

Open HEM nu!

Waarom dit het moment is
voor de ontwikkeling van open
Home Energy Management
Visiedocument Waag Futurelab

Auteurs:

Thomas van Dijk en Julia Jansen
Waag Futurelab

*Dit rapport is opgesteld in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland (RVO) op verzoek van de Topsector Energie (Programma
Digitalisering TKI Urban Energy).*

waag  **futurelab**



 **TOPSECTOR ENERGIE**
Innovatie voor een duurzame toekomst

 **Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland**

Voorwoord

Het energiesysteem komt door de energietransitie langzaam maar zeker onder druk te staan. Elektrificatie van de warmtevraag en mobiliteit, in combinatie met recente geopolitieke ontwikkelingen, leiden tot een toenemend elektriciteitsverbruik. De opkomst van all-electric woningen en elektrische voertuigen geeft een forse stijging van de elektriciteitsvraag in woonwijken. Bovendien is deze vraag naar elektriciteit niet geleidelijk verspreid over de dag, maar ontstaan er op bepaalde momenten grote pieken; bijvoorbeeld als men allemaal de elektrische auto inpluigt na een werkdag. Dit overlapt vaak niet met de zonne-energie die juist overdag wordt opgewekt. Daardoor raakt de balans van vraag en aanbod van elektriciteit verstoord en kan het elektriciteitsnet lokaal overbelast raken. Hierdoor ontstaat een behoefte om energiestromen slim te managen.

Om elektrificatie van woningen betaalbaar, betrouwbaar en veilig te houden zijn slimme energiebeheer- en flexibiliteitsdiensten nodig, waarmee vraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd. De systemen die dit binnen woningen mogelijk maken noemen we Home Energy Management Systems (HEMS). Het flexibel aansturen van apparaten in en rondom de woning (zoals thuislaadpalen, warmtepompen en zonnepanelen) maakt het mogelijk de vraag naar elektriciteit te veranderen, te verschuiven of te verspreiden in de tijd. Zo ontstaat de optie om vraagpieken af te vlakken of te verplaatsen naar momenten met voldoende opwek.

Het uitgangspunt is daarbij *niet* dat de consument zelf continu de elektrische auto sneller of langzamer laat laden, of de thermostaat continu moet bijstellen. De HEMS zullen dit (deels)-geautomatiseerd gaan doen.

Wij, TKI Urban Energy, TSE Digitalisering en RVO, hebben aan Waag Futurelab gevraagd om hun visie te geven op HEMS. Op welke manier kunnen we HEMS inrichten dat publieke waarden (veilig, inclusief en democratisch bestuurbaar) geborgd blijven? Welke bouwstenen zijn al beschikbaar en relevant om toegepast te worden voor HEMS? Hoe kan gestandaardiseerde toegang tot data plaatsvinden waarbij privacy, cybersecurity en daarmee het vertrouwen van mensen gewaarborgd wordt? Wat is in deze nabije toekomst het 'publieke goed' en hoe ziet de governance daarvan eruit? De Public Stack is een model dat daarbij gebruikt is als raamwerk om de technologie van HEMS zichtbaar te maken en grip te krijgen op de manier waarop deze onze maatschappij beïnvloedt. Door HEMS te beschouwen vanuit de Public Stack kan gekeken worden naar de gemaakte keuzes in verschillende lagen van de technologie. Daarmee is de Public Stack een middel om inzicht te geven in de mogelijkheden van de ontwikkeling van HEMS. Dit biedt handvatten voor alle spelers in de keten: alle spelers in de keten: burgers, individueel en georganiseerd in energiecoöperaties, energiegemeenschappen en wooncoöperaties, doe-het-zelvers en hardware- en softwareontwikkelaars die werken aan een open HEM, of dat nog niet doen maar het wel zouden willen, net als beleidsmakers en toezichthouders.

Maarten de Vries
TKI Urban Energy

Soe van Dijk en Harold Veldkamp
TSE Digitalisering

Nicole Kerkhof-Damen
RVO

Over TSE Digitalisering, TKI Urban Energy en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

TKI Urban Energy is een onderdeel van de Topsector Energie (TSE). De organisatie stimuleert bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden om samen te werken op het gebied van energie-innovatie. Het programma Digitalisering, ook onderdeel van TSE, richt zich op de digitalisering van het energiesysteem, met een speciale aandacht voor referentiearchitecturen, het gebruik en beheer van data en cybersecurity. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) is een overheidsorganisatie gericht op het Nederlandse ondernemersklimaat. Ondernemend Nederland kan bij hen terecht met vragen op het gebied van duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

TKI Urban Energy, TSE Digitalisering en RVO bevorderen samen onderzoek naar digitalisering in energie-innovaties voor een snelle transitie naar een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving en de infrastructuur. Dit doen we door initiatieven financieel te steunen, betrokken partijen bij elkaar te brengen en kennis te delen. Op deze manier versterken wij de economische concurrentiekracht van betrokken Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.

Heeft u innovatieve ambities op het gebied van HEMS? Mogelijk kan Topsector Energie of RVO u ondersteunen bij uw ambities. De medewerkers van TKI Urban Energy en TSE Digitalisering staan klaar om uw ideeën te toetsen en u te helpen bij het vinden van samenwerkingspartners en het opzetten van een consortium. U kunt bij RVO terecht als u wilt toetsen of uw ideeën in aanmerking komen voor subsidie (cofinanciering) vanuit de Topsector Energie. Wilt u n.a.v. dit rapport in contact komen, neem dan contact op met:

TKI Urban Energy
Maarten de Vries
Maarten@tki-urbanenergy.nl

TSE Digitalisering
Soe van Dijk
Soe.vandijk@topsectorenergie.nl

RVO
Nicole Kerkhof
Nicole.kerkhof@RVO.nl

waag  **futurelab**

 **TOPSECTOR ENERGIE**
Innovatie voor een duurzame toekomst

 **Rijksdienst voor Ondernemend Nederland**

Samenvatting

De wereld staat voor een maatschappelijke opgave om te verduurzamen. Volgens het klimaat-akkoord moet in 2030 zeventig procent van alle elektriciteit hernieuwbaar worden opgewekt door windturbines op zee, op land en door zonnepanelen op daken en in zonneparken. Tegelijkertijd neemt de vraag naar elektriciteit bij huishoudens toe, voornamelijk door warmtepompen en elektrisch rijden.

Om dit alles op elkaar af te stemmen is nieuwe energiemanagementtechnologie nodig, die voor een deel in huishoudens terecht zal komen. Hoe we die technologie ontwerpen heeft invloed op de machtsverhoudingen binnen het energienet en op de (her)verdeling van energie en geld. In dit rapport delen we de visie van Waag Futurelab op de ontwikkeling van Home Energy Management (HEM) waarin publieke waarden en het burgerperspectief centraal staan.

In de **inleiding** beschrijven we hoe onze visie tot stand is gekomen en leggen we het model van de Public Stack uit dat wij hiervoor gebruikt hebben. Public Stack is een model dat Waag Futurelab heeft ontwikkeld om eerlijke technologie te creëren die burgers respecteert en stimuleert in hun autonomie, die veilig is. Het model helpt technologie te ontwikkelen die niet gebaseerd is op extractie van waarde en die bijdraagt aan een duurzame samenleving.

We beschrijven wat HEM is, wat het huishouden eraan heeft en wat de rol van HEM kan zijn in het optimaliseren van het elektriciteitsnet. Deze rol wordt steeds relevanter naarmate er meer apparaten met groot elektrisch vermogen op het net worden aangesloten, met als grootste vier de warmtepompen, zonnepanelen, thuisladers voor elektrische auto's en thuisbatterijen.

Als deze apparaten van veel huishoudens tegelijkertijd aan of uit kunnen gezet worden kan deze 'flexibiliteit' ingezet worden om het elektriciteitsnet te optimaliseren.

Maar hier is veel data vanuit huishoudens voor nodig. We schetsen het probleem dat er een vergelijkbare run op persoonlijke data op de loer ligt, zoals we in het internetdomein hebben zien gebeuren. Tegenover private oplossingen waar gesloten technologie wordt ontwikkeld en winst centraal staat, stellen we een open HEM voor die langs de lijnen van de Public Stack wordt ontwikkeld en waarin burgers en gemeenschappen een sturende rol vervullen.

In het hoofdstuk **technologie**, de eerste laag van de Public Stack, laten we zien welke open-source onderdelen er bestaan voor energie-inzicht, -controle en -management. We laten zien hoe RaspberryPi computers, open-source Home-Assistant software en open standaarden en protocollen zich tot elkaar verhouden. Voor open HEM is met name op drie fronten werk te doen. Ten eerste moeten we open standaarden promoten zodat verschillende systemen met elkaar praten. Vervolgens is open-source technologie nodig zodat het systeem voor iedereen transparant en toegankelijk is en de controle en winst niet bij een klein aantal grote bedrijven belandt. Tot slot moeten we gemeenschappen versterken die met elkaar energie, data en opbrengsten kunnen uitwisselen.

Succes van de realisatie is niet alleen afhankelijk van technologieontwikkeling, maar ook van de manier waarop de implementatie en het onderhoud wordt georganiseerd.

In het hoofdstuk **ontwerpproces** beschrijven we een aantal partijen die op verschillende schaalniveau's aan open HEM werken, en daarmee samen een publieke digitale infrastructuur voor energie bouwen. Netbeheerders, energieproducenten, bouwbedrijven en doe-het-zelvers kunnen allemaal zelf aan de slag met open HEM, maar voor veel burgers is dit niet toegankelijk.

We zien bij veel maatschappelijke organisaties en energiecoöperaties in Nederland een bewustzijn ontstaan dat het samen open-source software ontwikkelen voordelen voor de gehele sector en maatschappij kan hebben. Op Nationale, Europese en internationale schaal zien we dat veelbelovende open-source oplossingen door partijen zoals REScoop, Flexmeasures, Alliander en de Linux Energy Foundation met elkaar worden verbonden en via het populaire open-source Home Assistant in de praktijk worden gebracht.

Om ervoor te zorgen dat dit open HEM-ecosysteem op publieke waarden wordt gebouwd is het belangrijk stil te staan bij de keuzes en principes die aan de basis liggen van de technologieontwikkeling. Dit bespreken we in het **fundament**. Privacy by design-principes zoals dataminimalisatie en public defaults dienen ten grondslag te liggen aan het ontwerp.

Om het voordeel van de energietransitie niet onevenredig bij individuele huishoudens of energiegemeenschappen te laten landen, is het van belang om 'netvriendelijke gedrag' via de inzet van HEM te stimuleren op specifiekere wijze dan via prijsprikkels van de energiemarkten.

Een voorbeeld hiervan het bandbreedtemodel, een nieuw model voor een energiecontract. Om het HEM-ecosysteem open te houden is het van belang dat er overzicht komt in het effect van dergelijke nieuwe contracten en verschillende aankomende wet- en regelgevingskaders, zodat

burgers en kleine partijen makkelijk hierop kunnen voortbouwen.

Open HEM nu stelt publieke waarden centraal. Aan het eind van het rapport geven we een aantal **aanbevelingen** voor verschillende stakeholders in het elektriciteitsnet. Nederland speelt een prominente rol speelt in het wereldwijde open HEM-ecosysteem. Maatschappelijke initiatieven én HEM technologie zijn volop aanwezig om een open HEM te realiseren waar publieke waarden, democratische principes en heldere beslissingskaders centraal staan. Nu is de tijd om dit te versterken.

Voor wie is dit stuk?

Dit stuk is in de eerste plaats geschreven voor de opdrachtgevers: Topsector Energie, TKI Urban Energy en de RVO, om een visie op HEM volgens het Public Stack-model te geven. Daarnaast is het interessant voor iedereen die energie gebruikt of bouwt aan HEM-onderdelen; burgers, individueel en georganiseerd in energiecoöperaties, energie-gemeenschappen en wooncoöperaties, doe-het-zelvers en hardware- en softwareontwikkelaars die werken aan een open HEM, of dat nog niet doen maar het wel zouden willen.

Tot slot is dit stuk voor partijen met systeemverantwoordelijkheid: netbeheerders, toezicht-houders, het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en andere overheidsorganisaties die investeringskracht hebben ten behoeve van maatschappelijke

Een open HEM biedt minstens zoveel kansen als een privaat, gesloten systeem. Energiebedrijven energieleveranciers, aggregatoren en andere marktpartijen en innovatoren kunnen allen nieuwe diensten ontwikkelen op basis van een open HEM-ecosysteem.

Inhoudsopgave

1. INLEIDING

1.1 DE PUBLIC STACK EN OPEN SOURCE

Voor wie is dit stuk?

1.2 WAT IS HOME ENERGY MANAGEMENT (HEM)?

HEM voor het huishouden

HEM voor het net: de grote vier, flexibiliteit en congestiemanagement

Elektriciteitsmarkten, flexibele prijzen en vraagsturing

Energiegemeenschappen

1.3 PROBLEMSCHETS

Private Stack scenario: the Internet of Energy

Black box en vendor lock-in

Huidige respons is niet genoeg

1.4 OPEN HEM NU: DE PRIVATE VS. DE PUBLIC STACK

2. TECHNOLOGIE

2.1 TOEPASSINGEN

Inzicht - Open Verbruiksmonitor

Controle - Home Management Controller

Energie Management

2.2 VEILIGHEID, FIRMWARE EN DRIVERS

2.3 APPARATUUR

2.4 PROTOCOLLEN EN DATAMODELLEN

Applicatie- en netwerkprotocollen

2.5 DATA(COMMONS)-INFRASTRUCTUUR

Datacommons

De organisatie van HEM



3. ONTWERPPROCES

3.1 OPEN HEM MET BURGERS

Activiteiten die al aanwezig zijn

Activiteiten die nog vorm moeten krijgen

3.2 OPEN HEM MET GEMEENTEN EN PROVINCIES

Activiteiten die al aanwezig zijn

Activiteiten die nog vorm moeten krijgen

3.3 OPEN HEM MET NEDERLAND

Activiteiten die al aanwezig zijn

Activiteiten die nog vorm moeten krijgen

3.4 OPEN HEM MET EU EN DE WERELD

Activiteiten die al aanwezig zijn

Activiteiten die nog vorm moeten krijgen

4. FUNDAMENT

4.1 UITGANGSPUNTEN EN AANNAMES

4.2 SOCIAAL-ECONOMISCHE OVERWEGINGEN

4.3 GRONDRECHTEN EN WAARDEN

4.4 GOVERNANCE EN TOEZICHT

5. AANBEVELINGEN

5.1 VOOR INDIVIDUELE EN GEORGANISEERDE BURGERS

5.2 OP REGIONALE SCHAAL MET GEMEENTEN EN PROVINCIES

5.3 OP NATIONALE SCHAAL

5.4 OP INTERNATIONALE SCHAAL

1. INLEIDING

Het burgerperspectief als vertrekpunt voor een democratisch energienet

Het burgerperspectief staat centraal in alle lagen van de Public Stack. Dit eerste hoofdstuk bevat de inleiding van ons onderzoek naar Home Energy Management (HEM). We beschrijven wat HEM is en hoe de keuze voor open-source technologie kan bijdragen aan het ontwerp van een open, eerlijke en inclusief HEM-ecosysteem. We leggen uit wat ons zorgen baart en waarom de huidige response vanuit de overheid en de markt niet genoeg is om die zorgen weg te nemen.

1.1 DE PUBLIC STACK EN OPEN SOURCE

1.2 WAT IS HOME ENERGY MANAGEMENT (HEM)?

1.3 PROBLEMSCHETS

1.4 OPEN HEM NU: DE PRIVATE VS. DE PUBLIC STACK

Samenvatting

- Public Stack is een model dat Waag ontwikkelde om de wereld die achter technologie schuilt gaat zichtbaar te maken. In dit rapport doen we dit voor HEM.
- HEMS maken geautomatiseerde beslissingen op basis van persoonlijke huishoudelijke voorkeuren, energieprijzen, weerdata en andere externe data. Burgers zijn in staat hiermee meer grip te krijgen op eigen stroomverbruik en -opwekking.
- Als HEMS van verschillende huishoudens gekoppeld worden kan dit bijdragen aan het slimmer benutten van beperkte capaciteit op het elektriciteitsnet
- Probleemschets: de huidige ontwikkeling van HEM laat zien dat het nog vele kanten op kan qua standaardisatie, technologische afhankelijkheden, wetgeving en sturing en dat er een (ongewenste) 'lock-in' kan ontstaan bij private tech bedrijven die winst boven maatschappelijke waarden stellen.
- Er is te weinig aandacht voor open-source innovatie en publieke-civiele samenwerkingen, terwijl er in Nederland veel potentie is op dit gebied.
- Als HEM in openheid wordt ontwikkeld en niet het winstbelang maar het maatschappelijk belang het vertrekpunt is, kunnen burgers daadwerkelijk meedoen én meekijken.

1.1. De Public Stack en open-source

De wereld staat voor een maatschappelijke opgave om te verduurzamen. De nationale broeikasgasuitstoot moet 49% verminderen in 2030, op weg naar 95% emissiereductie in 2050 ten opzichte van 1990. In 2030 moet daarvoor 75% van ons elektriciteitsgebruik door windmolens en zonnepanelen worden opgewekt en moet er genoeg duurzame elektriciteit beschikbaar zijn voor 11.5 miljoen huishoudens. Daarbij komen steeds meer elektrische auto's en warmtepompen. Volgens het klimaatakkoord doet 'deze decentrale wereld een groot beroep op samenwerkingsbereidheid, vertrouwen, maatwerk, aanpassing en flexibiliteit van allen'. Hiervoor is nieuwe technologie nodig. HEM is daar een voorbeeld van.

Waag Futurelab heeft de Public Stack (zie kader) ontwikkeld om na te denken over hoe inclusieve technologie tot stand kan komen. Aan de Public Stack liggen uitgangspunten, waarden en principes ten grondslag om systemen te ontwerpen waarin mensenrechten, de grenzen van de planeet en publieke waarden gewaarborgd zijn en waarbij we via democratische besluitvorming als samenleving grip houden op digitalisering.

Met open HEM doelen we niet alleen op open-source hardware- en softwareontwikkeling, maar ook op een open ontwerpproces, waarbij burgerorganisaties zoals energiegemeenschappen en maatschappelijke organisaties betrokken zijn. Met dit rapport pleiten we ervoor dat juist nu de markt nog in opkomst is en het speelveld wordt verdeeld, het moment daar is om te kiezen voor open HEM.

Door te kiezen voor open technologie krijgen verschillende actoren de kans om zelf grip te hebben op de ontwikkelingen. Of dat nu de burger is die meer grip wil krijgen op zijn energieverbruik, het bouwbedrijf dat HEM overweegt te integreren in zijn diensten, energiebedrijven die flexibele prijzen aanbieden en hun klanten met HEM de mogelijkheid willen geven om hier meer mee te doen, of de netbeheerder die de integratie van duurzame energie en de mogelijke congestieproblemen in de wijk wil oplossen.

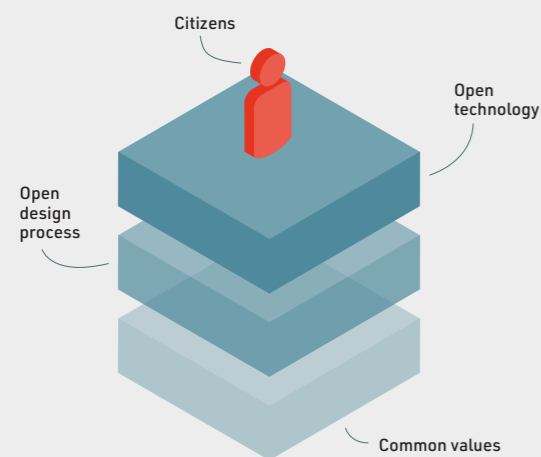
In 2017 werd er uit een onderzoek in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties geconcludeerd dat het kiezen voor open-source software grote maatschappelijke voordelen heeft, namelijk:

- Verhoogde transparantie
- Voorkoming van onnodige kosten en realisatie van synergie
- Verhoging van de innovatiekracht door hergebruik
- Vorming van een fundament voor een digitale participatiemaatschappij
- Onderlinge ondersteuning binnen gemeenschappen
- Bevordering van codekwaliteit
- Stimulering van economische activiteiten
- Economische baten.¹

Dit resulteerde in een beleidslijn waarvoor overheidsaanbestedingen open-source software de voorkeur krijgt. HEM is geen overheidssoftware en we verwachten niet dat de overheid HEM gaat aanbesteden. De inzichten en resultaten van dit onderzoek zijn desalniettemin relevant voor de ontwikkeling van het decentrale elektriciteitsnet van de toekomst, waar een fundament nodig zal zijn voor digitale burgerparticipatie (met HEM), verhoogde innovatiekracht door hergebruik nuttig en efficiënt zal blijken en burgers en andere belanghebbende partijen in een open HEM-ecosysteem samen kunnen leren, ontwikkelen en bijdragen. De oproep voor open HEM is dus ook een oproep voor meer publiek-civiele samenwerking. Zo kan de maatschappij meekijken én meedoen in de ontwikkeling van HEM.

