4.3 Case Roeselare

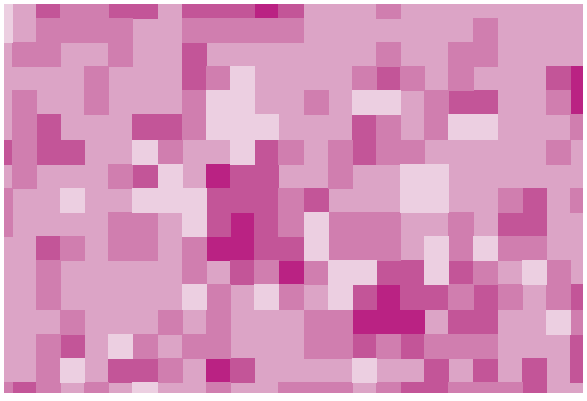
Roeselare is een stad in de Belgische provincie West Vlaanderen. Er is gekozen om deze locatie als case te nemen omdat het gebied een aantal kenmerken heeft die veel voorkomen in Vlaanderen: het landschap rond Roeselare is versnipperd en er zijn veel lintdorpen, het landschap kent een historische gelaagdheid waar momenteel niet veel meer van over is. Er speelt een waterproblematiek en de gronddruk is hoog.
Verder heeft Roeselare nog een aantal specifieke kenmerken die het gebied energetisch erg interessant maken. Er zijn in de omgeving van Roeselare relatief veel serres. Deze hebben een grote warmtevraag. Ook vormt de diepvriesindustrie een belangrijke energetische speler. Deze bedrijven hebben zowel op het gebied van warmte als elektriciteit veel potentie, en zorgen daardoor voor een interessante case.

Energetische aspecten
Het datamodel met de theoretische potentieberekening laat voor Roeselare zien dat hier kansen liggen voor met name wind- en zonne-energie en dat diepe geothermie niet mogelijk is in dit deel van Vlaanderen. De totale berekende potentie aan productie van hernieuwbare energie is voor dit gebied relatief hoog. De reden hiervoor is het vrij hoge aandeel van het landschapstype landbouw waar in het datamodel voor zowel wind als zonne-energie een grote potentie aan toegekend is.

Gebiedskenmerken
Vanuit de theoretische potentie per energiebron bekeken, biedt de regio van Roeselare veel mogelijkheden voor de plaatsing van zowel windturbines als zonnevelden. Het landschap rond Roeselare is echter versnipperd en wordt gekenmerkt door verspreide bebouwing en bedrijvigheid. De landschapstypen zijn sterk met elkaar verweven, waardoor de theoretisch energetische potentie waarschijnlijk een vertekend beeld geeft van de werkelijke energetische mogelijkheden in het gebied.

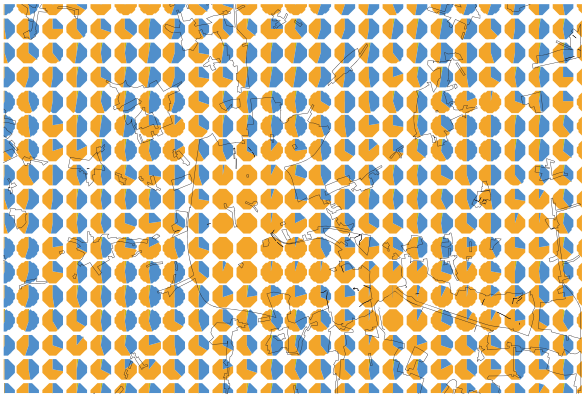
Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Roeselare

	Biomassa	Zonne-energie	Windenegie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Roeselare	147.357 MWh/jaar	9.998.255 MWh/jaar waarvan 3.442.022(PV) en 6.556.233(T)	5.930.060 MWh/jaar	NVT	14.971.800 MWh/jaar



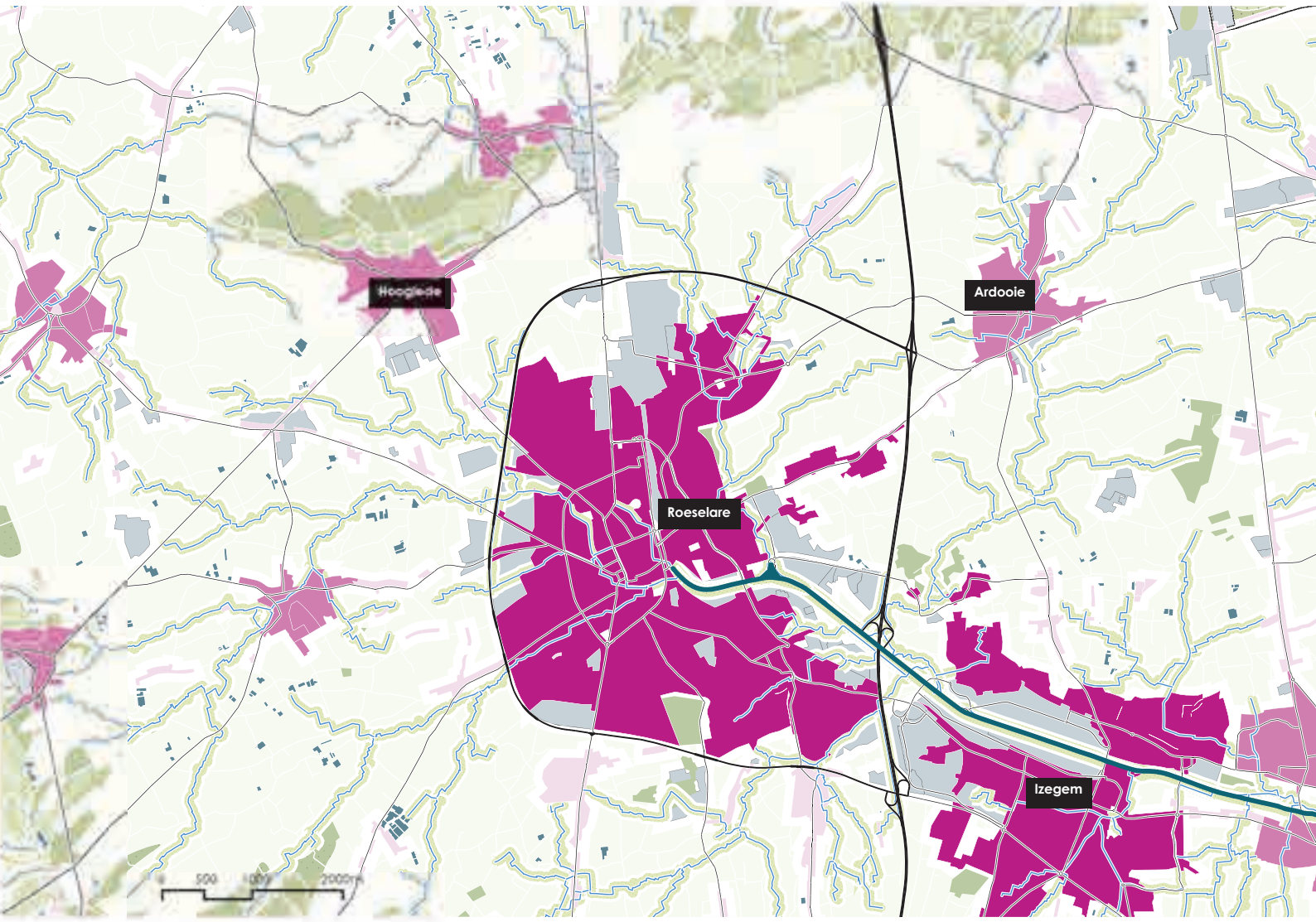
Figuur 4.2: Theoretische potentie hernieuwbare energie Roeselare

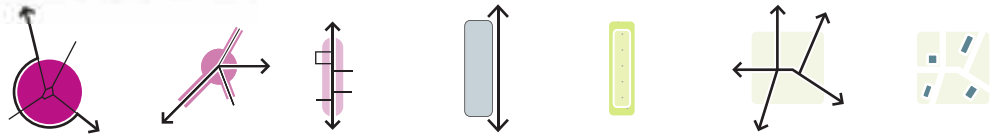
0 - 42.248 MWh/km²
42.248 - 55.710 MWh/km²
55.710 - 62.392 MWh/km²
62.392 - 71.823 MWh/km²
71.823 - 130.554 MWh/km²



Figuur 4.3: Taartdiagrammen kaart percentages van de verschillende energiebronnen per vierkante kilometer

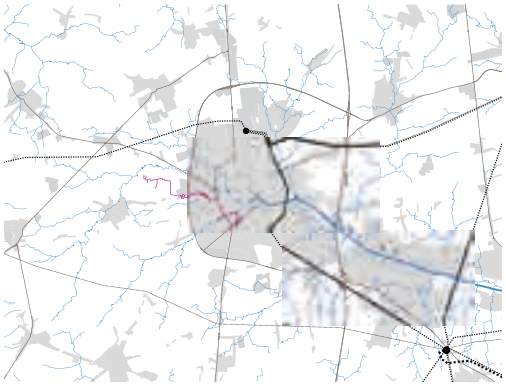
percentage zonne-energie
percentage biomassa
percentage geothermie
percentage windenergie





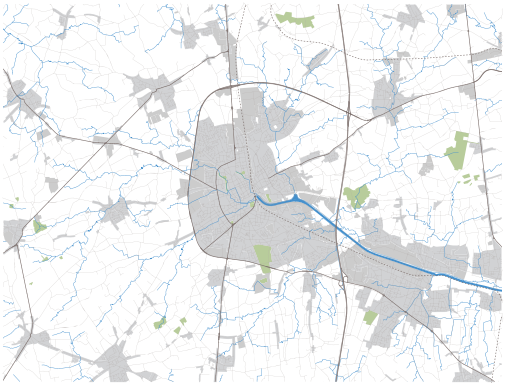
Figuur 4.4: DNA kaart Roeselare

Wanneer we het gebied nader beschouwen en het ruimtelijk DNA ontrafelen, is het direct duidelijk dat we hier te maken hebben met een sterk producerende regio. De elementen die naar boven komen, kunnen allemaal gezien worden als dienend aan de producerende kracht van het gebied. Er ligt een grote druk op de open ruimte als producerend landbouwgebied. In dit landbouwgebied zijn, naast enkele kleinere dorpen, glastuinbouwserres te herkennen. Deze komen verspreid over het gebied voor, soms als een bedrijf, soms als onderdeel van een bedrijf waar ook wordt geteeld in volle grond. In deze, van oudsher ondernemende regio, is een aantal agrarische bedrijven doorontwikkeld tot fabrieken waar de geteelde producten worden bewerkt, verpakt en ingevroren. Met name de koelhuizen van de diepvriesindustrie vormen hier een interessant element door een hoge elektrische energievraag en een potentiële bron voor restwarmte. Ook beschikken deze fabriekslocaties over eigen afvalverwerking en in sommige gevallen biogasinstallaties. Naast enkele windturbines is de afvalverwerkingscentrale MIROM een belangrijke lokale energiebron. De regio ontwikkelde reeds het bijbehorende warmtenet om de thermische energie van deze centrale te kunnen benutten en is bezig dit netwerk uit te breiden.
De elementen uit het DNA komen ook terug in de contextuele gebiedsdynamiek en opgaven die in het gebied spelen. We hebben hieronder de belangrijkste bevindingen uit dit analysedeel beknopt weergegeven:



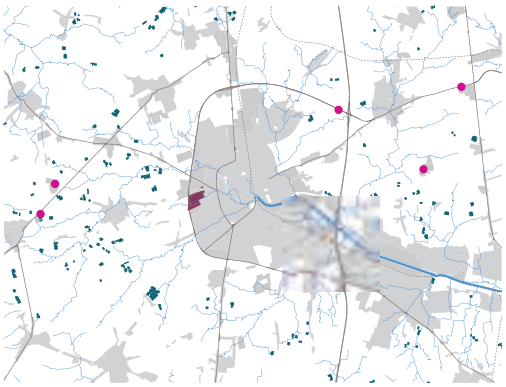
Figuur 4.5: Energetische elementen

- Warmtenet
- 380KV hoogspanningsnet
- 150KV hoogspanningsnet
- 70KV hoogspanningsnet
- Bestaande windturbines
- Mirom afvalverbranding



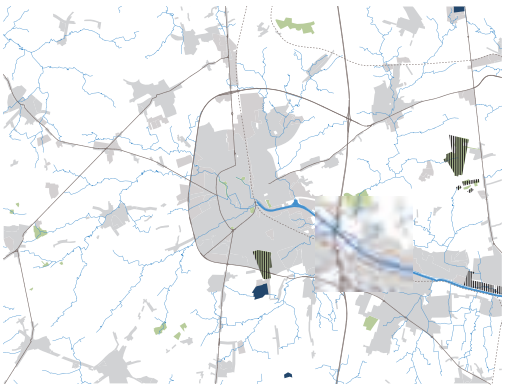
Figuur 4.6: Ruimtelijk elementen

- Bebouwd gebied
- Industrie- en bedrijventerrein
- Water en beekvallijen
- Wegen
- Bosgebied



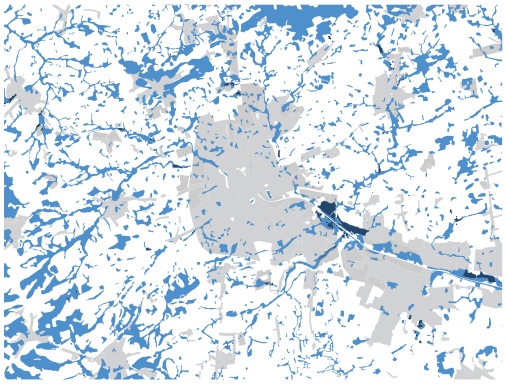
Figuur 4.7: Economisch elementen

- Diepvriesindustrie
- Serres
- REO veiling



Figuur 4.8: Ecologisch elementen

- VEN-gebied
- Bos/park
- Industrie
- Water



Figuur 4.9: Overstromingsgevoelige gebieden

Mogelijk overstromingsgevoelig
Effectief overstromingsgevoelig

Demografisch
- 59.715 inwoners - bevolking groeit
- Middelgrote stad met weinig uitloopgebied: nood aan meer ruimte voor recreatie

Energetisch
- Bestaand warmtenet vanuit afvalverbrandingscentrale Mirom
- Roeselare koploper op technologie warmtenet

Ruimtelijk
- Versnippering van het landbouwlandschap
- Verlinting
- Verspreide bewoning en bedrijvigheid
- Kleinschalig landschap daterend uit 18e eeuw, met mozaïek van akkers en weilanden omzoomd met hagen heeft plaatsgemaakt voor een min of meer grootschalig productielandschap: structuur en leesbaarheid ontbreken
- Landschap is weinig toegankelijk

Economisch
- REO-veiling, diepvriesbedrijven en veevoederbedrijven zorgen voor grote economische dynamiek
- Gronddruk landbouw is hoog
- Roeselare vervult centrumfunctie voor de regio in werkgelegenheid en voorzieningen
- Schaalvergroting in landbouw-, glastuinbouw- en diepvriesbedrijven

Ecologisch
- Versnippering leidt tot ecologische armoede
- Er zijn initiatieven om in te zetten op een robuuster landschap, waarin natuur gekoppeld wordt aan beekvalleien

Water
- Overstromingsdruk in het centrum door de lage ligging ten opzichte van omringende landschap
- Verdroging en waterdruk door landbouw
- Het gebied kent periodiek grote watertekorten
- Lozing van proceswater

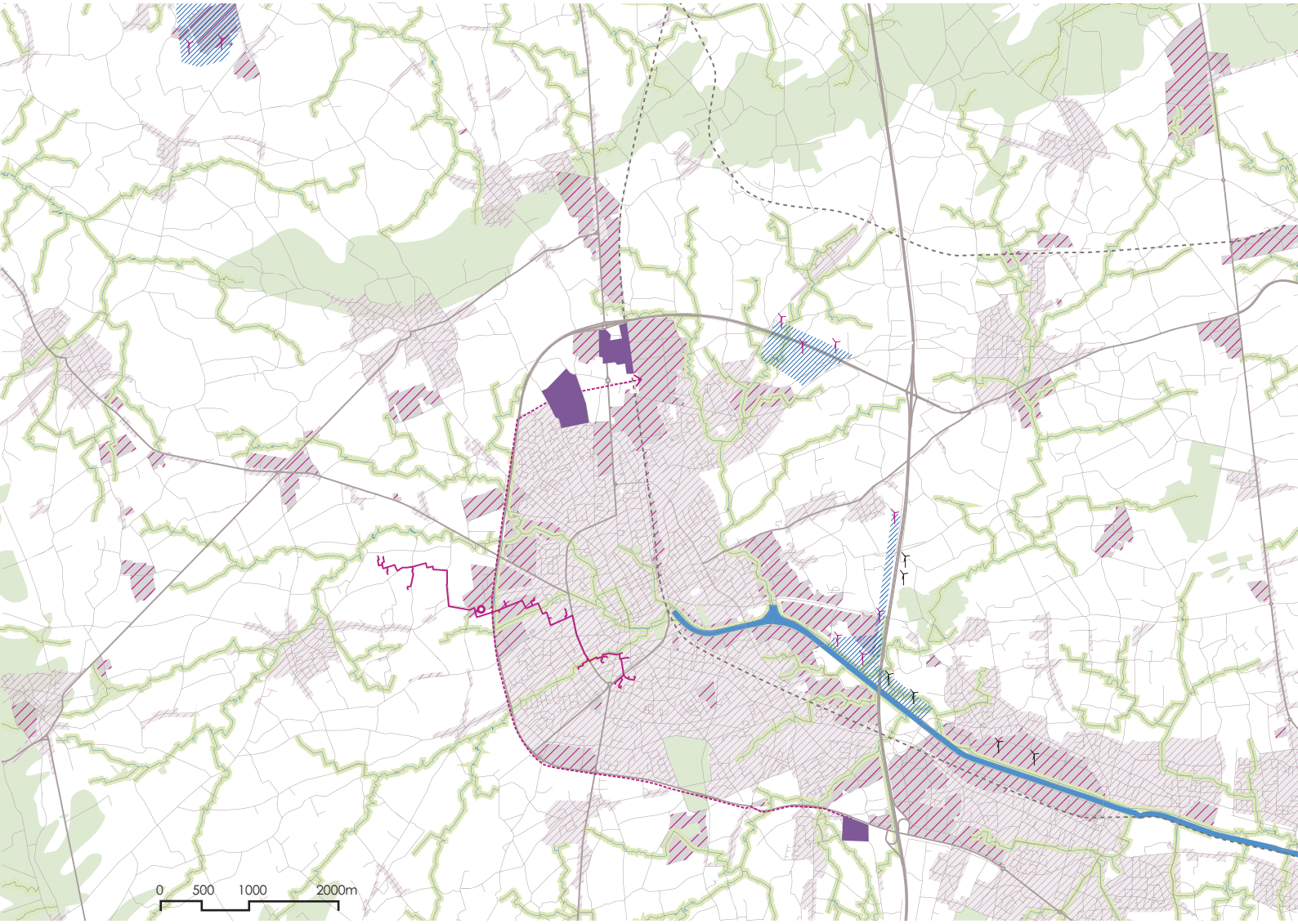
Uit de analyse blijkt dat Roeselare een gebied is waar de ruimte onder grote druk staat door verschillend gebruik. Dit geeft een interessant startpunt voor het beschouwen van het gebied middels de eerder geïntroduceerde strategieën.
Hierna zijn de meest opvallende onderdelen van de uitgewerkte scenario's nader toegelicht. Bij de beschouwing van de uitwerking van de scenario's is het van belang deze niet als meest optimale of best passende oplossingen te zien, maar als echt onderzoeksmateriaal. Dit wil zeggen dat het uitwerkingen zijn die iets beogen te testen zonder vastgelegd eindbeeld. De uitkomsten van een scenario kunnen ook juist het inzicht geven dat iets niet wenselijk is en verschaffen hiermee inzicht in de richting die voor een uiteindelijk ontwerp voor de regio kan worden gekozen.

4.3.1 Business as usual

In dit scenario is de ruimtelijke structuur dominant en vormt het energiesysteem een toevoeging aan het landschap. Er is in dit scenario rekening gehouden met de huidige regelgeving. Zo worden er uitsluitend in de aangeduide zoekzones windturbines geplaatst en hierbij wordt rekening gehouden met de huidige restricties (zie appendix 2). Voor de mogelijke productie van fotovoltaïsche -panelen is in dit scenario gerekend met 30%l van het bestaande dakoppervlak dat beschikbaar zal komen voor deze technologie. Het warmtenet dat aangesloten is op de Mirom afvalverbrandingsoven wordt in dit geval verder uitgebreid volgens huidige planvorming naar vastgestelde ontwikkelingslocaties en naar de nieuwbouwsite van het ziekenhuis. Juist omdat het warmtenet hier al aanwezig is, is er voor gekozen om zonne-energie in Roeselare middels PV panelen om te zetten in electriciteit in plaats van warmte. Er worden geen verdere aanpassingen gedaan aan het netwerk en er wordt geen buffering voorzien.

In dit scenario is te zien wat het effect is van de huidige keten van besluitvorming rondom de plaatsing van windturbines. Vanuit de Vlaamse overheid wordt ingezet op het realiseren van windturbines op industrie- en bedrijventerreinen en langs grootschalige infrastructuur. Dit zou voor het gebied Roeselare een groot aantal windturbines kunnen betekenen. Op een ander beleidsniveau waren zoekzones vastgesteld waarbinnen de Vlaamse ambitie ingepast kan worden. Dit beleid bestaat niet meer, maar de principes waarop de zoekzones waren gesteund gelden nog wel als uitganspunt voor beleid. Hierbij is rekening gehouden met tal van beperkende factoren zoals vogelbroedgebieden, radarinstallaties, effect op beleving open ruimte etc. (zie appendix 2). Bij het vaststellen van deze zoekzones is nog geen rekening gehouden met de wettelijke bepaling dat een windturbine op minimaal 250 meter afstand van een woning geplaatst dient te worden. Deze afstandsnorm is tot 2012 gehanteerd als wettelijk aan te houden afstand.
Sinds 2012 geldt de VLAREM richtlijn waarmee enkel nog rekening gehouden wordt met geluidsniveau en slagschaduw en waarmee de strikte toepassing van de 250m afstandsregel genegeerd wordt. Voor woningen liggen de akoestische grenzen echter zo hoog dat het quasi nooit zal voorkomen dat een turbine vandaag dichter dan deze 250m bij een woongebied zal worden geplaatst. Daarom wordt in de praktijk deze afstand nog steeds gehanteerd als een goede vuistregel en werd deze ook zo meegenomen in het onderzoek om een duidelijke ruimtelijke richtlijn te kunnen hanteren die de realiteit benadert. Het enige achterpoortje dat toelaat om dichter te bouwen is een onderlinge overeenkomst met de bewoners en de windontwikkelaar maar dit is enkel realistisch als het om één of twee woningen gaat en zeker niet als het om een ruimer woongebied gaat.

Wanneer er rondom de bestaande woningen een dergelijke zone vrijgehouden dient te worden wordt duidelijk dat er effectief maar een beperkt deel van de zoekzone beschikbaar is. Voor het overgebleven deel van de zoekzone geldt dat er nog altijd een procedure doorlopen moet worden waarbij een regio zelf bepaalt of de plaatsing schadelijk wordt geacht voor de ruimtelijke beleving. Mocht dit allemaal positief uitvallen ten opzicht van de plaatsing dan is er de kwestie hoe windturbines op een efficiënte wijze geplaatst kunnen worden in het overgebleven gebied, zodat ze geen belemmering voor elkaar vormen. Dit geeft voor het business as usual scenario aan dat er maar een zeer beperkte potentie voor windenergie is. De wijze waarop deze turbines geplaatst kunnen worden roept ook de vraag op of de procedure nog wel strookt met de intentie. Daar waar de Vlaamse ambitie zich in eerste instantie ruimtelijk lijkt te vertalen in lijnopstellingen langs grootschalige infrastructuur is de uiteindelijke uitwerking de plaatsing van enkele incidentele windturbines, ogenschijnlijk arbitrair verspreid in het landschap. Naast de 6 bestaande windturbines zouden met deze strategie nog 11 turbines met een capaciteit van elk 2 MW geplaatst kunnen worden. Overigens is het de vraag of een dergelijke inpassing wel haalbaar is. De benodigde investering in een windturbine rendeert beter bij de realisatie van een groter aantal turbines in een project, waardoor veel ontwikkelaars af zullen zien van deze mogelijkheid. Dit voorbeeld is representatief voor veel plekken in Vlaanderen waar ondanks een zeker streven op bepaalde overheidsniveaus de potentie voor windenergie niet of nauwelijks benut wordt, deels door wetgeving vanuit andere beleidsdomeinen.

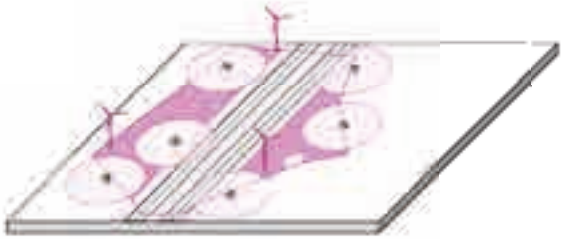


Figuur 4.10: Plankaart Roeselare scenario *usiness as usual*

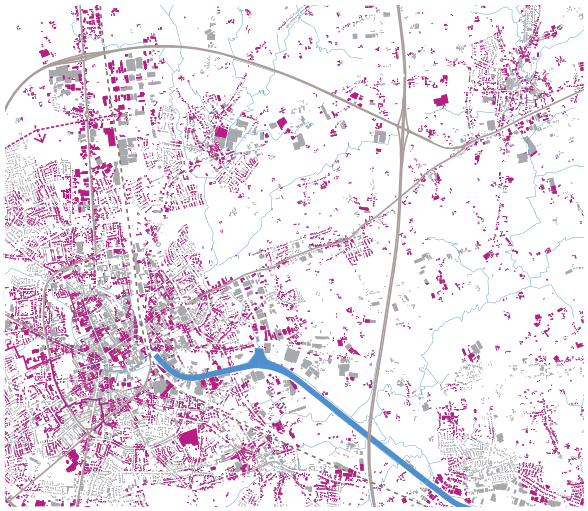
- Zonnepanelen in woongebied
- Zonnepanelen in industriegebied
- Bestaande windturbines
- Nieuwe windturbines
- ontwikkellocaties windturbines
- Uitbreidingsgebieden
- Bos en stuwwallen
- Water
- Mirom warmtenet
- Uitbreiding warmtenet
- Beekdalen

Figuur 4.11: Windturbines in de restrictie-vrije zones Roes

In de afbeelding hiernaast is te zien wat de ruimtelijke implicaties zijn van de bestaande restricties rond windturbines. Uit het ontwerpend onderzoek blijkt dat er slechts elf turbines bij kunnen worden geplaatst in Roeselare. Het huidig beleid heeft tot gevolg dat er incidenteel turbines worden geplaatst, zonder echt rekening te houden met ruimtelijke samenhang.

