

Brassersplein 2
2612 CT Delft
Postbus 5050
2600 GB Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 70 00
F +31 88 866 70 57
infodesk@tno.nl

TNO-rapport

InduCE

Datum	10 december 2012
Auteur(s)	Bas Marban, Pieter Meulenhoff en Carolien van der Vliet-Hameeteman
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	22
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	TNO
Projectnaam	Induce
Projectnummer	055.01700
Rapportnummer	TNO 2013 R10588

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2012 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Doelstellingen	4
2	Aanpak	5
2.1	Overzicht onderzoeksvragen	5
2.2	Literatuur onderzoek	5
2.3	Bepaling besparingspotentieel	5
2.4	Interne brainstorm sessie	6
2.5	Workshop met marktpartijen	6
2.6	Definiëren en uitwerken van een cofinancieringsproject	7
3	Bevindingen	8
3.1	Energieverbruik in het huishouden	8
3.2	Het besparingspotentieel van de homegateway en andere ICT apparatuur in huishoudens	12
3.3	De interne brainstorm sessie	13
3.4	Verdiepingsslag van de brainstorm	15
3.5	Workshops en cofinancieringsprojecten	17
4	Conclusie	19
	Appendix	20
	Referenties	22

1 Inleiding

Zonder handelen, aanpassing van technologie of gedrag, is de algemene verwachting dat het energieverbruik van de ICT sector hard stijgt, harder dan andere sectoren. Dat kan in de toekomst mogelijk een probleem worden [1]. De Europese Unie heeft de ambitie om voor 2050 de uitstoot van broeikasgassen te reduceren met 80%, waarbij 1990 geldt als ijkpunt. Zolang nog niet alle energievraag kan worden ingevuld met hernieuwbare bronnen is energiebesparing noodzakelijk.

Uit eerder onderzoek van TNO [2] naar het verbruik van energie in ICT ketens blijkt dat de meeste energie wordt verbruikt, daar waar apparatuur beperkt gedeeld wordt. Resultaat hiervan is dat apparatuur energie verbruikt, zonder dat deze een functie vervuld. Een belangrijk voorbeeld daarvan is de huishoudelijke ICT. Hieronder verstaan we apparatuur die voldoet aan een bepaalde informatie- en communicatie-behoefte, zoals computers, tablets, (mobiele) telefoons, televisies, radio's, spelconsoles, settop-boxen, dvd-spelers, regel- en bewakingsapparatuur.

Het aandeel van ICT in het energiegebruik (alleen elektriciteit) binnen huishoudens is relatief groot. Voor huishoudens wordt het aandeel van ICT in het elektrische energieverbruik geschat op ongeveer 25% van het totale energieverbruik van een huishouden [3,4]. Verder blijkt uit onderzoek naar het energiegebruik van ICT in Nederland [3] dat verreweg het grootste deel wordt besteed binnen het huishouden (70% ten opzichte van 30% dat wordt verdeeld onder datacenters, operators, netwerken en kantoren).

De consument betaalt dus het grootste deel van de energierekening, terwijl individuele consumenten de kosten als laag kunnen ervaren. Het perspectief van waaruit energieverbruik wordt beoordeeld is hierbij bepalend. Vanuit het perspectief van een huishouden is het energieverbruik van ICT apparatuur in huishoudens, zeker in idle-toestand, relatief laag. Daarnaast heeft de gebruiker slechts beperkte invloed op het energieverbruik doordat een groot deel van de in huis aanwezige ICT apparatuur wordt geleverd door een derde partij (homegateways, settop-boxen en ontvangers). Dit alles zorgt ervoor dat bij huishoudens de noodzaak om te besparen op het ICT verbruik niet echt aanwezig is

In dit project zullen wij onderzoeken in hoeverre een besparing van het energieverbruik in huishoudens gerealiseerd kan worden, zonder dat de kwaliteit van de dienstverlening daarbij in gevaar komt. De oplossingsmechanismes voor dit soort besparingen zijn tweëerlei van aard: (a) technologisch, zoals het aanpassen van het ontwerp en implementatie van ICT apparatuur (protocollen, functionaliteit), en (b) organisatorisch, zoals het bedenken van manieren waarop veroorzakers van overmatige energieverbruik opdraaien voor de kosten. Dit kan een stimulans opleveren voor het terugdringen hiervan.

Het uiteindelijke doel van al deze oplossingsmechanismes is om de huidige impasse te doorbreken, dat wil zeggen,

- Het merendeel van de ICT gerelateerde energie wordt geconsumeerd in het huis, terwijl de besparingen per huishouden relatief klein zijn.
- Besparingen in huis leveren geen direct voordeel op voor de telecom providers

en de leveranciers van homegateways, omdat de consument de energierekening betaalt.

1.1 Doelstellingen

Aan de hand van de hierboven geschetste situatie, zijn de doelstellingen voor dit onderzoek als volgt opgesteld:

1. Het bepalen van de potentiële besparingen die mogelijk zijn door het toepassen van een ander mechanisme voor het ICT-gerelateerd energieverbruik in huishoudens. Hierbij wordt een mechanisme gekozen waarbij de inrichting van de waardeketen zodanig is dat het energieverbruik van ICT minimaal is, zonder op service kwaliteit in te leveren. Hiervoor zijn een aantal subdoelen geïdentificeerd:
 - a) Het in kaart brengen van het besparingspotentieel voor huishoudelijke ICT.
 - b) Het in kaart brengen van de huidige mechanismes of de waardeketen voor ICT-gerelateerd energieverbruik in huishoudens.
2. Het organiseren van een workshop met stakeholders om daarbij vast te stellen dat er inderdaad een besparingspotentieel is. Daarbij zal een EL&I-cofinancieringstraject worden opgesteld waarbinnen alternatieve oplossingsmechanismes voor energiebesparing bij ICT aansluitingen voor huishoudens zullen worden getoetst.

2 Aanpak

2.1 Overzicht onderzoeksvragen

Op basis van de doelstellingen voor dit onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Wat is het besparingspotentieel voor huishoudelijke ICT? Deze vraag valt uiteen in twee sub-vragen:
 - a) Wat is het aandeel energieverbruik van ICT in een huishouden in absolute en relatieve zin?
 - b) Welk percentage van dit aandeel zou kunnen worden bespaard, zonder dat dit de kwaliteit van de dienstverlening aantast?
2. Welke pilot rondom het inzichtelijk maken van het besparingspotentieel is samen met een stakeholder op te zetten?
 - a) Wie zijn daarbij de stakeholders?
 - b) Welk mechanisme rondom energiebesparing is mogelijk te toetsen in een pilot?

