bewust meer “insider” gemaakt, met het doel de technologie te leren gebruiken.

Een bewoonde testwoning naast het ECN-terrein zou zowel met “outsiders” als met “insiders” kunnen werken. Een test met outsiders kan inzichtelijk maken in hoeverre een technologie zelfstandig zijn werk kan doen. Zo’n test is relevant als de techniek later volledig op eigen benen moet kunnen staan. Een test met insiders geeft misschien meer zicht op mogelijkheden voor verbeteringen, omdat dergelijke testpersonen een waarnemend oog hebben dat daarop getraind is.

In de figuur is ook Enatec genoemd, een consortium waarin het ECN participeert. Een deel van de activiteiten van dat consortium betrof het testen van technologie bij werknemers thuis. Prototypes van een nieuw apparaat zijn uitgeprobeerd bij werknemers, collega’s en projectpartners thuis. We kunnen spreken over een manier van testen waarin “insiders” gemixt zijn met “outsiders” (waaronder huisgenoten thuis).



Zo'n figuur met testmogelijkheden vormt de basis voor een hulpmiddel dat de voor- en nadelen van verschillende manieren van testen vroegtijdig inzichtelijk maakt. Ook de gewenste of noodzakelijke koppelingen tussen verschillende testnetwerken kunnen aan bod komen. Het kan een hulpmiddel zijn om een gewenst traject van verschillende manieren van testen, die deels tegelijkertijd kunnen plaatsvinden, uit te stippelen. Aandachtspunten daarbij zijn:

- gedetailleerd gedragsonderzoek versus het verkrijgen van statistisch relevante informatie;
- de afhankelijkheid van andere partijen (waaronder fabrikanten en een regulerende overheid) voor het inrichten van een testpraktijk en het opvoeren van een testmethodiek;
- kosten;
- de (on-)mogelijkheden om parameters, effecten of gebruikersgedrag te registreren of observeren;
- de (on-)mogelijkheden om testgebruikers te gebruiken als informant;
- de (onbedoelde) beïnvloeding van de testomgeving dan wel testgebruikers door eigen activiteiten of activiteiten van projectpartners.

De verschillende manieren van testen scoren, naar verwachting, verschillend op deze dimensies.

### Investeer in een hulpmiddel om de *sociaal robuuste effectiviteit van technologie* te beoordelen

De rol van diverse partijen bij testpraktijken kan verder uitgediept worden. De zogenaamde Socrobust methodiek [Larédo et al. 2002] is hier een vertrekpunt voor en heeft als voordeel dat zij in het verleden al eens is toegepast binnen het ECN (door de afdeling Beleidsstudies). De methodiek bouwt voort op inzichten uit Actor-Netwerk Theorie. Het stelt de rollen centraal die actoren spelen en zouden moeten spelen voor het realiseren van een bepaalde nieuwe technologische ontwikkeling in de samenleving. Terugvertaald naar de dagelijkse praktijk van een technisch project kan de methodiek helpen bij keuzes om relevante actoren gericht te betrekken – of gericht te weren – bij specifieke manieren van testen.

Vanuit duurzaamheidsperspectief is het zinvol om de Socrobust methodiek verder uit te bouwen tot een breder beoordelingskader. Dat kader zou de *sociaal robuuste effectiviteit van technologie* in de samenleving centraal moeten stellen.

De bestaande Socrobust benadering spreekt alleen over de “sociale robuustheid” van technologie. Wanneer bijvoorbeeld fabrikanten niet sterk betrokken zijn bij een technologische ontwikkeling, dan is een technologie op dat aspect nog niet erg “robuust”. De Socrobust benadering impliceert dat technologen die werken aan de totstandkoming van een bepaalde technologie die partij sterker zouden moeten betrekken in hun activiteiten.

Een beoordelingskader voor de sociaal robuuste effectiviteit van technologie voegt twee stappen toe aan de stap die Socrobust zet. De ene toevoeging is dat zo'n breder kader niet alleen rolverdelingen voor technologieontwikkeling bloot zou moeten leggen (de stap die Socrobust zet), maar ook rolverdelingen voor technologiegebruik. De andere

## HOOFDSTUK 7

toevoeging is dat zo'n breder kader ook eindeffecten expliciet houdt, voor wat betreft effecten op consumenten en het milieu. Zo'n breder beoordelingskader behandelt (1) eindeffecten, (2) scripts voor technologiegebruik en (3) scripts voor technologieontwikkeling dus in samenhang. Zo'n drievoudig kader brengt eindeffecten waar technologie aan bij kan dragen in kaart, maar toetst deze eindeffecten aan gevoeligheden voor wat betreft technologiegebruik en technologieontwikkeling.

Zo'n drievoudig beoordelingskader is niet alleen intern bij het ECN, maar ook extern te gebruiken. Het kan een externe rol van het ECN als procesmanager voor duurzaamheid ondersteunen, doordat het de rol van andere partijen en eindgebruikers expliciet maakt en verwachte eindeffecten continu zichtbaar houdt. Dit kan er aan bijdragen dat bepaalde milieuproblemen, zoals schadelijke emissies en giften gedurende het leven van een technologisch product, niet als onoplosbare *trans-science* problemen [Weinberg 1972] van tafel verdwijnen.

---

<sup>i</sup> Regelgeving voor verminderd materiaalgebruik door de overheid is niet ingevuld in het Bouwbesluit zoals thans gepubliceerd op het Internet (<http://www.bouwbesluitonline.nl>, geraadpleegd op 11 juli 2007). Hoofdstuk 6 uit het daar gepubliceerde Bouwbesluit 2003, getiteld "Voorschriften uit het oogpunt van milieu" is blanco voor wat betreft nieuwbouw met een woonfunctie, terwijl de overige hoofdstukken, onder andere "Voorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid" en "Voorschriften uit het oogpunt van bruikbaarheid" gedetailleerd zijn opgenomen.

<sup>ii</sup> Zie in dit verband de beschouwing van Van Lente [1994].

<sup>iii</sup> Zie in dit verband het artikel van Swierstra en Jelsma [2006], getiteld "*Reponsibility without moralism in techno-scientific design practice*".

<sup>iv</sup> Zie bijvoorbeeld het samenwerkingsverband Inspiration, waarin KPN, TNO en diverse universiteiten samenwerken:

<http://www.tudelft.nl/live/binaries/0908e36a-d88a-4d5f-8c5d-82f31f6bd8d3/doc/driehoek%20engels.pdf>.

Binnen dit samenwerkingsverband is een promotieonderzoek gedefinieerd met als titel: *De rol van sociale en culturele factoren bij transsectorale innovatie – een living lab benadering*, waarin de Universiteit Twente samenwerkt met TNO.

<sup>v</sup> De term "insider" en "outsider" is ontleend aan Woolgar [1991].





