

# ENERGY HUBS



# Inhoud

1. Vraag en onderzoeksaanpak
2. 4 families
3. Maatschappelijke impact:  
Multiplier analyse
4. Van markt naar gebiedssturing
5. Voorlopige kernboodschappen



# Wat zijn Energy Hubs?

Een Energy Hub is een slim gestuurd, **decentraal energiesysteem** waar duurzame energieopwekking en energieconsumptie in een specifiek gebied zoveel mogelijk op elkaar wordt afgestemd.

Tegelijk wordt via de Energy Hub het **bovenliggende energiesysteem ontlast** en/of versterkt door binnen het gebied zoveel mogelijk vraag en aanbod van verschillende energiedragers te **balanceren** door lokale productie, consumptie, opslag en conversie te combineren.

Om dit mogelijk te maken is naast de technische infrastructuur ook een **verdienmodel, organisatievorm en afspraken** met alle stakeholders nodig.

# Sturingsdilemma voor energy hubs

Geen eenduidig  
ontwikkelpad

Behoefte aan  
duidelijkheid i.v.m.  
netcongestie (roep  
op blauwdruk!)

# *“Schep orde in de chaos van energy hubs”*

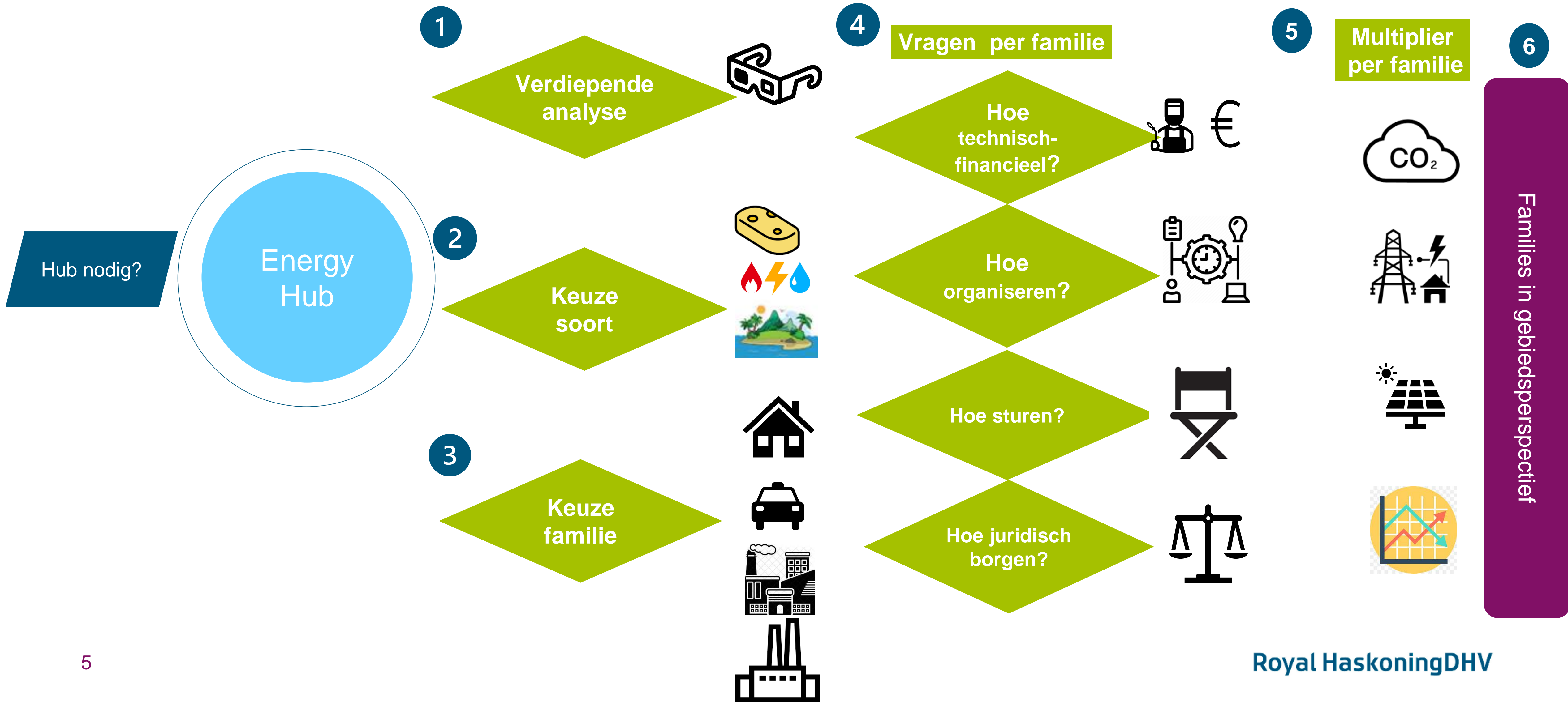
Rubriceer uitingsvormen en toepassingsgebieden