In de volgende sub-secties zullen wij het plan van aanpak presenteren, met als uiteindelijk doel het beantwoorden van de hierboven weergegeven vragen. In het kort bestaat het plan van aanpak uit 5 activiteiten: een literatuur studie naar ICT-gerelateerd energieverbruik in huishoudens, de kwantificering van het besparingspotentieel binnen huishoudens, een brainstorm naar mogelijke pilot opties, een workshop met geïnteresseerde marktpartijen en tot slot het definiëren en uitwerken van een cofinancieringsvoorstellen. Elke sub-sectie besluit met een verwijzing naar de uitwerking van de activiteit. Dit is namelijk niet voor alle activiteiten mogelijk, omdat bepaalde activiteiten zijn aangepast of geschrapt op basis van de uitkomsten bij eerdere activiteiten.

2.2 Literatuur onderzoek

Binnen deze activiteit wordt de huidige waardeketen voor ICT-gerelateerd energieverbruik in het huishouden in kaart gebracht. Op basis van EU rapporten en beschikbare statistieken (bijv. van het CBS) wordt het aandeel van elektrisch verbruik van ICT-apparatuur in huishoudens gekwantificeerd. De output van dit literatuur onderzoek zal gebruikt worden als input voor het bepalen van het besparingspotentieel voor huishoudelijke ICT. De uitwerking van deze activiteit is te vinden in §3.1.

2.3 Bepaling besparingspotentieel

Op basis van de resultaten van het literatuur onderzoek wordt binnen deze activiteit het besparingspotentieel voor huishoudelijke ICT in kaart gebracht. Op deze wijze wordt een realistisch beeld geschetst van de mogelijke impact van dit project. De uitkomsten van deze activiteit zullen richting geven aan de brainstorm en toekomstige workshop.

De opzet van de kwantificering van het besparingspotentieel is als volgt: (A) voor 5 verschillende soorten huishoudens wordt het gebruik van 3 ICT diensten (in tijdsduur of hoeveelheid MB) bepaald. (B) Vervolgens wordt per ICT dienst berekend hoeveel energieverbruik de desbetreffende dienst genereert. (C) Tot slot worden de resultaten van (A) en (B) gecombineerd om daarmee de gebruiksdata van de homgateway onder de volgende omstandigheden (zie Energy Star [6]) te berekenen (en te vergelijken):

- De homgateway staat continue aan.
- De homgateway staat volledig uit als er geen verbruik is.
- De homgateway staat op “stand-by” als geen verbruik plaats vindt.

Onder (A) zullen de volgende 5 huishoudscenario's worden bekeken (het percentage achter ieder scenario geeft aan hoeveel van de Nederlandse huishoudens onder het desbetreffende scenario vallen):

1. Eenpersoonshuishouden (37%)
2. Meerpersoonshuishouden zonder kinderen (28,4%)
3. Eenoudergezinnen (6,7%)
4. Ouderpaar met kinderen (27,3%)
5. Overige huishoudens (0,6%)

Verder bestuderen we 3 soorten ICT diensten onder (B) die allen gebruik maken van de homgateway. Dit zijn:

1. Televisie (IPTV)
2. (Draadloos) breedbandinternet
3. Telefonie (DECT of FXS/O).

Overige ICT diensten, zoals smartmeters en harddisk recorder, zullen in onze analyse niet worden meegenomen. Er wordt wel gekeken naar het besparingspotentieel van andere ICT gerelateerde apparaten (naast de hierboven besproken homgateway) in huishoudens, zoals televisie en DVD-spelers, De uitwerking van deze activiteit is te vinden in §3.2.

2.4 Interne brainstorm sessie

Het doel van deze activiteit is om op basis van het berekende besparingspotentieel een aantal ideeën op te stellen voor het groener maken van de huishoudelijke ICT. Dit in samenwerking met enkele interne experts op het gebied van groene ICT. Het uiteindelijke doel van de brainstorm sessie zal zijn het bedenken van motiverende prikkels waardoor het energieverbruik voor ICT gebruik in huis daalt. De output van deze interne brainstorm wordt ingezet om een pilot voorstel te definiëren dat in een workshop met marktpartijen en of overheidsinstanties gebruikt kan worden als een opstap naar een cofinancieringsproject. De uitwerking van deze activiteit is te vinden in §3.3 en §3.4.

2.5 Workshop met marktpartijen

Het originele doel van deze activiteit was om op basis van de uitkomsten van de voorgaande twee activiteiten een workshop te organiseren met verschillende marktpartijen. Daarbij zou enerzijds gereflecteerd worden op de bevindingen rondom het besparingspotentieel en anderzijds input gevraagd worden voor het opstellen van een cofinancieringsvoorstel. Ondanks dat uit de interne brainstorm

sessie enkele interessante ideeën zijn voortgekomen waren deze niet direct om te zetten in voor marktpartijen prikkelende presentaties. Er hebben daarom geen workshops met marktpartijen plaatsgevonden. Wel zijn in dit rapport de (potentiele markt-) ideeën weergegeven die naar aanleiding van de interne brainstorm zijn ontstaan. De uitwerking hiervan is te vinden in §3.5.

2.6 Definiëren en uitwerken van een cofinancieringsproject

Het originele doel van deze activiteit was om aan de hand van de bevindingen uit de workshop samen met marktpartijen een cofinancieringsvoorstel op te zetten waarin alternatieve mechanismes voor energiebesparing bij ICT aansluitingen voor huishoudens zouden worden getoetst. Aangezien er geen aansluiting is gevonden met potentiële marktpartijen is deze activiteit niet uitgevoerd (zie uitleg in §2.5).

3 Bevindingen

In deze sectie zullen wij de bevindingen van de uitgevoerde activiteiten uit het plan van aanpak presenteren.

3.1 Energieverbruik in het huishouden

In Sectie 2.3 staat beschreven hoe het besparingspotentieel berekend zal worden. Daarvoor zijn twee soorten data nodig: (A) het (gemiddeld) gebruik van ICT diensten, zoals televisie, internet en telefonie, door de Nederlandse huishoudens en (B) het energieverbruik per dienst door een homegateway die volledig voldoet aan de eisen van de Code of Conduct. Per datasoort zullen we hieronder bespreken wat voor informatie we gevonden hebben.

