

Protocollen voor de slimme sturing van warmtepompen

Inleiding

Tijdens het marktonderzoek waarbij we bij 10 warmtepompfabrikanten langs zijn gegaan, hebben we de mogelijkheid gekregen om al onze vragen op tafel te gooien over hoe zij omgaan met het slim sturen van warmtepompen. Hoe kunnen we met hun warmtepompen communiceren, over welke interfaces beschikken zij, ...

In deze gids vind je wat meer informatie over de meest voorkomende protocollen waarmee de warmtepompen kunnen aangestuurd worden en welke uitdagingen we in de praktijk tegenkomen.

Smart Grid Ready

Het Smart Grid Ready-label, geïntroduceerd door de Bundesverband Wärmepumpe (Duitse Vereniging voor Warmtepompen), heeft als doel warmtepompen te identificeren die van op afstand kunnen worden aangestuurd door netbeheerders, waardoor ze het elektriciteitsnet kunnen ondersteunen. Dit betekent dat bij elektriciteitstekorten de netbeheerder de warmtepomp vanop afstand kan uitschakelen, terwijl bij overschotten de warmtepomp een extra 'boost' kan krijgen. Particulieren kunnen warmtepompen met dit label ook gebruiken om een hogere zelfconsumptie te realiseren, vooral in combinatie met een fotovoltaïsch systeem, om zo de energiekosten te verlagen.



Figuur 1: Logo SG Ready (Bron: Bundesverband Wärmepumpe)

Hoewel het label momenteel alleen erkend is in Duitsland, Oostenrijk en Zwitserland, biedt het ook in België potentieel. Momenteel is de digitale meter in België nog niet geavanceerd genoeg voor netbeheerders om warmtepompen op afstand te regelen, maar particulieren kunnen dit wel zelf doen.

Het Smart Grid Ready-protocol is vrij eenvoudig. Het voegt 2 digitale ingangen toe aan de warmtepomp, waarmee vier bedrijfstoestanden kunnen worden geschakeld:

- | | |
|-----|--|
| 1-0 | Maximale blokkering gedurende maximaal 2 uur. De warmtepomp wordt uitgeschakeld om elektriciteitsverbruik te vermijden. |
| 0-0 | Normaal bedrijf zonder externe sturing. |
| 0-1 | Aanbeveling voor de warmtepomp om in boostmodus te gaan |
| 1-1 | Bevel voor de warmtepomp om in boostmodus te gaan
Variant A: De warmtepomp (compressor) wordt actief ingeschakeld.
Variant B: De warmtepomp (compressor en extra elektrische verwarmingselementen) worden actief ingeschakeld, mogelijk met een hogere ingestelde temperatuur. |

Voor warmtepompboilers geldt de regel dat door middel van een extern contact de gewenste temperatuur van het warmte water verhoogd moet kunnen worden om zo de thermische opslag te vergroten.



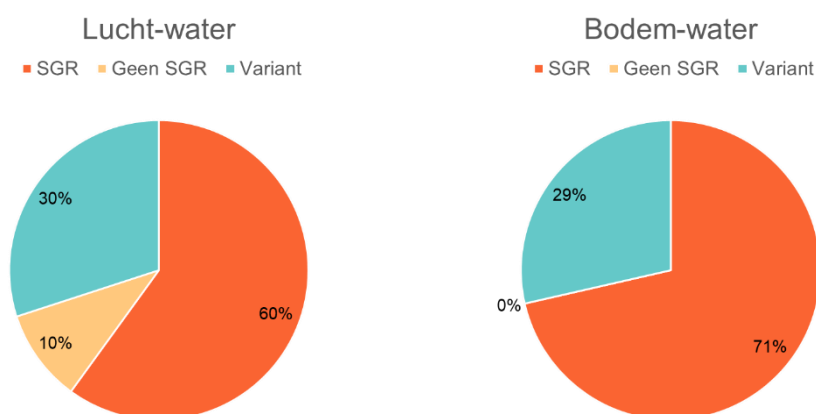
SGR in de praktijk

In de praktijk zien we dat bij lucht-water warmtepompen ca. 60% van de warmtepompen voorzien is van de SGR-contacten. 30% is voorzien van een variant, die niet helemaal voldoet aan de eisen van SGR-regelgeving. Toch blijft er dus nog steeds 10% over die nog geen slimme contacten toepast op zijn warmtepompen.