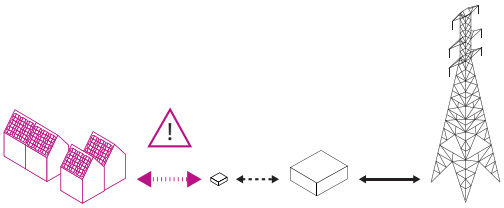


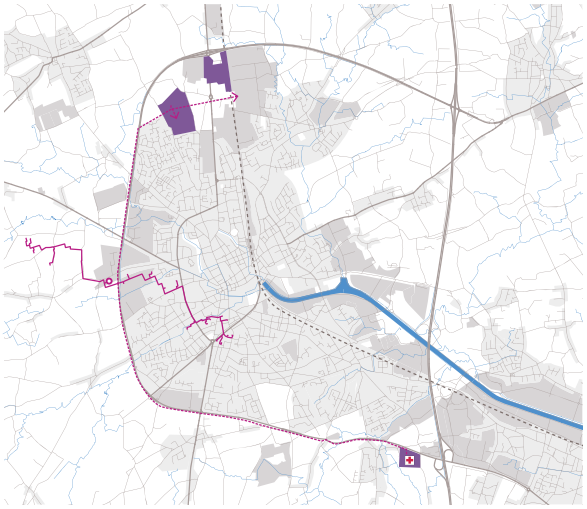
Figuur 4.12: Principeschema ideale zone voor windturbines



Figuur 4.13: Zonnepanelen op woningen en industrie

In deze strategie worden er pv-panelen geplaatst op daken. Omdat de grondruk in Roeselare groot is, wordt geen extra land voor zonne-energie gebruikt. Doordat dit scenario niet in opslag capaciteit voorziet en er geen aanpassingen aan het netwerk worden gedaan kunnen er problemen ontstaan op het laagspanningnet door overbelasting bij pieken. Hierdoor zal een deel van de opgewekte energie verloren gaan.





Figuur 4.15: Uitbreiding van het bestaande warmtenet

Het Mirom warmtenet is een van de weinige warmtenetten in Vlaanderen en gebruikt de restwarmte van de afvalverbrandingsoven van Mirom.

Het bestaande warmtenet heeft een overcapaciteit. Het zal dan ook worden uitgebreid naar het ziekenhuis en naar de geplande woonuitbreidingsgebieden.

Bestaand:

6 windturbines 24.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 6.860 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 30.000 MWh/jaar thermisch
(gelijk aan verwarming en sanitair warm waterverbruik van ca. 1.300 gezinnen)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

245.540 m^2 PV-panelen 22.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 6.310 gezinnen)

Nieuw (totaal):

12 windturbines 48.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 12.570 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 44.000 MWh/jaar thermisch
(uitbreiding warmtenet naar het ziekenhuis en woonuitbreidingsgebieden)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

1.239.000 m^2 PV-panelen 111.500 MWh/jaar elektrisch
30 % van het dakoppervlakte is volledig benut.
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 31.860 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **176.500 MWh/jaar elektriciteit en 44.000 MWh/jaar thermische energie.**

De potentie uit het data model, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 18.065.133 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 1,5 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Roeselare

	Biomassa	Warmtenet	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Roeselare	147.357 MWh/j		9.998.255 MWh/j ,waarvan 3.442.022(PV) en 6.556.233(T)	5.930.060 MWh/jaar	NVT	14.971.800 MWh/j
Business as usual	-	61.000 MWh/j	111.500 MWh/j (PV)	48.000 MWh/j	NVT	220.500 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

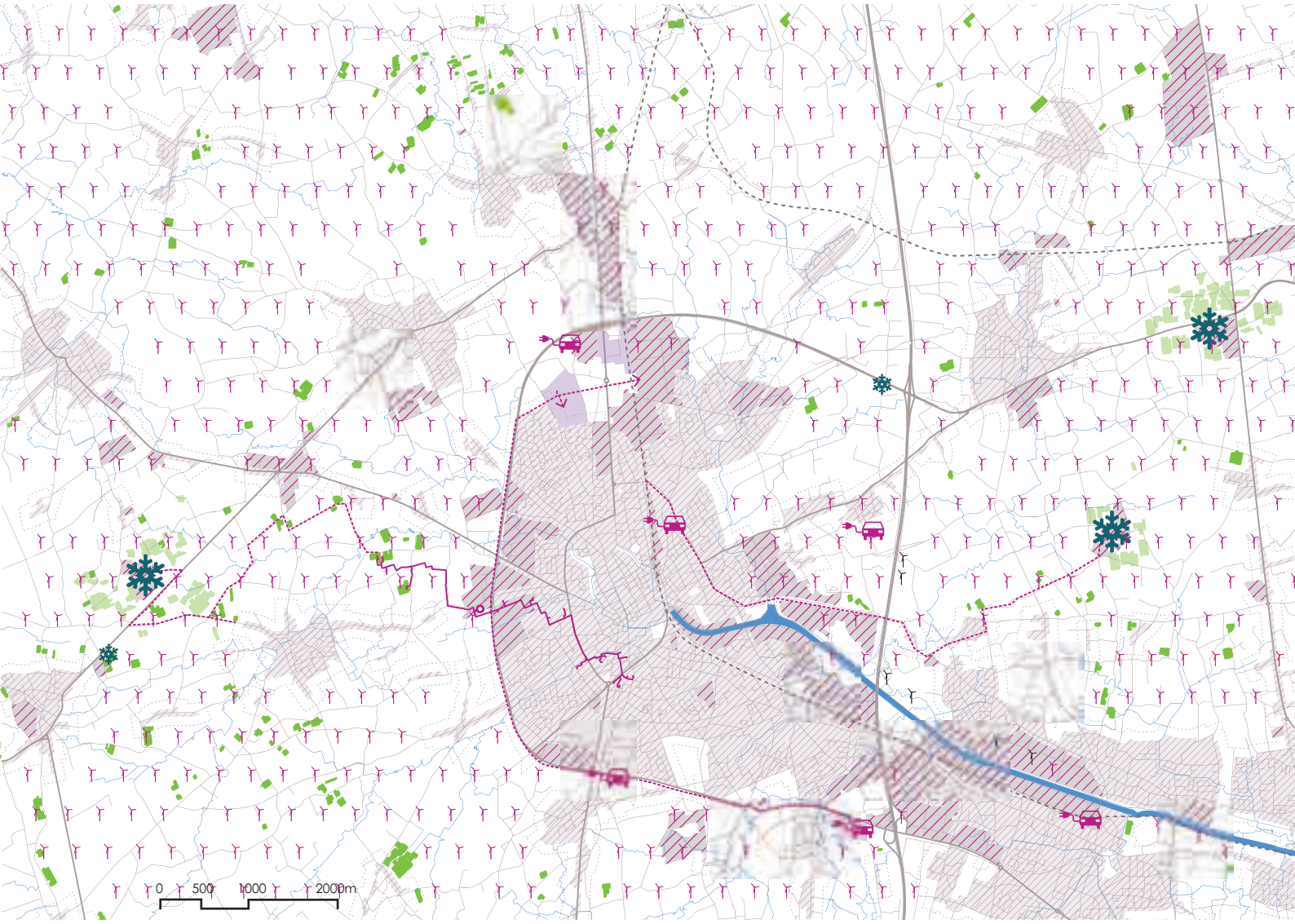
Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

4.3.2 Energie als drijfveer

Dit scenario geeft ruim baan aan de implementatie van hernieuwbare energie en met name aan de inpassing van windturbines. Het energiesysteem dicteert hierbij de wijze waarop het landschap verder vorm krijgt. De meest optimale onderlinge afstand van de turbines wordt gecombineerd met een efficiënte maatvoering voor de productieve landbouw. Alle aanwezige bebouwing en infrastructuur wijkt voor de turbines of past zich er op aan. De structuur wordt voorzien van een slotensysteem dat er voor zorgt dat het aanwezige water zo goed mogelijk benut en afgevoerd kan worden. Door de efficiëntie in de herverkaveling komt er aan de randen van deze herverkavelingen ruimte vrij. De historische opbouw van het landschap van kleine akkers, omzoomd door heggen en groenranden komt in een ruimere vorm weer terug. De beken worden tot bredere groenzones gemaakt die als recreatiegebied, ecologische drager en waterretentiegebied fungeren. Hiertoe worden langzaam-verkeerroutes tot een robuust netwerk in deze groenzones getrokken. Deze implementatie is van grote invloed op het bestaande landschap en zou in totaal tot de toevoeging van 687 windturbines van 2 MW kunnen leiden. Dit zal zeker een groot ruimtelijk effect geven, maar neemt wel een aantal specifieke uitdagingen voor de regio mee en biedt hier een interessant antwoord op.
Voor de opwekking van fotovoltaïsche energie is in dit scenario gerekend met een percentage van 50% van het dakoppervlak. Zoals aangegeven is in het hoofdstuk energie is dit gemiddeld het mogelijke dakoppervlakte dat geschikt is voor de plaatsing van panelen. Er is bewust gekozen om geen zonnevelden voor te stellen, aangezien de gronddruk in Roeselare erg hoog is. De bodemtextuur en bodemdrainage is in dit stuk van Vlaanderen erg gunstig voor akkerbouw waardoor er vanuit het schaalniveau van Vlaanderen beredeneerd is dat zonnevelden beter op een ander bodemtype geplaatst kunnen worden.
Als aanvulling op de opwekkingstechnieken is er ruimte voor buffering voorzien in de vorm van (met PV-panelen overdekte) Park & Rides. Wanneer er een Park & Ride systeem met elektrische auto's en een 'auto deel systeem' op de schaal van de regio Roeselare ingevoerd kan worden bieden de accu's van de elektrische voertuigen gezamenlijk een aanzienlijke buffercapaciteit. Door de oplaadstations aan te sluiten op een smartgrid kan bepaald worden op welk moment de accu's het best stroom kunnen laden of terugzetten op het net in de periode dat de voertuigen niet gebruikt worden. Vooral wanneer er sprake is van een autodeelconcept waarbij van tevoren aangegeven wordt wanneer de auto gebruikt zal worden en derhalve volledig geladen moet zijn, is deze bufferfunctie effectief in te zetten.
Het warmtenet dat aangesloten is op de afvalverbrandingsoven wordt in dit geval verder uitgebreid volgens huidige planvorming naar geplande ontwikkelingslocaties en naar de nieuwbouwsite van het ziekenhuis. De restwarmte van de koelhuizen wordt ook benut door glastuinbouw in de directe nabijheid van de koelhuizen te plaatsen. Deze locaties zouden eveneens aangesloten kunnen worden op het bestaande warmtenet, waarmee uitwisseling van warmte mogelijk wordt. Daarnaast wordt de maximaal nog te benutten capaciteit van verbrandingsoven welke vandaag via de warmteafvoer verloren gaat, volledig benut. Binnen dit scenario is het ook mogelijk om in de stadskern van Roeselare meer individuele gebouwen en/ of woningen aan te sluiten op het warmtenet om tot meer valorisatie van de restwarmte te komen. Dit kan leiden tot een stadsnet met een aantal restwarmteleveranciers en tal van afnemers.

De koelhuizen krijgen in dit scenario ook een belangrijke rol als buffer voor elektriciteit uit hernieuwbare energie. Deze installaties zijn grootverbruikers van elektrische energie. Wanneer er een piek in de productie is kunnen de koelhuizen ingezet worden om extra af te nemen en dieper te koelen, om bij een tekort aan productie weer langzaam op te warmen. Deze fluctuatie in afname kan gebeuren door deze eenheden aan te sluiten op een smartgrid dat aangeeft hoe de fluctuatie in productie en afname op het net verloopt. Dit type industrie is groeiende in Roeselare en zou in dit scenario alle ruimte krijgen om verder uit te breiden.



Figuur 4.16: Plankaart Roeselare scenario *Energie als drijfveer*

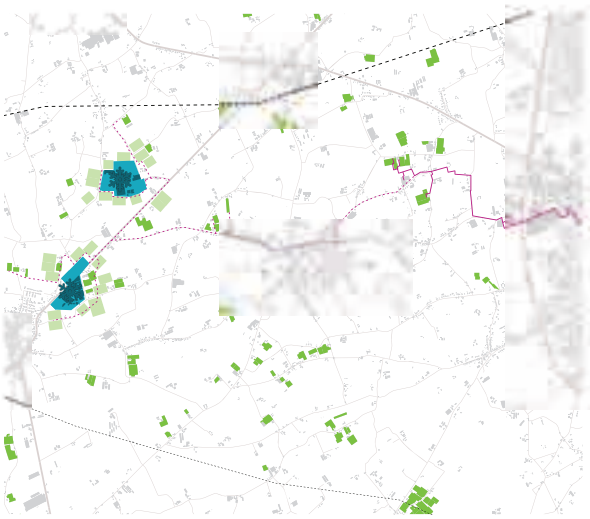
- Zonnepanelen in woongebied
- Zonnepanelen in industriegebied
- Bestaande windturbines
- Nieuwe windturbines
- Diepvriesindustrie
- Serres
- Nieuwe serres
- P&R, oplaadstation, elektrische auto's
- Mirom warmtenet
- Uitbreiding warmtenet

Figuur 4.17: Windturbines in buitengebied Roeselare

Windturbines zijn geplaatst in het buitengebied rond Roeselare. Er is rond het gebied dat gezien kan worden als stedelijk, een bufferzone van 250m (stippelijn) in acht genomen, maar in het buitengebied is er geen rekening gehouden met de bebouwing.

Figuur 4.18: Park & Ride & oplaadplaatsen

In de afbeelding hiernaast is het principe van Park & Ride parkeerplaatsen ruimtelijk onderzocht. De parkeerplaatsen waar de buffering van energie gecombineerd wordt met elektrische wagens en autodelen, zijn aangesloten op een openbaar vervoersnetwerk, en liggen nabij belangrijke functies of ontwikkelingsgebieden.



Figuur 4.19: Uitbreiding van het warmtenet en ruimtelijke nabijheid van koelhuizen en serres

De concentraties van koelhuizen en glastuinbouw speelt ruimte vrij voor landbouw en recreatie. De warmte uitwisseling tussen koelhuizen en serres levert energetische voordelen op, omdat de warmte die vrijkomt bij het koelen gebruikt kan worden in de serres. De lokale warmtelevering kan bij grote vraag of aanbod verbonden worden met een warmtenet.

Bestaand:

6 windturbines 24.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 6.860 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 30.000 MWh/jaar thermisch
(gelijk aan verwarming en sanitair warm waterverbruik van ca. 1.300 gezinnen)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

245.540 m^2 PV-panelen 22.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 6.310 gezinnen)

Nieuw (totaal):

693 windturbines 2.722.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 792.000 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 98.000 MWh/jaar thermisch
(maximale vermogen vebrandingsoven, uitgaande van huidige, nog niet benutte warmteopbrengst, gelijk aan verbruik 4.260 gezinnen)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

2.478.000 m^2 PV-panelen 223.000 MWh/jaar elektrisch
50% van het dakoppervlakte is volledig benut.
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 63.720 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **3.012.000 MWh/jaar elektriciteit en 98.000 MWh/jaar thermische energie.**

De potentie uit het data model, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 18.065.133 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 20,8 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Roeselare

	Biomassa	Warmtenet	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Roeselare	147.357 MWh/j		9.998.255 MWh/j ,waarvan 3.442.022(PV) en 6.556.233(T)	5.930.060 MWh/jaar	NVT	14.971.800 MWh/j
Energie als drijfveer	-	115.000 MWh/j	223.000 MWh/j (PV)	2.772.000 MWh/j	NVT	3.110.000 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

4.3.3 Synergie

Voor het Synergie scenario zijn verschillende ingrepen en aanpassingen gedaan aan de onderliggende systemen die het landschap bepalen. Hiervoor zijn de verschillende elementen waar de regio uit bestaat in een flowchart (stroomschema) geplaatst(fig 4.21). Het stroomschema toont waar er in de onderliggende systemen mogelijkheden zijn die de energietransitie van de regio kunnen vormgeven. Elk van deze opties is te vertalen in een ruimtelijke uitwerking die in gaat op de uitdagingen die in het gebied spelen. Door zowel de energetische, economische als de landschappelijke elementen te beschouwen kunnen er slimme combinaties gerealiseerd worden door onderlinge uitwisseling.
Dit Synergie scenario is te lezen als de doorontwikkeling van dit energetisch-ruimtelijke systeem. Het is de achtergrond die bepaalt hoe de ingrepen in het gebied landen. Juist door de elementen in dit systeem te beschouwen wordt duidelijk waar de kansen liggen en welke partijen hier een rol in spelen. Het kan als instrument ingezet worden om tot realisatie van de verschillende elementen te komen. De verschillende ingrepen vormen gezamenlijk een mogelijk totaalbeeld voor de omgeving Roeselare.

Fotovoltaïsche-panelen worden in dit scenario op 50% van de bebouwing gelegd. Ook wordt er ingezet op de buffermogelijkheid die Park & Ride functies kunnen bieden. Overigens zijn de Park &Ride functies ook een manier om in te gaan op specifieke uitdagingen in de regio. Het gebied kent namelijk een relatief groot aantal verplaatsingen op zeer korte afstand. Het is in die zin niet exemplarisch voor Vlaanderen, omdat er geen extreem groot aandeel pendelverkeer is, maar het fenomeen van veel lokale verplaatsingen over korte afstand is wel kenmerkend voor veel gebieden in Vlaanderen. Het maakt daarom dit type koppeling van de energieopgave met de vervoersproblematiek een kansrijke denkrichting. Het warmtenet dat aangesloten is op de afvalverbrandingsoven wordt verder uitgebreid volgens huidige planvorming naar ontwikkelingslocaties en naar de nieuwbouwsite van het ziekenhuis.

Om de ruimte rondom Roeselare optimaal in te zetten voor energiewinning, recreatie en akkerbouw, wordt in dit scenario getracht om de verdichting binnen de bestaande perimeter van Roeselare in te passen. Hierdoor kan het warmtenet ook op een efficiëntere wijze ingezet worden voor zowel nieuwe als bestaande bouw met de huidig beschikbare en nog te benutten capaciteit van de verbrandingsoven als uitgangspunt. Ook wordt de voorgenomen uitbreiding van glastuinbouw gekoppeld aan het warmtenet en vindt dezelfde herplaatsing van serres rondom de koelhuizen plaats als bij Energie als drijfveer. Ook hier geldt dat de herpositionering zou moeten leiden tot een efficiënter ruimtegebruik en dus meer ruimte om de opgaven op het gebied van water, ecologie, economie, recreatie etc. aan te gaan.

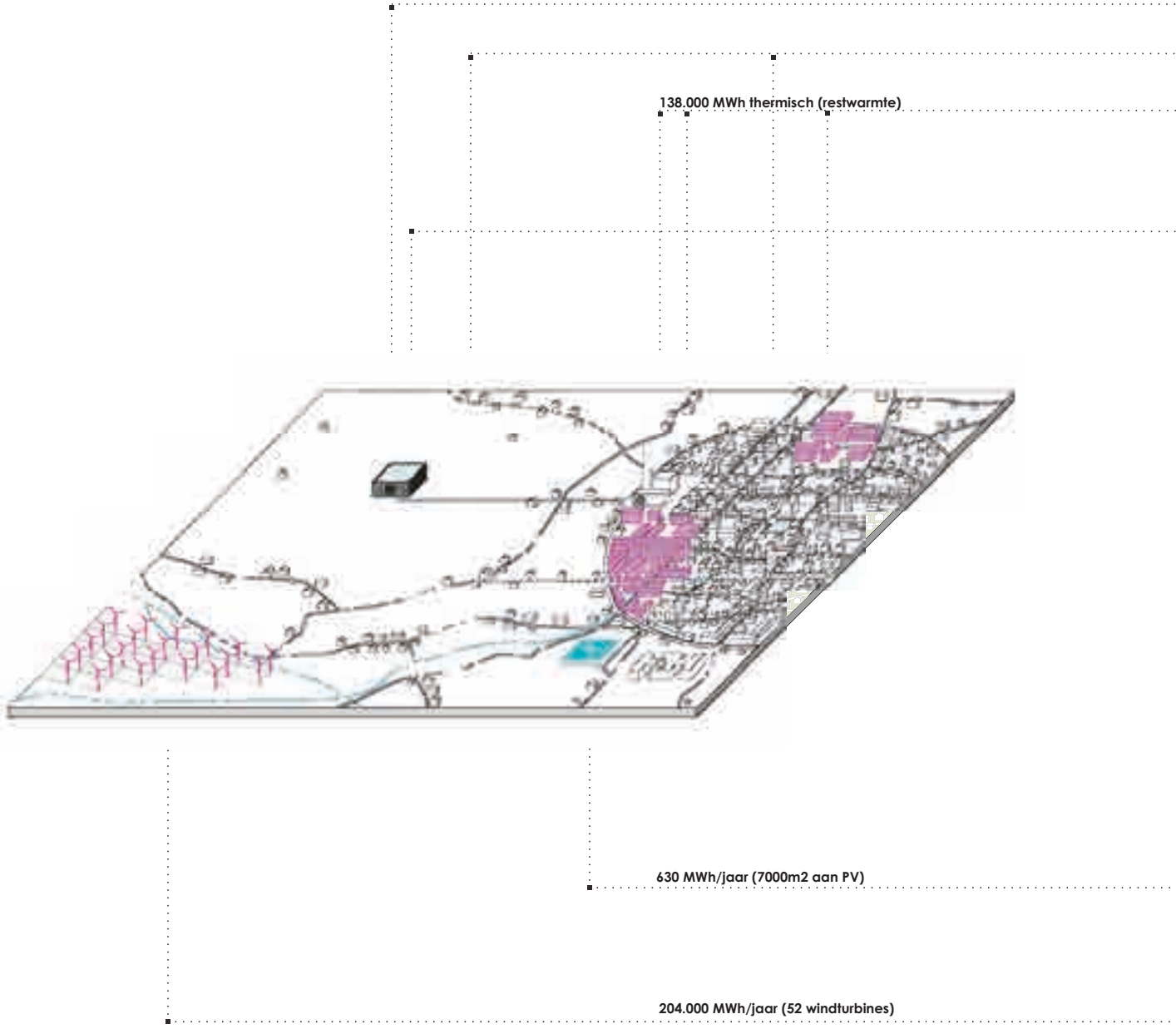
De koelhuizen vervullen door middel van een smartgrid een bufferfunctie voor de hernieuwbare energie op het net. Een ander aspect dat in deze regio benut kan worden is te vinden in de stofwisseling van het gebied. De afvalstromen van de fabrieken waar de koelhuizen deel van uitmaken, de serrecomplexen, landbouwgronden en groengebieden kunnen allen ingezet worden om hernieuwbare energie uit te winnen. Hier is met de afvalverwerkingsinstallatie al een sterke basis voor gelegd. Toch is de zeer lokale verwerking van biomassa op de verspreide fabrieksterreinen ook een efficiënte wijze van verwerking. Het vermindert het benodigde transport en wekt energie op, op de plek waar het ook in grote mate gebruikt wordt. Het aandeel van de biomassastromen is zelfs in dit zeer productieve landbouwgebied bescheiden ten opzichte van de productie die de andere bronnen kunnen realiseren. Het heeft echter wel degelijk een waardevolle ondersteunende functie en kan bijvoorbeeld bij de fabriekslocaties ingezet worden om bij te schakelen op het moment dat er een tekort aan hernieuwbare energie op het net is.

Figuur 4.20: Plankaart Roeselare scenario *Synergie*

- Zonnepanelen in woongebied
- Zonnepanelen in industriegebied
- Bestaande windturbines
- Nieuwe windturbines
- Diepvriesindustrie
- Serres
- Nieuwe serres
- P&R, oplaadstation, elektrische auto's
- Mirom warmtenet
- Uitbreiding warmtenet
- Beekdalen
- Ruilverkavelingsgebieden
- Ontwikkelingsgebieden

Systeemverbindingen Roeselare

Het stroomschema toont mogelijke koppelingen die de energietransitie kunnen vormgeven. De axonometrie toont een ruimtelijke uitwerking welke inspeelt op de configuratie van het landschap in en rondom Roeselare. De combinatie van beide beelden maakt de slimme koppelingen tussen de zichtbare en minder zichtbare elementen inzichtelijk. Dit scenario speelt in op de dynamiek van stromen in het gebied welke tevens de grootste winsten oplevert op zowel energetisch vlak als in de



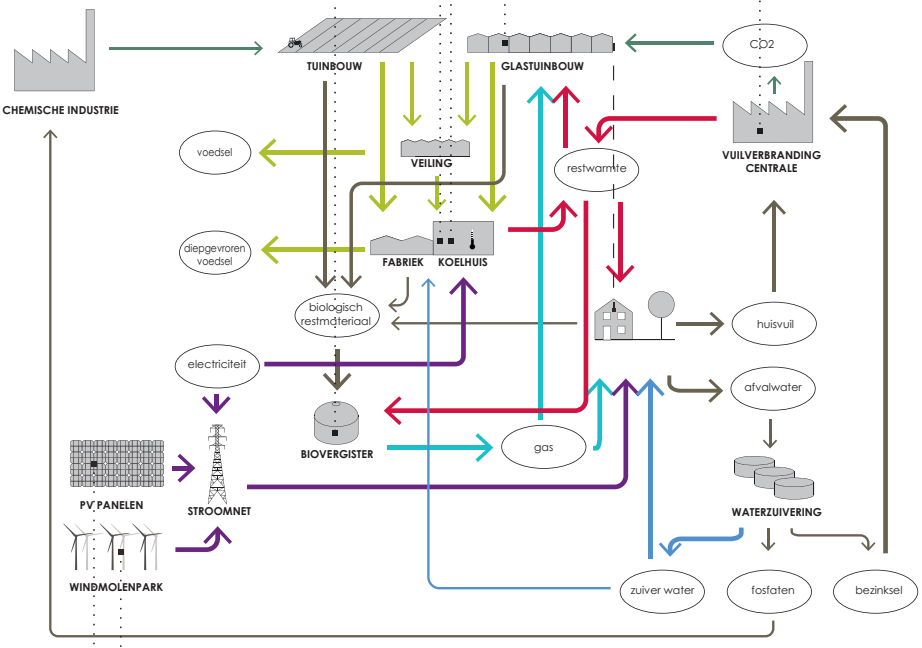
aanwezige gebiedsdynamiek. Er is een strategisch voorstel uitgewerkt dat in onze ogen het best past in de dynamiek van stromen en de grootste winsten oplevert, zowel energetisch als met betrekking tot de versterking van de aanwezige gebiedsdynamiek.

