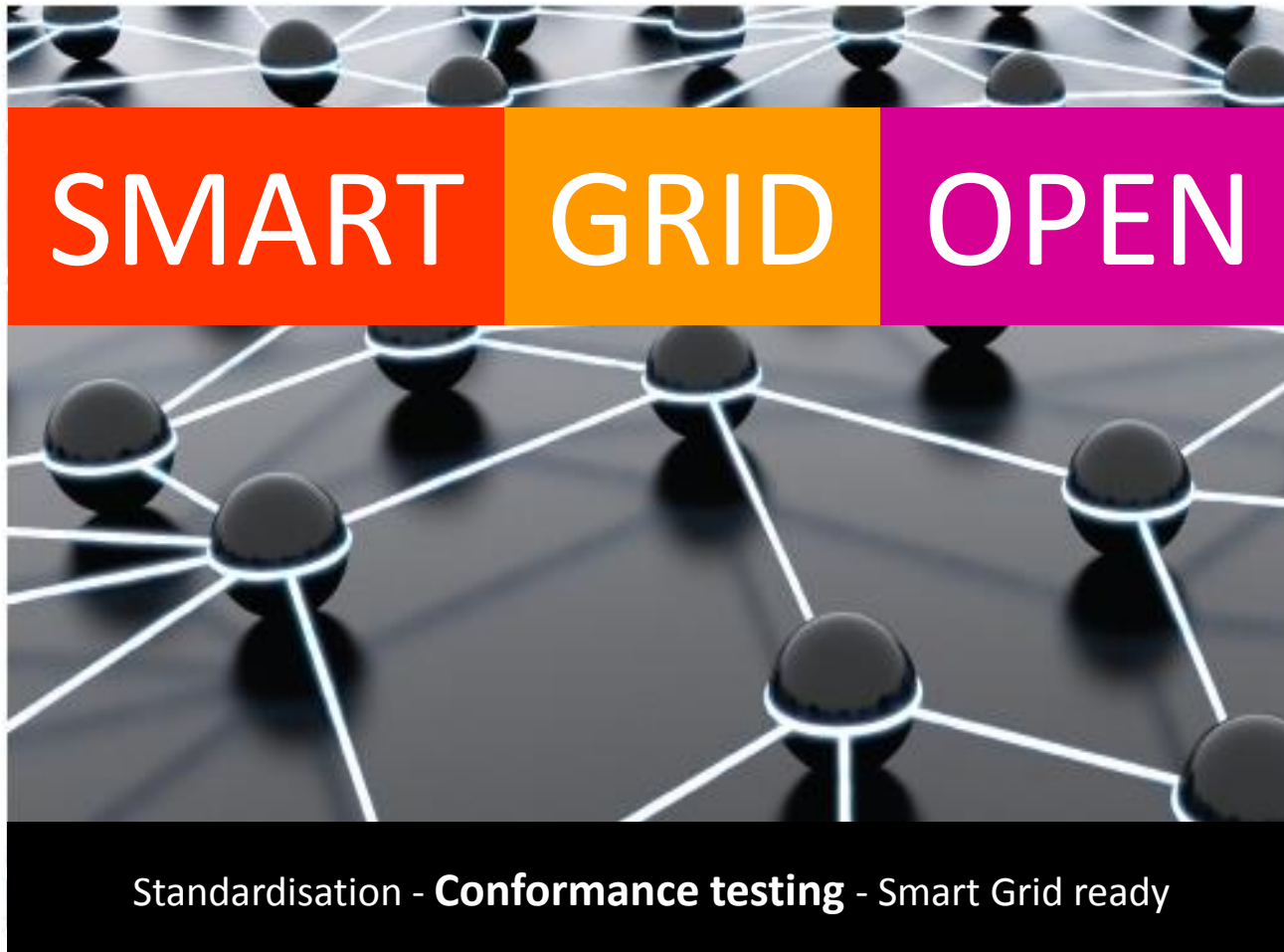


Smart Grid Ready Label – eksempel på Smart Grid Open- testmetode

Avanceret energilagring 2015 - Smart energilagring, varmepumper og batterier
Konference 1. December 2015 Teknologisk Institut, Aarhus



Kjeld Nørregaard, Senior Projektleder.

+45 7220 1317, kjn@teknologisk.dk, Teknologisk Institut, Aarhus



Energiforbruget i EnergyFlexHouse Family
Følg familiens energiforbrug live – opdateres hvert 12. minut



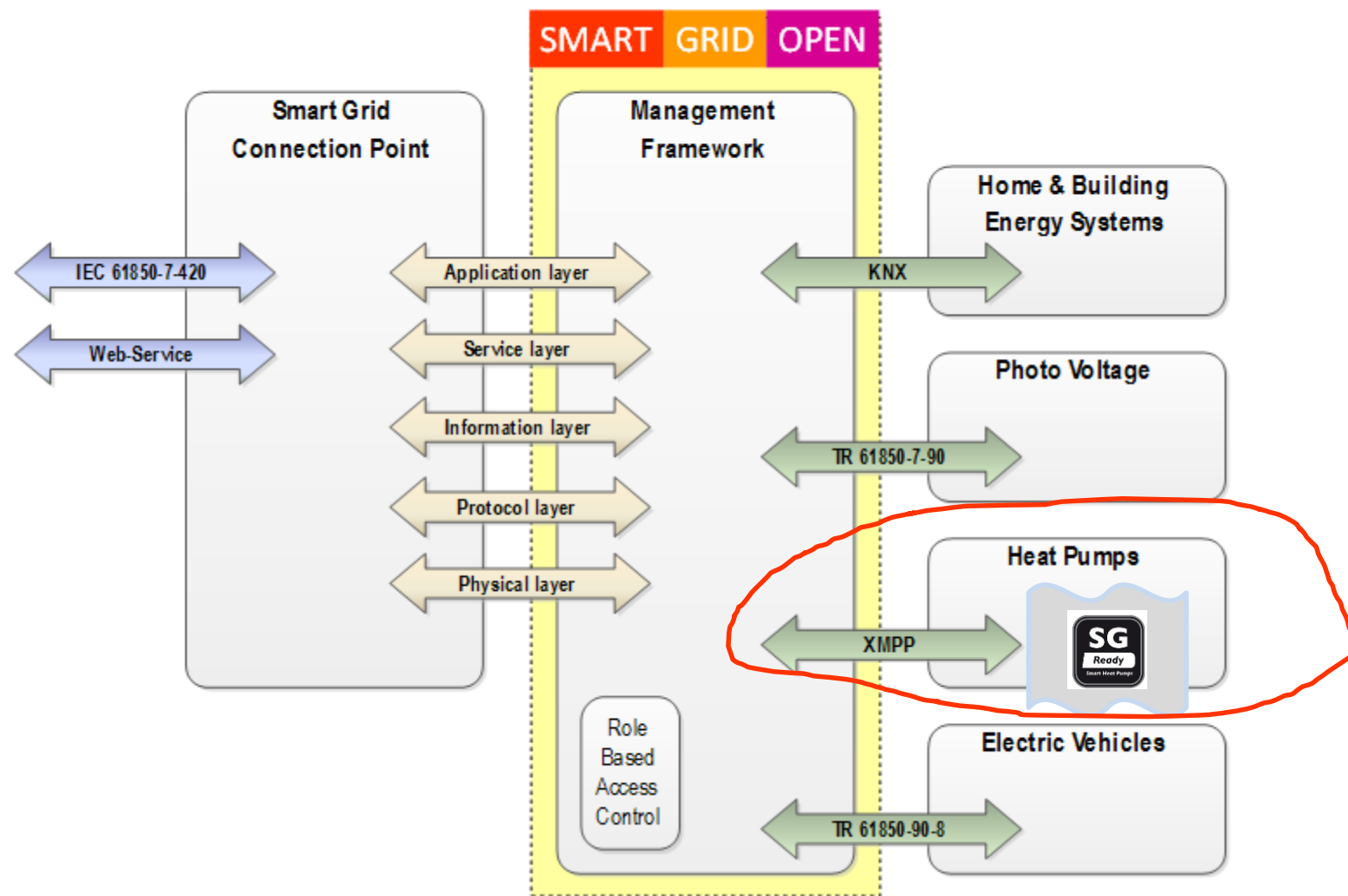
Experience from the EnergyFlexHouse used as a basis for the technical conformance test specifications.