Public Stack¹

Waag gebruikte dit model eerder in studies naar EV-laadinfrastructuur² en een referentiearchitectuur³ voor het energienet. Achter technologie gaat een wereld schuil van ideeën, beslissingen, infrastructuur en afspraken die op het eerste oog niet waarneembaar zijn. Voor het ontwerpen van 'eerlijke' technologie moet deze gelaagdheid in beeld worden gebracht. Hiervoor heeft Waag de Public Stack ontwikkeld.



De lagen die aan de totale functionaliteit van een product of dienst zoals Home Energy Management (HEM) bijdragen, bestaan uit fysieke technologie (hardware, virtuele onderdelen zoals software, data en algoritmen), het ontwerpproces (incl. de partijen die de technologie ontwerpen, bouwen, implementeren en onderhouden) en conceptuele, ethische en evaluatieve onderdelen zoals het verdienmodel en het beheer (governance), dat we het fundament noemen. Als de afhankelijkheden tussen deze lagen transparant zijn en het burgerperspectief en publieke waarden centraal staan in alle lagen, spreken we van een Public Stack.

¹ Publicstack.net
² <https://waag.org/nl/project/public-stack-laadinfrastructuur/>
³ <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Algemeen/Position%20Papers%20Verkenning%20Referentiearchitectuur.pdf>

Wat is open-source?

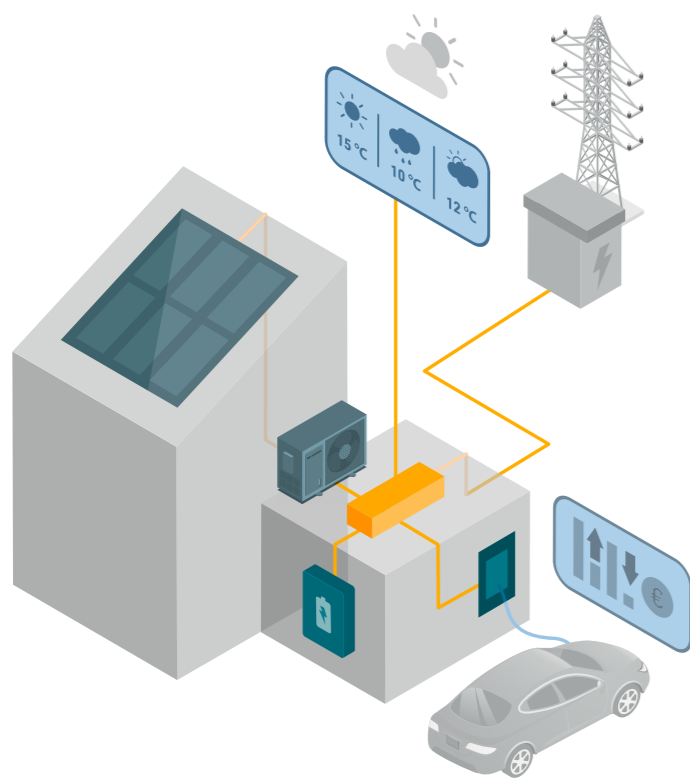
Bij open-source software is de broncode ('source') open gesteld. De broncode bevat de kern van de software en is een leesbare tekst die instructies bevat in een bepaalde programmeertaal. Bij het vrijgeven van de code wordt deze niet meer uitsluitend toegankelijk voor de eigenaar van de code, maar ook voor andere (externe) ontwikkelaars bij de overheid, in de maatschappij, bij burgerinitiatieven en in het bedrijfsleven. In het geval van algoritmes gaat hetzelfde op. Een algoritme is gevat in software die open-source beschikbaar kan zijn. Bij open-source hardware wordt online precies beschreven welke componenten bij elkaar gebracht en/of gesoldeerd moeten worden. Het openstellen van code en hardware maakt de technologie breder toegankelijk en doorontwikkeling makkelijker.

¹ <https://www.kennisopenbaarbestuur.nl/documenten/rapporten/2017/10/11/onderzoek-open-source-software>

1.2 Wat is Home Energy Management (HEM)?

Als we praten over HEMS, bedoelen we de Home Energy Management Systemen, inclusief de hardware en software. Met HEM doelen we op de functionaliteit en activiteit van een HEMS, namelijk Home Energy Management.

Bij HEM worden geautomatiseerde afwegingen gemaakt om energie te managen. HEMS monitoren wat het energieverbruik (gas en elektra) en het elektrisch vermogen is van apparaten in huis, en kunnen die apparaten aansturen op basis van persoonlijke voorkeuren, randvoorwaarden en informatie van buiten het huis, zoals (dynamische) energieprijzen en weersvoorspellingen. In de toekomst kan daar data over het gemiddelde energieverbruik van de buurt en informatie over te verwachte netcongestie bijkomen.



Figuur 1: HEM als huishoudelijke energie centrale

² In de nieuwe Energiewet is opgenomen dat energieleveranciers met meer dan 200.000 klanten verplicht zijn om dynamische tarieven aan te bieden.

³ Verschillende aspecten en use-cases van HEM worden benoemd in de publicatie 'kansen voor Energiemanagement in de woning' van Elaad en FAN: <https://nl.flexible-energy.eu/nieuws-events/energiemanagement-in-en-om-de-woning-biedt-grote-kansen/>

HEM voor het huishouden

Voorkeuren en randvoorwaarden voor energieverbruik verschillen per huishouden en per apparaat en zijn een reflectie van persoonlijke kenmerken, woonsituaties en leefstijl.

Voorkeuren kunnen bijvoorbeeld inhouden:

- De auto opladen tot maximaal 80% wanneer de zon schijnt of de wind waait, zodat je er op weekdagen om zeven uur mee naar kantoor kunt.
- De warmtepomp aanzetten wanneer je thuis bent, maar uitzetten wanneer de buitentemperatuur boven 20 graden komt.
- De zonnepanelen afschakelen als er energietransportproblemen zijn.
- Gebruikmaken van dynamische tarieven² en apparaten aanzetten wanneer de uurprijs laag is.³

Ook houdt een HEMS rekening met de randvoorwaarden van apparaten om goed te kunnen functioneren, zoals een minimaal en maximaal vermogen dat ze in een bepaalde tijd beschikbaar kunnen stellen of nodig hebben.

HEM voor het net - de grote vier, flexibiliteit en congestiemanagement

Doordat men in de industrie, mobiliteit en in de gebouwde omgeving overstapt, van fossiele brandstoffen op elektra en er op veel plekken windmolens en zonnepanelen bijkomen, komt op steeds meer plekken de maximale transportcapaciteit van de elektriciteitsnetten in zicht. Op sommige plekken dreigen zelfs bedrijven of zonnepaneelparken niet meer aangesloten te kunnen worden.

Het Landelijk Actieprogramma Netcongestie⁴, opgesteld en onderschreven door een brede vertegenwoordiging van publiek-private stakeholders, benoemd hiervoor drie oplossingsrichtingen:

1. Sneller bouwen – sneller realiseren van netuitbreidingen.

Aanpak waarin verschillende projecten in een gebied in samenhang worden aangestuurd door provincies, Rijk, gemeenten en netbeheerders.

2. Sterker sturen – sturen op betere benutting van het net.

Met regelgeving, contractvormen, nettarieven, etc. Door ACM, netbeheerders, Rijk in samenwerking met netgebruikers.

3. Vergroten flexibele capaciteit – publiek-private acties voor slimme oplossingen.

Industrieën en bedrijven ontwikkelen en benutten flexibel energiegebruik. In samenwerking met andere netgebruikers, netbeheerders, Rijk, provincies, gemeenten en ACM.

Het actieprogramma is geschreven vanuit een publiek-privaat perspectief, omdat de

netcongestie op dit moment vooral voor grootverbruikers van belang is, aangezien zij geen (grotere) aansluiting kunnen krijgen als er te weinig capaciteit op het net is. Omdat netbeheerders de noodklok hebben geluid dat ook kleinverbruikers last kunnen gaan hebben van netcongestie⁵, is de verwachting dat ook huishoudens partij zullen worden in deze oplossingsrichtingen.

Dit zal in eerste instantie gaan om huishoudens in het bezit van apparaten met een groot elektrisch vermogen. Het gaat hier dan vooral om omvormers voor zonnepanelen, warmtepompen⁶, elektrische laadpalen⁷ en thuisbatterijen (samen ook wel 'de grote vier' genoemd). Het flexibel aan- en uitzetten van deze vier, van meerdere huishoudens tegelijkertijd, kan een significante bijdrage gaan leveren aan de flexibilisering van het energiesysteem.

Elektriciteitsmarkten, flexibele prijzen en vraagsturing

Of je financieel voordeel kunt behalen met HEM, hangt af van de elektriciteitsmarkten. En die veranderen. Zo komen er steeds meer energiecontracten met dynamische tarieven. Als men kiest voor een energiecontract met dynamisch tarief kan men met HEMS het moment van energieverbruik, opwekking en opslag zo inplannen dat het financieel voordeel oplevert. Dit noemt men prijs-gebaseerde vraagrespons, vraagsturing of vraagverschuiving (price-based demand response).

De elektriciteitsmarkten faciliteren handel in elektriciteit. Energie kan op de termijnmarkt een jaar of een maand van tevoren door energieleveranciers worden ingekocht bij energieproducenten. Op de dagmarkt is dat op dezelfde dag en op

⁴ <https://www.vemw.nl/kennisbank-detail/2022/12/21/Rapport-Landelijk-Actieprogramma-Netcongestie>

⁵ <https://www.ad.nl/binnenland/alliander-slaat-alarm-netwerk-vol-huishoudens-wacht-stroomuitval-en-plots-knipperende-verlichting-thuis-ae94182b8/>

⁶ Warmtepompen variëren van 2 kW (hybride) tot 6 kW (all-electric) per woning. Als deze tegelijkertijd aangaan kan dit in 2030 leiden tot een extra elektriciteitsvraag van 2,5 tot 3,5 GW.

⁷ ElaadNL voorziet in 2025 al congestie in zo'n 20 procent van de Nederlandse wijken. Het vermijden hiervan is cruciaal in de transitie naar elektrisch rijden. <https://energy.nl/publications/slim-laden-elektrische-voertuigen/>

onbalansmarkten kan energie worden verhandeld vlak voor het moment van opwekking en wordt per kwartier de prijs bepaald. Partijen kunnen op momenten dat het nodig is automatisch wat extra energie gaan verbruiken (afregelen) of opwekken (opregelen), dit noemt men flexibiliteitsdiensten.⁸ Dit helpt om de balans op het net te behouden en om 'filevorming' op het net (congestieproblemen) te voorkomen.

HEM kan het mogelijk maken om als een groep huishoudens te handelen op een elektriciteitsmarkt. De stroom van zonnepanelen van alle daken in de buurt kan samen worden aangeboden op de dagmarkt. Als energie slurpende apparaten van meerdere huishoudens automatisch tegelijk aan of uit gezet kunnen worden, kan men hiervoor een vergoeding krijgen op de onbalans markt.

Energiegemeenschappen van belang voor het nut van HEM

De potentiële vergoeding voor flexdiensten wordt voor veel huishoudens alleen mogelijk als HEM de flexibele capaciteit van velen tegelijkertijd kan ontsluiten en als de markten ook voor huishoudens worden ingericht, want individuele huishoudens met zonnepanelen mogen nu hun geproduceerde stroom niet zelf verkopen.

In 2019 introduceerde de Europese Commissie een pakket aan verordeningen en richtlijnen die moeten helpen om het energiesysteem van de Europese Unie CO₂-arm te maken: het Clean Energy Package. Dit pakket richt zich voor een belangrijk deel op de rol die 'afnemers' kunnen spelen in het energiesysteem. De Commissie introduceerde daartoe een aantal nieuwe rollen waaronder de 'actieve afnemer' en 'energiegemeenschappen'. Ook benoemt ze de mogelijkheid voor leden van energiegemeenschappen om opgewekte energie te delen, al is nog niet precies gedefinieerd wat dat betekent.

De actieve afnemer mag behalve energie kopen en verbruiken ook energie produceren, verkopen, opslaan en deelnemen aan flex- en energie-efficiëntieregelingen. Deze activiteiten leggen mogelijk een grotere druk op het net en HEMS zijn essentieel om deze activiteiten uit te voeren. Energiegemeenschappen bestaan uit leden die vrijwillig deelnemen aan de gemeenschap. Het kan gaan om personen, lokale overheden en kleine ondernemingen. De gemeenschappen moeten als juridische entiteit georganiseerd zijn en moeten in eerste instantie gericht zijn op het genereren van '(gemeenschaps)voordelen' voor de leden.

Er moet echter nog blijken hoe energiegemeenschappen er in de praktijk uit komen te zien. Energiecoöperaties zouden een voorbeeld kunnen zijn van een energiegemeenschap, maar een groep huishoudens zou zich ook via een commerciële aggregator kunnen verenigen.

Opbrengst voor HEM

In het rapport *De Kansen voor Energiemanagement in de Woning* van ElaadNL en FAN⁹ wordt uitgelegd dat op dit moment de kosten voor HEM nog hoog zijn en de opbrengst van flexdiensten en vraagsturing laag. In hoofdstuk 2 – technologie wordt besproken hoe ontwikkel- en implementatiekosten verlaagd kunnen worden door standaardisatie en een open HEM ontwikkeling.

De potentiële financiële voordelen van HEM zullen erg afhangen van de veranderende netwerktarieven (zoals het bandbreedtemodel, uitgelegd in hoofdstuk 4 - fundament en nieuwe wet- en regelgeving (zoals de salderingsregeling die afgebouwd wordt) die de energietransitie met zich mee brengt.

1.3 Probleemschets

Home Energy Management (HEM) is een cruciale spil in het complexe energie web. Hoe HEM wordt vormgegeven zal van grote invloed zijn op de keuzevrijheid van burgers rond energieverbruik en de beslissruimte die beleidsmakers, netbeheerders, systeempartijen en marktpartijen hebben. We zien echter dat voor oplossingen nu nog vooral naar de markt gekeken wordt, en dat baart ons zorgen.

Private Stack scenario: the Internet of Energy

In HEM komen het 'Internet of Things'¹⁰ en energie samen. Men spreekt ook wel van het 'Internet of Energy'. Dat is toepasselijk omdat er steeds meer decentrale energienetten met elkaar in verbinding komen te staan. De term internet is een afkorting van internetworking, dat wil zeggen: netwerken onderling verbindend. Maar het internet is jarenlang op zijn beloop gelaten. Daar hebben kleine partijen inmiddels nauwelijks nog kans voet aan de grond te krijgen. Overheden krijgen lastig grip op de grote tech-bedrijven die het internet domineren, omdat zij zich grote delen van de infrastructuur hebben toegeëigend. Het is een risico dat dit ook gaat gebeuren met de digitalisering van het energiesysteem, als grote bedrijven ook deze markt gaan domineren en innovaties op het elektriciteitsnet niet transparant en moeilijk controleerbaar zijn.

Black box en vendor lock-in

We zien dat fabrikanten van zonnepanelen, warmtepompen, laadpalen en elektrische auto's energiemanagementdiensten ontwikkelen om hun apparaten aan te sturen en geproduceerde energie voor hun klanten te verkopen. Zo lanceerde Tesla in het Verenigd Koninkrijk in samenwerking met energieleverancier Octopus Energy een *Virtuele Energiecentrale*, genaamd Tesla Energy Plan.¹¹ Tesla beheert de thuisbatterijen en gebruikt die om vraagresponsdiensten aan te bieden en te kunnen handelen op energiemarkten.

De apparaten in dit systeem werken goed met elkaar samen, maar voor de buitenwereld is het ontoegankelijk hoe het werkt; het is een zogenaamde 'black box'.

Als alleen apparaten van dezelfde fabrikant met elkaar kunnen praten, spreken we van een vendor lock-in. Een vendor lock-in ontstaat als een consument alleen nog maar producten van dezelfde leverancier kan kopen, omdat die van een andere leverancier er niet mee kunnen communiceren.

Een voorbeeld: de lock-in bij Tesla.

Iemand heeft een thuisbatterij en een auto van Tesla. Dat werkt allemaal perfect samen met het HEMS van Tesla. Maar als men een andere auto wil kopen, kan het zijn dat die auto niet communiceert met de Tesla HEMS. Men blijkt gevangen in het ecosysteem van één fabrikant.

De meeste verdienmodellen rond energie-management zijn data- en algoritmedreven. Dynamisch laden, opslag van energie, inkoop en teruglevering werken op basis van gebruikers-, prijs- en weerdata. Actoren zullen hun verdienmodellen verbeteren met de groeiende hoeveelheid beschikbare data. Partijen die actief zijn op een markt waar veel data gegenereerd worden, kunnen dankzij hun 'datamacht' sneller opschalen waardoor het toetreden voor nieuwe initiatieven lastig wordt. Afnemers, zoals ook

⁸ Rathenau Instituut (2022). Stroom van data – Energiedata benutten voor een maatschappelijk verantwoorde energietransitie. Den Haag.

⁹ <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/publicaties/De-Kansen-voor-Energiemanagement-in-de-Woning.pdf>

¹⁰ Wilbrink, T. & A. Aazami (2019). Eindrapport verkenning Internet of Energy. Topsector energie.

Beschikbaar via https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Eindrapport_IoE_Tijs.pdf

¹¹ Rathenau Instituut (2022). Stroom van data – Energiedata benutten voor een maatschappelijk verantwoorde energietransitie.

Den Haag. Auteurs: Dekker, R., E. Masson, R. de Jong & R. van Est.

(lokale) overheden, zijn daarmee afhankelijk van een beperkt aantal aanbieders die de markt gaan beheersen. Op dit moment zijn de meeste energieleveranciers in handen van multinationals (Vattenfall, EON, Eneco als onderdeel van Mitsubishi) en ook warmtenetten worden gedomineerd door een beperkt aantal partijen. De energietransitie en de toenemende decentralisatie van het energiesysteem biedt kansen om dit te veranderen, maar dan is er op verschillende fronten werk te doen.

Huidige respons is niet genoeg

Er is wetgeving die een halt poogt toe te roepen aan ongebreidelde dataverzameling en monopolisering, zoals de Data Act, de Digital Markets Act, de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) en regelgeving uit het Clean Energy Package (CEP).¹² Deze wet- en regelgeving doet wel iets, maar niet voldoende en lijkt op sommige punten tegenstrijdig.¹³ De Electricity Directive – onderdeel van het CEP – en de AVG geven bijvoorbeeld allebei andere gronden op basis waarvan energiedata verwerkt mogen worden. De Electricity Directive en Energiewet, de belangrijkste wetgeving voor energiemarkten, gaan niet over data uit de P1-poort van de slimme meter (zie tech-stack voor mogelijkheden om dit open-source te doen). Dat ligt bij de AVG. Energiedata uit de P1 poort van huishoudens kan volgens de AVG door een commerciële partij gebruikt worden, mits de klant daar toestemming voor geeft¹⁴, terwijl netbeheerders en andere partijen hier niet zomaar toegang toe hebben.

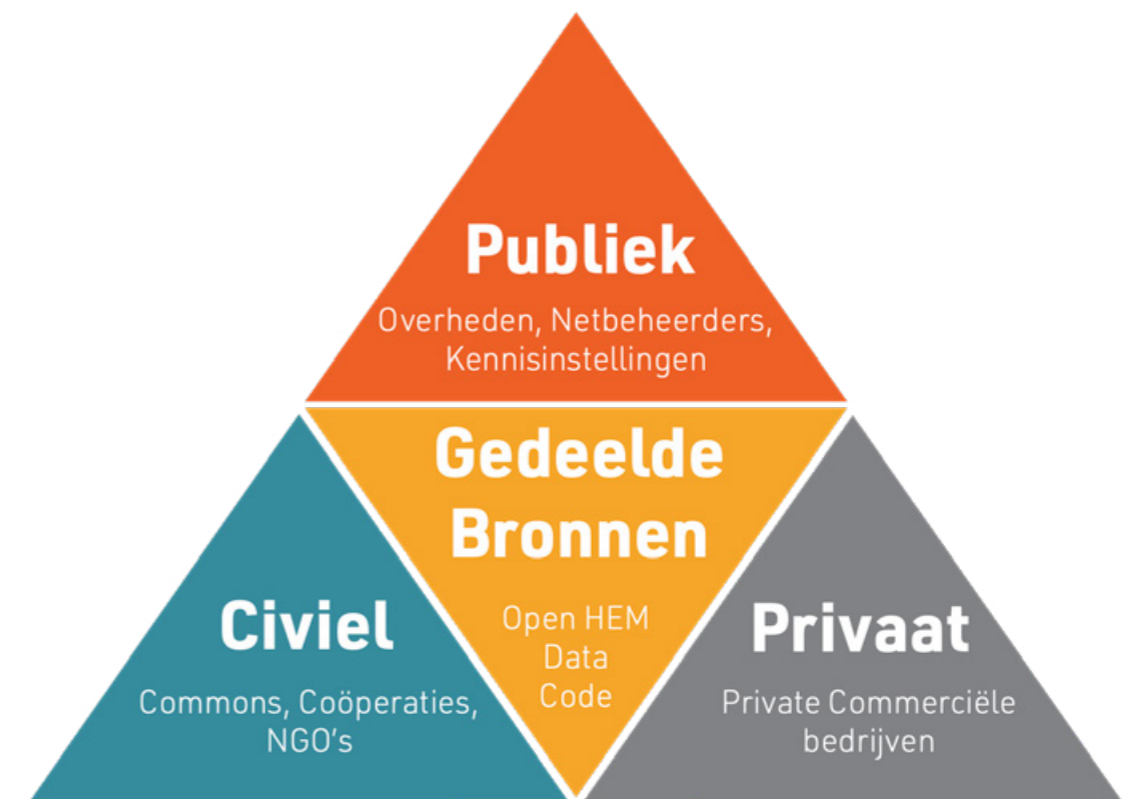
In de governancedriehoek van publiek (staat), private partijen (markt) en civiel (huishoudens), krijgen burgers met HEM de mogelijkheid om zich actief te verhouden tot het elektriciteitsnet. De overheid draagt veel verantwoordelijkheid voor het elektriciteitsnet, middels regulatie, wetgeving, subsidies en investeringen.