Serres concentreren rondom koelhuis ten behoeve van snelle uitwisseling producten

Biologisch restmateriaal tuinbouw wordt als biomassa ingezet voor gaswinning, welke terecht komt bij zowel woningen als de glastuinbouw.

Schaalvergroting van de vuilverbrandingsinstallatie geeft mogelijkheid tot uitbreiding van het warmtenet waardoor gunstige voorwaarden stedelijke ontwikkeling.
Daarnaast wordt het warmtenet uitgebreid richting de serres.

Restwarmte van de koelhuizen wordt benut door de glastuinbouw.



Parkeerplaatsen en stallingsterreinen aan de rand van Roeselare met overkapping van PV-panelen. Icm de stalling van elektrische auto's kan dit tevens dienst doen als buffering van elektrische energie.

Windmolenpark geplaatst op optimale onderlinge afstand in combinatie met optimale maatvoering productieve landbouw op een heuvelrug.

Figuur 4.21: Systeemverbeelding stromen en koppelingen Roeselare

Figuur 4.22: Schema plaatsing windturbines waarbij recreatie, water en de ruilverkaving opgaves zijn meegenomen

Het idee achter de Synergie strategie is om te testen wat de mogelijkheden zijn voor een integrale aanpak van de energietransitie en welke mogelijke uitwisselingen er gemaakt kunnen worden met andere sociale, ruimtelijke, economische en ecologische uitdagingen.

De gemeente Roeselare heeft ambities op het gebied van het creëren van een robuust en productief landschap. De plaatsing van windturbines wordt aan deze ambitie gekoppeld. Door het productiever maken van het landschap wordt ook ruimte voorzien voor een optimaal windturbine landschap. Dit kan geïnitieerd worden door middel van ruilverkaveling. De problemen die spelen rond waterretentie en het tekort aan recreatiegebieden worden bij deze herinrichting van het landschap eveneens meegenomen. .
Door de plaatsing van hagen kan een deel van de gelaagdheid van het 18de eeuwse landschap teruggebracht worden.

Figuur 4.23: Zonnepanelen op woningen en industrie

Dit scenario voorziet in zowel winning van energie als buffering en integrale afstemming. De koelhuizen en de accu's van elektrische auto's worden gebruikt om te bufferen.
Met een smartgrid wordt de afstemming van vraag en aanbod geregeld.

Figuur 4.24: Uitbreiding van het warmtenet in combinatie met verdichting

Verdichting
Voor warmtenetten is een hoge energievraag per strekkende meter een voorwaarde. De dichtheden voor een rendabel warmte net zijn in Vlaanderen vrijwel alleen maar aanwezig in de stedelijk kernen. Voor warmtenetten geldt dus verdichten, binnen het huidige bebouwd gebied. Binnenstedelijk verdichten waarborgt geen verdere versnippering en laat hiermee ruimte vrij voor productielandschap en recreatie.

- Ontwikkelingsgebied bedrijventerrein
- Ontwikkelingsgebied of herbestemming woongebied
- verdichting langs warmtenet
- Nieuw ziekenhuis
- Mirom warmtenet
- Uitbreiding warmtenet

Bestaand:

6 windturbines 24.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 6.860 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 30.000 MWh/jaar thermisch
(gelijk aan verwarming en sanitair warm waterverbruik van ca. 1.300 gezinnen)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

245.540 m^2 PV-panelen 22.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 6.310 gezinnen)

Nieuw (totaal):

151windturbines 604.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 172.570 gezinnen)

Mirom verbrandingsoven 98.000 MWh/jaar thermisch
(maximale vermogen vebrandingsoven, uitgaande van huidige, nog niet benutte warmteopbrengst, gelijk aan verbruik 4.260 gezinnen)
17.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 4.860 gezinnen)

2.478.000 m^2 PV-panelen 223.000 MWh/jaar elektrisch
50% van het dakoppervlakte is volledig benut.
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 63.720 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **844.000 MWh/jaar elektriciteit en 98.000 MWh/jaar thermische energie.**

De potentie uit het data model, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 18.065.113 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 6,3 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Roeselare

	Biomassa	Warmtenet	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Roeselare	147.357 MWh/j		9.998.255 MWh/j ,waarvan 3.442.022(PV) en 6.556.233(T)	5.930.060 MWh/jaar	NVT	14.971.800 MWh/j
Synergie		115.000 MWh/j	223.000 MWh/j (PV)	604.000 MWh/j	NVT	942.000 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

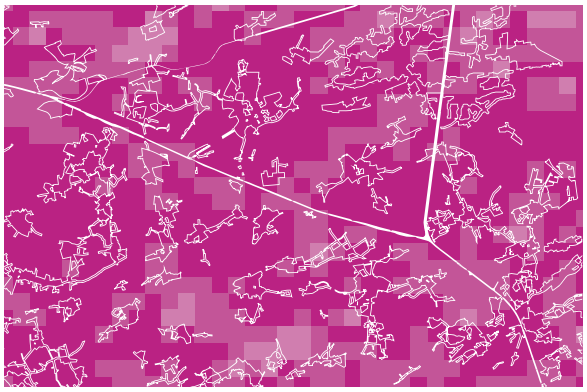
4.4 Case Albertkanaal

Het Albertkanaal werd in de jaren twintig gepland als transportverbinding omdat de bestaande routes vastliepen. In 1946 werd het kanaal in gebruik genomen. Het Albertkanaal vormt niet alleen een belangrijk landschappelijk element, het heeft ook een grote economische invloed in zijn omgeving. De gemeentes rond het Albertkanaal hebben zich verenigd in het ENA, het Economische Netwerk Albertkanaal.
Langs het kanaal liggen grote infrastructurele voorzieningen. Een snelweg, een grote leidingstraat en een hoogspanningsnet. Deze infrastructuur zorgt er voor dat het Albertkanaal een interessante locatie is om nader te bekijken. Het geeft de mogelijkheid het energiesysteem op een grotere schaal te beschouwen.
Het Albertkanaal is op twee niveaus bekeken. Allereerst is het geanalyseerd op de schaal van het Economisch Netwerk Albertkanaal en vervolgens is een deel van dit gebied nader bekeken en zijn hier scenario's voor uitgewerkt.

Energetische aspecten
Uit de theoretische potentie voor dit gebied wordt duidelijk dat zowel zon als wind veel potentie hebben. Hoewel er nog weinig bekend is over de precieze potentie van geothermie is het duidelijk dat er mogelijkheden voor geothermie in dit gebied aanwezig zijn. In het kader van dit onderzoek is een potentie aangenomen. Wanneer deze potentie minder blijkt dan wij hebben aangenomen kunnen de beschreven principes nog steeds worden gebruikt op locaties waar deze potentie wel aanwezig is.

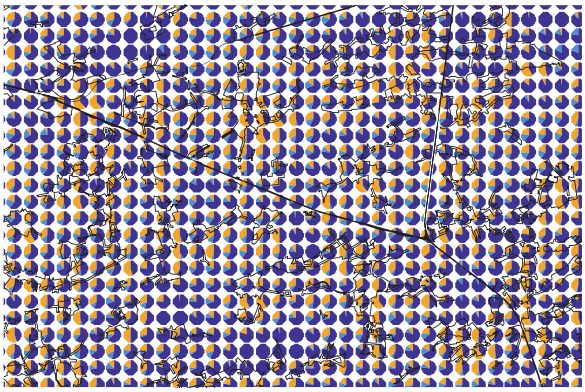
Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Alberkanaal

	Biomassa	Zonne-energie	Windenegie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Albertkanaal	206.044 MWh/j	18.297.482 MWh/j waarvan 6.299.133 (PV) 11.998.349 (T)	5.930.060 MWh/j	40.491.500 MWh/j	64.925.086 MWh/j



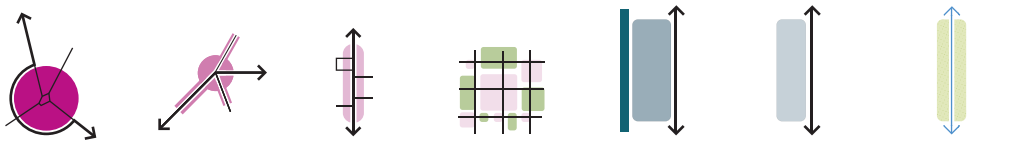
Figuur 4.25: Theoretische potentie hernieuwbare energie Albertkanaal

0 - 42.248 MWh/km²
42.248 - 55.710 MWh/km²
55.710 - 62.392 MWh/km²
62.392 - 71.823 MWh/km²
71.823 - 130.554 MWh/km²



Figuur 4.26: Taartdiagrammen kaart percentages van de verschillende energiebronnen per vierkante kilometer

percentage zonne-energie
percentage biomassa
percentage geothermie
percentage windenergie



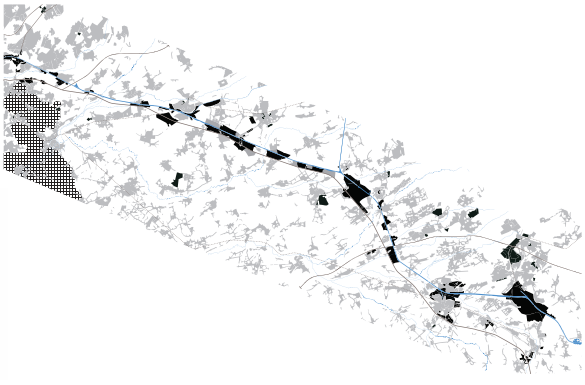
Figuur 4.27: DNA kaart Albertkanaal

Gebiedskenmerken

De ruimtelijke opzet van het gebied rond het Albertkanaal wordt sterk bepaald door de lijnstructuren (ondergrondse leidingen, het hoogspanningsnet en de spoorlijn) en de snelweg 313. Deze infrastructuur is een bepalende factor in de ontwikkeling van de economie in het gebied. In de DNA kaart is goed te zien dat zich langs deze infrastructuur een zone heeft gevormd waar een groot aantal industrieën en bedrijven gevestigd zijn. Deze langgerekte structuur staat vrijwel haaks op de onderliggende structuur van het oorspronkelijke Kempen landschap. Een groot aantal beken loopt zelfs tegen het kanaal aan waar het water met een sifon constructie naar de overzijde wordt geleid. Op andere plekken ligt het niveau van het kanaal zo ver boven het beekniveau dat er sprake is van risico op lekwater uit het kanaal. Daar waar beken en kanaal kruisen, is een spanning waarneembaar tussen de doorgaande ecologische waarden en mogelijke vestigingsgebieden voor bedrijven en industrie.
In de opbouw van de dorpen en stedelijke gebieden is een viertal typen te onderscheiden: stad, dorp, lintdorp en ontginningskern. Deze kennen ieder een eigen specifieke ruimtelijke opbouw en dichtheid. Hierbij is een aantal generieke kenmerken vast te stellen voor ieder van deze typen. Zo kennen de steden een historische kern met een betrekkelijk hoge dichtheid met rondom een middelhoge dichtheid. Er is een hoog voorzieningenniveau met een diverse energievraag en op korte afstand van de plaats liggen een of meerdere industrie- en bedrijventerreinen. Ook de dorpen hebben een compacte kern met historische bebouwing. Het dorp er omheen heeft een middelgrote dichtheid, vaak met ruime binnengebieden en terreinen tussen de woonkavels in. Het voorzieningenniveau is divers, maar met een aanzienlijk kleiner aanbod dan in de steden. Voor de lintdorpen als typologie is de kern minder evident. De voorzieningen zijn er vaak wel aanwezig, maar in veel gevallen verspreider dan in de grote dorpen. De lintbebouwing kent een lage dichtheid, hetgeen behalve de lintstructuur bepaald wordt door de ruime opzet van de kavels. Dit geldt in nog sterkere mate voor de ontginningskernen waar als specifiek kenmerk de eenzijdige woonfunctie te zien is. De opgaven en dynamiek in de gelaagdheid van de context is in zeer beknopte samenvatting voor het ruimere gebied van het Economisch Netwerk Albertkanaal hiernaast uiteengezet:

Figuur 4.28: Energetische elementen

- EPDC (propeen)
- ARG (ethyleen)
- PALL (koolwaterstof)
- NMP/ARG (etheen)
- Air Liquide
- LVM
- Fluxys (aardgas)
- 380KV hoogspanningsnet
- 150KV hoogspanningsnet
- 70KV hoogspanningsnet
- Verdeelpunt
- Windturbine parken
- Biomassa-centrale



Figuur 4.29: Ruimtelijke elementen

- Snelweg-trein
- Water
- Bedrijventerrein
- Woongebied
- Serregebied

Figuur 4.30: Economische elementen

- Industrie
- Chemie
- Bouwmaterialen
- Voedingsindustrie
- Logistiek

Figuur 4.31: Ecologische elementen

- Vogelrichtlijngebied
- Habitatrichtlijngebied
- VEN-gebied

Demografisch
- 25 gemeenten - 1.092.285 inwoners (ENA)
- verstedelijkingsdruk rondom Antwerpen
- sluiting Ford Genk - stijging werkloosheid in Limburg

Energetisch
- potentie voor koppeling grootschalige energieproductie en grote energievragers
- bedrijven langs kanaal hebben een aandeel van ongeveer 10% in het totale Vlaamse energieverbruik

Ruimtelijk
- representatief voor Vlaanderen: sterke versnippering - verlinting - verspreide bewoning en bedrijvigheid
- grote doorsnijding door infrastructuur
- Kanaal vormt grote structuur op Vlaams én (inter-) nationaal niveau
- bestaat uit een aaneenrijging van industrielandschappen, woonlandschappen en rivierlandschappen

Economisch
- grote economische dynamiek door aanwezigheid van belangrijke industrieën
- gronddruk landbouw is niet uitgesproken hoog

Ecologisch
- doorsnijding kanaal van rivier- en beekvalleien
- open ruimteverbindingen en grote natuurgebieden op Vlaams niveau

Water
- overstromingen vinden voornamelijk beneden- en middenstrooms plaats
- verkleinen van de valleigebieden die het Albertkanaal kruisen, kan de overstromingsdruk elders doen toenemen

Bovenstaande punten geven voornamelijk de conflicterende situatie aan tussen de economische belangen enerzijds en de ecologische en landschappelijke waarden anderzijds. De ruimtelijke botsing tussen kanaalzone en het onderliggende Kempenlandschap is een interessant contextueel gegeven waar in de uitwerking van de scenario's verder op ingegaan is.

4.4.1 Business as usual

In deze uitwerking van de business as usual-strategie is getest of het doorgaan op de weg die is ingeslagen met betrekking tot hernieuwbare energie, een weg is die gevolgd kan of moet worden.
Voor windturbines is er gekeken of de Kanaalzone in zijn geheel als drager voor een lintopstelling zou kunnen dienen. Bij de uitwerking hiervan is duidelijk zichtbaar geworden dat wanneer windturbines geplaatst worden, rekening houdend met de huidige restricties, dit leidt tot zeer plaatselijke inpassing. De turbines worden niet ervaren als een samenhangend ruimtelijk element. Het huidige beleid zorgt voor meer solitaire windturbines en vergroot het versnipperde karakter van het landschap.
Voor PV-panelen bieden de grote beschikbare daken van de bestaande bedrijven potentie voor grootschaliger opwekken van zonne-energie. In dit scenario is één zesde van het dakoppervlakte vol gelegd met zonnepanelen, gebaseerd op een aanname van vandaag gerealiseerde inpassing in voorbeeldprojecten. Net als in de case Roelselare is er voor gekozen om zonne-energie om te zetten in electriciteit in plaats van warmte, aangezien er voor warmte een mogelijke potentie voor geothermie is onderzocht.

Een goede plaats voor een geothermiebron is in nabijheid van functies met een grote warmte vraag. De investeringskosten zijn hoog waardoor de grote bedrijven met een grote warmte vraag mogelijke initiatiefnemers kunnen zijn. Hierbij dient de kanttekening gemaakt te worden dat de mate waarin het toepassen van geothermie voor de industrie interessant is, sterk afhankelijk is van de temperatuur van de bron en het vermogen van de bron. Voor industriële processen zijn vaak veel hogere temperaturen nodig dan de gemiddelde temperaturen tussen de 30°C en de 85°C die in Vlaanderen beschikbaar zijn.

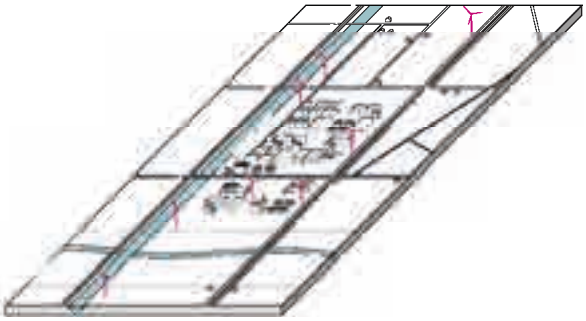
Aangezien het thermisch potentieel van diepe geothermie vandaag niet gekend is in de regio is dit in de becijfering buiten beschouwing gelaten.

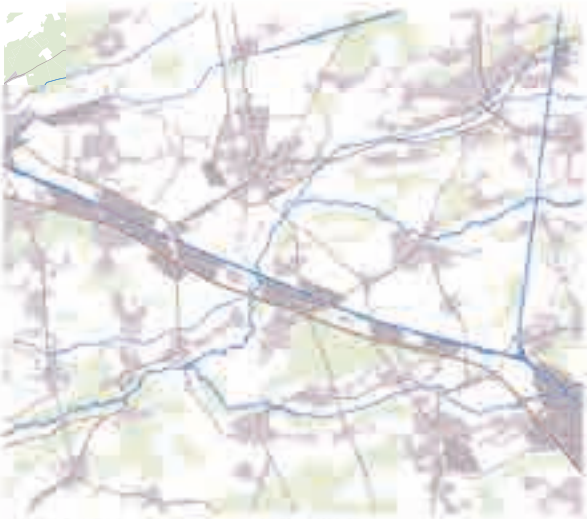
Figuur 4.31: Plankaart Alberkanaal scenario *Business as usual*

- Zonnepanelen op 17% van het woongebied
- Zonnepanelen op 17% van het industriegebied
- Nieuwe windturbines
- Wegennet
- Beekdalen
- Bos
- Geothermie
- Water

Figuur 4.32: Windturbines in industriegebieden

In dit scenario worden er windmolens in de door het gewest aangeduide zoekgebieden in industriegebieden geplaatst.





Figuur 4.33: Zonnepanelen op 17% van alle daken

PV-panelen worden op daken geplaatst, Er wordt gekeken naar het gebruik van restwarmte van industrie.

Figuur 4.34: Geothermiebronnen in de nabijheid van grote warmtevragers

Geothermie-boringen worden ingezet voor grote warmtevragers (denk hierbij aan industrie, KMO's, hospitalen, zwembaden, woon-en zorgcentra, ... indien op geschikte afstand van bron).

In deze strategie staan de systemen allemaal los van elkaar. Er zijn geen uitwisselingsprincipes met buffering en opslag voorzien.

Bestaand:

15 windturbines 60.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 17.140 gezinnen)

339.790 m^2 PV-panelen 30.580 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 8.740 gezinnen)

Nieuw (totaal):

49 windturbines 196.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 56.000 gezinnen)

33.000.000 m^2 PV-panelen 2.970.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 848.570 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **3.166.000 MWh/jaar elektriciteit en een onbekende opbrengst thermische energie.**

De potentie uit het datamodel, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 68.679.357 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 4,9 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Alberkanaal

	Biomassa	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Albertkanaal	206.044 MWh/j	18.297.482 MWh/j waarvan 6.299.133 (PV) 11.998.349 (T)	5.930.060 MWh/j	40.491.500 MWh/j	64.925.086 MWh/j
Business as usual	NVT	2.970.000 MWh/j (PV)	196.000 MWh/j	Niet bekend	3.166.000 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

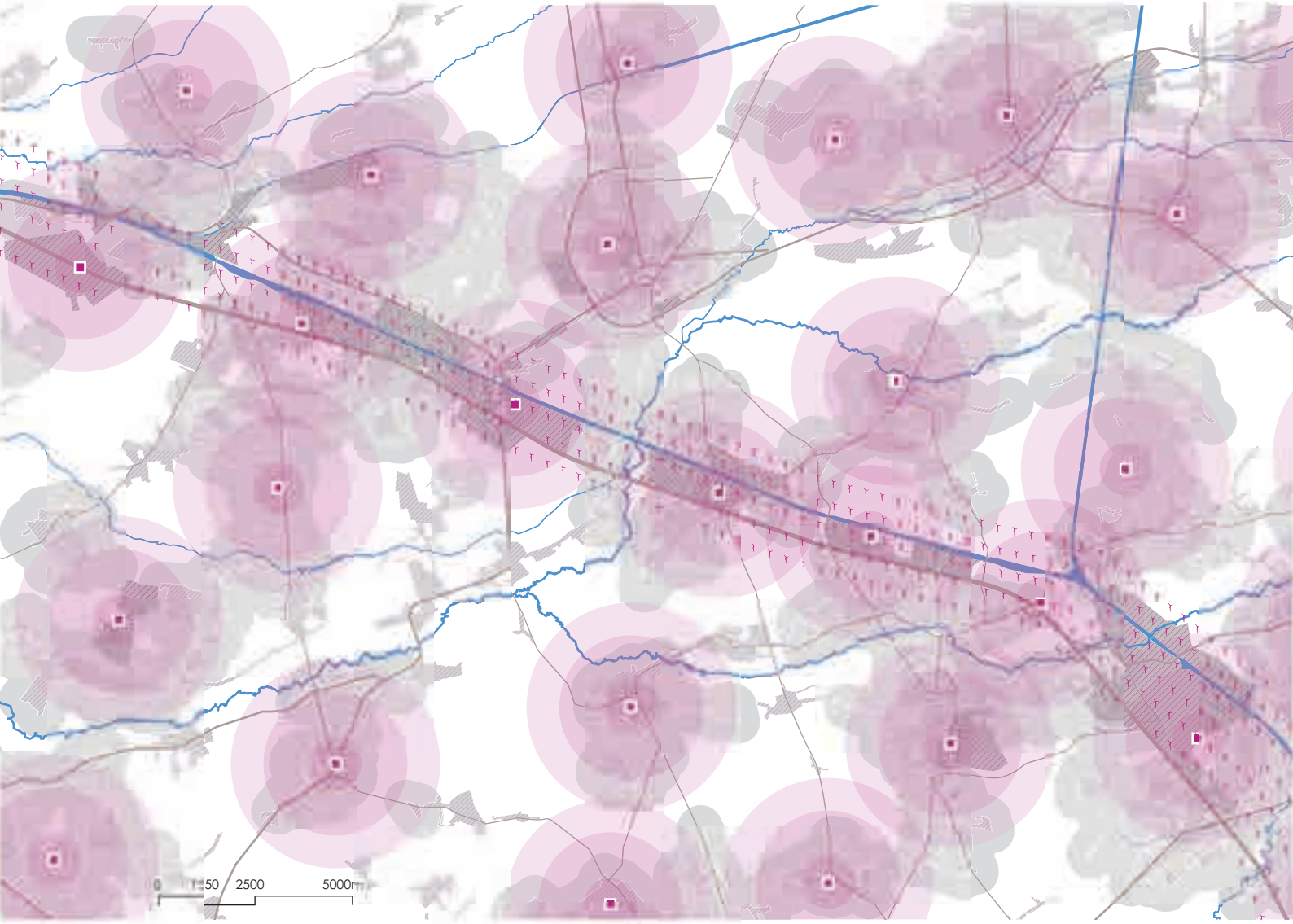
4.4.2 Energie als drijfveer

De kanaalzone is uitgewerkt als een doorlopende lintopstelling van windturbines. Deze test toont dat hierdoor een ruimtelijk sterk samenhangend geheel ontstaat, maar dat dit uiteraard de omgeving enorm zal domineren. Het heeft ook grote gevolgen voor alle woongebieden die sporadisch in of aan de zone voorkomen. Volgens de huidige regelgeving zijn windturbines niet toegestaan in de nabijheid van woningen (voor uitleg zie appendix 2). Er zullen daarom aanpassingen moeten worden gedaan aan de regelgeving, of dit betekent dat er woningen moeten wijken voor de komst van windturbines. Het kaartbeeld roept wel de vraag op of de structuur van de kanaalzone niet een landschappelijk element is op (inter)nationaal schaalniveau dat ook wel deze schaal van implementatie kan dragen. Het is evident dat het sterk ingaat tegen de onderliggende landschappelijke structuur, maar wanneer er ergens in Vlaanderen een dergelijk grootschalig windpark op land gerealiseerd kan worden, dan zou deze economische zone hier net een aangewezen locatie voor kunnen zijn. De vele ondergrondse leidingtracés en de SEVESO-bedrijven waar strikte veiligheidsvoorschriften voor gelden kunnen voor de plaatsing van windturbines langs het kanaal echter ook problematisch zijn. Inpassing van windturbines in het agrarisch gebied vraagt in deze context om een strategische aanpak waarbij rekening gehouden wordt met de aanwezige landschappelijke waarden. Dit is ook het argument geweest om dit type inpassing in de uitwerking voor Synergie te onderzoeken.

Voor fotovoltaïsche-panelen is in deze strategie uitgegaan van een bedekking van 50% van het dakoppervlakte. Ook op ongebruikte percelen binnen bestaande industriegebieden en bedrijventerreinen en op brownfields zijn zonnepanelen geplaatst.
De aanwezige leidingstructuur van de zone Albertkanaal biedt ook nog enkele interessante mogelijkheden voor het plaatsen van energiebuffers als compressed air buffers. Hierbij worden lange leidingen gebruikt om druk in op te bouwen. Een andere mogelijkheid is 'power to gas'. Beschikbare energie bij piekproductie van elektriciteit kan omgezet worden in synthetisch gas. Dat gas kan dan weer opgeslagen worden in de loze leidingen in de kanaalzone en gedistribueerd worden in een gasnet tussen de warmte vragende industrieën of zelfs op een moment van lage elektriciteitsproductie weer omgezet worden naar stroom.
Hierbij dient wel de kanttekening te worden geplaatst dat bij het omzetten naar een andere energievorm grote rendementsverliezen plaatsvinden en dat beide technologieën vandaag nog niet helemaal matuur zijn.