A dialog with the producers and system integrators of Smart Grid products is essential for SGO project.

✗	✓	✓	✓	?
Home Automation	Heat Pumps	Photo Voltaics	Electric Vehicle	Storage



SG Ready label?



Smart Grid Ready varmepumper findes måske allerede med standard interface – i stort tal (i Tyskland)

- Hvad kan de?
- Hvem står bag?
- Certificering?

Nyttig for en dansk forbruger?

- Forudsætninger og betingelser



På det 10. Forum Wärmepumpe i Berlin 9. November 2012 præsenterede Bundesverband Wärmepumpe e.V. „SG Ready“-certificering af varmepumper i Tyskland.

17 leverandører står bag og vil benytte mærket.

De første modeller med SG Ready label fremvist på ISH i marts 2013.

Forbrugeren kan i fremtiden kende en Smart Grid egnet varmepumpe på SG Ready-logo mærket
(kilde: BWP)

878 varmepumper er optaget på listen^{*)} som SG Ready per 17. aug. 2015

^{*)} BWP Modell-Liste "SG Ready"-Label für Smart-Grid-fähige Wärmepumpen (Stand: 17.08.2015)

For at være SG Ready skal varmepumpen ifølge Bundesverband Wärmepumpe (BWP) kunne styres af to styresignaler, til at arbejde i fire forskellige tilstande

- **4 forskellige SG Ready modes bestemmes af 2 styresignaler**

Normal drift og 3 unormale SG Ready styrede tilstande:

Stop i op til 2 timer, Øget drift, Kør maximum

- **Betriebszustand 1** (1 Schaltzustand, bei Klemmenlösung: 1:0):

Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten **EVU-Sperre** und umfasst maximal **2 Stunden „harte“ Sperrzeit**.

*“**Must Stop**”. Denne indstilling slukker for varmepumpen, bagudkompatibel til tidsbestemt EVU signal anvendt af tyske energileverandører, og inkluderer højest to timers “hård” slukning.*

- **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.

*“**Normal drift**”. I denne indstilling kører varmepumpen efter energieffektive normale grænser, med varmefylde-rata for højest 2 timers off.*

- **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.

*”High”. Med denne indstilling kører varmepumpen indenfor gængse regler med **forøget** opvarmning af rum og varmandsbeholder.*

*Dette **forcerer IKKE** varmepumpen til at køre, men øger opvarmning i henhold til en effekt-anbefaling.*

- **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:
 Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird **aktiv** eingeschaltet.
 Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und **elektrische Zusatzheizungen**) wird aktiv eingeschaltet, optional: **höhere Temperatur** in den Wärmespeichern

*”**Must Max**”. Her omhandles en indstilling, der **forcerer** varmepumpen til at køre, så længe dette er **muligt** indenfor reglerne. For denne indstilling skal der være forskellige tarif- og anvendelsesmodeller til forskellige reguleringsmodeller for regulatoren.:*

*Version 1: Varmepumpen (kompressoren) bliver tændt **aktivt***

*Version 2: Varmepumpen (kompressoren og **elvarmepatron**) bliver aktivt tændt*

*Valgfrit: **højere temperatur** i varmelageret.*

SGO forståelse af hhv

Kommando

Forventet reaktion

SG-Mode			
Bit 0	Bit 1	Low / High	
	0	0	1
	1	0	1
Forced / normal	0	Normal Operation	High
	1	Must Stop	Must Max

SG-Mode-reaktion			
Bit 0	Bit 1	Lav / Øget	
	0	0	1
	1	0	1
Tvang / Normal	0	Normal Operation	VP optager midlertidigt (<2 timer) mere elektrisk effekt end i Normal Operation. Komfort grænser har prioritet Formål: På grund af priser anbefales oplagring af varme i rum og akkumuleringstanke.
	1	Varmepumpen stoppes midlertidigt (<2 timer). Frostsikring eller minimum komfort grænse har prioritet Formål: Problemer i elnettet (f.eks. manglende produktion, lokal underspænding) eller deltagelse i aggregeret salg (VPP) kræver varmepumpen stoppet.	VP optager midlertidigt (<2 timer) mere elektrisk effekt end i Normal Operation. Høje sikkerhedsgrenser har prioritet Formål: På grund af problemer med overspænding i elnettet lokalt kræves højeste last

SGO forståelse af hhv

Kommando

Forslag til forståelse af
forventet reaktion

SG-Mode			
Bit 1 \ Bit 0		Low / High	
		0	1
Forced / normal	0	Normal Operation	High
	1	Must Stop	Must Max

SG-Mode-reaktion?			
Bit 1 \ Bit 0		Lav / Øget	
		0	1
Tvang / Normal	0	Normal Drift	Anbefalet øgning af setpunkter med f.eks. 3°
	1	Setpunkter ændres midlertidigt til frostsikring eller minimum komfort grænse	Setpunkter øges midlertidigt til maximum indenfor sikkerhedsgrænser

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) har en label-kommission, der bevilger adgang til at benytte SG Ready label på en varmepumpe.

Sammensætning af label-kommissionen og betingelserne for bevilling er endnu ikke kendt (ud over betaling af label-gebyr og kontingent til BWP).

Det fremgår ikke af SG Ready betingelser, at der forudsættes en godkendt test.