(A) Gebruik van ICT diensten

- *Televisie:*

- Kijktijd in minuten per dag, per huishouden:
 - o 240 minuten in 2007 [8].
- Kijktijd in minuten per dag, per persoon:
 - o 90 minuten in 2006 [13].
 - o 156 minuten in 2010 [9].
 - o 189 minuten in 2010 [16].
 - o 191 minuten in 2011 [14].
- In tegenstelling tot de bovenstaande cijfers wordt in [14] de kijktijd in minuten per doelgroep weergegeven, zie Tabel 1 hieronder.

Doelgroep	2011	2010	Index
<i>6+</i>	191	191	100
<i>Man 6+</i>	182	182	100
<i>Vrouw 6+</i>	200	200	100
<i>6-12</i>	116	116	101
<i>13-19</i>	118	113	105
<i>20-34</i>	162	166	97
<i>35-49</i>	182	188	97
<i>50-64</i>	237	232	102
<i>65+</i>	266	263	101

Tabel 1: Kijktijd in minuten per doelgroep, 02:00-26:00 uur, totaal zenders, 2011 en 2010 [14]

- Aangezien we voornamelijk geïnteresseerd zijn in televisiegebruik over de homegateway, moeten we ook weten welk aandeel van de huishoudens in bezit is van een IPTV decoder. De levert onderstaande percentages van de Nederlandse huishoudens op:
 - o 2% (+ 3% glasvezel) in 2010 [16].

- 4,9% in 2011 [15].
- 9% in 2011 [11].
- (Draadloos) internet:
 - Online tijd in minuten per dag, per persoon:
 - 80 minuten in 2000 [10].
 - 20 minuten in 2005 [18].
 - 150 minuten in 2010 [17].
 - 186 minuten in 2011 [19].
 - Het internetgebruik in MB per dag, per persoon of huishouden, is binnen de kwantificering van het besparingspotentieel niet meegenomen.

	Uren/dag (vrije tijd)	Ervaring (jaar)
Totaal	3,1	11,6
Geslacht		
Man	3,2	12,2
Vrouw	3,1	11,0
Opleiding		
Laag	3,7	10,0
Midden	3,0	12,0
Hoog	2,5	13,7
Leeftijd		
16-35	3,6	10,6
26-55	3,0	12,4
55+	2,6	11,7
Werk		
Werkzaam	2,8	12,6
Werkloos	3,6	11,5
Arbeidsongeschikt	3,7	11,1
AOW/Gepensioneerd	2,3	11,1
Huis-/huisvrouw	2,2	10,4
Student	3,9	8,9
Beroepsfunctie		
Directie	2,1	13,2
Managers	2,4	13,9
Hogere beroepen	2,9	13,2
Middelbare beroepen	2,8	12,0
Lagere beroepen	3,1	12,0

Tabel 1: Gemiddeld aantal uren per dag en internetervaring onder internetgebruikers, naar geslacht, opleiding, leeftijd en werk/beroepsfunctie [19]

- Het aandeel van de huishoudens dat beschikt over een (draadloze) homegateway is van belang bij het bepalen van het totale internetgebruik in Nederland. Daarover zijn de volgende cijfers bekend:
 - o In 2010 had 84%-90% van de huishoudens een breedband internet modems [10, 11].
 - o In 2009 had gemiddeld 66% van de huishoudens had een draadloze homegateway [12]. Dit percentage is 77% voor jongeren in de categorie 18-24 jaar en 58% voor personen in de categorie 55+.
- Telefonie:
 - Bel-tijd in minuten per dag, per persoon:
 - o 9 minuten in 2007 [20].
 - Het aandeel van de huishoudens dat beschikt over internet-telefonie (VOIP) is van belang bij het bepalen van het totale telefoniegebruik in Nederland. Daarover zijn de volgende cijfers bekend:
 - o 14% van alle huishoudens, 2007 [20].
 - o 36% van alle huishoudens, 2007 [8].
 - o 22% en 50% van alle huishoudens, 2010 [10].
 - o 19% en 50% van alle huishoudens, 2010 [11].

(B) Verbruik per dienst

Zoals al eerder aangegeven in het plan van aanpak wordt het verbruik van een dienst gemeten onder 3 omstandigheden:

- De homegateway staat hele dag aan, i.e., hoog verbruik.
- De homegateway staat uit als geen verbruik plaatsvindt.
- De homegateway staat op “stand-by” of “slaapstand” als er geen verbruik plaatsvindt, ook wel laag verbruik genoemd [5].

De homegateway die door ons bestudeerd is bestaat uit de volgende componenten:

- WAN-specifieke modem (kabel, DSL, fiber)
- 4 Ethernetpoorten
- 1 WLAN netwerk
- 2 USB aansluitingen
- 1 telefoonaansluiting
- Een bijpassende 230V AC/DC stekkervoeding

Het verbruik van de homegateway kan in twee gedeeltes worden opgesplitst, namelijk een generiek (dienst-onafhankelijk) deel en een (dienst-)specifiek deel. Voor beide gedeeltes levert de EU Code of Conduct [5] het hieronder weergegeven verbruik op:

Generiek deel:

- Centrale functies (processor en geheugen: routing, firewall, OAM, gebruikersinterface) plus WAN interface:

<u>Internet connectie</u>	<u>Laag / hoog verbruik</u>
- ADSL(2+)	2,6W / 3,8W
- VDSL2	3,5W / 6,0W
- Fast Ethernet WAN (100Base-T)	2,5W / 3,3W

- 2 USB aansluitingen (detectie of USB is aangesloten of niet): 0,5W (bij laag en hoog verbruik).

