

University of Groningen

Modelling household energy consumption to understand sustainable energy behaviour

Namazkhan, Maliheh

DOI:
[10.33612/diss.235155988](https://doi.org/10.33612/diss.235155988)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2022

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Namazkhan, M. (2022). *Modelling household energy consumption to understand sustainable energy behaviour: an integrated approach*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.235155988>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Het energieverbruik van huishoudens levert een belangrijke bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen en daarmee klimaatverandering. Dit tegengaan is een van de grootste uitdagingen van deze tijd. Om klimaatverandering aan te pakken en bij te dragen aan een duurzame energietransitie is het van belang om te weten welke factoren een rol spelen in de mate waarin mensen bereid zijn om gedrag te vertonen dat bijdraagt aan het beperken van klimaatverandering. Het doel van dit proefschrift is begrijpen welke factoren duurzaam energiegedrag beïnvloeden, omdat dit belangrijke inzichten geeft in hoe we duurzaam gedrag kunnen bevorderen. We bestuderen drie typen van duurzaam energiegedrag. Deze hebben elk een relatief grote bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen en zijn tot nu toe weinig bestudeerd in deze context: het gebruik van aardgas, hetgeen een relatief grote rol speelt in het energieverbruik van Nederlandse huishoudens; en de adoptie van duurzame energiebronnen, in het bijzonder op de bereidheid om photovoltaïsche systemen (PV; zonnepanelen) te installeren alsmede het duurzame gebruik van deze systemen.

In dit proefschrift wordt een breed scala aan factoren die een rol in dit duurzame energiegedrag kunnen spelen bekeken. De invloed van deze factoren op energiegedrag is tot nu toe per groep factoren apart bestudeerd. Wij introduceren in dit proefschrift een geïntegreerd kader om meer begrip te krijgen in de invloed van factoren op gasconsumptie van huishoudens, de bereidheid PV aan te schaffen en duurzaam te gebruiken, waarbij simultaan gekeken wordt naar socio-demografische en psychologische factoren. Verder bestuderen we in welke mate kenmerken van de woning gerelateerd zijn aan gasverbruik, en hoe dat zich verhoudt tot de invloed van de andere factoren. Om deze doelen te bereiken maken we gebruik van een aantal statistische technieken die relatief weinig worden gebruikt binnen de sociale wetenschappen, ondanks dat ze zeer geschikt zijn om de onderzoeksvragen te beantwoorden. De technieken die wij toepassen zijn het *proportional odds* model, multinoïale logistische regressieanalyse, beslisbomen (*decision trees*) en gegeneraliseerde additieve modellen.

In Hoofdstuk 2 testen we een geïntegreerd model om te bestuderen in welke mate woningkenmerken, socio-demografische kenmerken en psychologische factoren een rol spelen in het aardgasgebruik van Nederlandse huishoudens,

wat via slimme meters gemeten wordt. We laten zien hoe beslisbomen gebruikt kunnen worden om doeltreffend en inzichtelijk te laten zien welke factoren een rol spelen in het gasverbruik. We laten zien dat alle drie de groepen van factoren een toegevoegde waarde hebben in het voorspellen van gasgebruik, hetgeen het belang van een geïntegreerde aanpak benadrukt. Grootte van de woning, type woning en leeftijd van de woning (woningkenmerken), inkomen en arbeidsstatus (socio-demografische kenmerken), en met name egoïstische en hedonistische waarden, milieu-identiteit, de mate waarin men denkt dat hun energiebedrijf er naar streeft om hun milieupact wil verminderen, en sociale norm (psychologische factoren) droegen allen bij aan het voorspellen van gasverbruik. Dus, om een goed en compleet beeld van gasverbruik van huishoudens te krijgen, is het essentieel om alle drie de groepen factoren mee te nemen.

In Hoofdstuk 3 bestuderen we in hoeverre woningskenmerken, socio-demografische kenmerken en psychologische factoren gerelateerd zijn aan gedrag dat de belangrijkste bijdrage levert aan huishoudelijk gasverbruik: de hoogte van de thermostaat. Aan de hand van het *proportional odds model* wordt de kamertemperatuur voorspeld op basis van bovengenoemde factoren. Net als in Hoofdstuk 2 vonden we dat woningkenmerken, socio-demografische kenmerken en psychologische factoren elk belangrijke en betrouwbare voorspellers van kamertemperatuur, zowel overdag als 's nachts, zijn en elk een toegevoegde waarde hebben. Bewoners van nieuwe huizen hebben de thermostaat, zowel overdag als 's nachts, hoger staan dan bewoners van oude huizen. Bewoners van (vrijstaande) huizen hebben de thermostaat hoger staan dan bewoners van appartementen. Oudere bewoners, grotere huishoudens, en sterkere egoïstische, hedonische en altruïstische waarden hangen ook samen met een hogere kamertemperatuur. Onze resultaten hebben belangrijke praktische implicaties, aangezien deze laten zien dat het belangrijk is om in beleid gericht op het verminderen van het gasverbruik de aandacht op alle drie de categorieën te richten. We bespreken verschillende routes om mensen te motiveren de thermostaat wat lager te zetten.