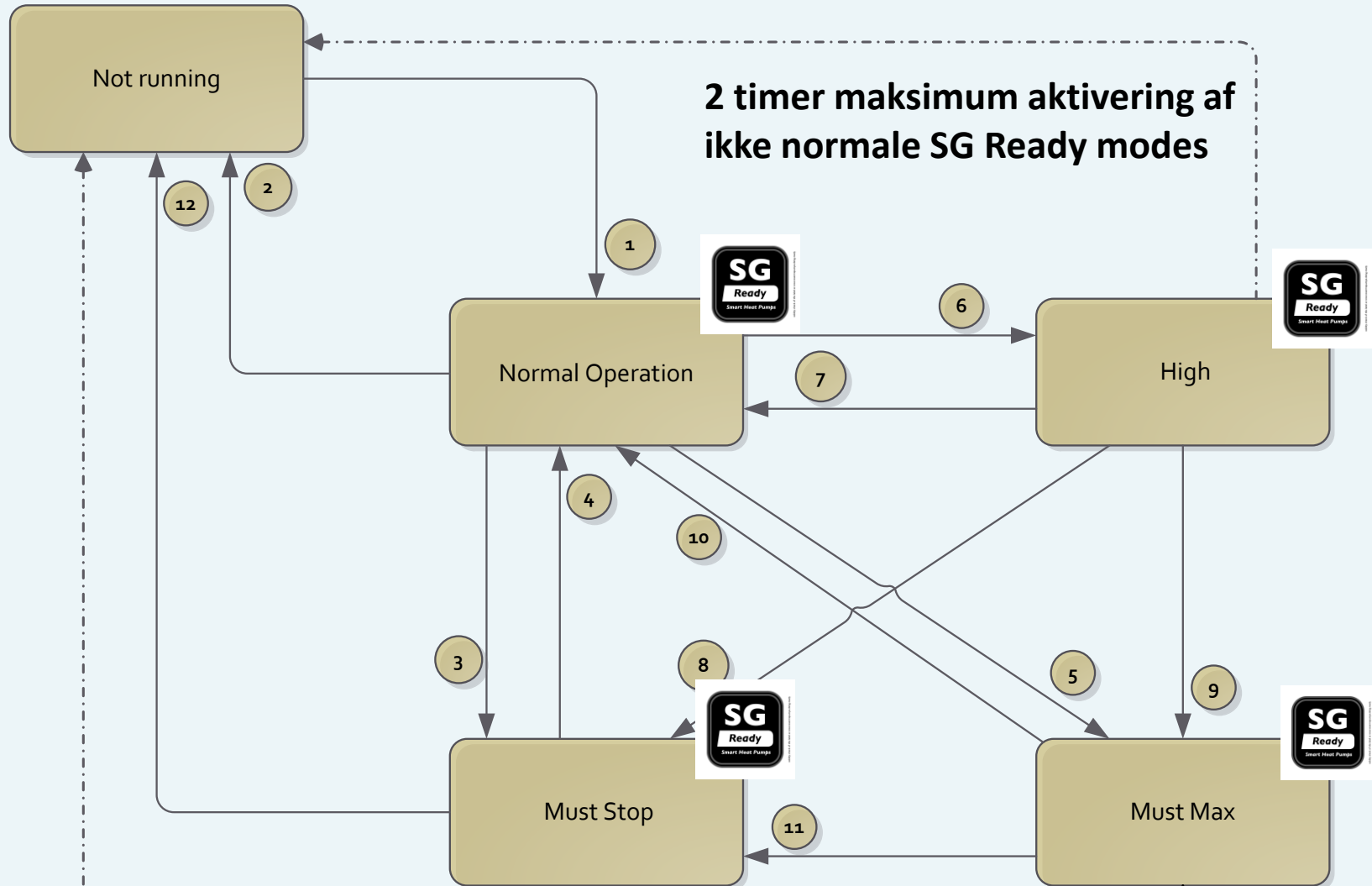


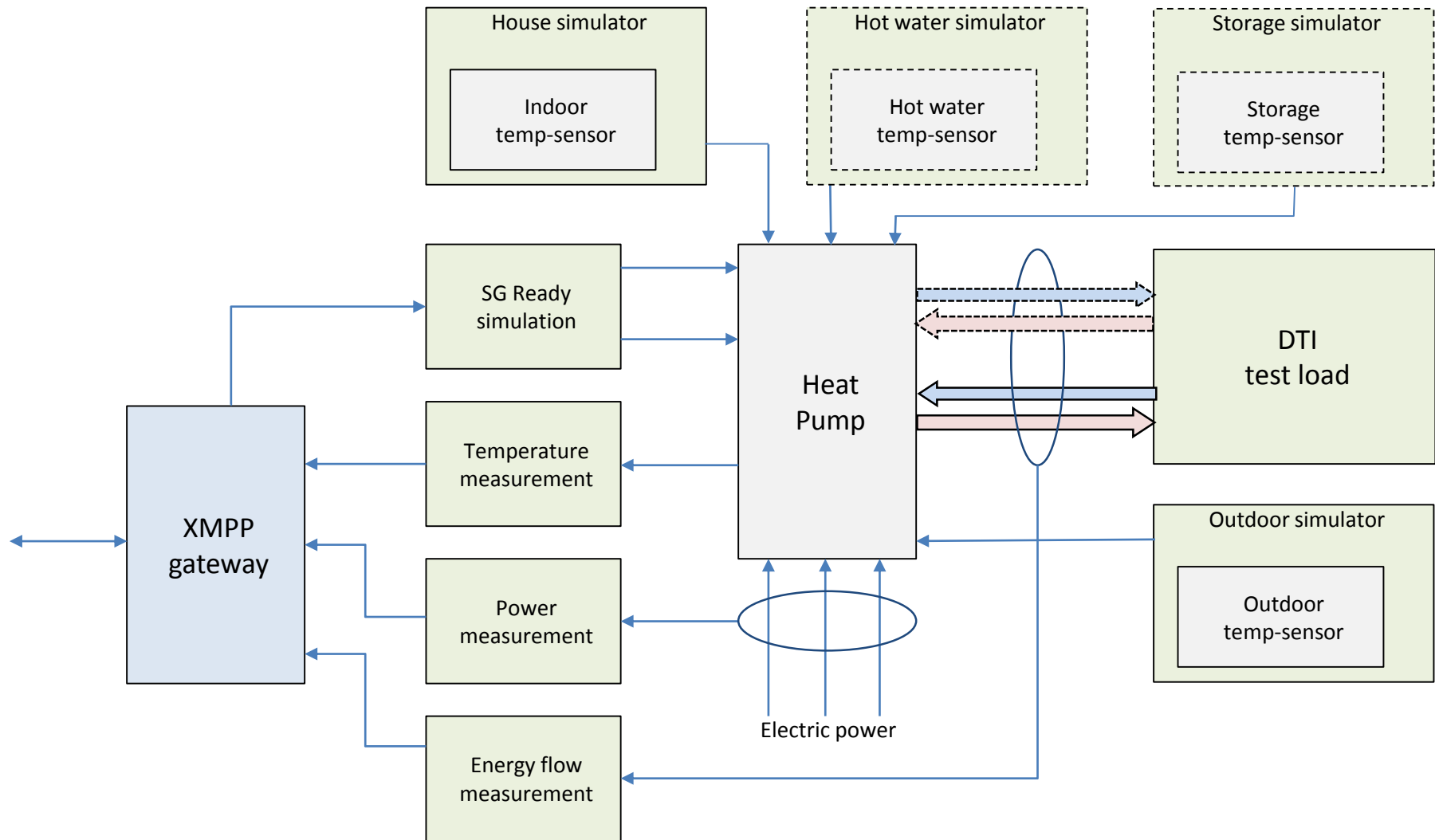
Overensstemmelsestest?