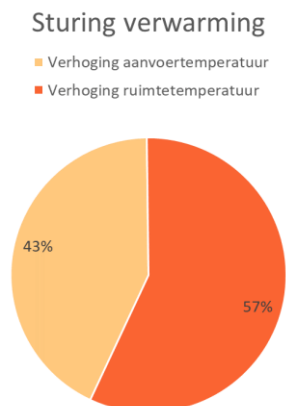
Bij bodem-water warmtepompen zien we dat 71% voorzien is van SGR-contacten en 29% voorzien is van een variant.

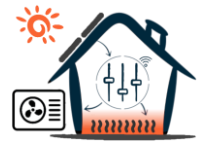
Wat we onder de varianten verstaan zijn verschillende mogelijkheden. Sommige hebben wel 2 contacten, maar verwisselen de 1-0 en 0-1 modus. Dit zorgt voor moeilijkheden in de praktijk voor het sturen van de juiste contacten. Daarnaast zien we ook PV-contacten. Wanneer de PV-installatie elektriciteit opwekt wordt het contact geschakeld waarbij de boilerlading en bufferlading verhoogd worden.

Daarnaast ook het SWW-contact, daarbij wordt het setpoint van de boiler verhoogd. Ook het peak shaving contact komt voor. Dit contact zorgt voor een verbod voor het gebruik van de elektrische weerstand in de warmtepomp, daarnaast kan aan de hand van de instellingen de compressor stilgelegd worden om zo het piekvermogen te beperken. Kijk dus zeker na in de handleiding of en welke contacten er beschikbaar zijn.



Bij de verhoging in verwarmingsmodus zien we dat ca. de helft van de fabrikanten een verhoging van de gewenste aanvoertemperatuur zal toepassen. De andere helft verhoogt de gewenste ruimtetemperatuur.

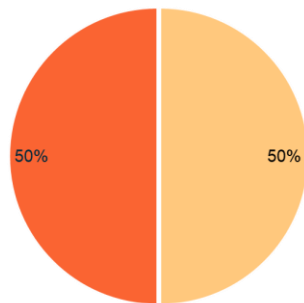




Voor koelmodus staat er in de regelgeving niets eenduidig geschreven. Bij navraag bij de warmtepompfabrikanten zien we dat bij de lucht-water warmtepompen de helft voorzien is van instellingen voor de SGR-contacten. Voor bodem-water is dit 43%. We kunnen dus besluiten dat de SGR-contacten minder bekend zijn in koelmodus dan in verwarmingsmodus, dat terwijl daar misschien wel meer winst te maken valt. De PV-injectie zal veel vaker de ingestelde drempel overschrijden dan in de winter door de meer voorkomende en intensere zonschijn.

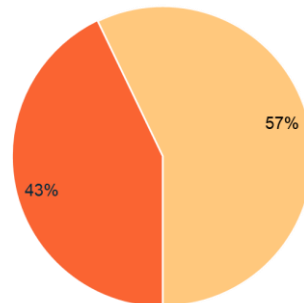
Lucht-water Koeling

■ SGR ■ Geen SGR



Bodem-water Koeling

■ SGR ■ Geen SGR



Voor- en nadelen

Het grootste voordeel van SG Ready en gelijkaardige protocollen is dat dit op veel toestellen aanwezig is. Om een toestel met SGR-contacten te kunnen sturen, volstaat het om een eenvoudig extern systeem te hebben dat slechts 2 potentiaalvrije contacten kan aansturen. Zowat alle gebouwbeheersystemen en domoticasystemen beschikken over modules waarmee dit gerealiseerd kan worden. Het is relatief eenvoudig op te zetten doordat er slechts 4 combinaties mogelijk zijn waardoor er weinig kans op fouten is. Daarnaast vraagt de implementatie weinig onderhoud, er zijn geen software updates of protocolwijzigingen nodig.

