



# Powermatching City

Een testomgeving voor SmartGrids

René Kamphuis

TNO



## Inhoud:

### Inleiding

- › Netten en ICT: SmartGrids en energie-infrastructuur
- › Huidige elektriciteitsmarkt

### Projecten

- › EU FP7 energie thema: Integral
- › SmartGrids 'living lab'
- › PowerMatchingCity/Hoogkerk

### Technologie

- › Bottom-up coordinatie van vraag en aanbod
- › PowerMatcher software agents
- › Resultaten

### Samenwerking

- › Project
- › Energie sector
- › Installatiesector
- › ICT
- › Bewoners/gebruikers
- › Technologische innovatie



## Elektriciteitsnetten en ICT

- › Elektriciteitssysteem
  - › Toename opwekking met in de tijd variabel vermogen
    - › Zon: vooral lokale instabiliteit ('hot-spots')
    - › Wind: lokale en centrale inpassing kan problemen leveren
    - › ( $\mu$ -)Warmte Kracht koppeling
  - › Toename gelijktijdigheid vraag
    - › Elektrisch vervoer
    - › Elektrische warmtepompen met bijverwarming
  - › Afname centraal vermogen (uitfasering nucleair, CO<sub>2</sub> opslag ??)
  - › Slimme interactie met gas en warmtenetten

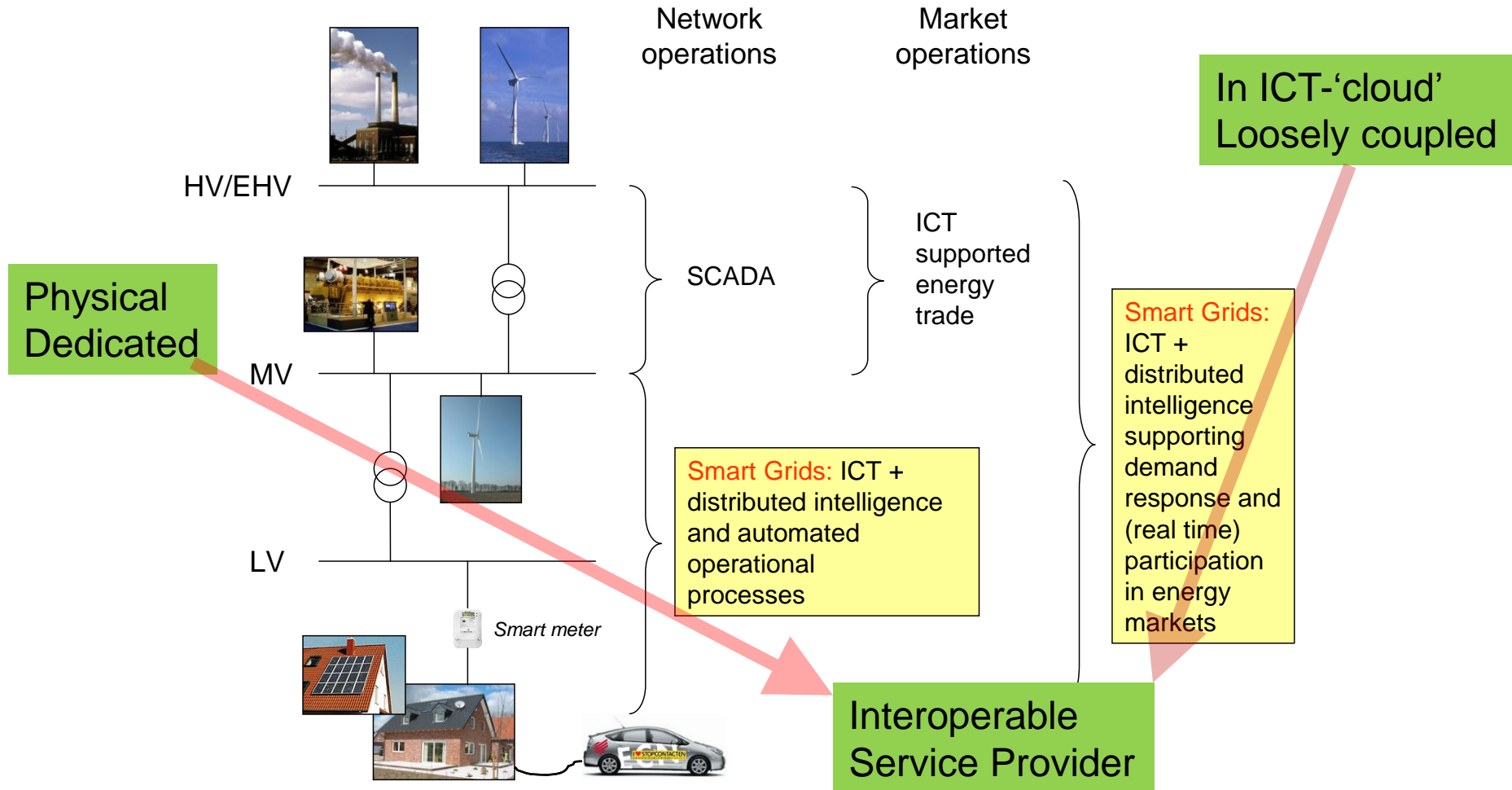
Transitie van top-down structuur met vraag ver van aanbod