Selecteer archetypen (“families”) met groot herhalingspotentieel

Via “bouwstenenmethodiek” kwantitatieve inschatting van maatschappelijke impact

# 6 Analysestappen

## Maatschappelijke opgave(n)



## 2. Vier families

ENERGIE HUB FAMILIES

### Familie A: gebouwde omgeving

Stukje tekst of beschrijving



BOUWSTENEN



Royal HaskoningDHV

# Familie A - Gebouwde omgeving

*Energy Hub Families*



## BOUWSTENEN



REST WARMTE



BUURT BATTERIJ



SEIZOENSWARME  
OPSLAG



# Familie B - Mobiliteit

*Energy Hub Families*



## BOUWSTENEN



DYNAMISCHE  
NETAANSWIJTING



PV/WIND









CONVERSIE  
NAAR MOLECULEN

# Familie C - Bedrijventerreinen

*Energy Hub Families*

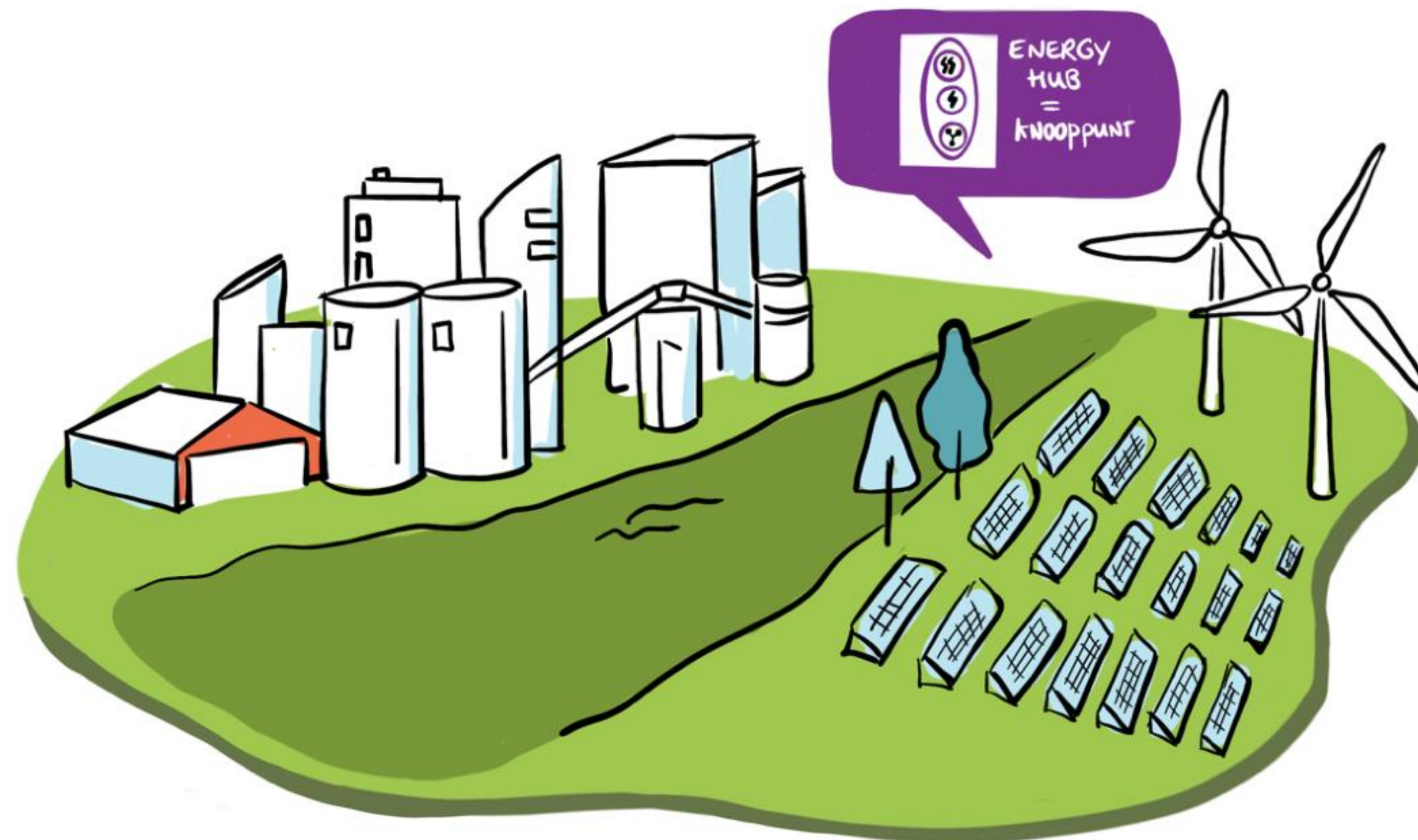


## BOUWSTENEN

 REST WARMTE	 DYNAMISCHE NETAANSWIJTING
 PV/WIND	 SMART CHARGERS
 BIOFUELS	 CONVERSIE NAAR MOLECULEN

# Familie D - Cluster 6 Industrie

*Energy Hub Families*



## BOUWSTENEN



REST WARMTE



DYNAMISCHE  
NETAANSWIJING



PV/WIND



SMART CHARGERS



BIOFUELS



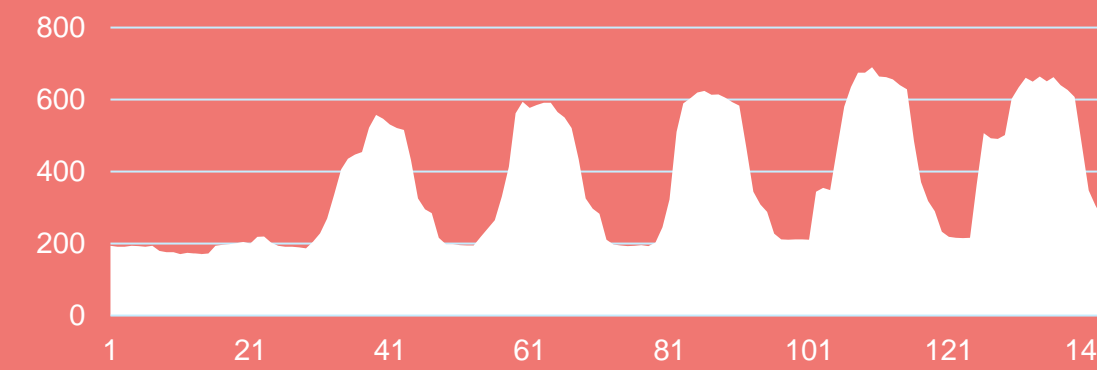
CONVERSIE  
NAAR MOLECULEN

## Voorbeeld: Bedrijventerreinen

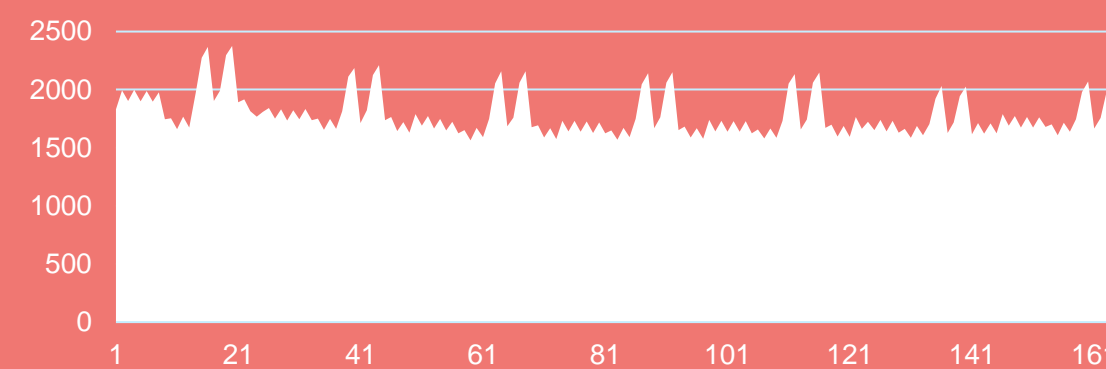
### Basisbeschrijving

- Bedrijven terreinen met een elektriciteit verbruik van minimaal 12 TWh en een CO2 uitstoot van 2,2 MT/jr
- Een oppervlakte van min. 75 ha of een hoge energie intensiteit (MWh/ha)
- Energie afname en opwek piek overdag
- Mix tussen kantoren en industrie
- Parkeerplaatsen
- Bedrijven hebben veelal PV op dak
- Park management verbindt bedrijven