Het nadeel van dit systeem is dat er heel weinig informatie wordt overgebracht. Dit kan enkel in de richting naar de warmtepomp, er is geen feedback van de warmtepomp naar het stuursysteem waardoor je niet weet of de warmtepomp reageert op het stuursignaal. Daarnaast is er ook een bekabelde verbinding nodig tussen de stuurmodule en de warmtepomp.



Modbus

Modbus is een veelgebruikt communicatieprotocol in industriële installaties en gebouwinstallaties dat is ontwikkeld om de communicatie tussen verschillende elektronische apparaten of systemen te vergemakkelijken.



De Modbus communicatie is gebaseerd op het master en slave principe waarbij de master een request stuurt naar een slave. Als de slave het bericht correct ontvangen heeft, zal hij een antwoordbericht terugsturen met de gevraagde data. Elke slave heeft een uniek adres en de data wordt opgeslagen in registervelden.

De specificatie van de modbus-communicatie vereist duidelijke definities van verschillende parameters. Deze moeten door de fabrikant worden gedefinieerd. We vertrekken vanuit een voorbeeld om te kijken welke parameters er allemaal nodig zijn.

NIBE S1155 / S1255

Function	ID	Type of register	Size	Unit	Factor	Mode
Outdoor temperature (BT1)	1	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Supply temperature (BT2) (F1255)	5	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Return temperature (BT3)	7	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Hot water top (BT7)	8	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Hot water charging (BT6)	9	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Brine in (BT10)	10	FC04 Input Register	s16	°C	10	R
Brine out (BT11)	11	FC04 Input Register	s16	°C	10	R

Figuur 2: Voorbeeld parameterlijst (Bron: Nibe)

Register adres

De kolom 'ID' geeft het registeradres weer. Dit is de positie van de gewenste waarde in het registerbereik in het apparaat. In bovenstaande voorbeeld wordt de "supply temperature" opgeslagen in registeren met ID 5.

Type register

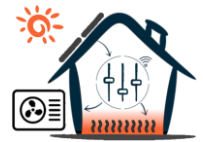
Registers hebben verschillende doeleinden en zijn ontworpen om verschillende soorten gegevens op te slaan. Hieronder staat een kort overzicht van het verschil tussen de 4 Modbus-registertypes.

Discrete Output Coils FC 01-05-15 Binaire gegevens (aan/uit-statussen) Lezen en schrijven	Discrete Input Contacts FC 02-04 Binaire gegevens Alleen lezen	Analog output Holding Registers FC 06-16 Numerieke gegevens (16/32-bits) Lezen en schrijven	Analog Input Register FC 03 Numerieke gegevens Alleen lezen
--	--	--	---

Functie-code

In de kolom van het type registers staat hier ook de Functie-code vermeld. Het is een cijfer dat aangeeft welke actie het master-apparaat wil uitvoeren op een bepaald register van het slave-apparaat. In dit voorbeeld zien we FC04, functiecode 4 staan wat wil zeggen dat het master-apparaat het input register wil lezen.

Bv. 1: Read Coil, 4: Read Input Register, 5: Write Single Coil



datatype (Size)

datatype waarin de numerieke waarde in een register worden opgeslagen. Het bepaalt hoe de binair gecodeerde waarde in het register moeten worden vertaald om een begrijpbare numerieke waarde te verkrijgen.

Bv.

u8	8 bit	0..255
s8	8 bit met 1 tekenbit	-128..127
s16	16 bit met 1 tekenbit	-32768..32767

Conversiefactor

Factor waarmee de gelezen of geschreven waardes moeten worden vermenigvuldigd om de gewenste eenheid te verkrijgen.

