

Slimme wasmachines maken efficiënter gebruik van duurzame energie

Kunnen we in de toekomst voor 100% gebruik maken van duurzame energie?

Voor het zover is moeten we nog heel wat vraagstukken oplossen.

Over de productie van duurzame energie én over de distributie ervan.

Hoe voorzie je gebruikers van voldoende energie, ook als de zon niet schijnt of de wind niet waait? Elke Klaassen, promovendus aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), onderzoekt deze vraag.



Elke Klaassen heeft haar domicilie in het fonkelnieuwe gebouw Flux op de campus van de TU/e. Vandaaruit werkt ze aan de ontwikkeling van zogenaamde *smart grids*, slimme distributiesystemen waarin vraag en aanbod van energie optimaal op elkaar worden afgestemd. Smart grids maken het straks mogelijk om een groot deel van de energievraag in te vullen met duurzame energie.

Verschuiving in energiebehoefte

“Op dit moment zitten we midden in een belangrijke energietransitie”, vertelt Klaassen. “Er wordt steeds meer duurzame energie gewonnen. Tegelijkertijd neemt de vraag naar elektrische energie toe.” Er komen steeds meer elektrische auto's op de weg, huizen worden voorzien van warmtepompen. Deze verschuiving in onze energiebehoefte wordt elektrificatie genoemd. Het is een goede ontwikkeling, maar onze huidige energie-infrastructuur is hier niet op ingericht. Als iedereen bij thuiskomst zijn auto in het stopcontact steekt en alle warmtepompen tegelijk aanslaan als het koud wordt, dan kunnen de huidige kabelnetwerken het niet meer aan. Je kunt dit oplossen door de grond vol te stoppen met dikkere kabels. Samen met Enexis, netbeheerder in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland, onderzoekt Klaassen ook andere mogelijkheden.

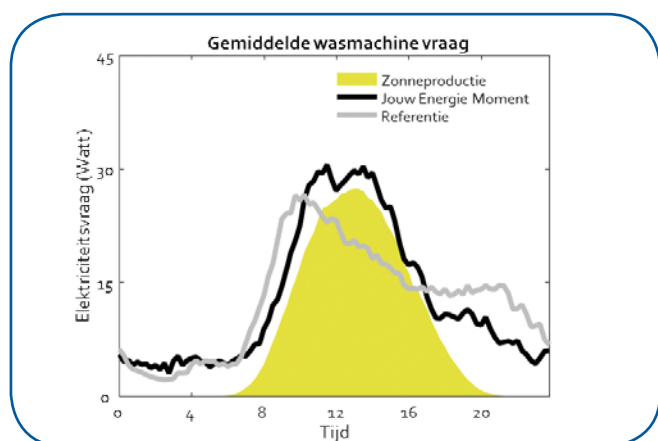
“Een kenmerk van wind- en zonne-energie is, dat het aanbod niet controleerbaar is”, licht Klaassen toe. “Als de zon niet schijnt of de wind niet waait, leveren deze bronnen geen energie.” Ook de vraag naar energie is niet constant, maar varieert over de dag en over het jaar. Vooral 's avonds als we gaan koken, de vaatwasser aanzetten, een wasje draaien en in de droger stoppen of onze elektrische auto opladen, ontstaan er flinke pieken in de vraag.

Conventionele energiecentrales kunnen deze pieken opvangen door de gaskraan verder open te zetten. Met duurzame energie bestaat deze optie niet. Wat je dan wel kunt doen is vraag en aanbod beter op elkaar afstemmen.