Low baseload productie pieken



High baseload continu



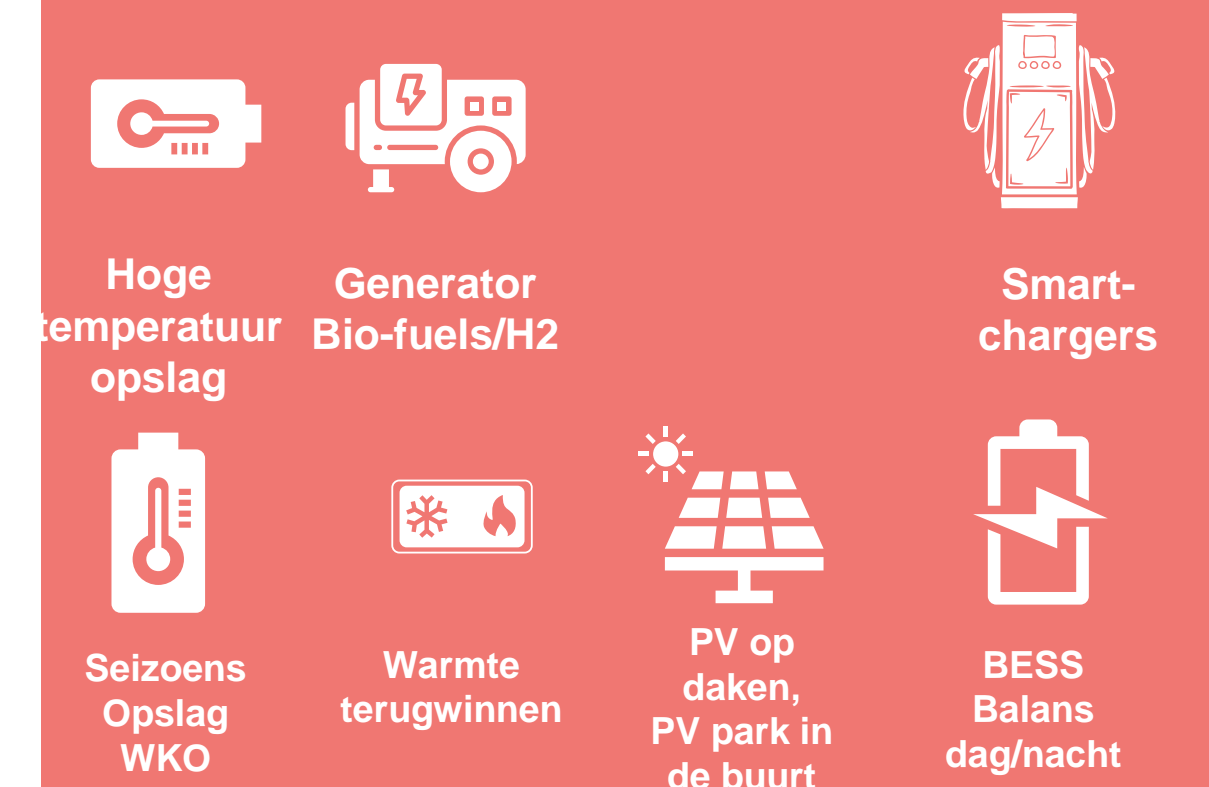
### Trends

- Elektrificatie korte termijn: **Lage temperatuur processen, ruimte verwarming, EV's en bestelbussen, stoom.**
- Elektrificatie lange termijn: **hoge temperatuur processen en groot transport**
- **De-carbonisatie** van de industrie
- Netcongestie weerhoudt **verdere de-carbonisatie** en **duurzame E-opwek.**
- Bedrijven kunnen niet verder groeien, of nieuwe bedrijven kunnen geen aansluiting krijgen

### Knelpunten / Koppelkansen

- ✗ Groot aantal stakeholders
- ∞ Bestaand parkmanagement
- ∞ Beschikbare restwarmte
- ∞ Collectieve laadpleinen
- ∞ PV op dak
- ∞ Flex. in productie proces

### EH bouwstenen



# Technische Bouwstenen per familie

### Gebouwde omgeving

**Seizoenswarmte opslag**




- Toepassing
- Technology
- Schaalgrootte
- Kosten

**Restwarmte Benutten**



- Restwarmte vanuit nabij bedrijven of riool benutten voor gebouwverwarming
- Warmtenet in combinatie met warmte pompen
- Schaal

**Zon PV**



- Zon PV op daken of aansluiten op nabij zonneweide
- 4,2 kWp per 100m2 dak, 1,2 MWp per hectare voor nabij zonneweide
- Opzetten van een energie coöperatief tussen huishoudens

**Vehicle to grid**



- Peak-shaving d.m.v. elektrische auto's
- Mogelijk met bi-directioneel laders
- Technologie nog in de beginfase, marktstelsel nog onduidelijk

**Thuisbatterijen**




- Balancing van het duurzame opwek
- Lithium-ion technologie
- 5 - 15 kWh ~1m x 0,7m
- Uitdagingen rondom eigenaarschap en brandveiligheid

**Buurtbatterijen**



- Balancing van het duurzame opwek
- Lithium-ion, Redox flow technologie
- 0,5 – 2 MWh (~twee zeecontainers)
- Uitdagingen rondom eigenaarschap en brandveiligheid

**H2 conversie**



- Omzetting naar elektriciteit voor warmte
- Bestaat uit fuel cell en warmte pompen
- 0,25 – 3 MWe (zeecontainer tot 300 m2)
- Uitdagingen rondom beschikbaarheid van groene H2 en veiligheidscontouren

### Bedrijventerreinen

**Seizoensopslag**




- Toepassing
- Technology
- Schaalgrootte
- Uitdagingen

**Restwarmte benutten**



- Restwarmte vanuit nabij bedrijven of riool benutten voor gebouwverwarming
- Warmtenet in combinatie met warmte pompen
- Schaal

**Zon PV**



- Zon PV op daken of aansluiten op nabij zonneweide
- 4,2 kWp per 100m2 dak, 1,2 MWp per hectare voor nabij zonneweide

**Slimladers**




- Demand response door laadsnelheden te beperken.
- Laders met dynamic load balancing.
- Laders met ingebouwde batterijen (reduceert laadvermogen tot 25%).

**Grootschalig batterijopslag**




- Peak-shaving of balanceren van duurzame opwek.
- Lithium-ion, Redox flow technologie
- 0,5 – 15 MWh (~200 m2)
- Uitdagingen rondom brandveiligheid

**Generatoren**



- Peak-shaving
- (groen) gas motoren, WKK's, bio-diesel generatoren
- 0,25 – 8 MWe (~ 1 zeecontainer per 2MW)
- Uitdagingen met resulterende stikstof en geluid emissies

**H2 conversie**



- Peak-shaving, balanceren van duurzame opwek, logistiek vervoer
- H2 fuel cell, elektrolyser
- 0,25 – 3 MWe (1 zeecontainer tot ~300 m2)
- Uitdagingen rondom beschikbaarheid van groene H2 en veiligheidscontouren

### Cluster 6 (aanvullend)

**HT Warmte batterijen**




- Peak-shaving door e-boiler piekverbruik in tijd te verschuiven (200 – 1300C)
- Storage materiaal gebaseerd op verwerkte vorm stalenslak of beton
- 5 – 150 MWh (zeecontainer tot ~400 m2)

**Restwarmte productie**




- Toepassing
- Technology
- Schaalgrootte
- Uitdagingen

**Zon PV, Wind**



- Aansluiten op nabij zonneweide of windturbine, beperkte Zon PV op daken
- 4,2 kWp per 100m2 dak, 1,2 MWp per hectare voor nabij zonneweide
- 1-3 MWe per windturbine

**Generatoren**



- Peak-shaving
- (groen) gas motoren, WKK's, bio-diesel generatoren
- 0,5 – 20 Mwe (~ 1 zeecontainer per 2MW)
- Uitdagingen met resulterende stikstof en geluid emissies

**Grootschalig batterijopslag**



- Peak-shaving of balanceren van duurzame opwek
- Lithium-ion, redox flow
- 2 – 100 MWh (~ 0,5 hectare)
- Uitdagingen rondom ruimte en brandveiligheid

**H2 conversie**



- Peak-shaving, balanceren van duurzame opwek, logistiek vervoer
- H2 fuel cell, elektrolyser, battolyser
- 0,5 – 3 MWe (zeecontainer tot ~300 m2)
- Uitdagingen rondom beschikbaarheid van groene H2 en veiligheidscontouren


### Mobiliteit

**Batterijopslag**




- Peak-shaving
- Lithium-ion technologie
- 0,25 – 1 MWh
- Beperkte ruimte, brandveiligheid

**Zon PV, Wind**




- Aansluiten op nabij zonneweide of windturbine, beperkte Zon PV op daken
- 4,2 kWp per 100m2 dak, 1,2 MWp per hectare voor nabij zonneweide
- 1-3 MWe per windturbine

**Solar carports**



- Zon PV op plekken met beperkte dak oppervlakte, ook protection autos
- 3 kWp per parkeerplaats
- Voldoende parkeerlocaties nodig

**Slimladers**



- Demand response door laadsnelheden te beperken.
- Laders met dynamic load balancing.
- Laders met ingebouwde batterijen (reduceert laadvermogen tot 25%).