# Samenvatting

## Inleiding

Het overheidsbeleid voor duurzaamheid richt zich sinds de jaren negentig op het stimuleren van technologie die de mens en het milieu tegelijkertijd een dienst moet bewijzen. Het idee is dat technologieën zo ontworpen kunnen worden dat de consumptieve voorkeuren van burgers kunnen groeien terwijl de milieulast afneemt. Er wordt ook wel gesproken over de “ontkoppeling” van milieu en economie, met een belangrijke rol voor technologische innovatie. Met deze insteek legt de overheid de verantwoordelijkheid voor positieve effecten op zowel mens als milieu in feite neer bij technologen. Daarmee wordt van technologen verwacht dat zij hun technologieën zodanig vormgeven dat duale effectiviteit – goed voor eindgebruikers en het milieu – gewaarborgd is bij het gebruik van de technologie.

Vanuit Wetenschaps- en Technologiestudies valt bij deze insteek een belangrijke kanttekening te plaatsen. Literatuur laat namelijk zien dat het in praktijken van technisch ontwerpen en testen moeilijk is om productief te anticiperen op de daadwerkelijke reacties van eindgebruikers en andere actoren in de samenleving. Hierdoor beantwoorden de effecten van technologie in de gebruikspraktijk vaak niet aan de gewekte verwachtingen.

Deze kanttekening leidt tot de centrale vraag voor dit proefschrift, namelijk hoe technologen claimen dat hun technologie zowel het milieu als de consument dient en hoe zij dit waarmaken in de praktijk van technisch ontwerpen en testen.

## Theorie, specifieke onderzoeksvragen en methode

In het tweede hoofdstuk wordt een theoretisch raamwerk ontwikkeld om deze algemene onderzoeksvraag aan te scherpen. Actor-Netwerk Theorie (ANT) wordt gebruikt als fundament. De concepten van ANT zijn geschikt om de activiteiten van technologen, die aangeven met nieuwe technologie bepaalde effecten te willen bereiken in de samenleving, te analyseren. Daarbij wordt onderkend dat deze technologen anderen voor zich zullen moeten winnen om hun plannen verder te brengen. ANT laat ook zien dat het daadwerkelijk bereiken van deze effecten slechts één van de vele mogelijke uitkomsten is in een lang traject vol onzekerheden. Ten slotte wijst ANT er nog op dat de nagestreefde effectiviteit van technologie alsnog onderuit gehaald kan worden door de saboterende agenda's (antiprogramma's) van eindgebruikers. Deze inzichten uit ANT worden aangevuld met literatuur over het testen van technologie en literatuur die de relatie tussen ontwerpers en eindgebruikers centraal stelt.

Het overkoepelende begrip binnen ANT is *translatie*. Dit betreft het samenbrengen en koppelen van de acties van spelers (menselijke én materiële) in een netwerk om nieuwe effecten te creëren. Voor technologieontwikkeling zijn drie translatie-elementen van belang. Het eerste element is het (ongevraagd) *representeren* van andere mensen en dingen, vaak bij het aannemelijk maken van een toekomstbeeld voor nieuwe technologie. Het tweede element is het toepassen van een *problematiseringstrategie*. Dat is een voorstel om een bepaald maatschappelijk probleem (zoals het duurzaamheidsvraagstuk) in deelproblemen te verdelen die in een bepaalde volgorde aangepakt moeten worden. Daarbij is het de kunst om anderen ervan te overtuigen dat zij eerst jouw netwerkconfiguraties moeten gebruiken om de maatschappelijk gewenste doelen een stap dichterbij te brengen.

## SAMENVATTING

Het derde element is *displacement*: mensen en dingen moeten in beweging komen om een toekomstbeeld ook echt te realiseren – anders blijft alles hetzelfde.

Met dit raamwerk als vertrekpunt zijn drie onderzoeksvragen geformuleerd. De eerste vraag gaat over de translaties die optreden in een proces van duaal ontwerpen en testen. De tweede vraag is of de testnetwerken die daarbij geconstrueerd worden in staat zijn om eventuele saboterende agenda's van eindgebruikers (antiprogramma's) aan het licht te brengen die de effectiviteit ondergraven. Vraag drie ten slotte is of het inbouwen van milieu- en gebruikerseffecten in de ontworpen technologie gelijk op gaat, en hoe eventuele asymmetriën te verklaren zijn.

Voor het beantwoorden van deze vragen is een verkennend empirisch onderzoek uitgevoerd. Het betreft een studie van praktijken waarin technologen van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) duale effectiviteit claimden voor hun technologie en deze technologie op verschillende manieren testten. Deze technologen richtten zich op nieuwe concepten van materialen en installaties voor woningen om ze milieuvriendelijk en toch comfortabel te ontwerpen. Door het uitvoeren van archiefonderzoek, aangevuld met interviews en meer informele gesprekken zijn de projecten geanalyseerd. Per project is in kaart gebracht wat technologen beloven op papier en hoe dit verschuift wanneer testnetwerken geconstrueerd, benut en testresultaten gepresenteerd worden. Er is blootgelegd welke rolverdeling van mensen en dingen (waaronder leveranciers, rekenstandaarden en eindgebruikers) aan het claimen en waarmaken van de duale effecten ten grondslag ligt.

### Case studies

De eerste case study gaat over het testen met rekenmodellen. Fase A van het Ecobuild project staat centraal. Met consortiumpartners ontwikkelde het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) energieconcepten voor duurzame woningen.

De studie laat zien dat er translaties optreden, nog voordat het project eigenlijk goed en wel begonnen is. Daarbij zetten de technologen niet zozeer anderen in beweging, maar zij moeten eerst zelf van positie veranderen. Als uitkomst van de onderhandelingen met een sponsorende overheidsinstantie (programmabureau voor Economie, Ecologie en Technologie) spreken de technologen claims uit die concreter en ambitieuzer zijn dan zij eerst van plan waren. De afgestemde doelstelling is om het energiegebruik in woningen te halveren en de milieuschade door materialen met 40% te verminderen.

In het project zet men rekenmodellen in om snel met de gevraagde bewijzen te kunnen komen. Huizen en bewoners worden in getallen uitgedrukt. Daarbij combineren de technologen globale elementen zoals de Energie Prestatie Norm, Novem referentiewoningen en gestandaardiseerd bewonersgedrag met eigen inzichten. Op deze manier ontstaan hybride rekenmodellen. De technologen voeren deze hybride rekenmodellen op als bewijsleverende vehikels (*inscription devices*) om aan te tonen dat het technisch ontwerp goed is voor mens en milieu.

De rekenmodellen zitten zo in elkaar dat variabel gebruikersgedrag genegeerd wordt. De eindgebruiker is vooral een weliswaar noodzakelijk, maar sterk gesimplificeerd construct om vergelijkbare berekeningen van milieueffectiviteit mogelijk te maken. Agenda's van eindgebruikers die de effectiviteit ondergraven (antiprogramma's) kunnen met deze rekenmodellen zeker niet opgespoord worden.

In de tweede case study wordt zo'n "virtuele" representatie van gebruikers en hun omgeving omgezet in de materialiteit van gevels, muren, daken en apparatuur. Het betreft Fase B van het Ecobuild project. Energieconcepten worden getest in daarvoor opgetrokken, onbewoonde rijtjeswoningen op het laboratoriumterrein.

