



Planbureau voor de Leefomgeving

Energieverbruiks- managers in Nederland

Energie besparen met de slimme meter

Kees Vringer

Mirthe Boomsma

Daan van Soest

April 2021

PBL

Colofon

Energieverbruiksmanagers in Nederland. Energie besparen met de slimme meter

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2021

PBL-publicatienummer: 3855

Contact

Kees.vringer@pbl.nl

Auteurs

Kees Vringer (PBL), Daan van Soest (Universiteit van Tilburg) en Mirthe Boomsma (Universiteit van Tilburg/PBL)

Met dank aan

Met dank aan Ernestine Elkenbracht (Quintens), Thomas Dirkmaat (EZK), Jentse Hoekstra (EZK), Henk van Elburg (RVO), Stephanie Rosenkrantz (UU), Michel Handgraaf (WUR), Walter Ruijgrok (Energie-Nederland), Marijke Menkveld (TNO), Bart Rietveld (PBL), Allard Warrink (PBL), Nico Hoogervorst (PBL), Jetske Bouma (PBL), Jarry Porsius (PBL), Vattenfall en de Energie Display Alliantie: Stichting !Woon (Amsterdam), gemeente Utrecht, de Woonbond met huurdersorganisaties Albaniana (Alphen a/d Rijn) en MEVM (Assen e.o.), Energieloket AGEM (8 Achterhoekse gemeenten), Woningcorporatie U-Woon (Harderwijk e.o.), Inwonersinitiatief Energierijk Houten.

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Vringer, K., M. Boomsma & D. van Soest (2021), *Energieverbruiksmanagers in Nederland. Energie besparen met de slimme meter*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

INHOUD

BEVINDINGEN	5
VERDIEPING	8
1 Inleiding	8
2 Feedback en energiebesparing	10
2.1 Feedback op het energieverbruik	10
2.2 Feedback op het energieverbruik met energieverbruiksmanagers	11
2.2.1 De slimme meter als databron voor EVMs	11
2.3 Effect van feedback op energiebesparing	12
2.3.1 Ontwerp van de energieverbruiksmanager	12
2.3.2 Effecten feedback energiebesparing op langere termijn	13
2.3.3 Invloed van fysieke- en sociale context op effecten feedback	14
2.4 Betrouwbaarheid bepaling effecten	14
2.4.1 Causale effecten vaststellen	14
2.4.2 Verschillen kleinschalige en grote experimenten	16
3 Energieverbruiksmanagers en beleid	18
3.1 Convenant 10 PJ energiebesparing gebouwde omgeving	18
3.1.1 Verbetering van het verbruiks- en kostenoverzicht	19
3.1.2 Bevordering gebruik energieverbruiksmanagers	19
3.1.3 Besparingseffecten energieverbruiksmanagers	20
4 Effecten energieverbruiksmanagers in Nederland	21
4.1 Eenvoudige in-home display	22
4.1.1 Onderzoeksopzet	22
4.1.2 Resultaten	23
4.1.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting	24
4.2 App op telefoon of tablet	24
4.2.1 Onderzoeksopzet	24
4.2.2 Resultaten	25
4.2.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting	25
4.3 E-mail + webapplicatie	25
4.3.1 Onderzoeksopzet	26
4.3.2 Resultaten	26
4.3.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschattingen	26
4.4 Het verbeterde verbruiks- en kostenoverzicht	27
4.4.1 Onderzoeksopzet	27
4.4.2 Resultaten	27
4.4.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting	28
4.5 Samenvatting	28

BEVINDINGEN

Energieverbruiksmanagers in Nederland

Het energieverbruik van Nederlandse huishoudens veroorzaakt 15 tot 20 procent van de Nederlandse CO₂-emissies. Een verlaging van het energieverbruik van huishoudens is noodzakelijk om de Nederlandse klimaatdoelen te kunnen halen, bijvoorbeeld door het investeren in energiebesparende maatregelen, door de aanschaf van energiezuinigere apparaten, of door aanpassing van gewoontes. Feedback over het eigen energieverbruik kan huishoudens gericht helpen hun verbruik te verminderen. Zogenaamde energieverbruiksmanagers – zoals apps of webapplicaties die slimmeterdata gebruiken om huishoudens informatie te geven over hun energieverbruik – kunnen daarbij een belangrijke rol spelen.

Uit onderzoek blijkt dat feedback het meest effectief is als deze gedetailleerd en langdurig is, realtime wordt gegeven en huishoudens geen aparte handelingen hoeven te verrichten om toegang te krijgen tot die informatie. In Nederland worden energieverbruiksmanagers aangeboden in de vorm van een uitgebreid overzicht van de energiekosten en het energieverbruik (het zogenoemde verbruiks- en kostenoverzicht, VKO), webapplicaties, apps op smartphone of tablet, en via zogeheten in-home displays.¹

Een belangrijke reden voor de recente uitrol van de slimme energiemeters in Nederland was dat men met behulp van slimmeterdata Nederlandse huishoudens feedback wilde geven over hun energieverbruik. Eind 2016, na de uitrol van de slimme meter bleek dat de bereikte energiebesparing aanzienlijk lager was dan waar de Rijksoverheid eerder van uit was gegaan (zie Vringer & Dassen 2016); de combinatie van een slimme meter en een tweemaandelijks verbruiks- en kostenoverzicht leverde 0,9 procent besparing op het gasverbruik op. In reactie hierop sloot het Rijk in 2017 met de energiebedrijven en enkele andere partijen het 'Convenant 10 PJ energiebesparing gebouwde omgeving'. Doel van het convenant was om met behulp van onder andere energieverbruiksmanagers 10 petajoule extra te besparen – circa 2,7 procent van het huishoudelijk energieverbruik. De verwachting was dat deze besparing bereikt zou worden met een verbetering van het verbruiks- en kostenoverzicht, welke onderhand landelijk is ingevoerd. Recent onderzoek van TNO (zie Paradijs et al. 2020) naar de effecten van het verbeterde overzicht wijst echter uit dat de verbeteringen niet hebben geleid tot extra energiebesparing. De te bereiken 10 petajoule aan besparing zou daarmee moeten komen van andere energieverbruiksmanagers. Hoewel het aantal geïnstalleerde 'managers', zoals webapplicaties, apps en in-home displays, aanzienlijk is toegenomen, ontbreken betrouwbare effectmetingen. In dit rapport geven we meer inzicht in de mate waarin een verdere uitrol van andere energieverbruiksmanagers tot extra energiebesparing kan leiden.

Om het effect van energieverbruiksmanagers op het energieverbruik van Nederlandse huishoudens te kunnen beoordelen, hebben we gebruikgemaakt van gerandomiseerd onderzoek

¹ Het verbruiks- en kostenoverzicht (VKO) wordt niet altijd gezien als een (type) energieverbruiksmanager, maar als aparte categorie behandeld. Voor de leesbaarheid van het rapport zien we het VKO als een van de typen energieverbruiksmanagers die gebruikt kunnen worden om inzicht in het huishoudelijke energieverbruik te krijgen.

met een controlegroep (Randomised Controlled Trials, RCTs). RCT-onderzoek is de meest betrouwbare methode om causale effecten van interventies te meten. Dit type onderzoek wordt ook gebruikt om effecten van medicijnen of vaccins vast te stellen. Concreet hebben we met deze methode de effecten van drie energieverbruiksmanagers onderzocht, te weten een eenvoudige in-home display, een app op tablet/telefoon en een e-mail + webapplicatie voor een betere balans tussen energieverbruik en termijnbedrag.

We concluderen dat huishoudens het waarderen om feedback te ontvangen over hun energieverbruik, en dat die informatie ook tot energiebesparing kan leiden. Het lijkt erop dat de in-home display het effectiefst is, omdat die gedetailleerde, realtime en langdurige feedback geeft. Uit de analyse blijkt dat de onderzochte eenvoudige in-home display een besparingseffect van 2,2 procent voor elektriciteit en 6,9 procent voor gas kan opleveren.² De continue zichtbaarheid van de display in woonkamer of keuken met een aparte weergave voor het gas- en elektriciteitsverbruik speelt hierbij een belangrijke rol. Een kenmerk van een in-home display is dat er aparte hardware nodig is om de slimmeterdata om te zetten in feedbackgegevens. Dat betekent dat de marginale kosten voor dit type energieverbruiksmanager ten opzichte van apps of webapplicaties hoog zijn, maar deze kosten kunnen door een gemiddeld huishouden binnen een jaar worden terugverdiend.³

Aan de inzet van de app met historische feedback en de e-mail + webapplicatie kunnen we geen energiebesparing koppelen, in elk geval niet voor de korte termijn. Op de langere termijn zou het kunnen dat de e-mail + webapplicatie wel een energiebesparend effect heeft: huishoudens die een e-mail met de link naar de webapplicatie hebben ontvangen, geven daardoor eerder aan van plan te zijn op termijn energiebesparende maatregelen te gaan nemen. Bij het niet kunnen achterhalen van een besparingseffect van de onderzochte app speelt een rol dat we niet kunnen vaststellen of de app niet effectief is óf dat te weinig huishoudens de app hebben geactiveerd om een effect te kunnen meten. De effectiviteit van apps en webapplicaties is naar verwachting lager dan die van in-home displays, omdat de apps en webapplicaties niet continu zichtbaar zijn en de feedback actief moet worden opgevraagd. Zo is uit ander onderzoek gebleken dat het overgrote deel van de geïnstalleerde apps niet of zeer sporadisch wordt gebruikt.

Op basis van het RCT-onderzoek en het aantal verkochte en geïnstalleerde energieverbruiksmanagers eind 2019, schatten we in dat de invoering van de slimme meter, het versturen van het verbruiks- en kostenoverzicht en het toepassen van in-home displays leidt tot een besparing van ongeveer 4 petajoule per jaar. Daarvan is twee derde toe te rekenen aan de uitgebreide maandafrekening⁴ die aan alle ruim 7 miljoen Nederlandse huishoudens met een slimme meter wordt gestuurd, en circa een derde aan de 0,4 miljoen geïnstalleerde in-home displays. Aanname daarbij is dat de effectiviteit van deze displays vergelijkbaar is met de in ons experiment geteste display.

We benadrukken hier de noodzaak om voorzichtig om te gaan met het baseren van beleid op besparingseffecten die met niet-RCT-onderzoek zijn gevonden. Het is daarbij wenselijk aanvullend RCT-onderzoek te doen naar diverse op de markt aanwezige in-home displays die – blijkens dit onderzoek – een initieel en mogelijk ook een langdurig effect op het besparingsgedrag hebben. Hoewel de effectiviteit van apps en webapplicaties naar verwachting lager is

² Deze besparingspercentages zijn niet geschikt om zonder meer te extrapoleren naar alle Nederlandse huishoudens, omdat de besparingen zijn vastgesteld voor een relatief geïnteresseerde groep huishoudens. Niet alle Nederlandse huishoudens zijn geïnteresseerd. Daarbij zal de acceptatiegraad van in-home displays ook afhankelijk zijn van de manier waarop deze worden aangeboden.

³ Bij de genoemde besparing van 2,2 procent op elektriciteit en 6,9 procent op gas.

⁴ Op basis van een besparing van 0,9 procent voor gas, reeds bereikt met het oude verbruiks- en kostenoverzicht. Deze besparing valt niet onder het convenant van 10 petajoule.

dan die van in-home displays, is het ook wenselijk hiernaar aanvullend effectiviteitsonderzoek te doen. Dit met het oog op de lagere marginale kosten van dergelijke energieverbruiksmanagers, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen verbruiksmanagers die enkel historische feedback geven en die die ook voorzien in realtime feedback. Gezien de niet te voorspellen verschillen in effectiviteit, is het zinvol de uitkomsten van dit aanvullende onderzoek af te wachten vóórdat een keuze voor een energieverbruiksmanager wordt gemaakt die wordt toegepast in heel Nederland.

Tot slot wijzen we er op dat ons effectonderzoek is gericht op de directe effecten van feedback met behulp van energieverbruiksmanagers: we hebben geen aandacht besteed aan de mogelijke effecten van het combineren van feedback met andere interventies. Denk bijvoorbeeld aan combinaties met energiecoaches, individuele voorlichting of het laagdrempelig aanbieden van isolatiematerialen. Het effect van een combinatie van interventies zou wel eens veel groter kunnen zijn dan de effecten van afzonderlijke interventies. Ook hier geldt dat betrouwbaar onderzoek nodig is om de effecten van deze combinaties te kunnen vaststellen.