**Moleculen conversie**



- Alternatieve brandstoffen
- Waterstof, e-fuels
- Beschikbaarheid van (groene) varianten

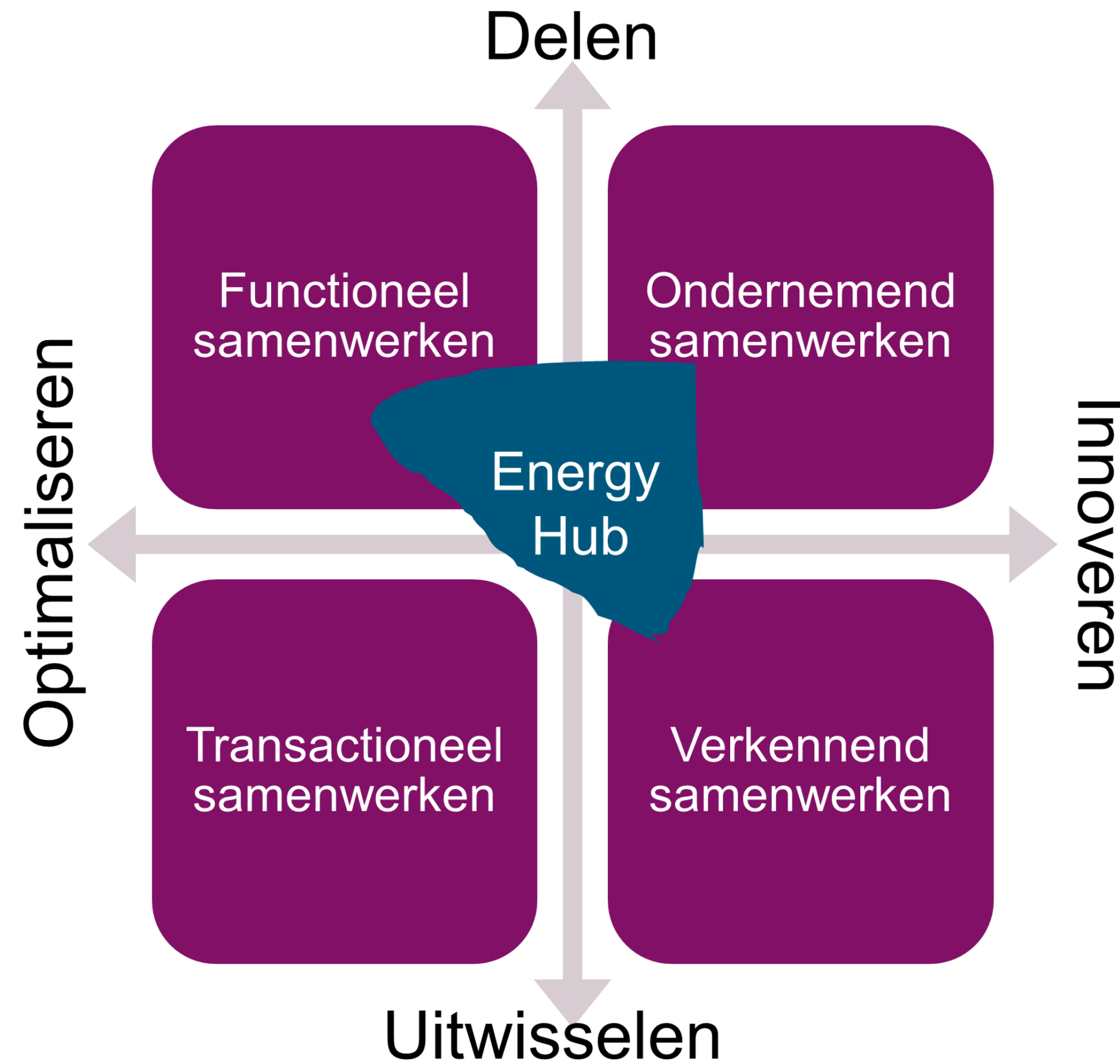
**Koppeling met rail infra**



- Extra elektrische capaciteit benutten van het nabij bestaande rail infra
- Eist een elektrische koppeling met rail infra (extra verdelers en trafo's)
- Uitdagingen rondom leveringszekerheid van rail infra

