

Finaal rapport

‘Ruimte voor hernieuwbare energie’ De opmaak van energiekansenkaarten- en atlas

Leen Van Esch, Karolien Vermeiren, Erika Meynaerts, Kaat Jespers, Erwin Cornelis, Dries Vos, Ruben Guisson, Pieter Lodewijks en Guy Engelen (VITO), en, Hans Hoes en Nico Robeyn (TerraEnergy)

Studie uitgevoerd in opdracht van:

Provincie Vlaams-Brabant
Directie infrastructuur, Dienst Ruimtelijke Ordening
Provincieplein 1
3010 Leuven

Studie uitgevoerd door VITO in samenwerking met:

TerraEnergy NV
Rauwelkoven 87
2440 Geel



Rapport: 2016/RMA/R/0464

Januari 2016



VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

2016/RMA/R/0464

SAMENVATTING

In voorliggende studie werden de energiekansen op vlak van hernieuwbare energieproductie verkend voor het grondgebied van de provincie Vlaams-Brabant aan de hand van de zogenaamde energiekansenkaarten.

In de eerste fase kwam de inventarisatie van de huidige hernieuwbare energieproductie aan bod. De volgende technologieën werden hierbij onderzocht: PV-panelen, grootschalige en kleinschalige windturbines, waterkrachtcentrales, biomassaverwerkingsinstallaties, grondgekoppelde warmtepompen, restwarmte en riothermie. Ook het aandeel hernieuwbaar in de totale elektriciteitsproductie op het grondgebied van de provincie werd onderzocht.

In fasen 2 en 3 werd het potentieel aan hernieuwbare energie onderzocht voor dezelfde technologieën voor drie verschillende scenario's: het Technisch scenario, het Vlaams scenario en het Vlaams-Brabant scenario. Scenario's verschillen in technische parameters, in ruimtelijke randvoorwaarden en in economische-maatschappelijke haalbaarheden. Een workshop met stakeholders werd georganiseerd om de economische en maatschappelijke haalbaarheid van de verschillende technologieën in te schatten.

Net als bij de inventarisatie van de huidige toestand wordt de inschatting van het potentieel gedaan op een ruimtelijk expliciete manier door middel van de Dynamische EnergieAtlas. Dit software-instrument is één van de eindproducten van deze studie en wordt gevuld met (ruimtelijke) data specifiek voor de provincie Vlaams-Brabant op een zeer fijne resolutie (50x50m). De Dynamische EnergieAtlas Vlaams-Brabant laat de dienst Ruimtelijke Ordening toe om zelf varianten van scenario's door te rekenen om zo specifieke beleidskeuzes te kunnen onderbouwen. In dit rapport worden de resultaten van de drie scenario's toegelicht. Zo wordt voor elk scenario ook syntheseskaarten opgesteld die aangeven in welke zones best op welke technologieën kunnen inzetten. Tenslotte werden deze resultaten geconfronteerd met de klimaatdoelstellingen van de provincie.

INHOUD

Verspreidingslijst	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Samenvatting	I
Inhoud	II
Lijst van tabellen	V
Lijst van figuren	VII
Lijst van afkortingen	IX
HOOFDSTUK 1. Inleiding	1
1.1. Aanleiding voor en doel van deze studie	1
1.2. VITO's visie op deze studie	2
HOOFDSTUK 2. Algemene methodologie	4
2.1. Instrument: Dynamische EnergieAtlas	4
2.2. Drie fasen, drie taakpakketten	6
HOOFDSTUK 3. Fase 1 - Inventarisatiefase	8
3.1. Doelstelling	8
3.2. Begrippenkader	8
3.3. Zon	10
3.3.1. Aanpak	10
3.3.2. Resultaten	12
3.4. Grootschalige windenergie	13
3.4.1. Aanpak	13
3.4.2. Resultaten	15
3.5. Kleinschalige windenergie	16
3.5.1. Aanpak	16
3.5.2. Resultaten	17
3.6. Waterkracht	17
3.6.1. Aanpak	17
3.6.2. Resultaten	18
3.7. Biomassa	19
3.7.1. Aanpak	19
3.7.2. Resultaten	20
3.8. Geothermie	22
3.8.1. Aanpak	22
3.8.2. Resultaten	23
3.9. Restwarmte	24

3.10. Riothermie	25
3.11. Vergelijking met de totale elektriciteitsproductie in Vlaams-Brabant	25
3.12. Overzicht van resultaten van fase 1	25
HOOFDSTUK 4. Fase 2 – Methodologie potentie-inschatting voor de verschillende bronnen van hernieuwbare energie	29
4.1. Doelstelling	29
4.2. Begrippenkader	29
4.3. Zon	31
4.4. Grootschalige windenergie	33
4.5. Kleinschalige windenergie	35
4.6. Waterkracht	36
4.7. Biomassa	38
4.7.1. De biomassaastroom dierlijke mest	38
4.7.2. De biomassaastroom GFT- en groenafval	39
4.7.3. De biomassaastroom bermgras	40
4.7.4. De biomassaastroom tak-en kroonhout	40
4.7.5. Optimale inplanting installaties	41
4.8. Geothermie	44
4.8.1. Ondiepe systemen	44
4.8.2. Diepe systemen	49
4.9. Restwarmte	50
4.10. Riothermie	54
HOOFDSTUK 5. Fase 3 – Ruimtelijke en maatschappelijke afweging	58
5.1. Doelstelling	58
5.2. Begrippenkader	58
5.2.1. Haalbaarheid per technologie	58
5.2.2. Scenario's	59
5.3. Maatschappelijke afweging	60
5.3.1. Multi-criteria analyse	60
5.3.2. Resultaat: Haalbaarheid per hernieuwbare technologievorm	67
5.4. Ruimtelijke afweging	69
5.4.1. Bevraging ruimtelijke randvoorwaarden	69
HOOFDSTUK 6. Scenario's	71
6.1.1. Definitie scenario's	71
6.1.2. Resultaat: hernieuwbare energieproductie per scenario	71
HOOFDSTUK 7. Synthesekaarten	96
7.1. Synthesekaarten per scenario	96
7.2. Aftoetsing resultaten met klimaatdoelstellingen	100

HOOFDSTUK 8. Conclusies en beleidsaanbevelingen	103
Referenties	105
Bijlage A Fiches per technologie	106
Bijlage B Beleid hernieuwbare energie in onze buurlanden	119
Bijlage C Achtergrondinformatie bij de verschillende vormen van geothermie	122
Bijlage D: Methodologie Dierlijke mest	125
Bijlage E Methodologie GFT- en groenafval	134
Bijlage F Methodologie bermgras	140
Bijlage G Methodologie Tak- en kroonhout	142
Bijlage H Methodologie Rioolwaterzuiveringsslib	148
Bijlage I Multicriteria-analyse VITO-experten	149

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Aantal installaties, vermogen en productie PV > 10 kW en ≤ 10 kW	12
Tabel 2: Aantal installaties, vermogen en productie grootschalige wind per gemeente	15
Tabel 3: Aantal installaties, vermogen en productie kleinschalige wind per gemeente	17
Tabel 4: Aantal installaties, vermogen en productie oude molensites en sluizen	18
Tabel 5: Overzicht van de aannames voor de berekening van de brandstofverbruiken en productie van lokale eenheden (bron: eigen inschatting, o.a. op basis van het 'Centraal Parameterdocument' (VEA, 2013)	20
Tabel 6: Aantal installaties, vermogen en productie per technologie	20
Tabel 7: Aantal installaties, vermogen en productie (middel)grote ondiepe geothermische energiesystemen	23
Tabel 8: Aantal installaties, vermogen en productie kleine ondiepe geothermische energiesystemen	23
Tabel 9: Overzicht elektriciteitsproductie en aantal gezinnen per energievorm	26
Tabel 10: Overzicht warmteproductie en aantal gezinnen per energievorm	26
Tabel 11: Rangschikking hernieuwbare energietechnologieën op basis van elektriciteitsproductie uit de Dynamische EnergieAtlas (in GWh)	28
Tabel 12: Rangschikking hernieuwbare technologieën op basis van warmteproductie uit de Dynamische EnergieAtlas (in GWh)	28
Tabel 13: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing van PV	32
Tabel 14: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing grote windturbines	33
Tabel 15: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing middelgrote windturbines	35
Tabel 16: Types biomassa-installaties met 'zoekzone' en biomassastromen	42
Tabel 17: Warmte en koudecoëfficiënten per aquifer voor KWO	45
Tabel 18: Warmte en koudecoëfficiënten per geologische formatie voor BEO	46
Tabel 19: Warmtecoëfficiënten per formatie voor ondiepe geothermie – particuliere installaties	48
Tabel 20: Aftopwaarden voor de inschatting van het realistisch potentieel uit ondiepe geothermie	49
Tabel 21: Overzicht industriële puntbronnen Vlaams-Brabant met het al dan niet aanwezig zijn van een potentieel restwarmteaanbod	53
Tabel 22: Inschatting riothermiepotentieel per rioolwaterzuiveringsstation	55
Tabel 23: Lengte van verschillende types van riolering in de provincie	56
Tabel 24: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium "impact op infrastructuur"	64
Tabel 25: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium "impact op milieu"	64
Tabel 26: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium "maatschappelijk draagvlak"	65
Tabel 27: Aantal stakeholders met als antwoord "ja", "neen" of blanco	65
Tabel 28: Van gemiddelde score per technologievorm naar haalbaarheidsparameter Ht	67
Tabel 29: Gewichten op basis van de relevantie van elk criterium	67
Tabel 30: Haalbaarheidsparameter voor verschillende aannames over criteria die wel/niet meegenomen worden en gewichten per criteria	68
Tabel 31: Voorbeelden uitrekening utiliteit voor locatie x	70
Tabel 32: Scenarioparameters voor zonne-energie	72
Tabel 33: Potentieel zonne-energie per scenario in cijfers	73
Tabel 34: Scenarioparameters voor grootschalige windenergie	74
Tabel 35: Potentieel grootschalige windenergie per scenario in cijfers	82

Tabel 36: Scenarioparameters voor middenschalige windenergie _____	83
Tabel 37: potentieel middenschalige windenergie per scenario in cijfers _____	85
Tabel 38: Scenarioparameters voor water _____	86
Tabel 39: Potentieel waterkracht per scenario in cijfers _____	87
Tabel 40: Scenarioparameters voor biomassa _____	87
Tabel 41: (Elektrisch) potentieel biomassa per scenario in cijfers _____	89
Tabel 42: (Thermisch) potentieel biomassa per scenario in cijfers _____	90
Tabel 43: Scenarioparameters voor ondiepe geothermie _____	91
Tabel 44: Potentieel ondiepe geothermie per scenario in cijfers _____	92
Tabel 45: Scenarioparameters voor restwarmte _____	93
Tabel 46: Potentieel restwarmte per scenario in cijfers _____	94
Tabel 47: Scenarioparameters voor riothermie _____	94
Tabel 48: Potentieel riothermie per scenario in cijfers _____	95
Tabel 49: Overzicht elektrisch potentieel per technologie, per scenario _____	97
Tabel 50: Overzicht thermisch potentieel per technologie, per scenario _____	98
Tabel 51: Inschatting potentieel hernieuwbare energie in Klimaatstudie Vlaams-Brabant _____	102
Tabel 52: Inschatting potentieel hernieuwbare energie in voorliggende studie Energiekansenkaarten _____	102
Tabel 53: Confrontatie potentieelinschatting tussen Klimaatstudie en Energiekansenkaarten _____	102
Tabel 54: Aangroei in functie van de ecoregio (m ³ /ha/jaar) _____	143
Tabel 55: Watergehalte in functie van droogperiode _____	145
Tabel 56: CO ₂ -emissiefactor voor warmte en elektriciteit _____	150

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Voorbeeld uit de Dynamische EnergieAtlas: locaties voor productie van windenergie in Vlaanderen op basis van de geldende beleidsbrieven.	5
Figuur 2: Drie taakpakketten	6
Figuur 3: Schematisch overzicht van de drie fasen - van theoretisch naar gedragen potentieel	7
Figuur 4: Schematisch overzicht van de drie fasen – van een theoretisch naar gedragen potentieel	8
Figuur 5: Vermogen aan PV panelen (< 10 kW), uitgedrukt in kW per 50x50m rastercel.	10
Figuur 6: Zonnepark op voormalig terrein hinderlijke industrie in Schaffen	11
Figuur 7: Geografische spreiding van de huidige elektriciteitsproductie door PV	13
Figuur 8: Windturbines langs E314 in Diest-Bekkevoort (bron: Aspiravi)	13
Figuur 9: Ruimtelijke variatie in gemiddeld aantal vollasturen, herschaald volgens windsnelheid (op basis van: windpotentiekaart Vlaanderen (European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and transport, Renewable Energy Unit))	14
Figuur 10: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door grootschalige windturbines	15
Figuur 11: Kleine windturbine in Wolvertem (Bron: Windmolensite)	16
Figuur 12: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door kleinschalige wind	17
Figuur 13: Celismolen in Hoegaarden (Bron: ArcheoNet Vlaanderen)	18
Figuur 14: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door kleine waterkracht.	19
Figuur 15: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door biomassa-installaties.	21
Figuur 16: Geografische spreiding van de jaarlijkse warmteproductie door biomassa-installaties.	22
Figuur 17: Geografische spreiding van de jaarlijkse warmteproductie door ondiepe geothermische energiesystemen.	24
Figuur 18: Geografische spreiding van de huidige hernieuwbare elektriciteitsproductie in Vlaams-Brabant	27
Figuur 19: Geografische spreiding van de huidige hernieuwbare warmteproductie in Vlaams-Brabant	27
Figuur 20: Schematisch overzicht van de drie fasen – van theoretisch naar gedragen potentieel	29
Figuur 21: Dialoogvenster uit de Dynamische EnergieAtlas voor het berekenen van een energiekansenkaart voor windturbines. Ruimtelijke randvoorwaarden kunnen eenvoudig worden aan- of uitgezet door ze aan te vinken.	30
Figuur 22: De 5 Intercommunales van Vlaams-Brabant voor afvalverwerking (links) en de GFT-hoeveelheden per gemeente (rechts).	39
Figuur 23: Aandeel maïsareaal in een omgeving met een straal van 15km	43
Figuur 24: Verstedelijkingsgraad Vlaanderen	49
Figuur 25: Gebied dat in aanmerking komt voor diepe geothermie in Vlaanderen.	50
Figuur 26: Ligging van de vier niet-WKK-groenestroominstallaties	52
Figuur 27: Restwarmte van industriële puntbronnen	54
Figuur 28: Inschatting potentieel riothermie ter hoogte van de uitlaten van de RWZI's	57
Figuur 29: Schematisch overzicht van de drie fasen – van theoretisch naar gedragen potentieel	58
Figuur 30: Beoordelingskader multi-criteria analyse	59
Figuur 31: Score per technologievorm en criterium door VITO-experten	60
Figuur 32: Verdeling stakeholders naar vertegenwoordiging per hernieuwbare technologievorm	61
Figuur 33: Aantal stakeholders dat criterium evalueren als relevant, heel relevant of verwaarloosbaar (excl. 5 stakeholders met onvolledige evaluatie)	62
Figuur 34: Totaal score voor relevantie per criterium (HR= 2; R= 1; V= 0)	63

Figuur 35: Vergelijking tussen scorekaart stakeholders en VITO-experten (rood gemarkeerde scores wijken af)	66
Figuur 36: Marginale utiliteitscurve	70
Figuur 37: Potentieel zonne-energie per scenario op kaart	73
Figuur 38: General Chart for Obstacle Evaluation (GCFOE) versie 2013	77
Figuur 39: Locatie van de beschermingszones van Defensie en de locatie van huidige gebouwde en vergunde (maar nog niet gebouwde) windmolens	78
Figuur 40: Locatie van de beschermingszones van Belgocontrol en de locatie van huidige gebouwde en vergunde (maar nog niet gebouwde) windmolens	78
Figuur 41: Inplanting windturbines volgens het Technisch scenario	79
Figuur 42: Inplanting windturbines volgens het Vlaams scenario	79
Figuur 43: Inplanting windturbines volgens het Vlaams-Brabant scenario	80
Figuur 44: Inplanting windturbines volgens extra oefening Vlaams Brabant plus scenario	81
Figuur 45: Potentieel grootschalige windenergie per scenario op kaart	82
Figuur 46: Potentieel middenschallige windenergie per scenario op kaart	85
Figuur 47: Potentieel waterkracht per scenario op kaart	86
Figuur 48: Resultaat inplantingstool biomassaverwerkingsinstallaties voor het Vlaams-Brabant scenario	88
Figuur 49: (Elektrisch) potentieel biomassa per scenario op kaart	89
Figuur 50: (Thermisch) potentieel biomassa per scenario op kaart	90
Figuur 51: Potentieel ondiepe geothermie per scenario op kaart	92
Figuur 52: Potentieel restwarmte per scenario op kaart	94
Figuur 53: Potentieel riothermie per scenario op kaart	95
Figuur 54: Synthesekaarten elektrisch potentieel per scenario	98
Figuur 55: Synthesekaarten thermisch potentieel per scenario	99
Figuur 56: Synthesekaart elektrisch potentieel scenario Vlaams-Brabant	100
Figuur 57: Synthesekaart thermisch potentieel Vlaams-Brabant	100
Figuur 58: Indeling GFT- en groengemeenten in Vlaanderen (OVAM, 2008)	134
Figuur 59: Ecoregio-kaart	142
Figuur 60: Overzicht van de ecoregio's in Vlaams-Brabant	144
Figuur 61: Stookwaarde in functie van het watergehalte	145
Figuur 62: Nieuw geïnstalleerde capaciteit windturbines, per vermogensklasse	149
Figuur 63: "Levelised cost" per technologievorm in euro per ton vermeden CO ₂	150
Figuur 64: Rangschikking technologievormen voor criterium kosteneffectiviteit (1=hoogste euro per ton vermeden CO ₂ ; 5= laagste euro per ton vermeden CO ₂)	151
Figuur 65: Vergelijking score voor criterium impact op ruimtegebruik inclusief en exclusief ruimtebeslag input stromen	152
Figuur 66: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op ruimtegebruik (incl. maïsteelt)(1= grootste impact op ruimtegebruik; 5= laagste impact op ruimtegebruik)	152
Figuur 67: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op infrastructuur (1= grootste impact op infrastructuur; 5= laagste impact op infrastructuur)	154
Figuur 68: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op milieu (1= grootste impact op milieu; 5= laagste impact op milieu)	155
Figuur 69: Rangschikking technologievormen voor criterium maatschappelijk draagvlak (1= beperkt maatschappelijk draagvlak; 5= groot maatschappelijk draagvlak)	156

LIJST VAN AFKORTINGEN

BEO	Boorgat Energie-Opslag
GFT	Groente-, Fruit- en Tuinafval
GSC	GroeneStroomCertificaten
KWO	Koude-WarmteOpslag
OVAM	Openbare Afvalstoffenmaatschappij
PV	Fotovoltaïsch paneel
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VEA	Vlaams EnergieAgentschap
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
WKK	WarmteKrachtKoppeling

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. AANLEIDING VOOR EN DOEL VAN DEZE STUDIE

De aanleiding van de studie is het voornemen van de Provincie Vlaams-Brabant om, samen met 56 Vlaams-Brabantse gemeenten, werk te maken van zijn klimaatbeleid. Momenteel bestaat er een hiaat in het provinciaal ruimtelijk structuurplan met betrekking tot de ruimte voor hernieuwbare energie en een klimaatneutrale ontwikkeling van de provincie. Om deze maatschappelijke uitdaging aan te gaan moet deze hiaat opgevuld worden en wordt dus ondermeer deze studie opgestart die het materiaal en kennis moet aanleveren om de mogelijkheden in kaart te brengen (letterlijk) die de Provincie Vlaams-Brabant heeft met betrekking tot het opwekken en gebruiken van hernieuwbare energie. De fysische geschiktheid van de ruimte, de compatibiliteit met het al aanwezige ruimtegebruik, en de maatschappelijke wensen en gevoeligheden m.b.t. de verschillende vormen van hernieuwbare energie zijn hierbij aan de orde.

Het doel van de studie betreft het opstellen van kansenskaarten voor de verschillende vormen van hernieuwbare energie op het grondgebied van de provincie Vlaams-Brabant. Volgens de definitie van de Provincie geeft een energiekanskaart *de potentiële mogelijkheden en kansrijke locaties weer van een hernieuwbare energievorm. Hierbij wordt rekening gehouden met criteria zoals fysische mogelijkheden, de rendabiliteit, potenties tot het aansluiten op het net, ...*

De aandacht gaat naar de bestaande opwekking van hernieuwbare energie per vorm en ook naar de potentie voor diezelfde vormen. Aangaande de (technische) potenties wenst de Provincie dat ze afgetoetst worden aan ruimtelijke en maatschappelijke voorwaarden die gesteld worden per energiebron, en, dat deze laatste een duidelijke relatie vertonen met de scenario-analyse die uitgevoerd wordt in het kader van het provinciaal klimaatbeleidsplan.

De eindproducten van deze studie zijn drie types onderling sterk gelieerde producten waarvan de genoemde energiekansenskaarten er één zijn. Er is sprake van:

- Energiekansenskaarten
- Energieatlas
- Een instrument voor evaluatie en monitoring

→ **Energiekansenskaarten**

Voor de volgende hernieuwbare energievormen wordt een kanskaart opgesteld:

- Zon: PV > 10 kW en PV ≤ 10 kW
- Wind: groot- en kleinschalig
- Waterkracht
- Biomassa: groot- en kleinschalig
- Geothermie
- Restwarmte
- Riothermie

→ *Energieatlas*

De Energieatlas bundelt de verschillende energiekansenkaartlagen. De atlas, meer dan de individuele kaarten, biedt de mogelijkheid om per deelgebied inschattingen te maken van de mogelijkheden voor het opwekken van hernieuwbare energie: meest geschikte technologie per plek, onderlinge compatibiliteit en complementariteit, beperkende randvoorwaarden van technische, ruimtelijke, juridische of maatschappelijke aard, etc. De Energieatlas kan ook een licht werpen op de wijze waarop het bestaand wetgevend kader moet worden aangepast indien men bepaalde ontwikkelingen wenst te faciliteren of af te remmen. Tevens toont de atlas of en waar zich technische en maatschappelijke knelpunten voordoen waardoor bepaalde energievormen moeizaam tot realisatie geraken.

De Energieatlas bevat de informatie die als wervend element inzetbaar is, is gebruiksvriendelijk, en is beheerbaar door de provincie Vlaams-Brabant. Zijn inhoud kan geïntegreerd worden in de geoloketten van de provincie.

→ *Instrument voor evaluatie en monitoring*

De energiekansenkaarten en de Energieatlas moeten op een zodanige manier in te zetten zijn dat een instrument ontstaat dat de mogelijkheid biedt om de impact van bepaalde beleidskeuzes op de potenties te kunnen evalueren en te monitoren. De studie zelf levert dus een nulmeting, en, het kaartmateriaal moet na afloop aangevuld en vernieuwd kunnen worden zodat er in de toekomst door de provincie Vlaams-Brabant zelf een nieuwe meting mogelijk is.

De opdracht wordt uitgevoerd in 3 fasen, beginnend met (fase 1) het inventariseren, verzamelen en karteren van de bestaande vormen van hernieuwbare energie en hun bijdrage aan de totale energieproductie in Vlaams-Brabant. Vervolgens worden (fase 2) de voorlopig onontgonnen potenties voor hernieuwbare energie geschat en in kaart gebracht, en, tenslotte (fase 3) worden de huidige ruimtelijke en maatschappelijke randvoorwaarden die voor elke energiebron specifiek spelen nader bekeken in overleg met de belanghebbenden. De mogelijke potenties worden getoetst aan de scenario-analyse uit het klimaatbeleidsplan opgesteld door de Provincie Vlaams-Brabant. Een wisselwerking tussen de ruimtelijke omgevingsrandfactoren en de scenario-werking moet dus mogelijk zijn. De doelstellingen uit de scenario-analyse kunnen een invloed hebben op de randvoorwaarden die gesteld worden voor de productie van de verschillende energievormen en de keuzes die hieromtrent gemaakt worden. Het wensbeeld dat hieruit voortvloeit moet ook afgetoetst worden t.o.v. het bestaande instrumentarium en wetgevend kader. Dit kan ertoe leiden dat initiatieven moeten genomen worden met het oog op het wijzigen van het kader of het instrumentarium.

Als conclusie van de werkzaamheden in de derde fase worden de verschillende potenties van de verschillende energiebronnen samengebracht in één duidelijk kaartbeeld. Deze kunnen in vervolgprojecten aanleiding zijn tot een daadwerkelijke realisatie.

1.2. VITO'S VISIE OP DEZE STUDIE

Op zich kan aan de doelstellingen van deze studie voldaan worden door het aanmaken en opleveren van een set GIS-kaartlagen gebundeld in een atlas die op een **statische** wijze een beeld schetsen van de bestaande hernieuwbare energieproductie enerzijds en de mogelijkheden voor bijkomende productie anderzijds. Dit kan aanleiding zijn tot een instrument voor ruimtelijke analyse en een wervend product om belanghebbenden te benaderen. Maar, de ervaring van VITO uit eerder uitgevoerde opdrachten van hetzelfde type, waaronder het afbakenen van

(hernieuwbare) Energielandschappen voor Ruimte Vlaanderen, het inschatten van de Onthaalcapaciteit voor de onderstations van Elia, de ontwikkeling van de Windkaart Limburg, discussies met betrekking tot de Energiekaart Limburg, en, de Energieatlas voor Vlaamse steden in het kader van het EU-project Step-up, heeft het inzicht bijgebracht dat de statische aanpak te weinig beantwoordt aan de echte behoeften van beleidsmakers, met name in het beleidsdomein ruimtelijke ordening. De statische GIS-kaartlagen geven een momentopname, maar verouderen te snel en ontberen de noodzakelijke flexibiliteit om ruimtelijke voorschriften en instrumenten op hun effecten te evalueren. Beleidsmakers zijn naar onze ondervinding veel beter gediend met een **Dynamische** Energiekansenkaart of **Dynamische EnergieAtlas** waarin ze op een interactieve en flexibele wijze kunnen werken en experimenteren met de verschillende ruimtelijke, maatschappelijke en technologische aspecten die bepalend zijn voor de productie van hernieuwbare energie. Op die wijze kunnen ze een beleid uittekenen dat robuust is voor de uitdagingen en de veranderingen van de toekomst.

In de uiteenzetting van de methodologie die VITO toepast (zie HOOFDSTUK 2) is bijgevolg te lezen dat een kwantitatief GIS-gebaseerd model wordt ontwikkeld waarin voor elke energievorm, maar ook de combinatie van energievormen, op een gebruiksvriendelijke wijze gewerkt kan worden aan, en geëxperimenteerd kan worden met, diverse vormen van ruimtelijke en maatschappelijke randvoorwaarden, die al dan niet door het beleid (mede)bepaald kunnen worden. Hetzelfde geldt voor de technische coëfficiënten die momenteel gelden voor de gekende technologieën, maar, die nog erg snel evolueren. Het model krijgt in deze tekst de naam '**Dynamische EnergieAtlas**'.

VITO heeft dit model al ontwikkeld in eigen beheer en in de context van eerdere opdrachten. Het vindt zijn oorsprong in de ruimtelijke emissiemodellering en is er gekend onder de naam WEISS¹. Dit is ogenschijnlijk een totaal ander toepassingsdomein, maar, de noodzakelijke GIS-gerelateerde technieken zijn dezelfde. Als onderdeel van deze opdracht wordt het instrument overgedragen aan de Provincie Vlaams-Brabant zonder bijkomende kosten. De in- en uitvoer van het model zijn conform de verwachtingen en specificaties van de Provincie Vlaams-Brabant en zullen dus de energiekansenkaarten en Energieatlas opleveren zoals het werd voorgeschreven in het bestek en in een formaat dat compatibel is met ArcGIS. Maar daarenboven biedt het model tal van bijkomende analytische mogelijkheden en levert het resultaten in de vorm van tabellen en grafieken volgens de instellingen van de gebruiker. Het zal in het bijzonder goed inzetbaar zijn voor de ondersteuning van scenario-analyses, wat-als-analyses, en, het opvolgen en analyseren van de ontwikkeling van de productie van hernieuwbare energie in de nabije toekomst. Het is dus als geen ander nuttig voor de analyses van de fase 3 en vormt bij uitstek het instrument voor evaluatie en monitoring dat gewenst wordt door de Provincie.

¹ Voor meer informatie over WEISS verwijzen we naar de webpagina: <http://weiss.vmm.be/nederlands>

HOOFDSTUK 2. ALGEMENE METHODOLOGIE

2.1. INSTRUMENT: DYNAMISCHE ENERGIEATLAS

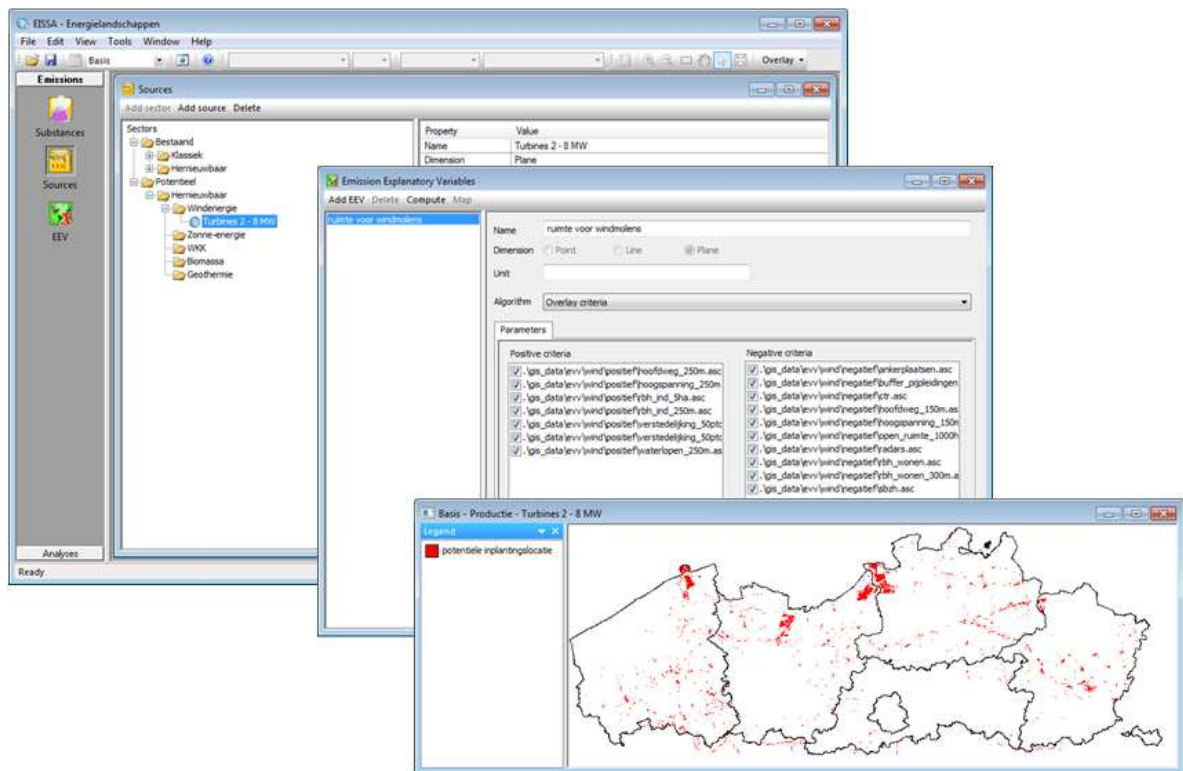
Voor deze opdracht zal het instrument de '**Dynamische EnergieAtlas**', ontwikkeld door VITO voor ondermeer de afbakening van energielandschappen voor het Departement Ruimte Vlaanderen, ingezet worden. Met de Dynamische EnergieAtlas wordt op een ruimtelijk expliciete manier de huidige en potentiële productie van hernieuwbare energie in Vlaams-Brabant in kaart gebracht en kunnen energiekansenkaarten geproduceerd worden per technologievorm. Het instrument laat ook toe om somkaarten te maken waarin de geografische verdeling van de over verschillende of alle technologieën geaggregeerde energieproductie wordt weergegeven.

De Dynamische EnergieAtlas is naast een inventarisatie- en analyse-instrument bovenal een beleidsondersteunend systeem dat bijzonder geschikt is voor de verkenning van het potentieel voor de verschillende hernieuwbare energievormen. De resultaten zijn niet statisch maar wel dynamisch in de zin dat het instrument toelaat om zelf alternatieve sets van (technische, ruimtelijke, maatschappelijke, ...) randvoorwaarden in te voeren en daarvan de resultaten te vergelijken, met het oog op het vormgeven en bijsturen van ruimtelijk-, energie- en klimaatbeleid. De Dynamische EnergieAtlas bestaat dus naast GIS-kaarten (rastergebaseerd) ook uit interactief aanpasbare technische coëfficiënten en uitvoer in de vorm van tabellen en grafieken. De Provincie Vlaams-Brabant kan zelfstandig met het instrument aan de slag, kan coëfficiënten instellen, kaarten in- en uitvoeren, kaarten vergelijken, en de data aanvullen of vernieuwen.

De aanpak is dus geparameteriseerd, in die zin dat varianten gemakkelijk door te rekenen zijn en de gevoeligheid van de uitkomst t.o.v. gemaakte keuzes gemakkelijk gekwantificeerd en gevisualiseerd kan worden. Zo kan men, bijvoorbeeld, experimenteren met evoluties in de efficiëntie van een technologie, zoals: kiezen voor windturbines van 5MW in plaats van 3MW. Dit kan misschien meer vermogen opleveren, maar vergt ook meer ruimte per windmolen binnen de geschikte ruimtes in Vlaams-Brabant. De Dynamische EnergieAtlas laat toe om deze verschillen te berekenen en te visualiseren op kaart om de beste beleidskeuzes te kunnen maken. Op dezelfde wijze laat de aanpak toe om al dan niet rekening te houden met specifieke (ruimtelijke) randvoorwaarden die gelden als beperkende (negatieve) of faciliterende (positieve) ruimtelijke kenmerken. Zo kunnen, bijvoorbeeld, onderdelen van het huidige ruimtelijke beleid (vb. HAG, VEN, stedelijke gebieden, ..., voorwaarden uit beleidsbrieven) aan- of uitgezet worden in de analyse. Als maatschappelijke randvoorwaarde denken we, bijvoorbeeld, aan het vergroten of verkleinen van het huidige buffergebied van 350m rondom woningen voor de inplanting van windmolens. Met de Dynamische EnergieAtlas kan men dan snel een indruk krijgen van de impact van deze wijziging op het potentieel aan winenergie. Het is noodzakelijk voor dit laatste type van analyse dat de randvoorwaarden cartografisch uit te drukken zijn en als kaartlagen in de Dynamische EnergieAtlas ingevoerd kunnen worden.

De Dynamische EnergieAtlas beschikt over een ingebouwde eenvoudige GIS-functionaliteit om de cartografische uitvoer naar wens van de gebruiker aan te passen (kleurenpalet, legenda, overdruk met informatieve kaartlagen, zoals administratieve grenzen en het wegennetwerk). Het instrument is bovendien uitgerust met een gebruiksvriendelijke interface die toelaat om aan de hand van dialoogvensters en tabellen de nodige invoer te leveren, en/of de uitvoer af te lezen. De kaarten kunnen geëxporteerd worden naar een GIS-systeem in het Arc ASCII formaat voor verdere verwerking, en, de tabellen zijn MS Excel compatibel. Kaarten en tabellen zijn ook met eenvoudige

copy-and-paste-operaties uit het instrument over te brengen naar MS Word of andere documenten.



Figuur 1: Voorbeeld uit de Dynamische EnergieAtlas: locaties voor productie van windenergie in Vlaanderen op basis van de geldende beleidsbrieven.

De invoer van de Dynamische EnergieAtlas bestaat uit GIS-kaarten in vector formaat (.SHP) met bijbehorende attributentabellen of rasterformaat (Arc ASCII). Een belangrijk deel van deze kaarten zijn op zich reeds de Energiekansenkaarten. Dit is vooral het geval voor de bestaande productie (bijvoorbeeld de locatie van PV met een vermogen groter dan 10kW). Andere kaartlagen omvatten de relevante beperkende of faciliterende (ruimtelijke) randvoorwaarden die bepalen waar energieproductie per vorm gerealiseerd kan worden (bijvoorbeeld de locatie van de radars van Defensie). VITO levert deze kaarten aan (binnen de randvoorwaarden gesteld door de data-leverancier m.b.t. confidentialiteit), in hun oorspronkelijk GIS-formaat, maar ook als onderdeel van de Dynamische EnergieAtlas. Naast kaarten bestaat de invoer uit technische coëfficiënten die in deze studie tot stand komen en/of uit voorgaande studies worden overgenomen.

De ruimtelijke analyse wordt uitgevoerd op basis van raster(kaart)bestanden en op een resolutie van 0,25 ha (rastercellen van 50x50m). Een rasterverwerking leent zich veel beter tot dit type modelmatige en exploratieve analyse. De verwerkingssnelheid is veel hoger en geschikt voor het interactieve gebruik. De resolutie van 50m is een resolutie die past bij de bottom-up aanpak (3.2) die voorgesteld wordt en waarbij gewerkt wordt met ruimtelijke allocatie-algoritmes, geaggregeerde data en/of met gemiddelden. Een hogere resolutie zou een vals beeld geven van detail dat niet onderbouwd kan worden op basis van de beschikbare informatie en kennis. Bovendien is 50m een afstandsmaat die vaak gebruikt wordt in wetgevend kader (afbakenen van bufferzones waarbinnen bepaalde activiteiten bevoordeeld of net niet toegelaten worden).

De kaarten in het instrument zijn dus allemaal rasterkaarten op een resolutie van 0,25ha. De celwaarden kunnen met behulp van de Dynamische EnergieAtlas geaggregeerd worden tot grotere ruimtelijke eenheden. Het is de gebruiker zelf die de indeling bepaalt die hem/haar interesseert en de bijbehorende choropletenkaart maakt. Standaard levert VITO de afbakening van administratieve entiteiten voor dit doel: Vlaams-Brabant in zijn geheel, arrondissementen, gemeenten, stadsgewesten en statistische sectoren. Daarnaast zijn andere gebiedsindelingen mogelijk. Voorbeelden zijn: wijken, landbouwstreken, deelbekkens VHA, morfologische entiteiten, etc. De Provincie Vlaams-Brabant kan deze eenvoudig zelf invoeren (of overmaken aan VITO voor invoer) op basis van een vectorbestand met de gewenste begrenzing. De wens vanwege de Provincie Vlaams-Brabant om resultaten op niveau van de wijken (= statistische sector) te aggregeren en op kaart weer te geven is hiermee verzekerd. Meer, de Provincie kan zelf kiezen voor het aggregatieniveau dat het beste past in elke analyse.

De Dynamische EnergieAtlas werkt stand alone op elke PC die voldoende opslag- en rekencapaciteit heeft (afhankelijk van de precieze inhoud minimaal een tiental gigabytes).

2.2. DRIE FASEN, DRIE TAAKPAKKETTEN

Voor de uitwerking van de 'Energiekansenkaarten- en atlas Vlaams-Brabant' wordt een algemene methodologie ontwikkeld en toegepast voor de ruimtelijke allocatie van de hernieuwbare energieproductie (zon, wind, waterkracht, biomassa, geothermie, restwarmte en riothermie), bestaande toestand (fase 1) maar ook het bijkomende potentieel (fase 2 en fase 3).

De drie fasen worden in de studie uitgewerkt in drie taakpakketten. De output per taak kan als volgt schematisch worden weergegeven.



Figuur 2: Drie taakpakketten

In fase 1 geven we een zo nauwkeurig mogelijke inschatting en cartografische weergave van de huidige hernieuwbare energieproductie in de Provincie Vlaams-Brabant. Voor elke hernieuwbare energievorm wordt nagegaan waar in de Provincie al energie wordt opgewekt en over hoeveel (installaties en productie) het gaat. De lokale productie van groene stroom wordt tevens vergeleken met de totale elektriciteitsproductie op het grondgebied van de provincie.

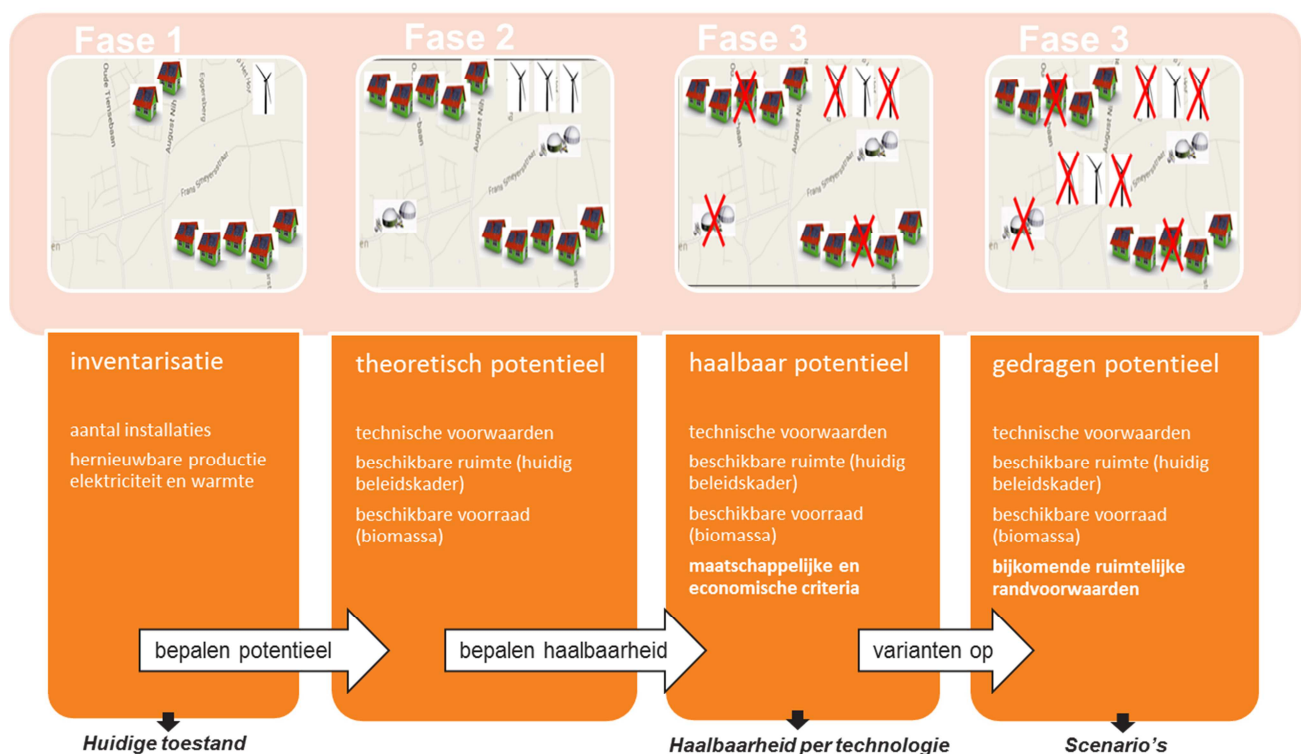
Het technologisch potentieel (fase 2) betreft een theoretisch maximum dat te realiseren is binnen de gestelde technische randvoorwaarden van de technologie, de beschikbare ruimte (bestaand

ruimtelijk beleidskader) en beschikbare voorraad (biomassa) maar dat niet noodzakelijk gerealiseerd wordt omwille van onduidelijke economische haalbaarheid of ongunstige kosten-baten-afwegingen, noch te verkiezen valt omwille van nefaste sociale- of milieu-effecten.

Om een meer realistische inschatting van het potentieel aan hernieuwbare energie te kunnen maken, is het belangrijk om ook rekening te houden met de economische en maatschappelijke haalbaarheid van de technologie. Hiertoe onderwerpen we in fase 3 het technisch potentieel per technologie aan een multi-criteria afweging. De totaalscore per technologie resulteert in een haalbaarheidsparameter H_t die we in de Dynamische EnergieAtlas kunnen instellen per hernieuwbare energietechnologie.

Vervolgens stellen we 3 scenario's of varianten voor met een gedragen potentieel aan hernieuwbare energieproductie voor de provincie Vlaams-Brabant. Bij de definitie van deze scenario's worden de technologische potenties van de verschillende hernieuwbare energiebronnen herbekeken en afgewogen op basis van maatschappelijke randvoorwaarden en ruimtelijke randvoorwaarden. Varianten kunnen doorgerekend en gevisualiseerd worden met de Dynamische EnergieAtlas door :

- positieve en negatieve aanknopingspunten aan of uit te zetten, aan te vullen met nieuwe randvoorwaarden, of een verschillende invulling te geven per deelgebied;
- andere scores en gewichten in te stellen voor de bepaling van de haalbaarheidsparameter;
- technische parameters van de technologieën aan te passen in functie van technologische evolutie, zoals bijvoorbeeld varianten van vermogen of productie van een technologie.



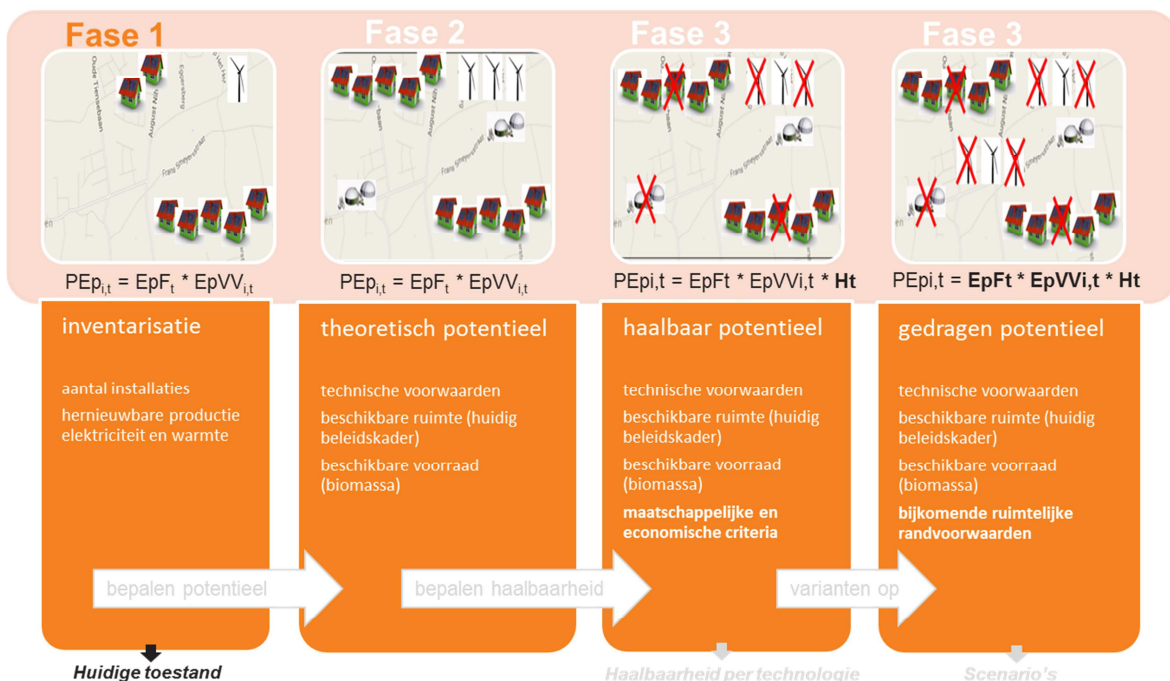
Figuur 3: Schematisch overzicht van de drie fasen - van theoretisch naar gedragen potentieel

In de volgende hoofdstukken worden de werkzaamheden die uitgevoerd werden in elke taak of fase van de studie uitvoerig toegelicht.

HOOFDSTUK 3. FASE 1 - INVENTARISATIEFASE

3.1. DOELSTELLING

Dit hoofdstuk beschrijft de werkzaamheden uitgevoerd voor een zo nauwkeurig mogelijke inschatting en cartografische weergave van de al aanwezige projecten van hernieuwbare energieproductie in de Provincie Vlaams-Brabant. Voor elke hernieuwbare energievorm wordt nagegaan waar in de Provincie al energie wordt opgewekt en over hoeveel (installaties en productie) het gaat, ook gesteld ten opzichte van de totale energieproductie. Zowel het vermogen als de feitelijke energieproductie kunnen in de Dynamische EnergieAtlas geraadpleegd worden.



Figuur 4: Schematisch overzicht van de drie fasen – van een theoretisch naar gedragen potentieel

3.2. BEGRIPPENKADER

We maken een onderscheid tussen puntbronnen en diffuse bronnen.

Puntbronnen

Puntbronnen zijn installaties waarvan de exacte locatie gekend is aan de hand van (x,y)-coördinaten en waarvan ook de hoeveelheid geproduceerde energie gekend is. We denken hierbij aan de grotere productie-eenheden van elektriciteit op basis van hernieuwbare energie: windturbines en PV-installaties (> 10 kW). Ook de ligging en productie van grotere biomassa-installaties zijn gekend. Op voorwaarde dat de gegevens beschikbaar zijn en niet onderhevig zijn aan confidentialiteit, is het op kaart zetten van de puntbronnen bijgevolg een eenduidige en redelijk eenvoudige

aangelegenheid: ze kunnen gemakkelijk aangeleverd worden als een GIS-bestand en opgenomen worden als een kaartlaag in de Dynamische EnergieAtlas.

Diffuse bronnen

De locatie van kleinere installaties voor het opwekken van energie is veel minder gekend, vaak omwille van confidentialiteit of omdat er gewoon geen systematische registratie of rapportage gebeurt. Deze kleinere installaties beschouwen we daarom als *diffuse bronnen*. Voor hun verwerking gaan we noodgedwongen uit van een zo nauwkeurig mogelijke spreiding van de installaties en een gemiddelde productie per installatie, al dan niet onderverdeeld naar types. De Dynamische EnergieAtlas laat toe om deze diffuse bronnen zo nauwkeurig mogelijk cartografisch weer te geven, hierbij gebruik makend van een groot aanbod aan ruimtelijke algoritmen, intrinsiek aanwezig in het instrument. De keuze voor het ruimtelijk algoritme wordt bepaald door het type van informatie dat aanwezig is om deze energievorm ruimtelijk te kwantificeren. Een gelijkaardige verwerking in zelfs de meest geavanceerde commerciële GIS-omgeving, zoals ArcGIS is vaak complex en bijzonder tijdrovend.

Algemeen geldt de rekenregel voor de diffuse bestaande (b) energieproductie:

$$GEb_{i,t} = EbF_t * EbVV_{i,t}$$

Met:

$GEb_{i,t}$ **Geschatte bestaande Energieproductie** door de technologie t in de locatie i (in kWh)

EbF_t **Energieproductie Factor** geldende voor de specifieke, bestaande technologie t . Deze drukt de energieproductie uit per eenheid van $EbVV_{i,t}$. De Energieproductie Factor kan variëren van één enkel kengetal voor het studiegebied tot een regio-afhankelijke parameter die aan de hand van een kaart in de atlas wordt toegevoegd. Het laatste, een kaart, zou bijvoorbeeld van toepassing kunnen zijn voor de inschatting van de productie van zonne-energie, waarbij de geografische locatie sterk bepalend is voor de gemiddelde bezonning en dus ook de resulterende productie. Wanneer dergelijke kaarten beschikbaar zijn, dan verkiezen we deze ruimtelijk gedifferentieerde aanpak boven het gebruik van één kengetal.

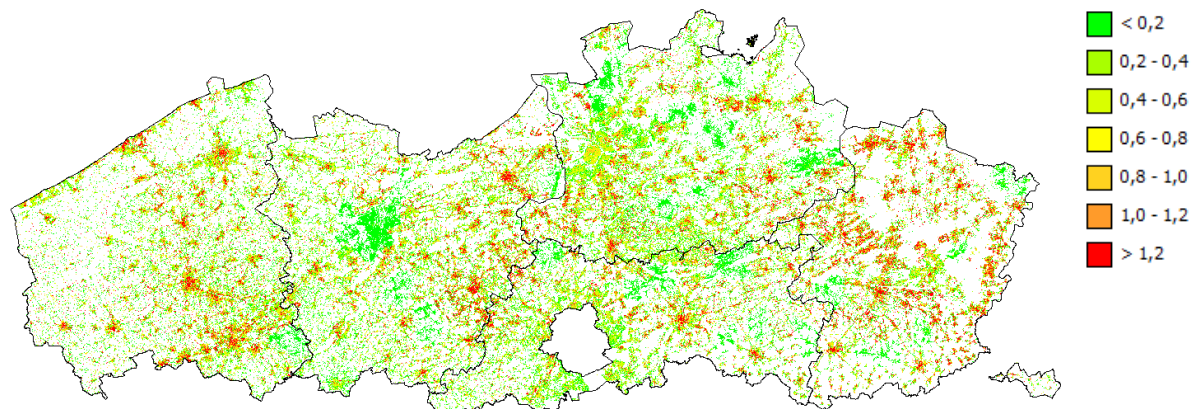
$EbVV_{i,t}$ **Energieproductie Verklarende Variabele** voor de technologie t in elke locatie i . Deze geeft zo nauwkeurig mogelijk de bestaande spreiding van de technologie t in Vlaams-Brabant en is, bijvoorbeeld, een spreidingskaart van het aantal vierkante meter zonnepanelen op de daken.

Deze rekenregel is eveneens toepasbaar voor puntbronnen. In onderhevig geval bevat de Energieproductie Verklarende Variabele ($EbVV_{i,t}$) de exacte locatie en het vermogen/ de productie van elke installatie, en, wordt de Energieproductiefactor (EbF_t) gelijkgesteld aan 1.

Voor de diffuse bronnen van energieproductie is een bottom-up aanpak aangewezen, maar de Dynamische EnergieAtlas laat ook toe om top-down de energieproductie te spreiden. We illustreren beide benaderingen en de rekenregel met een concreet voorbeeld van elk:

- **Top down:** Hierbij vertrekt men van een gekend productietotaal ($GEb_{i,t}$) voor een grotere ruimtelijke eenheid en tracht men dit zo nauwkeurig mogelijk te spreiden in de ruimte. Bijvoorbeeld, de totale energieproductie afkomstig van kleinere PV-installaties is gekend op gemeentelijk niveau. De exacte locatie van deze PV-installaties is echter niet gekend. We benaderen deze locaties door de beschikbare dakoppervlakte per 50x50m rastercel op kaart te zetten ($EbVV_{i,t}$). Het gemeentelijk totaal wordt dan proportioneel verdeeld op basis van deze dakoppervlakte. Een illustratie hiervan is de kaart voor gans Vlaanderen die werd

opgemaakt in het kader van de opdracht Energielandschappen voor het Departement Ruimte Vlaanderen (Zie Figuur 5).



Figuur 5: Vermogen aan PV panelen (< 10 kW), uitgedrukt in kW per 50x50m rastercel.

- *Bottom up*: Hierbij vertrekt men van een zo nauwkeurig mogelijke ruimtelijke locatie van de installaties (de $EbVV_{i,t}$) en past men een productiecoëfficiënt (de EbF_t) toe per installaties om het totaal aan productie te berekenen ($GEb_{i,t}$). Dit kan gaan om het aantal kleinschalige windmolens, watermolens, etc. per 50x50m rastercel. In dit geval wordt een gemiddelde hoeveelheid energieproductie vooropgesteld per type installatie. Dit is de Energieproductie Factor (in kWh). Dit kan één kengetal zijn per type technologie voor de ganse provincie. Indien ruimtelijke verschillen in energieproductie voor éénzelfde type installatie binnen de provincie aan de orde zijn, dan kan dit evenzeer geïmplementeerd worden in de Dynamische EnergieAtlas. We denken hier bijvoorbeeld aan de variatie in gemiddelde windsnelheden in de provincie.

3.3. ZON

3.3.1. AANPAK

De meest gebruikte toepassing van zonne-energie zijn zonnepanelen met fotonvoltaïsche cellen (PV) waarmee zonne-energie rechtstreeks wordt omgezet in stroom. Daarnaast kan zonlicht ook omgezet worden in warmte of thermische zonne-energie via zonneboilers of zonnecollectoren. De focus ligt in deze studie op PV-installaties.

We maken een onderscheid tussen grotere (professionele) installaties (> 10 kW) en kleinere (particuliere) installaties (< = 10 kW).



Figuur 6: Zonnepark op voormalig terrein hinderlijke industrie in Schaffen

Via de VREG-website (<http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>) hebben we volgende gegevens kunnen raadplegen:

- locatie (adres) en geïnstalleerd vermogen van PV-panelen > 10 kW (versie 31/12/2013).
- geïnstalleerd vermogen per gemeente van PV-panelen ≤ 10 kW, (versie 01/09/2014).

Het betreft hier PV-installaties die in dienst genomen werden tot en met 31/12/2013 en waarvan een aanvraag tot toekenning van groene stroom certificaten en garanties van oorsprong werd verwerkt door de VREG. Er is geen informatie beschikbaar over PV-installaties die niet aangemeld werden.

Sinds 2014 wordt de lijst van PV-installaties > 10 kW niet meer op het niveau van de individuele installaties publiek ter beschikking gesteld maar enkel geaggregeerd per gemeente. Aangezien het totaal geïnstalleerd vermogen op basis van de lijst met individuele installaties (versie 31/12/2013) slechts 1,5% lager ligt dan het vermogen op basis van de lijst met geaggregeerde installaties per gemeente (versie 01/09/2014), opteren we toch voor de meest gedetailleerde voorstelling van de grote PV-installaties.

Uitgaande van het geïnstalleerd vermogen maken we een inschatting van de hoeveelheid energie die jaarlijks geproduceerd wordt. Hiervoor gaan we uit van een gemiddelde opbrengst van 899 vollasturen (kWh per kWp per jaar) voor PV > 10 kW en 897 vollasturen voor PV ≤ 10 kW (Rapport 2014/1 - Deel 1: definitief rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf januari 2015, VEA, 30 juni 2014).

Via een koppeling met de CRAB databank worden de adressen van de grote PV-installaties (>10 kW) omgezet naar coördinaten, en in de Dynamische EnergieAtlas op kaart gezet als puntbronnen.

PV installaties ≤ 10 kW zijn diffuse bronnen en detailleren we per gemeente door middel van een dasymetrische kartering. Dasymetrische kartering is een techniek die toelaat om gegevens die beschikbaar zijn voor grotere (administratieve) eenheden te verdelen naar kleinere, homogenere geografische eenheden op basis van extra ruimtelijke variabelen. Voor de PV installaties gebruiken we de laag gebouwen van het Grootchalig ReferentieBestand (GRB) Vlaanderen. Deze laat toe om per rastercel de nuttige dakoppervlakte in te schatten. Vervolgens verdelen we het gemeentelijk totaal proportioneel binnen de gemeentegrenzen op basis van de nuttige dakoppervlakte per

rastercel. Dergelijke benaderende kartering houdt in dat het totale vermogen/ de totale productie binnen een specifieke gemeente op een homogene manier verdeeld wordt over het totale berekende dakoppervlak aanwezig in die gemeente: per m² dakoppervlak plaatsen we eenzelfde deel van het totale vermogen/ de totale productie.

Gegevensbronnen	Locatie en vermogen statistieken groene stroom VREG/VEA, CRAB-databank, dataset gebouwen GRB
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen (> 10 kW) en diffuse kartering (<= 10 kW) op basis van laag gebouwen van het GRB (top-down)

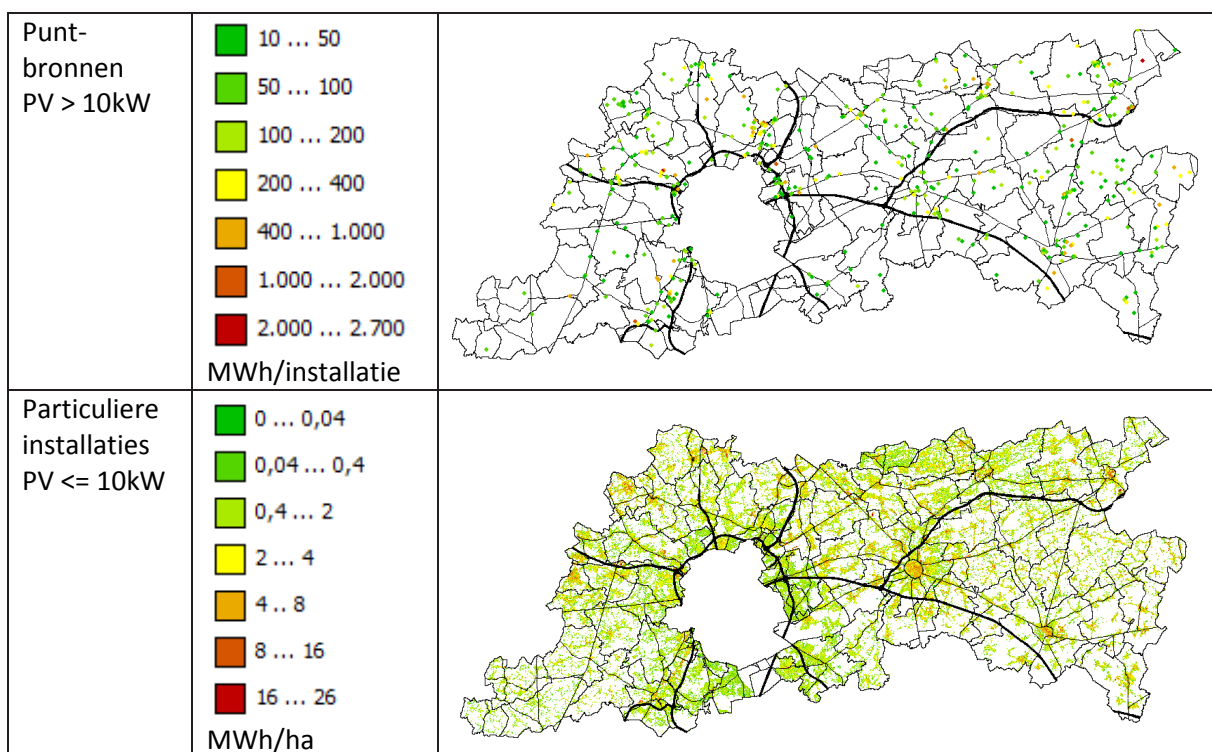
3.3.2. RESULTATEN

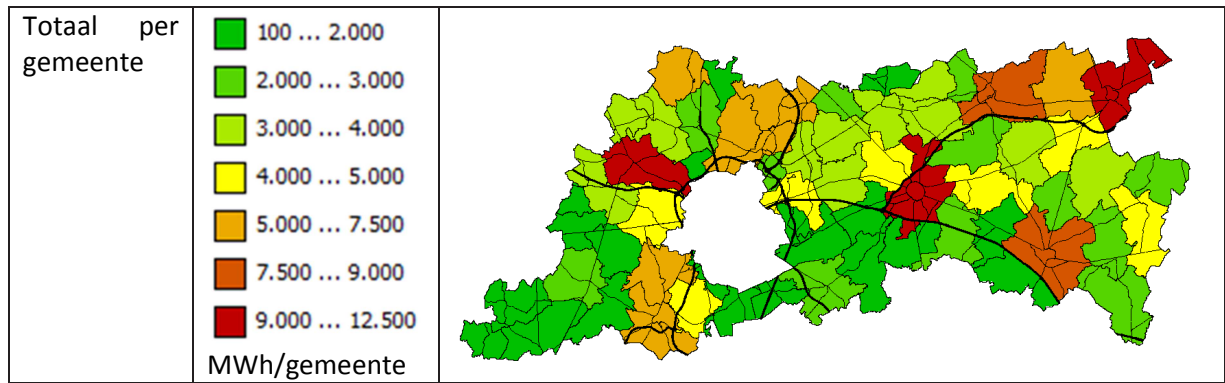
In de provincie Vlaams-Brabant zijn er 538 professionele PV-installaties (> 10 kW). Deze installaties produceren ca. 79 GWh elektriciteit per jaar. De particuliere installaties (<= 10 kW) leveren jaarlijks ca. 143 GWh elektriciteit.