Wiskundig optimalisatieprobleem

“Wiskundig gezien hebben we hier te maken met een optimalisatie probleem”, aldus Klaassen. “Je verzamelt data over het energieverbruik en -aanbod en gebruikt die om de energievraag te sturen. Dit wordt verwerkt in een rekenmodel dat bepaalt wanneer een apparaat het beste aan kan gaan. Een van de parameters in het model is een flexibele elektriciteitsprijs.” In de pilot Jouw Energie Moment – in Zwolle en Breda – onderzoekt Klaassen in hoeverre je zo een betere match tussen vraag en aanbod kunt realiseren. In Zwolle gebruiken de deelnemende huishoudens een ‘smart’ wasmachine. Als je de was erin stopt, stel je op het apparaat in wanneer de was klaar moet zijn. De machine bepaalt daarna het gunstigste moment om te gaan wassen. Hetzelfde gebeurt in Breda. Daar is bovendien een wijk bij de pilot aangesloten met huizen die voorzien zijn van een warmtepomp. Een warmtepomp haalt met behulp van een warmtewisselaar warmte uit water, lucht of de grond. Het opwarmen van een huis met een warmtepomp gaat langzaam, maar bij goed geïsoleerde huizen is dat geen bezwaar. Ook hier kun je met een flexibele energieprijs het tijdstip beïnvloeden waarop een warmtepomp aanslaat. “Dit is wel complexer dan bij een wasmachine,” legt Klaassen uit, “want je moet dan ook de status in het huis kunnen voorspellen. Het kan twee uur duren om een huis op te warmen, intussen mag het binnen niet te koud worden. Hiervoor moet je ook rekening houden met het verloop van de buitentemperatuur.”

Hoe stem je vraag en aanbod het best op elkaar af? Met andere woorden, hoe creëer je de benodigde flexibiliteit in de energievraag? In de pilot communiceren de wasmachines en warmtepompen met het centrale systeem en zoeken op basis van de energieprijzen zelf het gunstigste moment om aan te gaan. Daarbij houden ze rekening met elkaar. "Om dit beste moment te berekenen, gebruiken we wiskundige optimalisatietechnieken", legt Klaassen uit. "In de pilot krijgen we elke 15 minuten data binnen van alle aangesloten slimme apparatuur. Deze data gebruiken we om vervolgens te achterhalen wat precies de flexibiliteit is. Dit komt er op neer dat je een oplossing zoekt voor een stelsel van vergelijkingen. De flexibiliteit in de energievraag is de onbekende in de vergelijkingen, zeg maar de x die je moet oplossen. Omdat we te maken hebben met zoveel data en verschillende parameters, kunnen we deze vergelijkingen niet met de hand kunt oplossen. We doen dit met behulp van software uit een toolbox die daarvoor ontwikkeld is.



Grafiek die de verschuiving laat zien in het energieverbruik van een smart wasmachine in de pilot Jouw Energie Moment. De energievraag wordt nu beter afgestemd op de lokaal opgewekte zonne-energie.

"De echte interesse voor wiskunde kwam nadat ik enthousiast raakte voor het verrichten van onderzoek."

Bij het analyseren van de data maken we veel gebruik van statistiek, zoeken we correlaties, lineair en niet-lineair, berekenen we regressiecoëfficiënten enzovoort. We gebruiken *machine learning* technieken om patronen in de data te ontdekken. Bij machine learning leert software zelf bij op basis van data die wordt geanalyseerd. Ook hierbij speelt statistiek een belangrijke rol."

Meer mogelijk op lokaal niveau

Hoe meer huishoudens op een smart grid zijn aangesloten, hoe beter je de energievraag kunt voorspellen. Hierdoor komen lokale oplossingen voor energievoorziening dichterbij. Steeds meer energie wordt lokaal opgewekt. Een deel daarvan wordt aan het landelijk netwerk teruggevoerd. Door transportverliezen gaat hierbij energie verloren. Efficiënter is het daarom om lokaal geproduceerde energie lokaal te benutten. Feedback naar de gebruikers helpt daarbij. De deelnemers aan de pilot hebben daarom een display in hun woonkamer. Hierop kunnen ze volgen hoe hun energieverbruik bijdraagt aan de duurzaamheid van het totale systeem. Door de feedback letten de deelnemers extra op de momenten waarop ze energie gebruiken.



Display waarop deelnemers aan de pilot informatie krijgen over hun energieverbruik

Op het vwo volgde Klaassen meerdere wiskundevakken, maar de echte interesse voor wiskunde kwam nadat ze enthousiast raakte voor het verrichten van onderzoek. De scenario's die ze nu onderzoekt zijn nog toekomstmuziek, maar met haar werk haalt ze die toekomst een stukje dichterbij.