Op het laboratoriumterrein moet de representatie van de "bestaande bouw" worden afgevoerd. Het kost te veel middelen om bestaande woningen naar het laboratoriumterrein te halen, dat komt niet eens ter sprake. Tot die tijd speelde de bestaande bouw nog een belangrijke rol in het project. Daar zou de grootste milieueffectiviteit te behalen zijn. Nu blijft alleen het testen voor de nieuwbouw over.

In de testopstelling wordt bewonersgedrag gedelegeerd aan apparaten die de technologen met standaardgedrag programmeren. Straalkachels simuleren de lichaamswarmte, aanstuurbare kleppen draaien de douche van tijd tot tijd open en CO<sub>2</sub>-inspuiters verzorgen de "uitademing" van bewoners op bepaalde momenten in de diverse ruimtes. De belangrijkste beperking om te werken met echte proefpersonen is het gevaar dat er zoveel "meetruis" ontstaat dat de "signalen" (de nagestreefde effecten) niet meer zichtbaar zijn.

In dit proces gaan de technologen nadrukkelijker voor de eindgebruiker spreken. De laboratoriumopstelling geeft daar kansen voor. Er komt niet alleen meer aandacht voor comfortaspecten, maar ook de gezondheidsaspecten en overlast in een woning worden gemeten.

Met de laboratoriumopstelling worden rekenmodellen niet verlaten – integendeel. Er is een ingewikkelde combinatie van laboratoriumopstelling en meerdere rekenmodellen nodig om effecten op mens en milieu aan te tonen. In deze mix wordt de eindgebruiker steeds sterker in standaard parameters geduwd, om eenvoudig heen en weer te kunnen schuiven tussen laboratoriumopstelling en rekenmodellen.

Uiteindelijk ontstaat in het project een sterke asymmetrie. Gebruikerseffecten hebben meer aandacht gekregen, maar een belangrijke milieclaim moet afvallen. Het milieueffect vanwege minder belastend materiaalgebruik voor de "levenscyclus" van een woning blijkt ontestbaar op het laboratoriumterrein.

In de derde casus worden echte mensen toegevoegd aan de mix van laboratoriumopstelling en rekenmodellen. Technologen leiden bezoekers rond in een testwoning waarin domotica (huisautomatisering) is aangebracht.

Ook in dit project schuiven technologen op in de planfase. Zij haken aan bij de agenda van de provincie die een testwoning wil realiseren om veiligheids- en zorgfuncties van domotica te demonstreren. Voor de technologen is zo'n extra woning op het laboratoriumterrein een kans om hun eigen metingen uit te voeren, om te onderzoeken of domotica bijdraagt aan comfort en energiebesparing.

In de optiek van de technologen is domotica vooral bedoeld om foutief bewonersgedrag (antiprogramma's) te voorkomen. Daar wordt echter niet op getest, onder andere omdat gegevens over foutief gebruikersgedrag ontbreken.

Deze verschuiving brengt domotica in de problemen. Op papier zou domotica de energiebesparing en comfort van andere apparatuur gaan waarmaken. Eenmaal geïnstalleerd in de testwoning moet domotica gaan zorgen voor *extra* energiebesparing en comfort, bovenop de winst die andere innovatieve techniek al oplevert.

Met deze aanpak wordt de asymmetrie tussen milieu- en gebruikerseffecten versterkt. De technologen dragen (min of meer noodgedwongen) bij aan het verstevigen van netwerken die zich al richten op bepaalde gebruikerseffecten in een ander domein

## SAMENVATTING

(veiligheid en zorg voor ouderen op de sociale woningmarkt). Dit is geen neutrale activiteit, omdat domotica zelf ook energie verbruikt. Demonstraties en PR worden vanaf het begin ingezet, maar de milieueffectiviteit waar de techniek aan kan bijdragen (energiebesparing) is nog zeer onduidelijk en pakt uiteindelijk zelfs negatief uit.

De vierde casus behandelt het testen van domotica bij ouderen thuis. Het gaat om activiteiten waarbij het ECN, als programmamanager, betrokken was via een overheidsinitiatief: het Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (NIDO).

Ook hier is al sprake van translaties in de planfase. Het NIDO duwt het ECN in de rol van procesmanager in het veld. Wensen van *andere* actoren in de samenleving worden daarmee belangrijker, ten opzichte van de plannen die het ECN zelf met domotica had.

In het programma zelf worden eindgebruikers gerepresenteerd als experts voor de toekomst. Dit is nodig omdat de effecten die het programma nastreeft nooit direct gemeten kunnen worden. Het gaat onder andere om de rol van domotica voor het langer blijven thuiswonen van ouderen. In de paar jaar dat het programma loopt is het aantal verhuizingen echter te klein om dat te kunnen bepalen. Bij gebrek aan harde meetresultaten wordt de bewoners de vraag gesteld of zij denken dat domotica de overstap naar een verzorgingstehuis uitstelt. De testverantwoordelijkheid wordt daarmee overgedragen op de eindgebruiker.

Het testen op saboterende acties van deze eindgebruikers (antiprogramma's) is in het NIDO-programma niet mogelijk. Het programma haakt namelijk aan bij *bestaande* testpraktijken. De betrokken actoren (woningbouwverenigingen, een domotica-expert, een domotica-installeteur, een kennis- en adviescentrum) hebben de bewoners vanaf het begin tekst en uitleg gegeven hoe zij domotica zouden moeten gebruiken. Onderliggende tegenreacties van eindgebruikers zijn daarmee vroegtijdig onzichtbaar gemaakt.

Ook deze casus laat een duidelijke asymmetrie zien. Het inbouwen van gebruikerseffecten in de ontworpen technologie staat er vanaf het begin veel sterker voor en dat blijft zo. Het begint er mee dat de eigen ideeën van het ECN voor milieueffectiviteit-met-domotica vanaf het begin niet sterk zijn uitgewerkt. De domotica die staat opgesteld bij mensen thuis is nooit ontworpen voor energiebesparing en als procesmanager is het ECN niet bij machte om dat nog te veranderen. Om toch testresultaten te verkrijgen worden uiteindelijk modelmatige berekeningen van energiebesparing uitgevoerd en kansen voor energiefuncties in de woningen verkend. De nieuwe berekeningen doen echter geen recht aan de complexiteit van de praktijk. Milieu stond op achterstand en blijft op achterstand.

### Conclusies, reflecties en aanbevelingen

In het slothoofdstuk worden de inzichten uit de case studies bij elkaar gebracht. De translaties die in de verschillende projecten optreden worden systematisch met elkaar vergeleken.

Wat daarbij sterk naar voren komt is dat er voor alle case studies sprake is van een paradox. Om betekenisvolle testresultaten te krijgen is het nodig rekenstandaarden te hanteren die de uitkomsten betekenisloos maken voor de gebruikspraktijk. Aan de ene kant voelen de technologen zich verbonden met gangbare rekenstandaarden, die de praktijk vergaand simplificeren om concrete, vergelijkbare rekenuitkomsten te generen. Aan de andere kant moet complex gebruiksgedrag juist binnengehaald worden om de meerwaarde van een innovatie te laten zien die met bestaande standaarden onzichtbaar blijft, en de link met de praktijk te leggen. Binnen die grenzen kunnen referenties verschoven worden. Er is



enige speelruimte om de eindgebruiker te verschuiven, als verlengstuk van de techniek. In dit proces is te ver afraaken van standaarden niet wenselijk, maar te ver afstaan van de praktijk ook niet.