Tabel 1: Aantal installaties, vermogen en productie PV > 10 kW en <= 10 kW

PV	Aantal	Vermogen (MW)	Productie (GWh)
>10 kW	538	87	79
<= 10 kW	-	159	143
Totaal	-	246	222

Figuur 7 toont de resultaten op kaart. Er wordt telkens gestart met de meest gedetailleerde voorstellingswijze per technologie (puntlocaties, gridniveau (0,25 ha), statistische sectorniveau) en geëindigd met de kaart met aantallen per gemeente.





Figuur 7: Geografische spreiding van de huidige elektriciteitsproductie door PV

3.4. GROOTSCHALIGE WINDENERGIE

3.4.1. AANPAK

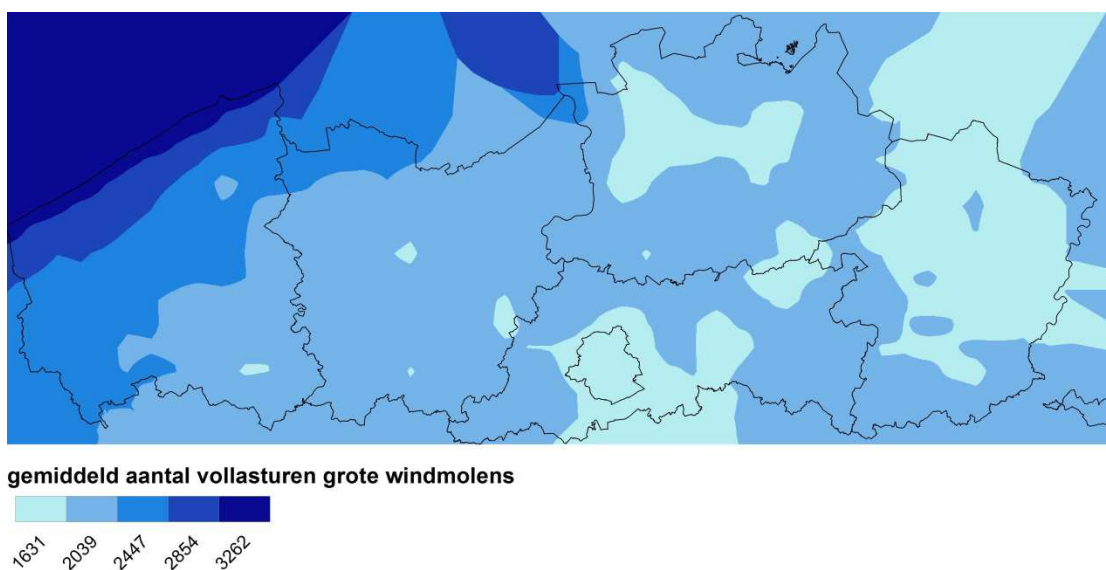
Windturbines benutten de kinetische energie in de luchtstroming. Deze stroming wordt gebruikt om de wieken van de turbine aan te drijven, die op hun beurt een elektrische generator aandrijven. We beschouwen grootschalige windenergie als energie die opgewekt wordt door grote windturbines. Volgens de Omzendbrief “Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines” (LNE/2009/01 – RO/2009/01) zijn “grote windturbines” turbines met een vermogen > 300 kW.



Figuur 8: Windturbines langs E314 in Diest-Bekkevoort (bron: Aspiravi)

We vertrekken van de informatie die beschikbaar gesteld werd door het Departement Ruimte Vlaanderen. Het gaat hier om een selectie van windturbines afkomstig uit de databank van de stedenbouwkundige vergunningsaanvragen van windturbines. De selectie bevat de puntlocaties van vergunde windturbines (stedenbouwkundige vergunning) die reeds effectief gebouwd werden (analyse op basis van orthofoto's). Via deze gegevensbron kennen we het adres, het aantal windturbines en hun vergund vermogen. Er werd gewerkt met de meest recente versie van deze gegevensbron die dateert van september 2015. De controle van het effectief gebouwd zijn is gebaseerd op orthofoto's die genomen werden in de periode januari-april 2014, maar ook voor de overige vergunde windmolens werden individueel nagekeken of deze al effectief gebouwd zijn.

We schatten de productie van de windturbines in uitgaande van het geïnstalleerd vermogen en een gemiddeld aantal vollasturen. In het kader van de onrendabele top berekening (Rapport 2014/1 - Deel 1: definitief rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf januari 2015, VEA, 30 juni 2014) wordt voor een referentie-installatie van 2,3 MW uitgegaan van 2.050 vollasturen. We herschalen deze vollasturen, die een gemiddelde zijn voor Vlaanderen, rekening houdend met het verschil in windsnelheden in de provincie Vlaams-Brabant ten opzichte van de gemiddelde windsnelheid in Vlaanderen (Figuur 9). Voor het verschil in windsnelheden in Vlaanderen baseren we ons op de windpotentiekaart van het Joint Research Centre van de Europese Commissie. De provincie Vlaams-Brabant komt zo aan een gemiddeld aantal vollasturen van 1.923.



Figuur 9: Ruimtelijke variatie in gemiddeld aantal vollasturen, herschaald volgens windsnelheid (op basis van: windpotentiekaart Vlaanderen (European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and transport, Renewable Energy Unit))

De ligging van de grote windturbines door middel van (x,y)-coördinaten is gekend in de vergunningendatabank van Ruimte Vlaanderen. Ze werden bijgevolg in de Dynamische EnergieAtlas op kaart gezet als puntbronnen.

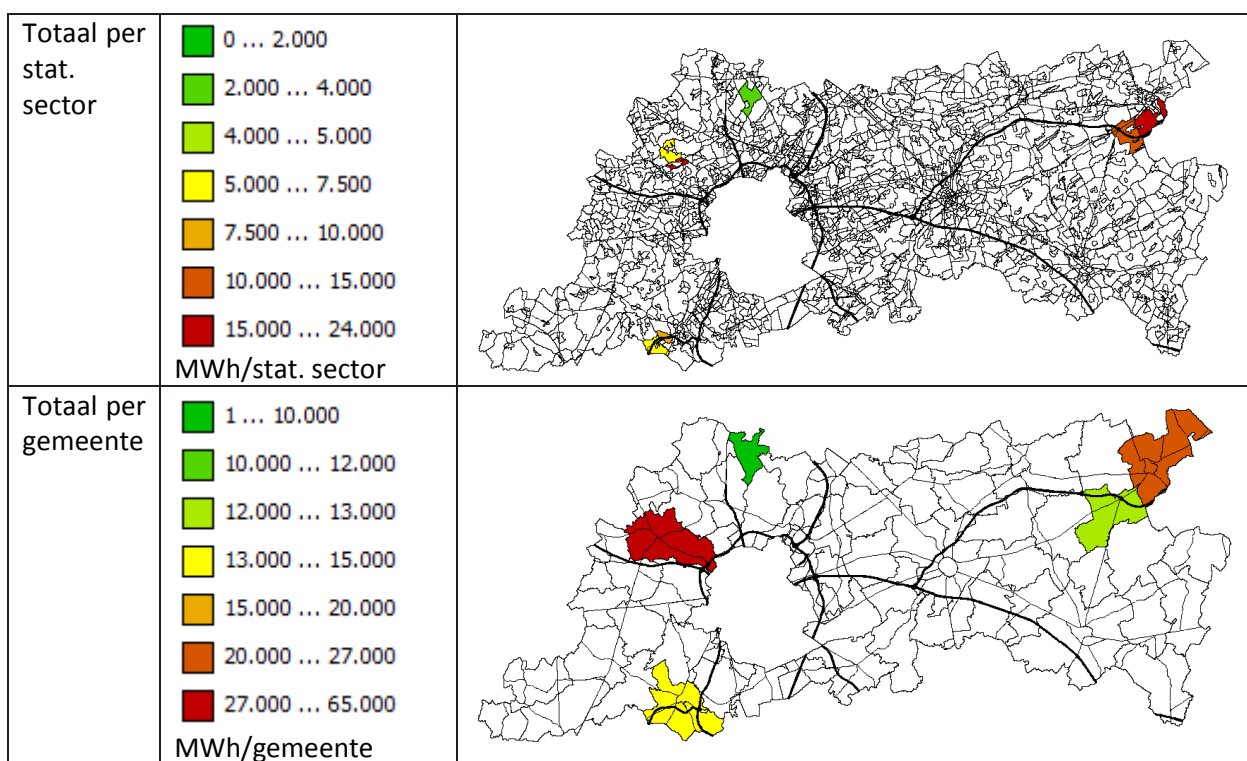
Gegevensbronnen	Locatie, aantal en vermogen via Stedenbouwkundige vergunningsaanvragen windturbines Ruimte Vlaanderen
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen

3.4.2. RESULTATEN

In de provincie Vlaams-Brabant zijn er 16 grote windturbines waarvoor er een vermogen gerapporteerd werd. Deze windturbines hebben een totaal vermogen van ca. 38,7 MWe en produceren ca. 79 GWh elektriciteit per jaar.

Tabel 2: Aantal installaties, vermogen en productie grootschalige wind per gemeente

Gemeente	Aantal	Vermogen (MW)	Productie (GWh)
Diest-Bekkevoort	6	17,3	35,3
Kapelle-op-den-Bos	3	1,2	2,4
Asse	4	13,6	27,7
Halle	3	6,6	13,5
TOTAAL	16	38,7	78,9



Figuur 10: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door grootschalige windturbines

3.5. KLEINSCHALIGE WINDENERGIE

3.5.1. AANPAK

We beschouwen kleinschalige windenergie als energie die opgewekt wordt door windturbines met een vermogen ≤ 300 kW of energie opgewekt door kleine en middelgrote windturbines. Volgens de Omzendbrief “Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines” (LNE/2009/01 – RO/2009/01) hebben kleine windturbines maximaal 15 m ashoogte en hebben middelgrote windturbine een ashoogte > 15 m en een maximaal vermogen van 300 kW.

Het aantal kleinschalige windenergie projecten is heel beperkt in Vlaanderen. Dit blijkt ook uit de lijst met installaties (vermogen en adres) in dienst genomen tot en met 30/11/2014, die publiek beschikbaar gesteld wordt op de website van de VREG (<http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>) (versie 4/12/2014). In Vlaams-Brabant zijn er 2 proefprojecten (gemeentebestuur in Lubbeek met 1 installatie, Laborelec in Linkebeek met twee installaties) en een particuliere windmolen (in Wolvertem).



Figuur 11: Kleine windturbine in Wolvertem (Bron: Windmolensite)

Voor een inschatting van de elektriciteitsproductie baseren we ons op de gemiddelde vollasturen van een testveld in de provincie Zeeland in Schoondijke, Nederland of 354 vollasturen (Onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties, VITO, november 2010). De uurgemiddelde windsnelheid in Schoondijke was tijdens het testjaar 3,8 m/s. Deze windsnelheid komt overeen met de gemiddelde windsnelheid in Vlaams-Brabant op 10 meter hoogte volgens de windkaart op gemiddelde hoogte van 10 meter (<http://www.windkracht13.be/macro-micro-windkaart/>).

Via een koppeling met de CRAB databank worden de adressen van de kleinschalige windturbines omgezet naar coördinaten, en in de Dynamische EnergieAtlas op kaart gezet als puntbronnen.

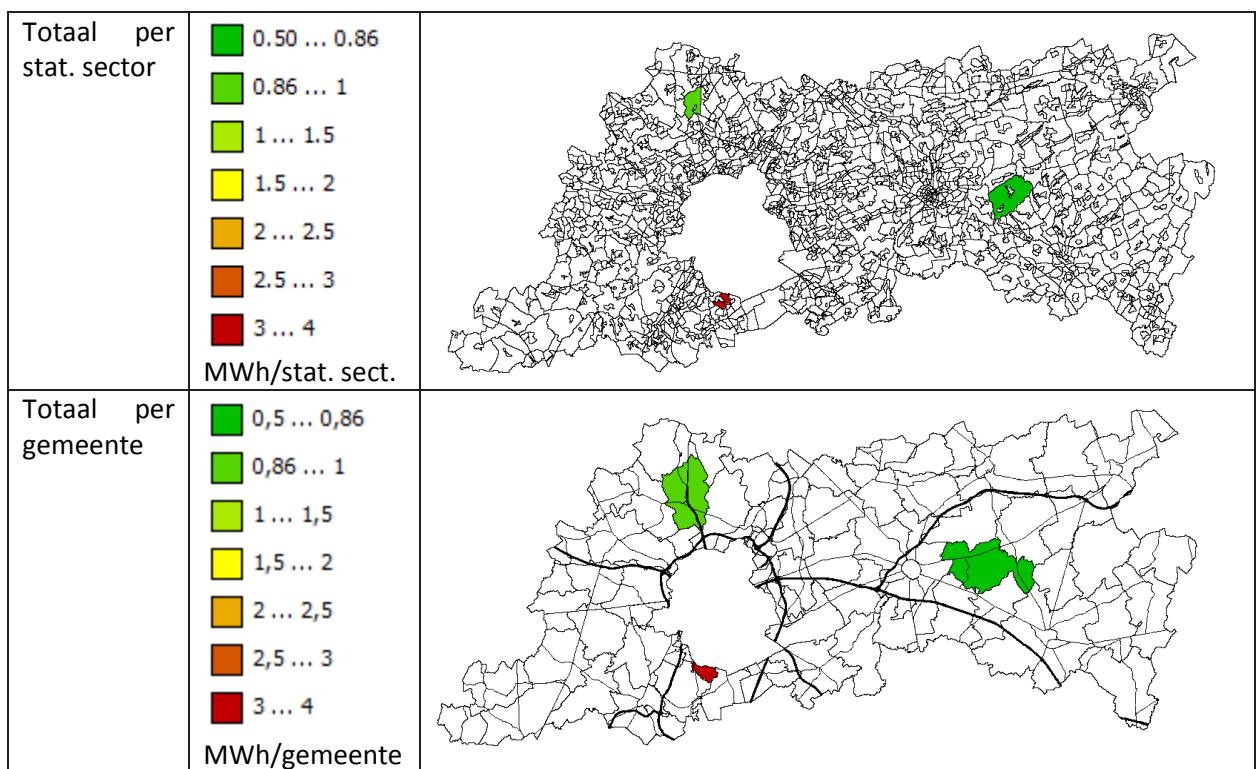
Gegevensbronnen	Locatie en vermogen statistieken groene stroom VREG/VEA, CRAB-databank
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen

3.5.2. RESULTATEN

In de provincie Vlaams-Brabant zijn er 3 kleine windturbines en 1 middelgrote windturbine (in Linkebeek). Deze windturbines produceren ca. 6 MWh elektriciteit per jaar.

Tabel 3: Aantal installaties, vermogen en productie kleinschalige wind per gemeente

Gemeente	Aantal	Vermogen (kW)	Productie (MWh)
Lubbeek	1	2,4	1
Linkebeek	2	11	4
Wolvertem	1	2,5	1
Totaal	4	15,9	6



Figuur 12: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door kleinschalige wind

3.6. WATERKRACHT

3.6.1. AANPAK

In een waterkrachtcentrale wordt de potentiële energie, die aanwezig is in een waterloop, omgezet in mechanische energie en vervolgens in elektriciteit. Water zorgt voor de drijfkracht die het waterwiel of de turbine doet draaien. In Vlaanderen wordt het gering natuurlijk verval vergroot door het opstuwten van water.

In België hebben we voornamelijk kleine waterkrachtinstallaties (KWC). Dit zijn installaties waarbij de potentiële energie aanwezig in de waterloop wordt omgezet naar elektrische energie bij een netto vermogen <10 MW (Brochure "Kleine Waterkracht", ODE Vlaanderen). De impact op de

waterloop blijft beperkt zodat er geen grote gevolgen zijn voor de natuur in de omgeving van de waterloop (Brochure “Kleine Waterkracht”, ODE Vlaanderen). In Vlaanderen vinden we kleine waterkrachtcentrales met turbines terug op “oude” molensites en enkele sluizen (bv. Kanaal Leuven-Dijle).



Figuur 13: Celismolen in Hoegaarden (Bron: ArcheoNet Vlaanderen)

Via de VREG (<http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>) beschikken we over een lijst met productie-installaties in dienst genomen tot en met 30/11/2014 en waaraan groene stroomcertificaten en/of garanties van oorsprong worden toegekend (versie 4/12/2014). Het gaat in totaal om 9 installaties die gelegen zijn in de provincie Vlaams-Brabant. Via de VREG-lijst kennen we het adres en het vermogen van deze installaties. Voor 6 installaties kunnen we voor de productie uitgaan van het aantal uitgereikte groene stroom certificaten per gemeente. Het meest recente jaar waarvoor de VREG deze gegevens publiek beschikbaar stelt is 2011.

Voor de drie resterende installaties schatten we de productie in op basis van het geïnstalleerd vermogen en het gemiddeld aantal vollasturen van de gekende installaties in Vlaams-Brabant, namelijk 3.103 vollasturen.

Via een koppeling met de CRAB databank worden de adressen van de waterkrachtcentrales omgezet naar coördinaten, en in de Dynamische EnergieAtlas op kaart gezet als puntbronnen.

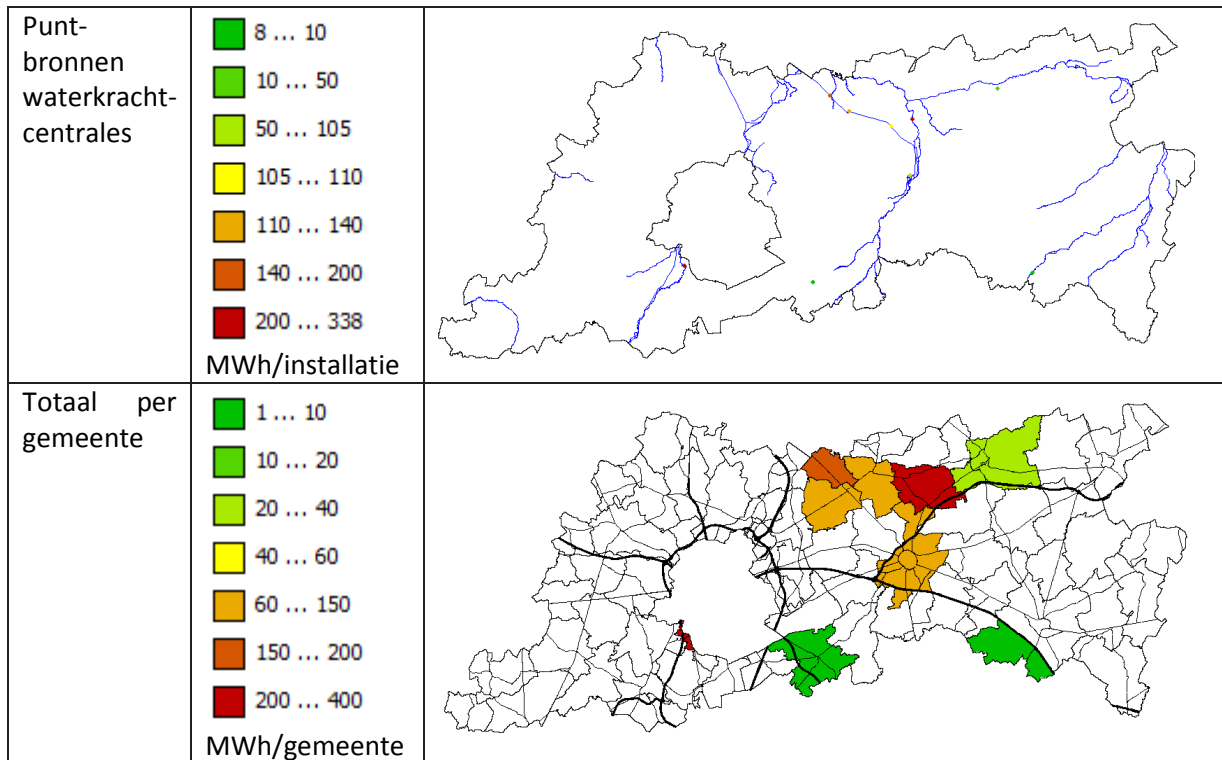
Gegevensbronnen	Locatie en vermogen statistieken groene stroom VREG/VEA, CRAB-databank
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen

3.6.2. RESULTATEN

De waterkrachtcentrales in de provincie Vlaams-Brabant produceren ca. 1,2 GWh elektriciteit per jaar.

Tabel 4: Aantal installaties, vermogen en productie oude molensites en sluizen

	<i>Aantal</i>	<i>Vermogen (kW)</i>	<i>Productie (MWh)</i>
"Oude" molensite	6	268	800
Sluis	3	145	435
Totaal	9	413	1.235



Figuur 14: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door kleine waterkracht.

3.7. BIOMASSA

3.7.1. AANPAK

In de Europese Richtlijn (2009/28/EG, 23 april 2009) ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen wordt biomassa gedefinieerd als “de biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van biologische oorsprong uit de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, met inbegrip van de visserij en de aquacultuur, alsmede de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval.”

We maken een onderscheid tussen installaties die enkel elektriciteit produceren (of niet-WKK installaties) en installaties die zowel elektriciteit als warmte produceren (of WKK-installaties). De bestaande residentiële houtverbranding werd niet meegenomen.

Via de VREG (<http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>) beschikken we over een lijst met productie-installaties in dienst genomen tot en met 30/11/2014 en waaraan groene stroomcertificaten en/of warmtekracht certificaten worden toegekend (versie 4/12/2014). Het gaat in totaal om 16 installaties die gelegen zijn in de provincie Vlaams-Brabant. Deze VREG-lijst laat toe de puntlocatie

te bepalen, alsook het geïnstalleerde vermogen. Voor biomassa-installaties wordt onderscheid gemaakt tussen:

- o biomassa uit land- of bosbouw;
- o biogas hoofdzakelijk agrarische stromen;
- o biogas stortgas;
- o biogas RWZI;
- o biogas overig.

Om naast het geïnstalleerde vermogen ook de energieproductie van de installaties te bepalen wordt gebruik gemaakt van de referentiewaarden voor elektrisch rendement, thermisch rendement en draaiuren uit het Centraal Parameterdocument van het Vlaams Energieagentschap (VEA, 2013).

Tabel 5: Overzicht van de aannames voor de berekening van de brandstofverbruiken en productie van lokale eenheden (bron: eigen inschatting, o.a. op basis van het 'Centraal Parameterdocument' (VEA, 2013))

Type installatie	Draaiuren	Rendement elektrisch	Rendement warmte
WKK interne verbrandingsmotor (gas)	4500	0,36	0,5
WKK interne verbrandingsmotor (vloeibaar)	4500	0,4	0,45
stirlingmotor	4500	0,15	0,75
niet WKK interne verbrandingsmotor (gas)	4500	0,35	0
niet WKK interne verbrandingsmotor (vloeibaar)	4500	0,4	0
niet WKK interne verbrandingsmotor (andere biomassa)	4500	0,4	0

Via een koppeling met de CRAB databank worden de adressen van de biomassa-installaties omgezet naar coördinaten, en in de Dynamische EnergieAtlas op kaart gezet als puntbronnen.

Gegevensbronnen	Statistieken groene stroom en WKK VREG /VEA
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen

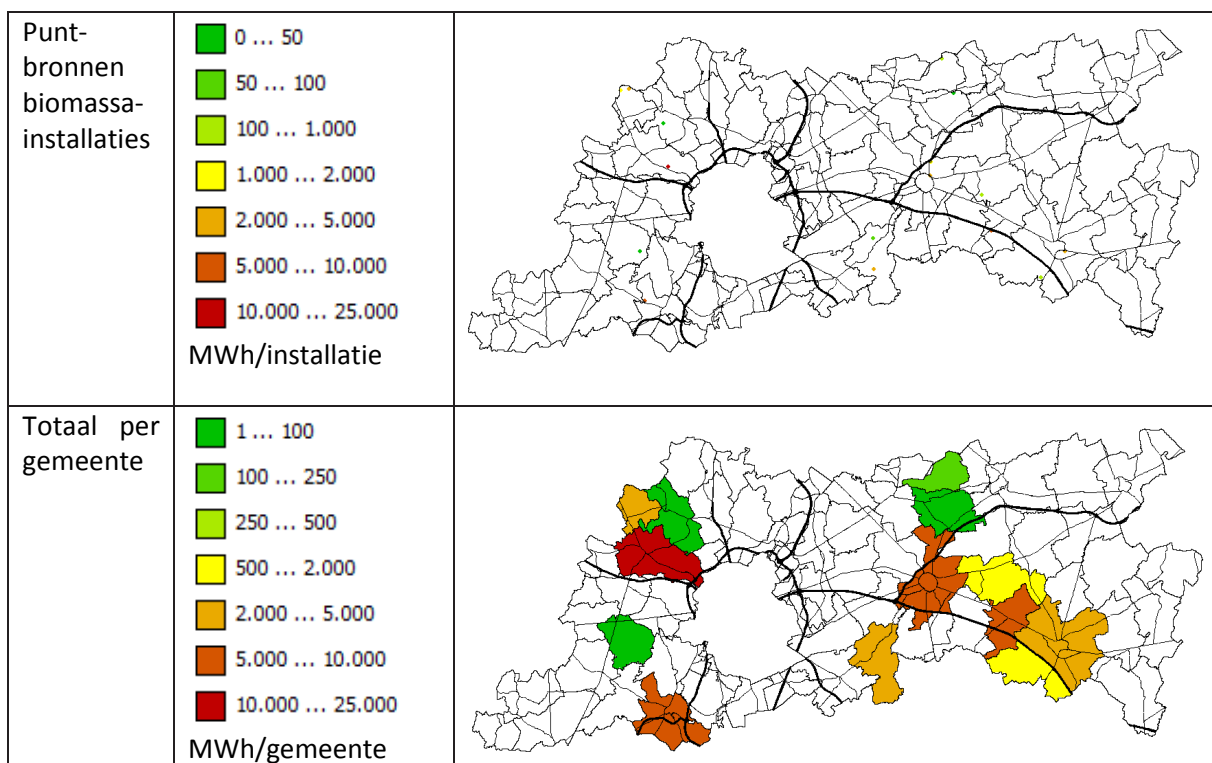
3.7.2. RESULTATEN

De biomassa-installaties in de provincie Vlaams-Brabant vertegenwoordigen een totaal vermogen van ca. 12 MW. De installaties produceren jaarlijks ca. 54 GWh elektriciteit en 28 GWh warmte. Wat de productie van elektriciteit betreft, gaat het voornamelijk om installaties die gebruik maken van biomassa uit land- of bosbouw (bv. palmolie, koolzaadolie) (53%) en biogas (hoofdzakelijk agrarische stromen) (20%). Wat de productie van warmte betreft, gaat het voornamelijk over installaties die gebruik maken van biogas (hoofdzakelijk agrarische stromen) (55%).

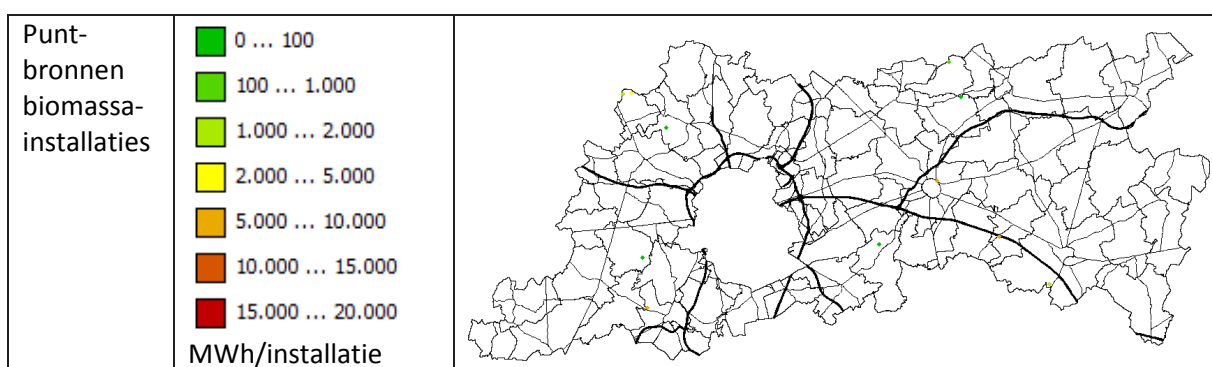
Tabel 6: Aantal installaties, vermogen en productie per technologie

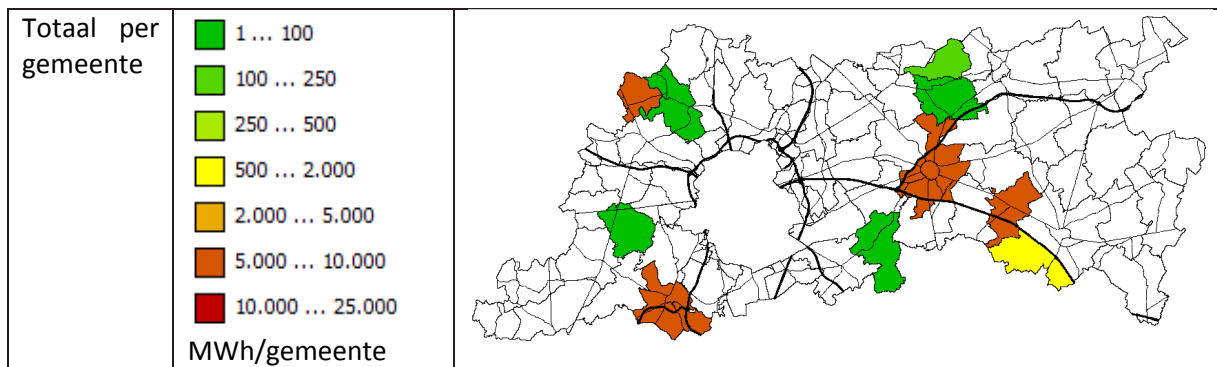
Technologie	Aantal	Vermogen (MW)	Elektriciteit productie (GWh)	Warmte productie (GWh)
biogas - overig	3	1,70	7,66	7,13
biogas - stortgas	2	1,26	5,68	0
biogas - RWZI	1	0,31	1,40	0

biomassa uit land- of bosbouw	6	6,34	28,54	5,37
biogas - hoofdzakelijk agrarische stromen	4	2,40	10,79	15,42
Totaal	16	12,01	54,07	27,92



Figuur 15: Geografische spreiding van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door biomassa-installaties.





Figuur 16: Geografische spreiding van de jaarlijkse warmteproductie door biomassa-installaties.

3.8. GEOTHERMIE

3.8.1. AANPAK

De term ‘geothermie’, ‘geo-energie’ of ‘aardwarmte’ omvat alle technologieën die gebruik maken van de bodem voor energetische toepassingen. In het rapport zal met de term geothermie gewerkt worden.

Globaal maakt men het onderscheid tussen ondiepe en diepe systemen. De diepe systemen zijn vooral gekend als “diepe geothermie” en waarbij men gebruik maakt van de oplopende bodemtemperatuur (+ 2 à 3 °C per 100m) op grotere diepte (> 500 m). De ondiepe systemen maken gebruik van de natuurlijke én constante temperatuur van 11 à 13°C op een diepte tussen 10 en 200 m. Naast warmte kunnen geothermische installaties ook instaan voor koeling. In deze studie concentreren we ons op de productie van warmte. In het kader van deze opdracht wordt zowel diepe als ondiepe geothermie onderzocht.

Wat ondiepe geothermie betreft maken we een onderscheid tussen niet-particulier (> 50 kW) en particulier gebruik (>=50 kW). Warmte-overdracht naar de bodem kan gebeuren met behulp van grondwater (open systeem, genaamd koude-warmteopslag of KWO) of via horizontale of verticale lussen (gesloten systeem, genaamd boorgat-energieopslag of BEO). Meer achtergrondinformatie over de verschillende technologieën kan geraadpleegd worden in Bijlage C.

Energieproductie op basis van diepe geothermie komt momenteel nog niet voor in de Provincie Vlaams-Brabant en voor ondiepe geothermie zijn geen systematische en gebiedsdekkende data beschikbaar. Gezien de ontwikkeling van dergelijke systemen zich vooral heeft gemanifesteerd gedurende de laatste 10 jaar (overgrote deel zelfs de voorbije 5 jaren), kunnen alvast de (middel)grote systemen door Terra Energy opgelijst worden. Terra Energy heeft de projectontwikkelingen nauwgezet opgevolgd over gans Vlaanderen in een eigen database. De inventaris die met coördinaten in het kader van deze studie werd opgesteld is gebaseerd op:

- Langjarige betrokkenheid in markt door Terra Energy/Vito (sinds 1995) (inzicht in de gerealiseerde projecten - eigen/concurrentie)
- Projectoverzicht Smart Geotherm (www.smartgeotherm.be)
- Projectoverzicht Repowermap (www.repowermap.org)
- Referentie-overzicht relevante boorbedrijven (Smet GWT, PBV, GEBO, Verbeke, Backx, Vanhecke,...)
- Project-search internet

Voor de kleine, particuliere installaties is het opstellen van de inventaris met gemeentelijke cijfers gebaseerd op:

- Country report Belgium – WGC 2015 Melbourne (Loveless et al.)
 - o Update van Belgische geothermische warmtepompmarkt
 - o Met cijfers van de warmtepompfabrikanten / sectorverenigingen
- Inschatting van aandeel Vlaams-Brabant (op basis van populatie)
- Correcties aangebracht in functie van geologische randvoorwaarden :
 - o Moeilijke omstandigheden (krijt, mergels) in Zuidoosten vd provincie
 - Tienen, Landen, Hoegaarden, Linter, Zoutleeuw en Geetbets
 - o Moeilijke omstandigheden (sokkel) onder Brussel
 - Halle, Beersel, Overijse, St-Pieters-Leeuw, Pepingen, Herne, Bever , Galmaarden, Hoeilaart en St-Genesius-Rode
 - o Restricties in beschermingszones voor waterwinningen

Deze gemeentelijke cijfers worden in de Dynamische EnergieAtlas verder verfijnd door ze toe te wijzen aan de bebouwde percelen van de Provincie, waarbij de oppervlakte door het gebouw zelf ingenomen wordt verwijderd.

Gegevensbronnen	Inventaris Terra Energy, GRB
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen en gemeentelijke cijfers

3.8.2. RESULTATEN

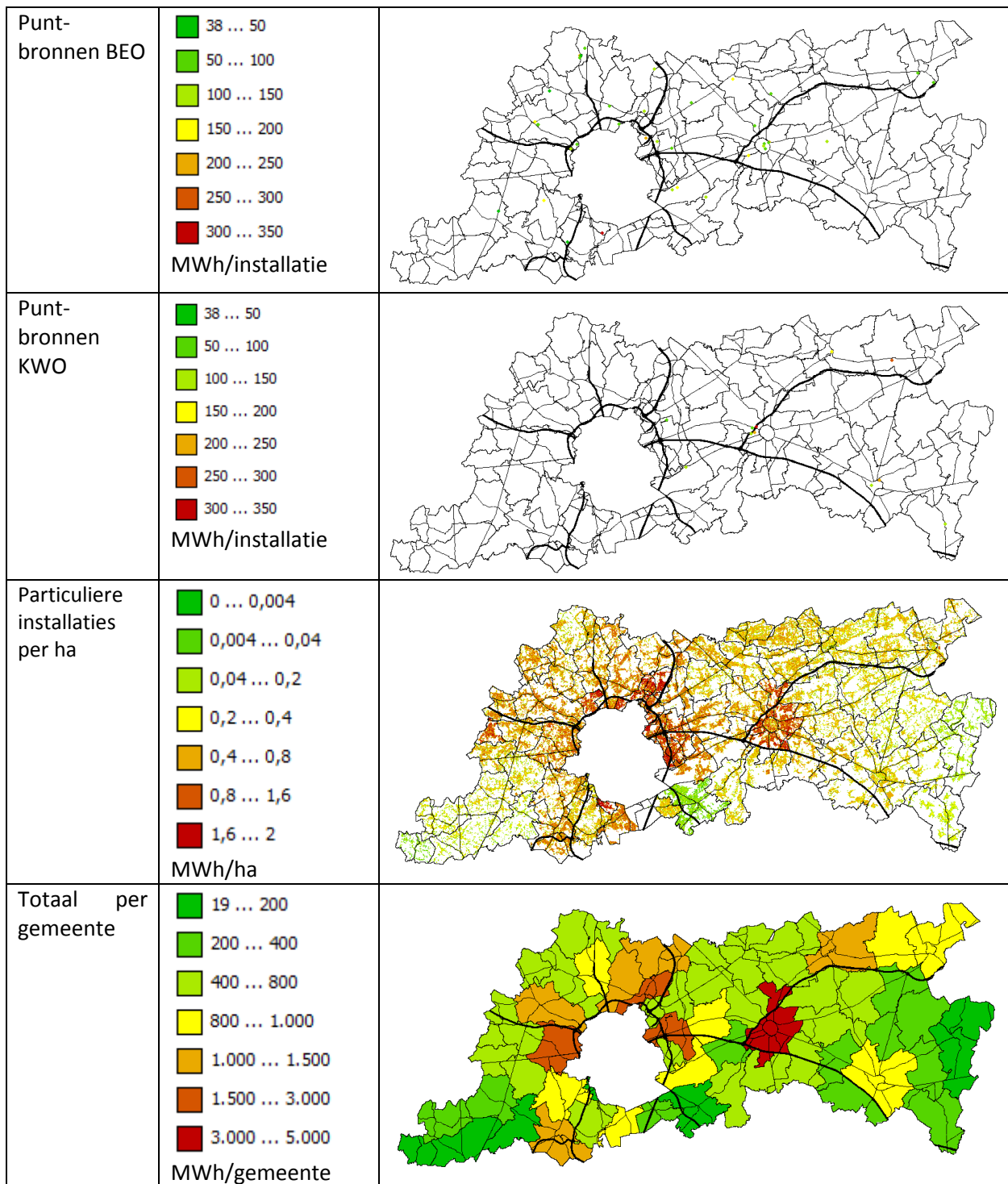
Er werden voor Vlaams-Brabant 48 (middel)grote en 3.097 kleine ondiepe geothermische energiesystemen geïnventariseerd met een totaal warmtevermogen van 29,5 MW en een warmteproductie van 49,4 GWh.

Tabel 7: Aantal installaties, vermogen en productie (middel)grote ondiepe geothermische energiesystemen

	<i>Aantal</i>	<i>Vermogen (kW)</i>	<i>Productie (MWh)</i>
BEO	37	3.312	4.247
KWO	11	1.406	1.809
Totaal	48	4.718	6.056

Tabel 8: Aantal installaties, vermogen en productie kleine ondiepe geothermische energiesystemen

	<i>Aantal</i>	<i>Vermogen (kW)</i>	<i>Productie (MWh)</i>
Totaal	3.097	24.773	43.352



Figuur 17: Geografische spreiding van de jaarlijkse warmteproductie door ondiepe geothermische energiesystemen.

3.9. RESTWARMTE

In de beschrijving van de huidige toestand brengen we de bestaande uitwisseling van warmte via een warmtenet in kaart. Uit de opmaak van de Energiebalans voor Vlaanderen, alsook de opmaak voor de Warmtekaart Vlaanderen in opdracht van het Vlaamse Energieagentschap weten we dat er

momenteel in Vlaanderen erg weinig warmtenetten zijn. Met een warmtenet bedoelen we dan vooral grootschalige projecten waarbij vaak residentiële afnemers van warmte aan de orde zijn. Lokale uitwisseling van warmte binnen een bedrijf of tussen twee naburige bedrijven wordt hier niet in rekening gebracht.

Momenteel zijn er geen warmtenetten operationeel in de provincie Vlaams-Brabant. Dit neemt niet weg dat er wel degelijk een potentieel aan restwarmte in de provincie is; dit potentieel alsook projecten die momenteel in voorbereiding zijn, worden besproken in hoofdstuk 4.9 Restwarmte.

Gegevensbronnen	VITO
Ruimtelijke resolutie	Puntbronnen

3.10. RIOTHERMIE

In Vlaams-Brabant is er momenteel één concreet riothermie-project in Leuven (Monseigneur van Waeyenberghlaan 12-30), in samenwerking met de Vlaamse rioleringsinstelling Vlaro. Het maakt in hoofdzaak gebruik van het afvalwater afkomstig van het UZ Leuven campus Gasthuisberg om een complex van een honderdtal woningen van warmte te voorzien. De warmtepomp heeft een thermisch vermogen van 250 kW. Productiegegevens zijn er nog niet, maar we gaan uit van een jaarlijkse productie van 1 MWh.

3.11. VERGELIJKING MET DE TOTALE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE IN VLAAMS-BRABANT

De geïnventariseerde hernieuwbare productietotalen (zie ook Tabel 9 voor overzicht) worden afgewogen ten opzichte van de totale hoeveelheid opgewekte energie binnen de Provincie Vlaams-Brabant om het aandeel aan hernieuwbare energie in te schatten dat binnen de provincie zelf geproduceerd wordt.

Op het grondgebied van de provincie Vlaams-Brabant is er een lokale elektriciteitsproductie van 435 GWh per jaar (excl. Drogenbos, Vilvoorde) of 2.647 GWh per jaar (incl. Drogenbos en Vilvoorde). Naast PV, wind en waterkracht bevat deze lokale productie eveneens de WKK-installaties op fossiele en hernieuwbare brandstoffen. Groene stroom vertegenwoordigt een aandeel van resp. 80% (excl. Drogenbos en Vilvoorde) of 12% (incl. Drogenbos en Vilvoorde) in de lokale elektriciteitsproductie. Met een hernieuwbare elektriciteitsproductie van ca. 356 GWh per jaar kunnen ca. 102.000 gezinnen² voorzien worden van groene stroom.

3.12. OVERZICHT VAN RESULTATEN VAN FASE 1

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de geproduceerde hoeveelheden hernieuwbare energie (elektriciteit en warmte) per energievorm voor de provincie Vlaams-Brabant en het aantal gezinnen die hiermee bevoorrad kunnen worden. Vervolgens tonen somkaarten de totale hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare energie per locatie in de provincie. En tenslotte geven de twee laatste tabellen een rangschikking van de verschillende hernieuwbare energievormen op basis van resp. hoeveelheid elektriciteit en warmte geproduceerd.

² Een gemiddeld Vlaams gezin (met 2 ouders en 1 kind) verbruikt 3.500 kWh elektriciteit per jaar (Bron: VREG).

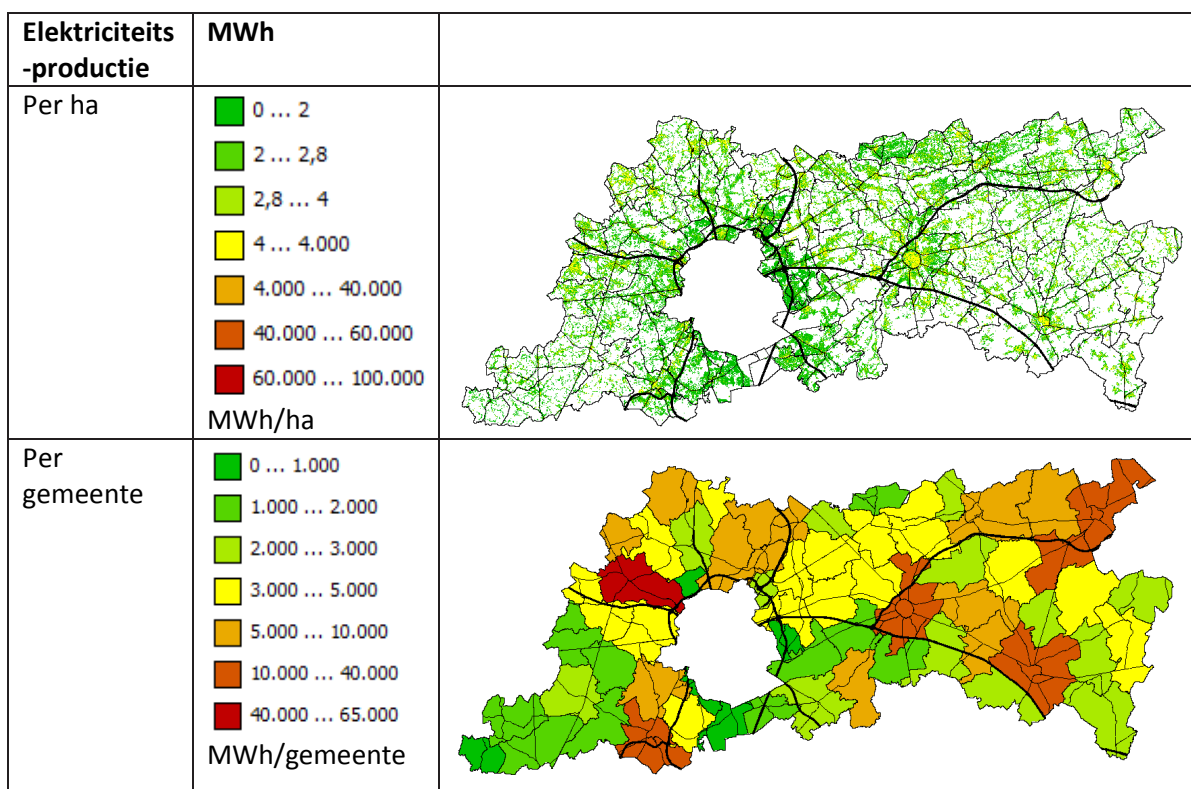
Tabel 9: Overzicht elektriciteitsproductie en aantal gezinnen per energievorm

<i>Energievorm</i>	<i>Elektriciteit (GWh)</i>	<i>Aantal gezinnen</i>
zon	221,31	63.231
PV (groter dan 10kW)	78,38	22.393
PV (kleiner dan 10kW)	142,93	40.838
wind	78,91	22.547
windturbines (groter dan 300kW)	78,91	22.546
windturbines (kleiner dan 300kW)	0,01	2
water	1,24	353
waterkracht	1,24	353
biomassa	54,07	15.449
biogas - hoofdzakelijk agrarische stromen	10,79	3.084
biogas - overig	7,66	2.189
biogas - RWZI	1,40	401
biogas - stortgas	5,68	1.623
biomassa uit land- of bosbouw	28,54	8.153
Totaal Provincie	355,53	101.580

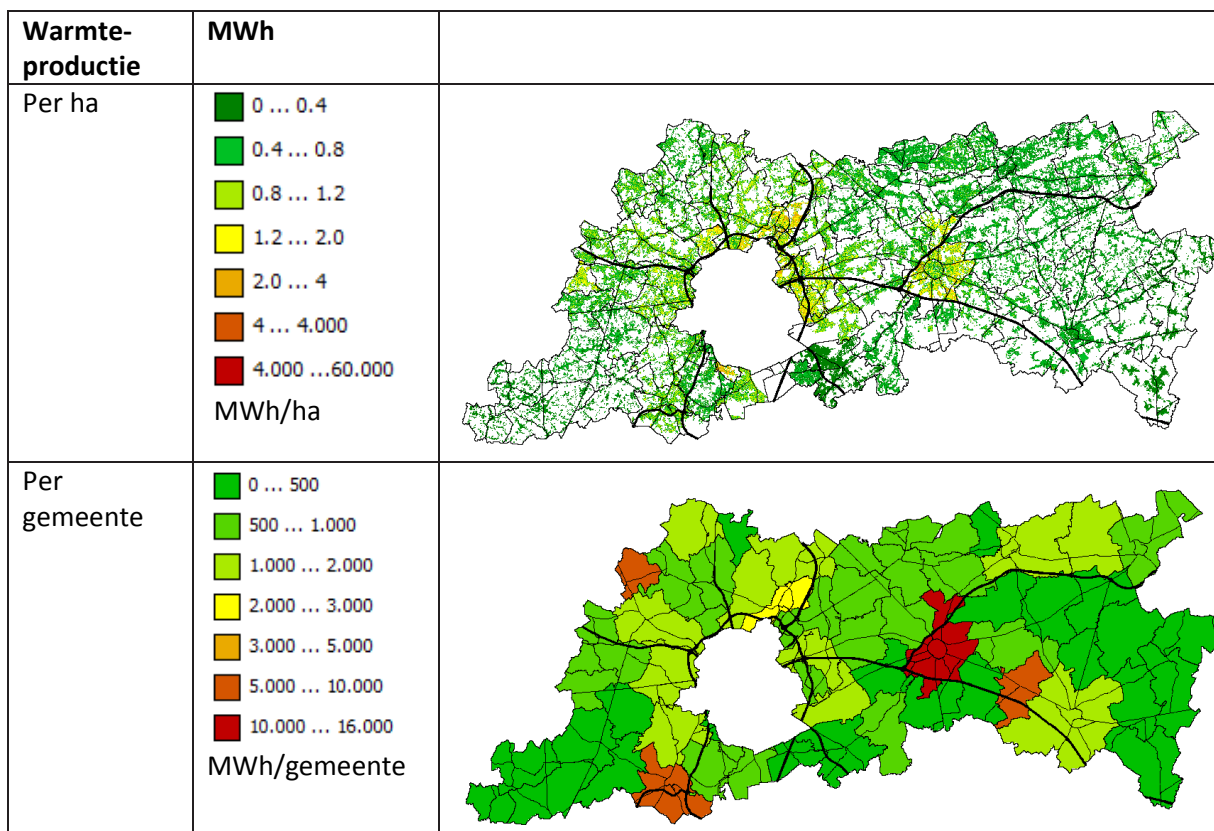
Tabel 10: Overzicht warmteproductie en aantal gezinnen per energievorm

<i>Energievorm</i>	<i>Warmte (GWh)</i>	<i>Aantal gezinnen³</i>
biomassa	27,92	1.149
biogas - hoofdzakelijk agrarische stromen	15,42	1.071
biogas - overig	7,13	495
biomassa uit land- of bosbouw	5,37	373
geothermie	49,41	2.033
BEO	4,25	295
KWO	1,81	126
particuliere installaties	43,35	3.011
Totaal Provincie	77,33	3.182

³ Een gemiddeld Vlaams gezin verbruikt 14,4 MWh warmte per jaar (bron: VREG).



Figuur 18: Geografische spreiding van de huidige hernieuwbare elektriciteitsproductie in Vlaams-Brabant



Figuur 19: Geografische spreiding van de huidige hernieuwbare warmteproductie in Vlaams-Brabant

Tabel 11: Rangschikking hernieuwbare energietechnologieën op basis van elektriciteitsproductie uit de Dynamische EnergieAtlas (in GWh)

Variabele	Zone	Actor	Energie	
elek	Totaal	zonne-energie (kleiner dan 10kW)	142,9325	
elek	Totaal	windturbines (groter dan 300kW)	78,9093	
elek	Totaal	zonne-energie (groter dan 10kW)	78,7913	
elek	Totaal	biomassa uit land- of bosbouw	28,5350	
elek	Totaal	biogas - hoofdzakelijk agrarische stromen	10,7940	
elek	Totaal	biogas - overig	7,6600	
elek	Totaal	biogas - stortgas	5,6800	
elek	Totaal	biogas - RWZI	1,4040	
elek	Totaal	waterkracht	1,2350	
elek	Totaal	windturbines (kleiner dan 300kW)	0,0056	

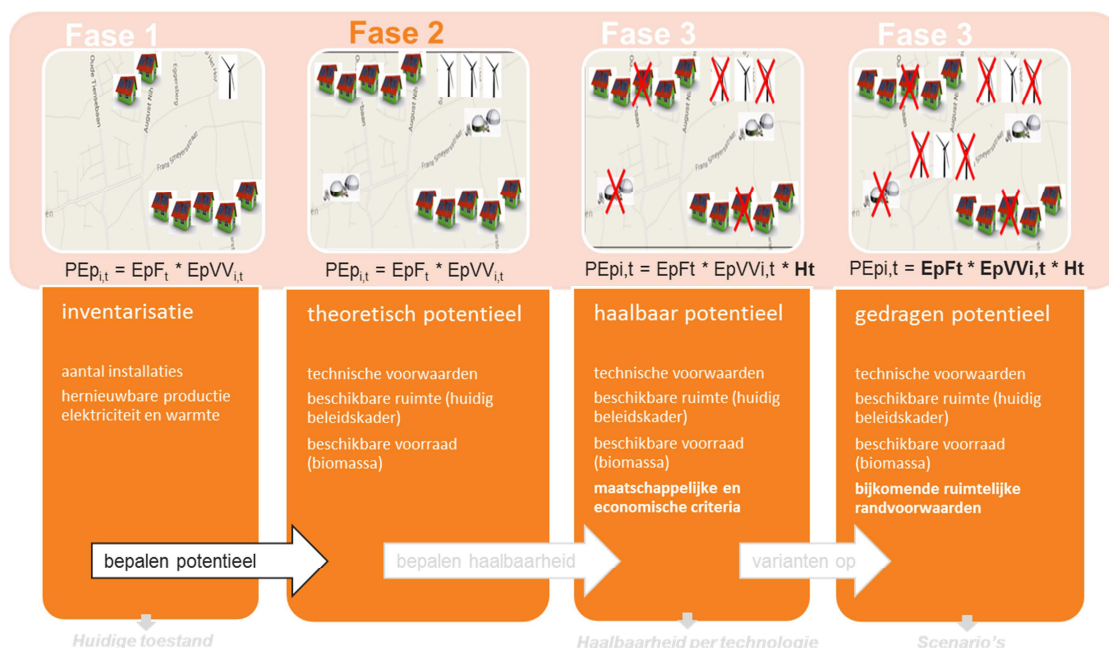
Tabel 12: Rangschikking hernieuwbare technologieën op basis van warmteproductie uit de Dynamische EnergieAtlas (in GWh)

Variabele	Zone	Actor	Energie	
warmte	Totaal	particuliere installaties ondiepe geothermie (warmte)	43,3521	
warmte	Totaal	biogas - hoofdzakelijk agrarische stromen	15,4180	
warmte	Totaal	biogas - overig	7,1300	
warmte	Totaal	biomassa uit land- of bosbouw	5,3720	
warmte	Totaal	BEO	4,2474	
warmte	Totaal	KWO	1,8090	
warmte	Totaal	riothermie	0,0010	

HOOFDSTUK 4. FASE 2 – METHODOLOGIE POTENTIE-INSCHATTING VOOR DE VERSCHILLENDE BRONNEN VAN HERNIEUWBARE ENERGIE

4.1. DOELSTELLING

Dit hoofdstuk beschrijft de werkzaamheden uitgevoerd voor een zo nauwkeurig mogelijke inschatting van het (bijkomend) potentieel aan energieproductie door toepassing van verschillende hernieuwbare energietechnologieën. In deze tweede fase (Figuur 20) wordt voor elke technologie de methodologie duidelijk die (1) de beschikbare ruimte voor bijkomend potentieel in kaart brengt in de vorm van de Energieproductie Verklarende Variabele en (2) wordt een Energieproductie Factor toegekend aan de resulterende ruimtelijke eenheden. Het toepassen van een haalbaarheid en de opstelling van scenario's per technologie gebeurt in de volgende fase.



Figuur 20: Schematisch overzicht van de drie fasen – van theoretisch naar gedragen potentieel

4.2. BEGRIPPENKADER

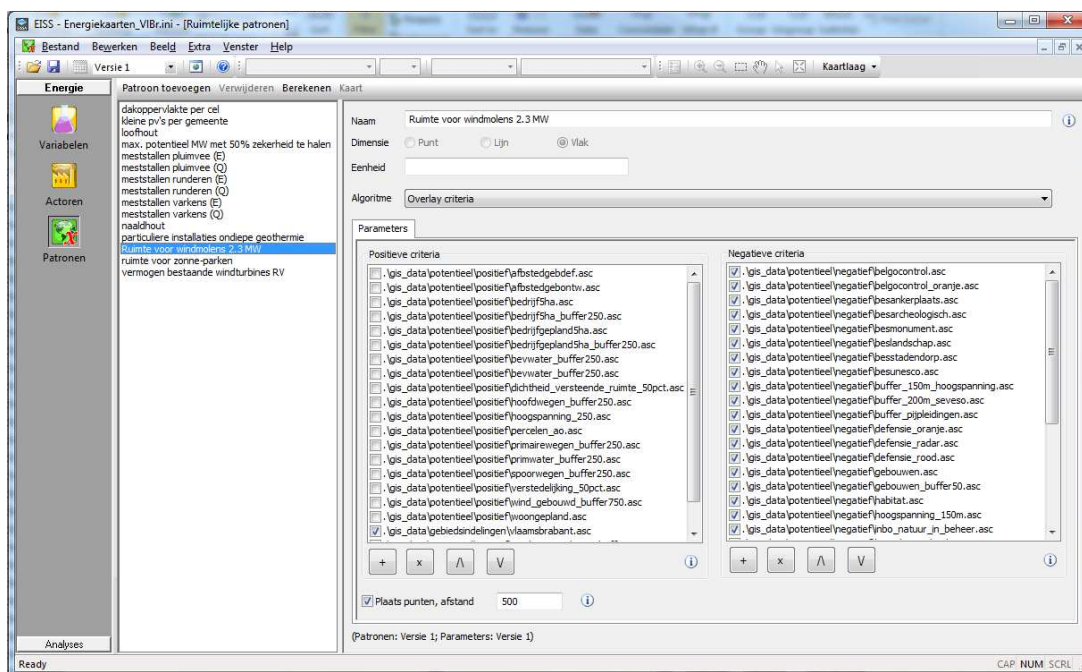
De methodologie die in dit hoofdstuk voor elke technologie besproken wordt, is een soort van standaard aanpak die gehanteerd wordt om het potentieel in te schatten. In het volgende hoofdstuk wordt vervolgens voor elke technologie drie scenario's uitgewerkt waarbij een scenario een variant op de standaard methodologie kan zijn door (1) de ruimtelijke randvoorwaarden anders in te vullen, (2) de haalbaarheid te variëren of in het geval van biomassa, (3) een variatie van de inputstromen inhoudt. Daarnaast is het ook mogelijk om op basis van technologische vooruitgang de Energieproductie Factor te laten variëren. Voor deze studie is gekozen om met de technologische kenmerken te werken zoals deze vandaag gekend zijn.

Het komt er bij de inschatting van het potentieel op aan om na te gaan waar in de beschikbare ruimte een energievorm maximaal kan ingezet worden om energie te produceren. De inplanting van een energievorm is immers afhankelijk van een aantal positieve en negatieve randvoorwaarden, hier ook criteria of aanknopingspunten genoemd, die door het (ruimtelijke) beleidskader worden bepaald. De positieve criteria geven aan op welke locaties een energievorm mag geplaatst worden. De negatieve criteria geven de locaties aan die uitgesloten moeten worden voor het plaatsen van een energievorm.

Ofschoon voorliggende studie eruit bestaat om energiekansenkaarten voor Vlaams-Brabant te maken, is het noodzakelijk om ook buiten het studiegebied te kijken wanneer het er op aankomt om de uitwerking van de randvoorwaarden in te schatten. Dit is meest noodzakelijk voor de grootschalige windenergie. Bepaalde negatieve aanknopingspunten reiken tot ver over de provinciale grenzen. Bijvoorbeeld is dit het geval voor de radars en andere aspecten verbonden aan de luchtvaart.

Voor elke hernieuwbare energievorm is in bijlage A een fiche terug te vinden waarin voor elke technologie een overzicht wordt gegeven van de meest relevante randvoorwaarden die een impact hebben op de inzetbaarheid van elke energievorm binnen het huidige beleidskader. We kijken hierbij naar ruimtelijke, wetgevende en financiële aspecten en instrumenten.

Op basis van deze fiches hebben we voor elke technologie de meest relevante, ruimtelijke aanknopingspunten opgesteld die een impact hebben op de inzetbaarheid van elke HE-technologie. Deze ruimtelijke aanknopingspunten worden als positieve of negatieve aanknopingspunten meegenomen in de Dynamische EnergieAtlas. Daarin zijn de aanknopingspunten beschikbaar als datalagen die aan- of uit gezet kunnen worden door het al dan niet aanvinken in een dialoogvenster. Figuur 21 geeft een voorbeeld van het dialoogvenster uit de Dynamische EnergieAtlas voor het berekenen van een energiekansenkaart voor windmolens.



Figuur 21: Dialoogvenster uit de Dynamische EnergieAtlas voor het berekenen van een energiekansenkaart voor windturbines. Ruimtelijke randvoorwaarden kunnen eenvoudig worden aan- of uitgezet door ze aan te vinken.

Varianten van aanknopingspunten kunnen gemakkelijk opgenomen en geanalyseerd worden. Zo is het, bijvoorbeeld, mogelijk om de verschillen in energieproductie door grote windturbines te berekenen en in kaart te brengen bij toepassing van een buffer rondom woongebieden van bijvoorbeeld 350m in plaats van 250m. Het is in fase 3 dat de lijst van aanknopingspunten verder aangevuld wordt en dat bepaalde lagen aan- of uitgezet worden als onderdeel van ‘Wat-als-analyses’ en/of de scenario-analyse uit “Het opmaken van een studie over het bereiken van de doelstelling om de provincie Vlaams-Brabant als grondgebied klimaatneutraal te maken”.

In de Dynamische EnergieAtlas wordt een parameter (H_t) voorzien die de mogelijkheid biedt om per technologie de haalbaarheid ervan te waarderen. De algemene rekenregel voor Potentiële Energieproductie wordt bijgevolg:

$$PEp_{i,t} = EpF_t * EpVV_{i,t} * H_t$$

Met:

- $PEp_{i,t}$ Potentiële Energieproductie door de technologie t in de locatie i (in GWh)
- EpF_t Energieproductie factor geldende voor de specifieke technologie t . Deze drukt de productie van energie uit per eenheid van de $EpVV_{i,t}$
- $EpVV_{i,t}$ Energieproductie Verklarende Variabele voor de technologie t in elke locatie i . Deze geeft een zo nauwkeurig mogelijk spreiding van de technologie t in Vlaams-Brabant rekening houdend met de positieve en negatieve aanknopingspunten (zie boven).
- H_t Haalbaarheid van de technologie t rekening houdend met technische (cf. 4.3.1 voorbeeld PV), economische en maatschappelijk criteria (cf. hoofdstuk 5).

Net zoals voor de bestaande energieproductie (zie 3.2) is deze rekenregel eveneens toepasbaar voor puntbronnen. In onderhevig geval bevat de Energieproductie Verklarende Variabele ($EpVV_{i,t}$) de exacte locatie en het vermogen van elke installatie, en, wordt de Energieproductiefactor (EpF_t) gelijkgesteld aan 1.

In wat volgt wordt voor elke technologie de standaard geldende aanpak beschreven om het bijkomende energieproductiepotentieel in te schatten. Telkens wordt de invulling van (1) de Energieproductie Verklarende Variabele en (2) de Energieproductie Factor verduidelijkt.

4.3. ZON

De inschatting van het potentieel voor PV en de ruimtelijke inplanting ervan gebeurt op basis van een bottom-up benadering waarbij het potentieel geschat wordt aan de hand van de beschikbare ruimte in combinatie met een gemiddelde energieproductiefactor. In de Dynamische EnergieAtlas komt dit neer op een vermenigvuldiging van het beschikbaar dak- (en grondoppervlak) (in m^2) met het gemiddeld vermogen (per m^2).

→ **Energieproductie Verklarende Variabele**

In de Dynamische EnergieAtlas wordt de ruimte voor PV-installaties in eerste instantie afgebakend op basis van de dakoppervlakte van de gebouwen uit het Grootschalig Referentiebestand. Om enkel het bijkomend potentieel in te schatten, wordt hiervan het aantal vierkante meter dakoppervlakte afgetrokken dat reeds in gebruik is door PV. Dit laatste wordt ingeschat door de huidige productie te delen door de Energieproductie Factor (zie volgende paragraaf). Het resultaat is een kaart die voor elke locatie het aantal vierkante meters dakoppervlakte geeft dat nog beschikbaar is voor bijkomende PV-installaties.