2 elektriske diskrete signaler styrer 4 forskellige SG Ready modes

- **Hvor svært kan det lige være at teste 4 kombinationer af 2 signaler?**
- **Leverandørerne kan nemt realisere og teste denne funktionalitet?**

2 timer maksimum aktivering af ikke normale SG Ready modes

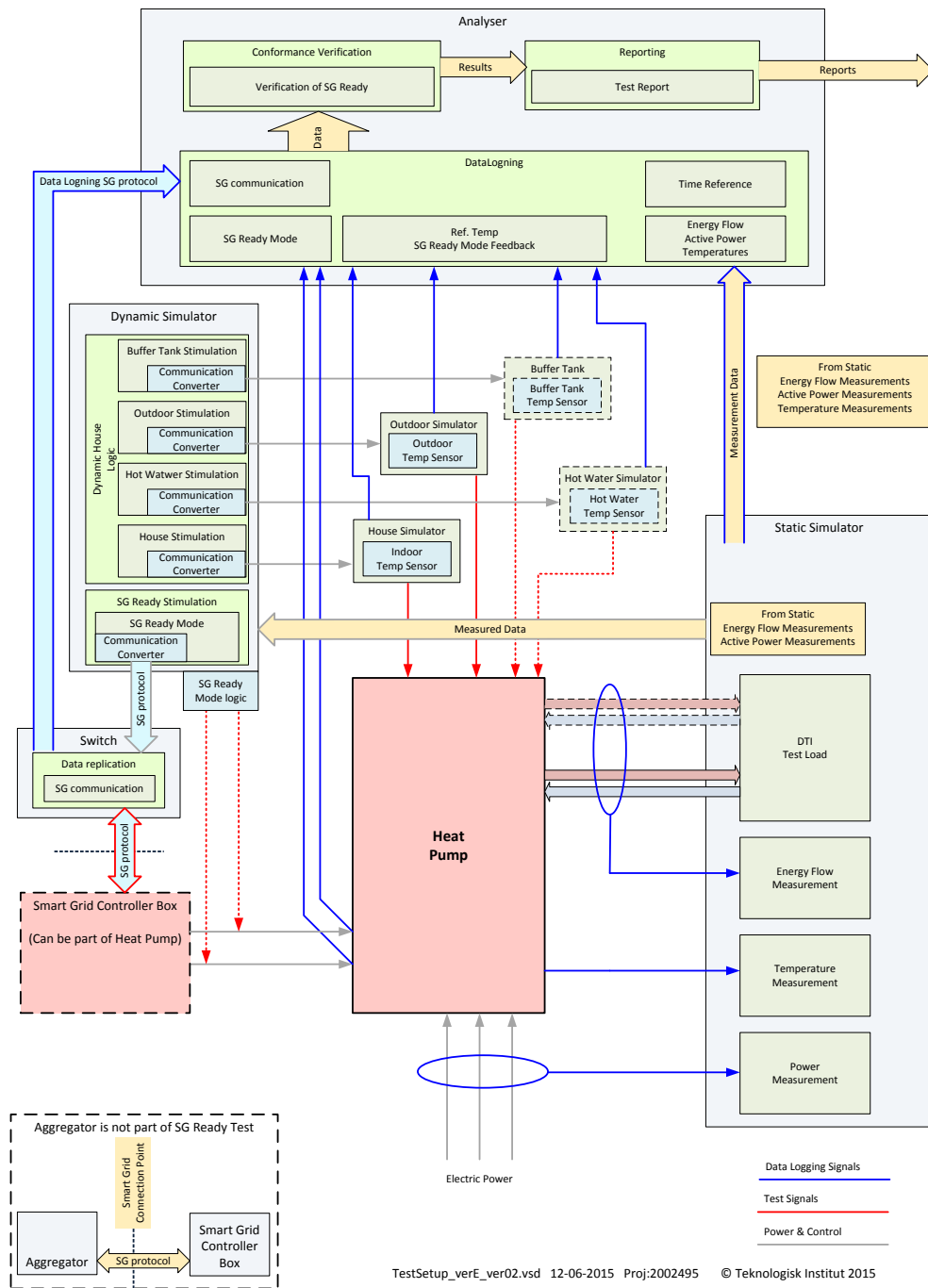


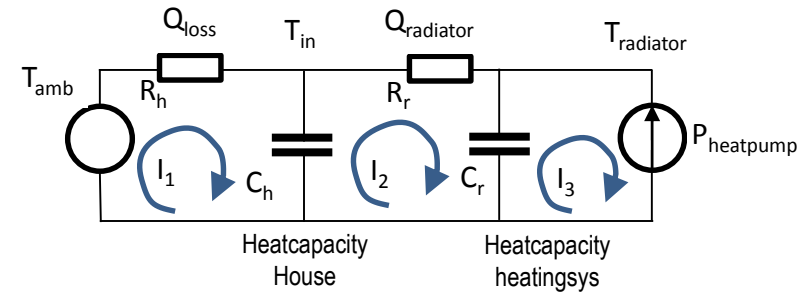
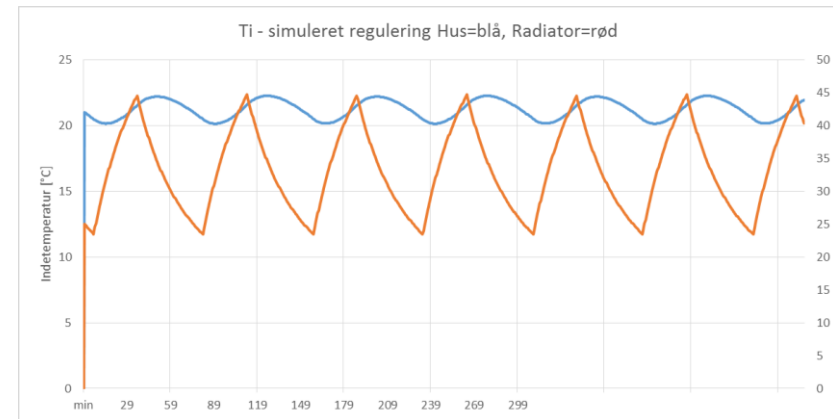
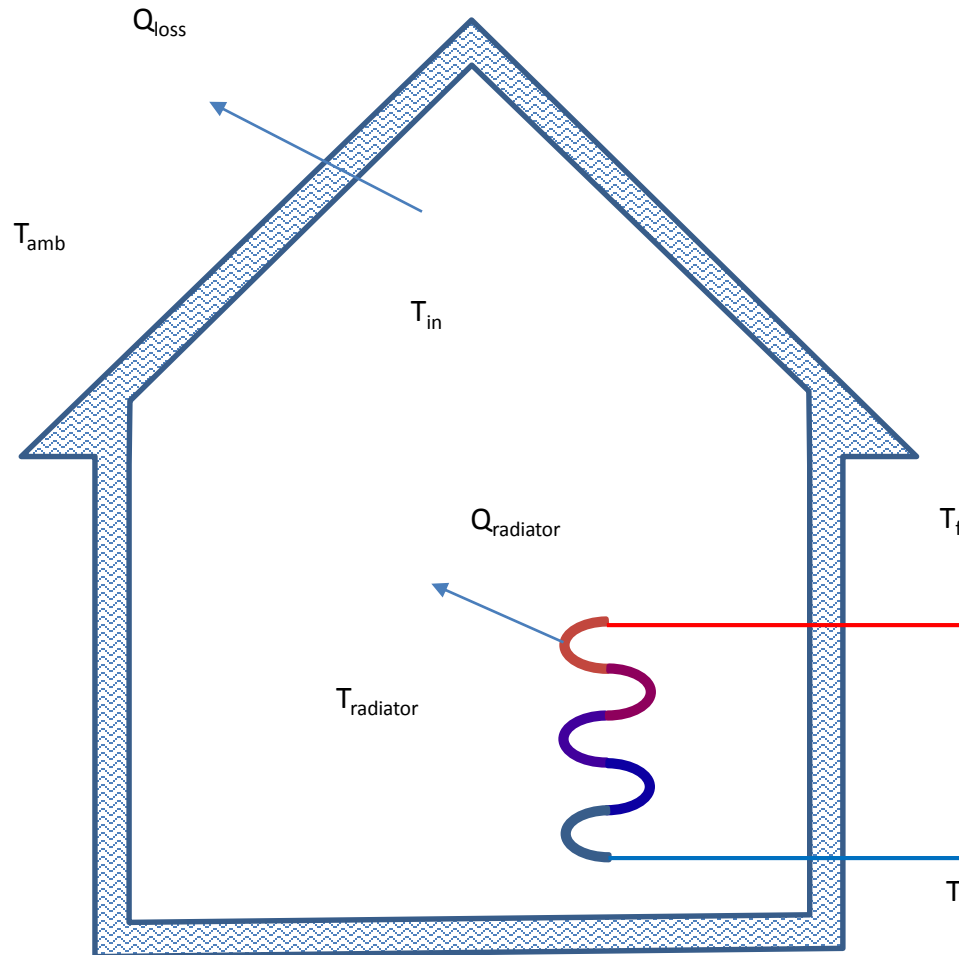


