

Open Flexibility Alliance

In twee stappen naar flexibel aanstuurbare warmtepompen

Een blauwdruk voor een snel implementeerbaar (rudimentair) smart grid protocol voor warmtepompen

Met een doorkijk naar een uitgebreider protocol met meer geavanceerde functionaliteiten

- Eindrapport -

Dit project is uitgevoerd door Technolution, Business Development Holland (BDH) en Silentric in opdracht van het Flexiblepower Alliance Network (FAN), TKI Urban Energy en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

Redefining
solutions



Colofon

Dit rapport is gemaakt door:

TECHNOLUTION bv.

Burgemeester Jamessingel 1
Postbus 2013
2800 BD GOUDA

BUSINESS DEVELOPMENT HOLLAND B.V.

Stationsplein 128 / Goudsesingel 52-214
3844 KR Harderwijk / 3011 KD Rotterdam

SILENTRIC

Mechelsestraat 14
2587 XX Den Haag

Documentinformatie:

Titel: Open Flexibility Alliance. In twee stappen naar flexibel aanstuurbare warmtepompen
Klant: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), TKI Urban Energy, Flexiblepower Alliance Network (FAN)
Auteur(s): Peter Wagener - BDH
Wilfred Hoogenbrugge & Winifred Roggekamp - Technolution
Pieter van Alphen - Silentric
Versie: 1.6
Datum: 04-03-2024
File: 2024 02 26 In twee stappen naar flexibel aanstuurbare warmtepompen
Project: OFA 2.0

© 2024 Technolution B.V. & Business Development Holland b.v & Silentric

Samenvatting

Aanleiding

De verduurzaming van warmte in de woningbouw komt op stoom en warmtepompen nemen daar een dominante plaats in. Het aantal geplaatste warmtepompen neemt jaarlijks met zo'n 30-40% toe en deze groei versnelt. Dit resulteert in een significante toename van het elektriciteitsverbruik in de woningbouw, waarbij het huidige elektriciteitsnet niet gedimensioneerd is op een dergelijke toename in gebruik. Door toepassing van (zowel hybride en volledig elektrische) warmtepompen en elektrisch vervoer neemt de vraag en de piekbelasting op het elektriciteitsnet toe; dit kan op termijn leiden tot netcongestie op de laagspanningsnetten.

Het groeiende aantal warmtepompen kan in combinatie met dynamische energietarieven een rol spelen in het (deels) absorberen van een overaanbod van (duurzame) elektriciteit. Flexibiliteit met warmtepompen, indien eenmaal voorhanden, helpt ook bij het faciliteren van consumenten die willen inspelen op dynamische energieprijzen, of willen voorkomen dat hun PV-installatie uitschakelt bij congestie (bijvoorbeeld door dan het boilervat proactief te verwarmen), etc.

Er is dus een groeiende behoefte aan flexibiliteit op het netwerk, zowel aan de elektriciteitsproductie- als aan de gebruikerszijde. Er is een voorziene groei naar 300.000 geïnstalleerde warmtepompen per jaar in op zijn laatst 2029-2030. Dit maakt een reëel voorstelbare *installed base* van meer dan 1,5 miljoen warmtepompen in 2030, wat de noodzaak van het schakelen van warmtepompen vanuit netbeheer om congestie te bestrijden concreet maakt. Dat geldt niet alleen bij buitentemperaturen ver onder nul, maar bijvoorbeeld ook al bij 8 °C, als grote aantallen geïnstalleerde (hybride) warmtepompen tezamen grotere hoeveelheden elektrische energie in de woningbouw vragen dan tot nog toe gebruikelijk was.

Warmtepomp als bron van flexibiliteit

De huidige *installed base* van warmtepompen is niet schakelbaar door het ontbreken van een standaard protocol voor aansturing van de warmtepompen en het gebrek aan infrastructuur om een dergelijk protocol te kunnen hanteren. Leveranciers kunnen zich bij toekomstige klanten onderscheiden met warmtepompen die kunnen schakelen.

Warmtepompen zijn, naast een aanzienlijke gebruiker van elektrische energie, een aanwijsbare potentiële bron van flexibiliteit, doordat we door de kenmerken van de warmtepomptechniek, het elektrisch vermogen van warmtepompen tijdsgebonden kunnen schakelen. Door de thermische massa in de woning (de woning kan zonder comfortverlies wel even zonder aanvoer van warmte) en eventuele andere vormen van thermische energieopslag (zoals de warm-tapwaterbuffer) verbonden aan de warmtepomp, is een warmtepomp een verschuifbare belasting gezien vanuit het perspectief van netbeheer. Een redelijk tot goed geïsoleerde woning kan gedurende een tijdsperiode van enkele uren zonder aanvoer van warmte. Dat is een tijdsduur die dat voor congestiebestrijding al zeer bruikbaar is.

Om deze flexibele belasting te kunnen bepalen en daadwerkelijk te kunnen ontsluiten, is het noodzakelijk dat er een uniforme manier komt om warmtepompen aan te sturen. Flexibiliteit met warmtepompen kunnen we op vier manieren creëren. Dit kan door warmtepompen:

1. aan of uit te zetten (netbelasting vermijden of invoeding lokaal verminderen),
2. later of eerder aan te zetten (netbelasting verplaatsen in de tijd gezien) of
3. de capaciteit te vergroten, terug te regelen of aan te zetten door de stooklijn aan te passen (netbelasting moduleren),
4. in het geval van hybride warmtepompen te switchen naar aardgas als energiebron (netbelasting vermijden).

Doelstelling van het project

Flexiblepower Alliance Network (FAN) zet zich onder de noemer 'Open Flexibility Alliance' (OFA) in voor een communicatiestandaard voor warmtepompen. TKI Urban Energy en RVO onderkennen het belang van interoperabiliteit en ondersteunen dit initiatief.

De voornaamste uitdaging bij de ontwikkeling van zo'n protocol is het feit dat er enerzijds rekening gehouden dient te worden met de technische wensen en mogelijkheden van de stakeholders voor wie flexibiliteit direct concrete meerwaarde heeft, maar anderzijds ook met de (nog afwezige) kennis, kunde en mogelijkheden van de ketenpartners, zoals warmtepompleveranciers en installatiebedrijven. Het was al duidelijk dat warmtepompfabrikanten een forse doorlooptijd nodig hebben om een nieuw en uitgebreider protocol te implementeren in de besturing van hun producten. Het gevaar bestaat dat het jaren aan afstemming vergt om tot overeenstemming te komen over een breed gedragen protocol en deze ook nog te implementeren, terwijl er ondertussen duizenden domme warmtepompen worden geïnstalleerd.

De opdrachtgevers willen deze impasse doorbreken. Zij pleiten voor het ontwikkelen van een breed gedragen blauwdruk voor een rudimentair en bovenal snel implementeerbaar smart grid protocol voor warmtepompen ('versie 1.0'), met een doorkijk naar de ontwikkeling van een meer geavanceerd protocol ('versie 2.0').

De 1.0 versie is een eerste stap waarbij de belangrijkste functie is dat überhaupt op korte termijn flexibiliteit kan worden ontsloten, en die voor de periode 2024-2027 adequaat bruikbaar moet zijn. Deze versie 1.0 moet de netbeheerders de mogelijkheid bieden snel schakelbaar vermogen te creëren dat hen in staat stelt het net stabiel te houden en congestie te voorkomen. Om de warmtepomptechniek zo adequaat mogelijk in te zetten en uitgaande van de toekomstige technische behoefte om schakelbaar vermogen beschikbaar te krijgen, is een uitgebreider protocol nodig. Dit wordt bedoeld met de versie 2.0, welke medio 2026 parallel aan het gebruik van de 1.0 versie geïntroduceerd moet worden.

De doelstelling van dit project is het bouwen van een breed gedragen blauwdruk voor 'versie 1.0', met een doorkijk naar de ontwikkeling van een meer geavanceerd protocol ('versie 2.0'). Dit is gedaan in samenspraak met relevante stakeholders uit de sector. De aanpak is gebaseerd op expertinterviews, een beperkte literatuurstudie en de aanwezige expertise van de teams van Technolution, BDH en Silentric. Met daarbij een commentaarronde en workshops met de expertpartijen en andere stakeholders.

Conclusies

De techniek die voor een protocol 1.0 nu concreet voorhanden is, is een doorontwikkeling op de bestaande 'Smart Grid Ready' (SGR) aansturing. Dit is een rudimentaire vorm van aansturing dat nu al bij een flink aantal warmtepompfabrikanten voorhanden is, en dat goed te gebruiken is voor de een eventuele ontwikkel- en demonstratiefase. Ook is deze oplossing te gebruiken in situaties waarbij wegens lokale congestie acuut behoefte is om de flexibiliteit van de al aanwezige warmtepompen te ontsluiten en in te zetten. De stand der techniek maakt het mogelijk om binnen een afzienbare termijn van enkele jaren met aanzienlijke aantallen warmtepompen in de woningbouw schakelbaar vermogen (lees: flexibiliteit) te creëren.

De insteek om de 1.0 versie van het protocol een 'voorloper' te laten vormen, die later tot een 2.0 versie zou kunnen worden doorontwikkeld, hebben de auteurs gaandeweg de verkenning voor deze rapportage moeten verlaten. Dit bleek om technische redenen niet een haalbare richting, omdat SGR geen ontwikkelpotentieel heeft.

De doorkijk naar een protocol 2.0 versie betekent onder invloed van de aankomende 'Code of Conduct for Electric Smart Appliances' van de EU in feite een keuze tussen de protocollen S2 en/of EEBUS. Andere opties zijn om hun technische mogelijkheden/specificaties, en daarmee samenhangende acceptatie in de sector, minder aantrekkelijk. Bijvoorbeeld Open ADR is met name

op Noord-Amerika en minder op de Europese situatie gericht. Hierbij kan worden opgemerkt dat de beschikbaarheid van EEBUS als standaard bij enkele grote (Europese) warmtepompfabrikanten een zekere voorkeur heeft, terwijl vanuit het energiesysteem gezien de opzet van S2 de voorkeur lijkt te genieten. Het wordt aanbevolen beide opties in eerste instantie parallel verder te bezien/ontwikkelen.

Klaar voor opschaling

Flexibiliteit creëren met warmtepompen is een zaak van aggregeren van grote aantallen toestellen. Voor het kunnen adresseren van netcongestie en aggregeren van flexibiliteit is de registratie van geïnstalleerde warmtepompen een belangrijke factor, waarmee we inzicht krijgen in de geografische spreiding van de apparaten. Het aggregeren van flexibiliteit vereist van een dergelijke organisatie hoogwaardige kennis (zowel technisch, organisatorisch, als wel t.a.v. data-eigendom en cybersecurity), financieel uithoudingsvermogen en een procesmatig robuuste aansluiting in het proces van netbeheer.

Daartoe zien wij de volgende route voorhanden: Men laat de markt de commerciële aggregatorrol oppakken, waarbij de overheid (regelgeving) en netbeheerders wel een aanwijsbare rol kunnen gaan spelen in het kaderen van de invulling van de rol van aggregator. Het verleden heeft laten zien dat de reactiesnelheid en innovatievermogen van private ondernemingen in een rol als aggregator op het benodigde niveau ligt, en de financiële body en uithoudingsvermogen bijvoorbeeld geborgd kan worden door een grote marktpartij als eigenaar van de aggregator op de achtergrond. Als voorwaarde voor succesvolle implementatie zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

1. Implementeer het SG-Ready 2 protocol en maak deze digitaal benaderbaar
2. Werk toe naar implementatie van S2 en EEBUS
3. Voer een flex-identificatie of aansluit-identificatie voor warmtepompen in
4. Onderzoek het schakelen tussen energiedragers bij hybride warmtepompen
5. Stel een standaard methodiek op verificatie en validatie van flexibiliteit uit warmtepompen
6. Cloud of lokaal? Maak beide opties mogelijk
7. Leg basisvoorwaarden vast voor regeling van warmtepompen
8. Registreer geïnstalleerde warmtepompen
9. Stimuleer of normeer de implementatie van de juiste standaard protocollen
10. Verbiedt elektrische weerstandsverwarming in warmtepompen
11. Ontwikkel meer kennis en doe meer onderzoek naar de flexibele inzet van warmtepompen

Deze aanbevelingen zijn in het laatste hoofdstuk nader uitgewerkt.