->> Naar hybride structuur met vraag en aanbod dicht bij elkaar

Dit vereist metering, monitoring en coördinatie/samenwerking tot in de 'haarvaten' van het net



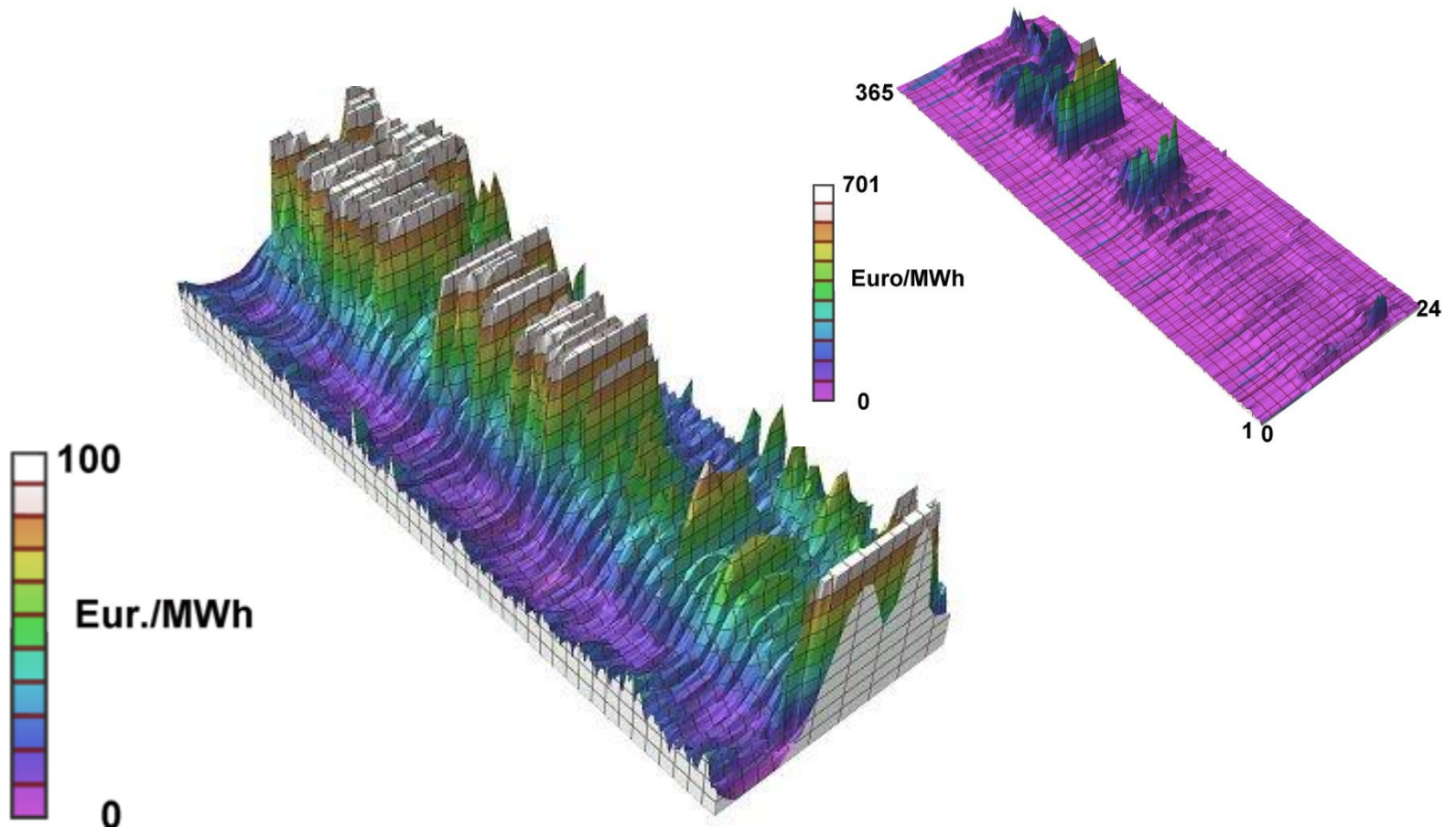
# ICT Functies voor markt en netwerk functies