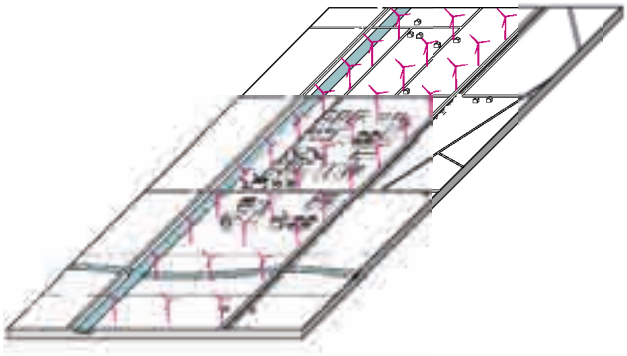
In de toepassing van geothermie wordt in deze strategie uitgegaan van het maximaal benutten van de aanwezige potentie. Dit betekent dat de vraag naar de bron wordt verplaatst. Dit leidt tot een verstedelijkingsmodel waarbij het warmteaanbod leidend is. In het hart van het systeem staan de functies met de hoogste temperatuurvraag, vaak de industrie. Daaromheen ligt een ring aan functies die een middelhoge temperatuur vragen, zoals bedrijfsgebouwen, zorgcomplexen, leisure en kantoren. In de laagste en buitenste temperatuurschil bevinden zich de functies als wonen en glastuinbouw. Dit werd nu in een cirkelvormige ontwikkeling uitgewerkt omdat dit een zeer efficiënt warmtenet toelaat. Het kan echter tal van vormen aannemen maar zal steeds gedreven worden door een economische logica van het leidingnet. Het warmtenet gaat uit van het idee dat er steeds een deel van de warmte gebruikt wordt en de rest wordt gebruikt voor een warmtevraag met een lagere temperatuur. Hierdoor is het exergetische vrij efficiënt. Doordat de boringen voor geothermie ongeveer vijf kilometer uitelkaar moeten liggen (deze afstand is afhankelijk van het debiet en de onttrokken warmte) kan deze afstand een leidend gegeven zijn bij een maximale benutting. Rondom iedere bron ontstaat een nieuwe ruimtelijke indeling, gebaseerd op een warmtecascade waarbij de beschikbare warmte uit geothermie en de eventueel beschikbare restwarmte optimaal worden benut. De bronnen zijn zo gepositioneerd dat ze altijd in de buurt van een dorp of stad liggen.

Aangezien het thermisch potentieel van diepe geothermie vandaag niet gekend is in de regio is dit ook hier in de becijfering buiten beschouwing gelaten.



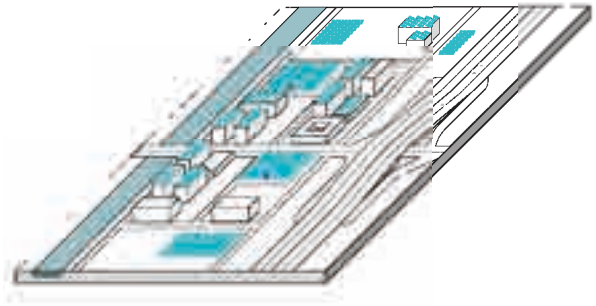
Figuur 4.35: Plankaart Alberkanaal scenario [illegible]

- Zonnepanelen op 50% van het woongebied
- Zonnepanelen op 50% van het industriegebied
- Nieuwe windturbines
- Wegennet
- Geothermie
- Water



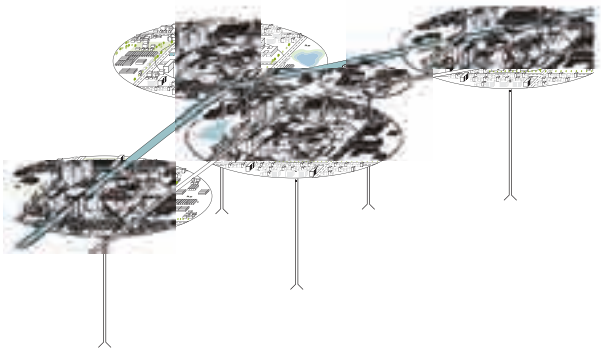
Figuur 4.36: Windveld langs het Albertkanaal

Windturbines worden in deze strategie langs het kanaal gepositioneerd. Het is de bedoeling dat deze gegroepeerd worden tot een groot samenhangend geheel.



Figuur 4.37: 50% van het dakoppervlak wordt gebruikt voor zonnepanelen, dat geldt ook voor ongebruikte percelen.

PV-panelen worden geplaatst op daken van woningen en industrie. De restruimtes van industriegebieden, bedrijventerreinen en brownfields zullen worden volgelegd met PV-panelen en een deel van het landbouwland (10%) zal eveneens worden volgelegd met pv-panelen.



Figuur 4.38: Ruimtelijke ontwikkeling rondom geothermiebronnen.

Er wordt vol ingezet op geothermie. Rond de geothermie putten kunnen verdichtingen komen.

Restwarmte van de industrie en verbrandingsovens zal worden gebruikt.
Het systeem met productie en buffering, wordt met elkaar verbonden door middel van een smartgrid.

Bestaand:

15 windturbines 60.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 17.140 gezinnen)

339.790 m^2 PV-panelen 30.580 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 8.740 gezinnen)

Nieuw (totaal):

393 windturbines 1.572.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 449.140 gezinnen)

110.500.000 m^2 PV-panelen 9.945.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 2.841.429 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **11.517.000 MWh/jaar elektriciteit en een onbekende opbrangst thermische energie.**

De potentie uit het datamodel, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 68.679.357 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 17,7 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Alberkanaal

	Biomassa	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Albertkanaal	206.044 MWh/j	18.297.482 MWh/j waarvan 6.299.133 (PV) 11.998.349 (T)	5.930.060 MWh/j	40.491.500 MWh/j	64.925.086 MWh/j
Energie als drijfveer	NVT	9.945.000 MWh/j (PV)	1.572.000 MWh/j	Niet bekend	11.517.000 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

4.4.3 Synergie

Het Synergie scenario richt zich op het vrijlaten en verbeteren van de landschappelijke structuur in samenhang met functionele ontwikkeling tussen de beekvalleien met als basis de ruimtelijke principes van geothermie. Als overkoepelend principe voor het gebied is gesteld dat de dalen gevrijwaard moeten blijven en dat ontwikkeling op de ruggen in het landschap plaatsvindt.

De meeste stadskernen in de omgeving van het Albertkanaal hebben een redelijke residentiele warmtevraag. Maar bij de lintdorpen en minder dicht bebouwde woongebieden is de warmtevraag veel minder groot, en daardoor is een warmtenet niet rendabel. In dit scenario is ingezet om te verdichten zodat een warmtenet rendabel wordt en de aanwezige geothermie potentie benut kan worden. Voor het dorp Balen bijvoorbeeld is gekeken welke aanpassing hier vereist is om een warmtenet mogelijk te maken. Door het toevoegen van serres met een substantiële warmtevraag is het mogelijk om een voldoende dense warmtevraag te bereiken die de inpassing van geothermie haalbaar kan maken. Door de koppeling met een warmtenet te maken, is er ook een interessante kans voor het verder verdichten van de dorpskern, naast de toevoeging van bijvoorbeeld serres. Deze kern bestaat deels uit historische gebouwen waarvoor het technisch zeer lastig is de warmtevraag sterk te verminderen zonder afbreuk te doen aan de karakteristieke uitstraling van de bebouwing. Aanhaken op het warmtenet biedt de mogelijkheid om deze bebouwing toch een sterke stap in duurzaamheid te laten maken en waar mogelijk, binnen deze kern te verdichten in plaats van verder uitbreidingsgebied aan te snijden. De groene structuur van de beekvallei kan een nog sterkere recreatieve aantrekkingskracht krijgen door het realiseren van leisure voorzieningen als een landschappeljik ingepast wellnesscomplex. Wanneer het warmtenet is doorontwikkeld met een geothermische bron zou een dergelijke voorziening volledig met hernieuwbare energie verwarmd kunnen worden.

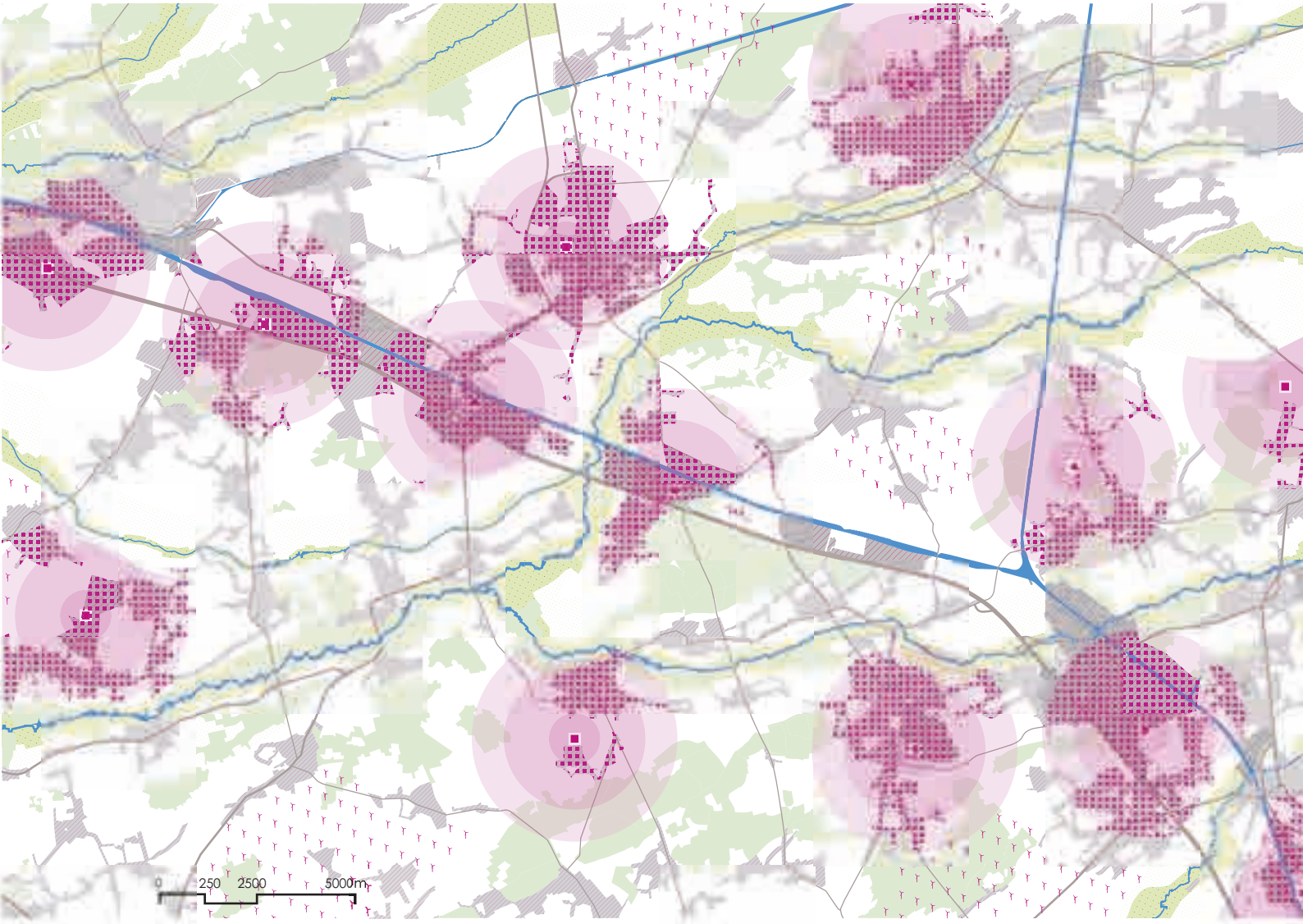
De locaties Herentals, Balen en Tessenderlo zijn verder uitgewerkt en tonen hoe de energietransitie, gestuurd door geothermie een ruimtelijke verandering teweeg kan brengen die geleidelijk tot stand komt en nieuwe winsten voor het landschap kan bieden.

Op de schaal van het gehele gebied ontstaat een beeld van verschillende vormen van verstedelijking met telkens een andere vorm van lokaal warmtenet dat zich vormt naar de context en de ruimtelijke relaties in het landschap tracht te verbeteren. Juist de context van het ENA met de warmte vragende industrieën biedt de mogelijkheid deze netten op een grotere schaal te linken. Hierdoor kan er onderlinge uitwisseling van vermogen zijn. Door een dergelijk distributiesysteem kan er ook slim geschakeld worden tussen bronnen om bij overcapaciteit de restwarmte van de energie terug te voeren naar de bronnen om deze weer op te warmen en daarmee de uitputting van de bron te voorkomen. Op de schaal van het gehele gebied ontstaat een beeld van verschillende vormen van verstedelijking met telkens een andere vorm van lokaal warmtenet dat zich vormt naar de context en de ruimtelijke relaties in het landschap tracht te verbeteren.

De windturbinevelden zijn in dit scenario geclusterd in de hoger gelegen gebieden in het landschap waar weinig of geen bebouwing aanwezig is. Dit zijn de plekken die samen kunnen vallen met de serres zoals voorgesteld bij Balen (zie uitwerking blz. 108). Hiermee wordt de potentie van deze bron in dit gebied benut en blijven de ecologische zones zoveel mogelijk gevrijwaard.

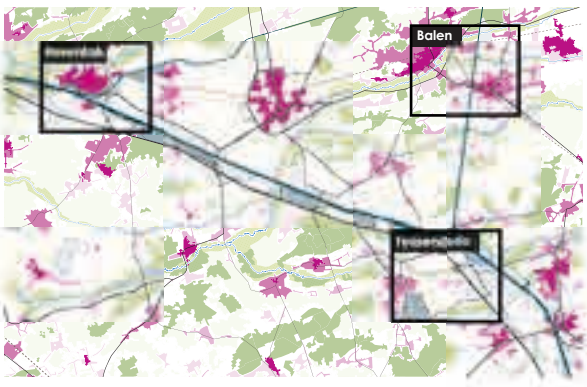
Voor de plaatsing van pv-panelen is, behalve de industrie en bedrijventerreinen, ook gekeken naar de mogelijkheid die de grootschalige infrastructuur zelf biedt voor integratie met deze zonne-energiesystemen. Door de richting van de snelweg geeft de uitvoering van geluidschermen een goede oriëntatie voor de plaatsing van PV-panelen. Ook de taluds, parkings en bruggen langs deze weg bieden mogelijkheden om panelen te plaatsen. Zo kan grootschalige infrastructuur een drager worden van een grootschalige inpassing van zonnepanelen als een langgerekt zonneveld.

De mogelijke aanwezige biomassa kan ondersteunend aan het systeem ingezet worden. Hierbij dienen de benodigde toevoer en het bijbehorende transport naar de vergistingsinstallatie wel in acht genomen te worden. Een kritische noot is hier dat de reeds bestaande installaties aan het kanaal moeite hebben om hier een sluitende balans



Figuur 4.39: Plankaart Alberkanaal scenario *Synergie*

- Zonnepanelen op 50% van het woongebied
- Zonnepanelen op 50% van het industriegebied
- Nieuwe windturbines
- Wegennet
- Beekdalen
- Bos
- Geothermie
- Water
- Verdichting bebeouwd gebied



Figuur 4.40: Locaties uitwerkingsgebieden

in te vinden. Een van de oorzaken ligt in de schaal die een dergelijke installatie in deze context dient te hebben om van enige relevantie voor het systeem te zijn en de moeite die ze hebben om voldoende afnemers van de geproduceerde warmte te vinden binnen een aanvaardbare afstand. De benodigde aanvoer is zo groot dat import van biomassa uit het buitenland een vereiste is. De energetische last die dit transport met zich mee brengt en het gegeven dat het import van energetische dragers betreft heeft ons doen besluiten dat dit geen passende inpassing is binnen de doelstelling van dit onderzoek. Kleinere installaties die op de lokale systemen inschakelen of zelfs voor een enkele (industriële) afnemer werken zijn hier eerder haalbaar.

Aangezien het thermisch potentieel van diepe geothermie vandaag niet gekend is in de regio is dit ook hier in de becijfering buiten beschouwing gelaten.

Bestaand:

15 windturbines 60.000 MWh/jaar elektrisch
(opbrengst 2 MW per turbine, 2.000 vollasturen per jaar – gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 17.140 gezinnen)

339.790 m^2 PV-panelen 30.580 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 8.740 gezinnen)

Nieuw (totaal):

240 windturbines 960.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektrisch verbruik van ca. 274.290 gezinnen)

130.000.000 m^2 PV-panelen 11.700.000 MWh/jaar elektrisch
(gelijk aan huishoudelijk elektriciteitsverbruik van ca. 3.342.857 gezinnen)

Totaal:
In deze strategie is de totale opbrengst van hernieuwbare energie **12.660.000 MWh/jaar elektriciteit en een onbekende opbrangst thermische energie.**

De potentie uit het datamodel, aan de hand van de landschapstypen geeft een totaalpotentieel van 68.679.357 MWh/jaar. De opbrengst van dit scenario bedraagt derhalve 19,5 % van het theoretische potentieel.

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Alberkanaal

	Biomassa	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Albertkanaal	206.044 MWh/j	18.297.482 MWh/j waarvan 6.299.133 (PV) 11.998.349 (T)	5.930.060 MWh/j	40.491.500 MWh/j	64.925.086 MWh/j
Synergie	NVT	11.700.000 MWh/j (PV)	960.000 MWh/j	Niet bekend	12.660.000 MWh/j

Bron capaciteit warmtenet:
www.en-do.be

Bron vermogen en installaties per gemeente PV:
www.vreg.be

Bron energieverbruik gemiddeld Vlaams gezin:
www.vreg.be

Herentals

Bestaande situatie

Stap 1:
Verdichting in stedelijk gebied

Stap 2:
Aanleg warmtenet met WKK in stedelijk gebied,
gascentrale en warmtenet op industriezone

Stap 3:
Geothermieput

Groene valleien vrij van ontwikkeling

Figuur 4.41: Systeemtegels Herentals

Balen

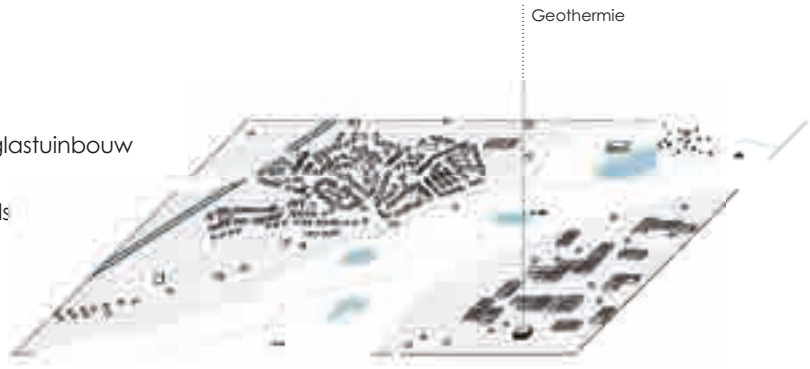
Bestaande situatie

Stap 1:
Glastuinontwikkeling met WKK overzijde beekvallei, woningen in beekvallei verplaatsen naar open plekken in weefsel rondom historische kern

Stap 2:
Aanleg warmtenet met afvalverbranding in dorp, leisurefunctie in groengebied

Stap 3:
Geothermieput en verdere ontwikkeling glastuinbouw

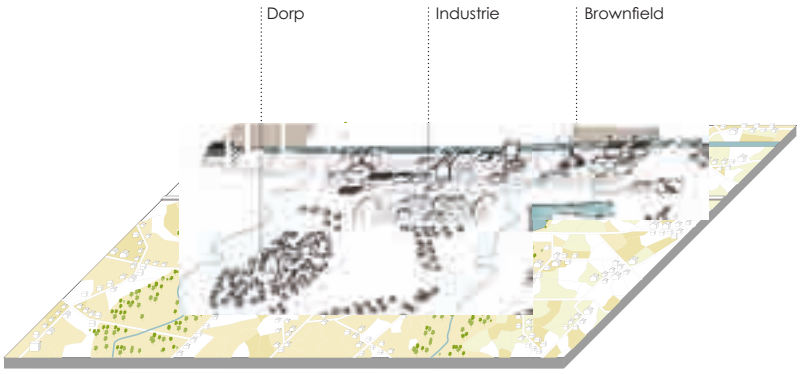
Groene valleien vrij van ontwikkeling en als retentiegebieden



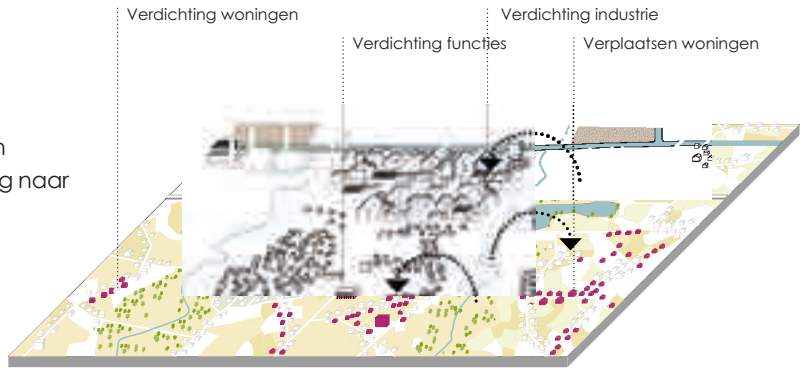
Figuur 4.42: Systeemtegels Balen

Tessenderlo

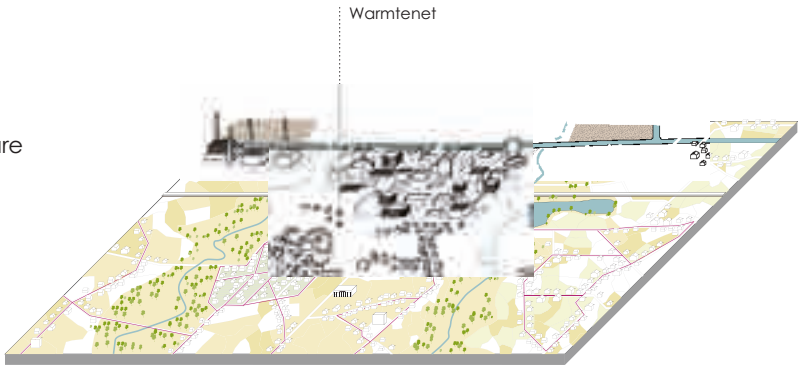
Bestaande situatie



Stap 1:
Verdichting in nieuw bedrijvengebied tussen kanaal en stad Tessenderlo, losse bebouwing naar verdichting in open lintstructuren

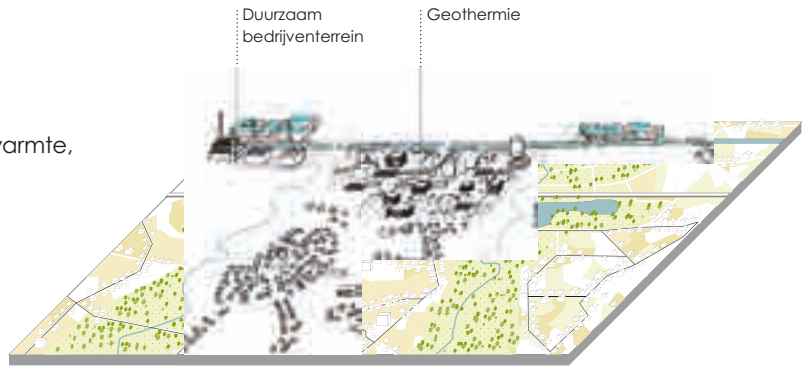


Stap 2:
Aanleg warmtenet met restwarmte van zware industrie



Stap 3:
Geothermieput ter ondersteuning van restwarmte, brownfields worden natuur

Groene valleien vrij van industrie



Figuur 4.43: Systeemtegels Tessenderlo

4.5 Deelconclusies cases

De drie scenario tonen aan dat het theoretische data model een hogere energetische potentie laat zien dan in de uitwerking van de cases naar voren komt. Voor de case Roeselare is het verschil tussen de theoretische potentie en de energetische opbrengst van de drie scenario's groter dan bij cases van het Albert kanaal. Een verklaring hiervoor is het verschil in samenstelling in landschapstypen. De case Albertkanaal kent een groot deel industrieel gebied. Dit landschapstype kent een hoge potentie in het datamodel welke in de scenario's Synergie en Energie als drijfveer vrijwel volledig wordt benut. In Roeselare biedt met name het agrarisch gebied een grote potentie. Dit blijkt echter in alle scenario's moeilijk uit te nutten gezien de druk op deze ruimte. Binnen een gebied liggen de accenten voor de theoretische potentie dus telkens anders en spelen er ook andere factoren die bepalend zijn in het mogelijk benutten van de potentie.
Een tweede verklaring voor het verschil zit in de mate van versnippering. Hoe meer aaneengesloten een bepaald type landschap is, des te beter is de potentie te benutten. Er is getracht om de invloed van versnippering te verwerken in het data-model, maar hier kan nog verdere precisie in ontwikkeld worden.
Bij het Albertkanaal moet in gedachten worden gehouden dat de opbrengsten uit geothermie niet zijn mee berekend omdat er nog te weinig bekend is over het vermogen van bronnen in dit gebied.
Aan de hand van de cases zou het datamodel kunnen worden bijgesteld en aangescherpt, zodat er vanuit dit model een betere inschatting gemaakt kan worden van de potentie. Hierbij kan bijvoorbeeld een nog nauwkeuriger aanduiding van het type ruimtebeslag en grondgebruik worden meegenomen.

De uitkomsten van de drie scenario's – Business as usual, Energie als drijfveer en Synergie – zijn met name interessant omdat hieruit duidelijk wordt dat business as usual in vele opzichten weinig te bieden heeft. Als er door wordt gegaan met de implementatie van hernieuwbare energie op de manier waarop dat nu wordt gedaan in Vlaanderen met de benodigde opschaling, kan dit leiden tot meer versnippering van het landschap. De energetische opbrengst die hier tegenover staat is relatief zo klein dat het denken in dit scenario weinig meerwaarde lijkt te bieden.
In het scenario Energie als drijfveer wordt een hogere energetische opbrengst gehaald, dit gaat echter wel grote gevolgen hebben voor zowel het landschap, de ruimtelijke kwaliteit, als de bewoners en bedrijven. De maatschappelijke impact zal erg groot zijn. Er zullen een heleboel bewoners in het landbouwlandschap te maken krijgen met turbines. Ook zullen uit veiligheidsoverwegingen woningen moeten worden verplaatst.
Het scenario Synergie laat zien dat er een groot aantal koppelingen gemaakt kunnen worden tussen het bestaande landschap, ruimtelijke problematiek, energetische eigenschappen van functie en de inpassing van hernieuwbare energie. Deze koppelingen kunnen meerdere doelen dienen. Zo kan er vermoedelijk meer draagvlak voor een bepaalde ingreep gecreëerd worden, er kan economisch voordeel uit worden gehaald (door samenhangende herindeling van het landschap of bijvoorbeeld door restwarmte niet te lozen maar te gebruiken) en de ruimtelijke kwaliteiten van het landschap kunnen worden verbeterd. De mogelijke energetische opbrengst van dit scenario is vele malen groter dan het denken volgens Business as usual op zal leveren.