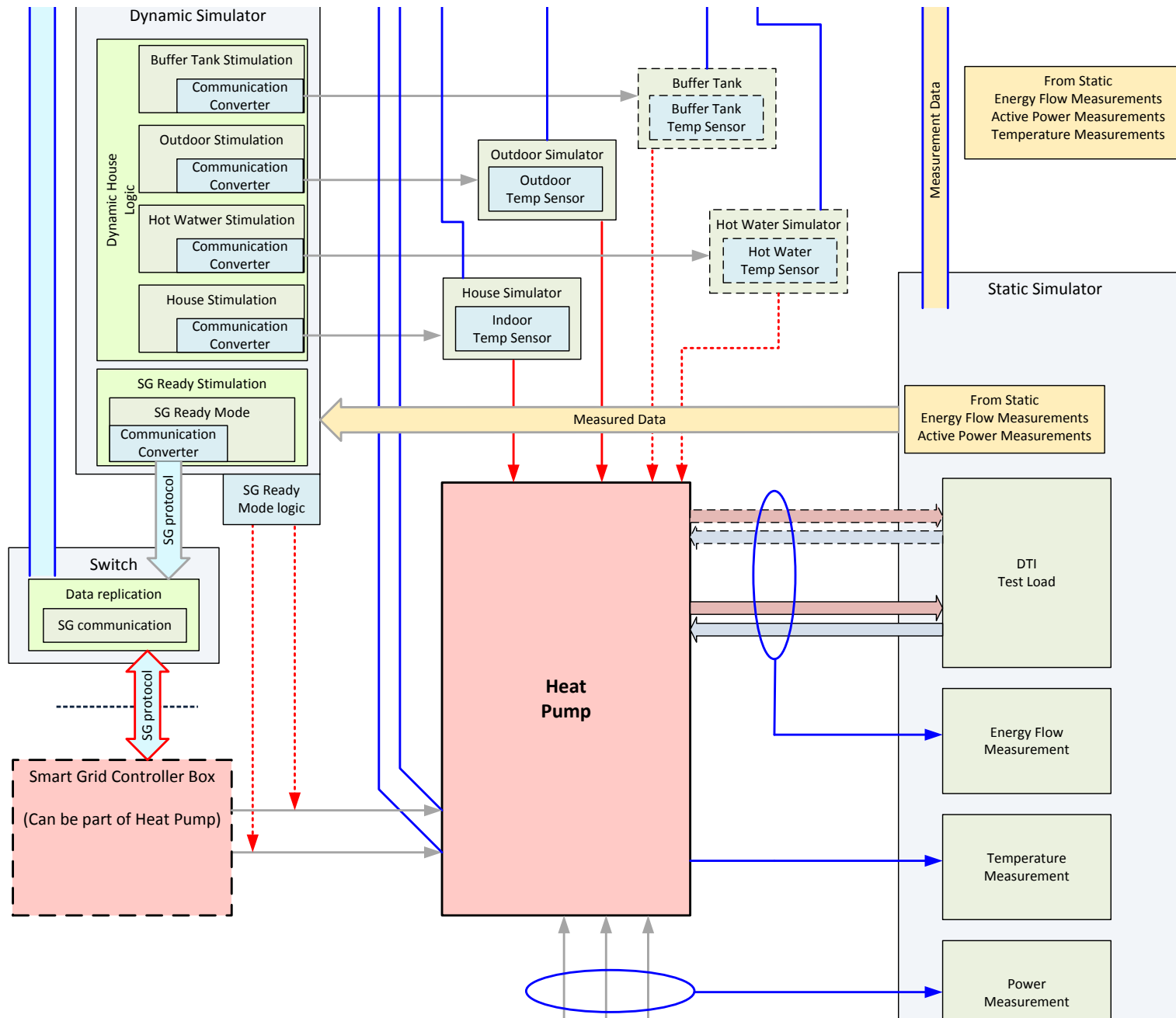
Før			Action		Forventet Resultat			Resultat		
	Ønsket FremløbsTemperatur	Målt Aktiv Effekt på HP				Ønsket FremløbsTemperatur	Målt Aktiv Effekt på HP		Ønsket FremløbsTemperatur	Målt Aktiv Effekt på HP
HP			Fra Mode	Til Mode	HP			HP		
Kører	Normalt level	Normalt niveau	Normal Operation	Must Stop	Stopper	Ingen Ændring	Faldende til lav	Stopper	Ingen Ændring	Faldende til lav
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Normal Operation	Must Stop	Kører Ikke	Ingen Ændring	Ingen Ændring	Kører Ikke	Ingen Ændring	Ingen Ændring
Kører	Normalt level	Højt niveau	Normal Operation	High	Kører	Stigning til High Level	Stigende til høj	Kører	Stigning til High Level	Stigende til høj
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Normal Operation	High	Starter	Stigning til High Level	Stigende til høj	Starter	Stigning til High Level	Stigende til høj
Kører	Normalt level	Højt niveau	Normal Operation	Must Max	Kører	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj	Kører	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Normal Operation	Must Max	Starter	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj	Starter/St:	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Must Stop	Normal Operation	Starter	Ingen Ændring	Stigende til høj	Starter	Ingen Ændring	Stigende til høj
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Must Stop	High	Starter	Stigning til High Level	Stigende til høj	Starter	Stigning til High Level	Stigende til høj
Kører Ikke	Normalt level	Lavt Niveau	Must Stop	Must Max	Starter	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj	Starter/St:	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj
Kører	Normalt level	Normalt niveau	Must Stop	Normal Operation	Kører Ikke	Ingen Ændring	Ingen Ændring	Kører Ikke	Ingen Ændring	Ingen Ændring
Kører	Normalt level	Højt niveau	Must Stop	High	Kører Ikke	Stigning til High Level	Ingen Ændring	Kører Ikke	Stigning til High Level	Ingen Ændring
Kører	Normalt level	Højt niveau	Must Stop	Must Max	Kører Ikke	Stigning til Must Max Level	Ingen Ændring	Kører Ikke	Stigning til Must Max Level	Ingen Ændring
Kører	High level	Normalt niveau	High	Normal Operation	Kører	Falder til Normalt level	Faldende til lav	Kører	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører Ikke	High level	Lavt Niveau	High	Normal Operation	Kører Ikke	Falder til Normalt level	Faldende til lav	Kører Ikke	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører	High level	Højt niveau	High	Must Max	Kører	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj	Kører	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj
Kører Ikke	High level	Lavt Niveau	High	Must Max	Starter	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj	Starter/St:	Stigning til Must Max Level	Stigende til høj
Kører	High level	Normalt niveau	High	Must Stop	Stopper	Falder til Normalt level	Faldende til lav	Stopper	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører Ikke	High level	Lavt Niveau	High	Must Stop	kører Ikke	Falder til Normalt level	Faldende til lav	kører Ikke	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører	Must Max level	Normalt niveau	Must Max	Normal Operation	Kører	Falder til Normalt level	Faldende til lav	Kører	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører	Must Max level	Højt niveau	Must Max	High	Kører	Falder til High Level	Faldende til lav	Kører	Falder til High Level	Faldende til lav
Kører	Must Max level	Normalt niveau	Must Max	Must Stop	Stopper	Falder til Normalt level	Faldende til lav	Stopper	Falder til Normalt level	Faldende til lav
Kører Ikke	Must Max level	Lavt Niveau	Must Max	Normal Operation	Kører	Falder til Normalt level	Stigende til høj	Kører	Falder til Normalt level	Stigende til høj
Kører Ikke	Must Max level	Lavt Niveau	Must Max	High	Kører	Falder til High Level	Stigende til høj	Kører	Falder til High Level	Stigende til høj
Kører Ikke	Must Max level	Lavt Niveau	Must Max	Must Stop	Kører Ikke	Falder til Normalt level	Ingen Ændring	Kører Ikke	Falder til Normalt level	Ingen Ændring

