



ENERGIELANDSCHAPPEN DRENTHE

10 april 2017

Colofon

Opdrachtgever:

provincie Drenthe

Team provincie Drenthe:

Con Zaat

Peter Wienia

Opdrachtnemer:

STUDIOMARCOVERMEULEN
architectuur stedenbouw landschap onderzoek

Team Studio Marco Vermeulen:

Marco Vermeulen

Bram Willemse

Chiel Lansink

Beeldverantwoording en copyright:

Alle beelden zijn gemaakt door Studio Marco Vermeulen.

Afbeeldingen mogen gebruikt worden onder voorwaarde van naamsvermelding van de maker.

Versie 10 April 2017

Inhoudsopgave

DE OPGAVE de opgave plan van aanpak ruimtelijke analyse	4
VIJF LANDSCHAPSTYPEN overzichtskaart beschermde landschappen	14
ENERGETISCHE POTENTIE elektriciteit, wind en zon warmte, geothermie en restwarmte	17
ESDORPENLANDSCHAP overzichtskaart kenmerken verbeelding	36
LANDSCHAP VAN DE VEENKOLONIËN overzichtskaart kenmerken verbeelding	44
WEGDORPENLANDSCHAP overzichtskaart kenmerken verbeelding	52
STEDELIJK LANDSCHAP overzichtskaart kenmerken verbeelding	59
BIOBASED EMMEN perspectief op Emmen	66
SNELWEGLANDSCHAP overzichtskaart kenmerken verbeelding	73
OPWEKKINGSPOTENTIE laadvermogen van het landschap energetische potentie in 2050	82

DE OPGAVE

Studio Marco Vermeulen is gevraagd om te verbeelden en inzicht te geven in het energetisch absorptie- of laadvermogen van het Drents landschap. Met andere woorden: op welke wijze, en op welke schaal, kan er in het Drents landschap duurzame energie opgewekt, getransporteerd én opgeslagen worden, met behoud of mogelijk zelfs versterking van de ruimtelijke kernkwaliteiten van dit landschap?

Het landschap van de provincie Drenthe is in sterke mate bepaald door invloed van de mens. Door de eeuwen heen hebben inwoners van Drenthe hun omgeving met eigen hand ontgonnen, ingericht en aangepast aan de omstandigheden door de tijd. Gebaseerd op die traditie en de natuurlijke omstandigheden zijn er een aantal landschapstypen te onderscheiden: het hoger gelegen Esdorpenlandschap op het Drents Plateau, het esgehuchtenlandschap langs de Reest, de ontginningkoloniën van de maatschappij van Weldadigheid, aan de randen van Drenthe de lager gelegen wegdorpenlandschappen van de laag- & randveenontginning en de veenkoloniën en tot slot de moderne en dynamische stedelijk- en snelweglandschappen.

Het doel van dit onderzoek is een toekomstbeeld schetsen waarbij de energievoorzieningen (opwekking, buffering en transport) zo goed mogelijk zijn geïntegreerd in deze verschillende landschappen. Bij ieder van deze toekomstbeelden wordt energetische optimalisatie in balans gebracht met de ruimtelijke en landschappelijke kernkwaliteiten. De toekomstbeelden geven zicht op het laadvermogen of absorptievermogen van het landschap.

Deze verbeeldingen laten de logica en verwevenheid van de energie-inpassing in generieke Drentse landschappen zien. Het gaat om de ruimtelijke wetmatigheden, zoals maat en schaal, open-gesloten, structuur en samenhang, die invloed hebben op de situering van de nieuwe energie-inpassingen.

In dit document geven wij antwoord op deze onderzoeksvraag en aanbevelingen voor toekomstig beleid over energie en ruimte in Drenthe.

1

het behouden, ontwikkelen en versterken van de
ruimtelijke afwisseling van landschapstypen

2

het behouden, ontwikkelen en versterken van de
karakteristieke kenmerken van de landschapstypen



Onderzoeksmethode en opzet ontwerp onderzoek

Aan de hand van een beknopte ruimtelijke analyse zijn ten eerste de afwisselingen tussen en kenmerken van de verschillende typerende landschappen van het Drents landschap onderzocht. Aan de hand hiervan zijn vijf landschappen gekenschetst:

- 1. Esdorpenlandschappen (met een mix van open en gesloten, met beekdalen en houtwallen, maar ook met enkele grote en kleine bossen.**
- 2. Landschap van de Veenkoloniën (met karakteristieke openheid, grootschaligheid en orthogonale structuur)**
- 3. Wegdorpenlandschap van de laagveen ontginningen (ouder dan de veenkoloniën, kleinschaliger en chaotischer)**
- 4. Dynamische landschappen van de Drentse steden, ruim, groen en laag opgezet.**
- 5. Snelweglandschap (deels opgezet met een open en brede middenberm met verre doorkijken in het landschap)**

Deze landschappen worden onderzocht op hun karakteristieken vanaf bladzijde 36. Aan de hand hiervan is voor elk landschap afzonderlijk het laadvermogen en het type energieopwekking en opslag onderzocht. Bij elke verbeelding staat een korte toelichting met de belangrijkste kenmerken. Dit resulteert in enkele typische Drentse energielandschappen.

Om dit onderzoek en het energetisch absorptievermogen in perspectief te zetten is er tot slot een kort onderzoek gedaan naar de huidige en toekomstige energievraag van Drenthe en Nederland. Hiermee wordt de bijdrage van deze energielandschappen aan de energietransitie van Nederland inzichtelijk.

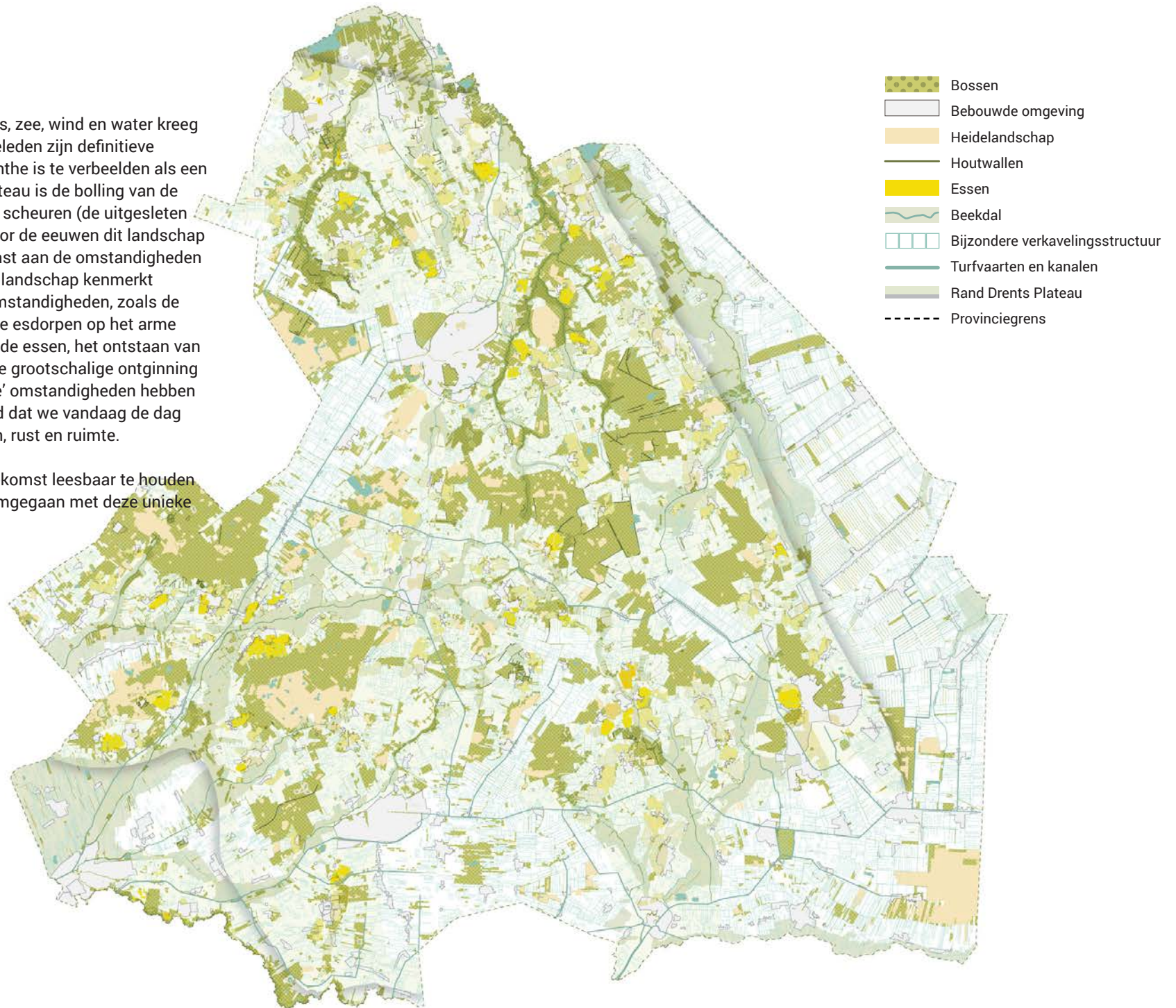
Met de opgedane kennis uit de verschillende landschappen wordt op bladzijde 82 de totale opwekkingspotentie van het Drents landschap inzichtelijk. Dit resulteert in een dynamisch landschap, waar de ruimtelijke karakteristieken versterkt zijn, en dat wezenlijk bijdraagt aan de toekomstige duurzame energiehuishouding.

Het Drents landschap

Overzichtkaart

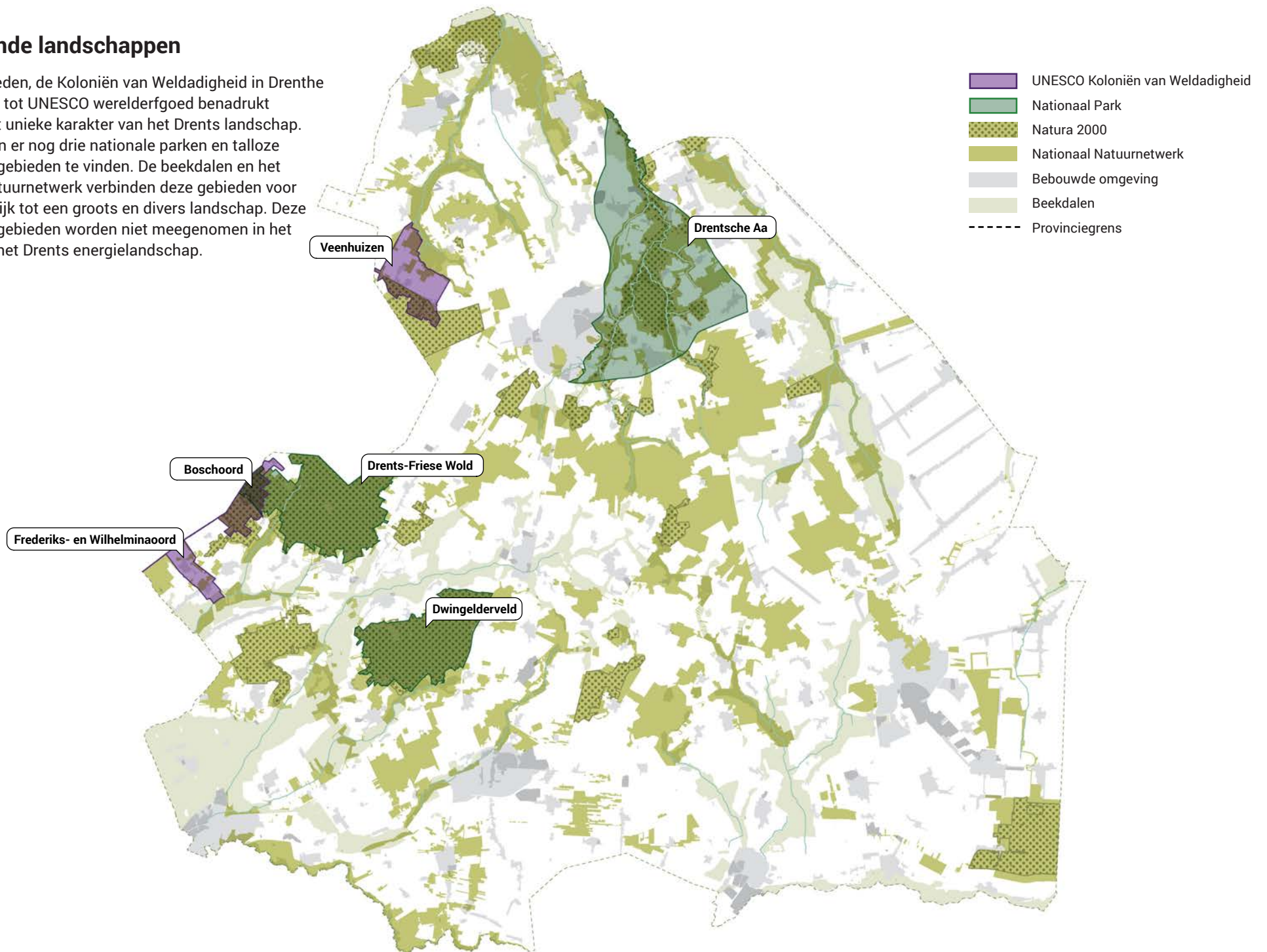
Onder invloed van klimaat, landijs, zee, wind en water kreeg het Drentse landschap al lang geleden zijn definitieve gestalte. Het landschap van Drenthe is te verbeelden als een oude vilten hoed. Het Drents Plateau is de bolling van de hoed met deuken (de ruggen) en scheuren (de uitgesleten beekdalen). Inwoners hebben door de eeuwen dit landschap ontgonnen, ingericht en aangepast aan de omstandigheden van hun tijd. Het Drents (cultuur)landschap kenmerkt zich door moeizame productieomstandigheden, zoals de eeuwenlange ontwikkeling van de esdorpen op het arme zand, het vruchtbaar maken van de essen, het ontstaan van stuifzanden en heidevelden en de grootschalige ontginning van de Veenkoloniën. Deze 'arme' omstandigheden hebben echter een landschap opgeleverd dat we vandaag de dag erg waarderen: openheid, bossen, rust en ruimte.

Om deze diversiteit ook in de toekomst leesbaar te houden wordt in het ontwerp met zorg omgegaan met deze unieke kenmerken in het landschap.



Beschermde landschappen

Dat drie gebieden, de Koloniën van Weldadigheid in Drenthe benoemd zijn tot UNESCO werelderfgoed benadrukt nogmaals het unieke karakter van het Drents landschap. Daarnaast zijn er nog drie nationale parken en talloze Natura 2000 gebieden te vinden. De beekdalen en het Nationaal Natuurnetwerk verbinden deze gebieden voor een gedeeltelijk tot een groots en divers landschap. Deze beschermde gebieden worden niet meegenomen in het ontwerp van het Drents energielandschap.



Nationale parken - Drensche Aa

Nationaal beek- en esdorpenlandschap



Bron: Staatsbosbeheer, <http://www.drentscheaa.nl/>, 2017.

Nationale parken - Dwingelderveld

Grootste natte heidegebied van West-Europa



Bron: Natuurmonumenten, <https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebied/nationaal-park-dwingelderveld>, 2017.

Nationale parken - Drents-Friese Wold

Bos, heide en stuifzanden - de woestenij



Bron: Staatsbosbeheer, <https://www.staatsbosbeheer.nl/natuurgebieden/drents-friese-wold>, 2017.

Koloniën van Weldadigheid

UNESCO werelderfgoed, Wilhelminaoord



Bron: <http://www.kolonienvanweldadigheid.eu/pers>, 2017.

Koloniën van Weldadigheid

UNESCO werelderfgoed, Veenhuizen

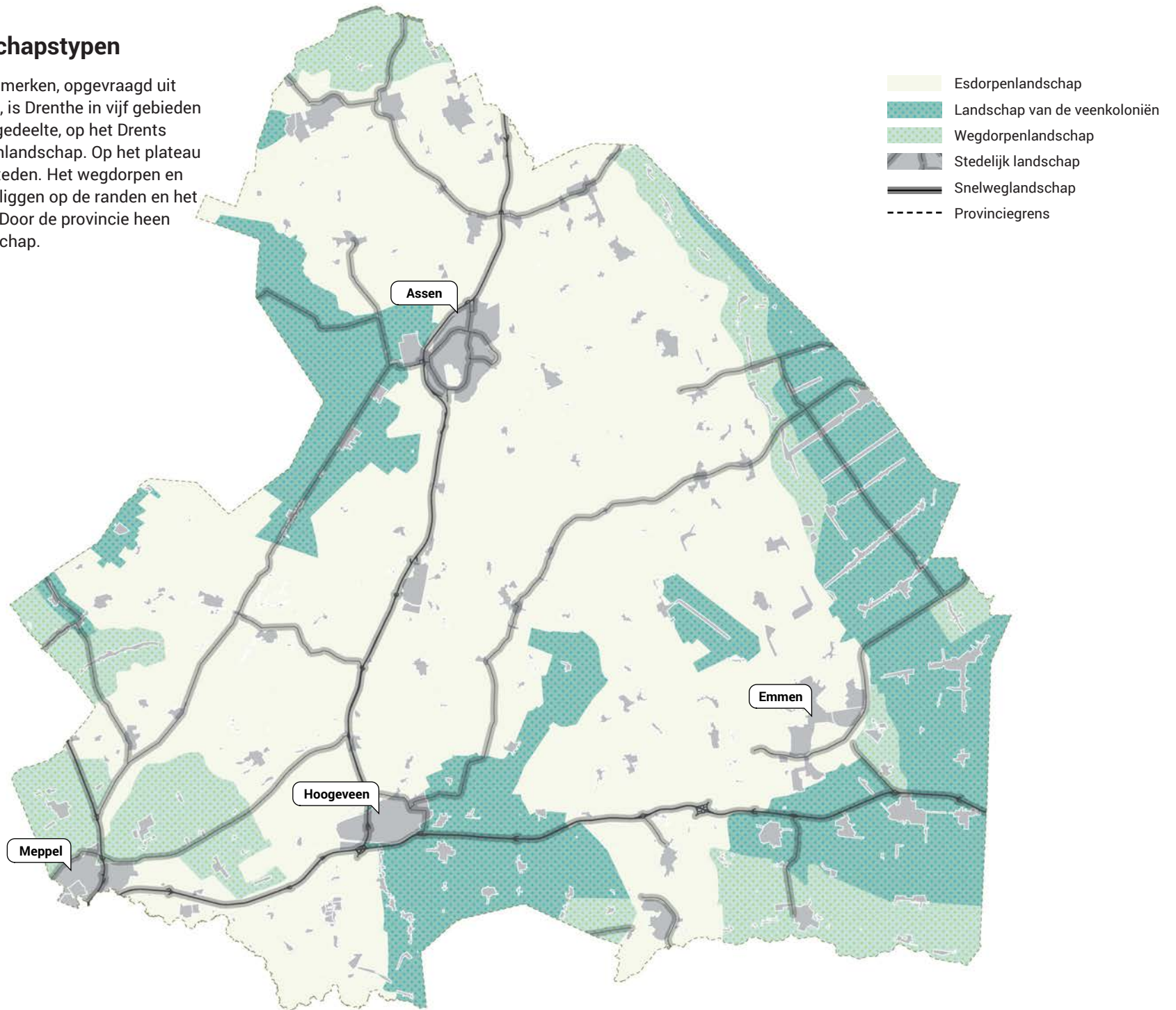


Bron: <http://www.kolonienvanweldadigheid.eu/pers>, 2017.

VIJF LANDSCHAPSTYPEN

Overzichtskaart landschapstypen

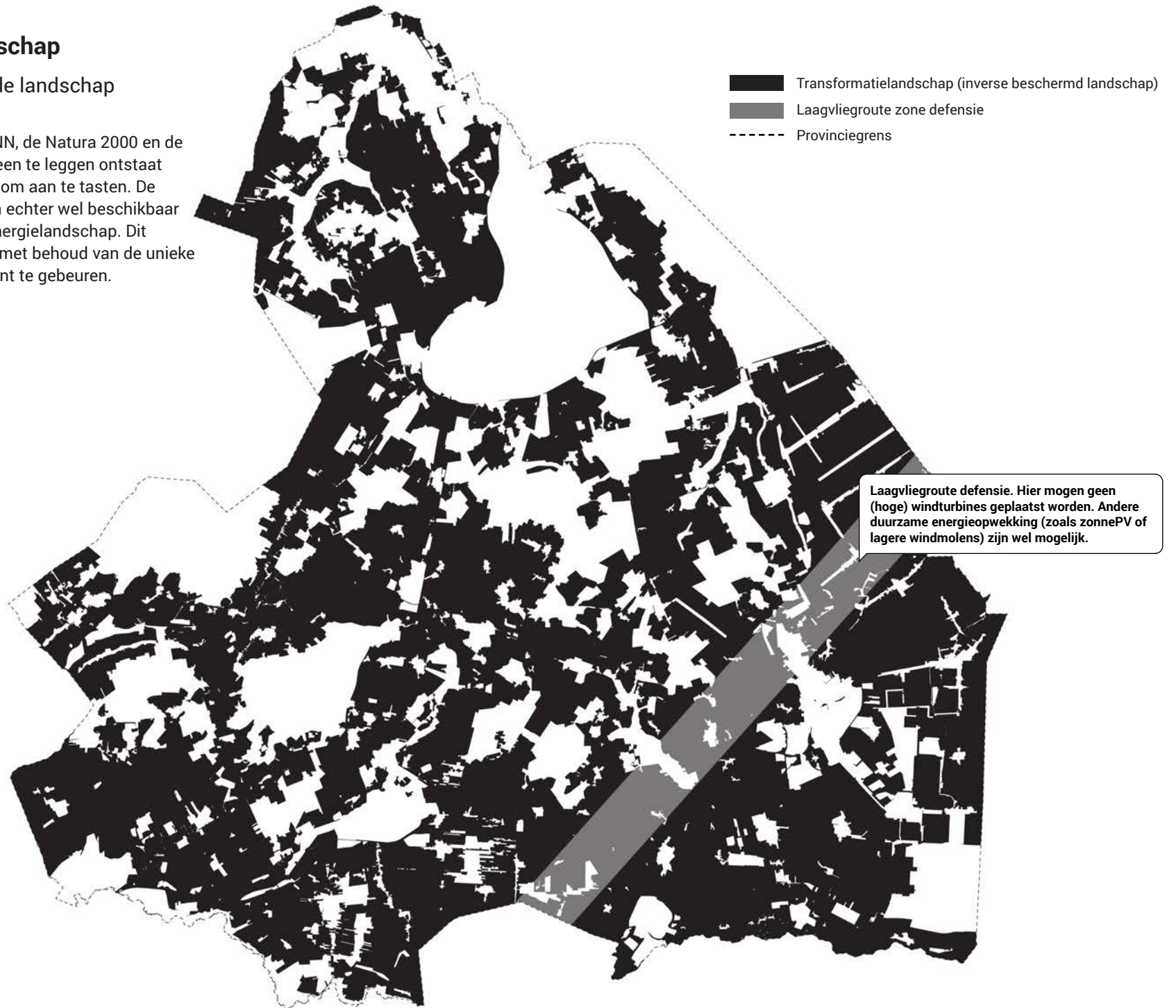
Aan de hand van landschapskenmerken, opgevraagd uit het GIS register van de provincie, is Drenthe in vijf gebieden onder te verdelen. Het grootste gedeelte, op het Drents plateau, bestaat uit het esdorpenlandschap. Op het plateau bevinden zich ook de grootste steden. Het wegdorpen en landschap van de Veenkoloniën liggen op de randen en het lager gedeelte van de provincie. Door de provincie heen doorkuizen snelwegen het landschap.



Het transformatielandschap

Inverse van het beschermd landschap

Door de nationale parken, het NNN, de Natura 2000 en de UNESCO gebieden over elkaar heen te leggen ontstaat een gebied wat te waardevol is om aan te tasten. De overige gebieden, de inverse, zijn echter wel beschikbaar om te transformeren naar een energielandschap. Dit betekent wel dat dat zorgvuldig, met behoud van de unieke landschappelijke kenmerken, dient te gebeuren.