Inhoudsopgave

Colofon	2
Samenvatting	3
Inhoudsopgave	6
1. Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Warmtepomp als bron van flexibiliteit	7
1.3 De waarde van flexibiliteit uit een warmtepomp	9
1.4 Veranderingen in wet- en regelgeving	11
1.5 Vraagstelling	12
1.6 Scope van het rapport	12
2. Wensen vanuit de sector	13
2.1 Ontwikkeling in dialoog met de sector	13
2.2 Resultaten vanuit de interviews	13
2.3 Criteria voor 1.0 en 2.0 versie van het protocol	16
3. Bestaande protocollen	17
4.1 SG-ready 2.0	17
4.2 EN50631 "Household appliances network and grid connectivity" (EEBUS)	17
4.3 EN50491-12-2 "S2"	17
4.4 Matter	18
4.5 Modbus	18
4.6 'Code of conduct'/'Interconnect'	18
5. Huidig toegepaste protocollen	19
6. Blauwdruk voor protocollen	22
6.1 Voorstel 1.0 versie: Inzet digitaal toegankelijke variant SG-ready 2	22
6.2 Voorstel 2.0 versie: Inzet op S2 en EEBUS	23
7. Aanbevelingen	26
8. Referenties & literatuurlijst	29
Appendix: SG-Ready REST API	30

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De verduurzaming van warmte in de woningbouw komt op stoom en warmtepompen nemen daar een dominante plaats in. Het aantal geplaatste warmtepompen neemt jaarlijks met zo'n 30-40% toe en deze groei versnelt. Dit resulteert in een significante toename van het elektriciteitsverbruik in de woningbouw, waarbij het huidige elektriciteitsnet niet gedimensioneerd is op een dergelijke toename in gebruik. Door toepassing van (zowel hybride en volledig elektrische) warmtepompen en elektrisch vervoer neemt de vraag en de piekbelasting op het elektriciteitsnet toe; dit kan op termijn leiden tot netcongestie op de laagspanningsnetten.

Het groeiende aantal warmtepompen kan in combinatie met dynamische energietarieven een rol spelen in het (deels) absorberen van een overaanbod van (duurzame) elektriciteit. Flexibiliteit met warmtepompen, indien eenmaal voorhanden, helpt ook bij het faciliteren van consumenten die willen inspelen op dynamische energieprijzen, of willen voorkomen dat hun PV-installatie uitschakelt bij congestie (bijvoorbeeld door dan het boilervat proactief te verwarmen), etc.

Er is dus een groeiende behoefte aan flexibiliteit op het netwerk, zowel aan de elektriciteitsproductie- als aan de gebruikerszijde. Er is een voorziene groei naar 300.000 geïnstalleerde warmtepompen per jaar in op zijn laatst 2029-2030. Dit maakt een reëel voorstelbare *installed base* van meer dan 1,5 miljoen warmtepompen in 2030, wat de noodzaak van het schakelen van warmtepompen vanuit netbeheer om congestie te bestrijden concreet maakt. Dat geldt niet alleen bij buitentemperaturen ver onder nul, maar bijvoorbeeld ook al bij 8 °C, als grote aantallen geïnstalleerde (hybride) warmtepompen tezamen grotere hoeveelheden elektrische energie in de woningbouw vragen dan tot nog toe gebruikelijk was.

1.2 Warmtepomp als bron van flexibiliteit

De huidige *installed base* van warmtepompen is niet schakelbaar door het ontbreken van een standaard protocol voor aansturing van de warmtepompen en het gebrek aan infrastructuur om een dergelijk protocol te kunnen hanteren. Leveranciers kunnen zich bij toekomstige klanten onderscheiden met warmtepompen die kunnen schakelen. Flexibiliteit definiëren we in deze als: *'De mate waarin we de actuele aansluitwaarde van de woning ten opzichte van de normale of huidige waarde kunnen laten variëren in reactie op marktsignalen, maar ook in respons op dynamische tarieven voor netwerk en/of levering, of andere concrete financiële incentives.'*

Warmtepompen zijn, naast een aanzienlijke gebruiker van elektrische energie, een aanwijsbare potentiële bron van flexibiliteit, doordat we door de kenmerken van de warmtepomptechniek, het elektrisch vermogen van warmtepompen tijdsgebonden kunnen schakelen. Door de thermische massa in de woning (de woning kan zonder comfortverlies wel even zonder aanvoer van warmte) en eventueel aanwezige warm-tapwaterbuffer, is een warmtepomp een verschuifbare belasting gezien vanuit het perspectief van netbeheer. Een redelijk tot goed geïsoleerde woning kan gedurende een tijdsperiode van enkele uren zonder aanvoer van warmte. Dat is een tijdsduur die dat voor congestiebestrijding al zeer bruikbaar is.

Om deze flexibele belasting te kunnen bepalen en daadwerkelijk te kunnen ontsluiten, is het noodzakelijk dat er een uniforme manier komt om warmtepompen aan te sturen. Flexibiliteit met warmtepompen kunnen we op vier manieren creëren. Dit kan door warmtepompen:

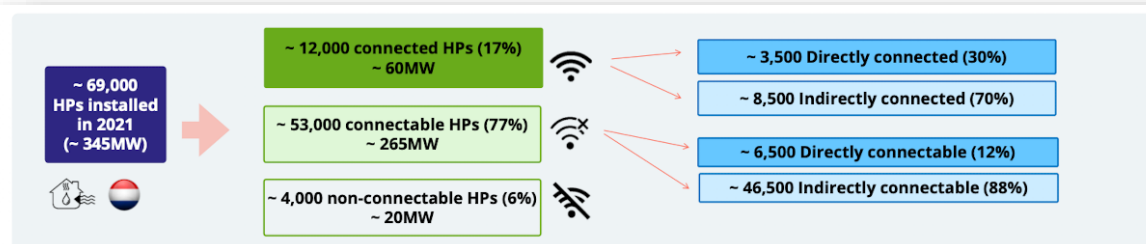
1. aan of uit te zetten (netbelasting vermijden of invoeding lokaal verminderen),
2. later of eerder aan te zetten (netbelasting verplaatsen in de tijd gezien) of
3. de capaciteit te vergroten, terug te regelen of aan te zetten door de stooklijn aan te passen (netbelasting moduleren).
4. in het geval van hybride warmtepompen te switchen naar aardgas als energiebron (netbelasting vermijden)

Onderstaand kader biedt meer achtergrondinformatie over randvoorwaarden die de daadwerkelijk haalbare flexibiliteit van warmtepompen aanwijsbaar beïnvloeden:

Randvoorwaarden voor flexibiliteit uit warmtepompen

1. **Warmwaterbereiding:** Warm tapwater maken kan, door dit in de tijd te verschuiven, bijdragen aan flexibiliteit. Echter als een warmtepomp eenmaal tapwater aan het produceren is, kan men dit proces om (comfort)technische aspecten voor de eindklant niet onderbreken.
2. **Legionellapreventie:** Wettelijk vereist doorloopt iedere warmtepomp die warm tapwater kan maken wekelijks een hoog temperatuur cyclus om legionella in het warm tapwatersysteem uit te sluiten. Legionella-cycli vereisen de maximale capaciteit van de warmtepomp en kunnen om technische redenen niet onderbroken worden.
3. **Groote boilervat:** De inhoud van een boilervat (lees: warmwatervoorraad) heeft enerzijds als voordeel dat des te groter de inhoud van het vat, des te meer ruimte voor flexibiliteit. Maar anderzijds vraagt een groter boilervat ook een langere opwarmtijd en daarmee langere inschakelduur van de warmtepomp, waarbij de warmtepomp bij voorkeur niet kan stoppen. Een volledig lege warmwaterboiler is vanwege comforteisen veelal een 'must run' situatie, waarin de warmtepomp niet kan (af)schakelen.
4. **Verlaging warmtevraag in de woning:** Voor de verlaging gebruikt men een zgn. stooklijnaanpassingen; oftewel aanpassing van de verwarmingsinstellingen van de warmtepomp waarmee de netbelasting moduleert. Echter, deze bieden zeer beperkt mogelijkheid tot het schakelen. De huidige elektronische besturing/inverter regelingen van warmtepompen vertalen stooklijnaanpassingen naar gebruikt elektrisch vermogen in een relatief lang tijdbestek, dat duidelijk boven gewenste responstijden voor het creëren van flexibiliteit ligt.
5. **Switchen tussen gas en elektriciteit (bij hybride warmtepompen):** Hybride warmtepompen gebruiken het warmtepompdeel voor ruimteverwarming, de cv-ketel voor tapwater, en de (bij)verwarming bij lagere buitentemperaturen. Hybrides bieden de optie om waar nodig te schakelen tussen de beide energiedragers (aardgas en elektriciteit) die beide door deze configuratie gebruikt worden; wat significante mogelijkheden kan bieden voor flexibiliteit zonder (comfort) technische beperkingen.

FAN heeft recent door LCPDelta een overzicht laten maken van de status van de huidige *installed base* aan warmtepompen in Nederland ten aanzien van connectiviteit. De belangrijkste conclusies van dat rapport zijn in onderstaande figuur weergegeven.



- Heat pump (HP) sales in the Netherlands in 2021 were around 70,000 units, which is equivalent to approximately 345 MW of potential capacity.
- The number of **connected*** heat pumps has increased since 2019 and in 2021 we estimate it accounted for 17% of all sold heat pumps. Only about 6% of the heat pumps sold in 2021 were **non-connectable***.
- The split between **directly connected and indirectly connected*** heat pumps was 30:70 and there is no evidence from the OEMs that this will change in favour of directly connected heat pumps in the coming years.
- The top 4 OEMs* (in descending order) were **Itho Daalderop, Mitsubishi Alklima, Daikin** and **Nibe**. Together they accounted for **80% of the market share** of all heat pumps sold in the Netherlands in 2021.
- Heat pumps can be connected via **a variety of communication protocols** depending on the OEM (proprietary, OpenTherm, KNX, Modbus etc.).
- The vast majority of OEMs also allow their heat pumps to be controlled by a smart meter (OEM's or 3rd party).

Figuur 1. Executive summary aan Internet verbonden warmtepompen in Nederland (Bron: LCPDelta 2022).

1.3 De waarde van flexibiliteit uit een warmtepomp

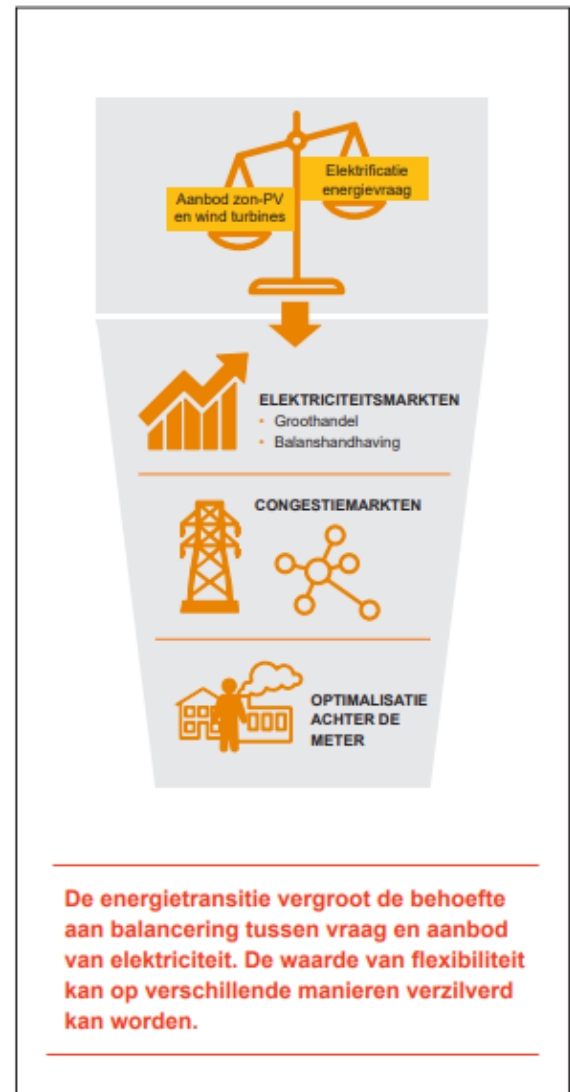
Door elektrificatie van de energievraag en toename van het aanbod van niet-stuurbare energiebronnen (zon-PV en windturbines) neemt de behoefte aan flexibiliteit in ons elektriciteitssysteem toe. Deze behoefte vertegenwoordigt een expliciete waarde. Op verschillende elektriciteitsmarkten kan deze waarde gerealiseerd worden door flexibiliteit aan te bieden. Relevante markten zijn de groothandelsmarkt voor elektriciteit, de markt voor balanshandhaving (FCR, aFRR, mFRR) en congestie markten (GOPACS).

Daarnaast heeft flexibiliteit ook impliciete waarde. Dit is waarde die ontstaat door optimalisatie van het elektriciteitsverbruik achter de meter bijvoorbeeld door te reageren op variabele leveringstarieven, zelfconsumptie te verhogen of de kosten voor een grotere netaansluiting te vermijden. De impliciete waarde van flexibiliteit hangt af van regelgeving, tariefstelsels en energiecontractvormen.