1 Inleiding

Het energieverbruik van Nederlandse huishoudens veroorzaakt 15 tot 20 procent van de Nederlandse CO₂-emissies (PBL 2020). De Klimaatwet (2019) schrijft voor dat de huidige broeikasgasemissies in 2050 gedecimeerd moeten zijn. Om deze reductie te kunnen bereiken, is energiebesparing in de gebouwde omgeving noodzakelijk. Steeds strengere energienormen voor nieuwbouw zijn daarbij effectief (Vringer et al. 2014), maar niet toereikend. Omdat in 2050 het grootste deel van de huidige woningvoorraad er nog zal staan, is energiebesparing in de bestaande bouw onmisbaar voor het halen van de klimaatdoelstellingen. Het gedrag van huishoudens heeft grote invloed op het energieverbruik, zowel het dagelijkse gedrag, zoals apparaten uitzetten als deze niet gebruikt worden, als het investeringsgedrag wat betreft de aankoop van zuinigere apparaten, het isoleren van de woning, enzovoort. Bewoners benutten lang niet alle mogelijkheden om energie te besparen, zelfs niet als maatregelen zichzelf terugbetalen (zie bijvoorbeeld Allcott & Greenstone 2012; Gillingham & Palmery 2014). Dit komt onder andere doordat velen zich niet bewust zijn van hoe duur energieverspilling is (Brounen et al. 2013), en omdat de effecten van energiebesparende maatregelen in het algemeen worden onderschat (Attari et al. 2010).

Als gebrek aan informatie over het eigen energieverbruik de oorzaak is van bovenmatige energieconsumptie, zou feedback krijgen over de energiekosten en het energieverbruik dus tot energiebesparing kunnen leiden. Energiebesparing door individuele feedback te geven was dan ook een belangrijk doel van de recente uitrol van de slimme meter in Nederland. Om energiebesparing in de gebouwde omgeving te bevorderen, heeft de Europese Commissie bepaald dat minstens 80 procent van de EU-huishoudens voorzien moet worden van intelligente meetsystemen, zoals slimme meters (EU-richtlijn 2009/72). Met deze meetsystemen kan de feedback aan energiegebruikers verbeterd worden. De meeste Europese landen hebben (mede) daarom woningen voorzien van een slimme meter.

Zogenaamde energieverbruiksmanagers (EVMs) kunnen de slimmeterdata doorgeven aan huishoudens, in de vorm van begrijpelijke feedback op hun energieverbruik. Dat eigen verbruik is dan bijvoorbeeld op een smartphone-app of een display te volgen. In Nederland worden verschillende EVMs aangeboden, maar niet alle huishoudens maken daar gebruik van. Daarbij is het energiebesparende effect van de EVM sterk afhankelijk van de wijze waarop en de context waarin de feedback wordt gegeven. Internationaal is er veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit van EVMs, maar voor Nederland ontbreken goede effectschattingen, op één uitzondering na.⁵ Om betrouwbaar zicht te krijgen op de effecten van EVMs in Nederland hebben we er drie onderzocht met behulp van gecontroleerde experimenten.

In hoofdstuk 2 bespreken we op basis van literatuuronderzoek dat het geven van feedback over het energieverbruik huishoudens kan helpen energie te besparen. In hoofdstuk 3 staat centraal hoe het Nederlandse beleid tracht energiebesparing te realiseren door het gebruik van EVMs te stimuleren. In hoofdstuk 4 gaan we in op ons effectonderzoek naar drie Nederlandse EVMs. Het gaat om een eenvoudige in-home display, een app op telefoon of tablet en een e-mail in combinatie met een webapplicatie. We bespreken ook het recente onderzoek naar het verbeterde verbruiks- en kostenoverzicht (VKO), waarbij huishoudens op basis van

⁵ Zie de effectmeting van de verbetering van het VKO (Paradies et al. 2020).

hun energieverbruik maandelijks een verbeterd overzicht krijgen thuisgestuurd. Tot slot geven we een overzicht van de geschatte en gemeten effecten van EVMs in Nederland.

2 Feedback en energiebesparing

Het energieverbruik in de gebouwde omgeving wordt voor een belangrijk deel bepaald door het gedrag van huishoudens. Langdurige feedback over het energieverbruik kan leiden tot blijvende energiebesparing doordat huishoudens hun gedrag aanpassen. Het precieze ontwerp van de feedback en de omgeving waarin deze wordt gegeven zijn bepalend voor het besparingseffect. Energieverbruiksmanagers (EVMs) zijn de verzamelnaam voor de applicaties die gebruikt worden om huishoudens feedback te geven over hun energieverbruik. Feedback is het effectiefst als deze gedetailleerd en zonder extra handelingen beschikbaar is en als de feedback langdurig en realtime wordt gegeven. De in-home display (IHD) heeft op basis van deze eigenschappen de grootste energiebesparingspotentie.

Met grootschalig gerandomiseerd onderzoek met een controlegroep (Randomised Controlled Trials, RCTs) in het veld – zoals toegepast bij onderzoek naar de effectiviteit van medicijnen of vaccins – kunnen betrouwbare effectmetingen uitgevoerd worden van EVMs. De gemeten effecten zijn eenduidig (causaal) aan de EVMs toe te wijzen. Veel van in de literatuur beschreven experimenten voldoen niet aan de eisen van een RCT en zijn gebaseerd op voor- en nametingen, of de controlegroep wijkt af van de groep die de EVM gebruikt. Daarmee zijn de in dergelijke studies gevonden resultaten niet per definitie alleen het gevolg van het gebruik van de EVM.

2.1 Feedback op het energieverbruik

Het energieverbruik in de gebouwde omgeving wordt voor een belangrijk deel bepaald door het gedrag van huishoudens (zie bijvoorbeeld Wei et al. 2014). Informatie over het energieverbruik kan een effectieve en efficiënte manier zijn om een energiegebruiker betere beslissingen te laten nemen (zie bijvoorbeeld Abrahamse et al. 2005; Allcott 2011; Darby 2006; Dromacque & Grigoriou 2018; Ehrhardt-Martinez et al. 2010; Fischer 2008; Jessoe & Rapson 2014). Als consumenten zich bewust worden van hun energiegedrag kunnen ze dit aanpassen, wat kan leiden tot energiebesparing (Darby 2006; Darby et al. 2015; Fischer 2008). Denk hierbij aan aanpassingen van het dagelijkse gedrag zoals apparaten uitschakelen als deze niet worden gebruikt of het licht uit doen in vertrekken waar niemand is, of aanpassingen in het investeringsgedrag zoals het kopen van minder of energie-efficiëntere apparatuur of isolatie van de woning.

De kennis over het eigen energieverbruik is in het algemeen beperkt. Dat is niet vreemd, omdat het gebruik van energie vaak ongemerkt gaat. Zo doen cv-ketels vrijwel onhoorbaar en onzichtbaar hun werk. Ook is het voor lang niet iedereen duidelijk hoeveel elektriciteit een mobiele telefoon nodig heeft in vergelijking met een magnetron of een waterbed. Het geven van feedback over het energieverbruik kan op verschillende manieren leiden tot energiebesparend gedrag. Feedback kan de energieconsument *leren* hoeveel energie een huishouden gebruikt, ook in vergelijking met het verbruik van andere huishoudens, of hoeveel energie bepaalde apparaten gebruiken en welke kosten daaraan verbonden zijn (Brounen et al. 2013). Daarnaast maakt feedback het energieverbruik beter *zichtbaar*, waardoor mensen

zich bewust worden dat apparaten aan staan, of dat het huis verwarmd wordt.⁶ Energieverbruik kan zichtbaar gemaakt worden door bijvoorbeeld het tonen van het energieverbruik op een beeldscherm van een telefoon (app) of een aparte display in huis (in-home display). Tot slot kunnen energiegebruikers als gevolg van feedback hun *houding* wijzigen wat betreft hun eigen mogelijkheden tot energiebesparing en/of de energietransitie (zie bijvoorbeeld DeWaters & Powers 2011, 2013).

2.2 Feedback op het energieverbruik met energieverbruiksmanagers

EVMs geven energiegebruikers feedback over hun energieverbruik. Een EVM verzamelt de gegevens van de slimme energiemeter en presenteert deze aan de gebruiker op een begrijpelijke wijze. EVMs zijn daarmee de interface tussen de energiemeter en de energiegebruiker.

Slimme meters die continu informatie geven en elektronisch en op afstand uitgelezen kunnen worden, zijn bij uitstek geschikt om EVMs te voeden met actuele en gedetailleerde gegevens over het energieverbruik. Voor Nederland was energiebesparing een belangrijk motief om de slimme meter uit te rollen (Vringer & Dassen 2016). Volgens RVO (2020b) waren er in Nederland eind 2019 ongeveer 6,4 miljoen slimme meters geïnstalleerd. Voor het einde van 2020 moesten alle ruim 7 miljoen huishoudens een slimme meter aangeboden hebben gekregen⁷, waarmee zij de mogelijkheid hadden om een EVM in gebruik te nemen.⁸

2.2.1 De slimme meter als databron voor EVMs

De slimme meter levert de data die EVMs nodig hebben voor het genereren van feedback. De meter kan direct lokaal worden afgelezen, maar ook indirect op afstand. De lokale directe uitlezing van de slimme meter loopt via de zogenaamde P1-poort – ook wel de consumentenpoort genoemd. Via deze poort geeft de meter elke seconde het elektriciteitsverbruik en elke 10 minuten het gasverbruik door aan hardware die bij de slimme meter geplaatst wordt.⁹ Via deze hardware worden de gegevens direct, realtime geleverd aan de EVM, zonder gebruik van internet en externe servers. Er zijn ook EVMs waarbij de gegevens eerst via internet worden doorgestuurd naar de EVM-aanbieder voordat deze door de EVM gebruikt kunnen worden. De energiegebruiker dan dus zien hoeveel energie op dat moment wordt gebruikt. Volgens RVO (2020b) lag het aantal verkochte en geïnstalleerde P1-EVMs eind 2019 op 0,4 miljoen.

De indirecte uitlezing op afstand loopt via de zogenaamde P4-poort. Via deze poort verstuurt de slimme meter eens per 24 uur informatie naar de EVM-aanbieder over de hoeveelheid elektriciteit die per kwartier is verbruikt, en de hoeveelheid gas die van uur tot uur is gebruikt. De EVM-aanbieder stuurt deze vervolgens door naar de EVM van het desbetreffende huishouden. Een EVM die gebruikmaakt van deze indirecte uitlezing kan alleen het energieverbruik van de vorige dag of eerder aan de gebruiker tonen. Er hoeft geen hardware bij de slimme meter geplaatst te worden. Volgens RVO (2020b) lag het aantal geïnstalleerde P4-EVMs eind 2019 op 2 miljoen.

⁶ Zie voor een literatuuroverzicht over de invloed van zichtbaarheid op consumentenbeslissingen DellaVigna (2009).

⁷ Zie: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energie-thuis/vraag-en-antwoord/wanneer-slimme-meter,geraadpleegd-19-8-2020>.

⁸ In de praktijk wordt circa 12 procent van de huishoudens niet volledig bereikt; 9 procent weigert de installatie van de slimme meter en 3 procent laat de meter administratief uitzetten waardoor deze niet meer op afstand uitleesbaar is (RVO 2020a). De slimme meters die administratief zijn uitgezet kunnen overigens nog wel gebruikmaken van de directe uitleesmogelijkheid van de meterdata via de P12-poort, zie paragraaf 2.2.1.

⁹ Oudere type slimme meters met een DCMR van 4 en lager (installatie tot 2016) geven voor elektriciteit elke 10 seconden en voor gas elk uur de meterstanden door.

2.3 Effect van feedback op energiebesparing

Studies laten grote verschillen zien in hoeveel energie er bespaard kan worden met EVMs (zie bijvoorbeeld Darby et al. 2015; McKerracher & Torriti 2013). Menkveld et al. (2017) constateren op basis van een literatuuroverzicht dat de besparingspercentages voor EVMs die gebruikmaken van slimmemeterdata uiteenlopen van 0 tot 15 procent. Hierna bespreken we drie belangrijke factoren die de effectiviteit van gegeven feedback van EVMs beïnvloeden, te weten het ontwerp van de EVM, de duur van de feedback en de context waarin de EVM wordt gebruikt.