1) Mutually exclusive, Collectively Exhaustive method

# Organisatie-Governance-Juridische bouwstenen



# 3. Maatschappelijke impact

ENERGIE HUB FAMILIES

## Familie A: gebouwde omgeving

Stukje tekst of beschrijving



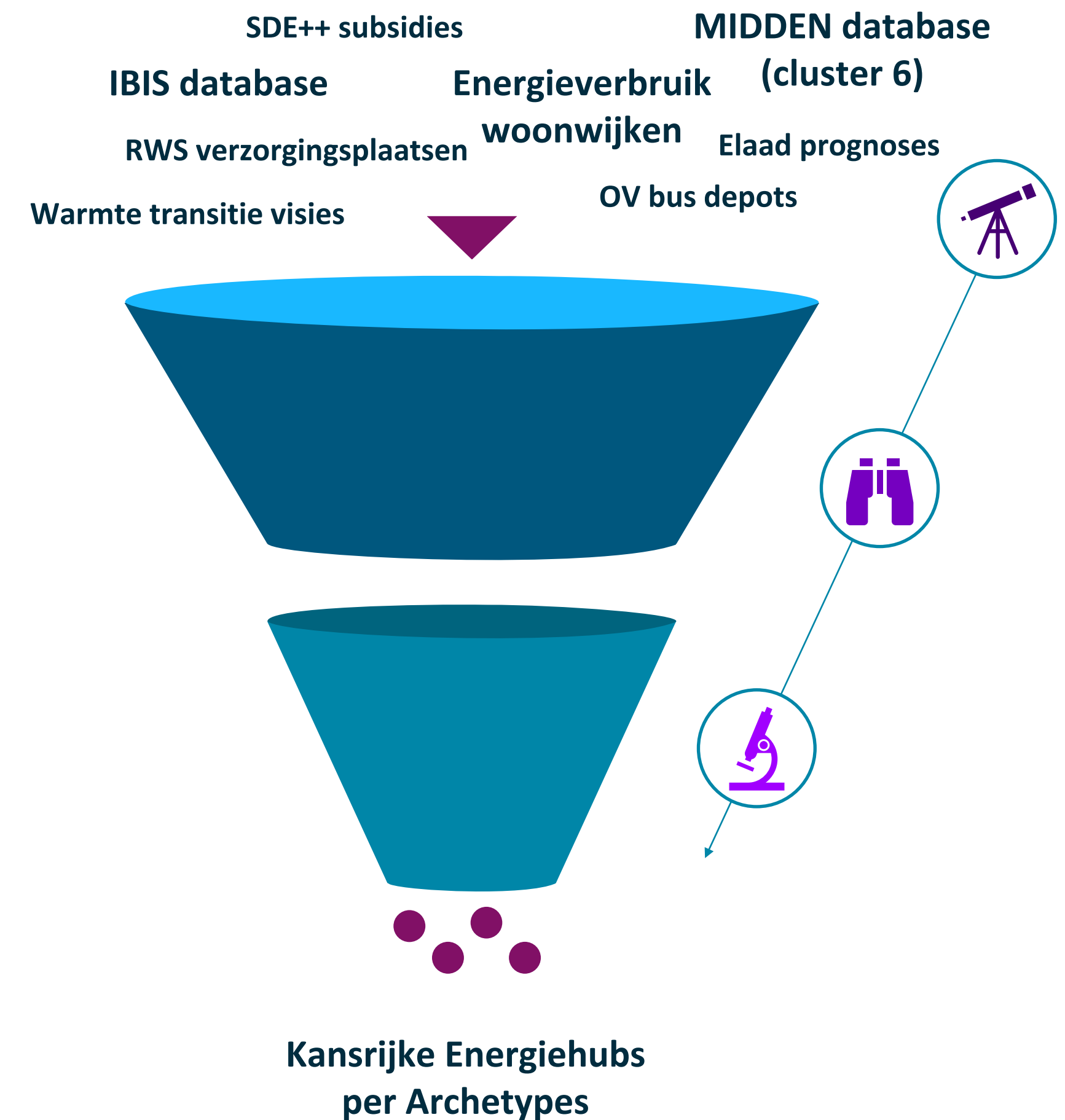
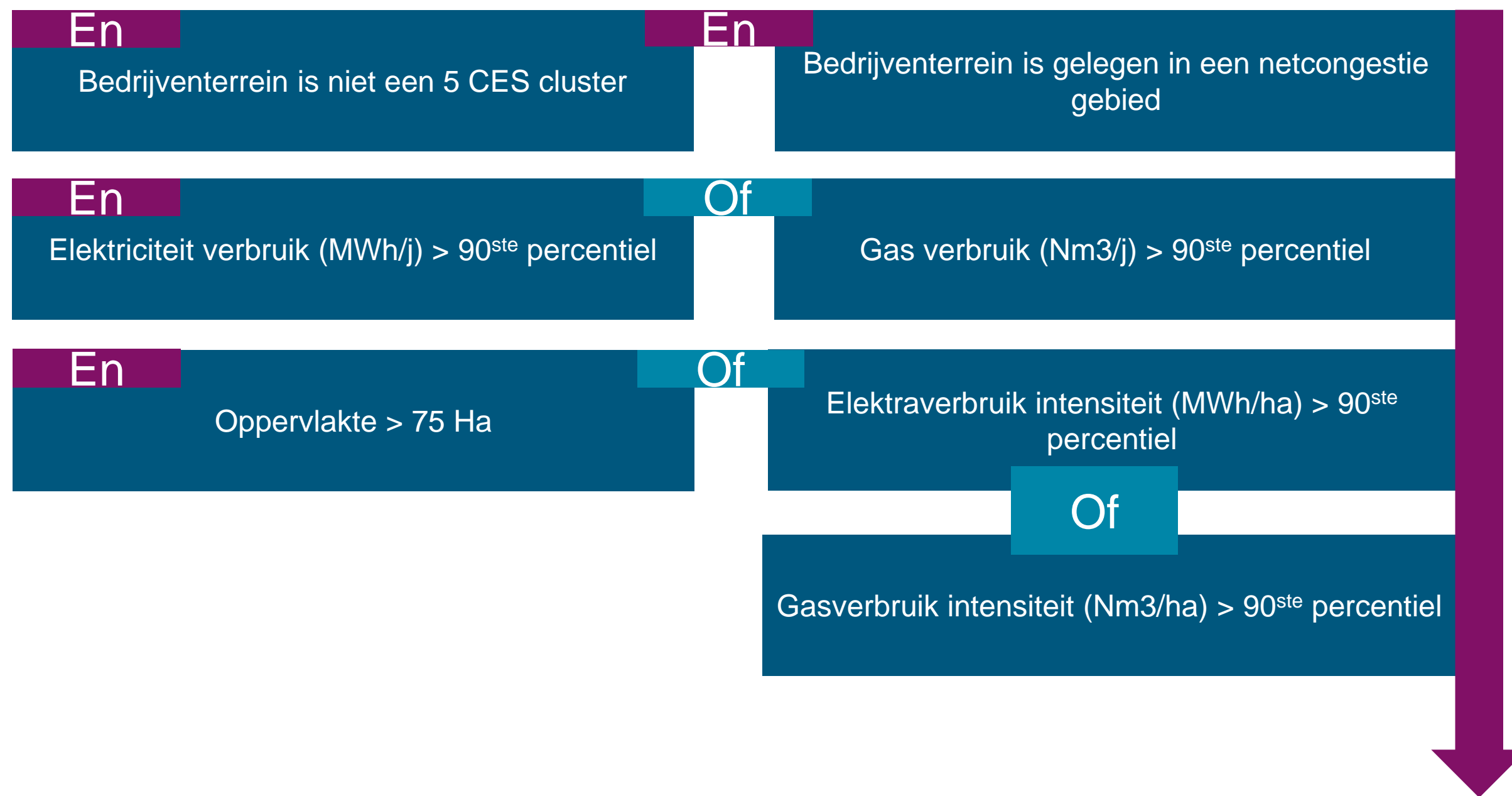
BOUWSTENEN