Specifiek deel:

- Vast internet en televisie:

	<u>Laag / hoog verbruik</u>
- 4 Ethernet poorten switch	0,6W / 1,8W
- 1 Ethernet poort	0,15W / 0,45W

- Draadloos internet:

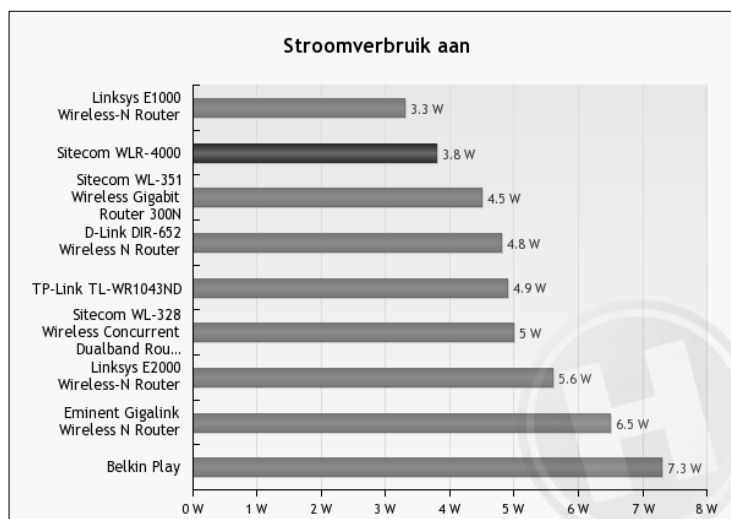
- 1 IEEE 802.11n Draft 2 radio	
Wi-Fi interface:	1,0W / 2,5W

- Telefoon:

- 1 FXS telefoniepoort:	0,5W / 1,5W
- 1 FXO telefoniepoort:	0,4W / 0,9W
- DECT GAP:	0,75W / 1,65W

Volgens de EU Code of Conduct is het laag en hoog verbruik van 4 Ethernet poorten gelijk aan, respectievelijk, 0,6W en 1,8W. Om tot het verbruik van 1 poort te komen, nemen we vervolgens aan dat het voldoende is om het verbruik van 4 Ethernet poorten door 4 te delen.

Uitgaande van de bovenstaande getallen komen we op een gemiddeld verbruik van de homegateway dat tussen de 4W en 10W in ligt (afhankelijk van de lage of hoge verbruiksstaat waarin het apparaat verkeerd), zie Tabel 1 in de Appendix. Dit komt overeen met het verbruik van enkele veel voorkomende routers, zoals in Figuur 1 te zien is.



Figuur 1: Stroomverbruik van enkele veel voorkomende routers (in Wh) [21]

3.2 Het besparingspotentieel van de homgateway en andere ICT apparatuur in huishoudens

In deze sectie zullen we het besparingspotentieel bespreken. Zoals hierboven reeds vermeld, wordt de mogelijke besparing ingeschat aan de hand van een aantal scenario's. In eerste instantie zal worden ingezoomd op de mogelijke besparing op het energieverbruik van de homgateway. Vervolgens zal ook kort ingegaan worden op het besparingspotentieel van ICT in het huishouden in het algemeen.

De exacte berekening van het besparingspotentieel kan gevonden worden in de Appendix van dit rapport. De mogelijke besparing op het energieverbruik van de homgateway is bepaald onder de volgende omstandigheden:

- (A) De homgateway staat continue aan.
- (B) De homgateway staat op "stand-by" als geen verbruik plaats vindt.
- (C) De homgateway staat volledig uit als er geen verbruik is.

In Tabel 3 hieronder wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de besparingspotentieel calculatie.

<i>Besparingspotentieel in kWh per dag</i>		
	(B) t.o.v. (A)	(C) t.o.v. (A)
<i>Gemiddeld huishouden</i>	0,02	0,11
<i>Totaal NL huishoudens</i>	124.256,35	853.949,38
<i>Besparingspotentieel in kWh per jaar</i>		
	(B) t.o.v. (A)	(C) t.o.v. (A)
<i>Gemiddeld huishouden</i>	6,07	41,71
<i>Totaal NL huishoudens</i>	45.353.566,25	311.691.525,26

Tabel 3: Besparingspotentieel per dag en per jaar (365 dagen) voor een gemiddeld huishouden en voor het totaal aan huishoudens in Nederland (in kWh).

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat, in geld uitgedrukt, het besparingspotentieel van een gezin ergens tussen de 1 en 10 euro in ligt, per jaar (de gemiddelde elektriciteitsprijs per kWh is gelijk aan 0,22 euro [22]). Voor een huishouden levert dit dus geen directe stimulans op om een nieuwe homgateway aan te schaffen of het eigen gebruiksgedrag aan te passen. De totale te behalen besparing met energie-efficiëntere homgateways in Nederland ligt echter tussen de 45 en 300 gWh. Dit is het dubbele van het energieverbruik van alle KPN datacenters in Nederland. Ondanks dat besparingen op microschaal (huishoudens) dus moeilijk te realiseren zijn, hebben dezen op macroschaal wel degelijk nut. Daarin ligt de uitdaging van het InduCE project.

De homgateway is slechts één element van de ICT gerelateerde apparaten in huishoudens. Andere voorbeelden van apparaten zijn de televisie, computers en Dvd-spelers. Ook voor deze apparatuur kunnen we een inschatting maken van het besparingspotentieel. Dit is wederom gedaan aan de hand van een aantal scenario's (of besparingsmaatregelen) die zijn berekend voor een vijftal verschillende huishoudens. Per scenario is steeds uitgegaan van het huidige energiegebruik (bijvoorbeeld voor televisie kijken), en wat voor dat scenario het te

behalen potentieel is (A++ televisie). Zo zijn de volgende (extreme) scenario's verwerkt in de berekening van het maximale besparingspotentieel. Samenvattend:

- Overstappen op het gebruik van een *zuinige TV* waarbij het jaarlijkse energieverbruik daalt met 75%.
- Personal computers en laptops zijn vervangen door een zuinigere variant. Het jaarlijkse energieverbruik daalt met 62%.
- Settop-boxen, Dvd-spelers, Videorecorders, radio, worden vervangen door streaming diensten. Het jaarlijkse energieverbruik daalt met 80%.

In de hierboven beschreven maatregelen zit een besparingspotentieel van in totaal 50% van het ICT energiegebruik in het huishouden. Dit betekent dat het totale jaarlijkse energieverbruik van ICT in huishoudens daalt naar ongeveer 10PJ per jaar, net geen 3 tWh, ongeveer gelijk aan de capaciteit van één STEG-centrale. De Eemscentrale bestaat bijvoorbeeld uit een combinatie van vijf STEG-centrales.