# Prijstdynamiek van elektriciteitsmarkten

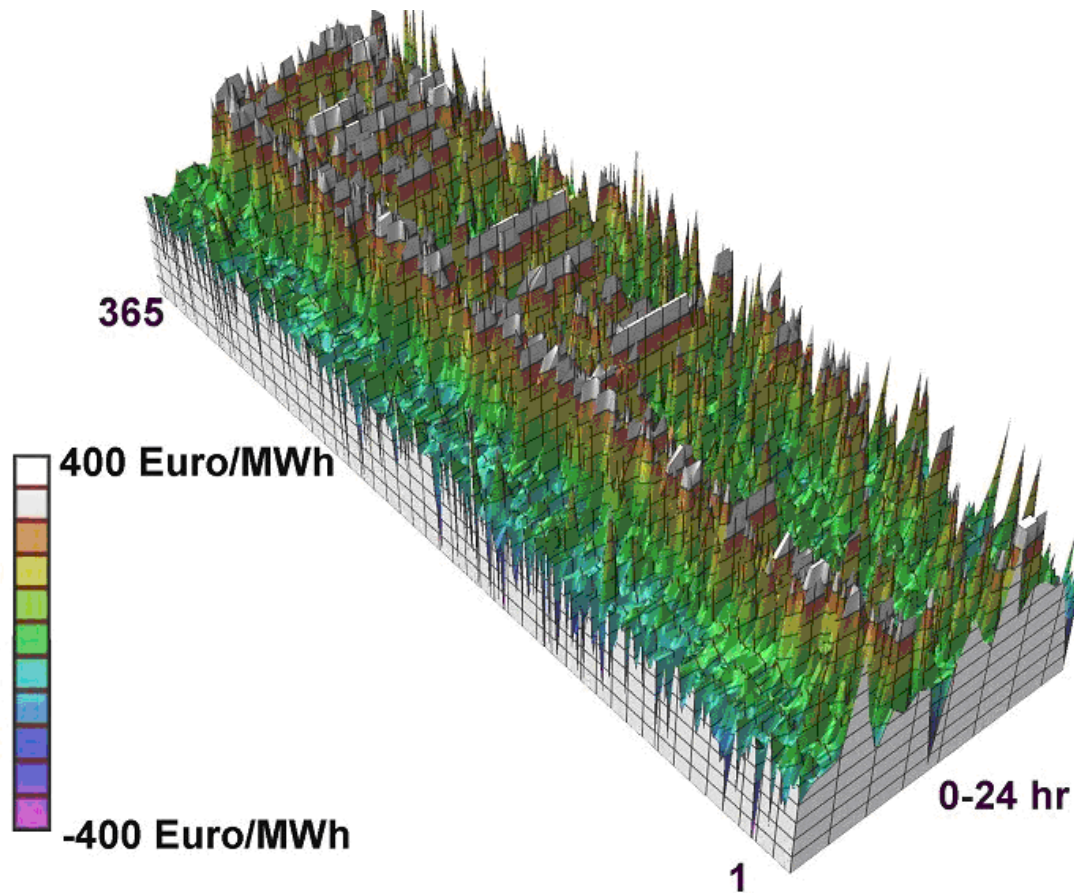
Lange termijn contracten >> ENDEX >> APX day-ahead markt (uurbasis) >> Intraday