2.3.1 Ontwerp van de energieverbruiksmanager

Behaalde besparingen zijn onder meer afhankelijk van het precieze ontwerp van de EVM. We gaan hier in op enkele verschillen in de vormgeving die van invloed kunnen zijn op het energiebesparende effect van de EVM.

Directe en indirecte feedback

Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen directe feedback en indirecte feedback. Verschillende studies laten zien dat directe feedback meer effect heeft dan indirecte feedback (zie bijvoorbeeld Darby 2006, 2015; Vringer & Dassen 2016). Een EVM die directe feedback geeft laat (bijna) realtime zien hoe hoog het energieverbruik op dat moment is. Zo kan met in-home displays die direct¹⁰ zijn aangesloten op de slimme meter continu bekeken worden hoe hoog het elektriciteits- en gasverbruik op dat moment is. Veel apps die in Nederland worden aangeboden geven echter alleen indirecte feedback.¹¹ Dat bespaart kosten omdat geen aparte hardware bij de slimme meter geïnstalleerd hoeft te worden. Maar op basis van de indirecte uitlezing kan alleen het historische energieverbruik getoond worden.

Menkveld et al. (2017) hanteren een iets andere indeling waarbij ook onderscheid wordt gemaakt naar de moeite die mensen moeten doen om de feedback te verkrijgen. Zij definiëren directe feedback als zogenoemde 'push feedback' die continu beschikbaar is en ook zonder een enkele handeling het energieverbruik toont, bijvoorbeeld het continu zichtbaar zijn van het energieverbruik op een display. Indirecte feedback definiëren zij als 'pull feedback' waarvoor eerst een handeling verricht moet worden om de feedback te krijgen, bijvoorbeeld het openen van een app of het inloggen op een website. Realtime feedback is dan feedback van het actuele verbruik, met een terugkoppelingsinterval van ten minste één keer per aantal minuten voor elektra. En onder historische feedback valt bijvoorbeeld het verbruiks- en kostenoverzicht (VKO). Het VKO is een uitgebreid overzicht van het energieverbruik van de afgelopen maand dat alle slimmemeterbezitters via mail of post van hun energiebedrijf ontvangen.

Gedetailleerdheid van de feedback

Naast de actualiteit van de feedback en de moeite die gedaan moet worden om deze feedback te verkrijgen speelt ook de mate van gedetailleerdheid van de feedback een rol. EVMs die met behulp van aparte hardware de slimme meter direct uitlezen, kunnen elke seconde een nieuwe waarde weergeven voor het elektriciteitsverbruik. Het detailniveau voor gasverbruik is minder groot omdat de slimme meter slechts eens per 10 minuten een nieuwe waarde doorgeeft. EVMs die geen gebruikmaken van aparte hardware waarmee de slimme meter direct uitgelezen kan worden, ontvangen via internet eens per dag voor elektriciteit kwartierwaarden en voor gas uurwaarden van de afgelopen dag(en). Feedback over een specifiek apparaat, bijvoorbeeld de elektrische auto of de koelkast, vraagt een aparte meting en

¹⁰ Via de P1-poort van de slimme meter, zie paragraaf 2.2.1.

¹¹ Deze apps maken gebruik van de P4-poort van de slimme meter waarmee eens per dag kwartierwaarden van de afgelopen 24 uur worden doorgegeven, zie paragraaf 2.2.1.

de nodige extra hardware om het verbruik van dat apparaat vast te stellen. De meeste EVMS die in Nederland verkrijgbaar zijn bieden deze mogelijkheid niet.

Vormgeving

De EVM-ontwerper kan nog veel andere keuzes maken, welke invloed hebben op de effectiviteit van de EVM. Zo kan gebruikgemaakt worden van beïnvloedingsmechanismen die in de gedragseconomie en de sociale psychologie worden beschreven (zie bijvoorbeeld Rietkerk & Menkveld 2017). Voorbeelden zijn het vergelijken van het eigen verbruik met dat van andere huishoudens of met het eigen historische verbruik, persoonlijke energieadviezen op basis van het individuele verbruikspatroon of het stellen van individuele doelen (zie onder andere Dromacque & Grigoriou 2018). Ook de presentatie speelt een rol. Denk aan feedback in de vorm van grafieken of enkel met cijfers, in kleur of niet, meer technisch georiënteerd, of voor een breder publiek begrijpelijk gemaakt.

Type interface

De keuze voor het type interface (het apparaat dat of de wijze die gebruikt wordt voor het geven van de feedback) is mede bepalend voor de effectiviteit van de feedback. Bijvoorbeeld:

- een in-home display (IHD) is bij uitstek geschikt voor realtime feedback op basis van directe uitlezing van de slimme meter. De display kan zo vormgegeven worden dat de gebruiker niet actief om de feedback hoeft te vragen (push feedback).
- met een app op een tablet of telefoon kan, afhankelijk van de keuze voor directe of indirecte uitlezing van de slimme meter, feedback wel of niet realtime gegeven worden. De gebruiker moet wel zelf de informatie actief opvragen (pull feedback).
- een webapplicatie kan eveneens gebruikmaken van directe of indirecte uitlezing van de slimme meter. Ook hier moet de gebruiker zelf actief de feedback opvragen.
- een gedetailleerde periodieke energierekening geeft gebruikers via mail of brief feedback. Realtime of recente historische feedback is niet mogelijk. In Nederland ontvangen alle slimmemeterbezitters maandelijks een dergelijke energierekening van hun energiebedrijf, het VKO.

De in-home display is het enige type interface dat gedetailleerde en directe feedback kan geven zonder dat de gebruiker nog een actieve handeling hoeft te verrichten om de feedback te ontvangen. Deze eigenschappen leiden, zoals al eerder aangegeven (zie Darby 2006; Fischer 2008) tot een groter effect op energiebesparing dan interfaces die deze eigenschappen niet hebben.

2.3.2 Effecten feedback energiebesparing op langere termijn

Alcott en Rogers (2014) constateren dat de effecten van het VKO in de Verenigde Staten redelijk blijvend zijn als mensen dat overzicht niet meer toegestuurd krijgen. De besparing neemt dan jaarlijks met 10-20 procent af. Langdurige feedback is volgens Darby (2006) nodig om tot blijvende energiebesparing te komen. Ehrhardt-Martinez et al. (2010) rapporteren aanwijzingen dat feedback-gerelateerde energiebesparingen vaak beklijven voor een termijn van minimaal enkele jaren, en in een aantal gevallen zelfs in de tijd toenemen, maar daarvoor moet de feedback wel aanwezig blijven. Dromacque en Grigoriou (2018) stellen op basis van een database met 130 pilots vast dat het effect op elektriciteitsbesparing van feedback tussen 7 en 12 maanden na de start met een derde is teruggelopen. Het effect komt vervolgens tussen 13 en 24 maanden weer terug op het initiële niveau, waarna dat zelfs boven het initiële effect uitstijgt. Een vergelijkbaar effect rapporteren zij ook voor gasverbruik. Als verklaring geven zij dat zich op de langere termijn nieuwe gewoonten gaan vormen en dat oude apparaten vervangen worden door zuiniger apparaten, wat samen leidt tot een verhoging van het besparingseffect. Brandon et al. (2017) bevestigen dat investeringen voor een belangrijk deel bijdragen aan de energiebesparing op lange termijn.

2.3.3 Invloed van fysieke- en sociale context op effecten feedback

De context waarin feedback wordt gebruikt heeft invloed op het effect ervan. De resultaten van buitenlands effectonderzoek zijn daarom niet zonder meer te vertalen naar de Nederlandse situatie. Zo zijn veel van de meest betrouwbare studies¹² naar in-home displays uitgevoerd in de Verenigde Staten waar de prijs van elektriciteit (sterk) afhankelijk is van het moment waarop deze wordt gebruikt, terwijl de elektriciteitsprijs in Nederland niet of slechts heel weinig verschilt tussen weekend- en weekdays, of tussen overdag en 's nachts. Ook de wijze waarop de energiekosten in rekening gebracht worden heeft invloed op de gemeten besparingseffecten. Nederlandse huishoudens betalen iedere maand een vast termijnbedrag en eens per jaar wordt een eindafrekening gemaakt waarbij verschillen tussen het geschatte en werkelijke verbruik worden verrekend. De (koude) wintermaanden voelen de gebruikers niet direct in de portemonnee. In sommige andere landen wordt maandelijks het werkelijke verbruik afgerekend, waarbij de betaling dichterbij het daarbij behorende energieverbruik ligt.

Naast verschillende systemen om de energiekosten in rekening te brengen, spelen ook andere contextfactoren mogelijk een rol bij de effectiviteit van EVMs. Bijvoorbeeld de hoogte van de variabele energiekosten, de samenstelling van huishoudens, culturele verschillen tussen landen, de beschikbaarheid van zuinige apparaten, aanwezigheid airco, ontwerp van verwarmingssystemen, enzovoort.

2.4 Betrouwbaarheid bepaling effecten

Er zijn veel experimenten beschreven waarmee de effecten van feedback op het energieverbruik zijn vastgesteld. Die experimenten verschillen onderling vaak in gemeten effect en in opzet. Niet alleen het aantal deelnemers loopt sterk uiteen, van enkele honderden tot tienduizenden, maar ook de gebruikte methode verschilt. De methode en opzet van de studies bepalen in hoge mate de betrouwbaarheid van de gevonden effecten, die we hierna bespreken.

2.4.1 Causale effecten vaststellen

Een causaal effect van een verandering (interventie) is vast te stellen met een zogenaamde Randomised Controlled Trial (RCT). Uit een populatie wordt een voldoende grote steekproef getrokken die de deelnemers aan een experiment vormen. De deelnemers worden willekeurig toegedeeld aan de interventiegroep of de controlegroep. Nadat de interventie op de interventiegroep is losgelaten wordt onderzocht of het gedrag van de beide groepen verschilt. Vanwege de wet van de grote aantallen leidt willekeurige toewijzing ertoe dat de twee groepen (nagenoeg) identiek zullen zijn wat betreft alle karakteristieken die van invloed zijn op bijvoorbeeld het energieverbruik, en ook op het energiebesparingspotentieel. Als de twee groepen identiek zijn, zullen zij zich dus ook identiek gedragen. Elk verschil in energieverbruik tussen de interventie- en de controlegroep kan dus alleen het gevolg zijn van het feit dat de ene een interventie onderging, en de andere niet.

Deze experimentele methode kan goed gebruikt worden om de werkzaamheid van EVMs eenduidig te meten. De onderzoeksgroep wordt random verdeeld in een controle- en een interventiegroep. De controlegroep krijgt geen EVM en de interventiegroep wel. Verschillen in het energieverbruik tussen deze twee groepen zijn enkel toe te wijzen aan het wel of niet bezitten van de EVM. Belangrijk is dat de werkzaamheid van de EVM in het experiment gelijk is aan de context waarin deze ook in werkelijkheid wordt gebruikt (zie paragraaf 2.3.3).

¹² Hiermee bedoelen we onderzoek waarmee de effecten causaal aan de EVM zijn toe te wijzen, zoals Randomised Controlled Trials, zie paragraaf 2.4.1).