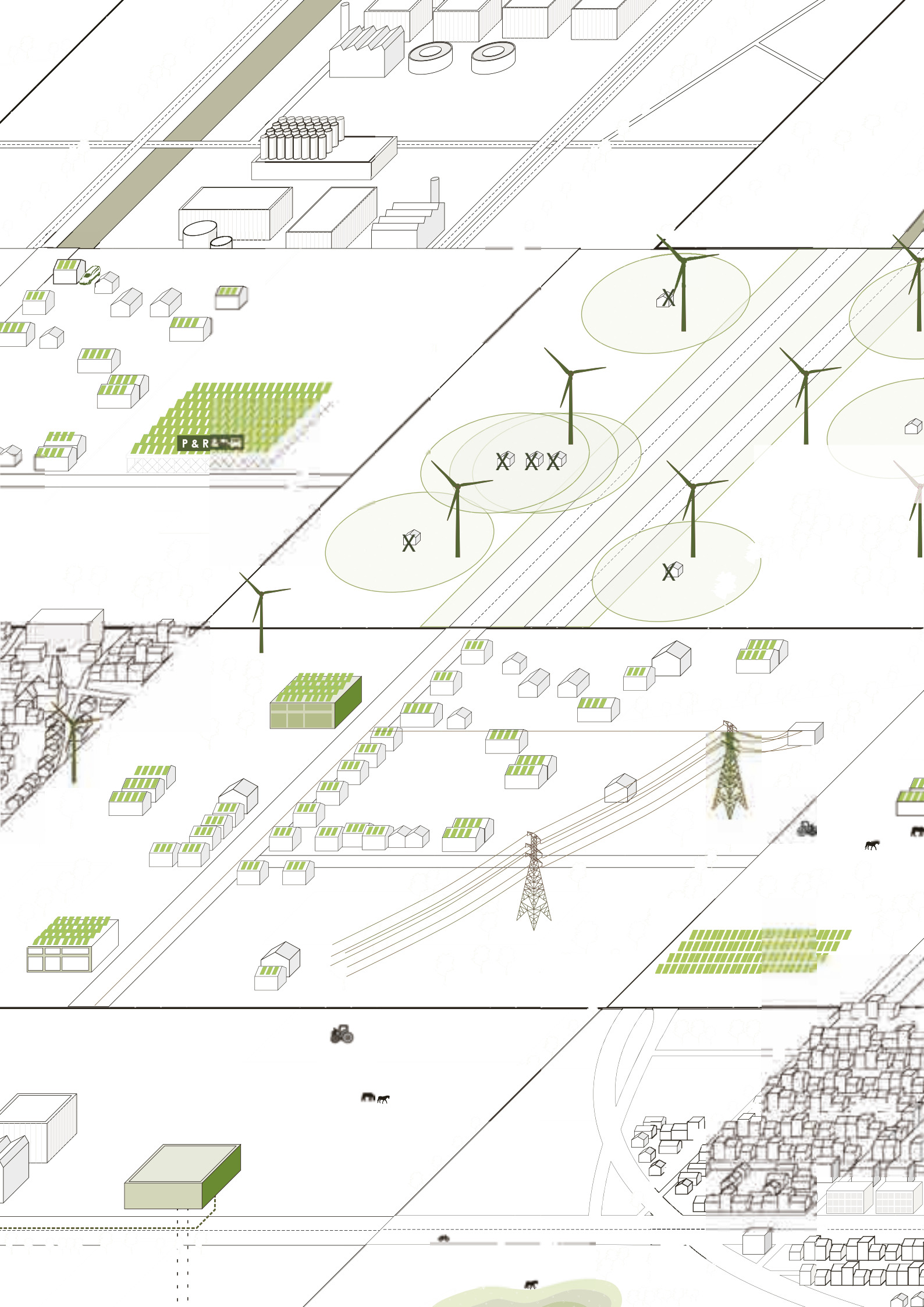
De Synergie scenario's van het Albertkanaal en van Roeselare laten zien dat lokale ruimtelijke opgaves mogelijkheden bieden voor de implementatie van hernieuwbare energie. Door bijvoorbeeld de ruilverkavelingsopgave in Roeselare te koppelen aan de inpassing van windturbines kan het landschap optimaal gebruikt worden. Er kan hierbij ook rekening gehouden worden met de wateropgave en recreatiegebieden. De noodzaak van de implementatie van hernieuwbare energie kan een aanleiding zijn om na te denken over andere lokale ruimtelijk opgaves. Maar de bestaande ruimtelijke opgaves kunnen ook een aanleiding zijn om hernieuwbare energie in te passen. Een integrale aanpak en een visie op gebiedsontwikkeling is hierbij belangrijk. Op beleidsniveau zouden daarom energie en ruimte onlosmakelijk met elkaar verbonden moeten zijn, zowel op lokale, provinciale als gewestelijke schaal.

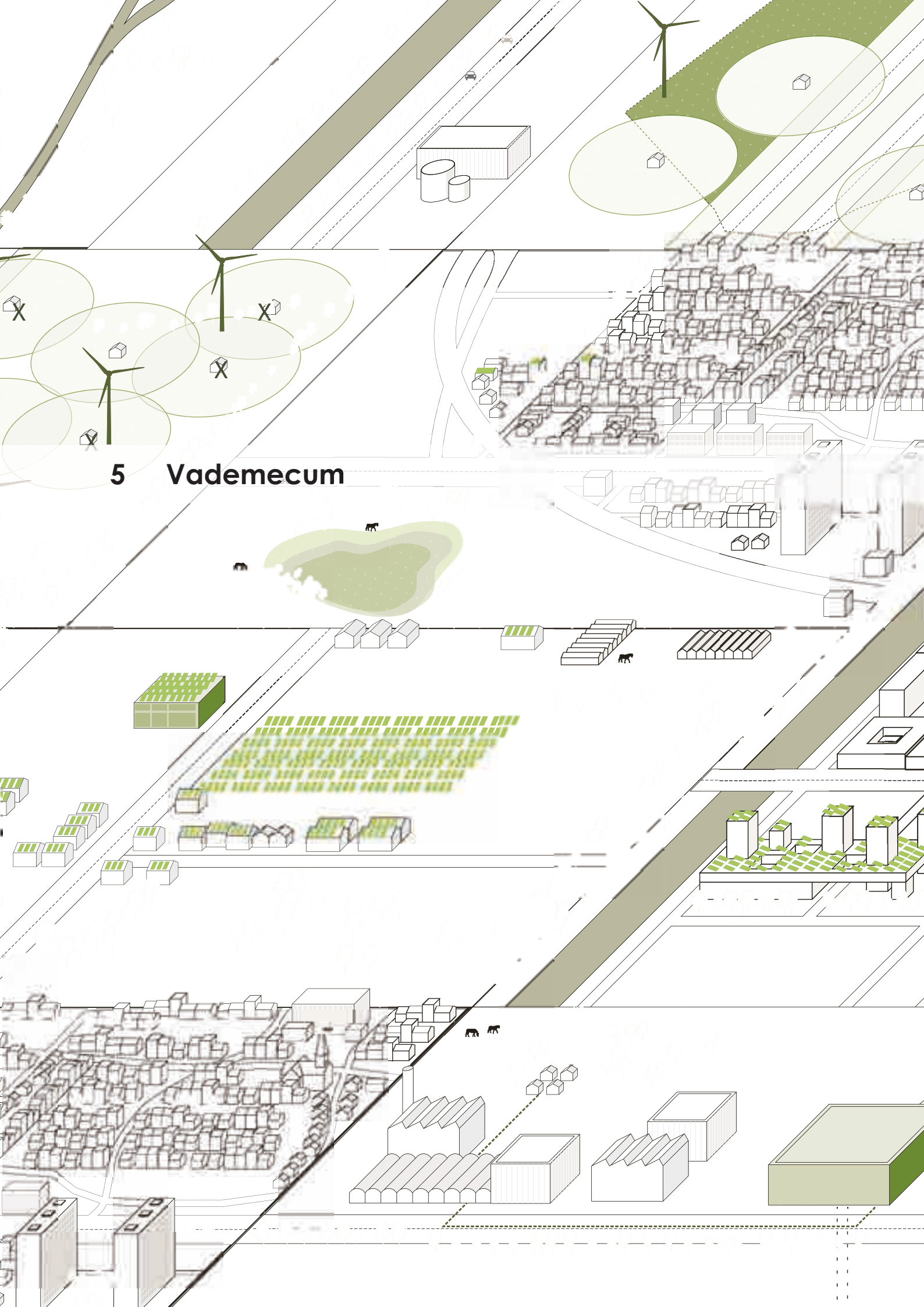
Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron per case in Roeselare

	Biomassa	Warmtenet	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Roeselare	147.357 MWh/j		9.998.255 MWh/j ,waarvan 3.442.022(PV) en 6.556.233(T)	5.930.060 MWh/ jaar	NVT	14.971.800 MWh/j
Business as usual	-	61.000 MWh/j	111.500 MWh/j (PV)	48.000 MWh/j	NVT	220.500 MWh/j
Energie als drijfveer	-	115.000 MWh/j	223.000 MWh/j (PV)	2.772.000 MWh/j	NVT	3.110.000 MWh/j
Synergie	-	115.000 MWh/j	223.000 MWh/j (PV)	604.000 MWh/j	NVT	942.000 MWh/j

Tabel: Hernieuwbare energiepotentie per energiebron in Alberkanaal

	Biomassa	Zonne-energie	Windenergie	Geothermie	TOTAAL
Theoretische potentie Albertkanaal	206.044 MWh/j	18.297.482 MWh/j waarvan 6.299.133 (PV) 11.998.349 (T)	5.930.060 MWh/j	40.491.500 MWh/j	64.925.086 MWh/j
Business as usual	NVT	2.970.000 MWh/j (PV)	196.000 MWh/j	Niet bekend	3.166.000 MWh/j
Energie als drijfveer	NVT	9.945.000 MWh/j (PV)	1.572.000 MWh/j	Niet bekend	11.517.000 MWh/j
Synergie	NVT	11.700.000 MWh/j (PV)	960.000 MWh/j	Niet bekend	12.660.000 MWh/j


P & R



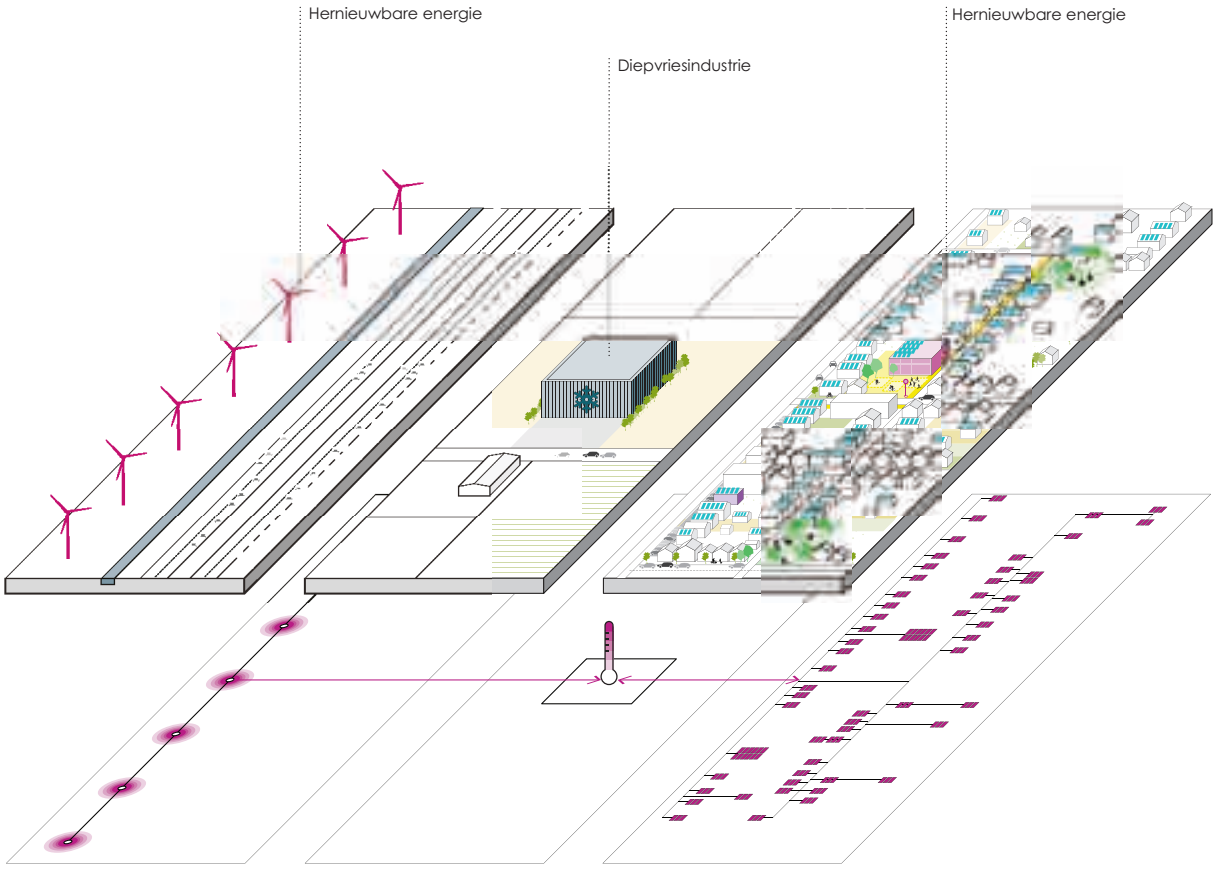
5 Vademecum

5 Vademecum

Er is een aantal ontwerpprincipes voortgekomen uit het ontwerpend onderzoek die inzicht geven in systemen die ten grondslag liggen aan het ontwerpen met en vanuit hernieuwbare energie. In dit hoofdstuk zullen een aantal van deze ontwerpprincipes worden toegelicht en verduidelijkt.

Het vademecum is een naslagwerk, het geeft een compact overzicht van de combinatie van energetische technische informatie verwerkt in ruimtelijke plannen. Hierin is een koppeling gemaakt waarop zowel het ontwerp als het energetisch systeem elkaar versterken.
Dit beknopte overzicht is niet een complete catalogus van de mogelijkheden van ruimtelijke ontwerp met hernieuwbare energie, maar geeft een aantal mogelijke koppelingen.

Gebruik specifieke elementen

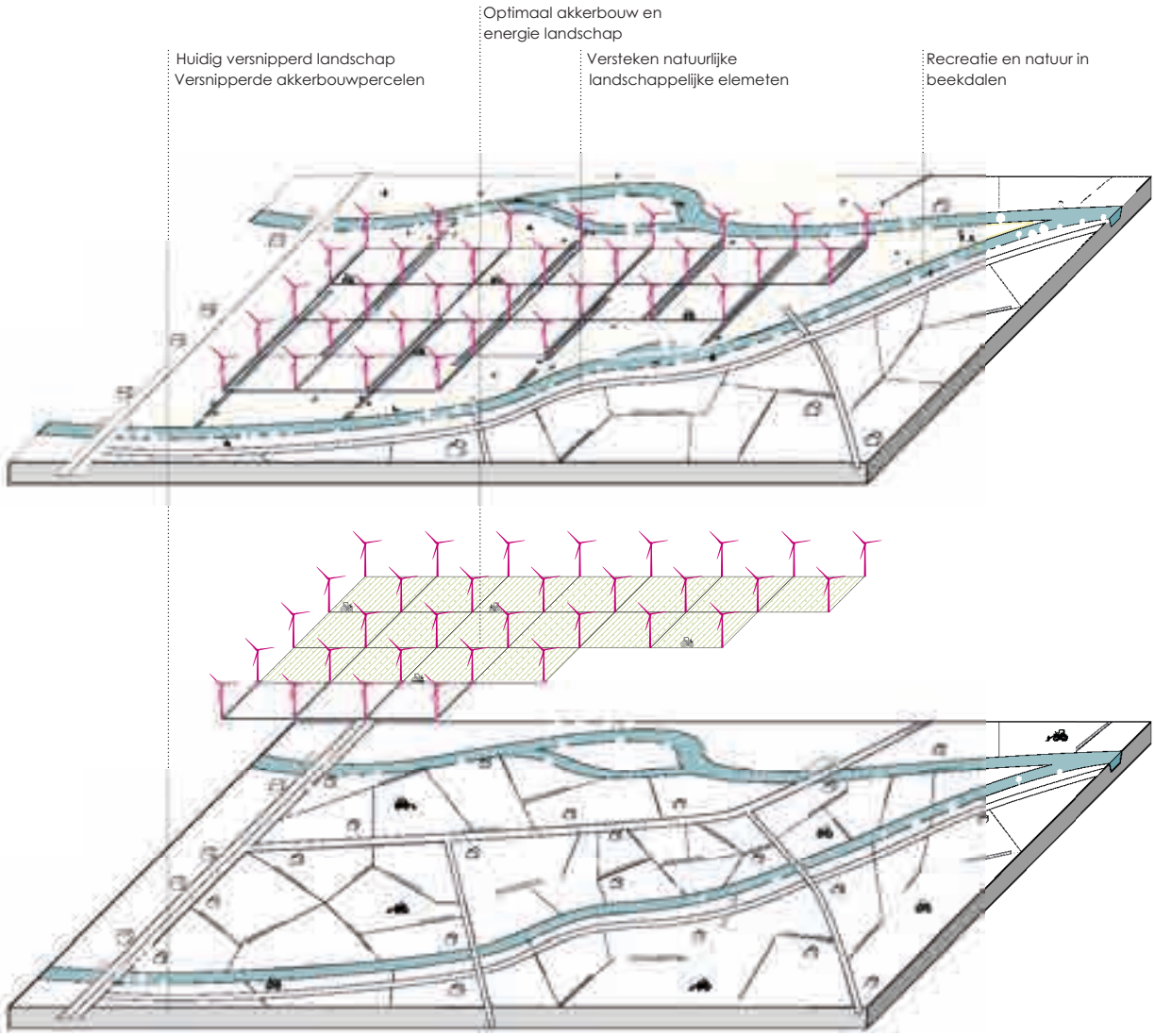


Figuur 5.1: Schema gebruik specifieke energetische elementen

Bestaande lokale elementen kunnen specifieke energetische eigenschappen hebben waardoor ze een integraal onderdeel kunnen zijn van de hernieuwbare energiehuishouding.

De diepvriesindustrie kan op het moment dat er een piek is in hernieuwbare energieproductie, extra gaan koelen. Dit is voordelig voor de industrie, aangezien de energie goedkoop is. Op het moment dat de energieprijs hoog is kan de diepvries installatie stoppen met koelen en en kan dus minder energie gebruiken als deze schaars is. Door de lage temperaturen onder het vriespunt is er veel speling mogelijk. Diepvriesindustrie kan gebruikt worden als energiebuffer binnen een netwerk hernieuwbare energie.

Lokale opgave en hernieuwbare energie



Figuur 5.2: Schema plaatsing windturbines

Lokale ruimtelijke opgaves bieden mogelijkheden voor de implementatie van hernieuwbare energie. En de inpassing van hernieuwbare energie kan een gebied versterken, zowel economische als ruimtelijk. Met een goede landschappelijke inrichting kunnen hernieuwbare energietechnieken en ruimtelijke economische principes samen komen en elkaar versterken.

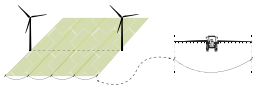
De herverkavelingsopgave biedt mogelijkheden voor grootschalige windvelden. Hiermee kan akkerland zo worden ingedeeld dat het zowel voor energie als voor landbouw een productief landschap oplevert. Restgebieden langs waterlopen en stroken langs verbindingswegen kunnen dienst doen als nieuwe groene structuur voor recreatie, ecologie en waterretentie.

Grootschalig windveld

Huidig landbouwlandschap wordt gekenmerkt door versnipperde percelen, waterproblemen en tekort aan toegankelijk buitengebied

Door ruilverkaveling ontstaat een optimaal agrarisch en energetisch productief landschap. Ontwikkeling van beekvalleien voor recreatie, waterretentie en natuurlijke structuur wordt mogelijk.

Nieuw productielandschap Ruimte voor waterretentie, ecologie en recreatie door optimalisatie van ruimtelijke structuur.



Figuur 5.3: Systeemplattegrond plaatsing windturbines

Landschappelijke ontwikkeling

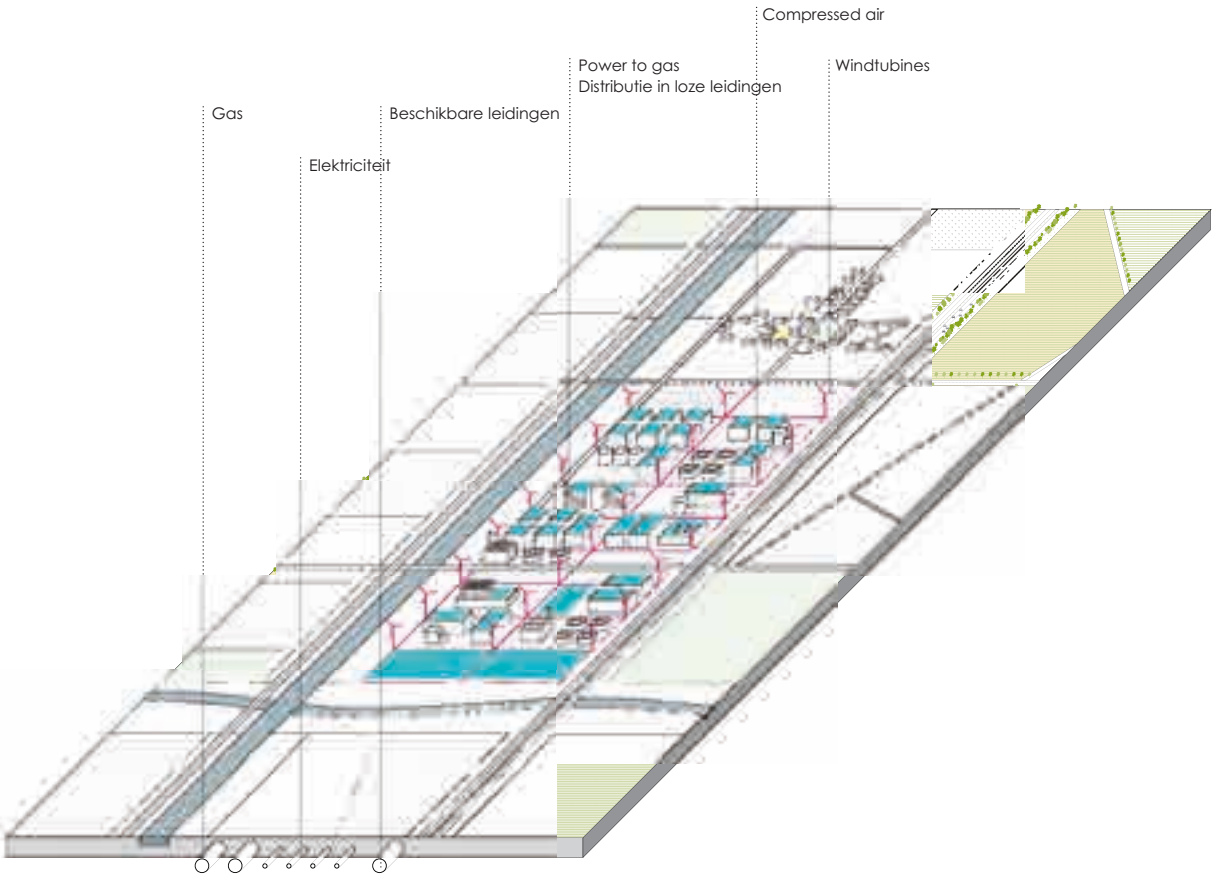
18e eeuw
Kleinschalig landschap bestaande uit een mozaiek van akkers en weilanden, omzoomd door hagen en houtwallen, doorsneden door beekvalleien.

Nu
Kleinschalig landschap is nagenoeg verdwenen door schaalvergroting in landbouw, verlinting en doorsnijding door infrastructuur. Beekvalleien hebben minimale ruimte.

Straks
Er wordt ingezet op de beekvalleien als drager van het landschap, met ruimte voor recreatie en waterbuffering. Tussen de beekvalleien ligt een grootschalig productielandschap met ruimte voor landbouw en energieproductie

Figuur 5.4: Landschapstransformatie

Bedrijventerreinen en industrie als platform voor hernieuwbare energie

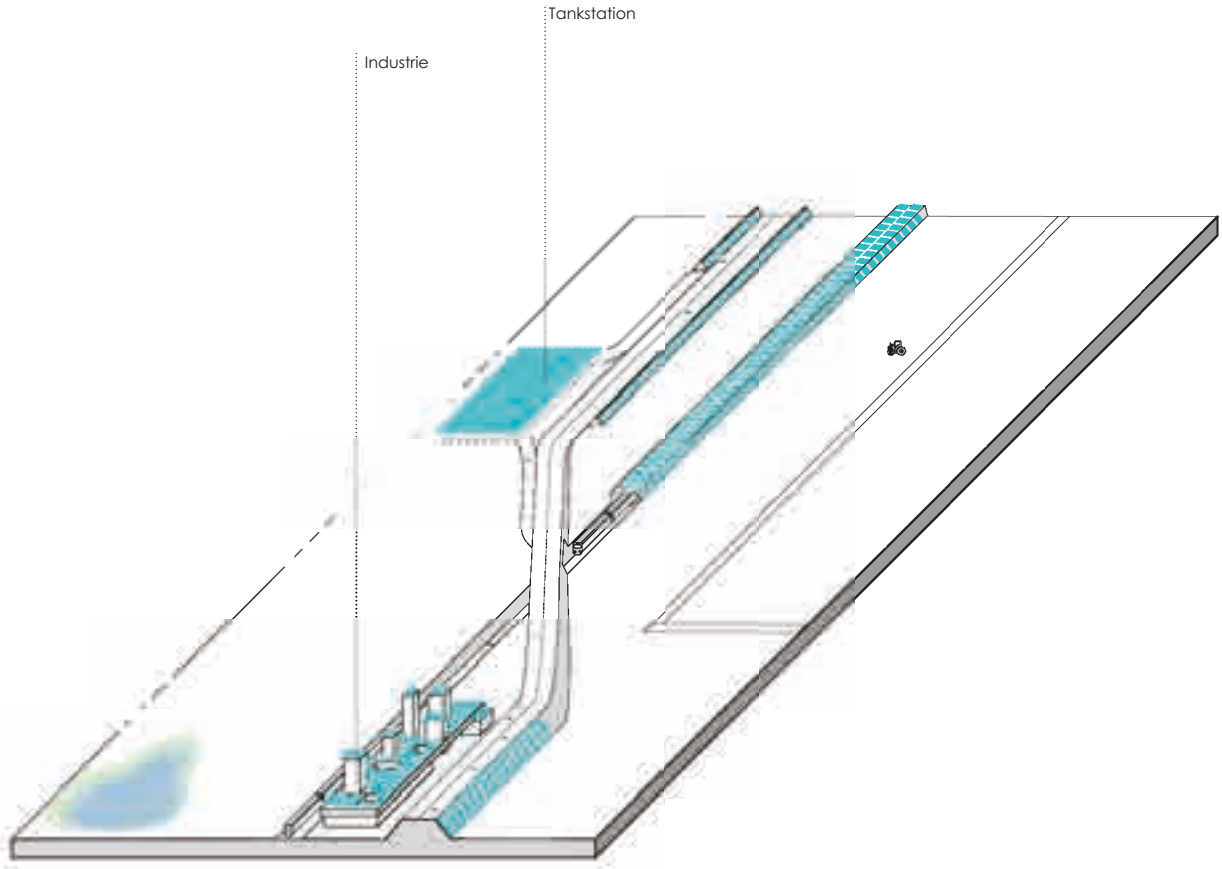


Figuur 5.5: Schematische weergave energetische bedrijventerreinen

Bedrijventerreinen en industriegebieden bieden veel mogelijkheden voor de plaatsing van hernieuwbare energie systemen. Het zijn gebieden waar de overlast van bijvoorbeeld windturbines beperkt is en waar relatief grote oppervlaktes (op daken en op ongebruikte percelen) vrij zijn voor energieproductie. Bundeling van infrastructuur en leidingen maakt industriegebieden langs de Kanaalzone tot zeer efficiënte locatie voor inpassing van hernieuwbare bronnen en buffering. De bestaande loze leidingen kunnen gebruikt worden voor buffering of gas transport. Verder heeft de industrie vaak veel behoefte aan energie waardoor de productie, buffering en consumptie dicht bij elkaar plaatsvindt en er hierdoor geen extra transportnetwerken nodig zijn.