# Prijstdynamiek van elektriciteitsmarkten

..... APX day-ahead markt >> Intraday markt >> Onbalansmarkt (kwartier)





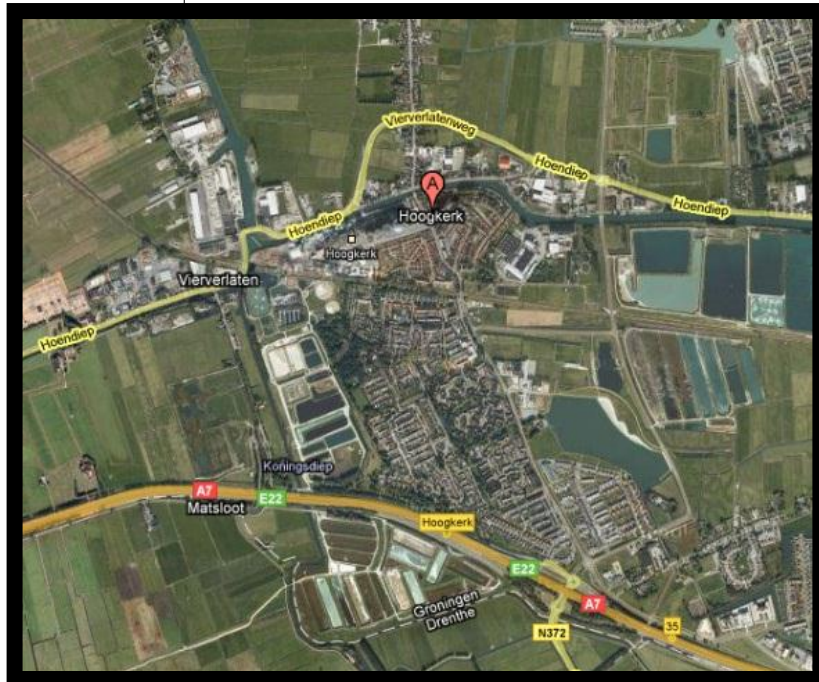
## EU FP-7 project Integral ( [www.integraldc.eu](http://www.integraldc.eu) )

- › Drie veldtesten
  - › Normale bedrijfsomstandigheden
    - › Compenseren van Wind en PV-onbalans
    - › Optimalisatie in marktportfolio
    - › Optimalisatie laden elektrisch vervoer
    - › Ramp-up/ramp-down assistentie grote centrales
  - › Kritieke bedrijfsomstandigheden
    - › Koppelen/ontkoppelen deel als 'micro-grid'
  - › Noodomstandigheden
    - › Opstartgedrag na stroomuitval met lokale opwekking in het net