In Hoofdstuk 4 bestuderen we de rol die socio-demografische kenmerken en psychologische factoren spelen met betrekking tot de vraag of huishoudens photovoltaïsche systemen al geïnstalleerd hebben, de intentie hebben deze te installeren versus niet die intentie te hebben. Daar de afhankelijke variabele drie niveaus aan kan nemen, is gekozen voor een multinomiaal logistisch regressiemodel. Net als in Hoofdstukken 2 en 3 vinden we dat zowel socio-demografische kenmerken als psychologische factoren een rol spelen bij duurzaam gebruik van PV. We zien dat jongere bewoners, grotere huishoudens, huishoudens

met hogere inkomens, mensen met sterkere doelen om duurzaam gedrag te vertonen en sterkere *persoonlijke norm om energie te besparen* vaker zonnepanelen aanschaffen en ook eerder geneigd zijn om deze aan te schaffen.

In hoofdstuk 5 bekijken we hoe socio-demografische kenmerken en psychologische factoren betrokken zijn in duurzaam PV gedrag, d.w.z. hun energieverbruik zoveel mogelijk tijdens zonnige uren laten plaatsvinden en energie terug te leveren aan het net. Dit bestuderen we aan de hand van het gegeneraliseerde additieve model, waarbij het netto energieverbruik, gedefinieerd als het verschil tussen de elektriciteit die opgevraagd is uit het netwerk en de elektriciteit die teruggeleverd is aan het netwerk, gemeten via slimme meters. Naast tijdstip op de dag en tijd van het jaar bleek een breed scala aan socio-demografische kenmerken en psychologische factoren een rol te spelen in het verklaren van de netto elektriciteitsconsumptie, maar niet altijd in de verwachte richting. Een hogere leeftijd, vrouwelijke hoofdbewoner, sterkere biosferische waarden, sterkere egoïstische waarden, sterkere hedonische waarden, en een sterkere wil om het energiegebruik te verlagen zijn allen gerelateerd aan een lager energieverbruik. Aan de andere kant hangen grotere huishoudens, hogere inkomens, hogere opleidingsniveaus, sterkere altruïstische waarden, sterkere doelen om duurzaam om te gaan met energie en *milieu-identiteit*, en een hogere *uitkomst-effectiviteit* zijn allen gerelateerd aan een hogere netto elektriciteitsconsumptie.

De verschillende studies in dit proefschrift laten consistent zien dat variabelen van alle drie de types predictoren van belang zijn om het energieverbruik van huishoudens goed te modelleren en te begrijpen. Het is derhalve belangrijk om deze drie aspecten allen een rol te laten spelen bij het ontwikkelen van beleid gericht op duurzamer gedrag. Specifiek zouden interventies gericht kunnen zijn op bijvoorbeeld het isoleren van (oudere) woningen middels financiële prikkels en het versterken van het gevoel van persoonlijke verantwoordelijkheid om klimaatverandering tegen te gaan. Interventies kunnen zich ook specifiek richten op hogere inkomens en grotere woningen, omdat hier het energieverbruik het hoogst is. Verder kan de *milieu-identiteit* versterkt worden, bijvoorbeeld door mensen meer bewust te maken van hun duurzame gedrag. Door het geven van goede feedback op (gas)verbruik, kunnen mensen hun gedrag beter aanpassen in overeenstemming met hun biosferische waarden en daarmee het (gas)verbruik verlagen. Dergelijke interventies kunnen extra effectief zijn omdat psychologische factoren en woningkarakteristieken eenvoudiger te veranderen zijn dan socio-demografische kenmerken. Voorts zou beleid ontwikkeld kunnen worden waarbij huishoudens hun doel om duurzame energiegedrag te vertonen versterken. Betere

voorlichting over het belang van installatie en goed gebruik van zonnepanelen en het belang van het afstappen van aardgas zijn hierbij essentieel. Dit draagt ook bij aan de versterking van *persoonlijke normen*.

Onze resultaten geven het duidelijke signaal af dat een geïntegreerde aanpak nodig is om duurzaam energiegedrag te begrijpen. Wanneer de focus op slechts een aspect, bijvoorbeeld woningkenmerken, wordt gelegd, wordt waardevolle en essentiële informatie over het hoofd gezien en wordt maar een beperkt beeld van duurzaam energiegedrag verkregen.