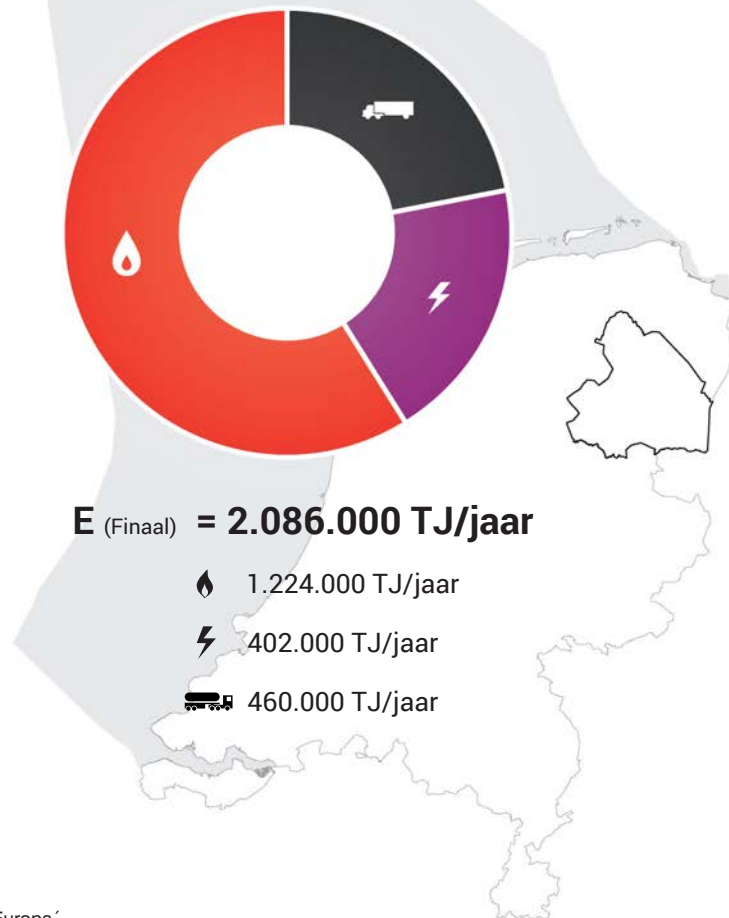


ENERGIEVRAAG DRENTHE

Energievraag Drenthe in Nederland

Finale energievrage 2020

Om de voorgestelde energielandschappen te kunnen beoordelen op energetische efficiëntie en grootte ten opzichte van de opgave is het van belang om de energievrage van Drenthe in 2020, 2030 en 2050 te onderzoeken én deze in perspectief te zetten met de Nederlandse energievrage. Door het ECN is in 2016 onderzoek gedaan naar verschillende energiescenario's in Drenthe. Daarnaast zijn door de rijksoverheid verschillende studies gedaan naar de totale energieopgave in Nederland in 2030 en 2050. De bevindingen van deze studies hebben wij samengevoegd.

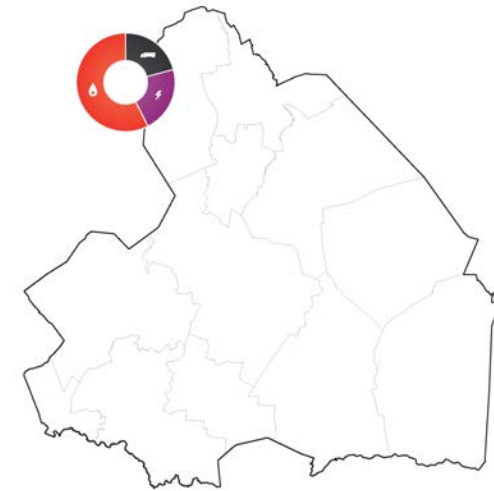


E (Finaal) = 2.086.000 TJ/jaar

🔥 1.224.000 TJ/jaar

⚡ 402.000 TJ/jaar

🚚 460.000 TJ/jaar



E (Finaal) = 56.900 TJ/jaar

🔥 32.600 TJ/jaar

⚡ 12.300 TJ/jaar

🚚 12.000 TJ/jaar

BRONNEN:

Scenario 'Sterk Europa'

Doelstelling "Verklaring van Dussen", voor een energiedoelstelling van 20% duurzame energie in 2020.

Energietrends 2014, ECN rapport

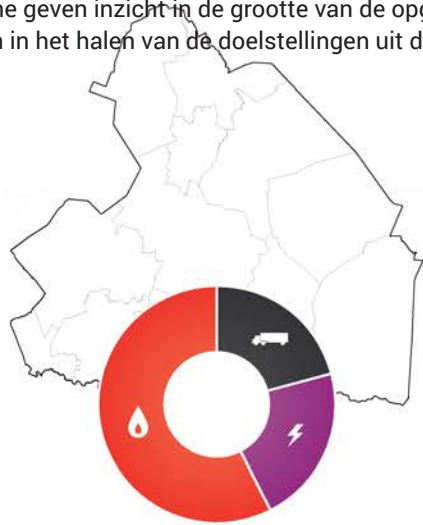
PBL 2013 Horizonscan Welvaart en Leefomgeving: scenariostudio voor Nederland in 2015

ECN (2016) Energiescenario's Drenthe 2030 (- 2050)

Energievraag Drenthe in de toekomst

Finale energievrage 2020 - 2030 - 2050

Van beide studies hebben wij het 'middenscenario' gekozen. Dit betekent dat verwacht wordt dat er relatief veel zal worden bespaard op warmtegebruik door het beter isoleren van gebouwen. De elektriciteitsvraag zal relatief langzaam groeien aangezien onze mobiliteitsbehoefte, die nu wordt ingevuld door fossiele brandstoffen, ook elektrisch wordt ingevuld. Deze verhouding tussen het gebruik in Nederland en Drenthe geven inzicht in de grootte van de opgave en het aandeel dat Drenthe kan spelen in het halen van de doelstellingen uit de klimaatakkoorden van Parijs.

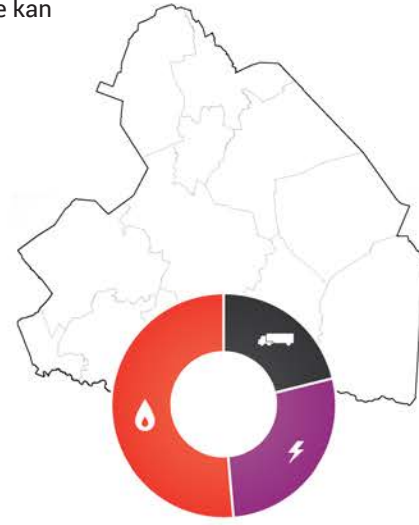


E₍₂₀₂₀₎ = 56.900 TJ/jaar

🔥 32.600 TJ/jaar

⚡ 12.300 TJ/jaar

🚚 12.000 TJ/jaar

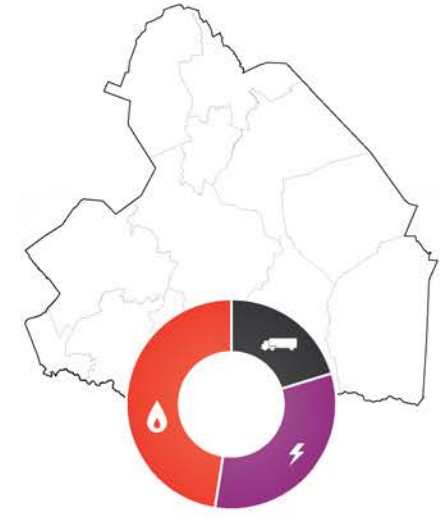


E₍₂₀₃₀₎ = 53.300 TJ/jaar

🔥 27.300 TJ/jaar

⚡ 14.600 TJ/jaar

🚚 11.400 TJ/jaar



E₍₂₀₅₀₎ = 46.500 TJ/jaar

🔥 22.000 TJ/jaar

⚡ 15.000 TJ/jaar

🚚 9.500 TJ/jaar

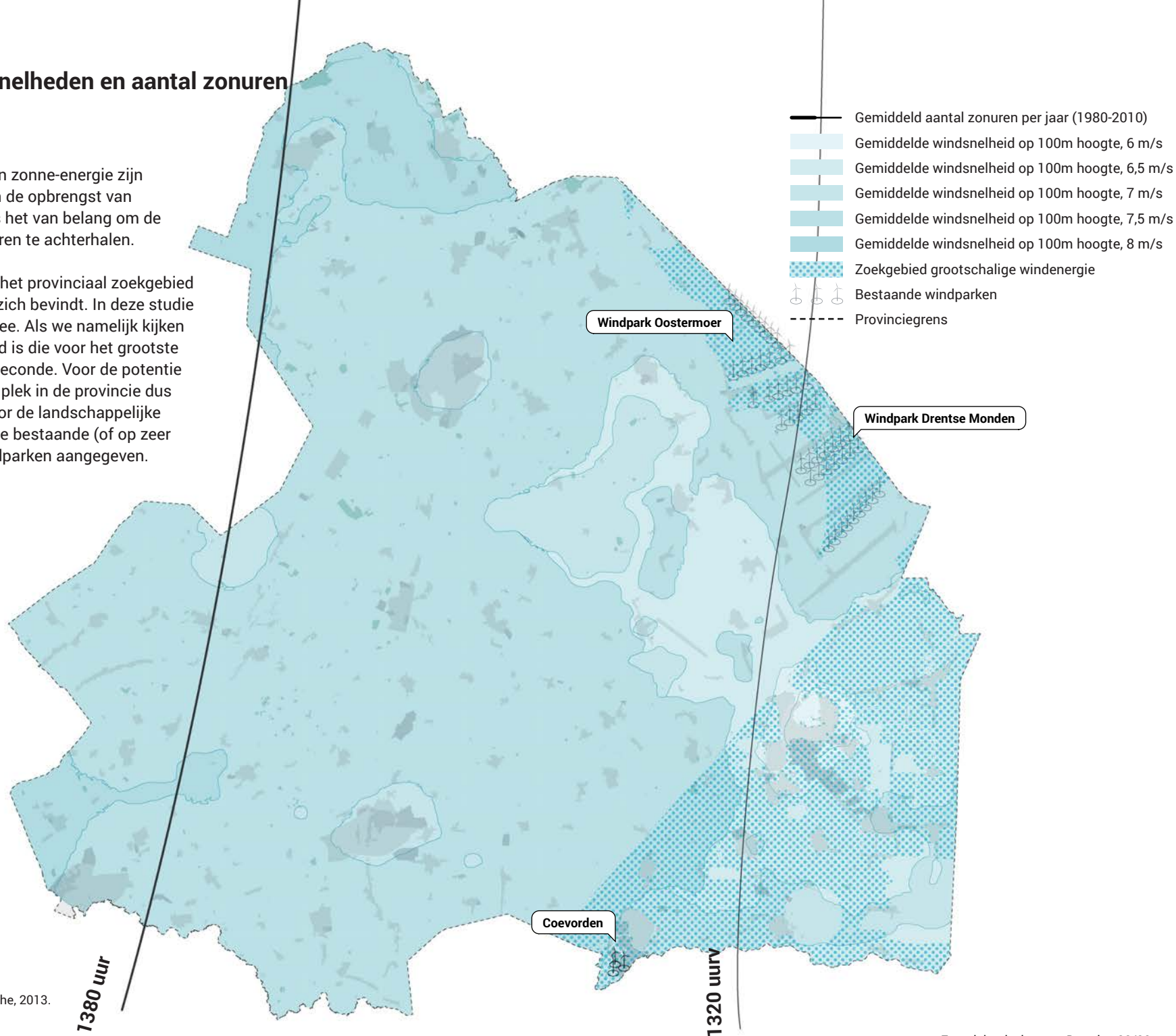
ENERGETISCHE POTENTIE

Overzichtskaat windsnelheden en aantal zonuren

Elektriciteitsproductie

Elektriciteit opwekken uit wind en zonne-energie zijn de meest realistische opties. Om de opbrengst van deze voorzieningen te bepalen is het van belang om de windsnelheid en het aantal zonuren te achterhalen.

Op de kaart is aangegeven waar het provinciaal zoekgebied voor grootschalige windenergie zich bevindt. In deze studie houden we hier geen rekening mee. Als we namelijk kijken naar de gemiddelde windsnelheid is die voor het grootste gedeelte hetzelfde, 7 meter per seconde. Voor de potentie voor elektriciteitsproductie is de plek in de provincie dus niet van belang, uiteraard wel voor de landschappelijke inpassing. Op de kaart zijn ook de bestaande (of op zeer korte termijn gerealiseerde) windparken aangegeven.



Bronnen: Zoekgebied windenergie Drenthe, 2013.

Windenergie

Het belang van de gemiddelde windsnelheid

Effectief vermogen (MW) = (efficiëntie windmolen) * $\frac{1}{4}\pi d^2 * \frac{1}{2} \rho v^3$

efficiëntie windmolen = 0,9

d = diameter rotor (m) = 126m

ρ = dichtheid lucht (1,225kg/m³)

v = snelheid lucht (m/s)

vollasturen - 2200 per jaar

Omzetting van MW naar TJ/jaar:

Opbrengst per jaar (TJ) = { (effectief vermogen) * vollasturen } / 277778

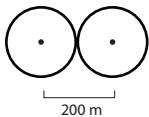
Opbrengst per gebruikte windturbine:

Windturbine van 50 m hoogte en een gemiddelde windsnelheid van 7 m/s = 3,20 TJ/jaar

Windturbine van 35 m hoogte en een gemiddelde windsnelheid van 6,5m/s = 1,00 TJ/jaar

Windturbine van 15 m hoogte en een gemiddelde windsnelheid van 6 m/s = 0,11 TJ/jaar*

Afstand tussen windturbines:



Windturbines met een theoretisch vermogen van 6MW.

Het effectief vermogen varieert per windsnelheid.

Tussenruimte tussen windturbines: 5 keer de rotordiameter

5 x 40 meter = 200 meter

* berekend aan de hand van gegevens van E.A.Z. wind. <http://www.eazwind.com/nl/product/>

Bronnen: Enipedia.tudelft.nl
Technisch weekblad, Windturbines op land, 2011.
<https://www.essent.nl>

Zonne-energie

Rekenmethode opbrengst zonnepanelen in Drenthe

$$\text{Opbrengst (kWh/m}^2\text{)} = \text{Piekvermogen panelen (Wp/m}^2\text{)} \times \text{Verliesfactor (\%)} \times \text{Instralingsfactor (\%)} \rightarrow$$

Piekvermogen (Wp)

Watt piekvermogen duidt het maximaal vermogen van een zonnepaneel aan onder de optimale omstandigheden. Bepaling van het feitelijke rendement van zonnepanelen gebeurt onder Standaard Test Condities (STC). Dat betekent een instraling van 1000 W/m² (stralend blauwe hemel in juni) bij een zonneceltemperatuur van 25°C. Het vermogen dat een bepaald paneel onder deze omstandigheden levert, is het zogenoemde piekvermogen, uitgedrukt in wattpiek (Wp). Bijvoorbeeld: een zonnepaneel met een celoppervlak van 1 m² en een rendement van 16%, heeft een piekvermogen van 0,16 x 1000 = 160 Wp. Het aantal volle uren zon in Drenthe is 995 uur per jaar. Het piekvermogen van één m² paneel komt dan iets lager uit, op 160 Wp/m². Het rendement van zonnepanelen stijgt* gestaag de laatste jaren. Daarnaast dalen de kosten exponentieel. Het rendement van zonnepanelen in het hoogste segment van de commerciële sector is nu 16%**. De verwachting is dat dit rendement stijgt naar 20% in 2020 en naar 25% in 2050 (Agentschap NL, 2010). De afmetingen van de panelen blijven gelijk.

Piekvermogen Drenthe = 995 x 0,16 = 160 Wp/m²

Nederland gemiddeld: 1000 uur/jaar

Rendement paneel: 16%*, hoogste segment commerciële sector

Verwachting 2020: 20%

Verwachting 2050: 25%

*<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/zonnepanelen-kopen/prijs-en-opbrengst-zonnepanelen/>

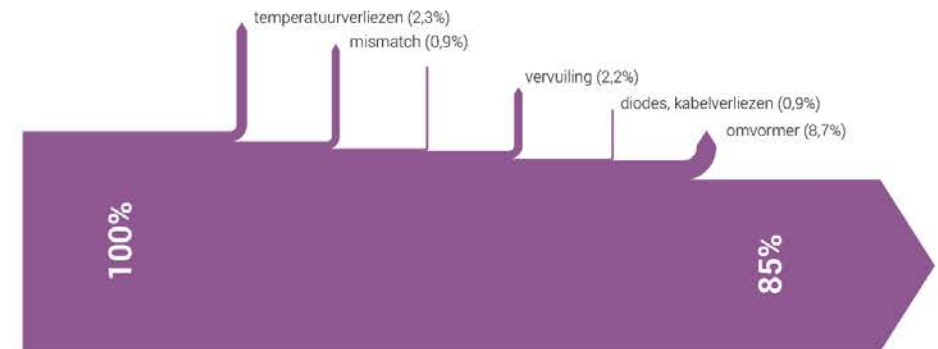
**Bron: http://www.trinasolar.com/HtmlData/downloads/us/products/multi/The_Utility_Module_PA14_Data-sheet_Feb13_US_EN.pdf

Bron: http://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/Polycrystalline/10197?utm_source=ENF&utm_medium=panel_more_series&utm_campaign=enquiry_product_directory&utm_content=6429

Bron: Leidraad Zonnestroomprojecten, 2010. Agentschap NL, Ministerie van EZ.

Verliesfactor (%)

In de praktijk reduceren verschillende interne en externe verliesfactoren het rendement. De belangrijkste verliesfactor is de omvormer. Deze zet circa 94% van de gelijkstroom om in wisselstroom. De rest van de energie gaat als warmte verloren. Een ander effect dat optreedt is mismatch. Wanneer een klein deel van de panelen beschaduwd wordt of minder licht ontvangen door vervuiling of een andere oriëntatie zullen de panelen die hiermee verbonden zijn minder elektriciteit produceren. Dit heeft echter ook een effect op de rest van de panelen die niet beschaduwd zijn. Gezamenlijk zullen deze panelen minder elektriciteit produceren dan de som van de productie van de individuele panelen. Dit komt door de regeling van het systeem. Tenslotte zal bij hoge instraling de temperatuur van zonnecellen oplopen. Een hogere celtemperatuur heeft een nadelige invloed op het rendement van met name zonnecellen van kristallijn silicium. Een 10% hogere temperatuur reduceert de opbrengst van kristallijn silicium cellen met 5%.



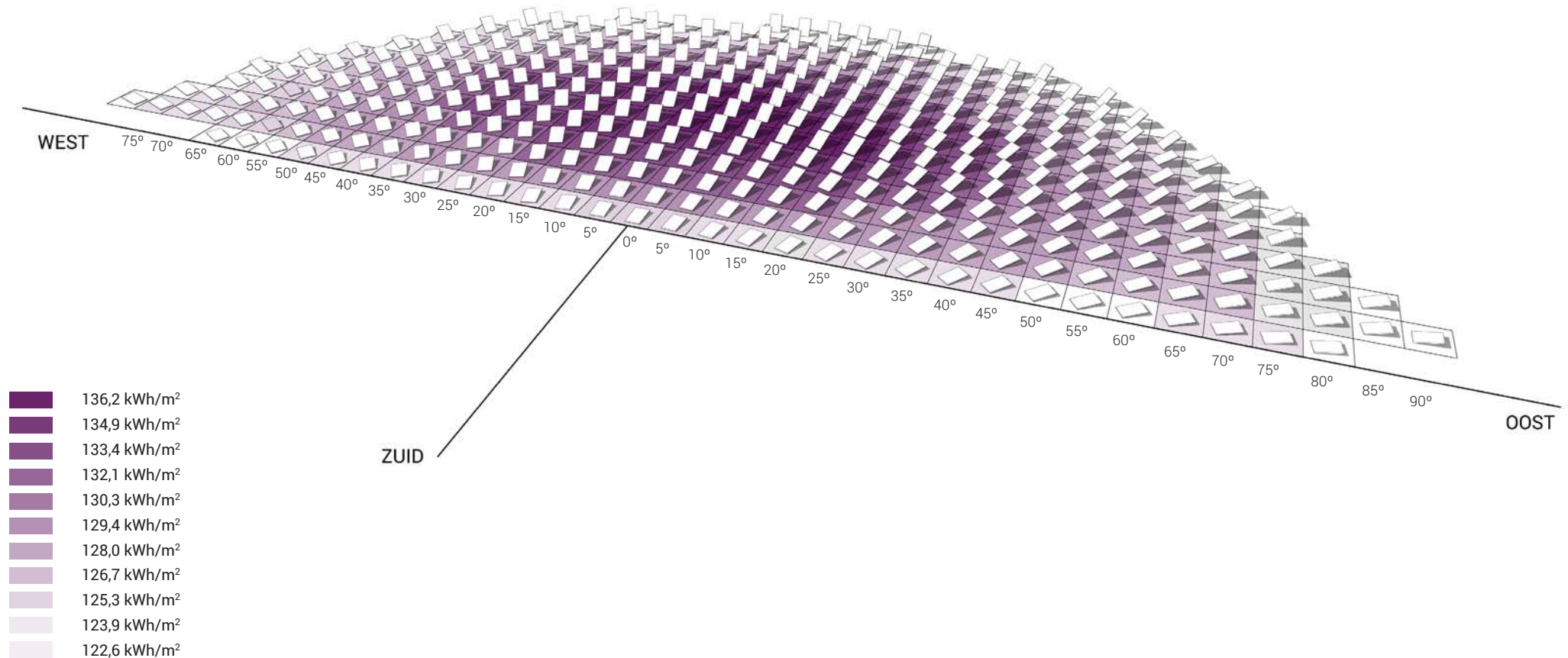
Opbrengst- en verliesfactoren van een netgekoppeld zonnestroomstelsel per kWp.

Bewerking diagram. Bron: Leidraad Zonnestroomprojecten, 2010. Agentschap NL, Ministerie van EZ., blz. 10.

Zonne-energie

Het belang van de oriëntatie en hellingshoek van een zonnepaneel

Om te berekenen hoeveel energie een zonnepaneel opwekt is het van belang om de hellingshoek en de oriëntatie van een zonnepanelen te weten. In onderstaand figuur, een bewerking van de tabel van Hespul, wordt de opbrengst per m² paneel weergegeven. Van belang is dat een paneel ten miste 90% van zijn theoretisch rendement (piekvermogen) opwekt om economisch rendabel te zijn. Onderstaande figuraties zitten allemaal binnen de 90%.



1 TJ/jaar = 277.778 kWh

BRONNEN: Bewerking van de Tabel van Hespul, te vinden op: <http://kennisbank.issso.nl/docs/overig/energievademecum/2015/bijlage-7>

Landschappelijke inpassing zonnepanelen

De eerste generatie zonnepanelen is blauw van kleur en monokristallijn of polykristallijn van structuur. Tegenwoordig zie je steeds meer zwarte zonnepanelen. Ook recent is het amorfe, gladde karakter van CIS en CIGS (dunne film) zonnepanelen. Nieuw is de uitbreiding van kleurenspectrum. Door middel van nanocoating wordt het glas gekleurd voordat er panelen van gemaakt worden. Dit is een Nederlandse uitvinding! Metingen bij ECN hebben aangetoond dat deze zonnepanelen slechts een gering opbrengstverlies hebben ten opzicht van zwarte of blauwe zonnepanelen. Inmiddels zijn er meerdere leveranciers van gekleurde panelen op de markt.

De Chinese fabrikant Ningbo Maxsolar levert zonnepanelen in tientallen verschillende kleuren onder de merknaam Makesen. BISOL SOLAR heeft een serie gekleurde zonnepanelen onder de naam Spectrum. Deze innovatie is doorgerekend door het SEAC in 2017. Zij schatten het rendementsverlies van gekleurde panelen als 'gering' (<13%) en realiseerbaar binnen enkele jaren.