De beleidsbrief die staatssecretaris Knops (Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties) op 17 april 2020¹⁵ aan de Tweede Kamer stuurde beschrijft dat *“Software die met publieke middelen is ontwikkeld, moet zoveel mogelijk aan de samenleving worden teruggegeven.”*

Dit gaat over software voor de overheid. HEM-software is dat niet. We vinden echter wel, vanwege dezelfde onderbouwing als het ‘open, tenzij’ beleid, dat de overheid open HEM moet stimuleren. Energiemanagement is een collectieve opgave. Het is logisch dat de overheid een rol in speelt in deze opgave. De aansturing en het management is niet iets waar de overheid over moet bepalen, maar ze kan wel zorgen dat er veilige, open-source infrastructuur voor beschikbaar komt.

In dit rapport laten we zien welke open HEM-hardware en -software al bestaat, waarop voortgebouwd kan worden. Burgers, georganiseerd in coöperaties of (energie)gemeenschappen, kunnen een democratiserende kracht zijn in het energiesysteem.¹⁶ Ze verdienen daarom een grotere rol in de ontwikkeling van HEMS dan dat zij nu krijgen. De overheid kan nu het initiatief nemen om, volgens haar eigen beleidslijn, open-source software voor HEM (verder) te stimuleren. Zo krijgen burgers meer regie op het decentrale energiesysteem van de toekomst en hoeven verschillende initiatieven niet los van elkaar het wiel opnieuw uit te vinden.

Bij de meeste innovatieprojecten wordt echter niet uitgegaan van gemeenschappen van burgers, maar wordt geïnvesteerd in gesloten technologie^{17,18,19,20,21,22}, vermoedelijk vanuit de idee dat de oplossing vooral uit publiek-private hoek moet komen. Doordat dergelijk denken dominant is, kunnen alternatieve open manieren om HEM vorm te geven uit het blikveld verdwijnen. Energie, en de technologie die het slim beheren van energie mogelijk maakt, dient open te zijn, tenzij er goede redenen zijn anders te doen.



Figuur 2: De governance driehoek. In de afgelopen jaren is er vooral aandacht geweest voor publiek-private samenwerkingen. Een Open HEM-ecosysteem vereist meer publiek-civiele initiatieven.

¹² https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en

¹³ Zie bijvoorbeeld Lavrijssen, S., B. Espinosa Apráez & T. ten Caten (2022). 'The Legal Complexities of Processing and Protecting Personal Data in the Electricity Sector', *Energies* 15, 1088.

¹⁴ Rathenau Instituut (2022). Stroom van data. Energiedata benutten voor een maatschappelijk verantwoorde energietransitie. Den Haag. Auteurs: R. Dekker, E. Masson, R. de Jong en R. van Est.

¹⁵ <https://open.overheid.nl/repository/ronl-d468e28d-dfbc-43fe-92cc-77b7f861096e/1/pdf/kamerbrief-inzake-vrijgeven-broncode-overheidssoftware.pdf>

¹⁶ Zie <https://decorrespondent.nl/13680/power-to-the-people-geef-de-energiemarkt-terug-aan-de-burger/964340847360-bb629132>

¹⁷ <https://brains4buildings.org/about/>

¹⁸ <https://spectral.energy/project/open-vpp/>

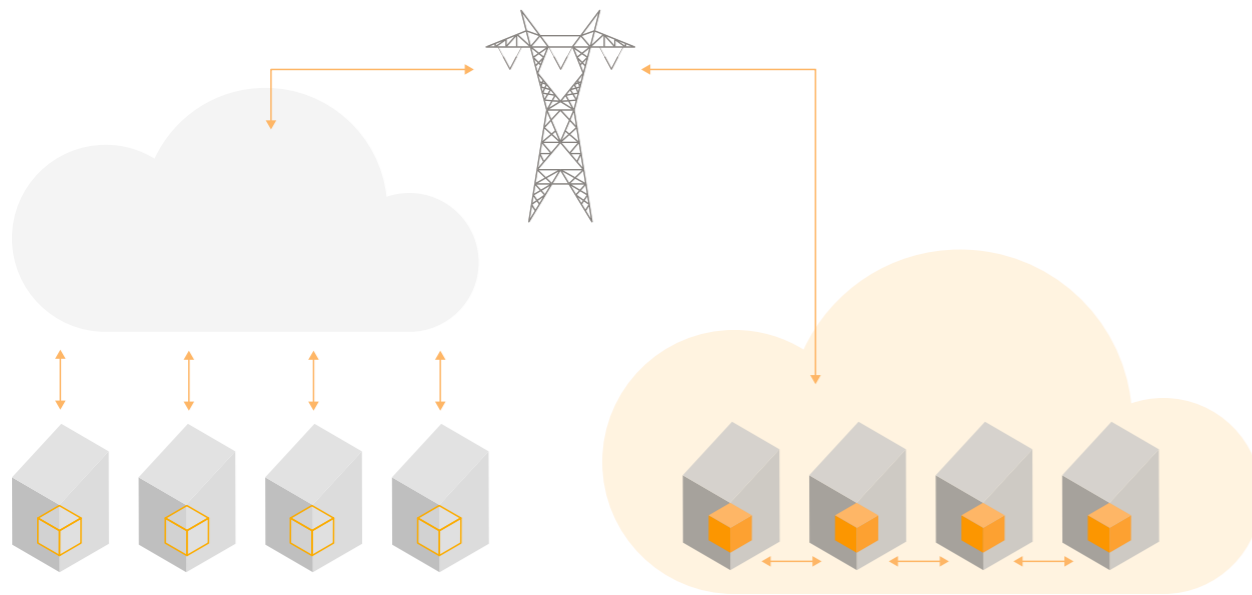
¹⁹ <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/urban-energy/local-inclusive-future-energy-life-city-platform/>

²⁰ <https://www.tno.nl/nl/duurzaam/systeemtransitie/toekomstbestendige-energienetten/flexibel-elektriciteitsnet/>

²¹ <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/cvpp-community-based-virtual-power-plant/>

²² <https://www.troef-energy.nl/over-troef/concept>

1.4 Open HEM nu: de private vs. de Public Stack



Figuur 3: Private (links) en Public Stack-scenario (rechts). In het Private Stack-scenario wisselen huishoudens onderling geen data uit en wordt de data van verschillende HEM in een niet-transparante grijze wolk bij elkaar gebracht. In het Public Stack scenario zijn huishoudens onderdeel van de informatie die er gezamenlijk wordt ontwikkeld en de meerwaarde die hieruit kan ontstaan.

In bovenstaande figuur worden twee scenario's beschreven waar een HEM op een gesloten private (links) of open publieke (rechts) wijze wordt georganiseerd.

De meeste innovatietrajecten²³ lijken momenteel te bewegen richting een **gesloten HEM-scenario (figuur links)**, waarbij sprake is van een gesloten markt. We zien de situatie waarbij ieder huishouden afzonderlijk verbinding maakt met een HEM-dienst, die ergens op een server van een bedrijf draait. Door dit bedrijf wordt (in hun private cloud) informatie van allerlei huishoudens verzameld, gekeken naar overeenkomstige voorkeuren en worden er suggesties gedaan of automatische stuursignalen verstuurd naar de individuele huishoudens.²⁴

Voor een huishouden is het onmogelijk om inzicht te krijgen hoe deze beslissingen worden genomen en welke data van andere huishoudens hierbij is betrokken.

Het is tevens onmogelijk om te achterhalen hoeveel waarde collectief wordt gegeneerd door de data en de (big-four) flexcapaciteit van verschillende huizen samen te brengen.

De voordelen van het **gesloten scenario**:

- Groter aanbod voor de consument, de meeste HEM-initiatieven ontwikkelen gesloten software oplossingen.
- Innovaties hebben sneller toegang tot financiering omdat veel investeerders en banken zijn ingericht om in gesloten technologie en intellectueel eigendom te investeren.

- Bedrijven hebben meer grip op de apparaten in het gesloten ecosysteem dat zij aanbieden. Hierdoor kan men de burger meer ontzorgen en verschillende onderdelen beter met elkaar synchroniseren. Dit kan veiligheidsvoordelen met zich mee brengen.
- Extra advertentie inkomsten op basis van persoonlijke data kunnen de kosten van de HEM-dienst verlagen

In een **open HEMS**, gevisualiseerd aan de rechterkant, laten open standaarden, open protocollen en open code ruimte aan het publiek om hun energiemangement zelf en in samenwerking vorm te geven.

De voordelen van een **open scenario**:

- Een open HEM is onderdeel van een publieke infrastructuur en creëert de basis voor gezonde concurrentie tussen verschillende aanbieders, zowel privaat als maatschappelijk.
- Een energiesysteem waarin alle onderdelen met elkaar kunnen communiceren en dat makkelijk uitgebreid kan worden met integraties voor nieuwe apparaten en diensten.
- Controle op de data en mogelijkheid om toestemming te geven wie op het huishouden toegespitste reclame kan aanbieden.
- De mogelijkheid voor burgers, publieke en civiele organisaties om zelf zicht te houden op de technologie die wordt gebruikt en deze aan te passen op veranderende wetgeving, tarieven en ontwikkelingen.
- Nieuwe publiek-private samenwerkingen kunnen ontstaan doordat partijen buiten het energiedomein (e.g. woningcorporaties en bouwbedrijven) met open HEM kunnen verkennen of ze een rol willen spelen in het energiesysteem. Investerings in open HEM

stellen hen in staat om deze rollen langzaam te ontwikkelen en in eigen beheer vorm te geven – zonder vast te zitten aan een externe aanbieder waar de gesloten HEM-dienst is ingekocht.

- Kleine partijen kunnen makkelijker meedoen en bijdragen.
- Een open HEMS stelt in staat om standaardinstellingen en voorkeuren te ontwikkelen door en voor verschillende burgers, ook voor hen die 'ontzorgd' willen worden.

Open HEM-technologie is onderdeel van de publieke infrastructuur voor een democratisch energienet

Voor een democratische energietransitie is het belangrijk gezamenlijk keuzes te kunnen maken over de manier waarop het energiemangement in de gemeenschap plaatsvindt.

Hoe zouden burgers gezamenlijk duurzaam geproduceerde energie willen verdelen? Aan welke apparaten en toepassingen willen zij voorrang geven bij congestieproblemen? En op welke manier willen ze met elkaar, met netbeheerders en energieleveranciers communiceren over de problemen en oplossingen?

Welke partijen een rol kunnen spelen in het organiseren van burgers bespreken we in [hoofdstuk 3, het ontwerpproces](#). In [hoofdstuk vier, het fundament](#) zoomen we in op de uitgangspunten, waarden en rechten, socio-economische afwegingen en governance vraagstukken die verweven zijn met de afspraken die door HEM uitgevoerd kunnen worden.

In het volgende hoofdstuk gaan we in op het beschikbare open-source technologische ecosysteem dat een voorwaarde is voor het open HEM-scenario.

²³ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/experimenten-elektriciteitswet-2015-2018>

²⁴ In de tech-stack wordt in meer detail uitgelegd hoe dit werkt

2. TECHNOLOGIE

De beschikbare open-source technologie voor HEM

De technologielaag in het Public Stack-model bestaat uit verschillende lagen: infrastructuur en algoritmes, protocollen, standaarden en apparatuur, firmware, software en de dienstenlaag. Al deze lagen zijn onderling afhankelijk van elkaar. In dit hoofdstuk geven we de onderlinge afhankelijkheden weer en laten we zien welke open HEM elementen al aanwezig zijn.

2.1 TOEPASSINGEN

2.2 VEILIGHEID, FIRMWARE EN DRIVERS

2.3 APPARATUUR

2.4 PROTOCOLLEN EN DATAMODELLEN

2.5 DATA(COMMONS)-INFRASTRUCTUUR

Samenvatting

- De drie voornaamste elementen van HEM: inzicht, controle en management.
- Open standaarden zijn niet genoeg voor een open markt, aangezien dit ook de lock-in van big-tech kan bevorderen doordat zij sneller toegang kunnen krijgen tot de (data van) apparaten in een huishouden. Er moet tegelijkertijd in open-source HEM-software worden geïnvesteerd.
- Er is veel vergevorderde open-source technologie beschikbaar voor een open-HEM-ecosysteem. Dit hoofdstuk is geen uitputtende opsomming van alle beschikbare oplossingen.
- Drie essentiële HEM-onderdelen vinden hun oorsprong in Nederland: Home-Assistant, FlexMeasures en het Energy Data Model S2.
- Om de veelvoud aan nieuwe apparaten, omvormers en warmtepompen in de toekomst aan te kunnen blijven sturen kan een open-source HEM-ecosysteem een uitkomst bieden, ook als de leveranciers geen ondersteuning meer bieden voor verouderde technologie.

2.1 Toepassingen inzicht, controle en management

Er zijn drie functies die tezamen voor een HEM zorgen: inzicht in energieverbruik, controle van apparaten in het huishouden en het management van energieverbruik op basis van allerlei signalen, zoals energieprijzen, weersvoorspellingen en energieverbruik in de buurt.

Inzicht - Open Verbruiksmonitor

Deze functie is de meest eenvoudige. Met een slimme meter kun je je dagelijkse energieverbruik inzien. Dit kan per kwartier als dit via de energieleverancier of via derde partijen wordt aanvraagd, en per seconde als er direct een energiemeter wordt aangesloten op de slimme meter. Temidden van tientallen oplossingen¹ zijn de open-source systemen ondervertegenwoordigd. Er bestaan echter enkele goede voorbeelden van open-source verbruiksmonitors waar de gebruiker zelf alle keus heeft wat er met de data gebeurt, of aan wie die deze data wil verstrekken.

Zo ontwikkelt energieID in België open-source monitor software om energiegemeenschappen te versterken, en zijn er verschillende open-source kant-en-klare energiemonitors voor minder dan 20€ te koop.

Controle - Home Management Controller

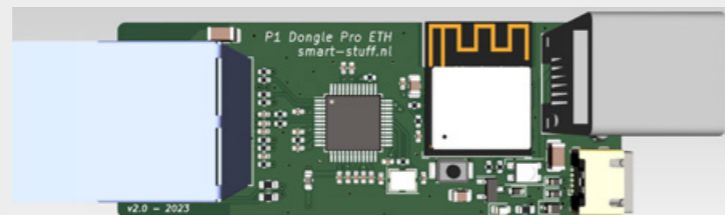
Dit is de dienst die bewoners in staat stelt om apparaten in huis te bedienen. Voorbeelden zijn: lampen aan of uit, warmtepomp harder of zachter, elektrische auto laden, meekijken met beveiligingscamera's en bewegings-sensoren koppelen zodat de lampen aangaan als je langsloopt. Er bestaan verschillende Smart

¹ <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/energieverbruiksmanagers/>

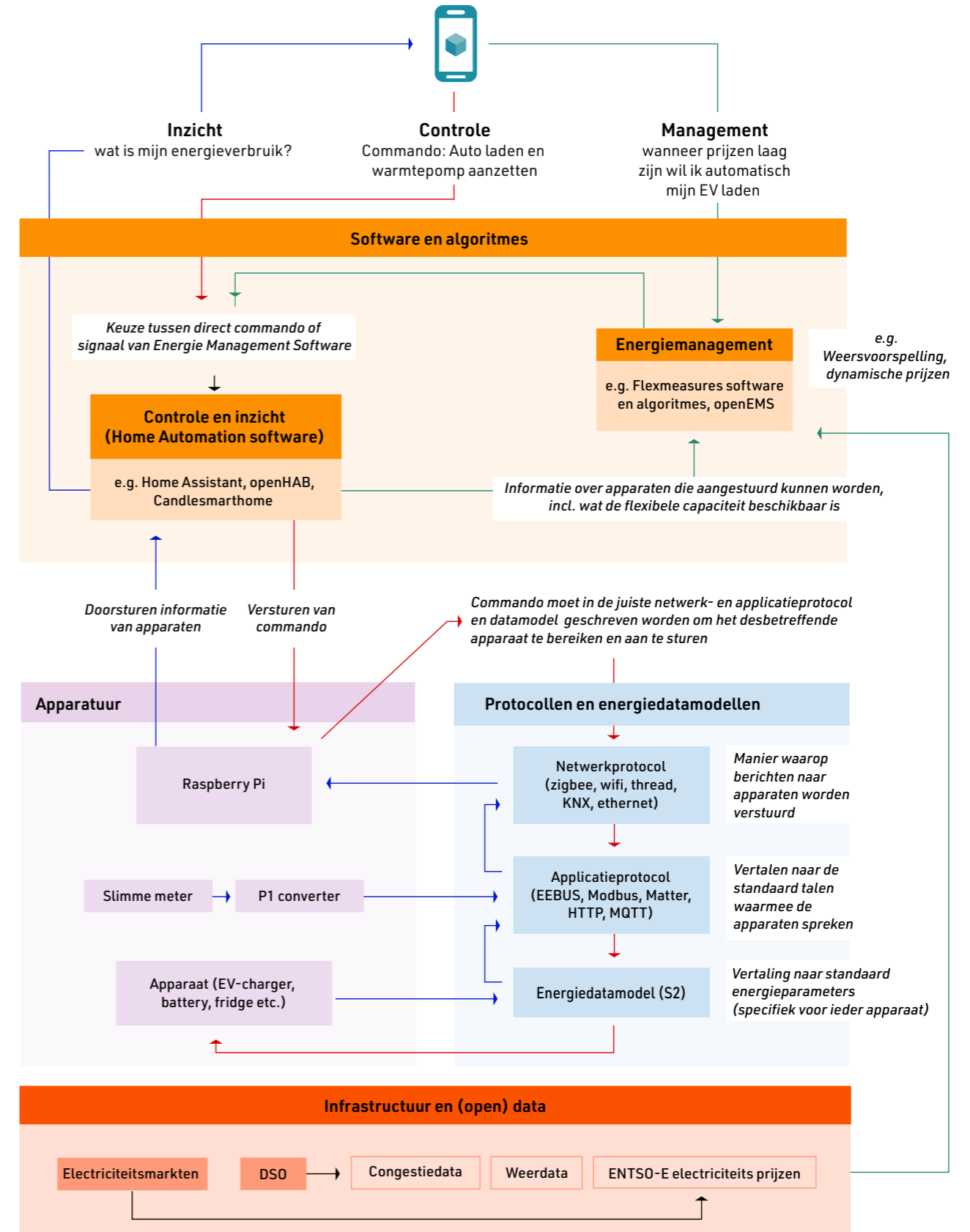
Energieverbruiksmonitor

Een RaspberryPi kan Home Assistant draaien en informatie van een slimme meter visualiseren. Hiervoor zijn P1-converters nodig. Via Do It Yourself (DIY) projecten zoals de Slimme Lezer¹ en smart-stuff² (zie foto's hieronder) kan men rond de 20 euro een P1-poort energieverbruiksmonitor aanschaffen die bestaat uit hardware (ESP32) en software.

De software op de ESP32 chip vertaalt de energiedata uit de P1-poort naar het MQTT applicatieprotocol, en verstuurt het volgens het netwerkprotocol via WiFi of ethernet naar een computer (of app) waarop je het elektriciteits- en gasverbruik kunt zien.



¹ <https://github.com/super-advanced-meter>
² <https://github.com/plan-d-io/P1-dongle> en <https://github.com/zuidwijk/slimmelezer-wt32-eth01> en <https://smart-stuff.nl/ethernet-p1-dongle-pro/>



Figuur 4: voorbeeld van een tech stack voor een open HEM. Dit voorbeeld bevat niet alle open-source mogelijkheden die er zijn.

Home IoT (Internet of Things) of Domotica (Robotica voor in het huis) oplossingen. Zo zijn er private oplossingen van Amazon (Alexa), Apple (HomeKit), Google Home IoT-platformen en open-source oplossingen zoals open HAB, candelsmarthome en Home-Assistant (zie kader).

Home Assistant

In dit onderzoek hebben we vooral gekeken naar Home Assistant als Smart Home Automation software¹ omdat dit op dit moment het grootste open-source platform is. In 2021 kondigde de hoofdontwikkelaars van Home Assistant aan dat het energiedashboard en energiemangement een van de belangrijkste onderdelen van de open technologie zou worden.