Royal HaskoningDHV

# Multiplier analyse: Zoektocht naar kansrijke energiehubs en hun archetypes

Voorbeeld filterstappen voor archetype bedrijventerreinen

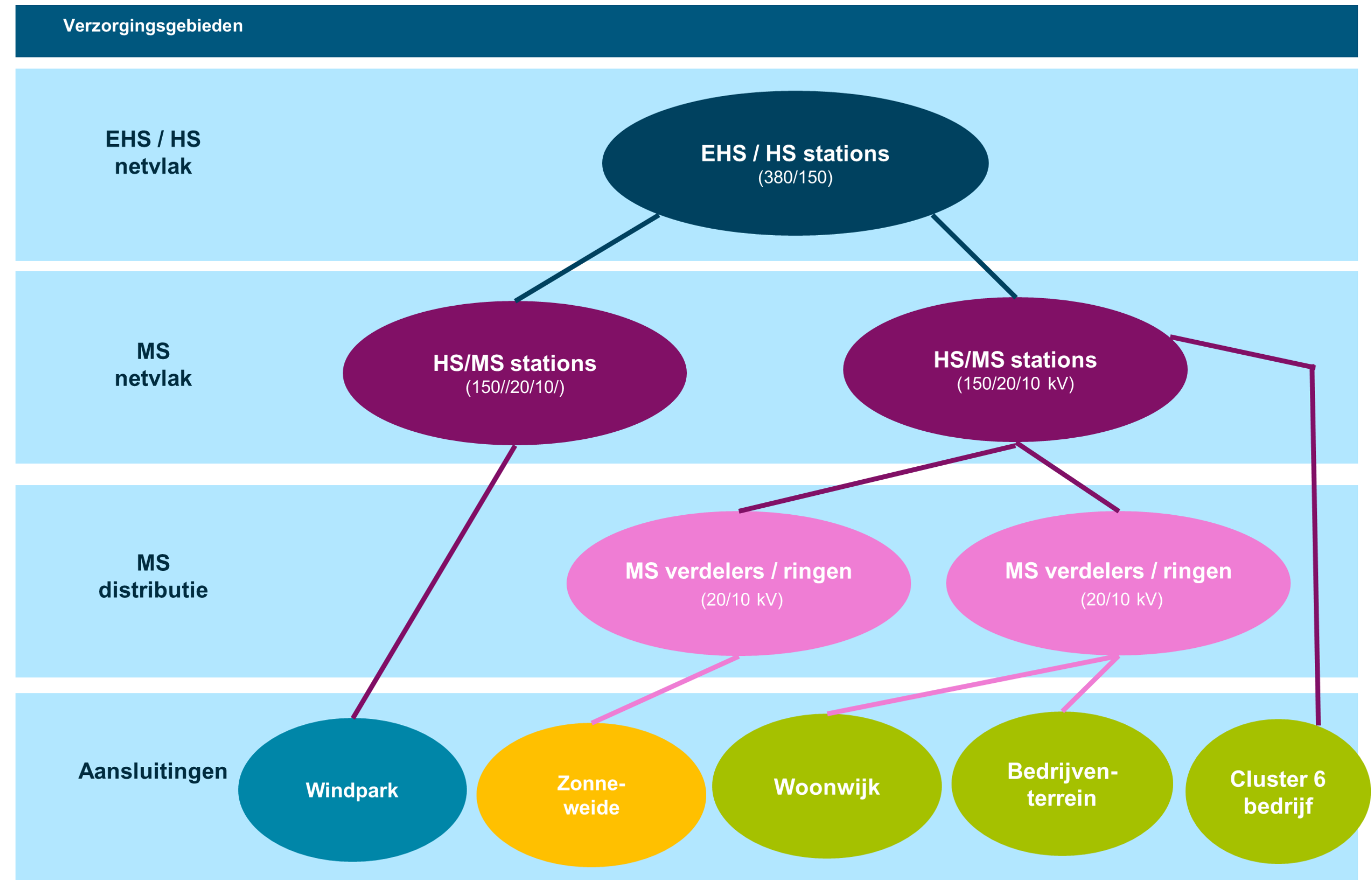




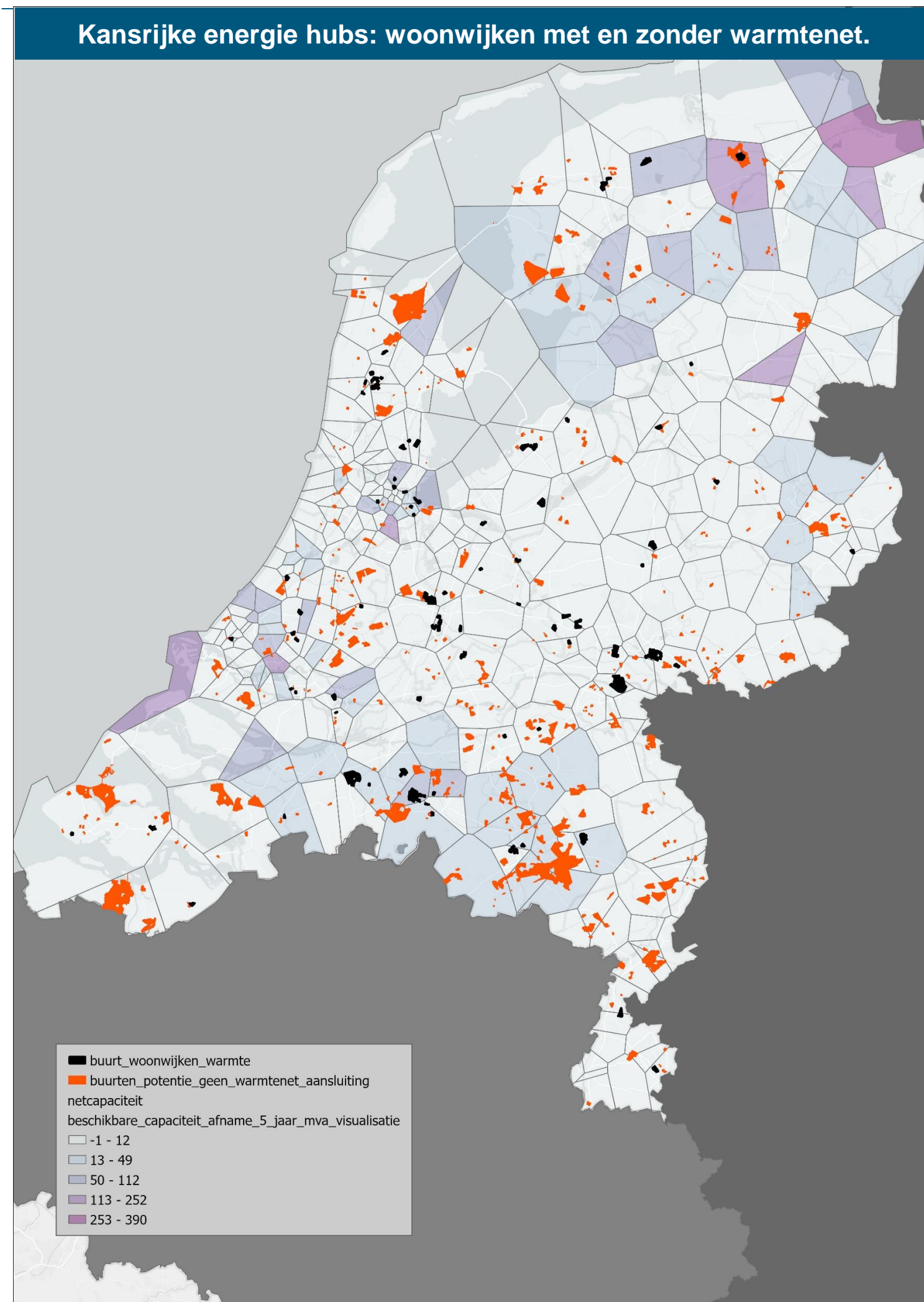
## Uitgaan van MS verzorgingsgebieden

- Versnelde CO2-reductie
- Vermeden impact op het E-net
- Extra duurzame opwek
- Kwalitatief: vermeden economische schade

→ Voorbeeld Bedrijventerreinen



# Multiplier-analyse, voorbeeld Gebouwde omgeving



## Indicatoren

Voor de gebouwde omgeving analyseren we op buurt resolutie en gelden de volgende indicatoren:

- PV opwek huidig (MW) > Afname 2030 (inclusief laadprognose) (MW)
- Verwacht jaar van net- overbelasting afname < 2031
- Aantal woningen/ bedrijven per buurt > 100.