Industriële actoren bieden potentie als dragende partij in energietransitie.

Infrastructuur als drager van hernieuwbare energie

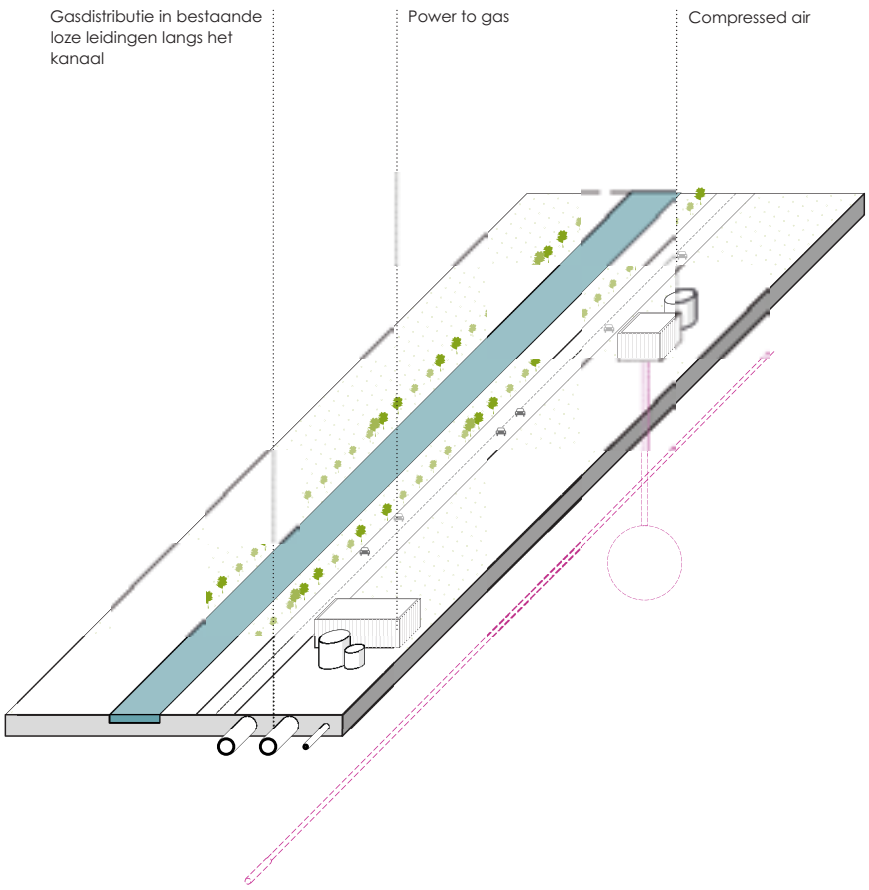


Figuur 5.6: Schematische weergave infrastructuur en zonnepanelen

Lijninfrastructuur is erg geschikt om te dienen als drager voor hernieuwbare energie. Er zijn veel elementen zoals geluidswallen, taluds, spoorlijnen en tankstations, waarin zonnepanelen geïntegreerd kunnen worden.

In België ligt meer dan 3000 km spoor en ongeveer 1700 km snelweg. Dit biedt grote mogelijkheden voor de plaatsing van PV-panelen.

Opslag

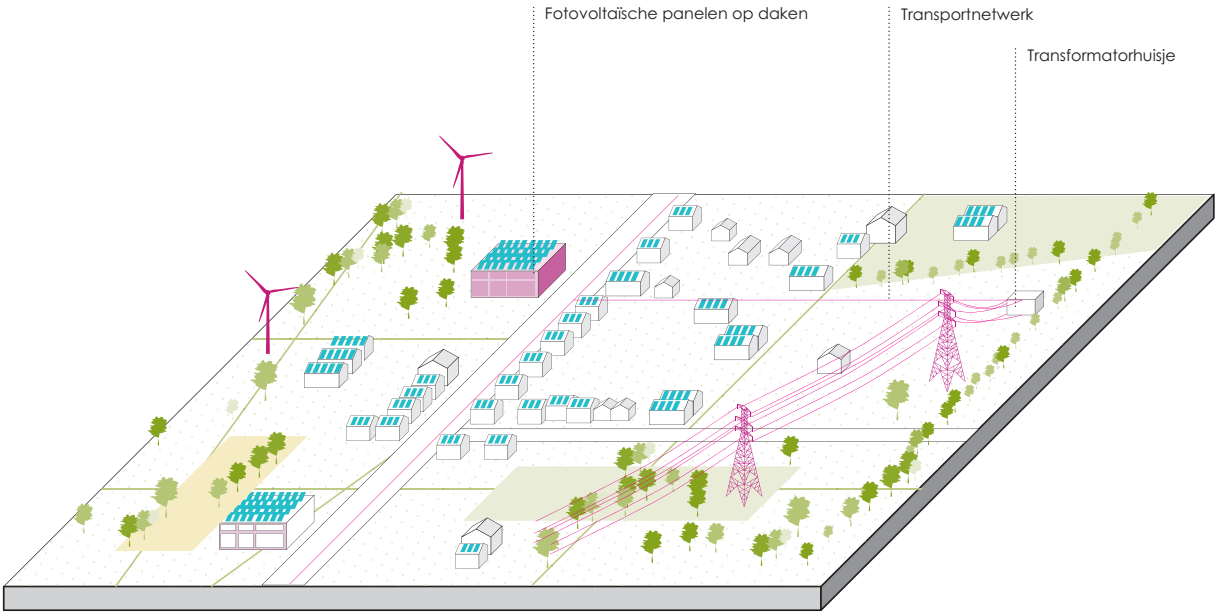


Figuur 5.7: Opslag systemen

De bestaande structuren kunnen benut worden voor distributie en buffering.

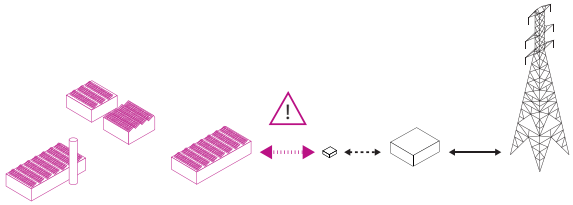
Bij pieken kan energie omgezet worden naar gas (power to gas) en vervolgens opgeslagen worden. De bestaande leidingen langs het Albertkanaal kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor opslag en distributie van gas. Met compressed air buffers kan deze energie eveneens gebufferd worden.

Evenwicht tussen opwekking, buffering en netwerk



Figuur 5.8 : Evenwicht tussen opwekking buffering en netwerk

Een goede afstemming van gebruik, productie, opslag en distributie is belangrijk voor een optimale energie balans.

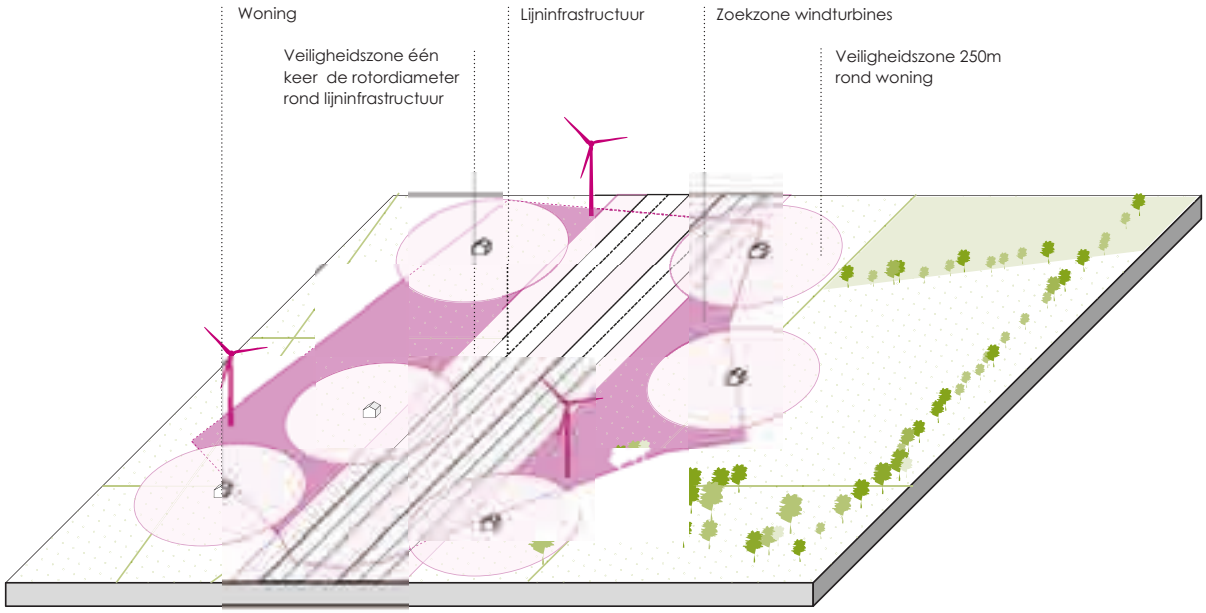


Figuur 5.9: Problemen overbelasting op laagspanningsnet

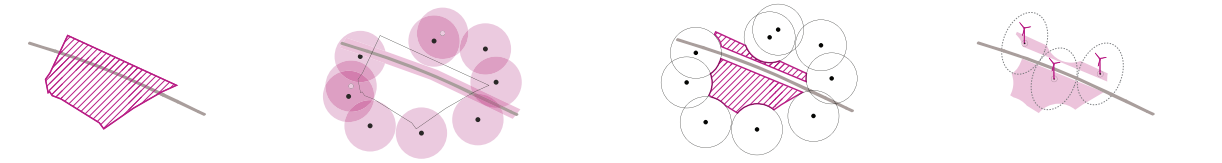
Er kunnen problemen optreden voor het elektriciteitsnet als er te veel huishoudens of bedrijven zonnepanelen op hun dak leggen. De laag- en middenspanningsnetten kunnen bij pieken overbelast raken omdat ze een eindige capaciteit hebben. Deze overbelasting kan voorkomen worden als er opslag wordt voorzien op het niveau van de laag en middenspanningsnet.

Het nadeel van woningen met fotovoltaïsche panelen is dat het tijdstip van gebruik en opwekking van energie zelden gelijktijdig is. Om de potentie van deze inpassing van hernieuwbare energievolwaardig te benutten is er nood aan collectieve oplossingen voor gedeeld verbruik binnen een slim netwerk van opwekking, buffering en verbruik.

Windturbines in de aangeduide zoekzones



Figuur 5.10: Schema zoekzone windturbines



Het bestaande zoekgebied voor windturbines.

Veiligheidszone rond woningen en langs de weg.

Effectieve zoekgebied voor windturbines.

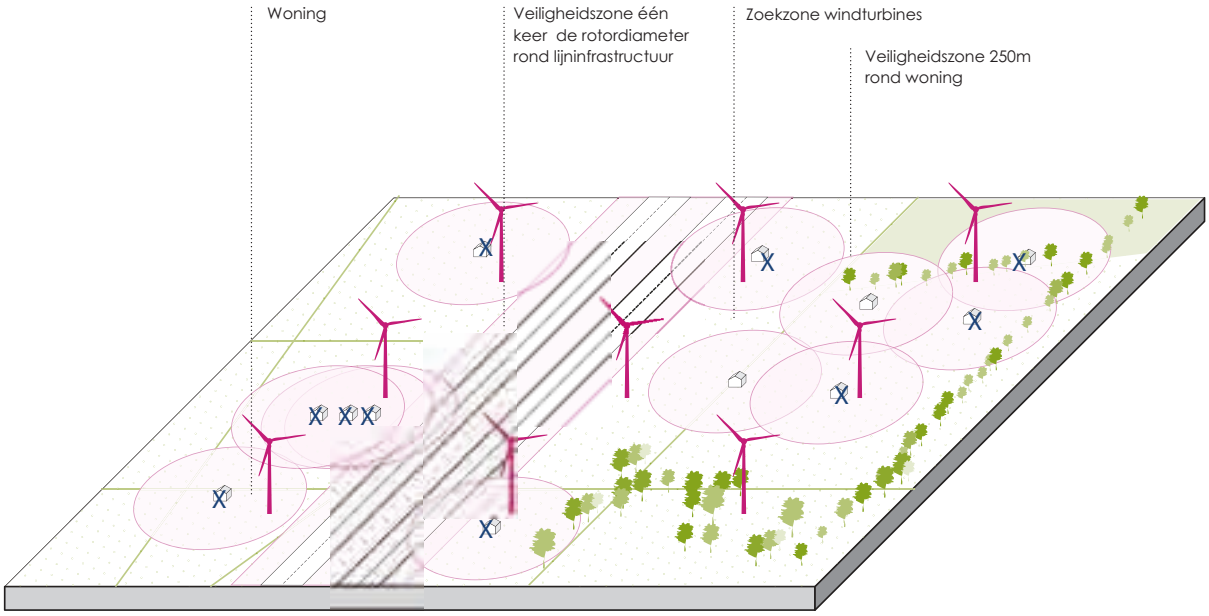
Plaatsting windturbines, rekening houdend met technische restricties.

Figuur 5.11: Werking zoekzone windturbines

De huidige regelgeving in Vlaanderen met betrekking op de plaatsing van windturbines heeft tot gevolg dat het lastig is om geschikte locaties te vinden voor het plaatsen van turbines.

Als men de bestaande zoekgebieden voor windturbines rondom Roeselare beschouwt, valt op dat dit, zoals in veel gevallen, zeer kleine gebieden zijn welke zijn aangewezen. Daarnaast is te zien dat hierbinnen een groot aantal beperkingen is door de aanwezigheid van woningen, lijninfrastructuur en veiligheidszones die bestaande regelgeving voorschrijft. Hierbij dient wel te worden vermeld dat sinds 2012 de VLAREM richtlijn geldt en dat hierin enkel nog rekening gehouden wordt met geluidsniveau en slagschaduw en de strikte toepassing van de 250m regel als afstand tot bebouwing genegeerd wordt. Voor woningen liggen de akoestische grenzen echter zo hoog dat het quasi nooit zal voorkomen dat een turbine vandaag dichter dan deze 250m bij een woongebied zal staan. Daarom wordt in de praktijk deze afstand nog steeds gehanteerd als een goede vuistregel en kan gezien worden als een duidelijke ruimtelijke richtlijn die de realiteit benadert. Het enige achterpoortje dat toelaat om dichter te bouwen is een onderlinge overeenkomst met de bewoners en de windontwikkelaar maar dit is enkel realistisch als het om één of twee woningen gaat en zeker niet als het om een ruimer woongebied gaat.
De huidige regelgeving voor plaatsing windturbines met als ambitie lijnopstellingen leidt uiteindelijk tot plaatsing van incidentele windturbines.

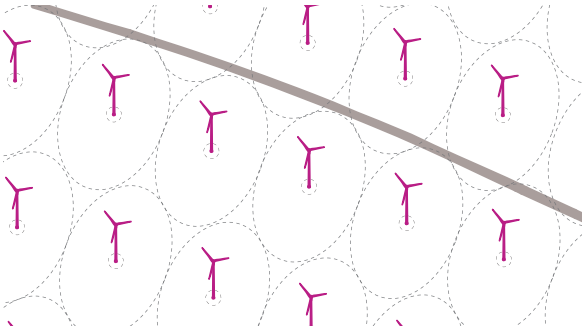
Optimale windenergie productie



Figuur 5.12: Tegel met potentieel windpark. Woningen conflicteren met de geprojecteerde turbines

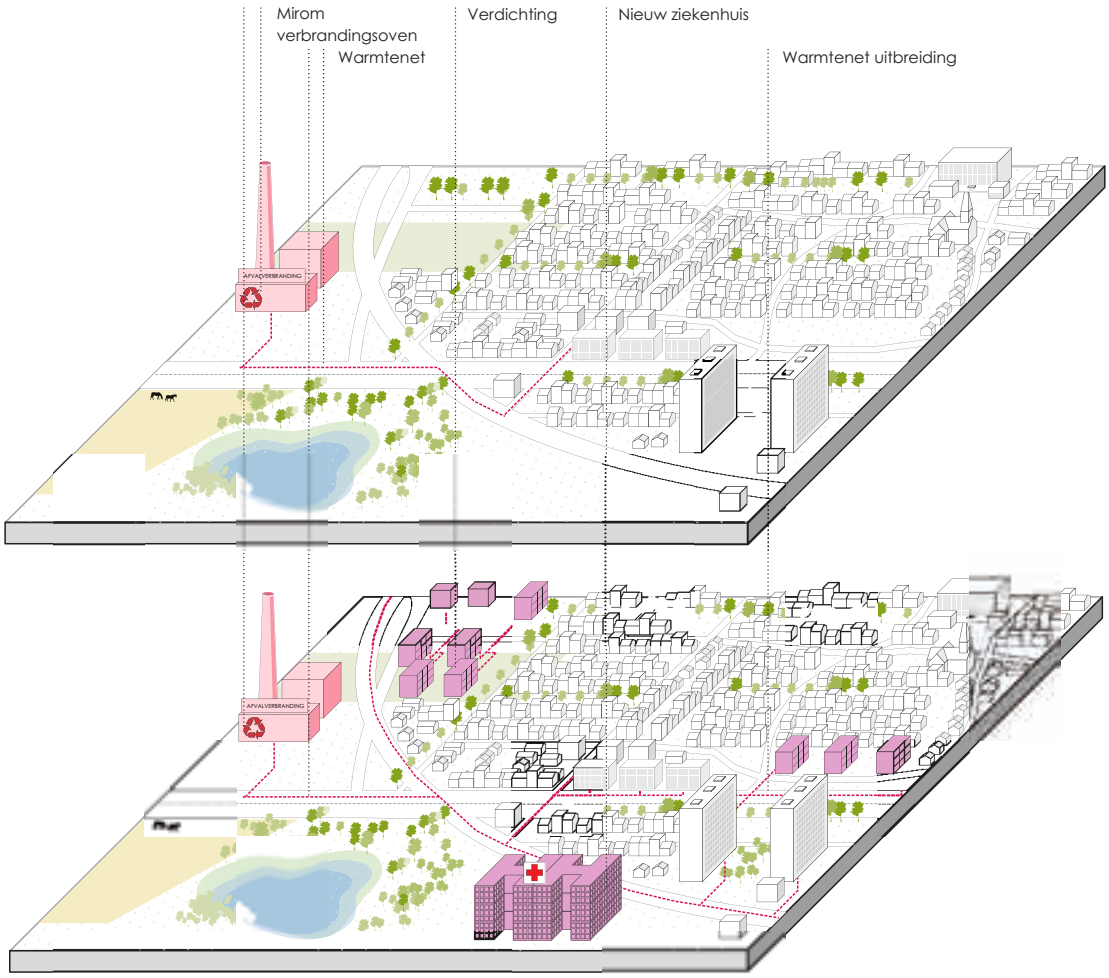
Door de versnippering in het Vlaamse landschap en de huidige wet- en regelgeving is de inpassing van grootschalige windvelden vrijwel onmogelijk. Om de turbines toch op efficiënte wijze in velden te kunnen plaatsen moet er of iets veranderen aan de regelgeving of de bebouwing moet op sommige plaatsen wijken ten behoeve van de winning van windenergie.

Dit wil zeggen dat de woningen die in het landbouwlandschap staan en niet in steden of dorpen en binnen een afstand van 250 meter van de turbine, kunnen worden uitgekocht of dat de regelgeving met betrekking tot het plaatsen van windturbines aangepast zal moeten worden.



Figuur 5.13: Windturbines in grid
Als turbines in een gridopstelling worden geplaatst moeten de onderlinge afstanden tussen de turbines groter zijn dan vier bij zes maal de rotor diameter, om beinvloeding te beperken. Als dit niet wordt gedaan zullen de turbines te veel van elkaars wind vangen en werken de turbines dus niet optimaal.

Verdichten



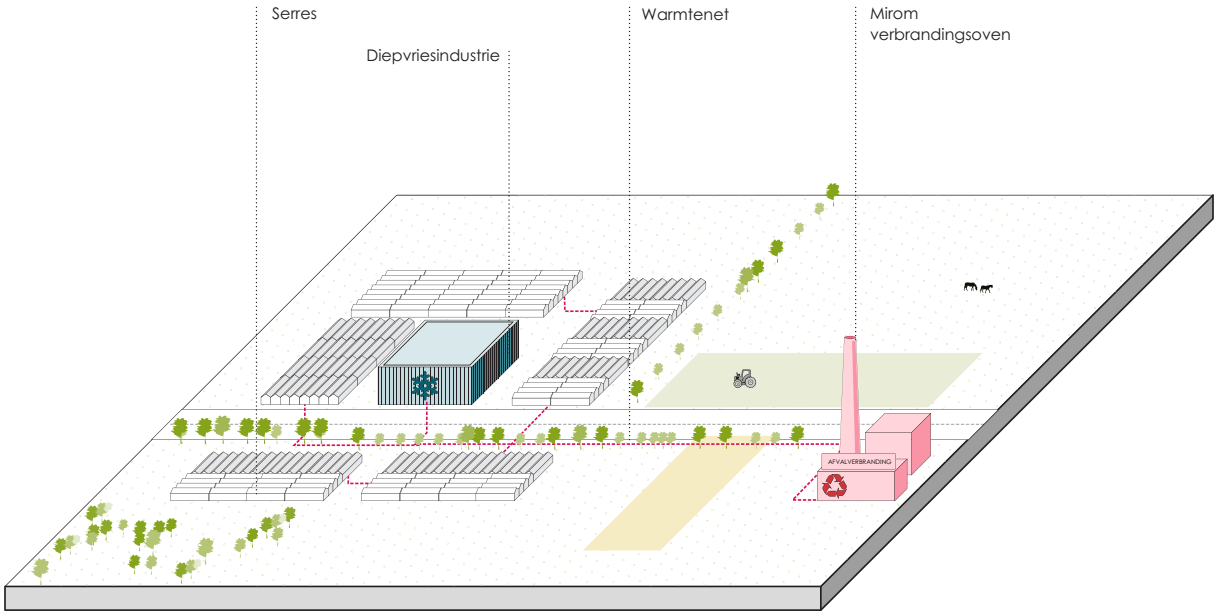
Figuur 5.14: Huidige situatie en Uitbreiding warmtenet

Om een warmtenet rendabel te maken is er minstens een warmtedichtheid van 1.5 MWh per strekkende meter nodig. In het grootste deel van Vlaanderen is deze dichtheid niet aanwezig. Met een verdichting van het stedelijk weefsel kan de gewenste warmtedichtheid behaald worden. Hierdoor wordt een warmtenet rendabel en kan warmte, afkomstig uit bijvoorbeeld een verbrandingsoven of een geothermiebron, gebruikt worden.

Koppeling van stedelijke verdichting aan de aanleg van een warmtenet biedt ook voordelen op andere vlakken als de beperking van de verdere versnippering van het landschap.

Door nieuwe ontwikkeling zoals uitbreidingsgebieden te koppelen aan de ontwikkeling van een warmtenet, kunnen de kosten beperkt worden. Ook komen er bij bijvoorbeeld verdichtingsopgaven meer woningen, dus meer warmtevragers waardoor het warmtenet rendabel wordt.

Warmtenet



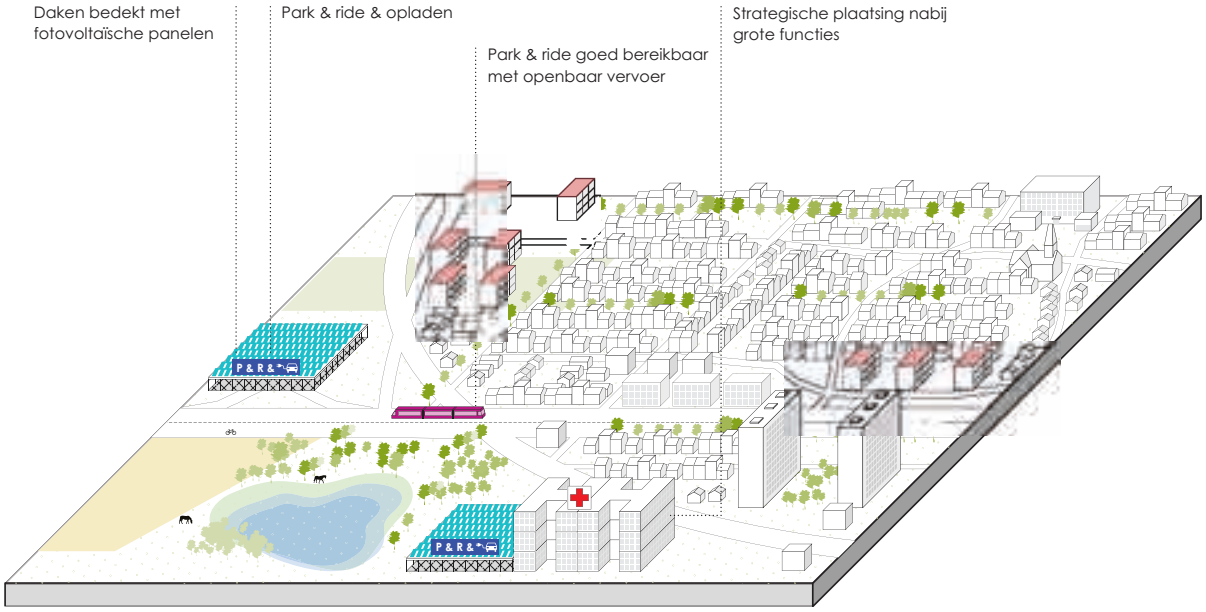
Figuur 5.14: Warmtenet

De ruimtelijke configuratie van warmte-aanbieders en vragers heeft invloed op de energetische efficientie. Hoe korter de afstanden, des te kleiner de verliezen. Dit geldt ook voor restwarmte van bijvoorbeeld de industrie of warmte afkomstig van een geothermiebron en voor commerciële en residentiële warmtevragers.