Commerciële Home Automation-platformen leggen het qua veelzijdigheid af tegen Home Assistant, dat vaak in de top tien van meest succesvolle wereldwijde open-source projecten wordt genoemd. De Nederlander Paulus Schoutsen, die het in 2013 oprichtte, zegt dat Home Assistant vooral door diegenen gebruikt wordt die op de grenzen van de private oplossingen (Google, Apple, Amazon) stuiten. Dankzij de open structuur kunnen ontwikkelaars zelf “integrations” maken voor nieuwe apparatuur. Er zijn meer dan 2200 integraties beschikbaar. Er zijn ook integraties met big-techplatformen, waardoor alles dat hierop is aangesloten ook vanuit Home Assistant kan worden bestuurd.

Voor de ontwikkeling van Home Assistant komen er inkomsten vanuit de non-profitorganisatie Nabu Casa², een clouddienst voor als je zelf geen veilige verbinding tussen je Home Assistant-app en je Raspberry Pi thuis wilt of kunt aanleggen.

¹ Andere open-source Smart Home Software systemen zijn open-HAB, ioBroker, Candlesmarthome, Domotics en Openremote.

² De cloud voor Home-Assistant: <https://www.nabucasa.com/>

Energie Management

De dienst om energieverbruik, -opslag of -opwekking te kunnen managen wordt geregeld via energiemangement software. Op basis van weersinformatie, prijsfluctuaties en (verwacht) energietekort of -overschot kunnen beslissingen genomen worden. Voorbeelden van open energie management software zijn OpenEMS en Flex-Measures (zie kader).

Zowel IoT-platformen als Energy Management-diensten hebben beide als eerste hun nut in industriële setting bewezen. Er kan veel bespaard worden door industriële apparaten te gebruiken wanneer de tarieven laag zijn. Daarom loont het om op maat software te ontwikkelen die apparaten met verschillende standaarden met elkaar laat communiceren, en is het voor de businesscase minder belangrijk dat apparaten dezelfde taal spreken. Omdat de te behalen winsten voor een enkel huishouden laag zijn, loont het niet als voor ieder huishouden het veel moeite kost om allerlei apparaten met elkaar te laten praten. Standaardisatie voor HEM en de verschillende onderdelen is essentieel, zodat de implementatie kosten omlaag zullen gaan.

OpenEMS en FlexMeasures

OpenEMS is een ecosysteem waarbij op dit moment vooral eenvoudige gebruikersprofielen (e.g. “auto opladen als de zon schijnt”) kunnen worden ingesteld. FlexMeasures, ontwikkeld door het Nederlandse bedrijf Seita B.V., is onderdeel van de Linux Energy Foundation. Dit is open-source energiemangementsoftware die via algoritmes berekeningen kan maken op basis van real-time gebruikersdata, weerdata en dynamische energietarieven. In de pilot Vehicle-to-grid¹ heeft FlexMeasures via Home-Assistant een elektrische autolader geschakeld op basis van weers- en energietariefdata.

¹ <https://v2g-liberty.eu/>

2.2 Veiligheid, firmware en drivers

Firmware en drivers bewaken de toegang tot de apparaten of onderdelen daarvan. Firmware is de software voor de werking van een apparaat. Drivers zijn de software nodig voor de werking van onderdelen in of aan een apparaat.

Het is belangrijk dat deze typen software geüpdatet kunnen worden als er wijzingen in de communicatie of beveiligingsprotocollen zijn gemaakt. Een open HEMS kan zwakheden in deze laag sneller aan het licht brengen.

Tegelijkertijd kan een open HEM kwetsbaar zijn voor hacks van buitenaf als de systemen niet goed beveiligd worden. Dreigingen en weerbaarheid op het gebied van cybersecurity van (open-source) HEM hebben we in dit rapport niet onderzocht.

Of het nu om open of gesloten HEM gaat, meer digitaal verbonden apparaten brengen verschillende risico's met zich mee.

- **Black-outs:** Als apparatuur met veel vermogen wordt gehackt en tegelijkertijd wordt opgeschakeld of afgeschakeld, kunnen elektriciteitsnetten worden platgelegd.
- **Weinig overzicht:** Vanwege het hoge aantal verschillende apparaten van verschillende leveranciers, met allemaal verschillende applicatieprotocollen, is het overzicht moeilijk te bewaken. Balena² is een open-source platform dat hier een oplossing voor biedt.
- **Privacyschending:** de data van huishoudelijke apparaten die gedeeld worden met de cloud van Amazon, Apple of Google, vertellen hoe lang je docht, wanneer je thuis bent, hoeveel apparaten je aan hebt staan en of je een zuinige koelkast of een elektrische auto hebt. Waardevolle informatie voor netbeheerders, aggregators en helaas ook voor adverteerders (zie kader dataminimalisatie).

² <https://www.balena.io/what-is-balena>

³ <https://www.candlesmarthome.com/recommended-devices>

Om een keuze te maken welke smart-home apparaten privacyvriendelijk zijn en je data niet via de cloud doorverkopen, heeft CandleSmarthome een lijst met aanbevelingen.³ Ikea komt er veras-send goed vanaf. Open HEMS biedt de mogelijkheid om data lokaal op te slaan en zelf (al dan niet via gemachtigde organisaties) te bepalen wat er met de IoT data gebeurt.

Het belang van open firmware

Stel, er komt een veiligheidsupdate voor de firmware van de warmtepomp. Om nog uitgelezen te kunnen worden door de Smart Home Controller moet deze software ook geüpdatet worden. In een gesloten systeem waarbij de verkoper van de hardware óók de verkoper is van de Smart Home Controller is het soms voordeliger voor de verkoper om oude hardware niet te updaten, waardoor men met apparaten in het huishouden komt te zitten die niet meer goed beveiligd zijn of helemaal niet meer werken. Mensen kunnen zo onnodig gedwongen worden tot nieuwe aankopen bij dezelfde verkoper.

Een open HEMS kan dit voorkomen, omdat zowel de hardware als de software open is en zo door de belanghebbende, de energiegemeenschap zelf, kan worden aangestuurd op het tijdig meenemen van beveiligingsupdates.

2.3 Apparatuur

In [figuur 4](#) tech-stack visualisatie worden de volgende apparaten getoond:

- Een slimme meter die het elektra- en gasverbruik meet.
- Een converter die uit de P1-poort informatie beschikbaar stelt voor het HEMS.
- Een RaspberryPi⁴ (open-source computer) waarop HEM-software draait en van waaruit men kan communiceren met de apparaten in het huis.
- De apparaten in het huis, zoals zonnepaneel-omvormers, EV-laders, warmtepompen, lampen, koelkasten en thuisbatterijen.

Alle apparaten die onderdeel zijn van een HEMS en het huishouden moeten met elkaar kunnen communiceren: hoeveel vermogen wordt er verbruikt, kun je tijdelijk minder vermogen gebruiken, hoe snel kun je op- en afschakelen en hoe vaak? Datamodellen beschrijven wat de apparaten onderling met elkaar communiceren. Applicatieprotocollen beschrijven in welke taal de datamodellen zijn geschreven. Netwerk-protocollen bepalen hoe de informatie verzonden wordt, bijvoorbeeld via WiFi of Bluetooth.

Vanaf 2026 zal door heel Nederland de huidige slimme meter worden vervangen. De nieuwe meter zal het makkelijker maken om informatie te ontsluiten. Alliander, lid van de Linux Energy Foundation, heeft de ontwerp vragen voor deze nieuwe meter op Github gezet.⁵ Wat de implicaties zijn voor de P1-converter en voor open HEM is nog onduidelijk. Als er meer rekenkracht komt in de slimme meters zouden netbeheerders in theorie met lokale data energiemangement berekeningen kunnen doen vanuit de slimme meter.

⁴ <https://www.raspberrypi.com/>
⁵ <https://github.com/super-advanced-meter>

Apparaten die de controle willen houden

Sommige fabrikanten houden de controle in handen, zoals fabrikanten van zonnepaneel-omvormers waarbij de data alleen via hun portal beschikbaar zijn. Solar Edge maakt het alleen mogelijk om via de cloud, een server in China, de informatie van je eigen omvormer op te halen. In dit geval bepaalt Solar Edge dat je maximaal driehonderd keer per dag informatie kunt ophalen en dat de informatie elke vijftien minuten wordt ververs.¹ Niet ideaal als je real-time wilt kunnen schakelen.

¹ <https://www.home-assistant.io/integrations/solaredge/>

Een goede integratie tussen een HEM en de slimme meter is mogelijk voor zowel de netbeheerder als de huishoudens interessant. HEMS kunnen een communicatiebrug vormen tussen de energieleverancier of de energiegemeenschap, de netbeheerder en het huishouden.

2.4 Protocollen en datamodellen

Protocollen en datamodellen zijn cruciaal om HEMS kosteneffectief te maken. Ze helpen om de communicatie tussen apparaten vlekkeloos te laten verlopen, zodat de installatie en het updaten van de software bij nieuwe versies zo min mogelijk werk kost.

Open standaarden lijken steeds vaker de voorkeur te krijgen. Dit is goed nieuws. Maar de keerzijde hiervan is dat dit ook de weg kan effenen voor een nieuwe run op persoonlijke data door big tech-bedrijven. Door een open HEM-ecosysteem te stimuleren kan men voorkomen dat de macht juist dankzij nieuwe standaarden makkelijker bij een select aantal bedrijven terecht komt.

Fabrikanten van apparaten maken actief een keuze welk protocol ze gebruiken en of ze hun apparaten openstellen. De HEM-ontwikkeling van de komende jaren zal uitwijzen welk datamodel en protocol het meest gebruikelijk worden, zodat HEMS precies weten wat de voor flexdiensten relevante eigenschappen van apparaten zijn, en daarop kunnen sturen. Sommige protocollen zijn gesloten, andere zijn open, en er komen diverse varianten op terwijl andere weer uit de gratie geraken⁶. Een open HEM maakt per definitie gebruik van open protocollen en standaarden. Als ergens eenmaal een open HEM is geïnstalleerd, zal de keuze voor een nieuw apparaat dat via een open protocol communiceert sneller gemaakt zijn dan de keuze voor een apparaat die dat niet doet.

Nieuwe open standaard in de IoT-wereld: Matter

Apple, Ikea, Google, Amazon en andere grote partijen hebben de standaard Matter omarmd en aangekondigd dat zij apparaten gaan ontwikkelen die Matter praten. Matter maakt gebruik van het Thread netwerkprotocol. De woordenschat van Matter is nu nog beperkt en apparaten in het energiedomein praten veelal nog in een andere taal. Maar de verwachting is dat energiemangement in 2024 een onderdeel wordt van Matter.

Het omarmen van deze standaard door de grote tech-reuzen zorgt ervoor dat al hun apparaten goed met elkaar kunnen praten. Tegelijkertijd verkleint het de kans op een lock-in omdat de standaard open is en zo is ontworpen dat men direct contact kan maken via een lokale API, waardoor je niet afhankelijk bent van een cloud-API die door een bedrijf wordt beheerd. De zorgen dat er teveel datamacht bij grote tech-bedrijven terecht komt die een centrale hub aanbieden en informatie uit alle apparaten in een huishouden extraheren is hiermee echter niet geweken.

⁶ EEBUS-SPINE is een specifiek protocol dat bedrijven als SMA (zonnepaneel omvormers), Siemens en Bosch actief ondersteunde. Eind 2021 gaven Siemens en Bosch aan dat nieuwe modellen niet meer via EEBUS zullen communiceren

Applicatie- en netwerkprotocollen

In [figuur 4](#) staan een aantal protocollen genoemd. Constrained Application Protocol (CoAP), Simple Object Access Protocol (SOAP), Hypertext Transfer Protocol (HTTP), EEBUS-SPINE, Modbus, IEEE2030.5^{1,2}, OCPP, MQTT en Matter zijn de bekendste applicatieprotocollen.³

OpenADR is een protocol dat vooral voor netbeheerders wordt gebruikt omdat men prijs- en stuursignalen kan versturen naar verschillende grotere actoren zoals EV-laadstations langs de snelweg. De koppeling tussen de protocollen in huis en deze OpenADR maakt het mogelijk voor HEM om te communiceren met netbeheerders.

Applicatieprotocollen worden soms samen met het netwerkprotocol ontwikkeld, waardoor de combinatie van deze twee protocollen kan bepalen welke de meeste tractie krijgt. Zo werken de Phillips Hue-lampen via Zigbee en maken ze gebruik van het MQTT applicatieprotocol om door de de Smart Home Controller aan te worden gestuurd. (zie kader hieronder)

Een aantal bekende netwerkprotocollen naast Zigbee zijn Wifi, LAN, Thread, ethernet en KNX. Het feit dat het applicatieprotocol Matter gebruikt maakt van Thread kan er voor zorgen dat we deze twee protocollen vaker terug gaan zien in HEM-toepassingen.

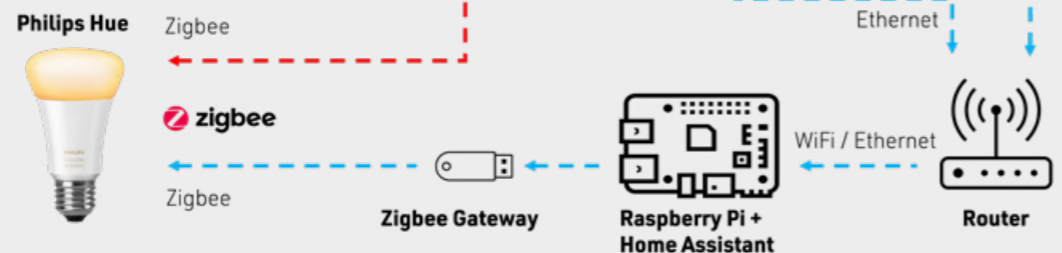
¹ <https://ieeexplore.ieee.org/document/9032420>

² <https://www.ge.com/digital/tech/ieee-20305-connect-wide-world-distributed-energy-resources>

³ Een toelichting op deze protocollen wordt in de In-home energy flexibility protocols onderzoek van e-laad voor TKI uit 2020 besproken. <https://www.topsectorenergie.nl/het-ontsluiten-van-flexibiliteit-de-gebouwde-omgeving>

Protocollen in de praktijk

Phillips Hue lampen zijn misschien wel de meest populaire slimme lampen. Deze communiceren via het Zigbee protocol. Dezelfde lampen kunnen ook via Home-Assistant worden aangestuurd. Dan is er geen Hue Bridge maar een Zigbee Gateway nodig. Het voordeel hiervan is dat je hiermee ook allerlei andere sensoren en apparaten kunt verbinden en men niet afhankelijk wordt van een bepaald ecosysteem (dat van Philips in dit geval).



S2 data model, figuur nr. 4 in tech-stack

S2 is een datamodel, ontwikkeld door TNO en FAN. Het model beschrijft relevante parameters voor het ontsluiten van flexibiliteit bij huishoudens, zoals de beschikbare capaciteit van een thuisbatterij en hoe snel deze geladen of ontladen kan worden.

Dit datamodel moet voor ieder afzonderlijk applicatieprotocol apart beschreven worden zodat het data kan versturen tussen de apparaten die volgens dat protocol praten.

S2 is het vervolg van het open EFI, dat op Github beschikbaar was. Omdat er te weinig tractie kwam

is besloten de standaard met NEN en Cenelec te publiceren. Een nadeel is dat de standaard nu 118 euro kost. Hoe S2 vertaald kan worden naar verschillende applicatieprotocollen wordt echter wel gratis openbaar gemaakt¹, waardoor het open HEM-ecosysteem S2 kan integreren. Via het Europese standaardisatiecomité voor elektrotechnische standaarden (Cenelec) is S2 nu ook bij het International Electrotechnical Commission (IEC) onder de aandacht gebracht.

¹ <https://github.com/flexiblepower/s2-ws-json>. In andere projecten wordt gewerkt aan mapping naar KNX en EEBUS application protocollen.

2.5 Data (commons)-infrastructuur

Een HEMS is het punt in het huishouden waar allerlei data rondom energie wordt verzameld en beheerd, zoals informatie over de hoeveelheid opgewekte zonnestroom of hoeveel extra vermogen de elektrische auto of warmtepomp nog zou kunnen gebruiken.

Handelen met HEMS op de elektriciteitsmarkten wordt pas interessant als vermogens uit verschillende huishoudens samen kunnen worden aangesproken als één groot vermogen, de zogeheten Virtual Power Plant. Hiervoor dient data van veel bewoners samen te worden gebundeld. Datacommons is een manier om dit op democratische en transparante wijze te doen.

Datacommons

In plaats van alle privédata van gebruikers samen onder te brengen bij een bedrijf, creëert een datacommons een door burgers gecontroleerde plek waar de data samenkomt. Een datacommons⁷

kan technisch gezien vergeleken worden met een buurtcloud zoals weergegeven in [hoofdstuk 1 - Wat is HEMS - private vs Public Stack](#).

Door burgers controle te geven over welke gegevens ze over zichzelf willen prijsgeven, verbetert hun onderhandelingspositie. Bedrijven kunnen toegang krijgen tot de datacommons, maar verkrijgen geen persoonlijke gegevens van gebruikers. De commonsstructuur waarborgt op die manier de van de burger. Er ontstaat wel een database (in een buurtcloud) met informatie en een infrastructuur voor energiedata, maar toegang tot persoonsgegevens kan streng en transparant gereguleerd worden. Zo wordt de privacy gewaarborgd én is er sprake van gedeelde waardecreatie.

Algoritmes bepalen op basis van verzamelde data van de elektriciteitsmarkt, de DSO en de betrokken huishoudens wat de beste manier is om

⁷ <https://openfuture.eu/wp-content/uploads/2022/07/220723data-commons-primer.pdf>

het net gezamenlijk te optimaliseren. Het inzicht in deze algoritmes is een belangrijk onderdeel om de betrokken partijen controle te verschaffen, om zo tot democratisch en inclusief energimanagement te komen. Algoritmes kunnen data uit de datacommons-buurtcloud gebruiken, op voorwaarden die de gemeenschap op transparante wijze vaststelt en monitort.

Om energimanagement uit te voeren zijn berekeningen nodig met data die omgaan in HEMS. Om privacy te waarborgen en datamisbruik te voorkomen is het raadzaam dataminimalisatie als principe mee te nemen in HEMS-ontwikkeling. Voor het toepassen van dataminimalisatie (zie pg. 24) moet in kaart worden gebracht wat de minimale benodigde data per apparaat en per huishouden is.

Voor HEMS identificeren we vijf typen data: IoT-data, infrastructuurdata, open data, transactiedata en commonsdata.

IoT-data uit de apparaten wordt verzameld, eerst op het apparaat zelf. Voor sommige apparaten, zoals thuisbatterijen en warmtepompen, kunnen bepaalde berekeningen al bij het apparaat zelf gebeuren. Dit noemt men Edge Computing. Er is dan geen centrale plek waar alle data staan en alle uitkomsten van berekeningen worden verzameld. Daarmee is de kans kleiner dat data van huishoudens ongewenst elders terechtkomt.