Oftewel, flexibiliteit is een middel dat voor verschillende doelen ingezet kan worden en een financiële waarde vertegenwoordigt voor de eindgebruiker. De huidige *installed base* van warmtepompen is echter niet schakelbaar door het ontbreken van een standaard. Maatschappelijk gezien vormt netcongestie de grootste reden om (versneld) toe te werken naar flexibel aanstuurbare warmtepompen. Het voorkomen en oplossen van netcongestie is mogelijk via een combinatie van impliciete en expliciete flexibiliteit. Het opbouwen van de voor eindgebruikers financieel aantrekkelijke proposities in die impliciete flexibiliteit is een cruciaal punt van aandacht voor de stakeholders aan de kant van expliciete flexibiliteit

Vanuit de eindgebruiker geredeneerd ontstaan er nu drie *use cases* waarom deze zijn warmtepomp flexibel wil (laten) aansturen. Namelijk het profiteren van dynamische energietarieven, het maximaliseren van zelfconsumptie en het voorkomen van netbeheerderskosten. Vanuit de netbeheerders uit ontstaat ook één *use case*, namelijk het creëren van een technisch vangnet voor netcongestie. Deze vier *use cases* zijn in het kader op de volgende pagina verder toegelicht.

De grootschalige uitrol van warmtepompen komt op gang. Echter doordat slechts een klein deel van de geïnstalleerde warmtepompen *directly connected of directly connectable* zijn, en bovendien deze aansturing via een grote variatie aan protocollen dient te gebeuren, komt flexibele aansturing van warmtepompen nauwelijks van de grond. Het vergt nu te veel maatwerk, waardoor er geen haalbare businesscase ontstaat voor de aansturing van warmtepompen binnen woningen. Onderwijl is de realiteit dat er steeds meer krapte op de stroomnetten in de wijken komt,



Figuur 2. Expliciete en impliciete flexibiliteit
(bron: TKI Urban Energy)

Drie use cases voor de flexibele inzet van warmtepompen bij de eindgebruiker

1. **Profiteren van dynamische energietarieven:** Consumenten gaan naar verwachting meer en meer gebruikmaken van dynamische energietarieven en bij volledige elektrificatie van hun woning wellicht nóg meer. Gasprices zijn nagenoeg constant op een relatief hoog niveau vergeleken met het gemiddelde van de laatste 5-8 jaar, maar de elektriciteitsprijs kent een voor eindgebruikers interessante volatiliteit die economische voordelen kan brengen. Des te meer als men een warmtepomp als het net maximaal belast wordt (hoge vraag) kan afschakelen of in capaciteit kan terug regelen.

NB. Opgemerkt moet worden dat de dynamische energietarieven op de APEX zijn gebaseerd (landelijk) en netcongestie is voor de netbeheerder een lokaal/regionaal probleem. Een mogelijke oplossing van netcongestie als lokaal/regionaal probleem met daarbij het gedrag van gebruikers van dynamische energietarieven, loopt niet altijd parallel en/of synchroon. Sterker zelfs, hier kunnen ontwikkelingen elkaar mogelijk tegenwerken.

2. **Maximaliseren 'zelfconsumptie':** De penetratie van zonnepanelen op bestaande woningen groeit hard. Een van de aanjagers is (naast de gestegen elektriciteitsprijzen) de vigerende salderingsregeling. Deze wordt op termijn in de toekomst eens (stapsgewijs) afgebouwd, wat consumenten meer en meer actief zal laten kijken naar mogelijkheden voor zelfconsumptie van de productie van eigen PV-panelen. De warmtepomp kan ingezet worden om de eigen zonnepaneelenergie zoveel mogelijk te gebruiken.

NB. Een warmtepomp in een woning met PV-panelen kan gemiddeld genomen maximaal ca. 30% van de tijd aanwijsbaar gebruikmaken van elektriciteit uit deze PV-panelen, afhankelijk van de stookgrens van de woning (bron: Installatiemonitor 3.0 – BDH). De rest van het jaar is de opbrengst van de panelen te laag, en is de warmtepomp volledig aangewezen op het elektriciteitsnet. Wel kan in de zomermaanden de PV-opwek gebruikt worden voor het bereiden van warm tapwater of actieve koeling in geval van een omkeerbare warmtepomp.

3. **Voorkomen netbeheiderskosten:** Voor de consument gaan we ervan uit dat die een stabiele elektriciteitslevering tegen zo laag mogelijke kosten (netwerk en levering) wil. De stabiliteit van het fysieke stroomnet ligt buiten de invloedssfeer van de consument. De consument kan door zijn/haar gedrag het gebruik van het net voor de aansluiting van de woning wel sterk beïnvloeden en zo besparen op netbeheiderskosten.

NB. Momenteel kan de consument netbeheiderskosten besparen door een onnodig grote netaansluiting te voorkomen. Dit vormt slechts een beperkte incentive om grote stroompieken te voorkomen. Netbeheerders werken momenteel aan een voorstel voor nieuwe tariefstructuren waarbij meer betaald wordt voor piekverbruik, oftewel waarbij de consument geld kan besparen als grote stroompieken worden voorkomen.

4. **Technisch vangnet:** De mogelijkheid om te sturen wordt door netbeheerders gezien als een noodzakelijk onderdeel van toekomstig netbeheer, om te voorkomen dat er kritieke situaties in het stroomnetwerk ontstaan. Daarom denken netbeheerders na over een 'technisch vangnet'. Het doel hiervan is om nieuwe apparaten te kunnen blijven faciliteren, maar tegelijkertijd netuitval te voorkomen. Daardoor ontstaat meer tijd om het stroomnet te verzwaren.

NB. Het betreft beleid dat in ontwikkeling is, maar wat nog verder moet uitkristalliseren. Er wordt met interesse gekeken naar Duitsland, waar het per 1-1-2024 verplicht is dat netbeheerders warmtepompen, EV-laadpalen en opslag met een elektrisch vermogen van boven de 3,7 kW verplicht kan aansturen. Dit staat bekend als de zogeheten 'Paragraaf 14a'. Zie voor meer informatie [deze pagina van het Bundeelnetzagentur](#).

1.4 Veranderingen in wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving heeft impact op de wenselijkheid van het kunnen aansturen van warmtepompen en zo kan het moment waarop energie verbruikt wordt beïnvloeden. In onderstaand kader wordt huidige als voorgenomen toekomstige wet- en regelgeving behandeld die impact heeft op (de wenselijkheid om stuurbare) warmtepompen (te hebben). Het betreft het verbod op gasaansluitingen bij nieuwbouw per 2018, de verplichting hybride warmtepomp per 2026, de opkomst van dynamische energietarieven, de afbouw van de salderingsregeling zon-PV en de overweging om kosten voor netaansluitingen anders te organiseren.

- 1. Geen aardgas aansluiting bij nieuwbouw per 2018:** Sinds 1 juli 2018 krijgen nieuwbouwwoningen geen gasaansluiting meer. De wettelijke aansluitverplichting voor de netbeheerder is per die datum vervallen. Zie [deze publicatie in de Staatscourant](#). Hierdoor moeten huizen sindsdien op een andere manier verwarmd worden; veelal met een warmtepomp. Het aantal geïnstalleerde warmtepompen in de nieuwbouwsector neemt hierdoor sterk toe. Medio 2023 worden er naar verwachting ca. 50.000 warmtepompen geïnstalleerd in de nieuwbouw en de verwachting is dat dit aantal in 2024 ook redelijk constant blijft.
- 2. Verplichting hybride warmtepomp per 2026:** Het kabinet heeft aangekondigd dat met ingang van 2026 hybride warmtepompen de standaard worden voor het verwarmen van bestaande woningen. Dat betekent dat bij vervanging van de cv-installaties woningeigenaren verplicht moeten overstappen op een duurzamer alternatief, in veel gevallen is dit een (hybride) warmtepomp. Hierdoor neemt het aantal (hybride) warmtepompen versneld nog verder toe. Zie ook [dit nieuwsbericht van de rijksoverheid](#).
- 3. Dynamische leveringstarieven:** Sinds 1 januari 2017 is het voor kleinverbruikers mogelijk een contract met dynamische energietarieven af te sluiten. In 2021 zijn er door de [ACM duidelijke richtlijnen opgesteld over energiecontracten met dynamische tarieven](#). Hierna is, mede door de recente hoge energieprijzen, de aandacht voor energiecontracten met dynamische prijzen bij consumenten sterk toegenomen. Bij een contract met dynamische tarieven is er voor consumenten een directe (prijs)prikkel om de warmtepomp te laten draaien op het moment dat de elektriciteit het goedkoopst is. Hetgeen de markt voor energieleveranciers in de toekomst naar verwachting kan beïnvloeden.
- 4. Einde salderingsregeling zon PV:** De salderingsregeling voor met zon PV-opgewekte elektriciteit wordt wegens de sterke toename van het aantal huishoudens met een PV-installatie in de nabije toekomst naar verwachting afgebouwd. Zie ook [dit nieuwsbericht van de rijksoverheid](#). Hierdoor ontstaat er voor consumenten met een PV-installatie een directe (prijs)prikkel om de warmtepomp zo veel mogelijk te laten draaien op het moment dat er met de eigen PV-installatie elektriciteit wordt opgewekt. Merk wel dat op piek in elektriciteitsproductie van PV-panelen en de piek in elektriciteitsvraag van de warmtepomp sterk asynchroon liggen Slechts een beperkt deel van de tijd dat de warmtepomp aanwijsbaar in bedrijf is wekt met ook daadwerkelijk zelf elektriciteit op (bron: Installatiemonitor 3.0 – BDH).
- 5. Heroverweging kosten netaansluiting:** Momenteel worden de kosten van de netaansluiting bepaald op basis van de (technische) aansluitcapaciteit; het zogenaamde capaciteitstarief. Er wordt al langer nagedacht over een ander tariefmodel voor de woningbouw, waarbij het moment en het maximaal afgenomen (of teruggeleverde) vermogen bepalend is voor de kosten voor de bewoner. In dit model gaat men naar verwachting betalen voor de pieken die men in de afname creëert. Als men hier overheen gaat, worden er extra kosten per voor de aansluiting en/of per kWh in rekening gebracht. Indien de gebruiker verwacht hiermee niet voldoende capaciteit beschikbaar te hebben, kan, tegen extra kosten, een hogere capaciteit worden afgesproken. Als dit of een soortgelijk model wordt ingevoegd, is er voor consumenten een directe (prijs)prikkel om de gelijktijdigheid van grote verbruikers, zoals een warmtepomp en het opladen van een elektrische auto, te voorkomen en waar mogelijk hiervoor de eigen PV-opwek in te zetten.

1.5 Vraagstelling

Flexiblepower Alliance Network (FAN) zet zich onder de noemer 'Open Flexibility Alliance' (OFA) in voor een communicatiestandaard voor warmtepompen. TKI Urban Energy en RVO onderkennen het belang van interoperabiliteit en ondersteunen dit initiatief. De voornaamste uitdaging bij de ontwikkeling van zo'n protocol is het feit dat er enerzijds rekening gehouden dient te worden met de technische wensen en mogelijkheden van de stakeholders voor wie flexibiliteit direct concrete meerwaarde heeft, maar anderzijds ook met de (nog afwezige) kennis, kunde en mogelijkheden van de ketenpartners, zoals warmtepompleveranciers en installatiebedrijven. Het was al duidelijk dat warmtepompfabrikanten een forse doorlooptijd nodig hebben om een nieuw en uitgebreider protocol te implementeren in de besturing van hun producten. Het gevaar bestaat dat het jaren aan afstemming vergt om tot overeenstemming te komen over een breed gedragen protocol en deze ook nog te implementeren, terwijl er ondertussen duizenden domme warmtepompen worden geïnstalleerd.

De opdrachtgevers willen deze impasse doorbreken. Zij pleiten voor het ontwikkelen van een breed gedragen blauwdruk voor een rudimentair en bovenal snel implementeerbaar smart grid protocol voor warmtepompen ('versie 1.0'), met een doorkijk naar de ontwikkeling van een meer geavanceerd protocol (2.0 versie). De 1.0 versie is een eerste stap waarbij de belangrijkste functie is dat überhaupt op korte termijn flexibiliteit kan worden ontsloten, en die voor de periode 2024-2027 adequaat bruikbaar moet zijn. Hiermee kan een warmtepomp een belangrijke bijdrage leveren aan het netbeheer in de energietransitie en bouwen aan het besef binnen de huishoudens dat flexibiliteit een belangrijke vereiste is voor een stabiel elektriciteitsnetwerk. Deze versie 1.0 moet de netbeheerders de mogelijkheid bieden via aggregators schakelbaar vermogen te creëren dat hen in staat stelt het net stabiel te houden en congestie te voorkomen.

Om de warmtepomptechniek zo adequaat mogelijk in te zetten en uitgaande van de toekomstige technische behoefte om schakelbaar vermogen beschikbaar te krijgen, is een uitgebreider protocol nodig. Dit wordt bedoeld met de versie 2.0, welke medio 2026 parallel aan het gebruik van de 1.0 versie geïntroduceerd moet worden.