Bij het transport van warmte treden verliezen op, om deze te beperken is ruimtelijke nabijheid van vraag en aanbod van belang. Hierdoor is het energetisch efficiënt als functies die restwarmte kunnen leveren nabij warmtevragers liggen.

Als er in een koelhuis gekoeld wordt dan komt er warmte vrij. Deze warmte kan bijvoorbeeld gebruikt worden in de glastuinbouw. Een concentratie van koelhuizen en glastuinbouw is op het gebied van warmte uitwisseling en exergie interessant. Bovendien speelt een ruimtelijke concentratie van functies ruimte vrij voor landbouw en recreatie en gaat het versnippering van het landschap tegen.

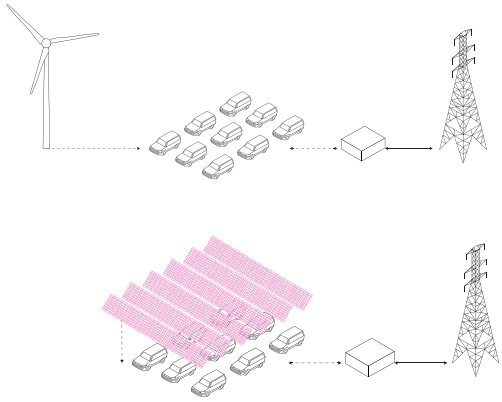
Parkeren, delen, opladen, bufferen



Figuur 5.15: Integraal parkeer ontwerp

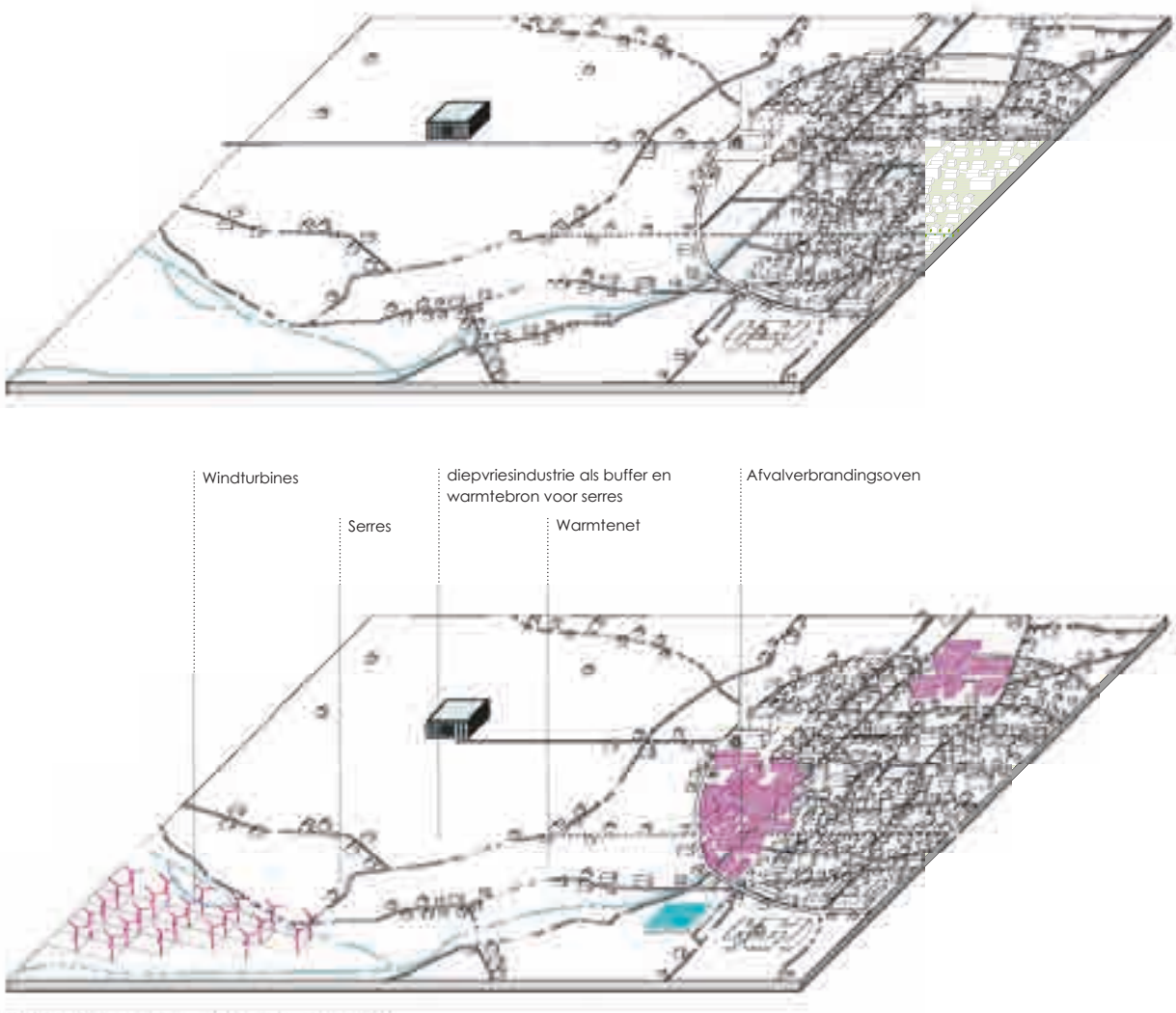
Het principe van de combinatie van een parkeerplaats met zonnedak, een autodeel systeem en de mogelijkheid om de accus van de elektrische auto's als buffer te gebruiken maakt de Park & ride faciliteit tot een veelzijdige schakel in het energiesysteem.

Een goede verbinding van de Park & ride met de stad is belangrijk. Openbaar vervoer kan hierbij een verbindende rol spelen. Zo vormt deze toepassing niet alleen een schakel in het energiesysteem, maar ook in het mobiliteitsnetwerk van de regio. Autodelen levert in dit geval meer winsten op dan individueel autobezit.



Figuur 5.16: Systeemdiagram elektische auto's als buffer

Koppeling van hernieuwbare energie aan lokale ruimtelijke opgave

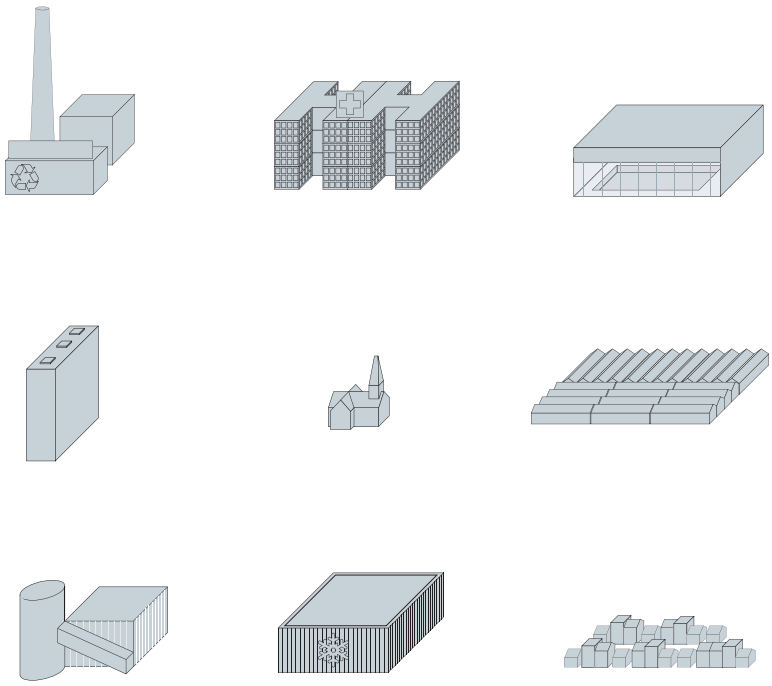


Figuur 3.17: Koppeling energie en ruimtelijke opgave

De lokale context en de ruimtelijke opgaven die spelen, bieden mogelijkheden voor integratie. De energetische ambities en de ruimtelijke opgaves kunnen door middel van een gezamenlijk beleid en geïntegreerde inpassing een synergie vormen. De ruimtelijke nabijheid van bijvoorbeeld diepvries installaties en serres kunnen van elkaar profiteren.

Bij koeling komt warmte vrij, deze restwarmte kan gebruikt worden in de serres. Een goede energetische afstemming van de verschillende elementen kan grote economische, ruimtelijke, sociale en landschappelijke voordelen hebben.

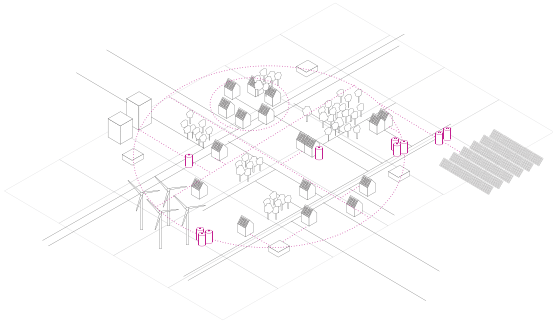
Energetische specificaties



Figuur 5.18: Functie

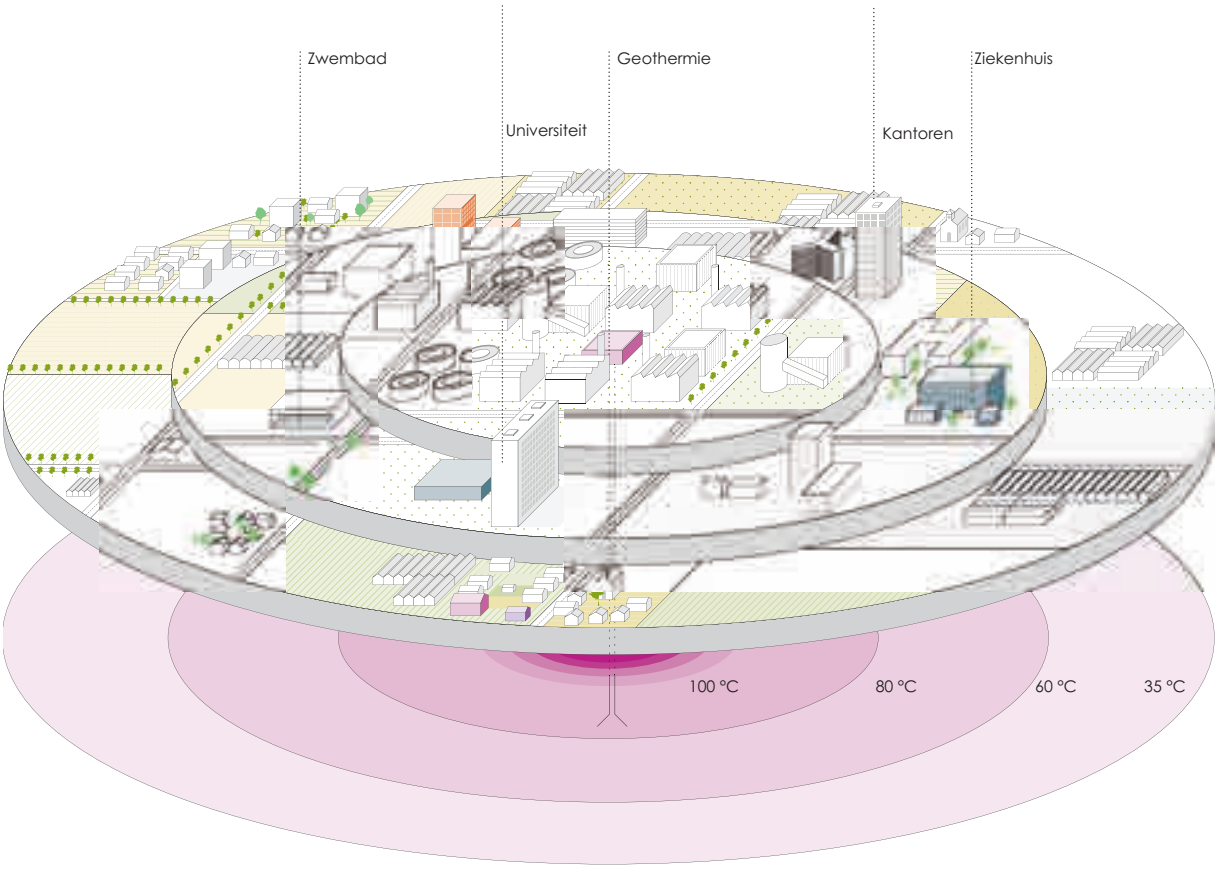
Iedere functie heeft zijn eigen energetische eigenschappen. Zo is de afvalverbrandingsoven een functie die elektriciteit en warmte opwekt door de verbranding van afval. Een ziekenhuis heeft een vrij grote zowel thermische als elektrische energievraag, net als zwembaden. Kantoren gebruiken veel elektriciteit en afhankelijk van het seizoen, warmte of koeling. Serres hebben in de winter warmte nodig. Koelhuizen produceren warmte door te koelen, en hebben elektriciteit nodig. Fabrieken en de industrie gebruiken over het algemeen vrij veel energie maar leveren ook regelmatig restwarmte stromen.

Deze specifieke eigenschappen kunnen worden gebruikt in een systeem van vraag en aanbod. Met een smartgrid kan de elektrische energievraag goed op elkaar worden afgesteld. Het is belangrijk om de energetische eigenschappen van verschillende functies te kennen zodat deze allemaal een eigen rol kunnen spelen in een verbonden systeem.



Figuur 5.19: systeemdiagram smartgrid

Hernieuwbare energie en ruimtelijke ordening

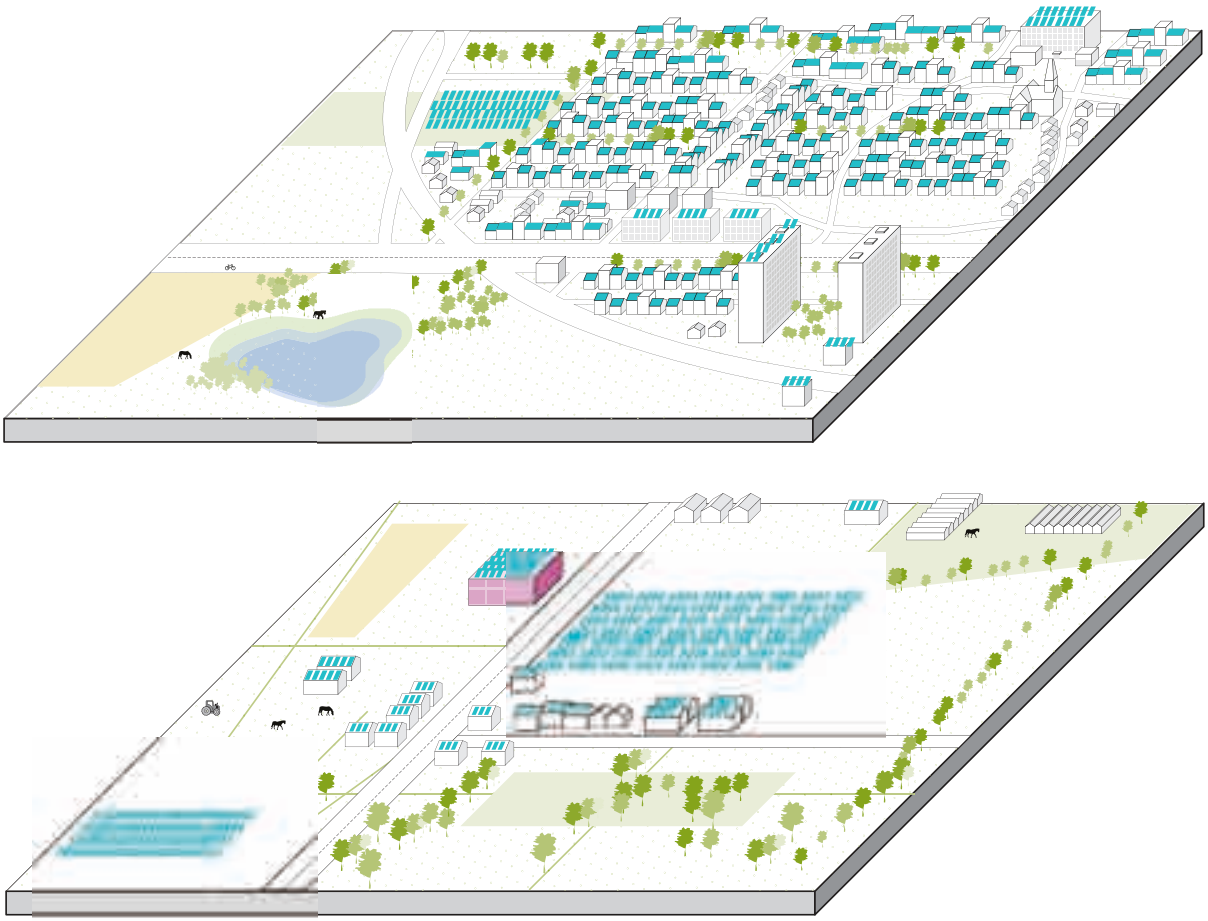


Figuur 5.25: Schema van ruimtelijke inrichtingsprincipes gebaseeerd op warmte cascade

Compacte clustering rondom geothermiebron met warmtecascade. Dit is een voorbeeld van wat de ruimtelijke invloed kan zijn van relatief nieuwe hernieuwbare energie systemen.

De geothermie bron kan leiden tot nieuwe ruimtelijke ordeningsmodellen en tot nieuwe verstedelijkingsprincipes, met de warmtecascade als structurerend uitgangspunt.

Fotovoltaïsche panelen

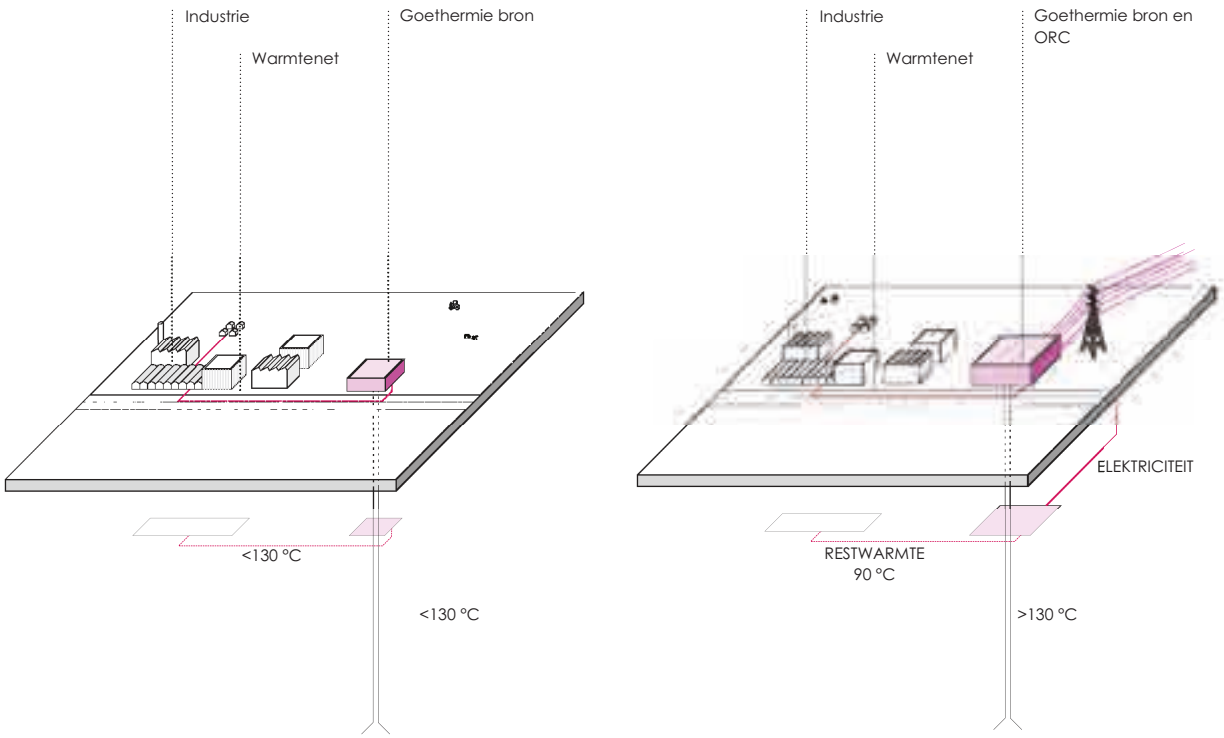


Figuur 5.21: Mogelijke inpassingsprincipes zonnepanelen

Het nadeel van fotovoltaïsche panelen is dat ze ruimte innemen. Ruimte is in Vlaanderen schaars. Toch zijn er verschillende manieren waarop de panelen geplaatst kunnen worden, die geen extra ruimtedruk opleveren. Allereerst kunnen de panelen, zoals al vaak gebeurt op bebouwing worden geplaatst (en zelf in bebouwing worden geïntegreerd). Dit kan zowel bij particulieren als bij bedrijven. Verder is er een groot aantal locaties die bijvoorbeeld overdekt kunnen worden met zonnepanelen. Denk bijvoorbeeld aan het overdekken van parkeerterreinen. Panelen kunnen ook tijdelijk worden geplaatst, op bijvoorbeeld braakliggende terreinen, reconversie-sites of *brownfileds*.

Ook kunnen zonnepanelen eventueel worden ingezet als wisselteelt. Om akkerbouwgrond niet te laten uitputten kan er een seizoen zonnepanelen worden gelegd op deze grond.

Geothermische energie



Figuur 5.22: Warmtegebruik geothermie

Hoewel er nog veel onduidelijkheid is over de mogelijke potentie van geothermie in Vlaanderen zijn er globaal gezien verschillende soorten gebruik van geothermie. Het mogelijk gebruik is sterk afhankelijk van de temperatuur en het vermogen van de bron.

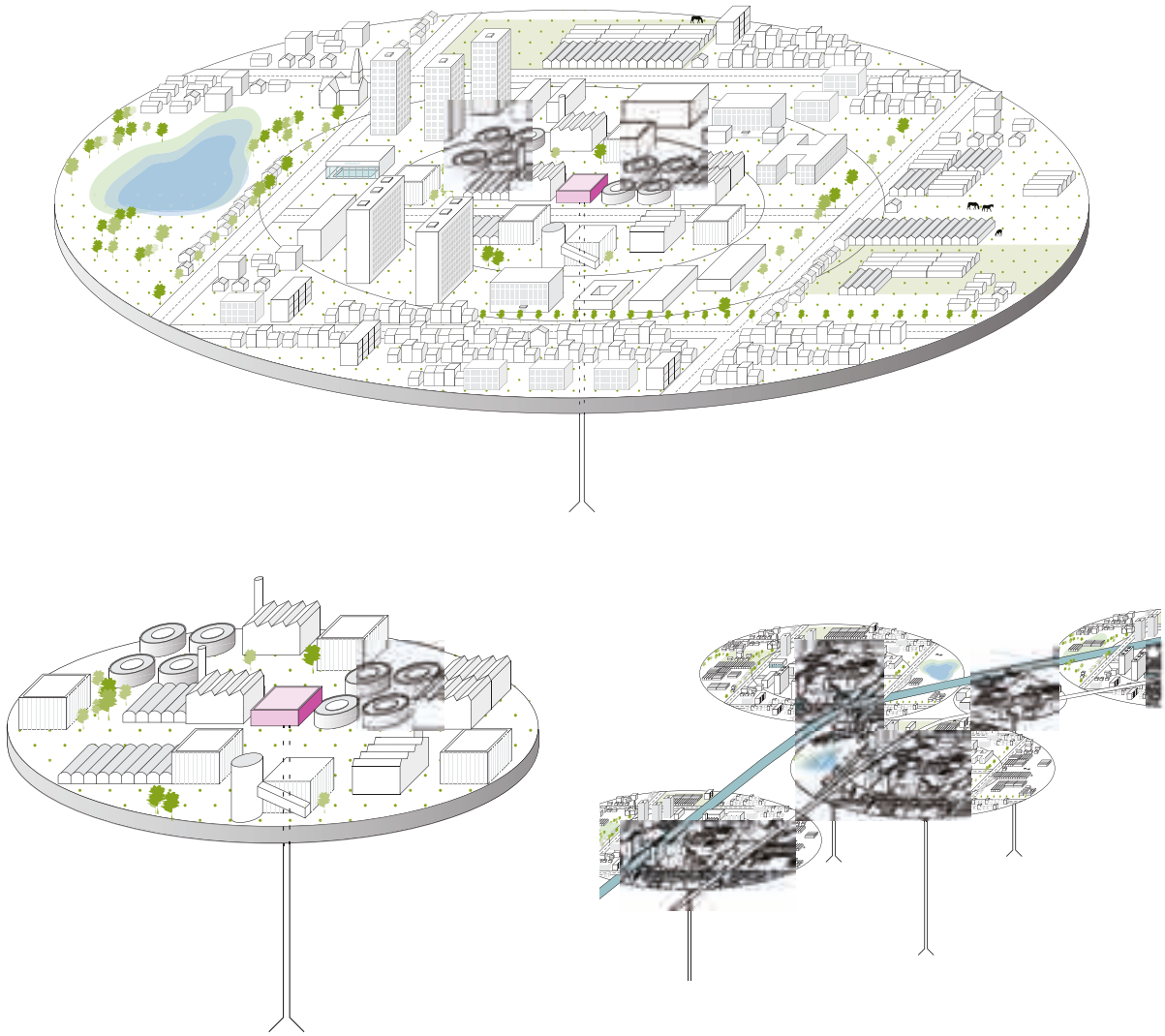
<130 °C

Temperaturen lager dan 130 °C kunnen gebruikt worden als warmtevoorziening. Door middel van een warmtenet kan kan deze gedistribueerd worden naar de gewenste functie. Het is exergetisch het voordeligst om eerst de hoge temperatuurvragers te bedienen en vervolgens de functies die lagere temperaturen nodig hebben.