Daarnaast kunnen ook andere gebieden in overweging genomen worden voor de aanleg van PV-panelen. De mogelijkheden kunnen bijvoorbeeld onderzocht worden voor brownfields of oude stortplaatsen.

We kiezen ervoor om de mogelijkheden op de grond niet in rekening te brengen bij de berekening van het theoretisch potentieel, aangezien deze zoveel mogelijk wil uitgaan van het huidige wetgevend kader en de huidige praktijk.

De volgende tabel geeft een maximumlijst aan aanknopingspunten die aanwezig zijn in de Dynamische EnergieAtlas. Deze lijst kan verder aangevuld worden, en bepaalde lagen kunnen, afhankelijk van het scenario (cfr. fase 3), aan- of uitgezet worden, om het potentieel te verkennen. De verkenning van het bijkomend potentieel door bijvoorbeeld brownfields te voorzien van PV is een mogelijk scenario. In de kolom 'Theoretisch potentieel' wordt aangeduid welke aanknopingspunten in rekening worden gebracht voor de berekening van het theoretisch technologisch potentieel.

Tabel 13: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing van PV

<i>Dataset</i>	<i>Bron</i>	<i>Theoretisch potentieel</i>
Positieve Aanknopingspunten		
Dakoppervlakte	GRB	x
Brownfields	OVAM	
Oude stortplaatsen	OVAM	
Niet gebruikte percelen bedrijventerreinen	AO	
Laagwaardige landbouwpercelen	ALV	
Negatieve Aanknopingspunten		
Habitatrichtlijngebieden	INBO 2013.01	
Vogelrichtlijngebieden	INBO 2005.01	
Gebieden in natuurbeheer	INBO	
VENIVON	ANB	
Risicogebieden Overstromingen	VMM	
Ankerplaatsen	OE	
Beschermde Landschappen	OE	
Openruimte gebieden > 1000ha	Ruimtemodel, VITO	
Kwetsbare gebieden	Ruimte Vlaanderen,	
Gewestplan/RUP (bepaalde bestemmingen)	RBH	

→ **Energieproductie factor**

We gaan uit van een specifieke energieopbrengst van PV van 150 Wp/m² of 132 kWh per m² (<http://zonnepanelenenergie.be/gratis-advies/hoeveel-vierkante-meter-zonnepaneel-heb-je-nodig-per-persoon>). Dit wil zeggen dat je ca. 27 m² zonnepanelen nodig hebt om aan het gemiddeld jaarlijks elektriciteitsverbruik van een gezin te kunnen voldoen.

Voor PV-panelen die geplaatst worden op een dak, corrigeren we deze opbrengst voor het feit dat niet het volledige dakoppervlak beschikbaar is voor installatie van PV. Hier gelden o.a. de

dakconstructie, schaduweffecten en de oriëntatie t.o.v. de zon als beperkingen. We baseren ons op de vuistregel van het International Energy Agency (International Energy Agency, 2002. Potential for Building Integrated Photovoltaics. IEA Report:PVPS T7-4, Paris) dat 40% van het totale dakoppervlak geschikt is voor het plaatsen van PV panelen. Deze 40% zal als technische haalbaarheidscoëfficiënt in de dynamische Energieatlas ingevoerd worden.

4.4. GROOTSCHALIGE WINDENERGIE

Voor grootschalige windenergie volgen we eveneens een bottom-up benadering. We gaan uit van een windturbine met een vermogen van 2,3 MW (rotordiameter 80-100 meter, masthoogte 100-108 meter), dit is vooralsnog de meest voorkomende windturbine in Vlaanderen ("Rapport 2014/1, Deel 1: rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2015", VEA). Het vermogen is echter een factor die steeds aanpasbaar is in de Dynamische EnergieAtlas. We volgen de methodologie die VITO ontwikkelde in de Elia-studie 'Onthaalcapaciteit decentrale productie in Vlaanderen' (2012). Deze methodologie werd verder verfijnd in het kader van de herziening van het Windplan Limburg (Poelmans et al., 2014), en, ingebouwd in de Dynamische EnergieAtlas voor de afbakening van energielandschappen voor Ruimte Vlaanderen.

→ *Energieproductie Verklarende Variabele*

Het maximaal aantal windturbines wordt ingeplant binnen potentiële inplantingszones op een technisch haalbare manier. Het huidige beleid wordt hiervoor in rekening gebracht. Via de positieve en negatieve randvoorwaarden worden zones afgebakend die in aanmerking komen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de kaartlagen die meegenomen kunnen worden als positief of negatief aanknopingspunt in de Dynamische EnergieAtlas. Alle aanknopingspunten worden in rekening gebracht voor de berekening van het theoretisch, technologisch potentieel. Deze lijst kan verder aangevuld worden, en bepaalde lagen kunnen, afhankelijk van het scenario (cfr. fase 3), aan- of uitgezet worden, om het potentieel te verkennen.

Tabel 14: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing grote windturbines

<i>Dataset</i>	<i>Bron</i>	<i>Theoretisch potentieel</i>
Positieve Aanknopingspunten		
Bestaande Bedrijventerreinen >= 5 ha	AO	X
Geplande Bedrijventerreinen >= 5ha	Ruimte Vlaanderen RBH	X
Versteende Ruimte > 50%	VITO Ruimtemodel	X
Hoofdwegen, buffer 250 m	NavStreet 2013.3	X
Afbakening Stedelijke Gebieden, definitief	Ruimte Vlaanderen	X
Afbakening Stedelijke Gebieden, ontwerp	Ruimte Vlaanderen	X
Windmolens gebouwd, buffer 750m	Ruimte Vlaanderen	X
Windmolens vergund, buffer 750m	Ruimte Vlaanderen	X
Negatieve Aanknopingspunten		
Habitatrichtlijngebieden	INBO 2013.01	X
Vogelrichtlijngebieden	INBO 2005.01	X
Gebieden in natuurbeheer	INBO	X
Risico's voor vogels en vleermuizen	INBO	X
VENIVON	ANB	X

Risicogebieden Overstromingen	<i>VMM</i>	X
Ankerplaatsen	<i>OE</i>	X
Archeologische sites	<i>OE</i>	X
Beschermde Landschappen	<i>OE</i>	X
Beschermde stad- en dorpsgezichten	<i>OE</i>	X
Beschermde monumenten	<i>OE</i>	X
Unesco erfgoed	<i>OE</i>	X
Geplande Woongebieden	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	X
Geplande Woongebieden, buffer 300m	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	X
Residentiële percelen, buffer 300m	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	X
Gebouwen, buffer 50 m	<i>GRB</i>	X
Hoogspanningsleidingen, buffer 150m	<i>ELIA</i>	X
Pijpleidingen, buffer 150m	<i>Fluxys</i>	X
Seveso installaties, buffer 200m	<i>LNE</i>	X
Spoor-, primaire en secundaire, snel-, waterwegen, buffer 50m	<i>Wegenregister</i>	X
Rode zones Belgocontrol	<i>Belgocontrol (data 2011)</i>	X
Oranje (control) zones Belgocontrol	<i>Belgocontrol (data 2011)</i>	X
Rode zones GCFOE	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	X
Oranje zones GCFOE	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	X
Radar Defensie	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	X
Windmolens gebouwd, buffer 500m	<i>Ruimte Vlaanderen (september 2015)</i>	X
Windmolens vergund, buffer 500 m	<i>Ruimte Vlaanderen (september 2015)</i>	X
Openruimte gebieden > 1000ha	<i>Ruimtemodel, VITO</i>	X
Kwetsbare gebieden	<i>Ruimte Vlaanderen, RBH</i>	X
Wateroppervlakken	<i>Ruimtemodel, VITO</i>	X

Vervolgens wordt de inplantingsmodule voor windmolens uit de Dynamische EnergieAtlas toegepast, die ernaar streeft om in de afgebakende zones een maximum aan windmolens te plaatsen, rekening houdende met de minimale afstand die tussen de windmolens te respecteren is, en, afhankelijk is van de capaciteit (2,3 MW) en dus ook de diameter (100m) van de rotor. Deze bedraagt momenteel 500 meter (5*rotordiameter), maar kan bijgesteld worden in de tool (cfr. fase 3). Deze minimale afstand heeft de vorm van een cirkelvormige buffer waarbij geen rekening gehouden wordt met de dominante windrichting(en). Dit resulteert in een rasterkaart met voor elke rastercel het potentieel aan windturbines.

→ **Energieproductie factor**

De Energieproductiefactor drukt de hoeveelheid energieproductie uit per windturbine. We schatten de productie in door voornoemd vermogen van 2,3 MW te vermenigvuldigen met de vollasturen. Hierbij gaan we uit van ruimtelijke verschillen op basis van verschillen in gemiddelde windsnelheid. Het gemiddeld aantal vollasturen voor Vlaanderen (2060) werd op basis van een windsnelheidskaart (3E, Energielandschappen) herschaald tot een vollasturenkaart (Figuur 9). Deze werd vermenigvuldigd met het vermogen tot een windpotentieelkaart die in de DEA ingevoerd wordt als Energieproductiefactor.

4.5. KLEINSCHALIGE WINDENERGIE

Bij kleinschalige windenergie maken we een onderscheid tussen middelgrote en kleine windturbines.

Voor middelgrote windenergie volgen we dezelfde bottom-up benadering zoals beschreven voor grootschalige windenergie, zij het wel dat we bij het afbakenen van de potentiële inplantingszones en inschatting van de energieproductie rekening houden met de technische en ruimtelijke specificaties van middelgrote windturbines. Naar analogie met de studie “Energielandschap Vlaanderen” in opdracht van Ruimte Vlaanderen, VITO en Vlaamse Bouwmeester (2014) beschouwen we als referentie-installatie een windturbine van 300 kW (masthoogte 50 meter, rotordiameter 30 meter).

Kleine en micro-windturbines laten we buiten beschouwing omwille van volgende redenen:

- Beperkt windaanbod op een hoogte van 10 tot 15 meter. Door fabrikanten wordt aangegeven dat een kleine windturbine nood heeft aan een gemiddelde windsnelheid van 5,5 meter per seconde om een normaal rendement te halen. In Vlaanderen wordt deze windsnelheid op die hoogte enkel bereikt in een zone langs de kust.
- Jonge markt met een grote variatie in kwaliteit van kleine windturbines. In een dergelijke markt is er zeker nog ruimte voor technologische innovatie, zowel op het vlak van aerodynamica als op het vlak van de generatoren en de controle (<http://www.microwindturbine.be>).
- Vergunningverlening. Particulieren die in Vlaanderen een kleine windmolen willen oprichten, krijgen tot op heden nog al te vaak geen stedenbouwkundige vergunning hiervoor. Er bestaat momenteel ook nog geen specifieke reglementering voor particuliere windturbines, alleen een aantal richtlijnen, en over de toelating wordt op het lokaal niveau beslist.

→ **Energieproductie Verklarende Variabele**

Voor de inplanting van middelgrote windturbines gelden bijna dezelfde randvoorwaarden als voor grootschalige windenergie, zij het dat bepaalde bufferafstanden minder groot hoeven te zijn. We baseren ons hierbij eveneens op de lijst aan positieve en negatieve criteria, aangereikt uit de analyse van het wetgevend kader in fase 1. Bij de plaatsing van potentiële turbines dient voor middelgrote windturbines een afstand van 150m (=5*rotordiameter = 5*30 = 150m) gerespecteerd te worden.

Tabel 15: Lijst met positieve en negatieve aanknopingspunten voor plaatsing middelgrote windturbines

Dataset	Bron	Theoretisch potentieel
Positieve Aanknopingspunten		
Bestaande Bedrijventerreinen >= 5 ha	AO	X
Geplande Bedrijventerreinen >= 5ha	Ruimte Vlaanderen RBH	X
Versteende Ruimte > 50%	VITO Ruimtemodel	X
Hoofdwegen, buffer 250 m	NavStreet 2013.3	X
Afbakening Stedelijke Gebieden, definitief	Ruimte Vlaanderen	X
Afbakening Stedelijke Gebieden, ontwerp	Ruimte Vlaanderen	X
Windmolens gebouwd, buffer 750m	Ruimte Vlaanderen	X
Windmolens vergund, buffer 750m	Ruimte Vlaanderen	X

Negatieve Aanknopingspunten		
Habitatrichtlijngebieden	<i>INBO 2013.01</i>	<i>X</i>
Vogelrichtlijngebieden	<i>INBO 2005.01</i>	<i>X</i>
Gebieden in natuurbeheer	<i>INBO</i>	<i>X</i>
Risico's voor vogels en vleermuizen	<i>INBO</i>	<i>X</i>
VENIVON	<i>ANB</i>	<i>X</i>
Risicogebieden Overstromingen	<i>VMM</i>	<i>X</i>
Ankerplaatsen	<i>OE</i>	<i>X</i>
Archeologische sites	<i>OE</i>	<i>X</i>
Beschermde Landschappen	<i>OE</i>	<i>X</i>
Beschermde stad- en dorpsgezichten	<i>OE</i>	<i>X</i>
Beschermde monumenten	<i>OE</i>	<i>X</i>
Unesco erfgoed	<i>OE</i>	<i>X</i>
Geplande Woongebieden	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	<i>X</i>
Geplande Woongebieden, buffer 200m	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	<i>X</i>
Residentiële percelen, buffer 200m	<i>Ruimte Vlaanderen</i>	<i>X</i>
Gebouwen, buffer 50 m	<i>GRB</i>	<i>X</i>
Hoogspanningsleidingen, buffer 100m	<i>ELIA</i>	<i>X</i>
Pijpleidingen, buffer 150m	<i>Fluxys</i>	<i>X</i>
Seveso installaties, buffer 200m	<i>LNE</i>	<i>X</i>
Spoor-, primaire en secundaire, snel-, waterwegen, buffer 50m	<i>Wegenregister</i>	<i>X</i>
Rode zones Belgocontrol	<i>Belgocontrol (data 2011)</i>	<i>X</i>
Oranje (control) zones Belgocontrol	<i>Belgocontrol (data 2011)</i>	<i>X</i>
Rode zones GCFOE	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	<i>X</i>
Oranje zones GCFOE	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	<i>X</i>
Radar Defensie	<i>Defensie – GCFOE 2013</i>	<i>X</i>
Windmolens gebouwd, buffer 500m	<i>Ruimte Vlaanderen (september 2015)</i>	<i>X</i>
Windmolens vergund, buffer 500 m	<i>Ruimte Vlaanderen (september 2015)</i>	<i>X</i>
Potentieel grootschalige wind buffer 500m	<i>VITO, DEA</i>	<i>X</i>
Openruimte gebieden > 1000ha	<i>Ruimtemodel, VITO</i>	<i>X</i>
Kwetsbare gebieden	<i>Ruimte Vlaanderen, RBH</i>	<i>X</i>
Wateroppervlakken	<i>Ruimtemodel, VITO</i>	<i>X</i>

→ **Energieproductie factor**

We schatten de productie in door voornoemd potentieel (300 kW) te vermenigvuldigen met de vollasturen. Naar analogie met de studie “Energielandschap Vlaanderen” in opdracht van Ruimte Vlaanderen, VITO en de Vlaamse Bouwmeester (2014) gaan we uit van 1.600 vollasturen.

4.6. WATERKRACHT

Het potentieel voor waterkracht wordt in kaart gebracht door bestaande molens en sluizen(/sluiscomplexen) te lokaliseren en hieraan een potentieel vermogen en productie toe te

kennen. De inschatting van het potentieel voor kleinschalige waterkracht (< 10 MW) gebeurt op basis van een bottom-up benadering waarbij het potentieel geschat wordt door het potentieel vermogen op een bestaande molensite of sluizencomplex te vermenigvuldigen met een gemiddelde energieproductiefactor (draaiuren).

→ **Energieproductie Verklarende Variabele**

(1) Stuwen bevaarbare waterlopen

Op de bevaarbare waterlopen in de provincie Vlaams-Brabant zijn er 8 sluizen, waarvan 3 sluizen (Kanaal Leuven-Dijle) reeds benut worden voor waterkracht (Tabel 4). Dit wil zeggen dat er op het grondgebied van de provincie Vlaams-Brabant nog een potentieel is op de 4 sluizen van het Kanaal naar Charlerloi en op de sluis op het Zeekanaal Brussel-Schelde.

(2) Bestaande molensites

Volgens het molenbestand van de vereniging Molenzorg Vlaanderen vzw (<http://www.molenechos.org/>) zijn er in de provincie Vlaams-Brabant 136 bestaande watermolens.

In 1996 werd door vzw TSAP het waterkrachtpotentieel voor Vlaanderen geanalyseerd, ondermeer voor de “klassieke” molensites met waterkrachtcentrale. Uit deze analyse bleek dat de meeste molensites in Vlaanderen een valhoogte hebben tussen 1 en 3 m en het opgesteld vermogen bijgevolg vaak kleiner is dan 5 kW. Daarnaast werd ook vastgesteld dat 41 van de 316 geanalyseerde watermolens niet meer gevoed worden door water (waterloop verplaatst of verdwenen). Bovendien is ca. 45 % van de watermolens in Vlaanderen is beschermd als monument, als onderdeel van stads- of dorpsgezicht of als onderdeel landschap en kan niet zonder meer ingericht worden als kleine waterkrachtcentrale.

Voor de geografische spreiding maken we gebruik van de informatie die publiek beschikbaar is via de RESTOR Hydro map (<http://www.restor-hydro.eu/en/tools/mills-map/>). Renewable Energy Sources Transforming Our Regions (RESTOR) Hydro is een Europees project dat als doel heeft het waterkrachtvermogen op kleine schaal te identificeren op de historische molensites die momenteel buiten werking zijn. Via deze kaartenatlas kunnen we de verschillende potentiële locaties als puntbron meenemen in de Dynamische EnergieAtlas. In totaal zijn er 117 molens gelokaliseerd in de provincie (restorHydroMap) waarvan reeds 6 een waterkrachtinstallatie geïnstalleerd hebben.

→ **Energieproductie factor**

(1) Stuwen bevaarbare waterlopen

In de “Multidisciplinaire studie naar visvriendelijke technieken bij kleinschalige waterkrachtcentrales” (AWZ, 2004) vinden we een inschatting terug van het energie-technisch potentieel op de stuwen in Vlaanderen. Voor de provincie Vlaams-Brabant gaat het om 6 stuwen met een potentieel van 590 kWe: 2 stuwen met een potentieel tussen 200 en 500 kW en 4 stuwen met een potentieel kleiner dan 100 kW.

We verdelen het resterend potentieel vermogen of 445kWe over de 5 onbenutte sluizen. We vermenigvuldigen dit vermogen met het gemiddeld aantal vollasturen van de bestaande sluizen in Vlaams-Brabant of 3.103 vollasturen (cf. paragraaf 3.6.1) waardoor een sluis een potentiële productie van 256MWh meekrijgt.

(2) Bestaande molensites

Van de 113 bestudeerde molensites in Vlaams-Brabant hebben slechts 7 een beschikbaar vermogen > 40 kW en 65 molensites hebben een beschikbaar vermogen < 5 kWe. Het totaal potentieel vermogen van de bestudeerde molensites in de provincie Vlaams-Brabant blijft beperkt tot 1,9 MWe.

We vermenigvuldigen het potentieel vermogen van 1,9 MWe met het gemiddeld aantal vollasturen van de bestaande kleinschalige waterkrachtcentrales in Vlaanderen of 1.936 vollasturen. Aan alle resterende watermolens wordt bijgevolg een gemiddeld productiepotentieel van 30,98MWh elektriciteit toegekend.

4.7. BIOMASSA

De term biomassa dekt een breed scala van stromen af zowel in type (hout, gras, mest, GFT, ...) als in kwaliteit (zuivere stromen, verontreinigde stromen⁴). Ook de technologie waarmee deze stromen kunnen worden omgezet variëren van klassieke (verbranding, vergisting) tot meer innovatieve technologieën (vergassing, pyrolyse, enzymatische hydrolyse). Tot slot ook de energiedragers die kunnen worden geproduceerd zijn veelzijdig (warmte, elektriciteit, WKK, biogas, biomethaan, PPO, biodiesel, ethanol, ...). Binnen dit brede scala van biomassatypes, -technologieën en energiedragers werden volgende selecties gemaakt in functie van hun relevantie voor de opdracht:

- Technologieën: verbranding en vergisting
- Energiedragers: warmte, elektriciteit, WKK, biogas, biomethaan(injectie). Wat warmte betreft, kunnen temperaturen verkregen worden van meer dan 1000°C, wat dit zeer interessant maakt voor industriële (stoom)processen.
- Biomassatypes: dierlijke mest, GFT- en groenafval, bermgras, tak- en kroonhout, RWZI⁵

Horeca-afval en gebruikte vetten/oliën werden niet meegenomen.

Voor de inschatting van het potentieel aan biomassa-installaties, moeten we het aanbod van de verschillende stromen in kaart brengen en vervolgens op zoek gaan naar de meest geschikte locatie van een bepaald type installatie. We onderscheiden:

4.7.1. DE BIOMASSASTROOM DIERLIKE MEST

→ *Energieproductie Verklarende Variabele*

In de Dynamische EnergieAtlas wordt de mestproductie per stal bepaald. Per stal is de ligging en de stalbezetting⁶ gekend zodat de mestproductie per stal bepaald kan worden (rekening houdend met de forfaitaire N-uitscheidingscijfers en de N-inhoud per mesttype). Er wordt ook rekening gehouden met beweiding bij runderen (de mest van beweide dieren is niet (of beperkt) beschikbaar). Dit zorgt in de Energieatlas voor een maximale aanbodkaart voor vier types van mest (mestkalveren, overige runderen, varkens en pluimvee). De inplantingstool voor biomassaverwerkingsinstallaties (zie 4.7.5) zal vervolgens aangeven welke biomassastromen effectief in aanmerking komen voor hernieuwbare energieproductie, gegeven een welbepaald scenario.

⁴ Zo kan takhout vervuild zijn met zand, naalden, blad, ... of kan bermmaaisel verontreinigd zijn met blik, plastic, ...

⁵ RWZI-installaties zijn in Fase1 al opgenomen door middel van de lijst van groen stroom installaties.

⁶ Cijfers 2010, Jaarlijkse aangifte bij de Mestbank (VLM).

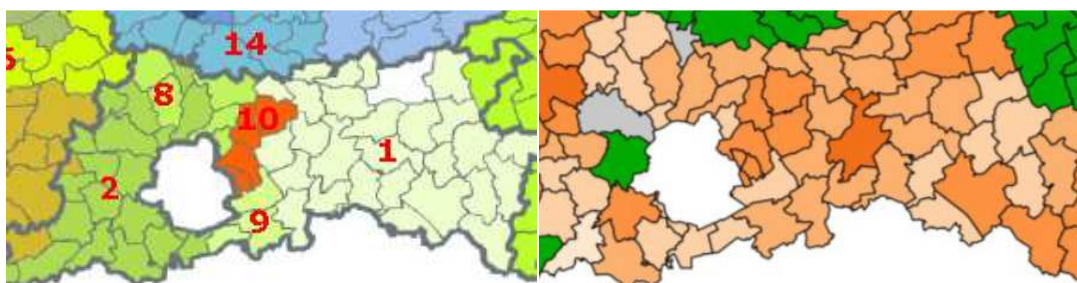
→ **Energieproductie factor**

De energieproductiefactor drukt de hoeveelheid elektriciteit en warmte uit die geproduceerd kan worden voor de verschillende mesttypes. Meer gedetailleerde informatie, ook over de verwerking van deze dierlijke mest in een vergister, is beschikbaar in bijlage D.

4.7.2. DE BIOMASSASTROOM GFT- EN GROENAFVAL

→ **Energieproductie Verklarende Variabele**

In de eerste stap brengen we het aanbod aan GFT- en groenafval zo nauwkeurig mogelijk in kaart. Er is data beschikbaar op gemeenteniveau over de verwerkte hoeveelheden GFT- en groenafval. Deze werd aangeleverd door OVAM (2013). Vlaams-Brabant telt 5 Intercommunales met betrekking tot afvalverwerking (Figuur 22, links). Figuur 22 (rechts) toont de GFT-hoeveelheden per gemeente.



Figuur 22: De 5 Intercommunales van Vlaams-Brabant voor afvalverwerking (links) en de GFT-hoeveelheden per gemeente (rechts).

Met de Dynamische EnergieAtlas worden de gemeentelijke hoeveelheden nauwkeuriger ruimtelijk toegewezen. We passen hiervoor een dasymetrische kartering toe (zie 3.3.1) waarbij ondermeer de spreiding van de bevolking en de Groenkaart Vlaanderen 2010 van het Agentschap Natuur en Bos (ANB) ingezet zullen worden.

In de tweede stap wordt de inplantingsmodule voor biomassaverwerkingsinstallaties (zie 4.7.5) toegepast op deze kaarten en worden de hoeveelheden GFT- en groenafval bepaald die in aanmerking komen voor hernieuwbare energieproductie, gegeven een welbepaald scenario .

→ **Energieproductie factor**

In de GFT/groen-vergister kan het GFT-afval en de niet-houtige fractie van het groenafval vergist worden tot een bepaalde hoeveelheid energie (elektriciteit en warmte). De houtige fractie van het groenafval kan via een houtverbrandingsinstallatie groene warmte leveren, hoewel deze stroom vandaag veelal wordt ingezet als structuurmateriaal voor compostering. Hiermee wordt rekening gehouden in de potentieelbepaling. In de Dynamische EnergieAtlas zijn de nodige energieproductiefactoren opgenomen (ton GFT/groen -> energie). Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar bijlage E.

4.7.3. DE BIOMASSASTROOM BERMGRAS

Bermgras is een stroom die een grote beschikbaarheid kent maar zijn energetische valorisatie is moeilijker omwille van specifieke kenmerken:

- (i) komt pieksgewijs beschikbaar (seizoensgebonden en gebonden aan maaitijdstippen in het Bermbesluit);
- (ii) heeft een vervuilingsgraad;
- (iii) wordt vandaag beperkt co-vergist in een aantal installaties;
- (iv) verlies aan energieproductiepotentieel indien niet tijdig en correct opgeslagen.

Maar, gezien zijn grote beschikbaarheid en huidige verwerkingskost dient bermgras zich zeker aan als een opportuniteit voor vergisting.

→ *Energieproductie Verklarende Variabele*

In de eerste stap wordt de aanbodkaart van bermmaaisel ontwikkeld. Hierbij wordt vertrokken van de studie Graskracht (Inverde, 2012). Graskracht geeft een overzicht van de beschikbare gegevens inzake gemaaide oppervlaktes (ha) en maaiselhoeveelheden (ton/jr) in Vlaanderen onderverdeeld naar 4 categorieën (snel- en gewestwegen, bevaarbare waterwegen, gemeentelijke wegbermen en spoorwegen). De Vlaamse hoeveelheden werden vertaald naar het aantal voor Vlaams-Brabant op basis van het aandeel van Vlaams-Brabant in de totale Vlaamse lopende kilometers voor de verschillende categorieën. Tenslotte wordt in de Dynamische EnergieAtlas het provinciaal aandeel ruimtelijk verdeeld langsheen de verschillende lijninfrastructuren, niet gelijkmatig, maar rekening houdend met de verstedelijkingsgraad (zie ook Figuur 24). Dit wil zeggen dat het bermgrasaanbod in een hectarecel gelegen in landelijk gebied dubbel zo groot kan zijn als in stedelijk gebied (in dit voorbeeld zal de verstedelijkingsindicator in landelijk gebied dan de helft bedragen van deze in stedelijk gebied).

In de tweede stap wordt onderzocht hoeveel van dit beschikbaar bermmaaisel effectief in aanmerking komt voor vergisting, gegeven een specifiek scenario uitgevoerd met de inplantingstool voor biomassaverwerkingsinstallaties (zie 4.7.5).

→ *Energieproductie factor*

Deze factor drukt de energieproductie (elektriciteit en warmte) uit per kilogram bermgras.

Aanvullende informatie over het energiepotentieel uit bermgras kan geraadpleegd worden in Bijlage F.

4.7.4. DE BIOMASSASTROOM TAK-EN KROONHOUT

→ *Energieproductie Verklarende Variabele*

De hoeveelheid tak- en kroonhout wordt hier op kaart gezet, rekening houdende met;

- de productiviteit van de bossen door middel van ecodistrictkaarten waardoor een differentiatie van gemiddelde jaarlijkse aanwas mogelijk is in functie van het ecotype;
- de verhouding tussen naaldbos en loofbos gezien deze een verschillende hoeveelheid takhout opleveren (de boskartering);
- tot slot een duurzaamheidsparameter die een bepaalde hoeveelheid takhout in het bos achterlaat voor de opbouw van de organische strooisellaag.

We maken hier een onderscheid tussen naald- en loofhout, omdat deze andere energieproductiefactoren hebben.

De inplantingstool voor biomassaverwerkingsinstallaties (zie 4.7.5) bepaalt ondermeer aan de hand van de mobilisatiefactoren welke hoeveelheden hout effectief in aanmerking komen voor de productie van hernieuwbare energie, gegeven een specifiek scenario.

→ **Energieproductie factor**

Op basis van de hoeveelheden biomassa wordt de energie-inhoud afgeleid naar de verschillende energiedragers (warmte en elektriciteit).

Achtergrondinformatie over de gebruikte kengetallen is te raadplegen in Bijlage G.

4.7.5. OPTIMALE INPLANTING INSTALLATIES

Uitgaande van de beschikbare hoeveelheid biomassa zal gezocht worden naar de meest optimale locaties van de installaties. Een randvoorwaarde hierbij is om een bepaalde minimale hoeveelheid aan biomassa beschikbaar te hebben binnen een beperkt gebied. Binnen de Dynamische EnergieAtlas werd een algoritme ontwikkeld dat toelaat om uitgaande van een bepaalde instelbare hoeveelheid biomassa (bv. aanname dat een grootschalige landbouwvergister minstens 12.000 ton mest nodig heeft) op basis van een kaart met biomassa-aanbod, een mobilisatiefactor en een straal van het aanvoergebied op zoek te gaan naar het maximaal aantal installaties, hierbij rekening houdend met het feit dat input voor de ene installatie wordt uitgesloten voor de andere installaties. De minimale hoeveelheid biomassa en de straal zijn instelbaar in functie van de technologie. Zo is de inputparameter van mest voor een pocketvergisting aanzienlijk lager. Op basis van een inputparameter kan de 'schaligheid' van de installatie worden ingevuld.

Vier types installaties kunnen met de Dynamische EnergieAtlas ingepland worden:

- Landbouwvergister
- Pocketvergister
- GFT/groen vergister
- Houtverbrander

Voor elke installatie geldt dat er in de inplantingstool eerst een 'zoekzone' opgegeven moet worden. Dit is de ruimte waarbinnen op zoek gegaan wordt naar het maximaal aantal installaties. Deze zoekzone wordt in de Dynamische EnergieAtlas gecreëerd door het combineren van positieve en negatieve ruimtelijke randvoorwaarden (analoog aan de functionaliteit om op zoek te gaan naar geschikte zones voor de plaatsing van windturbines). Vervolgens moet aangegeven worden welke biomassastromen voor een bepaald type installatie in aanmerking komen en hoeveel percentage van het aanbod in rekening gebracht mag worden. Dit laatste is de mobilisatiefactor. Deze kan variëren naar gelang het scenario en wordt bijgevolg in latere fase van het rapport gekwantificeerd voor elke installatie en voor elke biomassastroom. Indien er reeds bestaande installaties aanwezig zijn in het gebied, dan worden deze in rekening gebracht. Dit gebeurt door de biomassastromen waar ze reeds aanspraak op maken zo goed mogelijk te lokaliseren en uit te sluiten in de verdere analyse.

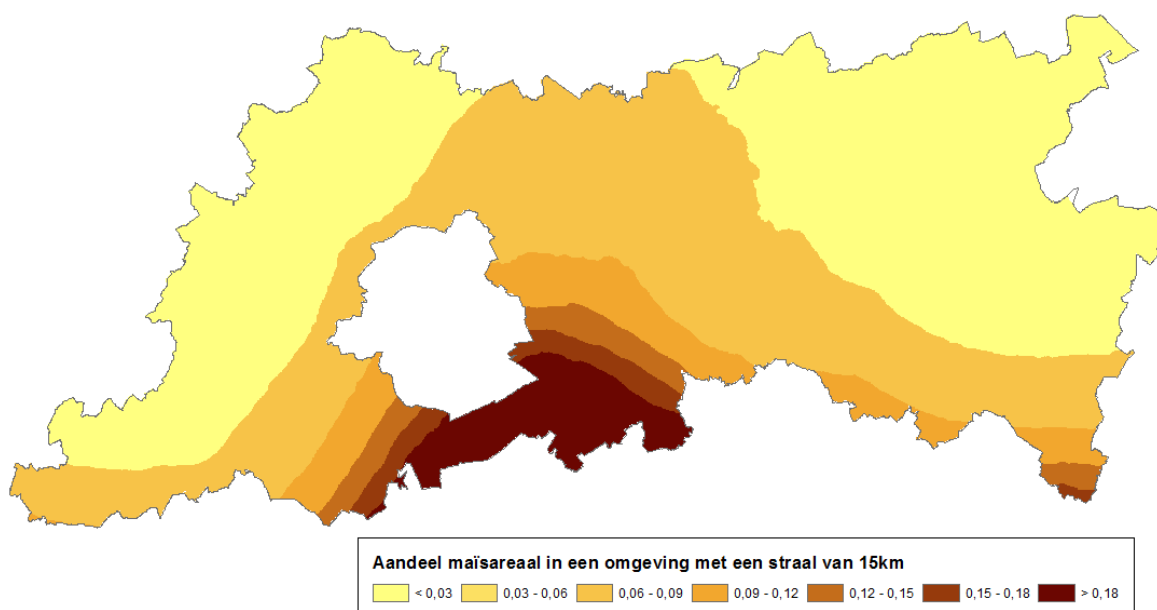
Tabel 16: Types biomassa-installaties met 'zoekzone' en biomassastromen

	<i>Zoekzone</i>	<i>Biomassastromen</i>
Landbouwvergister	<i>Nabij stal >4000 ton mest</i>	<i>Dierlijke mest Maïs</i>
Pocketvergister	<i>Nabij stal</i>	<i>Dierlijke mest</i>
GFT vergister	<i>Nabij bestaande composteerinstallatie Ecowerf</i>	<i>GFT Groenafval (niet-houtige fractie) Bermgras</i>
Houtverbrandingsinstallatie	<i>Bedrijventerreinen min. 5 ha groot Braakliggende percelen bedrijventerreinen</i>	<i>Loofhout Naaldhout Groenafval (houtige fractie)</i>

Verder wordt rekening gehouden met volgende installatie-specifieke kenmerken die noodzakelijke input vormen ter berekening van de inplantingslocaties en energieproductiepotentieel:

- Landbouwvergister:
 - o Covergisting met maïs:

we gaan uit van een installatie van 60.000 ton die aan covergisting doet (20% mest en 25-40% energiemais). We selecteren gebieden met voldoende maïsaanbod in een straal van 15km. Figuur 23 toont de aanbodkaart van maïs zoals aanwezig in de inplantingstool. Deze geeft aan wat de fractie maïs is in de omgeving met een straal van 15km. Bij een fractie hoger dan 0,006 hebben we voldoende maïsaanbod in de omgeving om aan covergisting te doen in een installatie, maar dan zou al de maïs in de omgeving ingezet worden voor hernieuwbare energieproductie. We veronderstellen dat we maximum 10% van het maïsareaal willen inzetten voor energietoepassingen zodat de parameter 'minimum fractie maïs in de omgeving' op 0,06 staat.



Figuur 23: Aandeel maïsareaal in een omgeving met een straal van 15km

- o Een landbouwvergister zal mest uit verschillende stallen kunnen verwerken tot hij aan de benodigde mesthoeveelheid zit. Het lijkt hierbij opportuun om te richten op de grotere stallen in de omgeving. Daarom een aantal parameters die toelaten om dit mee te nemen:
 - Wat is een 'grote' stal?
 - Hoeveel grote stallen moeten minimaal geclusterd worden?
 - Welke mesthoeveelheid moet een stal minimaal kunnen aanbieden om te kunnen toeleveren aan een landbouwvergister?
 - Wat is de maximale transportafstand?
- Pocketvergister: de definitie van de zoekzone zorgt ervoor dat pocketvergisters in de doorgerekende scenario's enkel geplaatst kunnen worden ter hoogte van bestaande stallen. Wanneer er reeds een pocketvergister aanwezig is bij een bepaalde stal, dan wordt de beschikbare mesthoeveelheid van deze stal uitgesloten in de verdere analyse.
- GFT/groen vergister en houtverbranding:
 - o Voor groenafval wordt 70% van het aanbod in rekening gebracht bij de GFT-groenvergister en 30% bij de houtverbranding (houtige fractie).
 - o Volgende parameters zijn nog instelbaar:
 - Wat is de minimale afstand tussen twee installaties? Indien niet van toepassing mag dit op 0 gezet worden.
 - Wat is de maximale transportafstand (uitgedrukt in km) tussen de ligging van de biomassaastroom en de installatie? (indien niet van toepassing kan deze factor hoog genoeg gesteld worden)
 - Minimale hoeveelheid: hier kan een minimale hoeveelheid van de biomassaastroom ingesteld worden. Onder deze hoeveelheid zal het gebied niet in aanmerking komen om aan te leveren aan een verwerkingsinstallatie. Bij de GFT-vergister en de houtverbranding wordt het aanbod in grotere hokken samengenomen (om bv. de bospercelen na te bootsen) (van 50x50m cellen aggregatie tot kilometerhokken).

4.8. GEOTHERMIE

4.8.1. ONDIEPE SYSTEMEN

Bij de bepaling van het potentieel aan ondiepe bodemenergie worden de geologische omstandigheden geëvalueerd aangaande de toepassing van de verschillende beschouwde technologieën, opgebouwd rond een open bronsysteem (vb KWO) of een gesloten bronsysteem (vb BEO) voor particuliere of niet-particuliere verwarming/koeling. Het potentieel wordt uitgedrukt in kWh per oppervlakte-eenheid en per jaar. Ruwweg zal dit tussen 0 – 1000 kWh/m² liggen, afhankelijk van de beschouwde technologie en de geologische randvoorwaarden. Er wordt echter getracht om naar een realistische inschatting te gaan door dit ruwe potentieel af te toppen op basis van typische verbruiken per sector.

→ *Energieproductie Verklarende Variabele*

De energieproductie verklarende variabele voor ondiepe geothermie is het resultaat, analoog aan het patroon voor windenergie, van een combinatie van positieve en negatieve randvoorwaarden. De positieve randvoorwaarde bestaat uit een kaart van (1) de niet-bebouwde zones van alle bebouwde percelen, zijnde de tuinen die horen bij bebouwing die potentieel verwarmd kunnen worden met aardwarmte en (2) de onbebouwde percelen binnen woonuitbreidingsgebied. Een eerste negatieve randvoorwaarde bestaat uit de zones van het type I of II van beschermingszones voor waterwinning. De kaartlagen van de beschermingszones rond waterwinning zijn beschikbaar in de Databank Ondergrond Vlaanderen of kortweg DOV. Daarnaast worden ook alle locaties (volledig) uitgesloten waar er zich reeds huidige productie-installaties van het type BEO of KWO bevinden.

→ *Energieproductie factor*

De Energieproductiefactor wordt in de Dynamische EnergieAtlas ingevoerd als een kaart de potenties voor open en gesloten systemen, al dan niet particulier, combineert. Deze kaart is opgemaakt in fasen waarbij de eerste fase een inschatting is van het realistische potentieel (kWh) per vierkante meter. Deze inschatting is specifiek voor open, gesloten en particuliere systemen en wordt hieronder per type beschreven. In de tweede fase wordt dit potentieel vermenigvuldigd met het beschikbaar aantal vierkante meters. Dit houdt in het aantal vierkante meter niet-bebouwd van bebouwde en woonuitbreidingspercelen, verminderd met het aantal vierkante meter dat geschat wordt reeds in gebruik te zijn door huidige (particuliere) installaties. Deze inschatting wordt gemaakt door de huidige productie van deze installaties terug te rekenen naar vierkante meters op basis van het potentieel van de bepaalde locatie.

Ruw potentieel:

In de volgende paragrafen wordt per systeem (KWO, BEO, particulier) beschreven hoe op basis van het 3D lagen model het maximale (ruwe) potentieel per locatie berekend kan worden. Deze drie resultaten worden geaggregeerd tot één kaartlaag op basis van de VITO landgebruikskaart. De resultaten voor particuliere systemen worden toegepast in (bestaande) residentiële gebieden, voor de overige zones die in aanmerking komen volgens de Energie Verklarende Variabele wordt een maximum genomen van KWO/BEO aangezien in de praktijk ook het meest gunstige systeem geïnstalleerd zal worden.

→ Open systemen – type KWO

De toepassing van KWO is hoofdzakelijk gerelateerd aan de beschikbaarheid van relevante, productieve watervoerende lagen (of aquifers). De aanwezigheid van geschikte aquifers kan afgeleid worden uit het 3D lagen-model van Databank Ondergrond Vlaanderen (of DOV).

1/ Op elke locatie in Vlaams-Brabant kan via het 3D lagen model een doorsnede van de ondergrond gemaakt worden met een opsomming van de verschillende geologische formaties die er voorkomen;

2/ Omwille van technische redenen zal de eerste 25 meter onder maaiveld (wegens vermoedelijk te zuurstofrijk water, ongeschikt voor KWO) en alles dieper dan 200 m onder maaiveld (dieper wordt technisch lastig, tevens niet rendabel) uitgesloten worden. Bijkomend zal de basis van het Krijt als uiterste formatie gehanteerd worden (geen gebruik van het onderliggende Massief van Brabant, wegens te kwestbaar en technisch zeer lastig boorbaar);

3/ Op basis van onderstaande tabel kan de specifieke warmte- en koude-energie bepaald worden per meter aquifer en per vierkante meter oppervlak aan maaiveld, deze dient per aquifer vermenigvuldigd te worden met de dikte van de desbetreffende aquifer (uiteraard enkel deze beschikbaar tussen een diepte van 25 tot 200m). Gezien er steeds slechts één aquifer tegelijkertijd mag benut worden (géén waterkwaliteiten mengen) dient de meest geschikte aquifer geselecteerd te worden als deze met de hoogste totale warmte- of koudecapaciteit per vierkante meter oppervlak aan maaiveld;

Tabel 17: Warmte en koudecoëfficiënten per aquifer voor KWO

<i>Chronostratigrafie</i>	<i>Oude benaming</i>	<i>Formatie</i>	<i>Co de</i>	<i>Geviseerde aquifer</i>	<i>Specifiek debiet [(m³/h)/m_{aq}]</i>	<i>Specifieke warmte én koude per vierkante meter [(kWh/m_{aq})/m² opp]</i>
Tertiair-Neogeen-Mioceen	Diestiaan	Diest	Di	zand van Diest	2	1.75
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Rupeliaan	Bilzen	Bi	zand van Berg	0.5	0.44
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Tongeriaan	Borgloon	Bo	zand van Kerkom	0.25	0.22
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Tongeriaan	Sint-Huibrechts-Hern	Sh	zand van Neerrepn	0.4	0.35
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-midden	Lediaan	Lede	Ld	zand van Lede	1.25	1.09
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-midden	Brusseliaan	Brussel	Br	zand van Brussel	1.25	1.09
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen-laet	Landeniaan	Tienen	Ti	zand van Knokke	0.2	0.17
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen-midden	Heersiaan	Heers	Hs	mergels van Gelinden	0.35	0.15
Krijt	Krijt	Houthem	Ho	kalksteen van Houthem	0.6	0.26
Krijt	Krijt	Maastricht	Mt	tufkrijt van Maastricht	0.6	0.26
Krijt	Krijt	Gulpen	Gu	krijt van Gulpen	0.6	0.26

Een belangrijke technische randvoorwaarde bij het verder aanwenden van dit potentieel betreft de noodzaak van gelijktijdig gebruik van verwarming én koeling, zoniet zal het potentieel belangrijk lager zijn door mogelijke uitputting van de bodem (door te sterke opwarming of afkoeling van de bodem).

→ Gesloten systemen – type BEO

De toepassing van BEO is onafhankelijk van de beschikbaarheid van productieve watervoerende lagen, maar wordt bepaald door de thermische karakteristieken van de verschillende geologische formaties. Deze kunnen eveneens afgeleid worden uit het 3D lagen-model van Databank Ondergrond Vlaanderen (of DOV).

1/ Op elke locatie in Vlaams-Brabant kan via het 3D lagen model een doorsnede van de ondergrond gemaakt worden met een opsomming van de verschillende geologische formaties die er voorkomen;

2/ Het dieptecriterium voor de uitvoering van verticale boringen voor thermische energieopslag (rubriek 55.1 Vlare – raadpleegbaar via DOV) dient aangehouden te worden als dieptegrens. Verder wordt omwille van technische redenen de bodem van de formatie van Hannut als ondergrens gehanteerd. Op vele locaties zal het dieptecriterium lager liggen dan deze ondergrens, toch dienen de onderliggende formaties (krijt, massief,...) vermeden te worden (technisch zeer lastig boorbaar voor deze technologie);

3/ Op basis van onderstaande tabel kan de specifieke warmte- en koude-energie bepaald worden per meter formatie en per vierkante meter oppervlak aan maaiveld. De dikte van de voorkomende formaties dient hiervoor in rekening gebracht te worden (product van specifieke waarden met de dikte van de formatie). Er dient een sommatie gemaakt te worden van de energiewaarden van de voorkomende aquifers op een specifieke locatie. Zo zal bv 100m F.Diest en 50m F.Boom leiden tot een specifieke warmte van 245 kWh/m² (= 100.1,8 + 50.1,3).

Tabel 18: Warmte en koudecoëfficiënten per geologische formatie voor BEO

Chronostratigrafie	Oude benaming	Formatie	Co de	Lambda [W/(m K)]	Specifieke warmte per vierkante meter [(kWh/m _{form})/m ² opp]	Specifieke koude per vierkante meter [(kWh/m _{form})/m ² opp]
Quartair	Quartair	Quartair	Q	1.5	1.05	0.70
Tertiair-Neogeen-Mioceen	Diestiaan	Diest	Di	2.5	1.76	1.16
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Rupeliaan	Boom	Bm	1.8	1.26	0.83
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Rupeliaan	Bilzen	Bi	2.4	1.69	1.11
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Tongeriaan	Borgloon	Bo	2.2	1.55	1.02
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen-vroeg	Tongeriaan	Sint-Huibrechts-Hern	Sh	2.4	1.69	1.11
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-laet	Complex van Kallo	Maldegem	Ma	2	1.40	0.93
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-midden	Lediaan	Lede	Ld	2.3	1.62	1.07
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-midden	Brusseliaan	Brussel	Br	2.2	1.55	1.02

Tertiair-Paleogeen-Eoceen-vroeg	Paniseliaan	Gentbrugge	Ge	2.1	1.48	0.97
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-vroeg	Ieperiaan	Tielt	Tt	1.7	1.19	0.79
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-vroeg	Ieperiaan	Kortrijk	Ko	1.6	1.12	0.74
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen-laet	Landeniaan	Tienen	Ti	2	1.40	0.93
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen-laet	Landeniaan	Hannut	Hn	1.8	1.26	0.83

Een belangrijke technische randvoorwaarde bij het verder aanwenden van dit potentieel betreft de noodzaak van gelijktijdig gebruik van verwarming én koeling, zo niet zal het potentieel belangrijk lager zijn door mogelijke uitputting van de bodem (door te sterke opwarming of afkoeling van de bodem). In tegenstelling tot bij KWO is het onmogelijk om bij BEO dezelfde hoeveelheid koude te leveren als warmte, bij een praktische installatie zal steeds 50% meer verwarmings- als koelenergie geleverd worden teneinde optimale besparingen te bekomen.

→ Particuliere installaties – type BEO

Voor particuliere installaties is de toepassing van verticale warmtewisselaars (type BEO) het best haalbaar, zowel technisch als economisch. Het potentieel wordt dus eveneens bepaald door de thermische karakteristieken van de verschillende geologische formaties. Deze kunnen eveneens afgeleid worden uit het 3D lagen-model van Databank Ondergrond Vlaanderen (of DOV).

1/ Op elke locatie in Vlaams-Brabant kan via het 3D lagen model een doorsnede van de ondergrond gemaakt worden met een opsomming van de verschillende geologische formaties die er voorkomen;

2/ Het dieptecriterium voor de uitvoering van verticale boringen voor thermische energieopslag (rubriek 55.1 Vlare – raadpleegbaar via DOV) dient aangehouden te worden als dieptegrens. Verder wordt omwille van technische redenen de bodem van de formatie van Hannut als ondergrens gehanteerd. Op vele locaties zal het dieptecriterium lager liggen dan deze ondergrens, toch dienen de onderliggende formaties (krijt, massief,...) vermeden te worden (technisch zeer lastig boorbaar voor deze technologie);

3/ Op basis van onderstaande tabel kan de specifieke warmte -energie bepaald worden per meter formatie en per vierkante meter oppervlak aan maaiveld. De dikte van de voorkomende formaties dient hiervoor in rekening gebracht te worden (product van specifieke waarden met de dikte van de formatie). Er dient een sommatie gemaakt te worden van de energiewaarden van de voorkomende aquifers op een specifieke locatie;

Tabel 19: Warmtecoëfficiënten per formatie voor ondiepe geothermie – particuliere installaties

<i>Chronostratigrafie</i>	<i>Oude benaming</i>	<i>Formatie</i>	<i>Cod e</i>	<i>Lambda [W/(mK)]</i>	<i>Specifieke warmte per vierkante meter meter [[kWh/m_{form}]/ m² opp]</i>
Quartair	Quartair	Quartair	Q	1.5	0.47
Tertiair-Neogeen-Mioceen	Diestiaan	Diest	Di	2.5	0.78
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen- vroeg	Rupeliaan	Boom	Bm	1.8	0.56
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen- vroeg	Rupeliaan	Bilzen	Bi	2.4	0.75
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen- vroeg	Tongeriaan	Borgloon	Bo	2.2	0.69
Tertiair-Paleogeen-Oligoceen- vroeg	Tongeriaan	Sint-Huibrechts- Hern	Sh	2.4	0.75
Tertiair-Paleogeen-Eoceen-laai	Complex van Kallo	Maldegem	Ma	2	0.63
Tertiair-Paleogeen-Eoceen- midden	Lediaan	Lede	Ld	2.3	0.72
Tertiair-Paleogeen-Eoceen- midden	Brusseliaan	Brussel	Br	2.2	0.69
Tertiair-Paleogeen-Eoceen- vroeg	Paniseliaan	Gentbrugge	Ge	2.1	0.66
Tertiair-Paleogeen-Eoceen- vroeg	Ieperiaan	Tielt	Tt	1.7	0.53
Tertiair-Paleogeen-Eoceen- vroeg	Ieperiaan	Kortrijk	Ko	1.6	0.50
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen- laai	Landeniaan	Tienen	Ti	2	0.63
Tertiair-Paleogeen-Paleoceen- laai	Landeniaan	Hannut	Hn	1.8	0.56

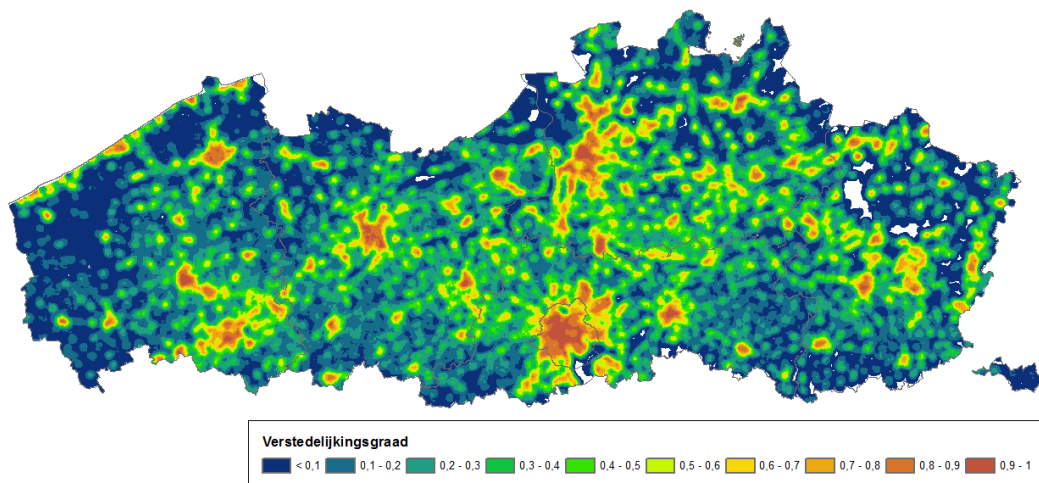
Voor kleine installaties is er géén of slechts een beperkte toepassing van koeling, de focus ligt dan op het aanbieden van verwarming. Hierdoor zullen de boringen verder uit elkaar liggen en is het potentieel per vierkant meter beduidend kleiner.

Realistisch potentieel:

Het ruwe potentieel dient vertaald te worden naar een realistisch potentieel. Het realistische potentieel zal steeds kleiner zijn dan het ruwe potentieel, maar kan dit in de beste omstandigheden wel benaderen. Het realistische profiel wordt voor de verschillende systemen(KWO/BEO/particulier) bijgesteld, op basis van de specifieke bestemming van de onderzochte percelen (industrie, woonzone, ...) zoals afgeleid van de landgebruikkaart van het Ruimtemodel Vlaanderen (VITO) en voor de functie wonen verder ook nog op basis van verstedelijkingsgraad. Deze aftopping gebeurt door het minimum te nemen van enerzijds het ingeschatte ruwe potentieel en anderzijds de warmtebehoefte (MWh/jaar) per pixel. De gehanteerde aftopwaarden bevinden zich in onderstaande tabel;

Tabel 20: Aftopwaarden voor de inschatting van het realistisch potentieel uit ondiepe geothermie

		Warmtebehoefte (MWh/jaar per pixel)	
verstedelijingsgraad		nieuwbouw	bestaand
wonen	< 0,1	20	45
	0,1 - 0,2	20	45
	0,2 - 0,3	20	45
	0,3 - 0,4	28,5	64,1
	0,4 - 0,5	37	83,3
	0,5 - 0,6	45,5	102,4
	0,6 - 0,7	54	121,5
	0,7 - 0,8	62,5	140,6
	0,8 - 0,9	71	159,8
	0,9 - 1,0	80	180
lichte industrie			65
zware industrie			350
diensten			120
serres			500
landbouwgebouwen			45

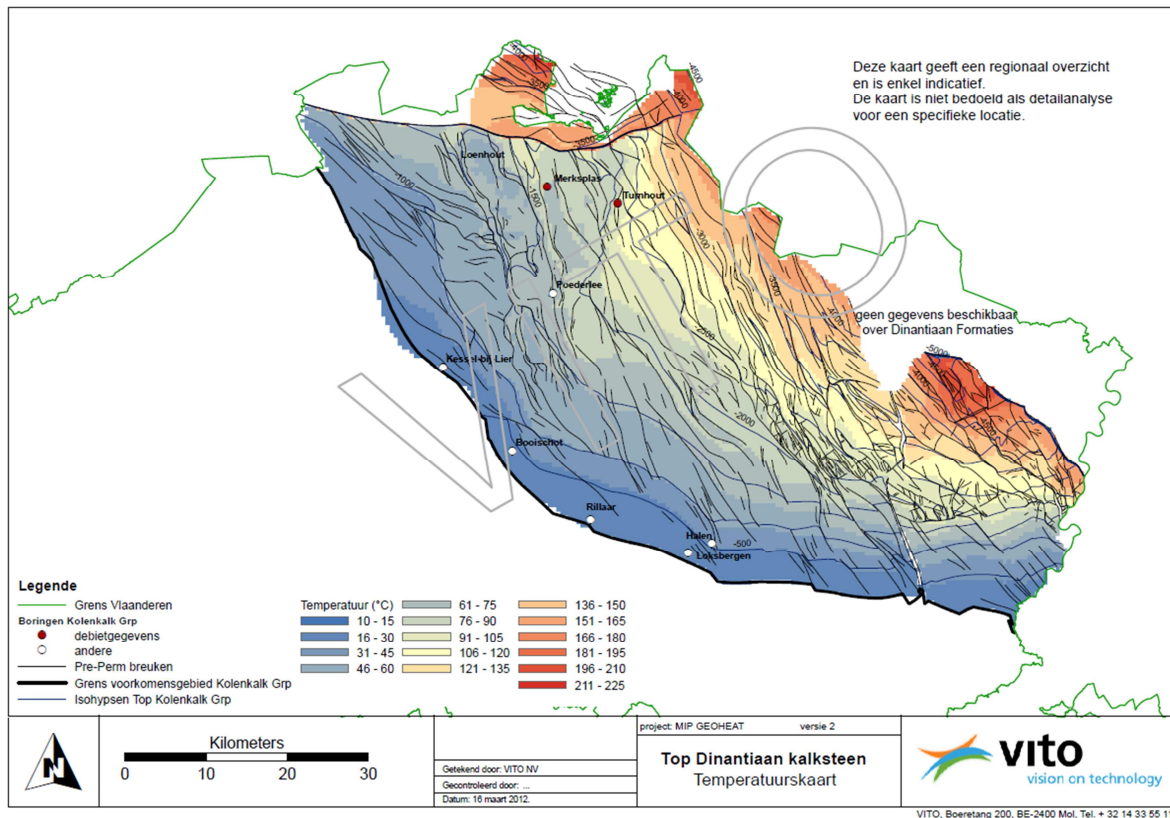


Figuur 24: Verstedelijingsgraad Vlaanderen

4.8.2. DIEPE SYSTEMEN

De toepassing van diepe geothermie is recentelijk in een aantal studies (VITO / Terra Energy) in kaart gebracht. Zo coördineerde Terra Energy het MIP3-project 'GEO.HEAT'. Hieruit blijkt dat de mogelijkheden voor diepe geothermie in de provincie Vlaams-Brabant erg beperkt zijn. De voorkomingsgrens van de geschikte diepe aquifers is beperkt tot het uiterste Noordoosten van de provincie, met name de Dinantiaanlaag die enkel voorkomt in regio Diest-Scherpenheuvel-Zichem (zie Figuur 25). In de EFRO-studie 'Diepe Geothermie in Vlaanderen' (2013-2015) van VITO naar het potentieel van geothermie voor Vlaanderen werd een inschatting gemaakt van het potentieel vermogen van diepe geothermie op basis van de temperatuur van de top van de Dinantiaanlaag.

Deze studie berekende het energetisch potentieel (uitgedrukt in MW vermogen) dat met 50% zekerheid gehaald kan worden uit de top van die Dinantiaanlaag. Er wordt voor geothermie met 8000 uur productie per jaar gerekend. Dit laat toe om voor de locaties waar deze laag aanwezig is, een inschatting te maken van de theoretische potentiële energieproductie. Hierbij wordt rekening gehouden met het feit dat installaties minimum 3km van elkaar verwijderd moeten worden. Dit zorgt voor een theoretisch potentieel van 24.089 GWh. De stap naar een meer realistische inschatting van dit potentieel wordt in deze studie niet gezet.



Figuur 25: Gebied dat in aanmerking komt voor diepe geothermie in Vlaanderen.

4.9. RESTWARMTE

We nemen volgende restwarmtebronnen in rekening:

- Elektriciteitsproductie, inclusief niet-WKK-groenestroominstallaties
- Afvalverbrandingsinstallaties
- Niet-WKK-biogas- of -biomassainstallaties
- Industriële processen

Daarnaast nemen we ook WKK-installaties in rekening, omdat deze vormen van elektriciteitsproductie zijn die zo zijn ontworpen dat de restwarmte nuttig kan worden gebruikt.

Een eerste analyse van de huidige stand van zaken leert alvast dat Vlaams-Brabant ten overstaan van andere provincies niet rijk bedeeld is aan deze installaties.

→ **Elektriciteitscentrales**

De centrale in Vilvoorde produceert er sinds 1960 stroom. In 2001 verving een stoom- en gascentrale van 385 MW drie steenkoolcentrales van 125 MW. In november 2013 kondigde E.ON echter aan de centrale in Vilvoorde te willen sluiten omdat stroomopwek uit aardgas niet meer concurrentieel was. E.ON moest echter van de CREG de centrale ombouwen tot een piekcentrale om deel uit te maken van de strategische reserve. (Bron: Energieia)

Aan de ombouw van de centrale is maandenlang gewerkt. De gasgestookte centrale moest worden omgebouwd van een gesloten- naar een opencycluscentrale. Zo diende de centrale onder meer een nieuwe schouw te krijgen. De werken werden eind november 2014 afgerond en sinds 1 december 2014 staat er in Vilvoorde 265 MW paraat, mocht dat nodig zijn.

De centrale van Drogenbos is de oudste van de twee, al sinds 1911 wordt er stroom opgewekt. De centrale van Drogenbos is met 508 MW (waarvan 460 MW stoom- en gasturbine en 48 MW gasturbine) de krachtigste gascentrale van het land.

In april 2014 maakte Electrabel zijn intentie kenbaar om ook deze centrale om te bouwen tot piekeenheid ook omdat elektriciteitsproductie uit aardgas niet rendabel is. Op 15 oktober 2015 zou de centrale dan zogenaamd in de mottenballen worden gezet. In een recentere communicatie kondigde het bedrijf aan de centrale klaar te houden voor de strategische reserve. (Bron: Energieia)

Doordat beide centrales nu fungeren als piekcentrale zijn het geen geschikte restwarmtebron omdat ze slechts in noodgevallen opgestart worden.

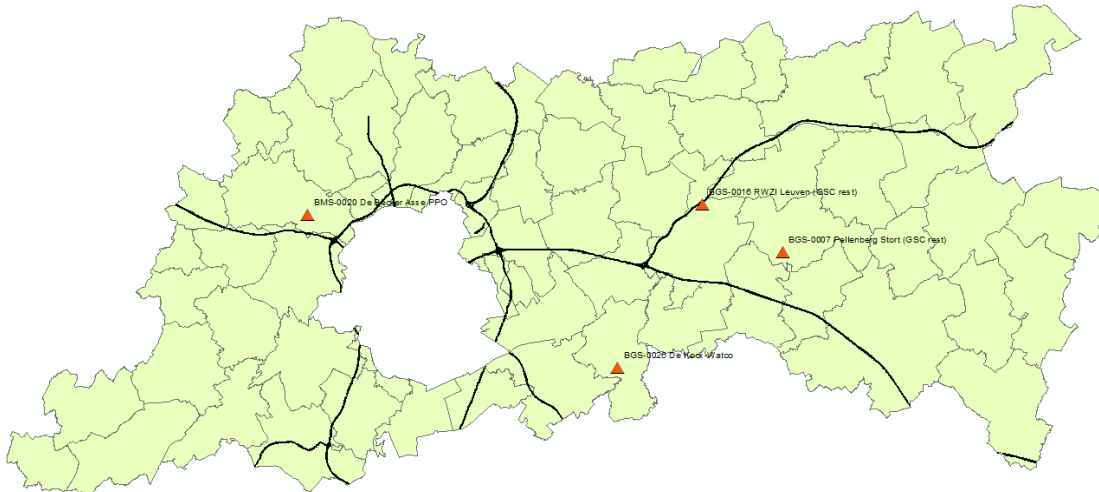
→ **Niet-WKK-groenestroominstallaties**

Vlaams-Brabant telt 4 groenestroominstallaties, die geen WKK's zijn: 1 biomassa-installatie en 3 biogas-installaties (bron: VREG, stand van zaken 2/2/2015):

- Een installatie op puur plantaardige olie van 5280 kW_e in Asse, operationeel sinds 2005
 - Een installatie op stortgas van 1081 kW_e in Huldenberg, operationeel sinds 2003
 - Een installatie op biogas van een RWZI van 312 kW_e in Kessel-Lo, operationeel sinds 2001⁷
 - Een installatie op stortgas van 181 kW_e in Lubbeek, operationeel sinds 1994
-
- Op basis van WKK-installaties op PPO kunnen we inschatten dat de installatie in Asse een potentieel thermisch vermogen heeft van 5,3 MW en een jaarlijkse potentiële warmteproductie van 18 GWh.
 - Op basis van WKK-installaties op stortgas kunnen we inschatten dat de installatie te Kessel-Lo een potentieel thermisch vermogen heeft van ongeveer 0,3 MW en een jaarlijkse productie van 0,75 GWh.
 - De installatie in Huldenberg heeft een potentiële warmteproductie van 1,4 GWh.
 - De installatie in Lubbeek heeft een potentiële warmteproductie van 0,2 GWh.