- Kompressor starter kun efter kompressor timeout

Generic Test Setup for Smart Grid Ready Heat Pump Conformance Testing.



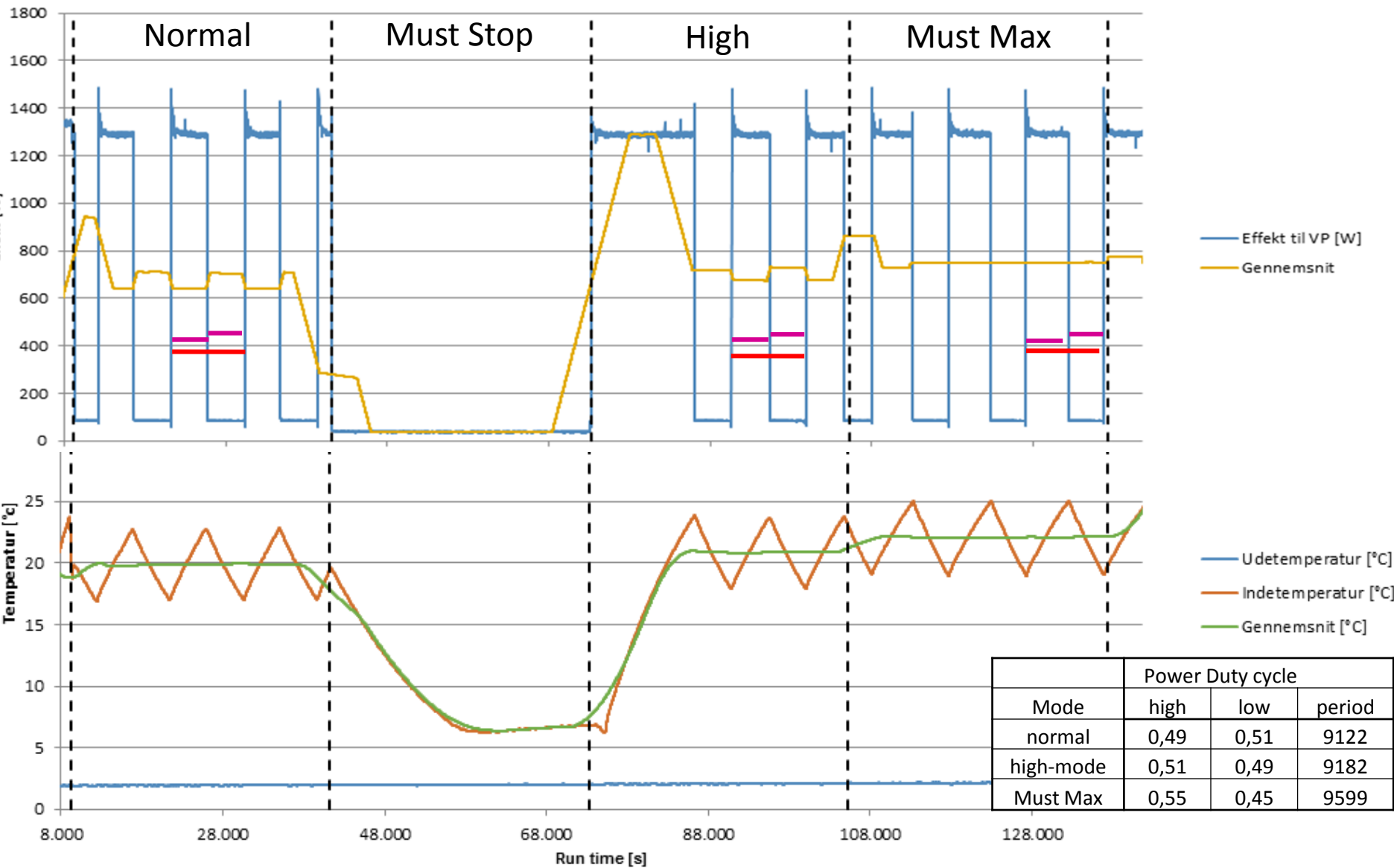


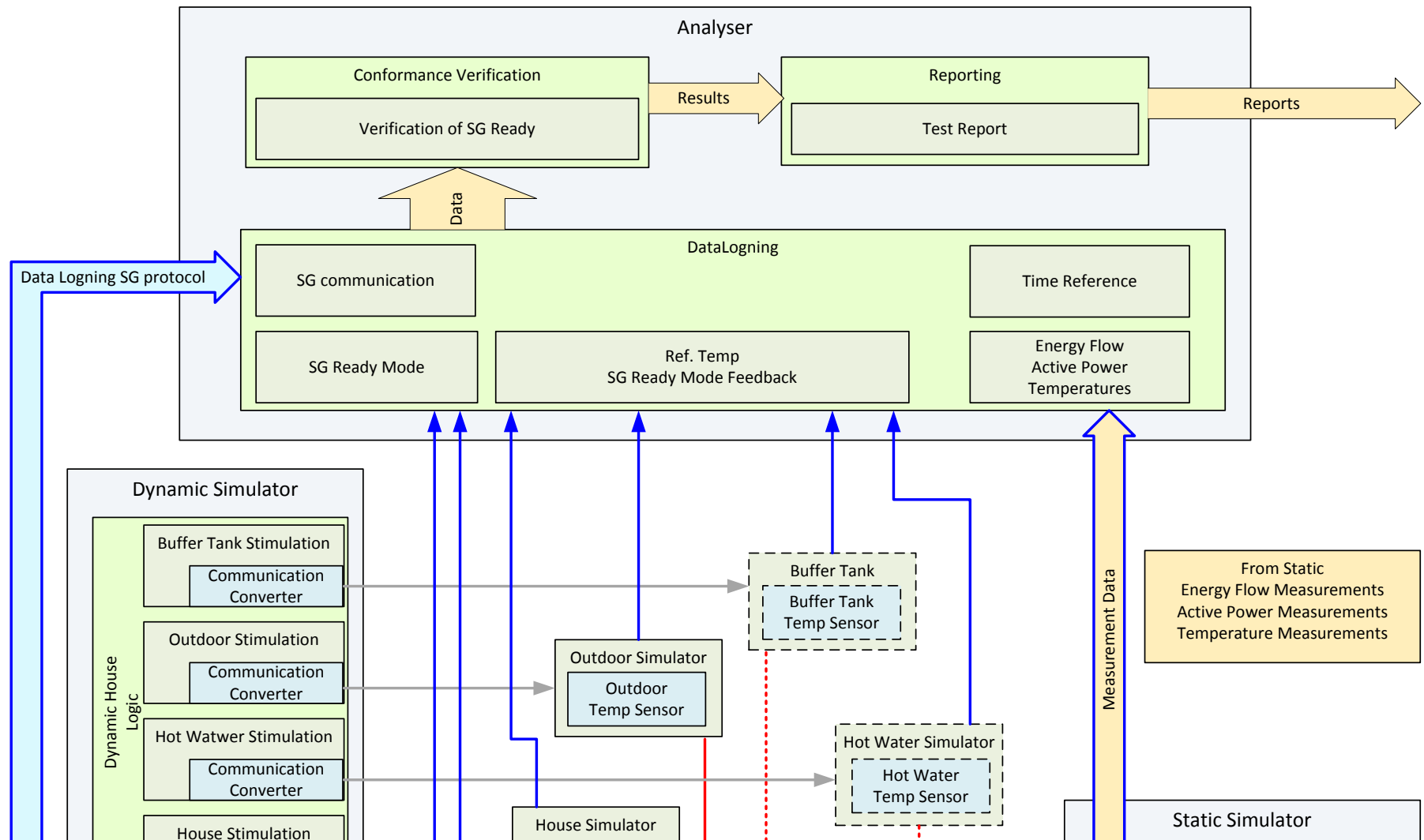


Initial test with dynamic house temperature feedback but no water temperature feedback.

SG-Ready mode =

DUT: Heat Pump no. SGO-04 / 20151130





Scope.....

Terms and definitions.....

Summary.....

Reference architecture – SGAM.....

 Test use case headlines

Test methodology

 Basic concept.....

 Unit description – technical fact sheet.....

 System description – Real life.....

 System description – Laboratory

 Test specification and requirements

Test reports

 Reference system

 Unit test

 System test.....

 Final result.....

Recommendations

 Standardisation

 Power system.....

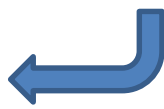
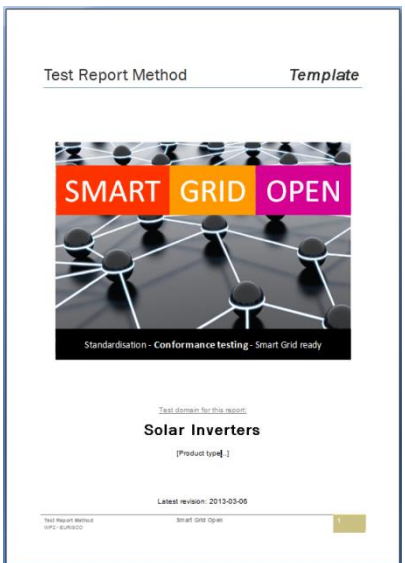
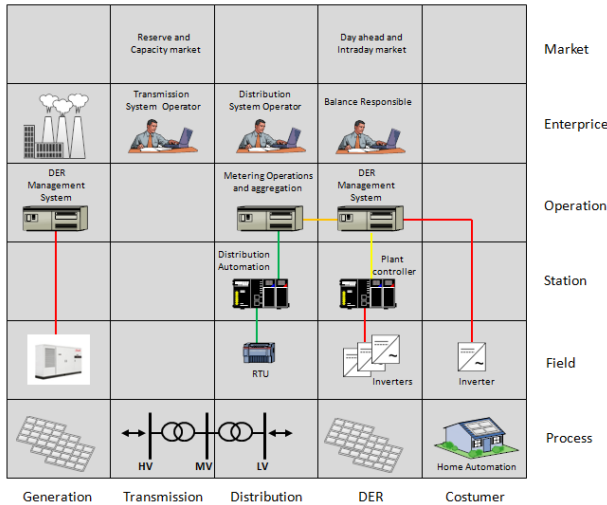
 Product.....

ANNEX.....

 List of test equipment.....

 Test use cases - detailed

- 1. Immediate control functions for power converters
 - a. Function INV1: connect / disconnect from grid
 - b. Function INV2: adjust maximum generation level up/down
 - c. Function INV3: adjust power factor
 - d. Function INV4: request active power (charge or discharge storage)