Veel van de onderzoeken naar effecten van EVMs zijn pilots waarin een zuivere controlegroep ontbreekt. We zien grofweg twee varianten:

1. Er wordt gebruikgemaakt van een voor- en nameting, een controlegroep mist. Het energieverbruik van de onderzoeksgroep wordt een bepaalde tijd bijgehouden. Vervolgens wordt de interventie gegeven, in dit geval de EVM. Ook na de interventie wordt het energieverbruik bijgehouden. Deze aanpak levert geen zuivere effectmeting omdat gedurende de meetperiode het verkrijgen van de EVM niet de enige verandering is die de deelnemers meemaken. Effecten van andere bekende, maar ook onbekende veranderingen tussen de voor- en nameting zijn niet te scheiden van de effecten als gevolg van het beschikbaar hebben van de EVM. Soms is hiervoor te corrigeren, denk aan verschillen in de buitentemperatuur, maar dat is lang niet altijd het geval.
2. De geselecteerde deelnemers van de interventiegroep maken ná een random toewijzing aan de controle- en interventiegroep de keuze aan het experiment mee te doen en de EVM te accepteren of niet. Verschillen tussen de controle- en interventiegroep zijn daarmee niet alleen ontstaan door het wel of niet hebben van de EVM, maar ook door deze zelfselectie. Welk effect aan de zelfselectie toegewezen moet worden en welk effect aan de EVM is niet meer te bepalen. Bij medicijnexperimenten wordt er daarom streng op gelet dat deelnemers voorafgaand aan de behandeling een keuze maken wel of niet mee te doen aan het experiment. Want als een arts of patiënt zelf mag bepalen of hij/zij met het experiment meedoet op het moment dat duidelijk is dat de patiënt in de groep is ingedeeld die het medicijn krijgt, kan bijvoorbeeld de inschatting hoe ziek de patiënt is, of hoe goed hij/zij zich voelt een rol spelen bij deze beslissing. Dan is niet meer eenduidig vast te stellen in hoeverre het medicijn heeft gewerkt, of dat de patiënten in de medicijngroep meer of minder ziek waren dan de patiënten in de controlegroep. Het is dus belangrijk dat de toewijzing aan de controle- en interventiegroep volledig random plaatsvindt.

Hierna beschrijven we drie voorbeelden van vrij recent onderzoek naar de effecten van EVMs, waarbij de toewijzing aan de controle- en interventiegroep uiteindelijk niet random heeft plaatsgevonden:

- Geelen et al. (2019) hebben onderzoek gedaan naar de effectiviteit van een 'P1-reader' waarmee de gegevens van de slimme meter direct uit de slimme meter worden afgelezen en doorgestuurd naar een app op tablet of telefoon. Zij hebben daarvoor random een controle- en interventiegroep geselecteerd, waarmee het lijkt alsof zij een volledige RCT hebben uitgevoerd. Maar na het toewijzen van de potentiële deelnemers aan de interventiegroep hebben deze zelf bepaald of zij met het experiment mee wilden doen of niet, terwijl de deelnemers in de controlegroep niet zijn benaderd. Een kleine helft van de benaderde potentiële deelnemers voor de interventiegroep wilde meewerken. Gemeten verschillen tussen controle- en interventiegroep zijn daarmee niet alleen het effect van de P1-reader en app. Geelen et al. (2019) hebben overigens geen verschil kunnen vaststellen tussen de controlegroep en de groep die een P1-reader en app tot hun beschikking hadden gekregen.
- Ramondt (2015) heeft de effectiviteit van TOON onderzocht, een uitgebreide in-home display, aangeboden door Eneco. Hij heeft het energieverbruik van 5.300 TOON-gebruikers vergeleken met 71.000 andere klanten van Eneco. Daarbij is uitgebreid gecontroleerd op bekende verschillen tussen controlegroep en interventiegroep (de TOON-bezitters), zoals leeftijd, woningkenmerken, enzovoort. Maar ook hier is het belangrijkste probleem dat de TOON-bezitters hebben gevraagd om de installatie van een TOON, en de klanten in de controlegroep niet. Dat betekent dat het gevonden verschil tussen de controle- en interventiegroep niet eenduidig toe te kennen is aan het gebruik van TOON. Ramondt (2015) constateert overigens dat de TOON-

gebruikers circa 5,5 procent minder gas en circa 2,9 procent minder elektriciteit gebruiken dan de niet-TOON-bezitters.

- Een derde voorbeeld is een groot Brits onderzoek naar de effectiviteit van interventies om energiebesparing te stimuleren. AECOM Building Engineering & Ofgem (2011) beschrijven vier grote uitgebreide pilots die door Britse energiebedrijven zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de effecten van verschillende interventies gericht op het stimuleren van energiebesparing onderzocht. Geen van deze vier grote pilots voldoet aan de onderzoeksopzet van een RCT. Hoewel de onderzoekers uitgebreid beschrijven op welke punten de controle- en interventiegroepen wel of niet van elkaar verschillen, variëren de wervingspercentages tussen de interventie- en de controlegroep sterk.¹³ De resultaten kunnen achteraf niet gecorrigeerd worden voor deze zelfselectiebias. De belangrijkste bevinding van dit onderzoek is dat de groepen die een real-time in-home display tot hun beschikking hadden circa 3 procent minder elektriciteit gebruiken (variërend van 0 tot 7 procent). Een besparing op het gasverbruik was minder eenduidig.

Het is denkbaar dat de met deze onderzoeken gevonden besparingspercentages te hoog zijn, omdat de zelfgeselecteerde deelnemers in de interventiegroepen meer gemotiveerd zijn om energie te besparen dan niet-benaderde deelnemers in de controlegroep met een gemiddelde motivatie.

2.4.2 Verschillen kleinschalige en grote experimenten

Uit kleinschalige experimenten resulterende effecten van EVMs vallen vaak lager uit bij een grootschalige uitrol. McKerracher & Torriti (2013) melden dat nieuwe studies met een hoger aantal deelnemers en een betere werving en selectie van deze deelnemers kleinere effecten constateren dan oudere studies. De recentere studies zijn methodologisch beter ontworpen en uitgevoerd met EVMs met een gebruiksvriendelijkere interface. Ook Ehrhardt-Martinez et al. (2010) concluderen op basis van een metastudie dat energiebesparingen lager uitvallen als de interventieperiode langer duurt en de pilots groter zijn. Zij melden besparingen van in-home displays in grotere pilots tussen de 3 en 5 procent, terwijl 6 tot 10 procent gevonden wordt in kleine studies. Daarbij geldt wel dat zowel Ehrhardt-Martinez et al. (2010) als McKerracher & Torriti (2013) hun overzicht niet beperkt hebben tot RCTs, waardoor naast het aantal deelnemers ook andere factoren een rol zouden kunnen spelen in de door hen waargenomen verschillen.

Della Vigna en Linos (2020) hebben een metastudie uitgevoerd naar de effecten van nudges op basis van RCT-onderzoek; deze studie was overigens niet beperkt tot EVMs of energiebesparing. Hun bevindingen onderstrepen die van Ehrhardt-Martinez et al. (2010) en McKerracher & Torriti (2013). Della Vigna en Linos (2020) constateren op basis van grote RCT-onderzoeken in het veld¹⁴ een gemiddeld effectverschil voor verschillende gedragsinterventies van 1,4 procent, en een gemiddeld effectverschil van 8,7 procent voor RCTs die in wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd. Zij hebben op basis van hun meta-onderzoek

¹³ Nadat potentiële deelnemers random zijn verdeeld over de controle- en interventiegroepen konden zij zelf kiezen wel of niet mee te doen aan het experiment. In het beste geval werd de controlegroep niet benaderd waardoor uitval niet mogelijk was. De interventiegroep moest in het beste geval de interventie accepteren, waarbij een zelfselectiebias ontstaat die afhankelijk is van de motivatie om wel of niet deel te nemen aan het experiment.

¹⁴ Della Vigna en Linos (2020) hebben een strenge selectie gemaakt van de experimenten die meegenomen zijn in het onderzoek. Zo hebben zij alleen RCTs meegenomen die in het veld zijn uitgevoerd en gebruikmaken van een nudge volgens de definitie van Thaler en Sunstein. Ook zijn experimenten uitgesloten die van financiële incentives gebruikmaken, evenals experimenten met een binaire afhankelijke variabele of experimenten waarbij de 'default' is gewijzigd. Voor de groep 'grote pilots' hebben zij uiteindelijk 126 trials met 243 nudges en 23,5 miljoen deelnemers geselecteerd, waarvan er 12 in een wetenschappelijk tijdschrift zijn gepubliceerd. En voor de groep 'wetenschappelijk gepubliceerde trials' selecteerden zij 24 trials met 74 nudges en 0,5 miljoen deelnemers.

twee belangrijke redenen gevonden die voor het overgrote deel de effectverschillen verklaren tussen de grote pilots en de kleine studies welke in wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd. Ten eerste hebben de gepubliceerde pilots een kleinere schaal en maken die gebruik van intensievere interventies, zoals persoonlijk contact met de deelnemers. Ten tweede is het aantal deelnemers aan de experimenten die in wetenschappelijke tijdschriften zijn gepubliceerd gemiddeld genomen lager. Bij een lager aantal deelnemers kan pas bij grotere verschillen tussen de uitkomsten voor de interventie- en de controlegroep een effect worden vastgesteld. De gerapporteerde verschillen zijn dan logischerwijs gemiddeld genomen groter.¹⁵ Onderzoeken waarbij een effect van de interventie wordt gemeten, wordt eerder gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften dan onderzoek waarin geen effecten worden gevonden. Het aantal studies dat significante resultaten vermeld is viermaal groter dan het aantal studies met niet-significante resultaten. Deze 'breuk' hebben Della Vigna en Linos (2020) niet gevonden voor de grote pilots.

¹⁵ Della Vigna en Linos (2020) melden dat de experimenten uit wetenschappelijke tijdschriften gemiddeld een kleine 500 deelnemers hebben met een minimale detectiegrens van ruim 6 procent verschil tussen de controlegroep en de interventiegroep. Voor grote pilots met gemiddeld 10.000 deelnemers ligt deze detectiegrens op 0,8 procent.

3 Energieverbruiksmanagers en beleid

In 2017 sloot de Nederlandse overheid met de energiebedrijven en een aantal andere partijen een convenant met als doel 10 petajoule (circa 2,7 procent) extra energiebesparing bij huishoudens te realiseren door de feedback over hun energieverbruik te verbeteren. De verwachting was dat deze besparing met een verbeterd verbruiks- en kostenoverzicht (VKO) bereikt zou worden. Onderzoek van TNO naar de effectiviteit van het verbeterde VKO wijst uit dat het landelijk uitgerolde verbeterde VKO niet heeft geleid tot extra energiebesparing. Het aantal geïnstalleerde energieverbruiksmanagers (EVMs) is wel toegenomen, maar het is nog onduidelijk wat het effect hiervan op het energieverbruik is. Mede om deze redenen is voorliggend onderzoek uitgevoerd.

3.1 Convenant 10 PJ energiebesparing gebouwde omgeving

Op basis van de kosten-batenstudie van Van Gerwen et al. (2010) heeft Nederland in 2012 besloten de slimme meter in Nederland breed uit te rollen. De kosten-batenstudie liet zien dat deze uitrol kosteneffectief zou zijn, waarbij rekening gehouden werd met een energiebesparing van gemiddeld 3,2 procent elektriciteit en 3,7 procent gas. Vringer en Dassen (2016) constateerden eind 2016 dat het energiebesparende effect van de slimme meters in Nederland duidelijk achterbleef bij de verwachte energiebesparing van 3,5 procent. Nederlanders investeerden zelf beperkt in EVMs en het toen nog tweemaandelijks verbruiks- en kostenoverzicht (VKO)¹⁶ leverde een besparing van 0,9 procent op het gasverbruik (Uitzinger & Uittenbogerd 2014). Vringer en Dassen (2016) constateerden ook dat als het besparingspercentage rond deze ene procent blijft steken, de totale maatschappelijke kosten van de uitrol van de slimme meter enkele honderden miljoenen euro's hoger zullen uitvallen dan de totale baten.

In 2017 hebben de Nederlandse overheid en de energieleveranciers een convenant afgesloten, het 'Convenant 10 PJ energiebesparing gebouwde omgeving' (Convenant 2017). Dit convenant maakte deel uit van het aanvullende maatregelenpakket dat bij de uitvoering van het Energieakkoord (SER 2013) door de borgingscommissie is toegevoegd om de in dat akkoord afgesproken 100 petajoule energiebesparing te halen. Het convenant ambieert 10 petajoule, circa 2,7 procent¹⁷, te besparen in de gebouwde omgeving door betere feedback te geven aan bewoners over hun energieverbruik. Een belangrijke bouwsteen van het convenant is een verbetering van het VKO, waarmee de volledige 10 petajoule besparing te bereiken zou zijn. Daarnaast beoogde het convenant het gebruik van EVMs te bevorderen. De inschatting van de effecten van de EVMs was gebaseerd op het rapport van Menkveld et al. (2017). Dat was opgesteld in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

¹⁶ Energiegebruikers met een slimme meter krijgen het VKO per mail of post periodiek toegestuurd. Op het VKO staat een overzicht van het energieverbruik en de daarmee samenhangende kosten.