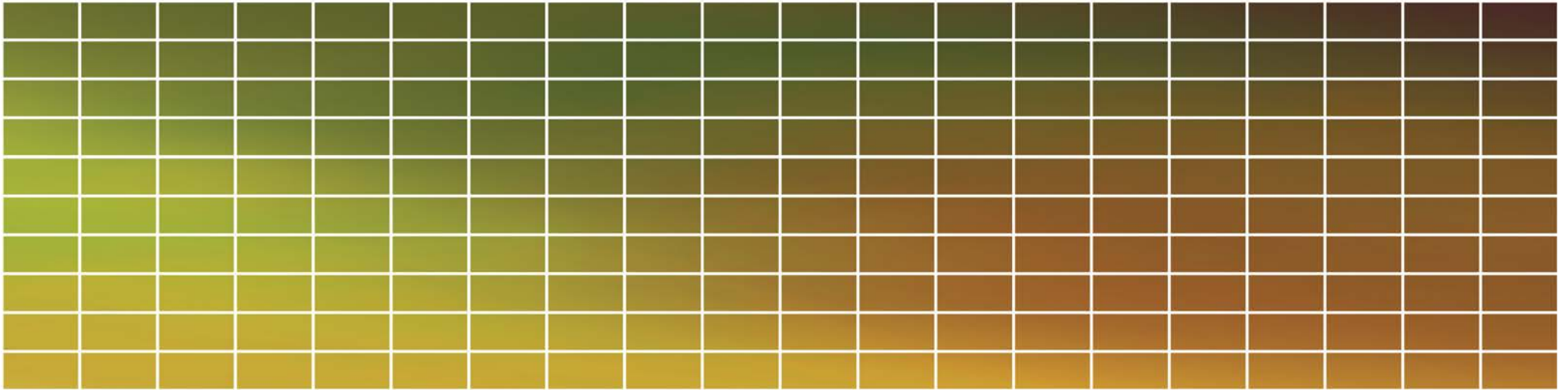


Reeds beschikbare gekleurde zonnepanelen

Bron: SEAC, 2017. Zonneroute A37, een nadere beschouwing van de voorgestelde concepten.

Couleur locale

Het aanbod aan gekleurde panelen zal naar verwachting snel toenemen. Dit zal de landschappelijke inpassing ten goede komen. Grote zonne-akkers kunnen zo subtieler in het landschap geplaatst worden en meer opgaan in het omliggende land. Daarnaast kan de kleur van de zonnepanelen ook gebruikt worden om juist landschappelijke structuren te accentueren.



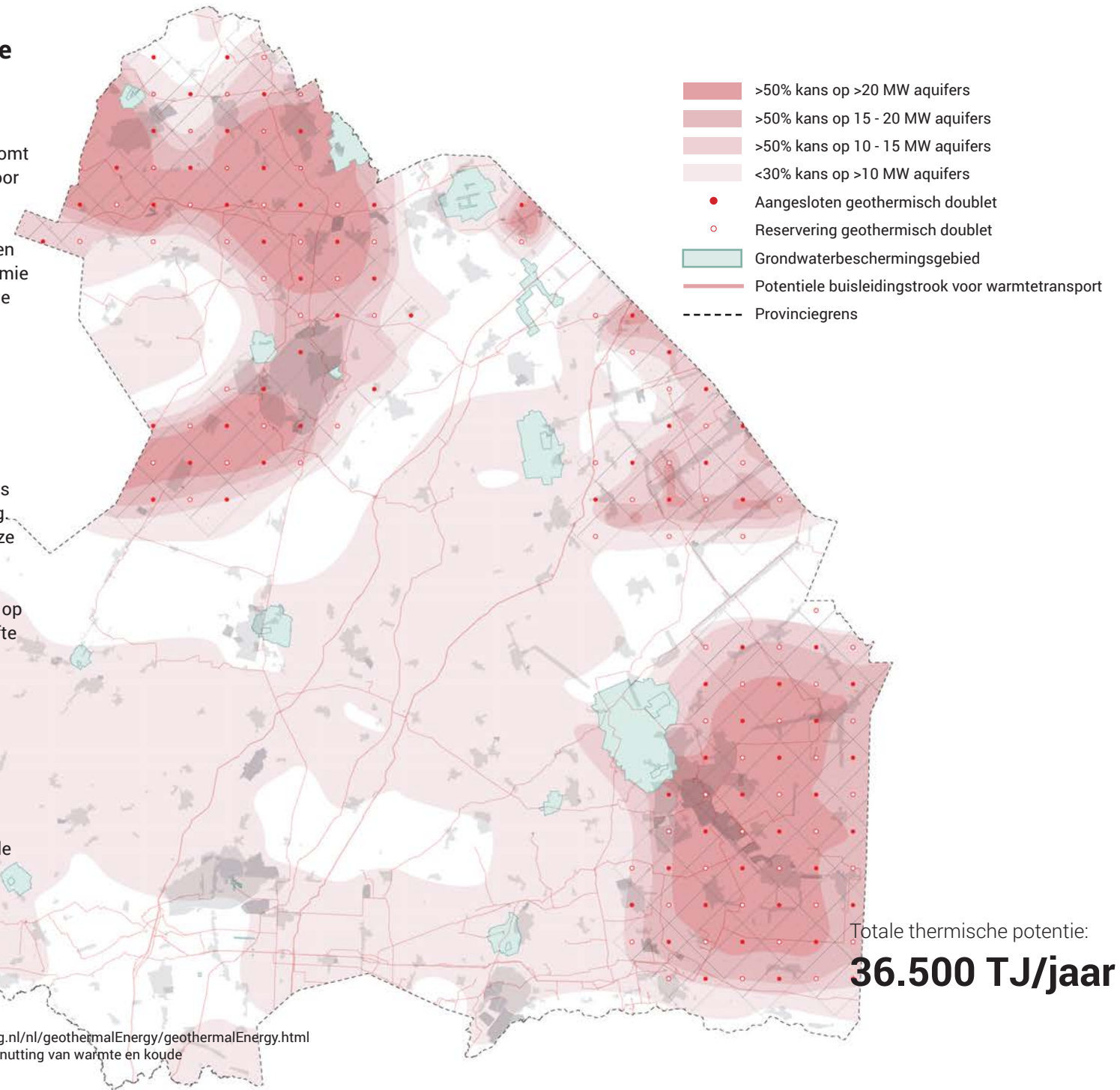
Overzichtskaart geothermische potentie

Warmteproductie

Meer dan de helft van het Nederlandse energieverbruik komt voort uit warmtebehoefte. Warmte wordt voornamelijk voor de verwarming van huizen en andere gebouwen gebruikt. Hiervoor is lage temperatuur warmte nodig (<120 °C). Om in deze behoefte te voldoen is het realiseren van een open, collectief warmtenet, gevoed door geothermie en restwarmte uit de (biobased) industrie, een realistische optie.

In Drenthe is de thermische potentie van de ondergrond enorm. In grote delen van de provincie, voornamelijk de noord en oost kant, zijn aardlagen met een goede waterdoorlatende laag met een thermisch vermogen van meer dan 20MW gevonden. Het benutten van deze aardwarmte door middel van geothermische doubletten is een kosteneffectieve vorm van duurzame warmtewinning. Door het aanleggen van een collectief warmtenet kan deze warmte worden getransporteerd. Deze buisleidingstrook is gebaseerd op het huidige tracé transportleidingen gevaarlijke stoffen. De maximale potentie wordt geschat op 36,5 PJ per jaar. Dit is meer dan de gehele warmtebehoefte van de provincie Drenthe in 2016.

De regeneratietijd van geothermie is circa 30 jaar. Dat betekent dat een gebruik van dertig jaar van een doublet het ongeveer eenzelfde periode duurt om het water in de ondergrond weer op de oorspronkelijke temperatuur te laten komen. Hierop kan worden geanticipeerd met een ruimtelijke reservering voor toekomstige putten. Door doubletten op te stellen in een schaakbordprofiel wordt de potentie efficiënt benut en kunnen putten later 'omgekat' worden. De afstand tussen twee putten is 1.500 meter.



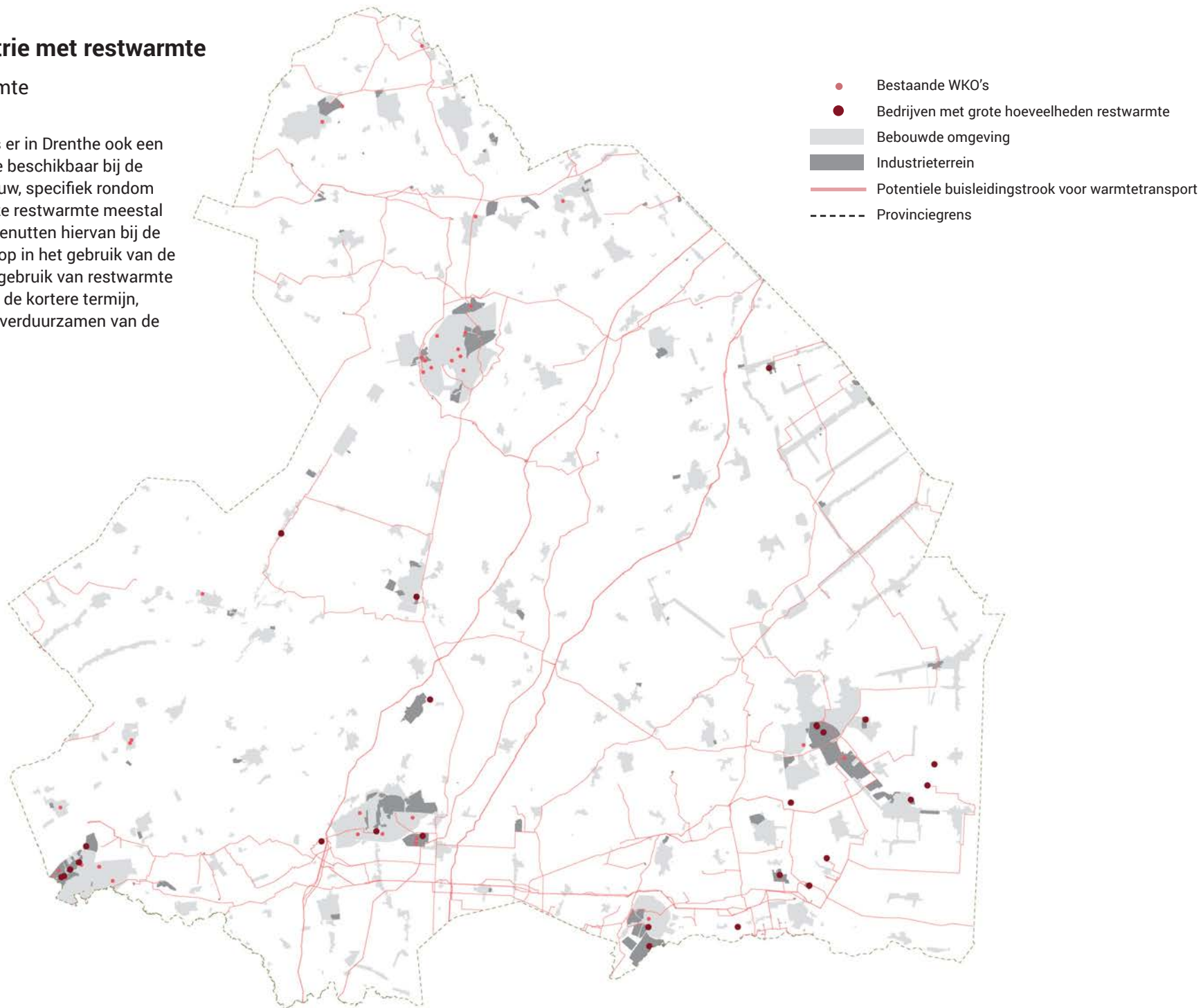
Totale thermische potentie:
36.500 TJ/jaar

Bronnen: TNO Geologische Dienst Nederland, juli 2015, <http://www.nlog.nl/nl/geothermalEnergy/geothermalEnergy.html>
IPO Routekaart Warmte, Provincies op weg naar effectieve benutting van warmte en koude
CE DELFT, 2015

Overzichtskaart industrie met restwarmte

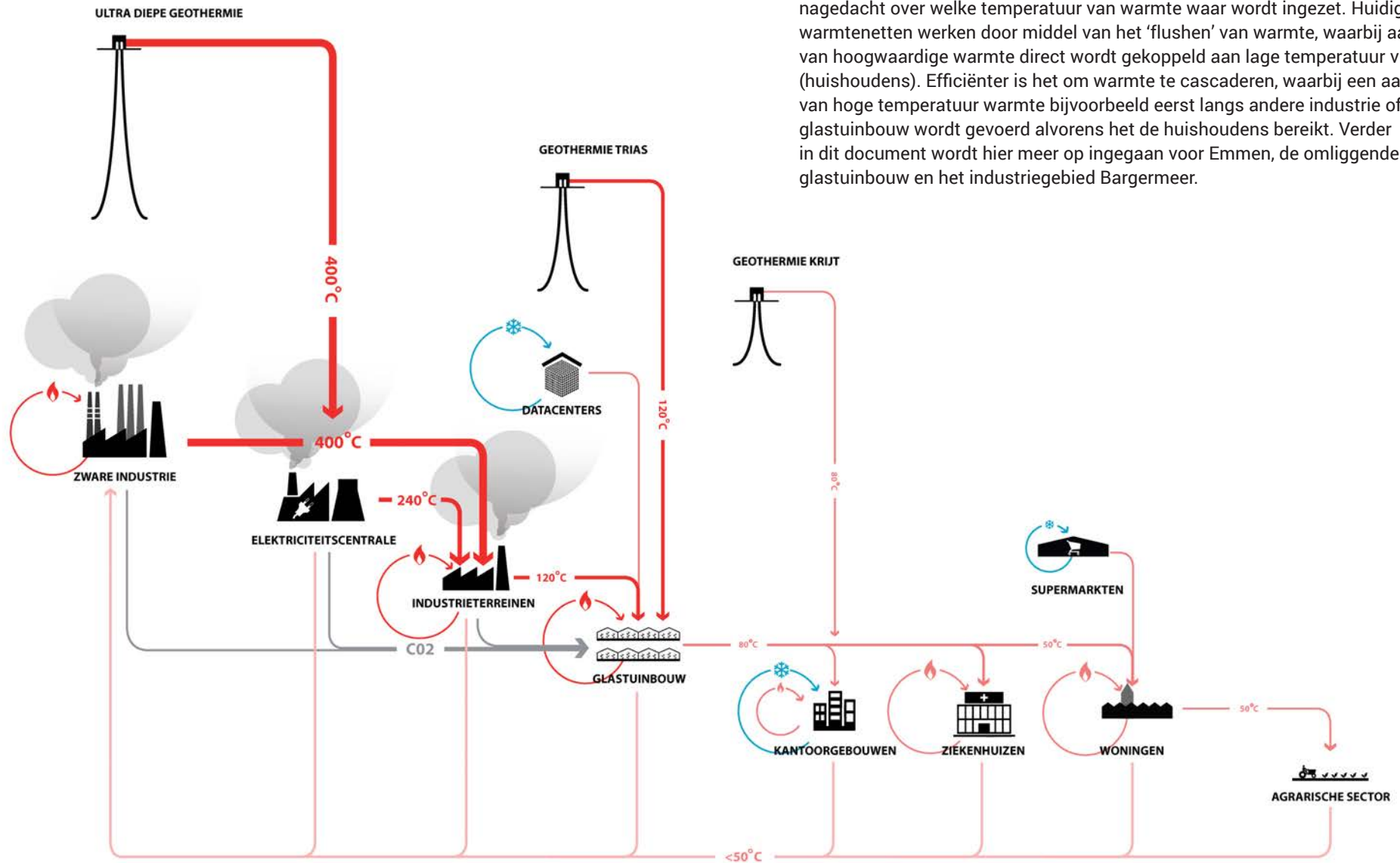
Efficiënt gebruik (rest)warmte

Tegenover de warmtebehoefte is er in Drenthe ook een redelijke hoeveelheid restwarmte beschikbaar bij de industriegebieden en glastuinbouw, specifiek rondom Emmen. Hoewel de bron van deze restwarmte meestal niet hernieuwbaar is, levert het benutten hiervan bij de afnemers een directe besparing op in het gebruik van de fossiele grondstof aardgas. Het gebruik van restwarmte biedt daarom, in ieder geval voor de kortere termijn, een belangrijke bijdrage aan het verduurzamen van de energievoorziening.



Cascaderingsprincipe

Efficiënt gebruik (rest)warmte in Drenthe



Voor een optimaal functioneren van een grootschalig collectief warmtenet is het van belang dat de warmte die wordt opgewekt efficiënt wordt gebruikt. Bij het aankoppelen van warmtevragers aan het warmtenet moet goed worden nagedacht over welke temperatuur van warmte waar wordt ingezet. Huidige warmtenetten werken door middel van het 'flushen' van warmte, waarbij aanbod van hoogwaardige warmte direct wordt gekoppeld aan lage temperatuur vraag (huishoudens). Efficiënter is het om warmte te cascaderen, waarbij een aanbod van hoge temperatuur warmte bijvoorbeeld eerst langs andere industrie of glastuinbouw wordt gevoerd alvorens het de huishoudens bereikt. Verder in dit document wordt hier meer op ingegaan voor Emmen, de omliggende glastuinbouw en het industriegebied Bargermeer.

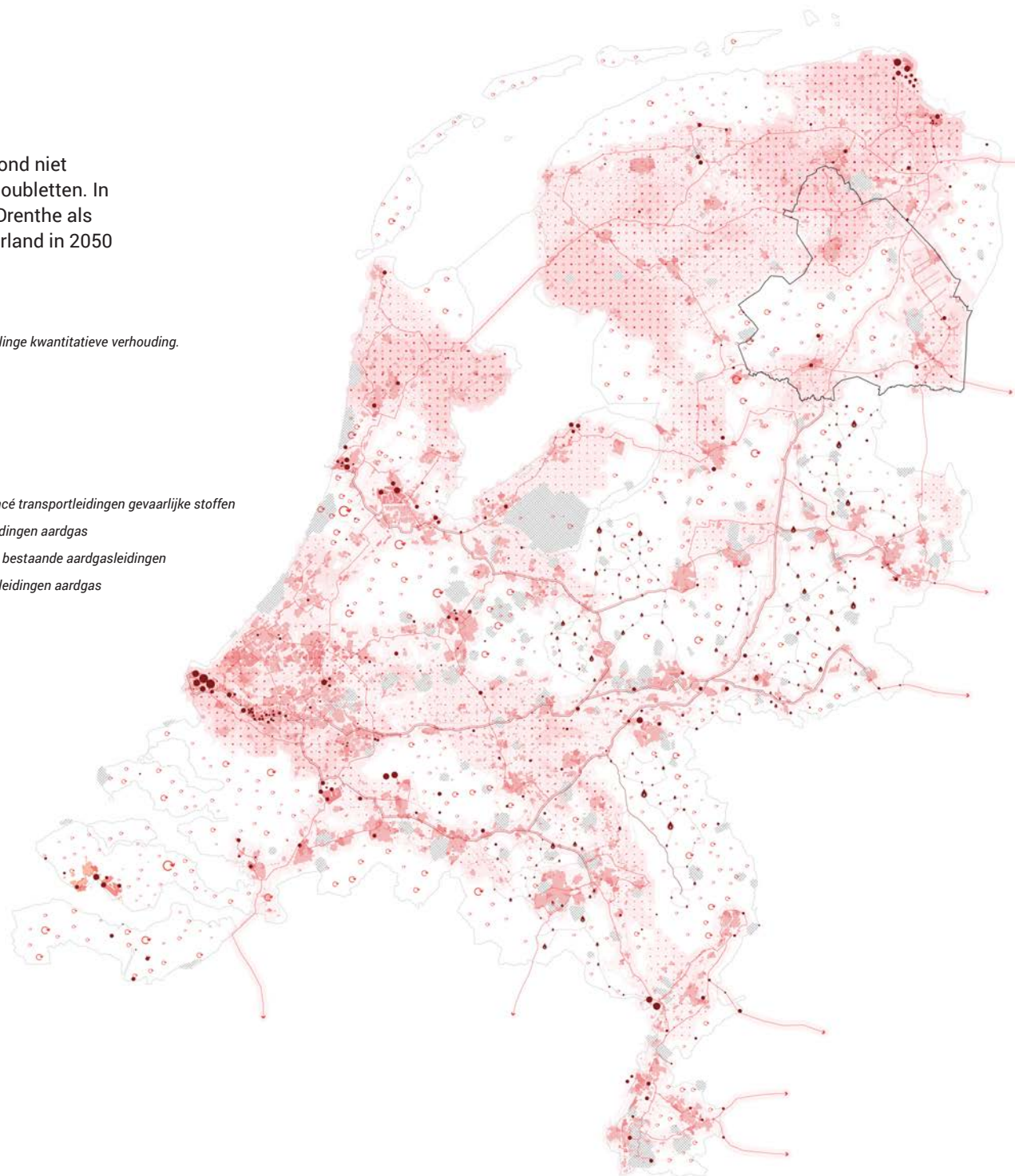
Bron: DOBBELSTEEN, A.A.J.F. van den, TILLIE, N.J.M.D. (2011) Energetic Urban Planning, a novel approach to carbon-neutral cities. Delft University of Technology.

Dutch Smart Thermal Grid

Drenthe in de grotere context

In sommige delen van Nederland is de ondergrond niet geschikt voor het gebruik van geothermische doubletten. In de grotere context is het dus voorstelbaar dat Drenthe als warmteleverancier gaat fungeren. Zo kan Nederland in 2050 volledige voorzien zijn van duurzame warmte.