1.6 Scope van het rapport

Het rapport beschrijft de contouren van een 1.0 protocol dat geschikt is om te hanteren als een eerste standaardprotocol om flexibiliteit te ontsluiten met warmtepompen, waarbij, afhankelijk van de bestaande protocollen, het protocol zelf nog verder moet worden uitgewerkt en gedefinieerd. Het rapport beschrijft niet de specificaties en definieert niet de berichten van het protocol. Die dienen in de volgende fase verder te worden uitgewerkt, als men concrete demonstratieprojecten zou gaan realiseren.

2. Wensen vanuit de sector

2.1 Ontwikkeling in dialoog met de sector

Bij het onderzoek naar een geschikt protocol voor het ontsluiten van flexibiliteit uit een warmtepomp, zijn een tweetal zaken met name van belang waar we bij het bepalen van het protocol rekening mee moeten houden. Dit zijn enerzijds de wensen en mogelijkheden van de warmtepompleveranciers, anderzijds de gewenste functionaliteit (*use cases*) in de markt.

Om een standaard voor de aansturing van te ontwikkelen en tot een succes te maken, is het dus nodig om verschillende stakeholders uit de sector te betrekken bij de ontwikkeling van een protocol. Relevante stakeholders warmtepompleveranciers, netbeheerders, marktpartijen (leveranciers/ontwikkelaars van slimme energiediensten, zoals Home Energy Management Systems), innovatieve energieleveranciers (zoals energiemaatschappijen, aggregators) en andere spelers uit het energiesysteem.

Tijdens diverse workshops is er ook vanuit een brede leveranciers van warmtepompen de nodige input verzameld. Via interviews is stilgestaan bij aspecten als verwachtingen rondom het aanspreken en inzetten van flexibiliteit, responstijd, communicatievoorkeuren, risico's, barrières en *value drivers* in het proces. Dit vormt het fundament om vervolgens te kunnen bepalen of bestaande protocollen kunnen worden gebruikt voor het uitvoeren van deze functies

Voor deze interviews hebben we de volgende personen bij de navolgende organisaties gesproken:

Marijn Beekman	VWP
Marco Bijkerk	NVI
Leonie Boelens	Alliander
Peter Cool	Intergas
Henk Fidder	Stedin
Sjors Geraedts	iWell (Batterijopslag)
Brendan de Graaf	Lyv
Thijs de Graaf	NieuweStroom
Erwin Janssen	Nathan (AlphaInnotec)
Edwin van Kessel	BeNext
Casper Koldewee	Samsung
Erik Nagelkerken	Alklima (Mitsubishi Electric)
Rens Schoorl	Tibber
Elbert Stoffer	IthoDaalderop

2.2 Resultaten vanuit de interviews

In de volgende paragrafen staat de essentie weergegeven van de informatie die tijdens deze interviews is opgehaald.

Wat betreft de **verwachtingen van flexibiliteit**:

- De warmtepompleveranciers hebben een belang bij een continue uitrol van warmtepompen in de woningbouw, waarbij belemmeringen vermijden in het elektriciteitsnetwerk direct voor hen ook een van wezenlijk belang is. Deze bedrijven zijn inmiddels overtuigd van de noodzaak om warmtepompen schakelbaar te maken en een 'switch optie' voor hybride warmtepompen te implementeren. Echter de huidige focus van de fabrikanten ligt met name sterk op de klantwaarde en klantkosten.
- De industrie heeft baat bij duidelijkheid in regelgeving, zodat men zich daar met productontwikkeling op kan richten. Fabrikanten zien zich niet in een leidende rol, maar willen wel samenwerken om de uitrol te versnellen.
- De relevantie van optimalisatie, reductie netbelasting en schakelbare capaciteit wordt wel gezien, maar is vooral nog bijvangst voor partijen.

- Voor de netbeheerder is het cruciaal om het elektriciteitsverbruik van warmtepompen én elektrisch vervoer (EV) uit de piek van netbelasting te halen. Daarmee wordt 'respijtijd' gekocht om ondertussen de netten verder te verzwaren.

Wat betreft de inzet van flexibiliteit:

- Vanuit het oogpunt van (dynamische) energieleveranciers: sturing van warmtepompen biedt de mogelijkheid om beter te kunnen opereren in de onbalansmarkt en voordeel te behalen voor de eindklant. Congestieregelvermogen wordt steeds belangrijker/waardevoller (ook op intradaymarkt).
- Vanuit oogpunt van de netbeheerder (Stedin): de inzet is afhankelijk van waar de problemen in het net zitten. Indicatie voor op laagspanningsnetten (LS): aansturing per 200-300 aansluitingen achter de trafo (per 200-300 aansluitingen) met aansturing op postcode 6- of postcode 5-niveau.
- Vanuit het oogpunt van netbeheer (Alliander): aandacht gaat uit naar het gebruik van de juiste energiedragers op hun beste moment (kijkend vanuit het systeem). De inzet hangt af van de geografische locatie. Per locatie, per wijk kijken wat de meest kosteneffectieve en toekomstgerichte manier is om je energievoorziening op orde te krijgen. Daarin speelt hybride een rol. Dus niet enkel de optie van de aan/uit switch, maar ook switchen tussen energiedrager (elektriciteit/aardgas).

Wat betreft het aanspreken van flexibiliteit:

- Toepassing van het liefst één of maximaal twee protocollen om de beschikbare *installed base* van warmtepompen mee te benaderen. Als de markt met behulp van een protocol is gedefinieerd, kunnen marktpartijen deze snel gaan bedienen.
- Men wil niet focussen op de ontwikkeling van weer een nieuw protocol. Focus waar mogelijk op de bestaande ontwikkelingen; bij voorkeur iets dat een hoge adaptatie internationaal heeft.
- Het protocol moet rekening houden met ontwikkelingen als de aankomende EU *Code of Conduct on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances*, dat eisen stelt aan de stuurbaarheid van apparaten.
- Dynamische energieleveranciers willen niet op een laag niveau sturing geven in de warmtepomp (dus tot in het besturingssysteem van de warmtepomp), maar zoeken het momenteel in de stooklijnstellingen beïnvloeden. De warmtepompregeling van de fabrikant, het interne besturingssysteem van de warmtepomp, wordt daarbij niet beïnvloed, waardoor de aansturing minder complex en naar verwachting minder storingsgevoelig zal zijn. Stooklijnaanpassingen vinden dan enkel plaats met instemming van de gebruiker.
- De voorkeur bestaat om zo dicht mogelijk bij de bron problemen op te lossen, dus lokaal in de woning. Bijvoorbeeld door met een HEMS de PV, EV, opslag én WP aan te sturen.

Wat betreft de responstijd voor flexibiliteit van warmtepompen (reactiesnelheid):

- Dit hangt deels af van de mogelijkheden/technologie (connectiviteit en de controls in de warmtepomp).
- Dit hangt van het doel af: Voor *day-ahead pricing* is een responsetijd van 1 uur voldoende. Op de onbalans- en intra-day markt is er maximaal 15 minuten.
- Een snelle responstijd moet mogelijk gemaakt worden door door te ontwikkelen AI en algoritmes welke met name ook inzicht bieden in 'welk deel je niet kunt uitzetten'.
- Respons is enkel op systeemniveau waardevol als we praten over het kunnen schakelen met grote aantallen warmtepompen.

Wat betreft de communicatievoorkeur voor aansturing van de warmtepomp

- Dit domein is wettelijk afgesloten voor de netbeheerder. Het is dus aan een derde partij in de rol van de aggregator.
- De markt staat dan voor de keuze of ze wel of geen devices in de woning gaan installeren en hoe ze de warmtepomp aanspreken (via HEMS of cloud)?
- Echter gezien de vereiste grote inspanningen om een grote *installed base* van apparaten in de woning up-to-date en werkend te houden, kan een EMS-device kostentechnisch minder

gunstig uitkomen dan een cloudoplossing. De cloudoplossing kan qua beheer bij een aggregator ingebracht worden.

- Cloudoplossingen combineren tot één samenhangende oplossing lijkt aantrekkelijk, maar vereist in vergelijking met een lokale oplossing door middel van een fysiek EMS-device, robuuste cybersecurity voorzieningen.
- Veldervaringen in een mogelijke demonstratiefase voor schakelen met warmtepompen gaan naar verwachting antwoord geven, welke oplossing de best hanteerbare, de meest betrouwbare en meest kosteneffectieve is.

Wat betreft de **zorgen van geïnterviewden** bij de aansturing van warmtepompen:

- De aansprakelijkheid in het geval van schade aan de warmtepomp doordat externe sturing kan bijdragen aan een verhoogd aantal start/stops, wat de levensduur nadelig kan beïnvloeden.
- Het kunnen meenemen van de eindgebruiker in het proces op een schaalbare en kosteneffectieve manier.
- Aggregator rol wordt lastig voor grote gevestigde partijen (lees: energieleveranciers) wegens complexiteit om het proces adequaat in te richten. Organisatie van de aggregator moet benodigde innovatiekracht, complexiteit en schaalbaarheid kunnen hanteren.
- Dat de eindklant geen vertrouwen heeft/krijgt in de oplossingen en de bijbehorende technologie en afhaakt zodra het een keer fout gaat.

Wat betreft mogelijke **barrières voor flexibele aansturing** van warmtepompen

- Risico's rondom betrouwbaarheid in techniek en beheer (privacy).
- Dit is nieuw en onbekend voor de eindklant; deze gaat mogelijk risicomijdend acteren.
- Het klant-specifieke economisch voordeel is lastig te communiceren/aan te tonen.
- De huidige wet- en regelgeving loopt achter. Er is nog veel onzekerheid over nieuwe tariefstructuren en het afschaffen van de salderingsregeling.
- Het gebrek aan standaardisatie belemmert de mogelijkheid voor kosteneffectieve aansturing van warmtepompen.
- Beperkt inzicht in de commerciële belangen van potentiële aggregators.
- Dynamische tarieven maken flexibiliteit mogelijk, maar omgekeerd worden vaste tarieven (lees: behoudende energieleveranciers maar ook behoudende afnemers) een barrière voor flexibiliteit met warmtepompen.
- Risico dat flexibiliteit met EV concurrerend werkt met flexibiliteit van de warmtepomp; auto is al snel veel slimmer dan de warmtepomp en heeft elektrisch gezien veel grotere impact.
- Het niet vrijgeven van de aansturing door warmtepompfabrikanten, uit angst voor vermindering van de levensduur van de warmtepomp.
- Gebrek aan slimme Europese batterijen (sommige Chinese thuisbatterijen hebben Modbus).

Wat betreft **value drivers** bij geïnterviewden:

- Betrouwbaarheid voor aggregator, netbeheerder, maar ook eindgebruiker. Met oog voor technische c.q. veiligheidsrisico's ten aanzien van de woning, installatie en warmtepomp.
- Begeleiding van de consument. Met enerzijds oog voor ontzorging (flexibiliteit is een ver-van-mijn-bed-show voor hen) en anderzijds *empoweren* door de eindklant bijvoorbeeld via een app zelf instellingen op een begrijpbare manier kunnen wijzigen. Dit vraagt om het ontwikkelen van de juiste diensten.
- Onbalansmarkt van Tennet bedienen en tegelijkertijd de meerwaarde helpen verzilveren voor degene die de flexibiliteit creëert: de eindgebruiker.
- Subsidies ingericht op flexibiliteit, bijvoorbeeld via een maatregel dat warmtepompen zonder flex-optie krijgen geen subsidie (naar voorbeeld van Engeland).
- Normerend beleid waarbij geen keuze wordt gegeven tussen wel of niet deelnemen aan flexibel gebruik warmtepomp.

Een breed gedeeld inzicht bij alle betrokkene is dat een toekomstig systeem zonder flexibiliteit door schakelbaar vermogen geen optie meer is.

2.3 Criteria voor 1.0 en 2.0 versie van het protocol

Op basis van deze inzichten zijn de volgende criteria geformuleerd voor het maken van een blauwdruk/ontwerp voor de versie 1.0 van het protocol:

1. Het protocol moet aansluiten bij de huidige stand van de techniek van de warmtepompen die al geïnstalleerd zijn en nu verkocht worden.
2. Het moet met zo min mogelijk inspanning kunnen worden gerealiseerd, bij voorkeur zonder een entree bij de eindgebruiker in de woning te hoeven maken.
3. De warmtepomp moet als 'black box' (zonder kennis over de interne werking) kunnen worden aangestuurd.
4. Het comfort in de woning wat de warmtepomp de gebruiker moet bieden, mag niet merkbaar worden beïnvloed.