De installaties in Huldenberg en Lubbeek liggen heel landelijk en dus wellicht te ver van mogelijke warmteafnemers. De installaties in Asse en Kessel-Lo daarentegen liggen in industrieel terrein.

⁷ De beschikbare warmte wordt momenteel gebruikt om slib in te drogen.



Figuur 26: Ligging van de vier niet-WKK-groenestroominstallaties

→ Afvalverbrandingsinstallaties

Er is geen afvalverbrandingsinstallatie in Vlaams-Brabant (bron: OVAM). Bij Fraxicor in Lot, Beersel is er wel een verwerker van dierlijke vetten uit slachtafval. Vanaf november 2007 produceert het bedrijf groene stroom uit vetten die niet gebruikt worden voor consumptie of in de chemische industrie en als restproduct geen verdere bestemming vinden. De capaciteit bedroeg eerst 10 MW; een jaar later werd deze opgetrokken tot 21,5 MW (22 dieselmotoren).

Echter, door de hoge brandstofprijzen en de onzekerheid rond de ondersteuningsmechanismen werd de installatie in 2012 stilgelegd, net zoals de meeste installaties in België die groene stroom produceren uit dierlijke vetten (Jaarverslag 2011-2012 Colruyt). Sindsdien is deze installatie niet meer terug operationeel.

→ Industriële processen

Industriële processen zijn ook vaak een bron van restwarmte. Uit ervaring met het inschatten van de hoeveelheid restwarmte uit industriële processen weten we dat in eerste instantie gekeken moet worden naar de grotere bedrijven omdat daar de kans op de aanwezigheid van een proces op hoge temperatuur groter is en ook omdat de hoeveelheid restwarmte aanzienlijker is dan bij kleinere bedrijven. Dit neemt niet weg dat er ook warmte uitgewisseld kan worden tussen kleinere bedrijven. Veelal echter betreft het dan een specifieke combinatie van industriële bedrijvigheid in elkaars buurt, waarvoor specifieke gedetailleerde informatie bij die bedrijven moet opgevraagd worden om de opportuniteit te kunnen detecteren.

Om dit potentieel aan restwarmteaanbod van de industrie in kaart te brengen gebruiken we dezelfde methode als bij het in kaart brengen van het potentieel aanbod bij de opmaak van de warmtekaart voor Vlaanderen. Deze methode wordt immers afgestemd in nauw overleg met de industriële sectorfederaties. Het is deze die ook in Nederland werd gebruikt voor de opmaak van de warmtekaart en is gebaseerd op de thans best beschikbare informatie. Ze werkt als volgt:

- Van de 31 bedrijven, die toegetreden zijn tot het benchmarking- of auditconvenant en/of een ETS-bedrijf zijn, vertrekken we van het brandstofverbruik, zoals gerapporteerd in het Integraal MilieuJaarVerslag (IMJV)
- In combinatie met referentierendementen van boilers per brandstofsoort leiden we voor elk van deze bedrijven de warmtevraag af.

- Uit literatuurstudie halen we kerncijfers om deze warmtevraag op te splitsen in drie temperatuurniveaus: <120°C; 120-200°C; >200°C
- Hierop passen we een energiecascade toe: een fractie van de warmtevraag in een hoger temperatuurniveau is beschikbaar als restwarmtebron voor de warmtevraag in een lager gelegen temperatuurniveau. Hieruit leiden we finaal een hoeveelheid restwarmte af.

Voor de weergave van het potentieel restwarmteaanbod vanuit de industrie is met de sectorfederaties afgesproken om met klassen te werken; dit om de vertrouwelijkheid van de onderliggende energiegegevens te garanderen:

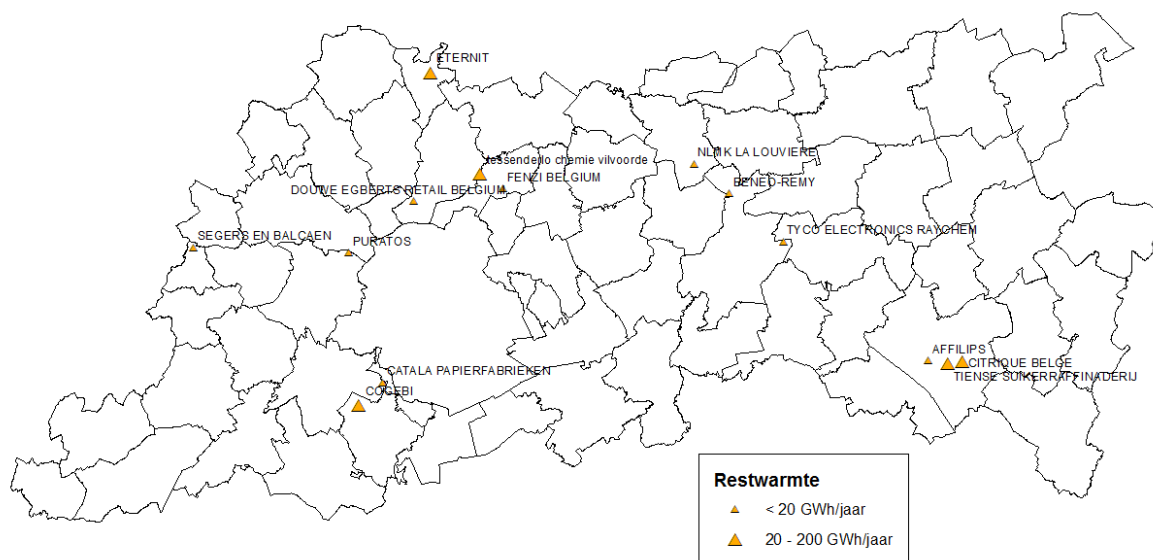
- Kleine driehoek: potentieel restwarmteaanbod < 20 GWh/jaar
- Middelgrote driehoek: potentieel restwarmteaanbod 20-200 GWh/jaar
- Grote driehoek: potentieel restwarmteaanbod >200 GWh/jaar

Onderstaande tabel lijst de Vlaams-Brabantse bedrijven op waarvoor het restwarmtepotentieel onderzocht werd. Het aantal kruisjes geven de omvang van het aanbod weer.

Tabel 21: Overzicht industriële puntbronnen Vlaams-Brabant met het al dan niet aanwezig zijn van een potentieel restwarmteaanbod

		Aanbod > 120°C
BENCHMARKING		
Cargill France SAS	<i>Herent</i>	
Citrique Belge	<i>Tienen</i>	XX
Eternit	<i>Kapelle -Op-Den Bos</i>	XX
InBev	<i>Leuven</i>	
Tessenderlo Chemie	<i>Vilvoorde</i>	XX
Tiense Suikerraffinaderij	<i>Tienen</i>	XX
AUDITCONVENANT		
Affilips	<i>Tienen</i>	X
ASCO Industries	<i>Zaventem</i>	
BENEO-REMY	<i>Leuven</i>	X
Catala Papierfabrieken	<i>Drogenbos</i>	X
Cogebi	<i>Beersel</i>	XX
Coil	<i>Landen</i>	
Danone	<i>Rotselaar</i>	
Douwe Egberts	<i>Grimbergen</i>	X
Duracell Batteries	<i>Aarschot</i>	
Fenzi Belgium	<i>Vilvoorde</i>	X
Finaspan	<i>Boortmeerbeek</i>	
Havvells Sylvania Belgium	<i>Tienen</i>	
NLMK La Louvière	<i>Haacht</i>	X
Olympia	<i>Herne</i>	
Pacapime	<i>Halle</i>	
Puratos	<i>Groot-Bijgaarden</i>	X
Robert Bosch Productie	<i>Tienen</i>	
Segers en Balcaen	<i>Liedekerke</i>	X
Terumo Europe	<i>Leuven</i>	

Theuma	Bekkevoort	
TYCO Electronics Raychem	Leuven	X
Vanerum België	Diest	
Vitalac	Herent	
Vleeswarenfabriek Luka	Vilvoorde	



Figuur 27: Restwarmte van industriële puntbronnen

4.10. RIOthermie

Riothermie is een techniek waarbij warmte aan het rioleringsstelsel onttrokken wordt. De temperatuur van het afvalwater bedraagt zo'n 10° à 22°C en biedt dus mogelijkheden tot warmterecuperatie na het opkrikken van de temperatuur met behulp van een warmtepomp. De techniek heeft zijn beperkingen omdat afvalwater met een minimumtemperatuur moet afgeleverd worden bij de zuiveringsstations opdat de zuivering goed zou kunnen verlopen. In Vlaams-Brabant is er momenteel al zeker één concreet riothermie-project in Leuven, in samenwerking met de Vlaamse rioleringsinstelling Vlario. Het maakt in hoofdzaak gebruik van het afvalwater afkomstig van het AZ Gasthuisberg om een complex van een honderdtal woningen van warmte te voorzien.

Voor het Europese STEP-UP project (Energy Planning for Cities) heeft VITO het potentieel voor riothermie voor de Stad Antwerpen in kaart gebracht. Uitgaande van droogweerdebietsgegevens per riooldeksel die voor de Stad Antwerpen door Aquafin ter beschikking werden gesteld werd een inschatting van het energieleverend vermogen en bijhorende energieproductie gedaan. Voor Vlaams-Brabant in zijn geheel hebben we geen zo'n zeer gedetailleerde gegevensset ter beschikking.

Om het riothermiepotentieel in kaart te brengen hebben we enerzijds stroomgegevens nodig van het rioolwater in de buizen en anderzijds de dimensies van de rioolbuizen. De stroomgegevens zijn nodig om het debiet te vertalen naar een potentieel aan warmtelevering; de buisdimensies zijn nodig om de toepasbaarheid van de riothermietechnieken af te toetsen. Deze zijn immers pas in te bouwen in buizen van ongeveer een halve meter doormeter en zijn pas interessant in buizen vanaf een meter.

Voor de provincie Vlaams-Brabant hebben we deze gegevens niet ter beschikking. Wat we wel ter beschikking hebben zijn gegevens uit het Groot Referentiebestand. Deze bevat een laag met informatie over het rioleringsstelsel. Daarin wordt onder meer onderscheid gemaakt tussen:

- Inzamelleidingen of transportleidingen
- Gravitaire leidingen of persleidingen
- Leidingen met gemengd water of leidingen met droogweerafvoer.

Deze gegevens laten ons toe om een kwalitatieve kaart te maken van de rioleringsleidingen langs dewelke een riothermieproject te overwegen is. We beperken ons hierbij tot de transportleidingen. Daarbij hanteren we een bepaalde rangorde, waarbij persleidingen voorrang hebben op gravitaire leidingen omdat deze vol met water zitten en hierdoor een grotere warmteoverdracht hebben. Vervolgens hebben leidingen met alleen droogweerafvoer voorrang op gemengde water, omdat regenval en dooi kunnen leiden tot een tijdelijke substantiële daling van de temperatuur van het rioolwater, waardoor er geen warmte van kan worden onttrokken. Dat leidt tot volgende rangorde:

1. Persleidingen met droogweerafvoer
2. Persleidingen met gemengd water
3. Gravitaire leidingen met droogweerafvoer
4. Gravitaire leidingen met gemengd water

Kwantitatieve gegevens zijn wel beschikbaar voor rioolwaterzuiveringsinstallaties. Daar kunnen immers ook riothermieprojecten worden uitgevoerd, getuige een aantal voorbeelden uit o.a. Nederland. Gegevens over de hoeveelheid afvalwater, dat er jaarlijks gezuiverd wordt, laat ons toe om het potentieel aan riothermie in te schatten. Onderstaande tabel geeft een overzicht voor de provincie Vlaams-Brabant.

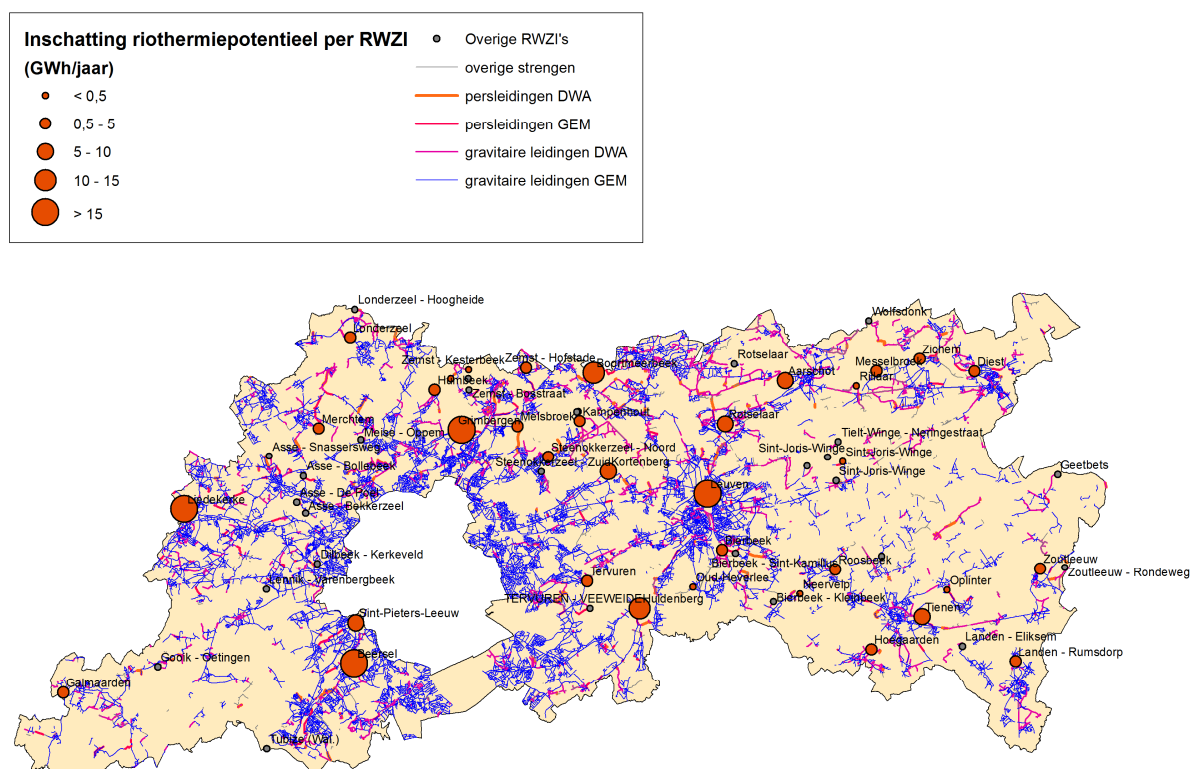
Tabel 22: Inschatting riothermiepotentieel per rioolwaterzuiveringsstation

<i>Rioolwaterzuiveringsstation</i>	<i>Inschatting riothermiepotentieel (GWh/jaar)</i>
Liedekerke	35
Leuven	30
Grimbergen	25
Beersel	22
Huldenberg	14
Boortmeerbeek	13
Tienen	8,7
Kortenbergh	7,4
Sint-Pieters-Leeuw	7,1
Aarschot	6,7
Rotselaar	5,2
Merchtem	4,6
Diest	4,5
Landen – Rumsdorp	4,4
Londerzeel	4,2
Galmaarden	4,0
Tervuren	3,7
Bierbeek	3,6
Kampenhout	2,2
Melsbroek	2,0
Messelbroek	1,6

Steenokkerzeel – Noord	1,6
Zichem	1,5
Zoutleeuw	1,3
Zemst – Hofstade	1,3
Roosbeek	1,2
Hoegaarden	0,9
Humbeek	0,8
Oplinter	0,5
Neervelp	0,4
Oud-Heverlee	0,4
Sint-Joris-Winge	0,3
Rillaar	0,2
Zemst – Larebeek	0,2
Zemst – Kesterbeek	0,1
Bierbeek – Kleinbeek	0,0
Lennik – Varenbergbeek	0,0

Tabel 23: Lengte van verschillende types van riolering in de provincie

Type leiding	Lengte in de provincie (km)
Persleiding + DWA	56
Persleiding + GWA	88
Gravitaire leiding + DWA	760
Gravitaire leiding + GEM	4.848

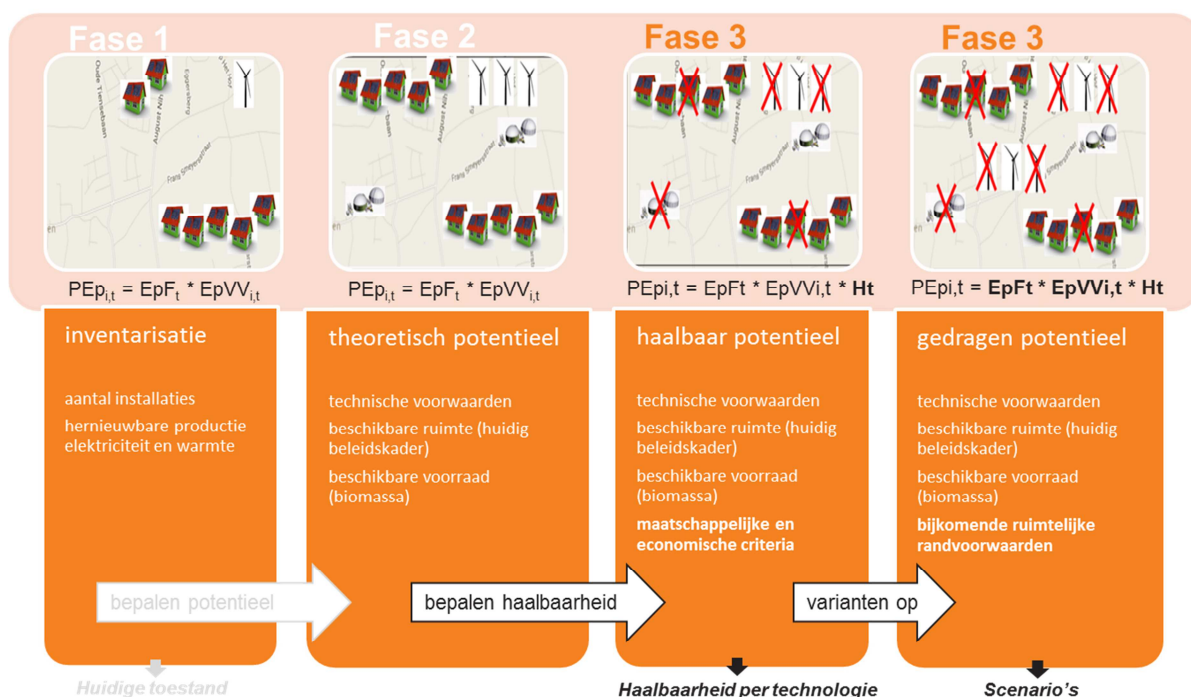


Figuur 28: Inschatting potentieel riothermie ter hoogte van de uitlaten van de RWZI's

HOOFDSTUK 5. FASE 3 – RUIMTELIJKE EN MAATSCHAPPELIJKE AFWEGING

5.1. DOELSTELLING

In dit hoofdstuk stellen we 3 scenario's voor met een potentieel aan hernieuwbare energieproductie voor de provincie Vlaams-Brabant. Scenario's zijn varianten op het technisch potentieel door uit te gaan van andere (pakketten van) ruimtelijke, technische, maatschappelijke randvoorwaarden.



Figuur 29: Schematisch overzicht van de drie fasen – van theoretisch naar gedragen potentieel

5.2. BEGRIPPENKADER

5.2.1. HAALBAARHEID PER TECHNOLOGIE

In vorig hoofdstuk maakten we een inschatting van het theoretische, technische potentieel per hernieuwbare energietechnologie. Het technisch potentieel aan hernieuwbare energieproductie is meestal een overschatting van het werkelijk realiseerbare potentieel. Om een meer realistische inschatting te maken is het belangrijk om ook rekening te houden met de economische en maatschappelijke haalbaarheid van de technologie. Hiertoe onderwerpen we het technisch potentieel per technologie aan een multi-criteria afweging. Een multi-criteria analyse biedt de mogelijkheid om in de selectie, rangschikking of groepering van mogelijke keuze-alternatieven rekening te houden met verschillende, soms tegenstrijdige, aspecten (criteria). Bovendien moeten

niet alle aspecten (criteria) uitgedrukt worden in monetaire eenheden. Voor de multi-criteria analyse reiken we een tool aan die toelaat om scores te geven aan volgende maatschappelijke randvoorwaarden:

- kosteneffectiviteit: euro's per vermeden ton CO₂; euro's per MWh energie geproduceerd;
- impact op ruimte: m² per kWh energieproductie;
- impact op infrastructuur: intermitterend karakter, flexibel regelbaar vermogen, aanpassingen energie-infrastructuur;
- impact op milieu: luchtverontreinigende emissies, horizonvervuiling, overlast (geur, geluid, slagschaduw);
- maatschappelijk draagvlak: publieke opinie.

Op basis van onze ervaring met soortgelijke analyses zoals in het “Stappenplan naar een CO₂ neutrale stad in 2050” in opdracht van de Stad Gent of de “TACO2-studie” in opdracht van de Provincie Limburg, beschouwen we voornoemde lijst van criteria als meest relevant bij de beoordeling van het potentieel van een hernieuwbare energietechnologie.

De scores die aan elk criterium toegekend kunnen worden, variëren van een minimum score van 1 tot een maximum score van 5. Als een technologie hoog scoort, is het waarschijnlijker dat de technologie een grote en/of positieve bijdrage kan leveren aan een betrouwbare, betaalbare en duurzame energievoorziening. De tool laat ook toe om het belang van de verschillende randvoorwaarden te wegen ten opzichte van elkaar. De totaalscore per technologie resulteert in een haalbaarheidsparameter H_t die we in de Dynamische EnergieAtlas kunnen instellen per hernieuwbare energietechnologie (cf. paragraaf 4.2).

Technologievorm	Criterium					totaal score per technologievorm	Haalbaarheidsparameter (HT)																																									
	Kosteneffectiviteit	Impact op ruimte	Impact op infrastructuur	Impact op milieu	Maatschappelijk draagvlak																																											
PV (grond)	<table><tr><th rowspan="2">Criterium</th><th colspan="5">Score</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr><tr><td>kosteneffectiviteit</td><td>laag</td><td></td><td></td><td></td><td>hoog</td></tr><tr><td>impact op ruimte</td><td>groot</td><td></td><td></td><td></td><td>klein</td></tr><tr><td>impact op infrastructuur</td><td>groot</td><td></td><td></td><td></td><td>klein</td></tr><tr><td>impact op milieu</td><td>groot</td><td></td><td></td><td></td><td>klein</td></tr><tr><td>maatschappelijk draagvlak</td><td>klein</td><td></td><td></td><td></td><td>groot</td></tr></table>					Criterium	Score					1	2	3	4	5	kosteneffectiviteit	laag				hoog	impact op ruimte	groot				klein	impact op infrastructuur	groot				klein	impact op milieu	groot				klein	maatschappelijk draagvlak	klein				groot		
Criterium							Score																																									
						1	2	3	4	5																																						
kosteneffectiviteit						laag				hoog																																						
impact op ruimte						groot				klein																																						
impact op infrastructuur						groot				klein																																						
impact op milieu						groot				klein																																						
maatschappelijk draagvlak						klein				groot																																						
PV (dak)																																																
Wind (groot)																																																
Wind (middelgroot)																																																
Waterkracht (sluizen)																																																
Biomassa (hout)																																																
Biogas (GFT, bermmaaisel)																																																
Biogas (pocket vergister)																																																
Biogas (co-vergisting)																																																
Warmtepompen (Boorgat-Energie-Opslag)																																																
Warmtenet (restwarmte)																																																
Riothermie																																																

Figuur 30: Beoordelingskader multi-criteria analyse

De impact op de productie van hernieuwbare energie, de bijdrage die geleverd wordt door de verschillende technologieën, en de effecten in de verschillende deelgebieden van Vlaanderen worden automatisch op kaart gevisualiseerd en kunnen in de Dynamische EnergieAtlas verder geanalyseerd worden. Het staat de gebruiker daarna vrij om met andere waarden voor H_t te experimenteren en de gevolgen ervan op de productie inzichtelijk te maken.

5.2.2. SCENARIO'S

Scenario's zijn varianten op het technisch potentieel door uit te gaan van andere (pakketten van) ruimtelijke, technische, maatschappelijke randvoorwaarden. Varianten kunnen doorgerekend en gevisualiseerd worden met de Dynamische EnergieAtlas door :

- positieve en negatieve aanknopingspunten aan of uit te zetten, aan te vullen met nieuwe randvoorwaarden, of een verschillende invulling te geven per deelgebied;
- andere scores en gewichten in te stellen voor de bepaling van de haalbaarheidsparameter;
- technische parameters van de technologieën aan te passen in functie van technologische evolutie, zoals bijvoorbeeld varianten van vermogen of productie van een technologie.

In het kader van deze opdracht werden stakeholders actief betrokken bij de definitie en selectie van randvoorwaarden. Hiertoe werden twee workshops met stakeholders georganiseerd met werksessies rond één of meerdere hernieuwbare technologievormen. Na de workshops werden de stakeholders ook individueel bevraagd via een invulformulier.

5.3. MAATSCHAPPELIJKE AFWEGING

5.3.1. MULTI-CRITERIA ANALYSE

→ *Bevraging stakeholders*

Via een multi-criteria analyse werden de verschillende hernieuwbare technologievormen geëvalueerd voor volgende criteria: kosteneffectiviteit, impact op ruimte, impact op infrastructuur, impact op milieu, maatschappelijk draagvlak.

Eerst brachten we 6 onderzoekers van VITO samen om de verschillende technologievormen te scoren op basis van studiewerk uitgevoerd in andere projecten en literatuuronderzoek. Enkel de criteria kosteneffectiviteit en impact op ruimtegebruik werden gekwantificeerd. Scores werden toegekend a rato van euro per vermeden CO₂-uitsoot en m² per kWh energieproductie. Voor middelgrote windturbines (300 kWe) werd het criterium kosteneffectiviteit niet beoordeeld omdat er geen concrete projecten werden teruggevonden in Vlaanderen (of de buurlanden). In onderstaande figuur wordt een overzicht gegeven van de evaluatie door de VITO experts. In bijlage F lijsten we een aantal aannames op waarop de score van de VITO-experten gebaseerd werd.

Technologievorm	Kosteneffectiviteit	Impact op ruimtegebruik	Impact op infrastructuur	Impact op milieu	Maatschappelijk draagvlak
PV (grond)	1	4	1	5	4
PV (dak)	1	4	1	5	5
Wind (groot)	3	5	2	2	1
Wind (middelgroot)		5	2	2	1
Waterkracht (sluizen)	1	5	3	3	4
Biomassa (hout)	4	5	4	3	4
Biogas (GFT, bermmaaisel)	2	5	4	3	3
Biogas (pocket vergister)	3	5	5	4	4
Biogas (co-vergisting)	3	1	4	3	2
Warmtepompen (BEO)	4	5	4	4	5
Warmtenet (restwarmte)	4	5	3	5	4
Riothermie	4	5	3	4	4

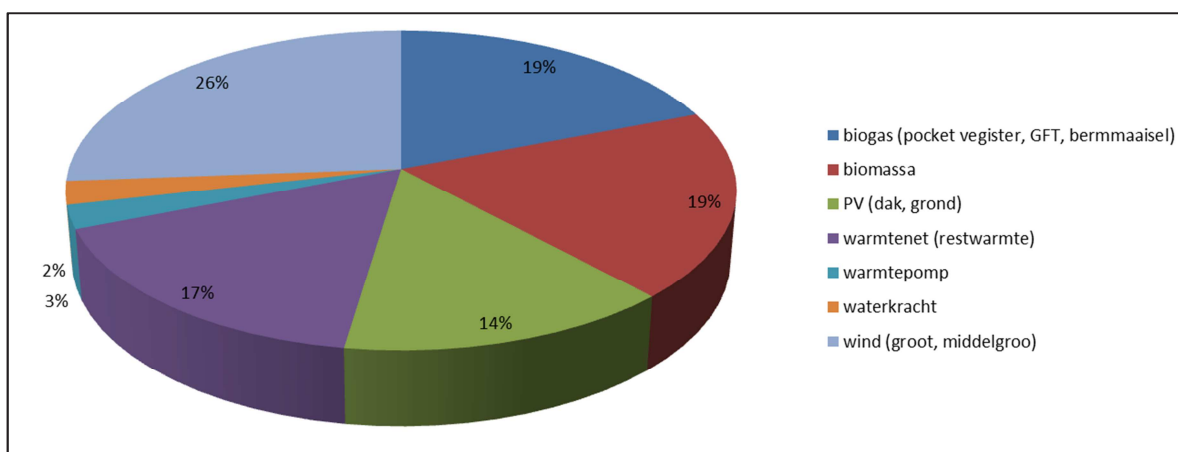
Figuur 31: Score per technologievorm en criterium door VITO-experten

Vervolgens werden de VITO-scores aan 23 stakeholders toegelicht tijdens een workshop (Leuven, 24/06/2015). Voor elke hernieuwbare technologievorm en elk criterium werd aan de stakeholders gevraagd of ze al dan niet akkoord waren met de evaluatie door de VITO-onderzoekers. Telkens

werd aan twee stakeholders gevraagd om hun mening te argumenteren. Na de publieke werksessie werden de stakeholders gevraagd om individueel feedback te geven via een invulformulier over:

- de relevantie van de verschillende criteria (gewicht per criterium),
- de score op de kwalitatieve criteria (impact op infrastructuur, impact op milieu, maatschappelijk draagvlak),
- de rol voor de provincie bij de realisatie van het potentieel aan hernieuwbare energie.

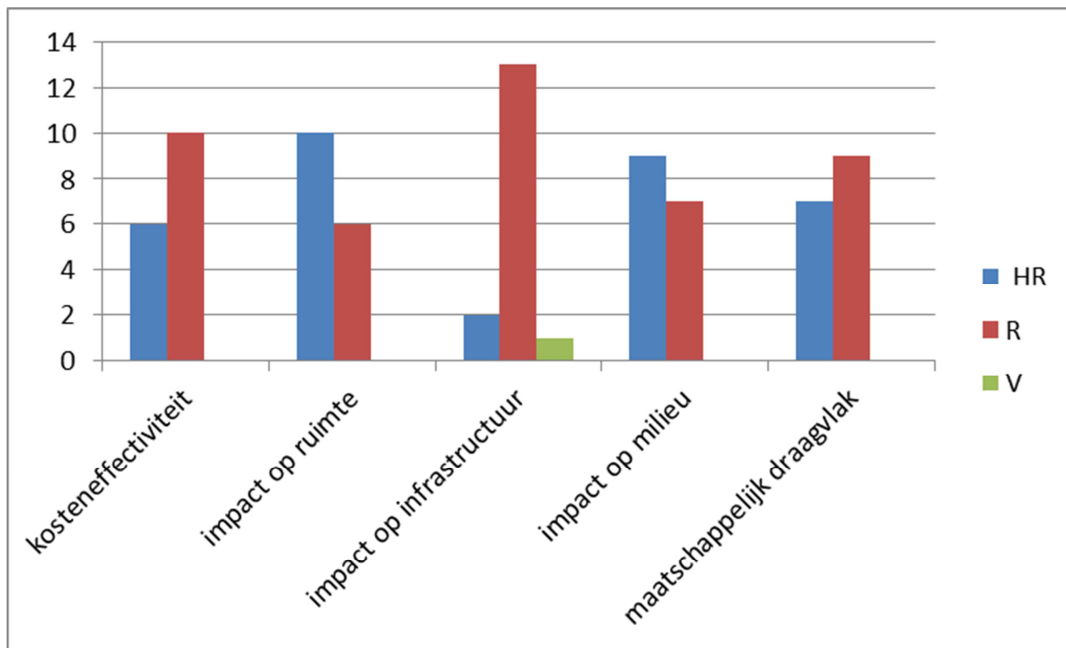
Om een indicatie te krijgen van de spreiding aan expertise/vertegenwoordiging binnen de groep van stakeholders, werd hen ook gevraagd om aan te geven in welke technologievorm(en) zij expert/vertegenwoordiger zijn. We kunnen concluderen dat er onder de stakeholders beperkte vertegenwoordiging was voor warmtepompen en waterkracht. Windturbines zijn iets beter vertegenwoordigd dan de andere technologievormen. In het algemeen kan gesteld worden dat er geen uitgesproken link is tussen de expertise die opgegeven werd en het al dan niet scoren van bepaalde technologieën (blanco velden) of hoger/lager scoren van bepaalde technologieën.



Figuur 32: Verdeling stakeholders naar vertegenwoordiging per hernieuwbare technologievorm

→ **Relevantie criteria**

Aangezien de interpretatie van de blanco velden onduidelijk is, nemen we enkel de resultaten mee van de stakeholders die alle criteria op hun relevantie gescoord hebben.



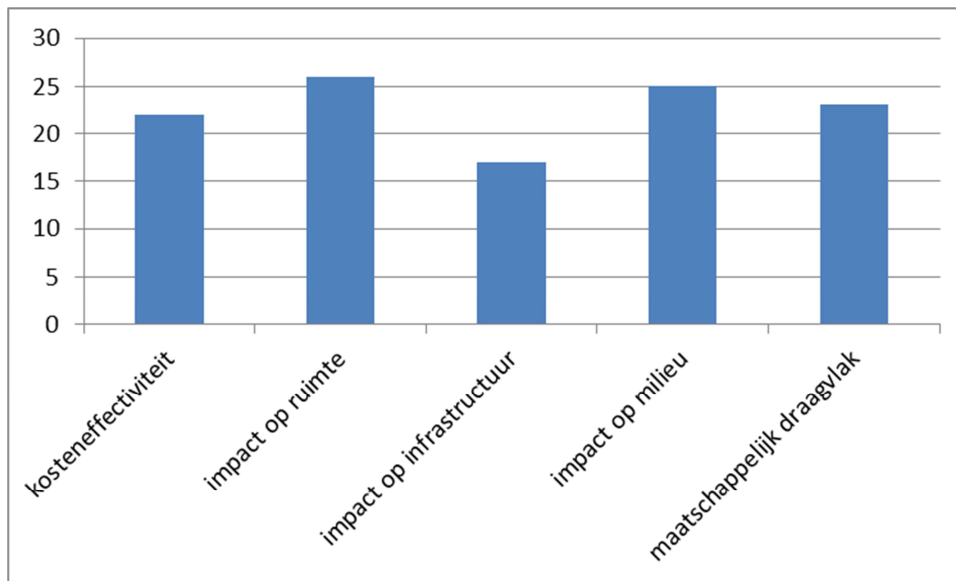
Figuur 33: Aantal stakeholders dat criterium evalueren als relevant, heel relevant of verwaarloosbaar (excl. 5 stakeholders met onvolledige evaluatie)

De criteria “impact op ruimte” en “impact op milieu” worden door meer stakeholders eerder als heel relevant dan relevant beschouwd. Meer stakeholders vinden “impact op infrastructuur”, “kosteneffectiviteit” en “maatschappelijk draagvlak” eerder relevant dan heel relevant. Enkel voor het criterium “impact op infrastructuur” kan gesteld worden dat een meerderheid van de stakeholders het criterium als relevant beschouwd.

In volgende grafiek hebben per criterium een totaal score voor relevantie berekend. Hierbij krijgen de verschillende categorieën van relevantie volgende score:

- Heel relevant= 2
- Relevant= 1
- Verwaarloosbaar= 0

De resultaten bevestigen bovenstaande conclusie: de criteria “impact op ruimte” en “impact op milieu” scoren het hoogste op relevantie. Het criterium “impact op infrastructuur” scoort het laagst op relevantie.



Figuur 34: Totaal score voor relevantie per criterium (HR= 2; R= 1; V= 0)

→ **Score per criterium en technologievorm**

In het geval van geen score (blanco veld) werd aangenomen dat de stakeholder akkoord ging met de score van de VITO-experten en werd de VITO-score overgenomen.

(a) Impact op infrastructuur

Verschillende stakeholders geven aan dat de score voor het criterium “impact op infrastructuur” een momentopname is. Infrastructuur moet minimaal worden aangepast als er maatregelen genomen worden rond afstemming vraag/aanbod of uitbouw van opslagcapaciteit. Voor de helft van de technologieën komt de gemiddelde score van de stakeholders overeen met deze van de VITO-experten. Voor de andere technologieën wijkt de score slechts 1 punt (hoger/lager) af van deze van de VITO-experten.

Tabel 24: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium “impact op infrastructuur”

<i>Technologie</i>	<i>Score stakeholders</i>		<i>Score VITO</i>
PV (grond)	2	>	1
PV (dak)	2	>	1
Wind (groot)	2	=	2
Wind (middelgroot)	3	>	2
Waterkracht (sluizen)	3	=	3
Biomassa (hout)	4	=	4
Biogas (GFT)	4	=	4
Biogas (pocket vergister)	4	<	5
Biogas (co-vergisting)	4	=	4
Warmtepompen (BEO)	3	<	4
Warmtenet (restwarmte)	2	<	3
Riothermie	3	=	3

(b) Impact op milieu

Voor 7 van de 12 technologieën komt de gemiddelde score van de stakeholders overeen met deze van de VITO-experten. Voor 3 technologieën scoren de stakeholders gemiddeld hoger en voor 2 technologieën gemiddeld lager dan de VITO-experten. Met uitzondering van PV (grond), is het verschil niet groter dan 1 “punt”. De lagere score voor PV (grond) kan vermoedelijk verklaard worden door het suboptimaal grondgebruik dat als milieu-effect wordt geïnterpreteerd. Er worden een aantal bedenkingen gemaakt bij de interpretatie van het criterium “impact op milieu”. Bepaalde stakeholders vinden de interpretatie te eng indien deze beperkt blijft tot de impact van de technologie zelf. Neveneffecten naar materiaalgebruik, afvalverwerking, biodiversiteit toe vallen voor hen ook onder de noemer “impact op milieu”. Bepaalde stakeholders vinden de interpretatie te breed indien lokale hinder en overlast worden meegenomen. Dergelijke hinder wordt vaak al door het huidige wetgevend kader gereguleerd, is subjectief en hoort voor deze stakeholders eerder thuis onder het criterium “maatschappelijk draagvlak”.

Tabel 25: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium “impact op milieu”

<i>Technologie</i>	<i>Score stakeholders</i>		<i>Score VITO</i>
PV (grond)	2	>	1
PV (dak)	2	>	1
Wind (groot)	2	=	2
Wind (middelgroot)	3	>	2
Waterkracht (sluizen)	3	=	3
Biomassa (hout)	4	=	4
Biogas (GFT)	4	=	4
Biogas (pocket vergister)	4	<	5
Biogas (co-vergisting)	4	=	4
Warmtepompen (BEO)	3	<	4
Warmtenet (restwarmte)	2	<	3
Riothermie	3	=	3

(c) Impact op maatschappelijk draagvlak

Voor 8 van de 12 technologieën komt de gemiddelde score van de stakeholders overeen met deze van de VITO-experten. Voor 3 technologieën scoren de stakeholders gemiddeld hoger en voor 1 technologie gemiddeld lager dan de VITO-experten. Het verschil in score blijft gemiddeld beperkt tot 1 punt. Door verschillende stakeholders wordt aangegeven dat er globaal (in Vlaanderen) draagvlak is voor windturbines. Enkel lokale tegenstanders komen in de pers. Lokaal draagvlak kan vergroot worden mits sensibilisatie en participatie van buurtbewoners.

Tabel 26: Vergelijking gemiddelde score stakeholders en VITO-onderzoekers voor criterium “maatschappelijk draagvlak”

Technologie	Score stakeholders		Score VITO
PV (grond)	3	<	4
PV (dak)	5	=	5
Wind (groot)	2	>	1
Wind (middelgroot)	2	>	1
Waterkracht (sluizen)	4	=	4
Biomassa (hout)	4	=	4
Biogas (GFT)	3	=	3
Biogas (pocket vergister)	4	=	4
Biogas (co-vergisting)	3	>	2
Warmtepompen (BEO)	5	=	5
Warmtenet (restwarmte)	4	=	4
Riothermie	4	=	4

→ **Rol provincie**

Voor wind en warmtenetten geeft > 50% van de stakeholders aan dat de provincie een actieve rol moet opnemen om de implementatie van de hernieuwbare energietechnologie te bevorderen

Tabel 27: Aantal stakeholders met als antwoord “ja”, “neen” of blanco

Technologie	Ja	Nee	Geen mening
PV (grond)	7	5	11
PV (dak)	5	4	14
Wind (groot)	17	1	5
Wind (middelgroot)	12	3	8
Waterkracht (sluizen)	2	8	13
Biomassa (hout)	7	4	12
Biogas (GFT)	6	5	12
Biogas (pocket vergister)	8	3	12
Biogas (co-vergisting)	12	3	8
Warmtepompen (BEO)	6	5	12
Warmtenet (restwarmte)	11	1	9
Riothermie	5	5	13

Verscheidende stakeholders hebben concrete voorbeelden aangehaald bij de rol die de Provincie kan opnemen. We kunnen een onderscheid maken tussen de Provincie als regulerende overheid enerzijds en ondersteunende overheid anderzijds.

- Regulerende overheid -> doel: transparant en stimulerend kader; hoe? vergunningverlening (bv. voorwaarden koppelen aan burgerparticipatie, focus op kansarme doelgroepen en kansrijke locaties (bv. nieuw te ontwikkelen woongebieden of bedrijventerreinen, nieuwbouw).
- Ondersteunende overheid -> doel: draagvlak creëren of vergroten; hoe? sensibiliseren, inspireren (via bv. voorbeeldprojecten/proefprojecten), faciliteren (van bv. groepsaankopen, samenwerkingsverbanden) en informeren (over bv. potentieel aan hernieuwbare energie,).

→ **Gemiddelde score per technologievorm en criterium**

Voor elk criterium en elke technologievorm worden de overeenkomstige scores uitgezet op een scorekaart. De hoogste score krijgt de kleur groen, de laagste score de kleur rood. Per technologievorm en per criterium wordt een gemiddelde score berekend en vergeleken met de scorekaart van de VITO-experten.

Volgende figuur vergelijkt de scorekaart van de stakeholders en de VITO-experten langs elkaar. Voor biogas, riothermie, biomassa (hout) is de “gemiddelde stakeholder” het voor elk criterium eens met de score van de VITO-experten. Enkel voor “wind (middelgroot)” wijkt de gemiddelde score over alle criteria af van de VITO-score. Enkel voor het criterium “maatschappelijk draagvlak” wijkt de gemiddelde score over alle technologievormen af van de VITO score. Indien de gemiddelde score afwijkt, ligt deze score telkens hoger dan deze van de VITO-experten maar blijft het verschil wel beperkt tot 1 punt.

STAKEHOLDERS

Technologievorm	kosteneffectiviteit	Impact op ruimtegebruik	impact op infrastructuur	impact op milieu	maatschappelijk draagvlak	gemiddeld
	overgenomen van VITO	overgenomen van VITO	indien geen score, dan score overgenomen van VITO			
PV (grond)	1	4	2	3	3	3
PV (dak)	1	4	2	5	5	3
Wind (groot)	3	5	2	3	2	3
Wind (middelgroot)		5	2	3	2	3
Waterkracht (sluizen)	1	5	3	3	4	3
Biomassa (hout)	4	5	4	3	4	4
Biogas (GFT, bemmaaisel)	2	5	4	3	3	3
Biogas (pocket vergister)	3	5	5	4	4	4
Biogas (co-vergisting)	3	1	4	3	2	3
Warmtepompen (BEO)	4	5	3	4	5	4
Warmtenet (restwarmte)	4	5	2	5	4	4
Riothermie	4	5	3	4	4	4
gemiddeld	3	5	3	4	4	

VITO

Technologievorm	Kosteneffectiviteit	Impact op ruimtegebruik	Impact op infrastructuur	Impact op milieu	Maatschappelijk draagvlak	gemiddeld
PV (grond)	1	4	1	5	4	3
PV (dak)	1	4	1	5	5	3
Wind (groot)	3	5	2	2	1	3
Wind (middelgroot)		5	2	2	1	2
Waterkracht (sluizen)	1	5	3	3	4	3
Biomassa (hout)	4	5	4	3	4	4
Biogas (GFT, bemmaaisel)	2	5	4	3	3	3
Biogas (pocket vergister)	3	5	5	4	4	4
Biogas (co-vergisting)	3	1	4	3	2	3
Warmtepompen (BEO)	4	5	4	4	5	4
Warmtenet (restwarmte)	4	5	3	5	4	4
Riothermie	4	5	3	4	4	4
gemiddeld	3	5	4	3	3	

Figuur 35: Vergelijking tussen scorekaart stakeholders en VITO-experten (rood gemarkeerde scores wijken af)

5.3.2. RESULTAAT: HAALBAARHEID PER HERNIEUWBARE TECHNOLOGIEVORM

Op basis van de gemiddelde score per technologieform i.e. het gemiddelde over alle criteria heen, bepalen we de haalbaarheidsparameter Ht. De maximum score die een technologieform kan behalen of een score= 5, stellen we gelijk aan een haalbaarheid van 100%. De minimum score die een technologieform kan behalen of een score van= 1, stellen we gelijk aan een haalbaarheid van 20% (gegeven de schaal van de score van 1 tot 5). In de scorekaart van de stakeholders komt bijgevolg een score van 3 en 4 overeen met een haalbaarheidsparameter Ht van, respectievelijk, 60% en 80%.

Tabel 28: Van gemiddelde score per technologieform naar haalbaarheidsparameter Ht

Score	Haalbaarheid
5	100%
4	80%
3	60%
2	40%
1	20%

In Tabel 30 geven we een overzicht van de haalbaarheid per technologieform. De haalbaarheidsparameter Ht varieert tussen 68% en 82% afhankelijk van de gewichten die we toekennen aan de criteria. De kolommen met de haalbaarheidsparameters die we meenemen in de scenario's in paragraaf HOOFDSTUK 6 zijn gemarkeerd: alle criteria (50% kosteneffectiviteit), enkel de meest relevante criteria (impact ruimte en impact milieu), alle criteria (gewogen volgens relevantie).

Indien enkel de criteria worden meegenomen die door de stakeholders als meest relevant werden aangeduid (i.e. impact op ruimte en impact op milieu), dan hebben we gemiddeld gezien de meest gunstige Ht over alle technologievormen heen. Indien we het criterium "kosteneffectiviteit" zwaarder laten doorwegen dan de andere criteria (i.e. 50% x score kosteneffectiviteit + 50% x gemiddelde score andere criteria), hebben we gemiddeld gezien de minst gunstige Ht over alle technologievormen heen. In de laatste kolom "alle criteria (gewogen volgens relevantie)" worden de scores op alle criteria meegenomen a rato van de gewichten in onderstaande tabel. Deze gewichten geven aan hoe relevant de stakeholders het criterium vinden.

Tabel 29: Gewichten op basis van de relevantie van elk criterium

Criterium	HR	R	V	HR	R	V	Totaal score	Gewichten
	Aantal stakeholders			Score relevantie				
				2	1	0		
costeneffectiviteit	6	10	0	12	10	0	22	19%
impact op ruimte	10	6	0	20	6	0	26	23%
impact op infrastructuur	2	13	1	4	13	0	17	15%
impact op milieu	9	7	0	18	7	0	25	22%
maatschappelijk draagvlak	7	9	0	14	9	0	23	20%

noot: HR= heel relevant; R= relevant; V= verwaarloosbaar

Tabel 30: Haalbaarheidsparameter voor verschillende aannames over criteria die wel/niet meegenomen worden en gewichten per criteria

	alle criteria (niet gewogen)	enkel kwalitatieve criteria (impact infrastructuur, impact milieu, maatschappelijk draagvlak)	alle criteria (50% impact ruimte)	alle criteria (50% impact milieu)	alle criteria (50% kosteneffectiviteit)	alle criteria (50% maatschappelijk draagvlak)	alle criteria (50% impact infrastructuur)	enkel meest relevante criteria (impact ruimte en impact milieu)	alle criteria (gewogen volgens relevantie)
Technologie									
PV (grond)	60%	60%	60%	60%	40%	60%	40%	80%	60%
PV (dak)	60%	80%	80%	80%	40%	80%	60%	100%	80%
Wind (groot)	60%	40%	80%	60%	60%	60%	60%	80%	60%
Wind (middelgroot)	60%	40%	80%	60%		60%	60%	80%	60%
Waterkracht (sluizen)	60%	80%	80%	60%	60%	80%	60%	80%	60%
Biomassa (hout)	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Biogas (GFT, bermmaaisel)	60%	60%	80%	60%	60%	60%	80%	80%	60%
Biogas (pocket vergister)	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Biogas (co-vergisting)	60%	60%	40%	60%	60%	60%	60%	40%	60%
Warmtepompen (BEO)	80%	80%	100%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Warmtenet (restwarmte)	80%	80%	80%	80%	80%	80%	60%	100%	80%
Riothermie	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	100%	80%
gemiddeld	68%	68%	77%	70%	65%	72%	67%	82%	70%

noot: de gemarkeerde cijfers zijn de haalbaarheidsparameters die afwijken van het ongewogen resultaat (in de eerste kolom)

5.4. RUIMTELIJKE AFWEGING

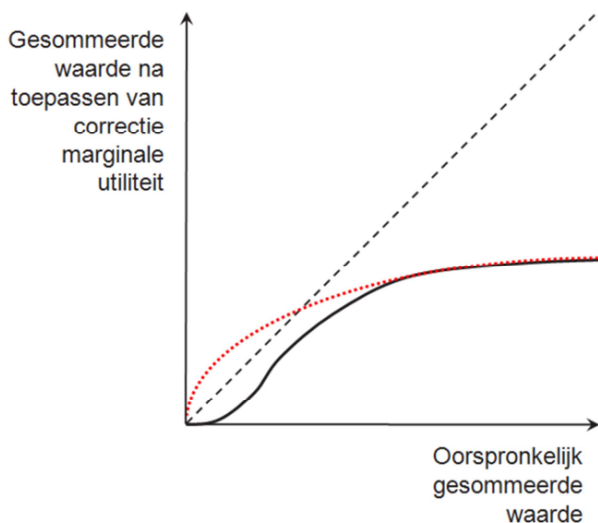
5.4.1. BEVRAGING RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN

Om finaal tot een gedragen beeld te komen met voor elke technologie een set van ruimtelijke randvoorwaarden die door de stakeholders van de provincie erkend worden als ruimtelijke dragers van die technologie, werd tijdens de tweede workshop een bevraging uitgevoerd. Deze bevraging heeft als doel om de stakeholder groepen via hun vertegenwoordigers inspraak te geven in de ruimtelijke factoren die overwogen kunnen/moeten worden als ruimtelijke randvoorwaarden in de EnergieAtlas van Vlaams-Brabant.

Voor elke technologie werd een lijst met positieve en negatieve ruimtelijke randvoorwaarden voorgelegd die vervolgens door de stakeholders gescoord en eventueel aangevuld kon worden. Elke vertegenwoordiger kon in de tabel zelf beslissen welke technologie(ën) voor de eigen partij relevant is(/zijn) en waar beoordelingen vanuit de stakeholder groep van toepassing zijn. Vervolgens werd de mogelijkheid gegeven om in de tabel elke randvoorwaarde te quoteren met een cijfer volgens belangrijkheid. 5 staat voor heel belangrijk en bijgevolg altijd volledig mee te nemen als positieve/negatieve randvoorwaarde, 1 voor weinig belangrijk. 0 staat voor 'niet mee te nemen'. Tot slot werd ook de mogelijkheid gegeven om opmerkingen met betrekking tot de specifieke randvoorwaarde en om eventueel extra voorwaarden toe te voegen.

Vervolgens werd voor elke randvoorwaarde een gemiddelde score uitgerekend en een toepassing van de gescoorde randvoorwaarden voorgelegd in de derde workshop ter validatie van de scores. Op de scores werd een drempelwaarde ingesteld van 50% het maximum. Dit wil zeggen dat een voorgestelde randvoorwaarde zeker meegenomen wordt (positief of negatief) wanneer de gemiddelde score $\geq 2,5$ haalt. Voor patronen waar meerdere kaartlagen gecombineerd worden, geldt analoog dat een locatie meegenomen wordt als positieve/negatieve randvoorwaarde wanneer de gecombineerde score van alle kaartlagen waartoe de locatie behoort, $\geq 2,5$ haalt. Dit combineren van scores gebeurt volgens het principe van de marginale utiliteit (Figuur 36) waarbij de maximale score 5 is en meerdere scores op één locatie relatief bijdragen ten opzichte van het verschil tussen de huidige score en het maximum. Bijvoorbeeld als een locatie deel uitmaakt van habitatzones die een score van $2/5$ kregen en ook deel uitmaakt van open ruimte die een score van $1/5$ kreeg is de totale score $2/5 + (1/5 * 3/5) = 2,6/5$. Met de score van $2/5$ voor habitatzones is de locatie reeds voor 40% geschikt als randvoorwaarde, de score van $1/5$ voor open ruimte verhoogt die geschiktheid met 20% van de 'openstaande' geschiktheid ten opzichte van het maximum (deze 'openstaande' geschiktheid = $100\% \text{ min } 40\%$ vanwege de score voor habitatzones = 60%), dus met $20\% * 60\% = 12\%$ waardoor de totale geschiktheid = $40\% + 12\% = 52\%$ of $2,6/5$.

Belangrijk om op te merken is dat de scores per locatie berekend worden. Onderstaande tabel toont een paar rekenvoorbeelden ter illustratie voor een fictieve locatie x bij verschillende scores voor verschillende kaarten. In het eerste voorbeeld wordt kaart 3 niet meegenomen als negatieve randvoorwaarde. Zowel kaart 1 als 2 zijn op zich niet hoog genoeg gescoord om meegenomen te worden als negatieve randvoorwaarde. Ook gesommeerd volgens de marginale utiliteitsformule scoren ze niet voldoende om meegenomen te worden als negatieve randvoorwaarde. Locatie x is bijgevolg niet uitgesloten. In het tweede voorbeeld is de gesommeerde score van kaart 1 en 2 wel voldoende om beide kaarten mee te nemen als negatieve randvoorwaarde; locatie x wordt uitgesloten indien ze deel uitmaakt van kaart 1 én 2. In het derde voorbeeld scoren kaart 1 én 2 niet voldoende om locatie x uit te sluiten. De derde kaart scoort wel voldoende om (eventueel maar niet noodzakelijk in combinatie met kaart 1 en 2) locatie x uit te sluiten.



Figuur 36: Marginale utiliteitscurve

Tabel 31: Voorbeelden uitrekening utiliteit voor locatie x

	<i>Kaart 1</i>	<i>Kaart 2</i>	<i>Kaart 3</i>	<i>Resultaat</i>	<i>Uitwerking berekening</i>
<i>Vb 1</i>	$1/5$	$1/5$	$0/5$	$0,36$	$= \left(\frac{1}{5} \times \frac{5}{5}\right) + \left(\frac{1}{5} \times \frac{4}{5}\right) = 0,20 + 0,16 = 0,36$
<i>Vb 2</i>	$1/5$	$2/5$	$0/5$	$0,52$	$= \left(\frac{1}{5} \times \frac{5}{5}\right) + \left(\frac{2}{5} \times \frac{4}{5}\right) = 0,20 + 0,32 = 0,52$
<i>Vb 3</i>	$1/5$	$1/5$	$5/5$	$0,96$	$= \left(\frac{1}{5} \times \frac{5}{5}\right) + \left(\frac{1}{5} \times \frac{4}{5}\right) + \left(\frac{5}{5} \times \frac{3}{5}\right)$ $= 0,20 + 0,16 + 0,60 = 0,96$

Tijdens workshop 3 kregen de stakeholders de kans om met deze methodologie in het achterhoofd, de scores voor de randvoorwaarden te valideren/corrigeren. Finaal werd op basis van deze scores een set van randvoorwaarden per technologie geselecteerd en gescoord voor patronen waar meerdere randvoorwaarden gecombineerd worden.

HOOFDSTUK 6. SCENARIO'S

6.1.1. DEFINITIE SCENARIO'S

Aan de hand van de methodologie en de resultaten van voorgaande fasen, worden drie scenario's opgesteld die inzicht geven in de mogelijkheden en beperkingen rond de inpasbaarheid van hernieuwbare energie in Vlaams-Brabant en de haalbaarheid van de klimaatneutraaldoelstellingen. Ten opzichte van een referentiescenario worden twee toekomstscenario's uitgewerkt die voor alle beschouwde technologieën een potentieel bijkomende productie inschat. In totaal komen we tot drie scenario's:

1. "Technisch" scenario

Het Technisch scenario is opgesteld als een scenario dat rekening houdt met huidige praktijken en voorschriften, maar dat binnen die voorschriften strikt focust tot de strengste ruimtelijke randvoorwaarden gesteld vanuit veiligheidsgarantie. Dit scenario kan gezien worden als een soort van maximum-scenario waar we de ruimte en de materialen/infrastructuren van de provincie optimaal inzetten voor hernieuwbare energieproductie. De haalbaarheid die hierbij past is een sterk positieve haalbaarheid die de meest gunstige resultaten oplevert. Uit de multi-criteria-analyse is daarvoor de overwegend kwalitatief beoordeelde haalbaarheid de meest geschikte.

2. "Vlaams" scenario

In dit scenario volgen we wel strikt alle ruimtelijke randvoorwaarden volgens omzendbrieven en huidige praktijken zoals deze in Vlaanderen geobserveerd worden. Dit draait uit op een relatief streng scenario waar de mogelijkheden voor hernieuwbare energie relatief beperkt zijn. Ook de haalbaarheid die hierbij past is eerder voorzichtig en is sterk gefocust op kosteneffectiviteit waardoor de totaalscore het minst gunstig is.

3. "Vlaams-Brabant" scenario

Binnen vorige twee, min of meer 'uiterste' scenario's wordt gezocht naar meer bewegingsruimte binnen het draagvlak van de provincie. Het "Vlaams-Brabant" scenario houdt daarom rekening met de resultaten van de verschillende bevraging rondes die tijdens de workshops uitgevoerd worden. De gekozen ruimtelijke randvoorwaarden zijn de gewogen resultaten volgens scores uit bevraging en ook de haalbaarheid is het gewogen resultaat volgens workshopdeelnemersbeoordelingen.

6.1.2. RESULTAAT: HERNIEUWBARE ENERGIEPRODUCTIE PER SCENARIO

Voor elke technologie wordt in de volgende paragrafen een overzicht gegeven in tabelvorm van de ruimtelijke randvoorwaarden die voor elk scenario ingezet werden om naar ruimte voor die bepaalde technologie te zoeken en de haalbaarheid die toegepast werd. Vervolgens worden de resultaten getoond per scenario op kaart en in cijfers.

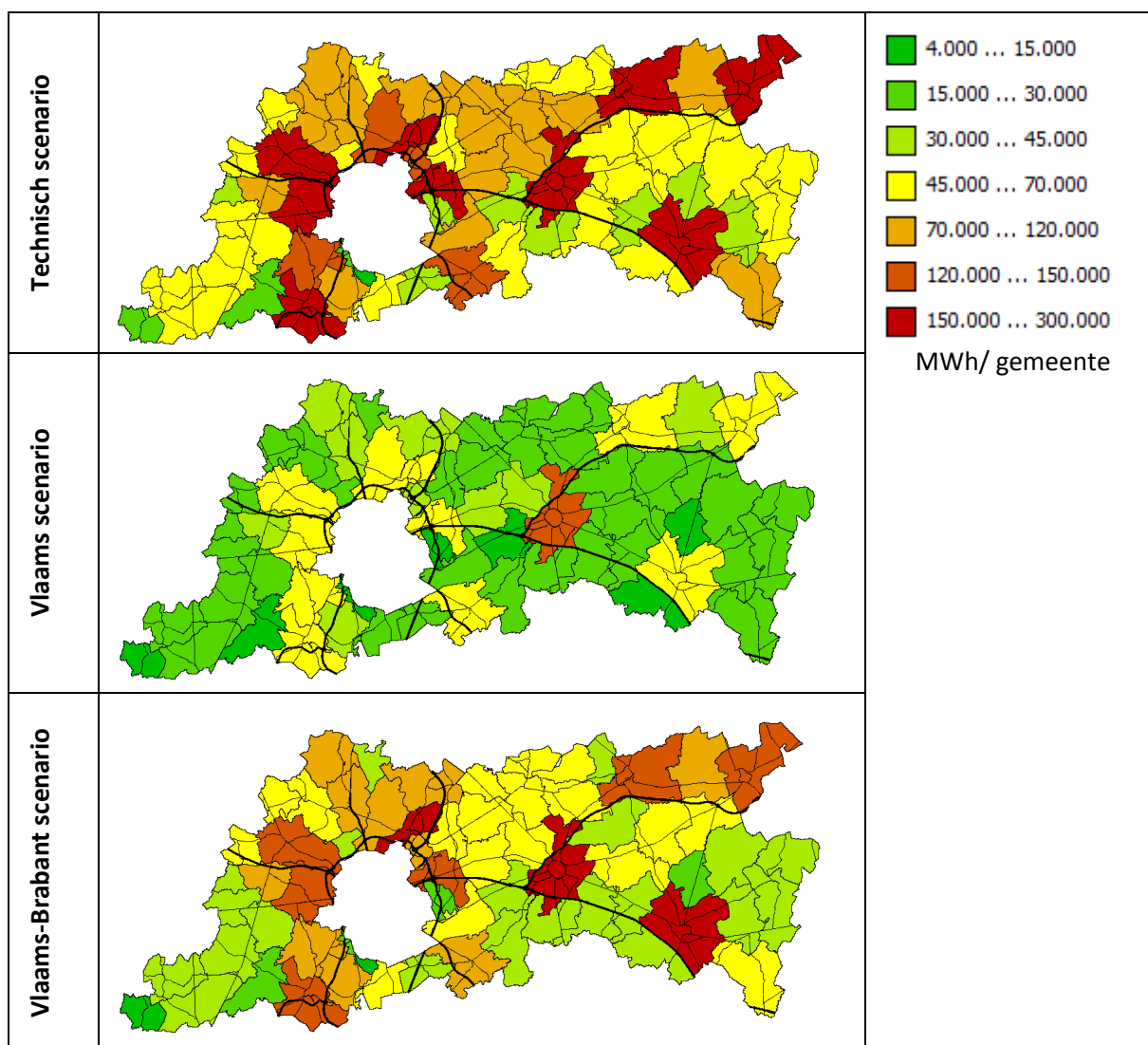
→ **Zon**

Daken worden in elk scenario ingezet als potentiële locatie voor nieuwe PV-installaties, zij het wel met een verschillende haalbaarheid. De overige opgelijste randvoorwaarden zijn potentiële locaties voor zonneparken. Aangezien er vandaag de dag in Vlaanderen weinig ruimte voor zonneparken ingezet wordt en er vaak voorrang gegeven wordt aan zonne-energie die wel compatibel is met andere functies zoals wonen/werken, wordt in het Vlaams scenario enkel gerekend met zon op dak en niet met zonneparken. De scores van de stakeholders hebben voor het Vlaams-Brabant scenario geoordeeld dat de ruimtes voor zonneparken de drempel overschrijden en daardoor meegenomen worden in de potentieelberekeningen.

De haalbaarheid die toegepast wordt bij zonne-energie is de enige van alle technologieën die opgesplitst is in twee onderdelen: een technische en een economisch-maatschappelijke factor. De technische factor blijft voor de verschillende scenario's gelijk aangezien deze inherent is aan de opstel mogelijkheden van PV-installaties. De economisch-maatschappelijke haalbaarheid is het resultaat van de multi-criteria analyse en is wel scenario-afhankelijk. Deze factor voor zonne-energie op daken bestrijkt een range van 40% voor het Vlaams scenario tot 100% voor het technisch scenario. Voor zonne-energie op grond geldt een range van 40% voor Vlaams tot 80% voor Technisch scenario.