- Warmte aanbod ($TJ_{th}/jaar$) Oppervlakte cirkels zijn in onderlinge kwantitatieve verhouding.
- Restwarmtebron gekoppeld aan warmtenet
- Restwarmtebron niet gekoppeld aan warmtenet
- ▨ Boringsvrij zone / grondwaterbeschermingsgebied
- ▨ Warmtenetten bebouwde omgeving
- ▨ Warmtenetten industrie en glastuinbouw
- Hoofdwarmteleiding (Thermal Backbone), gebaseerd op tracé transportleidingen gevaarlijke stoffen
- Secundaire warmteleiding, gebaseerd op tracé transportleidingen aardgas
- Hoofdleiding groengas transport naar industrieclusters via bestaande aardgasleidingen
- Secundaire groengas leiding, gebaseerd op tracé transportleidingen aardgas
- Bestaande aardgasleiding
- Trias aquifers, ca. 4 km. diep, 50% kans op $15 MW_{th}$, 500 TJ per put met $120\text{ }^{\circ}\text{C} - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ warmte aanbod
- Krijt aquifers, ca. 2 km. diep, 50% kans op 7,5 tot $15 MW_{th}$, 150 TJ per put met $80\text{ }^{\circ}\text{C} - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ warmte aanbod
- Reservering geothermie doublet
- ▨ Thermisch vermogen ondergrond $> 10 MW_{th}$
- ▨ Thermisch vermogen ondergrond $> 7,5 MW_{th}$
- ▨ Thermisch vermogen ondergrond $> 5 MW_{th}$
- Elektrische warmtepompen, individueel of collectief
- Groengas (op basis van mestvergisting)
- Provinciegrens Drenthe

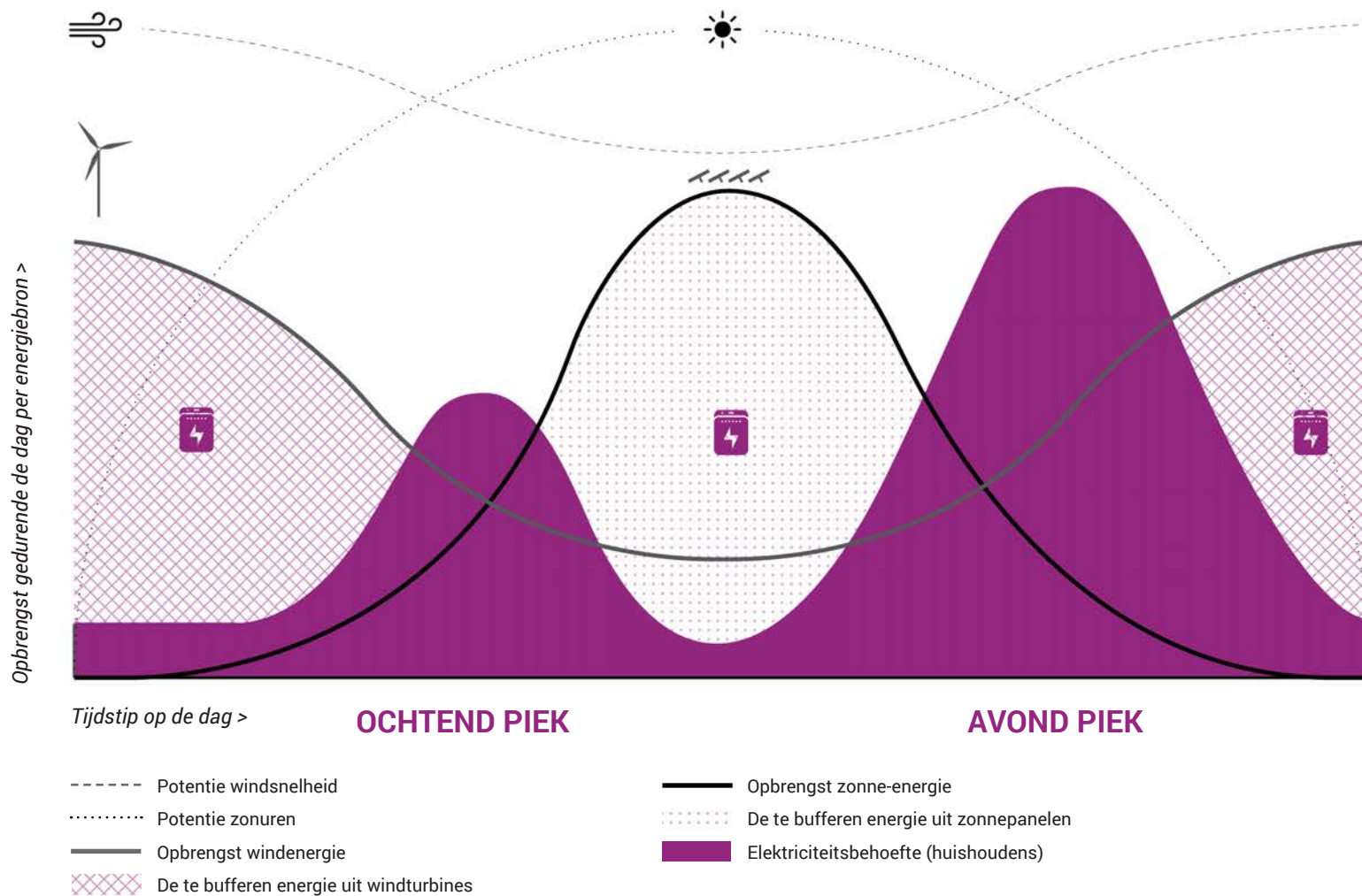


Bufferen van energie

Verhouding opgewekte wind- en zonne-energie in vergelijking met het gebruik gedurende de dag

Naast het opwekken van duurzame energie speelt de opslag van deze energie een belangrijke rol. In tegenstelling tot de huidige, fossiele energieproductie zijn wind en zonne-energie afhankelijk van de weersomstandigheden. Dit betekent dat er pieken en dalen in de hoeveelheid opgewekte energie zijn, en daarmee een discrepantie tussen vraag en aanbod. Ook het gebruik van energie is niet gelijk gedurende de dag. Het opslaan van energie speelt dus een belangrijke rol in de transitie naar duurzame energieopwekking.

Dit betekent dat een regio dus niet afhankelijk kan zijn van één type bron voor zijn energie, er zal altijd een mix blijven bestaan. In dit onderzoek is gekozen voor een mix van wind en zonne-energie voor de elektriciteitsproductie en geothermie met seizoen buffers in die ondiepe ondergrond voor de warmtevoorziening.



DRENTSE ENERGIELANDSCHAPPEN

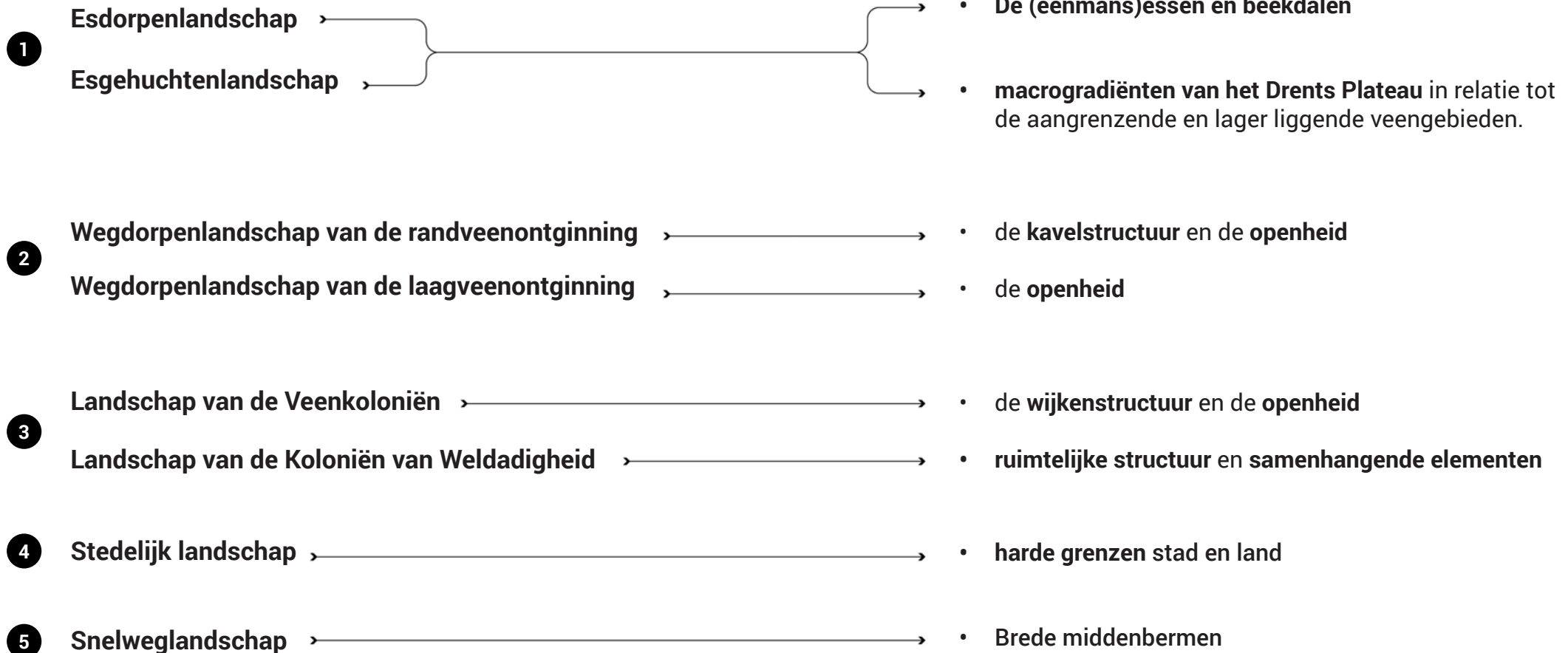
De komende pagina's illustreren de verschillende energielandschappen van Drenthe. De kenmerken van elk landschap worden kort besproken. Hiermee is een typerende 'tegel' getekend met de betreffende kenmerken. Deze verbeelden dient als uitgangspunt voor het voorgestelde energielandschap. Bij elk landschap is een korte berekening gemaakt van het maximaal laadvermogen van het landschap. Aan de hand van GIS data kan dit vertaald worden naar de daadwerkelijke opwekkingmogelijkheden van het gehele landschap. Uiteraard zijn de berekeningen die per tegel van 50 hectare gedaan worden slechts een grove indicatie van het werkelijk absorptievermogen van de verschillende landschapstypen. Tot slot tonen enkele ooghoogten de inpassing van het voorgestelde voorzieningen en de transformatie tot een daadwerkelijk Drents energielandschap.

Kernkwaliteit landschappen

Samenvattend

Binnen Drenthe zijn de volgende landschapstypen te onderscheiden:

Met de volgende karakteristieke kenmerken:



ESDORPENLANDSCHAP

Overzichtskaart esdorpenlandschap

Kenmerken

Aanwezigheid van veel opgaande begroeiing (erfbepanting, houtwallen, bosjes loofhout)

Erven met heggen, boomgaarden en een paar eiken

Glooiende essen en steilranden; Laaggelegen, kronkelende, vochtige beekdalen

Onregelmatige en vaak ook bochtige perceels- en kavelvormen

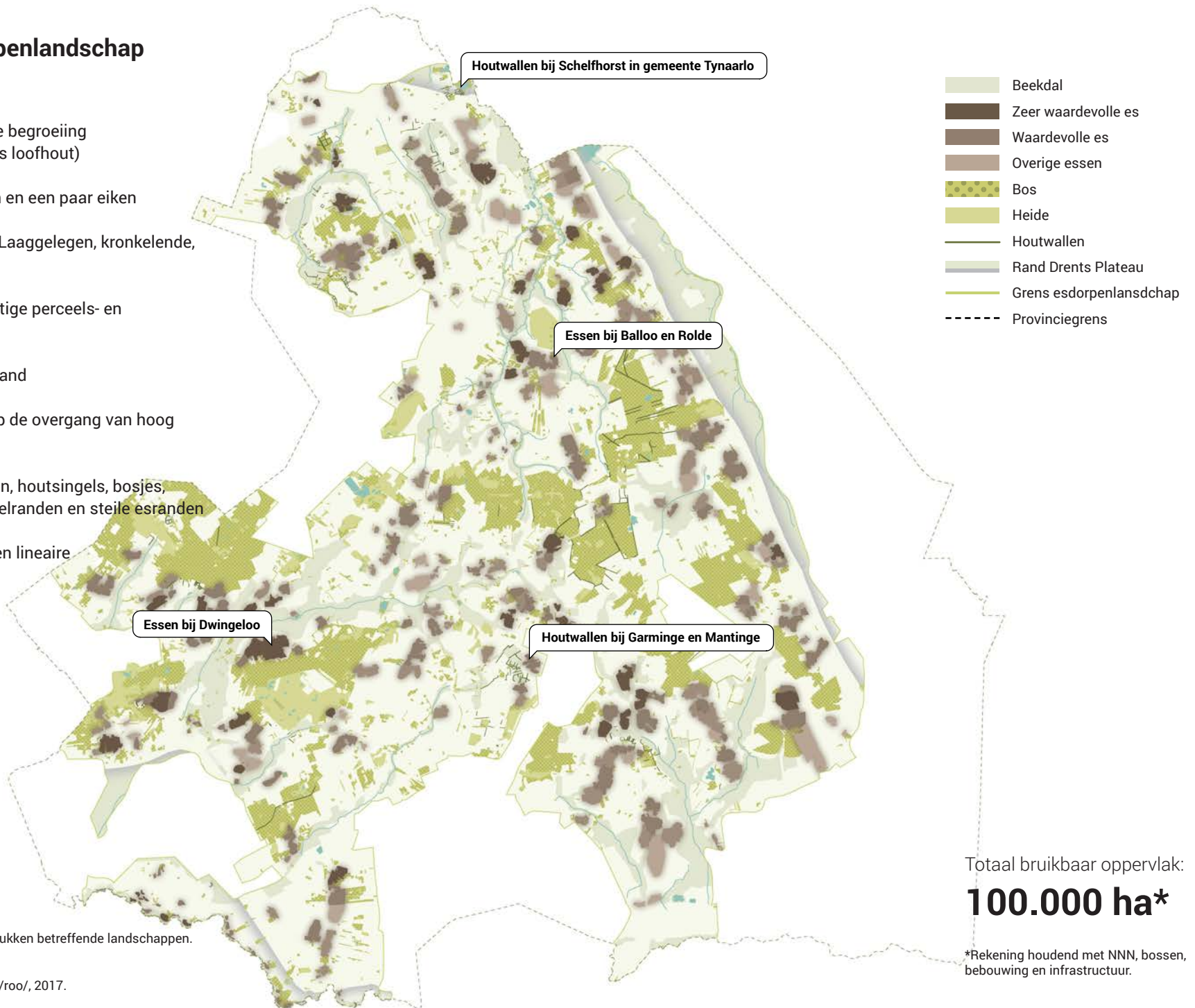
(Relatief) kleine eenheden bouwland

Verspreid liggende boerderijen op de overgang van hoog naar laag (droog naar nat)

Lineaire elementen als houtwallen, houtsingels, bosjes, bomenlanen, bomenrijen, struweelranden en steile esranden

Bospercelen als verbinding tussen lineaire landschapselementen.

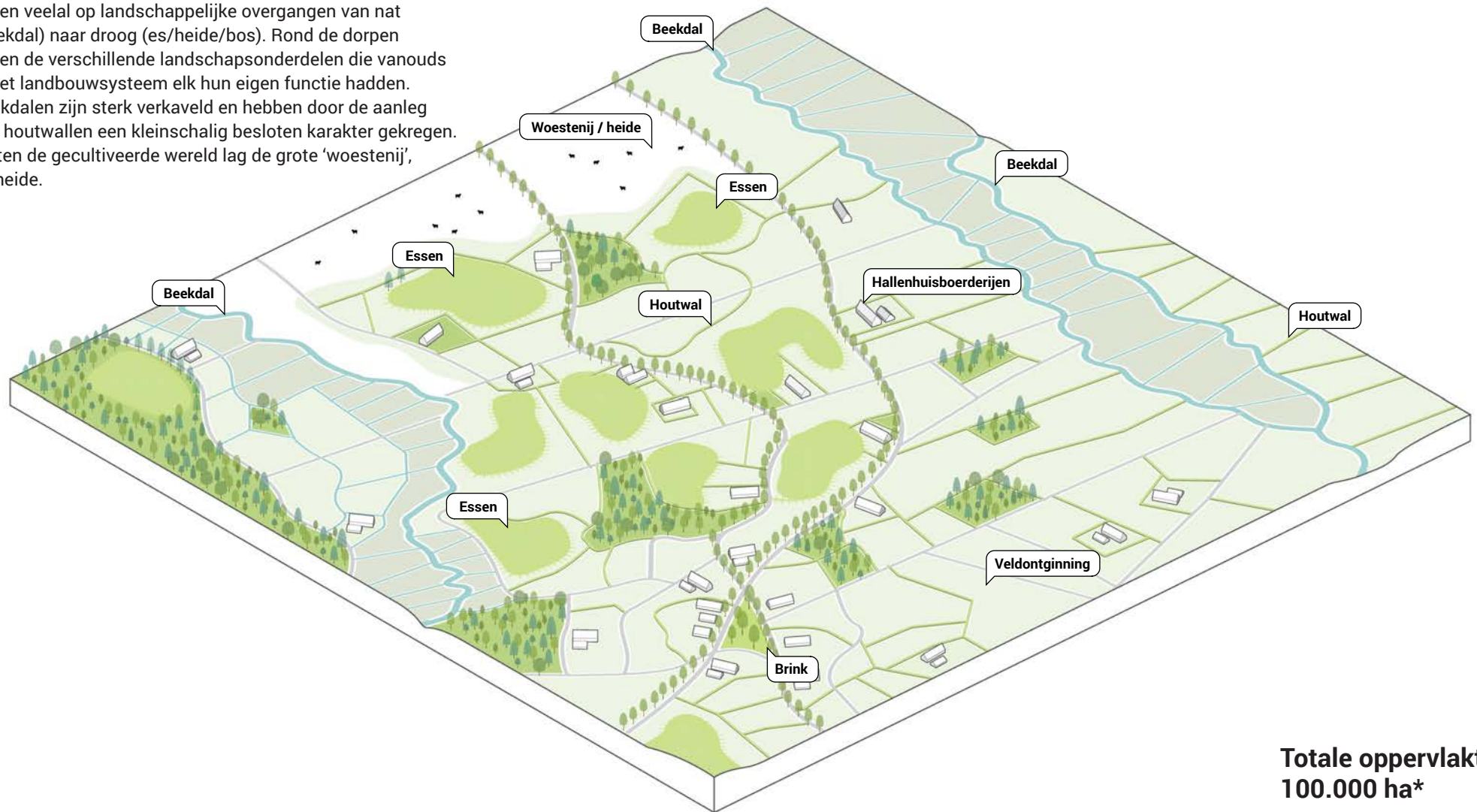
Grote mate van kleinschaligheid



Bronnen:
Provincie Drenthe, 2016.
Provincie Drenthe, 2017. Diverse beleidsstukken betreffende landschappen.
Geoportaal provincie, 2017.
Revisie Omgevingsvisie Drenthe 2017.
<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>, 2017.

Kenmerken esdorpenlandschap

Elk onderdeel van dit landschap komt oorspronkelijk voort uit het agrarisch gebruik. De esdorpen vormen vanouds de ontginningsbasis van het landschap. Ze liggen veelal op landschappelijke overgangen van nat (beekdal) naar droog (es/heide/bos). Rond de dorpen liggen de verschillende landschapsonderdelen die vanouds in het landbouwsysteem elk hun eigen functie hadden. Beekdalen zijn sterk verkaveld en hebben door de aanleg van houtwallen een kleinschalig besloten karakter gekregen. Buiten de gecultiveerde wereld lag de grote 'woestijn', de heide.



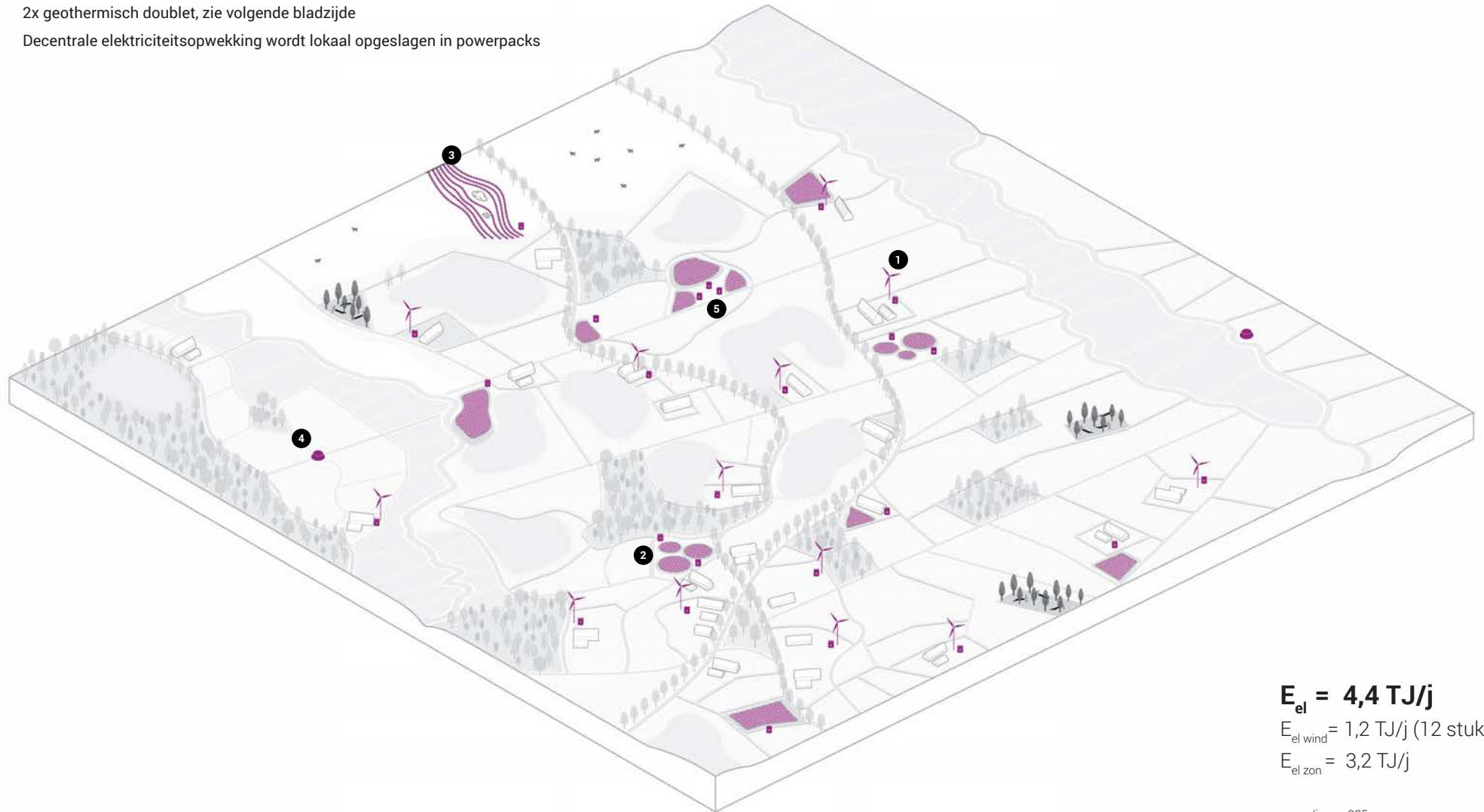
**Totale oppervlakte:
100.000 ha***

* Rekening houdend met NNN, bossen, bebouwing en infrastructuur.

Opbrengst per tegel

Oppervlak tegel is circa 50 ha

- 1 1,2 TJ/j 12 x windturbines, 15m hoog, 0,1 TJ/j
- 2 2,9 TJ/j 15 x zonne-essen, 6.200 m²
- 3 0,3 TJ/j 1x zonne-tuin, 600 m²
- 4 2x geothermisch doublet, zie volgende bladzijde
- 5 Decentrale elektriciteitsopwekking wordt lokaal opgeslagen in powerpacks



$$E_{el} = 4,4 \text{ TJ/j}$$

$$E_{el \text{ wind}} = 1,2 \text{ TJ/j (12 stuks)}$$

$$E_{el \text{ zon}} = 3,2 \text{ TJ/j}$$

$$\text{uur}_{\text{zon}}/\text{jaar} = 985$$

$$V_{\text{wind } 50\text{m}} = 7 \text{ m/s}$$

$$\text{vollasturen}_{\text{wind}} = 2.200$$

Esdorpenlandschap als energielandschap

Totale potentiële opbrengst van het esdorpenenergielandschap

De kleinschaligheid, beslotenheid en bochtige kavelvormen komen terug in het ontwerp van de zonne-essen.