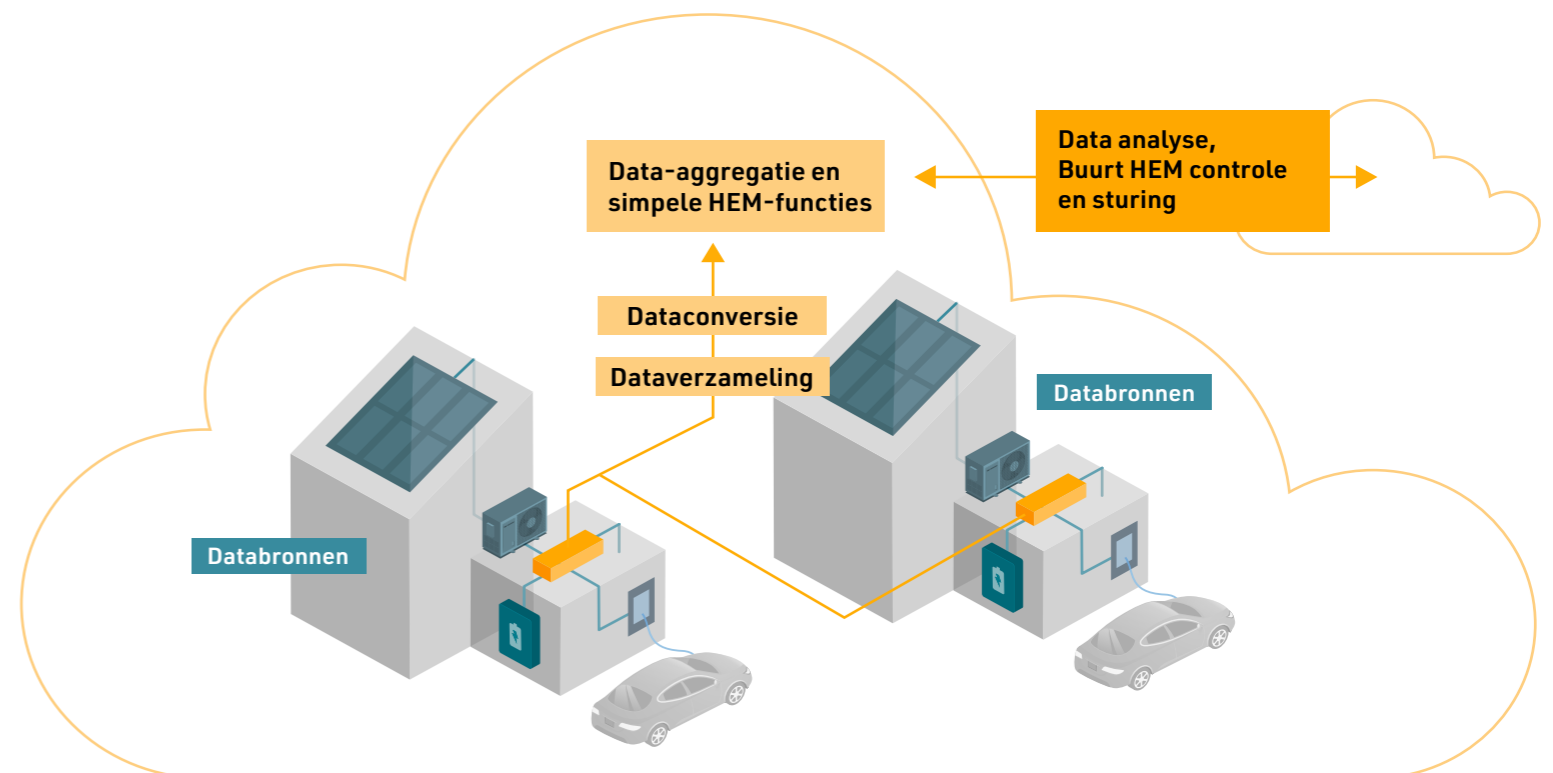
Infrastructuurdata van de netbeheerders over waar er congestie verwacht wordt is nodig om in een buurt of energiegemeenschap grip te krijgen op het net waar je met elkaar mee te maken hebt. Tot slot werkt een HEMS met **open data**, vaak afkomstig van externe bronnen. Open weersinformatie en elektriciteitsstarieven⁸ kunnen door software als FlexMeasures samen met **transactiedata** gebruikt worden om de energierekening te verlagen, te sturen op efficiënte verwarming of zoveel mogelijk gebruik van eigen elektriciteitsopwekking. **Commonsdata** is de geaggregeerde collectieve dataset van alle huishoudens. Bij commonsdata kan er door de gemeenschap een selectie gemaakt worden welke informatie gedeeld kan worden met partijen buiten de gemeenschap, en welke data binnen de gemeenschap zichtbaar is.

De organisatie van HEM

Het is een complexe taak om een HEMS te maken dat voor alle uiteenlopende huishoudens werkt. De synchronisatie tussen alle verschillende apparaten, protocollen en datamodellen kost tijd. Op verschillende fronten wordt er nu al van alles in stelling gebracht: de bedrijven die IoT-apparaten produceren lijken richting een standaard te bewegen, datamodellen die specifiek zijn voor energieflexibiliteit in het huishouden worden ontwikkeld, en Smart Home Controllers integreren steeds meer energie-dashboards en de mogelijkheid om je energieverbruik te managen.

Het op elkaar afstemmen van een open HEMS kan een technische uitdaging zijn. Het op de huishoudens en de wijk afstemmen is een uitdaging van organisatorische orde. Er zal met energiegemeenschappen en datacommons geëxperimenteerd moeten worden om te leren hoe bewoners regels met elkaar kunnen en willen afspreken over wie toegang heeft tot welke data, wie daarop mag toezien en wat er gebeurt als regels worden geschonden doordat sommige, bijvoorbeeld wanneer sommigen toch de auto laden op momenten dat is afgesproken dat dit niet zou gebeuren.

Regels om bepaald gebruik te verbieden zijn niet ver weg. Zo overwoog de Zwitserse overheid recentelijk een verbod op elektrische auto's, spelcomputers en streamingdiensten als onderdeel van een noodplan in het geval van elektriciteitstekorten.⁹



Figuur 5: De reis van data van de apparaten tot de buurtcloud

⁸ https://transparency.entsoe.eu/content/static_content/Static%20content/web%20api/Guide.html

⁹ <https://tweakers.net/nieuws/204116/zwitserland-overweegt-verbod-op-evs-spelcomputers-en-streaming-bij-stroomnood.html>

3. ONTWERP- PROCES

Welke partijen ontwerpen mee aan een open HEM-ecosysteem?

Aan het tot stand komen van iedere technologie gaat een ontwerpproces vooraf. Het is van belang stil te staan wie daarbij betrokken is. Het ontwerp behelst niet alleen de technologie-ontwikkeling, maar ook de manier waarop de implementatie en het onderhoud wordt georganiseerd. Open HEM vraagt om andere samenwerkingen tussen actoren op verschillende schaalniveau's. We beschrijven wat er al gebeurt en wat nog vorm kan krijgen in het open HEM-ecosysteem.¹

¹ Dit is de visie van de auteurs op basis van gesprekken met de partijen genoemd aan het einde van dit document. De opvattingen in dit stuk zijn niet onderschreven door de partijen genoemd in dit hoofdstuk.

3.1 OPEN HEM MET BURGERS

3.2 OPEN HEM MET GEMEENTEN EN PROVINCIES

3.3 OPEN HEM MET NEDERLAND

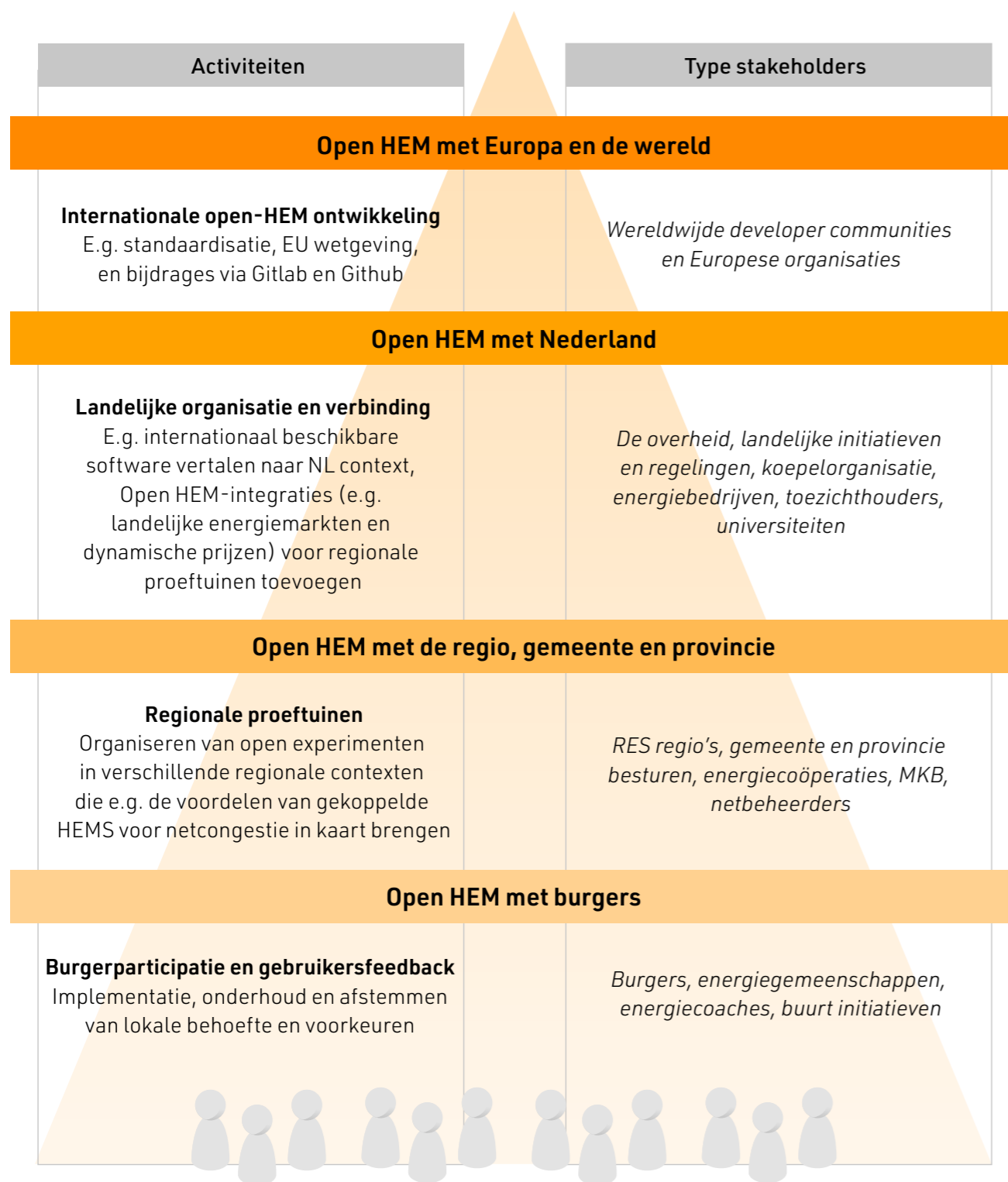
3.4 OPEN HEM MET EU EN DE WERELD

Samenvatting

- Een open HEMS is geen product. Het is een project: een ecosysteem dat gebouwd kan worden op basis van inclusiviteit, vertrouwen en openheid.
- Op lokale, regionale, landelijke en internationale schaal wordt al volop gewerkt aan een open HEM. Er liggen veel kansen om deze ontwikkelingen in de goed georganiseerde Nederlandse energiemarkt samen te brengen.
- Open-source software is niet gratis. Er moeten kosten worden gemaakt om het herbruikbaar te maken in verschillende contexten.
- Een open HEM installeren en configureren is alleen weggelegd voor een kleine groep doe-het-zelvers. De toegang tot open HEM dient daarom actief bevorderd te worden voor kleine en niet-kapitaal-krachtige huishoudens.
- In 84% van alle gemeenten, waar 92% van alle Nederlanders woont, zijn energiecoöperaties al actief. Dit zijn er in totaal 676.¹ In totaal zijn 2% van alle Nederlanders reeds lid van een energiecoöperatie.
- HEM kan nog waardevoller worden als het gekoppeld is met andere HEMS in de buurt. Een energiecoöperatie of gemeenschap kan hier een belangrijke rol in spelen.
- Bij een aantal projecten met energiecoöperaties en stichtingen wordt gesloten technologie gebruikt, terwijl open-source oplossingen soms goedkoper zijn en beter aansluiten op de coöperatie of non-profit waarden van de organisatie.
- Het organiseren van een gemeenschap die via open HEMS data deelt, vereist een duidelijk ontwerpproces (of ontwerpproces als het wordt afgebroken), waarbij het helder is welke afspraken er gelden en hoe die nageleefd kunnen worden.
- Om als coöperatie verantwoord om te gaan met data van alle leden en die goed af te stemmen op het elektriciteitsnet is begrip, inzicht en kennis van het net onontbeerlijk. Dit vereist open samenwerking tussen allerlei partijen, van netbeheerders tot buurtcoaches, toezichthouders, internationale open-source gemeenschappen van software-ontwikkelaars en onderzoekers.

¹ https://www.hieropgewekt.nl/uploads/inline/Lokale%20Energie%20Monitor%202021_def_digitaal.pdf, 2021

Open-HEM 'trickle up and down' ontwerproces



3.1 Open HEM met burgers

Hoe houden we HEM open, eerlijk en inclusief voor de burger en de buurt?

In een open HEM-ecosysteem kan iedereen meedoen en software schrijven die vervolgens wereldwijd beschikbaar kan worden gemaakt voor alle gebruikers van open HEMS. Dit proces verloopt via websites zoals github en gitlab.

De HEM-software gebruiken is nu nog vaak lastig zonder technisch inzicht en tijd om het systeem op de juiste manier in te stellen. In dit hoofdstuk geven we een aantal voorbeelden van partijen die open HEM voor een breder publiek toegankelijk kunnen maken. De gebruikersfeedback van burgers is essentieel voor verdere ontwikkeling.

Stakeholders:

- Burgers
- Milieucentraal
- Woningcorporaties
- Consumentenbond
- Buurt- en energiecoaches
- Energiegemeenschappen en coöperaties
- Energieparticipatie.nl
- Lokale marktpartijen
- Burger-organisaties voor technische ondersteuning

Activiteiten die al aanwezig zijn:

Besparing door verbruiksmonitoring

Milieucentraal heeft onderzoek gedaan naar de impact van het kunnen monitoren van energieverbruik, waarbij sommige apps, mits goed ontworpen, ertoe bijdragen dat men tot 7% minder gas en 2% minder elektriciteit gaat gebruiken. Uit gesprekken blijkt dat deze aantallen in andere gevallen rond de 10-15% kunnen liggen. Dit vraagt om meer onderzoek.

Energiecoaches

In Amsterdam worden door Stichting !Woon energiecoaches ingezet om bij mensen thuis een energiescan te doen. Soortgelijke initiatieven bestaan in andere steden. Stichting FIXbrigade is een vergelijkbaar landelijke initiatief dat op gemeenteniveau opereert om mensen te helpen met besparingsmaatregelen.

Energiecoaches komen bij mensen thuis, hebben het vertrouwen van bewoners, helpen met energiebesparende maatregelen en bieden juridische hulp om bij verhuurders achterstallig onderhoud aan te kaarten. Interessant is dat **woningcorporaties** dergelijke initiatieven promoten als vorm van direct contact met buurtbewoners.

Energiescan software

Op basis van een energiescan kunnen er maatregelen worden getroffen. Zo heeft Stichting !Woon per huishouden 30 euro budget om besparende maatregelen te treffen, zoals het aanbrengen van radiatorfolie, het installeren van een zuinigere douchekop en werd er geëxperimenteerd met het leveren van energieverbruiksmonitors. Hier werd gesloten technologie van Geo voor gebruikt, waar persoonlijke data in de cloud van het bedrijf opgeslagen is. Op Geo's website is te lezen dat data niet wordt verhandeld, maar wel met partijen

“in hun netwerk” kan worden gedeeld. Het is niet transparant welke partijen dit zijn en onder welke voorwaarden dit gebeurt. Open-source oplossingen kunnen een goedkoper en privacy respecterend alternatief zijn (zie hoofdstuk 2 – technologie - Kader Energieverbruiksmonitor). Coöperatie Hoom¹ heeft samen met Energie Samen het ‘Hoomdossier’ ontwikkeld: open-source software die de bewoner alleen, dan wel samen met een energiecoach, in staat stelt om het eigen energieverbruik in beeld te brengen en inzicht te krijgen in maatregelen voor energiebesparing en comfortverbetering.

Activiteiten die nog vorm kunnen krijgen

Open-source oplossingen die elkaar versterken

Als burgers meer gebruik maken van open-source oplossingen kunnen partijen hierop voortbouwen. Als Hoomdossier bijvoorbeeld de standaard energiescansoftware wordt, zal het voor partijen aantrekkelijker zijn om hiervoor een integratie te ontwikkelen met HEM. Verschillende open-source oplossingen versterken elkaar op deze manier zonder een lock-in (zie het Hoofdstuk Probleemschets voor een uitleg) te creëren.

Door meer in ontwikkeling zoals Hoomdossier te investeren kunnen meerdere partijen hier gebruik van maken en hoeven er geen concurrerende oplossingen te worden ontwikkeld.

Er is onderzoek nodig naar hoe het energieverbruik vermindert als er naast monitoring actief gestuurd kan worden (door bijv. met een HEM apparaten automatisch aan en uit te zetten). Samen met energiecoöperaties of woningcorporaties kan onderzocht worden hoe men verschillende HEMS kan koppelen en of er collectief handelingsperspectief ontstaat door het idee om gezamenlijk energiepieken in de buurt te monitoren, verschuiven én verminderen. Het is interessant om dit in verschillende wijken te onderzoeken om te zien waar het wel en waar het niet werkt, en waarom.

¹ <https://hoom.nl/over-hoom/>

Samen regels opstellen en naleven over hoe met HEM de beschikbare netcapaciteit verdeeld kan worden onder bewoners is niet eenvoudig. Wereldwijd zullen gemeenschappen voor deze uitdaging gesteld worden.

Bestaande organisaties zoals Stichting !Woon en de Fixbrigade zullen energiecoaches moeten opleiden om met open-source verbruiksmonitors of open HEM-onderdelen uit [hoofdstuk \(technologie\)](#) te werken.

Standaardisatie, implementatie en gebruikersvriendelijkheid

Waar open HEM wordt geïmplementeerd, moet het onderhouden worden. Hiervoor kunnen energiecoaches worden opgeleid om met open-source HEMS en verbruiksmonitors te werken. Maar ook een bedrijf kan zich specialiseren in het inrichten van HEMS voor verschillende type woningen en situaties. Er zijn momenteel twee MOOI subsidies (local4local en TUNES) die hieraan werken. Om dit in de praktijk soepel te laten verlopen, en open HEM voor iedereen toegankelijk te maken, moet het systeem werken zonder teveel aanpassingen, updates en handmatig ingrijpen. Dit vraagt om standaardisatie van alle apparaten én automatisering van verschillende stuursignalen (zoals prijsinformatie). Een open ontwerpproces kan het standaardisatieproces versnellen doordat men laat zien welke standaarden worden gebruikt, welke integraties zijn gemaakt en welke afhankelijkheden van andere protocollen van belang zijn. Naast standaardisatie is voor de gebruikersvriendelijkheid van HEMS het burgerperspectief en feedback van allerlei type gebruikers onmisbaar. Daarom zullen de partijen die open HEM gaan implementeren (e.g. energiecoöperaties of -bedrijven) feedback op zo'n manier moeten verzamelen dat ze het kunnen delen met softwareontwikkelaars die in verbinding staan met het wereldwijde open HEM-ecosysteem. Zo staat de burger, via verschillende organisaties, in relatie tot de verbetering van open HEM.

3.2 Open HEM met gemeenten en provincies

Hoe kunnen gemeenten en provincies aan open HEM werken?

De uitvoer van landelijk (klimaat)beleid komt vaak terecht bij de gemeente en provinciebesturen. Hier liggen daarom kansen om te kiezen voor open HEM en als gemeente en provincie ervaring op te doen met de implementatie van open-source software, en oplossingen uit te wisselen met andere gemeenten, provincies en stakeholders.

Stakeholders:

- Gemeentebesturen
- VNG
- Provinciale besturen
- RES regio's
- Energie coöperaties

Activiteiten die al aanwezig zijn:

Onderzoek naar Energie verbruik

Gemeentebesturen zijn belangrijke partners in het organiseren van publieke taken voor huishoudens en buurten. Zij hebben kennis over in welke wijken energiearmoede op de loer ligt en ideeën over hoe dit kan worden aangepakt. Zo deed gemeente Amsterdam in 2022 onderzoek naar energiebesparing naar aanleiding van de gestegen gasprijzen, waaruit bleek dat er in 2022 gemiddeld 8% minder werd gebruikt dan in 2021. Tevens blijkt dat in woningen die zijn gebouwd na 2000 tot wel 50% minder gas wordt gebruikt dan in woningen van voor 1945.¹ HEMS kunnen met behulp van dergelijke informatie betere energievergelijkingen bieden aan hoe huishoudens het doen ten opzichte van hun wijk of gelijksoortige huizen.

¹ <https://onderzoek.amsterdam.nl/publicatie/aardgasverbruik-van-huishoudens-in-de-mra-2022>

² <https://loenenenergie.nl/project-loenense-energiecentrale-van-start/>

Van rijk naar wijk – de Regionale Energie Strategie

RES staat voor Regionale Energie Strategie. Er zijn door de overheid 30 RES-regio's benoemd waarbij provincies, waterschappen, gemeenten en organisaties gezamenlijk een RES opstellen waarin ze een strategie bepalen voor duurzame opwek van elektriciteit (zon en wind) en warmte. Gemeenten vertalen de RES'en naar lokaal niveau, bijvoorbeeld in een transitievisie Warmte waarin concreet wordt uitgewerkt voor welke warmte-oplossingen op wijkniveau gekozen wordt. Als op wijkniveau wordt gekozen voor aardgasvrij zou dit kunnen betekenen dat er meer warmtepompen geïnstalleerd gaan worden. Als er vanuit een RES plan slim wordt geïnvesteerd in open HEM-software kan het makkelijker worden om met verschillende warmtepompen te communiceren en hiermee een optimalisatie op wijkniveau toegankelijk te maken voor verschillende partijen.

Open-source ontwikkelingen en een virtuele energiecentrale

Gemeente Arnhem is in 2020 begonnen met een project waarbij een open-source IoT-platform wordt geïmplementeerd in de lokale context om energiemangement te faciliteren tussen bedrijven en bewoners.

De Provincie Gelderland draagt financieel bij aan een energieproject in Loenen. Samen met energiecoöperaties en partners uit Ierland en België wordt er gewerkt aan een virtuele energiecentrale waar alle lokale opgewekte energie wordt samengevoegd en door een energiemangementstelsel (EMS) wordt beheerd.²

In tegenstelling tot open-source systemen als FlexMeasures en Openremote is het hier gebruikte EMS een gesloten technologie, waardoor cruciale kennis (bijvoorbeeld de algoritmes van het managementsysteem) ontwikkeld in dit project niet voor andere partijen toegankelijk zijn.