Eenheid

De eenheid waarin de gegevens worden uitgedrukt.

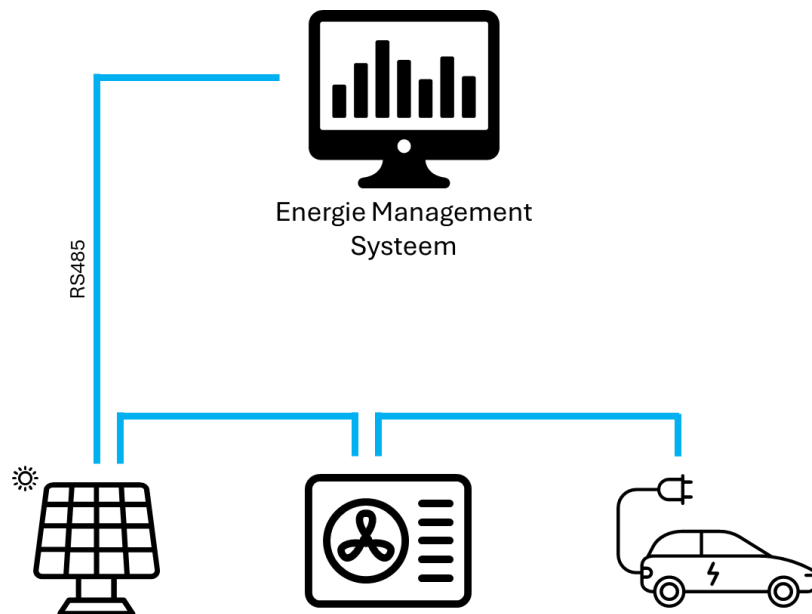
Mode

De mode geeft weer of de functie geschreven (W) of gelezen (R) kan worden of beide.

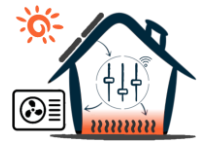
Modbus RTU

Modbus RTU maakt gebruik van een seriële communicatieverbinding (meestal RS-485), een vaste bekabeling tussen de apparaten, om informatie te verzenden tussen een masterapparaat (bv. een computer) en 1 of meerdere slave-apparaten (bv. warmtepomp, elektrische auto, zonnepanelen).

De verbinding kan tot stand gebracht worden door de juiste seriële instellingen te maken (baudrate, aantal start- en stopbits, pariteit en een uniek adres per slave).



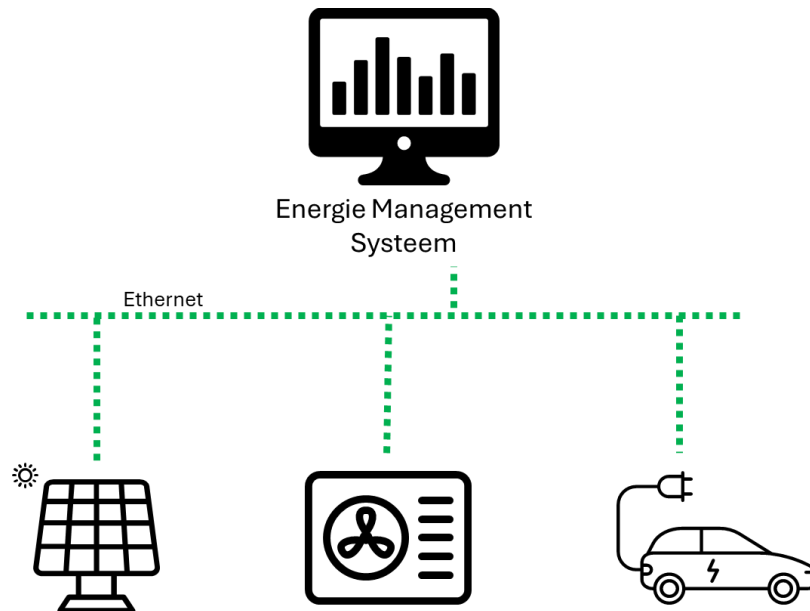
Figuur 3: Modbus RTU



Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP is gebaseerd op het Modbus RTU protocol, maar hierbij wordt het pakket ingepakt in een TCP/IP pakket dat via het TCP/IP-netwerk verzonden wordt. Dit kan dus bekabeld (ethernet) zijn, maar kan ook op het bestaande lokale draadloze netwerk data opvragen en doorsturen.