Daarnaast benadrukt de verspreide en sporadische plaatsing van windturbines de organische structuur van het landschap. De windturbines zijn slechts 15 meter hoog en gemaakt van hout en herinneren aan de kleinschalige lokale productiebosjes van de boerderijen. Verspreide productiebossen worden aangeplant voor de masten van de windturbines. De zonnetuinen accentueren de zwerfkeien en andere landschappelijke elementen die kenmerkend zijn voor de heidegebieden in het esdorpenlandschap.



$$E_{el} = 8.800 \text{ TJ/j}$$

$$E_w = 11.000 \text{ TJ/j}$$

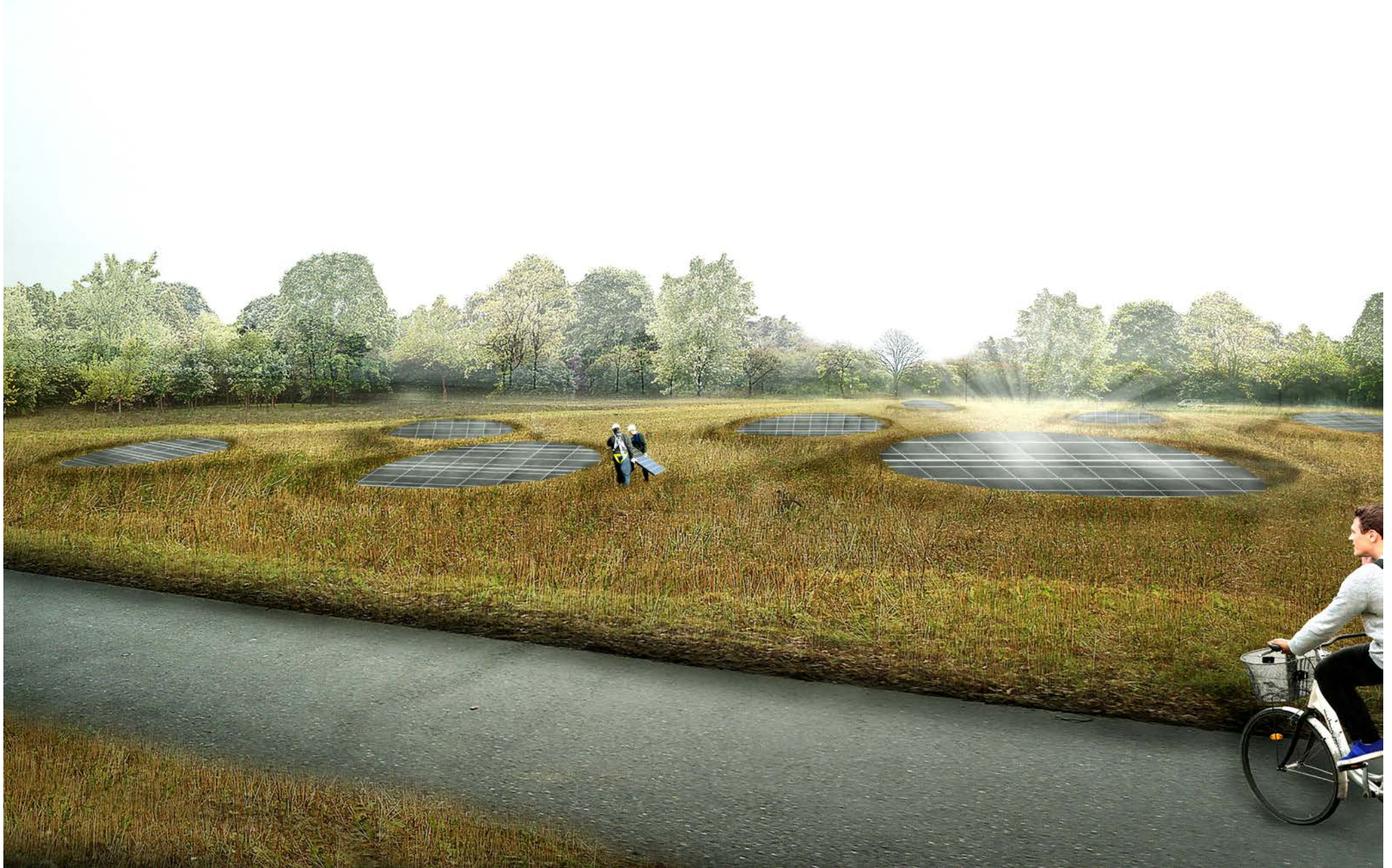
Kleinschalige energieproductie in verhouding met kavelgrootte

Elektriciteitsproductie op een erf



Zonne-essen

Benadrukken de onregelmatige en bochtige kavelvormen



Zonnesporen

Accentueren bijzondere elementen zoals zwerfkeien



LANDSCHAP VAN DE VEENKOLONIËN

Overzichtskaart landschap van de veenkoloniën

Kenmerken

Strakke verkaveling

Grootschalig landschap

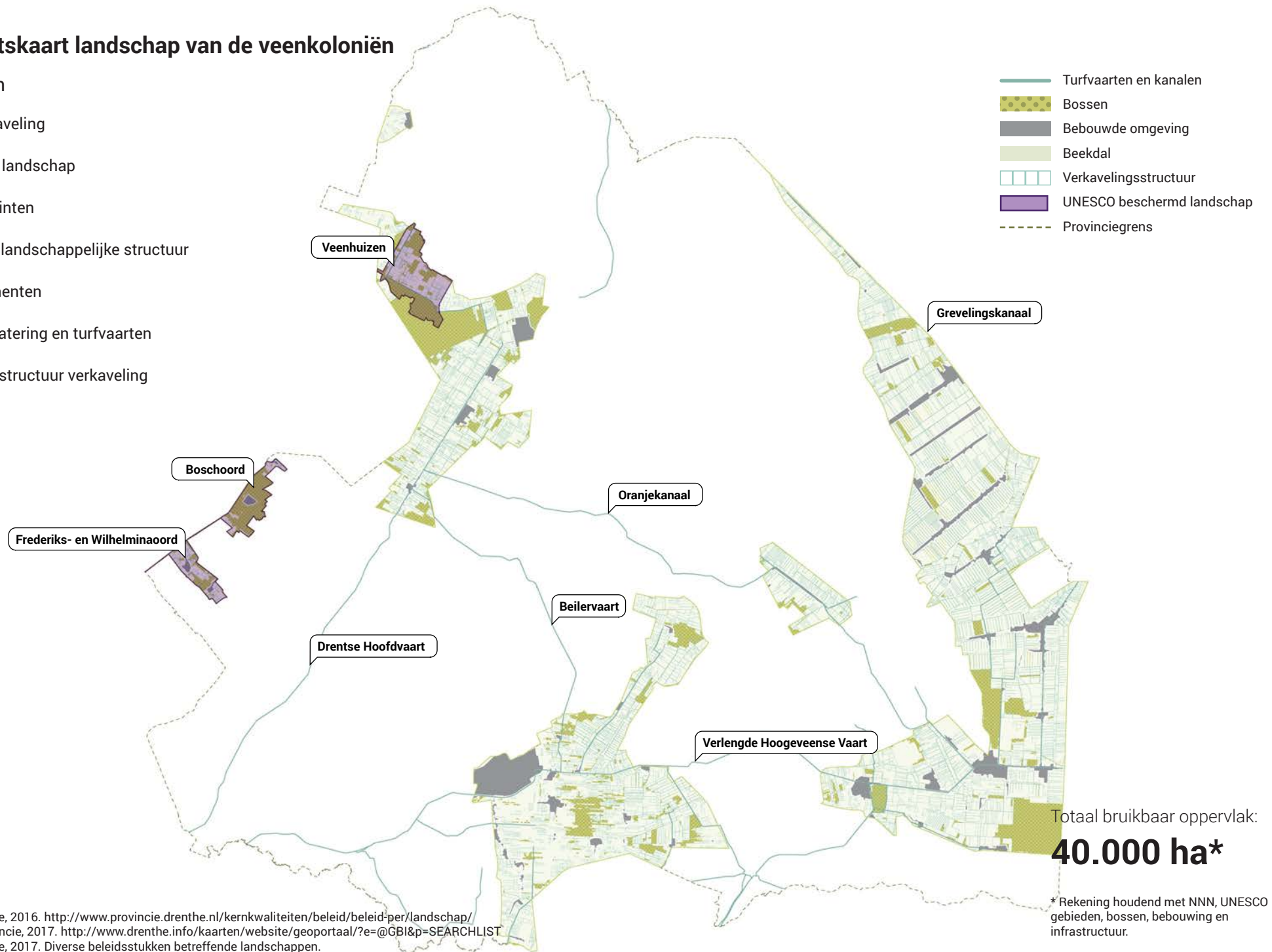
Bebouwingslinten

Hiërarchie in landschappelijke structuur

Lineaire elementen

Kanalen, afwatering en turfvaarten

Orthogonale structuur verkaveling

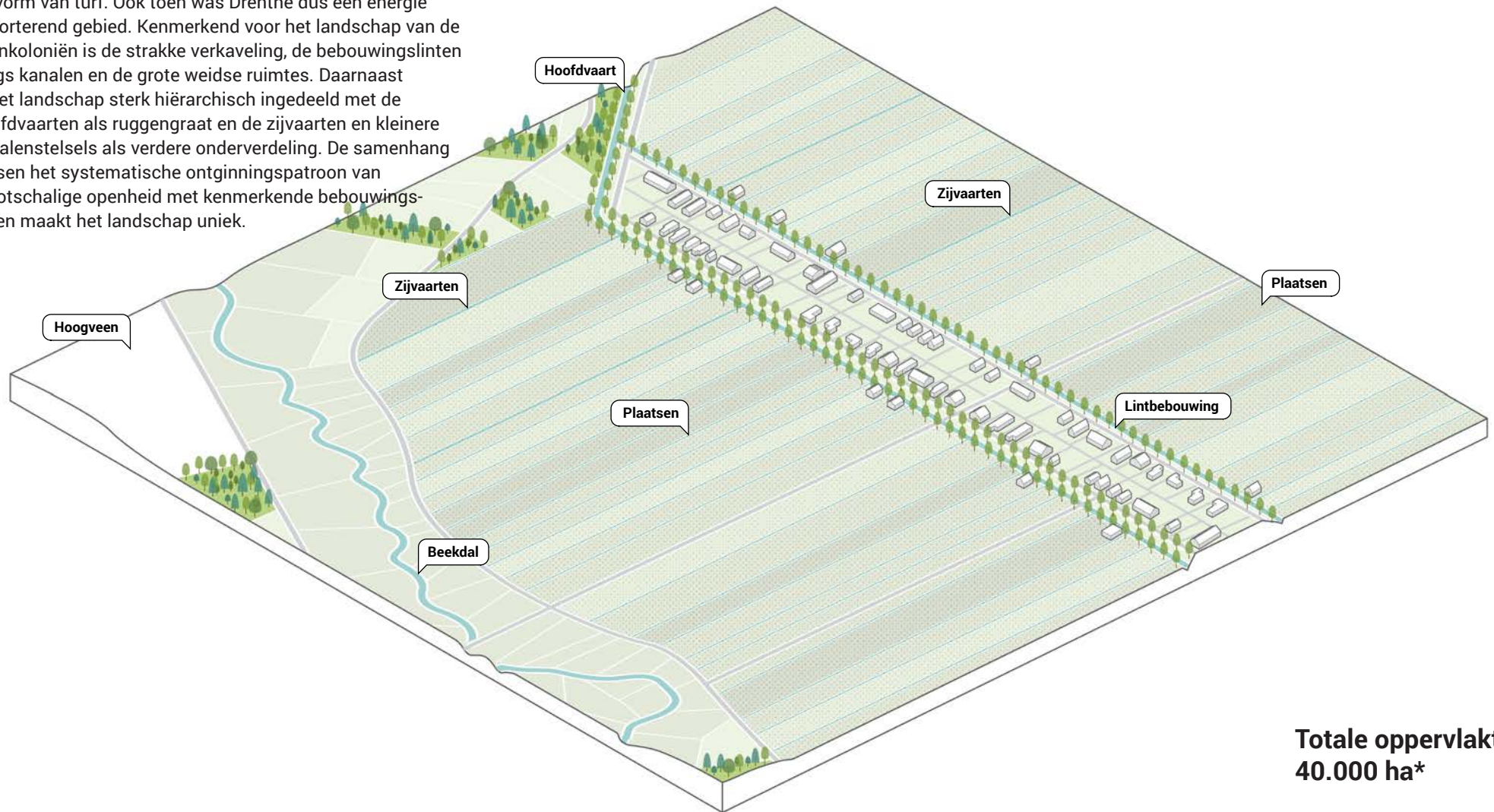


Bronnen:

Provincie Drenthe, 2016. <http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/>
Geoportaal provincie, 2017. <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/?e=@GBI&p=SEARCHLIST>
Provincie Drenthe, 2017. Diverse beleidsstukken betreffende landschappen.
Revisie Omgevingsvisie Drenthe 2017.
<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>, 2017.

Kenmerken Landschap van de veenkoloniën

Het landschap van de veenkoloniën is een productielandschap avant la lettre en is in verloop van tijd ontgonnen om de inwoners (van de steden) te voorzien van energie in de vorm van turf. Ook toen was Drenthe dus een energie exporterend gebied. Kenmerkend voor het landschap van de veenkoloniën is de strakke verkaveling, de bebouwingslinten langs kanalen en de grote weidse ruimtes. Daarnaast is het landschap sterk hiërarchisch ingedeeld met de hoofdvaarten als ruggengraat en de zijvaarten en kleinere kanalenstelsels als verdere onderverdeling. De samenhang tussen het systematische ontginningspatroon van grootschalige openheid met kenmerkende bebouwingslinten maakt het landschap uniek.



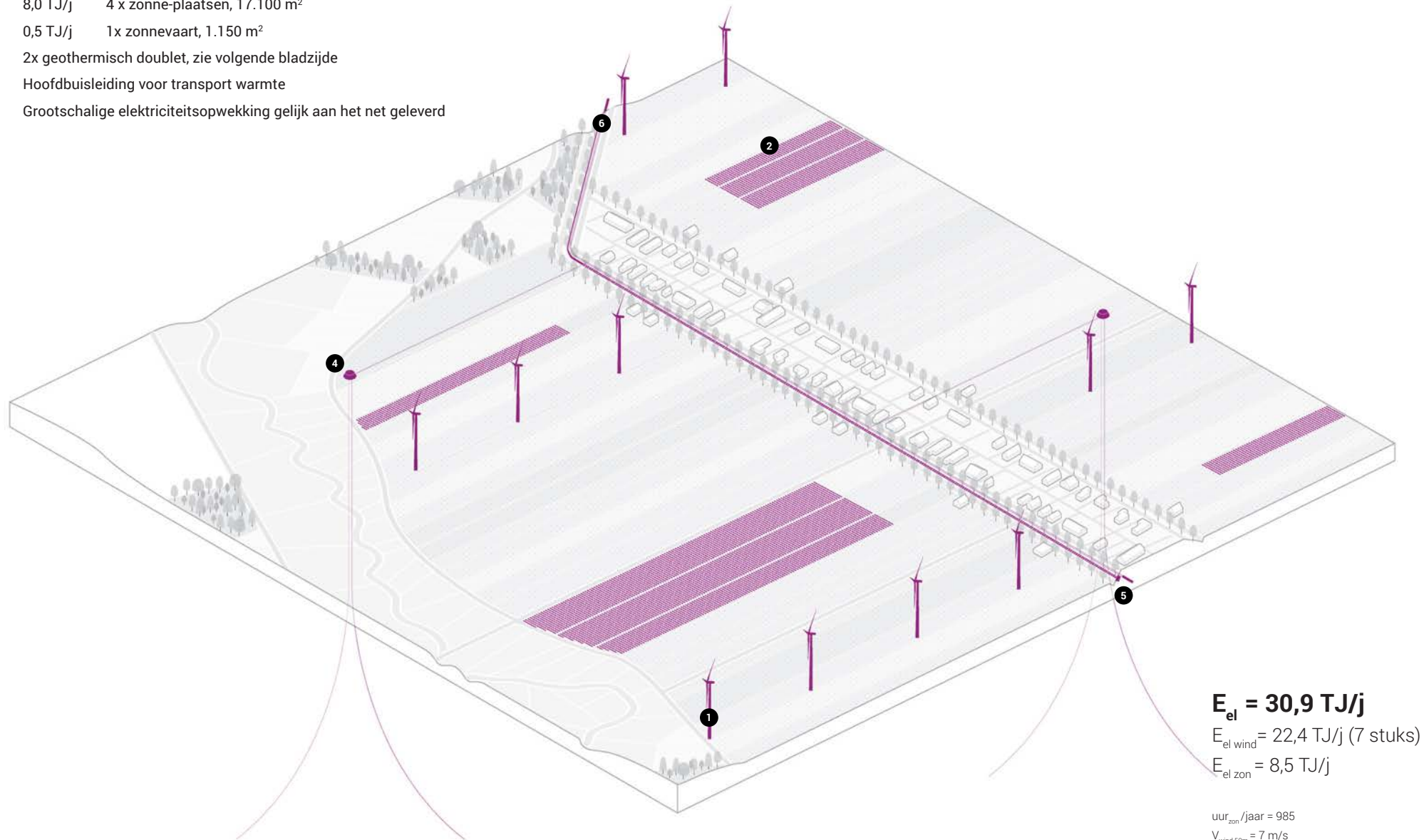
**Totale oppervlakte:
40.000 ha***

* Rekening houdend met NNN, bossen, bebouwing, infrastructuur en de laagvliegroute defensie.

Opbrengst per tegel

Oppervlak tegel is circa 50 ha

- 1 22,4 TJ/j 7 x windturbines, 50m hoog, 3,2 TJ/j
- 2 8,0 TJ/j 4 x zonne-plaatsen, 17.100 m²
- 3 0,5 TJ/j 1x zonnevaart, 1.150 m²
- 4 2x geothermisch doublet, zie volgende bladzijde
- 5 Hoofdbuisleiding voor transport warmte
- 6 Grootschalige elektriciteitsopwekking gelijk aan het net geleverd



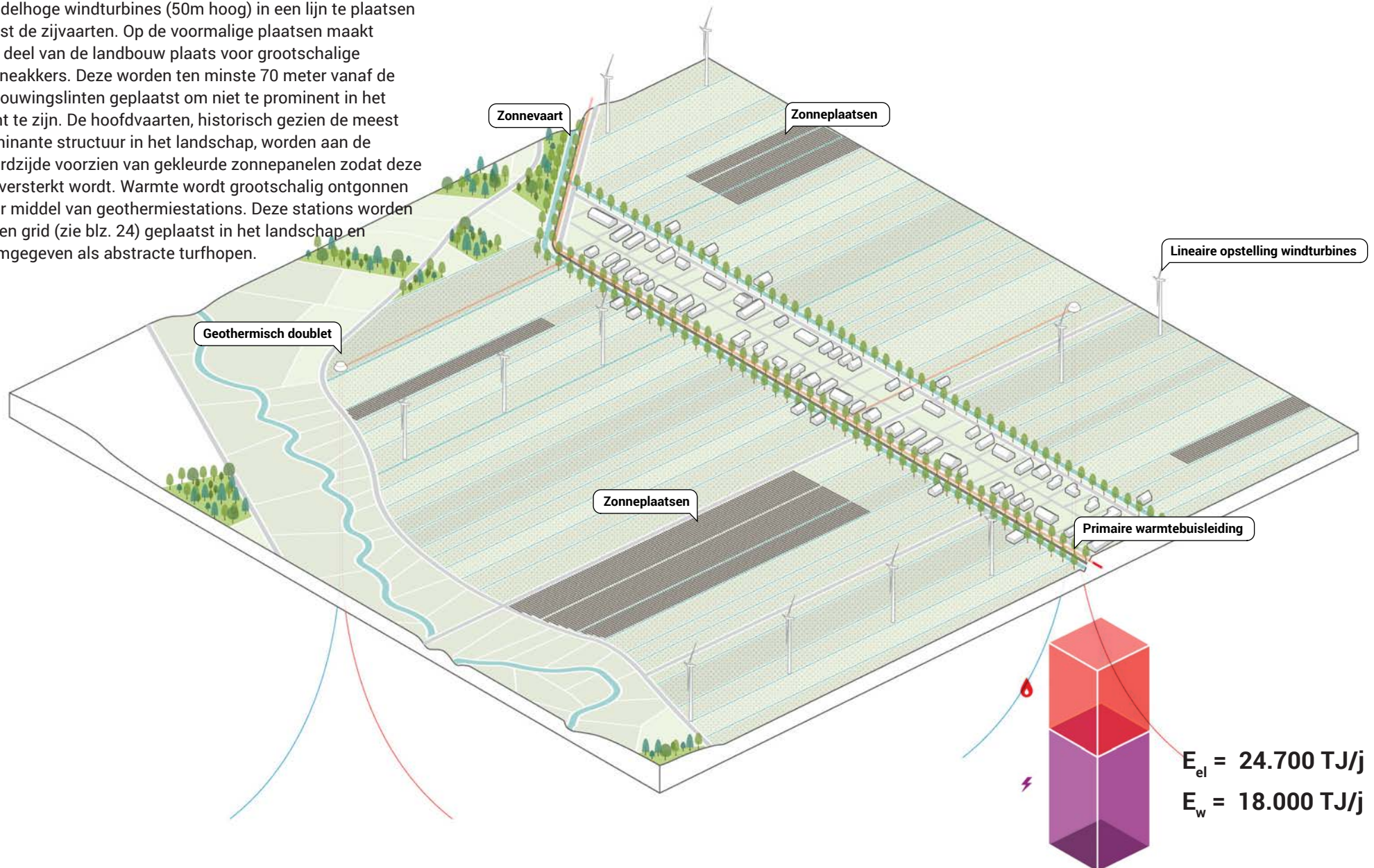
$$E_{el} = 30,9 \text{ TJ/j}$$
$$E_{el \text{ wind}} = 22,4 \text{ TJ/j (7 stuks)}$$
$$E_{el \text{ zon}} = 8,5 \text{ TJ/j}$$

uur_{zon}/jaar = 985
V_{wind 50m} = 7 m/s
vlasturen_{wind} = 2.200

Landschap van de veenkoloniën als energielandschap

Totale potentiële opbrengst van het veenkoloniaal energielandschap

De lange zichtlijnen worden geaccentueerd door middelhoge windturbines (50m hoog) in een lijn te plaatsen naast de zijvaarten. Op de voormalige plaatsen maakt een deel van de landbouw plaats voor grootschalige zonneakkers. Deze worden ten minste 70 meter vanaf de bebouwingslinten geplaatst om niet te prominent in het zicht te zijn. De hoofdvaarten, historisch gezien de meest dominante structuur in het landschap, worden aan de noordzijde voorzien van gekleurde zonnepanelen zodat deze lijn versterkt wordt. Warmte wordt grootschalig ontgonnen door middel van geothermiestations. Deze stations worden in een grid (zie blz. 24) geplaatst in het landschap en vormgegeven als abstracte turfhopen.