Op basis van deze inzichten zijn de volgende criteria geformuleerd voor het maken van een blauwdruk/ontwerp voor de versie 2.0 van het protocol:

1. Het protocol moet het mogelijk maken de volledige gewenste functionaliteit (*use cases*) te kunnen implementeren. Hiervoor moet het protocol twee richtingen op werken: de warmtepomp is niet alleen aan te sturen, maar geeft ook inzicht in de huidige beschikbaarheid van het toestel en beschikbare flexibiliteit (schakelbaar vermogen).
2. Het protocol moet gebaseerd zijn op moderne en algemeen geaccepteerde technieken en zonder de noodzaak van extra (lokale) hardware gebruikt kunnen worden.
3. Bij voorkeur een bestaand protocol als uitgangspunt nemen.
4. Het protocol moet bij voorkeur geschikt zijn om mee te gaan met toekomstige ontwikkelingen, dus als belangrijkste eis, open en warmtepomptype en merkonafhankelijk zijn.
5. Het protocol moet gebruikt kunnen worden in combinatie met een additionele HEMS.
6. De verschillende energieverbruikers binnen de warmtepomp moeten "modulerend" kunnen worden aangestuurd. Denk hierbij aan de frequentieregeling van de compressor en, indien van toepassing, het stapsgewijs inschakelen van elektrische bijverwarming.
7. Het comfort dat de gebruiker ervaart kan in sommige gevallen beperkt worden. Dat zal enkel op verzoek van de gebruiker zijn, indien dit een economisch voordeel oplevert.
8. Het protocol moet rekening houden met ontwikkelingen als de aankomende EU *Code of Conduct on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances*.

3. Bestaande protocollen

Voor het ontsluiten van flexibiliteit in huishoudelijke apparaten, waaronder ook de warmtepomp, zijn in de afgelopen jaren verschillende protocollen ontwikkeld. Dit hoofdstuk biedt een overzicht van deze bestaande protocollen.

4.1 SG-ready 2.0

Dit is de bestaande (Duitse) standaard voor de aansturing van elektrische warmtepompen voor verwarming en warm water en compatibele systeemcomponenten. Deze standaard werkt op basis van twee fysieke relais waarmee vier bedrijfstoestanden geschakeld kunnen worden. Zie de officiële (Duitstalige) specificatie voor de formele definitie: [2020_SG-ready_Regularien_2.0_NEU.pdf](#). De verkorte samenvatting van de werkstanden is:

- Werkstand 1: Blokkeringsmodus: (Smart A: Gesloten, Smart B: Open).
- Werkstand 2: Normale modus: (Smart A: Open, Smart B: Open).
- Werkstand 3: Advies aan (lage prijs): (Smart A: Open, Smart B: Gesloten).
- Werkstand 4: Geforceerd aan (overcapaciteit): (Smart A: Gesloten, Smart B: Gesloten)

Meer achtergrondinformatie bij deze vier werkstanden is in het kader weergegeven.

Nadere toelichting bij vier werkstanden SG-ready 2.0

- **Werkstand 1:** Deze werkstand is compatibel voor frequentie geschakelde EVB-blokkeringen op vaste tijdstippen en omvat maximaal twee uur “vaste” blokkeringstijd.
- **Werkstand 2:** In deze schakelstand loopt de warmtepomp in de energie-efficiënte normale bedrijfsmodus met de vulling van de warmteboiler voor de EVB-blokkering van maximaal twee uur.
- **Werkstand 3:** In deze werkstand loopt de warmtepomp binnen het regelbereik in intensieve werking voor kamerverwarming en warmwaterbereiding. Het gaat daarbij niet om een definitieve startopdracht, maar om een inschakel-aanbeveling in lijn met de grotere vraag.
- **Werkstand 4:** Hierbij gaat het om een definitieve startopdracht; in zoverre mogelijk in het kader van de regelinstellingen. Voor deze werkstand moet het mogelijk zijn om verschillende tarief- en gebruiksmodellen van verschillende regelmodellen op de regelaar in te stellen:
Variant 1: De warmtepomp (compressor) wordt actief ingeschakeld.
Variant 2: De warmtepomp (compressor en aanvullende elektrische verwarmingen) wordt (of worden) actief ingeschakeld, optioneel: hogere temperatuur in warmteboilers.

Optioneel kan de kamertemperatuur als referentiegrootte voor de regeling van de systeemtemperaturen (voorloop- en retourtemperatuur) worden gebruikt. Een blokkering van de warmtepomp door een kamerthermostaat naargelang de kamertemperatuur volstaat niet.

4.2 EN50631 “Household appliances network and grid connectivity” (EEBUS)

EN50631 is de formele norm waarin EEBUS is vastgelegd. Zie voor meer informatie [de EEBUS-website](#). Dit wordt ook wel gezien als de digitale opvolger van SG-ready, maar dat komt vooral omdat beide vanuit Duitsland geïnitieerd zijn en gepromoot worden. Wel wordt in de EEBUS-spec (in usecase “Monitoring and Control of Smart Grid Ready Conditions” zie paragraaf 7.9 in EN 50631-1.PDF) gebruikgemaakt van de SG-Ready mogelijkheden van een warmtepomp.

4.3 EN50491-12-2 “S2”

Het S2-protocol is ook wel bekend als ‘Werkgroep 18’. S2 is een Europese standaard waarbij abstractie naar energieflexibiliteit wordt toegepast. Het is een apparaat-agnostisch protocol. Zie voor

meer informatie de website s2standard.org. Binnen S2 kunnen verschillende type abstracties worden toegepast. Hierbij zijn er twee voor de hand liggende typen om op de warmtepompen toe te passen: FRBC (fill rate based control) en PEBC (power envelop based control). PEBC is hiervan het meest eenvoudige type, maar heeft minder mogelijkheden om de beschikbare flexibiliteit maximaal te ontsluiten. Wij stellen voor om met PEBC te beginnen. In een later stadium kan het meer geavanceerdere FRBC worden toegepast.

4.4 Matter

Matter is een smart home standaard geïntroduceerd in 2019. Matter wordt gedreven door Connectivity Standards Alliance (CSA), voorheen Zigbee Alliance. Deze standaard is vrij van royalties en ondersteunt interoperabiliteit tussen apparatuur en platforms. Matter is officieel gestart in november 2022. Het is een recente ontwikkeling die nog niet breed door fabrikanten ondersteund wordt, maar wel veel potentie heeft. Zie voor meer algemene informatie over Matter [dit filmpje op Tweakers](#).

De Matter smart home standaard is een lokaal protocol en adresseert daarmee ook een ander bekend probleem met de huidige IoT-apparaten: de apparaten hebben een continue beschikbare internetverbinding nodig. IoT-apparaten hebben tot nu toe veelal de cloud gebruikt als oplossing voor alles, waardoor de apparatuur zonder internet onbruikbaar wordt.

In de huidige versie zit [support voor 'HVAC thermostaten'](#); energy management features zijn in ontwikkeling. In de [Matter Application Cluster Specification Version 1.2](#) is te zien dat het aansturen en uitlezen voor nu beperkt is tot typische thermostaatfuncties, zoals het instellen van een setpoint en het opvragen van de huidige temperatuur.

4.5 Modbus

Modbus is een begrip in het gebruik bij gebouwbeheersystemen; een communicatieprotocol gebaseerd op een master-servant-architectuur. Als overdrachtstechniek worden Ethernet en RS485 gebruikt. Modbus wordt breed toegepast in industriële en gebouwbeheersystemen. Het wordt veel gebruikt als communicatieprotocol voor low level aansturing van warmtepompen (en andere apparatuur). Er zijn twee veel gebruikte varianten:

- **Modbus RTU:** Communicatie via RS485, kan alleen via extra bekabeling worden aangesloten.
- **Modbus TCP:** Communicatie via TCP/IP, kan via bestaande ethernet of wifi worden aangesloten.

Er is echter geen standaardisatie van de register mappings (ook wel device profiles genoemd) en de beschikbare functionaliteit waardoor er alsnog apparaat specifieke implementaties gemaakt moeten worden.

4.6 'Code of conduct'/'Interconnect'

Traject van de Europese Commissie voor Smart Appliances. Zie [deze webpagina van het Joint Research Centre van de Europese Commissie](#). Dit is een initiatief om via semantische modellen interoperabiliteit tussen de verschillende protocollen te bereiken, zodat er geen harde standaard nodig is. De focus van het project ligt op witgoed en HVAC. Als een fabrikant de gedragscode ondertekent, moet deze binnen 1 jaar een apparaat op de markt brengen dat de usecases 'Monitoring of Power Consumption' en 'Limitation of Power Consumption' ondersteunt.

Binnen de CoC wordt [Saref](#) als ontologie gebruikt met de bedoeling om op die manier compatibiliteit tussen verschillende standaarden te bereiken. Hiervoor moet voor de betreffende standaard wel een Saref mapping beschikbaar zijn. Voor zowel EEBUS (zie paragraaf 4.1.2) alsook S2 (zie paragraaf 4.1.3) zijn deze mappings gemaakt en de verwachting is dat dit voor de usecases die in eerste instantie ondersteund moeten worden, kan gaan functioneren. Dit is deels al aangetoond in het TNO Reflex project 'Flex in toekomstbestendige energienetten' en Go-e. Voor meer ingewikkelde usecases wordt dit lastiger.

5. Huidig toegepaste protocollen

Dit hoofdstuk beschrijft protocollen momenteel al toegepast worden voor de aansturing van warmtepompen. Vervolgens wordt gekeken naar de mogelijkheden en beperkingen om deze toe te passen (als basis) voor een breed gedragen protocol.

FAN heeft recent door LCPDelta een overzicht laten maken van de status van de aansturingmogelijkheden van warmtepompen en voorhanden zijnde aansturingprotocollen. De belangrijkste conclusies van dat rapport zijn in onderstaande figuren weergegeven.

This table summarizes the connectability of the OEM's heat pumps, i.e. it shows the ways their heat pumps can be connected to the internet: via Wi-Fi that is integrated in the HP, via OEM specific hardware, via OEM Smart thermostat or 3rd party thermostat.

OEM	Wi-Fi integrated in HP	Via OEM hardware	Via OEM smart thermostat	Via 3 rd party smart thermostat	Comments
Itho Daalderop					<ul style="list-style-type: none"> Spider WP Climate Thermostat are compatible with all models and available for an additional price. The Gateway has a wired connection to the WiFi router and smart meter. The thermostat has a wired connection to the HP and wireless connection to the gateway.
Mitsubishi Electric					<ul style="list-style-type: none"> MELCloud app allows heat pump operation from any device (phone, tablet, PC). The WiFi interface uses wireless connection with the home router and wired connection with the HP. Any thermostat with on/off signal can be used with Ecodan.
Daikin					<ul style="list-style-type: none"> Daikin Onecta app is available for all Altherma heating systems and air conditioning systems. Control is available via WLAN adapter either integrated, included as standard or optionally available. All new 3rd generation systems sold from 2020 are compatible with Onecta.
Nibe					<ul style="list-style-type: none"> Online software platform (and app) NIBE myUplink specially developed for smart NIBE S series heat pumps. There is an option to choose between the WiFi connection or direct operation on heat pump touchscreen. Different levels/types of subscription allows different levels of control.

Figuur 3. Statusoverzicht 1/2 medio 2022 van connectability mogelijkheden per warmtepompfabrikanten (bron: LCP Delta 2022).

This table summarizes the connectability of the OEM's heat pumps, i.e. it shows the ways their heat pumps can be connected with the internet : via Wi-Fi that is integrated in the HP, via OEM specific hardware, via OEM Smart thermostat or 3rd party thermostat.

OEM	Wi-Fi integrated in HP	Via OEM hardware	OEM S.T.*	Via 3 rd party S.T.*	Comments
Inventum					<ul style="list-style-type: none"> ▶ EVA smart thermostat (and app) ensure optimum operation of Inventum's heat pumps.
Bosch					<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bosch EasyRemote smart thermostat & app capable of remotely controlling ground source heat pump with an integrated gateway. ▶ HomeCom Easy app operates all Nefit Bosch heat pumps remotely. ▶ Bosch heat pumps can be used with all smart thermostat except for Nest.
Vaillant					<ul style="list-style-type: none"> ▶ Consumer apps: sensoApp & myVAILLANTapp (depending on gateway used). ▶ Installers use myVAILLANTapp for remote access maintenance. ▶ Unique to Vaillant: Smart Home API (used mostly by larger installer companies).
Remeha					<ul style="list-style-type: none"> ▶ Smart Remeha eTwist or wireless eTwist RF thermostat and eTwist app can control (hybrid) heat pumps and boilers. ▶ Connectivity via MODBUS gateway and remote connection network.
Intergas					<ul style="list-style-type: none"> ▶ No smart thermostat developed yet. All Intergas boilers and heat pumps come with a regular Comfort Touch (and app) thermostat, connected to the heat pump.

Figuur 4. Statusoverzicht (2/2) medio 2022 van connectability mogelijkheden per warmtepompfabrikanten (bron: LCP Delta 2022).

This table provides an overview of communication protocols used in connectable heat pumps by key manufacturers (blue shaded cells).

OEM	Proprietary	OpenTherm	KNX	Modbus	Other
Itho Daalderop					
Mitsubishi Electric	(MELCloud)				
Daikin					iFTTT compatible
Nibe	(their own API)				iFTTT compatible
Inventum					
Nefit/Bosch					EMS-BUS
Vaillant	eBUS*	(only for boilers)			Smart Home API
Remeha	eSmart inside platform				
Intergas					

Figuur 5. Status communicatieprotocollen (bron: LCPDelta 2022).