Tabel 32: Scenario parameters voor zonne-energie

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Daken	5	5	5
Braakliggende percelen bedrijventerreinen	5	0	3,3
Brownfields	5	0	3,6
Laag groen langs snelwegbermen	5	0	3,8
Negatieve aanknopingspunten			
Open ruimte (min.1000ha)	5	0	4
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Zon op daken	40% * 100%	40% * 40%	40% * 80%
Zonneparken	55% * 80%	55% * 40%	55% * 60%



Figuur 37: Potentieel zonne-energie per scenario op kaart

Tabel 33: Potentieel zonne-energie per scenario in cijfers

<i>Elektriciteit (GWh)</i>	<i>Technisch scenario</i>	<i>Vlaams scenario</i>	<i>Vlaams-Brabant scenario</i>
PV op daken	4.743	1.897	3.863
Zonnepark	498		373
PV langs autosnelweg	209		157
<u>Totaal zon</u>	<u>5.450</u>	<u>1.897</u>	<u>4.393</u>

→ Grootschalige windenergie

Het Vlaams scenario voor grootschalige windenergie volgt alle richtlijnen zoals deze in de huidige beleidsbrieven beschreven staan strikt. Voor een kwantificering van deze randvoorwaarden, werd sterk gebaseerd op vorig studiewerk dat verricht werd voor Ruimte Vlaanderen in het kader van de

Energielandschappen. Naar analogie van het scenario werden de randvoorwaarden die daar opgesteld werden, voor het Vlaams scenario zo goed als mogelijk gevolgd. Alle opgelijste negatieve randvoorwaarden krijgen in dit scenario dan ook een maximale score en zijn dus zeker uit te sluiten. Ook alle positieve randvoorwaarden krijgen een maximale score, behalve de kaart die de hele provincie bestrijkt en de bredere buffer (750m) rond spoor-, snel-, water- en secundaire wegen. Rond deze laatste krijgt de smallere buffer (van 250m) wel de maximale score waardoor windturbines dus wel op relatief korte afstand van deze infrastructuur ingeplant kunnen worden.

Het Technisch scenario breidt zijn zoekzone uit naar ganse de provincie en sluit enkel de negatieve randvoorwaarden uit die vanuit het aspect van veiligheid opgesteld zijn, namelijk: buffer tot gebouwen (industriële + residentiële), hoogspanningsleidingen, pijpleidingen, SEVESO-installaties, gebouwde windmolens en de rode zones van Belgocontrol. We veronderstellen in dit scenario dat voor alle andere opgelijste negatieve randvoorwaarden er onderhandelingsmogelijkheden zijn en dat ze daarbij niet per se uitgesloten moeten worden om potentieel in te schatten. Dit is dus een absoluut maximum scenario en dient met enige voorzichtigheid en besef van inhoud gebruikt te worden. Het Vlaams-Brabant scenario maakt gebruik van de gescoorde randvoorwaarden zoals de workshopdeelnemers deze beoordeeld hebben, mits enkele aanvullingen vanuit de provincie die deze scores overschrijven (voornamelijk om veiligheidsredenen). Dit betekent dat een kaart niet per se altijd meegenomen wordt als positieve/negatieve randvoorwaarde (zie 5.4.1) maar afhankelijk van zijn score en het al dan niet halen van de drempelwaarde, in eventuele combinatie met andere kaartlagen. Zo zien we bijvoorbeeld dat open ruimte een score haalt van 2,4 en daarmee net niet de drempelwaarde haalt. Dit betekent dat per definitie open ruimte niet uitgesloten is, maar wanneer een locatie zowel open ruimte als nog een ander kenmerk uit de lijst met negatieve randvoorwaarde heeft, diens score hierbij (gewogen) opgeteld wordt en pas dan de drempelwaarde van 2,5 zal overschrijden. In de lijst van positieve randvoorwaarden is een bredere buffer (750m) rond verkeerswegen ingesteld waardoor er 3 rijen van windturbines achter elkaar geplaatst zouden kunnen worden langs deze infrastructuurlijnen. Alle voorgestelde randvoorwaarden werden door de workshopdeelnemers voldoende positief beoordeeld om mee te nemen in dit scenario (de gehele provincie en de kleinere buffer rond infrastructuurlijnen werden niet meegenomen).

De economisch-maatschappelijke haalbaarheid bedraagt 80% voor het Technisch scenario en voor de andere twee scenario's 60%. Dit kunnen we interpreteren als hoeveel percent van het voorgestelde aantal windmolens dat uit de randvoorwaarden resulteert, als haalbaar worden geacht om ook effectief gerealiseerd te worden.

Tabel 34: Scenarioparameters voor grootschalige windenergie

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams- Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Gehele provincie	5	0	0
Bedrijventerreinen (min 5ha). buffer 250m		5	4,9
Geplande bedrijventerreinen (min 5ha). buffer 250m		5	4,9
Spoor-. snel-. water-. secundaire wegen. buffer 250m		5	0
Spoor-. snel-. water-. secundaire wegen. buffer 750m		0	4,3
Nabij stedelijk gebied		5	3,8

Nabij geplande uitbreiding stedelijk gebied		5	3,8
Zones met een dichtheid aan versteende ruimte min. 50%		5	2,9
Gebouwde windturbines. buffer 750m		5	3,6
Negatieve aanknopingspunten			
Habitatrichtlijngebieden		5	5
Gebieden in natuurbeheer		5	2,2
Kwetsbare gebieden		5	3,2
Open ruimte (1ha)		5	2,4
vogelrichtlijngebied		5	4,1
Risicozones voor vogels		5	2,9
VENIVON		5	2,5
Risicogebieden Overstromingen		5	1
Ankerplaatsen		5	1,2
Archeologische sites		5	2
Beschermde Landschappen		5	2,3
Beschermde stad- en dorpsgezichten		5	2,7
Beschermde monumenten		5	2,7
Unesco erfgoed		5	3,3
Wateroppervlakken		5	4
Geplande Woongebieden, buffer 300m		5	4,4
Gebouwen, buffer 50 m	5	5	5
Residentiële percelen, buffer 300m	5	5	3,4
Spoor-, primaire en secundaire, snel-, waterwegen, buffer 50m		5	5
Hoogspanningsleidingen, buffer 150m	5	5	5
Pijpleidingen, buffer 150m	5	5	5
Seveso installaties, buffer 200m	5	5	5
Rode zones Belgocontrol (DVOR, radar zones, CTR)	5	5	5
Oranje zones Belgocontrol (kortere buffers – DVOR 1km)		5	2
Radar Defensie (invloedzones van 15km rondom de radars)		5	5
Defensie oranje (CTR zones)		5	2
Defensie rood ("high danger zone"/Gevarenzone)		5	5
Windmolens gebouwd, buffer 500m	5	5	5
Windmolens vergund, buffer 500 m		5	1,8
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Grootschalige windturbines	80%	60%	60%

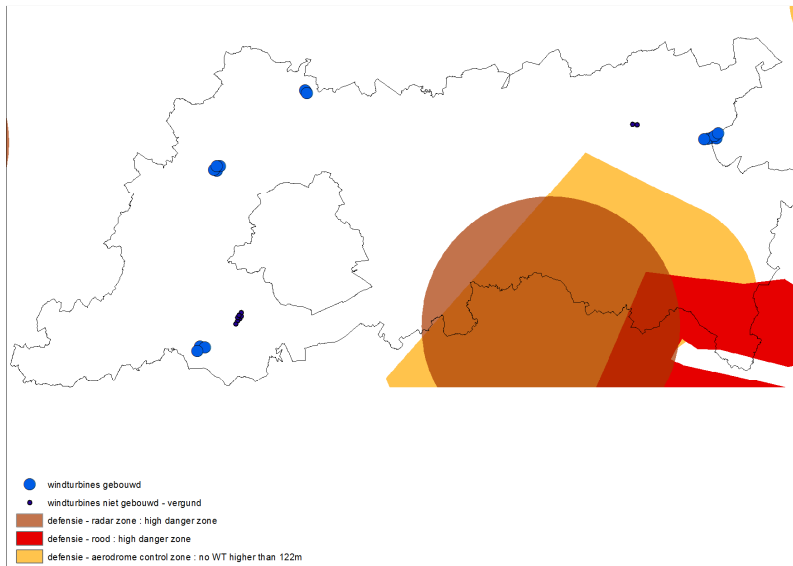
De plaatsing van de windturbines gebeurt in de EnergieAtlas door eerst al deze kaarten met elkaar te combineren tot één kaart die zones afbakt waarbinnen de turbines geplaatst mogen worden. Dit is het resultaat van de combinatie van de verschillende randvoorwaarden met de gewichten die opgelijst worden in bovenstaande tabel. Eerst worden alle positieve randvoorwaarden gecombineerd tot een kaart die alle positieve ruimtes weergeeft. Vervolgens alle negatieve randvoorwaarden gecombineerd tot een totaal kaart van de negatieve ruimtes. Ten slotte worden beide kaarten van elkaar afgetrokken om tot de finale ruimte voor windturbines te komen. Binnen deze ruimte worden punten geplaatst die steeds een bepaalde minimumafstand ten opzichte van elkaar moeten respecteren. Voor grootschalige windturbines werd in deze studie een afstand van 500m gehanteerd. Op basis van de resulterende kaart van de verschillende randvoorwaarden betekent dit voor het Technisch, Vlaams en Vlaams-Brabant scenario respectievelijk 1677, 27 en

186 windturbines. Vervolgens kan de haalbaarheid geïnterpreteerd worden als het percentage dat van deze maximaal te plaatsen windmolens ook effectief gerealiseerd kan worden. Dat resulteert voor het Technisch, Vlaams en Vlaams-Brabant scenario respectievelijk 1342, 16 en 112 windturbines.

Beschermingszones Defensie en Belgocontrol

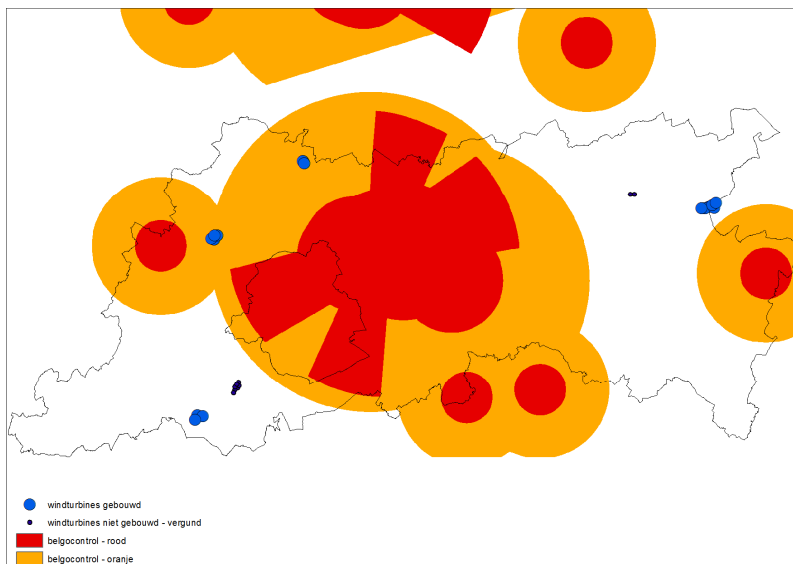
De beschermingszones die Defensie hanteert sluiten de mogelijkheden voor windturbines zonder onderhandelingen uit, en/of leggen beperkingen op. Bijvoorbeeld voor controle zones (oranje zones) geldt er een hoogterestructie van 122 meter, lager dan het vooropgestelde type in deze studie. De afbakening van de zones is gebaseerd op het General Chart for Obstacle Evaluation (GCFOE) (Figuur 38). De oranje Defensie beschermingszone is een controle zone (CTR zone), de rode high danger zone is een trainingsgebied (HTA).

Onderstaande figuur toont de locatie van de beschermingszones van Defensie en de locatie van huidige gebouwde en vergunde (maar nog niet gebouwde) windmolens voor de provincie. Tot op heden werden nog geen windturbines goedgekeurd binnen de beschermingszones van Defensie. Echter het feit dat er wel reeds rond Gingelom een zone uitgesneden werd uit de beschermingszones, wijst erop dat er mogelijks toch ruimte is voor onderhandeling en nader onderzoek in specifieke situaties.



Figuur 39: Locatie van de beschermingszones van Defensie en de locatie van huidige gebouwde en vergunde (maar nog niet gebouwde) windmolens

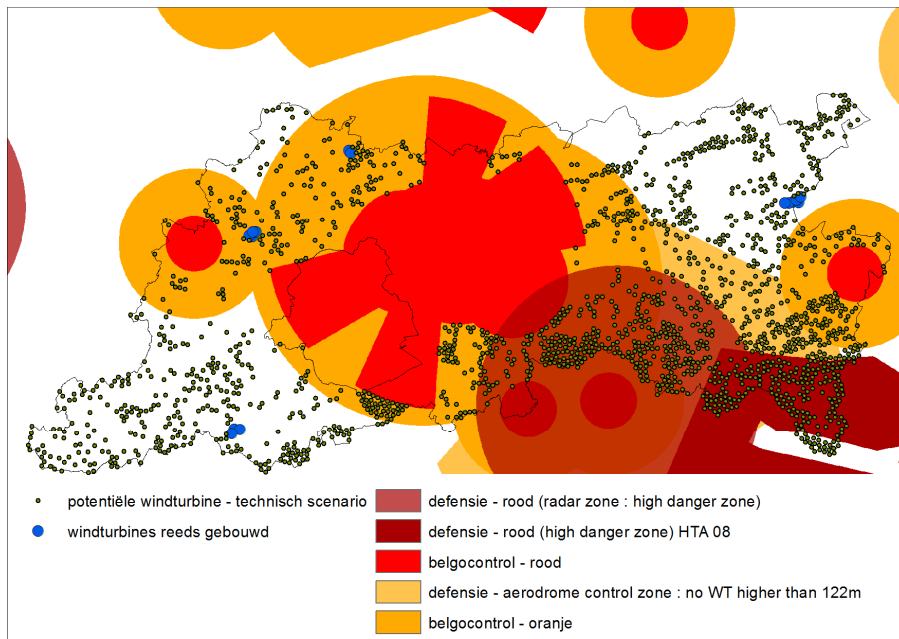
Eveneens bij Belgocontrol zijn er beschermingszones die restricties opleggen en de inplanting van windturbines niet mogelijk maken zonder bijkomend detailonderzoek. De rode zones zijn absoluut uitgesloten, in de oranje zones bestaat er wel een kans op vergunning na bijkomend onderzoek. Onderstaande figuur toont aan dat er reeds windturbines gebouwd zijn binnen deze oranje zones.



Figuur 40: Locatie van de beschermingszones van Belgocontrol en de locatie van huidige gebouwde en vergunde (maar nog niet gebouwde) windmolens

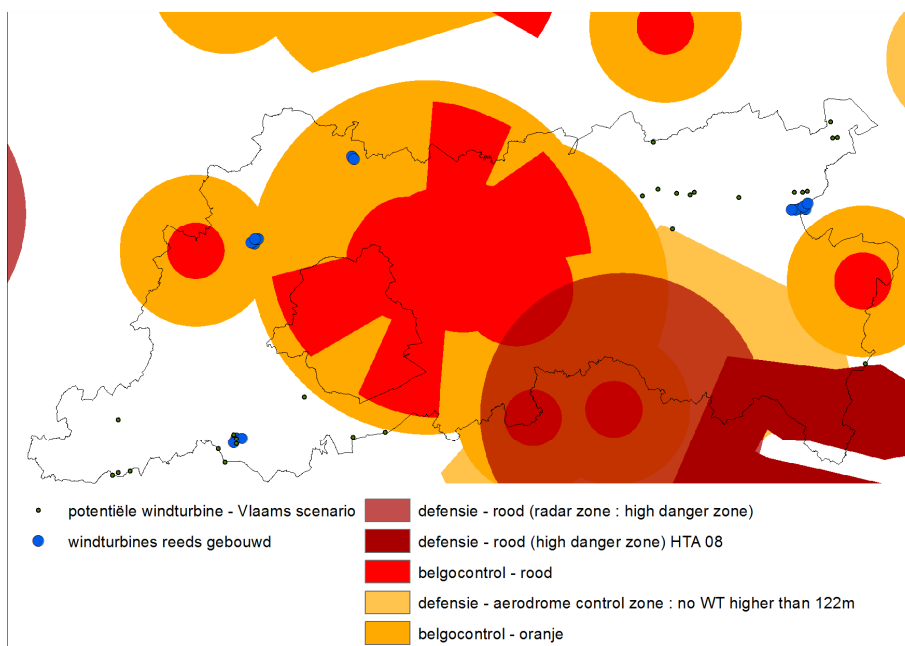
In het Technisch scenario worden de oranje zones niet uitgesloten. Windturbines kunnen bijgevolg in deze zones geplaatst worden. Onderstaande figuur toont de locatie van de geplaatste turbines volgens dit scenario ten opzichte van de beschermingszones. Dit scenario levert in totaal 1677 windturbines op waarvan met een haalbaarheid van 80% 1342 haalbaar zouden zijn. Bijna drie op

vier windturbines in dit scenario bevinden zich in open ruimte. 35% ligt in de oranje bufferzone van Defensie (CTR zone) en 40% in de oranje bufferzone van Belgocontrol.



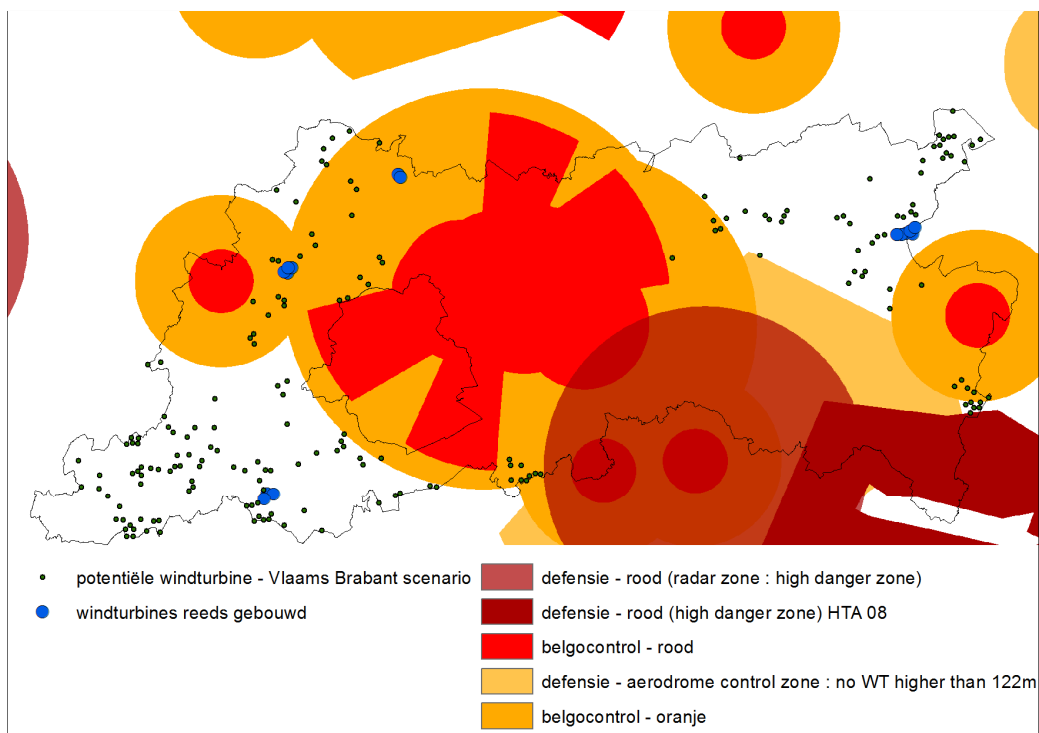
Figuur 41: Inplanting windturbines volgens het Technisch scenario

In het strenge, Vlaams scenario, worden de oranje zones wel meegenomen als strikt negatieve randvoorwaarde, samen met vele andere kaartlagen. Er worden bijgevolg geen turbines geplaatst in deze zones zoals te zien is op onderstaande figuur. Daardoor zijn er ook geen turbines in open ruimte en geen turbines in de beschermingszones van Defensie en Belgocontrol.



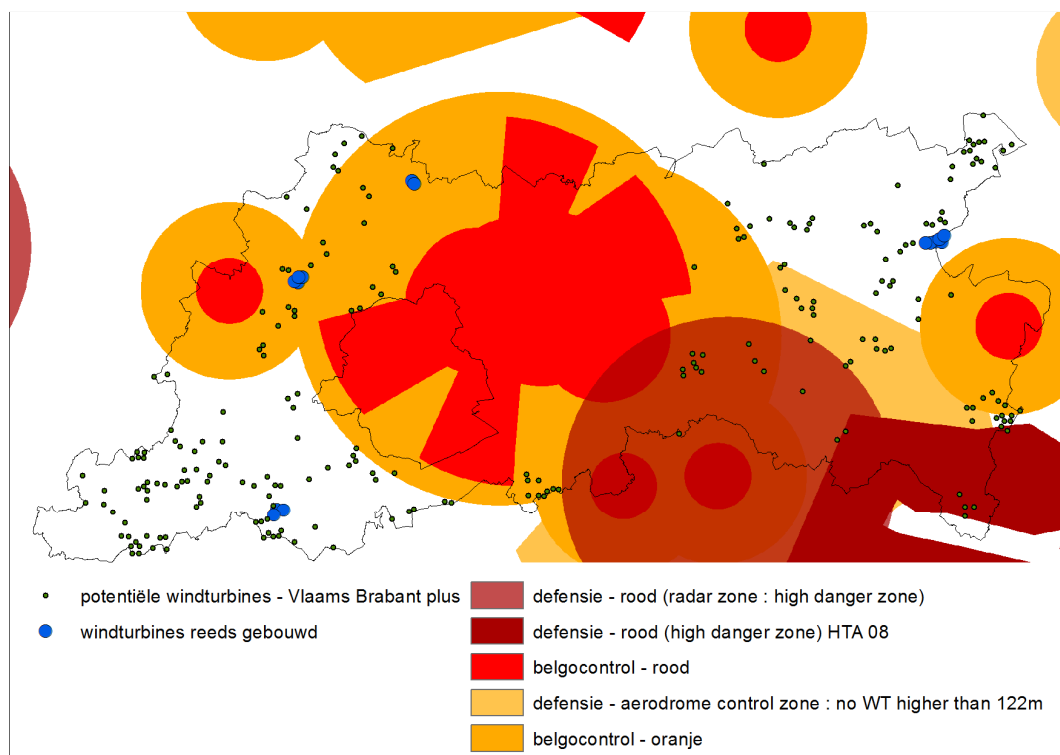
Figuur 42: Inplanting windturbines volgens het Vlaams scenario

In het Vlaams-Brabant scenario wordt gewerkt met gewogen randvoorwaarden. De oranje zones krijgen elk een gewicht van 2 op 5 wat betekent dat ze niet per definitie uitgesloten worden. Pas wanneer een locatie in deze oranje zone samenvalt met een andere negatieve randvoorwaarde, kan deze uitgesloten worden. Onderstaande figuur toont het resultaat na plaatsing van de windturbines. Door dit samenvallen met andere kaartlagen, in dit geval open ruimte en de bufferzone rond residentiële percelen, worden er geen windturbines geplaatst binnen de binnen de oranje bufferzone van Defensie. Er worden wel 43 windturbines geplaatst binnen de oranje bufferzone van Belgocontrol. Deze locaties dienen dus eerst voorgelegd worden voor nader onderzoek bij de betrokken instantie. Daarnaast liggen ook 87 van de 186 windturbines (47%) in de open ruimte.

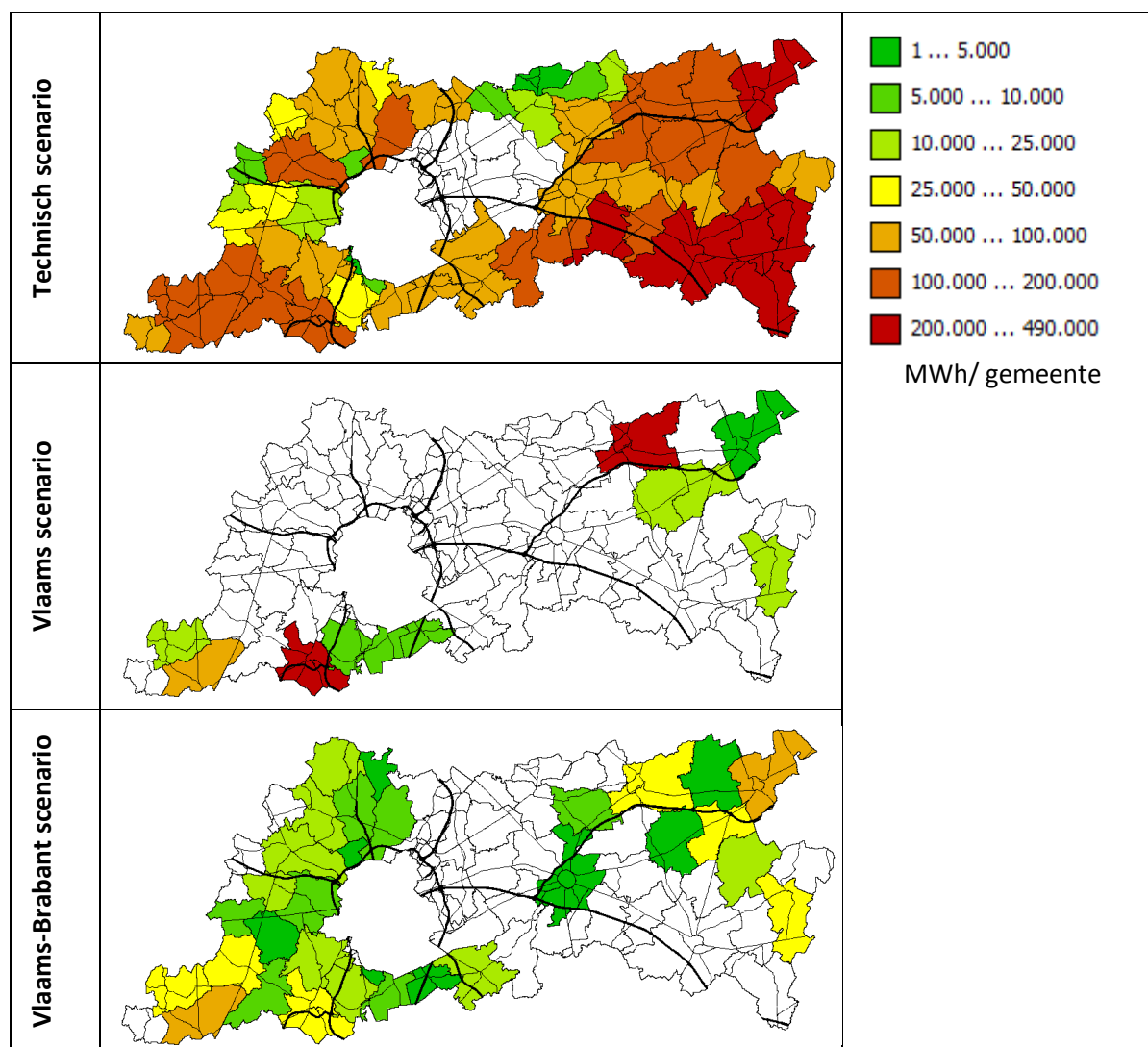


Figuur 43: Inplanting windturbines volgens het Vlaams-Brabant scenario

In een extra oefening werden ook de oranje en rode zones van Defensie strikt uitgesloten (gewicht 0) om het potentieel te verkennen indien onderhandelingen met Defensie nog verder zouden gaan. In dit resultaat worden 223 windturbines geplaatst waarvan 134 haalbaar worden geacht (60% haalbaarheid). Bijna de helft hiervan situeert zich in open ruimte. Binnen de beschermingszones van Defensie worden er (van de 223) 33 windturbines binnen de oranje control zone geplaatst, 6 binnen de rode high danger zone (HTA zone) en 16 binnen de radarzone. Tussen deze beschermingszones is er overlap waardoor sommige windturbines in meerdere zones vallen en dus meermaals meegeteld worden.



Figuur 44: Inplanting windturbines volgens extra oefening Vlaams Brabant plus scenario



Figuur 45: Potentieel grootschalige windenergie per scenario op kaart

Tabel 35: Potentieel grootschalige windenergie per scenario in cijfers

Elektriciteit (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
grote windturbine	6.003	72	505

→ Middenschalige windenergie

De analogie die geldt voor de grootschalige windenergie blijft voor de middenschalige windenergie grotendeels overeind. Alle elementen die in rekening gebracht dienen te worden voor een grote windturbine zijn ook nog van belang bij een middenschalige gezien de relatief kleine verschillen in omvang en potentiële overlast. De logica omtrent 2 van de 3 de scenario's blijft overeind: een maximale zoektocht naar windturbines voor Technisch en een Vlaams-Brabant scenario dat rekent met de scores van de workshopdeelnemers. Enkele bufferafstanden werden voor middenschalige

windturbines kleiner inschat dan voor groter wat meer mogelijkheden schept. Daarnaast werd verkozen om voorrang te geven aan grote windmolens waar mogelijk. Hierdoor geldt voor middengrote windturbines een extra negatieve randvoorwaarde die stelt dat er ook rondom potentiële grootschalige windturbines een bufferafstand gerespecteerd dient te worden.

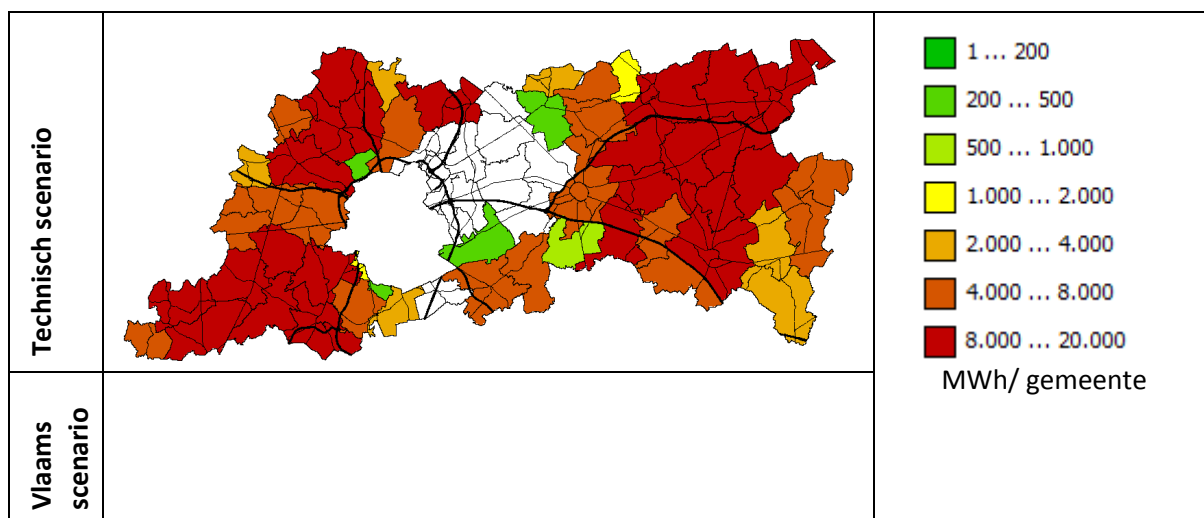
Aangezien middenschallige windturbines weinig courant zijn in de dagelijkse praktijk, werd de haalbaarheid voor deze technologie op 0 gezet waardoor er met middenschallige windenergie voor het Vlaams scenario geen rekening wordt gehouden. Overige haalbaarheden zijn analoog aan die van grootschalige windturbines.

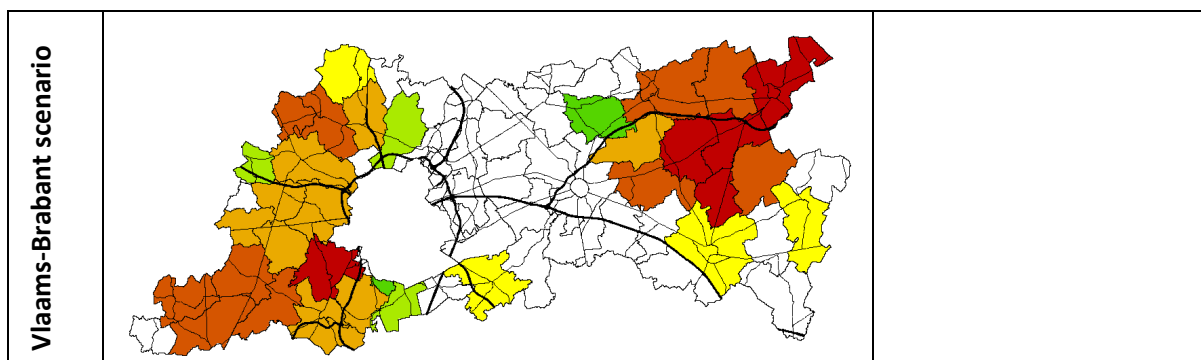
Tabel 36: Scenarioparameters voor middenschallige windenergie

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams- Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Gehele provincie	5	0	0
Bedrijventerreinen (min 5ha), buffer 250m	5	5	4,4
Geplande bedrijventerreinen (min 5ha), buffer 250m	5	5	4,4
Spoor-, snel-, water-, secundaire wegen, buffer 250m	5	5	0
Spoor-, snel-, water-, secundaire wegen, buffer 750m	5	0	2,7
Nabij stedelijk gebied	5	5	2,4
Nabij geplande uitbreiding stedelijk gebied	5	5	2,4
Zones met een dichtheid aan versteende ruimte min. 50%	5	5	1,5
Gebouwde windturbines, buffer 750m	5	5	1,8
Negatieve aanknopingspunten			
Habitatrichtlijngebieden	5	5	3,5
Gebieden in natuurbeheer	5	5	2,7
Kwetsbare gebieden	5	5	3,2
Open ruimte (1ha)	5	5	2,3
vogelrichtlijngebied	5	5	3,9
Risicozones voor vogels	5	5	3,4
VENIVON	5	5	2,5
Risicogebieden Overstromingen	5	5	1
Ankerplaatsen	5	5	2
Archeologische sites	5	5	2,5
Beschermde Landschappen	5	5	2,9
Beschermde stad- en dorpsgezichten	5	5	2,9
Beschermde monumenten	5	5	2,9
Unesco erfgoed	5	5	3,1
Wateroppervlakken	5	5	4
Geplande Woongebieden, buffer 200m	5	5	4,6

Gebouwen, buffer 50 m	5	5	2,7
Residentiële percelen, buffer 200m	5	5	3,4
Spoor-, primaire en secundaire, snel-, waterwegen, buffer 50m		5	5
Hoogspanningsleidingen, buffer 100m	5	5	5
Pijpleidingen, buffer 150m	5	5	5
Seveso installaties, buffer 200m	5	5	5
Rode zones Belgocontrol (DVOR, radar zones, CTR)	5	5	5
Oranje zones Belgocontrol (kortere buffers – DVOR 1km)		5	2
Radar Defensie (invloedzones van 15km rondom de radars)		5	5
Defensie oranje (CTR zones)		0	0
Defensie rood ("high danger zone"/Gevarenzone)		5	5
Windmolens gebouwd, buffer 500m	5	5	5
Windmolens vergund, buffer 500 m		5	1,8
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Middenschalige windturbines	80%	0%	60%

Ook hier gebeurt de plaatsing van de windturbines in de EnergieAtlas door eerst al deze kaarten met elkaar te combineren tot één kaart die zones weergeeft waarbinnen de turbines geplaatst mogen worden. Dit is het resultaat van het combineren van de verschillende randvoorwaarden met de gewichten die opgelijst worden in bovenstaande tabel. Binnen deze ruimte worden vervolgens punten geplaatst die steeds een bepaalde minimumafstand ten opzichte van elkaar moeten respecteren. Voor middenschalige windmolens werd in deze studie een afstand van 150m gehanteerd. Op basis van de resulterende kaart van de verschillende randvoorwaarden betekent dit voor het Technisch, Vlaams en Vlaams-Brabant scenario respectievelijk 1116, 0 en 478 windturbines. Vervolgens kan de haalbaarheid geïnterpreteerd worden als het percentage dat van deze maximaal te plaatsen windmolens ook effectief gerealiseerd kan worden. Dat resulteert voor het Technisch, Vlaams en Vlaams-Brabant scenario respectievelijk op 893, 0 en 287 windturbines.





Figuur 46: Potentieel middenschalige windenergie per scenario op kaart

Tabel 37: potentieel middenschalige windenergie per scenario in cijfers

<i>Elektriciteit (GWh)</i>	<i>Technisch scenario</i>	<i>Vlaams scenario</i>	<i>Vlaams-Brabant scenario</i>
Middelgrote windturbine	429	-	135

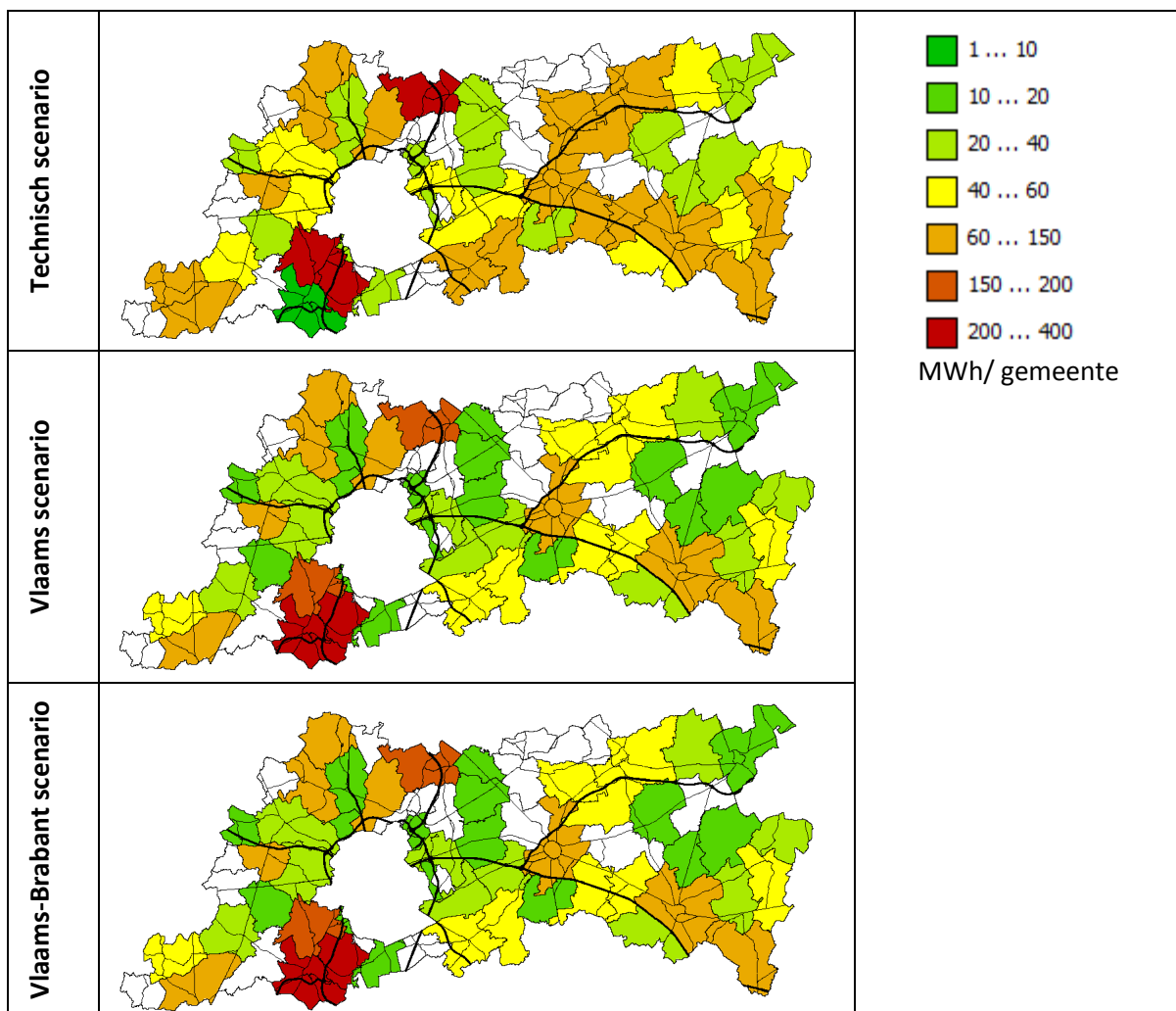
→ **Water**

Voor alle scenario's werden alle onbenutte watermolens en sluizen langs bevaarbare waterlopen en langs onbevaarbare waterlopen categorie 1, 2 en 3 beschouwd als potentiële locaties voor waterkrachtinstallaties met hun specifieke Energiefactor zoals deze beschreven werd in voorgaande hoofdstukken. De haalbaarheid werd voor het Technisch scenario 20% hoger ingeschat dan voor de overige scenario's.

Tabel 38: Scenarioparameters voor water

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
bevaarbare waterlopen	5	5	4,0
onbevaarbare waterlopen (categorie 1, 2, 3)	5	5	3,4
locatie bestaande watermolens	5	5	4,0
locatie bestaande sluizen	5	5	4,6
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Waterkracht	80%	60%	60%

De gemeentelijke kaartjes met potentieel voor hernieuwbare energie via waterkracht worden ingekleurd voor gemeenten die beschikken over watermolens of sluizen. Vooral de gemeenten lang het kanaal Charleroi-Brussel ontvangen hier het grootste potentieel.



Figuur 47: Potentieel waterkracht per scenario op kaart

Het potentieel van waterkracht blijft beperkt, we spreken over amper 3 à 4 GWh wat in vergelijking met andere technologieën maar klein is. Desondanks is het een technologie die op een groot draagvlak kan rekenen zoals ook de haalbaarheden laten blijken.

Tabel 39: Potentieel waterkracht per scenario in cijfers

Elektriciteit (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Waterkracht	4	3	3

→ **Biomassa**

Ook voor de biomassa-installaties blijven de ruimtelijke randvoorwaarden voor de verschillende scenario's gelijk. De verschillen in de scenario's zijn voornamelijk te wijten aan verschillen in de mobilisatiefactoren van de stromen. In de courante praktijken en bijgevolg ook in het Vlaams en het Vlaams-Brabant scenario wordt pluimveemest niet meegenomen in landbouw- en pocketvergisters. Dit is echter technisch wel mogelijk waardoor de mobilisatiefactor voor pluimveemest in het Technisch scenario op 100% wordt gezet versus 0% in de andere scenario's. In geval van houtverbranding wordt in functie van de duurzaamheid gesteld dat slechts 60% van al het tak- en kroonhout verzameld kan/mag worden voor verbranding. Deze parameter is voor het Technisch en Vlaams-Brabant scenario meegenomen als mobilisatiefactor. Naast de duurzaamheidsfactor kan (moet) er ook bijkomend rekening gehouden worden met technische verliezen wegens de moeilijkheid om al het takhout te verzamelen, fracties blijven steeds achter in het bos. Het Vlaams scenario houdt hier bijkomend rekening mee door de mobilisatiefactor met 70% te vermenigvuldigen. Voor de laatste installatie, de GFT vergister, blijven de mobilisatiefactoren voor twee van de drie inputstromen gelijk. Voor bermgras gaan we bij het Technisch scenario wel uit van een maximum door 100% mee te vergisteren terwijl in de overige twee scenario's dit een eerder realistische inschatting van 25% bedraagt.

De haalbaarheden liggen voor de pocketvergister en de houtverbranders het hoogst, 80% voor alle scenario's. De landbouwvergister wordt het minst haalbaar ingeschat, met een haalbaarheid van 40-60%.

Tabel 40: Scenarioparameters voor biomassa

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
landbouwvergister			
Nabijheid voldoende meststromen (>12.000 ton)	5	5	4,7
Nabijheid voldoende grote meststromen (stallen > 4.000 ton)	5	5	4,7
pocketvergister			
Nabijheid voldoende grote meststromen (stallen > 2.000 ton)	5	5	4,7

Houtverbrandingsinstallatie			
Op braakliggende percelen bedrijventerreinen	5	5	2,8
GFT vergister			
Nabijheid voldoende inputstromen (>60.000 ton)	5	5	4,7
Nabij bestaande installaties	5	5	3,5
Mobilisatiefactoren			
Landbouwvergister			
Mobilisatiefactor runder-, kalver-, varkensmest	100%	100%	100%
Mobilisatiefactor pluimveemest	100%	0%	0%
Pocketvergister			
Mobilisatiefactor runder-, kalver-, varkensmest	100%	100%	100%
Mobilisatiefactor pluimveemest	100%	0%	0%
Houtverbrander			
Mobilisatiefactor loof- en naaldhout	60%	60% * 70%	60%
Mobilisatiefactor groenafval	15%	15%	15%
GFT vergister			
Mobilisatiefactor GFT	100%	100%	100%
Mobilisatiefactor groenafval	70%	70%	70%
Mobilisatiefactor bermgras	100%	25%	25%
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Landbouwvergister	40%	60%	60%
Pocketvergister	80%	80%	80%
Houtverbrandingsinstallatie	80%	80%	80%
GFT vergister	80%	60%	60%

Figuur 48 toont het resultaat van de inplantingstool voor het Vlaams-Brabant scenario. Reeds bestaande installaties worden met een driehoek weergegeven. De inplantingstool vindt 2 landbouwvergisters, 73 pocketvergisters, 26 houtverbrandingsinstallaties en 1 GFT-vergister. Op deze aantallen moet de haalbaarheidscoëfficiënt nog toegepast worden om te komen tot het finaal cijfer.

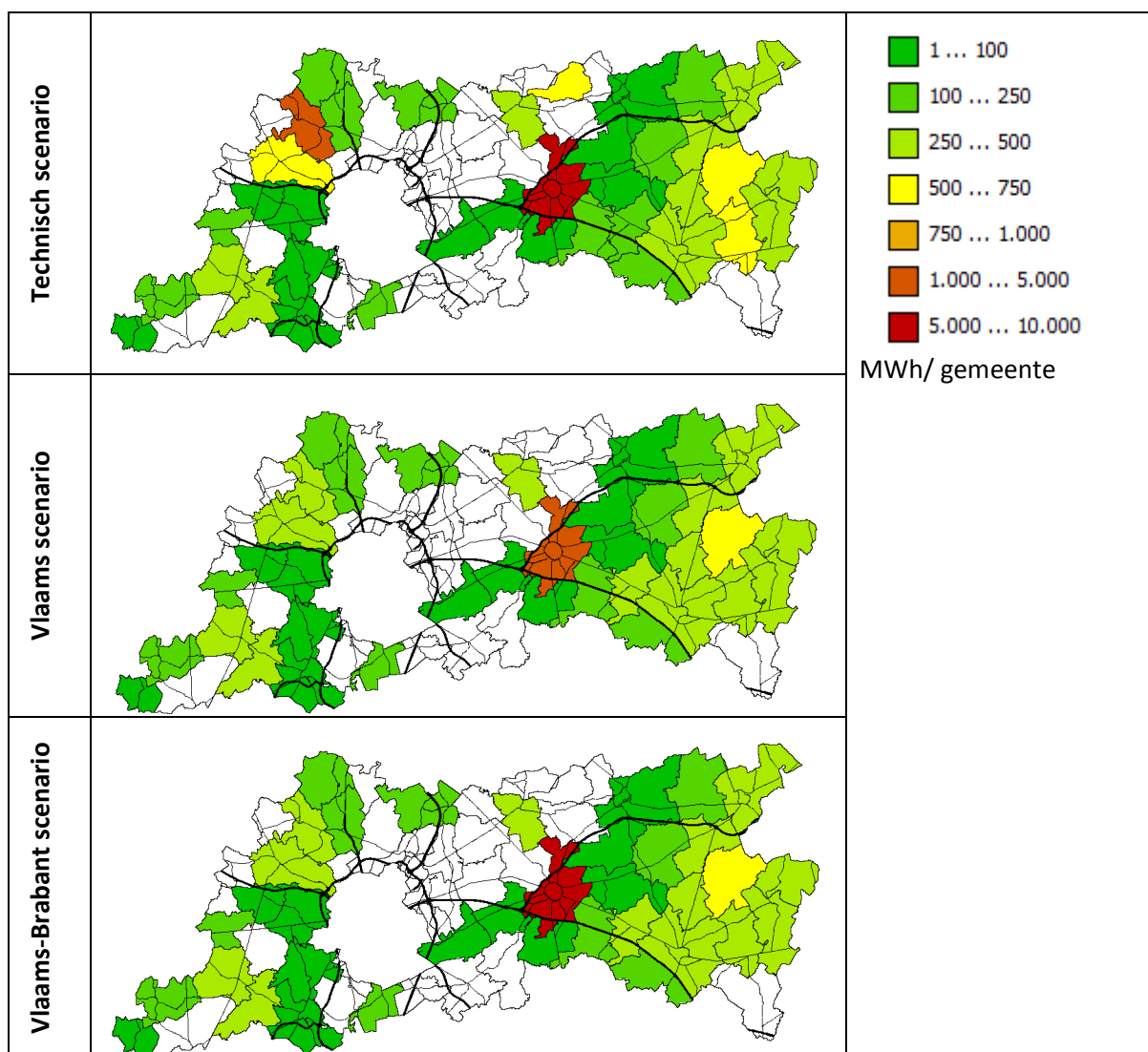
Deze figuur bevat vertrouwelijke informatie en mag niet verspreid worden.

Figuur 48: Resultaat inplantingstool biomassaverwerkingsinstallaties voor het Vlaams-Brabant scenario

Zowel voor elektriciteit als voor warmte productie komt Leuven er vaak uit als hotspot, vanwege de interessante ligging van bestaande installaties, centrale ligging, nabijheid van stromen enz. verder is het patroon afhankelijk van waar de meststallen zich bevinden waardoor het oosten van de provincie een licht voordeel krijgt. Maar ook vanwege de aanwezigheid en nabijheid van bossen als input voor houtverbrandingsinstallaties.

Dezelfde houtverbrandingsinstallaties zorgen voor een significante hoeveelheid warmte die in de provincie geproduceerd kan worden. Verder dient opgemerkt te worden dat de productie van energie door biomassa niet zozeer interessant is vanwege de absolute cijfers die hier uit komen,

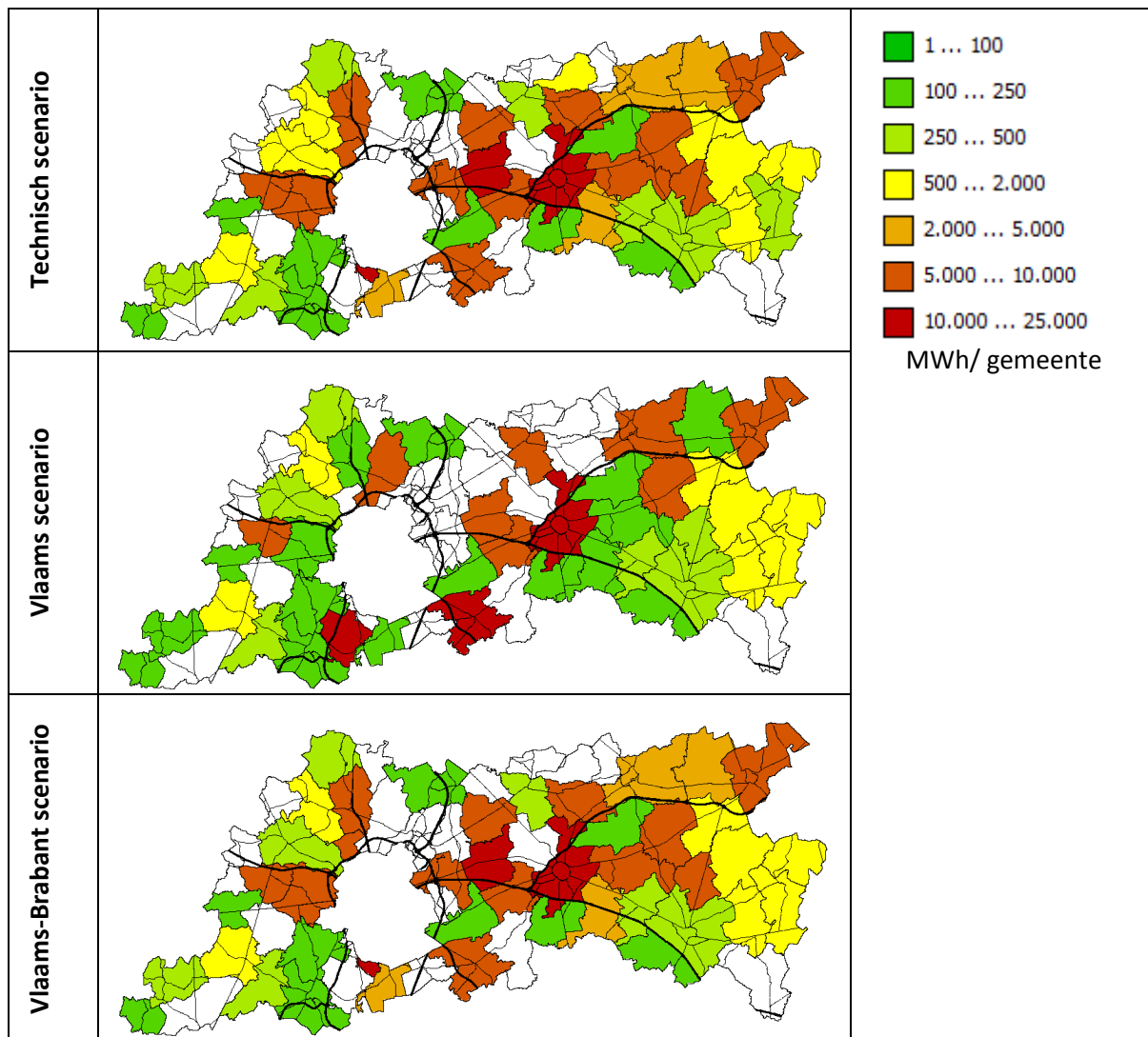
maar vooral vanwege het constante karakter dat deze voorziening met zich mee zou brengen in vergelijking met bv. windmolens.



Figuur 49: (Elektrisch) potentieel biomassa per scenario op kaart

Tabel 41: (Elektrisch) potentieel biomassa per scenario in cijfers

Elektriciteit (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
GFT vergister	8	5	5
Houtverbranding			
Landbouwvergister	1	1	1
Pocketvergister	9	7	7
<u>Totaal biomassa</u>	<u>17</u>	<u>13</u>	<u>13</u>



Figuur 50: (Thermisch) potentieel biomassa per scenario op kaart

Tabel 42: (Thermisch) potentieel biomassa per scenario in cijfers

Warmte (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
GFT vergister	8	5	5
houtverbrander	131	91	131
landbouwvergister	1	1	1
pocketvergister	13	10	10
Totaal biomassa	<u>152</u>	<u>107</u>	<u>147</u>

→ **Ondiepe geothermie**

Voor alle scenario's gelden de ruimtelijke randvoorwaarden en procedures voor het berekenen van het potentieel uit ondiepe geothermie zoals deze beschreven zijn in hoofdstuk 4. Dit houdt in dat installaties geplaatst worden binnen de niet bebouwde zones van bebouwde percelen en binnen woonuitbreidingsgebied en dat daarvoor de geologische toestand bepalend is voor de inschatting van de potentiële warmte die op die bepaalde plaats geproduceerd kan worden. Dit is analoog met de huidige praktijken aangezien er niet meer bodemwarmte opgehaald zal worden dan dat verbruikt zal worden. In dit opzicht komt het Vlaams scenario overeen met het Technisch scenario waardoor er dus geen ruimtelijke verschillen zijn tussen de scenario's. De bevraging uit de workshop leverden voor het Vlaams-Brabant scenario ook geen verschillen op met de overige scenario's.

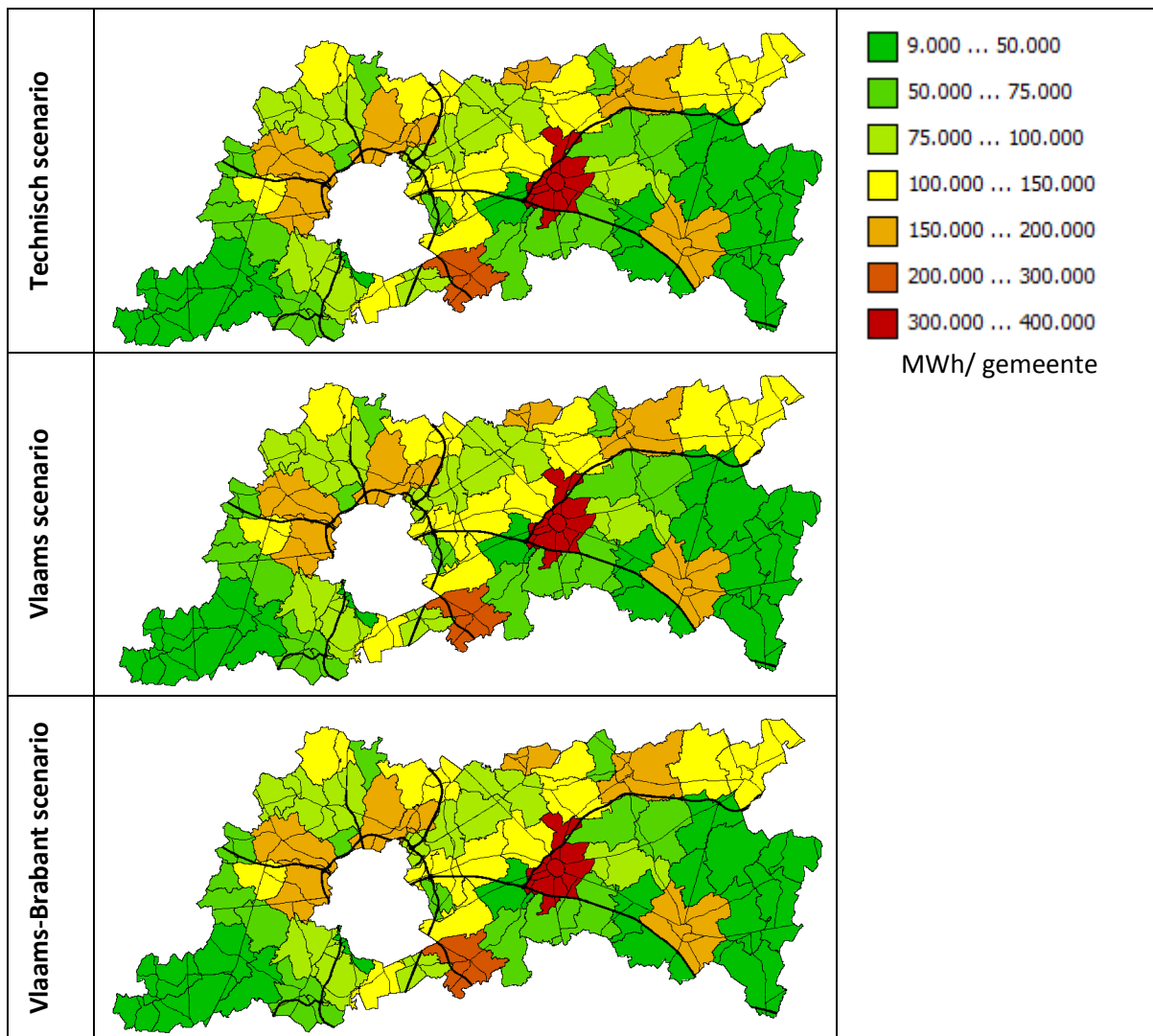
Daarboven wordt afhankelijk van het landgebruik en de verstedelijkingsgraad een realistische inschatting gemaakt die in relatie staat tot het typische warmteverbruik per categorie. Er werd in alle scenario's gerekend met alle niet bebouwde zones en alle woonuitbreidingsgebieden. Enkel locaties die binnen de beschermingszones liggen van waterwingebieden werden uitgesloten.

Resultaten van de multi-criteria analyse leveren voor elk scenario een haalbaarheid 80%.

Tabel 43: Scenarioparameters voor ondiepe geothermie

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Locatie geschikte watervoerende aquifers (voor KWO)	5	5	4,9
Dikte van de aquifers (voor KWO)	5	5	3,8
Geologische voorwaarden	5	5	5
Niet bebouwde zone van bebouwde percelen en woonuitbreidingsgebied	5	5	5
Negatieve aanknopingspunten			
Beschermingszones waterwingebieden	5	5	5
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Ondiepe geothermie	80%	80%	80%

Op de kaarten wordt duidelijk dat de meer verstedelijkte zones de hoogste potentie hebben om aardwarmte te produceren, met Leuven als grootste koploper. De landelijke zones hebben een veel lager potentieel.



Figuur 51: Potentieel ondiepe geothermie per scenario op kaart

In totaal voor de provincie wordt een warmtepotentieel uit ondiepe geothermie van bijna 6000 GWh verwacht voor alle scenario's.

Tabel 44: Potentieel ondiepe geothermie per scenario in cijfers

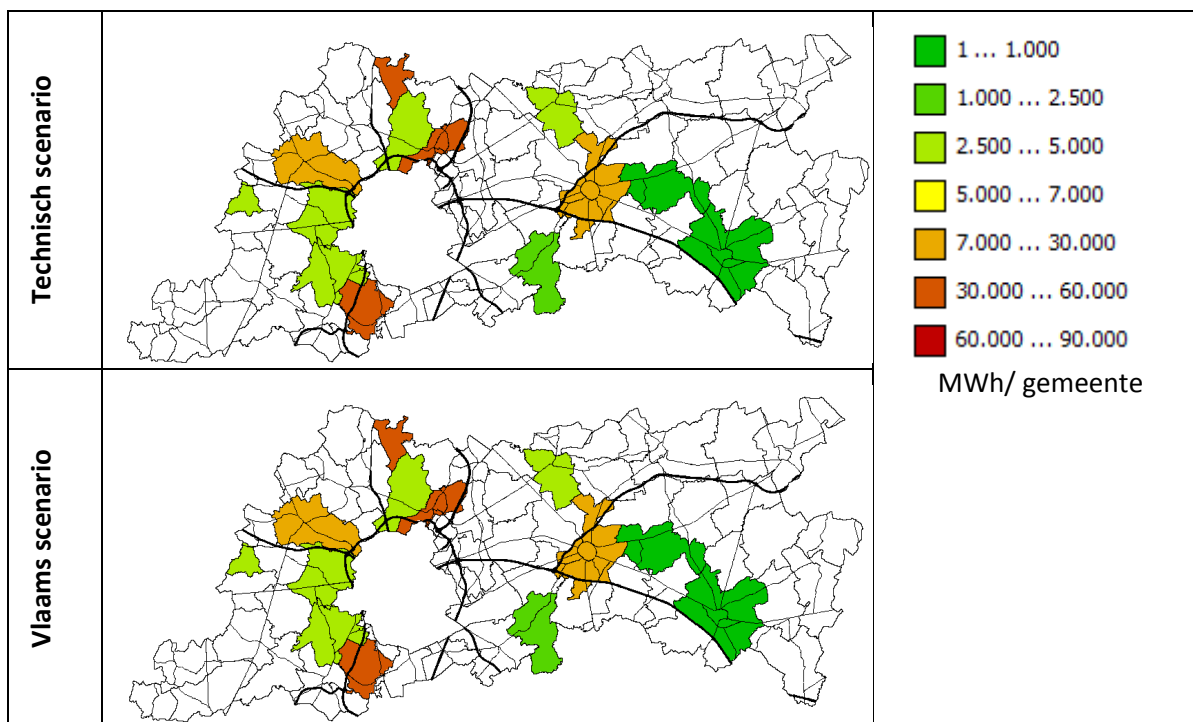
Warmte (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Ondiepe geothermie	5.934	5.934	5.934

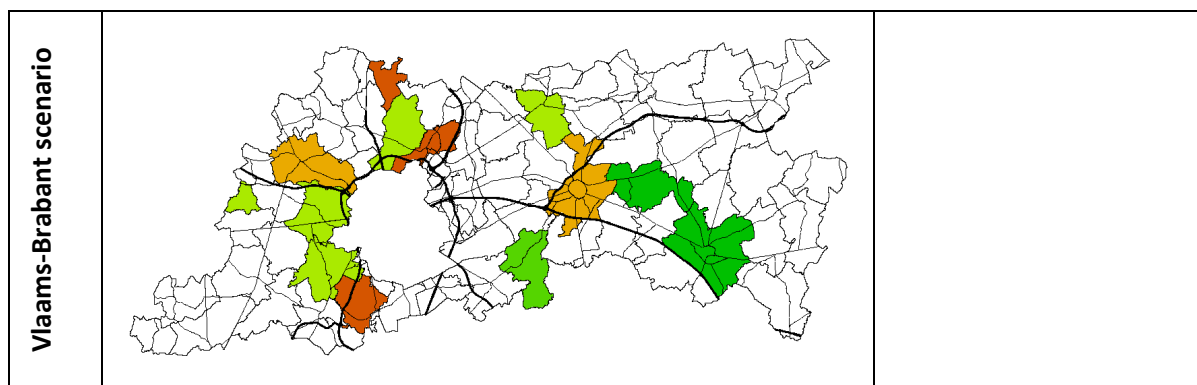
→ **Restwarmte**

Voor de inschatting van het potentieel vanuit restwarmte wordt het verschil tussen de scenario's enkel bepaald door de haalbaarheid. De ligging van de potentiële leveringspunten blijft immers telkens dezelfde.