¹⁷ Uitgaande van 7 miljoen huishoudens en het finale gemiddelde energieverbruik per huishouden volgens Menkveld et al. (2017): 1.330 kubieke meter gas (42 gigajoule) en 2.810 kilowattuur (10 gigajoule).

om in te schatten hoeveel feedbacksystemen en slimme thermostaten nodig zijn om 10 petajoule additionele besparing te realiseren. Het 10 PJ-convenant is eind december 2020 beëindigd.

3.1.1 Verbetering van het verbruiks- en kostenoverzicht

Vóór 2017 ontvingen gebruikers met een slimme meter van hun energieleverancier iedere twee maanden het VKO. Het VKO werd per mail of post toegestuurd en gaf een periodiek overzicht van het energieverbruik en de daarmee samenhangende kosten. In 2014 hebben Uitzinger en Uitdenbogerd een besparing voor gas waargenomen van 0,9 procent als gevolg van de installatie van de slimme meter in combinatie met dit tweemaandelijks VKO. De verbeteringen in het VKO, die de energiebedrijven hebben doorgevoerd, bestaan uit een verdubbeling van de frequentie naar een maandelijks VKO, de informatie wordt overzichtelijker en aantrekkelijker aangeboden, er wordt een vergelijking gemaakt met andere vergelijkbare huishoudens, het huidige energieverbruik kan eenvoudiger worden vergeleken met een eerdere periode en er worden tips gegeven voor energiebesparing die passen bij het seizoen (Paradies 2020). Menkveld et al. (2017) schatten ex ante het additionele effect van een verbeterd VKO op 2,8 procent voor aardgas (boven op de al bereikte 0,9 procent) en 2,7 procent op elektriciteit. De effecten van een verbeterd VKO zijn volgens de afspraken in het convenant (2017) uitgebreid gemonitord. De effectmeting die TNO heeft uitgevoerd heeft uitgewezen dat de verbetering van het VKO niet heeft geleid tot enige verlaging van het energieverbruik (zie Paradies et al. 2020; zie voor een bespreking van dat onderzoek paragraaf 4.4).

3.1.2 Bevordering gebruik energieverbruiksmanagers

Naast een verbetering van het VKO zette het convenant in op meer directe feedback over het energieverbruik door het gebruik van EVMs te bevorderen. In het convenant waren geen afspraken voor effectmetingen gemaakt voor EVMs. Wel was afgesproken dat het aantal geïnstalleerde en/of aangekochte EVMs gemonitord wordt en was het doel geformuleerd om in 2020 0,75 miljoen verkochte, geactiveerde en geïnstalleerde inzicht- en verbruiksdiensten te bereiken.

RVO (2020b) heeft deze monitoring uitgevoerd en constateert dat tussen 2017 en 2019 het aantal verkochte en geïnstalleerde EVMs die directe feedback geven is verdubbeld naar 0,4 miljoen, het aantal geïnstalleerde apps op telefoon of tablet die indirecte feedback aan de gebruikers leveren verdrievoudigd is naar 1,2 miljoen, en het aantal gebruikers van webapplicaties met 20 procent is afgenomen naar 0,8 miljoen. Daarmee is het eerder genoemde doel van 0,75 miljoen verkochte, geactiveerde en geïnstalleerde inzicht- en verbruiksdiensten ruimschoots behaald (RVO 2020b). Het aantal dataverzoeken voor het verstrekken van het dagverbruik (via de P4-poort) is gestegen van 50 miljoen naar 90 miljoen per maand, wat volgens RVO (2020b) duidt op een toename van het gebruik van EVMs die indirecte (niet realtime) feedback geven.¹⁸

Veel huishoudens die kortgeleden een EVM hebben gekregen of gekocht zijn daar positief over (RVO 2020a). Meer dan de helft zegt dat de EVM in grote mate inzicht geeft in het energieverbruik en zegt bewuster om te gaan met energie, zegt energiebesparende maatregelen te hebben getroffen of deze te overwegen. Ruim de helft verwacht ook dat een EVM leidt tot lagere energiekosten.

¹⁸ De 90 miljoen dataverzoeken is inclusief circa 7 miljoen dataverzoeken die gedaan worden ten behoeve van de aanmaak van het VKO.

3.1.3 Besparingseffecten energieverbruiksmanagers

Op basis van het aantal geïnstalleerde en/of aangekochte EVMs en de effectschatting van Menkveld et al. (2017) werd het effect van de toename van het aantal EVMs eind 2019 geschat op 4,2 petajoule energiebesparing (PBL 2020; RVO 2020b). Deze schatting is gebaseerd op Menkveld et al. (2017) die uitgaan van energiebesparingseffecten van EVMs van tussen de 2 en 6 procent, afhankelijk van het type EVM. Bij gebrek aan betere cijfers hebben Menkveld et al. (2017) hun schatting gebaseerd op buitenlands onderzoek en/of onderzoek dat niet voldoet aan eisen die gesteld worden aan goed¹⁹ effectonderzoek (zie paragraaf 2.4). De werkelijke effectiviteit van de geïnstalleerde Nederlandse EVMs kan daardoor aanzienlijk afwijken van deze schatting.

Een groot deel van de door RVO (2020b) en PBL (2020) ingeschatte energiebesparing is afkomstig van apps. Deze zijn vaak minder effectief dan met name in-home displays, omdat de feedback niet realtime is (zie paragraaf 2.3.1) en omdat de gebruiker actief de feedback moet opvragen (geen push, naar pull feedback). Het grote marktaandeel van apps is mede te verklaren doordat de marginale kosten relatief laag zijn. Daarbij is niet bekend hoeveel mensen geïnstalleerde apps ook daadwerkelijk gebruiken. Zo hebben van der Lelij et al. (2020) een groep gemotiveerde 'bespaarders' gratis een EVM van Enerlogic aangeboden.²⁰ Uit klikdata is gebleken dat circa de helft van de mensen die de EVM hebben geïnstalleerd deze niet heeft gebruikt. Driekwart van de deelnemers aan dit onderzoek melden zelf dat zij de EVM niet vaker dan eens per maand gebruiken.

¹⁹ Hiermee bedoelen we onderzoek waarmee de effecten causaal aan de EVM zijn toe te wijzen, zoals Randomised Controlled Trials (RCTs).

²⁰ Deze EVM wordt normaal niet gratis aangeboden.

4 Effecten energieverbruiksmanagers in Nederland

In dit hoofdstuk bespreken we de drie door ons uitgevoerde RCT-effectonderzoeken om te bepalen wat het effect is van de verschillende EVMs op het energieverbruik. De drie EVMs die zijn onderzocht, zijn: (i) een eenvoudige in-home display, (ii) een app op tablet/telefoon, en (iii) een e-mail in combinatie met een webapplicatie. Daarnaast bespreken we de resultaten van de door TNO uitgevoerde RCT voor het verbeterde VKO. Het besparingseffect van de eenvoudige in-home display is vastgesteld op 2,2 procent voor elektriciteit en 6,9 procent voor gas. Er zijn aanwijzingen dat de continue aanwezigheid en zichtbaarheid van de in-home display hierbij een belangrijke rol speelt. Voor de app met historische (indirecte) feedback en de e-mail + webapplicatie voor een betere balans tussen het werkelijke energieverbruik en het maandelijkse termijnbedrag is geen bewijs voor energiebesparing gevonden. Wel zijn er indicaties dat de e-mail + webapplicatie op langere termijn energiebesparend kan zijn omdat gebruikers aangeven van plan te zijn op termijn energiebesparende maatregelen te nemen. Er zijn geen aanwijzingen dat de in-home display en de e-mail + webapplicatie kennis over het energieverbruik van verschillende toepassingen vergroten of invloed hebben op de houding tegenover de energietransitie of energiebesparing. Wat betreft de onderzochte in-home display, de e-mail + webapplicatie en het verbeterde VKO zijn gebruikers positief over het beschikbaar zijn van de EVM of de verbetering van het VKO.

Op basis van de hier besproken effectmetingen en het aantal verkochte en geïnstalleerde EVMs eind 2019, schatten we in dat huishoudens door de invoering van de slimme meter, het versturen van de uitgebreide maandafrekening en het toepassen van in-home displays, ongeveer 4 petajoule per jaar besparen. Daarvan is 2,65 petajoule toe te rekenen aan het oude VKO²¹ (-0,9 procent voor gas) en 1,25 petajoule aan in-home displays. Voor de onderzochte e-mail + webapplicatie en app kon geen energiebesparend effect vastgesteld worden. De aangebrachte verbeteringen aan het VKO leveren volgens Paradies et al. (2020) geen extra besparing op.

Omdat goed onderzoek naar de effecten van Nederlandse EVMs ontbreekt zijn drie Nederlandse EVMs onderzocht: 1) een eenvoudige in-home display, 2) een app en 3) het uitsturen van e-mails met informatie over of het geschatte energieverbruik van het desbetreffende huishouden over het lopende betalingsjaar waarschijnlijk hoger of lager zou uitvallen dan het verbruik waarop hun maandelijkse voorschotbedrag was afgestemd. Hierna bespreken we de drie door ons uitgevoerde RCT-effectonderzoeken. Voor de volledigheid is ook het onderzoek naar het verbeterde VKO opgenomen (zie Paradies et al. 2020), daar dit bij ons weten de enige andere goede effectmeting (RCT) van een EVM in Nederland is. Voor elk deelonderzoek bespreken we kort de onderzoeksopzet en de resultaten, en vergelijken we deze met eerdere effectschattingen voor Nederland volgens Menkveld et al. (2017). We sluiten dit hoofdstuk af met een overzicht van de geschatte effecten en de resultaten van de effectmetingen van EVMs in Nederland.

²¹ Dit valt buiten het 10 PJ-convenant.

4.1 Eenvoudige in-home display

We hebben een effectmeting uitgevoerd voor een eenvoudige in-home display.²² Zeven gemeenten, energieloketten, woningbouwcorporaties en huurdersverenigingen hadden een flink aantal eenvoudige in-home displays aangekocht, de Geo Trio II-display. Deze eenvoudige display was bij de start van het onderzoek al wel op de Britse markt, maar nog niet beschikbaar voor Nederland. De Geo Trio II toont het energieverbruik op een kleurenbeeldscherm die in de woonkamer, keuken of gang gezet kan worden. De display toont realtime het stroomverbruik in kilowattuur of in euro's, waarbij een lichtje boven op het scherm meekleurt met het verbruiksniveau (groen-oranje-rood). Ook de hoogte van het gasverbruik wordt op het scherm weergegeven in kubieke meters of euro's, maar de meetintervallen zijn aanzienlijk groter dan voor elektriciteit, afhankelijk van het type slimme meter.²³ Wanneer de gebruiker verder doorklikt, wordt ook het historische verbruik (uur, dag, week, maand, jaar) grafisch weergegeven.

Figuur 4.1 De onderzochte in-home display, de Geo-trio II



© Green Energy Options

4.1.1 Onderzoeksopzet

In het RCT-onderzoek werden huishoudens in een verzorgingsgebied van één van de zeven initiatiefnemers per brief, advertentie of op een informatieavond gewezen op de mogelijkheid een jaar lang gratis gebruik te mogen maken van een 'energiedisplay', met de claim dat zij daarmee hun energierekening konden verlagen. De oproep om een display aan te vragen was daarbij deels gericht op huishoudens die nog niet intensief met energiebesparing bezig zijn geweest. Voorwaarde om in aanmerking te komen voor een display was dat zij niet op korte termijn zouden verhuizen, een slimme meter en een gasaansluiting hadden en dat zij ook meewerkten aan het onderzoek. Dat hield in dat zij toestemming gaven de meetgegevens van hun slimme meter uit te laten lezen, zij vooraf een korte vragenlijst invulden en na afronding van de metingen een eindvragenlijst. Daarbij is verduidelijkt dat niet aan alle huishoudens een energiedisplay toegewezen kon worden.