Zonnevaarten

Versterken lineaire structuur hoofdvaarten



Lineaire opstelling van middelhoge windturbines langs de zijvaarten

Benadrukken de weidsheid van het landschap



Zonneplaatsen

Versterken de weidsheid en schaal van het landschap en passen in de energie producerende traditie van de veenkoloniën



WEGDORPENLANDSCHAP

Overzichtskaatr wegdorpenlandschap

Kenmerken

Natte weidegebieden

Ontginningsassen

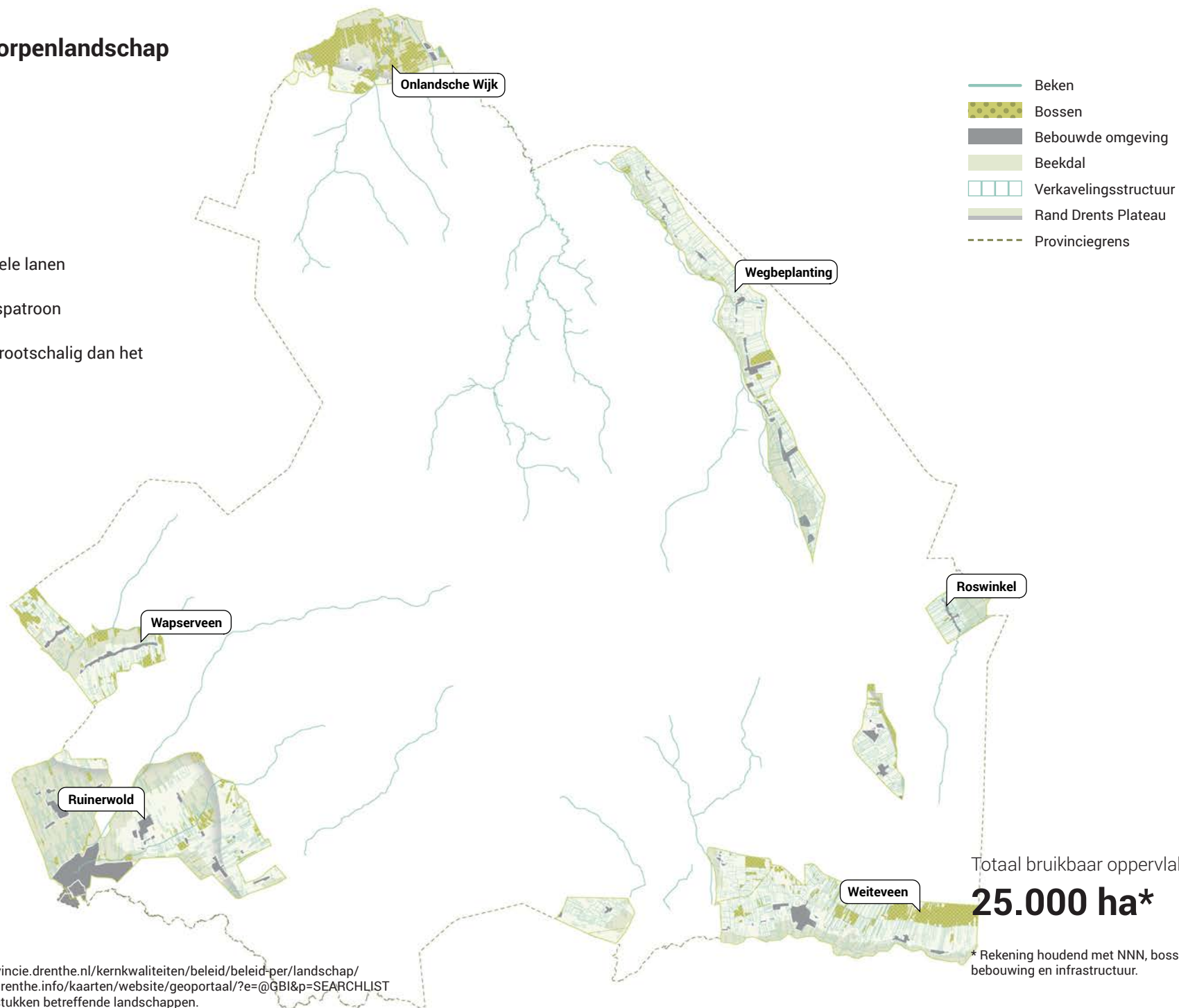
Langgerekte lintdorpen

Wegbeplanting / dubbele of enkele lanen

Smal en langgerekt verkavelingspatroon

Orthogonale structuur, minder grootschalig dan het veenkoloniaal landschap

Fijnmazig slotenpatroon



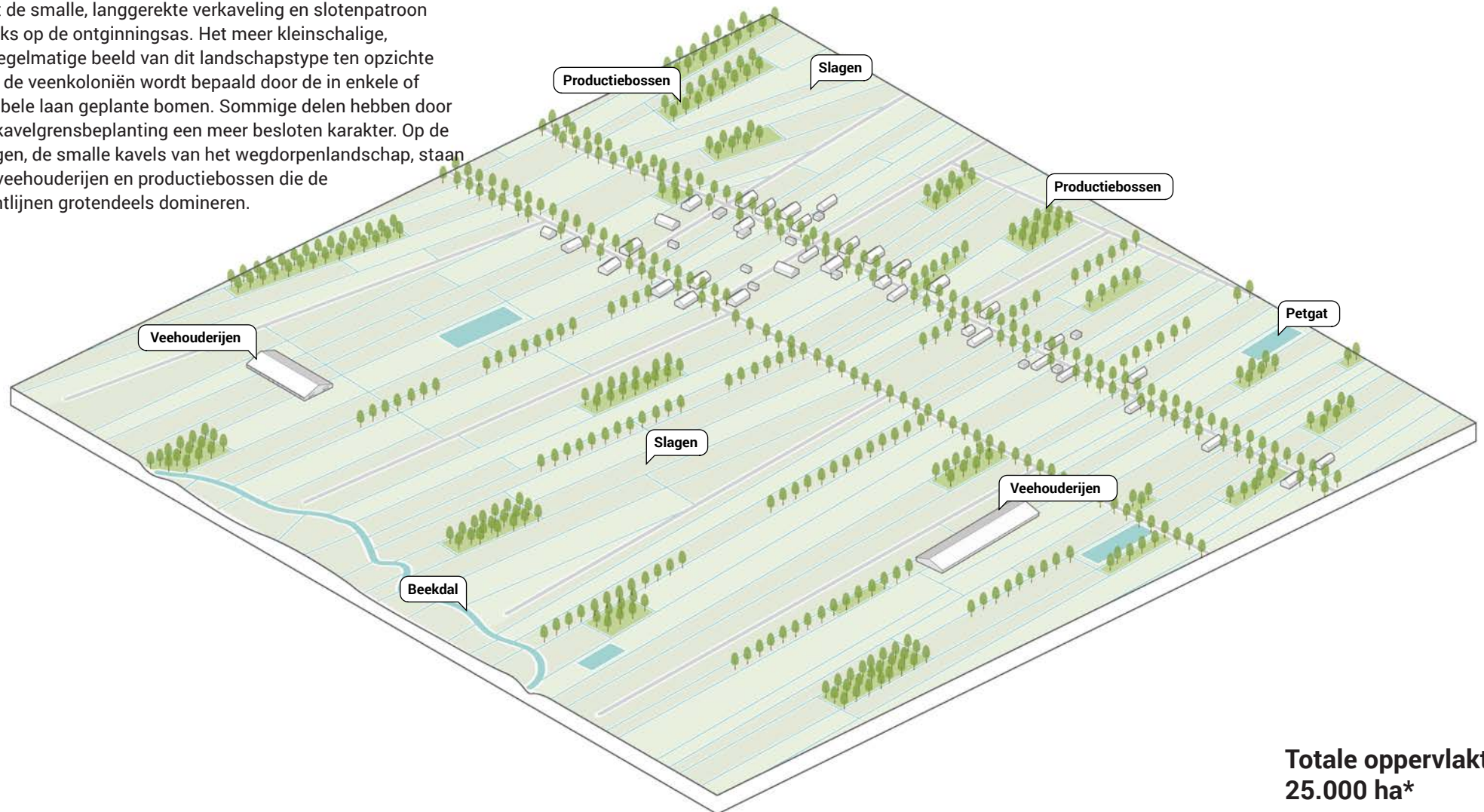
Totaal bruikbaar oppervlak:
25.000 ha*

* Rekening houdend met NNN, bossen, bebouwing en infrastructuur.

Bronnen:
Provincie Drenthe, 2016. [http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/Geoportaal provincie](http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/Geoportaal%20provincie), 2017. <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/?e=@GBI&p=SEARCHLIST>
Provincie Drenthe, 2017. Diverse beleidsstukken betreffende landschappen.
Revisie Omgevingsvisie Drenthe 2017.
<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>, 2017.

Kenmerken Wegdorpenlandschap

Kenmerkend zijn de ontginningsassen en de langgerekte lintdorpen. Het karakter wordt grotendeels bepaald door bebouwing, wegbepanting en de grote open weidegebieden met de smalle, langgerekte verkaveling en slotenpatroon haaks op de ontginningsas. Het meer kleinschalige, onregelmatige beeld van dit landschapstype ten opzichte van de veenkoloniën wordt bepaald door de in enkele of dubbele laan geplante bomen. Sommige delen hebben door de kavelgrensbepanting een meer besloten karakter. Op de slagen, de smalle kavels van het wegdorpenlandschap, staan nu veehouderijen en productiebossen die de zichtlijnen grotendeels domineren.



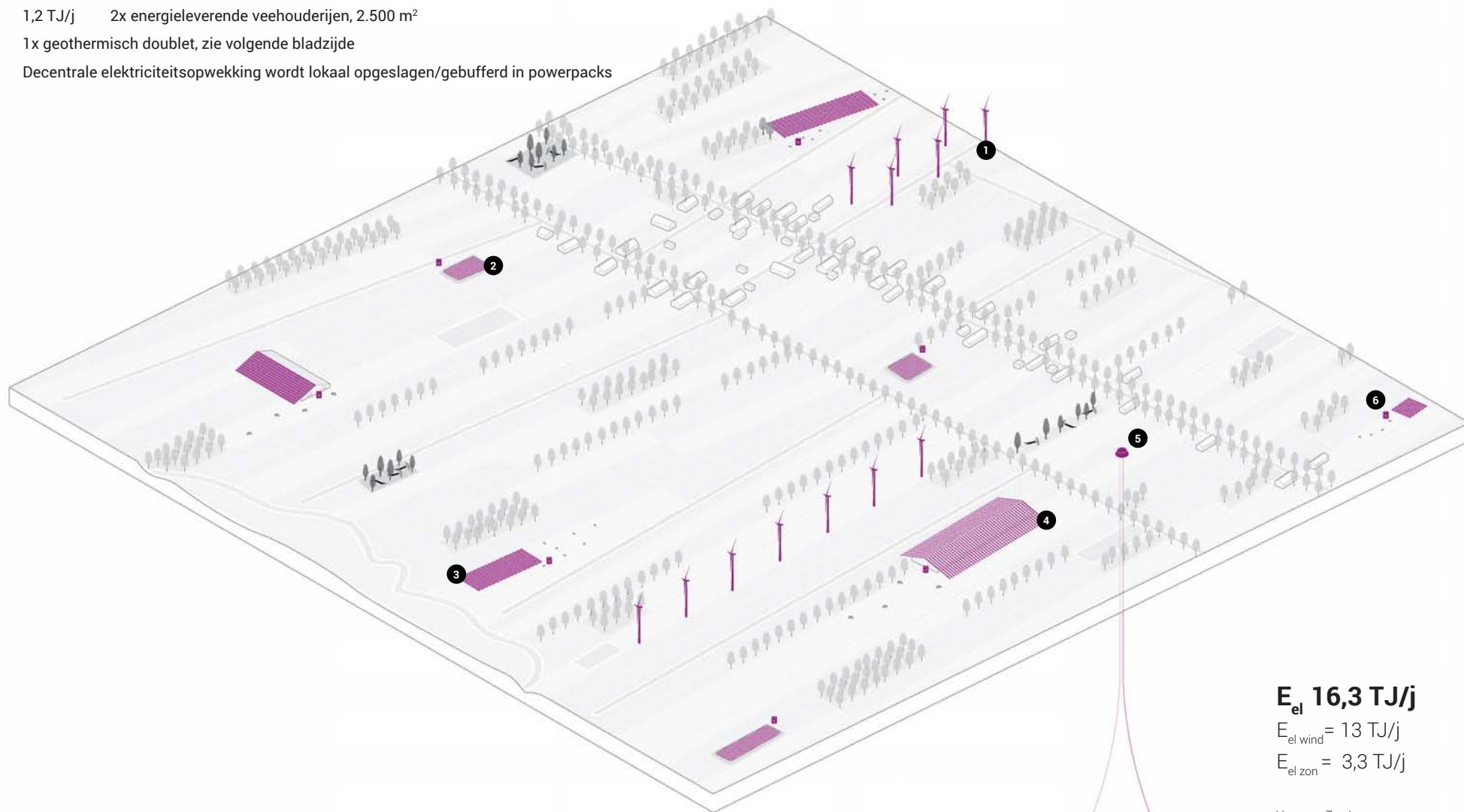
**Totale oppervlakte:
25.000 ha***

*NNN, bossen, bebouwing en
infrastructuur niet meegenomen in
berekening.

Opbrengst per tegel

Oppervlak tegel is circa 50 ha

- 1 13 TJ/j 13 x windturbines, 35m hoog, 1 TJ/j
- 2 0,5 TJ/j 4 x zonne-slagen, 1.200 m²
- 3 1,6 TJ/j 3 x combinatie zonneakkers en gewassen, veeteelt of flora/fauna, 3.400 m²
- 4 1,2 TJ/j 2x energieleverende veehouderijen, 2.500 m²
- 5 1x geothermisch doublet, zie volgende bladzijde
- 6 Decentrale elektriciteitsopwekking wordt lokaal opgeslagen/gebufferd in powerpacks



E_{el} 16,3 TJ/j

$E_{el\ wind} = 13\ TJ/j$

$E_{el\ zon} = 3,3\ TJ/j$

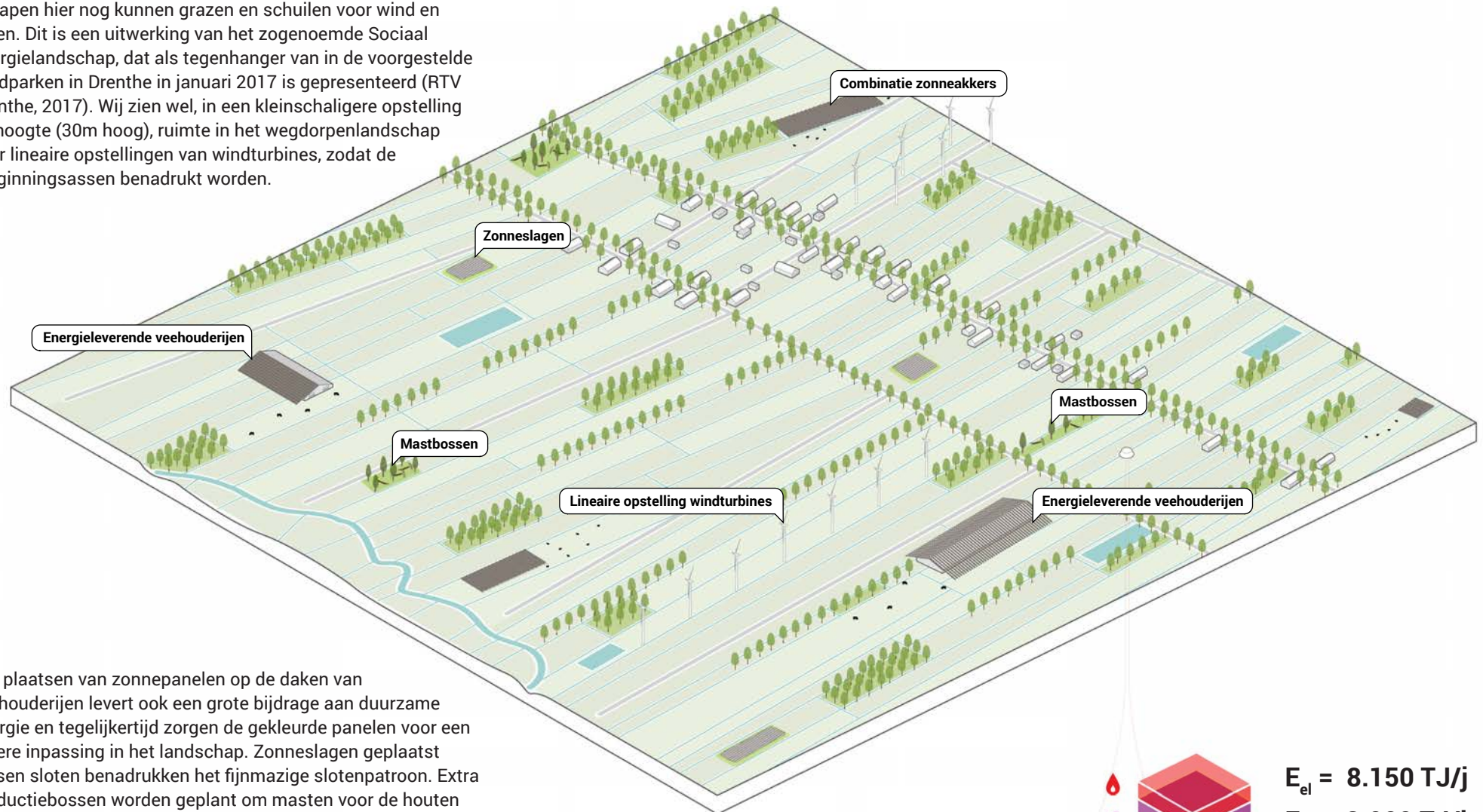
$V_{wind\ 50m} = 7\ m/s$

$vollasturen_{wind} = 2.200$

Wegdorpenlandschap als energielandschap

Totale potentiële opbrengst van het wegdorpen energielandschap

Energieopwekking hoeft niet in strijd te zijn met ander gebruik van de grond zoals veehouderijen of voedselproductie. In dit landschap zijn de zonnepanelen hoog geplaatst zodat schapen hier nog kunnen grazen en schuilen voor wind en regen. Dit is een uitwerking van het zogenoemde Sociaal Energielandschap, dat als tegenhanger van in de voorgestelde windparken in Drenthe in januari 2017 is gepresenteerd (RTV Drenthe, 2017). Wij zien wel, in een kleinschaligere opstelling en hoogte (30m hoog), ruimte in het wegdorpenlandschap voor lineaire opstellingen van windturbines, zodat de ontginningsassen benadrukt worden.



Het plaatsen van zonnepanelen op de daken van veehouderijen levert ook een grote bijdrage aan duurzame energie en tegelijkertijd zorgen de gekleurde panelen voor een betere inpassing in het landschap. Zonneslagen geplaatst tussen sloten benadrukken het fijnmazige slotenpatroon. Extra productiebossen worden geplant om masten voor de houten windturbines in het esdorpenlandschap te leveren.



$E_{el} = 8.150 \text{ TJ/j}$

$E_w = 3.000 \text{ TJ/j}$

Lijnen van windturbines en meervoudig ruimtegebruik

Het open karakter met een smalle verkavelingsstructuur wordt versterkt door korte opstellingen van windturbines



Energieleverende veehouderijen

Meervoudig ruimtegebruik



STEDELIJK LANDSCHAP

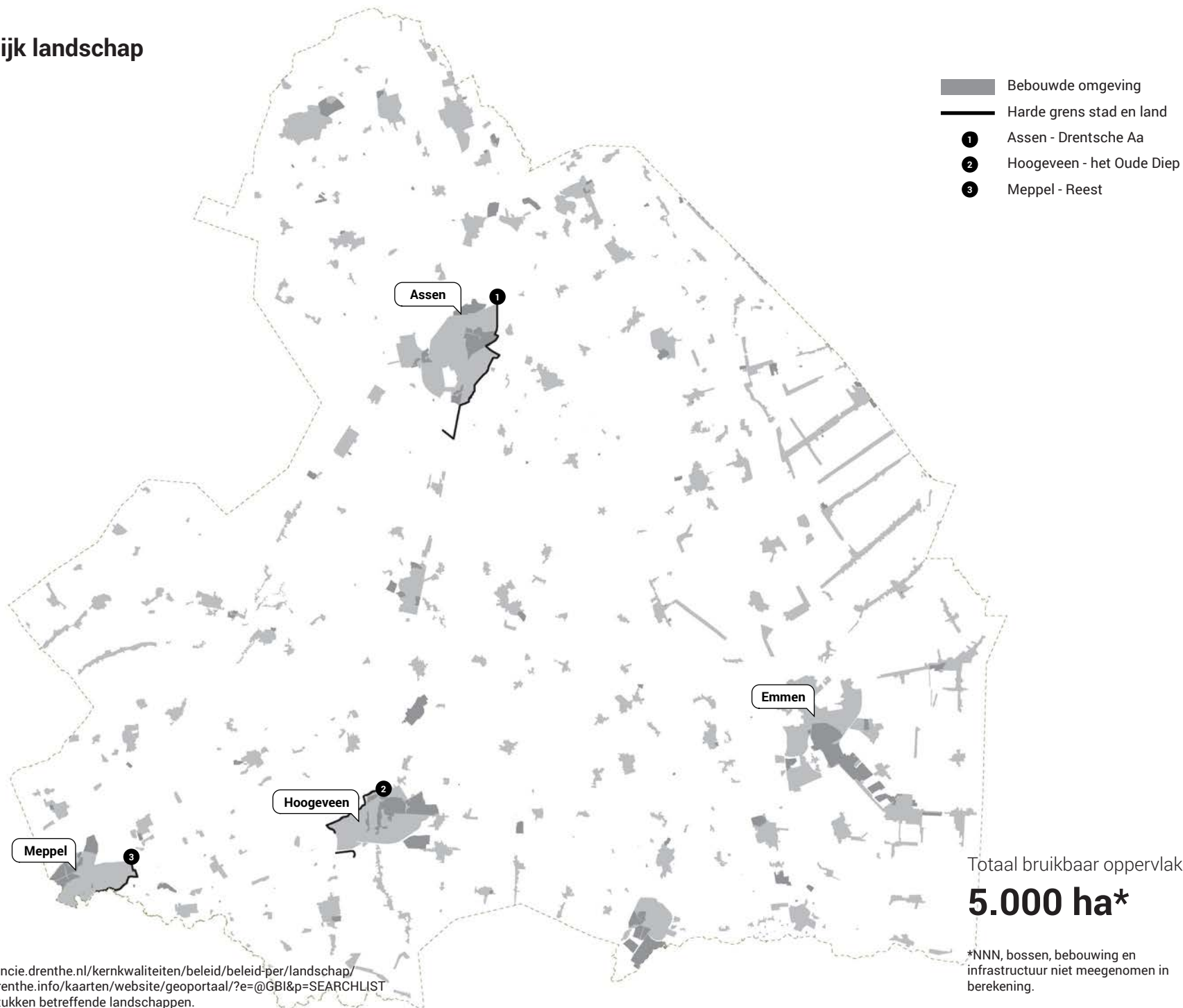
Overzichtskaart stedelijk landschap

Kenmerken

Harde grens tussen stad en land

Open en groen karakter steden

Lage bebouwing



Bronnen:

Provincie Drenthe, 2016. <http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/>
Geoportaal provincie, 2017. <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/?e=@GBI&p=SEARCHLIST>
Provincie Drenthe, 2017. Diverse beleidsstukken betreffende landschappen.
Revisie Omgevingsvisie Drenthe 2017.
<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>, 2017.

Kenmerken stedelijk landschap

De Drentse steden zijn ruim, groen en laag opgezet. Bij de stadsranden van Assen, Hoogeveen en Meppel is een harde grens tussen stad en land getrokken. Daar grenzen de steden aan landschappelijke en cultuurhistorische waarden. De Drentsche Aa (Assen), het Oude Diep (Hoogeveen) en de Reest (Meppel) zijn iconisch voor de ruimtelijke kwaliteit van Drenthe.



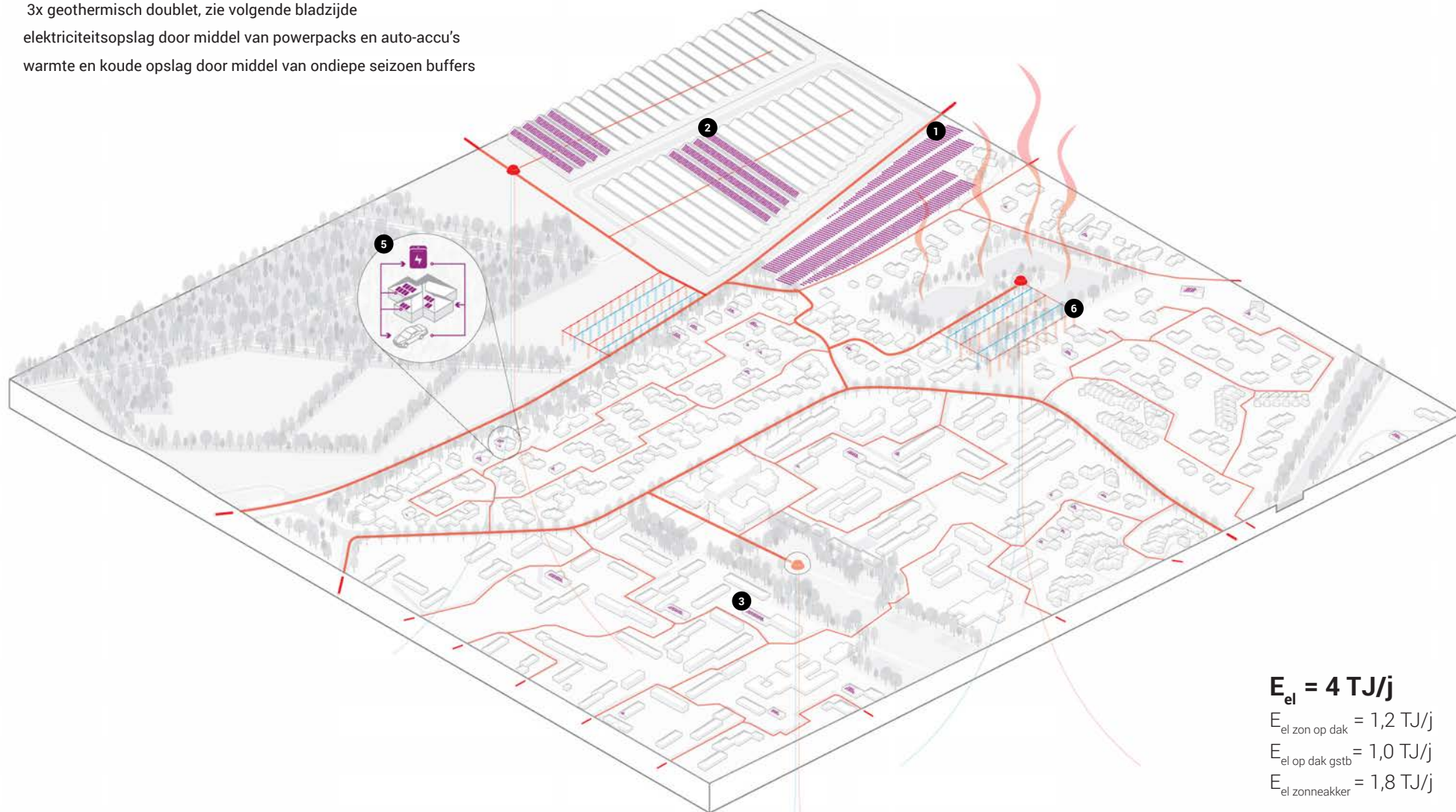
**Totale oppervlakte:
5.000 ha***

* Rekening houdend met NNN, bossen, bebouwing en infrastructuur.