Activiteiten die nog vorm kunnen krijgen

Beschikbare open-source oplossingen (zie hoofdstuk 2 - technologie) kunnen tussen gemeenten en provincies gedeeld worden, bijvoorbeeld via de VNG. Partijen (e.g. energie-coöperaties en energieleveranciers) kunnen typische configuraties van gekoppelde HEMS met elkaar delen zodat het voor verschillende situaties eenvoudiger wordt om HEMS te koppelen en optimaliseren.

3.3 Open HEM met Nederland

Hoe versterken we de Nederlandse koploper positie in het open-HEM-ecosysteem?

In dit rapport pleiten we voor open HEMS en publieke digitale infrastructuur die daarvoor nodig is. Dit vraagt niet alleen om de keuze voor open-source software en open standaarden, maar ook om organisatie tussen verschillende schaalniveau's. Er kan maatschappelijke en economisch voordeel worden behaald als open oplossingen tussen verschillende gemeenten, energiecoöperaties, Regionale Energie Strategieën, provincies en Europese projecten openlijk worden gedeeld. Een open HEM-ecosysteem kan, mits goed gestructureerd en gedocumenteerd, helderheid scheppen over wetgeving, toezicht, standaardisatie en regulering.

Stakeholders:

- Koepel energiecoöperaties
- Energieleveranciers
- Netbeheerders
- Public Code for NL
- VNG Common Ground
- Autoriteit Consument en Markt (ACM), Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI) en andere toezichthouders, zoals Autoriteit Persoonsgegevens (AP)
- Onderzoekinstellingen
- EDSN en MFFBAS
- NEN
- Topsector Energie
- RVO
- Andere overheidsinstellingen

Activiteiten die al aanwezig zijn

Nationale energie data uitwisselingsentiteit

MFFBAS is een landelijk initiatief dat zich toelegt op verantwoorde data-uitwisseling in de energiesector. Op dit moment is het een netwerkorganisatie die voornamelijk bestaat uit industriële energiepartijen. Er zijn 66 partijen lid, waarvan 44 systeemmarktpartijen (energie-bedrijven), 7 transmissie- en distributiesysteem-beheerders, 11 niet-systeempartijen waarvan een coöperatie (koepelorganisatie Energie Samen), 2 stichtingen (Bespaargarant en Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur) en 8 B.V.'s die zich met verschillende dingen bezighouden als data-opslag en vergelijkingssites. Geen enkele energiegemeenschap of coöperatie is direct vertegenwoordigd. Als het over data delen van en met consumenten gaat, is het raadzaam deze te betrekken. Het MFFBAS wordt uitvoerig beschreven in het rapport 'Stroom van Data' van het Rathenau Instituut. In de nieuwe Energiewet staat het MFFBAS genoemd als de nieuwe gegevensuitwisselingsentiteit.

Toezicht op de energiemarkten

Waakhond ACM waarschuwde recentelijk dat de 'energiemarkt nieuwe regels en zwaarder toezicht nodig heeft'. Bij pilotprojecten met flexibele tarieven van energiebedrijven helpen partijen als ACM om toe te zien op wetmatigheid van het aanbod van de tarieven.

Onderzoek naar nieuwe vormen van coördinatie

Veel onderzoekinstellingen in Nederland onderzoeken hoe het duurzame elektriciteitsnet geoptimaliseerd kan worden. Een voorbeeld is het onderzoek van Valentin Robu aan het CWI, het Nederlandse centrum voor voor wiskunde en informatica. Robu en zijn groep onderzoeken hoe een energiegemeenschap op een eerlijke manier de opgewekte energie én de opbrengsten daarvan onderling kunnen delen.³ Roel Dobbe aan de TUDelft onderzoekt hoe algoritmes en

machinelearning ingezet kunnen worden om de optimale energiestromen te berekenen in decentrale energiesystemen op basis van lokaal beschikbare informatie.⁴

Activiteiten die nog vorm kunnen krijgen

Betere verbinding tussen onderzoeksinstituten en open HEM-proeftuinen

De resultaten van veel wetenschappelijk onderzoek dat NWO financiert zijn open en vrij beschikbaar (open-access). Maar uit onze gesprekken met onderzoekers blijkt dat het lastig is om de oplossingen in de praktijk te testen, omdat men hiervoor vaak is aangewezen op private partijen die hun oplossingen, algoritmes en data niet delen. Een open HEM-ecosysteem kan hier verandering in brengen en de valorisatie van onderzoek stimuleren.

Open HEM voor energieleveranciers en energiecoöperaties

Een van de bevindingen uit de studie "Kansen voor energiemangement in de woning" van FAN en Elaad voor TKI Urban Energy is dat energiemangementdiensten vooral door de energieleverancier aangeboden zullen worden, waarbij samenwerking moet worden gezocht met een of meerdere derde partijen om HEM te installeren, te monitoren en slim in te zetten. Ook wordt de stimulerende rol van energiecoöperaties genoemd.

Koepel energiecoöperatie Energie Samen heeft een MOOI subsidie ontvangen voor local4local, een programma waarmee zij vanaf 2023 werken aan energiegemeenschappen die duurzame stroom produceren en deze zoveel mogelijk direct aan hun leden leveren. Het project onderzoekt hoe men afspraken kan maken over opwek, verbruik en levering en hoe men erop kan toezien dat de afspraken nagekomen worden en het verdelen van de energie onder de gebruikers eerlijk geregeld wordt.⁵

³ Efficient methods for approximating the Shapley value for asset sharing in energy communities. Cremers, Robu et. al., 2023.

⁴ Towards Distributed Energy Services: Decentralizing Optimal Power Flow With Machine Learning, Dobbe et. al., 2020

⁵ <https://www.energiesamen.nu/nieuws/3364/subsidie-voor-local4local-lokale-energie-lokaal-leveren-tegen-kostprijs>

Een open HEMS kan hierbij helpen door het systeem transparant en daarmee inzichtelijk te houden.

Open HEM vanuit de overheid

De Nederlandse overheid kan met de manier waarop zij wetgeving schrijft, subsidies opstelt en software-aanbestedingen doet, een grote aanjager van het open HEM-ecosysteem zijn. Op de overheidspagina 'Iedereen doet wat'⁶ wordt beschreven wat de burger op het gebied van energiebesparing of duurzame opwekking kan doen. HEM wordt (nog) niet genoemd.

Uit een onderzoek in 2021 naar open-source software in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken⁷ blijkt dat de open-source markt volwassen is, maar de overheid zich er nog geen raad mee weet. Op landelijk niveau zijn er nu diverse initiatieven zoals VNG Common Ground en Foundation for Public Code in het leven geroepen om deze kloof tussen de overheid en het open-source ecosysteem te dichten. Hoewel dit nu nog vaak gaat om software voor het intern gebruik bij overheden zelf, kunnen deze initiatieven een rol spelen bij het ontwikkelen en implementeren van Europese open HEM-oplossingen in de Nederlandse context. Het is belangrijk dat partijen als EDSN hier ook bij betrokken worden.

Topsector Energie heeft verschillende projecten die maatschappelijk verantwoord innoveren⁸ willen stimuleren in kaart gebracht, waaronder een initiatief dat kennis over effectieve aanpak van energiearmoede deelt.⁹ Open HEMS kunnen op een goedkope, transparante manier het energieverbruik monitoren en het huishouden helpen om de energiekosten te verlagen, onafhankelijk of in samenwerking met energiecoaches, energiebedrijven of energiecoöperaties.

Open HEM met Netbeheer Nederland

In 2020 blijkt uit onderzoek in opdracht van Netbeheer Nederland dat real-time data uit de P1-poort van de slimme meter nog weinig wordt gebruikt.¹⁰ Het rapport concludeert onder andere dat de consument beter geïnformeerd moet worden en dat er behoefte is aan draadloze technieken om P1-poort data uit te lezen. Het testen van deze technologie verdient verbetering en internationale technische standaarden met voldoende ruimte voor innovatie zijn nodig om grootschalig real-time dataoplossingen mogelijk te maken, aldus het rapport.

Er is in het onderzoek alleen gekeken naar tientallen commerciële verbruiksmonitoren, en niet naar beschikbare open-source oplossingen zoals de P1 dongle besproken in het hoofdstuk 2 – technologie. Op dit moment wordt er vanuit verschillende projecten, waaronder het Europese project REScoopVPP, gekeken naar hoe de beschikbare open-source verbruiksmonitoren verder ontwikkeld kunnen worden zodat de P1-poort data op een zo goedkoop en transparant mogelijke manier kan worden uitgelezen.

Nauwere samenwerking tussen dergelijke projecten, Netbeheer Nederland, energiecoöperaties en -bedrijven rondom open-source verbruiksmonitoren kunnen ervoor zorgen dat het uitlezen van real-time energiedata voor meer mensen toegankelijk wordt. Als er een goed geteste open verbruiksmonitor op de markt verschijnt zullen energiebedrijven en -coöperaties dit kunnen inzetten voor hun klanten en leden. Dit kan een belangrijke stap zijn op weg naar een breed gedragen open HEM-ecosysteem.

3.4 Open HEM met EU en de wereld

Wat is de rol in het open HEM-ecosysteem van Europese en andere internationale samenwerkingen?

Uit modelberekeningen van onderzoeksbureau CE Delft blijkt dat in 2050 tot 89% van de huishoudelijk elektriciteitsvraag in Europa door eigen opwek kan worden gedekt.¹¹ Energie delen tussen burgers en gemeenschappen wordt in toenemende mate in Europese kringen als mogelijkheid besproken en de open technologie om dat te doen wordt reeds ontwikkeld.

Het is belangrijk dat wat er lokaal, regionaal of nationaal aan open HEM wordt ontwikkeld, actief wordt gedeeld met internationale projecten. Alleen op deze manier ontstaat een wereldwijd breed gedragen open HEM-ecosysteem dat flexibel genoeg is om aangepast te kunnen worden aan de behoeftes, regels en voorkeuren van verschillende lokale situaties.

Stakeholders:

- EU
- Rescoop
- Cenelec
- Cofybox
- Linux energy foundation
- Wereldwijde software communities op sites zoals github en gitlab
- Kennisfora

Activiteiten die al aanwezig zijn Europese samenwerking

Rescoop¹² is de Europese federatie van burger-energiecoöperatieven. Inmiddels zijn meer dan 1900 Europese coöperatieven aangesloten. Zij bieden niet alleen een kennisnetwerk om te helpen bij Europese energie-wetgeving, ze werken ook aan technologie-ontwikkeling. Ze zijn onderdeel van REScoopVPP, een EU-project waarin tools voor energieflexibiliteit worden ontwikkeld door coöperaties, voor coöperaties.¹³ Een van de onderdelen is COFY-Box¹⁴, die flexibiliteitsdiensten heeft ontwikkeld en open beschikbaar maakt voor burgers en energiegemeenschappen die actief willen worden in de energietransitie.

Naast de COFY-box ontwikkelt het project ook een COFY-cloud, waar informatie van verschillende huishouden gecombineerd kan worden en opwek en verbruik in de wijk op elkaar afgestemd kan worden. Huishoudens kunnen zo actief deel worden van een slim energienet. Waag is onderdeel van het Europese energieproject ATELIER, waar met verschillende huishoudens zal worden geëxperimenteerd met open HEMS, deels met technologie die in dit rapport is besproken. Waag onderzoekt ook de voorwaarden en structuur voor een energiedatacommons en wat dat zou kunnen betekenen voor een van de Positive Energy Districts (genaamd: Republica) die in het kader van ATELIER worden ontwikkeld in Amsterdam.¹⁵ De uitkomsten over hoe gemeenschappen zich kunnen organiseren met open HEM zullen internationaal beschikbaar zijn. Het ISGAN¹⁶ is een forum op het gebied van slimme energienetten dat kennis uitwisselt tussen verschillende landen en overheden.

⁶ <https://www.iedereendoetwat.nl/energie>

⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/04/08/onderzoeksrapport-naar-open-source-communities/>

⁸ <https://www.topsectorenergie.nl/maatschappelijk-verantwoord-innoveren-energie/tools-maatschappelijk-verantwoord-innoveren-energie>

⁹ <http://energiearmoede.nl/>

¹⁰ <https://www.netbeheer Nederland.nl/nieuws/p1-poort-naar-snelle-energiebesparing-vaak-nog-niet-benut-1377>

¹¹ <https://ce.nl/publicaties/prosumer-scenarios-for-the-eu-and-other-proseu-results/>

¹² <https://www.rescoop.eu/>

¹³ <https://www.rescoopvpp.eu/>

¹⁴ <https://www.cofybox.io/en/>

¹⁵ <https://smartcity-atelier.eu/>

¹⁶ <https://www.iea-isgan.org/>

Wereldwijde open-source software gemeenschap voor Energie

De Linux Energy Foundation¹⁷ brengt open-source technische kennis in kaart, toetst het en maakt het vindbaar. Veel partijen, inclusief grote industriële partijen zoals Shell en Alliander, zijn lid. De open-source energiemanagementoplossing Flexmeasures (van Seita B.V.) is onderdeel van een speciaal start-up traject binnen de Linux Energy Foundation. Op deze manier kunnen verschillende partijen in het open HEM-landschap van elkaar leren en gezamenlijk de algoritmes achter flexibiliteitsdiensten en de toepasbaarheid in verschillende contexten verbeteren. De manier waarop organisaties zich kunnen verhouden tot open-source software en het kunnen integreren in hun dagelijkse activiteiten is weergegeven in de kaders aan de rechterkant.

Activiteiten die nog vorm kunnen krijgen Verbind bestaande initiatieven

We zien dat er op alle schaalniveau's, van rijk tot wijk, van de internationale context tot aan het individuele huishouden, verbindingen bestaan waar men op kan voortbouwen voor de ontwikkeling van open HEMS. Er zijn legio manieren waarop publiek-civiele samenwerkingen kunnen bijdragen aan de energietransitie waarbij HEMS op verantwoorde manier de data delen tussen verschillende burgers, energiebedrijven en -coöperaties.

Partijen als Energie Samen, netbeheerders en andere stakeholders uit het HEM-ecosysteem kunnen internationaal beschikbare software voor HEMS vertalen, in Nederlandse context implementeren en verbeteren. Voorbeelden van open-source software zijn Flexmeasures, openSTEF en Cofybox.

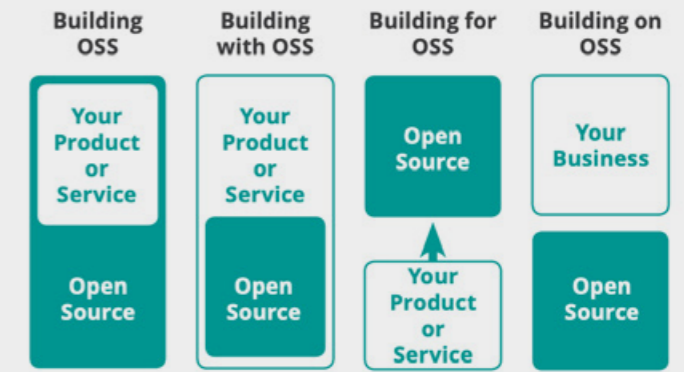
Open-source en Interoperabiliteit

Op dit moment zijn er weinig volledig functionerende HEMS aanwezig bij huishoudens of in energiegemeenschappen. De ontwikkeling van thuisbatterijen, warmtepompen en EV-laders staat nog in de kinderschoenen, waardoor industriebrede standaardisatie nog niet tot stand is gekomen. Dit maakt het lastig om met een HEMS alles te integreren. Daarnaast veranderen energietarieven en is veel wet- en regelgeving nog in wording. Door een open HEM-ecosysteem verder vorm te geven, kunnen deze onderlinge afhankelijkheden zichtbaar gemaakt worden. Hier ligt een taak voor toezichthouders zoals ACM en RDI. Zij kunnen het belang van een open transparante digitale infrastructuur benadrukken en waarborgen dat datauitwisseling op een veilige manier wordt ingericht.

In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op de uitgangspunten en principes die ten grondslag liggen aan de ontwikkeling van een open HEM-ecosysteem, waarbij publieke waarden en het maatschappelijk belang centraal staan.

Bedrijfsmodellen met open-source software (OSS)

De linker, *building OSS* is het meest uitdagende model, omdat alles open is en dit veel organisatie vergt. In het tweede model, *building with OSS*, kan er intellectueel eigendom worden gebouwd terwijl men gebruik maakt van OSS. Dit is het meest gebruikte model, er is haast geen software die geen gebruik maakt van OSS. In *building for OSS* bouwt men software met als doel dat dit open-source wordt en dat hier een business model omheen gebouwd kan worden. In de meest rechter situatie is OSS het fundament waarop een bedrijf zijn dienstverlening bouwt.

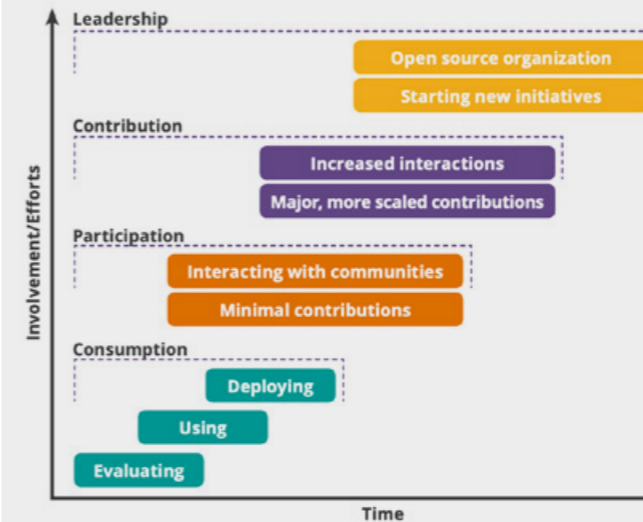


Verschillende business modellen met Open-Source Software (OSS), volgens het rapport van de Linux Energy Foundation: "Enterprise Open-Source: A Practical Introduction".¹

¹ <https://www.linuxfoundation.org/resources/publications/enterprise-open-source-a-practical-introduction>

Hoe een organisatie zich tot open-source kan verhouden

Verschillende fases en mate van activiteit in het integreren van een open-source strategie in een onderneming of dienstverlening. Van het louter consumeren van open-source oplossingen, tot het participeren, bijdragen en uiteindelijk zelf initiëren van nieuwe open-source initiatieven. De figuur komt uit hetzelfde rapport als de figuur hierboven.



¹⁷ <https://www.lfenergy.org/>

4. FUNDAMENT

Keuzes en principes aan de basis van open HEMS

Om te zorgen dat de technologie breder toegankelijk wordt en dat we publieke waarden meenemen in de ontwikkeling van HEMS, liggen keuzes voor aan alle stakeholders: innovatieaanjagers, beleidsmakers, toezichthouders, uitvoerende partijen, bedrijven en natuurlijk burgers.

In dit hoofdstuk staan we stil bij de keuzes die aan de basis liggen van het ontwerp van nieuwe technologie: **het fundament**. In het fundament verkennen we:

- Welke belangen er spelen en of belanghebbenden betrokken zijn (uitgangspunten en aannames)
- Welke kosten en baten er zijn voor wie (sociaal-economische overwegingen)
- Of mensenrechten worden gewaarborgd en publieke waarden gerespecteerd (grondrechten en waarden)
- Hoe we als maatschappij grip houden op HEMS (governance en toezicht).

4.1 UITGANGSPUNTEN EN AANNAMES

4.2 SOCIAAL-ECONOMISCHE OVERWEGINGEN

4.3 GRONDRECHTEN EN WAARDEN

4.4 GOVERNANCE EN TOEZICHT

Samenvatting

- Maak ruimte voor energiegemeenschappen naast marktpartijen om een rol te spelen in het vormgeven van energiemanagement als collectief goed en betrek dit op wetgeving in ontwikkeling. Beleidsmakers en toezichthouders moeten de kaders waarin energiegemeenschappen opereren, zoals die van flexmarkten, verhelderen en hun rechten en plichten beter waarborgen in de aankomende Energiewet.
- Om te waarborgen dat HEMS publieke waarden opleveren, en niet slechts voordeel voor individuele huishoudens of energiegemeenschappen, is het van belang om 'netvriendelijk gedrag' via de inzet van HEM te stimuleren op specifiekere wijze dan via prijsprikkels van de energiemarkten.
- Het gebruik van HEMS kan flexibiliteitsonrechtvaardigheid veroorzaken en ongelijkheid vergroten. Om dit tegen te gaan kunnen modellen voor energiecontracten verkend worden die meer uitgaan van gelijke uitkomsten (zoals het bandbreedtemodel). Bovendien moet worden onderzocht hoe en of energiegemeenschappen (de voordelen van) HEM breder toegankelijk kunnen maken.
- We zien een risico dat kleine partijen het onderspit delven in de ontwikkeling van HEM en de wetgeving die HEMS reguleren. Het is van belang overzicht te scheppen in het effect van verschillende aankomende wet- en regelgevingskaders, omdat kleine partijen hier de capaciteit niet voor hebben.
- Om de persoonlijke levenssfeer te beschermen en te voorkomen dat HEM-leveranciers verdienmodellen gaan vormen rond profiling, is het van belang om bij het ontwerpen van HEMS in te zetten op privacy by design-principes zoals dataminimalisatie en public defaults.