De master en slave toestellen moeten unieke IP adressen hebben zodat de TCP/IP pakketten aan de juiste apparaten worden afgeleverd.

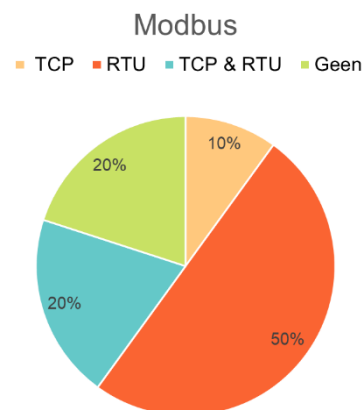


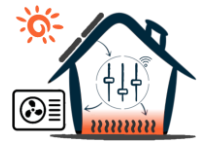
Figuur 4: Modbus TCP/IP

Modbus in de praktijk

Uit het marktonderzoek blijkt dat 50% van de warmtepompen Modbus RTU ondersteunt, 10% Modbus TCP en 20% beide. 20% van de fabrikanten ondersteunt geen Modbus communicatie met de warmtepomp.

Het is opgevallen dat de kennis over Modbus-communicatie bij veel fabrikanten nog niet optimaal is. Bovendien zijn ze vaak terughoudend omdat het gebruik van een onjuiste parameter de werking van de warmtepomp kan beïnvloeden of zelfs kan blokkeren. Het verkrijgen van parameterlijsten blijkt moeilijk te zijn en de ondersteuning en kennis zijn vaak beperkt.





Voor- en nadelen

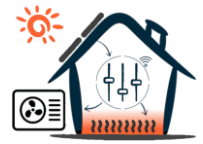
Modbus biedt verschillende voordelen. Het is een lokaal protocol, wat betekent dat er directe communicatie mogelijk is tussen de warmtepomp en het gebouwbeheersysteem. Hierdoor kunnen er grote hoeveelheden informatie worden overgedragen. In tegenstelling tot SGR-contacten, stelt Modbus je in staat om niet alleen de warmtepomp aan te sturen, maar ook om feedback te krijgen en te zien of en hoe de warmtepomp reageert. Bovendien kun je veel parameters van de warmtepomp uitlezen. Daarnaast hebben veel apparaten op de markt een Modbus-interface, wat het gemakkelijk maakt om ze te integreren.

Modbus TCP/IP heeft als voordeel dat het op een bestaand IP-netwerk kan worden gebruikt, zonder dat er extra bekabeling nodig is zoals bij Modbus RTU.

Hoewel Modbus een standaard is, is er veel vrijheid bij de implementatie ervan. Fabrikanten bepalen zelf welke registers worden gebruikt en welke adressen ze krijgen en welke richtlijnen ze hanteren. Daarom is het belangrijk dat een Modbus-interface gedocumenteerd is in een specificatiedocument om bruikbaar te zijn.

Vanwege de low-level benadering van Modbus bestaat er een risico op fouten bij het omzetten van menselijke taal naar computertaal. Een verkeerde instelling van de getalnotatie of conversiefactor kan leiden tot misinterpretatie van uitgelezen registers. Bij het aansturen van registers kan een fout grote gevolgen hebben, zoals het per ongeluk overschrijven van een register met een verkeerde waarde.

Een ander nadeel, vooral van toepassing op Modbus TCP/IP, is het ontbreken van encryptie en authenticatie. Dit betekent dat elk apparaat op hetzelfde IP-netwerk als de warmtepomp ermee kan communiceren. Als een van deze apparaten gehackt wordt, kan dit grote gevolgen hebben. Sommige fabrikanten raden het gebruik van Modbus TCP/IP zelfs af in thuisnetwerken.