Opbrengst per tegel

Oppervlak tegel is circa 50 ha

- 1 1,8 TJ/j zonneakkers op braakliggend terrein, 4.000m²
- 2 1,0 TJ/j zonneakkers op dak glastuinbouw terrein, 2.000m²
- 3 1,2 TJ/j zonnepanelen op individuele woningen, 2.500m²
- 4 3x geothermisch doublet, zie volgende bladzijde
- 5 elektriciteitsopslag door middel van powerpacks en auto-accu's
- 6 warmte en koude opslag door middel van ondiepe seizoen buffers



$$E_{el} = 4 \text{ TJ/j}$$

$$E_{el \text{ zon op dak}} = 1,2 \text{ TJ/j}$$

$$E_{el \text{ op dak gsb}} = 1,0 \text{ TJ/j}$$

$$E_{el \text{ zonneakker}} = 1,8 \text{ TJ/j}$$

$$\text{uur}_{\text{zon}}/\text{jaar} = 985$$

$$V_{\text{wind } 50\text{m}} = 7 \text{ m/s}$$

$$\text{vollasturen}_{\text{wind}} = 2.200$$

Stedelijk landschap als energielandschap

Totale potentiële opbrengst van het stedelijk energielandschap

Wanneer het elektriciteitsaanbod hoger is dan het verbruik kan door middel van zogenoemde power packs elektriciteit worden opgeslagen. Daarnaast zal in de toekomst de elektrische auto kunnen dienen als opslag voor elektriciteit. Onder parken en aan de randen van de stad kunnen ondiepe seizoen buffers worden aangelegd om zo de warmtebehoefte te allen tijde te garanderen. In de stad kan ook energie worden opgewekt door PV op daken en de glastuinbouw rondom Emmen. Braakliggende terreinen kunnen dienen als tijdelijke zonneakker. Aardwarmte kan ook worden gewonnen in de stad, aangezien de geothermiestations weinig ruimte innemen. Naast het daadwerkelijk bijdragen aan een groot deel van de warmtebehoefte kunnen deze geothermische stations ook dienen als openbare ruimten / voorzieningen voor de stad.



$$E_{el} = 400 \text{ TJ/j}$$
$$E_w = 4.500 \text{ TJ/j}$$

Geothermisch bad in Emmen

Het opwekken van warmte kan ook (deels) worden ingezet als collectieve voorziening in de openbare ruimte



Geothermie en glastuinbouw

Geothermisch doublet dat warmte levert aan de glastuinbouw



INTERMEZZO

BIOBASED EMMEN

Biobased regio's in Nederland

1 Biobased Groningen

- * verwaarding van organische reststromen
- * eiwitten en koolhydraten (food/feed/industrie)
- * fibres en biopolymeren
- * chemical building blocks

2 Biobased Friesland

- * biomassa als waardevolle grondstof
- * bodemvruchtbaarheid

3 Biobased Drenthe

- * biomassa voor hoogwaardige doeleinden
- * focus op de groene (vezel)chemie en agribusiness/tuinbouw
- * stimuleren van kennisinstellingen met toegepast onderzoek.

4 Flevoland

- * bio-energie
- * cascadering
- * BBE experimenteren/testen/demonstraties.

5 Bio-economy Innovation Cluster Oost-Nederland

- * bio-energie *pyrolyse/fermentatie)
- * biobased coatings
- * biobased garens, textiel en biopolymeren
- * verwaarden van cellulosehoudende materialen



6 Biobased Connections

- * inzet organische reststromen voor bio-energie, biofuels en biomaterialen.

7 Biobased Delta

- * bio building blocks
- * performance materials & chemicals
- * agro functionals/hoogwaardige plantinhoudsstoffen
- * aquatische biomassa
- * coatings
- * witte bio-technologie voor fuels en chemicaliën
- * bioport
- * bio-energie en brandstoffen

8 Biobased Business Oost-Brabant

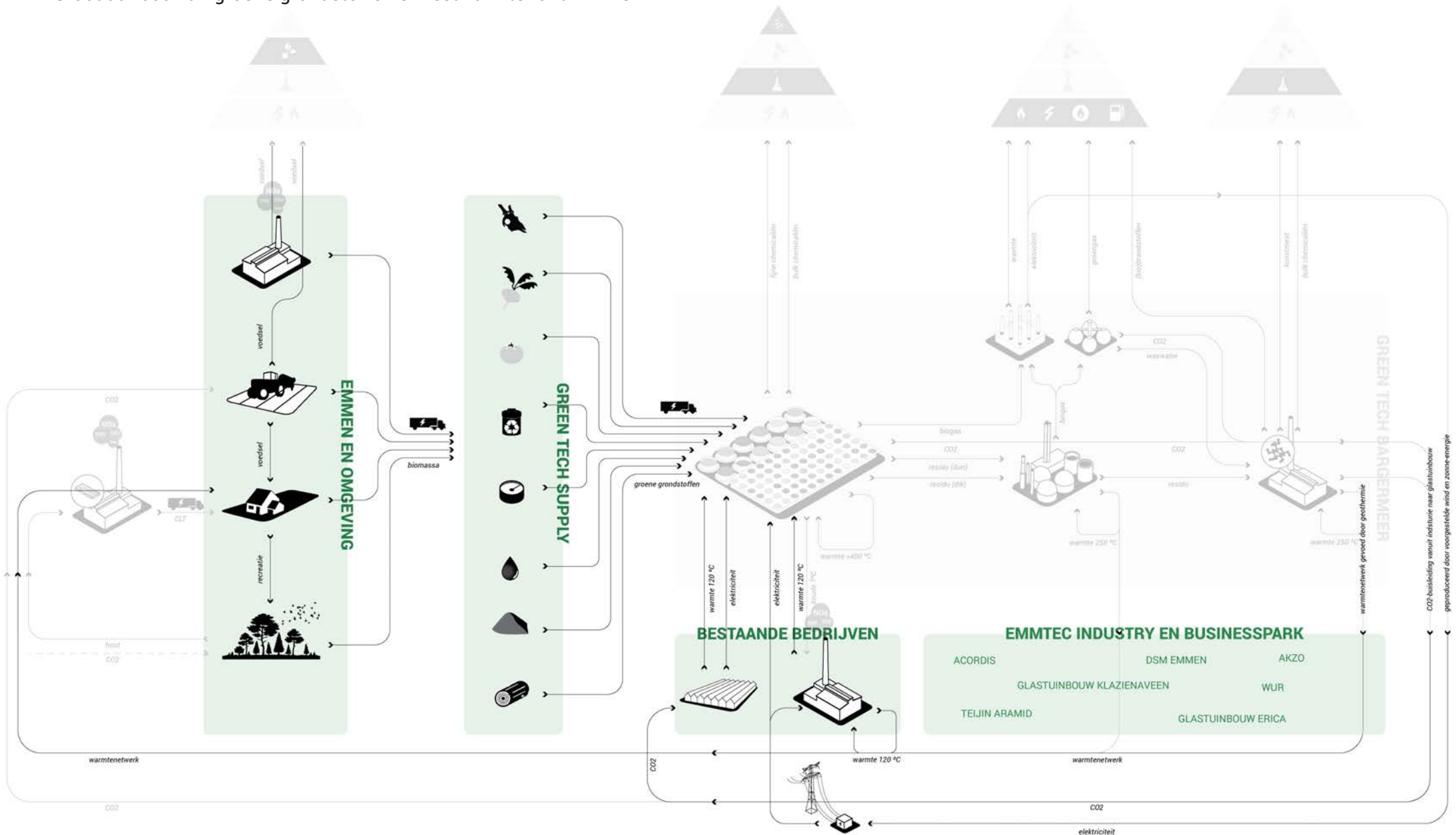
- * verwaarden van mineralen uit dierlijke en plantaardige nevenstromen richting food en pharma.

9 Biobased Economy Limburg

- * biobased performance materials & chemicals
- * biomedical materials
- * processtechnologie & biobased building blocks
- * biobased tuinbouw toepassingen & agroraffinage
- * nutraceuticals en cosmetica

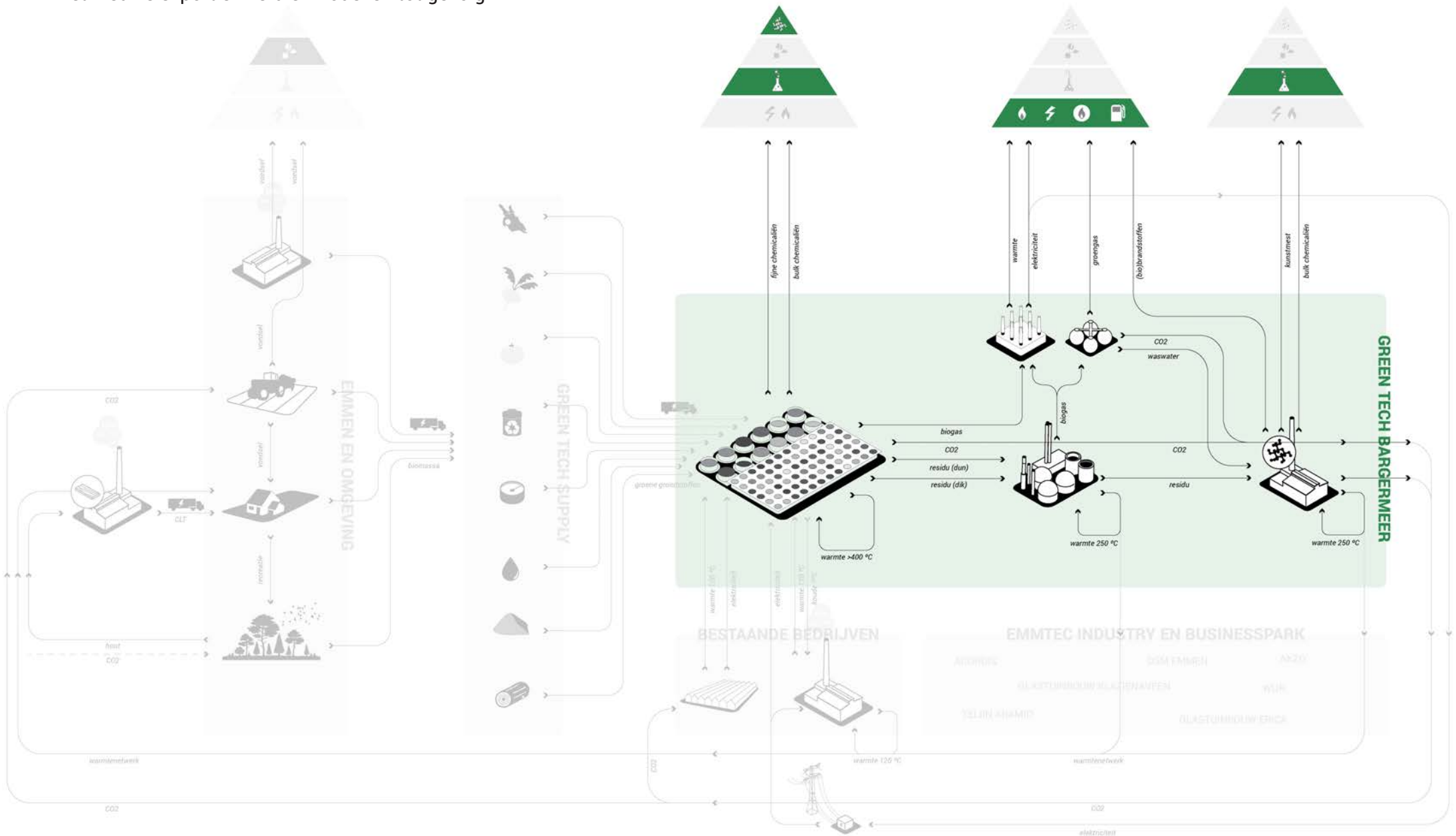
Valorisatie van organisch restmateriaal

Groot aanbod van groene grondstoffen en restwarmte rond Emmen



Industriegebied Bargermeer kan uitgroeien tot centrum van de groene vezelchemie

Met nieuwe export en verdienmodellen tot gevolg



Elementen Biobased economy

De schakels

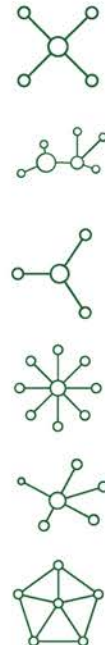
*Organisch
restmateriaal*



*Conversie
technologie*



*Waardevolle
grondstoffen*



*Business-
model*

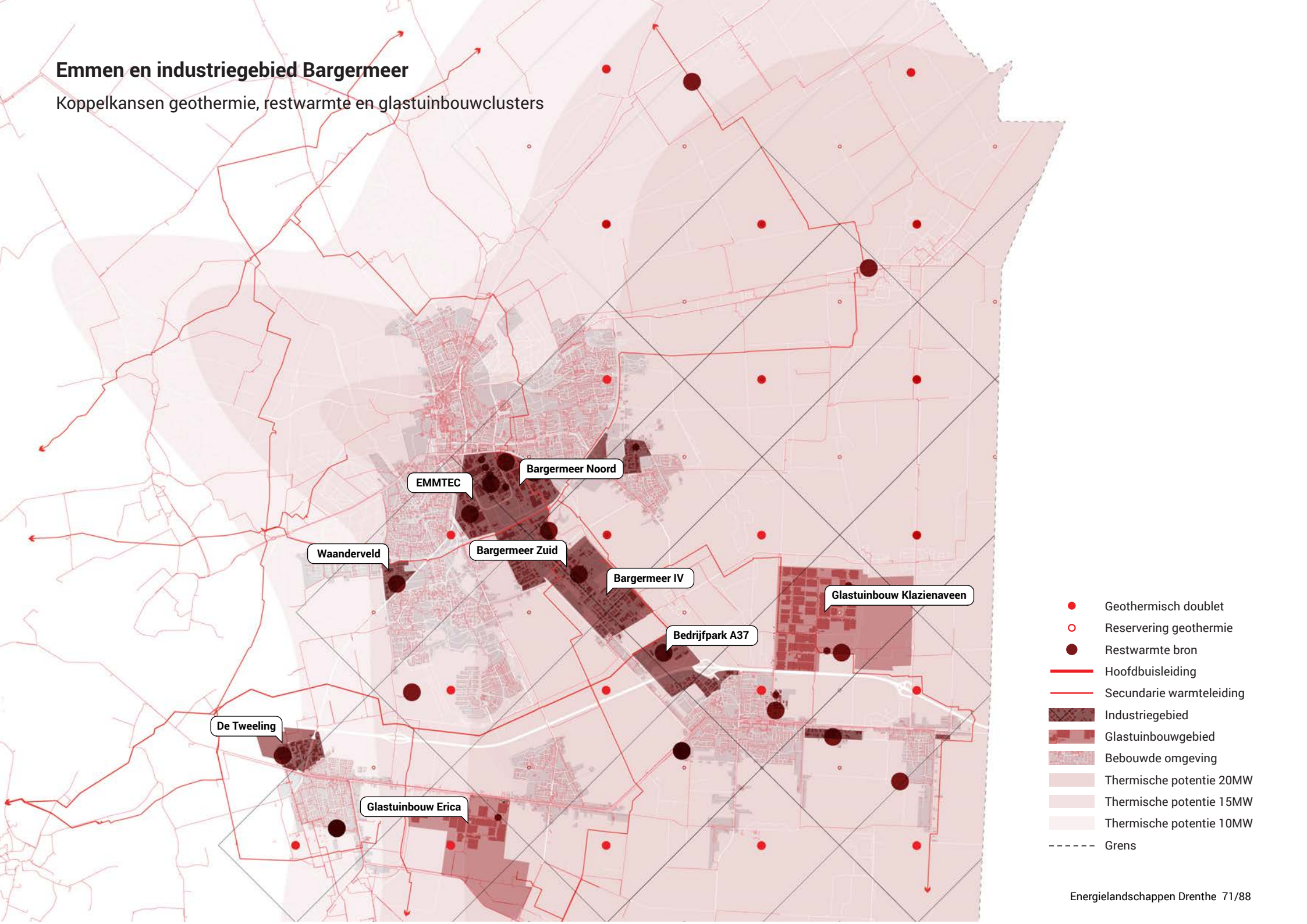


Afzetmarkt



Emmen en industriegebied Bargemeer

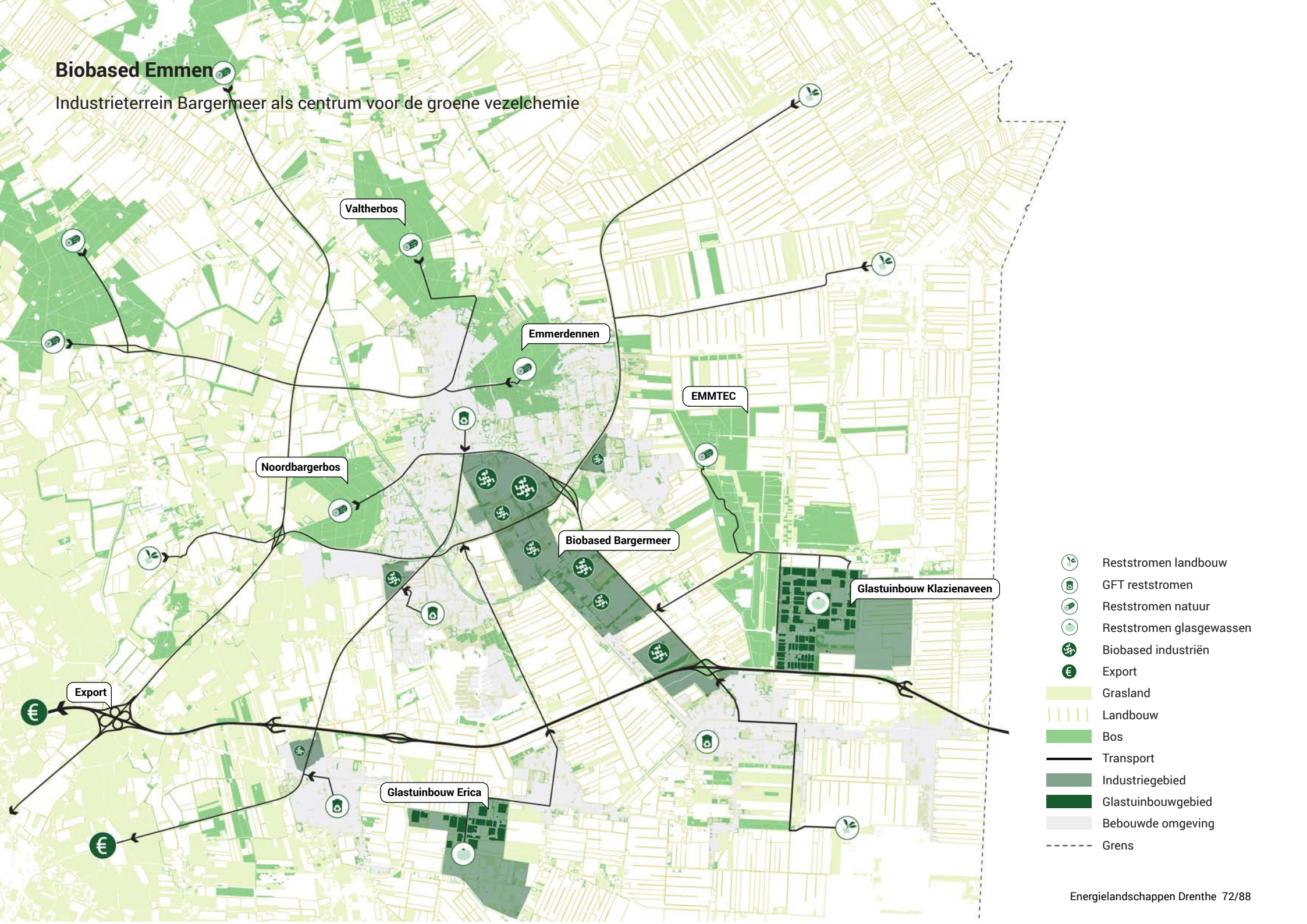
Koppelkansen geothermie, restwarmte en glastuinbouwclusters



- Geothermisch doublet
- Reservering geothermie
- Restwarmte bron
- Hoofdbuisleiding
- Secundaire warmteleiding
- Industriegebied
- Glastuinbouwgebied
- Bebouwde omgeving
- Thermische potentie 20MW
- Thermische potentie 15MW
- Thermische potentie 10MW
- - - - - Grens

Biobased Emmen

Industrieterrein Bargermeer als centrum voor de groene vezelchemie



Valtherbos

Emmerdennen

EMMTEC

Noordbargerbos

Biobased Bargermeer

Glastuinbouw Klazienaveen

Export

Glastuinbouw Erica

- Reststromen landbouw
- GFT reststromen
- Reststromen natuur
- Reststromen glasgewassen
- Biobased industriën
- Export
- Grasland
- Landbouw
- Bos
- Transport
- Industriegebied
- Glastuinbouwgebied
- Bebouwde omgeving
- Grens

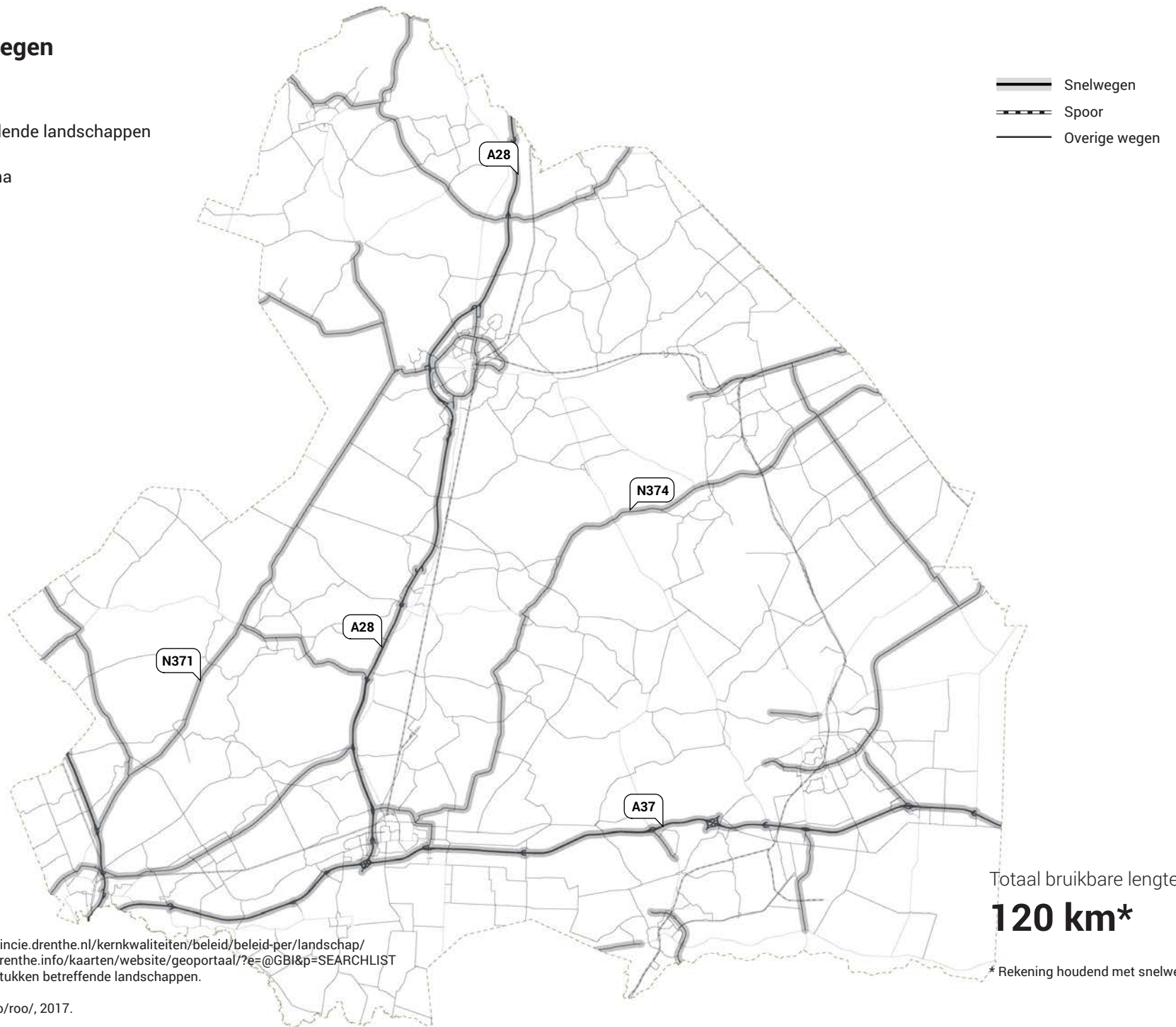
HET SNELWEGLANDSCHAP

Overzichtsk kaart snelwegen

Kenmerken

Snelwegen doorkruisen verschillende landschappen

Open en weids snelwegpanorama



Bronnen:

Provincie Drenthe, 2016. [http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/Geoportaal provincie](http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/beleid/beleid-per/landschap/Geoportaal%20provincie), 2017. <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/?e=@GBI&p=SEARCHLIST>
Provincie Drenthe, 2017. Diverse beleidsstukken betreffende landschappen.
Revisie Omgevingsvisie Drenthe 2017.
<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>, 2017.