 - e. Function INV5: pricing signal for charge/discharge action
- 2. Volt-var management modes
 - a. Volt-var mode VV11: available vars support mode with no impact on w
 - b. Volt-var mode VV12: maximum var support mode based on *VVMax*
 - c. Volt-var mode VV13: static power converter mode based on settings
 - d. Volt-var mode VV14: passive mode with no var support
- 3. Frequency-watt management modes
 - a. Frequency-watt mode FW21: high frequency reduces active power
 - b. Frequency-watt mode FW22: constraining generating/charging by frequency



- ✓ Varmepumpens reaktion på Smart Grid styring kan testes
- ✓ Det giver god mening at benytte dynamisk test ved SG Ready verificering
- ✓ Ikke alle produkter på SG Ready listen, reagerer som forventet
- ✓ Der er behov for certificering af Smart Grid Ready funktionalitet
- ! (Rygtet vil vide at varmepumper med EVU styring automatisk er optaget på SG Ready listen hos BWP i Tyskland
 - og det kan ikke afvises på basis af de første par stikprøver.)

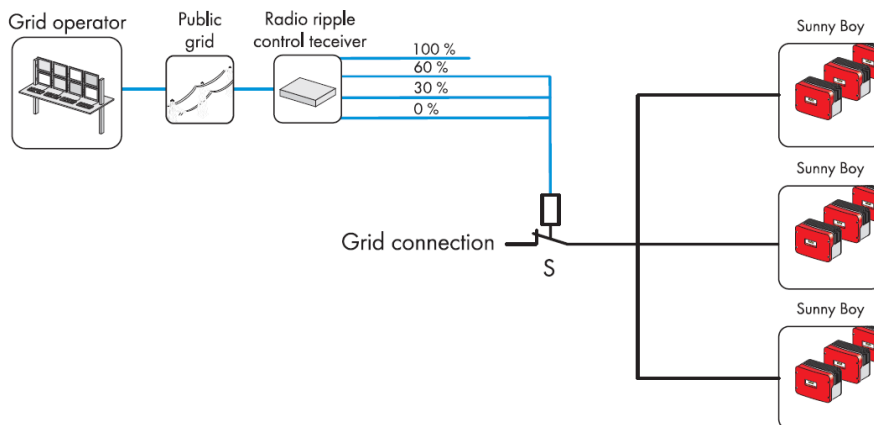
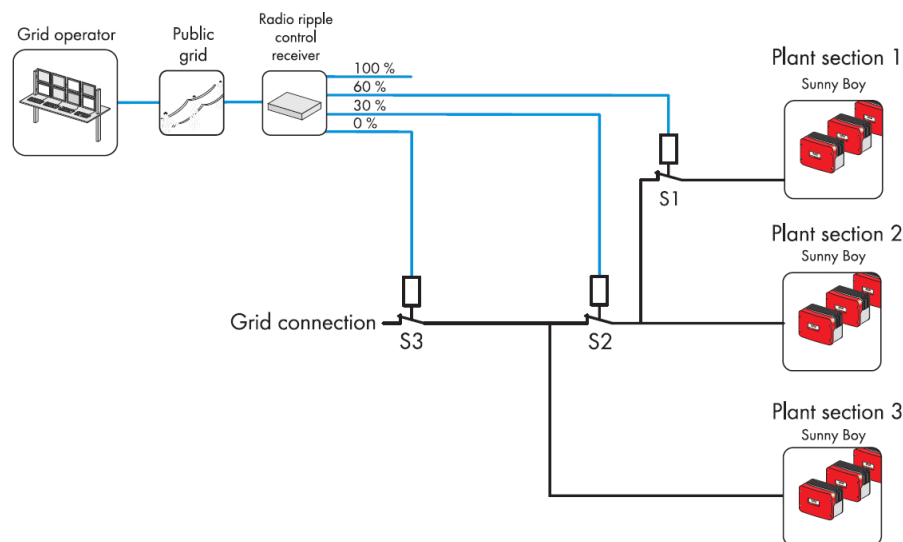
De to diskrete signaler synes primært at være rettet mod at kunne understøtte lokale elnet med f.eks. store andele af PV, som kan skabe både overspænding og mangel ved pludselig udfald.