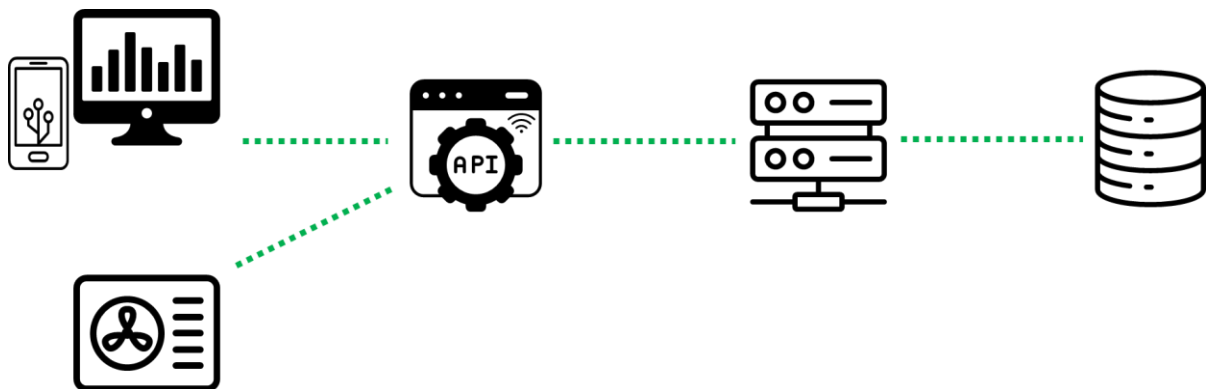
API

API staat voor Application Programming Interface en verwijst naar een set regels, protocollen en tools waarmee verschillende softwareapplicaties kunnen communiceren en gegevens kunnen uitwisselen.

Bij warmtepompen kunnen API's worden gebruikt als een manier om communicatie tussen verschillende systemen mogelijk te maken, waaronder het integreren van warmtepompen in het gebouwbeheersysteem. Via de API kan het gebouwbeheersysteem toegang krijgen tot temperatuurinstellingen, energieverbruik, bedrijfsstatus, storingen en andere relevante informatie van de warmtepomp. Daarnaast kunnen gebruikers door middel van de API de warmtepomp op afstand bedienen. Zoals het aanpassen van de temperatuurinstellingen, in- of uitschakelen van de warmtepomp, instellen van specifieke modus. Hierdoor kan het gebouwbeheersysteem de warmtepomp integreren in de slimme sturing.

Cloud API

In een cloud API oplossing maakt de warmtepomp verbinding met een server via internet waarop software draait die door de fabrikant wordt beheerd. De fabrikant stelt deze ter beschikking via een API waardoor interactie met de warmtepomp mogelijk is. De API maakt communicatie tussen softwareprogramma's mogelijk op een niveau dat dichterbij de mensen taal ligt dan bij computertaal. Vaak worden 'GET' en 'POST' gebruikt om informatie op te vragen of aan te passen. Meestal gebeurt dit via het HTTP-protocol, dat ook voor websites wordt gebruikt. Om een API te kunnen gebruiken, is documentatie nodig waarin wordt uitgelegd hoe de authenticatie verloopt, naar welk adres API-calls moeten worden gestuurd en welke parameters eventueel moeten worden meegegeven in de API-call.



Figuur 5: Cloud API

Het voordeel van API ten opzichte van Modbus of de SGR-contacten, is dat het lokale communicatie kan doen maar ook externe communicatie over het internet. Het is dus mogelijk om gegevens op te vragen of door te sturen wanneer je niet thuis bent.



Lokale API

Een lokale API werkt op dezelfde manier als een cloud API, maar in plaats van een server in de cloud, wordt er rechtstreeks met het aan te sturen en/of uit te lezen toestel gecommuniceerd. In ons geval dus in de warmtepomp. De lokale API communiceert alleen tussen apparaten die zich in hetzelfde netwerk bevinden.