Kenmerken snelweglandschap

De snelwegen in Drenthe kenmerken zich door hun open karakter en diepe zichtvelden het landschap in. Daarnaast zijn sommige snelwegen, zoals de A37, gevormd naar de kenmerken van het landschap zodat de beleefbaarheid hiervan versterkt wordt. De overgang van de Hondsrug wordt bijvoorbeeld door twee boogstralen in de snelweg geaccentueerd.



**Totale lengte:
120 km***

* Rekening houdend met snelwegen.

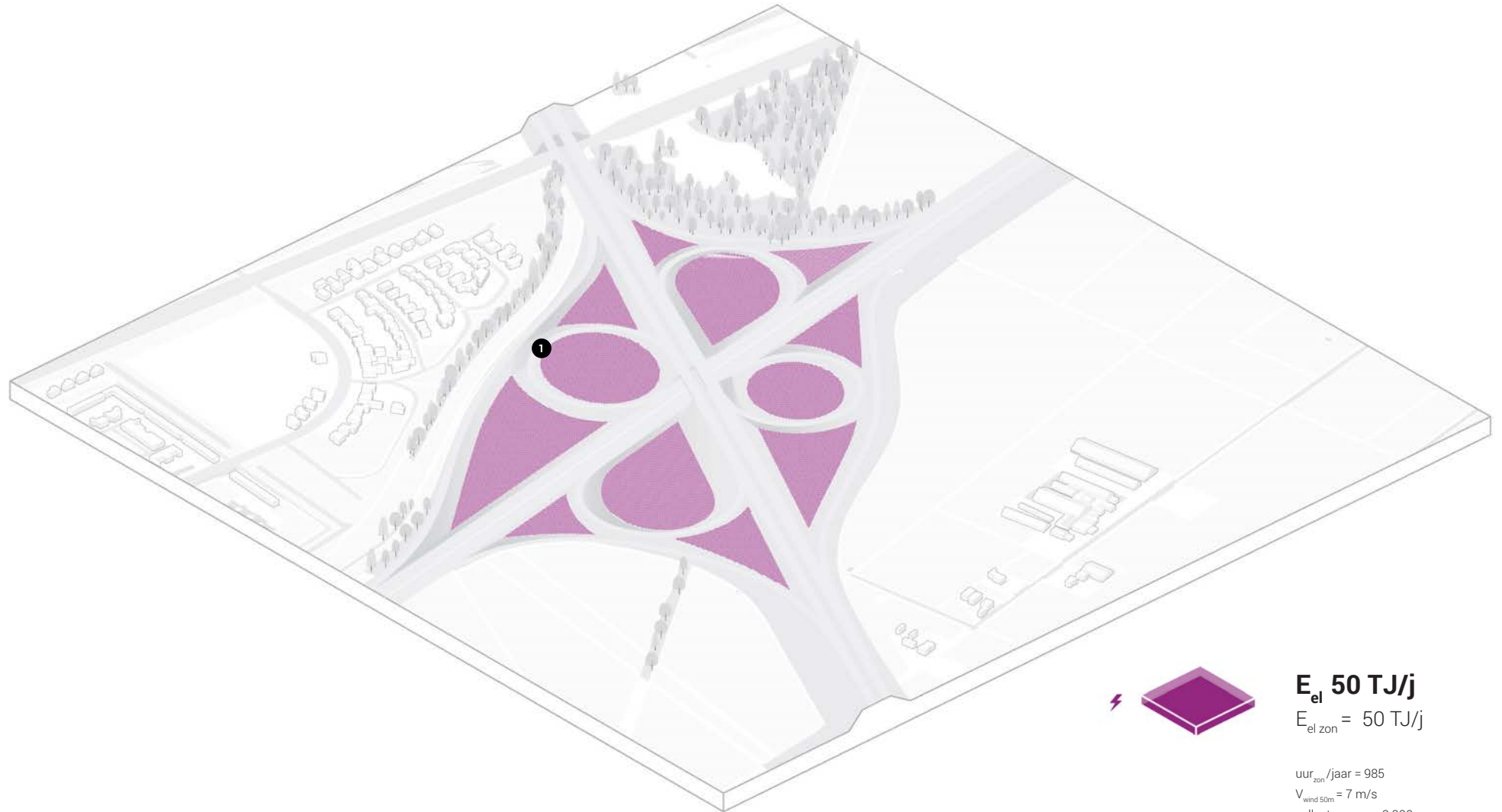
Opbrengst per tegel

Oppervlak tegel is circa 50 ha

① 50 TJ/j zonnepanelen, 105.000 m²



Principedoorsnede



E_{el} 50 TJ/j

E_{el zon} = 50 TJ/j

uur_{zon}/jaar = 985

V_{wind 50m} = 7 m/s

vollasturen_{wind} = 2.200

Snelweglandschap als energielandschap

Totale potentiële opbrengst van het snelwegenergielandschap

De snelweg is per definitie al rationeel vormgegeven om zo snel mogelijk van punt A naar B te komen. Met de opwekking van duurzame energie wordt een nieuw ordenend principe geïntroduceerd, waarbij de oriëntatie op de zon centraal staat. Het rationele karakter en de lange lijnen van de rijen zonnepanelen parallel aan de snelweg zorgen voor eenheid en rust en een eenduidige overgang van snelweg naar landschap. In de knooppunten worden grote zonnetuinen aangelegd.



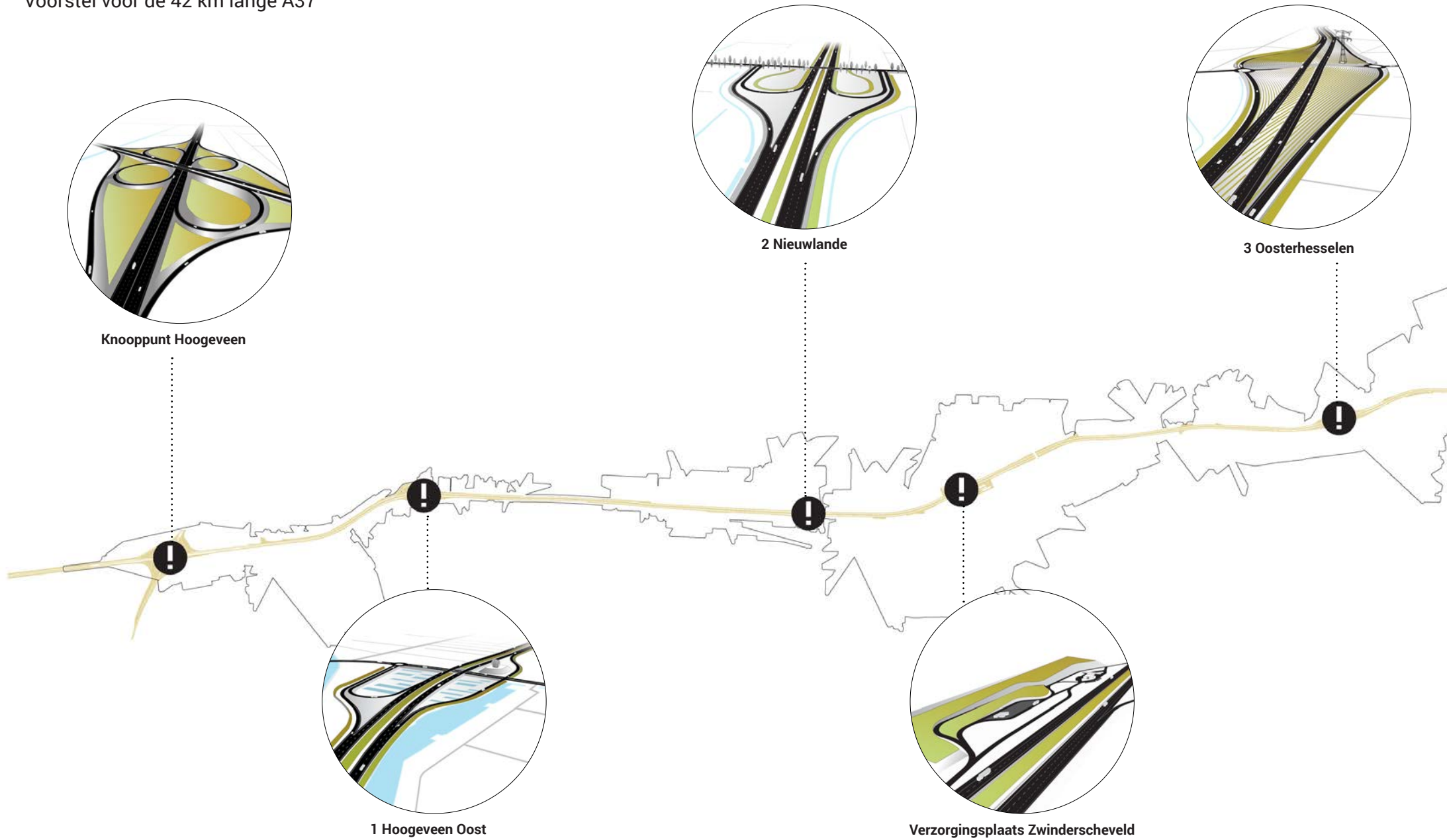
Meer informatie over de Zonneroute A37:

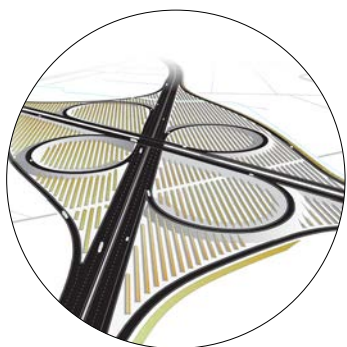
<http://marcovermeulen.eu/projecten/selectie/153/zonneroutea37/>

$E_{el} = 1.490 \text{ TJ/j}$

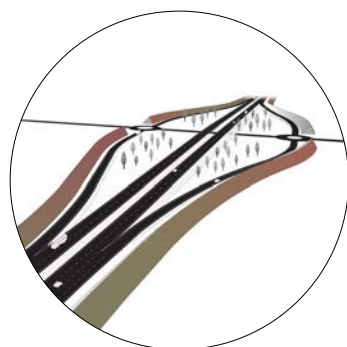
Ontwerp knooppunten en rustplaatsen

Voorstel voor de 42 km lange A37

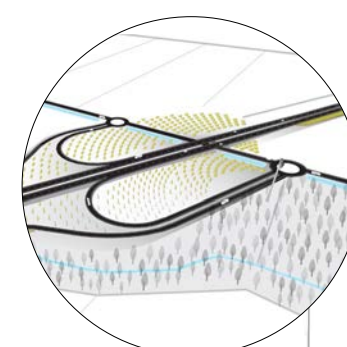




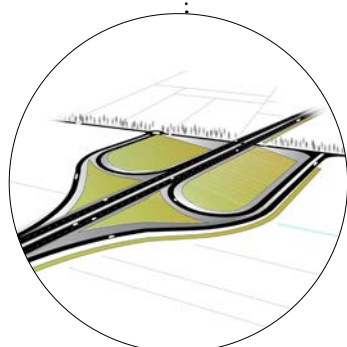
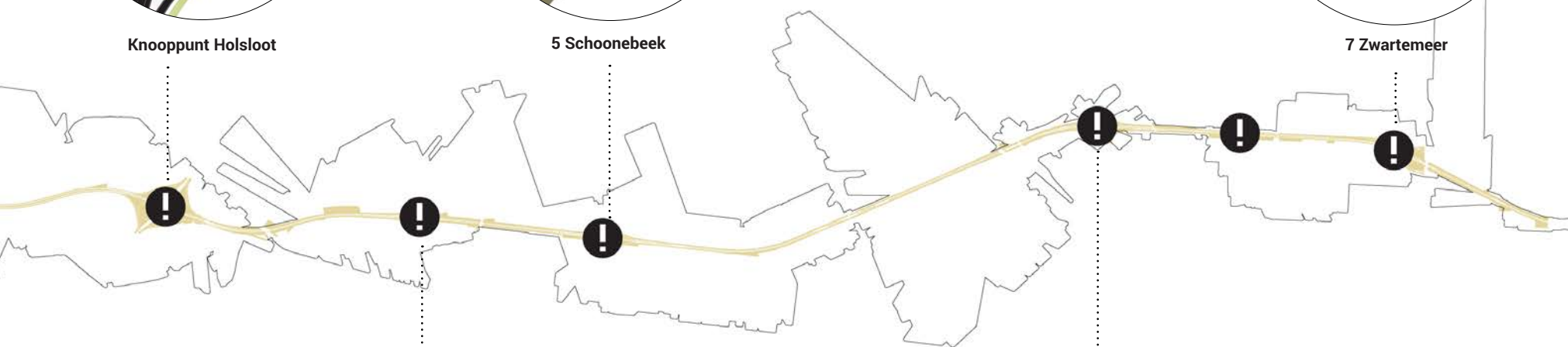
Knooppunt Holsloot



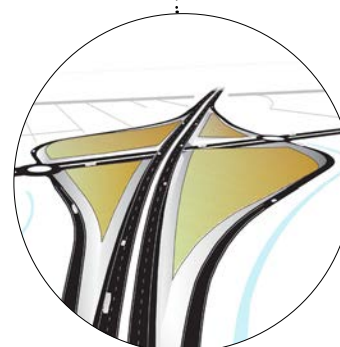
5 Schoonebeek



7 Zwartemeer



4 Veenoord



6 Klazienaveen

Knooppunt Hoogeveen

Het knooppunt als zonnetuin



Impressie Ericasestraat

Het markeren van de doorsnijding van het historische lint bij de Ericasestraat



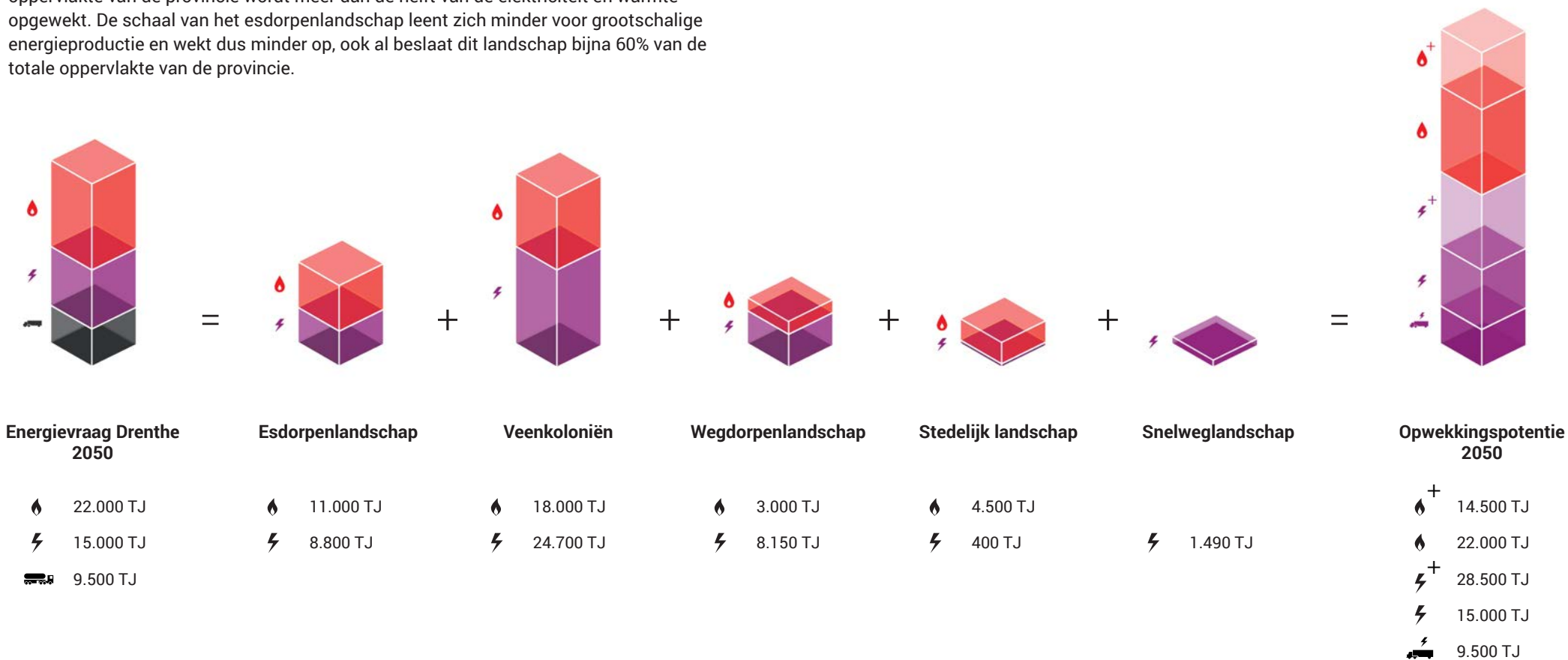
OPWEKKINGSPOTENTIE

Is energieneutraal genoeg?

Maximaal draagvlak van het landschap

De vijf verschillende energielandschappen samenvoegend levert genoeg elektriciteit en warmte om de energievraag van Drenthe in 2050 in te vullen. Met de voorgestelde ontwerpen worden dus niet alleen de landschappelijke kwaliteiten versterkt en het absorptievermogen van het landschap ten volle benut, maar ook een serieuze bijdrage geleverd aan een compleet duurzame energievoorziening voor Nederland in 2050. Gemakshalve gaan we ervan uit dat de gehele mobiliteitsbehoefte ingevuld wordt door elektrisch vervoer. In werkelijkheid is het (nog) niet mogelijk om het lange afstandstransport en de binnenvaart elektrisch op te lossen. Verhoudingsgewijs kan vooral het landschap van de veenkoloniën veel dragen, op 'slechts' 25% van het totale oppervlakte van de provincie wordt meer dan de helft van de elektriciteit en warmte opgewekt. De schaal van het esdorpenlandschap leent zich minder voor grootschalige energieproductie en wekt dus minder op, ook al beslaat dit landschap bijna 60% van de totale oppervlakte van de provincie.

Als we kijken naar het maximaal absorptievermogen van het landschap is er nog 14,5 PJ warmte en 28,5 PJ elektriciteit over voor de export. Is het dus genoeg om 'alleen' maar te voldoen in de energievraag van Drenthe in 2050? Of gaan we in Drenthe, waar relatief veel ruimte is ten opzichte van bijvoorbeeld de Randstad, meer energie opwekken, zolang het landschap dit kan dragen? Wij denken het laatste. Dit past in de traditie van Drenthe als energie exporterend gebied, niet meer in de vorm van turf en hout, maar als duurzaam geproduceerde warmte en elektriciteit.



In 2050 kan Drenthe op een landschappelijke manier op..

6%

van het landoppervlakte van Nederland...

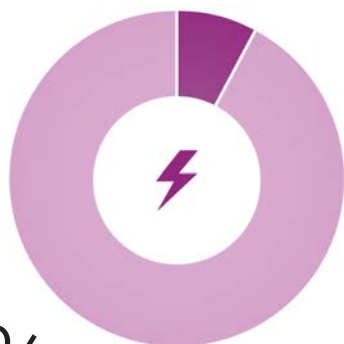


...volledig voorzien zijn van duurzame
warmte, elektriciteit en mobiliteit...

én

7,5%

van de Nederlandse elektriciteitsvraag
landschappelijk dragen



5%

van de Nederlandse warmtevraag
landschappelijk dragen



Literatuurlijst

- AGENTSCHAP NL, (2010) *Leidraad zonnestroom projecten*
- ATELIER MOOI DRENTHE, (2011) *Stads- en dorpsilhouetten*
- BAAL, M. van, (2011) *Kan Nederland overschakelen op duurzame energie?*, *Technisch Weekblad*.
- BAAL, M. van, (2011) *Energieserie 3, Zonnepanelen*, *Technisch Weekblad*.
- BOSMA, A. (2013) *Zuid-Holland op St(r)oom! Ruimte voor de energietransitie*.
- CBS (2016) *Hernieuwbare energie in Nederland 2015*. CBS, Den Haag
- CBS (2016) *Aardgasbalans: Aanbod en Verbruik*. Geraadpleegd 6 januari 2017
- CBS STATLINE, (2016), <http://statline.cbs.nl/Statweb>
- DRIESSEN, B., THIELEN VAN, J., (2012) *Technische kengetallen*
- DUBBELHUIS, D., KLEP, P. (2010) *Inventarisatie energiegebruik en opwekking duurzame energie*, *Builddesk Benelux*.
- ECOFYS (2015) *De veranderende relatie tussen fossiele en hernieuwbare bronnen in de Nederlandse energievoorziening*
- EAZ Wind (2017) *Houten windmolens*, <http://www.eazwind.com/nl/home/>
- ECN (2016) *Energiescenario's Drenthe 2030*
- ENERCON E-126 (2012) *Specificaties windturbine*, <http://www.enercon.de/en/products/ep-8/e-126/>
- GEMEENTE HOOGEVEEN (2016) *Statistisch Jaarboek Gemeente Hoogeveen*
- PLANBUREAU VOOR DE LEEFOMGEVING (2011) *VESTA, Ruimtelijke Energiemodel voor de Gebouwde Omgeving, Data en Methoden*
- PLANBUREAU VOOR DE LEEFOMGEVING (2013) *Biomassa: wensen en grenzen*
- PROVINCIE DRENTHE (2017) *Kenmerken per landschapstype*, <http://www.provincie.drenthe.nl/kernkwaliteiten/begrippen-definities/landschap-beleid>
- RVO (2016) *Grondgebonden zonneparken, verkenning naar de afwerkingskaders rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing*.
- RVO (2015) *Factsheet Energie en Klimaat – akker en tuinbouw*
- RVO (2015) *Factsheet Energie en Klimaat – bos en hout*
- SEAC (2017) *Zonneroute A37, een nadere beschouwing van de voorgestelde concepten*
- STEENHUISMEURS (2015) *Erfgoedverkenning Drenthe*
- STUDIOMARCOVERMEULEN, CRa & PBL (2016) *Dutch Smart Thermal Grid, naar de verduurzaming van de Nederlandse warmtevoorziening*
- STUDIOMARCOVERMEULEN (2016) *Zonneroute A37, in opdracht van Rijkswaterstaat*
- STUDIOMARCOVERMEULEN (2015) *Biobased Backbone, Regiolab West-Brabant*
- TU DELFT (2015) *Energievraag 2020 – 2050*, <http://enipedia.tudelft.nl>

STUDIO MARCOVERMEULEN
architectuur stedenbouw landschap onderzoek

Maaskade 97 b
3071 NE Rotterdam

+31(0)10 225 0030
studio@marcovermeulen.nl
www.marcovermeulen.nl



Bewerkte afbeelding van het schilderij 'Landschap nabij Vries met ploegende boer', Hendrik Willem Mesdag (1831-1915)