Tabel 45: Scenarioparameters voor restwarmte

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Ligging niet-WKK groenestroominstallaties	5	5	5
Ligging industriële installaties	5	5	5
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
Restwarmte	100%	80%	80%





Figuur 52: Potentieel restwarmte per scenario op kaart

Tabel 46: Potentieel restwarmte per scenario in cijfers

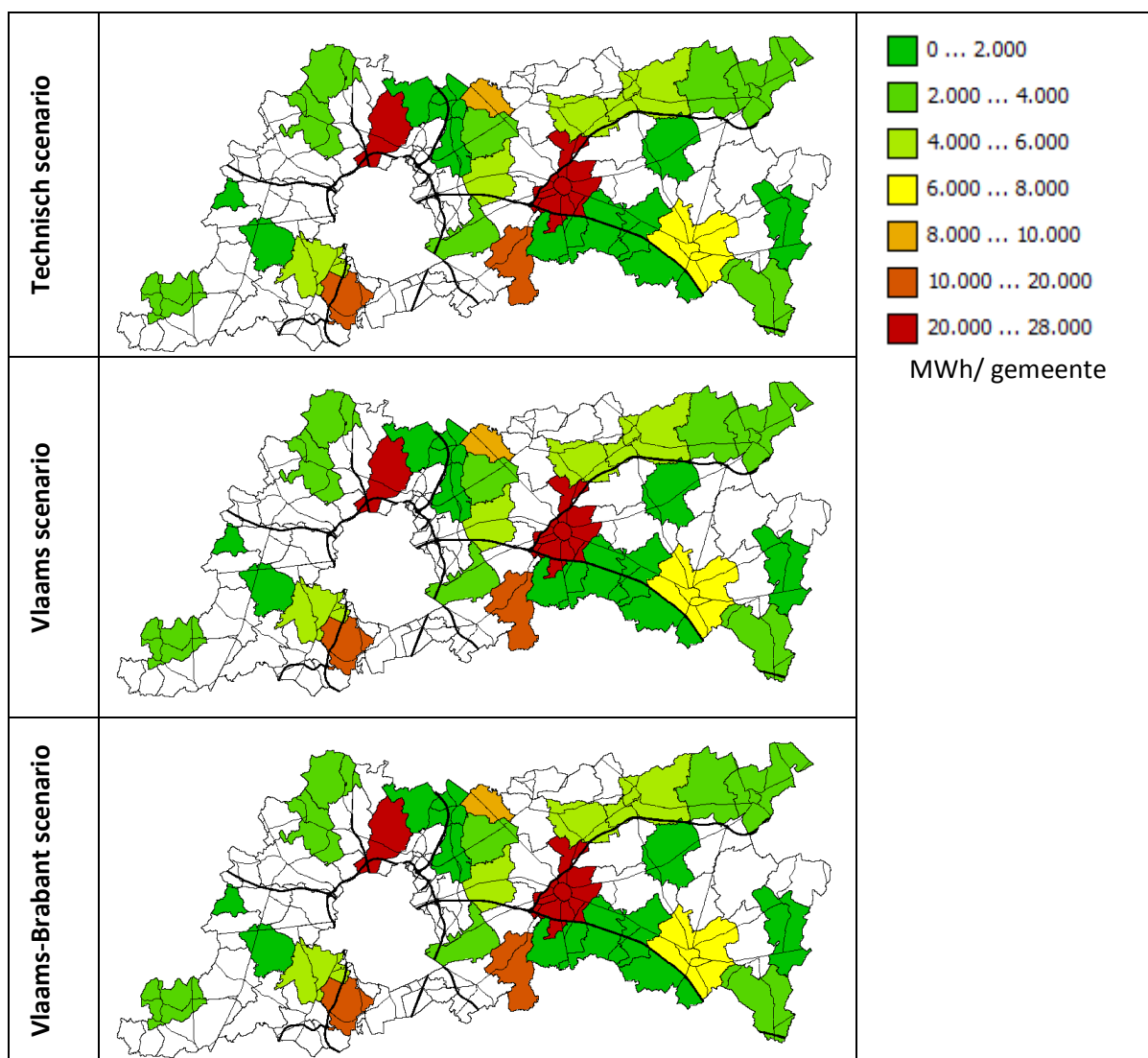
Warmte (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Restwarmte	415	332	332

→ **Riothermie**

Ook voor het potentieel vanuit riothermie is de ligging van de potentiële leveringspunten een constante tussen de scenario's. De ruimtelijke randvoorwaarde 'Aanwezigheid van persleidingen' is cursief gezet aangezien deze geen effect heeft voor de inschatting van het potentieel ter hoogte van de rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Tabel 47: Scenarioparameters voor riothermie

	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario (score op 5)
RUIMTELIJKE RANDVOORWAARDEN			
Positieve aanknopingspunten			
Aanwezigheid waterzuiveringsinstallaties	5	5	4,6
<i>Aanwezigheid van persleidingen</i>	5	5	3,5
TECHNISCHE EN ECONOMISCH-MAATSCHAPPELIJKE HAALBAARHEID			
riothermie	100%	80%	80%



Figuur 53: Potentieel riothermie per scenario op kaart

Tabel 48: Potentieel riothermie per scenario in cijfers

Warmte (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Riothermie	219	175	175

HOOFDSTUK 7. SYNTHESEKAARTEN

Als conclusie van de werkzaamheden in de derde fase worden de potenties van de verschillende energiebronnen samengebracht in één duidelijk kaartbeeld waarbij duidelijk wordt waar de hotspots in Vlaams-Brabant gelegen zijn en welke technologie het meest potentieel heeft in de verschillende regio's van de provincie. Daarnaast worden de resultaten naast de klimaatdoelstellingen uit de Klimaatstudie van de provincie gelegd. Het wensbeeld dat hieruit voortvloeit moet ook afgetoetst worden t.o.v. het bestaande instrumentarium en wetgevend kader (zie hiervoor ook de fiches in Bijlage A). Dit kan ertoe leiden dat initiatieven moeten genomen worden met het oog op het wijzigen van het kader of het instrumentarium. Suggesties aangaande maatregelen worden voorgesteld in HOOFDSTUK 8.

7.1. SYNTHESEKAARTEN PER SCENARIO

Onderstaande tabellen en figuren verzamelen alle informatie uit voorgaande hoofdstuk per scenario.

Tabel 49 toont het elektrisch potentieel per scenario per technologie. Voor alle scenario's zijn zonne-energie en windenergie belangrijke bijdragers tot het totale potentieel. De bijdrage van biomassa is in verhouding kleiner, maar levert wel een constant potentieel en kan dus zorgen voor proceswarmte. Het potentieel van waterkracht is beperkt gezien de inspanningen die hiervoor geleverd moeten worden (waterkrachtcentrales op alle sluizen en watermolens).

Het elektrisch potentieel voor het Technisch scenario is een factor 6 hoger dan het potentieel voor het Vlaams scenario. Het elektrisch potentieel voor het Vlaams-Brabant scenario ligt tussen beide resultaten in. De geïntroduceerde voorstellen, de beoordeelde randvoorwaarden en de berekende en beoordeelde haalbaarheden door de provincie en diens stakeholders pleiten voor meer ruimte voor verschillende hernieuwbare energietechnologieën in het Vlaams-Brabant scenario ten opzichte van het Vlaams scenario (het elektrisch potentieel bedraagt meer dan het dubbele van het Vlaams scenario, namelijk ca. 5.000 GWh). Op basis van het gemiddelde elektriciteitsverbruik van een gemiddeld Vlaams gezin² betekent dit een voorziening van 1.457.000 gezinnen met dit potentieel. In Vlaams-Brabant wonen zo'n 460.000 gezinnen. Hiernaast is er uiteraard ook nog heel wat industriële en commerciële bedrijvigheid die elektriciteit vraagt maar hier niet in rekening wordt gebracht.

De cijfers uit Tabel 49 zijn op kaart gezet per scenario in Figuur 54. De verschillende energievormen werden hierbij gecombineerd en vervolgens werd er een filteroperatie uitgevoerd op de resulterende pixelkaart. Deze samenvattende figuren geven per pixel het gemiddelde weer van het elektrisch potentieel binnen een straal van 1km. In tegenstelling tot de voorgaande pixelkaarten waar soms één pixel van 0,25 ha een hoge waarde heeft te midden van lagere waardes waardoor deze niet zichtbaar was, vallen hier de hoge waardes en de zones met hoog potentieel wel op. De kleuren geven per pixel het potentieel aan van laag (licht groen) tot hoog (donker groen).

In het Technisch scenario kleurt een groot deel van de kaart donker groen, voornamelijk in de zuidelijke uithoeken van de kaart. Deze zijn in belangrijke mate bepaald door het potentieel voor

zonne-energie en voor windenergie. De zonne-energie hotspots bevinden zich voornamelijk in de stedelijke zones, de windenergie hotspots in het uiterste noord- en zuidoosten van provincie. In het Vlaams scenario zijn er maar enkele 'hotspots' te vinden met een relatief hoog potentieel: Leuven, Diest, Tienen, Halle en rond Vilvoorde-Machelen-Zaventem. Halle en Diest danken hun hotspot aan windenergie, de overige zones voornamelijk aan zonne-energie. De syntheseskaart van het Vlaams-Brabant scenario is meer een gevlekt patroon met verschillende hotspots afkomstig van verschillende technologieën. De locaties van de windturbines bepalen sterk het patroon met hotspots in het Pajottenland, ten zuidoosten van Brussel, en langs de E314 tussen Leuven en Diest. De bijdrage vanuit biomassa zorgt op de kaarten voor een beperkt aanvullend potentieel bij alle scenario's, meer in het buitengebied en minder in de verstedelijkte gebieden.

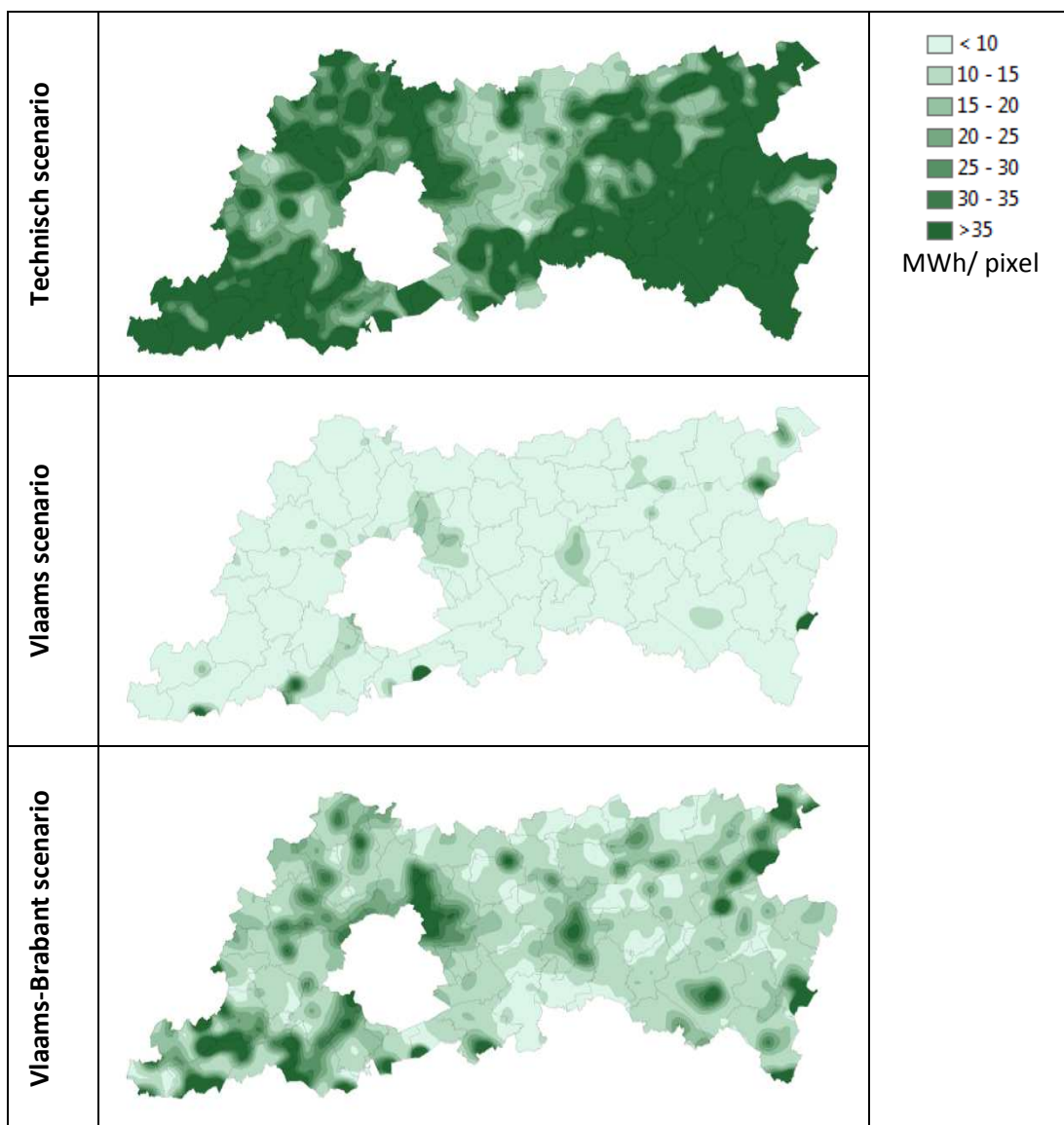
In de verschillende scenario voor thermisch potentieel zijn de verschillen tussen de technologieën veel minder uitgesproken (zie Tabel 50). Ook hier levert het Technisch scenario het meeste thermisch potentieel, het Vlaams scenario het minste en zit het Vlaams-Brabant scenario tussen beiden. Maar de verschillen zijn hier maar zeer beperkt. Voor thermisch potentieel werd vooral gevarieerd in haalbaarheden en niet zozeer in ruimtelijke randvoorwaarden. Voor alle scenario's zijn de resultaten voor ondiepe geothermie het meest bepalend met een warmtevoorziening van bijna 6.000 GWh. Deze technologie installeert een geothermische warmtepomp op elke potentiële locatie en heeft een gelijke haalbaarheid van 80% wat dus wil zeggen dat ook effectief 8 op 10 installaties verwezenlijkt moeten worden om dit potentieel te halen. Het patroon van het potentieel vanuit ondiepe geothermie is dan ook in belangrijke mate bepalend voor het patroon van het totaal thermisch potentieel voor elk scenario: een belangrijke hotspot in Leuven aangevuld met de rand van Brussel, Aarschot en Tienen. Veel van deze hotspots omvatten ook locaties waar potentieel vanuit riothermie en restwarmte mogelijk zijn, zodat het patroon enkel maar versterkt wordt. Het patroon voor biomassa verschilt wel tussen de verschillende scenario's maar weegt minder zwaar door in de bepaling van de syntheseskaarten.

Tabel 49: Overzicht elektrisch potentieel per technologie, per scenario

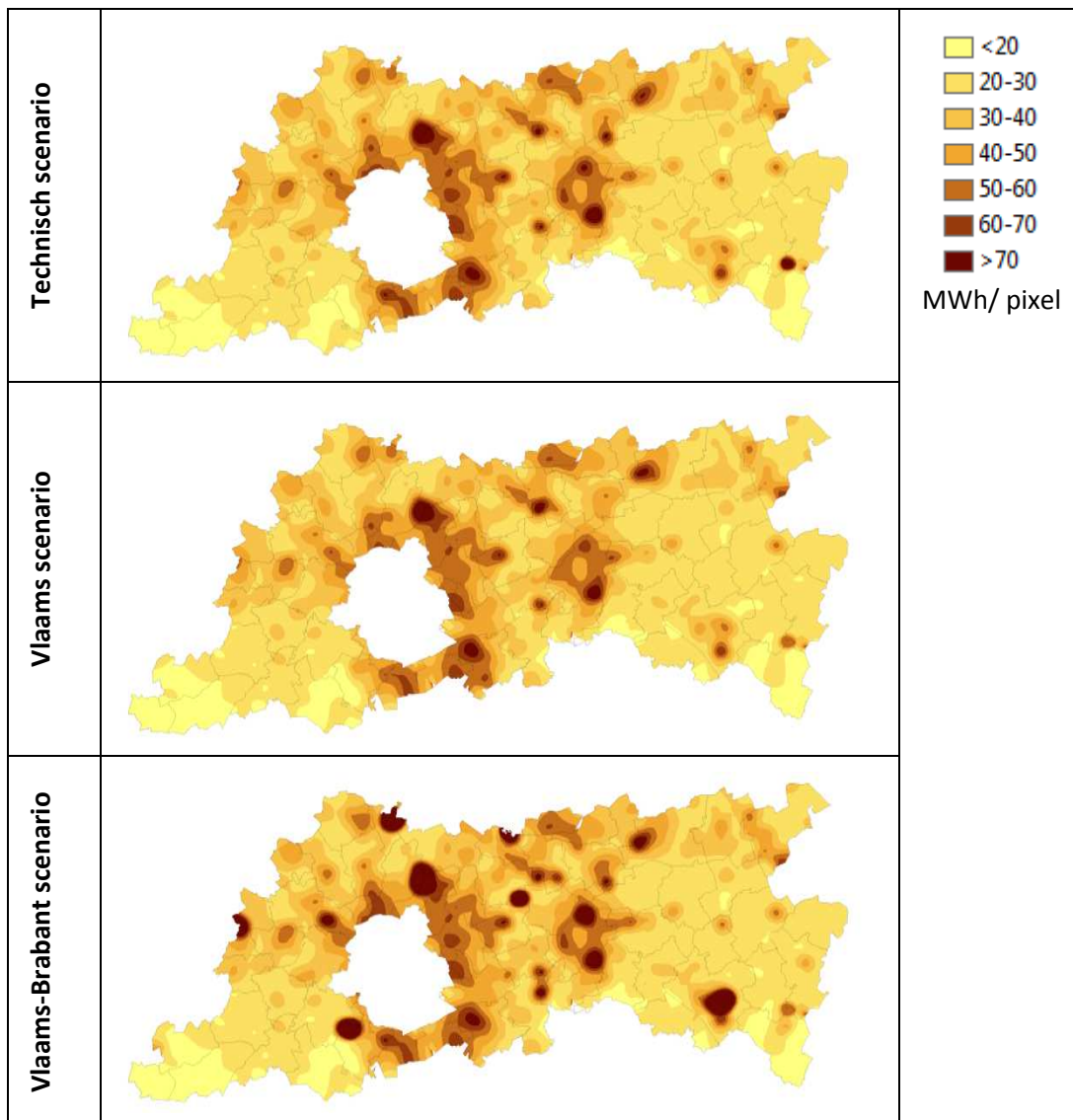
Elektriciteit (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Zon	5.450	1.897	4.393
zon op daken	4.743	1.897	3.863
zonnepark	498		373
zon langs autosnelweg	209		157
Wind	6.431	72	640
grote windturbine	6.003	72	505
middelgrote windturbine	429	-	135
Water	4	3	3
Biomassa	17	13	13
GFT vergister	8	5	5
houtverbrander			
landbouwvergister	1	1	1
pocketvergister	9	7	7
<u>Totaal</u>	<u>11.902</u>	<u>1.985</u>	<u>5.049</u>

Tabel 50: Overzicht thermisch potentieel per technologie, per scenario

Warmte (GWh)	Technisch scenario	Vlaams scenario	Vlaams-Brabant scenario
Biomassa	152	107	147
GFT vergister	8	5	5
houtverbrander	131	91	131
landbouwvergister	1	1	1
pocketvergister	13	10	10
Ondiepe geothermie	5.934	5.934	5.934
Restwarmte	415	332	332
Riothermie	219	175	175
<u>Totaal</u>	<u>6.720</u>	<u>6.547</u>	<u>6.588</u>



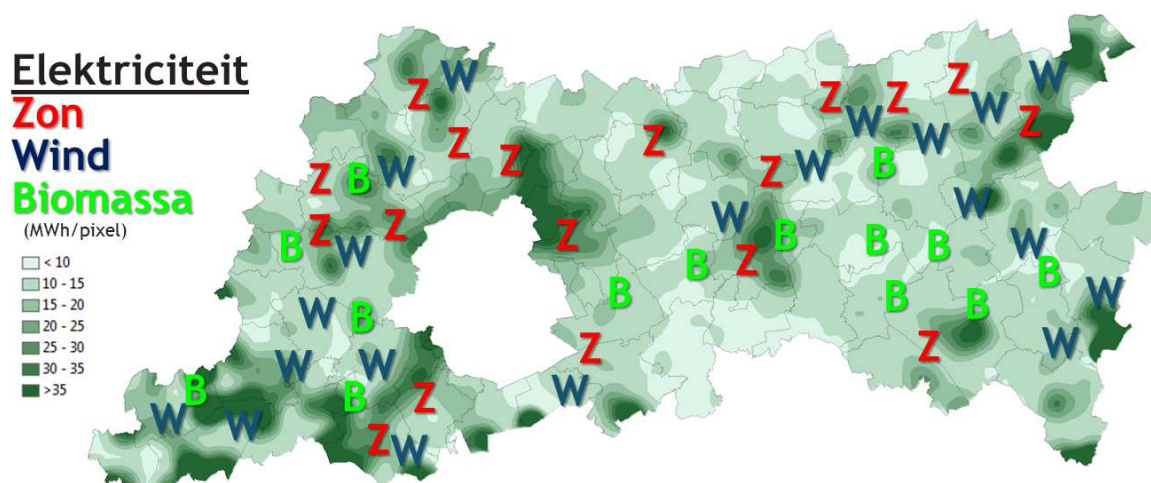
Figuur 54: Synthesekaarten elektrisch potentieel per scenario



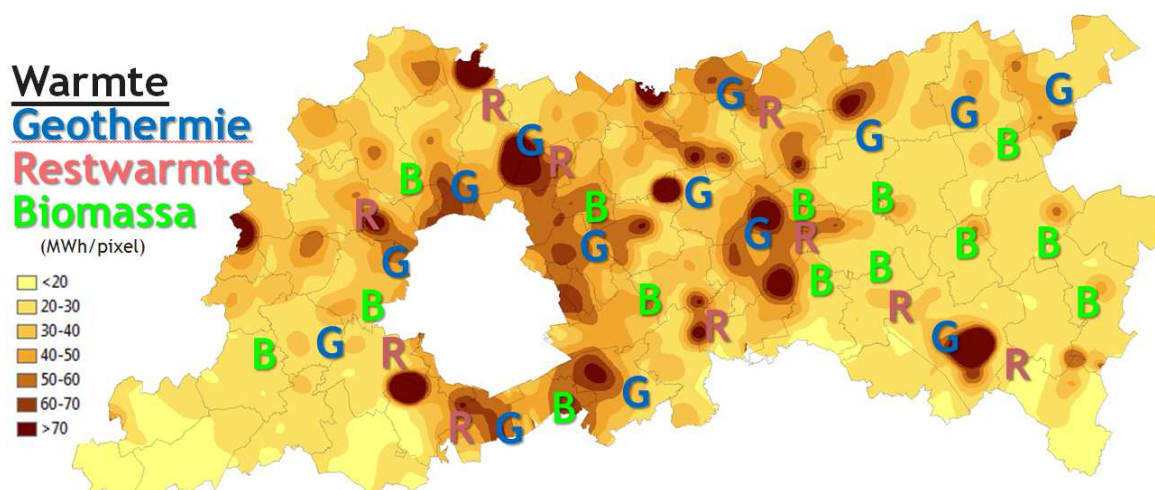
Figuur 55: Synthesekaarten thermisch potentieel per scenario

Figuur 56 en Figuur 57 lichten de synthesekaarten voor elektrisch en thermisch potentieel voor het Vlaams-Brabant scenario verder toe. Op de figuur zijn letters geplaatst die verwijzen naar een technologie zoals de legende aangeeft. De letters duiden op de kaart aan waar de belangrijkste hotspots gesitueerd zijn die horen bij die technologie. Voor het elektrisch potentieel zien we de hotspots voor windenergie bijna op een virtuele as staan die loopt van noordoost tot zuidwest, aangevuld met enkele uitlopers ten westen en ten zuiden van Brussel en in het oosten van de provincie. In het noordoosten van de provincie verwijzen we dan o.a. naar windturbines die langs de snelweg bijgeplaatst zouden kunnen worden. De hotspots voor zonne-energie vinden we voornamelijk ter hoogte van de belangrijke stedelijke centra: Leuven, Aarschot, Vilvoorde-Machelen-Zaventem. Productie vanuit biomassa komt voor waar veel biomassa is (landelijk/bosrijk gebied) of waar veel biomassa samenkomt (bv. Ecowerf).

Voor de synthesekaart van het thermisch potentieel is ondiepe geothermie en restwarmte gelinkt aan stedelijke gebieden (focus op de bebouwde zones en het woonuitbreidingsgebied in het geval van ondiepe geothermie). Productie vanuit biomassa komt opnieuw voor waar veel biomassa beschikbaar is of waar veel biomassa samenkomt.



Figuur 56: Synthesekaart elektrisch potentieel scenario Vlaams-Brabant



Figuur 57: Synthesekaart thermisch potentieel Vlaams-Brabant

7.2. AFTOETSING RESULTATEN MET KLIMAATDOELSTELLINGEN

Aan de hand van de resultaten van de studie rond de klimaatdoelstellingen voor de provincie, kunnen we aftoetsen of met de opgestelde scenario's deze doelstellingen al dan niet gehaald kunnen worden. In de onderstaande tabellen worden enkel de technologieën weergegeven die in beide studies terug te vinden zijn, zijnde zonne-energie, windenergie (voor de klimaatdoelstellingen werd enkel gerekend met grootschalige windenergie), biomassa en ondiepe geothermie. Het vooropgestelde doel voor hernieuwbare elektriciteitsproductie wordt met het Vlaams scenario net niet gehaald. De andere twee scenario's halen deze 2.000 GWh elektrische productie wel. Het aandeel zonne-energie speelt hier een belangrijke rol. Er wordt 1.653 GWh tot doel gesteld. Met het Vlaams-Brabant scenario wordt 3.863 GWh gehaald wanneer gesteld wordt dat 80% van álle dakoppervlakte (al dan niet residentieel) dat vanwege technische beperkingen in aanmerking komt (40% technische haalbaarheid) vol gelegd wordt met PV-panelen, ongeacht de lokale vraag naar elektriciteit. Zo wordt beoogd om een netwerk van zonne-energie op te stellen

dat niet enkel lokaal verbruikt wordt, maar ook via het net getransporteerd wordt naar plaatsen waar de lokale productie niet voldoet aan de vraag. Dit vraagt inspanningen van de netinfrastructuur. Daarnaast wordt bij zonne-energie ook zonneparken in rekening gebracht die voor 60% gerealiseerd moeten worden (binnen een site geschikt voor zonne-parken wordt een technische haalbaarheid van 55% verondersteld). Het Technisch scenario heeft zowel voor parken als daken een haalbaarheid die 20% hoger ligt dan het Vlaams-Brabant scenario waardoor de potentiële elektriciteitsproductie hoger ligt. Om de doelstellingen te halen zou 34% van alle daken benut moeten worden (zie Tabel 53).

Het tot doel gestelde potentieel voor windmolens (350 GWh) wordt eveneens in het Vlaams scenario – waar 16 windturbines effectief geplaatst zouden worden – niet gehaald. Het Vlaams-Brabant scenario haalt zelfs bijna 50% meer dan tot doel gesteld. Hiervoor zou 60% van de 186 voorgestelde windturbines effectief gerealiseerd moeten worden (= 112). Deze windturbines bevinden zich voor 47% in zones bestemd als open ruimte. Het draagvlak om windturbines in deze open ruimtes te plaatsen is bij de stakeholders van deze studie voldoende groot. Om deze zones effectief als potentiële locaties voor windturbines in aanmerking te laten komen, zijn bijkomende acties vereist. Daarnaast bevinden ook 21% van deze windturbines zich binnen de oranje zone van Belgocontrol. Ook hiervoor zijn detailstudies vereist rond deze locaties. Om de doelstellingen te halen zouden er 77 grootschalige turbines geïnstalleerd moeten worden, of 61 grootschalige en 154 middenschallige turbines (zie Tabel 53).

De warmteproductie uit biomassa wordt in de klimaatdoelstellingen bepaald door 1 biomassaketel op pellets. In deze studie worden meerdere stromen voor biomassa ingezet, maar in onderstaande tabel wordt ter vergelijking met de klimaatdoelstellingen ook de resultaten gepresenteerd van de voorgestelde houtverbrandingsinstallaties. Deze zouden volgens het Vlaams-Brabant scenario 6 keer zoveel warmte moeten kunnen produceren. Het gaat dan ook om 21 installaties (80% van 26 locaties). Om de doelstelling te halen zouden bijgevolg 4 installaties voldoende warmte moeten kunnen produceren.

De resultaten uit deze studie voor geothermie halen net de klimaatdoelstelling. Dit impliceert wel dat de haalbaarheid van 80% die in de studie gehanteerd werd voor ondiepe geothermie, ook effectief geïnstalleerd moet worden. Ook dit zal veel inspanningen vereisen om particulieren aan te zetten deze acties uit te voeren en om gezamenlijke voorzieningen in grootschaligere projecten aan te moedigen en te faciliteren.

Tabel 51: Inschatting potentieel hernieuwbare energie in Klimaatstudie Vlaams-Brabant

Klimaatstudie	Zon	Wind groot	Biomassa	Ondiepe geothermie	TOTAAL
Elektriciteit (GWh)	1.653	350		-	2.003
Warmte (GWh)			22	5.215	6.772

Tabel 52: Inschatting potentieel hernieuwbare energie in voorliggende studie Energiekansenkaarten

Energie-kansen	Scenario	Zon	Wind groot	Biomassa Houtverbr.	Ondiepe geothermie	TOTAAL
Elektriciteit (GWh)	Technisch	4.734	6.003			10.737
	Vlaams	1.897	72		-	1.969
	Vlaams-Brabant scenario	3.863	513		-	4.376
Warmte (GWh)	Technisch			131	5.934	6.065
	Vlaams			91	5.934	6.025
	Vlaams-Brabant scenario			131	5.934	6.065

Tabel 53: Confrontatie potentieelinschatting tussen Klimaatstudie en Energiekansenkaarten

	Klimaatstudie		Energiekansen Vlaams-Brabant scenario		NODIG OM DOELSTELLING TE HALEN	
					Ht	installaties
zon	huishoudens 60%	1.653 GWh (elek)	daken - 80%	3.863 GWh (elek)	35%	35 % van technisch beschikbaar dakoppervlakte
wind	50 WT; 3 MW	350 GWh (elek)	112 WT (60% van 186 WT); 2,3 MW	505 GWh (elek)	42%	77 WT; 2,3 MW
			112 WT; 2,3 MW + 287 WT ; 0,3 MW	640 GWh (elek)	33%	61 WT; 2,3 MW + 154 WT ; 0.3 MW
biomassa	1 biomassaketel; 1 MW; pellets	22 GWh (warmte)	21 houtverbrandingsinst. (80% van 26); 1MW	131 GWh (warmte)	13%	3-4 houtverbrandingsinst. ; 1 MW

HOOFDSTUK 8. CONCLUSIES EN BELEIDSAANBEVELINGEN

De Dynamische EnergieAtlas is in deze studie ingezet om voor verschillende technologieën (PV-panelen, grootschalige en kleinschalige windturbines, waterkrachtcentrales, biomassaverwerkingsinstallaties, grondgekoppelde warmtepompen, restwarmte en riothermie) de huidige en potentieel bijkomende energieproductie in kaart te brengen.

In de eerste fase kwam de inventarisatie van de huidige hernieuwbare energieproductie aan bod. PV-panelen en windturbines nemen 84% van de huidige hernieuwbare elektriciteitsproductie in de provincie voor hun rekening. De huidige productie van hernieuwbare warmte komt voor 64% van grondgekoppelde warmtepompen en voor 36% van biomassaverwerkingsinstallaties. Ook het aandeel hernieuwbaar in de totale elektriciteitsproductie op het grondgebied van de provincie werd onderzocht en bedraagt 13% wanneer de centrales van Drogenbos en Vilvoorde in rekening worden gebracht.

Net als bij de inventarisatie van de huidige toestand wordt de inschatting van het potentieel berekend op een ruimtelijk expliciete manier door middel van de Dynamische EnergieAtlas. Dit software-instrument is één van de eindproducten van deze studie en wordt gevuld met (ruimtelijke) data specifiek voor de provincie Vlaams-Brabant op een zeer fijne resolutie (50x50m). Het resultaat bestaat uit energiekansenkaarten die kansrijke locaties aanduiden voor (bijkomende) hernieuwbare energievormen. De Dynamische EnergieAtlas Vlaams-Brabant laat de dienst Ruimtelijke Ordening toe om energiepotenties ruimtelijk en kwantitatief te evalueren en te monitoren. Ze kan zelf varianten van scenario's aanmaken en doorrekenen om alzo een eigen visie op hernieuwbare energie vorm te geven of bij te stellen, ze op haar haalbaarheid en merites toetsen, en, specifieke beleidskeuzes onderbouwen.

Met de Dynamische EnergieAtlas kan de provincie de huidige en potentiële energieproductie ook evalueren ten opzichte van vooropgestelde doelstellingen zoals het klimaatbeleid. In het kader hiervan zijn in fase 2 en 3 alternatieve scenario's uitgewerkt die aanwijzingen geven voor inspanningen die noodzakelijk zijn om de doelstellingen te halen. Het opstellen en doorrekenen van verschillende scenario's toont eveneens de mogelijke impact van verschillende ruimtelijke en maatschappelijke afwegingen die gemaakt worden. De drie scenario's – "Technisch", "Vlaams" en "Vlaams-Brabant" – variëren enerzijds wat betreft de ruimtelijke randvoorwaarden en anderzijds wat betreft de maatschappelijke haalbaarheden per technologie.

In het Technisch scenario wordt duidelijk wat de limieten zijn van hernieuwbare energie doordat de ruimtelijke randvoorwaarden heel vrij en open worden gelaten en ook de haalbaarheden sterk positief zijn ingeschat. Het is een soort van 'maximum-scenario' dat een zo groot mogelijk beschikbare ruimte inzet voor hernieuwbare energieproductie. Met dit scenario kunnen de klimaatdoelstellingen vlot gehaald worden. Dit betekent dat de ruimte voor hernieuwbare energie wel aanwezig is, maar deze dient dan ook maximaal ingezet te worden om tot de resultaten te komen. De uitkomsten van dit scenario zijn weinig realistisch en dienen eerder als een referentie en meer nog een bewustwording van de inspanningen die nodig zijn om hier toe te komen.

Het "Vlaams" scenario volgt strikt alle huidige regelgevingen en gaat uit van een voorzichtige haalbaarheidsinschatting. Het is hierdoor een streng scenario, uitgaande van een beleid dat

hernieuwbare energie mogelijk maakt maar niet in bijzondere mate stimuleert en dus met beperkte energieproductiemogelijkheden. Het halen van de klimaatdoelstellingen is in dit geval voor veel technologieën niet haalbaar. Een aanpassing van de huidige regelgeving dringt zich bijgevolg op.

Met behulp van de experts en stakeholders die bij de studie betrokken zijn, is gezocht naar nieuwe en bijkomende mogelijkheden voor de verschillende technologieën. Dit leidt tot een “Vlaams-Brabant” scenario waarbij de ruimtelijke randvoorwaarden en haalbaarheden rekening houden met het draagvlak van de provincie, voor zover het correct vertegenwoordigd was door de deelnemende stakeholders. Dit resulteert in een uitbreiding van de energiepotenties die noodzakelijk zijn om de klimaatdoelstellingen te halen.

Concreet wijzen de verschillen tussen de twee laatste scenario's erop dat voor verschillende technologieën verhoogde inspanningen nodig zijn. Zo willen de stakeholders de haalbaarheid van zonne-energie verhogen (verdubbelen). Dit zou betekenen dat niet op 40% maar op 80% van de daken PV-panelen zouden geïnstalleerd moeten worden om hernieuwbare elektriciteit lokaal te produceren. Afgezien van de huidige populariteit van PV-panelen, vraagt dit inspanningen van de provincie bijvoorbeeld in termen van bewustmaking en informeren van de burgers om deze haalbaarheid ook effectief waar te maken. De provincie kan hier een voorbeeldfunctie opnemen en de eigen infrastructuur reeds voldoende inzetten om zonne-energie te produceren. Daarnaast is er een sterk draagvlak om de ruimte voor windturbines – zowel grootschalig als middenschallig – substantieel te verhogen. De stakeholders geven aan dat bepaalde ruimtelijke randvoorwaarden, zoals het vermijden van windturbines in de open ruimte, niet per se overal toegepast moeten worden en stellen daarmee dat de geïsoleerde gebieden dus een bijkomende functie kunnen opnemen door (deels) drager te worden van hernieuwbare energieproductie. De provincie moet hier een belangrijke rol spelen enerzijds als aanjager van hogere overheden om transities in regelgevingen te versnellen en anderzijds als coach van de gemeenten om projecten te helpen realiseren en lokaal het draagvlak te versterken.

Voor een aantal van de ruimtelijke randvoorwaarden, vooral voor windenergie, zijn onderhandelingen nodig met partijen zoals Belgacontrol en Defensie. De provincie zou hier een coördinerende rol in kunnen opnemen. Haar beleid en ruimtelijke plannen aan Belgacontrol en Defensie voorleggen en over het geheel een onderhandeling voeren. Dit maakt het voor investeerders in de technologie eenvoudiger maar ook aantrekkelijker om projecten op te starten. Het grotere plan is ook een noodzaak voor de netbeheerders die de noodzakelijke aanpassingen in het net moeten doorvoeren om de opgewekte elektriciteit ook effectief te kunnen verdelen naar de gebruikers, lokaal of op afstand.

Een gecoördineerde actie van de provincie naar de gemeenten, en een actie samen met de gemeenten, kan het uitrollen van bepaalde technologieën bespoedigen. Dit geldt voor wind, maar net zozeer voor grotere biomassaverwerkingsinstallaties, die uit een gebied dat de gemeentegrenzen overstijgt de grondstof moeten kunnen betrekken, en, voor grotere geothermie-installaties die wijken, grotere kantoor- en commerciële complexen of openbare voorzieningen zoals scholen, ziekenhuizen en zwembaden van warmte kunnen voorzien.

REFERENTIES

- Energielandschap Vlaanderen, studie in opdracht van het atelier Vlaamse Bouwmeester, de Vlaamse Landmaatschappij, Ruimte Vlaanderen en VITO, 2014.
- Infrax, Eandis, Elia, Onthaalcapaciteit decentrale productie in Vlaanderen 2011-2020, 10 september 2012.
- International Energy Agency, Potential for Building Integrated Photovoltaics, IEA Report:PVPS T7-4, Paris, 2002.
- Moorkens I., Vangeel S., Vos D., Onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties, VITO in opdracht van VEA, november 2010.
- ODE Vlaanderen, Brochure "Kleine waterkracht", 1999.
- OVAM (2008). Uitvoeringsplan Milieuverantwoord beheer van huishoudelijke afvalstoffen
- OVAM (2009a) Biomassa inventaris 2008-2009. Mechelen.
- OVAM (2009b). *Economische marktanalyse voor een duurzame verwerking van (deelstromen) van groen- en GFT-afval met voorstel van beleidsaanbevelingen* (pp.128). Mechelen.
- OVAM (2010). Inventarisatie biomassa 2007-2008 (deel 2009) met potentieel 2020 (pp. 184). Mechelen
- Projectgroep Duurzame productie van biomassa. (2006). Criteria voor duurzame biomassaproductie (pp. 40).
- OVAM (2013). Inventaris Biomassa 2011-2012
- OVAM (2014) Achtergronddocument voor het actieplan Duurzaam beheer van biomassa(rest)stromen 2015-2020
- Poelmans L., Janssen L., Engelen G., Actualisatie en gebiedsdekkend maken van het Windplan Limburg, VITO in opdracht van Provincie Limburg, oktober 2014.
- "Stappenplan naar een CO₂ neutrale stad in 2050" i.o.v. Stad Gent
- "TACO2-studie" i.o.v. Provincie Limburg
- Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG.
- SYNECO (2014) EINDRAPPORT IWT-VIS TRAJECT SYNECO (IWT-VIS 110810)
- VEA, Centraal Parameterdocument, januari 2013.
- VEA, Rapport 2014/1, Deel 1: rapport OT/Bf voor projecten met startdatum vanaf 1 januari 2015, 30 juni 2014.
- Vlaamse Regering, Omzendbrief LNE/2009/01 – RO/2009/01, Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines, 2009.

BIJLAGE A FICHES PER TECHNOLOGIE

Fotovoltaïsche panelen

Randvoorwaarde	
Ruimtelijk	-
Wetgevend	Vergunning/keuring http://www.ruimtelijkeordening.be/NL/Beleid/Vergunning/Vergunningnodig/zonnepanelenjuridischetoelichting) » Bij installatie van zonnepanelen op de grond is een stedenbouwkundige vergunning verplicht. » Bij installatie van zonnepanelen op een hellend dak of plat dak is enkel een stedenbouwkundige vergunning nodig indien de installatie meer dan 1 meter boven het dak uitkomt of het uitdrukkelijk verboden is omdat uw woning tot beschermd erfgoed behoort bijvoorbeeld. » Bij elke grote aanpassing van de elektrische installatie van een woning, zoals bv. plaatsing van zonnepanelen, is een conformiteitscontrole verplicht (AREI gekeurd). » De PV-installatie moet aangemeld worden bij de netbeheerder (en VREG/VEA). » Opgelet: provinciale of gemeentelijke stedenbouwkundige verordening kan steeds strengere eisen stellen en dus een vergunning vereisen, waar binnen de Vlaamse reglementering een melding volstaat, en een melding vereisen, waar binnen de Vlaamse reglementering een vrijstelling geldt. Bv.: http://www.hbvl.be/cnt/aid798403/stadsbestuur-wil-geen-zonnepanelen-op-grond. Isolatievoorwaarde (http://www.vreg.be/nl/isolatievoorwaarde) Als je zonnepanelen plaatst op een woning, moet de warmteweerstand (Rd) van het volledige dak en/of zoldervloer ten minste 3 m² K/W bedragen. Als onvoldoende isolatie aanwezig is, heb je geen recht op de gegarandeerde minimumsteun van de netbeheerder. EPB-aangifte (http://www.vreg.be/nl/epb-en-zonnepanelen) Als je zonnepanelen opneemt in de EPB-aangifte, heb je geen recht op de gegarandeerde minimumsteun van de netbeheerder.
Financieel	Groene stroom certificaten (http://www.vreg.be/nl/bedrag-minimumsteun-vanaf-2013) PV ≤ 10 kWp: sinds 2014 gelijk aan € 0 voor nieuwe installaties PV > 10 kWp: nieuwe installaties vallen onder systeem met bandingfactor - minimumsteun van 93 euro per groenestroomcertificaat, ongeacht de gebruikte technologie Projectspecifieke steun (http://www.energiesparen.be/monitoring-en-evaluatie/technologieen-met-projectspecifieke-steun) PV > 750 kW: sinds januari 2013 kan projectspecifieke steun worden aangevraagd bij VEA Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen (http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek) » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen. » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5% » categorie 11 : investeringen in nieuwe apparatuur voor fotovoltaïsche omzetting zonne-energie voor rechtstreekse productie elektriciteit

Grootschalige windenergie

Randvoorwaarde

Ruimtelijk	Omzendbrief RO/2014/02: afwegingskader en randvoorwaarden voor de oprichting van windturbines (25/04/2014) http://ruimtelijkeordening.be/NL/Algemeen/Home/Nieuwsberichten/articleType/ArticleView/articleId/8779/Nieuwe-omzendbrief-windenergie » voorkeur windenergieopwekking door middel van cluster windturbines (> = 3) » streven naar ruimtelijke concentratie windturbines in zeehavengebieden, industriegebieden of in nabijheid van markant in het landschap voorkomende infrastructuur zoals wegen, spoorwegen, rivieren, kanalen, hoogspanningsleidingen... » oprichting windturbines of windturbinepark in buitengebied kan in of nabij een bos en nabij een natuurgebied met eerder beperkte natuurwaarde, maar in principe te vermijden in gebieden met (potentieel) belang voor speciale beschermingszones » locatiekeuze windturbines en windturbineparken moet passen in samenhangende visie op gewenste ruimtelijke ontwikkeling van gebied in kwestie (RSV) » randvoorwaarden met betrekking tot integratie in omgeving, geluidsproductie, slagschaduw, veiligheid, natuur (vogels en vleermuizen) » binnen havens is nog groot potentieel; ook in industriegebieden en langs markant in het landschap voorkomende lijninfrastructuur » vanuit wind technisch oogpunt bieden vooral locaties in het gebied ten noordwesten als Kortrijk-Gent-Antwerpen de beste mogelijkheden Provinciaal Ruimtelijk structuurplan Vlaams-Brabant (2004) Provincie acht kleinschalige windparken vanaf 4 windturbines en kleiner dan 10 MW van provinciaal niveau. Inzake de lokalisatie van windturbines stelt de provincie volgende ruimtelijke principes en randvoorwaarden voorop: - Maximaal meervoudig ruimtegebruik - Woongebieden, natuurgebieden en landschappelijk waardevolle gebieden met een grote gaafheid, herkenbaarheid en visueel-ruimtelijke kwaliteit, komen niet in aanmerking voor plaatsing van turbines. - De turbines komen bij voorkeur voor aansluitend bij de stedelijke gebieden, kernen in het buitengebied en grootschalige technische landschappen en bij industrie. - Hinder voor omwonenden dient vermeden - Er dient zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande structuren zoals stadsranden, wegen, kanalen, lijninfrastructuur, constructies als pylonen en masten... - Verstoring van vluchtroutes van vogels dient vermeden - De inplanting van de windturbines dient te kaderen binnen het provinciale ruimtelijke en gebiedsgerichte beleid.
------------	--

Wetgevend

Milieuvergunning

De milieuwetgeving deelt windturbines op in verschillende categorieën op basis van hun vermogen:

-Klasse 3: 300 t.e.m. 500 kW: meldingsplicht, hetzij bij het gemeentebestuur in kwestie als de windturbine afzonderlijk moet beschouwd worden of als onderdeel van een klasse 2 inrichting, hetzij bij de provincie als de turbine onderdeel zou zijn van groter geheel dat in totaliteit klasse 1 is.

-Klasse 2: 500 kW t.e.m. 5.000 kW: beslissing door het gemeentebestuur, tenzij het gaat om een aanvraag van een openbaar bestuur, dan moet de aanvraag bij de provincie gebeuren. Tegen een beslissing in eerste aanleg is steeds hoger beroep mogelijk, respectievelijk bij de provincie of de Vlaamse overheid.

-Klasse 1: > 5.000 kW: beoordeling door de provincie. Hiertegen is hoger beroep mogelijk bij de Vlaamse overheid

Stedenbouwkundige vergunning

Elektriciteitsopwekking bestemd voor het openbaar net worden beoordeeld door de gewestelijk stedenbouwkundig ambtenaar. Bij deze procedure is er geen beroepsmogelijkheid voorzien.

Milieueffectentrapport (MER)

Voor bepaalde projecten moet in principe een milieueffectenrapport opgemaakt worden. Het betreft installaties voor het opwekken van elektriciteit door middel van windenergie voor zover de activiteit betrekking heeft: op 20 windturbines of meer, of 4 windturbines of meer, die een aanzienlijke invloed hebben of kunnen hebben op een bijzonder beschermd gebied

Vlarem

Windturbines die in de indelingslijst van titel I van het VLAREM als hinderlijke inrichtingen zijn aangeduid, moeten voldoen aan de algemene en sectorale voorwaarden op het vlak van geluid, slagschaduw, veiligheid, opgenomen in titel II van het VLAREM.

Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening (VCRO) - Artikel 4.4.9

vergunningverlenende bestuursorgaan kan in een gebied dat onder de voorschriften van een gewestplan valt afwijken van de geldende bestemmingsvoorschriften. Voor de categorie van gebiedsaanduiding "Landbouw" heeft dat tot gevolg dat, als de windturbines en windturbineparken door hun beperkte impact op landbouw de realisatie van de algemene bestemming niet in het gedrang brengen, de oprichting van windturbines en windturbineparken, kan vergund worden.

Financieel

Groene stroom certificaten (<http://www.vreg.be/nl/bedrag-minimumsteun-vanaf-2013>)

nieuwe installaties vallen onder systeem met bandingfactor - minimumsteun van 93 euro per groenestroomcertificaat, ongeacht de gebruikte technologie

Projectspecifieke steun

(<http://www.energiesparen.be/monitoring-en-evaluatie/technologieen-met-projectspecifieke-steun>)

Wind > 4 MW: sinds januari 2013 kan projectspecifieke steun worden aangevraagd bij VEA

Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen

(<http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek>)

- » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen.
- » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht
- » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5%
- » categorie 11: het aanwenden van windenergie

Kleinschalige windenergie

Randvoorwaarde	
Ruimtelijk	Omzendbrief LNE/2009/01 – RO/2009/01: Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines » Middelgrote windturbines hebben een grotere ruimtelijke impact en kunnen de inplanting van projecten met grote windturbines verhinderen. Bij de beoordeling ervan moet minstens de eventuele mogelijkheid voor inplanting van grote turbines worden onderzocht. » Bij het beoordelen van vergunningaanvragen van kleine windturbines of het ontwikkelen van een beleidsvisie inzake de lokale ruimtelijke ontwikkeling moet rekening gehouden worden met verschillende beoordelingscriteria. Daarbij moet gelet worden op de bestaande situatie en op de toekomstige ontwikkelingen (vb. wanneer een naastgelegen perceel nog kan bebouwd worden). Deze beoordelingscriteria zijn: - wijze waarop turbine(s) ruimtelijk geïntegreerd is (zijn) in de omgeving (afhankelijk van de karakteristieken van de omgeving); <u>Dichte of eerder dichte bebouwingskernen:</u> Door voorwaarden inzake geluid en slagschaduw plaatsing van kleine windturbines in woongebied slechts in klein aantal gevallen mogelijk zijn (enkel bij een voldoende grote afstand tot omwonenden) Bij grotere gebouwen met gemeenschapsvoorzieningen en openbare nutsvoorzieningen, kantoorcomplexen, ambachtelijke en andere bedrijfjes, eerder grootschalige kleinhandel en dergelijke kunnen kleine windturbines wellicht vrij probleemloos worden toegestaan <u>Eerder landelijk gebied</u> kleine windturbines dienen steeds te worden opgericht in onmiddellijke nabijheid van woningen, bedrijven, bovengrondse nutsvoorzieningen (installaties of gebouwen) of dergelijke meer binnen gebieden met belangrijke natuurwaarden worden bij voorkeur geen kleine windturbines toegestaan- het geluid: akoestisch hinderement; - geluidsproductie; - slagschaduw; - veiligheid
Wetgevend	Stedenbouwkundige vergunning Stedenbouwkundige vergunningaanvragen voor kleine windturbines worden in eerste aanleg ingediend bij en beoordeeld door het gemeentebestuur. Middelgrote en grote windturbines, die een betekenisvolle bijdrage aan de elektriciteitsproductie leveren, worden beoordeeld door de gewestelijk stedenbouwkundig ambtenaar. Voor het beoordelen van de stedenbouwkundige vergunningsaanvragen werd via voornoemde omzendbrief een kader met beoordelingscriteria vastgelegd. Dit beoordelingskader is enkel richtinggevend; de lokale overheden kunnen dit zelf nog aanvullen met eigen en meer verfijnde criteria.
Financieel	Groene stroom certificaten (http://www.vreg.be/nl/bedrag-minimumsteun-vanaf-2013) nieuwe installaties vallen onder systeem met bandingfactor - minimumsteun van 93 euro per groenestroomcertificaat, ongeacht de gebruikte technologie Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen (http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringaftrek) » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen. » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5%

» categorie 11: het aanwenden van windenergie
VLIF investeringssteun voor landbouw- en tuinbedrijven
(<http://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/vlif-steun/vlif-investeringssteun-voor-land-en-tuinbouwers>)
30% voor productie windenergie

Waterkracht

Randvoorwaarde	
<i>Ruimtelijk</i>	-
<i>Wetgevend</i>	(Het juridisch statuut van de watermolens, Draye et al., 2004) Stedenbouwkundige vergunning Voor oprichting kleine waterkrachtcentrale is stedenbouwkundige vergunning vereist Milieuvergunning Oprichting kleine waterkrachtcentrale ter hoogte van een stuw of sluis is milieuvergunningsplichtig Natuurbehoudsdecreet zorgplicht en beginsel integratie natuuroverwegingen in vergunningsstelsels moeten bij beslissing omtrent oprichting kleine waterkrachtcentrale centraal staan Habitatrichtlijn gebiedsgerichte beschermingen en soortenbescherming teneinde habitatkwaliteit en kwetsbare (vis)soorten voor verdere achteruitgang te behoeden Integraal waterbeleid watertoets: voordelen exploitatie kleine waterkrachtcentralen afwegen tegen betekenisvolle schadelijke effecten op milieu
<i>Financieel</i>	Groene stroom certificaten (http://www.vreg.be/nl/bedrag-minimumsteun-vanaf-2013) nieuwe installaties vallen onder systeem met bandingfactor - minimumsteun van 93 euro per groenestroomcertificaat, ongeacht de gebruikte technologie Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen (http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek) » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen. » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5% » categorie 11 : investeringen in nieuwe apparatuur voor aanwenden van hydraulische energie

Biomassa

Randvoorwaarde

Ruimtelijk

Omzendbrief vergistingsinstallaties - BPA/Stedenbouwkundig Plan

Gegevensbron: Omzendbrief RO/2006/01: afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.

De omzendbrief stelt enkele ruimtelijke voorwaarden aan de inplanting van vergistingsinstallaties.

Een mestbehandelings- of vergistingsinstallatie van beperkte schaal niet gebonden aan één enkel bedrijf in te planten in agrarisch gebied, is zeker niet toegelaten in:

- a) de ruimtelijk kwetsbare gebieden (groengebieden, natuurgebieden,...)*
- b) de door de Vlaamse regering aangewezen habitatgebieden*
- c) een beschermd landschap, alsmede in een beschermd dorp-/stadsgezicht*

Verder is het aangewezen dat het ruimtebeslag zo beperkt mogelijk wordt gehouden. Dit gebeurt door ofwel de vergistingsinstallatie in te planten:

- op of aansluitend met een bestaande of leegstaande vergunde agrarische inplanting;
- op een plaats waar er een concentratie van agrarische bedrijven wordt vastgesteld;
- in een structureel aangetast agrarisch gebied;
- op een nieuw kadastraal perceel , wanneer vanuit logistiek oogpunt (goede bereikbaarheid) dit verantwoord is.

Tot slot vermeldt de Omzendbrief dat *voor de aanvragen in agrarisch gebied is het advies van het departement Landbouw en Visserij van het beleidsdomein Landbouw en Visserij vereist. Het advies zal bepalend zijn voor het oordeel over de aanvaardbaarheid van de betrokken inrichting in het agrarisch gebied.*

Gegevensbron: Stad Lommel, Herziening B.P.A. "uitbreiding Balendijk" stedenbouwkundige voorschriften.

De BPA voorschriften voor bijvoorbeeld bedrijventerreinen, kunnen bepaalde activiteiten specifiek uitsluiten. Bij wijze van voorbeeld wordt hier het BPA van bedrijventerrein Balendijk (Lommel) aangehaald. Hierbij is in de stedenbouwkundige voorschriften het volgende opgenomen.

Volgende lijst van de niet toegelaten hinderlijke activiteiten is van toepassing op alle bedrijfszones; c) aërobe of anaërobe compostering, met of zonder methaanwinning.

In concreto sluit dit vergistingsinstallaties op dergelijke bedrijventerreinen uit. Samen met de bevoegde provinciale diensten zal worden nagegaan, of (en bij welke) Vlaams-Brabantse (bedrijven)terreinen dergelijke specifieke voorwaarden gelden.

Gegevensbron: MER-besluit

De Milieueffectrapportage is een onderzoek naar de mogelijke milieugevolgen van bepaalde activiteiten of ingrepen (projecten, plannen, beleidsvoornemens of programma's). Een milieueffectrapport (MER) wordt opgemaakt vóór de projecten of plannen worden uitgevoerd. De locatiecomponent (ruimtelijke voorwaarde) is hier vaak belangrijk. In een aantal gevallen is dit relevant voor biomassa-installaties. Bijvoorbeeld voor *'Installaties voor mestbewerking of -verwerking met een verwerkingscapaciteit van 100.000 ton of meer dierlijke mest per jaar.'*

Wetgevend

Milieuvergunning/Vlarem

Men kan geen conversiecentrale voor biomassa bouwen, zonder bouw- en milieuvergunning. Maar niet voor elke installatie is eenzelfde vergunning nodig. Het milieuvergunningsdecreet en de bijhorende uitvoeringsbesluiten Vlarem I en

	Il zijn hierbij de referentiedocumenten. Pocketvergisters worden ruimtelijk ingepland op het landbouwbedrijf. <i>Wat milieuvergunning voor pocketvergisting betreft moet een kleine vergister op 100% mest vergunbaar zijn als een mededeling kleine verandering in rubriek 9 (wijziging productieproces): eigen mestverwerking op het bedrijf, zij het dat deze rubriek 9 van VLAREM in principe momenteel enkel slaat op mestverwerking en compostering. Bij de volgende wijziging van VLAREM zou vergisting hier best aan toegevoegd worden. In dat geval mag er zeker geen externe mest (en zeker geen afval) aanvaard worden. In principe is voor de installatie een bouwvergunning nodig, maar hieromtrent worden weinig problemen verwacht.</i>⁸
Financieel	GroeneStroomCertificaten (VREG), WarmtekrachtCertificaten (VREG), Vlaamse investeringssteun Groene Warmte (VEA), Ecologiepremie (AO), Verhoogde InvesteringsAftrek (FISC), CO2-neutrale bedrijventerreinen (AO) Voor biomassaprojecten bestaan een aantal flankerende maatregelen om de economische haalbaarheid en leefbaarheid te faciliteren (GroeneStroomCertificaten (VREG), WarmtekrachtCertificaten (VREG), Vlaamse investeringssteun Groene Warmte (VEA), Ecologiepremie (AO), VerhoogdeInvesteringsAftrek (FISC), CO2-neutrale bedrijventerreinen (AO)). Er wordt een beknopt overzicht gegeven van de mogelijke ondersteuningsmechanismen en de randvoorwaarden.

⁸ <http://www.enerpedia.be/nl/pocketvergisting#t4291>

Geothermie

Randvoorwaarde

Ruimtelijk	Beschermingszones van waterwingebieden » Rond waterputten voor drinkwaterwinning worden gebieden afgebakend waarin restricties gelden aangaande de toegelaten activiteiten teneinde het waterwingebied tegen verontreiniging te vrijwaren, deze zones worden beschermingszones genoemd. Hierbij worden 3 beschermingszones afgebakend, aangeduid met type I, II en III. Binnen zone I gelden de strengste normen, in zone III de minst strenge. In zone I kan het water binnen een tijdsbestek van 24 uur de waterwinningszone bereiken. In zone II kan water de putten van het waterwingebied bereiken in minder dan 60 dagen. In zone III ligt het voedingsgebied van de waterwinning. » Bij het plaatsen van gesloten verticale systemen voor geothermische toepassingen (type BEO) is in beschermingszone III steeds een milieuvergunningsaanvraag klasse 2 van toepassing daar waar elders géén milieuvergunning nodig is (enkel het respecteren van het opgelegde dieptecriterium volgens Vlareem rubriek 55.1). Bij dezelfde geothermische toepassing type BEO in zone II én I is er zelfs een boorverbod. » Bij het plaatsen van open bronsystemen (type KWO) is het eveneens verboden om deze te installeren in beschermingszone I of II van waterwingebieden. In zone III is men onderhevig aan een milieuvergunningsaanvraag klasse 1 bij jaardebieten boven 30.000 m³, of klasse 2 indien lager dan 30.000 m³/jaar. Dit voorschrift geldt echter eveneens voor alle andere locaties zodat beschermingszone III strikt genomen niet onderhevig is aan extra voorwaarden of restricties inzake de installatie van een KWO-installatie. Echter, in de praktijk zal men dergelijke installaties ontraden in beschermingszone III en is vergunningsverlening niet uitgesloten doch zeker niet evident en eerder uitzonderlijk toegelaten.
------------	--

Wetgevend

Milieuvergunning

Vlareem I omschrijft de procedures om hinderlijke inrichtingen te melden of aan te vragen. Deze inrichtingen zijn geordend per rubriek met hieronder subrubrieken, hierin wordt aangegeven onder welke vergunningsklasse de inrichting valt, welke overheidsinstanties advies dienen te verlenen enz. De geothermische technologie valt onder rubrieken 53 (winning van grondwater) en 55 (boringen).

Een vergunning wordt slechts verleend onder bepaalde voorwaarden, Vlareem II omvat de algemene en sectorale milieuvergunningsvoorwaarden waaraan de hinderlijke inrichtingen moeten voldoen.

Een milieueffectenrapportage (M.E.R.) is een juridisch-administratieve procedure waarbij de milieugevolgen van de project op wetenschappelijk verantwoorde wijze wordt onderzocht en geëvalueerd. In een aantal gevallen in een M.E.R.-screening vereist teneinde de noodzaak tot M.E.R.-rapportering na te gaan. Bij diepboringen (> 500m diepte, toepasbaar bij KWO of BEO), voor KWO is bijkomend bij jaardebieten > 500.000 m³ of dagdebieten > 2500 m³ een M.E.R.-rapport noodzakelijk.

De geothermische technologieën zijn expliciet omschreven binnen Vlareem. Gezien deze technologieën bijdragen tot een hernieuwbare energievoorziening worden er géén heffingen opgelegd aan de vooropgestelde technologieën indien deze voldoen aan een aantal voorwaarden (vooral gerelateerd aan KWO). Vrijstelling van heffing is er indien bij KWO het opgepompte grondwater wordt teruggebracht naar dezelfde aquifer en indien een aantal installatiecomponenten aangebracht worden (debietmeters, peilmetingen,...). Er is enkel een heffing op een (zeer) klein gedeelte van het grondwater dat jaarlijks geloosd (zogenaamd spuien van de bronnen) wordt voor schoonspoelen van de bronnen (enkel het gedeelte groter dan 500 m³/jaar – meestal niet nodig).