De handelingsruimte is al beperkt, maar wordt verder beknot door de overheid. Als sponsor stuurt die aan op snelle resultaten, terwijl het gaat om projecten waarvan de effecten pas over lange termijn in de samenleving daadwerkelijk meetbaar zijn. Dit zet de technische activiteiten vanaf het begin onder druk.

Uiteindelijk geldt voor alle onderzochte projecten dat technologen zich genoodzaakt zien hun eigen bewijsleverende testnetwerken te diskwalificeren. Dit heeft de voorkeur boven het laten vallen van de oorspronkelijke claims wanneer die niet bewijsbaar blijken. In hun rapportages melden zij dat er een andere aanpak van deelproblemen nodig is en dat er andere mensen en dingen nodig zijn dan de mensen en dingen die in het testnetwerk vertegenwoordigd waren. Andere actoren dan zichzelf zouden het voortouw moeten nemen. Wat betreft duurzaam bouwen zijn bij nader inzien bijvoorbeeld fabrikanten eerst aan zet. Ook krijgt de overheid een deel van de taken die zij aan technologen gedelegeerd had alsnog terug: er is eerst nieuwe regelgeving nodig.

Deze situatie is vooral nadelig voor het milieu. Bij de ontwikkeling van de technologieën zijn namelijk diverse actoren betrokken die er belang bij hebben dat de techniek *gebruikerseffectief* is, zodat het aantrekkelijk is voor de consumentenmarkt. Het gaat om woningbouwverenigingen, ouderenorganisaties, installateurs en bouwers. De technologen van het ECN staan echter vaak alleen in hun initiatief om de techniek ook echt *milieueffectief* te maken. Min of meer noodgedwongen dragen zij daardoor prematuur bij aan het verstevigen van bestaande actornetwerken in andere domeinen, dat wil zeggen vóórdat zij voldoende zicht hebben op de milieueffectiviteit waaraan hun eigen technisch ontwerp kan bijdragen. Dit geeft die andere actoren de kans om in gesubsidieerde testpraktijken verder te werken aan de ontwikkeling van technologieën, onder het mom van een beter milieu.

In het slothoofdstuk wordt op deze conclusies gereflecteerd. Dit gebeurt door de inzichten die in het onderzoek zijn bereikt te vergelijken met de literatuur die in Hoofdstuk 2 aan bod is gekomen.

Het proefschrift eindigt met aanbevelingen voor het ECN. Die zijn er op gericht om de gegeven handelingsruimte voor duaal effectief ontwerpen maximaal te benutten en, waar mogelijk, te vergroten. Daarvoor is een betere koppeling tussen test en praktijk nodig. Een deel van de aanbevelingen is samen te vatten als een advies om sociaalwetenschappelijke inzichten sterker te combineren met de kracht van bestaande manieren om een technisch ontwerp te testen.

Een belangrijke aanbeveling is dat technische ontwerpen consequent getest worden op hun *gebruikersgevoeligheid*. Een ontwerp dat overeind blijft onder een waaier aan experimentele gebruikerscondities heeft veel meer kans om zijn ingebouwde effectiviteit ook waar te maken wanneer het wordt toegepast in de samenleving.



# Summary

## Introduction

Over the past decades, reliance on technologies that can serve both consumers and the environment at the same time has become the dominant feature of Dutch sustainability policy. In documents specifying such policy, we identify a basic trust in the possibility of designing technologies that allow for consumer preferences to grow, whilst at the same time reducing environmental pollution. Technological innovation is put forward as a crucial ingredient for making this “uncoupling” of economic growth and environmental pollution come true. In other words, the idea is that technology should be dually effective, by both pleasing consumers and protecting the environment. This claim puts a large responsibility on the technologists themselves; they are expected to shape technologies in such a way that such dual effects are assured to occur as soon as the innovations in question are put to use.

The aforementioned policy approach takes this crucial step for granted which according to the Science and Technology Studies (STS) literature, is shrouded with uncertainty. From the viewpoint of STS, it is therefore possible to criticize this claim as over-optimistic. STS literature shows that, in practices of designing and testing, it is very difficult to anticipate, in a productive way, future reactions of end users and other relevant actors in society. As a result, it is often the case that the effects of technology, once end users become involved, do not match earlier expectations.

This critique leads us to the general research question for this thesis, which can be summed up as follows: how do technologists claim that the technology they design will serve both the environment and consumers at the same time, and how do they fulfill this promise in the practice of technological design and testing?

## Theory, specified research questions and method

In the second chapter, a theoretical framework is developed to further articulate this research question. Actor-Network Theory (ANT) is taken as the foundation for this framework. Indeed ANT offers theoretical concepts well suited for analyzing the activities of technologists. These concepts are especially useful to follow analytically technologists that proclaim an agenda to change society via the innovations they plan to bring into circulation, or to phrase it more specifically, to enforce certain effects in society by introducing new technology. ANT scholars will be the first ones to point to the fact that, for making such ambitions effective, technologists cannot work on their own but will have to enroll other actors, human as well as nonhuman.

Furthermore, ANT has shown by numerous analyses that truly effecting one’s goals is just one of many possible outcomes of the activities undertaken by technologists. Even when technological development seems to proceed fruitfully, end users may finally knock down the intended effects. End users may exercise counteractive agenda’s (antiprograms) that were not anticipated during the design process.

We complement these insights with those borrowed from scholars who have studied the testing of technology. In addition, we discuss literature that focuses on the relation between designers and end users of a technology.

“Translation” is the central notion within ANT. Translation is needed to recombine the actions of human and non-human players into a network, for producing new effects. To

## SUMMARY

start up and maintain technology development, three elements of translation are important. The first element is the (often informal) “representation” of other human beings and artifacts. Often, this happens when technologists are portraying a future for their new technology in society. The second element is: applying a strategy of “problematization”. Such a strategy involves a plan that specifies what is relevant, and an agenda that splits up a societal problem (such as sustainability) into smaller problems that should be dealt with sequentially. The aim of the game is to convince others that they should pass through – and thus invest – in your network, because it is the network indispensable for dealing with the societal problem that has to be solved. The third element is “displacement”. The realization of new technology in society requires that human beings and artifacts start moving. If not, all will stay the same. By positioning the notion of translation at central-stage, ANT expresses that technologists have to align the actions of all kind of human and non-human players in a new network, in order to produce the intended effects.

Building on this framework, we elaborate three research questions. The first question is: which translations occur in a process of designing and testing dually effective technologies? The second question is whether the test networks constructed by the technologists followed are able to reveal the counteractive agenda’s (antiprograms) end users may have. Finally, the third question is whether the dual effects (on human beings and on the environment) are included symmetrically in the design of technology and if not, how to explain this asymmetry.

To explore these questions, we carried out a field study at the major Dutch agency for energy research, the Energy research Centre of the Netherlands (ECN). At ECN, we analyzed four practices of designing and testing in depth through four case studies. In all four cases, technologists claimed that the technology being designed and tested would serve human beings and the environment at the same time. However, the way they tested this dual claim was different in each project. In their activities, the technologists aimed at developing different types of smart mixes of new materials and installations (“energy concepts”) for residential houses at the cheaper side of the market. Installing such concepts should lead to houses that are not only environmentally friendly, but also convenient for dwellers.