## Virtuele Krachtcentrale (VPP) Hoogkerk

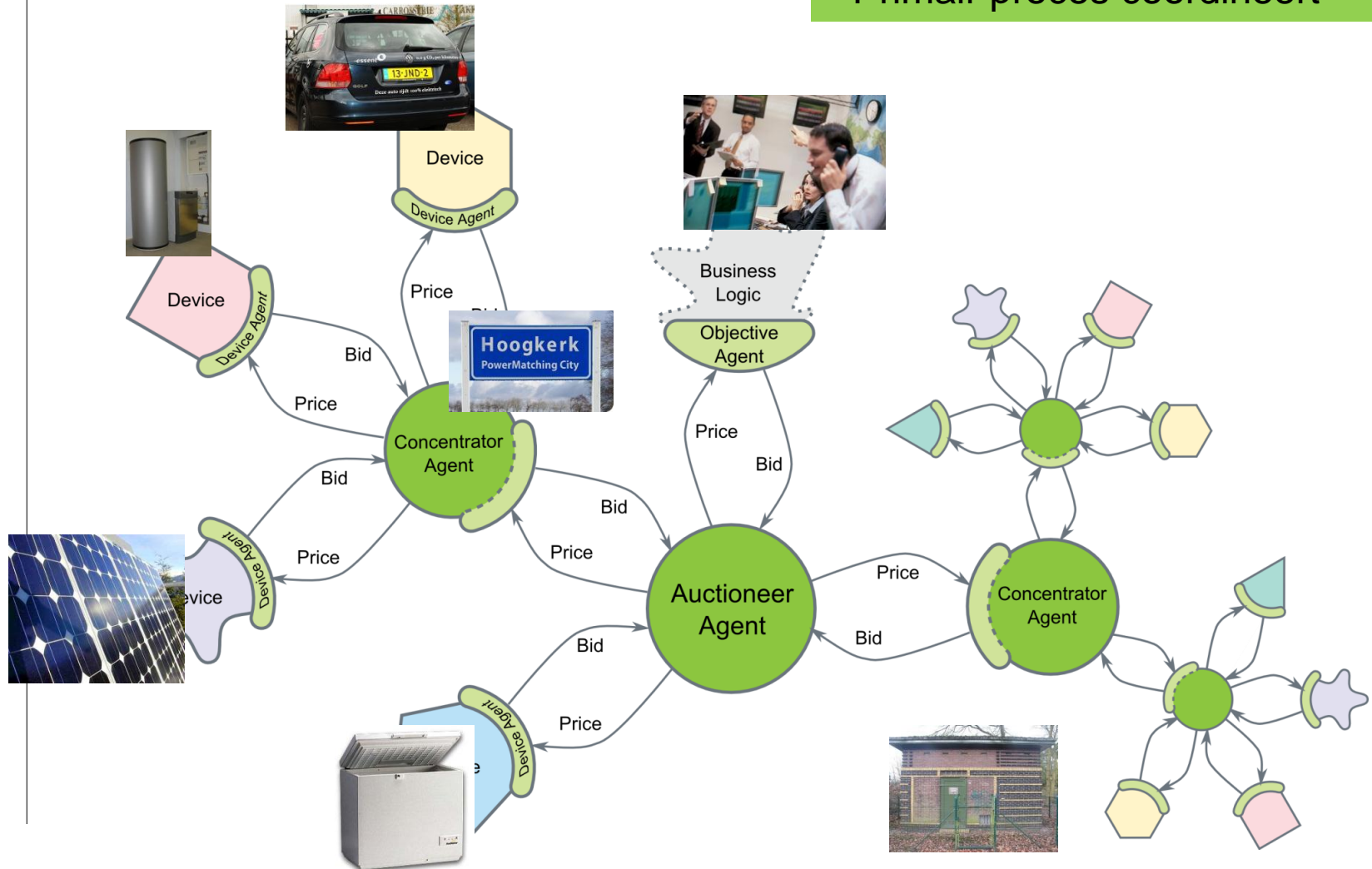


- › 25 huishoudens
- › Verwarmingsinstallatie
  - ›  $\mu$ -WKK
  - › Warmtepomp
  - › + warmteopslag
- › Windpark
- › Zonnecellen
- › Witgoed
- › Elektriciteitsopslag en EV laden
- › Netcomponenten
  - › Inzet in 8 use cases
  - › **Samenwerking** tussen vraag en aanbod