Sinds oktober 2014 is de vergunningsprocedures voor BEO-systemen sterk vereenvoudigd met een grotere verantwoordelijkheid voor de uitvoerder (boorfirma's)

waarbij boringen voor BEO niet langer ingedeeld zijn in een milieuvergunningsprocedure indien het zogenaamde 'dieptecriterium' gerespecteerd wordt. Dit criterium (weergegeven in rubriek 55.1) zal voor iedere locatie in Vlaanderen een 'vrij' toegelaten boordiepte aangeven teneinde vrijgesteld te worden van milieuvergunningen (ook géén melding meer nodig bij de gemeentediensten).

Financieel

Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen (<http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek>)

- » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen.
- » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht
- » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5%
- » categorie 11: het aanwenden van geothermische energie

VLIF investeringssteun voor landbouw- en tuinbedrijven

(<http://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/vlif-steun/vlif-investeringssteun-voor-land-en-tuinbouwers>)

30% op installaties van hernieuwbare energie

Call groene warmte, restwarmte, biomethaan (<http://www.energiesparen.be/call-groene-warmte>)

Wie investeert in nieuwe projecten van groene warmte (met een capaciteit van meer dan 1 MW), restwarmte of biomethaan-injectie steun aanvragen. In 2015 werden drie oproepen voor projecten gelanceerd.

- » Het handelt hier om grote geothermische systemen boven 1000 kW, die niet standaard maar zeker mogelijk zijn.

Ecologiepremie Plus(<http://www.agentschapondernemen.be/themas/ecologiepremie-plus>)

Een ecologiepremie is een financiële tegemoetkoming aan ondernemingen die ecologie-investeringen zullen realiseren in het Vlaamse Gewest. Onder ecologie-investeringen worden milieu-investeringen en investeringen op energiegebied verstaan.

Volgende technologieën staan op de limitatieve technologieënlijst:

- » Technologie 1314: Aanwenden van geothermische warmte in een gesloten systeem – boorgat-energieopslag of BEO (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 201042: Aanwenden van geothermische warmte in een gesloten systeem – boorgat-energieopslag of BEO met Tichelman-aansluitingen of YU-verbindingen (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 1313: Aanwenden van geothermische warmte in een open systeem – koude-warmteopslag of KWO (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 100089: Elektrische warmtepomp met bodem als warmtebronsysteem (bodem/water systeem) (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 100069: Elektrische warmtepomp met grondwater als warmtebronsysteem (water/water systeem) (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 100090: Gasgestookte absorptiewarmtepomp met bodem als warmtebronsysteem (bodem/water systeem) (ecologiegetal 9, ecoklasse A)
- » Technologie 100065: Gasgestookte absorptiewarmtepomp met water als warmtebronsysteem (water/water systeem) (ecologiegetal 9, ecoklasse A)

Premie van de netbeheerder (<http://www.eandis.be/nl/klant/energie-besparen/overzicht-premies>) en (<http://www.infrax.be/nl/Premies-en-acties/Premies>)

Volgende premies worden uitgekeerd door de netbeheerder :

- » Warmtepomp : de netbeheerder geeft een premie voor de plaatsing van een

warmtepomp in bestaande woningen die zijn aangesloten op het distributienet voor 1 januari 2006. Een minimale efficiëntie voor de geothermische warmtepomp is vereist, de premie wordt berekend in functie van het vermogen en de COP van de installatie en bedraagt maximaal 1700 €.

- » Energieprestatiepeil : de netbeheerder geeft een premie voor nieuwbouw woningen met een beduidend beter E-peil dan strikt noodzakelijk volgens de EPB-wetgeving. Zo geldt de premie voor een E-peil lager dan E40 voor bouwaanvragen van 1/1/2014 tot 31/12/2014, lager dan E30 voor aanvragen in 2015 en lager dan E20 voor aanvragen in 2016. De integratie van een geothermische warmtepomp zal een sterke impact hebben op de verlaging van het globale E-peil van een woning. De warmtepomp kan een verlaging van 10 tot 25 E-punten opleveren.

Restwarmte

Randvoorwaarde

Ruimtelijk

-

Wetgevend

Energiebeleidsovereenkomsten (zowel voor VER- als niet-VER-bedrijven):

Artikel 6 - Engagement van de Ondernemingen

De Ondernemingen engageren zich ertoe:

6° Om een studie uit te voeren die het economisch potentieel van kwalitatieve warmtekrachtkoppeling en de bijdrage van hun vestigingen tot warmte- en koudenetten indien van toepassing in de vestiging(en) of de sector onderzoekt, zoals beschreven in bijlage 4. De Commissie zal voor eind 2014 de concrete uitvoeringsmodaliteiten van deze studie vastleggen.

Financieel

Call groene warmte, restwarmte, biomethaan (<http://www.energiesparen.be/call-groene-warmte>)

Wie investeert in nieuwe projecten van groene warmte (met een capaciteit van meer dan 1 MW), restwarmte of biomethaan-injectie kon tot en met 4 februari 2015 steun aanvragen. In 2015 zullen nog twee oproepen voor projecten gehouden worden.

De ontvankelijke investeringsprojecten worden beoordeeld en gerangschikt. Het beschikbare subsidiebedrag wordt verdeeld over de gunstig gerangschikte investeringsprojecten tot de budgettaire enveloppe opgebruikt is.

Let op, niet alle steunregelingen zijn combineerbaar. Deze steun is bv. niet combineerbaar met het certificatenstelsel of de ecologiepremie.

Ecologiepremie (<http://www.agentschapondernemen.be/themas/ecologiepremie>)

Een ecologiepremie is een financiële tegemoetkoming aan ondernemingen die ecologie-investeringen zullen realiseren in het Vlaamse Gewest. Onder ecologie-investeringen worden milieu-investeringen en investeringen op energiegebied verstaan.

- » Technologie 100078: Recuperatie van restenergie (warmte/koude) voor gebouwklimalisatie en/of voor gebruik in industriële processen (enkel voor kmo en met een maximum investeringskost van 500.000 euro)
- » Technologie 201039 : Aansluiting op een bestaand warmtenet van restwarmte (heet water of stoom) voor gebouwklimalisatie of gebruik in productieprocessen.
- » Technologie 201044: Aansluiting op een bestaand warmtenet van restwarmte (heet water of stoom) voor gebouwklimalisatie of gebruik in productieprocessen waarbij een extra warmtewisselaar noodzakelijk is.

Verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen (<http://www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek>)

- » biedt bedrijven mogelijkheid belastbare winst te verminderen met verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen.
- » aftrek wordt verricht op de winst van belastbaar tijdperk tijdens hetwelk vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht
- » voor aanslagjaar 2015 (investeringen 2014) = 13,5%
- » categorie 5 : terugwinnen van afvalwarmte

Riothermie

Randvoorwaarde	
Ruimtelijk	-
Wetgevend	-
Financieel	Call groene warmte, restwarmte, biomethaan (http://www.energiesparen.be/call-groene-warmte) Wie investeert in nieuwe projecten van groene warmte (met een capaciteit van meer dan 1 MW), restwarmte of biomethaan-injectie kon tot en met 4 februari 2015 steun aanvragen. In 2015 zullen nog twee oproepen voor projecten gehouden worden. » Dit zou reeds zeer grote riothermieprojecten vergen, wat uitzonderlijk is. Ecologiepremie (http://www.agentschapondernemen.be/themas/ecologiepremie) Een ecologiepremie is een financiële tegemoetkoming aan ondernemingen die ecologie-investeringen zullen realiseren in het Vlaamse Gewest. Onder ecologie-investeringen worden milieu-investeringen en investeringen op energiegebied verstaan. Volgende technologieën staan op de limitatieve technologieënlijst. Het is echter niet zeker of deze ook betrekking hebben op riothermieprojecten: » Technologie 100069: Elektrische warmtepomp met grondwater als warmtebronsysteem (water/water systeem) » Technologie 100065: Gasgestookte absorptiewarmtepomp met grondwater als warmtebronsysteem (water/water systeem)

BIJLAGE B BELEID HERNIEUWBARE ENERGIE IN ONZE BUURLANDEN

Wetgevende, ruimtelijke en financiële randvoorwaarden hernieuwbare energie in onze buurlanden

PV

Nederland

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/zonne-energie>

Wetgevend

In de meeste gevallen is geen (omgevings-)vergunning nodig voor plaatsing van zonnepanelen. Soms is een vergunning wel nodig. Bijvoorbeeld als het niet past in het plaatselijke bestemmingsplan. Voor plaatsing van zonnepanelen en zonnecollectoren gelden wel bepaalde regels. Zo moet de hellingshoek van de collector of het paneel hetzelfde zijn als die van het dak.

Financieel

- € 07,5 cent per kilowattuur korting op de energiebelasting voor mensen die samen met anderen duurzaam elektriciteit opwekken. Bijvoorbeeld: zonnepaneleninstallatie op het dak van een school of een loods.
- Tot € 0,9 cent subsidie per kilowattuur voor grootschalige projecten met zonne-energie. Het gaat om projecten met een vermogen van meer dan 15 kilowattpiek en een grootverbruikersaansluiting. De subsidie loopt via de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE+).
- Huishoudens mogen zelfgeproduceerde stroom terugleveren aan het elektriciteitsnet. Dit 'wegstrep' van het eigen gebruik heet salderen. Wie meer produceert dan afneemt, ontvangt een vergoeding die per leverancier kan verschillen.

Heel wat artikels over zonneparken; maar discussie over gebruik landbouwgrond.

<http://www.greenspread.nl/opinie/grondgebonden-pv/>

Veel gemeenten in Nederland hebben jaren, zo niet decennia lang goed geld verdiend met hun 'GREX': ook wel GRond EXploitatie genoemd. Het principe was simpel. Men koopt landbouwgronden aan, wijzigt het bestemmingsplan en verkoopt de gronden met winst aan ontwikkelaars die er huizen op bouwen en die weer verkopen aan mensen. Sinds 2008 wringt hier de schoen omdat de huizenmarkt in het slop is geraakt. [...] Sommige politieke partijen denken de oplossing te hebben gevonden. De grond is er al, dus laten we er maar iets nuttigs mee doen, zoals een zonnepark.

Ruimtelijk

- Nationaal Energie Akkoord
(bron <http://www.scheldimmo.be/pdf/persbericht.pdf>)

Naar aanleiding van het Europese klimaatbeleid, heeft de Nederlandse regering als doel 16% zijn energieverbruik te produceren via hernieuwbare energie. Hiervoor wordt ingezet op meerdere technologieën. Een Nationaal Energie Akkoord stelt als concreet doel de komende 10 jaar voor 4.500MW windparken op zee te bouwen, voor 6-7.000MW windparken op land,

- Ruimte voor zonnestroom – pdf gemeente Deventer

Algemeen denkkader van provincie Overijssel, opgesteld door Natuur en Milieu: “de ladder van zon”. Deze “ladder” zet de mogelijkheden voor zonne-energie op een rij, van meest naar minst wenselijke. Als uitgangspunt wordt ruimtelijke kwaliteit en zuinig, meervoudig ruimtegebruik gehanteerd. Hierbij wordt voorkeur gegeven aan zonnepanelen in combinatie met andere functies, zoals dak of parkeergarage. Daarnaast zijn er nog wel innovatieve alternatieven die in het document naar voor geschoven worden, zoals panelen langs transportinfrastructuur, maar dus blijvend focussen op zuinig ruimtegebruik waar enkel zones door PV-panelen kunnen worden ingenomen waar geen andere functies mogelijk zijn.

Duitsland

meer PV op de grond dan bv. VL, reden: in VL vergunning nodig voor plaatsing op grond

Met name in Duitsland zijn veel Zon-op-Land initiatieven gerealiseerd. Dergelijke parken zijn in Duitsland economisch interessant vanwege de bij wet gegarandeerde voorrang op het stroomnet maar vooral door het gegarandeerde ‘feed-in tarief’ van 13,5 €ct per kWh (dit was in het verleden zelfs 35 ct).

Wind

Nederland

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie>

Grote windturbines

In de Landelijke Uitwerking Windenergie (LUW) wordt aan een versnelde ontwikkeling van windenergie gewerkt. Het plan gaat in op het verhelpen van concrete problemen bij de lopende projecten; het oplossen van algemene problemen op rijksniveau (zoals normering rond geluid en radar); ontwikkelen van een langetermijnvisie gericht op concentratiegebieden; en de ontwikkeling van publieke betrokkenheid. Provincies en de Rijksoverheid werken samen in de Landelijke Stuurgroep Ontwikkeling Windenergie (LSOW).

Kleine windturbines

<http://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens/>

Er is geen nationaal beleid ten aanzien van kleine windturbines. Op dit moment zijn er voor particulieren nauwelijks subsidies voor de aanschaf van een kleine windmolen. Enkele provincies en gemeenten verstrekken subsidies voor kleine windmolens. Meestal gaat het om subsidies in het kader van lokale klimaatafspraken. Voor ondernemers is er een energie-investeringsaftrekregeling voor investeringen in energiebesparende technieken of investeringen in duurzame energie. Deze groene financiering kan ook van toepassing zijn op een kleine windturbine.

Om een kleine windturbine te mogen plaatsen zijn vaak meerdere vergunningen nodig. Behalve een bouwvergunning moet voor bepaalde kleine windturbines soms ook een milieuvergunning nodig.

De rijksoverheid ziet stedelijke windturbines niet als een middel voor het behalen van de nationale doelstellingen voor windenergie. Zij stimuleert de technologieontwikkeling daarom niet met financiële middelen, en geeft geen subsidies om het concurrentievermogen met fossiele energie te verhogen.

BIJLAGE C ACHTERGRONDINFORMATIE BIJ DE VERSCHILLENDE VORMEN VAN GEOTHERMIE

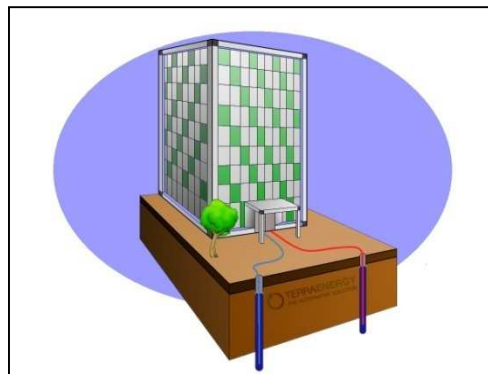
De term 'aardwarmte', 'geo-energie' of 'geothermie' omvat alle technologieën die gebruik maken van de bodem voor energetische toepassingen. Globaal maakt men het onderscheid tussen ondiepe en diepe systemen. De diepe systemen zijn vooral gekend als "diepe geothermie", men maakt gebruik van de oplopende bodemtemperatuur (+ 2 à 3 °C per 100m) op grotere diepte (> 200 m). De ondiepe systemen maken gebruik van de natuurlijke én constante temperatuur van 11 à 13°C op een diepte tussen 10 en 200 m.

De aanwending van ondiepe geothermie steunt op twee pijlers: energie-onttrekking (gebruik van de aardwarmte als energiebron) en energie-opslag (gebruik van bodem als energieopslagmedium). In 99% van de installaties houdt het praktisch gebruik van ondiepe geothermie het ter beschikking stellen van warmte in door middel van een warmtepomp. Een warmtepomp krikt de warmte uit de bodem op van een laag (12°C) naar een hoger (35-45°C) temperatuurniveau. Dit gebeurt aan een hoog rendement, de warmtelevering bedraagt gemiddeld 4 keer het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp. Daarnaast zijn er toepassingsmogelijkheden voor directe benutting (vb grondwaterkoeling). We maken een onderscheid tussen niet-particulier en particulier gebruik. Warmte-overdracht naar de bodem kan gebeuren met behulp van grondwater (open systeem, genaamd koude-warmteopslag of KWO) of via verticale of horizontale lussen (gesloten systeem, genaamd boorgat-energieopslag of BEO).

Grotere installaties (> 50kW):

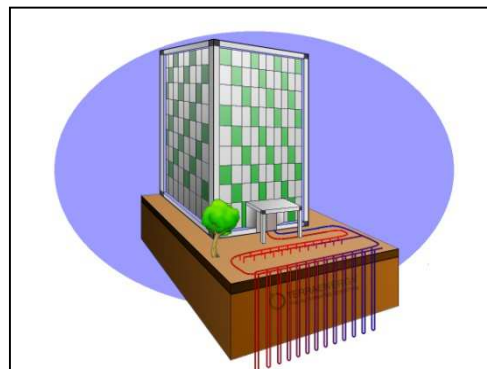
OPEN SYSTEMEN, type koude-warmteopslag (KWO)

Om koude-warmteopslag (KWO) te realiseren worden in een watervoerende laag (aquifer) twee of meer putten geboord op een onderlinge afstand van 30 tot 200 meter. De diepte van de bronnen bedraagt doorgaans 50 tot 150 m. In de zomer wordt, als er vraag naar koeling is, koud grondwater uit één van de putten opgepompt en met een warmtewisselaar de koude aan het gebouwen, het industrieel proces of andere verbruiker afgegeven. De koude wordt onttrokken aan het opgepompte grondwater. Het opgewarmde grondwater wordt in een tweede put, genaamd "warme bron", geïnjecteerd. In de winter als er behoefte aan warmte is, wordt het opgeslagen warme grondwater weer opgepompt. Via dezelfde warmtewisselaar wordt de warmte afgegeven aan de verbruiker (in verwarming meestal via een warmtepomp). Het grondwater koelt door deze afgifte van warmte af en wordt weer in de tweede put, genaamd "koude bron", geïnjecteerd. Hier blijft het opgeslagen tot er in de volgende zomer weer behoefte aan koeling is. Het onttrokken grondwater wordt steeds weer geïnjecteerd, zodat er geen grondwater wordt verbruikt. Bij een KWO-systeem kan dus zowel de opgeslagen koude als de opgeslagen warmte worden gevaloriseerd. Er is één belangrijk nadeel aan de KWO-technologie, met name een geschikte watervoerende laag is niet overal beschikbaar. Dit maakt dat de techniek bij uitstek geschikt is in de Kempen. Een variante technologie op KWO bestaat erin om unidirectioneel te pompen ipv bidirectioneel, dit kan in bepaalde toepassingen of ondergrondtypes wenselijk zijn.



GESLOTEN SYSTEMEN, type boorgat-energieopslag (BEO)

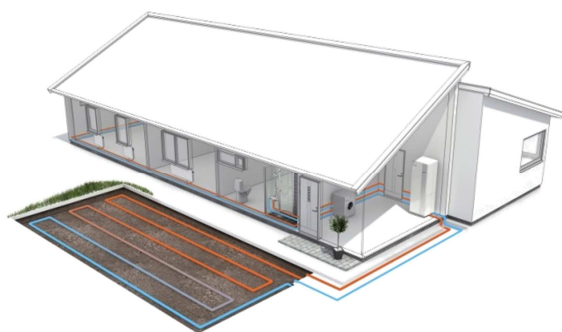
Deze techniek heeft veel minder geografische beperkingen, het kan dan ook overal in Vlaanderen toegepast worden. De thermische energie wordt in de ondergrond gebracht met behulp van een gesloten hydraulisch circuit en een aantal verticale warmtewisselaars. Dit betreffen kunststofbuizen die als een lus, verticaal, in een 20 tot 150 m diep boorgat worden ingebracht. Door meerdere wisselaars op korte afstand van elkaar aan te brengen, wordt een zeker opslagvolume gecreëerd. Meest voor de hand liggend wordt met deze technologie een installatie gerealiseerd met een grondgekoppelde warmtepomp met mogelijkheid tot “natural cooling” in de zomer. Hierbij wordt een BEO-veld gekoppeld aan een warmtepomp waarbij deze warmte onttrekt aan de bodem tijdens het stookseizoen. Dit proces leidt tot een globale afkoeling van de ondergrond aan het eind van het stookseizoen. Mits goede dimensionering kan dit systeem de bodemkoude vrij (zonder koelmachine) benutten tijdens de zomer. Dit zorgt voor duurzame koeling en vermijdt uitputting van de bodem door regeneratie. Een aantal variëteit technologieën op BEO steunen op hetzelfde principe maar enigszins andere uitvoeringsvormen (zoals bv. energiepalen, waarbij sondes in een betonnen funderingspaal worden aangebracht).



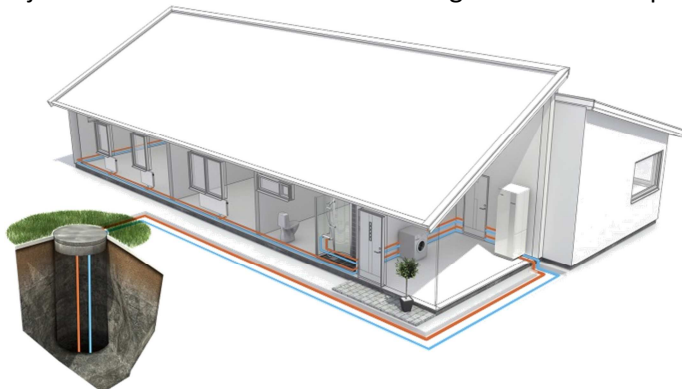
Particuliere installaties (< 50kW):

Ook hier bestaan gesloten en open systemen. Deze installaties zijn hoofdzakelijk gericht op verwarming, soms wordt het ook gebruikt voor passieve koeling.

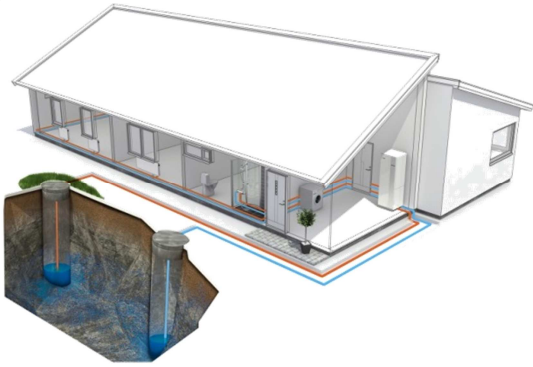
Bij een gesloten systeem met een horizontale warmtewisselaar is de benodigde oppervlakte ongeveer gelijk aan de te verwarmen oppervlakte x 1,5.



Bij een verticale warmtewisselaar mag men rekenen op 25 à 50 W/m onttrekking.



Tenslotte zijn er nog de particuliere open systemen met onttrekking en verplichte reinjectie van het grondwater.



BIJLAGE D: METHODOLOGIE DIERLIJKE MEST

We beschrijven hier in meer detail de gebruikte methodologie, kengetallen en aannames om tot de in Hoofdstuk 4.7 beschreven aanpak en resultaten te komen.

De dataset voor stallen vertrekt van de jaarlijkse aangifte bij de Mestbank (VLM) van landbouwbedrijven waarvan de exploitatiezetel of de stallen in het Vlaamse Gewest liggen. Vanuit deze aangifte is het aantal dieren per landbouwer bekend. Om de dieren (en hun mestproductie) toe te wijzen aan een geografische locatie werd volgende stapsgewijze methodologie toegepast.

- Indien de betrokken landbouwer beschikte over percelen met code 'stallen' werden de dieren aan deze stallen toegewezen.
- Indien niet, werd nagegaan of de betrokken landbouwer beschikte over percelen met code 'andere gebouwen' en werden de dieren hieraan toegewezen. Dit kunnen bijvoorbeeld schuilhutten in velden zijn.
- Indien niet, werden de dieren toegewezen aan het middelpunt van de weides van de betrokken landbouwer.
- Indien bleef er nog steeds een aantal dieren over dat niet kon toegewezen worden. Hiervoor werd het adres van de exploitatiezetel van de betrokken gebruikt om de dieren toe te wijzen.

Voor dieren wordt er een onderscheid gemaakt tussen diergroep (runderen, varkens, pluimvee) en diersoort. Diersoort betreft een verdere onderverdeling van elke diergroep. Voor varkens gaat dit bijvoorbeeld over beren, zeugen, biggen,... De geproduceerde hoeveelheid mest en het biogasproductiepotentieel van deze mest is afhankelijk van de diergroep en de diersoort.

Voor elke diersoort werd gebruik gemaakt van de forfaitaire stikstof uitscheidingscijfers⁹ i.e. de hoeveelheid stikstof die jaarlijks per diereenheid wordt geproduceerd onder de vorm van mest. Deze hoeveelheden werden vermenigvuldigd met het aantal dieren per stal om zo tot de stikstofproductie per stal te komen (N kg/diersoort/stal).

Diersoort	N_Uitscheiding in kg/dier/jr (forfait)
andere runderen	77.00
andere varkens van 20 tot 110 kg	13.00
andere varkens van meer dan 110 kg	24.00
beren	24.00
biggen van 7 tot 20 kg	2.18
legkippen	0.81
legkippen (groot)ouderdieren	0.81
melkkoeien (gemiddelde)	106.00
mestkalveren	10.50
opfokpoeljen van legkippen	0.34
opfokpoeljen van slachtkuiken ouderdieren	0.52
runderen jonger dan 1 jaar	22.30
runderen van 1 tot 2 jaar	58.00

⁹ http://www.vlm.be/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/bemestingsnormen_2014.pdf

slachtkuiken ouderdieren	1.31
slachtkuikens	0.61
vervangingsvee jonger dan 1 jaar	33.00
vervangingsvee van 1 tot 2 jaar	58.00
zeugen, incl. biggen van minder dan 7 kg	24.00
zoogkoeien	65.00

Om het biogasproductiepotentieel te kunnen bepalen moeten we echter de hoeveelheid mest kennen die per stal en per diergroep wordt geproduceerd. Hiervoor doen we beroep op de richtwaarden voor de samenstelling van dierlijke mest¹⁰ die o.a. richtwaarden opgeeft voor de stikstofinhoud van mest (N kg/ton mest) per diersoort en het mesttype (mengmest, vaste mest, vochtige vaste mest). Door combinatie van deze richtwaarden (N kg/ton mest) met de stikstofproductie per stal (N kg/diersoort/stal) bekomen we de mestproductie per diersoort per stal (ton mest/diersoort/stal).

Voor de diergroep 'runderen' werd echter rekening gehouden met een beweidingfactor van 1/3^{de}. Deze aanname betekent dat er vanuit wordt gegaan dat 33% van de mest van runderen niet beschikbaar is in de stal, en dus voor vergisting, maar in de weide achterblijft. Voor varkens en pluimvee is beweiding niet van toepassing.

Ook het biogasproductiepotentieel van mest is tenslotte voornamelijk afhankelijk van het de diersoort en het mesttype. Voor het biogasproductiepotentieel werden eerder conservatieve waarden aangenomen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de aangenomen waardes.

Biogasproductiepotentieel (m³ biogas/ton mest)			
	Aanname ¹¹	Min	Max
Mengmest rund	17	17	33
Vastemest rund	40	40	92
Mengmest varken	20	20	40
Vastemest varken	55	55	65
Vochtigvastemest pluimvee	167	167	500
Vochtigvastemest rund	40 [*]	-	-
Vochtigvastemest varken	55 [*]	-	-
Mengmest pluimvee	167 [*]	-	-

Door combinatie van de mestproductie per diersoort per stal (ton mest/diersoort/stal) met de biogasproductiepotentiëlen (m³ biogas/ton mest) komen we tot het biogasproductiepotentieel per diersoort per stal. Biogas bestaat hoofdzakelijk uit koolstofdioxide (CO₂) en methaan (CH₄). Het is de methaaninhoud die van belang is voor de productie van energie. Eén kuub (m³) methaan heeft een energie-inhoud van ca. 10 kWh(p). Er werd een methaanconcentratie van het biogas aangenomen van 60%. Biomethaan is opgezuiverd biogas en bestaat voor ca. 100% uit methaan. Het kan worden ingezet voor injectie in het aardgasnetwerk of als transportbrandstof. Biogas

¹⁰ http://www.vlm.be/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/bemestingsnormen_2014.pdf

¹¹ Voor waarden met (*) waren geen richtwaarden beschikbaar. Hier werden de overeenkomstige waarden overgenomen van het mesttype van dezelfde diergroep waar wel waarden voor beschikbaar waren.

wordt veelal ingezet in warmtekrachtkoppeling (WKK) installaties. Er werd een thermisch rendement van 50% en een elektrisch rendement 36% aangenomen.

Als resultaat beschikken we over de bruto biogas-, de biomethaan-, de elektriciteit- en de warmte-productiehoeveelheid.

De vergistingsinstallatie zelf heeft echter ook behoefte aan warmte en elektriciteit om deze draaiende te houden. Dit noemen we het eigenverbruik van de installatie en wordt afgetrokken van de bruto productie hoeveelheid. De aftrek voor warmte bedraagt 40% en de aftrek voor elektriciteit bedraagt 15%. Na aftrek komen we tot de netto productiehoeveelheid van warmte en elektriciteit.

Tot slotte kan mest vergist worden in verschillende types van vergisters. We maken onderscheid tussen landbouw- en pocketvergisters. Onder landbouwvergisters verstaan we 'vergistingsinstallaties in te planten in het agrarisch gebied'¹². In deze Omzendbrief wordt gesteld dat voor dit type vergister *een absoluut totaal maximum tonnage van 60.000 ton inputmateriaal per jaar vanuit het oogpunt van een goede ruimtelijke ordening aanvaardbaar is, waarbij een verdere uitbreiding van de capaciteit boven dit absoluut maximum in agrarisch gebied niet mogelijk is*. Daarnaast meldt de Omzendbrief dat *het mogelijk moeten zijn om in agrarisch gebied een bepaalde hoeveelheid organisch biologische afvalstoffen te gaan co-verwerken. Een verhouding op gewichtsbasis van 60% stromen direct afkomstig van land- en tuinbouw ten opzichte van 40% stromen niet afkomstig van de land- en tuinbouw is aanvaardbaar*.

Dit betekent dat van de hierboven vernoemde 60.000¹³ ton minimum 36.000 ton (60%) bestaat uit mest en andere landbouwgerelateerde biomassa. De resterende 24.000 ton (40%) wordt veelal aangevuld met organische biologische afvalstromen (plantaardig en dierlijk) die beschikbaar zijn op de markt. Volgende waarden voor de inputvariabelen worden beschouwd als referentieset: inputmix: 20% (varkens)mest, 40% OBA, 40% energiemaïs¹⁴¹⁵. Dit resulteert in de aanname (20% van 60.000 ton) van een totale input van 12.000 ton mest per jaar per vergister.

Dergelijke vergisters zijn in het agrarische gebied echter niet toegelaten in ruimtelijk kwetsbare gebieden¹⁶, habitat gebieden¹⁷ en beschermde landschappen. Verder is het aangewezen dat het ruimtebeslag zo beperkt mogelijk wordt gehouden. Dit gebeurt door ofwel de vergistingsinstallatie in te planten:

¹² Omzendbrief RO/2006/01: afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting

¹³ Noot: let wel dat er hier wordt uitgegaan van een absoluut maximum, in de praktijk zijn er heel wat landbouwvergisters die voor een lager tonnage vergund zijn.

¹⁴ Masterproef – Vergisting: schaalvoordelen en logistiek (Luc De Wilde, 2010-2011, UGent)

¹⁵ Enerpedia (<http://www.enerpedia.be/>) meldt: '8 op 10 vergisters in agrarisch gebied gebruiken energiemaïs als inputstroom; in deze installaties maakt maïs gemiddeld 1/4de van de inputstromen uit.

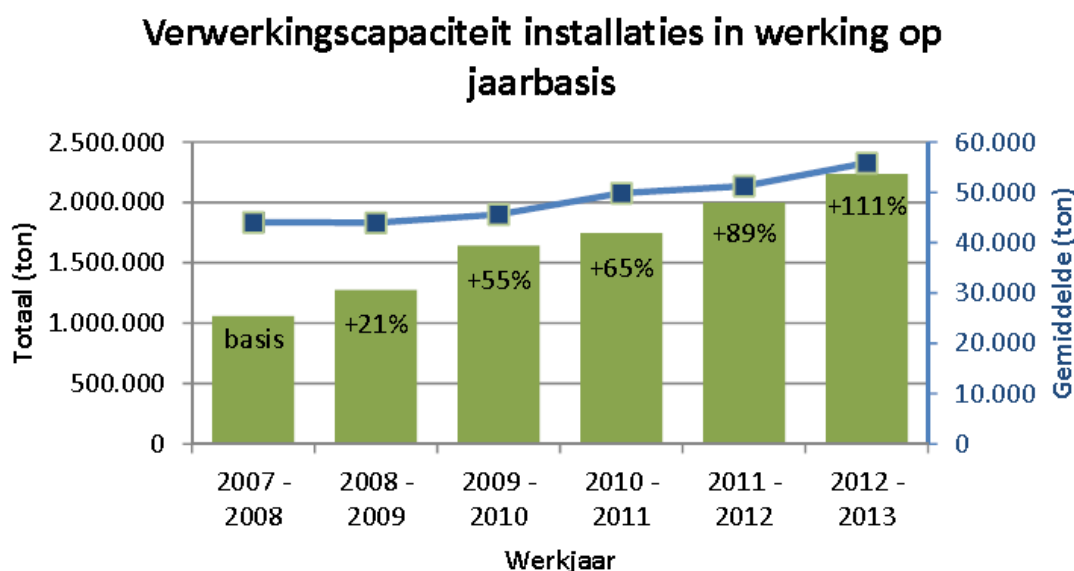
¹⁶ - de groengebieden, natuurgebieden, natuurgebieden met wetenschappelijke waarde, natuurreservaten, natuurontwikkelingsgebieden, parkgebieden, bosgebieden, valleigebieden, brongebieden, agrarische gebieden met ecologische waarde of belang, grote eenheden natuur, grote eenheden natuur in ontwikkeling en de met al deze gebieden vergelijkbare gebieden, aangeduid op de plannen van aanleg of de ruimtelijke uitvoeringsplannen;

- de beschermde duingebieden en voor het duingebied belangrijke landbouwgebieden, aangeduid krachtens het decreet van 14 juli 1993 houdende maatregelen tot bescherming van de kustduinen;

¹⁷ de door de Vlaamse regering aangewezen habitatgebieden in het kader van de EG-Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna.

- op of aansluitend met een bestaande of leegstaande vergunde agrarische inplanting;
- op een plaats waar er een concentratie van agrarische bedrijven wordt vastgesteld;
- in een structureel aangetast agrarisch gebied;
- op een nieuw kadastraal perceel, wanneer vanuit logistiek oogpunt (goede bereikbaarheid) dit verantwoord is.

Zoals hoger vermeld is energiemaïs één van de inputstromen voor landbouwvergisters. Afhankelijk van de in acht genomen referentie varieert het aandeel energiemaïs in de totale input, zijnde 60.000 ton, tussen de 25%-40%, oftewel tussen 15.000-24.000 ton. We nemen als referentie het gemiddelde hiervan, zijnde 19.500 ton. De opbrengst van energiemaïs bedraagt ca. 50 ton/ha¹⁸ wat neerkomt op een benodigd maïsareaal van ca. 390 ha. Het is belangrijk hierbij op te merken dat de totale input van 60.000 ton het maximum toelaatbare is en dat heel wat landbouwvergisters kleinere hoeveelheden vergisten, zodat ook de benodigde hoeveelheid energiemaïs evenredig daalt. Nemen we bijvoorbeeld een vergister van 30.000 ton input aan 25% energiemaïs dan is daarvoor ca. 150 ha energiemaïs nodig. Telefonisch contact met Biogas-E (22/06/2015) leert dat er wel een trend is naar vergisters met maximaal inputtonnage van 60.000 ton. Onderstaande figuur toont dezelfde trend¹⁹.



Tot slot vermeldt de Omzendbrief dat *voor de aanvragen in agrarisch gebied is het advies van het departement Landbouw en Visserij van het beleidsdomein Landbouw en Visserij vereist. Het advies zal bepalend zijn voor het oordeel over de aanvaardbaarheid van de betrokken inrichting in het agrarisch gebied.*

Het begrip pocketvergisting is niet vast gedefinieerd, er is een zekere consensus in Vlaanderen dat hier installaties worden bedoeld waarbij minimaal 2000²⁰ en maximaal 5000 ton mest per jaar

¹⁸ Enerpedia (<http://www.enerpedia.be/nl/Ezine3artikel3>) meldt: 'In 2010 werd op deze manier 148.730 ton of ongeveer 3000 ha energiemaïs vergist.'

¹⁹ http://www.biogas-e.be/sites/default/media/rapporten/Voortgangsrapport_2013.pdf

²⁰ Veel verse mest nodig voor pocket vergister (<http://www.innovatiesteunpunt.be/Portals/17/Energie%20en%20Water/thematisch/Artikel%20pochetvergisting%202012%20januari.pdf>)

wordt vergist²¹. Het gaat hierbij veelal om 100% rundermest. Voornamelijk is kleinschalige verwerking van varkensmest nog niet zo gangbaar in de praktijk. De lage C/N-verhouding van varkensmest vraagt een extra koolstofbron om mee te vergisten²².

De versheid van de rundermest is zeer belangrijk voor een goede biogasproductie. Indien de mest langere tijd in de mestkelder gestockeerd wordt, zal een deel van het beschikbare biogas spontaan in de mestkelder ontsnappen. Na een verblijftijd van een vijftiental dagen zal de potentiële biogasopbrengst al gehalveerd zijn. Deze eis voor verse mest impliceert meteen dat de dieren het hele jaar door op stal moeten staan. De voorwaarde voor verse mest heeft eveneens implicaties voor de stalconstructie. De mestkelder moet ofwel dagelijks leeggepompt worden, of men zal een systeem met mestschuiven moeten installeren om de mest dagelijks af te voeren.²³

Het vergistingspotentieel van pluimveemest wordt meegenomen, maar pluimveemest wordt vandaag veelal rechtstreeks ingezet (of geëxporteerd) als meststof/bodemverbeterend middel en niet of zelden vergist. De mestinput van landbouwvergisters betreft vandaag voornamelijk varkensmest. Dit omdat rundermest veelal nog kan worden afgezet op landbouwgronden. Vanuit potentieel oogpunt kan rundermest echter ook zonder probleem worden ingezet voor biogasproductie. Het potentieel van rundermest wordt daarom ook meegerekend in de scenario's voor mestvergisting.

Pocketvergisters worden ruimtelijk ingepland op het landbouwbedrijf. *Wat milieuvergunning voor pocketvergisting betreft moet een kleine vergister op 100% mest vergunbaar zijn als een mededeling kleine verandering in rubriek 9 (wijziging productieproces): eigen mestverwerking op het bedrijf, zij het dat deze rubriek 9 van VLAREM in principe momenteel enkel slaat op mestverwerking en compostering. Bij de volgende wijziging van VLAREM zou vergisting hier best aan toegevoegd worden. In dat geval mag er zeker geen externe mest (en zeker geen afval) aanvaard worden. In principe is voor de installatie een bouwvergunning nodig, maar hieromtrent worden weinig problemen verwacht.*²⁴

Voor verdere relevante criteria in het kader van ruimtelijke inpasbaarheid zijn geen eenduidige parameters beschikbaar. Dit neemt echter niet weg dat deze erg relevant kunnen zijn voor de uiteindelijke keuze of een installatie al dan niet ruimtelijk inpasbaar is op een bepaalde locatie. Het betreft:

- De nabijheid van lokale bewoners. De term NIMBY (not in my backyard) werd in het leven geroepen om het verzet van buurtbewoners te kaderen. Naar De Wilde; *uit de bezwaarschriften kan men steevast leren dat -volgens de buurtbewoners- vergisting helemaal geen milieuvriendelijke techniek is voor mestverwerking, niet past in de goede plaatselijke ruimtelijke ordening (o.a. wegens geurhinder, ontploffingsgevaar, mobiliteitsproblemen door inkomende en uitgaande transporten), en covergisting met energieteelten slechts kan indien ze bestaande landbouwarealen gebruiken (d.w.z. fuel ten koste van food).*

²¹ <http://www.enerpedia.be/nl/pocketvergisting>

²² http://www.biogas-e.be/sites/default/media/rapporten/Voortgangsrapport_2013.pdf

²³ Veel verse mest nodig voor pocket vergister (<http://www.innovatiesteunpunt.be/Portals/17/Energie%20en%20Water/thematisch/Artikel%20pocketvergisting%202012%20januari.pdf>)

²⁴ <http://www.enerpedia.be/nl/pocketvergisting#t4291>

Ook het voortgangsrapport van Biogas-E (2013)²⁵ maakt melding van de problematiek van buurtprotest. *“Hoewel de biogassector reeds enkele jaren bestaat heerst er nog heel wat onwetendheid en bijgevolg misvattingen omtrent de technologie. Een bekend fenomeen hierbij is dat op projectplannen voor biogasinstallaties heftig wordt gereageerd. Het “Not in my backyard” (NIMBY) fenomeen is ook hier niet vreemd. De burger moet worden overtuigd dat ook zijn belangen worden behartigd en dat aan de noodzakelijke ruimte- en milieuverplichtingen moet worden voldaan vooraleer een ondernemer een vergunning zal verkrijgen om een anaerobe vergistingsinstallatie te bouwen. Biogas-E vzw stelt vast dat nieuwe installaties aan veel voorwaarden moeten voldoen, en dat milieuvergunningen moeilijker worden verleend dan in het verleden. Biogas-E vzw deed reeds zeer veel inspanningen om de burger op objectieve wijze te informeren over de voor- en nadelen van een vergistingsinstallatie: bewijs daarvan de brochure “een biogasinstallatie bij jou in de buurt?”, de brochure “communiceren rond mestverwerking & vergisting”, informatieverbreiding via website en aanwezigheid op beurzen en informatieavonden. Desondanks blijft de “juiste aanpak” onzeker.... Creëren van maatschappelijk draagvlak en betrokkenheid van burgers bij hernieuwbare energieprojecten in hun buurt, maakt deel uit van de focuspunten die worden opgenomen in het Vlaams actieplan hernieuwbare energie 2020 van de Vlaamse Regering.”*

Telefonisch contact met Biogas-E (22/06/2015) leert dat er geen generieke afstandsregels bestaan omtrent inplanting van vergistingsinstallaties ten aanzien van andere actoren. Vooral logistiek en geurhinder zijn de belangrijkste bezorgdheden van buurtbewoners. Voor geurhinder is de overheersende windrichting belangrijk in het kader van de geurpluim. Het is in dat opzicht dus niet zinvol om concentrische perimeters te gaan afbakenen. Tot op heden is een ad-hoc (plaatselijke) analyse veelal het meest relevant. Noot: 50% van de tijd komt de wind uit richting Zuid over Zuid-West tot West

- Bestaande landbouwvergistingsinstallaties zullen reeds een deel van de lokaal beschikbare hoeveelheid mest aantrekken. Om competitie te voorkomen voor dezelfde mest dient bij de keuze voor nieuwe (mest)vergistingsinstallaties rekening gehouden te worden met de bestaande vergisters aan hun aanzuigefect op de lokaal beschikbare mest.
- Voor installaties waarbij wordt gedacht aan het opschonen van biogas tot biomethaan kwaliteit (groen gas) dat kan geïnjecteerd worden in het midden- of lage druk aardgasnetwerk is de nabijheid van de netwerk relevant. Daarnaast is ook de seizoenale afname op het netwerk is relevant. Afhankelijk van het afnameprofiel (seizoenaliteit) op het netwerk is het mogelijk om in meer of mindere mate biomethaan te injecteren. Daarnaast kan voor biomethaan ook de keuze gemaakt worden om deze in te zetten als transportbrandstof in CNG (compressed natural gas) voertuigen²⁶.
- Het Voortgangsrapport van Biogas-E (2014)²⁷ meldt: *De ligging van biogascentrales is meestal afhankelijk van de nabijheid van invoerstromen, vandaar dat bijna alle installaties gelegen zijn in landbouw- en industriegebied. We zien een toename van industriële vergisters, en een afname van vergisters in agrarisch gebied.*

²⁵ http://www.biogas-e.be/sites/default/media/rapporten/Voortgangsrapport_2013.pdf

²⁶ Philippe Jacquemyns (Volvo Trucks Belgium) ...de constructeurs zijn klaar om bussen en trucks op biomethaan te laten rijden. <http://www.biogas-e.be/node/411>

²⁷ http://www.biogas-e.be/sites/default/media/rapporten/Voortgangsrapport_2014.pdf

- Volgens de Europese Nitraatrichtlijn (Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen) en het Vlaamse Mestdecreet (Decreet van 22 december 2006 houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen) mag maximum 170 kg stikstof aan dierlijke mest per hectare worden toegediend. Zeer kort samengevat, is er in bepaalde regio's meer mest dan er landbouwgrond beschikbaar is om het op uit te rijden, en is er dus een mestoverschot.

Een positieve selectiecriteria voor de inplanting van nieuwe landbouwvergistings lijkt de hoeveelheid mestoverschot te zijn. Landbouwbedrijven met een mestoverschot zouden immers eerder geneigd kunnen zijn om over te gaan tot vergisting van hun overschot.

Het vergisten van mest draagt echter niet bij tot de mestverwerking. Immers mestverwerking volgens het Mestdecreet is hetzij het exporteren van dierlijke mest buiten Vlaanderen, hetzij de dierlijke mest behandelen waarna hij niet opgebracht wordt op Vlaamse landbouwgrond of behandeld wordt tot stikstofgas of kunstmest. Tijdens de vergisting wordt geen stikstofgas gevormd en het digestaat wordt meestal uitgereden op Vlaamse landbouwgrond. Wanneer het digestaat verder verwerkt wordt (bijvoorbeeld een scheiding in dikke & dunne fractie waarbij de dikke fractie gecomposteerd en geëxporteerd wordt en de dunne fractie verder behandeld in een biologische verwerking tot N₂-gas) kan men wel spreken over verwerkte mest.

Daarbij komt dat mest veelal wordt co-vergist wat betekent dat er met aanvullende stromen zoals energiemais en OBA. De stikstof uit de aanvullende stromen wordt echter evenzeer aanzien als stikstof uit dierlijke mest (gezien het ermee wordt co-vergist). De stikstofinhoud van deze aanvullende stromen, dient volgens de huidige regelgeving, daarom bijgeteld te worden bij de stikstof uit de dierlijke mest. Zo draagt co-vergisting eigenlijk eerder bij aan de mestoverschotproblematiek dan er een oplossing voor te bieden. We spreken van een mest-multiplier-effect. Om die reden is een geografische kaart van regio's met mestoverschotten geen geschikte keuze als positief criterium²⁸.

Noot: In het nieuwe MAP (mest actie plan), MAP V (2015-2018) zal onderzoek worden uitgevoerd naar de milieukundige effecten van een alternatieve aanpak waarbij de stikstofinhoud uit de aanvullende stromen niet opgeteld wordt bij deze van de dierlijke mest, maar om het statuut 'andere meststof' krijgt. Dit zou kunnen leiden tot een dubbel voordeel. Enerzijds dient de stikstofhoeveelheid niet worden meegerekend als dierlijke mest en is niet van toepassing voor de maximum hoeveelheid van 170 kg stikstof. Er is geen mest-multiplier-effect bij toepassing van co-vergisting. Anderzijds kan deze stikstofhoeveelheid, dank zij het statuut 'andere meststof' worden ingezet ter vervanging van kunstmest. Er dient opgemerkt dat dit alles een voorstel betreft, dat verder zal bestudeerd worden. Dit is dus zeker nog geen regel.

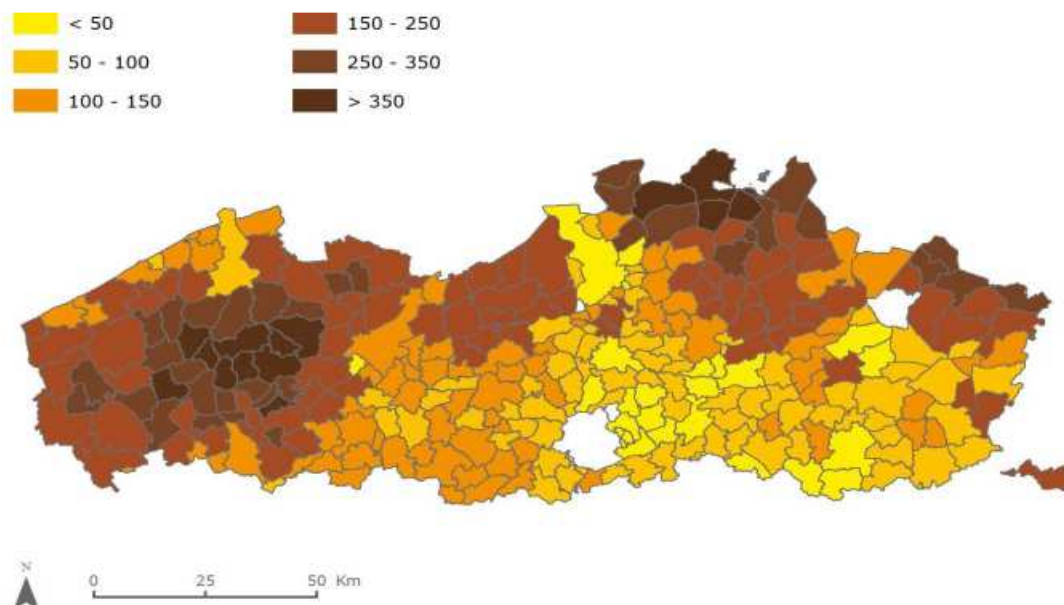
De problematiek van mestoverschot is echter beperkt tot onbestaande voor Vlaams-Brabant. Onderstaande figuur toont de mestproductie in Vlaanderen (2010, netto kg N/ha)²⁹. Het mest-multiplier-effect dat (onder de huidige regelgeving) optreedt bij co-

²⁸ We gaan er hierbij vanuit dat het gaat om co-vergisting van mest. Pure mestvergisting bestaat ook. Het betreft hier veelal pocketvergisting van 100% rundermestvergisting. De gebieden met mestoverschot zijn veelal regio's met varkensmestoverschot. Pocketvergisting is voor deze regio's minder relevant.

²⁹ Studie: Vraag naar mestverking onder MAP IV, April 2013, Bart Van der Straeten en Jeroen Buysse Afdeling Monitoring en Studie Vlaamse overheid, Beleidsdomein Landbouw en Visserij)

vergisting van aanvullende stromen is daardoor veelal minder problematisch. Co-vergisting kan in dat geval een opportuniteit zijn. De beschikbaarheid (effectiviteit) van stikstof in het digestaat (ca. 80%³⁰) is immers beter dan deze van de oorspronkelijke mest (ca. 60%³¹). Dit biedt voordelen voor de landbouwer. Neem bijvoorbeeld grasland met een maximaal toepasbare hoeveelheid van 300 kg N/ha, waarvan slechts 170 kg N/ha mag ingevuld met dierlijke mest. Bij toepassing van 170 kg N/ha dierlijke mest aan 60% effectiviteit betekent ca. 100 kg N/ha. De overige 200 kg N/ha moet worden aangevuld met kunstmeststof. Bij toepassing van 170 kg N/ha digestaat aan 80% effectiviteit betekent ca. 135 kg N/ha. Er dient slechts 165 kg N/ha onder kunstmestvorm te worden aangevuld. Dit is interessant vanuit economisch oogpunt, kunstmeststoffen zijn duur en vanuit milieu oogpunt, productie van kunstmeststoffen vraagt veel energie (en broeikasgasemissies).

Op basis van bovenstaande discussie wordt besloten om het criterium 'mestoverschot' niet op te nemen als positief criterium voor inplanting van nieuwe co-vergistingsinstallaties (onder de huidige regelgeving). Anderzijds, gezien Vlaams-Brabant algemeen gezien geen mestoverschotproblematiek kent, kan co-vergisting een opportuniteit zijn i.h.v. betere beschikbaarheid van nutriënten.

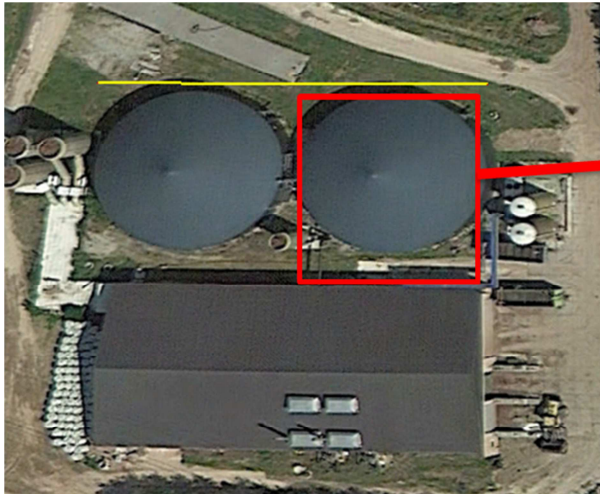


Tot slot wordt een indicatie gegeven van het ruimtebeslag van zowel een landbouw- als een pocketvergister. Het is hierbij belangrijk dat het louter om een indicatie gaat, er zijn immers heel wat varianten mogelijk zowel naar bouwtype als naar verwerkte hoeveelheden.

Het ruimtebeslag van een landbouwvergister wordt ingeschat op ca. 0.25 hectare (50m*50m). Onderstaande afbeelding toont een landbouwvergister. Het gele lijnsegment op de figuur bedraagt 50 meter. Aan de rechterzijde is een zijaanzicht van een vergistingssilo weergegeven.

³⁰ Indicatieve waarde (mondelinge communicatie, Kevin Grauwels, LNE)

³¹ Indicatieve waarde (mondelinge communicatie, Kevin Grauwels, LNE)



Onderstaande afbeelding toont een pocketvergister met een vermogen van 10 kWe (links) met een ruimtebeslag ca. 0.01 hectare (10m*10m) en een pocketvergister van 60 kWe (rechts) met een ruimtebeslag van ca. 0.04 hectare (20m*20m). Ter info; de container op de afbeelding links heeft afmetingen van ca. 6m lengte bij 2.3m hoogte.



Parameters in de Dynamische EnergieAtlas:

Patroon = mesthoeveelheid per stal

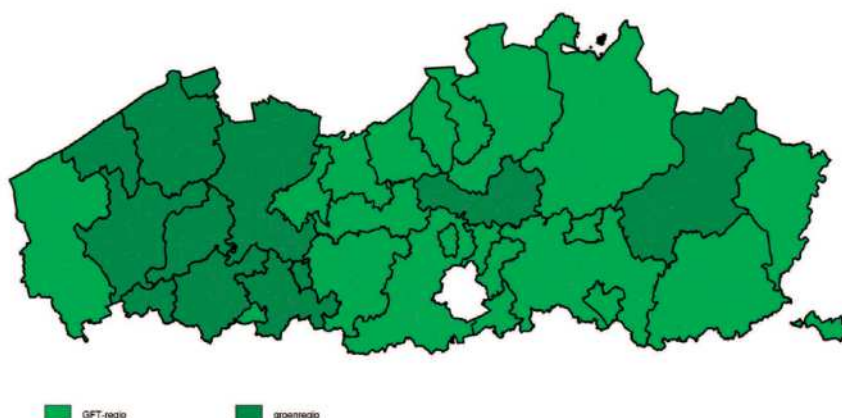
Energieproductiefactor = methaanhoud mesttype * biogasproductiepotentieel * eigengebruik installatie * rendement.

Mobilisatiefactor inplantingstool = beweidingsfactor

BIJLAGE E METHODOLOGIE GFT- EN GROENAFVAL

INLEIDING

De afvalstromen die in Vlaanderen worden ingezameld, moeten overal zoveel mogelijk dezelfde zijn. Dit schept duidelijkheid naar de bevolking. Een uitzondering daarop vormt echter het organisch-biologisch afval, waarbij op een tweesporenbeleid in Vlaanderen wordt ingezet via GFT- en groenregio's. De indeling in regio's werd opgenomen in het Uitvoeringsplan Milieuverantwoord beheer van huishoudelijke afvalstoffen (OVAM, 2008). De regio's vallen grotendeels samen met de bestaande Intercommunale structuren.



Figuur 58: Indeling GFT- en groengemeenten in Vlaanderen (OVAM, 2008)

De provincie Vlaams-Brabant telt 65 gemeenten. De afvalophaling van 64 daarvan gebeurt door intercommunale samenwerkingsverbanden zijnde; Haviland, Incovo, Ecowerf, Interza, Interrand. Voor Aarschot is dit uitbesteed aan de private sector (Sita Recycling Systems nv). Conform het Uitvoeringsplan (OVAM, 2008) zijn alle Vlaams-Brabantse gemeenten in wezen GFT-gemeenten. Uitzondering hierop is de gemeente Diest die aangesloten is bij de groenregio die onderdeel uitmaakt van Limburg.net. Daarnaast zijn de gemeenten Herne, Bever en Dilbeek in de praktijk groengemeenten terwijl deze in wezen GFT-gemeenten horen te zijn. De data omtrent ingezamelde tonnages GFT- en groenafval zijn van 2013 en werden aangeleverd door OVAM.

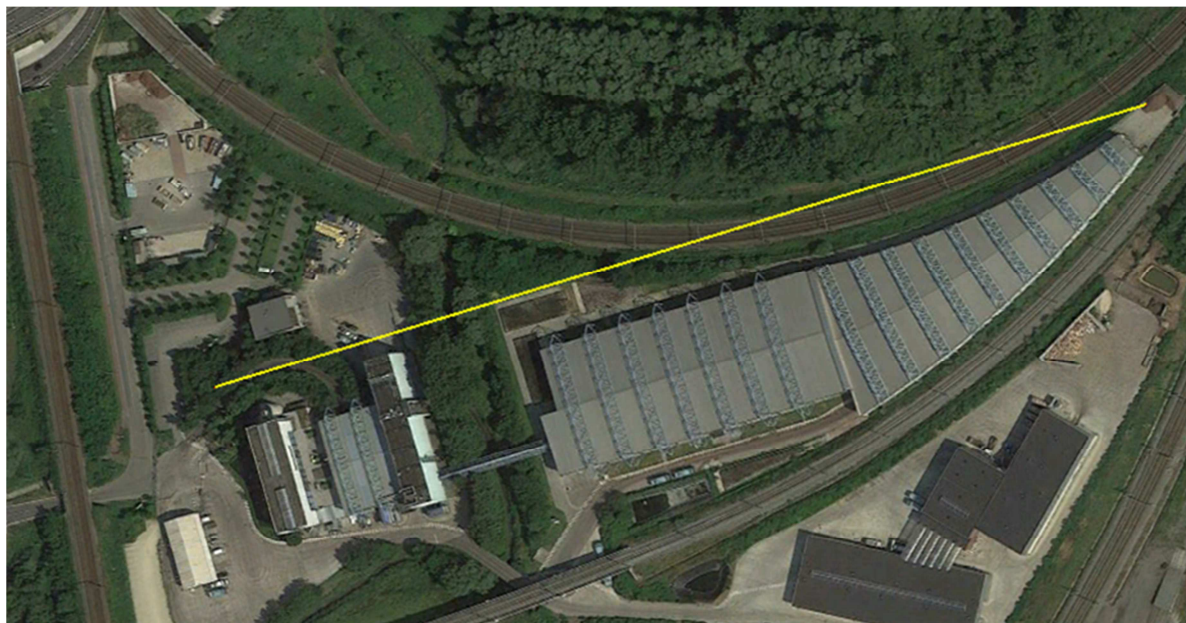
GFT

Met GFT-afval wordt het groente-, fruit- en tuinafval van huishoudens bedoeld³². Het GFT-afval bestaat vnl. uit tuinafval, zoals maaisel, onkruid en voor een deel uit groente- en fruitafval.

In 2013 werd in Vlaams-Brabant ca. 54 kton GFT ingezameld of circa 53 kg/inwoner. Om het totale theoretische GFT-potentieel in te schatten dient ook het potentieel van de vier voorgenoemde gemeenten (Diest, Herne, Bever en Dilbeek) meegenomen te worden. Hiervoor werd het provinciaal gemiddelde (53 kg/inwoner) vermenigvuldigd met het respectievelijke inwonersaantal van de vier voorgenoemde gemeenten. Voor de provincie Vlaams-Brabant bedraagt het theoretisch potentieel dan ca. 58 kton.

³² Noot: Het organisch-biologisch bedrijfsafval, waaronder keukenafval vormt hier geen onderdeel van.

Vlaams-Brabant heeft één vergunde GFT-composteerinstallatie, deze van de intercommunale Ecowerf, en bevindt zich te Leuven. Het ruimtebeslag van een dergelijke installatie bedraagt meer dan 1 hectare. Onderstaande afbeelding toont de site van Ecowerf. Het gele lijnsegment heeft een lengte van 400 meter.



GFT-vergisting

Momenteel wordt het GFT-afval in Vlaanderen voor 83% gecomposteerd en voor 17% vergist met nacompostering. Vergisten gebeurt in de installaties van IVVO in Ieper en IGEAN in Brecht. In de provincie Vlaams-Brabant wordt momenteel geen GFT-afval vergist. Het vergisten van GFT levert ca. 100 m³/ton biogas op dat kan worden ingezet als energiebron. In het model wordt ervan uitgegaan dat 100% van het theoretische potentieel aan GFT ook effectief vergistbaar is.

Op basis van hoeveelheid GFT (ton) en het biogasproductiepotentieel (m³ biogas/ton) wordt de hoeveelheid biogas afgeleid (m³ biogas). Op basis van de energie-inhoud van het biogas wordt de primaire energie-inhoud van het biogas bepaald.

Het biogas kan nu verbrand worden in een biogasmotor voor warmteproductie ($N_{th}=90\%$)³³, voor elektriciteitsproductie ($N_e=39\%$) of voor een combinatie van beide in een warmtekracht-koppeling (WKK)($N_e=39\%$ en $N_{th}=49\%$). Het resultaat zijn bruto productiehoeveelheden aan energie onder de vorm van warmte en/of elektriciteit.

Bij de voorvergisting van GFT-afval wordt uitgegaan van thermofiele vergisting waarbij 50% zelfafname van de uit de WKK gehaalde warmte dient om de vergistingsreactor op thermofiele temperaturen te behouden, en dus niet als externe groene warmte kan fungeren. Daarnaast gaat men bij dit type vergisting ook uit van 30% zelfafname elektriciteit. Deze worden in rekening gebracht en worden afgetrokken van de bruto productiehoeveelheden om zo te komen tot de netto productiehoeveelheden aan energie.

³³ N=rendement

Het biogas kan ook opgezuiverd worden tot biomethaan i.e. groen gas van aardgaskwaliteit. Het zuivere biomethaan kan worden geïnjecteerd in het aardgasnetwerk en/of kan worden gebruikt als voertuigbrandstof. Er wordt hierbij rekening gehouden dat biogas 60% biomethaan bevat.

GROEN

Groenafval van huishoudens is afkomstig van het onderhoud en beheer van particuliere tuinen. Huishoudelijk groenafval wordt zowel via een ophaalmethode huis-aan-huis, als via een brengmethode naar de containerparken ingezameld.

De provincie Vlaams-Brabant bestaat hoofdzakelijk uit GFT gemeenten. Het groenafval van huishoudens wordt dus hoofdzakelijk ingezameld via brengmethode naar containerparken. In Vlaams-Brabant werd in 2013 ca. 49 kton groenafval ingezameld. Het groenafval bestaat grosso-modo uit twee fracties een fijne fractie en een houtige fractie.

Groenafval vergisting – volledige fractie

Vergisting van groenafval in zijn totaliteit is geen optie, aangezien dit technisch niet haalbaar is omwille van de houtige fractie. Houtige vezels bevatten veel lignine die zeer moeilijk vergistbaar zijn.

Groenafval vergisting – fijne fractie

Het vergisten van de fijne fractie van groenafval is technisch en economisch moeilijk realiseerbaar. Onderstaande het SYNECO-project ondersteunt deze stelling. Er werd in de potentieelanalyse rekening gehouden met het biogasproductiepotentieel van de fijne fractie van groenafval, maar er dient dus rekening mee gehouden dat dit een theoretische berekening is die in de praktijk, op basis van de huidige randvoorwaarden, weinig realistisch is.