Tot slot wordt er een onderscheiding gemaakt tussen buurten met, of zonder, een warmtenet.

## Schaalgrootte in Nederland

In totaal komen buurten met de bovenstaande indicatoren 663 keer voor in ongeveer 5% van alle buurten. Van de 663 buurten zijn er 164 die een aansluiting hebben op een warmtenet.

De overige 499 buurten zijn buurten zonder warmte net, voor volledige de-carbonisatie zal er voor die buurten meer elektriciteit nodig zijn.

## Vermeden CO2

De grootste driver voor CO<sub>2</sub> reductie voor deze buurten is de verdere elektrificatie van het gasgebruik. In buurten waar er netcongestie is op afname kan dit zonder energy hub maar deels plaatsvinden. Dit vertaald zich door een **BaU scenario** (zonder energy hub) en een scenario met energy hub. Het verschil tussen de scenario's bepaald de bespaarde CO<sub>2</sub>.

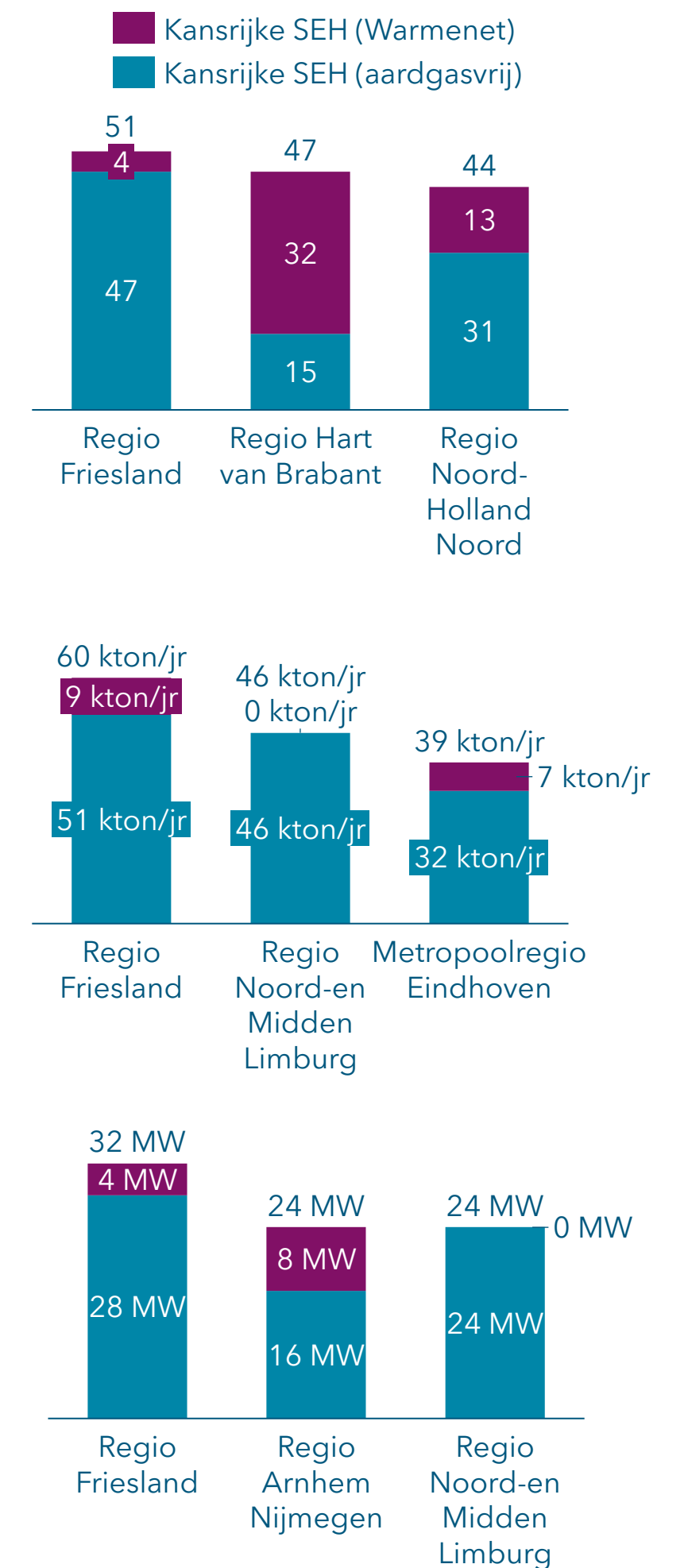
- Voor de 164 buurten met warmtenet is de besparing 0,1 Mton CO<sub>2</sub>
- Voor de 499 buurten zonder warmtenet is de besparing 0,5 Mton CO<sub>2</sub>

Een belangrijke kanttekening van deze analyse is dat maatschappelijke instellingen voorrang krijgen van het ACM bij het verkrijgen van een aansluiting. Hierdoor zou de CO<sub>2</sub> reductie ook zonder energie hub kunnen plaats vinden. Het zelfde geldt voor de realisatie van kleinschalige PV opwek (<15 kW).

## Vermeden netinvestering

De vermeden net-investering is in deze studie bepaald door te kijken naar het verschil van de benodigde elektrische piek en de huidige elektrische piek. De aanname is dat door de realisatie van een energy hub dit verschil in vermogen niet meer behaald hoeft te worden door verdere verzwarend van het net, maar door de energy hub wordt opgelost.

- Voor de 164 buurten met warmtenet is de vermeden netinvestering 56 MW
- Voor de 499 buurten zonder warmtenet is de vermeden netinvestering 261 MW