De warmtepompen die nu geïnstalleerd zijn en verkocht worden, zijn nog niet voorzien van een universeel protocol. De meest voorkomende protocollen voor externe aansturing zijn:

- SG-Ready;
- Modbus;
- Fabrikant specifieke cloudoplossing.

In de volgende tabel wordt toegelicht wat de mogelijkheden en beperkingen hiervan zijn om deze protocollen toe te passen (als basis) voor een breed gedragen protocol.

<p>SG-Ready</p>	<p>Mogelijkheden: Het is met de vier door SG-Ready gedefinieerde werkmodi mogelijk om de vier gedefinieerde <i>use cases</i> en de wensen voor OFA versie 1.0 tot op zekere hoogte in te vullen.</p> <p>Bij de <i>use cases</i> waarbij de 'Consument' zelf voordeel kan halen, is het te verwachten dat deze zelf ook in de benodigde hardware voor de aansturing voorziet. Zo zijn er omvormers die SG-Ready warmtepompen kunnen aansturen op basis van de PV-productie. Voor <i>use case 4</i> waarbij de <u>netbeheerder de belanghebbende partij</u> is, moet deze in de <u>benodigde hardware</u> voorzien.</p> <p>Beperkingen: Dit is een 'analoge' oplossing. Er is lokaal (in het huis) extra hardware noodzakelijk om de contacten aan te sturen, dit leidt tot extra kosten. Dit product is een voorbeeld van hardware die speciaal voor dit doel ontwikkeld is. Volgens deze beschrijving is aansturing via een 'standaard' relay ook mogelijk; dan kan bijvoorbeeld ook de Shelly Plus 2PM gebruikt worden, die heeft meteen een Rest API. In deze beschrijving wordt een Shelly 1 gebruikt om de 'overcapaciteit'-modus in te schakelen. In dit document van SMA wordt beschreven om een Moxa E1214 te gebruiken. Deze kost ongeveer € 250,-, wat niet realistisch is voor een grootschalige uitrol.</p> <p>Het betreft eenrichtingsverkeer; er is geen mogelijkheid de toestand van de warmtepomp op te vragen en er is geen terugkoppeling mogelijk. Hierdoor is alleen blinde aansturing mogelijk waarbij de kans dat de warmtepomp de aansturing kan opvolgen onbekend is. Ook is onbekend of de warmtepomp de aansturing opgevolgd heeft en voor hoelang.</p>
<p>Modbus</p>	<p>Mogelijkheden: Modbus is een vrij eenvoudig, low level protocol waar de meeste fabrikanten al bekend mee zijn. Het wordt door fabrikanten 'intern' in de warmtepomp gebruikt en soms ook voor low level integratie met een gebouwbeheersysteem (GBS).</p> <p>Beperkingen: De beschikbare functionaliteit kan per apparaat verschillen; het gebruik van Modbus zegt niets over welke mogelijkheden voor het benutten van flexibiliteit er geboden worden.</p> <p>Doordat er geen standaardisatie is van de register mappings (ook wel device profiles genoemd) moeten er alsnog apparaat-specifieke implementaties gemaakt worden.</p> <p>Modbus is bedoeld voor lokale communicatie. In geval van de RS485-variant is er een extra 'kastje' nodig in de woning dat de seriële verbinding met de warmtepomp maakt. In geval van de Modbus-TCP-variant is de warmtepomp in theorie via internet te ontsluiten, maar levert door het gebrek aan securityproblemen op. Modbus-TCP-berichten worden niet versleuteld (leesbaar en manipuleerbaar) verstuurd. Er is wel een 'secure' variant van Modbus-TCP gedefinieerd (mbaps) waar dit specifieke probleem mee opgelost kan worden. Ook zijn er firewall/portforwarding-instellingen nodig in de router van de aangesloten woningen, omdat er een TCP-verbinding naar de warmtepomp opgezet moet kunnen worden.</p>
<p>Fabrikant-specifieke cloud-oplossingen</p>	<p>Mogelijkheden: Meerdere fabrikanten bieden merkspecifieke oplossingen aan voor het aansturen van warmtepompen. Als voorbeeld heeft Nibe een RestAPI via myUplink. Hiermee kan bijvoorbeeld ingesteld worden dat de warmtepomp op basis van de EPEX-prijzen optimaal aangestuurd wordt. Ook is er een REST interface via de cloud beschikbaar waarmee het kamertemperatuur setpoint aangepast kan worden. Hiermee is niet meer dan een rudimentaire vorm van aansturing mogelijk.</p> <p>Beperkingen: Het grote nadeel van fabrikant specifieke oplossingen is dat deze niet gestandaardiseerd zijn en er dus per fabrikant en soms zelfs per productserie een aparte implementatie nodig is. Ook zijn de mogelijkheden per geval verschillend waardoor op voorhand niet bekend is in hoeverre de beschikbare flexibiliteit ontsloten kan worden.</p>

6. Blauwdruk voor protocollen

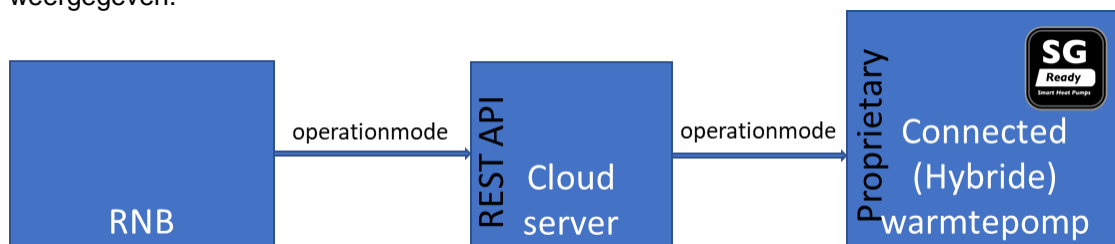
Binnen het onderzoek zijn we tot de conclusie gekomen dat direct een volledig protocol proberen te definiëren en te implementeren in het veld onmogelijk is. Uit de interviews blijkt dat de warmtepomp-leveranciers willen, én moeten, doorbouwen op bestaande protocollen. Daarom wordt in dit project enerzijds gekeken naar het '1.0 protocol', waarbij de belangrijkste functie is dat überhaupt op korte termijn (op rudimentaire wijze) flexibiliteit kan worden ontsloten. Anderzijds wordt ook in kaart gebracht of het kan dienen voor het '2.0 protocol', dat meer geavanceerde sturingsmogelijkheden biedt, en welke medio 2026 geïntroduceerd moet kunnen worden. De criteria voor het 1.0 en 2.0 versie van het protocol zijn aan het eind van hoofdstuk 2 beschreven.

6.1 Voorstel 1.0 versie: Inzet digitaal toegankelijke variant SG-ready 2

Ons voorstel is om aan te sluiten bij wat er al aan schakelopties voorhanden is, zodat ook de *installed base* aan warmtepompen en wat er momenteel en de komende jaren geïnstalleerd wordt, hiermee aangestuurd kunnen worden. Als we bovenstaand criterium leggen op de in het vorige hoofdstuk beschreven protocollen, is er één protocol dat er duidelijk uitspringt wat betreft standaardisatie en ondersteuning, namelijk: Smart Grid Ready 2.0 (SGR). De overige protocollen passen niet bij de gestelde criteria.

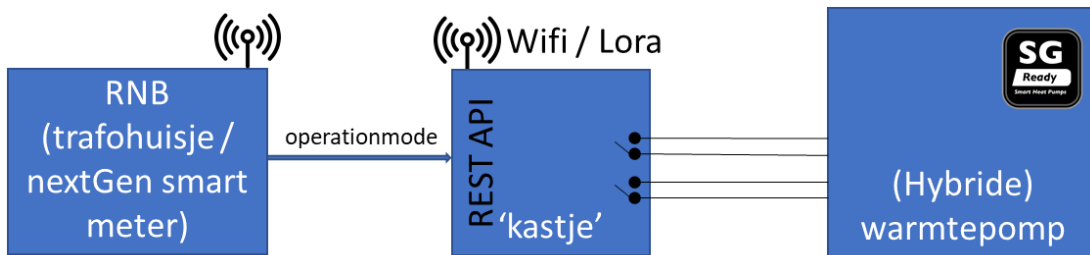
Zoals aangegeven in het vorige hoofdstuk heeft SGR als beperkingen het feit dat het een hardware gebaseerde standaard is. Dit betekent dat er altijd fysieke hardware in de nabijheid van de warmtepomp aanwezig moet zijn, die voorzien is van de twee benodigde relais om tussen de vier werktoestanden te schakelen. Deze toevoeging van fysieke hardware werkt kostenverhogend voor de adaptatie. Om deze genoemde beperkingen zo veel mogelijk op te lossen, wordt voorgesteld om de SGR functionaliteit digitaal toegankelijk te maken via een REST API tegen zo lang mogelijke kosten. Wij zien twee manieren om deze API te realiseren:

- Warmtepompfabrikanten van 'connected' en 'connectable' warmtepompen (zie inleiding) hebben een reeds bestaande gesloten (*proprietary*) verbinding met de centrale omgeving van de fabrikant; dit wordt onder andere gebruikt voor servicedoeleinden en beheer op afstand. Via deze bestaande cloudverbinding kan de fabrikant deze REST API in ontsluiten. Als de warmtepomp al SG-Ready is, is het voor een fabrikant een beperkte inspanning om in hun centrale omgeving dit via een API te ontsluiten en er kan dan gebruik gemaakt worden van de al aanwezige verbinding om de commando's naar de betreffende warmtepomp te versturen. Dit is schematisch in figuur 6 weergegeven.



Figuur 6. Weergave opzet connected warmtepompen (bron: Technolution).

- Bij 'niet connected' warmtepompen kan dit met 'een kastje' dat (in concept een goedkope Raspberry Pi met een RPi Relay Board) de REST API via wifi of LoRa aanbiedt en dat de twee relais bevat om de SG-ready input aan de warmtepomp aan te bieden. Aansturing gebeurt dan via LoRa vanuit het transformatorhuisje, via wifi of vanaf de NextGen smart meter.



Figuur 7. Weergave opzet 'niet-connected' warmtepompen (bron: Technolution).

Een conceptvoorstel voor de definitie van de API is opgenomen in de appendix. Kort samengevat biedt deze één endpoint waarmee via een POST-request de werkttoestand ingesteld kan worden en via een GET-request de actuele werkttoestand opgevraagd kan worden.

6.2 Voorstel 2.0 versie: Inzet op S2 en EEBUS

De tweede beperking van SGR is het feit dat het eenrichtingsverkeer betreft; er is geen mogelijkheid de toestand van de warmtepomp op te vragen en er is geen terugkoppeling mogelijk. Het is dan niet bekend wat de beschikbaarheid en beschikbare flexibiliteit van de warmtepomp op enig moment is; ook is er geen terugkoppeling op het aangevraagde commando. Deze functionaliteit lijkt niet haalbaar binnen de 1.0 versie.

Bij versie 2.0 van het protocol is nadrukkelijk het criterium dat er tweerichtingsverkeer mogelijk is. Hierdoor kan de warmtepomp aangeven wat de mogelijkheden (bijv. regelbaar vermogen) en beperkingen (bijv. max. aantal compressor starts per 24 uur) zijn, wat de actuele beschikbaarheid is en hoeveel flexibiliteit er wanneer beschikbaar is. Ook kan hierdoor een terugkoppeling worden gegeven op de mogelijkheden c.q. beperkingen van een bepaalde aansturing. Als een opdracht niet uitgevoerd kan worden, bijvoorbeeld omdat er dan te veel compressor starts in een bepaalde tijd zouden zijn (de anti-pendel software zal dit tegengaan), kan de warmtepomp dit terugmelden en kan hier door de energiemangement applicatie rekening mee worden gehouden. Doordat de beschikbare flexibiliteit voor de komende periode bekend is, kan er ook rekening worden gehouden met de flexibiliteit (of het gebrek daaraan) van andere 'slimme' apparaten (EV, PV, opslag). De input van alle apparaten samen met signalen van bijvoorbeeld een externe aggregator, netbeheerder en energiemaatschappij, zijn dan de input voor het algoritme dat binnen de gegeven kaders de optimale inzet bepaalt.

Op dit moment zijn EEBUS en S2 de beste opties, omdat het bestaande protocollen zijn die de complete flexibiliteit ontsluiten en technisch zo opgezet zijn dat alle uitrol scenario's mogelijk zijn (geheel lokaal, geheel cloud of een hybride situatie).

Naar verwachting worden zowel EEBUS als S2 toegestaan als protocollen binnen de Code of Conduct (CoC) van de EU, i.e. beleid vanuit de EU gericht op alle HVAC fabrikanten en witgoedfabrikanten dat eisen stelt aan het energiemangement van apparaten.