We analyzed the case studies one by one, by using the documents in the project archives we had full access to. We complemented these analyses with interviews and informal conversations with the technologists within ECN. For each case study, we unraveled the kind of promises as written down by technologists in project plans and analyzed how these shifted when test networks were constructed and used. Also, we identified possible further shifts occurring in reports the technologists used in presenting test results to other audiences.

The analysis uncovers what kinds of roles this process of claiming and fulfilling dual effectivity induces for other actors (both human and non-human). For example, the role of mathematical standards, suppliers and end users, are identified and studied. Some of these roles are explicitly taken up in the process of designing and testing, but other roles the technologists simply take for granted. The analysis shows the interrelationship between the *actual* actions of actors involved in the process and the *presumed* actions of other actors who were not involved. It reveals the complex interrelationship between the facts and fictions wherein claiming and fulfilling dual effectivity is rooted.

## Case studies

The first case study deals with Phase A of the Ecobuild project. The study shows that translations indeed occurred, even before the project had actually started. In these translations however, the ECN-technologists were forced to change their own position, rather than translating the actors they were dealing with. As a result of the negotiations with the governmental funding agency, the technologists agreed on claims being more specific and more ambitious than they had originally intended (i.e. savings for energy up to 50% and for materials up to 40%).

The remainder of the case study deals with the use of mathematical models in testing the energy concepts designed. The models were mobilized as a kind of inscription devices, i.e. as vehicles that could provide quick evidence relating to the performance of the technical designs. In building these models, the technologists combined current standards for the construction industry (such as the Energy Performance Standard (EPN) and standardized dwelling types) with innovations of their own. In this manner, mathematical models were created that are hybrid in character. For instance, the technologists introduced certain modifications in the standardized user behavior as specified in the EPN, hoping so to improve the models' outcomes in terms of energy saved.

Despite such minor adaptations, the overall characteristics of the mathematical models pushed the technologists towards fixing the user. The models denied the variability in user behavior we observe in real life. In fact, the end-user that was modeled was mainly an inescapable construction for creating comparable outcomes of environmental effectivity between different designs. A construction that was necessary, but at the same time greatly simplified. By using such models it was impossible to assess the underlying counteractive agendas (antiprograms) that end users may have.

In the second case study, the “virtual” representation of the use setting as practiced in the models was transformed into the materiality of walls, facades and installations of real houses. In Phase B of the Ecobuild project, the technologists tested the energy concepts in prototypes of uninhabited test houses newly built for that purpose on ECN territory.

In this laboratory setting, the technologists felt forced to shrink the agenda of their project. That is, a further translation was forced upon them. On the material level, representations of already existing houses had to be abandoned. Mimicking types of existing houses on the test site would require too many resources. Until that moment however, the body of existing houses in the Netherlands had been suggested as the major target market for the project. Most environmental benefit was to be achieved there. However, on laboratory territory, only newly built houses survived.

In the test setting, the presence of dwellers was delegated to machines programmed by technologists with default behavior. Electric radiators simulated body heat, controllable valves turned on the shower from time to time and injectors of CO<sub>2</sub> simulated the breathing out of dwellers. The most important constraint to work with real test users was the risk of introducing so much “noise” that the “signals” (the intended effects) would become immeasurable.

In this process, the technologists started to speak on behalf of users more explicitly. The laboratory setting offered the chance to do so. The technologists did not only start to measure comfort parameters, but also to develop and assess indicators for health and noise.

With a laboratory setting at their disposal, the technologists did not abandon the mathematical models at all. To the contrary, they maintained a complicated combination of

## SUMMARY

a material test setting and several mathematical models as a necessary condition for revealing dual effects on human beings and the environment. In this mixed setting, the end user became caught in parameters more and more, to enable easy shifting by the technologists between laboratory setting and models.

In the end, a strong asymmetry arose in the project. As the testing for effects on users received more attention, the verification of environmental claims began to suffer. On laboratory territory, proving the environmental effects of dematerialization and the use of more environmentally friendly materials in construction over the complete “life cycle” of a dwelling, turned out to be an impossible endeavor.

The third case study details a further extension of the project to smart houses. This was also the moment in which human beings were added to the mixture of laboratory setting and mathematical models. In doing so, the technologists hooked up to the agenda of a regional program, whose aim it was to realize a test house demonstrating the opportunities offered by ICT for enhancing security and safety in dwellings. For the technologists, this was a chance to carry out measurements they had planned earlier. With a test house with smart technology installed, they perceived an opportunity for testing the energy saving and comfort enhancing qualities of such technologies. However, in a test house being very energy efficient already, smart technology appeared to be unable to deliver additional savings, while consuming extra energy by itself, therefore making the technology redundant.

Secondly, the technologists perceived smart technology as a welcome ally for controlling antiprograms, i.e. behavior of dwellers that undermines the functionality of energy saving innovations. However, the technologist failed to put this ally to the test. One reason for this was that data about disturbing behavior was lacking: real users were not allowed in the test house. Interested humans were only enrolled as visitors who could take a guided tour through the “show house” during which an engineer could only point to a few displays and buttons and tell which wonders of smart technology *might* be realized in a distant future. In doing so, the technologists kept the promise for energy saving alive, instead of technology being able to sell itself.

The fourth case study deals with the testing of smart technology to be applied in the homes of elderly people. In this project, ECN acted as a program manager for the Dutch National Initiative for Sustainable Development (NIDO).

Again, translations already occurred in the early phase of planning. NIDO forced ECN into the role of process manager, with the task of linking several smart house initiatives being developed across the country. Preferences of the actors already involved in such initiatives became more important, at the cost of ECN’s own plans for injecting and testing its own technology into such projects.

In the program, end users were represented as experts on effects to occur in the future. This was a necessary move, because it was not possible to measure the main effect the program was aiming at – enabling elderly people to grow old in their own living environment by installing smart technology – in the few years the program was running. In interviews, users were asked if they thought smart technology would help to delay the move to a nursing home. Via this move, test responsibility was delegated to the end user.

Also the program was unable to register any possible antiprograms the end users might have. This failure was due to the fact that the program had incorporated *existing* test practices. The organizers of these tests (e.g. housing associations, smart house experts,

electricians, consultants) had intentionally cured end-users of inaccurate use of smart technology right from the start, and so made natural counteractions impossible to measure.

Again, this case study shows a clear asymmetry. The incorporation of user effects compared to environmental effects into the design was already much stronger when the program initiated and this condition does not change during the further course of the program. One reason for this asymmetry is that ECN's own ideas of how smart house technology would contribute to environmental effects was not well articulated. Moreover, the domotica system that was installed at people's homes had never been designed for energy saving. In its role as process manager, ECN was not capable of changing that. In the end, ECN technologists again resorted to mathematical modeling to deliver positive results - by simulating smart environments inhabited by different types of end-users. Also, options for installing energy functions in such houses were explored. However, such calculations do not reflect the complexity that one will encounter in the practice to be. Environmental care was lagging behind attention for users and this asymmetry was not cured.