4.1 Uitgangspunten en aannames

Wie hebben belang bij HEMS en hoe betrekken we die belanghebbenden bij het ontwerp van HEMS?

Zoals geschetst in het hoofdstuk 'Wat is HEMS' is energiemanagement van huishoudens van belang voor het benutten van duurzame energiebronnen, verminderen van de noodzaak tot netverzwaring en het oplossen van congestie (file) op het net. Daarmee is energiemanagement cruciaal voor onze energievoorziening en dus een collectieve opgave waar alle burgers belang bij hebben.

Momenteel zijn marktspelers dominant in de ontwikkeling van energiemanagement. Zie bijvoorbeeld hoe het Landelijke Actieprogramma Netcongestie volledig gericht is op publiek-private samenwerking en bedrijven¹, terwijl veel van de maatregelen daarin ook invloed hebben op hoe Home Energy Management eruit kan komen te zien voor burgers. De ideeën in het Landelijk Actieprogramma Netcongestie over 'energyhubs', clusters (van bedrijven) die hun productie, verbruik en opslag op elkaar afstemmen, zijn tevens relevant voor energiegemeenschappen. Ontwikkelingen in wetgeving en praktijkvoorbeelden van energiecoöperaties beschreven in voorgaande hoofdstukken, laten zien dat marktpartijen niet als enige aan het roer hoeven te staan en dat burgers, verenigd in coöperaties en (energie)gemeenschappen een rol kunnen spelen.

Nederland is een van de EU-landen met de meeste energiecoöperaties.² Vanwege wetgevingsregelingen is het in Nederland al enige tijd mogelijk om energiegemeenschappen in de vorm van energiecoöperaties te vormen.³ Er ligt dus een goede basis om een gemeenschapseconomie meer centraal te zetten in de ontwikkeling van HEMS. Maar gemeenschappen een centrale rol geven in energiemanagement vereist steun en keuzes van politiek, wetgevers, ACM en uitvoerende partijen.

Er zijn nog tal van belemmeringen bij het betreden van de energiemarkt voor energiegemeenschappen, zo stelde ook het Rathenau Instituut.⁴ Denk aan de huidige afspraken over afrekening van energie en het ontbreken van heldere kaders over de flexibiliteitsmarkt (zie hoofdstuk - 'Wat is HEMS'). Het is van belang om naast marktpartijen, ook energiegemeenschappen te betrekken bij beleid, actieplannen en wet- en regelgeving over de inrichting van het energiesysteem, inclusief energiemanagement. Er zijn investeringen nodig voor de betrokkenheid van deze – meestal op vrijwilligers draaiende – burgerorganisaties. Bovendien kunnen de rechten van energiegemeenschappen sterker verankerd worden in de aankomende Energiewet om ruimte te geven aan het organiseren van energiemanagement vanuit gemeenschapswaarden.⁵

4.2 Sociaal-economische overwegingen

Wat kunnen we met HEMS bereiken voor wie en welke verdienmodellen worden er mogelijk?

Het is nog geen uitgemaakte zaak via welke logica Home Energy Management zal worden beloond. Momenteel staan marktdenken en individueel financieel gewin centraal in de ontwikkeling van Home Energy Management Systemen.

Voor verschillende partijen bestaan ideeën over hoe HEMS een verdienmodel kunnen opleveren. **Fabrikanten** van de 'grote vier' (warmtepompen, elektrische laadpalen, zonnepanelen en thuisbatterijen) ontwikkelen bijvoorbeeld HEMS-diensten voor de afzonderlijke apparaten. Dit kan de prestaties van apparaten verbeteren of een aanvullende dienst zijn die die klanten aanschaffen. **Aggregatoren** zoeken hun verdienmodel in het handelen op de onbalansmarkten van netbeheerders met een groot bestand aan klanten – zoals huishoudens – wat hen een goedkopere energierekening kan opleveren. **Individuele huishoudens** zoeken ook financieel voordeel door met een HEMS in te spelen op dynamische tarieven.⁶

Deze verdienmodellen gaan samen met een 'ongecoördineerd' aanpak van energiemanagement via HEMS. Energiemanagement wordt in deze gevallen verrekend via energiemarkten en op basis van real-time elektriciteitsmeterdata. Er bestaan echter meer smaken om de coördinatie (zie figuur 6) van HEMS in te richten.⁷

- **Ongecoördineerd.** Alle HEMS reageren volgens een eigen belang op de omgeving. Apparaten en huishoudens handelen geheel volgens eigen voorkeuren en reageren daarbij op prijsprikkels en prijsafspraken over energieproductie,

gebruik, levering en beschikbaarheid van flexibiliteitscapaciteit.

- **Gecoördineerd.** HEMS gedragen zich optimaal naar aggregatieschema's. Daarin bestaan smaken. Zoals 'optimal power flow', waarbij alle apparaten worden ingesteld om zich te gedragen in het elektriciteitsnet op een manier die optimale uitkomsten biedt voor balans en transport in een deelgebied van het net. Of zoals energiemanagement door een aggregator. Een andere manier om gecoördineerd invulling te geven aan HEMS is door netbeheerders direct te laten ingrijpen op apparaten wanneer een probleem op het net ontstaat.⁸ In gecoördineerde benaderingen wordt de individuele vrijheid meer ingeperkt dan in een ongecoördineerde aanpak, maar het kan voor zowel individuen als de maatschappij voordelen opleveren.
- **Peer-to-peer afstemming.** Hier gaat het om handel direct tussen apparaten en huishoudens met anderen in een fysieke of virtuele nabije omgeving. Denk aan het afstemmen van energieproductie- en verbruik binnen een straat.

Coördinatie van energiemanagement ten behoeve van publieke waarden vragen om meer manieren van 'afrekening' van energiemanagement dan op basis van real-time data en energieprijzen. Wetgevers, beleidsmakers, netbeheerders en het ACM hebben de mogelijkheid om regelgeving zo in te richten dat ze energiemanagement belonen wanneer het bijdraagt aan 'netvriendelijk gedrag' van huishoudens of gemeenschappen.⁹

¹ https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2022Z25831&did=2022D55676

² Momenteel is al in 84% van de Nederlandse gemeenten een energiecoöperatie actief, 676 in totaal. Zie Kamerstuk 22112, nr. 3448.

³ Postcoderoos regeling en de Experimenteerregeling bij de Elektriciteitswet 1998.

⁴ Rathenau Instituut (2022) Stroom van Data. Energiedata benutten voor een maatschappelijk verantwoorde energietransitie. Den Haag. Auteurs: Dekker, R., E. Masson, R. de Jong en R. van Est.

⁵ Zie bijvoorbeeld het pleidooi van Energie Samen om 'slim' energie delen voor energiegemeenschappen juridisch mogelijk te maken. Energie Samen (2021). Slim energie delen door energiegemeenschappen. Een whitepaper van Energie Samen.

⁶ Al blijkt het verrekenen van dynamische tarieven technisch nog moeilijk mogelijk:

<https://clubvanwageningen.nl/message/72234/dynamische-contracten---een-winstwaarschuwing>

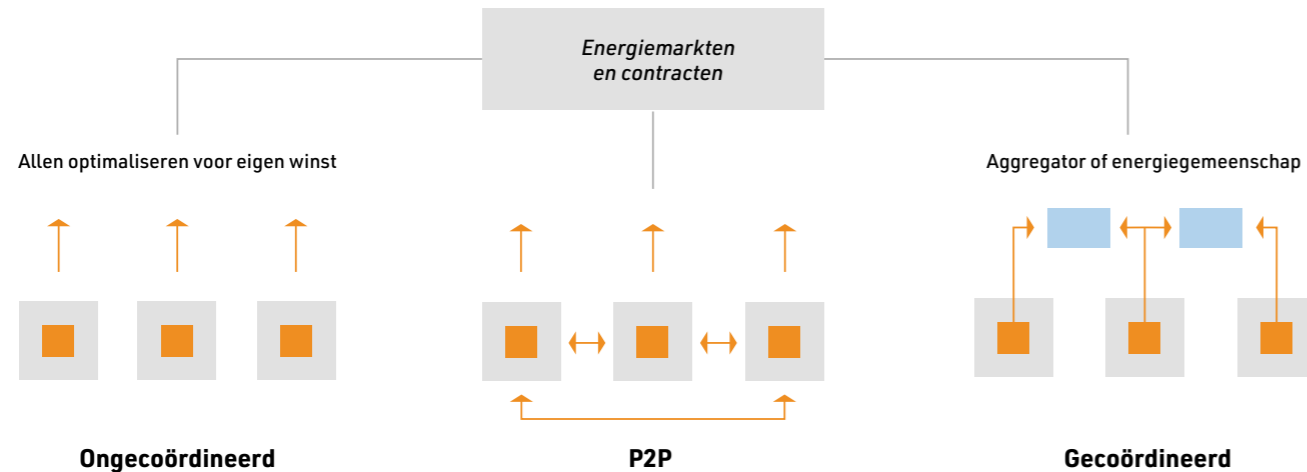
⁷ Deze indeling ontleend aan Guerrero J. e.a. (2020). 'Towards a transactive energy system for integration of distributed energy resources: home energy management, distributed optimal power flow, and peer-to-peer energy trading', Renewable and Sustainable Energy Reviews 132, 1-27.

⁸ Direct sturen door de netbeheerder is momenteel alleen mogelijk als alle marktmechanismen en prijsprikkels ontoereikend blijken. Er wordt over een versoepeling hiervan gesproken.

⁹ Zo stimuleert de afbouw van de salderingsregeling vanaf 2031 het verbruik van eigen geproduceerde elektriciteit en kan het daarmee fileproblemen op het net verminderen.

Een voorbeeld is het bandbreedtemodel, zie kader. Volgens dit model kunnen huishoudens die consequent reageren op verzoeken van netbeheerders worden beloond met een 'kleinere',

goedkopere netaansluiting. Zulke modellen bevorderen dat HEMS voordeel opleveren voor zowel individuen, gemeenschappen als de maatschappij.



Figuur 6: Drie vormen van coördinatie als verschillende HEMS worden gekoppeld.

Bandbreedtemodel

Dit jaar doen netbeheerders een voorstel aan toezichthouder ACM om in 2025 een bandbreedtemodel in te voeren. Volgens dat model kunnen huishoudens energiebundels kopen afhankelijk van hoeveel stroom zij willen verbruiken of waarbij huishoudens moeten betalen voor het maximale vermogen dat zij op een bepaald moment verbruiken. Momenteel kan een huishouden met een standaard 3x25A-aansluiting 17 kW bandbreedte gebruiken, maar er is te weinig capaciteit op het elektriciteitsnet om iedereen die bandbreedte te geven. Het gat is vrij groot, de elektriciteitskabels op veel plekken kunnen maar 3 tot 4 kW per huishouden aan, als vele huishoudens daar tegelijkertijd een beroep op zouden doen. Voor mensen met zonnepanelen, warmtepompen en elektrische auto's heeft het bandbreedtemodel nadelen omdat zij de grotere netaansluiting nodig hebben.

Dit geldt echter ook voor huishoudens die zonnestroom terug willen leveren, omdat dit ook extra netbelasting betekent. Netbeheerders geven aan dat ze een bandbreedtemodel een 'eerlijk' systeem vinden omdat huishoudens zo naar rato betalen voor de grootte van het vermogen dat beschikbaar is voor het huishouden. Critici zeggen dat het de duurzame energie transitie vertraagd doordat het mensen met zonnepanelen en elektrische auto's benadeelt.

Er wordt nagedacht hoe verschillende bandbreedten van individuele aansluitingen bij elkaar opgeteld kunnen worden en of de tarieven dynamisch kunnen worden afgestemd op hoeveel overschot of tekort er is in de wijk. HEM zou een belangrijke rol kunnen spelen om voor de wijk of een gemeenschap de individuele capaciteiten op te tellen en dat op een verantwoorde manier te verdelen.

¹<https://tweakers.net/reviews/10542/kritiek-op-bandbreedtemodel-energie-experts-pleiten-voor-aanpassingen.html>

4.3 Grondrechten en waarden

Welke mensenrechten en publieke waarden komen in het geding bij HEMS? Hoe kunnen we die beter respecteren?

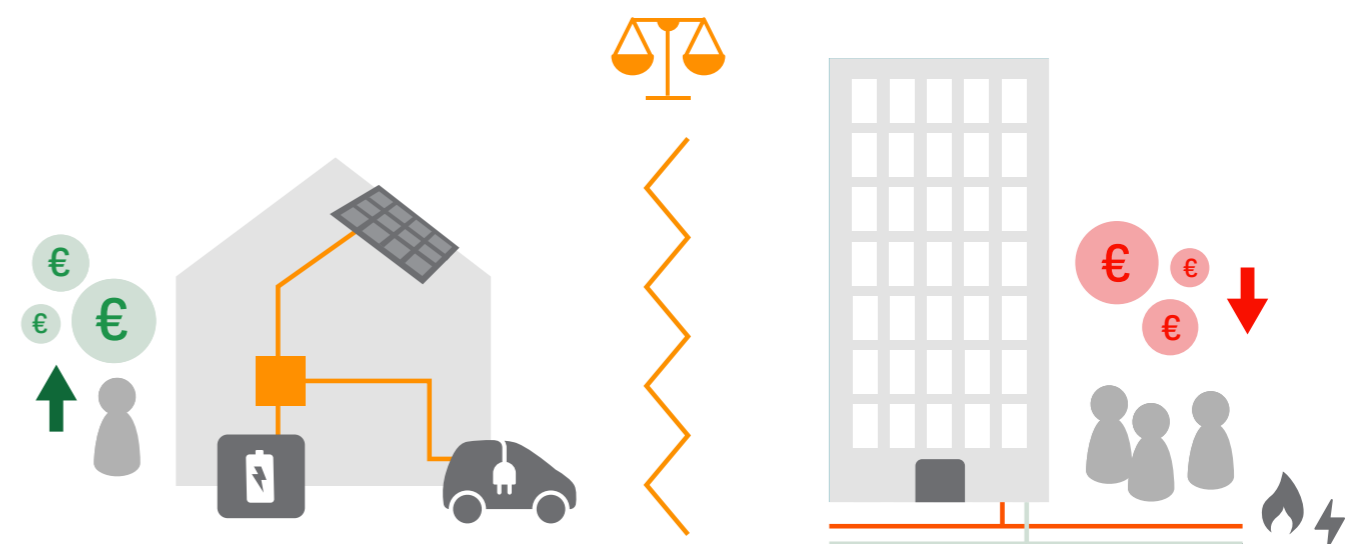
Het ontwerpen van HEMS raakt aan een ontwerp vraagstuk rond verdeling van energie en herverdeling van welvaart. De coördinatie van HEM is van belang om de betaalbaarheid, betrouwbaarheid en duurzaamheid van het elektriciteitsnet te waarborgen. Wanneer HEM leidt tot minder hoge pieken in vraag en aanbod, kan dat voor iedereen bijdragen aan de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van het net in transitie naar duurzame energiebronnen.

Toch zijn er verschillende manieren waarop een HEMS in individuele huishoudens tot onrechtvaardigheid kunnen leiden of ongelijkheid kunnen vergroten.

Ten eerste kunnen mensen met veel kapitaal meer profiteren van de financiële voordelen van vraagrespons en van het flexibel inspringen op de energieprijzen gedurende een dag, zoals beschreven in het hoofdstuk 'Wat is HEM'.

Er ontstaat dus mogelijk financieel voordeel voor mensen met veel geld die een HEMS en 'de grote vier' kunnen aanschaffen. Dit noemen we **flexibiliteitsonrechtvaardigheid**.

Ook tussen huishoudens die het voorrecht hebben flexibele diensten te kunnen leveren kan ongelijkheid ontstaan. Huishoudens in congestiegebied – gebieden met veel file op het elektriciteitsnet – kunnen bijvoorbeeld vaak als eerste problemen op het net verhelpen. Wanneer afrekening van vraagrespons plaatsvindt via de onbalansmarkten¹⁰, profiteren huishoudens afhankelijk van hun geografische locatie. Is dat eerlijk? Andere beloningsmodellen voor vraagrespons kunnen een rechtvaardigere uitkomst hebben, zoals het bandbreedtemodel (zie voorgaande paragraaf).



¹⁰ Zie hoofdstuk 'Wat is HEM', pg. XX

In het ontwerp van HEMS moet aandacht besteed worden aan de vraag: hoe kan HEM bijdragen aan eerlijke verdeling van energie en welvaart? Hoewel huishoudens met HEMS, zonnepanelen en een thuisbatterij minder gebruik maken van het net, zal volledige zelfvoorzienendheid voor bijna alle huishoudens een illusie blijven. Ook in de toekomst zal het elektriciteitsnet een maatschappelijke en economisch voordelige infrastructuur bieden om energie tussen verschillende huishoudens en wijken uit te wisselen.

Deze uitwisseling kan leiden tot onevenredig voordeel van sommige partijen. Onderzoekers Lea Diestelmeier en Dirk Kuiken (2022)¹¹ verkennen welke rol energiegemeenschappen zouden kunnen spelen in de toegang tot voordelen van HEMS voor iedereen.

HEM optimaliseren vanuit gemeenschapsbelang

Energiegemeenschappen kunnen een aantal zaken mogelijk maken voor mensen die dat individueel niet kunnen. Zoals gezamenlijk zonnepanelen aan schaffen, collectief energie produceren en gebruiken, en via gekoppelde HEMS flexibiliteitsdiensten aanbieden aan de netbeheerder in samenwerking met een aggregator.

De onderzoekers zien daarbij de mogelijkheid om de energie of inkomsten te verdelen volgens sociale principes. Zoals het principe 'iedereen krijgt evenveel' op basis van solidariteit, of volgens het principe 'deel van inkomen besteed aan energie' om energiearmoede tegen te gaan en voordelen te bieden aan degenen met de krapste beurs. Het zijn opties die energiegemeenschappen met hun leden kunnen verkennen, wanneer het mogelijk wordt om HEMS in te zetten voor gemeenschappen.

4.4 Governance en toezicht

Hoe houden we als maatschappij grip op HEMS? Welke kaders hebben we nodig?

Er bestaan verschillende interesses bij individuen, bedrijven, netbeheerders en de overheid om te kunnen sturen op de ontwikkeling van HEM. Zo bestaat er een interesse om te sturen op HEM om de energietransitie te versnellen en de productie van duurzame energieproductie beter te benutten, maar ook om HEM bij te laten dragen aan de energiestatistiek van gebouwen, om innovatie en bedrijvigheid te bevorderen, of om erop te sturen dat data die omgaan in HEMS op verantwoorde manier te gebruiken zijn voor de publieke zaak. Die uiteenlopende interesses komen onder andere naar voren uit een scala aan wetgeving en beleid dat momenteel in ontwikkeling is. Het betreft niet alleen wetgeving over het energiesysteem, maar ook wet- en regelgeving over mededinging, marktordening, cybersecurity, bouwbesluiten en data. Op al deze gebieden is veel in beweging – de Energiewet, Data Act, Data Governance Act en richtlijn voor 'smart buildings' zullen het speelveld veranderen.¹²

Deze publicatie pleit voor een open HEMS. Daarvoor is het ook van belang dat een overzicht gemaakt wordt van het effect van deze aankomende wetgeving op HEMS. Zo geven de algemene verordeninggegevensbescherming (AVG), de aankomende Data Act en de Elektriciteitsrichtlijn (onderdeel van het Clean Energy Package) andere gronden op basis waarvan energiedata verwerkt mogen worden en om welke data dat gaat.

Maatschappelijke partijen hebben niet de capaciteit om zich al deze juridische documenten net zo snel en goed eigen te maken als grote bedrijven met juridische afdelingen. Een toegankelijk overzicht van wettelijke kaders is van belang voor gelijkwaardige deelname aan het energiesysteem, ook van spelers in nieuwe rollen zoals 'actieve afnemers' en energiegemeenschappen.¹³

Momenteel lijken regulering en beleid rondom oplossingen sterk gericht op marktoptimalisatie en liberalisering.¹⁴ Zo richt het Landelijk Actieprogramma Netcongestie zich volledig op de private sector. En al richt het Clean Energy Package van de Europese Commissie zich voor een belangrijk deel op de rol die de energieconsument kan spelen in het kader van de energietransitie,¹⁵ het is nog altijd met name gericht op consumenten in plaats van burgers. Technische eisen die betrekking hebben op HEMS zijn met name gericht op de marktontwikkelingen.¹⁶

Ook in de ontwikkeling van markten rond HEM zien we een risico dat kleine partijen het onderspit delven. Zo stelde het ACM in reactie op de concept Energiewet, dat ze het te vroeg vindt om een vastgestelde berekeningsmethode te hanteren voor compensatie tussen leveranciers en aggregators, omdat de businesscase zich moet vormen 'zonder dat regulering daarbij in de weg staat'.¹⁷ Pas bij grote volumes flexibiliteitscapaciteit wordt energiemangement momenteel financieel interessant voor tussenpartijen zoals aggregators. Dat betekent dat als grote spelers hun belang weten te organiseren, burgers en kleine spelers buiten de boot dreigen te vallen.