3.3 De interne brainstorm sessie

In deze sectie zullen de resultaten van de interne brainstorm sessie worden gepresenteerd. Deze brainstorm heeft plaatsgevonden op woensdag 4 juli 2012. Aanwezig waren de volgende personen: Pieter Meulenhoff, Richard Westerga, Frank Berkers, Frank den Hartog, Geerte Paradies, Carolien van der Vliet-Hameeteman en Bas Marban. Tijdens een eerste discussie ronde zijn twee idee-gebieden geformuleerd: (1) het in kaart brengen van energieverbruik in huishoudens en (2) het terugdringen van het energieverbruik van de homegateway. Hieronder wordt nader ingegaan op beide gebieden.

1. Inzicht in het (ICT) energiegebruik in huishoudens:

Achtergrond:

Tegenwoordig zijn er metertjes/applicaties beschikbaar om het energiegebruik in je huishouden in kaart te brengen. Ook worden de eerste slimme meters op de hoofdaansluiting uitgerold in Nederland. Deze meters/applicaties schetsen een energieprofiel van het totale huishouden (de hele aansluiting). Voor gebruikers is het zinnvoller om naar het energiegebruik van individuele apparaten, en de bijdrage daarvan ten opzichte van het hele huishouden te beschouwen. Om dit te realiseren is in principe een meetpunt per apparaat (stopcontact) nodig. De investering in dergelijke apparatuur is zeer hoog (zeer lange terugverdientijd). Aangezien het om veel gestandaardiseerde apparatuur gaat (massaproductie-apparaten zijn niet uniek) moet het ook anders kunnen.

Idee:

Een toepassing/dienst/website die het energiegebruik van je huishouden (of bedrijf) in kaart brengt. Zelf geef je aan welke apparaten je in huis hebt, hoeveel, en wat het gebruiksprofiel is. Op basis van deze gegevens wordt een totaal energieverbruik geschat, alsook het aandeel van (groepen van) apparaten.

Door steekproefsgewijs apparaten wel te meten (met een doorplugstekker) door gebruikers en deze onderling te delen is een database op te bouwen waarop statistiek toegepast kan worden. Ook kunnen specificaties van fabrikanten daarvoor gebruikt worden, en per type apparaat een beste van de klas.

Verder kan zo'n toepassing eventueel worden gekoppeld aan een energiemeet systeem die op basis van het gehele signaal een terug rekening doet naar de individuele gebruikers. Er zijn een aantal publicaties bekend die dit op basis van statistiek doen, zie bijvoorbeeld [23,24,25].

Tot slot kan op basis van het berekende totale energieverbruik, en dat van componenten, aan de gebruiker een (lange-termijn) advies worden verstrekt, bijvoorbeeld activeer de stand-by modus op je router.

2. Kosten van het energiegebruik van de internet gateway:

Achtergrond:

Vroeger werd de telefoonlijn gevoed vanuit het netwerk van KPN. De kosten voor de energie van de telefoon kwamen daardoor voor rekening van de telefoonmaatschappij. Tegenwoordig wordt het modem gevoed vanuit de aansluiting van de gebruiker. Voor de telecom-operator is er daardoor geen reden meer om een zuinig apparaat aan de gebruiker te verstrekken: de pijn wordt niet gevoeld.

Ideeën:

a) Het doorberekenen van het stroomverbruik van individuele ICT apparaten naar de telecom-operator:

- Statistisch afrekenen: iedere telecomprovider heeft informatie over hoe lang klant modems aanstaan, en hoeveel bytes worden getransporteerd. Op basis van deze informatie kan een energieberekening worden gedaan. Dat is een stuk goedkoper dan alle gateways van een energiemeter voorzien.

De vraag is of statistische afrekenen uiteindelijk voor de gebruiker goedkoper wordt, aangezien die kosten toch doorberekend zullen gaan worden in de prijs van de dienst die wordt geleverd. Direct zal het dus waarschijnlijk niet veel opleveren, want er zal alleen een verplaatsing van geldstromen plaatsvinden, geen besparing op zich. Daarnaast is het meten en verrekenen van energieverbruik van het modem niet triviaal, en levert het extra (implementatie) kosten op voor de telecomprovider.

- Internet as a service: de homgateway wordt onderdeel van een dienst waarbij de energiekosten voor rekening van de provider komen. Een andere optie is om het apparaat een aparte dienst te maken, die door een aparte partij (los van de telecomprovider) geleverd kan worden. Dit idee heeft als voordeel dat providers kunnen (blijven) concurreren op bijvoorbeeld prijs en functionaliteit, en dat huishoudens meer keuzevrijheid.

b) Een energielabel voor homgateways:

- Telecom operators kopen hun apparaten in bij specifieke leveranciers. Door samenwerking met bijvoorbeeld Milieu Centraal kan een energielabel worden toegekend aan deze apparatuur. De overheid zou op basis daarvan dan eventueel richtlijnen kunnen opstellen waaraan alle routers moeten voldoen.

c) Stimuleren gebruik low power mode:

- Dit idee roept de volgende vragen op: wat is technisch mogelijk op dit gebied? Waarom gebeurt dit op dit moment nog niet? De mogelijke antwoorden zijn in dit stadium van het project niet aan bod gekomen.
- Door toekomstige ontwikkelingen (de verdere uitrol van smart meters, etc.) zal het gebruik van de homgateway steeds efficiënter worden, en zal de low power mode steeds minder inzetbaar zijn.

d) Cloud oplossing:

- Als huishoudens dicht bij mekaar wonen kunnen ze samen gebruik maken van één draadloos modem. Deze zal dan worden uitgerust met meer functionaliteit.

e) Virtual Hom gateway:

- De Virtual Hom gateway is een alternatieve Internet-netwerk architectuur waarin een gedeelte van de huidige Hom gateway functionaliteiten dieper in het operator netwerk worden geplaatst. De hom gateway wordt in dit geval voornamelijk een doorgeefluik van services. Voordelen: makkelijker om nieuwe services te introduceren voor meerdere gebruikers tegelijk en beter gebruik van het netwerk door “resource sharing” en het daarmee reduceren van het totale energieverbruik.

3.4 Verdiepingsslag van de brainstorm

Aan de hand van de brainstorm sessie zijn op 22 en 25 oktober en 5 november 2012 gesprekken gevoerd met, respectievelijk, Frank den Hartog, Freek Bomhof, en Matthias Fath. Doel van deze gesprekken was het verder uitdiepen van de ideeën die ontstaan zijn tijdens de brainstorm sessie. De belangrijkste punten uit de gevoerde gesprekken zullen in deze sectie aan bod komen.