De fijne fractie (<20mm) wordt vlak na verhakseling van het groenafval en dus vóór compostering afgescheiden als fijne afzoeffractie. Het SYNECO project stelt dat het gaat om 70% van het totale tonnage groenafval. Dit percentage wordt dan ook aangenomen in het model.

Daarnaast bepaalde het project de potentiële biogasopbrengst van de fijne fractie. De gemiddelde biogasopbrengsten over het jaar liggen tussen de 34 en de 47 m³/ton vers. In het model wordt een waarde aangenomen van 40 m³/ton.

In vergelijking met andere courant vergiste reststromen of energiegewassen – maaisel (104 18 m³/ton vers), organisch-biologisch (voedings)bedrijfsafval (150 m³/ton vers), maïs (175 m³/ton vers) en GFT (110 m³/ton vers) – is de fijne fractie van groenafval een inputstroom met beperkt biogaspotentieel. Daarnaast bevat deze inputstroom een relatief hoog percentage vervuiling zoals steentjes, plastic en metaal. Het afscheiden van deze onderfractie, zeker buiten het maaiseizoen, lijkt dan ook geen aan te raden piste. Hiervoor dient naast de beperkte biogasopbrengst ook naar de verhouding biogasopbrengst/gate fee gekeken te worden. Deze is voor bvb GFT (60 €/ton) en maaisel veel hoger dan voor fijne fractie groenafval (35 €/ton). Veel onderzoeken gebeuren vandaag de dag naar vergisting van maaisel hetgeen op lange termijn een interessantere optie is dan onderfracties groenafval (SYNECO, 2014).

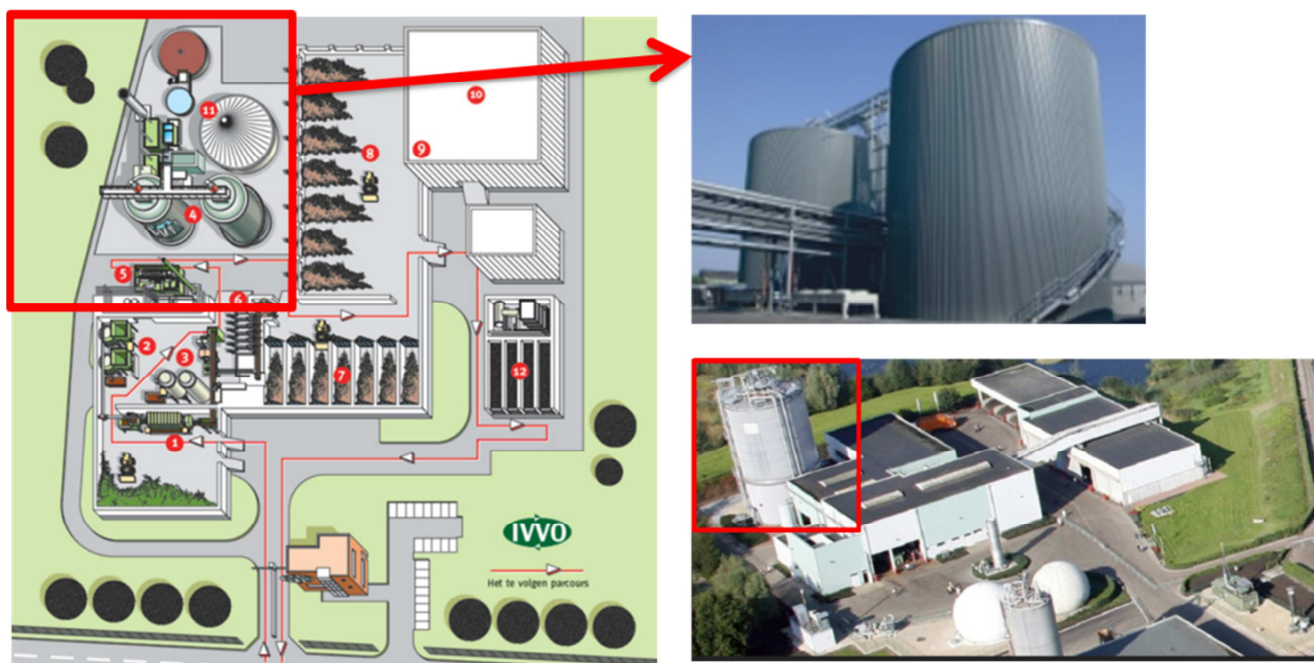
De berekening van het biogasproductiepotentieel en de hoeveelheid energie (warmte en elektriciteit) die daarmee geproduceerd kan worden werd berekend analoog aan de methodologie beschreven in het onderdeel GFT-vergisting.

Ook hier heeft vergistingsinstallatie zelf ook behoefte aan warmte en elektriciteit om deze draaiende te houden. Deze energie wordt afgetrokken van de bruto productie hoeveelheid. De

af trek voor warmte bedraagt 25% en de af trek voor elektriciteit bedraagt 10%. Na af trek komen we tot de netto productiehoeveelheid van warmte en elektriciteit.

Voor de ruimtelijke inplanting van GFT-vergistingsinstallaties lijkt het opportuun om deze te plannen naast (of in de nabijheid van) bestaande GFT-composteerinstallaties. Daarnaast kan, bijvoorbeeld rekening houdende met aflopende milieuvergunningen voor composteerinstallaties die mogelijk niet zullen verlengd worden, gekeken worden naar nieuwe uitbatingssites. Hierbij zijn belangrijke ruimtelijke criteria; optimalisatie van de logistiek nodig om het GFT te verzamelen en beschikbare bedrijventerreinen om de installatie te voorzien.

Het ruimtebeslag van een GFT-vergistingsinstallatie wordt geschat op ca. 0.25 ha (50m*50m). Het is hierbij belangrijk dat het louter om een indicatie gaat, er zijn immers heel wat varianten mogelijk zowel naar bouwtype als naar verwerkte hoeveelheden. Onderstaande afbeelding toont de installaties van IVVO te Ieper (links) met een detail van de vergistingssilo's (rechtsboven). Het rode kader toont de GFT-vergistingsinstallatie als onderdeel van de volledige GFT-composteerinstallatie (volledige afbeelding). De afbeelding rechtsonder toont de installatie van Igean te Brecht met in het rode kader één van de vergistingssilo's (DRANCO II).



Groenafval verbranding – houtige fractie

Naast de fijne fractie bestaat groenafval ook uit een houtige fractie. Deze fractie kan ingezet worden voor energieproductie door middel van verbranding. Echter niet al het houtig materiaal kan worden verbrand daar het ook noodzakelijk is voor het garanderen van een goede compostkwaliteit. Het SYNECO project bestudeerde welke hoeveelheid kan worden ingezet voor energie zonder daarbij de kwaliteit van de compost in het gedrang te laten komen.

Er werd uitgegaan van de vuistregel dat 20% structuurmateriaal nodig is bij de aanvang van groencompostering. Het jaargemiddelde aan houtige fractie (structuurmateriaal) aanwezig in de groenafvalstromen bedroeg 32%. Theoretisch gezien kan dus 12% van de totale inputstromen naar een biomassa-verbrandingsinstallatie vertrekken. Daarbij komt dat intensievere compostering en

betere afscheiding een inzetbaarheid van 15% zou toe laten. Er werd dan ook aangenomen dat 15% van de houtige fractie inzetbaar voor energieproductie (inclusief recirculatie)³⁴.

De energieinhoud of anders gezegd de stookwaarde van het hout is afhankelijk van het vochtgehalte. Er wordt uitgegaan van hout dat ca. 1-2 jaar aan de lucht heeft gedroogd en een stookwaarde heeft van 2.5 MWh/ton (9 MJ/kg).

Voor de productie van energie uit het hout gaan we uit van een warmtekrachtkoppeling (WKK) installatie met een thermisch rendement van 65%³⁵ en een elektrisch rendement van 25%. Het betreft hier grootschaligere installaties van het type wervelbed of roosteroven. Anderzijds kan ook uitgegaan worden van installaties die enkel warmte (rendement van 90%) of enkel elektriciteit (rendement van 25%) produceren.

Onderstaand wordt een theoretische inschatting³⁶ gegeven van de benodigde hoeveelheid hout voor een installatie van 1 MW, 5 MW en 10 MW die enerzijds enkele warmte zou produceren (thermisch) of anderzijds enkel elektriciteit (elektrisch).

Input hout (ton)	1 MW	5 MW	10 MW
Thermisch (N=90%)	3 509	17 543	35 086
Elektrisch (N=25%)	12 631	63 155	126 310

Voor de ruimtelijk inplanting van een houtverbrandingsinstallatie zien we drie belangrijke pistes

- de nieuwe installatie komt te staan naast (of in de nabijheid van) de bestaande groencomposteer installaties. Een aandachtspunt zal de mogelijkheid tot afzet van warmte zijn.
- de nieuwe installatie komt te staan naast (of in de nabijheid van) een potentiële warmte-afnemer staan, en dit liefst bij een warmte-afnemer met een stabiel warmte-afname-profiel.
- het afgezeefde hout wordt afgevoerd naar een bestaande installatie.

Het ruimtebeslag van een houtverbrandingsinstallatie wordt geschat op ca. 0.0025 ha (5m*5m) voor kleinere vermogens van ca. 150 kW_{th} tot 0.04 ha (20m*20m) voor grotere vermogens van ca. 25.000 kW_{th}. Het is hierbij belangrijk dat het louter om een indicatie gaat, er zijn immers heel wat varianten mogelijk zowel naar bouwtype als naar verwerkte hoeveelheden. Het vermeldde ruimtebeslag is exclusief de ruimte nodig voor brandstofopslag. Onderstaande afbeelding een roosteroven voor grote vermogens (links) en een onderschroefstoker voor kleinere vermogens (rechts).

³⁴ SYNECO, 2014

³⁵ De rendementen zijn afhankelijk van het benodigde warmteniveau aan de warmtezijde. Indien meer hoogwaardige warmte nodig is zal het elektrisch rendement dalen. De rendementen zijn theoretisch haalbaar maar liggen in de praktijk vaak aanzienlijk lager.

³⁶ De hoeveelheden zijn louter indicatief en houden geen rekening met wijzigende performantie (rendementen) in functie van de grootte-orde van de installatie



Parameters in de Dynamische EnergieAtlas:

Patroon = ton groen/GFT per pixel

Energieproductiefactor vergisting = methaaninhoud * biogasproductiepotentieel * eigegebruik
installatie * rendement

Energieproductiefactor verbranding = stookwaarde * rendement

Mobilisatiefactor = aandeel voor vergisting/verbranding

LITERATUUR

- OVAM (2008). Uitvoeringsplan Milieuverantwoord beheer van huishoudelijke afvalstoffen
- OVAM (2009a) Biomassa inventaris 2008-2009. Mechelen.
- OVAM (2009b). *Economische marktanalyse voor een duurzame verwerking van (deelstromen) van groen- en GFT-afval met voorstel van beleidsaanbevelingen* (pp.128). Mechelen.
- OVAM (2010). Inventarisatie biomassa 2007-2008 (deel 2009) met potentieel 2020 (pp. 184). Mechelen Projectgroep Duurzame productie van biomassa. (2006). Criteria voor duurzame biomassaproductie (pp. 40).
- OVAM (2013). Inventaris Biomassa 2011-2012
- OVAM (2014) Achtergronddocument voor het actieplan Duurzaam beheer van biomassa(rest)stromen 2015-2020
- SYNECO (2014) EINDRAPPORT IWT-VIS TRAJECT SYNECO (IWT-VIS 110810)

BIJLAGE F METHODOLOGIE BERMGRAS

Voor de inschatting van het biogasproductiepotentieel van bermgras wordt vertrokken van de studie Graskracht³⁷. Graskracht geeft een overzicht van de beschikbare gegevens inzake gemaaide oppervlaktes (ha) en maaiselhoeveelheden (ton/jr) in Vlaanderen onderverdeeld naar 4 categorieën (snel- en gewestwegen, bevaarbare waterwegen, gemeentelijke wegbermen en spoorwegen). Volgende methodologie werd toegepast om de Vlaams oppervlakten en maaiselhoeveelheden te vertalen naar provinciaal niveau voor Vlaams-Brabant.

Het totaal aantal lopende kilometer werd bepaald voor zowel de bevaarbare waterwegen, de gemeentelijke wegbermen als de spoorwegen. En dit zowel op het niveau Vlaanderen als Vlaams-Brabant. Het aandeel van Vlaams-Brabant in de totale Vlaamse lopende kilometers wordt berekend voor elke categorie. Voor spoorwegen is de totale Vlaamse spoorweglengte 1578 km waarvan 298 km in Vlaams-Brabant is gelegen, wat een aandeel van 19% geeft.

Er wordt aangenomen dat de bermbreedte per categorie en per lopende kilometer constant is. Uiteraard zullen er lokale verschillen optreden maar uitgemiddeld over een grotere oppervlakte zoals Vlaanderen en Vlaams-Brabant is deze aanname verdedigbaar.

De oppervlakte en de lopende kilometers van een categorie zijn, met deze aanname, rechtstreeks met elkaar verbonden. Concreet betekent dit dat, als het aandeel van Vlaams-Brabant 19% is van de totale Vlaamse spoorweglengte ook het aandeel van Vlaams-Brabant in de totale Vlaamse spoorwegbermoppervlakte 19% zal zijn. Zoals hoger vermeld is de totale gemaaide Vlaamse spoorwegbermoppervlakte gekend, namelijk 724 ha waarvan dus 19% of 137 ha in Vlaams-Brabant is gelegen en dat de gemiddelde oppervlakte per lopende kilometer, 0.46 ha/km (137 ha/298 km) is. De hoeveelheid maaisel wordt overgenomen van het Vlaamse gemiddelde en bedraagt 8 ton vers/ha of 3.67 ton vers/km. Tot slot bedraagt het biogasproductiepotentieel 59.5 m³/ton vers of 219 m³/km. Rekening houdend met een energiewaarde van 0.01 MWh³⁸/m³ biogas geeft dit tenslotte een energiepotentieel van 2.19 MWh/km. Dit laatste kengetal wordt gebruikt om een energiewaarde te koppelen aan de spoorwegbermen in de tool.

Dezelfde methodologie werd op dezelfde manier toegepast voor de overige categorieën.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verschillende infrastructuurtypes waarop bermen voorkomen, gevolgd door het aantal lopende kilometer en de gemaaide oppervlakte³⁹ per type, het tonnage aan vers maaisel en het biogasproductiepotentieel. De laatste kolom toont dat het grootste potentieel te verwachten is van gemeentelijke wegbermen op afstand gevolgd door snel- en gewestwegen en gemeentelijke wegbermen. Spoorwegbermen tonen het kleinste potentieel.

³⁷ Inverde, red. Willy Verbeke (of andere auteur indien uit de integrale teksten op de cd-rom wordt geciteerd) (2012). Graskracht, eindrapport. Inverde.

³⁸ primair

³⁹ Afgeleid van project Graskracht

Type	Kilometer type	Oppervlakte gemaaid	Ton verse stof totaal	Biogasopbrengst Vlaams-Brabant	Verhouding biogasopbrengst per type
	km	ha	ton vs	m³/VIBr	% VIBr
AWV (snelwegen & gewestwegen)	909	1 081	4 677	278 267	19%
Bevaarbare waterwegen	386	582	3 250	193 357	13%
Gemeentelijke wegbermen	9 073	2 069	15 215	905 300	63%
Spoorwegen	298	137	1 093	65 032	5%
Totaal	10666	3868	24 235	1 441 956	100%

In het actieplan biomassaerstromen van OVAM wordt een kwantitatieve doelstelling van 10% bermmaaisel-vergisting naar voorgeschoven voor 2020⁴⁰. Er dient hierbij gelet dat het potentieel voor de vergisting van bermgras allicht vooral praktijktoepassingen zal vinden bij droge vergisting en niet zozeer bij natte vergisting⁴¹.

Recent onderzocht het project 'Trees from Traffic' de potenties van, en de randvoorwaarden voor het aanleggen, beheren en oogsten van houtige biomassa langs bermen van (spoor)wegen en waterlopen.⁴² Uit het onderzoek (Bachelorproef van Waud Gielis) bleek dat de beschikbare ruimte vooral gelegen was langs de autosnelwegen⁴³ en in mindere mate langs gewestwegen. En dat bermbeheerplannen vaak enkel zijn opgemaakt in functie van maaibeheer, het overgaan naar KOH als beheer is daardoor voorlopig nog een knelpunt in deze beheerplannen. De resultaten van de casestudie voor het district Leuven (AWV)⁴⁴ tonen het grootste potentieel voor de snelwegen, met een totaal van ca. 160 ha. In een verdere verfijning zou dit potentieel meegerekend kunnen worden in de tool en uitgebreid naar de andere Vlaams-Brabantse districten. De studie concludeert echter in het kader van de economische haalbaarheid dat: *Volgens onze cijfers is het in de meeste gevallen niet voordeliger om hakhout toe te passen in vergelijking met maaibeheer.*

	Oppervlakte (ha)		
Weg	Binnen het wegsegment	Palend aan het wegsegment	Totale opp. per weg (ha)
E314	26,46	24,24	50,70
E40	22,72	49,21	71,94
E411	9,35	27,76	37,11
N2	0,33	0,24	0,57
N3	1,55	2,93	4,48
N25	1,89	0,78	2,67
N264	0,88	2,14	3,02
R0	0,40	1,38	1,78

Parameters Dynamische EnergieAtlas:

Patroon = ton droge stof per pixel

Energieproductiefactor = biogasopbrengst * energiewaarde biogas * rendement

Mobilisatiefactor = hoeveelheid er effectief wordt opgehaald en vergist, in de inplantingstool

⁴⁰ <http://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Ontwerp-actieplan-biomassaerstromen-def.pdf>

⁴¹ <http://www.ows.be/nl/news/van-bermgras-naar-biogas/>

⁴² <http://www.bosplus.be/nl/onzeprojecten/projecteninvlaanderen/trees-from-traffic>

⁴³ Noot: bij een snelheid die hoger ligt dan 90 km/u bedraagt de veiligheidsperimeter 8 m.

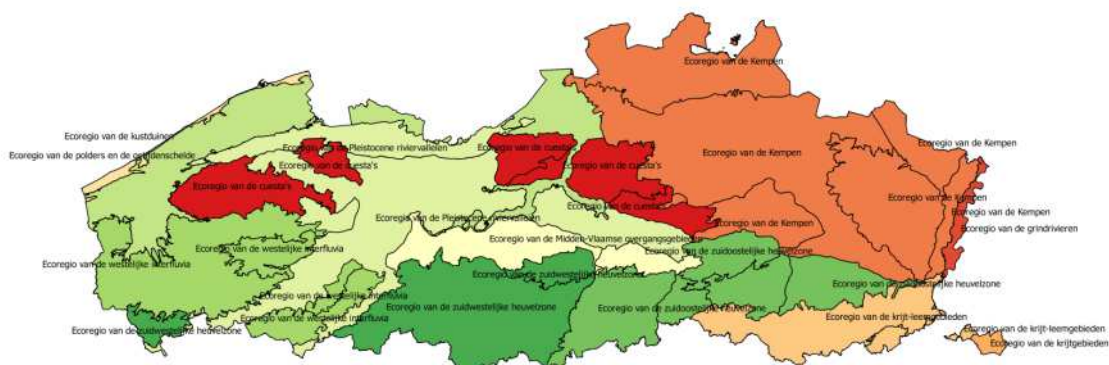
⁴⁴ De provincie Vlaams-Brabant is ingedeeld in 4 districten voor wat betreft Wegen en Verkeer: Halle, Vilvoorde, Leuven en Aarschot.

$$E_{prim} = A \times BEF \times R \times D \times S \times M \times N$$

- E de energie-inhoud van de oogstbare hoeveelheid tak- en kroonhout (kWh/jr)
- A het aangroei­cijfer voor hout (m³/ha/jr)
- BEF de biomassa-expansiefactor (%)
- R de duurzaamheidsfactor (%)
- D de dichtheid van hout (ton vers/m³)
- S de stookwaarde van het hout (kWh/ton vers)
- M de mobilisatiefactor
- N aantal hectaren (ha)

Mobilisatiefactor inplantingstool = mobilisatiefactor M en Duurzaamheidsfactor R

De productiviteit van de bossen zijnde het aantal kuub dat een bos aangroeit per jaar, verschilt naargelang de ondergrond. Om hiermee rekening te houden werd gebruik gemaakt van de Ecoregio-kaart⁴⁵. De productiviteit van de bossen werd bepaald rekening houdend met de ecoregio waarin de bossen zich bevinden.



⁴⁵ Ecoregio's zijn relatief grote gebieden van land die in geografisch en ecologisch opzicht min of meer homogeen zijn.

Concreet komt dat erop neer dat in 'armere' regio's een lagere jaarlijkse aangroei wordt aangenomen dan in 'rijkere' regio's. Onderstaande tabel geeft het overzicht van de aangroei in functie van de ecoregio.

Tabel 54: Aangroei in functie van de ecoregio ($m^3/ha/jaar$)

Regio	Naaldhout	Loofhout
Kempen	7	4
Vlaamse Zandstreek	9	6
Leemstreek	11	8
Polders	11	9

Biomassa Expansie Factor (BEF)

De Biomassa Expansie Factor (BEF) geeft de verhouding tussen het tak- en kroonhoutvolume enerzijds en het stamhoutvolume anderzijds. Het jaarlijkse tak- en kroonhout dat aangroeit kan dus bepaald worden als het product van de BEF en de jaarlijkse bijgroei (B). Per kuub hout die aangroeit zal hiervan een fractie tak- en kroonhout zijn.

In ons model nemen we aan dat enkel de jaarlijkse bijgroei wordt geoogst in de bossen. We gaan dus uit van een steady-state bosbeheer op jaarbasis. In de praktijk zal dit zeker anders zijn. Bosbeheer gebeurt enerzijds niet jaarlijks in elk bos en anderzijds wordt zeker niet steeds enkel de jaarlijkse bijgroei weggehaald. Toch is het verdedigbaar om ervan uit te gaan dat over een langere periode er zoveel wordt gekapt als er bijgroeit. De aangenomen BEF verschilt voor loofhout (factor=0.24) en naaldhout (factor=0.14)⁴⁶ en heeft te maken in het verschil in boomstructuur. Dit zijn enigszins conservatieve waardes. In de studie Limburgs Groen voor een Groene economie wordt voor loofhout, afhankelijk van de boomsoort, een factor aangenomen tussen 0,24-0,4 en voor naaldhout 0,14-0,4.

Duurzaamheidsfactor (R)

De duurzaamheidsfactor drukt uit dat niet al het tak- en kroonhout ook effectief wordt geoogst. Redenen om niet al het hout af te voeren zijn velerlei. Zo kan het wenselijk zijn om voldoende organische stof in het bos achter laten, kan tak- en kroonhout bijdragen aan een verhoogde biodiversiteit of brengt het afvoeren ervan risico's met zich mee, zoals bijvoorbeeld bodemverdichting. Er is geen eensluidend antwoord op de vraag welke nu de achter te laten hoeveelheid tak- en kroonhout dient te zijn. Zoals geschetst hangt dit af van heel wat factoren. In het model hebben we rekening gehouden met de enigszins conservatieve aanname dat 40% van het tak- en kroonhout achterblijft in het bos.

De studie van INBO 'Verfijnen van een algemeen afwegingskader voor biomassa-oogst in Vlaamse bossen tot een werkbaar terreininstrument' gaat dieper in op de vraag hoeveel takhout kan geoogst worden. In deze studie wordt het oogsten van 60% van het takhout, naast stamhout-oogst, gedefinieerd als scenario 'intensieve biomassa-oogst'⁴⁷. In het geformuleerde advies voor dit scenario wordt gesteld 'Dit advies geldt veelal voor rijke standplaatsen waar de toevoer van nutriënten op regelmatige basis verzekerd is'⁴⁸

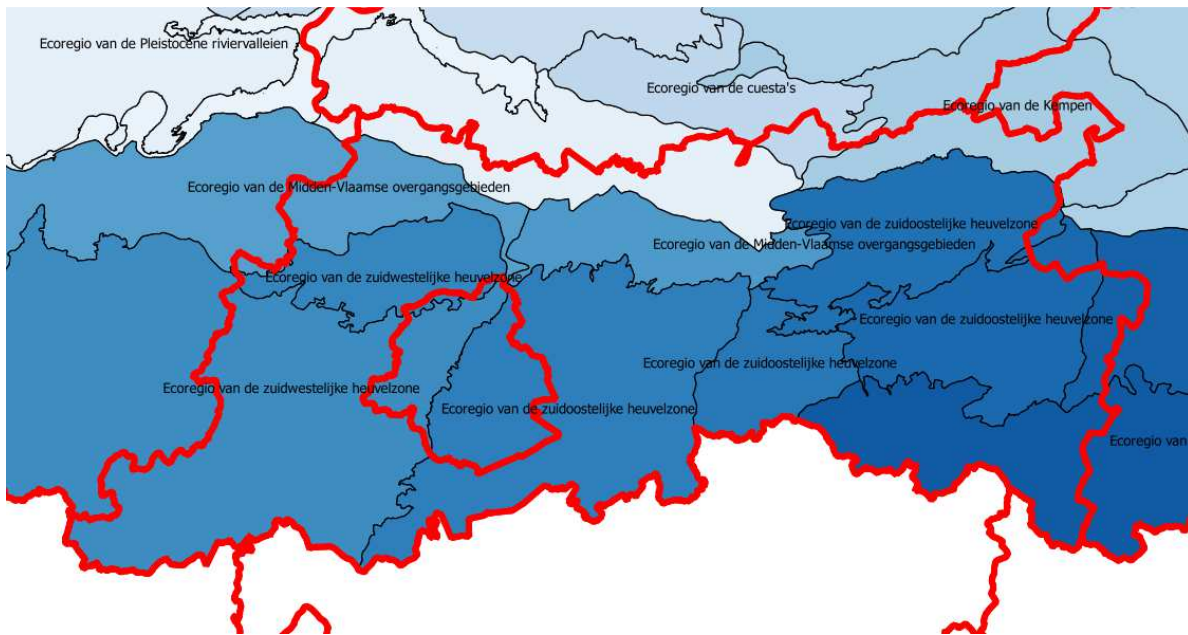
⁴⁶ Bron: studie Limburgs Groen voor een Groene Economie.

⁴⁷ <https://data.inbo.be/purews/files/8502828/INBO.R.2015.6913826WEB.pdf>

⁴⁸ <https://www.inbo.be/en/node/34511>

Ook in de studie 'Draagkracht van bossen voor biomassa-oogst' stelt⁴⁹: *Vooreerst geldt een algemene aanname dat takhout voor maximaal 60% kan geoogst worden. Deze grens is zowel technisch als ecologisch van aard. Hogere oogstpercentages zijn doorgaans niet relevant voor de industrie wegens te hoge vervuilingsgraad of lage rentabiliteit bij oogst.*

De provincie Vlaams-Brabant bevindt zich grotendeels in de regio's met rijkere standplaatsen. Zo bevinden de ecoregio's; zuidwestelijke heuvelzone, zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden' zich in de rijkere leemstreek, wat het scenario voor rijkere standplaatsen verdedigbaar maakt voor de provincie Vlaams-Brabant.



Figuur 60: Overzicht van de ecoregio's in Vlaams-Brabant

Dichtheid (D)

De dichtheid wordt louter gebruikt om het aantal kuub (m³) hout te verrekenen tot het aantal ton hout. De dichtheid voor loofhout bedraagt 0,793 ton/m³ en voor naaldhout 0,571 ton/m³.

Stookwaarde (S)

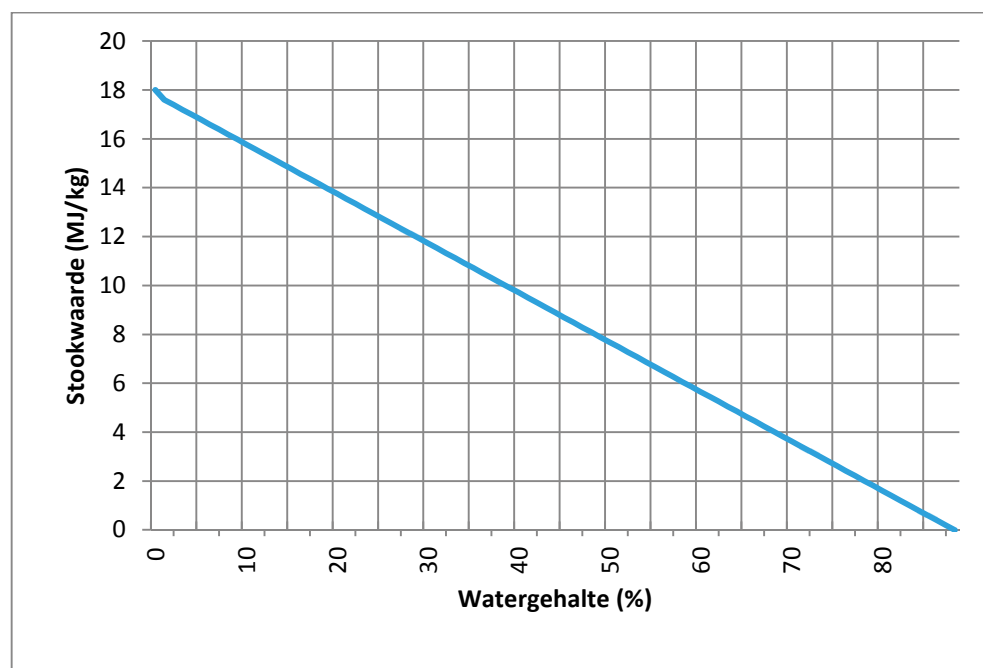
De stookwaarde drukt de hoeveelheid warmte uit die vrijkomt bij verbranding van het hout waarbij de gevormde waterdamp (en dus ook de energie die in de waterdamp zit) onbenut verdwijnt. Concreet wilt dat zeggen dat hoe natter het hout bij verbranding hoe minder bruikbare warmte vrijkomt. Een deel van de verbrandingsenergie zal immers dienen om het water in het hout te verdampen en is dus geen bruikbare warmte⁵⁰. Het loont dus om het hout zo droog mogelijk te stoken. Onderstaande figuur toont de stookwaarde in functie van het watergehalte⁵¹. Vers hout heeft een watergehalte van ca. 50% i.e. 50 gram water per 100 gram vers hout. De stookwaarde hiervan ligt rond 8 MJ/kg (2.2 kWh/kg). Het natuurlijk laten drogen van het hout kan het

⁴⁹ http://www.inverde.be/content/pdf/B1_eindrapport_20131008.pdf

⁵⁰ Noot: bij condensatie(ketels) wordt deze warmte wel nuttig gebruikt. Daar wordt de waterdamp terug gecondenseerd waaruit dan warmte wordt gewonnen.

⁵¹ Het watergehalte de verhouding tussen de hoeveelheid water en het totale gewicht. Het watergehalte wordt vaak verkeerd 'vochtgehalte' genoemd.

watergehalte doen dalen tot ca. 15-25% waardoor de stookwaarde stijgt naar ca. 13 MJ/kg (3.6 kWh/kg).



Figuur 61: Stookwaarde in functie van het watergehalte

Onderstaande tabel geeft een overzicht van dalend watergehalte in functie van de droogperiode. In het model is een watergehalte van 49% voor vers loofhout en 57% voor vers naalddhout aangenomen⁵². Dit zijn dus de meest conservatieve aannames. De parameter watergehalte kan worden aangepast afhankelijk van de aangenomen droogperiode. Onderstaande tabel is hiervoor richtinggevend.

Tabel 55: Watergehalte in functie van droogperiode

Droogperiode	Open lucht - gekliefd	Open lucht blokhout	Afgedekt - gekliefd	Afgedekt - blokhout
kap	50	50	50	50
3 maand	33	38	25	29
6 maand	27	32	20	22
9 maand	25	27	19	22
1 jaar	24	26	17	21
1,5 jaar	15	21	13	14

Mobilatiefactor (M)

Naast de duurzaamheidsfactor kan (moet) er ook bijkomend rekening gehouden worden met technische verliezen. Het is ten slotte niet mogelijk om al het takhout te verzamelen, fracties blijven steeds achter in het bos. Hiervoor zijn geen concrete cijfers beschikbaar. Voor volwassen

⁵² <http://www.woodenergy.ie/frequentlyaskedquestions/>

bestanden zou dit oogstverlies ca. 30% zijn⁵³. Deze factor kan in de tool worden ingesteld door de mobilisatiefactor in te stellen op 70%.

Hectaren (N)

Het aantal hectaren van elk bosperceel wordt gebruikt om de totale houtaangroei per perceel te bepalen.

Primaire Energie-inhoud (E_{prim})

De combinatie van alle voorgaande parameters geeft de uiteindelijke primaire energie-inhoud. We herhalen de formule:

$$E_{prim} = A \times BEF \times R \times D \times S \times M \times N$$

Met daarbij zijn eenheden:

$$kWh/jr = \frac{m^3}{ha \times jr} \times \% \times \% \times \frac{ton\ vers}{m^3} \times \frac{kWh}{ton\ vers} \times ha$$

De primaire energie is de intrinsieke energiewaarde van het hout maar bij omzetting van deze energie naar warmte (heet water, stoom,...) of elektriciteit treden er rendementsverliezen op. Met deze verliezen wordt rekening gehouden door vermenigvuldiging met het omzettingsrendement.

Elektrische (E_{el}) en thermische (E_{th}) energie

In het model is er rekening gehouden met verbranding van het hout in een installatie met een thermisch rendement van 90% (η_{th}) en een elektrisch rendement (η_{el}) van 25%. Het betreft hier rendementen van een grootschaligere installatie van het type wervelbed of roosteroven. Deze rendementen zijn realistisch maar tegelijkertijd hoog. Wanneer hout bijvoorbeeld wordt verbrand in een open haard ligt het thermisch rendement aanzienlijk lager, voor een nieuwe generatie huishoudelijk pelletketel zal dit dan weer aanzienlijk hoger liggen. Voor de productie van energie uit het hout in een warmtekrachtkoppeling (WKK) installatie zal het thermisch rendement lager liggen met ca. 65%⁵⁴ en een elektrisch rendement van 25%.

$$E_{el} = E_{prim} \times \eta_{el}$$

$$E_{th} = E_{prim} \times \eta_{th}$$

Onderstaand wordt een theoretische inschatting⁵⁵ gegeven van de benodigde hoeveelheid hout voor een installatie van 1 MW, 5 MW en 10 MW die enerzijds enkele warmte zou produceren (thermisch) of anderzijds enkel elektriciteit (elektrisch). Een installatie van 1 MW is vooral geschikt voor utiliteiten en ruimteverwarming bij industrie. Een installatie van 5-10 MW zal eerder ingezet worden bij industriële processen.

⁵³ Mondelinge communicatie Pieter Vangansbeke (Ugent, Faculty of Bioscience Engineering, Department of Forest and Water Management, Forest & Nature Lab)

⁵⁴ De rendementen zijn afhankelijk van het benodigde warmteniveau aan de warmtezijde. Indien meer hoogwaardige warmte nodig is zal het elektrisch rendement dalen. De rendementen zijn theoretisch haalbaar maar liggen in de praktijk vaak aanzienlijk lager.

⁵⁵ De hoeveelheden zijn louter indicatief en houden geen rekening met wijzigende performantie (rendementen) in functie van de grootteorde van de installatie

Input hout (ton)	1 MW	5 MW	10 MW
Thermisch (N=90%)	3 509	17 543	35 086
Elektrisch (N=25%)	12 631	63 155	126 310

Ruimtelijke inplanting

Het is belangrijk dat de geproduceerde warmte lokaal kan worden afgezet. De nieuwe installatie komt daarom best te staan naast (of in de nabijheid van) een potentiële warmte-afnemer staan, en dit liefst bij een warmte-afnemer met een stabiel warmte-afname-profiel. Een dergelijke warmte-afnemer kan een industriële partij zijn (droogprocessen, warmte gedreven processen,...), belangrijke NUTS-voorzieningen (zwembaden, rust- en ziekenhuizen,...) of lokale warmtenetwerken (deze zijn vandaag nog niet veel gezien in het Vlaamse landschap, maar verdienen zeker meer aandacht).

BIJLAGE H METHODOLOGIE RIOOLWATERZUIVERINGSSLIB

Aquafin bouwt en beheert de infrastructuur voor de zuivering van rioolwater volgens de 11 rivierbekkens die Vlaanderen kent. Deze organisatiestructuur op basis van rivierbekkens houdt dus geen rekening met administratieve grenzen zoals provinciegrenzen. De belangrijkste rivierbekkens voor Vlaams-Brabant zijn Dender en Dijle.

Vlaams-Brabant telt op dit moment één RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) gekoppeld aan de winning van biogas met een vermogen van 312 kW elektrisch (zie ook tabel 5). Deze werd reeds meegenomen in de potentieel berekening. De warmte afkomstig van deze installatie wordt volledig ingezet voor het indrogen van het slib tot pellets die worden afgevoerd naar cementinstallaties voor verbranding.

Contact met Aquafin leert dat er buiten de bestaande installatie in Vlaams-Brabant geen plannen zijn om nieuwe biogasinstallaties op RZWI-slib te openen. Het is dus niet realistisch om voor deze stroom verdere potentiëlen door te rekenen.

BIJLAGE I MULTICRITERIA-ANALYSE VITO-EXPERTEN

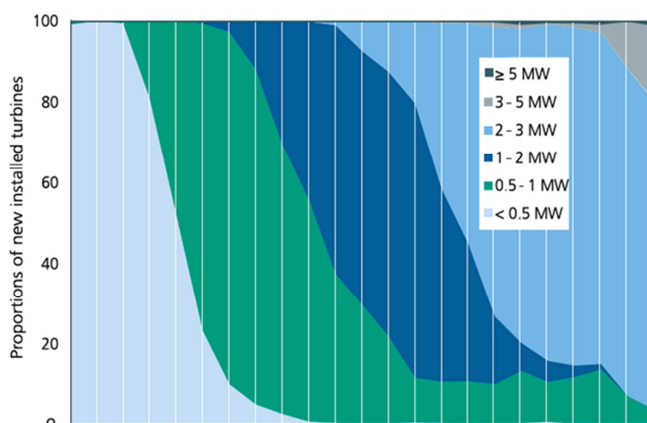
1. Kosteneffectiviteit

Vergelijking tussen technologievormen op basis van:

- (jaarlijkse) investerings-, brandstof-, beheer- en onderhoudskosten,
- uitgedrukt in euro's per vermeden ton CO₂ (~ klimaatneutraliteit provincie).

Per technologie zijn 'levelised costs of energy' berekend die het mogelijk maken om de technologieën te vergelijken. Hiervoor zijn investeringskosten, brandstofkosten en beheer- en onderhoudskosten bepaald. De investeringen worden met annuïteiten omgerekend naar jaarlijkse kosten op basis van de levensduur en een disconteringsvoet van 4% ("Impact Assessment Guidelines", European Commission, 2009). Voor de berekening van energiekosten zijn commodity-marktprijzen gebruikt, zonder heffingen en leveringstarieven. De kosten zijn uitgedrukt in euro's per vermeden ton CO₂. Dit is de hoeveelheid CO₂ die uitgestoten zou zijn bij productie van dezelfde hoeveelheid warmte en elektriciteit. Indirecte kosten en baten, zoals kosten voor versterking van netten, back-up capaciteit en milieu- en gezondheidsschade, zijn hier niet berekend. Bij het berekenen van de kosten is de nationale-kosten benadering gebruikt: de kosten voor België als geheel vanuit een macro-economische perspectief. In deze benadering worden overdrachten van de overheid naar de maatschappij en omgekeerd (zoals subsidies en heffingen) buiten beschouwing gelaten. Voor elke technologie is een specifieke case gekozen, waarvoor technische en economische parameters vastgelegd zijn. In werkelijkheid bestaat er een grote diversiteit aan schaalgroottes, toepassingslocaties en technische eigenschappen en daarmee ook in kosten. De kosten zijn daarom slechts indicatief.

Uit de praktijk zijn geen kostencijfers voor middelgrote windturbines (300 kW) beschikbaar. Voor elk windpark dat in 2011-2014 in Vlaanderen gerealiseerd is, lag vermogen tussen 2,0 en 3,4 MW per turbine (cijfers ODE). Ook het "Wind energy report Germany 2012" van Fraunhofer laat zien dat windturbines van 300 kW_e niet meer geplaatst worden.



Figuur 62: Nieuw geïnstalleerde capaciteit windturbines, per vermogensklasse

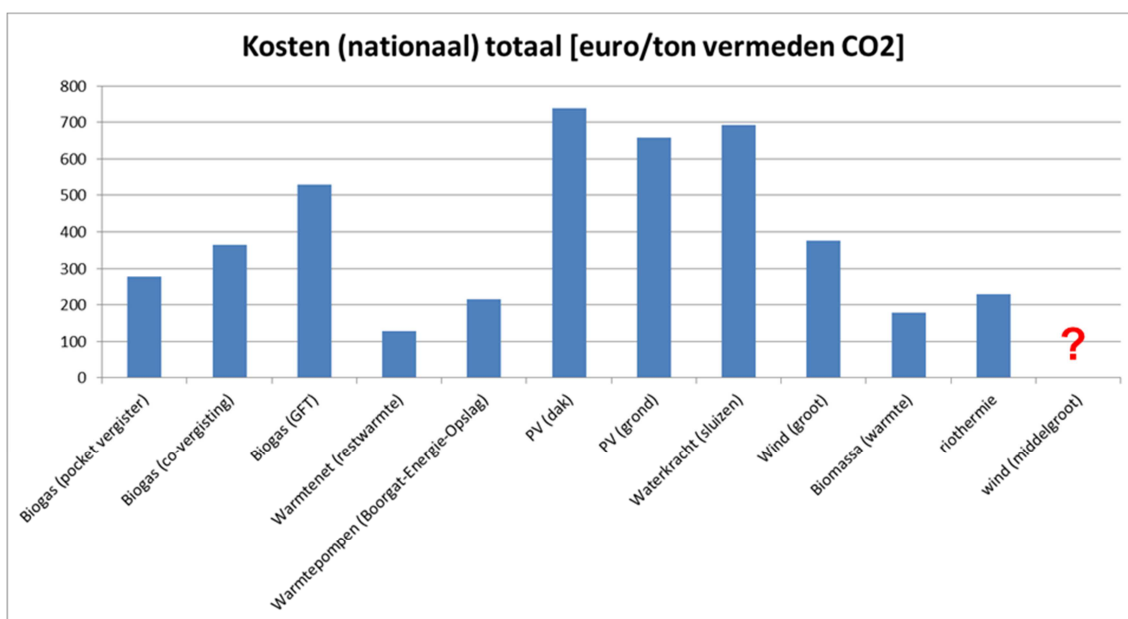
Bron: "Wind energy report Germany 2012" (Fraunhofer, 2012)

De vermeden CO₂-uitstoot per technologievorm wordt berekend door de CO₂-emissiefactoren uit onderstaande tabel te vermenigvuldigen met resp., de hoeveelheid warmte en elektriciteit geproduceerd.

Tabel 56: CO₂-emissiefactor voor warmte en elektriciteit

Emissiefactor	[ton CO ₂ /MWh]	[kg CO ₂ /GJ]
Warmte	0,23	64
Elektriciteit	0,20	55

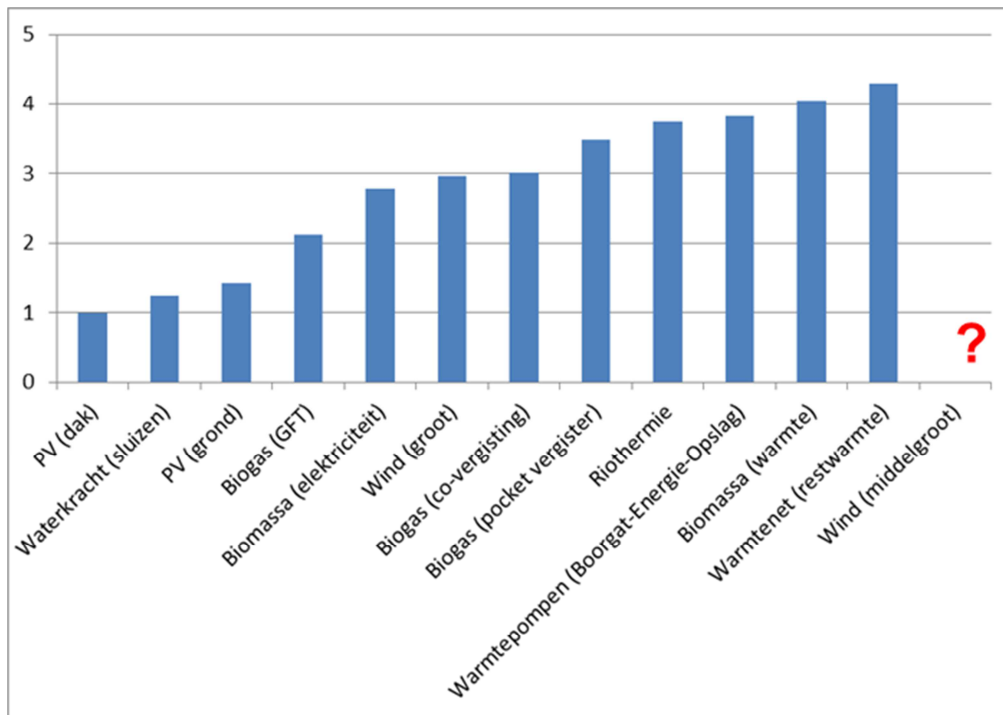
Bron: <http://aps.vlaanderen.be/lokaal/burgemeestersconvenant/burgemeestersconvenant.htm>



Figuur 63: "Levelised cost" per technologievorm in euro per ton vermeden CO₂

Op basis van: Vlaams Energieagentschap, Rapport 2014/1, Deel 1: rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2015; Tauw, 2014, Quicksan riothermie zwembad Amersfoort; TerraEnergy; POM Limburg, 2013, Haalbaarheidsstudie warmtenet Ravenshout; Eindadvies basisbedragen SDE+ 2015, ECN/DNV-GL; Enerpedia - Case rendabiliteit pocketvergister Bioelectric

Op een schaal van 1 tot 5 neemt de euro per ton vermeden CO₂ af, of de kosteneffectiviteit neemt toe. Warmtenetten scoren relatief hoog (geen brandstofkosten en levensduur van 30 jaar). PV en waterkracht scoren relatief laag.

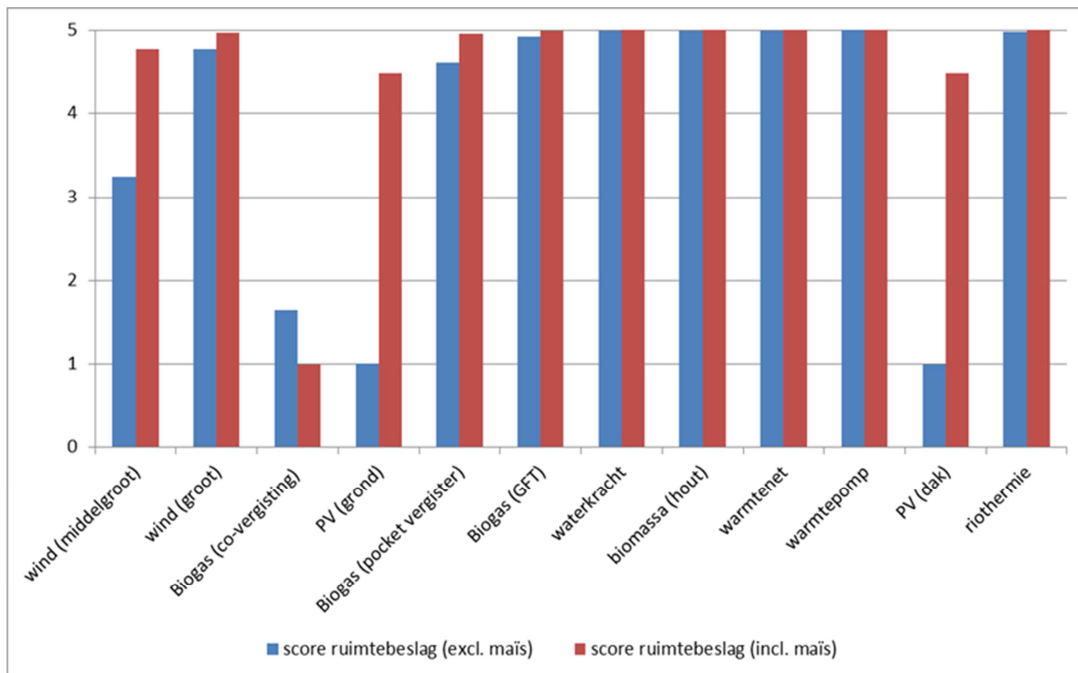


Figuur 64: Rangschikking technologievormen voor criterium kosteneffectiviteit (1=hoogste euro per ton vermeden CO₂; 5= laagste euro per ton vermeden CO₂)

2. Impact op ruimtegebruik

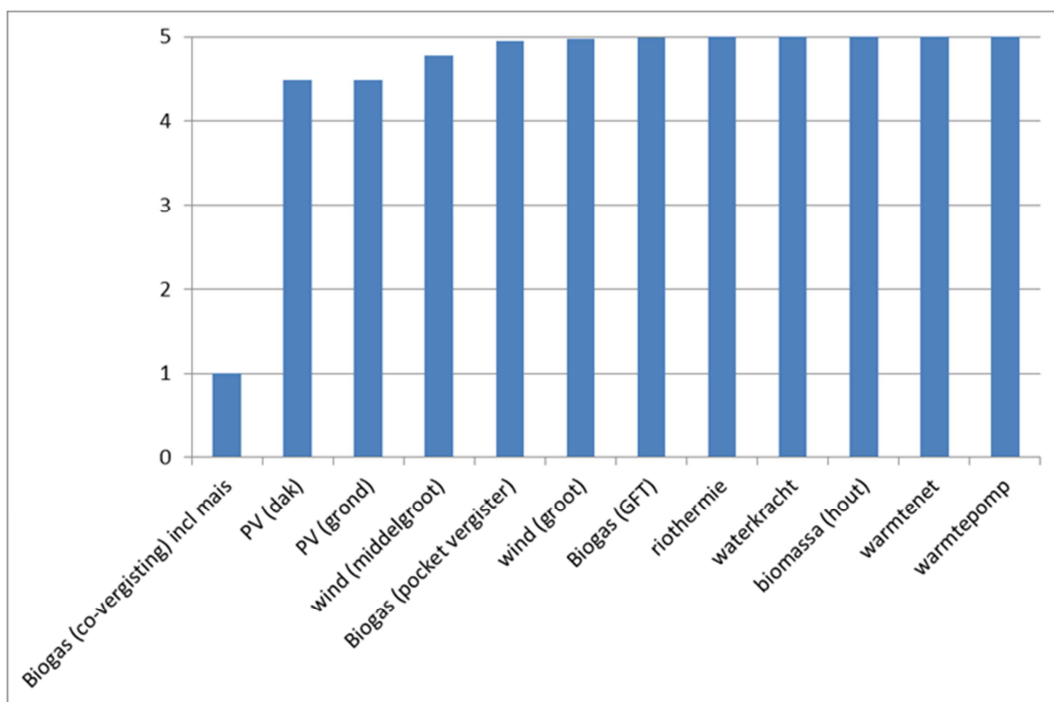
Vergelijking tussen technologievormen op basis van hectare ruimte nodig per MWh (primaire) energie geproduceerd. Het betreft hier het eigenlijk ruimtebeslag i.e. oppervlakte die niet meer bruikbaar is voor andere doeleinden naast energieproductie (bv. landbouw toepassingen).

Voor co-vergisting brengen we ook het ruimtebeslag van de input stromen (bv. maïsteelt) in rekening. Het al dan niet in rekening brengen van het ruimtebeslag van de maïsteelt heeft vooral een impact op de score voor PV.



Figuur 65: Vergelijking score voor criterium impact op ruimtegebruik inclusief en exclusief ruimtebeslag input stromen

Op een schaal van 1 tot 5 neemt het eigenlijk ruimtebeslag af. Per eenheid (primaire) energie legt co-vergisting (incl. maïssteelt) het meest beslag op de ruimte. Indien we ruimtegebruik maïs niet meenemen, legt PV het meest beslag op de ruimte per eenheid (primaire) energie.



Figuur 66: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op ruimtegebruik (incl. maïssteelt)(1= grootste impact op ruimtegebruik; 5= laagste impact op ruimtegebruik)

3. Impact op infrastructuur

Vergelijking tussen technologievormen op basis van hun impact op het huidige energiesysteem. Deze impact is afhankelijk van bv. het intermitterend karakter van de technologievorm (of het flexibel regelbaar vermogen) en de mate waarin er aanpassingen aan de infrastructuur nodig zijn om de technologie te kunnen inpassen in het energiesysteem.

Intermitterende installaties produceren niet noodzakelijk energie op het moment dat er vraag is naar energie. Indien er geen opslagmogelijkheden zijn, wordt het voor intermitterende installaties moeilijker om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen.

Warmteopslag maakt flexibele inzet van warmtepompen mogelijk. Waarschijnlijk is het huidige elektriciteitsnet nog niet overal geschikt voor grootschalige toepassing van warmtepompen. Toepassing van elektrische warmtepompen leidt immers tot een hogere elektriciteitsvraag. Tijdens extreem heet of koud weer kan gebruik van warmtepompen leiden tot pieken in de elektriciteitsvraag.

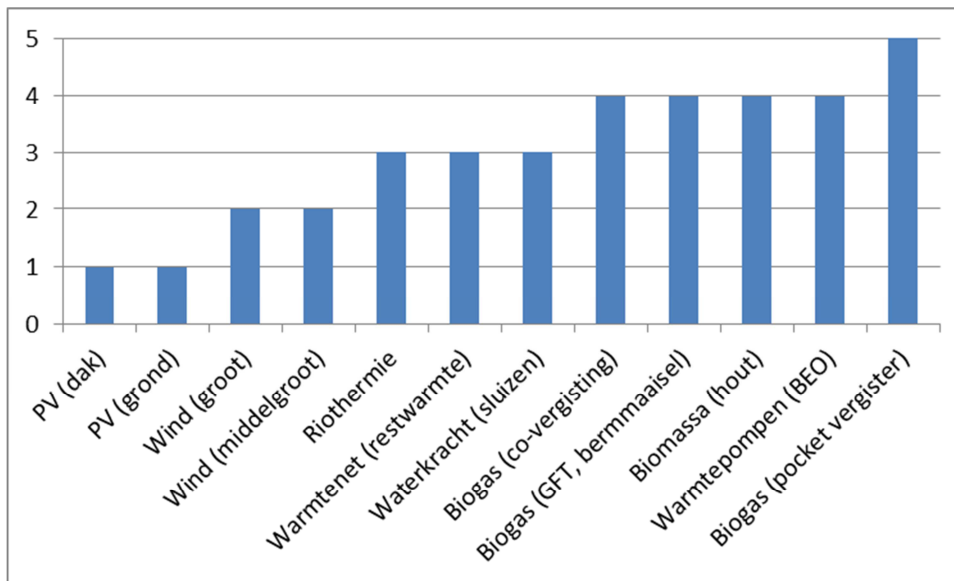
Warmtenetten zijn op zich goed inpasbaar in het huidige energiesysteem maar vergen aanzienlijke infrastructuurwerkzaamheden (verschil tussen bestaande of nieuwe straat).

Biomassa-installaties vergen overwegend geen grote infrastructuurwerken (tenzij de installatie gekoppeld wordt aan de aanleg van een warmtenet).

Landbouw en GFT-vergisters worden zo veel mogelijk continu gebruikt. Bij toepassing van gasopslag is flexibele inzet mogelijk.

Waterkracht op bestaande sluizen en riothermie hebben een beperkt intermitterend karakter in vergelijking met wind- en zonne-energie.

Op een schaal van 1 tot en met 5 neemt de impact op infrastructuur af. PV heeft de laagste score of grootste impact op infrastructuur vanwege het sterk intermitterend karakter. Ook windenergie is intermitterend maar met kleinere variatie tussen seizoenen dan PV. Pocket vergister heeft de hoogste score of de laagste impact op infrastructuur want vaak lokaal gekoppeld aan een landbouwbedrijf.



Figuur 67: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op infrastructuur (1= grootste impact op infrastructuur; 5= laagste impact op infrastructuur)

4. Impact op milieu

Vergelijking tussen technologievormen op basis van hun impact op het milieu, zoals bijvoorbeeld luchtverontreinigende emissies, horizonvervuiling, overlast (geur, geluid, slagschaduw)..

Vergisting kan geur- en geluidsoverlast veroorzaken en biogasinstallaties kunnen als horizonvervuilend beschouwd worden.

Energieproductie op basis van biogas veroorzaakt lokaal luchtverontreinigende emissies (NO_x) maar reduceert ook methaanemissies (CH_4).

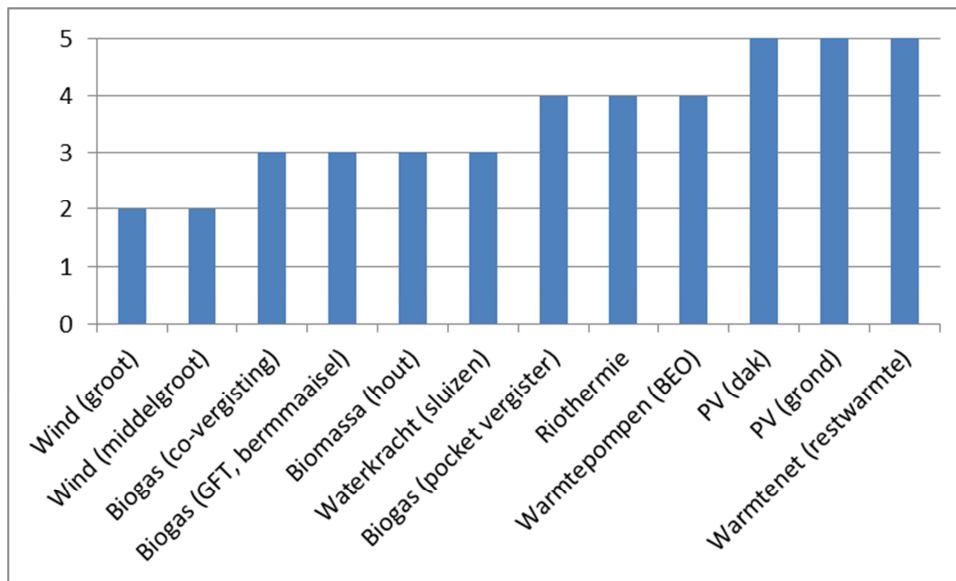
Co-vergisting mest vergroot hoeveelheid restproduct (digestaat) en bestaande nutriëntenoverschot bemoeilijkt afzet in Vlaanderen. Vergistingsinstallaties kunnen leiden tot overlast voor omwonenden. Er kunnen problemen zijn met geur en landschapsintegratie.

Waterkrachtcentrales bedreigen visfauna op onbevaarbare waterlopen vaak meer dan op bevaarbare waterlopen (beperkte waterlooppdimensie, potentiële aanwezigheid zeldzame en beschermde soorten).

Bij verbranding biomassa kunnen er lokale vervuilende (stof, NO_x) emissies zijn.

Riothermie en warmtepompen kunnen voor geluidsoverlast zorgen.

Op een schaal van 1 tot en met 5 neemt de impact op milieu af. Windenergie is schoon (geen luchtverontreiniging), maar horizonvervuiling en lokale overlast (geluid, slagschaduw) zorgen voor lage score. PV en warmtenetten scoren hoog omdat er geen zwaarwegende neveneffecten zijn.



Figuur 68: Rangschikking technologievormen voor criterium impact op milieu (1= grootste impact op milieu; 5= laagste impact op milieu)

5. Maatschappelijk draagvlak

Vergelijking tussen technologievormen op basis van het maatschappelijk draagvlak of de mate waarin burgers voorstander zijn van de toepassing van een hernieuwbare technologievorm. Focus ligt op op draagvlak bij de bevolking (publieke opinie). Voor elke hernieuwbare technologie zijn er positieve en negatieve aspecten die invloed hebben op het maatschappelijk draagvlak. Andere criteria, zoals kosten en neveneffecten (milieu, ruimte), kunnen een impact hebben op het criterium maatschappelijk draagvlak.

PV (grond) en waterkracht worden beperkt toegepast en zijn technologievormen die minder bekend zijn bij het grote publiek.

Warmtenetten staan volop in de belangstelling. Verschillende lokale overheden onderzoeken de mogelijkheid voor aanleg van warmtenetten en distributiemaatschappijen ontwikkelen activiteiten in dit domein. Het grote publiek moet nog vertrouwd geraken met warmtelevering via warmtenet.

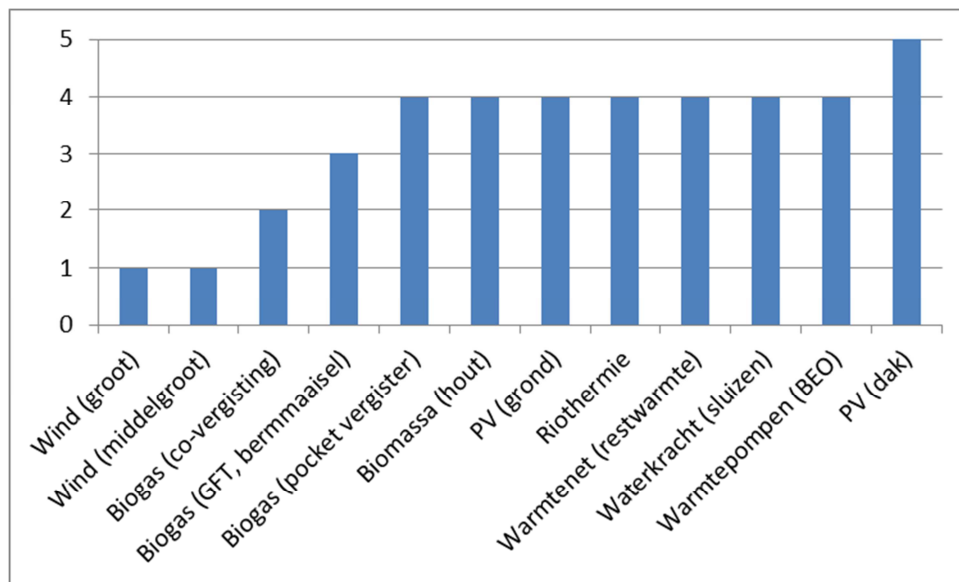
Warmtepompen en riothermie worden beperkt toegepast en zijn technologievormen die minder bekend zijn bij het grote publiek. Deze technologievormen worden als duur gepercipieerd.

Het maatschappelijk draagvlak voor vergisters is afhankelijk van de stroom die wordt vergist. Er is een groot draagvlak voor nuttig gebruik van reststromen, maar eventueel bezwaren tegen inzet van voedselgewassen en mest uit intensieve veehouderij.

Bij energietechnologieën op basis van biomassa zijn neveneffecten op gebied van duurzaamheid (o.a. concurrentie met voeding, voeder en materiaal) bepalend waardoor deze technologieën relatief laag scoren op maatschappelijk draagvlak.

Lokale "overlast" speelt in op het maatschappelijk draagvlak, bijvoorbeeld, bij biogas (stankoverlast), maar vooral bij wind op land (geluidsoverlast, slagschaduw, landschapsvervuiling).

Op een schaal van 1 tot en met 5 neemt het maatschappelijk draagvlak toe. PV (dak) scoort hoog omwille van zijn grote publieke bekendheid. Er is weinig weerstand door afwezigheid van zwaarwegende, ongewenste neveneffecten. Wind wordt in het algemeen erkend als propere technologie maar scoort laag want momenteel meest gecontesteerde (NIMBY) technologie.



Figuur 69: Rangschikking technologievormen voor criterium maatschappelijk draagvlak (1= beperkt maatschappelijk draagvlak; 5= groot maatschappelijk draagvlak)