### Conclusions, reflections and recommendations

In the final chapter we gather insights from the case studies. We start by systematically comparing the translations identified in the four cases.

In all case studies a paradox comes to the fore. To gain results that are meaningful, it is necessary to use inflexible mathematical standards that deliver results that are meaningless for the capricious practices of real use. On the one hand technologists are committed to current mathematical standards that simplify practice for the sake of generating concrete, comparable results. On the other hand complex user behavior must be accounted for to demonstrate the added value of an innovation that does not fit in existing standards, and to be close enough to practice. Within those boundaries one can shift the end user, as an extension of technology. But staying close to standards and practice at the same time is impossible.

The space to act is limited, and is reduced further by the structure of funding. Acting as an accountable sponsor the government aims at quick results, while the effects of the projects will only be measurable in society over the long-term. This dilemma puts accountability pressure on the technical activities from the start.

Eventually we see technologists in all researched projects feeling obliged to disqualify their own – evidence providing – test networks. They prefer to disqualify their test networks instead of dropping their original claims, when these cannot be proven. In their reports they advise the adoption of alternative approaches to address the original problem, and place other people and things on the stage rather than the ones represented in the test networks that were actually used. They give way to other actors to drive the process. For example, as far as sustainable building is concerned, they point to manufacturers as the first ones to act. Also government sees some delegated tasks returning: new legislation is required first; only then can technology succeed.

This situation is especially harmful for the environment. In the development of technologies various actors are involved, who have an interest in the technology to be effective for users and therefore attractive to consumers. Such actors are housing associations, project developers, construction firms and organizations for elderly people, for example. Within such hybrid forums, the technologists from ECN are often the only ones committed to make technology really effective for the environment. More or less forced to do so they prematurely step into existing actor networks in other domains – that is, before

## SUMMARY

their own technology is robust enough to make a difference in such mixed environments. This situation enables the other actors to push their user-prone technologies in a subsidized testing practice under the flag of a better environment.

We reflect on these conclusions in the final chapter by comparing the insights gained from our research with the literature described in Chapter 2. The thesis concludes with recommendations for ECN. We advise a maximum use of the given space to act for dually effective design and, where possible, to enlarge this space. Such enlargement needs a better link between testing and practice. Part of the recommendations can be summarized as an advice to combine, more frequently and more tightly than that which usually occurs, insights from the social sciences with the power of already existing approaches to test a technical design.

An important recommendation is to consistently test technical designs on their sensitiveness for users. A design that has survived a vast amount of challenging tests against behavior of real users has a greater chance to fulfill its built-in effectivity when it is applied in society.



## Bibliografie<sup>1</sup>

- Achterhuis, H. (1995), “De moralisering van apparaten”, *Socialisme en Democratie* 52(1):9-18
- Achterhuis, H. (1996), “Samenleving moet leren om moderne techniek te moraliseren”, *NRC Handelsblad* 23-04-1996, sectie Opinie: 11
- Akrich, M. (1992), “The de-scription of technical objects”, in: *Shaping technology / building society. Studies in sociotechnical change*, Bijker, W. en Law, J., Cambridge, the MIT Press: 205 – 224
- Akrich, M. en Latour, B. (1992), “A summary of a convenient vocabulary for the semiotics of human and nonhuman assemblies”, in: *Shaping technology / building society. Studies in sociotechnical change*, Bijker, W. and Law, J., Cambridge, the MIT Press: 259 – 264
- Akrich, M. (1995), “User representations: practices, methods and sociology”, in *Managing technology in society. The approach of Constructive Technology Assessment*, Rip, A., Misa, T. en Schot, J., London and New York, Pinter Publishers: 167-184
- Andriess, C. (2000), *De republiek der kerngeleerden*, BetaText, Bergen NH
- Anoniem (1972), *Urgentienota milieuhygiëne*, Den Haag, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- Anoniem (1976), *Selectieve groei. Nota inzake de selectieve groei*, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij
- Anoniem (1989), *Nationaal milieubeleidsplan: kiezen of verliezen*, 's Gravenhage, Sdu-uitgeverij
- Anoniem (1993), *Tweede nationaal milieubeleidsplan. Milieu als maatstaf*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's Gravenhage, Sdu Uitgeverij
- Anoniem (1997), *Nota milieu en economie. Op weg naar een duurzame economie*, Den Haag, VROM
- Anoniem (1998), *Nationaal milieubeleidsplan 3*, Den Haag, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
- Anoniem (1998b), *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change*, Verenigde Naties, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
- Anoniem (2001), *Een wereld en een wil. Werken aan duurzaamheid. Nationaal milieubeleidsplan 4*, Den Haag, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Centrale Directie Communicatie
- Anoniem (2003), *Jaarverslag 2003*, Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland
- Anoniem (2005b), *Jaarverslag 2004*, Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/p05001.pdf> (op 17 februari 2007)
- Anoniem (2006), *Jaarverslag 2005*, Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2006/p06001.pdf> (op 17 februari 2007)
- Anoniem (2007), *35 jaar milieubeleid*, website VROM, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9352> (op 17 februari 2007)
- Anoniem (2007b), Website Wikipedia over consuminderen, <http://nl.wikipedia.org/wiki/Consuminderen>

---

<sup>1</sup> Een bronnenlijst voor elke casestudy is apart opgenomen, aan het eind van Hoofdstuk 3, 4, 5 en 6.

## BIBLIOGRAFIE

- Anoniem (2007c), Website Wikipedia over ministerie van VROM,  
[http://nl.wikipedia.org/wiki/Ministerie\\_van\\_Volkshuisvesting,\\_Ruimtelijke\\_Ordening\\_en\\_Milieubeheer](http://nl.wikipedia.org/wiki/Ministerie_van_Volkshuisvesting,_Ruimtelijke_Ordening_en_Milieubeheer)
- Armatte, M. (1981), *Ça marche, les traductions de l'homme au travail, Mémoire de DEA*, Paris, CNAM-STTS
- Brundtland, G. (1988), *Our common future*, World Commission on Environment and Development, Commissie Brundtland, Oxford, Oxford University Press
- Callon, M. (1986a), "The sociology of an actor-network: the case of the electric vehicle", in: *Mapping the dynamics of science and technology*, Callon, M., Law, J. en Rip, A., Londen, Macmillan Press: 19-34
- Callon, M. (1986b), "Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay", in *Power, action and belief: A new sociology of knowledge*, Law, J., Londen, Routledge & Kegan Paul: 196-233
- Callon, M. (1992), "The dynamics of techno-economic networks", in: *technological change and company strategies*, Coombs, R., Saviotti, P. en Walsh, V., Londen, Academic Press: 72 – 102
- Callon, M. en Latour, B. (1981) "Unscrewing the big Leviathans. How do actors macrostructure reality" in: *Advances in social theory and methodology. toward an integration of micro and macro sociologies*, Knorr, K. en Cicourel, A., Londen, Routledge: 277-303
- Callon, M., Laredo, P. en Rabeharisoa, V. (1992), "The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: the case of the AFME", *Research Policy* 21:215 – 236
- Callon, M., Larédo, P., and Mustar, P. (1997). "Techno-economic networks and the analysis of structural effects", in: *The strategic management of research and technology*, Callon, M., Larédo, P., and Mustar, P., Parijs, Economica International: 385-429
- Collins, H. (1985), *Changing order: replication and induction in scientific practice*, Sage, Londen
- Collingridge, D. (1980), *The social control of technology*, Londen, Frances Pinter LTD, New York, St. Martin's Press
- Constant, E. (1983), "Scientific theory and technological testability: science, dynamometers and water turbines in the 19<sup>th</sup> century", *Technology and Culture* 24: 183 - 198
- De Laat, B. (1996), *Scripts for the future. Technology foresight, strategic evaluation and socio-technical networks: the confrontation of script-based scenarios*, proefschrift Universiteit van Amsterdam
- Elswijk, M. et al. 2003, *ENGINE integrale systeem beoordeling 2003*, DEGO-MEMO 03-018, januari 2004, Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland
- Epstein, S. (1997), Activism, drug regulation, and the politics of therapeutic evaluation in the AIDS era: a case study of ddC and the 'surrogate markers' debate, *Social Studies of Science* 27 (5):691 - 726
- Foucault, M. (1975), *Surveiller et punir*, Parijs, Gallimard
- Geels, F. en Kemp, R. (2000), *Transities vanuit sociotechnisch perspectief*, rapport voor de studie "Transities en Transitie management" van ICIS en MERIT in opdracht van VROM tbv van NMP-4, Oktober 2000, Enschede, Universiteit Twente, en Maastricht, MERIT