Fabrikanten en partijen in het energiesysteem spelen een rol in welke keuze qua protocol in de toekomst prevaleert. Gezien het grote aandeel buiten NL geproduceerde warmtepompen lijkt EEBUS voor bepaalde fabrikanten een zekere voorkeur te genieten. EEBus grijpt echter diep in de firmware van apparaten, en heeft een focus op de optimalisatie van het apparaat zelf, daar waar S2 een betere fasering van implementatie biedt, en een focus heeft op integratie met EV, opslag en PV systemen.

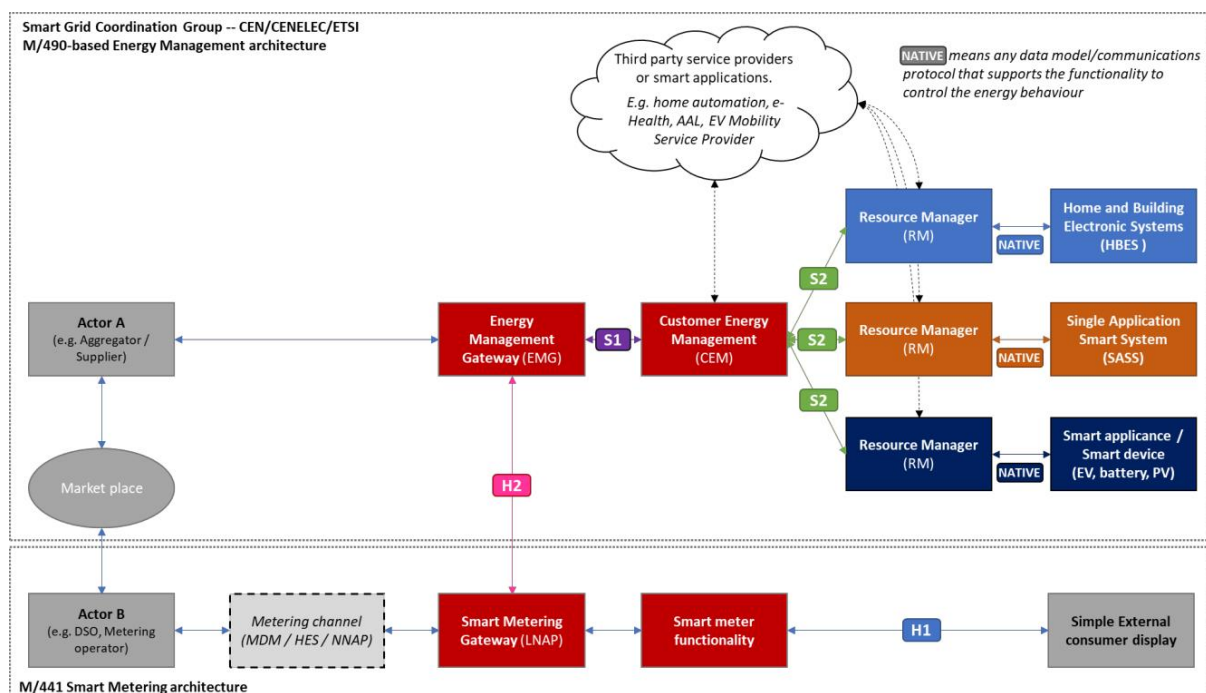
De kaders op de volgende pagina geven achtergrondinformatie bij de architectuur van deze protocollen.

Architectuur van de S2 en EEBUS protocollen

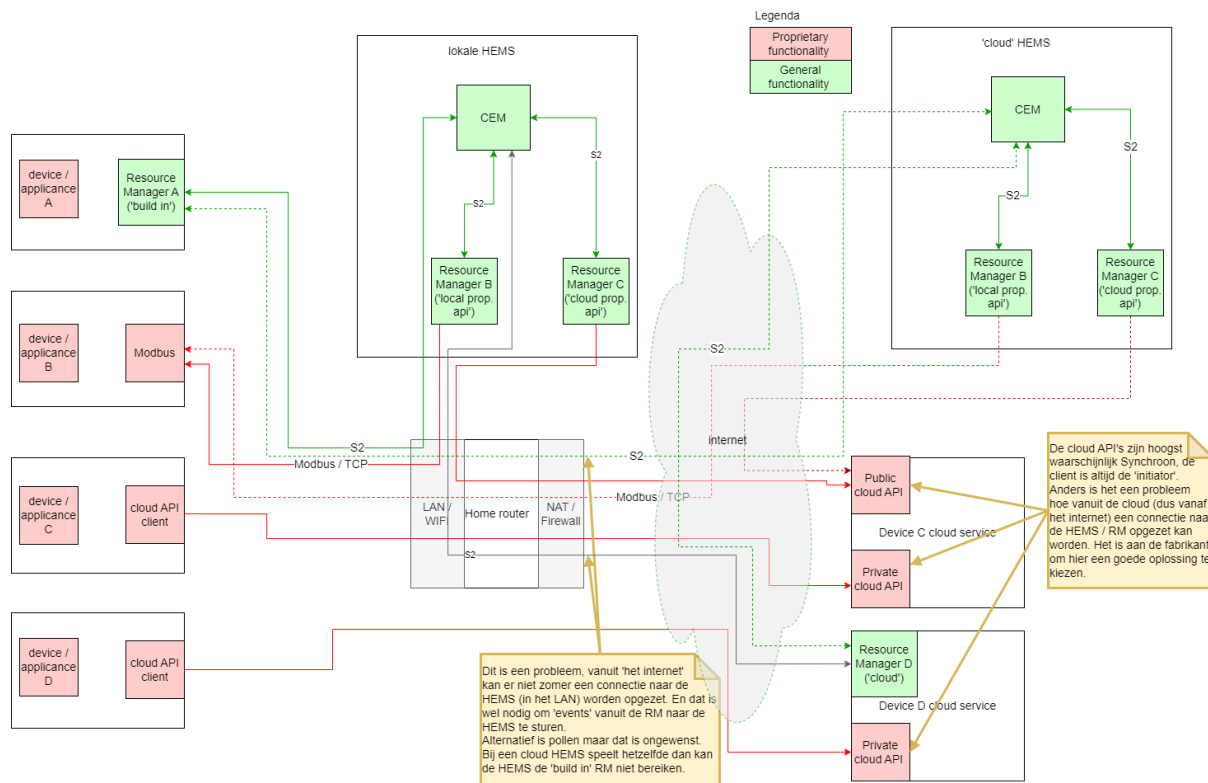
Figuur 8 geeft de globale architectuur van het S2-protocol weer. Ieder apparaat heeft een eigen resource manager. Deze manager zorgt voor de vertaling van het specifieke apparaat informatie naar de generieke S2-informatie. Deze resource manager kan een los apparaat of softwaremodule zijn, maar bij voorkeur is het een integraal onderdeel van het aan te sturen apparaat.

Figuur 9 toont een brede "home energy" architectuur die mogelijk kan worden toegepast. Hierin zien we een lokale HEMS die met apparaten (devices) communiceert. Eén van deze apparaten zal dan de warmtepomp zijn. Een apparaat communiceert via een protocol, in dit geval het S2, zijn flexibiliteit naar de HEMS. Deze HEMS kan op basis van de ontvangen informatie vanuit de apparaten en de andere informatiebronnen, de meest optimale stand van de warmtepomp instellen.

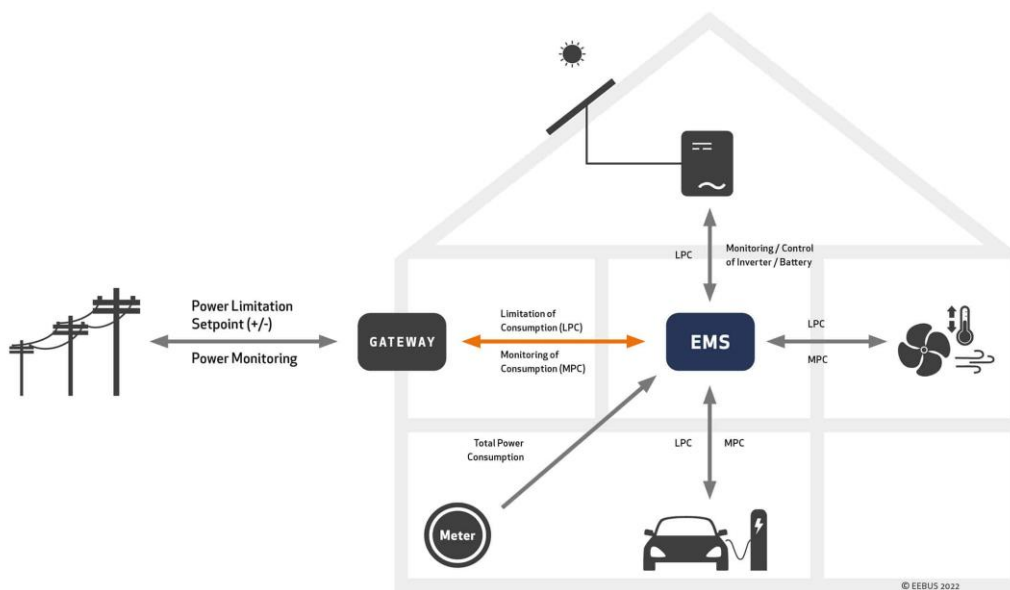
Figuur 10 toont de hoe EEBUS ingezet kan worden om verschillende apparaten, waaronder een warmtepomp, aan te kunnen sturen.



Figuur 8. S2 globale architectuur: (bron: EN50491-12-2)



Figur 9. Voorbeeld architectuur op basis van S2



Figur 10. EEBUS globale architecture (bron: <https://www.EEBUS.org/solutions-examples/>).

7. Aanbevelingen

Flexibiliteit creëren met warmtepompen is een zaak van aggregeren van grote aantallen toestellen. Voor het kunnen adresseren van netcongestie en aggregeren van flexibiliteit is de registratie van geïnstalleerde warmtepompen een belangrijke factor, waarmee we inzicht krijgen in de geografische spreiding van de apparaten. Het aggregeren van flexibiliteit vereist van een dergelijke organisatie hoogwaardige kennis (zowel technisch, organisatorisch, als wel t.a.v. data-eigendom en cybersecurity), financieel uithoudingsvermogen en een procesmatig robuuste aansluiting in het proces van netbeheer.

Daartoe zien wij de volgende route voorhanden: Men laat de markt de commerciële aggregatorrol oppakken, waarbij de overheid (regelgeving) en netbeheerders wel een aanwijsbare rol kunnen gaan spelen in het kaderen van de invulling van de rol van aggregator. Het verleden heeft laten zien dat de reactiesnelheid en innovatievermogen van private ondernemingen in een rol als aggregator op het benodigde niveau ligt, en de financiële body en uithoudingsvermogen bijvoorbeeld geborgd kan worden door een grote marktpartij als eigenaar van de aggregator op de achtergrond. Als voorwaarde voor succesvolle implementatie zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

Aanbevelingen voor warmtepompfabrikanten

1. Implementeer het SG-Ready 2 protocol en maak deze digitaal benaderbaar
Dit rapport biedt een beschrijving hoe warmtepompen snel en eenvoudig stuurbaar gemaakt kunnen worden. Implementeer de voorgestelde werkwijze.
2. Werk toe naar implementatie van S2 en EEBUS
Fabrikanten en partijen in het energiesysteem spelen een rol in welke keuze qua protocol in de toekomst prevaleert. Met de keuze voor S2 of EEBUS wordt ook voorgesorteerd op aankomende Europese wetgeving die eisen stelt aan warmtepompen. Gezien het grote aandeel buiten NL geproduceerde warmtepompen lijkt EEBUS voor bepaalde fabrikanten een zekere voorkeur te genieten. EEBus grijpt echter diep in de firmware van apparaten, en heeft een focus op de optimalisatie van het apparaat zelf, daar waar S2 een betere fasering van implementatie biedt, en een focus heeft op integratie met EV, opslag en PV systemen.
3. Voer een flex-identificatie of aansluit-identificatie voor warmtepompen in
Warmtepompen moeten per merk/type een flex-identificatie (Flex ID) krijgen welke aangeeft welke flexibiliteit de warmtepomp kan bieden: In welke mate kunnen we warmtepompen in- en uitschakelen? Wat is de minimale en maximale uitschakelduur? Is een switch tussen energiedragers mogelijk? Dit kan bijvoorbeeld onderdeel gemaakt worden van toekomstige certificatie zoals CE-markering.
4. Onderzoek het schakelen tussen energiedragers bij hybride warmtepompen
Onderzoek de voorwaarden, mogelijkheden en effecten van switchen tussen energiedragers (aardgas en elektriciteit) bij een hybride warmtepomp.