>130 °C

Voor temperaturen boven de 130 °C geldt dat deze kunnen worden gebruikt om elektriciteit te genereren. Door middel van een ORC (Organic Rankine Cycle) installatie kan warmte worden omgezet in elektriciteit. De restwarmte van dit proces kan alsnog gebruikt worden en getransporteerd naar warmte vragende functies. Er kan ook gekozen worden om slechts een deel van de warmte om te zetten in elektriciteit en het andere deel te leveren aan een functie die hogere temperaturen nodig heeft.

Geothermie als sturend element in stedelijke ontwikkeling



Figuur 5.23: Schema van ruimtelijke inrichtingsprincipes gebaseerd op warmte cascade

Omdat er verliezen optreden bij transporteren van warmte is het energetisch interessant om te verdichten en om transport afstanden kleiner te maken. De aanwezigheid van geothermie kan een sturend element vormen in stedelijke groei of ontwikkelings patronen. De exergetische principes van de warmte cascade kunnen hierin de basis vormen. Een mogelijke stedelijke opbouw zal dan bestaan uit een kern van hoge temperatuur vragende functie, hieromheen midden hoge temperatuur vragers en in de buitenste zone functies als serres en woningen met een lage temperatuurvraag. Theoretisch leidt dit tot een cirkelvormige stedelijke structuur van ringen, maar in realiteit kan de ruimtelijke uitwerking van dit principe op tal van manieren vorm krijgen. Schaal en type inpassing van het warmtenet zijn hierbij leidend.

Dit kan leiden tot compacte stedelijke clusters rondom geothermiebronnen. Tussenliggende groengebieden kunnen vrijgehouden worden voor recreatie, ecologie en waterberging.

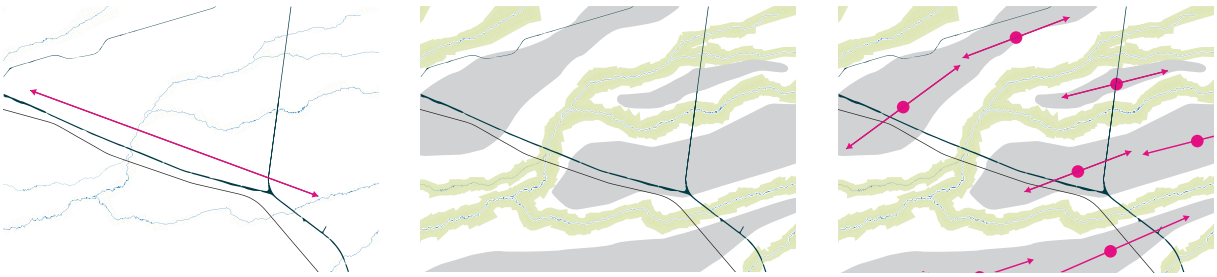
Geothermie

Figuur 5.24: Schema's van ruimtelijke inrichtingsprincipes gebaseeerd op geothermie

Geothermie kan worden toegepast op locaties waar de vraag groot is en die door één functie worden gebruikt.

Richting van het warmtenet vanuit de geothermie bron kan worden gestuurd, waardoor de stedelijke ontwikkeling kan worden beïnvloed. Men kan bijvoorbeeld inzetten op verdichting van het bestaande stedelijk gebied en zo versnippering tegen gaan.

Verdichten omdat er warmte aanwezig is: Er is een potentie voor geothermie. Bedrijven die een grote warmtevraag hebben zouden zich kunnen gaan concentreren. Hierdoor ontstaat ruimtelijke ontwikkeling en economische activiteit.



Figuur 5.25: Schema's van ruimtelijke inrichtingsprincipes gebaseeerd op geothermie

Landschappelijke structuur is doorsneden door de economische structuur van het Albertkanaal

Landschappelijke structuur vrijlaten en verbeteren en ruimtelijke ontwikkeling tussen de beekvalleien

Landschappelijke structuur vrijlaten en verbeteren en ruimtelijke ontwikkeling tussen de beekvalleien met als basis de ruimtelijke principes van geothermie

5.1 Vademecum conclusie

Er is een groot aantal mogelijke inpassingsprincipes voor hernieuwbare energie. Neem bijvoorbeeld de plaatsing van windturbines. Deze kunnen als individuele molens worden geplaatst, in lijnopstelling en in groepen. De plaatsing ten opzichte van andere ruimtelijke elementen zoals bomen, kan de zichtbaarheid van de molens beïnvloeden. Deze principes beperken zich echter tot de implementatie van het energiesysteem.

Hernieuwbare energie en de ruimtelijke inpassing daarvan zou niet beperkt moeten worden tot de plaatsing van de energiesystemen.
Het systeem kan geoptimaliseerd worden door het verbinden met (slimme)netwerken en een goede plaatsing in het netwerk. Hieraan zit ook sterk een ruimtelijk element aangezien bijvoorbeeld het hoogspanningsnetwerk niet overal aanwezig is.

Een goede implementatie van hernieuwbare energie zorgt voor een efficiënt gebruik van reststromen. Zo kan de plaatsing van een geothermiebron in de nabijheid van industrie die veel restwarmte produceert, voordelig zijn. Met deze restwarmte kan op tijden dat er weinig warmte vraag is, de geothermiebron geregenereerd worden.

De ruimtelijke aanpassingen die deze verbindingen tussen verschillende systemen mogelijk maken, kunnen zo worden ingezet dat ze tevens andere ruimtelijke, economische, sociale en landschappelijke opgaves die spelen, meenemen. De versnippering in het Vlaamse landschap bijvoorbeeld, is energetisch erg ongunstig. Als deze energetische aspecten van ruimtelijke inrichtingsprincipes worden meegenomen in ruimtelijke ordening dan liggen hier veel kansen om ook oplossingen op andere vlakken te bieden.

Conclusies

Conclusies

Uit het ontwerpend onderzoek zijn een aantal principes naar voren gekomen welke mogelijks leidend kunnen zijn in de realisatie van duurzame Vlaamse energielandschappen:

Nieuwe technieken voor hernieuwbare energie kunnen werken als structurerend principe voor ruimtelijke configuratie.
Wanneer de inpassing van nieuwe technieken voor hernieuwbare energie in synergie met de bestaande context plaats kan vinden zijn er kansen om tot een optimalere ruimtelijke ordening te komen. De hernieuwbare systemen kennen eigen ruimtelijke principes die tot nieuwe vormen van ontwikkeling en verstedelijking kunnen leiden. De plek waar de energie kan worden benut, het systeem waarmee deze al dan niet kan worden getransporteerd en de mogelijkheden voor buffering binnen het systeem spelen hier allen een rol in. Hierdoor kunnen bepaalde plekken bijvoorbeeld interessanter worden als vestigingslocatie voor energievragende functies en ontstaan er mogelijkheden voor slimme schakelingen tussen functies onderling. Hernieuwbare energie kan een drijfveer zijn voor een noodzakelijke sterk doorgedreven ruimtelijke omwenteling.

Specifieke lokale kenmerken kunnen worden ingezet als schakels in het energiesysteem.
Hernieuwbare energie wordt per definitie ingepast in een bestaande ruimtelijke context van een bestaand energiesysteem. Deze context kent vandaag al een aantal elementen die een rol kunnen vervullen in de transitie. Niet enkel vormen bijvoorbeeld bestaande gebouwen met hun daken een mogelijke ruimte tot inpassing van technieken, ook de wijze waarop deze gebruikers en potentiële producenten geschakeld zijn in het systeem biedt mogelijkheden om het systeem beter te balanceren. Ook bestaande infrastructuren en de afstemming tussen de lokale distributiestromen van grond- en afvalstoffen kunnen benut worden. Met name in de distributie en buffering van hernieuwbare energie liggen hier vaak onverwachte mogelijkheden. Ook grootschalige landschappelijke kenmerken als watersystemen, natuurgebieden, grootschalige infrastructuren zoals spoorwegen en autostrades hebben kwaliteiten om hernieuwbare energieopwekking mee te koppelen.

Lokale en regionale elementen en opgaven kunnen als kansen worden meegenomen in de ontwikkeling van het hernieuwbare energiesysteem.
Een goed inzicht in de bepalende lokale elementen en onderlinge relaties maakt het mogelijk om de energietransitie te koppelen aan andere opgaven die in een gebied spelen. Met het in beeld brengen van deze elementen wordt meteen duidelijk welke spelers hierbij als lokale stakeholders een rol kunnen vervullen. Door tevens een inventarisatie te maken welke opgaven er spelen op bijvoorbeeld maatschappelijk, economisch of ecologisch niveau kunnen er kansen gekoppeld worden. Dit biedt een inzicht in de onderliggende systemen van een gebied, waarbij de schaal van het gebied kan variëren. De lokale en regionale elementen kunnen zo ingezet worden om zowel de uitdagingen in de directe omgeving als de ruimer geldende opgave voor de energietransitie aan te gaan.

Een substantieel aandeel aan hernieuwbare energie kan in het Vlaamse landschap worden ingepast, maar dit vraagt wel grote ruimtelijke aanpassingen.
De vergelijking van de totaal opbrengsten van de verschillende strategieën in de cases van het ontwerpend onderzoek toont aan dat de potentie van de voorstellen ver achter blijft bij de theoretisch berekende potentie. Deze theoretische potentie, uitgaande van extreme inpassing van technieken, overal in Vlaanderen, is bijna het drievoudige van de huidige energievraag. Maar dit betekent onder andere ook dat bijvoorbeeld 10% van alle landbouwgronden worden bedekt met pv-cellen en dat in alle landbouwgebieden windturbines worden ingepast. De opbrengsten van de meest extreme strategie Energie als drijfveer halen slechts een deel van de theoretische potentie. Op basis van deze inschattingen kan gesteld worden dat de werkelijk inpasbare potentie voor hernieuwbare energie in het Vlaamse landschap te laag zal zijn om de beoogde doelstellingen te behalen en dat een sterke ruimtelijke omwenteling noodzakelijk zal zijn om nog maar in de buurt te komen van deze doelstelling.

Er is nood aan een beter inzicht in de werkelijke winsten van de inpassing van hernieuwbare energie.
De vraag hoeveel de toepassing van hernieuwbare energieproductie oplevert wordt vaak louter numeriek vertaald naar MWh of Petajoules. Hoe groter het gebied waar de toepassing op plaats vindt, hoe harder deze inschatting voorbij lijkt te gaan aan de complexiteit van de bestaande ruimtelijke en maatschappelijke context. Het is van belang om lokale inpassingen op waarde te kunnen schatten binnen het groter geheel van het energiesysteem. Hiertoe is inzicht nodig in hoe de inpassing zich verhoudt tot de grotere opgave. Wanneer er voor Vlaanderen als geheel doelen gesteld worden, is het van belang nauwkeurig te weten waar welke winsten behaald kunnen worden en te kunnen monitoren in hoeverre potenties benut worden. Het datamodel op basis van landschapstypen is hier een mogelijke tool voor. Doorontwikkeling van dit model kan het gewenste inzicht op verschillende schalen bieden.

De energietransitie in Vlaanderen kan vorm krijgen in een nieuwe typologie van het duurzame energielandschap.
De ruimtelijke staat van Vlaanderen vandaag kenmerkt zich door een grote ruimtedruk, een sterke vermenging van landgebruik en een grote versnippering van het grondgebied. Er spelen tal van opgaven op ecologisch en sociaal-economisch gebied die een beroep doen op de ruimtelijke ordening waar de energieopgave aan wordt toegevoegd. De typologie van het duurzame energielandschap vormt in onze ogen de ruimtelijke vertaling van de situatie waarin de context in al zijn facetten deze synergie met het hernieuwbare energiesysteem tracht te bereiken. Het duurzaam energielandschap zal pas kunnen doorgroeien tot een volwaardig energietechnologisch bevoorradingssysteem als er gewerkt wordt aan die slimme wisselwerking tussen energiebevoorrading en landschap op energetisch, economisch, ruimtelijk, sociaal en maatschappelijk vlak.

Bibliografie

Adger, W. N. (2006) Vulnerability. Global Environmental Change, 16, 268-281.

Ameryckx, J.B., Verheye, W., Vermeire, R. (1995) 'Bodemkunde: Bodemvorming, bodemeigenschappen, de bodems van België, bodembehoud en –degradatie, bodembeleid en bodempolitiek' 346 p.

Antrop, M. (2007). Perspectieven op het landschap. Achtergronden om landschappen te lezen en te begrijpen, Academia Press, Gent, 322 pp.

CcASPAR (2012). Klimaat in Vlaanderen als ruimtelijke uitdaging. Academia Press. ISBN 978 90 382 2040 6.

Council of Europe (2000) European Landscape Convention and Explanatory Report. Florence, Council of Europe

De Deygere, M., de Roos, S. Janssens, J., & Soete, A. (2011). Steunmechanismen voor de productie van groene stroom en wkk: analyse, aanpassingsvoorstellen en beleidsaanbevelingen. Geraadpleegd van: http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/milieuvriendelijke/evaluatie_steunmechanismen/3E_eindrapport_evaluatie_GS_WKK.pdf

De Boever, E., Lagrou, D., Laenen, B. (2012). Beknopte wegwijzer, geothermie in België. Vito rapport.

Bol, K., Drouillon, M.,Geurds, M., Ghekiere, G., Leenknegt, J., Mattheeuws, B., Plateau, W., Snijders, F., & Vandenbroek, K., (2006). Vergisting: Omzetten van biomassa in een energierijk gas. Kessel-Lo: ODE-Vlaanderen

Broersma, S., Fremouw, M., van den Dobbelsteen, A. et al. (2011). Synergie tussen regionale planning en exergie (SREX). ISBN-13:978-90-5269-399-6.

John Dekker O&A (2013) Windturbines in het Robnoordbos. Agentschap NL.

Dincer, I., (2002). The role of exergy in energy policy making. Energy policy 30(2):137-149.

Dincer, I., Rosen, M., (2007). Exergy, Energy, Environment and Sustainable development. Elsevier (Oxford).

Elia (2013). Map of the high voltage grid. Geraadpleegd van: http://www.elia.be/~/media/files/Elia/publications-2/maps/map-of-the-high-voltage-grid_2013.pdf

Eisentraut, A., & Brown, A.(eds), (2012). Technology Roadmap: Bioenergy for Heat and Power, Paris: International Energy Agency. Geraadpleegd van: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf

Europese Commissie (2011). Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050.

European Climate Foundation, McKinsey & Company, et al. (2010). Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous low-carbon Europe.

European Renewable Energy Council (2010). Re-thinking 2050. A 100% renewable energy vision for the European Union.

European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling (2010). Common vision for the renewable heating and cooling sector in Europe 2020 -2030 – 2050.

Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. IEEE power & energy magazine.

Fedde, Y., & Rijksadviseur voor het landschap. (2009). Windmolens hebben landschappelijk verhaal nodig. Den Haag: Atelier Rijksbouwmeester.

H+N+S Landschapsarchitecten (2008). Kleine Energieatlas. Ruimtebeslag van elektriciteitsopwekking: de voetafdruk van 3.387 GWh.

Holling, C. S. (2001) Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. Ecosystems, 4, 390-405.

IEA (2002). World energy outlook - 2002. IEA/OECD.

Jespers, K., Aernouts, K., Dams, Y (2014) Inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2012, Deel I: hernieuwbare energie. Mol: Vito

Johnston, A., & Smith, M.(eds), (2011). Technology Roadmap: Geothermal Heat and Power. Paris: International Energy Agency. Geraadpleegd van: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Geothermal_Roadmap.pdf

Leterme, Y., van Mechelen D., & Peeters K. (2006a). Omzendbrief: EME/2006/01-RO/2006/02: Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines.

Leterme, Y., van Mechelen D., & Peeters K. (2006b). Omzendbrief: RO/2006/01: Afwegingkader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.

Lysen, E. H. (1996). The Trias Energica: Solar energy strategies for developing countries. Eurosun Conference. Freiburg

Maes, T. (2011). Reductie van CO2-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning. Universiteit Gent.

Mannvit Engineering. (n.d.). Geothermal Power Plants. Geraadpleegd van: http://www.mannvit.com/GeothermalEnergy/GeothermalPowerPlants/

Mermuys, K. (n.d.). Kleine en Middelgrote turbines [PowerPoint slides]. Geraadpleegd van: http://www.enerpedia.be/nl/17

Middelkoop, J. (2011). Gasgevaren van biogasinstallaties. Geraadpleegd van: http://biogas.nl/

downloads/2012-02-master-assignment-biogasinstallaties--.pdf

Mücher, C., Bunce, R., Jongman, R., Klijn, J., Koomen, A., Metzger, M., Wascher, D. (2003) Indentification and characterisation of environments and landscapes in Europe. Alterra – rapport 832, Wageningen, 119 pp.

Pricewaterhousecoopers, LLP Potsdam Institute for Climate Change Impacts Research et al. (2010) 100% renewable energy. A roadmap to 2050 for Europe and North Africa.

PV-Vlaanderen (2012). PV-Vlaanderen nota hervorming GSC V6 1/6/2012. Geraadpleegd van: http://www.ode.be/images/stories/PVV_standpuntnota_GSC-hervorming_120601_v6.pdf

Rifkin (2001). The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World.

Stremke, S. (2010). Designing sustainable energy landscapes. Concepts, principles and procedures, Wageningen University.

Stremke, S., & Koh, J. (2010). Ecological concepts and strategies with relevance to energy-conscious spatial planning and design. Environment and Planning B: Planning and Design 37(3), 518-532.

Team energienetwerken (2012). Arnhem energetic city 2050 – Wedstrijdvraag. Paper: Arnhemosaïc of communities and opportunities – the city the factory of the future! Auteurs in alfabetische volgorde T., Block; Maes, T.; Verhoestraete, D.; Verhofstede, B. en Willems, J.. website: www.energeticcity2050.nl

Tillie, Van den Dobbelsteen, A., et al. (2009). REAP Rotterdamse EnergieAanpak en -Planning. Op naar CO2-neutrale stedenbouw. Rotterdam, Projectgroep Hart van Zuid en Rotterdam Climate Initiative.

Turf, J. (2014). Energie voor morgen – krijtlijnen van een duurzaam energiesysteem. Argus rapport

Valdunciel Coll, J., Vindente Rufi, J. (2006): New territories and new landscapes. The morphology of micrometropolitan spaces in North East Catalonia in "Urban Changes in Different Scales: Systems and Structures / IGU Commission on Monitoring Cities of tomorrow", Santiago de Compostela, 31 july-6august 2006; edition by Rubén Camilo Lois Gonzales – Santiago de Compostala: Universidade, Servizo de Publicacion e Intercambio Cientifico, 2006.) 752p. ; 24cm – (Cursos da Universidade de Santiago de Compostela; 169). – D.l. C-1900/2006. ISBN 84-9750-639-1. ISBN 978-84-9750-7. (p. 309 - 318).

Van Beveren, T., Van Eetvelde, V. (2013) Landscape and climate change in Flanders. From typology and vulnerability to spatial adaptation strategies. Rapport doctoraatsproject (IWT-SBO en Provincie Oost-Vlaanderen

Van Eetvelde, V. (2007) Van geografische strekenkaart tot landschapsdatabank. Gebruik van GIS, informatietheorie en landschapsmetrieken voor het karakteriseren van landschappen, toegepast op België. Gent: Universiteit Gent, Vakgroep Geografie, Doctoraatsproefschrift.

Van Eetvelde, V., Antrop, M. (2009) A stepwise multi-scaled landscape typology and characterisation for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium. In: Landscape and urban planning, 91: 160–170.

Van Malderen, K., Lauryssen, K., Langenaker, V., Vandendriessche, S., Beel, R., Larmuseau, I., & Vandamme, S. (2011). Inventarisatie-onderzoek van het gebruik van geothermie en het regelgevend kader daarrond in relevante buitenlandse rechtsordes. Geraadpleegd van: https://www.milieuinfo.be/dms/d/a/workspace/SpacesStore/99003c2b-bb3c-4196-891d-31cf02d5dd45/Geothermie_regelgevingVLA10-4.3.pdf

Van Mechelen, D., & Crevits, H. (2009). Omzendbrief: LNE/2009/01–RO/2009/01 - Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines

Van Ranst, E., Sys, C. (2000) Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen. Laboratorium voor bodemkunde, Gent.

Vaze, P., Tindale, S. (2011). Repowering communities – small scale solutions for large scale energy problems

Verhofstede, B., Staes, J., Van Beveren, T., Van Eetvelde, V., (2012) Wie of wat past zich aan? Opbouw en gevoeligheid van een landschapsecologisch systeem. In: Allaert, G., Bouwer, L., De Sutter, R., Gulinck, H., Meire, P., Van Damme, S., Van den Broek, P., Van Eetvelde, V. (Eds) Klimaat in Vlaanderen als ruimtelijke uitdaging. Academia Press, p.34-95

Vlaamse Gemeenschap (2013) Decreet betreffende het onroerend erfgoed, 12 juli 2013. Belgisch Staatsblad 17.10.2013, p.74104-74134

Vlaams Kenniscentrum PPS. (2010). Wetgevend kader ivm zonnepanelen. Geraadpleegd van: http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/reg/doc/dakisolatie.pdf

De Vlaamse Regering (2010). Het Energiebesluit van 19 november 2010. Geraadpleegd van: http://codex.vandenbroele.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1019755&param=inhoud

De Vlaamse Regering (2009). Het energiedecreet. Geraadpleegd van:

http://codex.vandenbroele.be/zoeken/document.aspx?DID=1018092&param=inhoud&AID=1111457

Wille D (OVAM). (2013) Indicatoren voor het duurzaam gebruik van biomassa: evaluatiekader.

Woitrin, D., & Possemiers, F. (2011).De impact van fotovoltaïsche zonnepanelen op de Belgische elektriciteitsprijs. Geraadpleegd van: http://www.creg.info/pdf/Studies/F1062NL.pdf

WWF International, Ecofys, et al. (2011). The energy report, 100% renewable energy by 2050.

WEBSITES

http://www.triasenergetica.com/nederlands.html (geconsulteerd mei 2014)

http://www.elia.be/nl/projecten/net-projecten/alegro/alegro-content (geconsulteerd mei 2014)

http://www.knack.be/nieuws/belgie/elektriciteitspanne-dreigt-door-teveel-zon-voor-zonnepanelen/article-4000106658506.htm (geconsulteerd mei 2014)

European Commission Joint Research Centre: Institute for Energy and Transport. (2012). JRC's Institute for Energy and Transport - PVGIS - European Commission. Geraadpleegd van: http//re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Organisatie Duurzame Energie. (2013). Windparken Vlaanderen. Geraadpleegd van: http://www.ode.be/windenergie/de-cijfers/windparken-vlaanderen

European Environment Agency. (2009). The European Pollutant Release and Transfer Register. Geraadpleegd van: http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevelsEPER.aspx

Huysmans, L. (2011). België kookt op Nederlands, Noors en Qatarees gas. http://trends.knack.be/economie/nieuws/dossiers/dossier-gas/belgie-kookt-op-nederlands-noors-en-qatarees-gas/article-1195112355357.htm

Espon ReRisk, 2010. Origin of data: Own elaboration based on European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC) data on wind intensity, 2009 © EuroGeographics Association for administrative boundaries.

Verhoog, W. (2010). Windenergie: de voor- en nadelen. Geraadpleegd van: http://dier-en-natuur.infonu.nl/milieu/57628-windenergie-de-voor-en-nadelen.html (1/2014)

Ruimte Vlaanderen. (2010). Zonnepanelen plaatsen – toelichting. Geraadpleegd van: http://www.ruimtelijkeordening.be/Default.aspx?tabid=14808

http://www1.eere.energy.gov/geothermal/powerplants.html

Belangengroep Leefbaar Steenenkamer. (n.d.). BioMassa-Erf Putten NEE: Explosies en ongevallen!!. http://www.bio-erf-nee.nl/explosiesenongevallen.php

Biogas-E vzw. (2014). http://www.biogas-e.be/

BBE Biogas BV. (n.d.). BBE Biogas BV -Ontwikkeling, bouw, exploitatie van anaerobe vergisters. http://www.bbebiogas.nl/

European Energy Research Alliance. (2012). ThermoGIS World Edition. http://thermogis.nl/worldviewer/ThermoGISWorldEdition.html

KMI. (2010). De maandnormalen te Ukkel. http://www.meteo.be/meteo/view/nl/360955-maandelijkse+normalen.html

TNO. (2013). TNO ThermoGIS. http://www.thermogis.nl/thermogis.html

VITO. (2012). Energie Conversie Parken. http://www.ecp-biomassa.eu/

Vreg. (2013a). Energiedecreet. http://www.vreg.be/energiedecreet

Vreg. (2013b). Netvergoeding zonnepanelen. http://www.vreg.be/www.vreg.be/hoeveel-betaalt-pv-eigenaar-voor-gebruik-net

Afkortingen

CO2	koolstofdioxide
IR	Industriële revolutie
TIR	*Third industrial revolution*
FIR	*First industrial revolution*
SIR	*Second industrial revolution*
HE	Hernieuwbare energie
IEA	Internationaal energie agentschap
FB	Fossiele brandstoffen
CWE-net	Centraal West-Europees hoogspanningsnet
FLT	*First Law of Thermodynamics*
SLT	*Second Law of Thermodynamics*
NSS	Nieuwe stappen strategie
NIMBY	*Not in my back yard*
PV	photo..

Eenheden

PJ	Petajoule	[hoeveelheid]	1PJ= 227,8 GWh
MW	Megawatt	[vermogen]	1MW = 1 MJ/s
GWh	Gigawattuur	[hoeveelheid]	1GWh = 3600 GJ

1 J = 1 Joule
1 kJ = 1 kilojoule = 1.000 J
1 MJ = 1 megajoule = 1.000.000 J
1 Wh = 1 wattuur
1 kWh = 1kilowattuur = 1.000 Wh
1 kWh = 3,6 MJ

1 kcal = 1 kilocalorie = 4,186 kJ

Vermogen
1 W = 1 watt = 1 J/s
1 kW = 1 kilowatt = 1.000 W
Vroegere eenheid van vermogen
1 kcal/h = 1 kilocalorie per uur = 1,16 W
1 kW = 860 kcal/h
Voorbeeld
Een spaarlamp met een vermogen van 15 W die gedurende
1 uur brandt heeft 15 Wh aan energie verbruikt.

Appendices