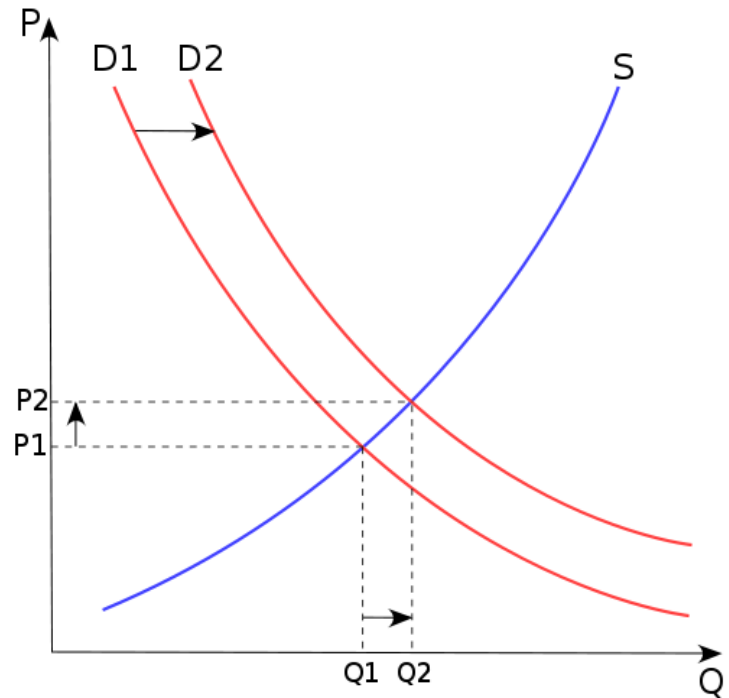
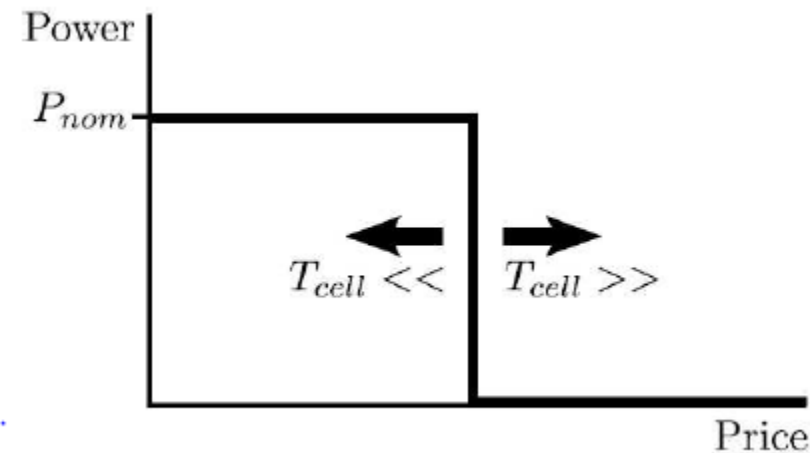
# Technologie: **POWERMATCHER** smartgrid technology

- Software agents
- Minimale message overhead
- Primair proces coordineert





## Biedcurves bijv. vriezer



- › Koppeling naar het primaire proces
- › Hoe lager de temperatuur hoe lager waarde voor vermogen
- › Door bieding en prijssignaal is het gehele cluster deelgenoot van de markt