1. Inzicht in het (ICT) energieverbruik in huishoudens:

Idee 1: Smart meters van bijvoorbeeld Nuon of Essent geven inzicht in totale (geaggregeerde) energieverbruik van huishoudens. Voor een specifiek inzicht in het verbruik zijn (Plugwise-achtige) meters per apparaat nodig. Dit vraagt om een aanzienlijke financiële investering. Tegenwoordig is er echter ook literatuur dat, met behulp van machine- en Bayesian learning, statistiek en elektrotechnische inzichten, het totale energieverbruik kan opsplitsen naar verbruik per apparaat, zie wederom [23,24,25]. TNO zou een kennis-/ cofinancieringsproject kunnen opstarten dat in samenwerking met Nuon of Essent een uitbreiding van de huidige energie-applicaties ontwikkelt, waarbij verbruik van individuele apparaten inzichtelijk wordt gemaakt zonder dat daarbij extra meetpunten nodig zijn.

Idee 2: Bij het opzetten van de energie-applicatie (bijv. een besparingsgame) voor bijvoorbeeld Plugwise zou je de gebruikers kunnen verdelen in 2 groepen: reguliere gebruikers en premium (Plugwise) gebruikers. Deze laatste groep krijgt dan toegang tot meer informatie, betere tips, en meer analyse mogelijkheden. Dit alles in ruil voor de extra meetinformatie die zij aan de applicatie leveren. Verder zou je in de applicatie een soort van vergelijking kunnen maken tussen het gebruik van het huishouden en het gemiddeld gebruik van een vergelijkbaar huishouden (eventueel opgedeeld naar apparaat). Dit zou kunnen motiveren tot verandering als men bijvoorbeeld inziet dat een gemiddeld ander huishouden het veel beter doet (en dus veel zuiniger is) op het gebied van ICT apparatuur.

Dit idee heeft een commerciële insteek, door de samenwerking met een partij die meetapparatuur levert. Deze apparatuur kan dan geleverd worden met een dienst/applicatie die energiebesparing stimuleert.

Mogelijke partners voor deze twee ideeën zijn energieleveranciers, zoals Essent en Nuon, en verstrekkers van meetapparatuur, zoals Plugwise.

2. Kosten van het energieverbruik van de internet gateway:

a) Internet as a service:

De Internet Service Provider (ISP) levert de klant een service, namelijk het gebruik van internet, en neemt daarbij alle kosten voor z'n rekening. De klant leaset daarbij de homegateway van de ISP, die eigenaar blijft en ook de energiekosten betaalt. Voorbeelden uit de praktijk waarin dit principe ook wordt toegepast:

- Wasmachines in Italië [zie <http://www.energyawareness.eu/beaware/>].
- Walter Ploos van Amstel (TNO) heeft aan een project gewerkt waarbij gekeken wordt hoe een partij de energiekosten van een kantoorpand op zich neemt (voor een vast bedrag per maand) en door middel van het introduceren van duurzame lampen, etc. winst kan maken.

Tot de mogelijke partners voor dit idee behoren de verschillende Internet Service Providers.

b) Een energielabel voor homegateways:

De EU standaarden voor de homegateway, zoals de EU Code of Conduct [5], kunnen worden vertaald naar de Nederlandse praktijk. Daarbij kan eventueel een Nederlandse standaardisatie vereniging worden opgericht. Tevens kan een energielabel voor homegateways worden ontwikkeld. Aan de hand van dit label kan vervolgens door de overheid aan belastingheffing worden gedaan.

Het heffen van belastingen aan de hand van een energielabel zou een uitvoerbaar systeem kunnen zijn dat ervoor zorgt dat de energiekosten van de homegateways bij de internet providers terecht komen. Bij ieder ander systeem zal de bottleneck worden gevormd door de meetbaarheid van het energieverbruik van individuele homegateways. Hoe doe je dat namelijk? En zelfs als je al in staat bent om het energieverbruik van een homegateway te bepalen, hoe zorg je ervoor dat de kosten terugkomen bij de internet provider? De klant is namelijk degene die de homegateway op de energiemeter heeft aangesloten, en zal dus ook degene zijn die wordt aangeslagen door de netbeheerder.

Er zijn verschillende potentiële partners voor dit idee, namelijk:

- NEN (Nederlandse Norm), een samenwerkingsverband van het Nederlands Normalisatie-instituut en de Stichting NEC (gespecialiseerd in de normalisatie van elektrotechniek en ICT), heeft ervaring met het opstellen van normering en standaardisatie.
- De overheid kan de volgende vragen beantwoorden: is het mogelijk om de Europese Code of Conduct in de Nederlandse wet op te nemen? Wat zijn mogelijke manieren om verbruiksstandaarden voor homegateways dwingend te maken? Hoe moeten de belastingen aan de hand van de energielabels voor homegateways vorm krijgen?
- Stichting Milieu Centraal, een onafhankelijke voorlichtingsorganisatie die consumenten praktische informatie biedt over milieu en energie in het dagelijks leven. Zij leveren onder andere de energielabels voor de huizen- en automarkt.

d) Cloud oplossing:

Binnen deze oplossing wordt het energieverbruik teruggedrongen door er voor te zorgen dat de homegateway continu (ofwel zoveel mogelijk) belast is, zodat er weinig "dure idle tijd" is. Er loopt al een project op dit gebied:

- Project FON (Brits initiatief): dit project richt zich op het beschikbaar stellen van de WIFI functie op routers als hotspot voor externen (tegen financiële vergoeding). Om hierbij het effect op het energie verbruik te bepalen moet wel breder gekeken worden dan alleen de homegateway. Deze oplossing kan als effect hebben dat een deel van het mobiele verkeer verschuift naar het vaste netwerk, en heeft dus impact op het energie verbruik van de gehele keten (deze verandert namelijk).. De centrale vraag hierbij is: is decentraliseren beter dan centraliseren voor het energieverbruik? Voor een antwoord op deze vraag is verder onderzoek nodig.

e) Virtual homegateway:

Binnen deze oplossing wordt getracht een besparing van het ICT energieverbruik te realiseren door services dieper in het netwerk te plaatsen. Hierbij houdt iedereen wel gewoon z'n vaste aansluiting. Er gebeurt al van alles op dit gebied, maar de precieze status moet verder onderzocht worden:

- Orange/France Telecom heeft hier in een project naar gekeken (waarschijnlijk bevindt dit zich nog in de kennisfase).
- Binnen TNO is er een voorstel geschreven op dit gebied door Frank den Hartog in samenwerking met IBBT (Belgisch concern dat het oorspronkelijke idee heeft geopperd; tegenwoordig bekend onder de naam IMinds). Dit is alleen niet van de grond gekomen, doordat een mogelijke partner Alcatel-Lucent op het laatste moment uit het project is gestapt. Het voorstel kan nieuw leven ingeblazen worden door het op een nieuwe manier in te steken en daarbij geschikte partners te vinden.