Aanbevelingen voor de energiesector (energieleveranciers, aggregators, installateurs)

5. Stel een standaard methodiek op verificatie en validatie van flexibiliteit uit warmtepompen
Er moet een standaard of definitie (en dat komt naast het schakelprotocol) komen voor de verificatie van flexibiliteit met warmtepompen. Wat mogen we van de apparaten verwachten? Welke uitschakelduur en welke flexibiliteitscapaciteit biedt een bepaald contingent warmtepompen? Voor het 'valideren' van de flexibiliteit die de warmtepomp daadwerkelijk flexibel heeft geleverd, adviseren wij de samenwerking te verkennen met partijen zoals Equigy (initiatief van Tennet en drie andere Europese TSO's). Deze partijen werken aan een

Europese éénduidige standaard voor validatie van decentrale flextransacties. Dit is relevant wanneer flexibiliteit ook op onbalansmarkten en voor systeemdiensten moet worden ingezet.

6. Cloud of lokaal? Maak beide opties mogelijk
Bij de protocolkeuze moet er rekening mee worden gehouden dat zowel centrale (Cloud) als lokale ontsluiting (met een device) mogelijk zijn.
7. Basisvoorwaarden voor regeling van warmtepompen
Definieer technische criteria t.a.v. de mate van intelligentie die de regeling van de warmtepomp moet hebben om te kunnen aansluiten op een HEMS.

Aanbevelingen voor netbeheerders & landelijke overheid

8. Registreer geïnstalleerde warmtepompen
Registratie van warmtepompen is voor netbeheerders en de aggregatiefunctie nadrukkelijk een vereiste, om onder andere clustervorming in de aanwezigheid van warmtepompen te identificeren. Registreer: geografische locatie, hybride of all-electric warmtepomp, de elektrische aansluitwaarde en de grootte van de warmwaterbuffer. Registreer ook meteen of de warmtepomp kan koelen, om ook in de zomer eventueel flexibiliteit in de koelfunctie te kunnen alloceren. Vanuit de ISDE-subsidieaanvragen is voor een aanzienlijk deel van de warmtepompen al bekend waar deze geïnstalleerd zijn; dit zou een goede start voor het vullen van het register kunnen zijn.

Aanbevelingen voor landelijke overheid

9. Stimuleer of normeer de implementatie van de juiste standaard protocollen
De landelijke overheid heeft met wet- en regelgeving een sterk instrument om, in combinatie met financiële incentives, warmtepompgebruikers en warmtepompleveranciers stap voor stap te stimuleren of te dwingen flexibiliteit te implementeren. Via bijvoorbeeld de ISDE-subsidie of andere economische incentives kan toepassing van standaard protocollen worden gestimuleerd en/of via normering kan stuurbaarheid worden afgedwongen. Dit vergroot de deelname van eindgebruikers in het aanbieden van flexibiliteit worden bevorderd. Sluit hierbij aan op de ontwikkelingen van EU en sluit aan op de aankomende Code of Conduct.
10. Verbiedt elektrische weerstandsverwarming in warmtepompen
Hoewel dit ook als onderwerp bij netcongestie thuishoort, zou men elektrische (weerstand)bijverwarming moeten verbieden voor apparatuur met een maximum vermogen hoger dan bijvoorbeeld 3,7 kW-Elek (Compressor PLUS weerstandsverwarming). Wellicht enkel softwarematig toestaan in de back-upfunctie als de compressor faalt.

Aanbevelingen voor de hele sector

11. Ontwikkel meer kennis en doe meer onderzoek naar de flexibele inzet van warmtepompen
Start een samenwerking tussen warmtepompfabrikanten, installateurs, energieleveranciers c.q. aggregators, netbeheerders, overheid en kennisinstellingen om meer op te doen naar de flexibele inzet van warmtepompen. Deze studie heeft verschillende vraagstukken in kaart gebracht die vragen om nader onderzoek, uitwerking of uitzoekwerk. Die zijn weergegeven in het kader op de volgende pagina.

Vraagstukken voor nader onderzoek

- Welke exacte mogelijkheden en beperkingen biedt warmwaterbereiding in een flex-context met het oogmerk zo min mogelijk aan comfort in te boeten?
- Samen met warmtepompfabrikanten Smart Grid Ready 2.0 TCP variant en een eenvoudige vorm van S2 implementeren (zoals nu binnen GO-e met IthoDaalderop), om in demoprojecten zoveel mogelijk inhoudelijk en procesmatig ervaringen op te doen. Of men kiest voor de middellange termijnoplossing en gaat verder met S2 en EEBUS, waarbij zich gaandeweg zal uitkristalliseren welke optie het meest pragmatisch en werkbaar is voor marktpartijen, met name warmtepompfabrikanten.
- Smart Grid Readiness Indicator (SRI) uit de EPBD onderzoeken in hoeverre we de gehele woning een zgn. flexibiliteit ID kunnen geven, aangezien warmtepompen 15-20 jaar meegaan moet een systeem dat flexibiliteit moet managen en haar opvolgers backwards compatible zijn.
- Invertergedreven warmtepompen terugregelen naar aanleiding van stooklijnverlaging in de kamerthermostaat kan tot meer dan 10 minuten tijd nemen (Bron: RISE rapport-Zweden) waardoor terug regelen van capaciteit op basis van de stooklijn door de traagheid geen optie is. Nader onderzoek naar de exacte responstijden die diverse warmtepomptypes en hun regelingen bieden op flex-impulsen voor uit, aan, stooklijnverhoging, -verlaging, switch tussen energiedragers (hybride warmtepomp) of buffer vullen. Wordt uit-/inschakelen door de warmtepomp daarmee de preferente opties? Vervolgens onderzoeken hoe hier met een flex-protocol om kan worden gewerkt.
- Eén-weg communicatie met warmtepompen geeft zeer beperkte stuurmogelijkheden ten aanzien van flex. Tweeweg communicatie biedt meer mogelijkheden; de details hiervan moeten verder worden onderzocht en eventueel criteria voor tweeweg communicatie worden uitgewerkt.
- Nader onderzoek naar het flex-potentieel dat daadwerkelijk real-time beschikbaar is: Hoe bepaal je de momentane aansluitwaarde en elektriciteitsgebruik van de warmtepomp? Voor hoelang is dit potentieel beschikbaar? Welke respons geeft de installed base als we een verhoogde of gereduceerde vraag naar elektriciteit of aansluitwaarde willen realiseren? Welke interactie en dynamiek is haalbaar (qua tijd en/of als piek in aansluitwaarde of verbruik) door de combinatie van dynamische energietarieven (netwerk én levering) met de technisch haalbare flex-opties met warmtepompen? Wat is de haalbare accuratesse van aggregatie van flexibiliteit uit warmtepompen?
- Onderzoek naar relevante en ontbrekende regelgeving voor het creëren van flexibiliteit met warmtepompen in de woningbouw.
- Aangezien er momenteel geen standaarden zijn voor flexibiliteit in de woningbouw met warmtepompen en anderzijds er hoge eisen worden gesteld aan de beschikbaarheid en accuratesse van die beschikbaarheid, moet het speelveld voor aggregators nader verkend en ingericht worden. Aan welke voorwaarden moet een aggregator voldoen?
- Cybersecurity-standaarden voor online devices als warmtepompen inventariseren, en aan welke standaarden wordt door warmtepompfabrikanten voldaan?
- Flexibiliteit creëren met warmtepompen is opereren in een complex speelveld met veel stakeholders met uiteenlopende belangen. Dat maakt met demotrajecten ervaringen opdoen – die daarna bij de opschaling kunnen worden gebruikt – een raadzame benadering is. Zet om de leercurve te starten zo snel mogelijk demonstratieprojecten op met eerst deels ook in de *installed base*. Na deze demonstratieprojecten moet er een schaalbaar proces inclusief hanteerbaar protocol beschikbaar zijn.

8. Referenties & literatuurlijst

EU Code of Conduct: EU DRAFT Code of Conduct on energy management related interoperability of Energy Smart Appliances

EHPA

- EHPA WS Slides Interoperability June 2023.pdf
- EHPA Interoperability WS Briefing June 2023.pdf

RISE / IEA

- SLAV final report 230621draft.pdf (Energymindigheten report)
- IEA RISE Lindahl Grid Flexible Control of Heat Pumps_NY.pdf

EDNA docs

- BEIS UK - smart-secure-energy-system-consultation
- EDNA report - Energy-Protocol-Report-Release

Smart Grid Ready 2.0

Appendix: SG-Ready REST API

SG-Ready REST API 0.1 OAS 3.0

REST API for controlling heatpumps that support SG-Ready

Some useful links:

- [The SG-Ready Version 2.0](#)

todo

Servers

todo

SG-Ready SG-Ready modes

POST /sgready Set operation mode

Parameters Try it out

No parameters

Request body required application/json

New operation mode

Example Value | Schema

```
{
  "mode": "MODE_2_NORMAL"
}
```

Responses

Code	Description	Links
200	Successful operation	No links
405	Validation exception	No links

GET /sgready Get operation mode

Parameters Try it out

No parameters

Responses

Code	Description	Links
200	Successful operation	No links

Media type:

Controls: Accept header.

Example Value | Schema

```
{
  "mode": "MODE_2_NORMAL"
}
```

Schemas

OperationMode {

mode* string
example: MODE_2_NORMAL
Operating modes

- Betriebszustand 1 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung: 1:0): Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten EVUSperre und umfasst maximal 2 Stunden „harte“ Sperrzeit.
- Betriebszustand 2 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösungen: 0:0): In dieser Schaltung läuft die Wärmepumpe im energieeffizienten Normalbetrieb mit anteiliger Wärmespeicher-Füllung für die maximal zweistündige EVU-Sperre.
- Betriebszustand 3 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung 0:1) In diesem Betriebszustand läuft die Wärmepumpe innerhalb des Reglers im verstärkten Betrieb für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es handelt sich dabei nicht um einen definitiven Anlaufbefehl, sondern um eine Einschaltempfehlung entsprechend der heutigen Anhebung.
- Betriebszustand 4 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung 1:1) Hierbei handelt es sich um einen definitiven Anlaufbefehl, insofern dieser im Rahmen der Regeleinstellungen möglich ist. Für diesen Betriebszustand müssen für verschiedene Tarif- und Nutzungsmodelle verschiedene Regelungsmodelle am Regler einstellbar sein: a. Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird aktiv eingeschaltet. b. Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und elektrische Zusatzheizungen) wird aktiv eingeschaltet, optional: höhere Temperatur in den Wärmespeichern

Enum:

}



YAML file:

```
openapi: 3.0.3
info:
  title: SG-Ready REST API
  description: |-
    REST API for controlling heatpumps that support SG-Ready

    Some useful links:
    - [The SG-Ready Version 2.0
] (https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/bwp_service/Guetesiegel/2020_SG-
ready_Regularien_2.0_NEU.pdf)
  license:
    name: todo
    url: todo
    version: '0.1'
servers:
  - url: todo
tags:
  - name: SG-Ready
    description: SG-Ready modes
paths:
  /sgready:
    post:
      tags:
        - SG-Ready
      summary: Set operation mode
      requestBody:
        description: New operation mode
        content:
          application/json:
            schema:
              $ref: '#/components/schemas/OperationMode'
            required: true
      responses:
        '200':
          description: Successful operation
        '405':
          description: Validation exception
    get:
      tags:
        - SG-Ready
      summary: Get operation mode
      responses:
        '200':
          description: Successful operation
          content:
            application/json:
              schema:
                $ref: '#/components/schemas/OperationMode'

components:
  schemas:
    OperationMode:
      type: object
      properties:
        mode:
          type: string
          enum: [
            MODE_1_BLOKKED,
            MODE_2_NORMAL,
            MODE_3_RECOMMENDED_ON,
            MODE_4a_FORECD_ON,
            MODE_4b_FORECD_ON_WITH_BH
          ]
      example: MODE_2_NORMAL
      description: >
        Operating modes
```




Technolution

- * Betriebszustand 1 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung: 1:0):
Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten EVUSperre und umfasst maximal 2 Stunden „harte“ Sperrzeit.
- * Betriebszustand 2 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösungen: 0:0):
In dieser Schaltung läuft die Wärmepumpe im energieeffizienten Normalbetrieb mit anteiliger Wärmespeicher-Füllung für die maximal zweistündige EVU-Sperre.
- * Betriebszustand 3 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung 0:1)
In diesem Betriebszustand läuft die Wärmepumpe innerhalb des Reglers im verstärkten Betrieb für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es handelt sich dabei nicht um einen definitiven Anlaufbefehl, sondern um eine Einschaltempfehlung entsprechend der heutigen Anhebung.
- * Betriebszustand 4 (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung 1:1)
Hierbei handelt es sich um einen definitiven Anlaufbefehl, insofern dieser im Rahmen der Regeleinstellungen möglich ist.
Für diesen Betriebszustand müssen für verschiedene Tarif- und Nutzungsmodelle verschiedene Regelungsmodelle am Regler einstellbar sein:
 - a. Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird aktiv eingeschaltet.
 - b. Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und elektrische Zusatzheizungen) wird aktiv eingeschaltet, optional: höhere Temperatur in den Wärmespeichern

required:

- mode