- Goedkoop, J. (1995), *Een kernreactor bouwen. Geschiedenis van de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland. Deel 1: periode 1945 – 1962*, Beta Text, Bergen NH
- Håpnes, T. (1996), “Not in their machines: How hackers transform computers into subcultural artefacts”, in: *Making technology our own? Domesticating technology into everyday life*, Lie, M. en Sørensen, K., Oslo, Scandinavian University Press:121-50
- Hughes, T. (1983), *Networks of power: electrification in western society, 1880 – 1930*, Baltimore, Johns Hopkins University Press
- Ihde, D. (1990), *Technology and the lifeworld*, Bloomington/Minneapolis, Indiana University Press
- Jelsma, J. en Popkema, M. (1997), *Gedragsbeïnvloeding door technologie*, publicatiereeks Milieustrategie, rapport 1998/1, Den Haag, VROM
- Jelsma, J. (2003), “Innovating for sustainability: involving users, politics and technology”, *Innovation* 16(2):103 - 116
- Jelsma, J. (2006), Presentatie zomerschool WTMC, Ravenstein, 17 mei 2006
- Kemp, R, Rip, A. en Schot, J. (2001), “Constructing Transition Paths through the management of niches”, in: *Path Dependence and Creation*, Garud, R en Karnøe, P., Mahwah NJ en London, Lawrence Erlbaum: 269-299
- Kline, R. en Pinch, T. (1996), “Users as agents of technological change: The social construction of the automobile in the rural united states”, *Technology and Culture* 37:763–795.
- Larédo et al. (2002), *Management tools and a management framework for assessing the potential long term S&T options to become embedded in society*, Socrobust, final report, 10<sup>th</sup> of January 2002, TSER Programma of the European Commission
- Latour, B. (1983) "Give me a laboratory and I will raise the world", in: *Science observed*, Knorr, K. en Mulkay, M., Sage:141-170
- Latour, B. (1984), *Les microbes, guerre et paix*, gevolgd door *Irréductions*, Parijs, Metalié
- Latour, B. (1986), “Visualization and cognition: thinking with eyes and hand”, in: *Knowledge and society: Studies in the sociology of cultures past and present* 6, Kuklick, H. en Long, E., Londen, JAI Press
- Latour, B. (1987), *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*, Cambridge, Harvard University Press
- Latour, B. (1992), “Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts”, in: *Shaping technology / building society. Studies in sociotechnical change*, Bijker, W. en Law, J., the MIT Press: 225 – 258
- Latour, B. (1994), “On technical mediation – philosophy, sociology, genealogy”, *Common Knowledge* 3(2):29-64
- Latour, B. (1997), *De Berlijnse sleutel en andere lessen van een liefhebber van wetenschap en techniek*, Amsterdam, Van Gennep (Franse versie: 1993)
- Latour, B. en Woolgar, S. (1979) *Laboratory life: The social construction of scientific facts*, Beverly Hills, Sage Publications Inc.
- Latour, B. en Woolgar, S. (1986) *Laboratory life. The construction of scientific facts*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press
- Law, J. (1986), “On the methods of long distance control: vessels, navigation and the Portuguese route to India”, in: *Power, action and belief: the new sociology of knowledge*, Law, J., Keele en Londen, University of Keele en Routledge & Kegan Paul

## BIBLIOGRAFIE

- Law, J. (1987), Technology and heterogeneous engineering: the case of Portuguese expansion, in: *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*, Bijker, W., Hughes, T. en Pinch, T., Cambridge MA en Londen, The MIT Press
- Law, J. en Callon, M. (1992), "The life and death of an aircraft: A network analysis of technical change", in: *Shaping technology / building society: Studies in sociotechnical Change*, Bijker, W. en Law, J., Cambridge, the MIT Press: 21-52
- Lie, M. en Sørensen, K. (1996), "Making technology our own? domesticating technology into everyday life, in: *Making technology our own*, Lie, M. en Sørensen, K., Oslo, Scandinavian University Press : 1 – 30
- Mackay, H., Carne, C., Beynon-Davies, P. en Tudhope, D. (2000), "Reconfiguring the user: using Rapid Application Development", *Social Studies of Science* 30(5): 737-57
- MacKenzie, M. (1989), "From Kwajalein to Armageddon? Testing and the social construction of missile accuracy", in: *The uses of experiment. Studies in the natural sciences*, Gooding, D., Pinch, T. en Schaffer, S., Cambridge, Cambridge University Press
- Morgan, M. en Morrison, M. (1999), *Models as mediators. Perspectives on natural and social science*, Cambridge, Cambridge University Press
- Meadows, D. (1972), *Rapport van de Club van Rome: de grenzen aan de groei*, Utrecht/Antwerpen , Het Spectrum
- Noordanus, P. (2002), *Milieu en economie: ontkoppeling door innovatie*, advies 036, Den Haag, VROM-raad
- Norman, D. (1990), *De dictatuur van het design. Ontwerpen van gebruiksvoorwerpen gezien vanuit de cognitieve psychologie*, Utrecht, A.W. Bruna Uitgevers B.V. (oorspronkelijke titel: *The Psychology of Everyday Things*, New York, Basic Books, 1988)
- Oudshoorn, N. (1999), "On masculinities, technologies, and pain: the testing of male contraceptives in the clinic and the media", *Science, Technology and Human Values* 24(2): 265 - 290
- Oudshoorn, N. (2003), "Clinical trials as a cultural niche in which to configure the gender identities of users: the case of male contraceptive development", in: *How users matter. The co-construction of users and technology*, Cambridge, Massachusetts, London, England, The MIT Press: 209 - 227
- Oudshoorn, N. en Pinch, T. (2003), *How users matter. The co-construction of users and technology*, Cambridge, Massachusetts, London, England, The MIT Press
- Oudshoorn, N., Rommes, E. en Stienstra, M. (2004), "Configuring the User as Everybody: Gender and Design in Information and Communication Technologies", *Science, Technology and Human Values* 29(1): 30-63
- Oudshoorn, N., Brouns, M. en Van Oost, E. (2005), "Diversity and distributed agency in the design and use of medical video-communication technologies", in: *Inside the politics of technology*, Harbers, H., Amsterdam, Amsterdam University Press
- Pinch, T. (1993), "'Testing - one, two, three ... testing!': toward a sociology of testing", *Science Technology and Human Values* 18:25-41
- Richens, J, Imrie, J en Copas, A. (2000), "Condoms and seat belts: the parallels and the lessons", *The Lancet* 355:400-403
- Rip, A. en Nederhof, A. (1986), "Between dirigism and laissez-faire: effects of implementing the science policy priority for biotechnology in the Netherlands", *Research Policy* 15:253-268