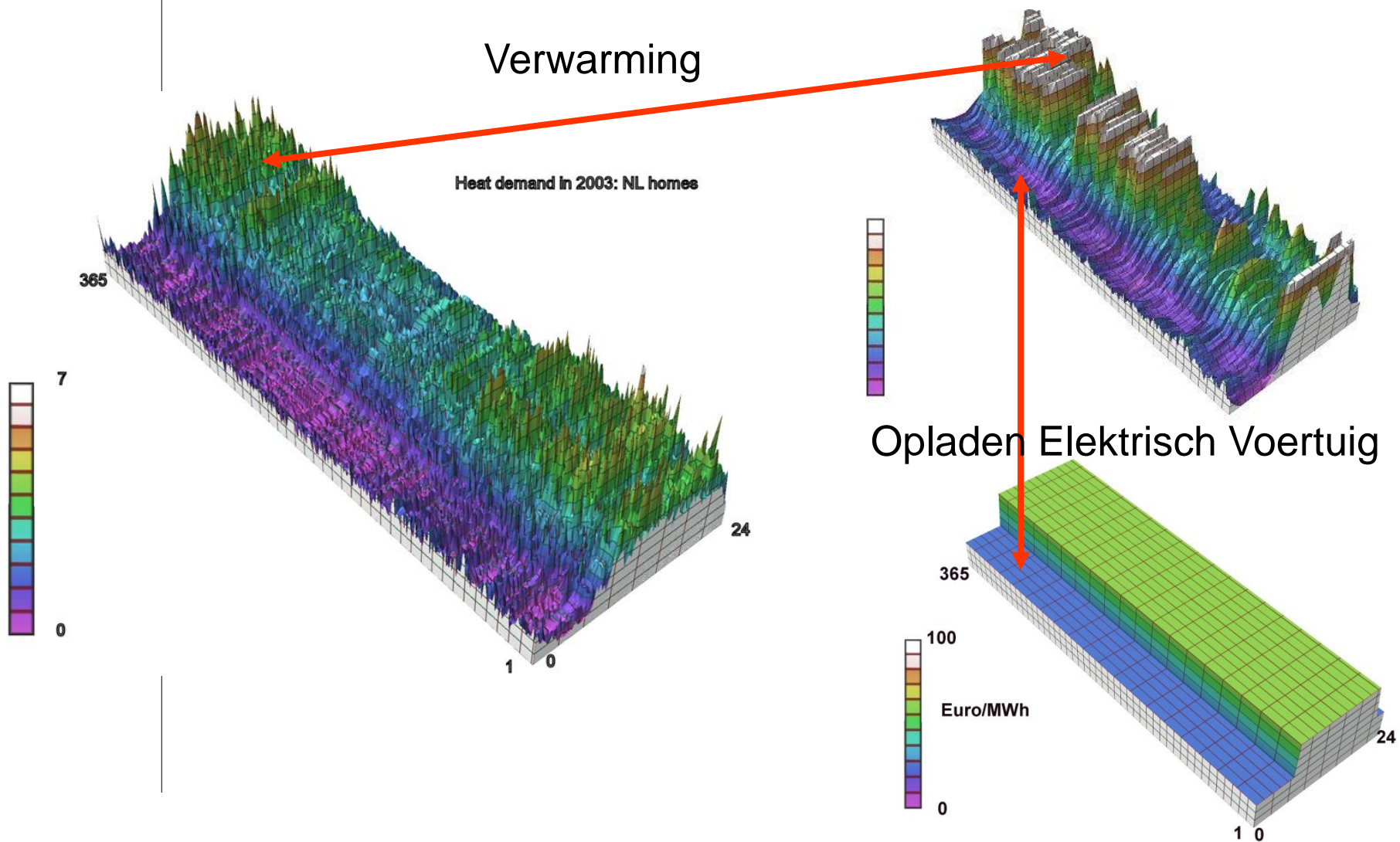


## Hoe werd flexibiliteit gecreëerd

- › Opslag energie
  - › Elektriciteit
  - › Warmte (voor tapwater/boiler als voor CV)
    - › Voor NL- huishoudens gaat er aan energie veel meer via het gasnet dan via het elektriciteitsnet
    - › Ontkoppelen warmtevraag en elektriciteitsafname/productie; nu al gebruikelijk in de tuinbouw
    - › PowerMatcher levert schaalbare oplossing voor grote aantallen