Op de oproepen hebben bijna 1.000 huishoudens gereageerd die in aanmerking kwamen voor deelname. Aan circa de helft van de aangemelde huishoudens is willekeurig een energiedisplay toegekend (de interventiegroep), aan de andere helft niet (de controlegroep). De huishoudens die een display toegekend hadden gekregen werden bezocht door een deskun-

²² Voor de volledige beschrijving van het onderzoek en de resultaten, zie Boomsma en Vringer (2021).

²³ Voor elektra wordt iedere 10 seconden een nieuwe meetwaarde door de slimme meter doorgegeven, voor gas is dit interval 10 minuten of 1 uur, afhankelijk van het type slimme meter.

dige om de display te installeren en een korte toelichting te geven op het gebruik. De huisbezoeken duurden circa een half uur en er werd een informatiefolder gegeven met enige toelichting over het energieverbruik van apparaten.

Voorafgaand aan het bezorgen van de displays werd al enige weken het energieverbruik van de huishoudens bijgehouden door de slimme meters van alle deelnemers uit te lezen. Als na het uitdelen van de displays het gemiddelde energieverbruik van de twee groepen ging verschillen, dan kon dat alleen veroorzaakt worden door de aanwezigheid van de display. De meterstanden van de deelnemende huishoudens zijn tussen 7 en 18 maanden na plaatsing van de displays bijgehouden, afhankelijk van het startmoment. De metingen liepen tussen december 2017 en juni 2020.

Nadat het energieverbruik van de deelnemende huishoudens vastgesteld was, is het onderzoek afgesloten met een eindsurvey. Met deze survey is gemeten hoe deelnemers omgingen met de display en of deze zichtbaar was in het huis, om zo te bepalen of het energieverbruik door de display 'zichtbaar' is gemaakt. Ook is gekeken in hoeverre de aanwezigheid van de display heeft geleid tot meer kennis over het eigen energiegebruik in huis, of deze iets heeft veranderd aan de houding van de deelnemers tegenover de energietransitie en of de display invloed heeft gehad op het door henzelf gerapporteerde energiegedrag (dagelijks gedrag en investeringsgedrag).

4.1.2 Resultaten

De groep die de in-home display heeft gekregen gebruikte 2,2 procent minder elektriciteit en 6,9 procent minder gas. Het lijkt erop dat deze besparing onbewust heeft plaatsgevonden omdat de deelnemers in de survey (55 procent respons) achteraf zelf aangaven dat de display niet heeft geleid tot energiebesparend gedrag. Er zijn geen verschillen gevonden tussen de twee groepen als het gaat om hun houding tegenover de energietransitie en het door henzelf gerapporteerde energiebesparende gedrag. Wat betreft hun kennis over het energieverbruik van verschillende toepassingen (apparaten en warmtegebruik) lijken de deelnemers met een display het belang van verwarming zelfs lager in te schatten, terwijl de gasbesparing op koude dagen – en dus op verwarming – plaatsvindt. De vastgestelde energiebesparing lijkt dus niet gedreven te zijn door een hoger kennisniveau over het eigen energiegebruik. Wel was duidelijk dat de groep met de display de hoogte van hun gasrekening beter konden inschatten en de display zeer op prijs stelde. De meerderheid wilde deze graag houden. Ook was duidelijk dat de meeste displays in de woonkamer of keuken stonden en dat de deelnemers op het einde van de meetperiode nog steeds met regelmaat op de display keken. We interpreteren deze resultaten als dat de display het eigen energieverbruik voor de deelnemers zichtbaar maakt en houdt.

Opgemerkt moet worden dat de deelnemersgroep²⁴ van dit experiment bestaat uit huishoudens die meer dan gemiddeld geïnteresseerd waren in een EVM. Hoewel de display gratis in bruikleen werd gegeven, moesten zij vooraf enige moeite doen (een korte vragenlijst invullen), waarbij niet de garantie gegeven werd dat zij ook daadwerkelijk een display in bruikleen zouden krijgen. Het is niet te zeggen of dit een positief of negatief effect heeft op de waargenomen energiebesparing. Mogelijk dat voor deze groep de behaalde besparing hoger uitvalt aangezien zij meer dan gemiddeld gemotiveerd is. Maar het kan ook zijn dat de gemeten besparing juist lager uitvalt ten opzichte van een gemiddelde groep Nederlandse huishoudens, omdat deze groep al besparingsmaatregelen had genomen vóór deelname aan het onderzoek.

²⁴ Dus zowel de interventiegroep als de controlegroep.

4.1.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting

Het uitgevoerde RCT-onderzoek toont aan dat de aanwezigheid van de eenvoudige in-home display waarop het energieverbruik continu te zien was, heeft geleid tot energiebesparing. De door ons geconstateerde besparing ligt voor elektriciteit ongeveer de helft lager dan die van de eerdere inschatting voor Nederland volgens Menkveld et al. (2017); 2,2 procent in plaats van de geschatte 5 procent. Voor de besparing op gas ligt de gemeten besparing hoger: 6,9 procent in plaats van de geschatte 6 procent. Menkveld et al. (2017) hebben hun inschatting gebaseerd op twee Nederlandse onderzoeken naar de Powerplayer en TOON. Het onderzoek naar de Powerplayer (Stedin 2013) is gebaseerd op een kleine pilot, waarbij de besparingen vastgesteld zijn met voor- en nametingen. Het onderzoek naar TOON (Ramondt 2015) is uitgevoerd onder een veel grotere onderzoeksgroep, maar vergelijkt het energieverbruik tussen wel- en niet-TOON-bezitters (zie ook paragraaf 2.4.1). Dat betekent dat de interventiegroep (TOON-bezitters) zichzelf heeft geselecteerd en de mensen uit de controlegroep niet (niet-TOON-bezitters). In hoeverre het verschil aan het bezit van een TOON is toe te wijzen en wat veroorzaakt is door zelfselectie is op basis van het onderzoek van Ramondt (2015) niet te bepalen. Opvallend is wel dat de resultaten van Raymond (2015) dicht bij die van ons komen, een besparingseffect van 2,9 procent voor elektriciteit en 5,5 procent voor gas. Overigens, de TOON is een veel uitgebreidere en duurdere in-home display dan de door ons geteste display.

4.2 App op telefoon of tablet

Met medewerking van een energiebedrijf dat actief is op de Nederlandse energiemarkt hebben we de effectiviteit gemeten van een app die gratis indirecte (en dus niet realtime) feedback geeft aan de klanten van het bedrijf.²⁵ Klanten bij het energiebedrijf kunnen de app gratis op hun telefoon of tablet installeren. Na toestemming gegeven te hebben voor het uitlezen van hun slimme meter kan met de app het energieverbruik in de voorgaande dagen in een grafiek worden afgelezen – in euro's, in kilowattuur elektriciteit en in kubieke meters gas per uur/dag/week/maand/jaar. Na het invullen van een aantal kenmerken van het huishouden en de woning schat de app op basis van verbruikspatronen in hoeveel energie voor welke toepassing gebruikt wordt. Op basis van deze analyse zijn ook persoonlijke bespaartips via de app beschikbaar.

4.2.1 Onderzoeksopzet

De RCT is uitgevoerd over een periode van 18 maanden (tussen juli 2018 en december 2019) waarin het energieverbruik (gas en elektra) van ruim 139.000 huishoudens werd gevolgd. Deze huishoudens werden verdeeld over twee groepen van ongeveer gelijke grootte; de randomisatie was succesvol, in die zin dat de twee groepen nagenoeg identiek waren wat betreft hun gas- en elektriciteitsverbruik, klantduur, bezoek aan de website van het energiebedrijf en het aantal geïnstalleerde apps. De interventiegroep kreeg eind juni 2019 een e-mail van het energiebedrijf waarin zij werden aangemoedigd de app te downloaden. De controlegroep kreeg die mail niet. De meterstanden van de huishoudens zijn zes maanden na het versturen van de e-mail bijgehouden. Na afsluiting van de meetperiode is, in tegenstelling tot de andere effectmetingen, geen afsluitende enquête gehouden om veranderingen in het energieverbruik te kunnen duiden en om zicht te krijgen op de ervaringen van de huishoudens met de app.

²⁵ Voor de volledige beschrijving van het onderzoek en de resultaten, zie van Soest en Vringer (2021).

4.2.2 Resultaten

We vinden geen bewijs dat het verzenden van de uitnodiging om de app te installeren leidt tot een statistisch significante verandering in het energieverbruik – niet op korte termijn, en ook niet op langere termijn, tot 6 maanden na de uitnodiging de app te installeren.

Hoewel dit effectonderzoek statistisch gezien een goede kans had een effect op het energieverbruik te meten, is het uitgevoerde onderzoek niet zonder haken en ogen. De mail over de energiebesparingsapp is maar eenmaal verstuurd aan de interventiegroep, en we hebben geen informatie over hoeveel klanten de app ook daadwerkelijk hebben gedownload, geïnstalleerd en gebruikt. Als dit er relatief weinig zijn geweest, is het goed mogelijk dat het effect per klant die de app installeerde aanzienlijk was, maar dat de groep van gebruikers te klein was om het gemiddelde verbruik voldoende te verlagen om statistisch gezien meetbaar te zijn. We kunnen op basis van dit experiment wel zeggen dat het versturen van een e-mail waarin huishoudens worden gestimuleerd om een EVM-app te downloaden niet noodzakelijkerwijs ertoe leidt dat zij ook hun energieverbruik gaan verlagen.

4.2.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting

Met het uitgevoerde RCT-onderzoek naar de app met indirecte feedback hebben we geen aanwijzingen gevonden dat deze hebben geleid tot energiebesparing. Menkveld et al. (2017) hebben eerder een schatting gemaakt voor Nederland van een besparing met apps van 4 procent voor gas en 2 procent voor elektriciteit. Deze schatting was gebaseerd op drie Nederlandse onderzoeken.

Twee van de besproken apps (Energiekrijgers en Ectual) geven echter – in tegenstelling tot de door ons geteste app en de meeste door Nederlandse huishoudens geïnstalleerde apps (RVO 2020b) – realtime feedback. Geelen et al. (2019) hebben voor de Ectual geen energiebesparend effect kunnen vaststellen van het gebruik van de app. Zoals eerder opgemerkt hebben deze onderzoekers geen volledige RCT uitgevoerd omdat na randomisatie de deelnemers van de interventiegroep zichzelf hebben kunnen selecteren, in tegenstelling tot de controlegroep (zie paragraaf 2.4.1).²⁶ Het effectonderzoek van de Energiekrijgers (-3 procent elektriciteit, -4 procent gas) is gebaseerd op voor- en nametingen bij 500 deelnemers (Liander 2013).

De derde (gratis) app, Anna Inzicht, geeft enkel indirecte feedback. Rigo (2019) heeft een effect vastgesteld van 2 procent besparing op elektriciteit; een effect op het gasverbruik kon niet vastgesteld worden. Ook het onderzoek van Rigo (2019) is geen RCT, aangezien de interventiegroep zich actief heeft moeten aanmelden, terwijl de controlegroep bestond uit appgebruikers die in het verleden de app weleens gebruikt hebben, maar daarmee gestopt zijn.

4.3 E-mail + webapplicatie

Met medewerking van een energiebedrijf dat actief is op de Nederlandse energiemarkt zijn de effecten onderzocht van het versturen van een e-mail aan huishoudens waarin het energiebedrijf advies geeft het maandelijks termijnbedrag te verhogen, te verlagen of niet te wijzigen, afhankelijk van het werkelijke energieverbruik van het huishouden.²⁷ De mail bevat een link naar een webapplicatie waarmee zij vervolgens hun termijnbedrag in lijn kunnen brengen met hun daadwerkelijke energieverbruik. Ook vindt de klant daar meer informatie over energiebesparingsmogelijkheden. De door ons onderzochte interventie is daarmee in eerste instantie niet gericht op het besparen van energie, waarmee deze dienst eigenlijk ook

²⁶ Totaal is van circa 600 deelnemers het energieverbruik gemeten.

²⁷ Voor de volledige beschrijving van het onderzoek en de resultaten, zie van Soest en Vringer (2021).

geen EVM genoemd mag worden. Al worden de klanten wel geïnformeerd over hun energieverbruik in vergelijking met de hoogte van de maandelijkse voorschotten.