3.5 Workshops en cofinancieringsprojecten

Op basis van de ideeën die zijn voortgekomen uit de brainstorm sessie en de daaropvolgende verdiepingsslag, zijn twee potentieel interessante richtingen voor toekomstig onderzoek geïdentificeerd:

1. De geïntegreerde homegateway:

Achtergrond:

Op dit moment leveren bedrijven (Plugwise, Nuon, Eneco, Essent) apparatuur voor het in kaart brengen en aansturen van het energiegebruik in huishoudens en kantoren. Deze apparatuur bestaat typisch uit doorsteekstekkers, op afstand bestuurbare thermostaten en een hub/gateway voor de verbinding met een centrale service. In de toekomst zal de integratie van technologie en diensten, ten behoeve van een betere kwaliteit van wonen en werken, nog verder toenemen. De domotica [7] gaat een prominente rol spelen, met name op het vlak van energie, veiligheid en comfort. Dit alles zal gepaard gaan met een verdere toename van het aantal dienst-specifieke apparaten in huishoudens en kantoorpanden.

Idee:

Het is mogelijk om de functionaliteit van een product-specifieke gateway zoveel mogelijk in de bestaande telecomrouter van de netwerkleverancier (KPN, Ziggo, UPC, etc.) te integreren zodat voorkomen wordt dat er een product-specifieke hub/gateway moet worden gebruikt. In principe kan dit

beperkt worden tot bijvoorbeeld een wireless transceiver (ZigBee, Z-Wave, 433Mhz, 868Mhz, WiFi) op de USB poort van een bestaande router of experia box, aangevuld met software in de bestaande router zelf. De winst is dat dit kosten bespaard voor de leverancier (Eneco, Plugwise, etc.) en potentiële inkomsten voor KPN die een stabiel 'connected' platform kan aanbieden in de huisomgeving.

Mogelijke partners:

Telecomproviders (KPN, Ziggo, en UPC), verkopers van meetapparatuur (Plugwise), energieleveranciers (Eneco en Essent) en de ontwikkelaars van overige domotica (Domotica Platform Nederland).

2. Virtual Homegateway (smart city concept):

Dit idee is verder niet uitgewerkt, in voorgaande paragrafen zijn al wel een aantal mogelijk richtingen genoemd. Dit idee zou opgepakt kunnen worden in samenwerking met "Almere Smart City" of "Amsterdam Smart City".

4 Conclusie

In huishoudens wordt behoorlijk wat elektriciteit verbruikt zonder dat de bewoners precies weten waardoor. Neem het internetmodem. Dat kan anders. De oplossing is voorhanden. Het wachten is op kabelbedrijven die van het terugdringen van energieverbruik werk maken.

Veel apparaten in huis verbruiken elektriciteit, ook als ze niet worden gebruikt. De kosten van dit zogenaamde sluipverbruik bedragen soms wel tien procent van de totale elektriciteitsrekening. Vervelend voor de eigenaar, want die maakt vermijdbare kosten. Bovendien is het slecht voor het milieu; de opwekking van elektriciteit gaat immers gepaard met de uitstoot van CO₂.

Hoe zit dat nou met computergebruik? Welk apparaat of welk gebruik vraagt de meeste stroom? De grootste energieverbruiker is het modem (ofwel de homegateway). Als je huidige modems bij de mensen thuis zou kunnen vervangen door een modem die op “stand-by” springt wanneer deze niet gebruikt wordt, kan hiermee in Nederland op jaar basis 45GWh aan energie bespaard worden. Dit is vergelijkbaar met het energie verbruik van 13,5 duizend huishoudens.”

Geen financiële prikkel

Zo’n grootschalige vervangingsoperatie zou niet alleen goed zijn voor het milieu, maar ook voor de portemonnee van de pakweg 7,5 miljoen Nederlandse huishoudens. Burgers betalen immers de energiekosten van de modems. Helaas is de kans dat het daadwerkelijk gebeurt klein. Voor een huishouden levert een energiezuiniger modem een besparing op van een paar euro per jaar. Dat is niet heel spectaculair. Een gloeilamp vervangen door een ledlamp levert meer voordeel op.

En daar zit het probleem. De financiële prikkel om te kiezen voor energiezuinige modems ontbreekt. Het zijn de grote kabelmaatschappijen zoals UPC, Ziggo en KPN die de modems leveren. Zij bepalen dus welk model wordt gebruikt. En als een energiezuinig modem tien euro duurder is dan een gewoon modem, kiezen ze voor het gewone, goedkope modem. Ze hoeven namelijk zelf de energiekosten niet te betalen; dat doet de klant.

In dit project is naast onderzoek naar de mogelijke besparingen ook gezocht naar alternatieven, zoals modems die standby gaan staan en modems die uitgaan als je ze niet gebruikt. Een voorbeeld van een alternatief is het integreren van een internetmodem met een ander apparaat. Het kastje voor de kabel-tv, of een slimme meter, kan geïntegreerd worden met het internetmodem. Je zou dan voor meerdere functies maar één apparaat en één stekker nodig hebben. Aan deze oplossing zitten haken en ogen. Als de leveranciers van energie en van internet een kastje moeten delen, wie is er dan eigenaar en verantwoordelijk?.

Kortom: er zijn oplossingen om het energieverbruik terug te dringen, maar die worden voorlopig niet toegepast. Het realiseren van deze oplossingen is niet eenvoudig, daarvoor moeten meerdere partijen samenwerken en soms keuzes gemaakt worden die wel ‘groen’ zijn, maar financieel in eerste instantie minder aantrekkelijk.”

Appendix

In deze appendix zullen de tabellen worden weergegeven die betrekking hebben op de kwantificering van het besparingspotentieel.