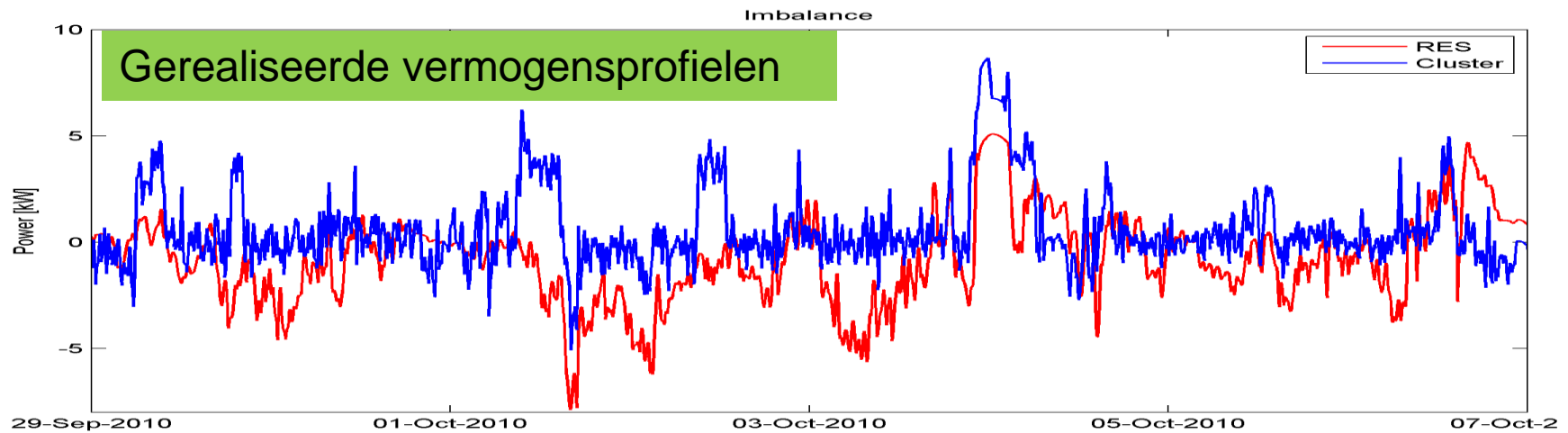
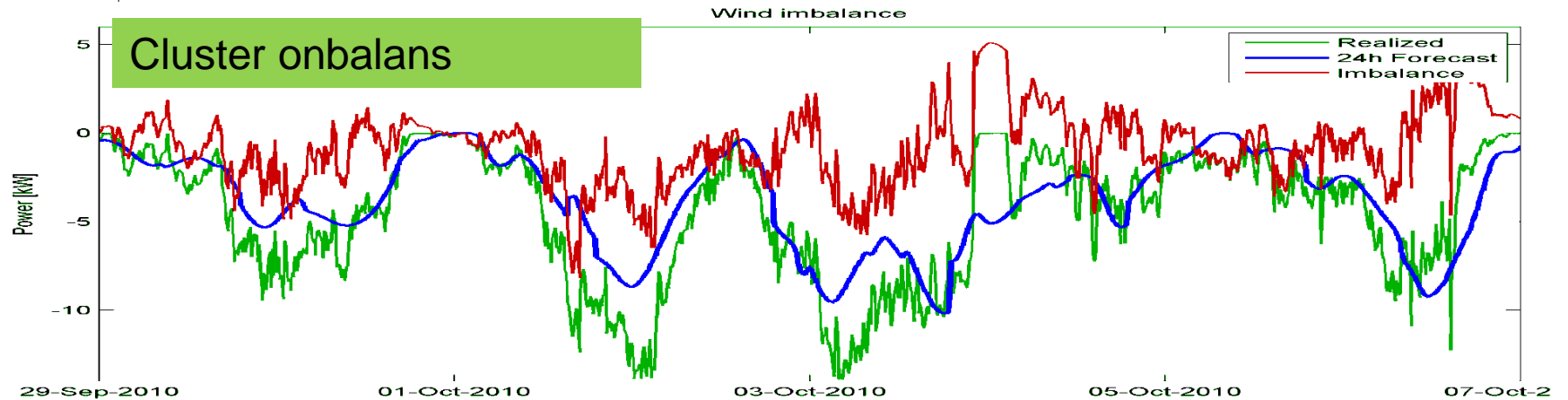
# Valorisatie van de flexibiliteit





# Resultaten

Use case: Wind-onbalans reductie





# Samenwerking: Multi-stakeholder proposities

- › Stakeholders
  - › Elektriciteitssector
    - › Handelaren
    - › Leveranciers
    - › Distributeurs
  - › Apparatenbouwers
    - › Hydrauliek (bijv. innovatieve CV-ketels)
    - › Besturing primair proces; interface naar PowerMatcher
  - › ICT
    - › Ontwerpers/Ontwikkelaars
    - › Service providers
  - › Huishoudens
    - › Warmte en elektriciteit zijn 'dissatisfiers'
    - › Missie 'Duurzaam Hoogkerk'
    - › Community



## Resultaat veld-test

- › Cluster met agents is gedurende langere periode als VPP (VKC) te bedrijven; VPP kan opgelegd profiel volgen
- › Te bouwen met off-the-shelf ICT-componenten
- › Door agent aanpak
  - › (Op)Schaalbaar
  - › Gedistribueerd systeem blijft overeind bij gedeeltelijke uitval



## Vervolg

- › Thema's in PowerMatcherCity II
  - › De gebruiker centraal; uitbreiding user portal
  - › Verdere opschaling
  - › Heterogener cluster meer verschillende typen apparaten
  - › Meer elektrische oplaadpunten elektrisch vervoer
  - › Mainstream ICT -> embedded