# 4. Van markt- naar gebiedssturing

ENERGIE HUB FAMILIES

## Familie A: gebouwde omgeving

Stukje tekst of beschrijving

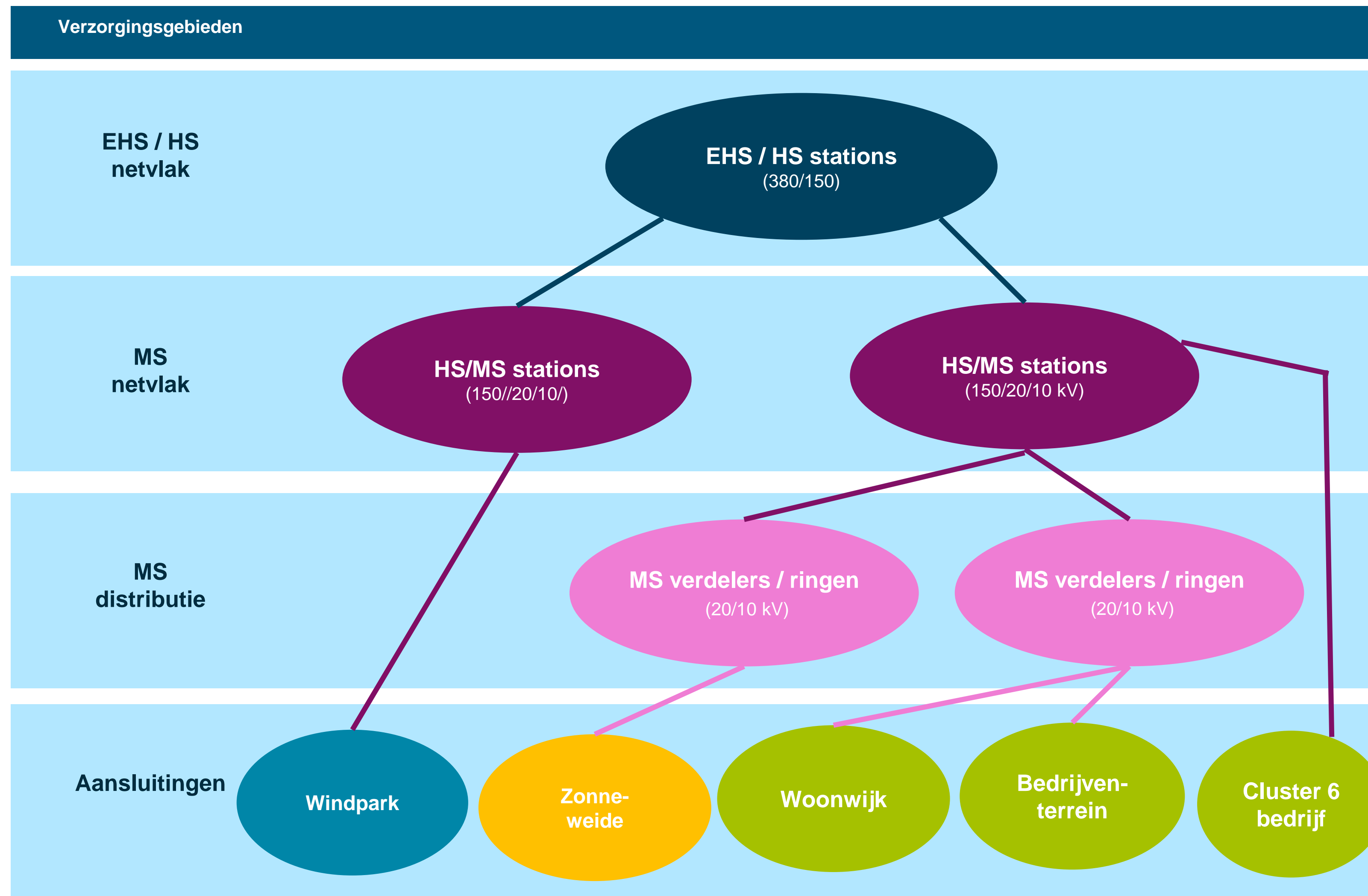


BOUWSTENEN



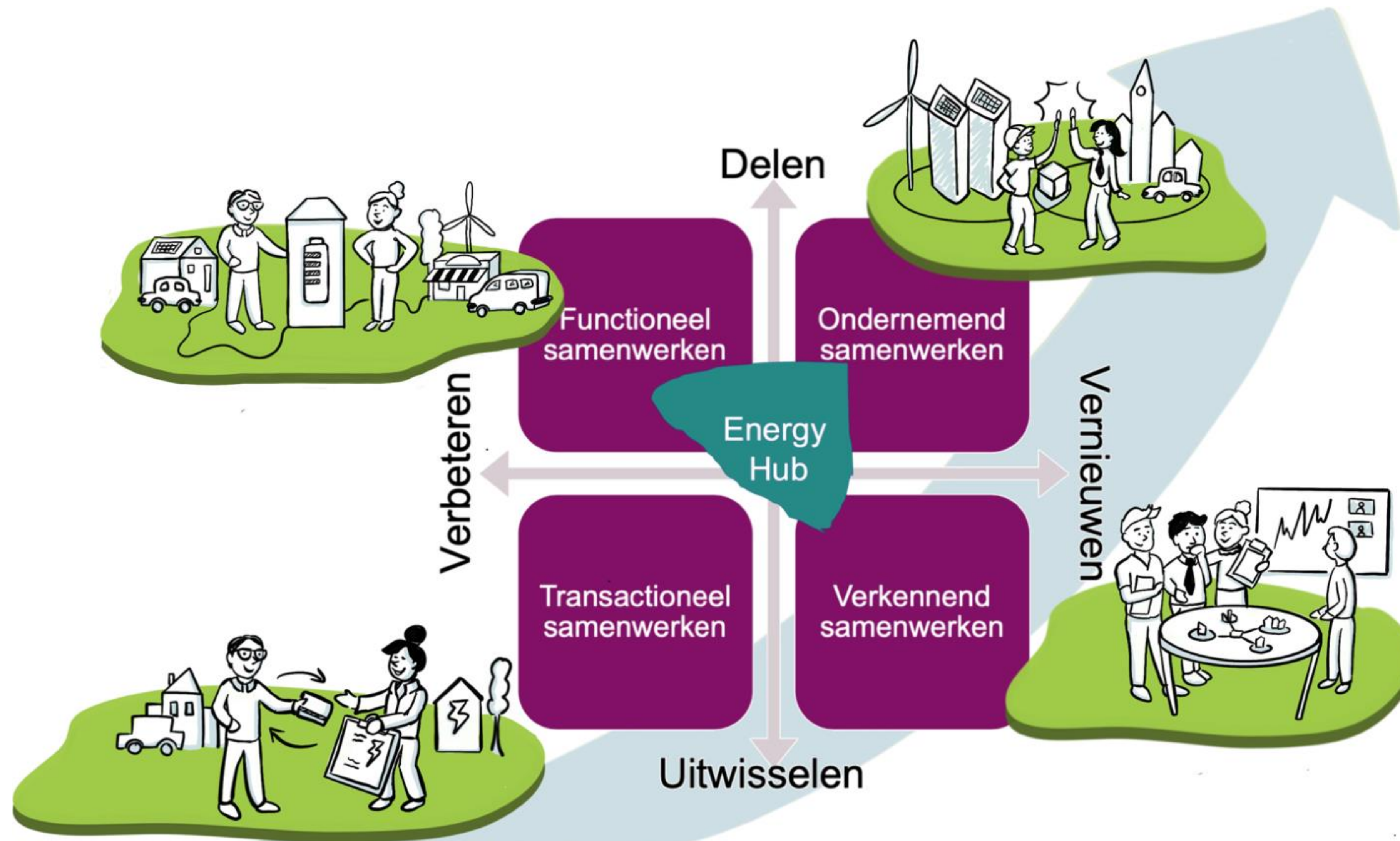
Royal HaskoningDHV

# Balans: welke rol voor Energy Hub?



# Overheid: Van markt- naar gebiedssturing

Gebiedssturing



Randvoorwaardelijke (markt)sturing

Royal HaskoningDHV

## 5 voorlopige kernboodschappen

1. Werken met archetypen helpt om grip te krijgen op gestructureerd omgaan met energy hubs;

2. Belangrijkste driver binnen een hub: dominante energie verbruiker in een bepaalde situatie.

3. Belangrijkste driver in gebied: balans in het energiesysteem

4. Energy hubs komen vooral tot hun recht op MS-niveau met als primair doel een MS-vlak van DSO in balans brengen.

5. Maak als overheid beweging van randvoorwaardelijke (markt)sturing naar gebiedssturing