- Rohracher, H. (2005), *User involvement in innovation processes. Strategies and limitations from a socio-technical perspective*, München, Wien, Profil Verlag GmbH
- Rommès, E. (2002), *Gender scripts and the Internet. The design and use of Amsterdam's digital city*, proefschrift Universiteit Twente, Enschede, Twente University Press
- Schaeffer, G.J. (2003), Persoonlijke communicatie, destijds medewerker van ECN-Beleidsstudies, lid van de begeleidingscommissie voor dit proefschrift in het eerste jaar, bijeenkomst op 13 mei 2003
- Schot, J. en Bruhèze, A. (2003), "The mediated design of products, consumption, and consumers in the twentieth century", in: *How users matter. The co-construction of users and technology*, Cambridge, Massachusetts, London, England, The MIT Press: 229-245
- Schot, J., Slob, A. en Hoogma, R. (1995), *De implementatie van duurzame technologie als een Strategisch Niche Management probleem*, rapport ten behoeve van het Interdepartementaal Onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling
- Schumpeter, J. (1934), *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*, Cambridge MA, Harvard University Press
- Shapin en Schaffer (1985), *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton, NJ, Princeton University Press
- Silverstone, R. en Haddon, L. (1996), "Design and the domestication of information and communication technologies: technical change and everyday life", in: *Communication by design. The politics of information and communication technologies*, Silverstone, R. en Mansell, R., Londen, Routledge:44-74
- Silverstone, R., Hirsch, E. en Morley, D. (1992), "Information and communication technologies and the moral economy of the household", in: *Consuming technologies. Media and information in domestic spaces*, Silverstone, R. en Hirsch, E. Londen/New York, Routledge:15-32
- Sims, B. (1999), "Concrete practices: testing in an earthquake-engineering laboratory", *Social Studies of Science* 29(4): 483-518
- Smit, W. en Van Oost, E. (1999), *De wederzijdse beïnvloeding van technologie en maatschappij: een Technology Assessment benadering*, Bussum, Uitgeverij Coutinho
- Swierstra, T. en Jelsma, J. (2006), "Responsibility without Moralism in Technoscientific Design Practice", *Science Technology and Human Values* 31: 309-332
- Tenner, E. (1996), *Why things bite back. Technology and the revenge of unintended consequences*, New York, Alfred A. Knopf
- Van den Belt, H. en Rip, A. (1987), "The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye chemistry", in: *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*, Bijker, W., Hughes, T. en Pinch, T., Cambridge, Massachusetts, The MIT Press
- Van de Ven, A., Polley, D., Garud, R. en Venkataraman, S. (1999), *The innovation journey*, New York, Oxford University Press
- Van Lente, H. (1993), *Promising technology. The dynamics of expectations in technological developments*, proefschrift Universiteit Twente, Delft, Eburon
- Van Lente, H. (1994), "Een culturele ruimte voor technologische beloftes", *Filosofie en Praktijk* 15(2)
- Verbeek, P.P. (2000), *De daadkracht der dingen*, proefschrift Universiteit Twente,

## BIBLIOGRAFIE

- Amsterdam, Boom
- Verbong, G., Berkers, E. en Taanman, M. (2005) *Op weg naar de markt. De geschiedenis van het ECN 1976 – 2001*, Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland
- Weinberg, A. (1972), “Science and Trans-Science”, *Minerva* X(2)
- Wyatt, S. (2003), “Non-users also matter: the construction of users and non-users of the Internet”, in: *How users matter. The co-construction of users and technology*, Cambridge, Massachusetts, London, England, The MIT Press: 67-79
- Woolgar, S. (1991), “Configuring the user: the case of usability trials”, in *A sociology of monsters. Essays on power, technology and domination*, Law, J., Londen en New York, Routledge: 58-99
- Yin, R. (1984), *Case study research : design and methods*, Beverly Hills, Sage Publications

## Over de auteur

Voor dit promotieonderzoek was Jurgen Ganzevles als promovendus verbonden aan de Universiteit Twente. Momenteel werkt hij als senior onderzoeker / projectmedewerker bij het Rathenau Instituut in Den Haag, op de afdeling Technology Assessment. Hij is actief op het thema “Naar een duurzaam (leef)klimaat”.

De overheid verwacht dat technologie veel kan bijdragen aan een duurzame samenleving. Technologische innovatie vermindert niet alleen milieulast, maar laat de economie tegelijkertijd groeien – zo is het idee. In deze aanpak moet de burger vooral zorgeloos blijven consumeren, om een afzetmarkt voor innovatieve schone technologie zeker te stellen.

De bal voor duurzaamheid ligt daarmee bij technologen. Van hen wordt verwacht dat zij technologieën ontwikkelen die **duaal effectief** zijn: goed voor het milieu, maar ook aantrekkelijk voor de mens.

Vanuit Wetenschaps- en Technologiestedies beredeneerd lijkt deze beleidsaanpak een utopie. De rol van technologen en consumenten voor de te bereiken effecten in onze samenleving wordt als vanzelfsprekend verondersteld, terwijl die rol volgens de literatuur juist hoogst problematisch is.

Daarom is in deze studie onderzocht hoe technologen eigenlijk claimen dat hun ontwerp duaal effectief is en hoe zij dit weten waar te maken in de praktijk van ontwerpen en testen. Om deze vraag te beantwoorden heeft de auteur vier projecten van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) onder de loep genomen.

De studie laat zien dat technologen zwaar leunen op rekenmodellen om milieueffecten aan te tonen. In deze modellen wordt het gebruik van technologie door consumenten vooral uitgedrukt in vereenvoudigde, standaard parameters.

Dit proces van duaal ontwerpen en testen kan verbeterd worden door een sterkere koppeling met de praktijk te leggen. Dit kan, onder andere, door vroegtijdig te testen in hoeverre een technisch ontwerp overeind blijft onder een waaier aan experimentele gebruikerscondities. Nieuwe technologie die daar op getest is heeft een grotere kans om zijn ingebouwde effectiviteit ook waar te maken in onze complexe samenleving.