De gegevens uit de onderstaande tabel zijn gebaseerd op data uit de EU Code of Conduct, zie pagina 9 van dit rapport. Aan en Stand-by verwijzen, respectievelijk, naar hoog en laag gebruik van de homegateway.

Diensten \ verbruiksstand	Aan	Stand-by
<i>Basis (internet)</i>	4,75	4,1
<i>WIFI</i>	2,05	0,85
<i>IPTV</i>	0,45	0,15
<i>VOIP</i>	1,5	0,5
Totaal	8,75	5,6

Tabel 1: Energieverbruik (in Watt) per dag

Aan de hand van gegevens uit Sectie 3.1 is voor ieder scenario tevens een gebruikshoeveelheid vastgesteld, zie de onderstaande tabel.

Scenario's \ Diensten	Internet	Televisie	Telefoon
<i>(A) Eenpersoonshuishouden</i>	200	180	9
<i>(B) Meerpersoonshuishouden zonder kinderen</i>	120	170	18
<i>(C) Eenoudergezinnen</i>	100	180	20
<i>(D) Ouderpaar met kinderen</i>	180	220	30
<i>(E) Overige huishoudens (bijv. 65+ gezin)</i>	80	250	45

Tabel 2: Gebruik van dienst per scenario, in minuten per dag

Bij het berekenen van het besparingspotentieel is ervanuit gegaan dat het bovenstaande dienstgebruik niet overlappend is. Dit is een niet zo heel realistische aanname, maar het levert wel een ondergrens van het besparingspotentieel op.

Door de gegevens uit Tabellen 1, 2 en 3 te combineren, en daarbij rekening te houden met het percentage van de Nederlandse huishoudens dat onder ieder scenario valt, verkrijgen wij voor ieder scenario de hoeveelheid Watt per dag dat kan worden bespaard door de homegateway op (a) stand-by te zetten of (b) volledig uit. De resultaten staan in Tabel 3.

Scenarios	Watt p.d.
<i>Eenpersoonshuishouden (37%)</i>	
(A) Totaal (Altijd aan)	143,53
(B) Totaal (Stand-by modus)	127,00
(C) Totaal (Uit tijdens inactiviteit)	36,61
Besparingspotentieel (B) t.o.v. (A)	16,53
Besparingspotentieel (C) t.o.v. (A)	106,92

Scenarios	Watt p.d.
<i>Meerpersoonshuishouden zonder kinderen (28,4%)</i>	
(A) Totaal (Altijd aan)	143,53
(B) Totaal (Stand-by modus)	126,42
(C) Totaal (Uit tijdens inactiviteit)	12,97
Besparingspotentieel (B) t.o.v. (A)	17,11
Besparingspotentieel (C) t.o.v. (A)	130,57
<i>Eenoudergezinnen (4% met 1 kind; 2,7% met >1 kinderen)</i>	
(A) Totaal (Altijd aan)	143,53
(B) Totaal (Stand-by modus)	126,37
(C) Totaal (Uit tijdens inactiviteit)	12,65
Besparingspotentieel (B) t.o.v. (A)	17,16
Besparingspotentieel (C) t.o.v. (A)	130,88
<i>Ouderpaar met kinderen (9,7% met 1 kind; 17,7% met >1 kinderen)</i>	
(A) Totaal (Altijd aan)	143,53
(B) Totaal (Stand-by modus)	127,46
(C) Totaal (Uit tijdens inactiviteit)	40,59
Besparingspotentieel (B) t.o.v. (A)	16,07
Besparingspotentieel (C) t.o.v. (A)	102,94
<i>Overige huishoudens (0,6%)</i>	
(A) Totaal (Altijd aan)	143,53
(B) Totaal (Stand-by modus)	127,13
(C) Totaal (Uit tijdens inactiviteit)	35,53
Besparingspotentieel (B) t.o.v. (A)	16,40
Besparingspotentieel (C) t.o.v. (A)	108,00

Referenties

- [1] SMART2020 rapport
- [2] Holistic, intern kennisopbouw project
- [3] ICT stroomt door Tebodin
- [4] Electricity Consumption and Efficiency Trends in European Union - Status Report 2009, JRC, 2009
- [5] EU Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment, Version 3, 2008
- [6] Energy Star, Energy Star Program requirements for computers, Version 4.0, 2006.
- [7] ECN, NIDO, Zelfstandig blijven met Domotica, 2006.
- [8] Tebodin, in opdracht van Ministerie van Economische Zaken, ICT stroomt door, 2007.
- [9] SPOT, Alles over tijd, Tijdbestedingsonderzoek, 2010.
- [10] Van Holsteijn en Kemna B.V. in opdracht van SenterNovem, BASISDOCUMENT (definitief) Elektrische apparatuur in Nederlandse huishoudens, 2008
- [11] CBS; ICT, Kennis en Economie, 2011
- [12] Cisco, Cisco Wireless YouGov Survey Results, 2009
- [13] Sociaal Cultureel Planbureau, De tijd als spiegel, 2006.
- [14] SKO (Stichting Kijkonderzoek) jaarrapportage 2011
- [15] SKO TV in Nederland 2011, 2012
- [16] SPOT televisierapport 2010
- [17] Dialogic, Breedband en de Gebruiker V, Wat doet en wil de Nederlandse internetter anno 2010?
- [18] SCP, Tijdsbestedingsonderzoek, 2005 (www.tijdsbesteding.nl)
- [19] Universiteit Twente, Trendrapport Computer- en Internetgebruik 2011
- [20] CBS, Digitale Economie, 2007
- [21] <http://nl.hardware.info/reviews/>
- [22] <http://www.milieucentraal.nl/themas/energie-besparen/energieprijzen>
- [23] C. Laughman, K. Lee, R. Cox, S. Shaw, S. Leeb, L. Norford, and P. Armstrong. *Power signature analysis*. IEEE Power & Energy Magazine, 2003.
- [24] L. Farinaccio and R. Zmeureanu. *Using a pattern recognition approach to disaggregate the total electricity consumption in a house into the major end-uses*. Energy and Buildings, 30(3), p.245-259, 1999.
- [25] S.N. Patel, T. Robertson, J.A. Kientz, M.S. Reynolds, and G.D. Abowd. *At the flick of a switch: Detecting and classifying unique electrical events on the residential power line*. In UbiComp '07: Proceedings of the 9th international conference on Ubiquitous Computing, 2007.