- SG Ready MustStop og MustMax modes kan være nyttige for netselskabet, hvis reaktionen kommer hurtigt.
- SG Ready MustStop og High modes kan være nyttige for en aggregator.
- Netselskab har altid prioritet over aggregator, hvis begge parter benytter signalerne.

I forhold til at kunne understøtte elnettet lokalt, kan samme to signaler så også bruges til parallelt at styre andre af de SG relevante apparater i samme installation?

- SGO projektet laver forslag til hensigtsmæssig reaktion på SGO Ready modes for forskellige apparater herunder elbil-hjemmeladning, PV-anlæg og lagring.

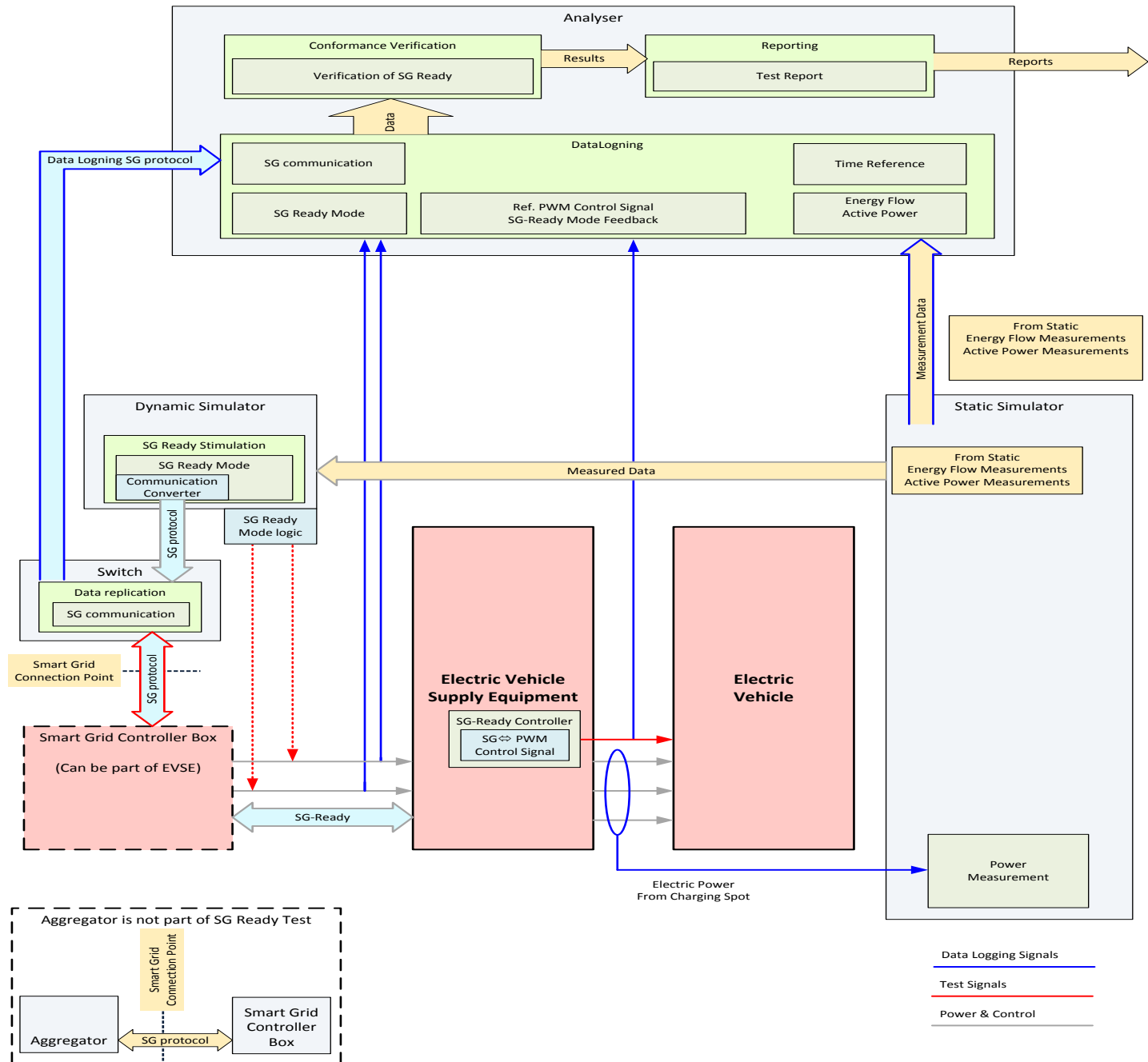
BWP SG Ready	SGO Mode	SGO Mode Description	Heat Pump	EV Home- charger	PV System (no storage)	PV inverter with local battery	Home Battery (Power Wall)
Must Stop	1	SGO - Minimum Load	Min Consumption	Min Charging (eg. 6 A)	Max Production	Max Production (PV+BAT to grid)	Max Production
Normal Operation	2	SGO - Normal Operation	Normal Operation	Intelligent Charging	Normal Production	Normal Production	Normal Operation
High	3	SGO - Charge Storage	High Operation	High Charging	Normal Production	PV no limit Recommend Charge	Recommend Charge
Must Max	4	SGO - Max Load	Max Consumption	Max Charging	Stop Production	Stop PV, Max BAT charging	Max Charging



Styring af PV anlæg med to ripple signaler kan anvendes visse steder i Tyskland, jf. teknisk note fra SMA.

Det anses derfor ikke som urelevant at overveje, om og i givet fald hvordan de samme to signaler bedst og billigst kan benyttes til at understøtte øget andel af vedvarende energi i elnettet, ved samtidig at kunne styre flere apparater.

Generic Test Setup for Smart Grid Ready EV Conformance Testing.



Udestående arbejde i SGO projektet

- Semi automatiseret test på en "black box" inverter styret varmepumpe
 - Verificering af analyse-metode til resulterende effektdata
- Test setup for SGO Ready hjemmelader for mode-3 elbil
- Kombineret parallel SGO Ready test af varmepumpe og hjemmelader
- Final reporting

Foreløbige anbefalinger

Varmepumpebranchen bør overveje om afbrydelse af elpatron i "Must Stop"-mode er nok

- Elpatronen aktiveres kun sjældent i almindelige varmepumpesystemer
- Effekten på el-balance vil være marginal i forhold til
Stop af kompressor OG elpatron

Varmepumpebranchen bør måske også overveje anbefalet funktion i "Must Max"-mode

- Umiddelbar start af kompressor alene
 - (langsom reaktion, og måske kun i kort tid)
- Umiddelbar start af elpatron alene
 - (hurtig reaktion, men måske kun i kort tid)
- Umiddelbar start Begge
 - (hurtig reaktion, men måske kun i meget kort tid)