4.3.1 Onderzoeksopzet

In deze RCT is van circa 135.000 huishoudens het energieverbruik (gas en elektra) over een periode van 15 maanden bijgehouden. Ongeveer de helft van deze groep is random toegewezen aan de interventiegroep en de andere helft aan de controlegroep. De twee groepen lijken zeer sterk op elkaar wat betreft hun energieverbruik, ingeschatte leeftijd, inkomen, woningkarakteristieken en de bezoekfrequentie van de webpagina waarin informatie kan worden gevonden over het eigen energieverbruik en waar, als gewenst, het maandelijkse voorschot kan worden aangepast.

Bijna 90 procent van de huishoudens in de interventiegroep heeft een of meerdere mailberichten toegestuurd gekregen, met de melding in dat hun energieverbruik in lijn ligt met het maandelijkse termijnbedrag, of dat het termijnbedrag te hoog of te laag is. Van de controlegroep heeft 0,6 procent van de huishoudens een dergelijke mail ontvangen.²⁸ Na afsluiting van de meetperiode is een afsluitende enquête gehouden onder een kleine 25.000 huishoudens om veranderingen in het energieverbruik tussen de twee groepen te kunnen duiden en om zicht te krijgen op de ervaringen van de huishoudens met de webapplicatie. De vragenlijst is vergelijkbaar met de vragenlijst in het in-home display-experiment (zie paragraaf 4.1) en door 3.383 huishoudens volledig ingevuld (13 procent respons).

4.3.2 Resultaten

We hebben geen bewijs gevonden dat het uitsturen van de e-mails ertoe heeft geleid dat huishoudens hun energieverbruik proberen te verlagen. Integendeel, we constateren dat huishoudens die een of meerdere e-mails ontvingen, juist iets meer gas en elektra gingen gebruiken. Op basis van de enquêteresultaten kunnen we concluderen dat deze stijging vooral komt door het achterwege blijven van energiebesparend gedrag. De meeste huishoudens ontvingen een e-mail met de mededeling dat hun energieverbruik zodanig was dat ze bij de jaarafrekening waarschijnlijk geld terug zouden krijgen (de winter was relatief zacht), en dat ze dus hun maandelijkse voorschot zouden kunnen verlagen. De neerwaartse aanpassing vond wel plaats, maar slechts in zeer geringe mate (een gemiddelde daling van het termijnbedrag met circa 1 procent). Het lijkt dus waarschijnlijk dat de huishoudens uit de informatie hebben afgeleid dat ze bij een kleine stijging van hun verbruik bij de jaarafrekening nog steeds niet zouden hoeven bijbetalen, en dat ze dus ook minder strikt konden zijn in de manier waarop ze met hun gas en elektra omgingen. Ook blijkt dat de huishoudens het ontvangen van de e-mails plezierig vonden: driekwart is tevreden met de e-mails en wil die ook blijven ontvangen. Ook zien we dat zij als gevolg van het ontvangen van de e-mail eerder van plan zijn energiebesparende maatregelen te nemen in huis; de langetermijneffecten van het uitsturen van de e-mails zouden dus alsnog energiebesparend kunnen zijn. De enquêteresultaten geven verder geen bewijs dat de e-mails hebben geleid tot een verbeterde houding ten opzichte van energiebesparing of de energietransitie, en we zien ook geen bewijs dat de verstrekte informatie ertoe heeft geleid dat huishoudens zich beter geïnformeerd en in staat voelden om energiebesparing te realiseren.

4.3.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschattingen

Met het uitgevoerde RCT-onderzoek naar de effecten van de e-mails in combinatie met een webapplicatie hebben we geen aanwijzingen gevonden dat deze hebben geleid tot energiebesparing. Zoals eerder aangegeven is de onderzochte interventie echter niet specifiek gericht op het besparen van energie, en is een vergelijking met eerdere schattingen niet mogelijk.

²⁸ In de statistische analyse is gecorrigeerd voor het feit dat niet alle huishoudens in de interventiegroep een mail hebben gehad en sommige huishoudens in de controlegroep juist wel een mail hebben gehad.

Menkveld et al. (2017) hebben wel een schatting gemaakt voor de effecten van webapplicaties in Nederland; een besparing van 2 procent voor zowel gas als elektriciteit. Deze schatting is gebaseerd op één Nederlands onderzoek naar een webapplicatie met historische feedback over het verbruik en informatie over de energietarieven (Sluis et al. 2011). Dit onderzoek is gebaseerd op een voor- en nameting van het energieverbruik van twee groepen die op beide momenten een vragenlijst hebben ingevuld. De 2 procent besparing is vastgesteld op basis van de groep die wel de webapplicatie heeft gebruikt ten opzichte van de groep die dat niet heeft gedaan. Er was geen sprake van een random toedeling over de controle- en de interventiegroep, waarmee onduidelijk is in hoeverre de waargenomen besparing aan de webapplicatie is toe te schrijven.

4.4 Het verbeterde verbruiks- en kostenoverzicht

In opdracht van Energie Nederland hebben Paradies et al. (2020) het besparingseffect onderzocht van een verbetering van het VKO. Huishoudens met een slimme meter ontvingen het VKO in het verleden elke twee maanden van hun energieleverancier per mail of post. De verbetering bestond uit een verdubbeling van de frequentie naar een maandelijks VKO en er zijn verbeteringen aangebracht zoals geadviseerd door Rietkerk en Menkveld (2017). De informatie is overzichtelijker en visueel aantrekkelijker aangeboden, met gebruik van plaatjes. Er wordt een vergelijking gemaakt met andere vergelijkbare huishoudens. Het huidige eigen energieverbruik kan eenvoudiger worden vergeleken met een eerdere periode en er worden tips gegeven voor energiebesparing die passen bij het seizoen (Paradies 2020). In 2019 gaf 79 procent van de consumenten met een slimme meter aan het VKO te hebben ontvangen. Het VKO werd in 2019 door ongeveer driekwart van de consumenten bekeken die kort daarvoor een slimme meter hadden ontvangen. Ruim 30 procent bekeek het VKO uitgebreid, ruim 40 procent kort en 6 procent niet (RVO 2020a). Het RVO onderzocht niet in hoeverre huishoudens die al langere tijd een slimme meter hebben het VKO bekeken.

4.4.1 Onderzoeksopzet

Voor de effectmeting van het verbeterde VKO hebben Paradies et al. (2020) een RCT uitgevoerd. In totaal is het energieverbruik van 48.800 adressen bijgehouden, verdeeld over 4 energieleveranciers. Het CBS heeft voor het onderzoek per energieleverancier twee steekproeven van 6.100 adressen in Nederland getrokken van huishoudens met een slimme meter, die qua verdeling naar woningtype, bouwjaar, huishoudkenmerken en koop/huur vergelijkbaar zijn. De controlegroep heeft tweemaandelijks het oude VKO ontvangen en de interventiegroep maandelijks het verbeterde VKO. Aan het einde van de meetperiode is een vragenlijst verstuurd naar de twee groepen, die 3.516 personen hebben ingevuld (respons van 8 procent).

4.4.2 Resultaten

Het elektriciteits- en gasverbruik van de controle- en interventiegroep zijn over 11 maanden (van augustus 2018 tot juli 2019) met elkaar vergeleken. Paradies et al. (2020) hebben geen verschil gevonden in het elektriciteits- en gasverbruik van deze twee groepen. De aangebrachte verbeteringen en de verhoogde frequentie van het VKO hebben niet geleid tot energiebesparing.

Uit de survey blijkt dat de interventiegroep het verbeterde VKO vaker bekijkt. De wijze van toesturen, post of e-mail, had daarop geen invloed. Het verbeterde VKO werd ook hoger gewaardeerd dan het oude VKO. Er zijn kleine verschillen in het zelf gerapporteerde gedrag, maar dat beeld was niet eenduidig. Paradies et al. (2020) concluderen dat dit onvoldoende basis geeft voor een conclusie over verschillen in het energiegedrag. Wel constateren zij dat huishoudens die de melding krijgen dat zij een hoger gasverbruik hebben dan vergelijkbare

huishoudens, vaker energiebesparende maatregelen rapporteren. Voor huishoudens met een hoger elektriciteitsverbruik dan vergelijkbare huishoudens geldt juist dat ze minder energiebesparende maatregelen rapporteren. De verklaarde variantie is echter klein, wat erop duidt dat andere factoren meer bepalend zijn dan de feedback via het VKO. Het verbeterde VKO leidde niet tot meer gebruik van andere EVMs als een app, in-home display of website.

In aanvulling op het RCT-experiment van TNO, hield Motivaction 10 duo-interviews van anderhalf uur met respondenten uit de steekproef om een verklaring te vinden voor het ontbreken van een besparend effect. Daaruit blijkt dat:

- huurders, huishoudens zonder budget en ouderen niet de mogelijkheid hebben of niet gemotiveerd zijn om te investeren in energiebesparende maatregelen; zij zijn tevreden over hun inzet;
- veel mensen met het verbeterde VKO de terugkoppeling krijgen dat zij het beter doen dan een gemiddeld vergelijkbaar huishouden;
- het inzicht in de individuele besparingsmogelijkheden niet is toegenomen omdat de gegeven bespaartips te generiek zijn;
- het voor veel mensen lastig is hun gezin mee te krijgen in afspraken of beslissingen rond energiebesparing.

4.4.3 Vergelijking resultaten met eerdere effectschatting

Paradies et al. (2020) hebben met hun RCT-onderzoek naar de effecten van verbeteringen in het VKO geen aanwijzingen gevonden dat deze hebben geleid tot energiebesparing. Zij zochten naar verklaringen hiervoor ten opzichte van de eerdere, positievere schatting voor Nederland van Menkveld et al. (2017) op basis van literatuuronderzoek. Zij schatten een besparing voor een verbeterd VKO op 2,7 tot 2,8 procent, boven op de 0,9 procent besparing op het gasverbruik die reeds bereikt is door de introductie van de slimme meter in combinatie met het oude VKO (zie Uitzinger & Uitdenbogerd 2014). Paradies et al. (2020) verklaren het verschil door een betere onderzoeksopzet van hun studie (grote groepen en zorgvuldige steekproeven) en verschillen in de context. In Nederland wordt gewerkt met vaste maandelijkse voorschotten, terwijl in sommige andere landen het werkelijke verbruik wordt verrekend. Ook verschilt de informatie van het VKO met overzichten in andere studies, waar soms direct een vergelijking wordt gemaakt met het energieverbruik van de 'meest efficiënte buuren'. Paradies et al. (2020) doen een aantal suggesties om het VKO nog verder te verbeteren, zoals het benoemen van ambitieuzere normen, personalisering en herhaling van besparingstips en het vergelijken met (bekende) huishoudens die succesvol energie hebben bespaard.

4.5 Samenvatting

In tabel 4.1 zijn de resultaten van de vier RCTs kort samengevat. Ten opzichte van eerdere schattingen volgens Menkveld et al. (2017) vallen de in de Nederlandse RCTs gemeten besparingen bijna alle lager uit of is er geen bewijs gevonden voor een afname in het energieverbruik. Zoals Menkveld et al. (2017) aangeven zijn hun eerdere schattingen (noodgedwongen) gebaseerd op een beperkt aantal Nederlandse studies die al wat ouder zijn en die niet zijn uitgevoerd op EVMs die momenteel in Nederland te krijgen zijn. Daarbij blijkt dat geen van deze studies een RCT betreft.

Op basis van het hiervoor besproken RCT-onderzoek en het aantal verkochte en geïnstalleerde EVMs eind 2019, schatten we in dat door de invoering van de slimme meter, het versturen van de uitgebreide maandafrekening en het toepassen van in-home displays, huishoudens ongeveer 4 petajoule per jaar besparen. Circa 2,65 petajoule is toe te rekenen aan het oude VKO, dat overigens buiten de inzet van het 10 PJ-convenant valt. Aan de 0,4

miljoen geïnstalleerde in-home displays die eind 2019 in Nederland gebruikt werden kan 1,25 petajoule toegerekend worden. Met het uitgevoerde RCT-onderzoek naar webapplicaties en apps kon geen energiebesparend effect vastgesteld worden. Het verbeterde VKO levert volgens Paradies et al. (2020) geen extra besparing op ten opzichte van het oude VKO. Voor zowel de onderzochte in-home display, de e-mail + webapplicatie als het verbeterde VKO zijn gebruikers positief over het beschikbaar zijn van de EVM of de verbetering van het VKO.