Figuur 6: Lokale API

Voor- en nadelen

Doordat alles via software verloopt, is er geen nood aan een specifieke hardwarematige interface. De enige vereiste is een verbinding met het lokale netwerk, of in het geval van een cloud API, ook een verbinding met het internet. Het nadeel van werken met een API is dat, net zoals bij Modus, het heel merkafhankelijk is hoe bepaalde functies geïmplementeerd worden en dus ook hier documentatie noodzakelijk is.

Cloud API's hebben specifieke voor- en nadelen. Doordat ze afhankelijk zijn van een internetverbinding, werkt de sturing niet wanneer de internetconnectiviteit wegvalt of als er problemen zijn met de servers in de cloud. Afhankelijk van de snelheid van de internetverbinding kunnen er ook vertragingen optreden. Het voordeel van de cloud API is dat de sturing kan plaatsvinden vanuit andere cloud-gebaseerde platforms en dus ook vanop externe locaties.

Een andere nadeel van een cloud API is de beveiliging. Meestal verloopt deze communicatie over een beveiligde HTTPS verbinding waarbij authenticatie noodzakelijk is maar indien deze verbinding gehackt zou worden, is het wel mogelijk om de apparaten vanop afstand aan te sturen of uit te lezen. Identiek aan de verbindingen met zonnepanelen die mogelijk uitgeschakeld kunnen worden, geldt dit ook voor warmtepompen.

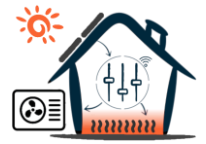
Lokale API's zorgen ervoor dat gebruikers volledige controle hebben over hun systeem zonder afhankelijk te zijn van externe servers of internetverbindingen. In het algemeen zijn de reactietijden in het lokale netwerk sneller dan waarbij data heen en weer moet worden verzonden over het internet. Door het gebruik van lokale API's minimaliseer je het risico op beveiligingsproblemen. Daar tegenover hangt wel het nadeel dat het minder flexibel is voor externe toegang.

Voorbeeld (Nibe Uplink – cloud API)

API call: <https://api.nibeuplink.com/api/v1/systems>

Respos:

```
{
  "page": 1,
  "itemsPerPage": 30,
  "numItems": 1,
  "objects": [
    {
      "systemId": "XXXXX",
      "name": "F1145-8,
      1x230",
      "productName": "NIBE
      F1145",
      "productImage": {
        "name": "NIBE_F1145",
        "sizes": [
          {
            "width": 75,
            "height": 100,
            "url": "/Content/Products/F1145_75x100.png"
          }
        ]
      },
      "securityLevel": "ADMIN",
      "serialNumber": "XXXXXXXXXXXXXXXX",
      "last
      ActivityDate": "2017-04-
      17T14:12:41Z",
      "connectionStatus": "ONLINE",
      "address": {
        "addressLine1": "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX",
        "addressLine2": "XXXXXXXXXXXX",
        "postalCode": "XXXXXXXX",
        "city": "XXXXXX",
        "region": "XXXXXXXXXX",
        "country": "UNITED_KINGDOM"
      },
      "hasAlarmed": false
    }
  ]
}
```



Andere communicatieprotocollen

Tijdens het marktonderzoek zijn we verschillende interfaces tegengekomen die hier niet beschreven zijn. Zo zien we KNX regelmatig terugkomen. Daarnaast was de aanwezigheid van BACnet of EEBus eerder beperkt. Sommige fabrikanten hebben ook nog hun eigen communicatieprotocollen waardoor enkel met eigen hardware gebruikt kan worden. Om een zo breed mogelijk gamma aan warmtepompen te kunnen testen ligt onze focus op de SGR-contacten en Modbus en kiezen we er voor om in dit project niet de nadruk te leggen op andere, meer merkafhankelijke interfaces.