Voor een eerlijke marktontwikkeling waar ook kleine partijen kans hebben is het daarom niet verstandig om lang te wachten met afspraken over het verrekenen van vraagrespons of afspraken over het belonen van energiemangement op andere manieren.

Data governance

Zoals benoemd in voorgaande hoofdstukken zijn HEMS data en algoritmedreven systemen voor automatische aansturing van apparaten. Er zijn verschillende kaders voor de governance van data die omgaan in HEMS. De Energiewet creëert een duidelijke grondslag voor de verwerking van gegevens die worden verzameld voor de uitvoer van wettelijke taken. Van belang is een inclusief orgaan dat toeziet op de data-uitwisseling. Binnen de Energiewet krijgt de 'gegevensuitwisselingsautoriteit' de belangrijke taak toegang te verlenen tot data aan partijen die daar recht op hebben. Het ACM heeft aangegeven dat effectief toezicht op deze autoriteit nog lastig is met de huidige invulling ervan.¹⁸

Momenteel is het niet transparant waar data terechtkomen die omgaan in HEMS. Bovendien lijkt wetgeving tekort te schieten om de persoonlijke levenssfeer van mensen te beschermen. Uit onderzoek van TNO bleek dat data van huishoudens via HEMS-achtige producten die de P1-poort van de slimme meter uitlezen terechtkomt bij allerlei derde partijen die geen functie hebben in het energiesysteem hebben.¹⁹

11 Diestelmeier, L. & D. Kuiken (2022). 'Is Sharing Caring? 'Energy Sharing' within Energy Communities under EU Law', A Force of Energy: Essays in Energy Law in Honour of Professor Martha Roggenkamp, 275-282. University of Groningen Press.

12 De Energiewet, Data Act en richtlijn voor 'slimme gebouwen' zijn nog niet in werking getreden

13 Zie hoofdstuk 1 - 'Wat is HEM'

14 Zo staat interoperabiliteit hoog op de agenda, voornamelijk met de reden om innovaties toe te kunnen laten treden tot de markt en voor goede samenwerking met de particuliere sector.

15 Diestelmeier, L. (2021). 'Energiegemeenschappen' – een decentrale oplossing voor de energietransitie?, Nederlands Tijdschrift voor Energierecht, nr. 3, juli 2021.

16 Zo staat interoperabiliteit hoog op de agenda, voornamelijk met de reden om innovaties toe te kunnen laten treden tot de markt en voor goede samenwerking met de particuliere sector.

17 Reactie van ACM op Energiewet.

18 ACM (2022). Uitvoerbaarheid- en handhaafbaarheidstoets van de ACM op het wetsvoorstel Energiewet.

19 Persoonlijke correspondentie.

De AVG en de aankomende Data Act leggen verantwoordelijkheid voor toestemmingsverlening om data te gebruiken en te delen sterk neer bij het individu. De vraag is of die voldoende kennis en begrip heeft om keuzes te maken die privacy voldoende waarborgen. Om de persoonlijke levenssfeer te beschermen en te voorkomen dat HEM-leveranciers verdienmodellen gaan vormen rond profiling, is het daarom van belang vanaf het begin in te zetten op privacy-by-design-principes zoals dataminimalisatie (zie kader). Een manier om basisrechten zoals privacy en autonomie te waarborgen is het ontwikkelen van public defaults. De meeste huishoudens maken gebruik van standaardinstellingen van apparaten. Die moeten dus goed en veilig zijn. In een publicatie over het waarborgen van publieke waarden in laadinfrastructuur voor elektrische auto's stelden we public defaults²⁰ voor. Dit zijn in een publieke, democratische setting vastgestelde energiemanagerprofielen voor huishoudens op basis van hun context. Hiervoor is onderzoek nodig die op basis van gegevens over het type huishouden, aanwezige apparaten en een contextueel identiteitsbegrip bepaalt welke standaardvoorkeuren meegegeven kunnen worden aan een HEMS.

Naast privacy en autonomie behoeft de toegang tot 'eigen' data die omgaan in HEMS betere waarborging. We zien dat veel data van huishoudelijke apparaten door hun gebruikers alleen via clouddiensten van de fabrikant kunnen worden opgehaald. Mensen moeten altijd toegang hebben tot data over hun eigen huishouden en inzicht hebben in wie daartoe nog meer toegang heeft. Welke data hier mee gemoeid gaan beschrijven we in het hoofdstuk [tech-stack - data \(commons\) en infrastructuur](#). De aankomende Data Act lijkt toegang tot data voor burgers beter te gaan waarborgen dan de AVG. Het is daarvoor wel nodig dat op de laagdrempeligheid van deze toegang tot data wordt toegezien door toezichthouders.

Dataminimalisatie

Dataminimalisatie betekent het produceren en verwerken van zo min mogelijk data¹ onder dat er functionaliteit verloren gaat. Dat heeft voordelen: met data die niet bestaat of niet verwerkt wordt, kan niks misgaan. Ze kunnen niet misbruikt worden, verkeerd gebruikt worden, in handen van verkeerde partijen komen of per ongeluk openbaar gemaakt worden.

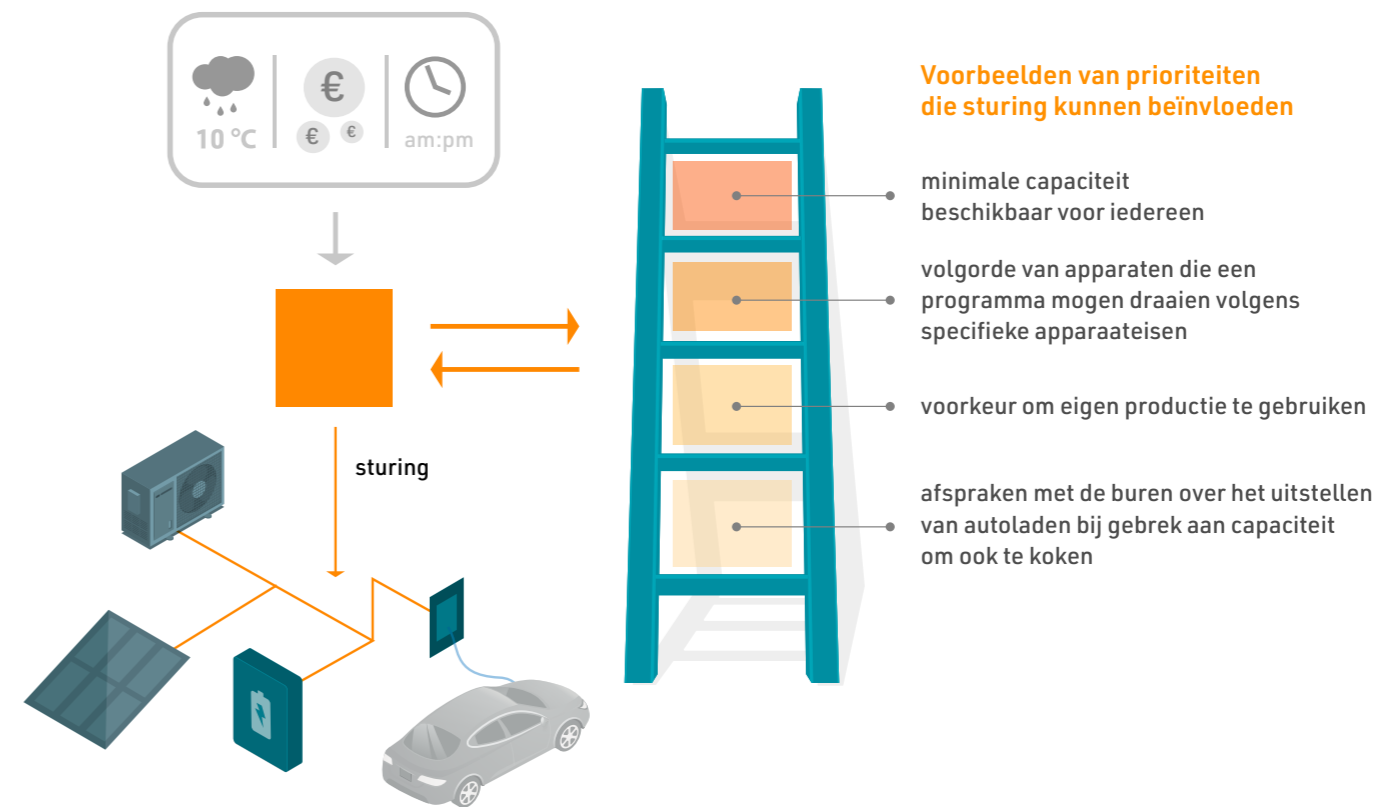
Voor Home Energy Management gebaseerd op dataminimalisatie is per schaal - huishouden, straat, energiecoöperatie, stad - een oordeel nodig welke (geaggregeerde) data nodig is voor functionaliteit. Dat is op veel schalen minder dan real-time energiedata van apparaten uit huishouden. Een HEMS hoeft in deze gevallen niet alles te meten, registreren én delen.

¹ Met data die niet bestaat of niet verwerkt wordt kan niks misgaan: ze kunnen niet misbruikt worden, verkeerd gebruikt worden, in handen van verkeerde partijen komen of per ongeluk openbaar gemaakt worden.

Governance van sturingssignalen - welke signalen krijgen voorrang?

HEMS sturen apparaten aan op basis van voorkeuren en signalen, zowel van het huishouden als daarbuiten (zie hoofdstuk - 'Wat is HEM'). Verschillende belangen en daarmee verschillende sturingssignalen kunnen met elkaar botsen.

Zo kan een elektrische auto wellicht niet opladen wanneer de stroom goedkoop is die dag, als alle anderen in de straat dat ook willen. Tegelijkertijd kan in het belang van de levensduur van de accu het voordeliger zijn om de batterij volgens een ander laadprofiel te gebruiken.



Om te bepalen welke sturingsverzoeken via HEMS aan huishoudens of energiegemeenschappen op welke momenten voorrang krijgen en hoe die gehandhaafd kunnen worden, zou een prioriteitenladder gedefinieerd kunnen worden. Dat is een gedachtenexperiment. Op elke trede van de ladder staan prioriteiten en het is democratisch afgestemd, op lokale, nationale en Europese schaal, in welke volgorde die staan om basisrechten van burgers te waarborgen, het functioneren van het elektriciteitsnet en afzonderlijke apparaten veilig te stellen en andere belangen tot uiting te laten komen.

Er moet democratisch worden bepaald waaraan de meeste prioriteit wordt gegeven: gebruikerscomfort, apparaat- en gebruikersintegriteit, operationele marge van het lokale net, en belangen van marktpartijen. De ladder weerspiegelt hoe individuele vrijheid en collectieve energiebelangen zijn afgewogen. De invulling van bepaalde treden van de ladder kan lokaal verschillen, afhankelijk van de afspraken die een huishouden en aggregator, of leden van een energiegemeenschap met elkaar maken.

²⁰ Lees een uitgebreider gedachtegang over het opstellen van public defaults op basis van contextuele identiteit op pagina 20 - 23 van Waag Futurelab (2021). Een Public Stack voor laadinfrastructuur. Elektrische auto's opladen met eerlijke technologie en een up-to-date democratisch proces. Waag Futurelab.

5. AANBEVELINGEN

Home Energie Management (HEM) en de systemen die daarvoor nodig zijn (HEMS) spelen een belangrijke rol in de energietransitie, maar de ontwikkeling staat nog in de kinderschoenen. Er zijn weinig geïntegreerde oplossingen voor huishoudens beschikbaar, wet- en regelgeving is nog onduidelijk en diensten en verdienmodellen moeten nog vorm krijgen. Congestie is voor huishoudens nog geen groot probleem, maar met elektrificatie van vervoer en verwarming neemt het belang van energiemangement voor huishoudens toe. **Nu is het moment om HEM te openen.**

Energiemanagement 'achter de meter' is een private zaak, maar heeft invloed op alles wat 'voor de meter' gebeurt. Daarmee kunnen we energiemangement zien als een collectieve opgave en past daarbij een rol voor de overheid om te waarborgen dat er een veilige, open, transparante infrastructuur beschikbaar is voor HEM.

Er wordt vaak in isolement gesproken over standaardisatie en interoperabiliteit. Dan speelt het risico dat Big Tech bedrijven de energiemarkt als eerste inrichten met gesloten technologie op basis van bestaande machtsconcentraties en extractieve verdienmodellen.

Om tot een Public Stack voor HEM te komen hebben we vier hoofdaanbevelingen:

- **Open standaarden en interoperabiliteit stimuleren zodat verschillende systemen met elkaar praten**
- **Open-source technologie ontwerpen en gebruiken zodat systemen voor iedereen transparant en toegankelijk zijn**
- **Versterken van gemeenschappen die met elkaar energie, data en open-source oplossingen kunnen delen en beheren**
- **Maatschappelijke voordelen van open HEM verder onderzoeken en aansturen op synergie tussen verschillende open-source projecten**

5.1. Voor individuele en georganiseerde burgers

Voor een open, eerlijke en inclusieve ontwikkeling van HEM is het versterken van gemeenschappen en burgers om met elkaar energie en data te gebruiken essentieel. Iedereen kan zelf aan de slag met open-source, maar voor veel huishoudens is dit te complex. **Maatschappelijke organisaties** (zoals de Fixbrigade en de organisatie WOON!) helpen mensen

in energiearmoede met energiebesparende maatregelen. Open-source oplossingen kunnen kosteneffectieve hulpmiddelen zijn.

Energiegemeenschappen kunnen in samenwerking met **onderzoekers** vanuit sociale principes uittesten hoe energie en welvaart verdeeld kan worden en dit af wegen tegen herverdeling op grotere – bijvoorbeeld nationale – schaal. Als er transparantie is over het voordeel van HEM, zowel individueel als op collectieve schaal, wordt duidelijk wat de rol is van HEM voor een sociale, inclusieve energietransitie.

5.2. Op regionale schaal met gemeenten en provincies

Gemeenten en **innovatiefinanciers** kunnen investeren in samenwerkingen (onderzoek- en innovatieprojecten, proeftuinen en dergelijke) tussen burgergemeenschappen en andere stakeholders in het energiesysteem. Er zijn verschillende organisaties die oplossingen tussen gemeenten beschikbaar maken. Ontwikkel een robuuste strategie langs de vier hoofdaanbevelingen bovenaan dit hoofdstuk.

Netbeheerders kunnen in kaart brengen waar congestie verwacht wordt. In deze gebieden kan open HEM-technologie getest worden om te onderzoeken hoe het bij kan dragen aan verduurzaming en congestiemanagement. Het is raadzaam hiervoor samen te werken met bestaande netwerken en organisaties met een rol in de energietransitie zoals maatschappelijke organisaties met **buurtcoaches**, **woningcorporaties** en **energiebedrijven**.

Om HEM in te zetten voor publieke waarde kunnen **energiegemeenschappen** en **politieke bestuurders** een maatschappelijke dialoog voeren en bevorderen over welke spelers en welke activiteiten er prioriteit moeten krijgen op het elektriciteitsnet om te komen tot een democratisch gedragen prioriteitenladder.

De **Regionale Energie Strategieën** (RES) willen een vliegwiel zijn voor “vernieuwing op het gebied van participatie en de ‘doe democratie’”. Een open HEM-ecosysteem ligt ten grondslag aan een democratisch digitaliserend decentraal elektriciteitsnet, maar een visie hieromtrent ontbreekt in de plannen van de dertig **RES regio's**.

5.3. Op nationale schaal

Ministeries en **innovatiefinanciers**, volg de argumenten in de beleidslijn ‘Open, Tenzij’ voor investeringen in HEM. Deze technologie wordt bepalend voor het publieke karakter van het elektriciteitsstelsel. Voorkom verdere privatisering en vereis (bij een deel van de projecten) open-source ontwikkeling voor innovatieve energieprojecten waar HEM bij betrokken is. Om te zorgen dat HEM bijdraagt aan een duurzaam en eerlijk energiesysteem, kunnen **ministeries (EZK, OCW, BZK)** investeren in onderzoek en innovatie naar de effecten van energiemangement voor verschillende actoren en typen huishoudens. Deze ministeries kunnen een antwoord formuleren op flexibiliteitsonrechtvaardigheid door te monitoren waar de voordelen van HEMS terecht komen en maatregelen te onderzoeken om de winst te herverdelen.

Decentrale overheden en innovatiefinanciers, incl. Topsector Energie die subsidie- en innovatieregelingen opstellen en beoordelen, kunnen eisen opnemen in hun programma's. Deze eisen kunnen open-source en privacy-by-design principes afdwingen in de ontwikkeling van HEM in pilots of proeftuinen. Daarmee waarborgen we privacy en ontmoedigen we bedrijven om energiediensten te ontwikkelen op basis van profiling en advertentiemodellen. **Energiegemeenschappen en gemeenten** kunnen bovendien inzetten op eigenaarschap van de te ontwikkelen HEM-software, algoritmen en datacommons infrastructuur, zodat de waarde die ze oplevert in publieke of gemeenschapshanden valt (en blijft).

De **toezichthouders** en **wetgever** kunnen bijdragen aan eerlijke marktontwikkeling, waar ook kleine partijen kans hebben: wacht niet met afspraken over het verrekenen van vraagrespons of afspraken over het belonen van energiemangement tot de huidige (grote) marktpartijen hun businesscase hebben gevormd. Verken modellen die flexibiliteitsonrechtvaardigheid dempen en wees duidelijk over de rol van open HEM.

Ook kunnen **ACM** en de **wetgever** gelijkwaardige deelname aan HEM ontwikkeling bevorderen door een toegankelijk overzicht te maken van de (aankomende) wettelijke kaders en hun betekenis voor kleine partijen en nieuwe rollen zoals ‘actieve afnemers’.

5.4. Op internationale schaal

Internationale projecten en netwerken zoals REScoop en de Linux Energy Foundation blijken erg waardevol in het verbinden van projecten en ontwikkelaars die werken aan open HEM-technologie. Nederland is flink aanwezig in deze netwerken en in open source initiatieven zoals Home Assistant. **Topsector Energie, RVO** en **ministeries** kunnen de koploperpositie van Nederland op het gebied van open-source HEM ontwikkeling benutten en promoten in binnen en buitenland. Deze expertise in open-source ontwikkeling sluit goed aan bij een soeverein en open Europa. Specifieke aandacht voor dreigingen op het gebied van cybersecurity bij HEM zullen moeten worden geaddresserd. Ook hier geldt dat de vier hoofdaanbevelingen van dit rapport een gezamenlijke aanpak voor veilige versleuteling van informatie tussen verschillende IoT-apparaten zullen bespoedigen.

Colofon

Waag Futurelab, maart 2023

Speciale dank aan Topsector Energie en RVO.

ontwerp & opmaak Vrije Stijl, Utrecht

Dit werk valt onder een Creative Commons-licentie:

Naamsvermelding / Niet commercieel / Gelijk delen.

Bij de totstandkoming van deze publicatie hebben we waardevolle inbreng mogen ontvangen van onderstaande experts. De inbreng van deze experts betekent niet dat zij zich aan de inhoud van deze studie verbinden. Daarnaast willen we de Club van Wageningen bedanken voor het faciliteren van een workshop met vele stakeholders uit de energie-industrie.

- **Arjan van der Laan** *Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (voormalig Agentschap Telecom)*
- **Laurent van Groningen** *Alliander*
- **Mark Nigge-Uricher** *Alliander*
- **Pascal Rammers** *Alliander*
- **Martijn Bongaerts** *Alliander*
- **Loes Hoefnagels** *Alliander*
- **Tijmen Schep** *CandleSmartHome*
- **Aldert de Jongste** *ECP*
- **Harm van den Brink** *ElaadNL*
- **Jiska Klein** *Energie coach Stichting !Woon*
- **Siward Zomer** *Energie Samen*
- **Rene van Vliet** *Energie Samen, Econobis*
- **Vincent Dierckx** *EnergieID, REScoop VPP*
- **Adriaan van Eck** *FAN*
- **Puk van Meegeren** *Milieu Centraal*
- **Roeland Roeterdink** *NEN*
- **Edwin Edelenbos** *Netbeheer Nederland*
- **Jeroen van der Tang** *NLDigital*
- **Roland Tual** *Rescoop, rescoopVPP*
- **Nicole Kerkhof** *RVO*
- **Nicolas Höning** *Seita, FlexMeasures*
- **Maarten de Vries** *TKI Urban Energy*
- **Mente Konsman** *TNO*
- **Eva Winters** *TNO*
- **Ewoud Werkman** *TNO*
- **Harold Veldkamp** *Topsector Energie*
- **Soe van Dijk** *Topsector Energie*
- **Brenda Espinosa Apraez** *Tilburg Law School, Tilburg University.*
- **Roel Dobbe** *TU Delft*
- **Michiel Sintenie** *Vattenfall*

waag  futurelab