Tabel 4.1 Samenvatting van geschatte en gevonden effecten op het energieverbruik op basis van Nederlands RCT-onderzoek

EVM	Eerdere schatting (in %)*	Aantallen in Nederland (eind 2019)	Gevonden effect (in %)	Bereikte besparing in Nederland obv RCT-onderzoek
1. In-home display	-5 en -6	0,4 miljoen	-2 (e) -7 (g)	1,25 PJ
2. App – historische feedback	-2 en -4	1,2 miljoen	geen bewijs voor afname	-
3a. E-mail + webapplicatie	n.b.	n.b.	geen bewijs voor afname	-
3b. Webapplicaties	-2 en -2	0,8 miljoen	niet onderzocht	-
4a. VKO	n.b.	> 7 miljoen	-0,9 (gas)	2,65 PJ
4b. Verbetering VKO	-2,7 en -2,8	> 7 miljoen	0,0	0 PJ

* Voor respectievelijk elektriciteit en gas, volgens Menkveld et al. (2017)

In het RCT-onderzoek naar de *in-home display* viel op dat de deelnemers ook na langere tijd met regelmaat naar de display keken. De display stond ook in de meeste gevallen in de huiskamer of keuken. De continue aanwezigheid en zichtbaarheid van de in-home display lijkt daarmee een belangrijke rol te spelen. Dit ondanks dat de deelnemers achteraf zelf aangaven dat de display niet heeft geleid tot energiebesparend gedrag. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat de in-home display kennis over het energieverbruik van verschillende toepassingen vergroot of invloed heeft op de houding tegenover de energietransitie of energiebesparing. Als de in de RCT gevonden besparing van 2,2 procent op elektriciteit en 6,9 procent op gasverbruik geldt voor alle 400.000 huishoudens die eind 2019 een in-home display in huis hadden, komt de besparing uit op circa 1,25 petajoule.²⁹ We nemen daarbij aan dat de 400.000 huishoudens ook geïnteresseerde huishoudens zijn, vergelijkbaar met de huishoudens die met het RCT-onderzoek hebben meegedaan. Ook nemen we aan dat de onderzochte eenvoudige in-home display wat effect betreft vergelijkbaar is met de 400.000 in Nederland geïnstalleerde displays. Opgemerkt moet worden dat de marginale kosten van een display ten opzichte van een app of webapplicatie hoog zijn, omdat er per huishouden aparte hardware nodig is. Maar met een besparing van 7 procent op gas (circa 70 euro per jaar) en ruim 2 procent op elektriciteit (circa 15 euro per jaar) is deze hardware snel terug te verdienen.

Op basis van het RCT-onderzoek naar de *app* die historische (indirecte) feedback geeft³⁰ kunnen we alleen constateren dat het versturen van een e-mail, waarin huishoudens worden

²⁹ Uitgaande van de cijfers voor het finale gemiddelde energieverbruik per huishouden die ook in Menkveld et al. (2017) zijn gebruikt. Per woning gemiddeld 1.330 kubieke meter gas (42 gigajoule) en 2.810 kilowattuur (10 gigajoule).

³⁰ Uitlezing via de P4-poort waarmee alleen gegevens van de vorige dag en eerder beschikbaar zijn.

gestimuleerd om een EVM-app te downloaden, niet noodzakelijkerwijs ertoe leidt dat zij ook hun energieverbruik gaan verlagen.

We hebben geen bewijs gevonden dat de e-mail invloed heeft gehad op het energieverbruik. De mail is echter slechts eenmaal verzonden en we hebben geen informatie over hoeveel mensen de app wel of niet hebben geïnstalleerd en gebruikt.

Op basis van de RCT naar de *e-mail + webapplicatie* voor een betere balans tussen energieverbruik en termijnbedrag hebben we geen bewijs gevonden dat het uitsturen van de e-mails ertoe heeft geleid dat huishoudens hun energieverbruik hebben verlaagd. Het lijkt erop dat zij iets minder energiebesparend gedrag zijn gaan vertonen doordat velen de boodschap kregen dat zij hun termijnbedrag kunnen verlagen. Zij hebben dan ook hun maandelijkse termijnbedrag met ongeveer 1 procent verlaagd en zijn wat eerder van plan energiebesparende maatregelen te nemen, waarmee langetermijneffecten van het uitsturen van de e-mails als nog energiebesparend zouden kunnen zijn. Ook hier vinden we geen bewijs dat de e-mails leiden tot een andere houding ten opzichte van de energietransitie of energiebesparing of dat zij leiden tot betere kennis over het energieverbruik van toepassingen.

Voor een *verbetering van het VKO* hebben Menkveld et al. (2017) aangegeven dat het besparingspotentieel groot is omdat er in principe alle huishoudens mee bereikt worden. De door TNO uitgevoerde RCT laat zien dat de aangebrachte verbeteringen niet hebben geleid tot meer energiebesparing (zie Paradijs et al. 2020). Als uitgegaan wordt van een eerdere vastgestelde besparing door Uitzinger en Uitdenbogerd (2014) wordt met het oude, nog niet verbeterde VKO 0,9 procent op gas bespaard, wat een energiebesparing van 2,65 petajoule inhoudt. De laatstgenoemde onderzoekers konden geen besparingseffect op elektriciteit vaststellen.

LITERATUUR

AECOM Building Engineering & Ofgem (2011), Energy demand research project: Final analysis. Ofgem, June 2011

Allcott, H.(2011), Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9-10), pp. 1082-1095.

Allcott, H. & M. Greenstone (2012), Is there an energy efficiency gap? *Journal of Economic Perspectives*, 26 (1), 3(28).

Allcott, H. & T. Rogers (2014), The Short-Run and Long-Run Effects of Behavioral Interventions: Experimental Evidence from Energy Conservation. *American Economic Review*. Vol.104, No.10, October 2014. (pp. 3003-37).

Attari, S.Z., M.L. DeKay, C.I. Davidson & W. Bruine de Bruin (2010), Public perceptions of energy consumption and savings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 (37), 16054-16059. Retrieved from <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1001509107>

Brandon, A., P.J. Ferraro, J. List, J., R.D. Metcalfe, M.K. Price & F. Rundhammer (2017), Do The Effects of Social Nudges Persist? Theory and Evidence from 38 Natural Field Experiments. NBER Working Paper 23277. National Bureau of Economic Research, March 2017.

Boomsma, M. & K. Vringer (2021), The impact of real-time consumption feedback on gas and electricity use. In: Boomsma, M.A. (2021). *On the transition to a sustainable economy: Field experimental evidence on behavioral interventions*. CentER, Center for Economic Research. Under review.

Brounen, D., N. Kok & J.M. Quigley (2013), Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households. *Energy Economics* 38 pp.42-50.

Convenant (2017), *Convenant 10 PJ energiebesparing gebouwde omgeving* (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/convenanten/2017/05/23/convenant-energiebesparing-gebouwde-omgeving>).

Darby, S. (2006), The effectiveness of feedback on energy consumption: A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. Environmental Change Institute, University of Oxford.

Darby, S., C. Liddel, D. Hills & D. Drabble (2015), Smart Metering Early Learning Project. Research conducted for Department Of Energy and Climate Change (DECC), Environmental Change Institute, Oxford , the University of Ulster and the Tavistock Institute.

DellaVigna, S. (2009), Psychology and economics: Evidence from the field. *Journal of Economic Literature*, 47 (2), 315-372.

DellaVigna, S. & E. Linos (2020), RCTs to Scale: Comprehensive Evidence from Two Nudge Units. NBER Working Paper No. 27594 Issued in July 2020

- DeWaters, J. E., & S.E. Powers (2011), Energy literacy of secondary students in New York state (USA): A measure of knowledge, affect, and behaviour. *Energy Policy*, 39 (3), 1699–1710.
- DeWaters, J., & S. Powers (2013), Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *Journal of Environmental Education*, 44 (1), 38–55.
- Dromacque, Ch. & R. Grigoriou (2018), The Role of Data for Consumer Centric Energy Markets and Solutions. VaasaETT, Helsinki 11-12-2018.
- Ehrhardt-Martinez, K., K.A. Donnelly & J.A. Laitner (2010), Advanced metering initiatives and residential feedback programs: A meta review for Household electricity-saving opportunities. Report no E105. ACEEE, Washington, June 2010.
- Fischer, C. (2008), Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy Efficiency* 1, 79-104.
- Geelen, D. R. Mugge and S. Silvester & A. Bulters (2019), The use of apps to promote energy saving: a study of smart meter-related feedback in the Netherlands. *Energy Efficiency* vol. **12**, 1635-1660(2019). <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09777-z>
- Gerwen, R. van, F. Koenis, M. Schrijner & G. Widdershoven (2010), Intelligente meters in Nederland. Herzene financiële analyse en adviezen voor beleid. KEMA, Arnhem.
- Gillingham, K. & K. Palmery (2014), Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8 (1), 18-38.
- Jessoe, K., & Rapson, D. (2014), Knowledge is (Less) power: Experimental evidence from residential energy use. *American Economic Review*, 104(4), 1417–1438.
- Klimaatwet (2019), <https://wetten.overheid.nl/BWBR0042394/2020-01-01>, geraadpleegd op 31-8-2020.
- Lelij, B. van der, T. Boomsma & M. Muller (2020), Online gedragsexperiment energieverbruiksmanager. Motivaction rapport B6210, 12 november 2020.
- Liander (2013), Resultaten Alternatieve Feed Back Pilot. *Energiekrijgers*.
- McKerracher, C., & J. Torriti (2013), Energy consumption feedback in perspective: Integrating Australian data to meta-analyses on in-home displays. *Energy Efficiency*, 6(2), 387–405. <https://doi.org/10.1007/s12053-012-9169-3>
- Menkveld, M., M. Rietkerk, J. Mastop, C. Tigchelaar & K. Straver (2017), Besparingseffecten van slimme meters met feedbacksystemen en slimme thermostaten', Amsterdam, 5 april 2017. ECN Notitie N-17-017
- Paradies, G., L. Dreijerink en M. Menkveld (2020), Effectmeting verbeterd verbruiks en kostenoverzicht. TNO Rapport 2020 P10380.
- PBL (2020), Klimaat en Energie Verkenning (KEV) 2020. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, 2020
- Rietkerk, M.D.A., M. Menkveld (2017) Advies verbeterd VKO E-ECN—17-061, Energiecentrum Nederland, December 2017

- Rigo (2016), Verbruiksmonitoring met de slimme meter Een experiment in Rotterdam.
- RVO (2020a), Marktbarometer Aanbieding Slimme Meters, Voortgangsrapportage 2019. Rijksdienst voor ondernemend Nederland
- RVO (2020b), Monitoringrapportage 2019 convenant Gebouwde Omgeving. Rijksdienst voor ondernemend Nederland
- SER (2013), Energieakkoord voor duurzame groei. Sociaal Economische Raad, den Haag.
- SER (2019), Klimaatakkoord, den Haag
- Sluis, M. v.d., A. Hesselink & R. Jonkers (2011), Energieadvies op maat via gebruik van slimme meters. Determinanten- en effectonderzoek. Onderdeel van Projectencatalogus energie-innovatie. ResCon, Amsterdam.
- Soest, D. van, & K. Vringer (2021), De invloed van energieverbruiksgegevens op energiebesparing: Effectonderzoek naar twee diensten. Planbureau voor de Leefomgeving, April 2021.
- STEDIN (2013), Publieksrapport onderzoek powerplayer. Stedin.
- Uitzinger, J., & D. Uitdenbogerd, (2014), *Monitoring en evaluatie van de slimme meter en het tweemaandelijks verbruiksoverzicht*. Amsterdam: IVAM rapport O-1417.
- Vringer, k., M. van Middelkoop en N. Hoogervorst (2014), Energie besparen gaat niet vanzelf, evaluatie energiebesparingsbeleid voor de gebouwde omgeving. PBL beleidsstudie, december 2014.
- Vringer, K. & T. Dassen (2016), De slimme meter, uitgelezen energie(k)? Achtergrondstudie, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, 17 november 2016.
- Wei, S., R. Jones & P. de Wilde (2014), Driving factors for occupant-controlled space heating in residential buildings. *Energy and Buildings* 70 (2014) pp. 36–44. Elsevier.